

カキ果実の生長，糖含量および着色におよぼす摘葉の影響

中 条 利 明

I 緒 言

カキ果実の生長は開花後から7月下旬の間に急速であるが，その後8月上旬から9月上旬までの高温期にはやや緩慢となる。9月中旬以降になって，ふたたび生長は旺盛となり，平行して果肉中の糖含量の増加，果皮のクロロフィルの減少ならびにカロチノイドの増加がみられて成熟する。

秋季の9，10月の台風の影響はカキ果実の成熟期に相当するので，強風による枝梢の折損，落果および落葉の被害がいちじるしい。とくに，落葉は樹体内の光合成産物の極端な低下をまねき，果実の生長，品質に影響するばかりでなく，翌年の開花結実にも影響をおよぼす。

本報は，台風の影響によって早期に落葉した，カキ富有種の果実の糖含量および着色の実態を明らかにするとともに，実験的に富有種の結実樹を供試して，秋季の摘葉が果実の生長，糖含量および着色におよぼす影響を1965,66の2カ年にわたって調査したので，その結果を報告する。

本研究を行なうにあたり，始終懇篤な御指導ならびに校閲を戴いた香川大学農学部葦澤正義教授に対し，厚く感謝の意を表す。

II 実験材料および方法

1. 台風による早期落葉樹の果実の糖含量・着色状態

1965年9月10日に台風23号の影響によって落葉の被害をこうむった，香川県香川郡香川町川東地区の傾斜地の富有種成木園の傾斜上部の早期落葉樹と，防風樹に隣接してほとんど落葉をみなかった樹を選んで，11月18日に果実の糖含量および着色の状態を調査した。

2. 摘葉による実験的観察

A 1965年の実験

直径60cm 深さ50cmのコンクリートポット植栽の富有種の5年生の結実樹を供試して，8月4日，9月4日および10月1日にそれぞれ3樹摘葉した。

B 1966年の実験

1965年の実験に準じた6年生の材料について，9月3日および10月1日にそれぞれ3樹摘葉した。

調査方法は兩年ともつぎのとおりである。

果実の生長は各樹から中庸な果実10個を選び，1965年には7月21日から1週間ごとに果径を測定した。1966年には9月3日に各樹から10果にラベルを付け，10月1日の摘葉時と11月18日の成熟時に果径を測定した。

果実の着色は Horticultural colour chart⁽⁵⁾にもとづいて表示した。果実の硬度は三木式硬度計検定針 (No. 3) の直径8mmを用いて測定した。糖度は屈折糖度計で測定した。果肉中の糖の定量は Shaffer-Somogyi 法によった。全糖の加水分解は糖液50mlに0.1N HCl 15mlを加えて30分間，100°Cの沸騰水中で行なった。

果皮のカロチノイドはつぎの方法で抽出定量した。すなわち，果皮をうすく剥皮し，さらに可能なかぎり石細胞層までとなるようメスで注意して附着した果肉をこすり取る。その1g(生体重)を乳鉢に入れ，少量の石英砂を加えてエーテル中で磨碎して，抽出液がほぼ無色になるまで4-5回抽出を繰り返した。エーテル抽出液をグラスフィルターで濾過後CO₂ガス気流中で減圧乾固し，石油エーテルに色素を転溶した。それに60%苛性加里メタノールを加えて室温で一夜ケン化後，分液ロートに移し，ベンゼンと混じて苛性加里・メタノールを4-6回水洗除去し，無水芒硝で脱水した。えられた石油エーテル・ベンゼン層をCO₂ガス気流中で減圧乾固し，石油エーテルを加えてカロチノイド色素を溶解，非活性アルミナカラム上に注ぎ，石油エーテル・エーテル混液で分離・溶出した。カロチンはさらに非活性アルミナ1:2活性アルミナ混合カラムによってβ-カロチンとリコピンを分離・溶出した。分離した各色素はCO₂ガス気流中

で減圧乾固し、石油エーテル (b.p.35°C—60°C) に溶解して10mlの定容として、日立139型分光光度計でそれぞれの極大波長における吸光度を測定し、 $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ 値^(2,3,4)によって含量を算出した。

Ⅲ 実験結果

1. 台風による早期落葉樹の果実の糖含量・着色状態

(1) 果実の糖量

1965年9月10日に台風23号の被害をこうむり、早期落葉した樹の果実を11月18日に調べた結果は第1、2表のとおりである。すなわち、果実の重量、糖度および全糖含量は、早期落葉樹が正常落葉樹に較べてやや劣った。非還元糖は果皮の朱色の劣るものほど多かった。

第1表 早期落葉樹と正常落葉樹の果実の品質 (1965)

	果色	果重	縦径	横径	硬度	糖度	水分	還元糖	非還元糖	全糖
	H. C. C.	g	cm	cm	Kg	Brix	%	%	%	%
早期落葉樹	11.5	219	6.00	8.12	7.6	14.5	85.006	6.687	4.903	11.590
正常落葉樹	11.0	226	6.40	8.12	7.1	15.3	84.191	7.560	4.944	12.504
	12.5	237	6.32	8.21	6.7	15.6	83.769	9.187	4.040	13.227
	13.0	237	6.17	8.23	6.4	15.9	83.868	11.042	2.632	13.674
	15.0	224	6.00	7.99	4.3	15.6	83.769	10.712	1.831	12.543

早期落葉は1965年9月10日台風23号の被害による。

第2表 早期落葉樹と正常落葉樹の果皮中のカロチノイド含量 (1965)

	果色	β -カロチン	リコピン	クリプトキサンチン	ゼアキサンチン	計
	H. C. C.	mg	mg	mg	mg	mg
早期落葉樹	11.5	4.748	2.049	7.094	3.633	17.524
正常落葉樹	11.0	5.283	0.455	8.781	2.750	17.269
	12.5	5.465	4.559	11.586	3.291	24.901
	13.0	5.412	7.009	13.008	4.635	30.064
	15.0	7.355	13.512	13.821	4.530	39.218

注：mg/100g f.w.

(2) 果実の着色

果実の着色をみると、正常落葉樹では葉蔭の果実で朱色の程度が劣るものから、樹冠外部の陽光部の果実で濃い朱色の発現がみられたものまで分布したのに較べて、早期落葉樹の果実は朱色の発現が劣り、ほとんど変異がみられなかった。

果皮のカロチノイド含量をみると、早期落葉樹の果実では各色素とも少量であった。リコピン含量は正常落葉樹の果色11.0の約5倍量をしめし、やや多かった。また、正常落葉樹の朱色の発現の良好なものでは、リコピンおよびクリプトキサンチン含量の増加がいちじるしく、 β -カロチンおよびゼアキサンチン含量の増加の程度は少なかった。

2. 摘葉による実験的観察

A 1965年の実験

(1) 果実の生長

摘葉が果実の落果および生長におよぼす影響は第3表および第1図のとおりである。すなわち、8月4日摘葉区の果

第3表 摘葉がカキ果実の落果、収量におよぼす影響 (1965)

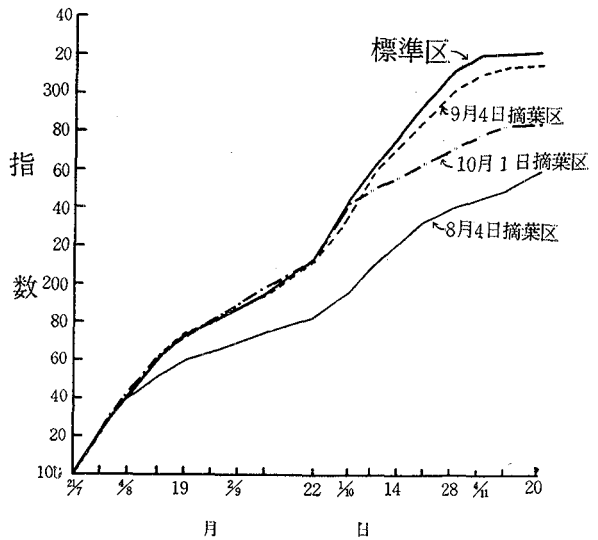
	供試本数	着果数 (8月4日)	供試 果実数	落果数	収 量 (11月20)		
					果実数	重 量	1果平均重
8月4日摘葉区	本 3	個 83	個 5	個(%) 75(90.4)	個 3	kg 0.55	g 183
9月4日 "	3	101	20	20(19.8)	50	11.62	232
10月1日 "	3	86	15	37(43.0)	44	8.83	201
標準区	3	100	15	19(19.0)	66	17.78	269

摘葉区の1樹当りの平均葉数
 8月4日摘葉区 721枚
 9月4日 " 750 "
 10月1日 " 539 "

実は8月下旬から9月上旬の間にほとんど大部分が、果梗部と蒂部の間に離層を生じて落果した。他の3区の落果は10月下旬から11月中旬の間に、蒂隙を生じて、早期に軟熟して落下したものである。とくに、10月1日摘葉区は9月4日摘葉区および標準区の約2倍の落果を生じた。

果径調査の個数は、落果のいちじるしかった8月4日摘葉区では残った3果について、他の3区では蒂隙を生じた果実を除外して、正常に成熟した15-20について平均した。

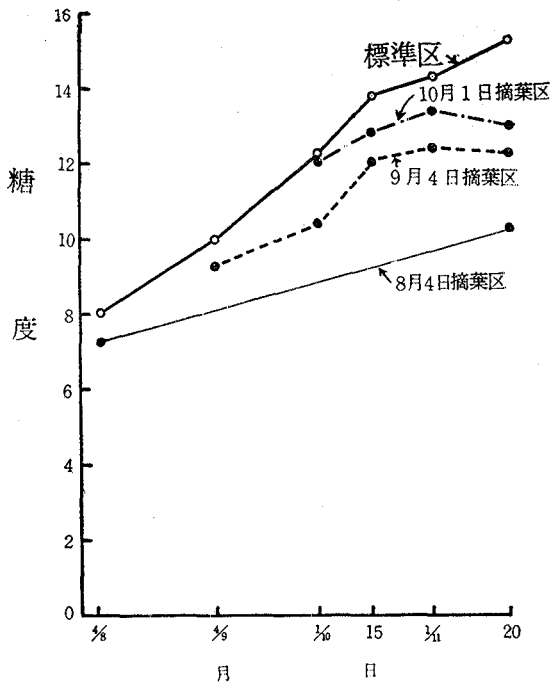
すなわち、8月4日摘葉区では摘葉直後から影響がみられて、生長がいちじるしく劣った。なお、同区は8月中-下旬から2次枝葉の萌発がみられた。9月4日摘葉区は摘葉の影響がほとんどみられず標準区と較べて差がなかった。10月1日摘葉区は9月4日摘葉区よりも影響が少なく、果実の生長がすぐれると考えられるのに、いちじるしく劣った。この原因は、前述のとおり、比較的大きい果実の蒂隙の発生によって早期に軟熟、落果を生じたことによると思われる。



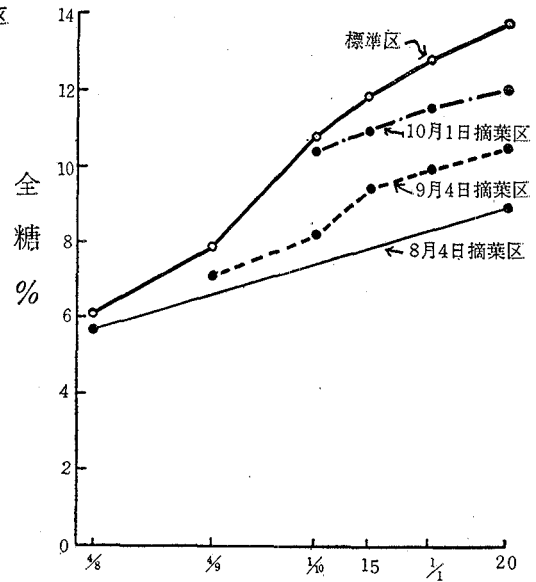
第1図 カキ果実の生長におよぼす摘葉の影響(1965)
 (7月21日の縦径×横径を100とした指数)

(2) 果実の糖含量

果実の成熟期の10-11月の間に、8月4日摘葉区を除いた他の3区の果実を採取して糖度および全糖含量を調べた結果は第2,3図のとおりである。すなわち、糖度では標準区が果実の成熟にもなって直線的に増加を示したのに較べて、両摘葉区では増加が緩慢となり、11月1日に最高値をしめし、その後は低下した。しかし、全糖含量をみると、標準区では糖度と同様に直線的な増加を示し、両摘葉区では成熟まで緩慢な増加を続けて、糖度のような低下をみなかった。



第2図 カキ果実の成熟期間中の糖度におよぼす摘葉の影響(1965)



第3図 カキ果実の成熟期間中の糖含量におよぼす摘葉の影響 (1965)

果実が成熟した11月20日に全果を収穫して収量および品質を調べた結果は第3, 4表のとおりである。すなわち、収量および一果平均重は摘葉によって落果を生じた8月4日摘葉区がもっとも劣り、ついで、蒂隙果を多く生じた10月1日摘葉区および9月4日摘葉区の順に大となり、標準区でもっともすぐれた。果実の糖度、全糖含量および着色は標準区がもっともすぐれ、摘葉時期の早い区ほど劣った。

第4表 カキ果実の品質および着色におよぼす摘葉の影響 (1965)

	果重	縦径	横径	果色	硬度	糖度	水分	還元糖	非還元糖	全糖
	g	cm	cm	H. C. C.	Kg	Brix	%	%	%	%
8月4日摘葉区	183.6	5.75	7.64	9.6	5.4	10.3 (67.3)	89.06	7.479	1.467	8.946 (64.3)
9月4日 "	233.9	6.15	8.34	12.2	5.3	12.3 (80.4)	87.85	8.251	2.272	10.523 (76.3)
10月1日 "	224.5	5.81	8.07	12.9	4.3	13.0 (85.0)	86.35	10.429	1.595	12.024 (87.2)
標準区	260.8	6.23	8.52	13.7	4.5	15.3 (100)	83.69	10.628	3.160	13.788 (100)

15果平均 (8月4日摘葉区のみ3果平均)
11月20日収穫
()内は対標準区比

(3) 果実の着色

果皮のカロチノイド含量を成熟期間中の10月15日、11月1日ならびに収穫時の11月20日に調べた結果は第5, 6表のとおりである。すなわち、果実が淡黄色を呈した10月15日には黄色系の色素のβ-カロチン、クリプトキサンチンおよびゼアキサンチンが認められ、赤色色素のリコピンはまったく検出できなかった。11月1日になって、黄色系の3色素は

第5表 カキ果皮のカロチノイドの発現におよぼす摘葉の影響 (1965)

調査月日	区	果色	β-カロチン	リコピン	クリプトキササンチン	ゼアキササンチン	計
		H. C. C.	mg	mg	mg	mg	mg
10月15日	9月4日摘葉区	6.6	1.336	0	4.334	3.953	10.623
	10月1日 "	8.0	1.917	0	6.809	5.342	14.068
	標準区	7.4	1.545	0	5.387	3.266	10.198
11月1日	9月4日摘葉区	9.0	2.765	0	5.478	3.720	11.962
	10月1日 "	9.4	3.101	0.017	8.973	5.179	17.270
	標準区	10.4	3.257	0.571	9.548	5.038	18.414

注 mg/100g f. w.

第6表 カキ果皮のカロチノイド含量におよぼす摘葉の影響 (1965) (11月20日)

	β-カロチン	リコピン	クリプトキササンチン	ゼアキササンチン	計
	mg	mg	mg	mg	mg
8月4日摘葉区	2.834	0.083	6.627	1.887	11.431
9月4日 "	4.915	2.844	11.911	4.343	24.013
10月1日 "	5.669	6.285	11.372	4.191	27.517
標準区	4.154	9.678	11.246	4.242	29.320

注 mg/100g f. w.

相当量になったが、リコピンは標準区および10月1日摘葉区でわずかに認められ、9月4日摘葉区ではまだ検出できなかった。

11月20日の成熟果の果皮では果色がいちじるしく劣った8月4日摘葉区で、すべての色素含量が少なく、とくに、リコピン含量がいちじるしく低かった。他の3区では黄色系のβ-カロチン、クリプトキササンチンおよびゼアキササンチン含量に差異がみられなかった。赤色系のリコピン含量は果色、すなわち、果皮の朱色の程度に比例して増加し、朱色の発現がみられなかった8月4日摘葉区でもっとも少なく、ついで9月4日、10月1日摘葉区の順に増加し、標準区でもっともすぐれた。

(4) 樹体内の貯蔵養分

冬季の細根中の貯蔵でん粉の観察および翌年の着花数を調べた結果は第7表のとおりである。すなわち、細根中の貯蔵でん粉は標準区で少量認められたが、

第7表 冬季の細根中のでん粉量および翌年の着花数におよぼす摘葉の影響

	細根の でん粉量	翌年の 着花数※
8月4日摘葉区	—	個/樹 0
9月4日 "	—	4.3
10月1日 "	—	36.2
標準区	+	39.2

3摘葉区にはまったく検出されなかった。着花数は摘葉時期の早い8月4日および9月4日摘葉区でいちじるしい減少がみられ、10月1日摘葉区は標準区に較べてほとんど差がなかった。

B 1966年の実験

(1) 果実の生長

9月および10月の摘葉時と収穫時に果径を測定した結果は第4図のとおりである。すなわち、9月3日摘葉区および10月1日摘葉区は標準区に較べてほとんど

※ 1966年5月25日調査

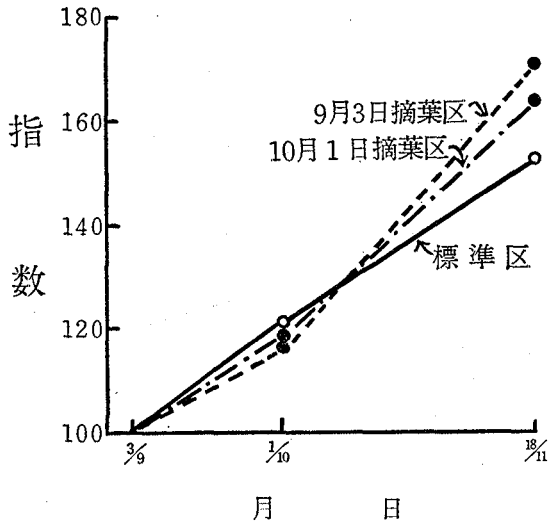
差がみられなかった。

(2) 果実の大きさおよび糖含量

果実の成熟時に収穫して収量、大きさおよび糖含量を調べた結果は第8表のとおりである。すなわち、一果平均重をみると、標準区がすぐれ、両摘葉区の間には摘葉時期の影響がほとんどみられなかった。果実の糖度および全糖含量は前年度と同じ傾向がみられた。すなわち、標準区がもっともすぐれ、摘葉時期の早い区ほど劣った。

(3) 果実の着色

果実の着色は前年度に較べて朱色の発現がやや劣った。しかしながら、標準区ですぐれ、両摘葉区の間には差が認められず、いずれも劣った。



第4図 カキ果実の生長におよぼす摘葉の影響 (1966)
(9月3日の縦径×横径を100とした指数)

第8表 果実の収量、品質および着色におよぼす摘葉の影響 (1樹当り) (1966)

	収量	果実	一果平均重	果色	硬度	糖度	水分	還元糖	非還元糖	全糖
	Kg	個	g	H. C. C.	Kg	Brix	%	%	%	%
9月3日摘葉区	4.00	19	211	11.0	6.3	10.9 (72.7)	88.34	9.047	1.168	10.215 (74.7)
10月1日 "	5.36	26	206	11.0	6.9	12.2 (81.3)	86.51	9.971	1.615	11.586 (84.7)
標準区	5.06	22	230	13.0	5.8	15.0 (100)	84.03	10.690	2.988	13.678 (100)

11月18日収穫調査
()は対標準区比

ついで、果皮のカロチノイド含量を調べた結果は第9表のとおりである。赤色系のリコピン含量は上述の果色とよく一致し、両摘葉区で少なく、しかも、両区の間にはほとんど差がなかった。また、標準区においても7mgで、前年度の9.7mg

第9表 カキ果皮のカロチノイド含量におよぼす摘葉の影響 (1966)

	β-カロチン	リコピン	クリプトキサンチン	ゼアキサンチン	計
	mg	mg	mg	mg	mg
9月3日摘葉区	3.091	0.929	5.589	2.906	12.515
10月1日 "	4.205	0.905	7.621	3.225	15.956
標準区	5.872	7.008	10.629	5.746	29.255

より少なかった。黄色系の3色素の含量は摘葉処理時期の早いものほど少なかった。

(4) 樹体内の貯蔵養分

12月26日に各区の枝梢および細根中の含糖量ならびにでん粉量を調べた結果は第10表のとおりである。枝梢中の糖分

第10表 枝梢中の糖，でん粉量におよぼす摘葉の影響(1966)

	枝 梢				でん粉量	
	還元糖	非還元糖	全 糖	1%HCl加水分解区分	3年生枝	細 根
	%	%	%	%		
9月3日摘葉区	1.217	1.506	2.723	10.162	-	-
10月1日 "	1.937	1.252	3.189	9.915	-	-
標準区	2.843	1.592	4.435	11.457	+	+

量は還元糖および全糖含量で各区の間に差が認められ、摘葉時期の早い、9月3日摘葉区でもっとも劣り、ついで、10月1日摘葉区の順となり、標準区でもっともすぐれた。

糖抽出残渣を1%塩酸で加水分解した区分ならびにヨード・ヨード加里によるでん粉量を観察したところ、でん粉は標準区で少量認められたにすぎず、両摘葉区ではほとんど認められなかった。1%塩酸加水分解区分は3区の間に差違がほとんどなかった。

IV 考 察

カキ樹の8月上旬の摘葉が果実の落果を誘起することはすでに梶浦氏⁽⁷⁾および福田氏⁽¹⁾の報告があり、本実験における8月4日摘葉区の果実の大部分が落果した結果と一致した。摘葉は光合成物質の供給を断れたうえに、2次枝の萌発をまねき、樹体の栄養の不均衡をきたし、ついに落果するものと考えられる。

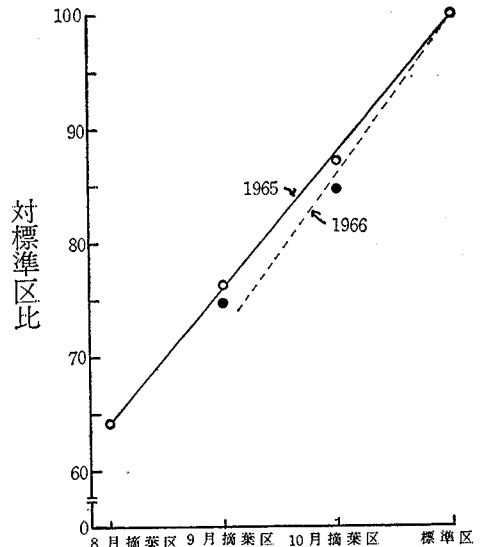
秋季の台風の影響によるカキ樹の落葉が果実の重量、品質におよぼす影響の実態は、すでに観察^(6,8,9)されている。すなわち、富有種についての調査⁽⁶⁾では、落葉の程度の大なるものほど、収穫時に果実の重量が小となって、糖度が劣る。愛宕種⁽⁹⁾では台風によって70~80%落葉した樹の果実は、台風前の着果数の2/3以上が20日以内に果頂部から軟化を生じて落果する。しかも、残存果の生長も劣る。

摘葉が果実の生長におよぼす影響は、摘葉処理の時期によって相違する。すなわち、8月上旬の摘葉は夏季の高温期に相当するので、樹体内の貯蔵養分の消耗が比較的大で、短期間に行なわれる結果、激しい落果ならびに果実の生長がいちじるしく抑制されるものと考えられる。一方、9、10月は秋季の気温がカキ果実の生長に好適⁽¹⁰⁾して旺盛な生長を行なう。また、樹体内の貯蔵養分もこの期には相当量になり、果実の外部生長にはたとえ摘葉されたとしても影響をおよぼさないものと考えられる。しかし、10月摘葉区では1965年において、蒂隙果の発生が多かった。蒂隙の発生⁽¹¹⁾は比較的大きい果実および樹勢と関係することが観察されている。そのため同区では蒂隙を生じて早期に軟熟した果実を除外したため果実の生長は標準区に較べていちじるしく劣った。この点をさらに追試した結果、1966年の10月摘葉区では蒂隙果の発生が少なく、果実の生長は標準区と差がなく、むしろ良好となったことから、秋季の9、10月の摘葉は果実の生長におよぼす影響が少ないと考えられる。

しかし、収穫果の一果平均重は摘葉区がやや劣った。このことは多くの調査^(6,8,9)の結果と一致する。

成熟期間の果実への糖の転流増加におよぼす摘葉の影響は第2、3図に示したとおり、摘葉後約30日間に糖の増加がみられ、その後、樹体内の貯蔵養分の消費・減少によって果実への糖の転流が少なくなる結果、その増加が緩慢になると考えられる。

成熟果の全糖含量について、標準区を100とすると両年の8、9、10月摘葉区の値は第4、8表および第5図のとおり、摘



第5図 カキ果実の全糖量と摘葉時期の関係

葉時期の早い区ほど糖含量が低く、直線的な関係がみられる。このことは、早期落葉を呈した場合、その早晩を知ることによってカキ果実の成熟時の糖含量を予知することができると思われる。

摘葉がカキ果実の着色、すなわち、朱色の発現を抑制することは本実験において明らかとなった。しかし、カキ果皮の朱色の発現に主として関係する、赤色系色素のリコピンと果実中の糖含量の間には直接の関係があるか否かについてはいまだ不明である。

摘葉区の冬季における樹体内の貯蔵養分含量がいちじくしく低かったことは、福田氏⁽¹⁾の結果と一致した。しかし、ヨード反応によるでん粉はまったく観察されなかった。

翌年の着花数は8月、9月摘葉区でいちじるしい減少をみた結果は成木で⁽⁶⁾着果数が減少した傾向と一致し、本実験に供試した鉢植樹で、とくに影響がいちじるしくなったと考える。

V 摘 要

台風の影響によって9月に落葉したカキ富有種の果実の糖含量および着色状態を観察するとともに、結実樹を供試して、夏・秋季の摘葉が果実の生長、糖含量ならびに着色におよぼす影響を調べた。

1. 台風の影響によって、9月に落葉した樹の果実は糖含量および着色が劣った。
2. 8月上旬摘葉区の果実はいちじるしい落果を生じ、その後の生長も劣った。しかるに、9月および10月上旬摘葉区の果実の生長は標準区に較べて差がなかった。
3. 摘葉時期の早い区ほど成熟果の糖含量が低く、着色が劣った。果皮の朱色の程度はカロチノイド色素のうち、主にリコピン含量の多少が影響した。

引用文献

- (1) 福田博:柿の摘葉が花芽の形成・発育におよぼす影響, 園芸学研究集録, 7, 32-37 (1955).
- (2) GOODWIN, T. W.: Studies in carotenogenesis 3. Identification of the minor polyene components of the fungus *Phycomyces Blakesleeanus* and a study of their synthesis under various cultural conditions, *Biochem. J.* 50, 550-558 (1952).
- (3) GOODWIN, T. W.: The carotenoids of the berries of *Lonicera japonica*, *Biochem. J.* 51, 458-463 (1952).
- (4) GOODWIN, T. W.: Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments, 518-532, Academic Press, London (1965).
- (5) The British Colour Council and Royal Hort. Soc.: Horticultural Colour Chart, (1938).
- (6) 香川農試: 柿の早期落葉が果実の肥大並に花蕾の発育におよぼす影響, 昭和30年度果樹試験研究年報, 227-228 (1957).
- (7) 梶浦実: 柿の生理的落果に関する研究(7) 後期落果に関する研究, 園学雑, 13, 281-294 (1942).
- (8) 河越弘市: 台風被害調査, 昭和27年度果樹試験研究年報, (1956) (傍島善次: 柿, 157. 朝倉書店 (1959) から引用).
- (9) 前田知, 吉岡正人: 台風後の愛宕柿の被害調査, 昭和28年度果樹試験研究年報 (1955) (傍島善次: 柿, 157. 朝倉書店 (1959) から引用).
- (10) 中条利明: 富有カキの果色に関する研究 8) 夏季の昼夜温が果実の生長品質におよぼす影響, 園芸学会昭44秋季大会研究発表要旨, 34-35 (1969).
- (11) 遠山正瑛: 花御所柿の蒂隙について, 園芸学研究集録, 3, 207-212 (1946).

EFFECT OF DEFOLIATION ON THE GROWTH, SUGAR CONTENT
AND COLORATION OF KAKI FRUITS

Toshiaki CHUJO

Summary

This paper presents the results of observations on growth, sugar content and coloration of Kaki fruits which were grown on the trees, variety Fuyu (*Diospyros Kaki Linn. f.*), defoliated during summer to fall either by typhoon or artificially by mechanical manner.

1. Depressed increases in sugar content and coloration of fruits were observed when defoliation occurred in September by typhoon.
2. An artificial defoliation in August resulted in heavy dorps of fruits after about one month of growth, whereas the defoliation in September and October did not effect on both fruit drop and fruit growth.
3. The earlier the defoliation occurred, the lower sugar content and the less coloration were found in mature fruits.
4. Reddish color of fruits were attributed primarily in lycopene content localized in the peel tissues.

(1969年12月23日受理)