

容器栽培した3・4年生カキ樹(西村早生)の窒素吸収特性

福井博一・鈴木義弘・小川英美子・平田克紀・松原陽一・中村三夫

岐阜大農学部 501-1193 岐阜市柳戸1-1

Nitrogen Uptake by Three- to Four-year-old Potted Trees of Japanese Persimmon 'Nishimurawase'

Hirokazu Fukui, Yoshihiro Suzuki, Emiko Ogawa, Katsunori Hirata, Yoh-ichi Matsubara and Mitsuo Nakamura

Faculty of Agriculture, Gifu University, Yanagido, Gifu 501-1193

Summary

Nursery trees of Japanese persimmon 'Nishimurawase' were propagated through shoot tip culture and transplanted after rooting in plastic cloth pot filled with artificial media. Trees were cultured for four years with different nitrogenous fertilizers (Table 1). Dry weight of total shoots and trunk increased in June to October, especially in August to October. Dry weight of leaves was highest in August; root weight remained stable from June to August, but it subsequently increased dramatically. Nitrogen content was stable in current shoots at 5-6 mg/g (dw), whereas in lateral shoots and trunk, it stayed at 4 mg/g. Leaves have 15 to 16 mg/g N in June, decreasing steadily thereafter until August; N decreased rapidly between August and October. Nitrogen content of fine roots and tap and lateral roots was at 7-9 and 3-4 mg/g respectively. In fruits, it reached 15.9 mg/g in June and subsequently dropped suddenly.

The total nitrogen content of current shoots is stable but low; that of lateral shoots and trunk remained low before August but subsequently increased. Slight increase in leaves was reversed after August 1; autumnal leaf fall occurred in early November. Total nitrogen content of roots decreased from winter to June 1 because nitrogen is translocated to new growing organs during this period. Roots accumulated an abundance of total nitrogen until October 1.

A 10 % reduction in nitrogen fertilizer inhibited the uptake of nitrogen, especially in roots; it had little effect on the nitrogen levels of the trunk, shoots and leaves.

Key Words: Japanese persimmon, nitrogen content, shoot tip culture.

緒 言

カキの樹体内器官の窒素含量の季節変化については Clark・Smith (1990) が詳細に報告している。しかし、これまでの報告は果樹園に植栽されている樹体を用い、その葉や果実、あるいは新梢など、樹体の一部の器官における成分含量を解析したものであり、樹全体の総窒素量を解析した報告はほとんど見られない。また、養分の貯蔵器官として大きな割合を占める根については、佐藤・石原 (1953)、佐藤ら (1956) の報告以外ではほとんど調査されておらず、樹体全体の養分吸収量を推定することが困難であった。

さらに、樹の養分吸収特性は土壌の化学性や物理性あるいは降雨などの外的環境に大きく影響を受けるため、果樹園に栽植されている樹を用いた場合には個体間の変動が大きく、樹の吸収特性の解析が困難になることが多か

った。このようなことから、これまでの研究では葉など樹体の一部の成分分析を行うことで樹体の養分吸収特性が推定されていた(中村ら, 1972; 傍島ら, 1967, 1971)。

近年茎頂培養技術の発達によって、カキにおいてもクローン個体の作出が可能となり(Fukuiら, 1989)、これらの個体は生育が斉一であるため、養分吸収特性を調査する好適な材料といえる。また、これらの個体を人工培地を用いて容器栽培することで、外的環境をある程度一定にすることが可能であるとともに、根域から地上部すべての部位を分析に供試できることから、樹体の総吸収量を測定することが可能である。

そこで本研究では、茎頂培養由来の'西村早生'を容器栽培した3・4年生樹を用い、肥料成分のなかでも最も重要な窒素吸収特性について調査した。

材料および方法

窒素成分を 1/2 に調整した Murashige & Skoog (1962) 培地に zeatin 10^{-5} M とショ糖 3 %, 寒天 0.8 % を添加し

1998年4月6日 受付. 1998年6月26日 受理.

た培地で茎頂培養後 (Fukui ら, 1989), 同じ組成の培地で大量増殖を行い, 1990年1月に発根処理した (福井ら, 1988). 順化, 鉢上げした '西村早生' の苗を約 50 リットルの混合土 (バーク: 粒状ロックウール: 山土: パーライト = 3:3:3:1) を入れた不織布ポット (ϕ 40 cm \times H 40 cm) に 1990年6月30日に定植し, 上部のみビニル被覆した雨除けハウス (H 380 cm \times W 670 cm, ポット間 1 m) 内で2年間栽培, 管理した. この間の灌水は3月から11月までは1樹当たり 2~3 リットルを毎日行い, それ以外の期間は1週間に 2~3 リットルを施与した. また, この2年間の肥培管理は第1表に示すとおりである.

供試樹の整枝は1月下旬に行い, 1年生樹では主幹を 90 cm に切り戻した. 2年生樹では主幹を 140 cm に切り戻し, 側枝については基部3芽で切り戻した. 3年生樹では主幹を 180 cm に切り戻すとともに, 前年の側枝から発生した枝を5芽で切り戻し, 新たに形成された側枝は3芽で切り戻した. 4年生樹の主幹は 200 cm に切り戻し, 側

枝および側枝から発生した枝については3年生樹と同様に処理した.

1992年 (3年生樹) については, 着果した果実をすべて摘果し, 1993年については平均5果/樹に調節した.

窒素施与処理

1992年および1993年の施肥管理法は, 第1表に示したように, 樹齢に応じて $N(NH_4:NO_3):P:K=5(3:2):6:4$ (%) の液肥を 300 倍あるいは 400 倍に希釈して毎週 1~2 リットル施与した. また, 微量要素についても同様に隔週で施与した. この標準窒素施与区 (1/1 N 区とする) に対して, 6月1日から7月31日と8月1日から9月30日までの2期間について, 標準窒素施与区の窒素量を 1/10 として毎週施与する低窒素施与区 (1/10 N 区とする) を設けた.

窒素の定量

樹体内の窒素分析は 1991年12月17日, 1992年6月1日, 8月1日, 10月1日, 1993年1月17日, 6月1日,

Table 1. Fertilizer application rates to potted persimmon trees from 1990 to 1993.

Period	Nitrogen treatment	Fertilizer	Dilution	Rate of fertilizer application
1990				
June 1 to Sep. 30	—	A	1/400	1 liter every week
	—	B	1/400	1 liter every other week
1991				
Mar. 1 to Sep. 30	—	A	1/400	1 liter every week
	—	B	1/400	1 liter every other week
1992				
Mar. 1 to May 31	—	A	1/400	1 liter every week
		B	1/400	1 liter every other week
June 1 to July 31	1/1N	A	1/400	1.5 liter every week
		B	1/400	1.5 liter every other week
	1/10N	C	1/400	1.5 liter every week
		B	1/400	1.5 liter every other week
Aug. 1 to Sep. 30	1/1N	A	1/400	1.5 liter every week
		B	1/400	1.5 liter every other week
	1/10N	C	1/400	1.5 liter every week
		B	1/400	1.5 liter every other week
1993				
Apr. 1 to May 3	—	A	1/300	2 liter every week
		B	1/300	2 liter every other week
June 1 to July 31	1/1N	A	1/300	2 liter every week
		B	1/300	2 liter every other week
	1/10N	C	1/300	2 liter every week
		B	1/300	2 liter every other week
Aug. 1 to Sep. 30	1/1N	A	1/300	2 liter every week
		B	1/300	2 liter every other week
	1/10N	C	1/300	2 liter every week
		B	1/300	2 liter every other week

A: Liquid fertilizer with $N(NH_4:NO_3):P_2O_5:K_2O=5(3:2):6:4$ (%)

B: Liquid fertilizer with $Mg:Mn:B:Fe:Cu:Zn:Mo=1.0:2.7:0.3:1.42:0.3:0.8:0.102$ (%)

C: Liquid fertilizer with $N(NH_4:NO_3):P_2O_5:K_2O=0.5(0.3:0.2):6.9:5.8$ (%)

8月1日, 10月1日の計8回行った. 各調査日ごとに生育の揃った樹を各々3樹供試し, 新梢, 主幹および側枝, 葉, 果実, 細根, 主根および側根(太根)に解体して, 各々の全生体重, 乾物重を測定後, ケルダール法によって窒素を定量した.

結果および考察

本研究で供試した樹の生育は, 1年生樹では1ヶ月に30 cm生長し, 9月下旬には120 cmに達し, 11月中旬には紅葉・落葉した. 2年生樹では, 4月上旬に展葉し始め, 9月下旬には主幹が180 cmに達し, 主幹から10本程度の側枝が形成され, 11月中旬に紅葉・落葉した. 3年生樹の主幹は9月下旬には220 cmに達し, 側枝は約20本形成され, 11月中旬には紅葉・落葉し, 4年生樹の主幹高は9月下旬に270 cmに達し, 側枝が25本以上形成された.

樹体各部位の全乾物重の変化を第2表に示した. 新梢の乾物重は, 6月から10月にかけて著しく増加した. また, この傾向は主幹と側枝においても同様に認められた. 新梢および主幹と側枝における6月から10月までの乾物重の増加をみると, 8月から10月にかけての増加が多かった. 葉の全乾物重の変化をみると, 8月が最も高くなり, 6月には既にその8割程度の乾物重に達していた. 細根および太根では, 6月から8月にかけては大きな変化が認められなかったが, 8月から10月にかけて著しい増加が認められた.

カキの新梢生長は, 4月から5月にかけて行われ, 2次生長がみられない場合には新たな新梢生長を行うことはない. 従って, 6月から10月にかけての全乾物重の著し

い増加はリグニンの集積などによる新梢の充実によるものと考えられる. また主幹と側枝の全乾物重の増加が8月から10月にかけて高いことから, これらの器官における形成層の細胞分裂を伴う肥大がこの時期に行われていることが推察できた.

カキの根の生長は福井ら(1993, 1994)によって詳細に調査されており, 5月から9月にかけて旺盛に生長する. しかし本結果から, 6月から8月にかけてはほとんど乾物重の増加がみられず, 8月から10月にかけて著しく増加した. 従って, 6月から8月にかけての根の生長は細胞の充実を伴わない生重量の増加が主体であり, 8月から10月にかけての生長は根の肥大や細胞内成分の蓄積などによる貯蔵器官としての根の生長期であると推察できた.

樹体各部位の窒素含量の変化を示したものが第3表である. 新梢の窒素含量は6月に高くなるものの, それ以外の時期では5~6 mg/g (dw)で一定であった. これに対して主幹と側枝では冬季に5 mg/g (dw)以上を示すものの, それ以外の時期では4 mg/g (dw)前後と低かった. 葉の窒素含量は6月には15~16 mg/g (dw)と著しく高かったが, その後低下し, 10月には10 mg/g (dw)前後となった. 細根と太根では, 1991年12月に高い値を示したが, それ以外の時期では各々7~10 mg/g (dw), 3~6 mg/g (dw)を示した. 果実の窒素含量は6月には15.9 mg/g (dw)と高かったが, その後急激に低下し, 3 mg/g (dw)以下となった.

カキ樹の各器官の窒素含量の変化については, 傍島ら(1967, 1971), Clark・Smith(1990), Georgeら(1994)が調査している. 傍島ら(1967)は新梢の窒素含量につい

Table 2. Seasonal changes of dry weight (g) by different organs of persimmon trees.

	1991	1992				1993			
	Dec. 17	Jun. 1	Aug. 1	Oct. 1	Jan. 17	Jun. 1	Aug. 1	Oct. 1	Dec. 1
Current shoots	10.2	15.1	64.5	103.2	113.7	67.2	85.6	112.8	118.5
Lateral shoots and trunk	70.2	75.4	81.2	138.9	211.5	198.4	269.9	372.8	297.1
Leaves	—	100.1	154.0	144.2	—	198.1	236.2	235.6	—
Fine roots	102.0	98.3	99.0	206.8	268.3	258.6	266.6	418.0	279.8
Tap and lateral roots	151.6	126.3	184.7	316.5	398.7	332.1	385.0	758.7	730.2
Fruits	—	—	—	—	—	3.9	12.3	84.4	—

Table 3. Seasonal changes of nitrogen content (mg / g (dw)) by different organs of persimmon tree.

	1991	1992				1993				Average
	Dec. 17	Jun. 1	Aug. 1	Oct. 1	Jan. 17	Jun. 1	Aug. 1	Oct. 1	Dec. 1	
Current shoots	6.63	8.44	5.40	4.66	5.80	10.45	5.11	4.19	8.90	7.14
Lateral shoots and trunk	5.06	4.03	3.93	3.54	5.06	4.60	3.87	4.84	6.49	4.97
Leaves	—	15.32	14.52	11.40	—	16.21	15.01	8.75	—	13.32
Fine roots	13.00	7.64	9.60	8.81	8.13	8.51	7.65	6.57	11.02	8.38
Tap and lateral roots	9.40	3.41	3.94	3.33	3.68	3.36	3.26	6.24	4.98	4.30
Fruits	—	—	—	—	—	15.90	5.85	2.61	—	8.12

て5月下旬に高く、その後低下して7 mg/gで一定となると報告している。傍島らの供試樹は30年生の‘平核無’であったのに対して、本研究では3~4年生の‘西村早生’と異なっていたにもかかわらず、新梢の窒素含量に大きな差がみられなかったことから、新梢における窒素含量は樹齢あるいは品種にかかわらず、カキでは一定であるものとする。葉の窒素含量についてはGeorgeら(1994)が詳細に調査し、本研究結果と同様に展葉直後に高かった窒素含量がその後急激に低下することを認めている。同様にClark・Smith(1990)は果実中の窒素含量の季節変化を調査し、開花時に15 mg/g (dw)含まれていた窒素が4 mg/g (dw)まで低下することを認めている。従って、前述の新梢と同様に、葉および果実における窒素含量の変化も樹齢、品種、栽培地にかかわらず共通の変化を示すものと判断した。

各部位における1993年の平均窒素含量を比較すると葉の窒素含量が13.32 mg/g (dw)と最も高かった。葉の窒素含量をみると、6月には既に最大の窒素含量に達し、その後8月にかけて減少が認められた。6月から8月にかけての葉の乾物重が増加していたことから(第2表)、展葉直後の新生葉が細胞壁の肥厚を開始し、葉の乾物重の増加によって相対的に窒素含量が低くなったものと考えた。これに対して、8月から10月にかけての窒素含量の急激な低下は、乾物重の変化がほとんどみられなかったことから、老化に伴う葉の機能低下とともに、葉中の窒素が他器官に再転流しているものと考えた。

樹体各部位の1樹当たりの総窒素量の変化を示したものが第1図である。新梢の総窒素量は3年生樹の初期には少なかったものの年間を通じて大きな変化はみられず、4年生樹では0.5~1.0 g/樹で一定していた。新梢の乾物重

および窒素含量の変化から(第2, 3表)、乾物重は6月から10月にかけて2倍程度増加したにもかかわらず窒素含量が1/2に低下していることから、新梢に必要な総窒素量は6月には既に配分されており、新梢への新たな転流や他器官への再転流はみられないものとする。これに対して主幹と側枝では冬季から8月まではほぼ一定であったが、それ以降増加し、さらに年次を経るに従って増加した。従って、主幹は夏季から秋季にかけて窒素を蓄積し、窒素貯蔵器官としての機能をもつものと判断した。

葉の総窒素量は3年生樹、4年生樹ともに6月1日には既に高い値を示しており、その後8月1日までわずかに増加するものの、その後10月1日にかけて減少し、11月上旬には紅葉して落葉した。従って、葉に含まれる窒素は夏季から秋季にかけて他の器官に再転流し、主幹や根における貯蔵窒素として利用される可能性が推察できた。本実験で供試したカキ樹の総葉数は、3年生樹では平均260枚、4年生樹では330枚であったことから、8月1日における葉1枚当たりの窒素量は9.7 mgであると判断できた。

細根の総窒素量は、冬季から6月1日にかけて著しく減少した後、冬季まで急増した。これに対して太根では、細根と同様に冬季から6月1日にかけて総窒素量が減少し、その後増加したが、特に4年生樹では8月から10月にかけての総窒素量の増加が著しかった。

果実については、葉数から算出した標準着果量が10~20果/樹であったのに対して平均5果/樹と少なかったものの、その総窒素量は著しく小さく、着果量が多くなった場合でも果実の窒素要求量は少ないものと判断できた。

第1図の各部位における総窒素量を枝、葉と果実、根に区分してそれらの変化を示したものが第2図である。2年

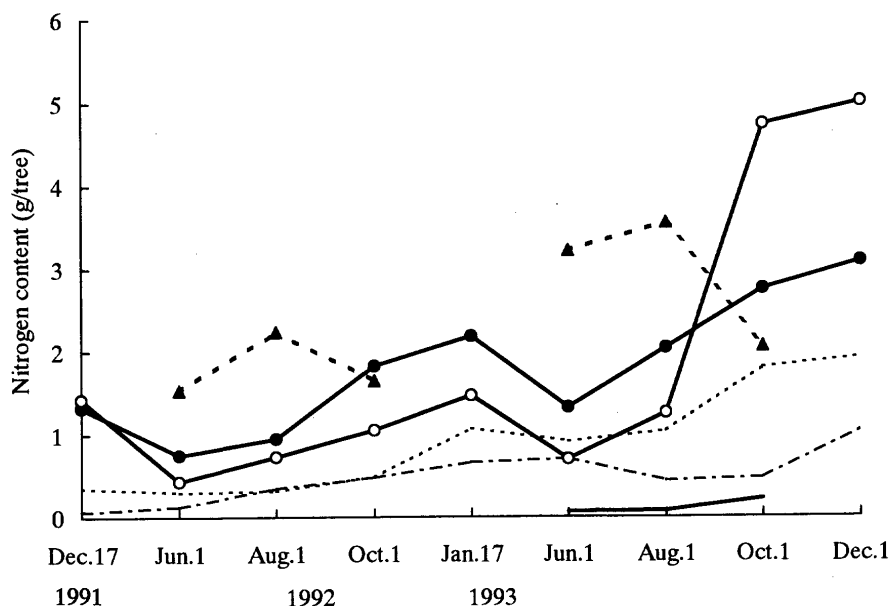


Fig. 1. Seasonal changes of nitrogen content (g/tree) in three to four-year-old potted persimmon trees. Current shoots (-----○), Lateral shoots and trunk (-----△), Leaves (---▲---), Fine roots (—●—), Tap and lateral roots (—○—) and fruits (——).

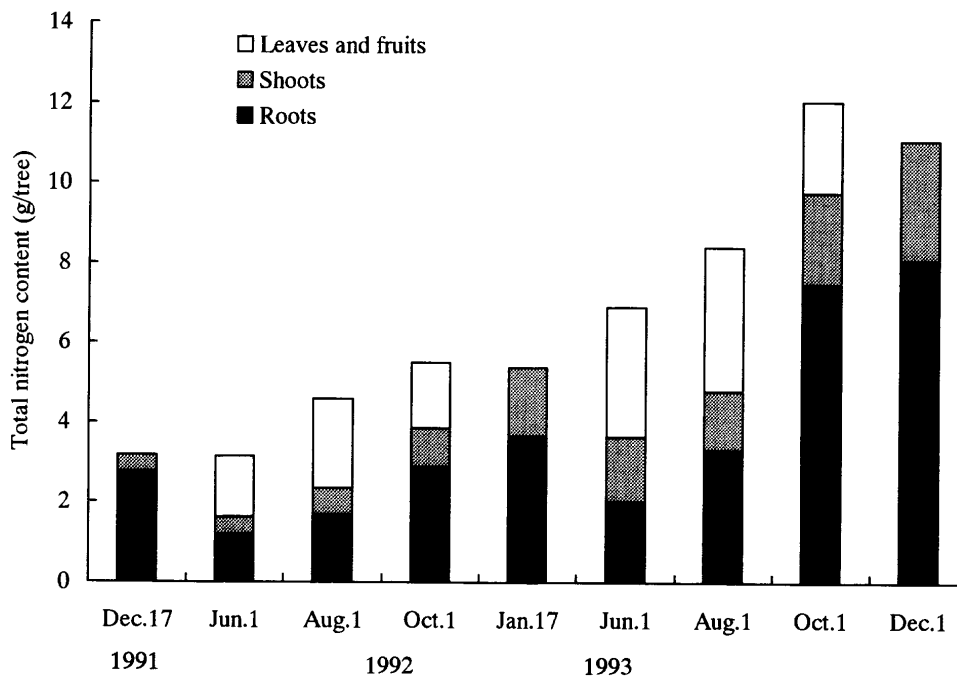


Fig. 2. Seasonal distribution of nitrogen to roots, shoots, leaves and fruits.

生樹に相当する 1991 年 12 月の樹体総窒素量は 3.2 g で、1992 年 6 月においてもほとんど変化が見られなかった。しかし、この間に根の総窒素量が著しく減少し、展葉に伴う葉の総窒素量が増加した。6 月から 8 月にかけて樹体の総窒素量は 1.4 g 増加し、窒素吸収が盛んに行われたことが明らかとなった。この吸収された窒素は、主に葉および根に分配されていた。8 月から 10 月にかけても 0.9 g の総窒素量の増加がみられ、窒素吸収が盛んに行われたが、葉の総窒素量は低下し、根の総窒素量が増加した。10 月から 1 月にかけては、この間に落葉で葉が消失したにもかかわらず樹体の総窒素量は一定であり、落葉による窒素の減少が根の窒素量の増加に置き換わっていた。

1993 年の変化についてみると、1 月から 6 月にかけて総窒素量が 1.5 g 増加し、この間にある程度窒素吸収が行われたものの、根の総窒素量は著しく減少し、葉などの新器官に必要な窒素の多くは根からの転流によって供給されていることが明らかとなった。6 月と 8 月の樹体総窒素量の変化から、1.5 g の窒素がこの 2 カ月間に吸収され、この増加した窒素の多くは根に含まれていた。また、8 月から 10 月にかけての 2 カ月間でも 3.6 g の窒素が吸収され、そのほとんどが根で蓄積されていた。10 月から 12 月にかけての変化は 1992 年とほぼ同様で、落葉に伴い葉の窒素量が減少したものの根の総窒素量は増加した。

以上のことから、春季の新器官の生長に必要な窒素は根から供給されるものと推定され、根がこれら新器官の生長に必要な窒素の貯蔵器官であることが明らかとなった。また、1992 年においては冬季から 6 月までの窒素吸収は認められなかったものの 1993 年では 1.5 g の増加が認められ、春季から 6 月までの間にある程度の窒素が吸収されており、吸収された窒素は新器官の生長に利

用されることが明らかとなった。

樹体総窒素量の増加から窒素吸収量をみると、春季から 6 月、6~8 月、8~10 月の期間にほぼ等量ずつ吸収されており、年間吸収量は樹齢が高まるに従って増加した。

これまでカキの根の生長は 5 月中旬から開始すると言われていたが(傍島ら 1964)、著者ら(福井ら 1993, 1994)は根端の細胞分裂頻度の観察結果から 3 月に根の生長が開始することを報告し、根端の細胞分裂活性は 5 月以降に著しく高くなり、8 月にピークをむかえた後、徐々に低下し、10 月には細胞分裂が終了することを明らかにした。本研究で明らかとなった窒素吸収量はこの根端の細胞分裂活性と類似したことから、窒素吸収と根端の細胞分裂活性との間には密接な関係があるものと推定された。

10 月以降の窒素吸収について詳細にみると、1992 年および 1993 年ともに総窒素量の増加が認められず、落葉によって葉の窒素が消失するのに対して、根の総窒素量が増加していたことから、落葉前に葉に含まれていた窒素が根に再転流し、貯蔵窒素として根で蓄積されたと考える。しかし、葉に含まれるすべての窒素が効率よく根に再転流するとは考えられず、10 月以降もいくらかの窒素が吸収される可能性が推定されたが、前述のように 10 月には根の細胞分裂活性が終了することから、その吸収量はそれ以前と比較して少ないものとする。

1992 年(3 年生樹)および 1993 年(4 年生樹)の 6~7 月と 8~9 月の窒素施与量を 1/10 に減少させた場合の変化をみたものが第 3 図である。総窒素量についてみると、いずれの時期においても窒素施与量を減少させると窒素量が減少し、3 年生樹と 4 年生樹とを比較すると 4 年生樹での減少が著しかった。

部位別でみると、標準窒素区の根では 3 年生樹、4 年生

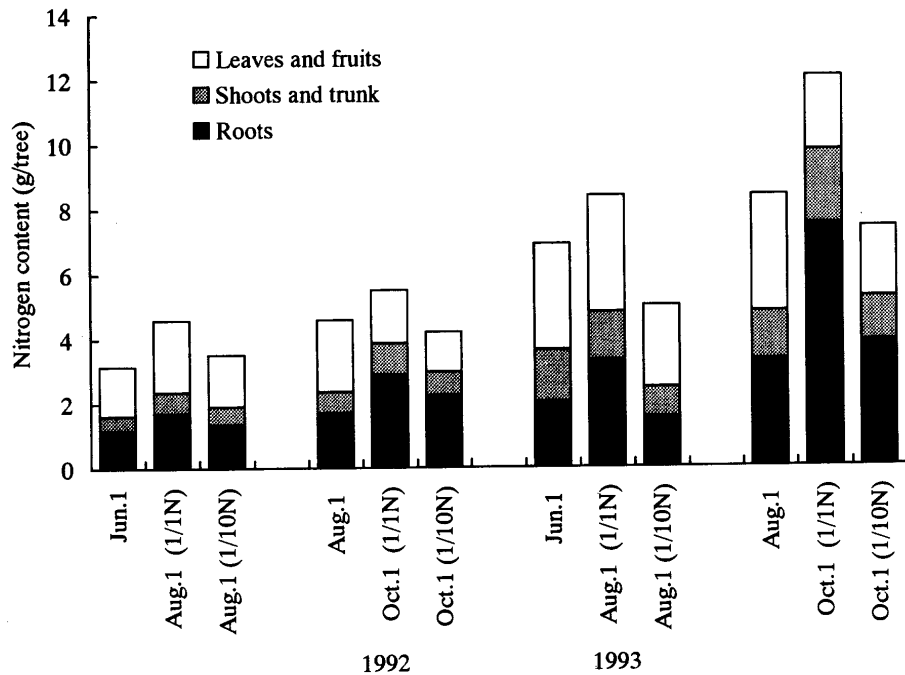


Fig. 3. Effect of decreasing of nitrogen supply on seasonal accumulation of nitrogen by roots, shoots, leaves and fruits.

樹ともに6~7月, 8~9月のいずれの時期でも総窒素量が増加したのに対して, 低窒素施与区ではほとんど増加がみられなかった. なかでも4年生樹の8~9月において, 標準窒素施与区では4.2 g/樹の窒素が増加したのに対して低窒素施与区では0.6 g/樹の増加にとどまった. 前述のように, 10月の根に含まれる窒素は翌年の新器官の生長に用いられる貯蔵窒素であることから, 8~9月に吸収された窒素が翌年の新器官の生長のための貯蔵養分として重要な役割を果たしていると考えられる.

主幹および枝梢についてみると, 根あるいは葉に比べて総窒素量が少なかったため, 窒素施与量の減少による影響は小さかったが, 4年生樹についてみると, 標準窒素施与区では6~7月の総窒素量が一定であったのに対して低窒素施与区では減少し, 8~9月の標準窒素施与区では総窒素量の増加が認められたのに対して低窒素施与区では総窒素量が減少した.

一方葉および果実では, 6~7月の低窒素施与によって葉の総窒素量が低下し, この時期に葉の硬化とともに高まる光合成活性に関連した総窒素量の増加が認められなかった. 本研究では葉色の退化などの現象は確認できなかったものの, 光合成能が低下しているものと推察できた. しかし, 8~9月では低窒素施与による影響はほとんど認められなかった. 8~9月における葉の窒素は, 葉の生理活性の低下などの老化現象に伴って他器官に再転流することが前述の結果から明らかとなっている. 従って, この葉の老化に伴う葉からの窒素の再転流は窒素吸収量の増減にかかわらずみられる樹体内窒素変化の本質的な現象と考えた.

従って, 6月から9月にかけての低窒素施与は根の窒素量に大きな影響を及ぼし, なかでも4年生樹において翌年

の生長のための貯蔵養分の減少として現れたことから, この時期の窒素吸収量は翌年の生長に重要な影響を及ぼすと考えられた.

本研究で用いた樹は, 3~4年生樹で幼木であることや着果数も1樹当たり数個と少なく, 本研究結果からカキ樹の窒素吸収のすべてを論議することは難しい. 今後, 10年生程度の成木を同様な栽培方法で養成し, 葉果比から換算した着果数を確保した樹を用いて同様の分析を行い, カキ栽培における窒素吸収特性について検討を行う必要がある.

また, 本研究では茎頂培養で増殖した個体を用いたため, juvenilityの発現によると考えられる多数の細根の発生や樹勢の早期安定など, 共台を用いて育成された個体との発育の違いが推定された. 今後この点についても検討を行う予定である.

摘 要

茎頂培養後, 順化, 鉢上げし, 2年間容器栽培した‘西村早生’を用い, 樹体各器官の窒素成分を調査した.

1. 新梢, 主幹と側枝の乾物重は, 6月から10月にかけて著しく増加し, なかでも8月から10月にかけての増加が多かった. 葉の乾物重は8月が最も高く, 6月には既にその8割程度の乾物重に達していた. 細根および太根では, 6月から8月にかけては大きな変化が認められなかったが, 8月から10月にかけて著しい増加が認められた.
2. 新梢の窒素含量は6月に高くなるものの, 5~6 mg/g (dw)で一定であった. 主幹と側枝では冬季に高くなったが, それ以外の時期では4 mg/g (dw)前後と低かった. 葉の窒素含量は6月に15~16 mg/g (dw)と著しく高く, その後低下し, 10月には10 mg/g (dw)となった. 細根と太根

では、各々 7~10 mg/g (dw), 3~6 mg/g (dw) を示した。果実の窒素含量は 6 月には 16 mg/g (dw) と高かったが、その後急激に低下した。

3. 新梢の総窒素量は低く、年間を通じて一定であった。主幹と側枝では冬季から 8 月まではほぼ一定であったが、それ以降増加し、特に 10 月以降の増加が大きかった。葉の総窒素量は 6 月上旬から 8 月上旬までわずかに増加したが、その後 10 月上旬にかけて減少し、11 月上旬には紅葉して落葉した。細根および太根では、冬季から 6 月上旬にかけて著しく減少し、葉などの新生器官に供給された。しかし、その後 10 月上旬まで急増した。

4. 6~7 月と 8~9 月の窒素施与量を 1/10 に減少させると、樹体総窒素量の増加がみられず、なかでも根での窒素の蓄積が著しく抑制された。主幹、枝、葉でも同様に窒素の増加が低下したが、その影響は小さかった。

引用文献

- Clark, C. J. and G. S. Smith. 1990. Seasonal changes in the composition, distribution and accumulation of mineral nutrients in persimmon fruit. *Sci. Hort.* 42: 99-111.
- 福井博一・西元和男・村瀬一生・中村三夫. 1988. カキの in vitro での発根に及ぼす発根処理方法と発根培地中の糖濃度の影響. *岐阜大農研報*. 53:15-19.
- Fukui, H., M. Sugiyama and M. Nakamura. 1989. Shoot tip culture of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). *園学雑*. 58: 43-48.
- 福井博一・望月啓司・中村三夫. 1993. カキ '西村早生' の根端細胞分裂の季節変化. *園学雑*. 62: 359-362.
- 福井博一・梅田 哉・望月啓司・中村三夫. 1994. カキ '西村早生' の根端細胞分裂と地温との関係. *園学雑*. 63: 291-297.
- George, A. P., R. J. Collins and T. S. Rasmussen. 1994. Phenological cycling of non-astringent persimmon in subtropical Australia. *J. Hort. Sci.* 69: 937-946.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- 中村三夫・川瀬岩夫・後藤靖雄・可児信夫・久松俊三. 1972. 岐阜市域カキ園の栄養診断について I. 調査園の選定と初年目の調査結果. *岐阜大農研報*. 33: 25-36.
- 佐藤公一・石原正義. 1953. 柿樹の養分吸収量について (第 1 報). *園学雑*. 22: 1-5.
- 佐藤公一・石原正義・原田良平. 1956. 柿樹の養分吸収量について (第 2 報). *園学雑*. 24: 1-5.
- 傍島善次・石田雅士・今井 基. 1964. カキの生理生態学的研究 (第 1 報) 枝梢, 果実および根群の年生長周期について. *京府大学報 (農学)*. 16: 11-18.
- 傍島善次・石田雅士・山本喜啓. 1967. カキの隔年結果防止に関する研究 I 新梢内の窒素および炭水化物の季節的変化について. *京府大学報 (農学)*. 19: 1-5.
- 傍島善次・石田雅士・中尾公一・荒木正勝. 1971. カキの隔年結果防止に関する研究 II 花芽分化期前後における葉内の窒素, 炭水化物ならびに核酸の消長について. *京府大学報 (農学)*. 23: 10-17.