

開花期の降雹がカキの結実、果実品質 及び花芽着生に及ぼす影響

林 公彦・千々和浩幸・牛島孝策
(園芸研究所)

開花期の降雹害がカキの結実、果実品質、花芽分化および翌年の着蕾に及ぼす影響を明らかにした。

降雹による葉と果実への直接被害は、同じ町内でも樹園地間差が認められた。開花期に降雹害を受けたカキでは被害直後から落果が始まり、満開後40日頃まで続いた。葉や花蕾の被害度が大きいほど落果が多く、‘伊豆’ではほとんどの果実が落果した。雹害を受けた樹はへたの発育が悪く、果実肥大も抑制された。また、果実糖度は高いものの、被害樹では果皮色が劣った。

休眠期の結果母枝当たり花芽分化数は、被害樹で無被害樹より少なかった。雹害後に副梢が発生した結果母枝は春枝部分にはほとんど着蕾はみられないが副梢部分には着蕾が多く、副梢部分の炭水化物濃度は高かった。

以上のことから、開花期の降雹による葉や花蕾の損傷は着果数を減少させ、果実肥大を抑制するが、副梢を結果母枝として利用することで次年度の果実収量を確保できると考えられる。

[キーワード：雹害、落果、果実品質、花芽分化、副梢]

Influence of Hail-Fall during Blooming of Japanese Persimmons on Fruit Set, Fruit Quality and Bearing.

HAYASHI Kimihiro, Hiroyuki CHIJUWA and Kosaku USHIJIMA (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikusino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 17 :119-123 (1998)

The influence of hail-fall at the early stage of blooming of Japanese persimmons on fruit set, fruit quality and bearing was examined.

The degree of damage from hail-fall on the leaves and fruit of persimmon trees varied among localities even within the town of YOSHII. Fruit dropping began immediately after the hail-fall and ended about forty days after the damage, the early stage of blooming. The severer was the damage on leaves by hail-fall, the higher was the rate of fruit dropping. In Izu most fruits dropped, showing the highest rate of fruit dropping among the three varieties examined.

When leaves and flower buds had been damaged by the hail-fall at the early stage of blooming, a marked arrested development of the calyx and fruit was observed. Severely damaged trees tended to bear fruit with poor rind color but high sugar content.

During the dormant season, many fewer flower buds per spring branch formed on the damaged trees than on undamaged ones. However, even on the damaged trees, many flower buds formed on laterals sprouted from summer branches which had high carbohydrate content. Therefore, it is concluded that the laterals from summer branches are available as bearing shoots to achieve the normal yield in the subsequent year.

[Key words : damage by hail-fall, fruit dropping, fruit quality, flower bud, summer branch]

緒 言

1996年5月22日午前1時20分から約10分間、浮羽郡の耳納山麓から筑後川にかけての一带に直径約2~3cmの雹が降り、カキやブドウ等多くの果樹が被害を受けた。この一带は福岡県内でも降雹頻度が高い地域で、近年では1967年、1982年、1992年のいずれも5月に降雹があり、果樹を含む農作物への被害が発生している¹³⁾。

雹害には雹粒の打撃による植物体の破壊や損傷といった直接的被害に加えて、収穫物の小型化、不稔などの二次的被害があるとされている¹⁴⁾。カキの雹害について、川口⁹⁾は開花直前に降雹により葉や新梢への直接的被害を激しく受けた樹では、果実のほとんどが雹害後1週間以内に落果して収穫不可能であったことを報告している。

また、文室ら²⁾は新梢伸長初期の降雹で、結実や新梢発生に品種間差が認められたことを報告している。

今回のカキに対する被害では、枝幹部、新梢、葉の樹体およびへたや果実への直接的被害とは別に、雹害後に多くの果実が落果し、落果しなかった果実も傷果、小玉果、着色不良果等の著しい品質低下が認められた。また、落果程度、果実品質、花芽分化には品種間差もみられた。しかし、雹害を受けた樹の果実品質や花芽分化等の二次的被害および次年度の着蕾数確保に向けた事後対策についての報告はなく、現地での対策資料が不足した。

そこで、カキに対する降雹の直接的被害の実態と二次的被害を明らかにし、雹害を受けた樹の事後対策についての知見を得たので報告する。

第1表 降雪によるカキの葉及び花蕾の損傷程度(1996, 吉井地域)

圃地 (地区)	品 種	調 査 新梢数	葉の損傷程度				葉の 被害度	花蕾損傷程度				花蕾の 被害度
			甚	中	軽	無		甚	中	軽	無	
		本	%	%	%	%			%	%	%	%
A 圃 (平坦地区)	伊 豆	190	39.2	37.8	22.5	0.5	72	31.5	34.7	31.9	1.9	65
	松 本	207	46.0	37.9	16.0	0.1	76	38.9	35.2	24.1	1.8	70
	富 有	196	34.5	39.6	25.3	0.6	69	31.4	32.7	28.9	7.0	63
B 圃 (山麓地区)	伊 豆	108	28.5	36.8	32.7	1.9	64	16.1	21.0	50.0	12.9	47
	富 有	173	16.0	27.3	53.4	3.3	52	17.7	29.2	35.0	18.0	49

第2表 雹害地区及び無被害地区のカキ果実の品質(1996)

品 種	圃 地	果 径		果実重	果皮色	糖 度 (Brix)	へたすき ¹⁾	へ た 径		母枝当たり 着 果 数 ²⁾
		横 径	果 高					縦 径	横 径	
		mm	mm	g				mm	mm	果/母枝
伊 豆	A	74	52	173	4.4	15.1	0.3			0.06
	B	71	50	146	4.5	14.4	0.5			0.37
	C	82	54	221	4.9	14.3	1.5			1.09
	有意差 ³⁾	**	**	**	**	**	**			
富 有	A	72	55	168	5.5	16.4	0.1	43	45	0.40
	B	68	53	153	5.9	16.6	0.1	44	45	0.84
	C	84	61	273	6.4	15.6	1.0	50	51	1.32
	有意差 ⁴⁾	**	**	**	*	**	**	*	*	
松 本	A	70	53	153	5.5	17.2	0.1	41	39	0.23
	C	86	57	262	6.4	16.6	1.7	44	44	1.23
	有意差 ⁵⁾	**	**	**	**	**	**	*	*	

1) へたすきは, 3: ~6mm, 2: ~3mm, 1: ~1mm, 0: ~0mmの4段階で指数化。

2) 1結果母枝当たり平均着果数。

3, 4) F検定にて**1%水準で,*5%水準で有意差あり。

5) t検定にて**1%水準で,*5%水準で有意差あり。

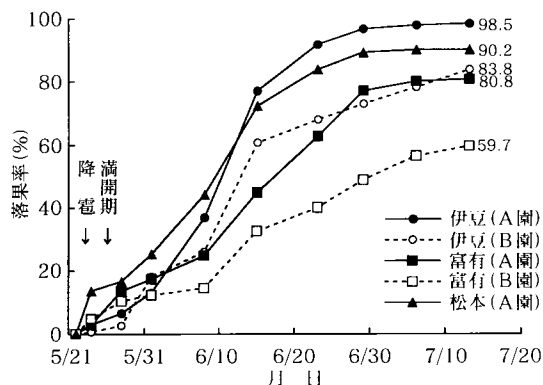
試 験 方 法

カキに対する雹害が激しかった浮羽郡吉井地域の、特に甚大な被害を受けたA圃(平坦地区)と比較的被害が軽かったB圃(山麓地区)の2カ所のカキ圃を調査用に選定した。また、雹害を受けてない参考圃としてC圃(園芸研究所)を選定した。A圃では25年生‘伊豆’, 10年生‘松本早生富有’および40年生‘富有’, B圃では25年生‘伊豆’と40年生‘富有’, C圃では17年生の‘伊豆’, ‘松本早生富有’および‘富有’を供試し, それぞれにつき2樹を調査対象とした。なお, 樹体の損傷程度, 落果率, 果実品質は全品種, 果実肥大推移, 花芽分化数, 炭水化物濃度, 翌年の着蕾数は‘伊豆’と‘富有’の2品種について調査した。

1 樹体の損傷程度

樹体の損傷程度は, 長さ20~30cmの結果母枝を1樹当たり20本供試し, 結果母枝上のすべての新梢に着生している葉と花蕾について, 雹粒による損傷を程度別に分けて調査した。被害程度は, 葉では甚(葉身部がちぎれて欠落), 中(1枚の葉の50%以上が破損), 軽(1枚の葉の50%未満が破損), 無(破損してない健全葉)の4段階, 花蕾では甚(へたの4片がちぎれて欠落), 中(へたの半分以上が破損), 軽(へたの半分の半分未満が破損), 無(破損してない健全なへた)の4段階に分類した。葉と花蕾の被害度は, 農作物有害動物発生予察事業調査実施基準¹⁷⁾に準じ, 次式にて計算した。

$$\text{被害度} = \frac{(6 \times \text{甚} + 4 \times \text{中} + 2 \times \text{軽} + 0 \times \text{無})}{6 \times \text{全調査数}} \times 100$$



第1図 雹害後の落果率の経時的推移(1996)

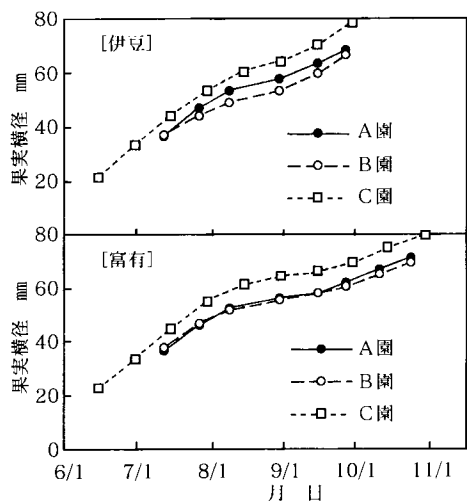
1) 数値は最終落果率

2 結実及び果実品質

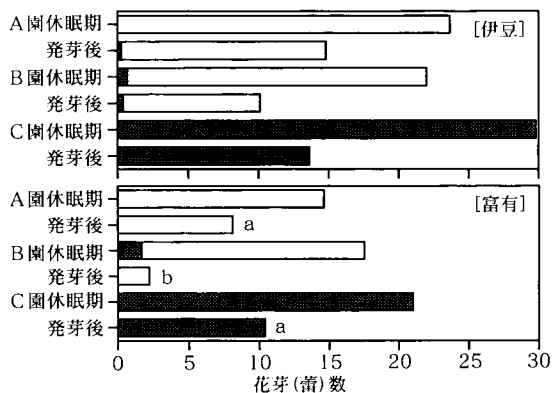
落果率の経時的推移をみるため, 各供試樹の着果数を雹害後の5月23日より約1週間間隔で7月13日まで調査した。また, 7月から無被害果実10果をラベルして果実横径の経時的推移を調査し, 収穫時にこれらの果実を供試して果実品質を分析した。‘伊豆’の収穫は10月13日, ‘松本早生富有’と‘富有’の収穫は11月4日に行った。果皮色は農林水産省果樹試験場基準のカラーチャート, 糖度は屈折計で測定した。へたすきは, へたと果実の隙間の大きさによって3: ~6mm, 2: ~3mm, 1: ~1mm, 0: ~0mmの4段階で指数化し, 平均値で示した。

3 花芽分化数及び次年の着蕾数

花芽分化数は, 長さ約30cmの結果母枝を供試し1997



第2図 電害地区及び無被害地区の果実肥大推移(1996)



第3図 結果母枝当たり休眠期の花芽分化数及び発芽後の着蕾数(1997)

- 春枝部 □ 副梢
- 1) 春枝部:4月に発芽伸長した部分
副梢:電害後に再発芽して二次伸長した部分。
- 2) Tukeyの検定により、異符号間に5%水準で有意差あり。

年2月にりん片剥皮法により解剖顕微鏡下で調査した。供試した結果母枝は、電害後に新梢の頂芽付近から副梢が発生した定芽由来の結果母枝、副梢が発生しなかった定芽由来の結果母枝、降電後に発生した不定芽由来の結果母枝の3種類で、それぞれ10本について花芽分化数を調査した。着蕾数は上述した3種類の結果母枝1樹当たり20本について、1997年4月に調査した。副梢が発生した定芽由来の結果母枝については、1997年2月に春枝部分と副梢部分の各枝中の全糖およびデンプン量を、Smogyi-Nelson法で測定した。

結 果

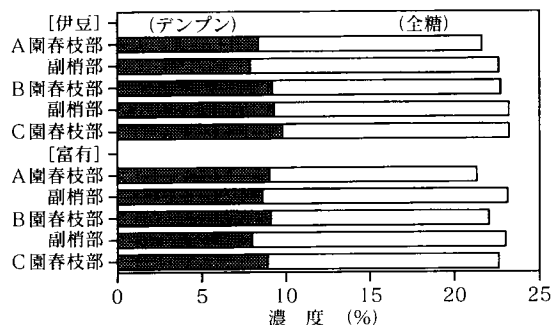
1 樹体の損傷程度

降電によるカキの葉および花蕾の損傷程度を第1表に示した。降電程度が激しかったA園では落葉が30%以上となり、葉の被害度は‘伊豆’72, ‘松本早生富有’76, ‘富有’69と大きかった。一方、降電の程度が軽いB園では、葉の被害度は‘伊豆’64, ‘富有’52とA園より小さかった。被害地区の‘伊豆’, ‘松本早生富有’, ‘富

第3表 結果母枝の種類と着蕾数(1997)

品 種	園地	結果母枝の種類		結果母枝長		着 蕾 数	
		発生由来 ¹⁾	再発芽	1母枝	副梢 ²⁾	1母枝	副梢 ³⁾
				cm	cm	蕾	蕾
伊 豆	A	定芽	有	33.0	15.4	14.8	14.5
		定芽	無	— ⁴⁾	—	—	—
		不定芽	無	26.6	—	22.6	—
	B	定芽	有	31.6	14.4	10.1	9.7
		定芽	無	31.0	—	11.0	—
		不定芽	無	35.0	—	11.0	—
C	定芽	無	30.4	—	13.6	—	
	定芽	有	30.4	16.7	8.1	8.1	
	定芽	無	32.0	—	0	—	
富 有	A	定芽	有	31.6	14.9	2.2	2.2
		定芽	無	29.5	—	0	—
		不定芽	無	30.6	—	3.2	—
	B	定芽	有	31.6	14.9	2.2	2.2
		定芽	無	29.5	—	0	—
		不定芽	無	30.6	—	3.2	—
C	定芽	無	30.5	—	10.4	—	

- 1) 定芽:前年の結果母枝から発生した結果母枝,不定芽:前年の不定芽から発生した結果母枝。
- 2) 副梢:電害後に新梢の頂芽付近が再発芽して二次伸長した部分。
- 3) 結果母枝当たり着蕾数のうち、副梢部分の着蕾数。
- 4) 降電害でほとんどの新梢が再発芽し、調査対象母枝がなかった。



第4図 結果母枝の炭水化物濃度(1997)

- デンプン □ 全糖
- 1) 春枝部:4月に発芽伸長した部分,
副梢部:電害後に再発芽して二次伸長した部分。

有’の満開期が5月25日で、降電当時のカキの生育相は開花始期に当たり、子房はへたや花弁に覆われている時期である。このため、花蕾(果実)への被害は果梗からへた部に集中した。花蕾の被害は、A園ではへたが4片とも欠落した花蕾が30%以上で葉と同様に激しく、被害度は63~70と大きかったが、B園では被害度が47~49とA園より小さかった(第1表)。

2 結実及び果実品質

電害後の落果率の経時的推移を第1図に示した。電害を受けた樹の落果は電害直後から始まり、満開後40日でほぼ終了した。落果率は、同一品種では被害度の大きいA園で高く、‘伊豆’と‘松本早生富有’は最終落果率が90%以上となった。特にA園の‘伊豆’はほとんどの果実が落果し、収穫時の1結果母枝当たり平均着果数は0.06果となった(第2表)。

降電が果実品質に及ぼす影響を第2表に示した。電害地区A・B園の‘松本早生富有’および‘富有’のへたの発育は抑制され、へた径は無被害樹の9割程度で有意差が認められた。果実横径は‘伊豆’, ‘富有’とも被害樹で小さく推移し(第2図)、収穫時の果実重は‘松本早

生富有’と‘富有’では無被害樹より有意に小さく、平均果実重で100g以上の差が認められ、雹害樹の果実にはへたすきがほとんどみられなかった。果皮色は雹害を受けた樹で劣ったが、糖度はむしろ被害樹のほうが高い傾向を示した。

3 花芽分化数及び次年の着蕾数

雹害により副梢が発生した結果母枝の休眠期の花芽分化数および発芽後の着蕾数を第3図に示した。休眠期の1結果母枝当たり花芽分化数は、被害樹で無被害樹より少ない傾向がみられたが有意差は認められなかった。発芽後の1結果母枝当たり着蕾数は休眠期に調査した花芽分化数より減少し、‘富有’では被害度の小さいB園で他の園に比べて有意に少なかった。

結果母枝の種類と着蕾数との関係を第3表に示した。

発芽後の着蕾数は、雹害後に発生した不定芽由来の結果母枝および雹害後に副梢が発生した定芽由来の結果母枝で多かった。後者では、着蕾数の大部分を副梢部分で占め、春枝部分には着蕾がほとんどなかった。また、副梢が発生してない定芽由来結果母枝の着蕾は、‘富有’では全くみられなかったが、‘伊豆’ではB園で着蕾が認められた。なお、A園では副梢が発生してない定芽由来の結果母枝は観察されなかった。

結果母枝中の炭水化物濃度を春枝と副梢に分けて第4図に示した。結果母枝中の炭水化物濃度は無被害樹で高く、被害度の大きいA園の春枝部分で低かった。しかし、副梢部分の炭水化物濃度は春枝部分より高く、A園の‘伊豆’を除く被害樹では無被害樹の春枝部分と変わらなかった。

考 察

カキの生理落果（前期落果）は満開後6日頃から始まり、満開後30日頃に終了する^{5,13}。これに対し今回の被害樹では、生理落果は開花期間中の雹害直後から始まり、終了時期は通常の生理落果より10日程度遅くなるなど、生理落果期間が長くなった。雹害を受けてない年のカキの生理落果率は、‘伊豆’⁵の1991～1994年の平均値が45.2%、‘松本早生富有’⁶の1995～1996年の平均値が7.3%、‘富有’¹¹では1981年に18.2%であった。しかし、被害樹では生理落果率が雹害を受けてない年より高く、‘伊豆’と‘富有’では被害度が大きい樹で高くなっている。生理落果の程度は、単為結実力および種子形成力の品種間差異¹¹、受粉¹⁰、気象条件¹²等の影響を受けやすいことが報告されており、開花期の雹害によっても生理落果が助長されると考えられる。また、雹害が結実に及ぼす影響には品種間差があることが報告されている²。今回調査した同一園内の3品種の中では‘伊豆’の生理落果率が98.5%と最も高かったが、通常でも高い生理落果率を示す‘伊豆’に対し、通常の生理落果率が低い‘松本早生富有’や‘富有’のほうが雹害によって生理落果が助長されると考えられる。

カキの落果を助長する要因として、前期落果期の副梢の発生とへたの損傷が挙げられている^{13,16}。副梢の影響に関して、梶浦ら¹³は開花直前に新梢の摘心および全

葉数の約1/3を摘除して、副梢を発生させたところ著しい落果が生じたことを報告している。本調査では、副梢の伸長が降雹の約1週間後（開花終期）に始まり7月上旬まで続いたが、この時期はカキの生理落果の時期と一致する。また、雹害の程度が大きかった地域ほど副梢の発生割合は高かった（データ略）。このことから、雹害後の副梢の発生によって果実と枝葉の間の養分競合が激化し、生理落果を助長したと考えられる。さらに、カキでは幼果期のへたの除去が落果を助長することが報告されており¹⁶、雹粒の直撃でへたが損傷したことも落果を助長した要因の一つであると考えられる。

雹害を受けたカキ樹で、落果せずに収穫期まで着生していた果実は果実肥大が著しく抑えられ、果皮色も劣った。カキ果実の発育に重要な役割を果たす器官は葉¹⁵とへた¹⁶である。果実肥大が最も盛んな果実肥大の第1期（開花後～7月）に、新梢葉が降雹によって損傷を受け葉数が不足し、残った葉も同化能力が低下したこと、さらに副梢や不定芽の伸長に多くの同化養分が消費されたことから、初期肥大に必要な同化養分が不足し、へたの発育や果実肥大が著しく抑えられたと推察される。また、へたは7月始めまでの幼果期の果実肥大および胚の発育に顕著に影響する¹⁶ことから、へたの発育が抑えられたことがさらに幼果の肥大を抑制したと考えられる。

雹害を受けた樹では果実の着色が劣ったが、果実糖度はむしろ高くなった。また、結果母枝の炭水化物濃度は春枝部分では無被害樹より低かったが、副梢部では無被害樹と差がなかったことから、雹害後に副梢や不定芽の発生によって確保された葉は十分な光合成能力を有していると推察される。しかし、副梢の発生によって過繁茂となり、樹冠内の光線透過率が低下したことが着色不良の要因ではないかと推察される。一方、果実重と果実糖含量の関係について、平野⁷は温州ミカンでは大果ほど果汁中の糖または可溶性固形物濃度と酸度が低いという一般的傾向を認めている。今回の雹害を受けたカキ樹でも果実肥大が著しく抑えられ、果実が小玉であることから無被害樹より果実糖度が高かったのではないかと推察される。

副梢の花芽の分化に関して、蜂巣⁴はカキの花芽分化期は7月頃であるが、副梢が発生した枝でも早く伸長を停止すれば頂部付近の葉えきに花芽が形成されることを報告している。また、長谷川ら³も前年の6月下旬に発生した副梢部分に多くの花芽が形成され、副梢が発生した枝も結果母枝として使用できることを報告している。本調査でも、降雹による葉の損傷で6月上旬に発生した副梢や不定芽から発生した枝には多くの花芽が分化し、副梢が発生しなかった春枝に比べて翌年の着蕾数も多くなった。このことから、雹害によって6月上旬に再発芽した枝は翌年の結果母枝として利用できると考えられる。

花芽分化の要因として傍島ら¹⁹は、花成の誘導に対して炭水化物の生成と集積が密接に関係し、また前年に分化した花芽の春季における急速な発育は結果母枝内の貯蔵養分に大きく依存しているとしている。今回雹害により副梢が発生した結果母枝の炭水化物濃度は、春枝部分では無被害樹の春枝より低いが、副梢部分では春枝部よ

り高く、無被害樹と差がなかった。このことが副梢に多くの花芽を分化させ、雹害樹の着蕾数が確保された要因と考えられる。なお、雹害の程度の違いと花芽分化数との間には明らかな差が認められなかったが、着蕾数はB園の被害度の小さい‘富有’樹で減少した。B園では葉や花蕾への雹害がA園より軽かったため落果が少なく、1結果母枝当たり着果数はA園の2倍以上あった。したがって、B園では結果過多により樹全体の貯蔵養分の蓄積量が相対的に減少し、分化した花芽の発達を抑え、発芽時の花蕾の退化・脱落が多くなったのではないかと推察される。

以上のように、開花期のカキ樹への降雹は葉や果実への直接的被害を与えるだけでなく、生理落果の助長、果実重の低下、着色不良および春枝の花芽分化抑制等の二次的被害を誘発することが明らかとなった。また、葉への直接的被害が大きいと再発芽を誘発し春枝から副梢、不定芽から新梢が発生する。これらの枝には多くの花芽が分化し、翌年の着蕾数も多くなることが明らかとなった。したがって、雹害樹の事後対策として、果実品質低下を防ぐため葉の破損程度に応じた摘果を行い、樹冠内の過繁茂防止と枝葉の充実を図るため新梢管理を徹底する。また、次年度の着蕾数確保のため、被害後に副梢が発生した枝や不定芽から発生した枝を結果母枝として用いるが、葉の破損程度に応じた着果量とし、これらの枝および花芽の充実を図ることが降雹害による翌年への影響を最小限に抑える重要な管理作業であると考えられる。

引用文献

- 1) 福岡農総試園芸研究所 (1981) 果樹関係試験成績 56年度: 53~54.
- 2) 文室政彦・村田隆一 (1991) カキの結実及び新梢発生に及ぼす降雹の影響. 園学雑 60 (別1): 116~117.
- 3) 長谷川耕二郎・今藤一馬・中島芳和 (1991) カキの花芽形成ならびに果実発育に及ぼす切り返しせん定の影響. 園学雑 60(1): 9~18.
- 4) 蜂巣統三 (1930) 柿の花芽分化に就て. 園芸の研究 25: 91~103.
- 5) 林 公彦・牛島孝策・千々和浩幸 (1996) カキ‘伊豆’の生理落果防止に関する植物調節物質の効果. 福岡農総試研報 15: 82~86.
- 6) 林 公彦・牛島孝策・千々和浩幸・姫野周二 (1997) カキの平棚に関する研究 (第1報) 仕立て法の違いと収量. 園学雑 66 (別2): 196~197.
- 7) 平野 暁 (1979) 温州ミカンにおける果実の大きさと糖及び酸含量との関係. 園学雑 48(2): 162~168.
- 8) 平田尚美・黒岡浩 (1974) カキ果実の発育ならびに成熟に関する生理学的研究 (第1報) 枝梢内の炭水化合物含量および果実の肥大と品質におよぼす秋期摘葉の影響. 鳥取大農学部研報 26: 1~14.
- 9) 川口正英 (1936) 果樹の雹害とその対策. 農業及び園芸 11(5): 1271~1279.
- 10) 梶浦 實 (1941) 柿の生理落果に関する研究 (I) 自然落果調査 主としてその波相に就いて. 園学雑 12(3): 159~178.
- 11) 梶浦 實 (1941) 柿の生理落果に関する研究 (II) 授粉及単為結実と落果との関係. 園学雑 12(4): 247~283.
- 12) 梶浦 實 (1942) 柿の生理落果に関する研究 (III) 降雨及乾燥と落果との関係. 園学雑 13(1): 1~14.
- 13) 梶浦 實 (1942) 柿の生理落果に関する研究 (V) 枝の伸長と落果の関係. 園学雑 13(2): 97~101.
- 14) 真木太一・鈴木義則・鴨田福也・早川誠而・泊 功 (1991) 農業気象災害と対策. 東京: 養賢堂, 197~215p.
- 15) 中川昌一 (1961) ブドウ栽培の新技术. 農耕と園芸臨時増刊: 104.
- 16) 中村三夫 (1967) カキのヘタの生理生態学研究. 岐阜大農学部研報 23.
- 17) 農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 (1974) 農作物有害動物発生予察事業調査実施基準. 日本植物防疫協会.
- 18) 農林水産省統計情報部 (1996) 農作物災害種類別被害統計. 農林水産統計報告 8-36 (生産-9): 27~29.
- 19) 傍島善次 (1979) カキの花芽形成ならびに果実の発育. 園芸学研究収録 9: 157~169.