

질소 추비 시기와 방법이 ‘부유’ 단감나무의 건물중과 질소함량 및 수체 부위별 분포에 미치는 영향

박두상* · 최성태¹ · 강성모²

¹경남농업기술원 단감연구소, ²경상대학교 원예학과

Dry Weight and Nitrogen Contents in Different Parts of ‘Fuyu’ Persimmon as Affected by Application Timing and Methods of Supplemental Nitrogen

Doo-Sang Park^{1*}, Seong-Tae Choi¹, and Seong-Mo Kang²

¹Sweet Persimmon Research Institute, Gyeongsangam-do Agricultural Research & Extension Services, Gimhae 621-802, Korea

²Department of Horticulture, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

Abstract. We studied the accumulation and partitioning of dry weight (DW) and nitrogen (N) in different parts of field-grown ‘Fuyu’ persimmon to elucidate that the foliar applications of supplemental N in June or September compared favorably with the traditional soil application in securing leaf area and fruit production. We also estimated the proportion of N permanently removed from the tree at the end of a growing season. Urea was applied either to leaves in June and/or September or to the soil in June and September for three consecutive years, and the trees were excavated in November for analyses. Total DW ranged from 4.2-4.8, 8.7-9.2, and 17.1-21.5 kg in a 4-, 5-, and 6-year-old tree, respectively, without statistical difference among the four treatments. Of the total DW, 3.3-10.2% was in shoots, 5.7-10.5% in leaves, 8.3-31.4% in aerial woods, 13.0-27.0% in root, and 28.0-59.3% in fruits. As the trees became more productive, DW proportion of fruits significantly affected that of the root: in 6-year-old trees, root DW accounted for only 10.6-15.8% of the tree total when fruit DW accounted for 50-60%. N contents ranged from 24.6-28.3, 48.3-53.5, and 98.3-122.6 g in a 4-, 5-, and 6-year-old trees, respectively, without statistical difference among the treatments. Of the total N, 6.2-11.5% was in shoots, 16.7-24.3% in leaves, 17.6-23.5% in aerial woods, 17.2-37.5% in roots, and 16.9-34.4% in fruits. As in DW, the increase in the proportion of N in fruits decreased in the root most significantly. Application methods for supplemental N did not affect the proportion of DW and N removed from the tree through abscising leaves and harvested fruits. Percentage of DW removal was 41 in 4- and 5-year-old trees, but it was 61 in more productive 6-year-old trees; that of N was 39, 43, and 49%, respectively. No significant changes in the contents of DW and N in field-grown trees, as well as their percentages removed from the tree at the end of the season, demonstrated that foliar application of supplemental N was as good as soil applications with much less N.

Additional key words: *Diospyros kaki*, dry weight distribution, foliar application, N distribution, soil application

서 언

단감나무에 질소가 부족하면 수체생장이 나쁘고 결실률도 떨어지며, 과실 발육이 불량해지고 품질도 좋지 못하다. 반면에 질소가 과다하면 영양생장이 지나치게 되고 이로써 생기는 차광으로 꽃눈 발달 저해, 착과와 당도의 감소 및 병리적·생리적 장애 증가 등으로 과실품질의 저하를 가져오

게 된다(Claypool, 1975; Raese와 Drake, 1997). 단감과원의 질소 추비는 관행적으로 여름과 가을에 토양에 공급하는 방법을 적용해 오고 있다. 토양시비는 비료 소요량이 많을 뿐 아니라 노동력도 많이 들고, 또 지하수 오염의 한 원인으로 지목되기도 한다. 이러한 문제들을 해결하기 위한 대안의 하나로 요소 엽면시비를 고려하게 되는데(Boynton, 1954; Swietlik와 Faust, 1984), 이는 대부분의 작물이 앞으로부터 요소를 빠르게 흡수(Gooding과 Davies, 1992; Shim 등, 1972; Swietlik와 Faust, 1984)하여 뿌리를 포함한 모든 기관으로 질소가 이동된다는 점(Dong 등, 2002; Rosecrance

*Corresponding author: doospj@hanmail.net

※ Received 26 April 2010; Accepted 14 June 2010.

등, 1998a, b; Tagliavini 등, 1988)에 근거를 두고 있다. 사과(Han 등, 1989), 핵과류(Johnson 등, 2001; Rosecrance 등, 1998a, b; Tagliavini 등, 1998), 감귤(Lea-Cox와 Syvertsen, 1995) 등에서 엽면시비의 효과가 보고되었지만 과연 지속적인 엽면시비만으로도 정상적인 수체 성장과 과실 생산을 보장할 수 있는가가 관심사이다(Johnson 등, 2001).

감나무의 질소시비에 대한 연구(Fukui 등, 1999; Kim, 2001, 2008)는 용기에 식재된 유목의 토양시비 효과가 대부분이고, 엽면시비 효과를 보고한 수년에 걸친 연구결과도 찾기 어렵다. Park 등(2009)은 노지에 식재된 감나무 유목을 대상으로 3년에 걸쳐 수행한 연구 결과, 질소 추비방법으로서 6월이나 9월의 엽면시비가 토양시비에 비해 엽면적 확보와 과실생산이 뒤떨어지지 않음을 보고하였다. 이러한 결과는 현재의 추비가 필요 이상의 양을 공급할 뿐 아니라 친환경적인 재배에도 역행하는 관행임을 시사하는 것으로 볼 수 있다.

본 연구에서는 4-6년생 노지의 단감나무를 대상으로 추비로 공급되는 질소를 토양시비하거나 여름에 엽면시비 하였을 때 나무의 건물과 질소의 수체 부위별 분포가 어떻게 달라질 수 있으며, 연간 축적되는 건물과 질소가 낙엽과 수확된 과실로 없어지는 비율을 구체적으로 밝히고자 하였다. 아울러 뿌리까지 포함하여 노지에 식재된 4-6년생 나무의 전체적인 수체구성에 관한 자료는 지상부나 신초 등 부분적으로만 다루어져 수체 전체의 흐름을 설명하기 어려웠던 기존연구의 문제점을 해결하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 공시된 단감 ‘부유’(*Diospyros kaki* cv. Fuyu)의 상태와 처리 내용은 Park 등(2009)이 보고한 바와 같다. 휴면기의 질소 기비(토양시비)는 모든 처리구에 공통으로 하였고, 6월 20일의 여름거름과 9월 20일의 가을거름으로 나누어 (a) 6월 엽면시비(6 Foliar), (b) 9월의 엽면시비(9 Foliar), (c) 6월과 9월 2회에 걸쳐 엽면시비(6+9 Foliar) 및 (d) 관행적인 6월과 9월의 토양시비(6+9 Soil) 등 추비 방법만을 달리하였다. 3년간 추비로 공급된 질소의 주당 총량은 6월이나 9월의 엽면시비 단독처리는 각각 4g, 8.5g(4년생 4g + 5년생 4.5g), 15g(4년생 4g + 5년생 4.5g + 6년생 6.5g) 이었고, (6+9)월 복합처리는 이 양의 2배가 된다. 토양시비 처리는 각각 30g, 90g(4년생 30g + 5년생 60g) 및 170g(4년생 30g + 5년생 60g + 6년생 80g)이었다. 따라서 6년생인 나무는 3년간, 5년생 나무는 2년간 동일한 처리를 받았다. 모든 처리에 공통된 매년 2월의 기비는 연간 시비량의 50%에 해당되는 양을 토양시비 하였는데, 표준영농교본(RDA,

1990)에 나타난 수령별 추천량에 근거하여 주당 4년생은 60g, 5년생은 120g, 6년생은 160g을 공급하였다.

질소는 요소로 공급하였고 성분량으로 환산하여 나타내었다. 토양시비는 수관 밑 토양에, 엽면시비는 0.5%(w/v) 요소용액을 살포하였다. 다른 비배관리나 방제 등은 모든 나무에 공통으로 적용하였다.

처리당 3반복, 반복당 1주로 하여 완전임의로 배치하였다. 부위별 성장조사를 위해 11월 초에 과실을 수확한 후 매년 처리당 3주씩, 모두 12주를 4년생(2000년)과 5년생(2001년)은 11월 21일에, 6년생(2002년)은 11월 14일에 굴취하였다. 굴취한 나무는 주간, 2년생 이상 가지, 신초, 잎, 과실로 분리하여 80°C에서 48시간 건조한 후 건물중을 측정하고, Kjeldahl법(Pieterzyk와 Frank, 1979)으로 질소를 정량하였다.

결과 및 고찰

수체부위별 건물

수확기의 신초 건물중을 보면 추비 공급방법에 따른 유의

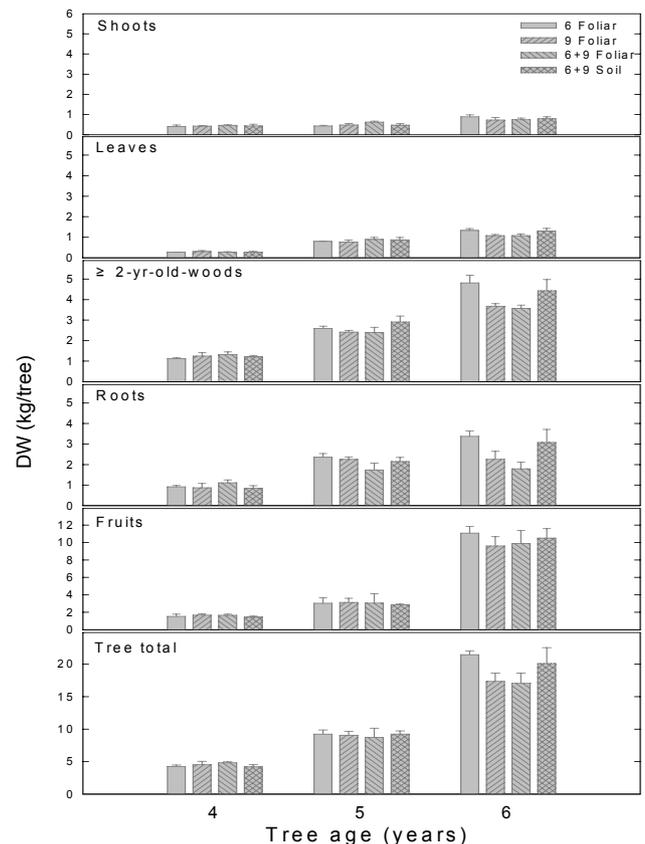


Fig. 1. Dry weight (DW) in different parts of a 'Fuyu' persimmon tree as affected by the timing and method of supplemental nitrogen (N) applications. Six- and 5-year-old trees received the same N treatment for 3 and 2 years, respectively, until being excavated in November at that age. Vertical bars represent the standard errors of means (n=3).

적인 차이가 없었다(Fig. 1). 4년생일 때는 6+9월 엽면시비구에서 465g으로 가장 많았고 6월 엽면시비에서 405g으로 적었다. 5년생일 때도 6+9월 엽면시비구에서 많았으나, 6년생 나무에서는 6월 엽면시비구에서 889g으로 가장 많아 4년생일 때보다 2.2배 증가한 것으로 나타났다. 잎 건물중은 4년생일 때는 9월 엽면시비에서 가장 높았으나 5년생일 때는 이 처리구에서 오히려 낮았으며, 6년생일 때는 6월 엽면시비구에서 가장 높아 처리에 따른 일정한 경향이나 유의성이 없었다.

2년생 이상 목질부를 합한 건물중이나 뿌리 건물중 모두 4년생과 5년생일 때는 처리에 따른 유의적인 차이가 없었다. 6년생일 때는 처리에 따른 유의적인 차이는 나타났는데, 6월 엽면시비구의 목질부가 4.8kg, 뿌리가 3.4kg으로 6+9월 토양시비구보다도 유의적으로 많은 것으로 나타났다. 특히 6년생일 때의 6월 엽면시비구의 뿌리 건물중은 4년생일 때보다 3.7배 증가하여 높은 증가율을 보였다. 주당 생산된 과실의 건물중은 4년생일 때는 9월 엽면시비구에서 7.7kg, 5년생일 때는 6+9월 엽면시비구에서 10.5kg, 6년생일 때는 6월 엽면시비구에서 20.3kg으로 가장 많았지만 각 연도별 처리에 따른 유의적인 차이는 없었다.

부위별 건물중을 합한 주당 건물중도 처리에 따른 유의적인 차이가 없었다. 4년생 나무의 총 건물중은 4.2-4.8kg, 5년생은 8.7-9.2kg, 6년생은 17.1-21.5kg 범위에 있었다. 4년생일 때 가장 낮았던 6월 엽면시비구가 6년생일 때는 21.5kg로 가장 많았고, 4년생일 때 가장 많았던 6+9월 엽면시비구가 6년생일 때는 17.1kg로 가장 작은 것으로 나타났는데, 이러한 차이는 유의적인 처리 효과이기 보다는 노지에 식재된 나무에서 볼 수 있는 일반적인 변이 수준으로 보는 것이 더 합리적인 것으로 판단된다. 그러나 6월이나 9월의 엽면시비에 비해 공급된 질소의 양이 가장 많았던 6+9월 토양시비구의 나무 생장이 많지 않았던 결과가 주목되는데, 이는 토양에 이미 나무의 흡수량보다 많은 질소가 있어 추비에 대한 반응이 낮았던 데 그 원인이 있을 수 있다(Weinbaum 등, 1992). 추비 방법에 따른 부위별 건물중과 주당 총 건물중 조사 결과를 종합하면 6월 엽면시비도 6+9월 토양시비보다 영양생장량이 떨어지지 않거나 오히려 나올 수 있으므로 엽면시비도 효율적인 질소 추비의 한 방법일 될 수 있음을 알 수 있다. 주당 과실생산량은 물론 나무의 크기를 감안한 생산효율면에서도 처리에 따른 유의적인 차이가 없었음(Park 등, 2009)은 이러한 결론을 뒷받침할 수 있을 것으로 판단된다.

각 기관별 건물 분포비율(Fig. 2)을 조사한 결과 각 연도별 처리에 따른 유의적인 차이는 없었다. 따라서 추비 방법에 관계없이 노지에 식재된 나무의 전체적인 구성을 이해하

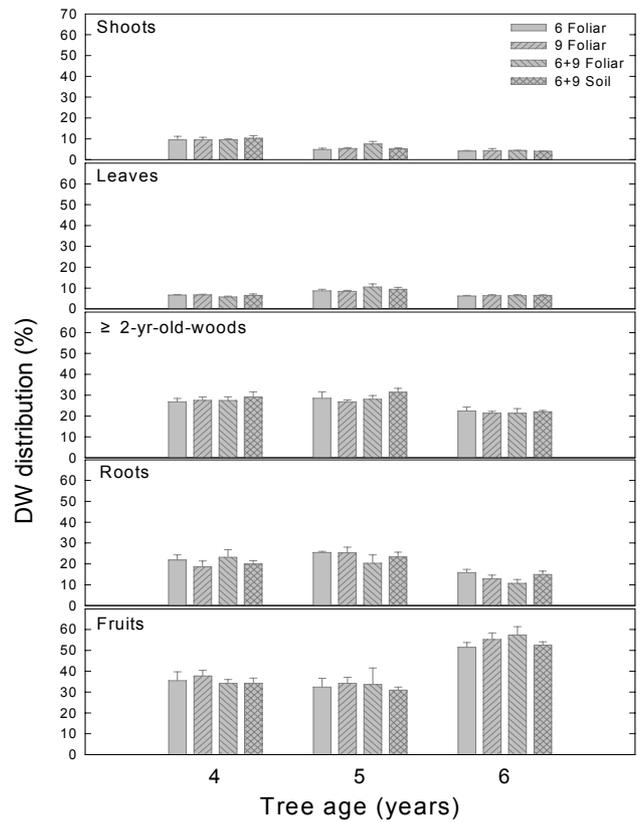


Fig. 2. Effect of timing and method of supplemental N applications on distribution of total DW in 'Fuyu' persimmon tree parts. Six- and 5-year-old trees received the same N treatment for 3 and 2 years, respectively, until being excavated in November at that age. Vertical bars represent the standard errors of means (n=3).

는 기초 자료로서 활용가치가 높다. 4년생에서 6년생까지 한 나무에서 차지하는 건물중 비율은 신초가 4.0-10.2%, 잎이 5.7-10.5%이었고, 2년생 이상 목질부가 21.3-31.4%, 뿌리가 10.6-27.0%, 과실이 30.9-57.4% 범위에 있었다. 수령이 증가함에 따라 신초와 뿌리의 건물중 비율은 낮아지고 과실의 건물중 비율은 높아졌다. 특히 6년생 나무는 과실이 전체 건물중의 51.4-57.4%를 차지하였으나 뿌리는 10.6-15.8%에 지나지 않았다. 과실 건물중의 비율이 높았던 6+9월 엽면시비와 9월의 엽면시비에서는 뿌리 분포비율이 각각 10.6%와 12.9%에 불과하여 과실과 뿌리생장의 밀접한 관련성을 알 수 있다.

수체부위별 질소

각 기관별 추비 방법에 따른 질소함량은 유의적인 차이가 없었다(Fig. 3). 신초에 축적된 질소함량은 4년생이 2.6-2.9g, 5년생 3.0-4.4g, 6년생 7.9-9.3g이었다. 잎 질소함량은 4년생에서는 3.5-4.3g, 5년생에서는 10.6-12.2g, 6년생에서는 16.6-21.1g 수준이었다. 6년생일 때는 6월 엽면시비와 6+9

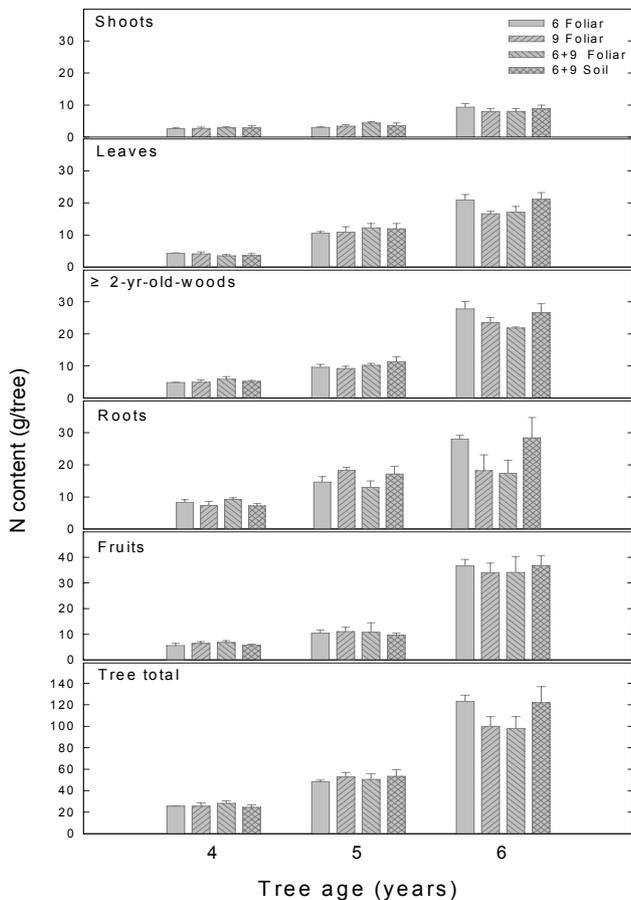


Fig. 3. Effect of the timing and method of supplemental N applications on N content in different parts of a 'Fuyu' persimmon tree. Six- and 5-year-old trees received the same N treatment for 3 and 2 years, respectively, until being excavated in November at that age. Vertical bars represent the standard errors of means (n=3).

월 토양시비에서 각각 20.9g과 21.1g로 많았고, 9월 엽면시비에서 16.6g로 가장 적었지만 유의적인 차이는 아니었다. 2년생 이상의 목질부에서는 4년생일 때는 4.8-5.9g, 5년생일 때는 9.2-11.3g, 6년생일 때는 21.8-27.8g 범위에 있었다. 특히 6년생일 때는 6월 엽면시비의 목질부 질소함량이 27.8g로 추비량이 가장 많았던 6+9 토양시비의 26.6g보다 많은 것으로 나타났다.

주당 뿌리의 질소함량은 4년생일 때는 7.2-9.2g, 5년생일 때는 13.0-18.3g, 6년생일 때는 17.3-28.4g 범위에 있었고 처리에 따른 유의적인 영향은 없었다. 뿌리의 질소 축적 면에서 엽면시비보다 토양시비가 다소 유리한 것처럼 보이는 경우가 없는 것은 아니지만 6년생의 6월 엽면시비구에서 28g으로 높게 나타난 것으로 보아 엽면시비가 뿌리의 저장질소 축적에 문제가 있을 것으로 판단되지는 않았다. 과실의 질소함량은 4년생일 때는 5.6-6.8g, 5년생일 때는 9.7-11.0g, 6년생일 때는 34.0-36.8g 범위로 처리간 차이는 없었다. 주당 총

질소함량을 보면 4년생은 24.6-28.3g, 5년생은 48.3-53.5g, 6년생은 98.3-122.6g으로 처리별 연도별 차이가 없었으나 처리 3년차인 6년생 나무에서는 시비량이 가장 많았던 6+9월 토양시비구와 엽면시비 시기가 빨랐던 6월 엽면시비구에서 많은 경향이였다.

주당 질소함량은 수령이 증가하면서 증가되는 건물중 (Fig. 1)과 함께 4년생에서 25g 내외였던 것이 6년생에서는 100g 이상이었다. 연간 시비한 질소의 양과 주당 질소함량 (Fig. 3)을 비교하면 나무가 흡수·이용한 질소의 비율을 추정할 수 있다. 가령 4년생의 경우 기비로 주당 60g, 6+9월 토양시비로 60g의 질소가 공급되었는데 실제로 나무가 함유하고 있는 양은 24.7g에 불과하여 공급량의 20.5%만 흡수된 것으로 볼 수 있다. 이런 식으로 분석하면 6+9월 토양시비구의 5년생 나무는 공급량의 22.3%, 6년생 나무는 38%인 것으로 나타나, 6+9월 엽면시비구의 37%, 52%보다 훨씬 낮음을 알 수 있다. 이러한 계산에는 기비로 공급된 양까지 포함된 것이기 때문에 휴면기의 흡수율이 5% 정도에 불과할 정도로 낮다는 결과(Maust와 Williamson, 1994; Munoz 등, 1992; Weinbaum 등, 1978; Weinbaum과 van Kessel, 1998)를 감안하면 엽면시비로 공급된 질소의 이용률은 이보다 훨씬 높을 것으로 판단된다. 공급량에 대한 이용률이 토양시비보다 엽면시비에서 더 높은 것은 Rosecrance 등(1998a, 1998b)과 Tagliavini 등(1998)의 연구에서 더 체계적으로 증명된 바 있다.

각 기관별 질소 분포 비율을 보면 4년생일 때와 6년생일 때는 질소 공급방법에 따른 유의적인 차이가 없었고, 5년생일 때는 신초와 잎, 뿌리에서 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(Fig. 4). 4년생 나무에서는 신초에 10.5%, 잎에 15.0%, 2년생 이상 목질부에 19.9%, 과실에 23.8% 분포하였고, 가장 많은 30.8%가 뿌리에 분포하는 것으로 나타났다. 5년생 나무에서는 6+9 엽면시비구의 신초와 잎에 분포된 질소 비율이 각각 8.8%와 24.3%로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 반면 뿌리의 비율이 25.6%로 낮아진 점이 특이하였다. 6년생 나무에서는 신초에 7.8%, 잎에 17.2%, 2년생 이상 목질부에 22.7%, 뿌리에 20.1% 분포하였고, 가장 많은 32.2%가 과실에 분포하는 것으로 나타났다. 수체 전체의 질소함량에서 잎과 과실에 포함된 것은 수체로부터 영구히 제거되는 것이고, 신초와 2년생 이상 목질부 및 뿌리에 분포된 질소만 다음해의 나무 발육에 영향을 미치게 될 것이다. 이 가운데 뿌리에 분포된 질소의 비율이 4년생에서는 47.1-52.9%, 5년생에서는 47.1-59.4%, 6년생에서는 36.3-44.1%로 영구부위에 포함된 질소의 반 정도에 달하는 것으로 나타나 저장기관으로서 뿌리의 기능을 나타내었다(Hansen, 1967; Kandiah,

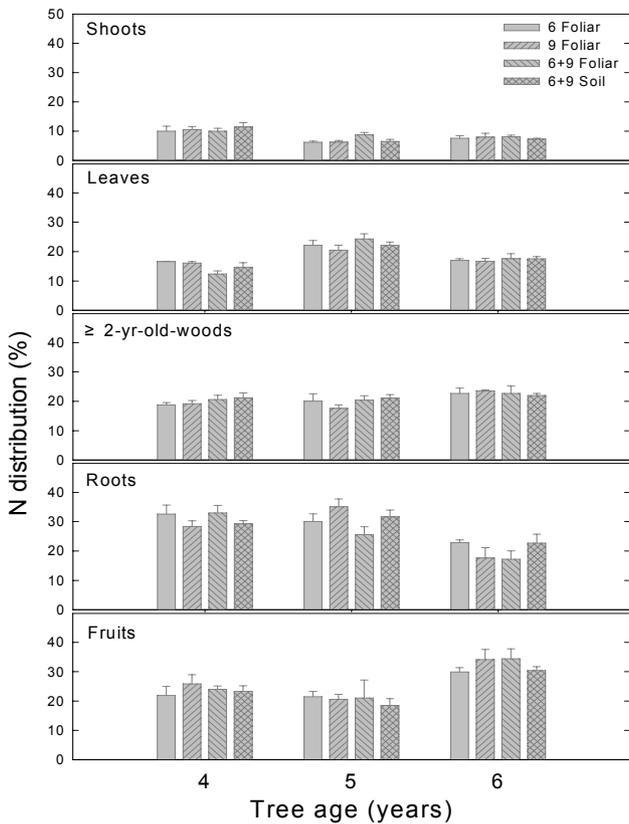


Fig. 4. Effect of timing and method of supplemental N applications on distribution of N in different parts of a 'Fuyu' persimmon tree. Six- and 5-year-old trees received the same N treatment for 3 and 2 years, respectively, until being excavated in November at that age. Vertical bars represent the standard errors of means (n=3).

Table 1. Effect of the timing and method of supplemental N applications on the proportion of total DW and N content permanently removed from the tree. Presented are percentages of the tree totals in abscising leaves and fruits.

Treatment	DW	N
<i>4-year-old trees (2000)</i>		
6 Foliar	41.9 a	38.5 a
9 Foliar	44.3 a	41.9 a
6+9 Foliar	39.8 a	36.4 a
6+9 Soil	40.7 a	38.0 a
Mean	41.7	38.7
<i>5-year-old trees (2001)</i>		
6 Foliar	41.1 a	43.6 a
9 Foliar	42.6 a	41.0 a
6+9 Foliar	44.1 a	45.2 a
6+9 Soil	40.3 a	40.6 a
Mean	42.0	42.6
<i>6-year-old trees (2002)</i>		
6 Foliar	57.6 a	46.8 a
9 Foliar	61.5 a	50.8 a
6+9 Foliar	63.8 a	52.0 a
6+9 Soil	59.1 a	48.0 a
Mean	60.5	49.4

²Mean separation within columns each year by DMRT at $P=0.05$.

1979; Lockwood와 Sparks, 1978; Oliveira와 Priestley, 1988).

건물과 질소의 연간 소실량

1년간 성장한 결과 연간 증가한 주당 총 건물이나 질소에 낙엽과 과실로 없어지는 건물과 질소의 비율을 아는 것은 결실량에 따른 시비량 조절 등은 합리적인 영양관리 측면에서 많은 것을 시사한다. Table 1은 수확기에 굴취한 나무의 부위별 건물중을 측정하여 영년생 기관에 남아 있는 것과 나무로부터 없어지는 양의 비율을 계산한 것이다. 각 연도별 주당 총 건물중과 영년성 기관에 남는 건물중의 비율 모두 추비 방법에 따른 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 평균적으로 볼 때 4년생(4.5kg)에서 5년생(9.1kg)으로, 5년생에서 6년생(19.0kg)으로 수령이 증가함에 따라 주당 건물중이 2배 정도 늘어난 것을 알 수 있다. 그러나 총 건물중에서 과실과 낙엽으로 없어지는 비율을 보면 4년생과 5년생 나무에서는 처리에 관계없이 평균적으로 42% 정도였으나, 과실 건물중이 많았던 6년생 나무에서는 그 비율이 60%가 넘도록 크게 증가하였다.

수확기에 소실되는 질소의 비율을 보면 4년생에서는 평

균 38.7%, 5년생에서는 42.6%, 6년생에서는 49.4%로 나타났다. 이와 같은 결과는 각 수령별로 잎에 함유된 질소의 양이 처리 간 차이가 없기 때문에(Fig. 1) 당년의 과실 생산량에 큰 영향을 받는 것으로 판단된다. 따라서 과실수량이 많을수록 나무로부터 소실되는 질소의 양은 증가하지만 과실의 질소 농도가 높지 않기 때문에 건물 소실률에는 크게 영향을 못 미치는 것으로 판단된다. 1년에 주당 질소함량의 50% 정도가 소실되는 것으로 나타났는데, 이는 아몬드에서의 실험결과(Weinbaum 등, 1987)와 매우 유사한 비율이다. 수령 증가와 함께 1년 동안에 증가하는 주당 질소함량이 나무의 어느 기관에 어느 정도로 분포하는가를 이해하게 되면 단감재배에 유익한 정보를 얻을 수 있다.

매년 11월에 굴취한 나무에서 측정한 건물중(Fig. 1)이나 질소함량(Fig. 3)을 보면 관행적인 6+9월 토양시비의 효율성에 대한 재검토 필요성을 제기하고 있다. 수령별 주당 건물중은 처리에 따른 유의적인 차이가 없이 매년 2배 정도 증가하였고, 수령 증가와 함께 실험수별 번이도 함께 커지는 것으로 나타났다. 이 건물중 가운데 낙엽과 수확된 과실을 통해 소실된 비율은 각각 42%, 42%, 61% 내외였는데 질소추비와 방법에 따른 유의적인 차이는 없었다. 그러나

주당 수량에 따라 수체 부위의 분포비율이 매우 달라질 수 있음이 본 연구의 결과에서 확인되었다. 과실생산량이 많을 수록 특히 뿌리의 분포비율이 낮아진 것은 이 기관의 낮은 수용 부위 활성(sink activity)을 나타내는 결과로 풀이된다 (Faust, 1989; Oliveira와 Priestley, 1988). 주당 수량 증가와 함께 일어나는 뿌리의 이러한 감소는 저장양분의 중요성과 관련해서 수체관리 전략의 중요한 부분을 시사하고 있다. 추비로 공급된 질소의 양적 차이에도 불구하고 주당 건물중 차이가 없었던 원인으로서는 다음과 같은 측면을 고려할 수 있다. 원래 나무의 영양상태가 좋아 공급된 질소를 흡수할 필요성이 낮은 경우(Acuna-Maldonado 등, 2003), 시비량의 천연공급량이 매우 많아 공급된 질소의 효과가 희석된 경우 (Greenham, 1980; Richardson과 Meyer, 1990), 혹은 기비로 공급된 질소만으로 나무의 요구량이 충족된 경우가 그것이다. 본 연구가 시작된 4년생 나무에서는 저장 질소의 양이 새로 공급되는 질소를 필요로 하지 않을 만큼 높은 수준이었을 것으로 보기 어려울 것 같고, 실험포장은 흑색 비닐로 피복하여 초생이 형성되지 않았으며 토양 유기물 농도(자료 미제시)도 높지 않아 천연공급량이 나무의 필요 이상으로 많았을 것으로 판단되지 않는다. 기비만으로도 충분했을 가능성은 더 정밀한 검정이 요구되지만 이로써 충분했다 하더라도 휴면기의 흡수율이 매우 낮기 때문에(Maust와 Williamson; 1994, Munoz 등, 1992; Weinbaum 등, 1978; Weinbaum과 Kessel, 1988) 이 가능성도 설명이 쉬운 부분이 아니다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 추적한 추비효과에 관한 한 엽면시비와 관행적인 토양시비 사이에 주당 건물중, 수체 부위별 건물 분포 등에 큰 차이가 없으므로 기비를 주고 보 비력이 좋은 과수원이면 6월의 엽면시비만으로도 많은 량의 비료와 생산비를 절감할 수 있다는 점은 명확한 것으로 판단된다. 그러나 수령이 더 증가되었을 때 모든 추비를 엽면시비로 완전히 대체할 수 있느냐 하는 문제는 앞으로 검토되어야 할 문제이다.

초 록

본 연구에서는 노지에 식재된 ‘부유’ 단감나무에 있어서 6월이나 9월의 엽면시비가 관행적인 토양시비에 비해 영양 성장과 건물 축적, 질소함량 및 이들의 분포, 그리고 수령이 많아짐에 따라 증가하는 건물과 질소함량 가운데 수확 과실과 낙엽을 통해 나무로부터 영구적으로 소실되는 양적 비율을 추정하고자 하였다. 이를 위해 4-6년생 ‘부유’ 단감나무로 6월과 9월에 1회 또는 2회 엽면시비구와 관행적인 6+9월 토양시비를 대조구로 두는 4처리를 3년간 같은 나무에 적용한

다음 매년 11월에 나무를 굴취하여 분석하였다. 주당 건물중은 4년생에서는 4.2-4.8kg, 5년생에서는 8.7-9.2kg, 6년생에서는 17.1-21.5kg이었지만 추비 시기 및 방법에 따른 유의적인 차이는 없었다. 건물중의 기관별 분포를 보면 신초는 3.3-10.2%, 잎은 5.7-10.5%, 2년생 이상 목질부는 8.3-31.4%, 뿌리는 13.0-27.0%, 과실은 28.0-59.3%였다. 뿌리와 과실의 건물중은 서로 반대되는 변화를 보였는데, 특히 과실 건물중이 주당 건물중의 50-60%에 달한 6년생 나무의 뿌리는 10.6-15.8%에 지나지 않았다. 주당 질소함량은 처리에 따른 차이 없이 4년생은 24.6-28.3g, 5년생은 48.3-53.5g, 6년생은 98.3-122.6g의 범위에 있었는데, 이 중 신초에는 6.2-11.5%, 잎에는 16.7-24.3%, 2년생 이상 목질부에는 17.6-23.5%, 과실에는 16.9-34.4%, 뿌리에는 17.2-37.5%가 분포하고 있었고, 과실의 비율이 높아지면 뿌리의 비율이 낮아지는 것은 건물중에서의 변화와 비슷하였다. 잎과 과실을 통해 나무로부터 소실되는 건물중 비율은 추비 방법에 따른 차이 없이 4년생과 5년생에서는 41% 내외였으나 주당 수량이 많았던 6년생에서는 61%로 높았다. 4년생 나무는 전체 질소의 39%, 5년생에서는 43%, 6년생에서는 49%가 나무로부터 소실되는 것으로 나타났다. 부위별 건물중과 질소함량 모두 처리에 따른 유의적인 차이가 없음은 ‘부유’ 단감나무 유목에 있어서 시비량이 월등히 적은 엽면시비의 이용가치를 입증하는 결과로 볼 수 있다.

추가 주요어 : 감나무, 건물분배, 엽면시비, 질소분배, 토양시비

인용문헌

- Acuna-Maldonado, L.E., M. Smith, N.O. Maness, B.S. Cheary, and B.L. Carroll. 2003. Influence of nitrogen application time on nitrogen absorption, partitioning, and yield of pecan. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128:155-162.
- Boynton, D. 1954. Nutrition by foliar application. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 5:31-54.
- Claypool, L.L. 1975. Plant nutrition and deciduous fruit crop quality. *HortScience* 10:45-47.
- Dong, S., L. Cheng, C.F. Scagel, and L.H. Fuchigami. 2002. Nitrogen absorption, translocation and distribution from urea applied in autumn to leaves of young potted apple (*Malus domestica*) trees. *Tree Physiol.* 22:1302-1310.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees.* John Wiley & Sons, NY, USA.
- Fukui, H., Y. Suzuki, E. Ogawa, K. Hirata, Y. Matsubara, and M. Nakamura. 1999. Nitrogen uptake by three- to four-year-old potted tree of Japanese persimmon ‘Nishimurawase’. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 68:578-584.
- Gooding, M.J. and W.P. Davies. 1992. Foliar urea fertilization

- of cereals: A review. *Fert. Res.* 32:209-222.
- Greenham, D.W.P. 1980. Nutrient cycling: The estimation of orchard nutrient uptake. p. 345-352. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples, and W.M. Waller (eds.). *Mineral nutrition of fruit trees*. Butterworths, London, UK.
- Han, Z., X. Zeng, and F. Wang. 1989. Effect of autumn foliar applications of ^{15}N -urea on nitrogen storage and reuse in apple. *J. Plant Nutr.* 12:675-685.
- Hansen, P. 1967. ^{14}C -Studies on apple trees. III. The influence of season on storage and mobilization of labelled compounds. *Physiol. Plant.* 20:1103-1111.
- Johnson, R.S., R. Rosecrance, S. Weinbaum, H. Andris, and J. Wang. 2001. Can we approach complete dependence on foliar-applied urea nitrogen in an early-maturing peach? *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:364-370.
- Kandiah, S. 1979. Turnover of carbohydrates in relation to growth in apple trees. II. Distribution of ^{14}C assimilates labelled in autumn, spring and winter. *Ann. Bot.* 44:185-195.
- Kim, Y.K. 2001. Effect of irrigation levels and nitrogen supply on vegetative and fruit growth of 'Fuyu' persimmon. MS Thesis, Gyeongsang Natl. Univ., Jinju, Korea.
- Kim, Y.K. 2008. Effect of autumn and spring applications of nitrogen on its uptake, partitioning and reutilization in 'Fuyu' persimmon. PhD Diss., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju, Korea.
- Lea-Cox, J.D. and J.P. Syvertsen. 1995. Nitrogen uptake by citrus leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:505-509.
- Lockwood, D.W. and D. Sparks. 1978. Translocation of ^{14}C in 'Stuart' pecan in spring following assimilation of $^{14}\text{CO}_2$ during the previous growing season. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:38-45.
- Maust, B.E. and J.G. Williamson. 1994. Nitrogen nutrition of containerized citrus nursery plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:195-201.
- Munoz, N., J. Guerri, F. Legaz, and E. Primo-Millo. 1992. Seasonal uptake of ^{15}N -nitrate and distribution of absorbed nitrogen in peach trees. *Plant Soil* 150:263-269.
- Oliveira, C.M. and C.A. Priestley. 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 10:403-430.
- Park, D.S., S.T. Choi, and S.M. Kang. 2009. Effect of soil and foliar applications of supplemental nitrogen on tree growth and yield of 'Fuyu' persimmon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:365-370.
- Pieterzyk, D.J. and C.W. Frank. 1979. *Analytical Chemistry*. Academic Press, NY, USA. p. 190, 315, 645.
- Raese, J.T. and S.R. Drake. 1997. Nitrogen fertilization and elemental composition affects fruit quality of 'Fuji' apples. *J. Plant Nutr.* 20:1797-1809.
- Richardson, W.F. and R.D. Meyer. 1990. Spring and summer nitrogen applications to walnuts. *California Agr.* 44:30-32.
- Rosecrance, R.C., R.S. Johnson, and S.A. Weinbaum. 1998a. Foliar uptake of urea-N by nectarine leaves: A reassessment. *HortScience* 33:856-861.
- Rosecrance, R.C., R.S. Johnson, and S.A. Weinbaum. 1998b. The effect of timing of post-harvest foliar urea sprays on nitrogen absorption and partitioning in peach and nectarine trees. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 73:856-861.
- Rural Development Administration (RDA). 1990. *Persimmon growing*. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Shim, K.K., J.S. Titus, and W.E. Splittstosser. 1972. The utilization of post-harvest urea sprays by senescing apple leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:592-596.
- Swietlik, D. and M. Faust. 1984. Foliar nutrition of fruit crops. *Hort. Rev.* 6:287-355.
- Tagliavini, M., P. Millard, and M. Quartieri. 1998. Storage of foliar absorbed nitrogen and remobilization for spring growth in young nectarine (*Prunus persica* var. *nectarina*) trees. *Tree Physiol.* 18:203-207.
- Weinbaum, S.A. and C. van Kessel. 1998. Quantitative estimates of uptake and internal cycling of ^{15}N -labeled fertilizer in mature walnut trees. *Tree Physiol.* 18:795-801.
- Weinbaum, S.A., I. Klein, and T.T. Muraoka. 1987. Use of nitrogen isotopes and a light-textured soil to assess annual contributions of nitrogen from soil and storage pools in mature almond trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:526-529.
- Weinbaum, S.A., M.L. Mervin, and T.T. Muraoka. 1978. Seasonal variation in nitrate uptake efficiency and distribution of absorbed nitrogen in non-bearing prune trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:516-519.
- Weinbaum, S.A., R.S. Johnson, and T.M. DeJong. 1992. Causes and consequences of overfertilization in orchards. *HortTechnology* 2:112-121.