ニホンナシの花芽形成と窒素栄養との関係¹

伴野 潔・林 真二・田辺賢二

鳥取大学農学部 680 鳥取市湖山町

Relationships Between Flower Bud Formation and Nitrogen Nutrition in Japanese Pear (*Pyrus serotina* Rehd.)

Kiyoshi BANNO, Shinji HAYASHI and Kenji TANABE

Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680

Summary

In order to clarify the relationships between nitrogen nutrition and flower bud formation of three cultivars of Japanese pear, 'Shinsui', 'Nijisseiki' and 'Hōsui' in sandculture, the effects of concentration and time of nitrogen supply (0-160 ppm), when irrigated twice a week, were investigated.

1. The higher concentration of nitrogen tended to promote both tree growth and flower bud formation in all cultivars.

2. The higher concentration of nitrogen tended to increase the nitrogen content in each portion of the tree, although it decreased the carbohydrate content.

3. Nitrogen supplied from June to July tended to promote flower bud formation in all cultivars.

From these results it was found that flower bud formation in Japanese pear was preferably promoted by nitrogen nutrition.

緒 言

従来、果樹の花芽形成は樹体の生長と密接な関係があり、栄養生長と生殖生長のバランスが重要であるとされ、特に樹体内の炭水化合物と窒素との量的関係に依存していることが示唆されてきた(9, 14)。一般にこの説は C-N 説と呼ばれ、果樹栽培における基礎概念とされている。しかし、この説を実証しようとしたその後の研究によると、むしろ否定的な見解が多くみられる(7, 10, 13, 16)。

一方、ニホンナシにおいて、品種間における花芽形成の難易と C-N 率との関係を調査したところ、花芽形成の不良な '新水' の方が花芽形成の良好な '豊水' よりも C-N 率が高い傾向にあった(3)。

そこで、本研究ではニホンナシの 3 品種 ('新水'・'二十世紀'・'豊水') を用い、花芽形成と窒素栄養との関係を明らかにする目的で、窒素の施用濃度及び施用時期の影響について検討した。

材料及び方法

'新水'、'二十世紀' 及び '豊水' ナシの 2 年生苗木を、川砂を用いた素焼鉢 (内径、深さともに 30 cm) に根を

均一にせん除し、3 月下旬に定植した。ナシ樹はいずれも前年生枝を 1, 2 芽残して強せん定し、4 月下旬に萌芽した新梢を 1 鉢当たり 3 本に制限した。5 月上旬から 9 月下旬までの生育期間中、0, 20, 40, 80, 160 ppm の濃度の窒素 (硫酸) を含む培養液を週 2 回、1 鉢当たり 1.5 l ずつ施用し、その間適宜灌水を行った。培養液には、いずれもリン酸 (過リン酸石灰) 及びカリ (塩化カリウム) が 40 ppm、微量元素としてマグネシウム (硫酸マグネシウム) 及びカルシウム (水酸化カルシウム) が 10 ppm、マンガン (硫酸マンガン) 及びホウ素 (ホウ酸) が 1 ppm 含まれるように調整した。

5 月上旬から 10 日おきに新梢長を測定し、落葉後に花芽数を調査した。なお、各処理区とも 5 反覆とした。

また、0, 80, 160 ppm の窒素を施用した 3 年生の '豊水' 樹を月 1 回、それぞれ 3 個体ずつ掘り上げ、新梢 (枝葉)、幹、根に分け、通風乾燥後、全窒素含量、全糖含量及びでん粉含量を測定した。全窒素含量はケルダール法、全糖含量及びでん粉含量はソモギー法でそれぞれ測定した。

一方、'新水'、'二十世紀' 及び '豊水' ナシの 2 年生苗木を用い、160 ppm の濃度の窒素を含むように調整した

¹ 1984 年 6 月 18 日受理

Fig. 1. Time of Nitrogen supply.

培養液を第1図に示す時期に施用し、窒素の施用時期の影響について調査した。なお、施用方法及び調査項目は前述のとおりである。

結 果

1. 樹体の生長及び花芽形成に及ぼす窒素の施用濃度の影響

いずれの品種においても、窒素の施用濃度が高くなるにつれて新梢生長は盛んとなった(第2, 3図)。また、生育期間中窒素を全く与えないと、新梢はほとんど伸長せず、葉は小さく黄緑色となった。しかし、窒素の施用濃度が高くなるにしたがい樹体の生長は盛んとなり、葉色も濃くなる傾向が認められた。さらに、落葉後3品種について5個体ずつ掘り上げ根の生長量を測定したところ、第1表に示すとおり、いずれの品種においても窒素の施用濃度が高くなるにしたがい根の生長も促進される傾向にあった。

一方、花芽形成に及ぼす窒素の施用濃度の影響についてみると、第4図に示すとおりである。各処理間の花芽形成を全芽数に対する花芽の割合、すなわち花芽形成率及び個体当たりの花芽数でみると、ともに同じ傾向を示

Fig. 2. Effect of nitrogen supply on shoot growth in 'Shinsui' pear.

Table 1. Effects of nitrogen supply on root growth in 'Shinsui', 'Nijisseiki' and 'Hōsui' pears.

N supply (ppm)	Increment of root (g.FW)		
	Shinsui	Nijisseiki	Hōsui
0	377	296	323
20	388	335	400
40	458	417	437
80	499	467	509
160	709	516	758

し、いずれの品種においても窒素の施用濃度が高くなるにしたがい花芽形成が促進された。一般に、'新水'は'二十世紀'、'豊水'に比べ花芽形成が劣り、また、花芽形成に及ぼす窒素施用の促進的効果も他の2品種ほど顕著ではなかった。

Fig. 3. Effect of nitrogen supply on shoot growth in 'Shinsui', 'Nijisseiki' and 'Hōsui' pears. A : Shinsui, B : Nijisseiki, C : Hōsui. Nitrogen supply from left to right are : 0, 20, 40, 80, 160 ppm.

Fig. 4. Effect of nitrogen supply on flower bud formation in 'Shinsui', 'Nijisseiki' and 'Hōsui' pears.
 □: Percentage of flower bud formation.
 ■: Number of flower bud per tree.

2. 樹体内の窒素含量並びに炭水化物含量に及ぼす窒素の施用濃度の影響

新梢の全窒素含量の経時的変化は第5図に示すとおりである。窒素の施用濃度が高くなるにしたがい、新梢の窒素含量も高く推移した。また、幹及び根についても新梢と全く同様の傾向が認められた。

一方、新梢の全糖含量並びにでん粉含量の動きを第6図及び第7図に示した。窒素の施用濃度が高くなるにしたがい、全糖含量及びでん粉含量はともに低く推移し、他の部位でも同様の傾向が認められた。したがって、全窒素含量に対する炭水化物含量の割合、すなわち、C/N率は窒素の施用濃度が高いほど低くなる傾向が認められた(第8図)。

3. 樹体の生長並びに花芽形成に及ぼす窒素の施用時期の影響

いずれの品種においても、1区、5区、6区、7区と

5月から7月にかけて窒素を施用した区において新梢生長が盛んとなる傾向が認められた。

一方、花芽形成に及ぼす窒素の施用時期の影響について

Fig. 6. Effect of nitrogen supply on sugar content in shoot.

Fig. 5. Effect of nitrogen supply on nitrogen content in shoot.

Fig. 7. Effect of nitrogen supply on starch content in shoot.

Fig. 8. Effect of nitrogen supply on carbohydrate/nitrogen ratio in shoot.

てみると、いずれの品種もほぼ同様の傾向を示し、5月から7月にかけて窒素を施用した区において花芽形成が促進された。しかし、窒素を全く与えなかった対照区及び5月のみ施用した区では花芽形成が著しく不良となる傾向が認められた（第9図）。

考 察

本実験において、ニホンナシの3品種‘新水’、‘二十世紀’、‘豊水’のいずれにおいても、窒素の施用濃度が高くなるにしたがい、樹体の生長並びに花芽形成がともに促進される傾向が認められた。特に‘二十世紀’及び‘豊水’では、花芽形成に及ぼす窒素の施用濃度の影響は大きく、花芽形成に対する窒素施用の重要性を示唆している。細井ら(12)も、‘二十世紀’を用いた砂耕試験において窒素の施用濃度が高くなるにしたがい、1樹当たりの花そう数が増加することを認めている。ニホンナシ以外にも、窒素施用により花芽形成が促進されることが、リ

ンゴ、黒スグリ、オウトウ、ブドウ、アンズ、スイートライム等で報告されている(7, 10, 13)。

一方、窒素の施用濃度が高いほど、樹体のいずれの部位においても窒素含量は高く、逆に炭水化物含量は低くなる傾向が認められた。このことは、根から吸収された窒素が光合成によって得られた炭水化物とともに、樹体の生長や花芽形成に促進的に用いられるものと推察される。

一般に、果樹の花芽形成には樹体内の炭水化物と窒素の量的関係が重要であるとされている(9, 14)。しかしながら、この説の真偽を確認しようとした研究の多くは否定的である(1, 7, 10, 13, 16)。ニホンナシにおいても、品種間(6)、誘引及び SADH(5) による花芽形成と C/N 率との間には何ら関連性が認められないことが報告されている。本実験の結果からも、ニホンナシの花芽形成を C-N 説で説明することは困難であるものと思われる。

ニホンナシの花芽は、普通12枚のりん片、10枚の包葉及び10個の小花で構成されており、包葉の葉腋部に小花の原基が形成される。花芽が分化する際にはりん片が12枚形成された後、頂端分裂組織の肥厚がみられ、さらに包葉と小花の原基が形成される。りん片と包葉は同じ器官であるが、小花の原基を伴うか否かで名称が異なっている。

一方、葉芽はりん片が12枚形成されても頂端分裂組織の肥厚がみられず、そのまま芽の生長が停止したり、その後数枚のりん片の原基を形成するだけで休眠に入る。

したがって、ニホンナシの花芽分化は12枚のりん片が形成された後、さらに引き続いて芽が生長し、節数の急激な増加を伴うか否かによって決定されるものと考えられる(3)。

一般にナシやリンゴを含め多くの木本性植物の花芽分化には、生長調節物質が関与していることが知られている(15)。そのうち、サイトカイニンは花芽形成に対して重要な役割を果たすことが示唆されている(2, 3, 4, 5, 10, 15)。サイトカイニンの主要な合成部位は根であるとされ(17)、したがって細根量が多いほど生成されるサイトカイニンが多いものと考えられる。田中(19)は、同じ台木に接木した‘新水’、‘二十世紀’及び‘豊水’の3品種の根群の季節的推移を調査している。同氏によると、‘豊水’は生育期間を通じて新根の発生量が多く、細根量も多い傾向にあった。これに対し、‘新水’は新根の発生が主に6月に限られ、太根や中根の割合が高く、細根量は‘豊水’に比べて著しく少なく、‘二十世紀’は両品種の中間の特性を示した(19)。これらの3品種のうち、一般に花芽形成の程度は、‘新水’が最も不良で以下、‘二十世

Fig. 9. Effect of time of nitrogen supply on flower bud formation in 'Nijisseiki' pear.
□: Percentage of flower bud formation.
■: Number of flower bud per tree.

紀', '豊水' の順で良好となり, 本実験の結果とも一致している. さらに田中(19)は, 花芽の着きにくい '新水' を有機物が多く良く改良された土壌で栽培すると, 生育期間を通じて新根の発生量や細根も多くなり, 花芽形成が著しく促進されたと報告している.

一方, 窒素施用がサイトカイニン含量を増加させることが報告されている(6, 8, 11). 本実験においても窒素の施用濃度が高くなるにしたがい, 根系が良く発達し, 新根や細根の発生が多い傾向が認められた. したがって, ニホンナシの花芽形成が窒素施用によって促進される要因として, サイトカイニンの増加が考えられる. Luckwill (15) は, リンゴの花芽分化には根から供給されるサイトカイニンが重要な役割を果たし, サイトカイニンがあるレベル以上あれば芽は休眠せずに花芽分化するのではないかと述べている. ニホンナシにおいても, りん片が12枚形成された後, 芽が休眠せずに生長し, 節数が増加することによって花芽が形成されるものと考えられ, この過程にサイトカイニンが強く関与しているものと推察される(3, 4, 5). また, いずれの品種においても6月から7月にかけての窒素施用が花芽形成に促進的に作用した. Hill-Cottingham ら(10)も, リンゴにおいて夏期特に新梢生長停止後の窒素施用が著しく花芽形成を促進することを報告している. 同氏らは, 夏期は根による窒素の吸収が盛んで根の活性も高く, 根で合成されるサイトカイニン様物質も多くなり, 花芽の分化・発達を促進するのであろうと述べている.

以上の結果から, ニホンナシの花芽形成には窒素施用はむしろ促進的に作用することが明らかとなった. この要因として, 窒素施用により細根の発達が促進され, 生成されるサイトカイニンが増加し, 花芽形成が促進されるものと考えられるが, 今後これらの点について詳細に検討する必要があるものと思われる.

摘 要

ニホンナシの花芽形成と窒素栄養との関係を明らかにする目的で, '新水', '二十世紀' 及び '豊水' の3品種を砂耕し, 窒素(0~160 ppm)を週2回灌注する方法により, 窒素の施用濃度及び施用時期の影響について検討した.

1. いずれの品種においても, 窒素の施用濃度が高いほど, 樹体の生長並びに花芽形成がともに優れる傾向にあった.

2. 樹体のいずれの部位においても, 窒素の施用濃度が高いほど窒素含量は高く, 逆に炭水化物含量は低く推移した.

3. 窒素の施用時期の影響についてみると, いずれの

品種も6月から7月にかけての窒素が花芽形成を促進する傾向が認められた.

以上の結果から, ニホンナシの花芽形成には窒素栄養はむしろ促進的に作用することが明らかとなった.

引用文献

1. ASAMI, Y. and H. IRO. 1937. Studies on the chemical composition of plants associated with flower bud formation. Jour. Hort. Assoc. Japan 8: 337—346.
2. 伴野 潔・杉浦 明・苦名 孝. 1981. ブドウの花芽分化の調節に関する研究. I. 副梢上での花房分化及びその発達に及ぼす CCC と BA 散布の影響. 鳥大農研報. 33: 1—7.
3. 伴野 潔・林 真二・田辺賢二・宮 信正. 1982. 日本ナシの花芽形成に関する生理学的研究. 日本ナシの品種間における花芽形成の難易と生長調節物質との関係. 園学要旨. 昭 57 春: 102—103.
4. 伴野 潔・林 真二・田辺賢二. 1983. 日本ナシの花芽形成に関する生理学的研究. 生長調節物質による花粉採取用 '長十郎' の花芽形成促進について. 園学要旨. 昭 58 春: 136—137.
5. 伴野 潔・林 真二・田辺賢二・田村文男. 1984. 日本ナシの花芽形成に関する生理学的研究. B-9 散布及び誘引による新水の花芽形成促進と栄養成分ならびに内生ホルモンとの関係. 園学要旨. 昭 59 春: 112—113.
6. DARRALL, N. M. and P. F. WAREING. 1981. The effect of nitrogen nutrition on cytokinin activity and free amino acid in *Betula pendula* Roth. and *Acer pseudoplatanus* L.. J. Exp. Bot. 127: 369—379.
7. DELAP, A. V. 1967. The effect of supplying nitrate at different seasons on the growth, blossoming and nitrogen content of young apple trees in sand culture. J. Hort. Sci. 42: 149—167.
8. El-D, A. M. S., A. SALAMA and P. F. WAREING. 1974. Effects of mineral nutrition on endogenous cytokinins in plant of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. Exp. Bot. 118: 971—981.
9. HARVEY, E. M. 1920. A study of growth in summer shoots of the apple with a special consideration of the role of carbohydrates and nitrogen. Ore. Agr. Exp. Sta. Bull. 200: 5—51.
10. HILL—COTTINGHAM, D. G. and WILLIAMS, R. R. 1967. Effect of time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flower development and fruit set of maiden apple trees, var. Lord Lambourne, and on the distribution of total nitrogen within the trees. J. Hort. Sci. 42: 319—338.
11. HORGAN, J. M. and P. F. WAREING. 1980. Cytokinins and growth responses of seedlings of *Betula pendula* Roth. and *Acer pseudoplatanus* L.

- to nitrogen and phosphorus deficiency. *J. Exp. Bot.* 121 : 525—532.
12. 細井寅三・遠藤融郎・岩崎一男. 1963. 砂耕における肥料三要素濃度とナシの樹体生長ならびに果実発育との関係. *園学雑.* 32 : 271—277.
 13. JACKSON, D. I. and G. B. SWEET. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. *Hort. Abst.* 42 : 9—24.
 14. KRAUS, E. J. and H. R. KRAYBILL. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. *Ore. Agr. Exp. Sta. Bull.* 149 : 5—90.
 15. LUCKWILL, L. C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. p. 237—254. In : L. C. LUCKWILL and C. V. CUTTING (eds.) *Physiology of tree crops*. Academic Press, London.
 16. 島 善鄰・伊藤光治・伊藤三次. 1936. 紅玉1年枝の環状剥皮と腋花芽形成及び CN 率との関係. *園学雑* 7 : 215—231.
 17. SKENE, K. M. G. 1975. Cytokinin production by roots as factor in the control of plant growth. p. 365—396. In : J. G. TORREY and D. T. CLARKSON (eds.) *The development and function of roots*. Academic Press, London, New York, San Francisco.
 18. SRINIVASAN, C. and M. G. MULLINS. 1981. Physiology of flowering in the grapevine— a review. *Amer. J. Enol. Vitic.* 32 : 47—63.
 19. 田中章雄. 1981. ナシ根群に関する調査. 鳥取県果樹試年報. 昭 56 : 118—120.