

窒素栄養がカキの生理落果に及ぼす影響

誌名	果樹試験場報告. A = Bulletin of the Fruit Tree Research Station. A
ISSN	03852326
著者	壽松木, 章 青葉, 幸二 村上, ゆり子 間苧谷, 徹
巻/号	16号
掲載ページ	p. 39-45
発行年月	1989年3月

窒素栄養がカキの生理落果に及ぼす影響^{†1}

壽松木 章, 青葉幸二^{†2}, 村上ゆり子, 間苧谷 徹

I 緒 言

果樹では、樹齢や樹勢に応じた適正着果量があり、実際の着果量がそれより多くても少なくとも翌年の樹の生育に悪影響を与え、生産不安定の原因となる。カキは他の樹種に比較して、最終着果率が全開花数の40~60%と高く、生理落果の程度が生産量に与える影響は大きい。

カキの生理落果の研究は梶浦により初めて実験的に行われた。その中で、カキの生理落果を引き起こす樹体要因として、花器の受精不良、果実と枝葉との養分競合とともに樹体の栄養不良を挙げている(梶浦, 1941, 1942a, 1942b)。樹体の栄養不良について梶浦(1942a)は窒素施肥により生理落果は減少すると報告したが、その時の樹体の窒素状態について具体的数値を挙げていない。樹体の無機栄養と生理落果との関係を論じる場合、まず、生理落果の発生時における樹体の無機成分含有率を明らかにすることが先決である。

そこで本報告では、以上のような観点から樹体の栄養状態がより鋭敏に反映すると思われる無核品種「平核無」を供試し、樹体栄養の中で最も重要な窒素栄養が生理落果に及ぼす影響について検討した。

II 実験材料及び方法

供試樹及び処理区

無加温のガラス室で、直径50cm、高さ60cmの塩化ビニール製の鉢で、処理開始時までは第1表の窒素50 ppmの培養液で砂耕栽培した生育中庸な6年生「平核無」24樹を供試した。処理は培養液の窒素濃度を0, 50, 150 ppmの3段階に変え、それぞれをN-0区, N-50区, N-150区とし、各処理区8樹を用いた。処理は満開2か月前(萌芽期)から開始した。更に各処理区の8樹を半数に分け、一方の4本を遮光区とし、他方の4本を無遮光区とした。

各処理区の培養液組成及び使用試薬は第1表に示した。窒素以外の成分は3処理区とも同一濃度とした。培養液は自動灌水装置で、1日数回ポット表面よりかけ流し方式で供給した。また過剰の培養液の洗浄及び樹体への給水のため、適宜、水道水で灌水した。

遮光処理は、花器の不完全等によって起こる落果がほぼ終了した満開後10日目(5月15日)から3週間行い、黒色寒冷紗で樹全体を覆い、日射量を40%に低下させた。なお、花器への人工受粉は行わなかった。

†1 果樹試業績番号:A-236(1988年12月23日受付)

†2 現果樹試盛岡支場

第1表 培養液の組成

処理区	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	B	Mo
N- 0	0	40	60	80	30	0.2	1.0	0.01	0.5	0.5	0.01
N- 50	50	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
N-150	150	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

表の中の数字は ppm.

培養液は以下の試薬を用いて調製した.

N : 硫酸アンモニウム Fe : エチレンジアミン四酢酸鉄
 P : リン酸第1カリウム Cu : 硫酸銅
 K : 硫酸カリウム Zn : 硫酸亜鉛
 Ca : 塩化カルシウム B : ホウ酸
 Mg : 硫酸マグネシウム Mo : モリブデン酸アンモニウム
 Mn : 硫酸マンガン

落果率は遮光処理開始時の全着果数から、分析用に採取した果数と処理終了時の果数を差し引いて求め、処理区の平均値で示した.

葉の無機成分の分析

葉分析用の試料は、5月20日と6月10日に新梢中央葉を1樹当たり10枚ずつ採取した。それらを処理区ごとにまとめて熱風乾燥後粉末にした。葉の窒素は粉末試料を0.2g採取し、セミマイクロケルダール法で測定した（作物分析法委員会、1975）。窒素以外の無機成分は、粉末試料を0.6g採取し、450~500℃で乾式灰化後、塩酸で抽出した。この抽出液を用いて、カリウム、カルシウム、マグネシウムは原子吸光度法で、りん酸はバナドモリブデン法で測定した（作物分析法委員会、1975）。

果実のアミノ酸及び糖の分析

果実のアミノ酸及び糖の分析用試料として、5月20日に1樹当たり5果を採取した。採取した果実は、処理区ごとに合わせ、全果実を細断し、良く混合した後、アミノ酸及び糖の分析に供した。

果実のアミノ酸及び糖の抽出は波多野（1964）の方法に準じ、以下のとおり行った。

細断した果実2gを採取し、80%エタノール30mlを加え、沸騰水浴上で30分間抽出した。抽出後、傾斜法により上澄液を採取した。残渣に80%エタノール40mlを加え、ホモジナイズした後、沸騰水浴上で40分間再抽出した。再抽出液は冷却後、ろ過し、ろ液を先の上澄液と合わせ、100mlに定容し、試料液とした。

アミノ酸の測定に、試料液50mlをナス型フラスコに採り、減圧濃縮後、除蛋白のため、2%スルホサリチル酸液3mlを加え15分間振とうした。3,000 rpmで遠心分離後、減圧乾固した。残渣を0.1N水酸化ナトリウム1mlで溶解し、更に0.02N塩酸4mlを加えた後、遠心分離した。その上澄液をアミノ酸自動分析計（日立製835型）で測定した。

糖の測定に、試料液5mlを試験管に採り、内部標準液としてnドコサンを加え減圧乾固した。更に、デシケーター内で完全に乾固した後、TMS化処理により誘導体にしてガスクロマトグラフイー（島津製GC7AG）で測定した。測定条件は、カラム：5%シリコンSE-30、キャリアーガス：窒素、検出器：FID、昇温：160~250℃（2℃/min）である。

III 実験結果

葉の無機成分含有率と落果率

処理樹が窒素処理を反映しているか否かを明らかにするため、葉の無機成分含有率の測定を行った。窒素含有率は概して処理に応じた数値を示した。また、遮光処理により窒素含有率は高くなる傾向があった。リン酸、カリウム、カルシウム、マグネシウム含有率は、処理による差は認められなかった（第2表）。

第2表 窒素処理が葉の無機成分含有率に及ぼす影響

処理区	5月20日					6月10日					
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	
無遮光	N-0	2.46	0.15	2.30	0.93	0.28	2.08	0.10	1.92	1.28	0.39
	N-50	3.29	0.14	2.06	0.90	0.29	2.58	0.16	1.91	1.15	0.38
	N-150	3.59	0.15	1.72	0.73	0.20	3.13	0.14	1.72	0.81	0.26
遮光	N-0	3.26	0.14	1.91	0.80	0.24	2.31	0.15	1.81	1.13	0.34
	N-50	3.81	0.15	1.91	1.10	0.34	2.78	0.10	1.95	1.59	0.42
	N-150	4.07	0.15	2.27	0.74	0.21	3.09	0.10	1.87	0.95	0.29

N-0, -50, -150は第1表参照。

表中の数字は対乾物%。

窒素処理及び遮光処理が落果率に及ぼす影響について第3表に示した。窒素処理間の比較では、無遮光区の場合、N-0区の落果率は22.9%、N-50区、N-150区がそれぞれ3.8%、3.0%で、N-0区が他区の6倍以上の落果率を示した。N-50区とN-150区の差はなかった。また、遮光区でも、無遮光区と同様の傾向を示したが、N-0区では92.0%と大部分落果し、N-50区、N-150区もそれぞれ40.7%、56.8%と高い落果率を示した。一方、遮光区と無遮光区の比較では、遮光区の方が、N-0区で4倍、N-50区で11倍、N-150区で19倍といずれも無遮光区より落果率が高く、遮光処理により落果が促進された。

第3表 窒素処理が落果率に及ぼす影響

処理区	落果率	
	無遮光	遮光
N-0	22.9	92.0
N-50	3.8	40.7
N-150	3.0	56.8

N-0, -50, -150は第1表参照。

落果率(%)は4樹の平均値で示した。

果実のアミノ酸及び糖含量と落果率

果実の主なアミノ酸含量について第4表に示した。シトルリン、グルタミン酸、セリンの含量が多く、エチレンの前駆物質といわれているメチオニン (Abeles, 1972) は検出されなかった。また、アミノ酸含量は窒素処理及び遮光処理の間に一定した傾向は認められなかった。

果実の可溶性糖類として、5種類の糖を検出した(第5表)。その中ではスクロース含量が最も多く、次いでフルクトース、グルコース、イノシトールの順で、ソルビトール含量は最も少なかった。同一の窒素処理内では遮光処理によって、糖含量は減少し、概してスクロース、フルクトース、グルコースの減少が大きかった。窒素処理間では、N-0区で糖含量が多い傾向にあった。

第4表 窒素処理が果実のアミノ酸含量に及ぼす影響

処理区	P-Ser	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Cit	Val	Cys	Met	ILe	Leu	Phe	
無遮光	N-0	437	266	181	580	896	248	11007	80	17	N.D	34	46	21
	N-50	519	274	263	736	1013	307	17784	55	17	N.D	46	45	60
	N-150	568	375	456	1121	1756	426	19345	115	18	N.D	104	109	85
遮光	N-0	316	366	247	728	1022	315	11416	125	17	N.D	57	63	43
	N-50	368	285	206	482	1166	180	14721	46	15	N.D	35	46	27
	N-150	484	437	269	714	1714	52	16428	81	16	N.D	43	51	37

N-0, -50, -150は第1表参照.

表中の数字は n mol / gFW, N.D は検出せず.

略号 P-Ser: ホスホセリン; Asp: アスパラギン酸; Thr: スレオニン; Ser: セリン; Glu: グルタミン酸; Gly: グリシン; Cit: シトルリン; Val: バリン; Cys: シスチン; Met: メチオニン; ILe: イソロイシン; Leu: ロイシン; Phe: フェニルアラニン.

第5表 窒素処理が果実の糖含量に及ぼす影響

処理区	可溶性 糖類	糖組成					
		Glu.	Fru.	Suc.	Ino.	Sor.	
無遮光	N-0	15.9	3.4	5.1	5.8	1.5	0.1
	N-50	12.6	2.5	3.8	5.0	1.2	0.1
	N-150	9.3	2.0	2.8	3.5	0.9	0.1
遮光	N-0	12.4	2.6	3.6	4.6	1.4	0.2
	N-50	8.4	1.5	2.5	3.2	1.1	0.1
	N-150	9.2	1.6	2.7	3.7	1.1	0.1

N-0, -50, -150は第1表参照.

表中の数字は mg / gFW.

略号 Glu.: グルコース; Fru.: フルクトース; Suc.: スクロース; Ino.: イノシトール; Sor.: ソルビトール.

IV 考 察

窒素施肥がカキの生理落果に及ぼす影響について、梶浦 (1942a) は窒素不足状態の樹に、開花前に窒素肥料を与えると落果は減少するが、そうでない樹に窒素肥料を与えても、落果抑制の効果は少ないと報告した。カキの葉の窒素含有率は採取時期によって異なるが、'富有'の場合、生育期間の平均で2.01~2.80% (対乾物) が適当で、1.00~2.00%は欠乏とされている (石原, 1982)。本実験とは品種が異なるが、最も窒素含有率の低かったのは6月10日の無遮光区におけるN-0区の2.08%であった。一般に、葉の窒素含有率は生育初期で高いことから推察すると、N-0区は窒素栄養として欠乏状態にあり、このことが、N-0区の落果率を高めた一因と思われた。なお、N-0区が窒素無施用にもかかわらず葉の窒素含有率が予想以上に高かったのは、葉分析の時期が窒素処理後2~3か月しか経過しておらず、前年の貯蔵養分の影響を受けたためと考えられた。

果樹の生理落果の原因を果実のエチレンとの関係で論じた報告は多い (Blanpied, 1972; 福井ら, 1984; Guinn, 1982; Lipe *et al.*, 1973)。また、カキでも高橋ら (1972, 1973) の報告がある。そこで、エチレン生成系の前駆物質として知られているメチオニン (Abeles, 1972) と生理落果との関係を検討したが、本実験ではメチオニンは検出されなかった。高橋ら (1973) も、落果の直前にエ

チレンの生成量は急増するが、メチオニン含量の増加は認められなかったと報告した。このように、エチレンと生理落果との関係においては、メチオニンではなくエチレンの直前の前駆物質である 1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸 (Adams *et al.*, 1979; Lieberman, 1979) が重要と考えられた。

果実の糖含量は各窒素処理区とも遮光により減少した。遮光処理により落果が増加することから、果実の糖含量と落果との間に関係がありそうに見える。しかし、窒素処理間で比較すると、落果の多い N-0 区で糖含量が多く、遮光処理の結果と矛盾した。したがって、本実験結果の範囲では、糖組成及びその含量と生理落果との間に、密接な関係は認められなかった。

これらの結果から樹体の窒素栄養は極端な不良状態を除けば、生理落果への影響は少ないと考えられた。そして、生理落果を助長するような葉の窒素含有率は、生理落果の時期において約 2% 以下と推察された。この値は、樹体栄養と生理落果を論じる際の一つの指標になると思われた。

V 摘 要

窒素栄養の違いがカキの生理落果に及ぼす影響を検討するために、6年生‘平核無’に窒素濃度を変えた培養液で砂耕栽培を行った。窒素濃度は 0, 50, 150 ppm の 3 処理とし、各処理区とも遮光及び無遮光処理を行った。

1. 葉の窒素含有率は処理に応じた濃度を示し、N-0 区における 6 月 10 日 (生理落果時期) の値は 2.08% (対乾物) で窒素欠乏状態であった。

2. 落果率は、同一の窒素処理内では無遮光区に比較して遮光区で非常に高かった。一方、窒素処理間では N-0 区の落果率が高かったが、N-50 区と N-150 区では落果率に明確な差は認められなかった。

3. エチレンの前駆物質のメチオニンは果実から検出されなかった。また果実の糖含量は、同一の窒素処理内では無遮光区に比べ遮光区で少なく、窒素処理間では N-0 区で多い傾向であった。

4. 以上の結果、生理落果の時期における葉の窒素含有率が約 2% 以下の欠乏状態になると生理落果は助長されると判断された。

引用文献

- 1) Abeles, F. B. (1972). Biosynthesis and mechanism of action of ethylene. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **23**, 259-292.
- 2) Adams, D. O. and Yang, S. F. (1979). Ethylene biosynthesis : Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **76**, 170-174.
- 3) Blanpied, G. D. (1972). A study of ethylene in apple, red raspberry, and cherry. *Plant Physiol.* **49**, 627-630.
- 4) 福井博一・今河 茂・田村 勉 (1984). リンゴの早期落果とエチレン生成及び離層形成との関係. *園学雑.* **53**, 303-307.
- 5) Guinn, G. (1982). Fruit age and changes in abscisic acid content, ethylene production and abscission rate of cotton fruits. *Plant Physiol.* **69**, 349-352.

- 6) 波多野博行 (1964). アミノ酸自動分析法. 化学同人. 東京.
- 7) 石原正義 (1982). 果樹の栄養生理・農文協. 東京.
- 8) 梶浦 実 (1941). 柿の生理的落果に関する研究. II. 受粉及び単為結実と落果との関係. 園学雑. **12**, 247-283.
- 9) 梶浦 実 (1942a). 同上. IV. 開花前に行ふ各種処理の落果に及ぼす影響. 同上. **13**, 89-96.
- 10) 梶浦 実 (1942b). 同上. V. 枝の伸長と落果との関係. 同上. **13**, 97-101.
- 11) Lipe, J. A. and Morgan P. W. (1973). Ethylene, a regulator of young fruit abscission. *Plant Physiol.* **51**, 949-953.
- 12) Lieberman, M. (1979). Biosynthesis and action of ethylene. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **30**, 533-591.
- 13) 作物分析法委員会 (1975). 栽培植物分析測定法. 養賢堂. 東京.
- 14) 高橋栄吉・西元直行・永沢勝雄 (1972). カキの落果に関する生理学的研究 (第4報) 離脱とエチレン生成との関係. 園学要旨. 昭47秋, 84-85.
- 15) 高橋栄吉・宇田川雄二・西元直行・永沢勝雄 (1973). 同上 (第6報) 生理落果期果実のエチレン生成および組織切片のエチレン生成. 同上. 昭48春, 86-87.

Effect of Nitrogen Nutrition in Tree on Physiological Fruit Drop of Japanese Persimmon, *Diospyros kaki* Thunb.

Akira SUZUKI, Kōji AOBA , Yuriko MURAKAMI, and Tōru MAOTANI

Summary

Japanese persimmon 'Hiratanenashi' trees grown on sand culture were treated with a culture solution containing different concentrations of nitrogen to determine the effect of nitrogen nutrition on physiological fruit drop. The culture solutions contained nitrogen of concentrations of 0 ppm, 50ppm and 150 ppm. The three treatments were carried out under shading and without shading.

1. Nitrogen concentration of leaves on trees treated with 0 ppm nitrogen was 2.08% at the stage of physiological fruit drop. This value corresponded to a deficiency in nitrogen.

2. Fruit abscission of the trees treated with 0 ppm nitrogen was stimulated compared with treatments of other nitrogen concentrations. For the same nitrogen concentration, fruit abscission on trees with shading was more pronounced than that on trees without shading.

3. Methionine, a precursor amino acid of ethylene, was not detected in the fruits. The amount of soluble sugar in the fruits was lower in the shading than in the non shading treatment for the same nitrogen concentration, and was higher in the 0 ppm nitrogen than in treatments of other nitrogen concentrations.

4. These results indicate that nitrogen nutrition of a tree affects fruit abscission in the case of nitrogen deficiency corresponding to a nitrogen concentration below about 2%.