

結果節位の異なるイチジク果実の形質と糖集積に及ぼす摘果の影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者名	矢羽田,第二郎 野方,仁
発行元	園藝學會
巻/号	70巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 72-77
発行年月	2001年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



結果節位の異なるイチジク果実の形質と糖集積に及ぼす摘果の影響

矢羽田第二郎*・野方 仁

福岡県農業総合試験場豊前分場 824-0038 福岡県行橋市西泉

Effects of Fruit Thinning on the Development and Sugar Accumulation by the Fig Syconia on Different Nodal Positions

Daijiro Yahata and Hitoshi Nogata

Buzen Branch, Fukuoka Agricultural Research Center, Nishiizumi, Yukuhashi, Fukuoka 824-0038

Summary

Effects of fruit thinning on characteristics and sugar accumulation by the 'Masui Dauphine', Common fig (*Ficus carica* L. var. *hortensis* Shinn), syconia on different nodal positions were investigated. Fruits from the 1st to the 7th nodes on all shoots were thinned when they were 4mm in diameter; fruit development and characters of the second crop on the 8th and 13th nodes were compared with those on an unthinned tree.

1. On thinned and unthinned trees, the fruit development period from budbreak to harvest of the second crop on the 8th and 13th nodes was 73~74 days. Fruit thinning had little or no effect on the final weight and diameter of fruits on the 8th node, whereas the fruits on the 13th node were larger and heavier.

2. On the unthinned trees, the diameter and weight of the fruits on the 3rd node were significantly larger than those on the 8th and 13th nodes at harvest. Peel coloring and Brix values of fruitlets and receptacles of fruits on the 3rd node were higher than those on the 8th and 13th nodes. No difference in firmness of fruits located on different nodal positions was detected.

3. Diameter and weight of the fruits on the 13th node on thinned trees were larger than those on unthinned trees at harvest; the weight of receptacular tissue was markedly heavier than those of fruitlets. The thinning treatment fostered better peel color of fruits on the 8th node but not those on the 13th node; it had no effect on fruit firmness.

4. On the thinned trees, the fruitlets and receptacles of the fruits on the 8th and 13th nodes had higher glucose and fructose contents than had comparable organs on unthinned trees; the total sugar contents, on fruit weight basis, consequently, were also higher. Fruit thinning treatment accelerated growth (weight) as well as sugar accumulation by the receptacles of fruits on the 13th node.

Key Words: fig syconia, fruit character, fruit thinning, nodal position, sugar accumulation.

緒 言

イチジク (*Ficus carica* L.)は通常、同一の新梢上に異なる生長段階にある果実が同時に着生するため、結果節位を異にする果実の発育と形質には大きな変動がみられる。前報(矢羽田・野方, 2000a)では、'蓬萊柿'を用いて節位別果実の形質変動と気温との関係について調査し、果径、果実重および果皮色の節位間の変動には果実の発育期間中における温度条件の相違が大きく影響していることを報告した。その際、特に結果枝内では、下位節の果実が顕著に大きく、上位節の果実が小さくなる傾向が認められ

た。一般に、果実の発育には温度などの環境要因とともに樹体内の栄養条件が影響するため、果実1個の生長に必要な葉数を摘果により確保して、葉で生産される同化養分の果実への分配を調節することが重要になる(杉浦・稲葉, 1991)。しかしながら、イチジクでは1新梢上の、また1樹全体のすべての果実相互の間に栄養的な競合関係がないか、あっても極めて小さいとされており(平井, 1966)、結果枝単位に環状はく皮処理と摘果を行うことにより1果当たりの葉数を変えても、果実の発育日数や肥大量には差異が認められなかったと報告されている(株本, 1986)。これに対し細見ら(1989)は、イチジク果実にエスレル処理を行って、人為的に多数の果実を一時に成熟させた場合や同時に摘果を行って葉数を制限した場合には、果実が小さくなって糖度も低下したことを報告して

1999年12月22日 受付。2000年5月15日 受理。

*現在: 福岡県農業総合試験場園芸研究所

おり、果実間に養分競合の影響があることを示唆している。これらの報告は、試験の目的や果実の発育ステージ、試験条件等が異なっているため、必ずしも一致した結論が得られなかったものと考えられるが、イチジク果実の発育と葉数との関係はまだ十分には解明されておらず、節位の異なる果実の形質に及ぼす摘果の影響も明らかにされていない。

そこで本研究では、イチジク結果枝内の下位節の果実を摘果して、上位節の果実の形質と糖集積に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

1. 供試材料

福岡県農業総合試験場豊前分場の研究圃場に栽植の12年生‘榊井ドーフィン’を供試した。整枝は一文字整枝で、栽植密度は83本/10a、1樹当たりの結果枝数は約20本とした。栽培管理は福岡県の慣行法に従い、結果枝を7月下旬に16~18節で摘心し、その後発生した副梢は適宜かき取った。なお、副梢の発生は全般に少なく、摘果処理の有無による発生数の違いも認められなかった。

2. 摘果法と果実形質の測定法

1999年に3樹を供試し、5月下旬から6月中旬にかけて、樹内のすべての結果枝の第1節から第7節までの果実を横径が約4mmとなった結果期(平井, 1966; 株本, 1986)に順次ハサミで切除して摘果処理を行った。対照は無処理区とし、同じ圃場内の3樹を用いた。摘果区、無処理区とも1樹につき10枝、計30枝の第8節および第13節に着生している果実について、結果期から収穫期まで約10日間隔で果径を測定した。無処理区は第3節の果実についても調査を行った。各節位の収穫期に出荷適熟果を1樹から8果、計24果を採取し、果径、果実重、果皮色、硬度、糖度および糖の組成別含量を調査した。出荷適熟果の判定は福岡県での判定基準に基づき、軟化が進み、果皮の60~70%以上が着色した果実とした。果皮色は色彩色差計(ミノルタ社製CR300)で果実赤道面を測定して $E(\sqrt{L^2 + a^2 + b^2})$ 値を求め、その値が低いほど着色が優れると判定した(株本, 1986; 伊藤ら, 1987)。硬度は果実硬度計(竹村電機製作所製FHM-1)を用い、基部の直径12mm、貫入深さ10mmの半球型プランジャーで、果実赤道部の対面する2ヵ所の果皮上から突き刺した時の抵抗値で示した。糖度は、はく皮後に果肉を小果と果托に分け、それぞれの新鮮重を測定した後、果汁をガーゼで搾り取って、屈折計により測定した。その後、糖組成を分析するため、小果と果托をそのまま糖の分析時まで-40℃で凍結保存した。

3. 糖組成の分析

糖の抽出と分析は既報(矢羽田・野方, 1999)と同じ方法で行い、凍結保存した小果と果托からそれぞれ試料6gを採取して、80%熱エタノールで抽出し、乾燥後に

TMSI-H(ジーエルサイエンス社製)によりTMS化してガスクロマトグラフ(日立G-5000, 検出器:FID)で定量を行った。全糖含量は、上記の分析によって得られた各種の糖(果糖、ブドウ糖、ショ糖)含量の総和とした。各種の糖含量は試料新鮮重1g当たりのmgで示し、また、小果、果托の重量から換算した器官別の糖含量も算出した。なお、分析は3反復で行った。

結 果

1. 摘果が結果節位の異なる果実の形質に及ぼす影響

無処理区および摘果区の結果期から収穫期までの第3節、第8節および第13節の果実の横径、縦径の変化を第1図に示した。果実横径が約4mmに達した結果日は、無処理区が第3節、第8節および第13節の順に5月29日、6月11日、6月27日、摘果区が第8節、第13節の順に6月11日、6月24日であった。各節位の果実とも摘果処理の有無にかかわらず、結果後約30日間で横径、縦径とも40mm前後に急激に生長した。その後30~40日ほど生長が停滞したのち、10~15日前後で急激に肥大して成熟に至った。第8節の果実では摘果区と無処理区の果径の差が小さかった。第13節では摘果区の横径、縦径が肥大初期から無処理区より大きくなる傾向が認められた。

無処理区における各節位の収穫日は、第3節が8月14日、第8節が8月24日、第13節が9月9日であった(第1表)。無処理区の収穫果実の形質は、第3節果の横径と果実重が他の節位に比べて顕著に大きくなり、第8節と第13節では果径、果実重ともに有意な差がなかった。第8節、第13節の果実は第3節の果実に比べて果皮色のE値が高くなって着色が劣り、小果、果托の糖度も1.5~2度ほど低かった。果実の硬度は、節位間に差がみられなかった。

摘果区の収穫日は、第8節が8月23日、第13節が9月6日で、無処理区より1~3日早くなった(第2表)。第8節の果実の果径、果実重および果肉重は、摘果区の方が無処理区よりやや増加する傾向にあったが、有意な差ではなかった。第13節の果実では、無処理区に比べ摘果区の横径が大きく、果実重も10g以上増加した。果肉内の部位では、小果よりも果托の重量の増加が顕著であった。果皮色のE値は、第8節では摘果区が無処理区より低くなって着色が優れ、第13節でも有意差はなかったが、摘果区で着色の優れる傾向を示した。果実硬度は、第8節、第13節とも摘果区と無処理区間に差がなかった。

2. 摘果が結果節位の異なる果実の糖組成と糖含量に及ぼす影響

小果と果托の新鮮重1g当たりの全糖含量は、無処理区に比べて摘果区の方が第8節の果実で12~24mg、第13節の果実で25mgほど多くなった(第3表)。また、糖の組成別含量では、第8節、第13節の小果および果托とも

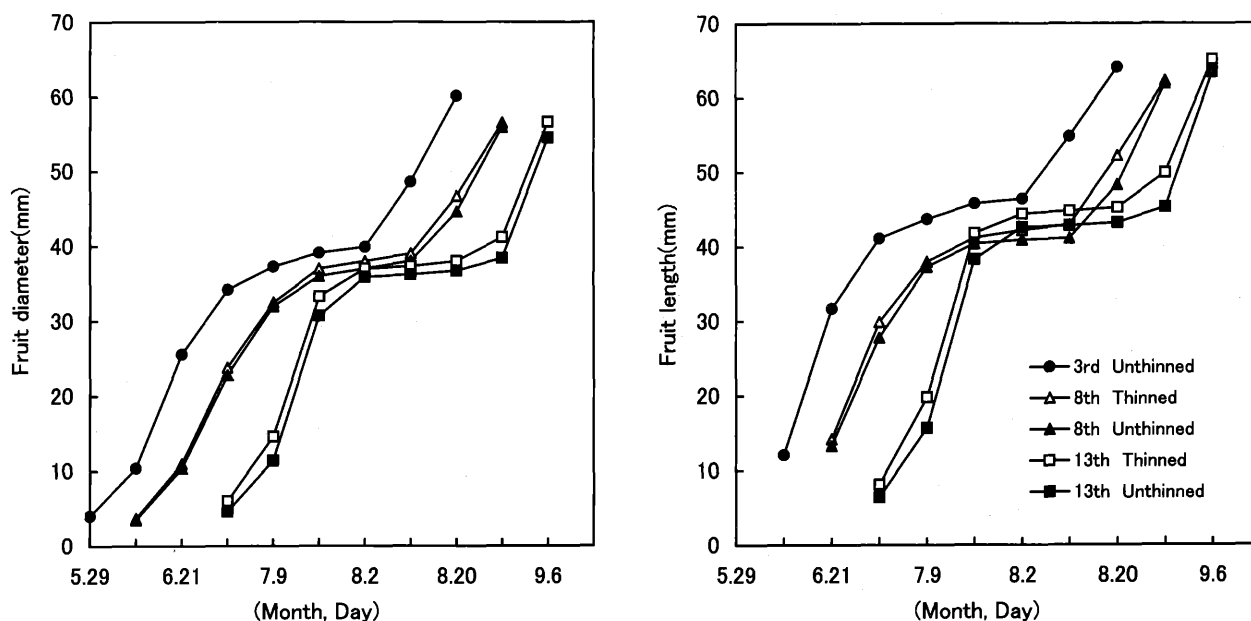


Fig. 1. Growth curves of syconia on different nodal positions of 'Masui Dauphine' figs on thinned and unthinned trees. Fruits from the 1st to 7th nodes were thinned when 4mm in diameter in the thinning treatment. Fruit diameters of second crops on 3rd, 8th and 13th nodes were measured at 10-day intervals during fruit development.

Table 1. Variations in syconia size and quality of 'Masui Dauphine' second crop on different nodal positions in the unthinned tree.

Node order	Harvest date	Fruit size (mm)		Fruit weight (g)	Color score of peel ^z	Fruit firmness (kg)	Brix	
		Diameter	Length				Fruitlet	Fruit receptacle
3	14 Aug.	60.1a ^y	64.1a	108.1a	45.1b	0.72a	14.2a	12.3a
8	24 Aug.	55.9b	61.9a	89.8b	50.1a	0.73a	12.5b	10.2b
13	9 Sep.	54.5b	63.4a	89.5b	48.2ab	0.73a	12.6b	10.7b
		**	NS	**	*	NS	**	*

^z Determined by chromameter and expressed in $E(\sqrt{L^2 + a^2 + b^2})$ value.

^y Mean separation within columns by Tukey's multiple range test at $P=0.05$.

NS, * and ** indicate nonsignificant, significant at $P=0.05$ and $P=0.01$ by analysis of variance, respectively.

Table 2. Effects of fruit thinning on syconia characters of 'Masui Dauphine' second crop on different nodal positions.

Node order	Treatment	Harvest date	Fruit size (mm)		Fruit weight (g)	Flesh weight (g)		Color score of peel ^z	Fruit firmness (kg)
			Diameter	Length		Fruitlet	Fruit receptacle		
8	Thinned ^y	23 Aug.	56.5	62.3	95.0	34.0	46.5	46.2	0.74
	Unthinned	24 Aug.	55.9	61.9	89.8	33.1	43.0	50.1	0.73
			NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
13	Thinned	6 Sep.	56.6	65.1	100.1	35.5	49.4	44.3	0.69
	Unthinned	9 Sep.	54.5	63.4	89.5	33.3	43.1	48.2	0.73
			**	NS	**	*	**	NS	NS

^z Determined by chromameter and expressed in $E(\sqrt{L^2 + a^2 + b^2})$ value.

^y Fruits from the 1st to 7th nodes on all shoots were thinned when 4 mm in diameter.

NS, * and ** indicate nonsignificant, significant at $P=0.05$ and $P=0.01$ by t -test, respectively.

Table 3. Effects of fruit thinning on sugar contents (FW basis) in fruitlets and receptacles of ‘Masui Dauphine’ second crop on different nodal positions.

Node order	Treatment	Fruitlet				Fruit receptacle			
		Fructose	Glucose	Sucrose	Total	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
8	Thinned ^z	56.7 ^y	68.7	3.1	128.5	43.3	52.4	1.6	97.3
	Unthinned	49.1	52.7	2.4	104.2	37.4	46.3	1.2	84.9
		*	**	NS	**	**	*	NS	**
13	Thinned	59.4	65.4	4.4	129.2	49.3	57.1	2.4	108.8
	Unthinned	46.3	54.3	3.4	104.0	36.2	43.5	1.4	81.1
		**	**	NS	**	**	**	NS	**

^z Fruits from the 1st to 7th nodes on all shoots were thinned when 4mm in diameter.^y Sugar contents are expressed as mg · g⁻¹ fresh weight.NS, * and ** indicate nonsignificant, significant at $P=0.05$ and $P=0.01$ by t -test, respectively.**Table 4.** Effects of fruit thinning on sugar content per fruitlet and receptacle of ‘Masui Dauphine’ second crop on different nodal positions.

Node order	Treatment	Fruitlet				Fruit receptacle			
		Fructose	Glucose	Sucrose	Total	Fructose	Glucose	Sucrose	Total
8	Thinned ^z	1.93 ^y	2.34	0.11	4.38	2.01	2.44	0.07	4.52
	Unthinned	1.63	1.74	0.08	3.45	1.61	1.99	0.05	3.65
		*	**	NS	**	*	**	NS	*
13	Thinned	2.11	2.32	0.16	4.59	2.44	2.82	0.12	5.38
	Unthinned	1.54	1.81	0.11	3.46	1.56	1.87	0.06	3.49
		**	**	NS	**	**	**	NS	**

^z Fruits from the 1st to 7th nodes on all shoots were thinned when 4mm in diameter.^y Sugar contents are expressed as g/organ tissue.NS, * and ** indicate nonsignificant, significant at $P=0.05$ and $P=0.01$ by t -test, respectively.

摘果区の果糖、ブドウ糖含量が増加した。ショ糖含量は、処理区間に有意な差が認められなかった。また、全糖含量に占める各種糖組成の割合は、第8節、第13節の小果、果托とも果糖とブドウ糖が95%以上を占め、処理区間には差がなかった（データ省略）。小果、果托の重量から換算した部位別の糖含量も、無処理区に比べて摘果区の果糖、ブドウ糖含量が有意に多かった（第4表）。部位別の全糖含量は、無処理区より摘果区の小果、果托の方が1~2g多くなり、特に、第13節の果托で増加した。

考 察

本研究では‘柗井ドーフィン’を用いて、前報（矢羽田・野方, 2000a）の‘蓬萊柿’と同じく第3節、第8節および第13節の秋果について、節位間の果実形質の差異とそれに対する摘果の影響を調査した。新梢基部の1~2節には多くの場合、果実が着生しないので（平井, 1966）、第3節に着生した果実が収穫開始期の果実となる。また、結果枝は16~18節で摘心したため、第8節は収穫期中頃、第13節は収穫期後半の果実に相当した。摘果を行わなかった無処理区では、結果枝の基部1~2節を除いたすべての節位

に果実1個が着生し、果実と葉との比（葉果比）はおおむね1となった。これに対して、摘果区では16~18節中の7節までの果実をすべて摘果したことから、計算上の葉果比は無処理区の1.5倍前後に増加したと推測される。摘果区の第8節と第13節の果実の収穫日は無処理区より1~3日早まったが、結果から収穫までに要した日数は73~74日で、処理の有無による差はなかった。また、結果後の果径変化からみた果実の生長曲線も両区ではほぼ一致していたことから、株本（1986）も指摘しているように、イチジクでは1果当たりの葉数の多少と果実の各生長段階に要する日数および成熟に至るまでの日数との間には一定の関係が認められないと考えられる。

無処理区の収穫果実は、前報（矢羽田・野方, 2000a）の‘蓬萊柿’と同様に第3節の果径、果実重が顕著に大きく、上位節の果実肥大が劣った。また、第8節と第13節の果実は成熟期に降雨が多かったためか、第3節の果実に比べて糖度が低く、果皮の着色も劣った。しかし、摘果区では果実生長が促進され、第13節の果実重は無処理区よりも1割以上増加した。さらに、摘果区の第8節、第13節とも無処理区に比べて果実の糖含量が増加し、着色も促進さ

れた。平井(1966)は、イチジクでは下位節の果実が収穫された後、栄養的に有利な影響を受けると考えられる上位節の果実が大きくなることはないとしている。また細見ら(1989)は、エスレル処理時に上位の幼果を摘果しても7日後に収穫した果実の品質に大きな影響は認められなかったと報告している。しかし、今回の調査のように1樹内すべての結果枝の7節以下の果実を結果当初から摘果して、果実の発育と葉数との関係を調査した研究事例は見当たらない。一般に、果実類は摘果を早く行えば行うほど大果を得やすく、その現象は摘果により果実間の養分競合が緩和され、個々の果実に供給される養分の増加がその直接的な原因だとされている(岡本, 1996)。本研究の結果から、イチジクでも摘果による果実の生長促進効果が認められ、1新梢内で発育が早く進む下位節の果実を結果初期に摘果して、1果当たりの葉数を増加させると、上位節の果実肥大が促進されて、糖含量も増加することが明らかになった。イチジクの樹体の生長活動において、6月上旬頃までは前年に蓄えられた貯蔵養分に依存しているが、それ以後は当年の新梢の葉で合成された同化養分に依存する割合が次第に大きくなる(平井, 1966)。ナシ、カキ、リンゴなど多くの果実では、果肉の細胞数は貯蔵養分の量に大きく左右されるが、その後の細胞の容積拡大には当年新たに合成される体内栄養の影響が大きいとされている(新居, 1998; 岡本, 1996; 杉浦・稲葉, 1991)。しかし、イチジクはこれらの果樹類とは結果習性が異なり、新梢の伸長とともに下位節から上位節へと順次果実の発育段階が進む。本研究で用いた‘榊井ドーフィン’の場合、節位ごとの結果日は第3節が5月下旬、第8節が6月中旬、第13節が6月下旬であった。このため、第8節と第13節の果実の発育は、結果当初から当年の葉で合成された同化養分に依存する割合が高いと推測される。この摘果処理による生長促進効果は第8節よりも第13節の果実で発育初期から認められ、特に、収穫時には果托の重量が増加した。イチジク果実においては、果托内部の皮層組織の発達が早く、結果から約30日間の生長の第Ⅰ期に細胞分裂がほぼ終了する(平井, 1966)。そのため結果枝内では、結果期が遅く、当年合成される体内栄養への依存が大きくなる上位節の果実ほど、果托組織の細胞分裂が進行する際、生長の第Ⅰ期から下位の果実の摘果による生長促進効果が現れるものと考えられる。しかし、この結論を明確に裏付けるには、今後細胞数の変化を調査するなどさらに検討を要する。前報ではイチジク果実の果径と果実重は、結果後30日までの気温との間には負の、また収穫前5~15日間の気温との間には正の相関が認められ、結果期の気温が低く、成熟期の気温が高い下位節の果実肥大が優れるのに対して、結果初期の気温が高く、成熟期の気温が低下する上位節の果実は果径、果実重が小さくなる結果を得ている(矢羽田・野方, 2000a)。イチジク果実の1結果枝内における各節位間の果径、果実重の変

動には、温度条件の相違とともに、樹体内における個々の果実への同化養分の分配量の違いが影響を及ぼしていると考えられる。

イチジク果実は成熟期の変化が急激で、結果節位が異なるにもかかわらず、果実生長の第Ⅲ期に容積と重量の約70~80%が増加し、同時に果皮の着色や糖の集積が急速に進行する(Crane, 1948; 平井, 1966)。果皮の着色には、樹冠内の光環境や果実の糖含量などの要因(株本, 1986; 伊藤ら, 1987)とともに成熟期の温度も影響を及ぼす。前報の‘蓬萊柿’では、秋季の気温低下に伴って高節位の果実の着色が優れる傾向が認められた(矢羽田・野方, 2000a)。しかし、本研究では、第3節、第8節および第13節の果実の節位間における成熟期の気温差は比較的少なく(データ未掲載)、収穫前の降雨の影響により糖度が低下したと考えられる上位節の果実の方が着色が劣る結果となった。果実の糖度と着色との間には比較的高い相関が認められていることから(伊藤ら, 1987)、摘果区では糖の増加に伴って果皮の着色が促進されたものと考えられる。一方、イチジクの果実重の増加と乾物集積との間には密接な関係が認められており、‘Mission’では果実生長の第Ⅲ期の果実の増加とともに糖の総量の89%が集積される(Crane・Brown, 1950)。「榊井ドーフィン」の果実も、収穫前の約2週間に小果、果托の重量と果糖、ブドウ糖含量が同時に急増する(矢羽田・野方, 1999)。本研究の摘果区の果実は、単位重量当たりの糖含量だけでなく、部位ごとの重量から換算した糖の総量も無処理区より多くなり、特に、重量増加が顕著であった第13節の果托で糖の集積が促進された。これらのことから、摘果区と無処理区との糖含量の差は、果実生長の第Ⅲ期の果実の肥大、成熟に伴って、ごく短期間に生じたものと推察される。イチジク果実の成熟過程で急増する糖の由来は未だに不明とされているが(能岡, 1995)、平井(1966)は、果実が成熟過程に入るとそれまで枝梢内に多量に蓄積されたデンプンが還元糖に転化して果実へ転流してくる可能性を示唆している。また、成熟期の果実内では水分含量の急激な増加に伴ってペクチン質の可溶化が進行し、糖と水溶性ペクチン質が急増する(Tsantili, 1990; 矢羽田・野方, 2000b)。イチジクの秋果の収穫期間は8月から10月まで3ヵ月近く続くが、この間、結果枝内で下位節から上位節へと順次成熟が進む果実への水分流入と枝葉など果実以外の組織からの糖の転流との関係については、今後さらに詳細に検討する必要がある。

摘 要

イチジク‘榊井ドーフィン’を用い、結果枝内の第7節以下のすべての果実を横径が約4 mmに達した結果期に摘果して、第8節と第13節の果実の形質と糖集積に及ぼす影響を調査した。

1. 第8節と第13節の果実が結果から成熟までに要した

日数は73~74日で、摘果区と無処理区との間に差はなかった。結果後の果実肥大において、第8節の果実では摘果処理の影響が小さかったが、第13節では果径が肥大初期から大きくなる傾向が認められた。

2. 無処理区の収穫果実は、第8節と第13節の果実は第3節の果実に比べ横径と果実重が著しく小さく、肥大が劣った。第8節、第13節の果実は、第3節に比べて果皮色のE値が高く着色が劣り、小果、果托の糖度も低かった。果実の硬度は、節位間に差がみられなかった。

3. 摘果区では、第13節の収穫果実の横径と果実重が無処理区より大きくなり、果肉内では小果よりも果托の重量が増加した。果皮色のE値は、第8節では摘果区が無処理区より低くなって着色が優れ、第13節でも摘果区が低下傾向となった。果実の硬度は、第8節、第13節の両節位とも処理区間に差がなかった。

4. 摘果区では、第8節、第13節の小果および果托で無処理区に比べ単位重量当たりの果糖、ブドウ糖含量が増加した。また、部位ごとの重量から換算した糖の総量も無処理区より多くなり、特に、重量増加が顕著であった第13節の果托で糖の集積が促進された。

引用文献

- Crane, J. C. 1948. Fruit growth of four fig varieties as measured by diameter and fresh weight. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 52: 237-244.
- Crane, J. C. and J. G. Brown. 1950. Growth of the fig fruit, *Ficus carica* var. Mission. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56: 93-97.
- 平井重三. 1966. イチジク果実の発育に関する研究. 大阪府立大学紀要. 18: 169-218.
- 細見彰洋・奥田義二・段 正幸. 1989. イチジクの成熟調節と果実品質 (1) エスレル多果処理の実用化について. 大阪農技セ研報. 25: 31-37.
- 伊藤裕朗・高瀬尚明・佐藤栄治. 1987. イチジクの高品質果安定出荷技術 (第6報) 品質評価について. 愛知農総試研報. 19: 303-309.
- 株本暉久. 1986. イチジクの整枝法に関する生理生態的研究, 特に新たに考案した一文字整枝法について. 兵庫農総セ特別研報: 4-24.
- 新居直祐. 1998. 果実の成長と発育. p. 1-22. 朝倉書店. 東京.
- 岡本五郎. 1996. 果実の発育とその調節. p. 58-126. 養賢堂. 東京.
- 杉浦 明・稲葉昭次. 1991. 果実の発育と成熟. p. 153-172.
- 杉浦 明・門屋一臣・新居直祐・仁藤伸昌・行永寿二郎・高木敏彦・水谷房雄・田辺賢二・山下研介・稲葉昭次・松井弘之著. 新果樹園芸学. 初版. 朝倉書店. 東京.
- Tsantili, E. 1990. Changes during development of 'Tsapela' fig fruits. *Scientia Hort.* 44: 227-234.
- 矢羽田二郎・野方 仁. 1999. イチジク果実の糖含量・糖組成比の品種, 果実内部位および結果節位間における相違. 園学雑. 68: 987-992.
- 矢羽田二郎・野方 仁. 2000a. 結果節位の異なるイチジク果実の発育および形質変動と気温との関係. 園学雑. 69: 202-207.
- 矢羽田二郎・野方 仁. 2000b. イチジク果実の肥大・成熟に伴う水分含量の増加と細胞壁成分との関係. 福岡農総試研報. 19: 76-80.
- 能岡 浄. 1995. イチジク果実の生育に伴う糖質変化および糖質代謝に関与する酵素活性の挙動. 食科工. 42: 219-224.