

ビワ (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) における結果枝の太さおよび種類と果実重との関係について

著者	西澤 優, 福留 弘康, 廣瀬 潤, 相場 可奈, 川口 昭二, 朴 炳宰, 遠城 道雄
雑誌名	鹿児島大学農学部農場研究報告
巻	40
ページ	7-11
発行年	2019-03-25
URL	http://hdl.handle.net/10232/00031003

ビワ (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) における結果枝の太さおよび種類と 果実重との関係について

西澤 優^{1*}・福留弘康¹・廣瀬 潤¹・相場可奈¹・川口昭二¹・朴 炳宰²・遠城道雄²

¹鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園 〒890-0081 鹿児島市唐湊

²鹿児島大学農学部附属農場 〒890-0065 鹿児島市郡元

Correlation between Different Type and Diameter of the Bearing Shoot and Fruit Weight of Loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.)

Yu Nishizawa^{1*}, Hiroyasu Fukudome¹, Jun Hirose¹, Kana Aiba¹, Shoji Kawaguchi¹, Byoung-Jae Park² and Michio Onjo²

¹Toso Orchard, Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Toso, Kagoshima 890-0081

²Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

Summary

This experiment was done to improve farm training education and to create the method to produce large fruits of loquat in Toso Orchard, Faculty of Agriculture, Kagoshima University. Using 'Nagasakiwase' (outdoor or greenhouse cultivation), 'Natsutayori' (outdoor or greenhouse cultivation) and Mogi (outdoor cultivation), we investigated the relationship between different type or diameter of bearing shoot and a fruit cluster weight or a fruit weight. 'Natsutayori' (outdoor cultivation) had the largest shoot diameter and the fruit size compared with those in the other cultivars and the other cultivation environment. The diameter of central shoots was larger than that of the lateral shoots in all cultivars and cultivation environment without 'Natsutayori' (outdoor cultivation). A fruit cluster weight and a fruit weight of central shoots in 'Natsutayori' (outdoor cultivation) and 'Mogi' were heavier than those of lateral shoot. On the other hand, a fruit cluster and a fruit weight in 'Nagasakiwase' (outdoor and greenhouse cultivation) were almost equal to those in the central shoot and the lateral shoot, or higher value in the lateral shoot. The diameter of bearing shoot and the fruit cluster weight of all cultivars were showed the significant correlations positively. These correlation coefficients were generally higher in the lateral shoot than in the central shoot. In particular 'Natsutayori' (outdoor cultivation) showed a high correlation coefficient ($r=0.72$) than other cultivars. Correlation between bearing shoot diameter and a fruit weight was weaker than correlation between bearing shoot diameter and a fruit cluster weight. These results indicated that in order to produce large loquat fruits in Toso Orchard, it is suitable to cultivate 'Natsutayori' which bears to harvest the larger fruit in outdoor cultivation. These results will also contribute to improve farm training education.

Key word: Bearing shoot, central shoot, fruit weight, lateral shoot, loquat

キーワード：ビワ, 中心枝, 副梢, 果実重, 結果枝

緒言

ビワ (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) は11月頃から開花が始まり, 5月から6月にかけて収穫されるため, 日本における果実出荷の少ない初夏時期には需要が高い. ビワの主な生産地域は長崎県および千葉県であり, 近年では四国でも生産が盛んである. 鹿児島県においてもビワは主要な生産果樹であり, その栽培面積は全国3位, 生産量は全国5位である (鹿児島県農政部農産園芸課, 2018). 鹿児島大学農学部附属農場唐湊果樹園 (以下, 唐湊果樹園) においてもビワは果実生産樹とし

て栽培されており, 農場実習で利用する教材としても重要な位置づけとなっている.

近年, ビワ果実は大果であるほど市場での価値は高いとされており, 生産者の大果生産志向は強い. したがって, ビワの果実肥大に関わる要因を調査し, 大果生産方法を確立することは, 市場価値の高いビワ果実を生産するために重要である. これまでに, ビワの果実肥大には, 種子重, 葉数, 積算温度などが関係していることが報告されている (内野ら, 1994). 種子重が重く, 1果実に対し葉数が6枚程度であると果実が大果になりやすいことも明らかにされている (濱口・松浦, 1998). 一方, ビワ果実肥大に関わる栽培技術は確固たるものが確立されてない. 近年のビワ果実形態の志向を考慮し, 生産現場における簡易的なビワの大果生産方法の確立を目指す

2018年10月26日 受理日

2018年12月17日 受理日

*Corresponding author. E-mail: nishizawa@agri.kagoshima-u.ac.jp

には、栽培技術確立のための基礎的知見が必要である。

一般に、果樹では果梗が太いほど果実が大きくなりやすい。温州ミカンでは果梗の太さと果実重に高い相関があることが報告されている（鈴木, 1976）。ビワは、充実した結果枝の先端に着花し結実する性質を持つ。ビワの結果枝は、その形状や性質から中心枝と副梢に大別できる。中心枝は伸長が少ないが着果率が良く、果実生産の主要な枝となっている。副梢は中心枝より着果率が劣るものの、生育旺盛で、次年度以降の結果枝として有望である。ビワは隔年結果性が強いいため、安定した果実生産をするには、太く充実した結果枝を選別し、着果を管理する必要がある（永沢・永友, 1960）。これまでに、1果房中の着果数が少ない方が果実の肥大率が高いことは報告されている（濱口・松浦, 1998）。しかし、結果枝の種類や太さとビワの果実肥大の関係性について、中心枝については報告がある（中井・森岡, 1976）が、副梢に着目した報告はない。

そこで本研究では、唐湊果樹園におけるビワ果実の簡易的な大果生産方法の確立を目指し、露地栽培と施設栽培において結果枝の種類および太さと果実重との関係について調査した。

材料および方法

本研究は2017年から2018年まで行った。供試材料は、唐湊果樹園内の露地栽培および施設（ビニルハウス）栽培のビワを用いた。露地栽培では、‘長崎早生’（共台, 20年生, 4樹）、‘なつたより’（共台, 8年生, 1樹）および‘茂木’（共台, 20年生, 10樹）の3品種を供試した。施設栽培では、‘長崎早生’（共台, 5年生, 7樹）および‘なつたより’（共台, 5年生, 7樹）の2品種を供試した。肥培管理として、春季および秋季にはN:P:K = 9:6:6化成肥料（しきしま9号, 多木肥料）、夏季にはN:P:K = 6:8:6化成肥料（しきしま6号, 多木肥料）をそれぞれ1回ずつ施肥した。施肥量は成木に対し化成肥料1kg施用し、樹冠下に散布した。施設のビニルは通年被覆とした。施設は無加温とし、施設内温度が25℃以上になると換気扇が作動するよう設定した。

2017年12月中旬から、花芽が充実した花房を選び、花房の上部3割および下部小花梗3段を除去する普通摘蕾

を随時行った。2018年2月上旬から、果実横径が約1cmに達した果房を選び、1果房に3果または4果残り、残りの果実は摘果した。摘果作業と同時に、果房に対し袋かけを行った。2018年5月上旬から、果実が十分に肥大し、着色も良く、果房が成熟して下垂したものを適熟と判断し、随時収穫した。各供試材料の収穫は、露地栽培の‘長崎早生’で2018年5月15日から5月24日、露地栽培の‘なつたより’で2018年5月15日および5月24日、‘茂木’で2018年5月28日から5月30日、施設栽培の‘長崎早生’で2018年5月8日から5月24日、施設栽培の‘なつたより’で2018年5月8日から5月22日に行った。収穫の際には、結果枝の種類を中心枝と副梢に区別した。中心枝は前年度収穫し切り戻した箇所から出た新梢または前年度結果しなかった枝がそのまま伸長したものとした。副梢は中心枝から萌芽した新梢とした。収穫時に、結果枝の直径、果房重および果実重を測定および算出した。結果枝の直径は、収穫する果房に1番近い展開葉の上部で結果枝を切断し、その切り口の直径をノギスで測定した。その後すべての果梗枝を切除し、果房重を測定した。果実重は、果房重を1果房当たりの着果数で除した値とした。測定に供試した果房数は、露地栽培の‘長崎早生’で180房（中心枝95房, 副梢85房）、露地栽培の‘なつたより’で22房（中心枝15房, 副梢7房）、‘茂木’で139房（中心枝96房, 副梢43房）、施設栽培の‘長崎早生’で171房（中心枝115房, 副梢56房）、施設栽培の‘なつたより’で237房（中心枝167房, 副梢70房）の計750房であった。栽培環境および品種間のデータ解析には、エクセル統計（（株）社会情報サービス社）を用いて、一元配置分散分析およびフィッシャーのLSD法による多重比較検定を行った。また、中心枝と副梢間のデータ解析にはt検定を行った。

結果

第1表には、栽培環境および各品種による結果枝の直径、果房重および果実重を示した。結果枝の直径は、‘茂木’が9.9mmで‘なつたより’を除く他品種より有意に高い値を示した。果房重および果実重は、露地栽培の‘なつたより’がそれぞれ169.9gおよび48.6gであり、他品種より有意に高い値を示した。‘なつたより’およ

第1表 栽培環境および各品種による結果枝の直径、果房重および果実重

栽培環境 ^z	品種	調査果房数	結果枝の直径 (mm)	果房重 (g)	果実重 (g)
施設	全品種	750	9.4 ± 0.1 ^y	120.8 ± 1.6	38.0 ± 0.4
	長崎早生	171	9.3 ± 0.1 ^{bc}	103.1 ± 2.7 ^d	35.5 ± 0.8 ^c
	なつたより	237	9.2 ± 0.1 ^c	118.7 ± 3.0 ^c	39.6 ± 0.7 ^b
露地	長崎早生	180	9.4 ± 0.1 ^b	131.8 ± 3.1 ^b	38.4 ± 0.6 ^b
	なつたより	22	9.6 ± 0.2 ^{abc}	169.9 ± 10.1 ^a	48.6 ± 1.5 ^a
	茂木	139	9.9 ± 0.1 ^a	124.5 ± 3.7 ^{bc}	35.8 ± 0.7 ^c

^z 施設：施設栽培。露地：露地栽培。

^y 値は平均値 ± 標準誤差。同一英文字は品種間でLSD法により5%水準で有意差がないことを示す。

び‘長崎早生’において、施設栽培より露地栽培で、果房重および果実重は有意に高かった。

第2表には、栽培環境および各品種による中心枝、副梢別の結果枝の直径、果房重および果実重を示した。結果枝の直径は、露地栽培の‘なつたより’では有意な差が認められなかったものの、他のすべての栽培環境および品種で、中心枝が副梢より有意に高い値を示した。果房重は、施設栽培の‘なつたより’、露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’で、中心枝が副梢より有意に高い値を示した。一方、施設栽培の‘長崎早生’では中心枝と副梢が同等の値であり、露地栽培の‘長崎早生’では副梢が中心枝より高い値を示した。果実重は、露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’で副梢より中心枝の方が有意に高い値を示した。施設栽培の‘なつたより’では、副梢より中心枝が高い値を示した。一方、露地栽培の‘長崎早生’では中心枝と副梢が同等の値であり、

施設栽培の‘長崎早生’では中心枝より副梢の方が高い値を示した。

第3表に、栽培環境および各品種による結果枝の直径と果房重、および結果枝の直径と果実重との相関係数を示した。結果枝の直径と果房重の関係は、すべての栽培環境および品種で有意な正の相関が認められた。露地栽培の‘なつたより’では、相関係数が0.72であり他品種より高い値を示した。結果枝の直径と果実重との関係は、露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’で有意な正の相関が認められた。一方、その他の栽培環境および品種では、相関関係に有意性は認められなかった。また、結果枝の直径と果房重との相関係数は、結果枝の直径と果実重との相関係数より高い値を示した。

第4表に、栽培環境および各品種による中心枝、副梢別の結果枝の直径と果房重および果実重との相関係数を示した。結果枝の直径と果房重との関係は、‘茂木’以

第2表 栽培環境および各品種による中心枝、副梢別の結果枝の直径、果房重および果実重

栽培環境 ^z	品種	結果枝の種類	調査果房数	結果枝の直径 (mm)	果房重 (g)	果実重 (g)
施設	全品種	中心枝	488	9.7 ± 0.1 ^{**y}	124.3 ± 2.1 ^{**}	38.4 ± 0.4
		副梢	262	9.0 ± 0.1	114.5 ± 2.5	37.2 ± 0.6
	長崎早生	中心枝	115	9.6 ± 0.1 ^{**}	103.3 ± 3.4	34.7 ± 0.9
		副梢	56	8.7 ± 0.1	102.2 ± 4.8	37.1 ± 1.4
露地	なつたより	中心枝	167	9.4 ± 0.1 ^{**}	124.0 ± 3.7 ^{**}	40.0 ± 0.8
		副梢	70	8.5 ± 0.1	106.2 ± 4.7	38.6 ± 1.2
	長崎早生	中心枝	95	9.6 ± 0.1 [*]	130.4 ± 4.6	38.7 ± 0.8
		副梢	85	9.2 ± 0.1	133.4 ± 3.9	38.1 ± 0.8
茂木	なつたより	中心枝	15	9.9 ± 0.2	182.9 ± 10.0 [*]	50.7 ± 1.3 [*]
		副梢	7	9.1 ± 0.5	141.9 ± 20.7	44.1 ± 3.3
	中心枝	96	10.0 ± 0.1 ^{**}	134.7 ± 4.3 ^{**}	37.6 ± 0.7 ^{**}	
		副梢	43	9.5 ± 0.2	101.9 ± 6.2	31.9 ± 1.3

^z 施設：施設栽培。露地：露地栽培。

^y 値は平均値 ± 標準誤差。>**は1%水準、*は5%水準で中心枝と副梢の間に有意差があることを示す。

第3表 栽培環境および各品種による結果枝の直径と1果房重および1果実重の相関係数

栽培環境 ^z	品種	調査果房数	結果枝の直径/果房重 (r)	結果枝の直径/果実重 (r)
施設	全品種	750	0.37 ^{**}	0.13 ^{**}
	長崎早生	171	0.35 ^{**}	0.07
	なつたより	237	0.40 ^{**}	0.12
露地	長崎早生	180	0.42 ^{**}	0.001
	なつたより	22	0.72 ^{**}	0.64 ^{**}
	茂木	139	0.21 [*]	0.21 [*]

^z 施設：施設栽培。露地：露地栽培。

^y **は1%水準、*は5%水準で有意であることを示す。

第4表 栽培環境および各品種による中心枝、副梢別の結果枝の直径と1果房重および1果実重の相関係数

栽培環境 ^z	品種	結果枝の種類	調査果房数	結果枝の直径/果房重 (r)	結果枝の直径/果実重 (r)
施設	全品種	中心枝	488	0.33 ^{**y}	0.11 [*]
		副梢	262	0.40 ^{**}	0.13 [*]
	長崎早生	中心枝	115	0.35 ^{**}	0.05
		副梢	56	0.41 ^{**}	0.27 [*]
露地	なつたより	中心枝	167	0.39 ^{**}	0.14
		副梢	70	0.28 [*]	0.007
	長崎早生	中心枝	95	0.38 ^{**}	0.22 [*]
		副梢	85	0.52 ^{**}	0.28 [*]
茂木	なつたより	中心枝	15	0.58 ^{**}	0.43
		副梢	7	0.77 [*]	0.69
	中心枝	96	0.12	0.08	
		副梢	43	0.21	0.27

^z 施設：施設栽培。露地：露地栽培。

^y **は1%水準、*は5%水準で有意であることを示す。

外のすべての栽培環境および品種で、有意な正の相関が認められた。また、施設栽培の‘なつたより’以外のすべての栽培環境および品種で、中心枝の相関係数より副梢の相関係数の方が高い値を示した。結果枝の直径と果実重との関係は、施設栽培の‘長崎早生’における副梢と、露地栽培の‘長崎早生’における中心枝および副梢で有意な正の相関が認められた。一方、すべての栽培環境および品種で、結果枝の直径と果房重との相関係数は、結果枝の直径と果実重との相関係数より高い値を示した。

考 察

近年のビワ大果生産志向を考慮し、栽培地域に適合する有用品種を導入することは、大果生産をするために重要である。本研究では、九州で主要な経済的品種である‘長崎早生’および‘茂木’のほかに、‘なつたより’を供試した。長崎県農林技術開発センターが育成した品種である‘なつたより’は、‘長崎早生’および‘茂木’より大果になりやすく、果実の外観、食味が優れている(稗圃ら, 2010)。本研究で供試した‘なつたより’は、他品種より大果になり、稗圃ら(2010)の報告と同様な結果となった(第1表)。また、いずれの品種においても、施設栽培より露地栽培で大果になることが明らかとなった(第1表)。施設栽培は、温度管理によってビワ果実の早期出荷が可能であるが、施設内の温度が高いと果実肥大が充分に行われず早熟するため、小玉果になりやすい(藤崎・大倉, 1983)。唐湊果樹園において、摘蕾、摘果、果実袋かけの時期は施設栽培と露地栽培でほぼ同時期に行ったが、収穫および出荷開始は施設栽培の方が早かった。すなわち、施設栽培では高温により果実が早熟し、露地栽培より小玉になったと考えられた。このことから、唐湊果樹園でビワの大果生産を行うためには、大果になりやすい‘なつたより’の樹数を増やし、露地栽培で管理すると良いことが示唆された。また、露地栽培の‘長崎早生’と施設栽培の‘なつたより’の果実重は同等の値を示したことから(第1表)、『長崎早生’に代わり、果実の外観、食味が従来の品種より優れている‘なつたより’を施設栽培することで、露地栽培の‘長崎早生’と同等な大きさの果実が収穫することができ、時期をずらして出荷できることが考えられた。

本研究において、ビワ結果枝の種類を中心枝と副梢に区別した場合、露地栽培の‘なつたより’を除くすべての栽培環境および品種で、副梢より中心枝が太かった(第2表)。太い結果枝は枝の伸長が良く、結果数が少ないほど果実が大きくなる傾向がある(永沢・永友, 1960; 濱口・松浦, 1998)。施設栽培と露地栽培の‘なつたより’および‘茂木’では、副梢より中心枝で果房重および果実重が重かった(第2表)。本研究では、着果数の違いによって果実重が異なることはみられなかったため(未発表)、摘果数の違いが果実肥大に与える影響は少なかったと考えられる。このことから、‘なつた

より’および‘茂木’において、中心枝は副梢より太くなりやすく、中心枝に結実した果実は大果になりやすいことが示唆された。一般に、果梗の太い果実は大果になる傾向があり、果梗部維管束の発達と果実肥大が関係しているとの報告がある(新居, 2009)。特にビワは師管の特定部位が他種より特異的に発達することが知られており、その部位が果実への糖転流に関係していると推察されている(新居, 2009)。本研究で、太い結果枝の先に大果が結実する傾向があることは、太い結果枝の維管束が発達し、光合成によって生産された糖類を効率よく果実へ転流することができたからと推察された。今後、維管束の発達および果実への糖転流と果実肥大の関係性について調査する必要がある。一方、中心枝は着果率が良いが、果実重は結果枝の種類間でほとんど差がないことが報告されている(中井・森岡, 1976)。本研究の‘長崎早生’では、施設栽培および露地栽培ともに副梢より中心枝が太くなったが、果房重および果実重は、中心枝と副梢で同等、もしくは副梢の方が重くなる傾向を示した(第2表)。すなわち、中井・森岡(1976)の結果と同様に、‘長崎早生’は‘なつたより’や‘茂木’と異なり、結果枝の種類に関係なく、結果枝の太さによって果実肥大の程度が異なることが考えられた。

濱口・松浦(1998)は、結果枝の太さと果実重および果実肥大率の関係性について調査しており、枝径が10 mm以上の場合、結実した果実は枝径が10 mm以下のものより大きくなることを明らかにした。一方、結果枝の直径と果実重の相関関係については精査されていない。本研究では、太い結果枝に大果なることをふまえ(第1, 2表)、結果枝の直径と果実重について相関関係を調べたところ、供試したすべての品種および栽培環境で、結果枝の直径と果房重の間に有意な正の相関関係があることが明らかとなった(第3表)。すなわち、果房重をビワの収量と考えると、結果枝が太くなれば収量が増加することが示唆された。特に露地栽培の‘なつたより’における相関係数の高さは興味深い。露地栽培の供試品種のうち、‘なつたより’は樹齢の若さと樹勢の強さが果房重に影響を与えていると推察されるが、今後この要因について精査していくことは、大果生産方法のための新たな知見となるだろう。

結果枝の種類別による結果枝の直径と果房重の関係性は、中心枝よりも副梢の方が強いことが明らかになった(第4表)。副梢は中心枝に比べ、着果率が悪く、枝も細いため、大果となる確率は低い。一方、高見ら(2002)は副梢の小さな単位の誘引を行うと、結果枝の受光環境が改善され、果実品質を向上させることを明らかにした。本研究では、副梢の直径が10 mmを超え、果実重が50 g以上になる果実があった(未発表)。このことから、副梢においても、枝が太く、充実した果実の結実が望める場合は、積極的に誘引を行い、樹冠内の受光環境を改善するよう管理するのが良いと考えられた。

以上のことから、唐湊果樹園においてビワを大果生産するためには、①大果になりやすい‘なつたより’の樹

数を増やし、露地栽培で果実生産していくこと、②中心枝が副梢より太く充実する傾向があるため、中心枝に果実を結実させること、③中心枝が太くなれば、収量も増加するため、適切な剪定または芽かきを行い、中心枝を太く仕立てていくこと、④太い副梢は誘引等によって受光環境を改善し結実させること、これらのことに留意した栽培管理が必要であると示唆された。更に、本研究結果は唐湊果樹園におけるビワ大果生産方法確立の礎となるとともに、ビワを利用した農場実習にも役立てることができよう。今後、着房率や芽かきなどの栽培管理条件の変化が結果枝の直径に与える影響についても調査し、果実肥大との関係性を明らかにする必要がある。

要 約

唐湊果樹園におけるビワ果実の大果生産方法の確立を図るため、‘長崎早生’（露地栽培・施設栽培）、‘なつたより’（露地栽培・施設栽培）、‘茂木’（露地栽培）を用いて、結果枝の種類および太さと果房重および果実重の関係性について調査した。その結果、供試材料の中で最も枝が太く大果になるのは‘なつたより’（露地栽培）であった。結果枝の種類別では、‘なつたより’（露地栽培）を除くすべての栽培環境および品種で中心枝が副梢より太かった。‘なつたより’（露地栽培）と‘茂木’は、副梢より中心枝で果房重および果実重が重かった。一方、‘長崎早生’（露地栽培・施設栽培）は、副梢と中心枝で果房重および果実重が同等、もしくは副梢の方が高い値を示した。結果枝の直径と果房重の関係は、すべての品種で有意な正の相関が認められた。その関係性は中心枝よりも副梢の方が強かった。特に‘なつたより’（露地栽培）で $r=0.72$ と他品種より高い値を示した。結果枝の直径と果実重の関係性は、結果枝の直径と果房重の関係性より弱かった。以上より、唐湊果樹園におけるビワ大果生産方法として、大果になりやすい‘なつたより’を露地栽培すること、大果になりやすく収量も増加するため、中心枝を太く充実させること、太い副梢も利用し収穫に結び付けること、これらに留意して栽培管理を行うと良いことが示唆された。このことは、今後のビワ実習教育のための一助となると考えられた。

引用文献

藤崎 満・大倉野 寿. 1983. ビワのハウス栽培に関する研究 第2報 温度管理と果実の発育について. 九農研. 45: 272.
 濱口壽幸・松浦 正. 1998. ビワ果実の肥大と成熟. 長崎果樹試研報. 5: 11-34.
 稗圃直史・福田伸二・富永由紀子・寺井理治・根角博久・浅田謙介・長門 潤・佐藤義彦・中山久之・中尾敬. 2010. ビワ新品種 ‘なつたより’. 長崎農林技セ研報. 1: 83-100.
 鹿児島県農政部農産園芸課. 2018. 果樹生産統計資料

(平成28年度産実績). 5-9
 川村秀和・篠原和孝・東 明弘. 2008. ビワ ‘長崎早生’の加温ハウス栽培における早期出荷技術. 鹿児島農総セ研報 (耕種). 2: 1-8.
 永沢勝雄・永友昭夫. 1960. 琵琶の隔年結果に関する研究 第1報 結果枝の強弱・結果量と新梢の生長及び花房の着生との関係. 千葉大園学報. 8: 25-32.
 中井滋郎・森岡節夫. 1976. ビワの摘果に関する研究 (第2報) 結果枝の種類, 着果位置, 開花期, 摘果時期が熟期及び果実の形質に及ぼす影響. 千葉暖地園試研報. 7: 1-14.
 新居直祐. 2009. 細胞構造からみた果樹類の果実, 葉, 根の成長. 園学研. 8: 131-136.
 鈴木鉄男. 1976. 温州ミカン果実の大きさ, 着色程度, 果梗の太さからみた品質の差異. 農及園. 51: 1165-1166.
 高見寿隆・今村俊清・松浦 正・山下次郎・浜口壽幸. 2002. 施設ビワの多収要因の解明と多収生産技術. 長崎果樹試研報. 9: 1-18.
 高瀬輔久・本美善央・新海邦治. 1988. ビワのハウス栽培における夜温が熟期と果実肥大, 品質におよぼす影響. 愛知農総試研報. 20: 300-308.
 内野浩二・河野明広・立田芳伸・迫田和好. 1994. ビワの果実重に影響する種子形成と気象要因. 熱帯農業. 38: 286-292.