

강전정에 의한 저수고 감나무의 시비량 조절에 따른 수체 성장 및 과실 성장 반응

최성태* · 박두상 · 안광환 · 김성철 · 최태민 · 노치웅¹

경상남도농업기술원 단감연구소, ¹경상남도농업기술원 시험연구국

Responses of Tree Growth and Fruit Production of Persimmon after Lowering Height by Heavy Pruning to Fertilization Rates

Seong-Tae Choi*, Doo-Sang Park, Gwang-Hwan Ahn, Sung-Chul Kim, Tae-Min Choi, and Chi-Woong Rho¹

Sweet Persimmon Research Institute, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Gimhae 621-802, Korea

¹Research and Development Bureau, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Gimhae 621-802, Korea

Lowering tree height has been a key practice for efficient management of persimmon orchards. This experiment was conducted to assess whether fertilization rates could be reduced after lowering the tree height by heavy pruning. Twelve-year-old 'Uenishiwase' persimmon trees were lowered to 2 m from over 3 m by severe dormant pruning, and then conventional fertilization rate was applied to some trees in April (N 224 g, P₂O₅ 172 g, and K₂O 172 g per tree), June (N 112 g and K₂O 99 g per tree), and October (N 112 g and K₂O 99 g per tree). At the same time, 1/3 or 2/3 of the conventional rate and none were applied to other trees, respectively. Non-application decreased shoot length and reduced number of unnecessary secondary shoots by 39% compared with the conventional rate, not affecting yield and weight, color, firmness, and soluble solids of fruits. No significant difference was also found in the yield and the fruit characteristics among the trees fertilized with different rates. Concentrations of soluble sugars, starch, N, and K of dormant shoots in March of the following year were not significantly changed by the different treatments of the previous year. There was no significant difference of shoot growth and yield among the treatments the following year when the same fertilization rate was supplied to all the trees. Results indicated that fertilization rate could be reduced to less than 1/3 of conventional rate to save the cost and stabilize shoot vigor when tree height is lowered by severe pruning.

Key Words: Fertilization, Low height tree, Persimmon, Pruning, Tree vigor

서 언

농촌의 노령화, 인건비 상승 등으로 단감 과원의 노동력 절감을 위한 노력이 지속적으로 이루어지고 있으며, 그 일환으로 나무의 높이를 낮추는 작업이 일반화되었다. 그러나 수고를 낮출 때 강전정이 수반되기 때문에 수년간 수량 감소와 함께 도장지 발생이 심해지는 부작용이 나타나기 쉽다 (Choi et al., 2006; Forshey et al., 1992). 이런 이유로 수고를 낮출 때는 수년에 걸쳐 점진적으로 하도록 권장되고 있으나 여전히 일시에 강전정으로 수고를 낮추는 농가가 많다.

강전정으로 수고를 낮춘 해에는 지상부의 총 생장량도 감소하므로 (Mika, 1986), 필요한 시비량은 감소할 것으로

추정된다 (Kim et al., 2002). 과수원에 필요 이상으로 시비량이 많을 경우 불필요한 신초 성장 및 도장지나 2차생장지 발생이 심해지고 과실 성장과 품질이 나빠진다 (Choi et al., 2012; Forshey and Elfving, 1989). 따라서 수고 낮추기로 세력이 강해지기 쉬운 나무에서 시비량 줄이기는 시비 비용 절감과 더불어 수세 안정 측면에서 대단히 중요하지만, 관행에 따라 시비를 함으로써 부작용이 심해지는 사례가 그치지 않고 있다. 지도기관에서는 수고를 심하게 낮춘 해에 수세 안정을 위해 시비량을 줄이도록 권장하고 있으나 근거로 활용할 연구결과가 없는 실정이다.

농촌진흥청에서 권장하는 성목 감 과원의 10a당 연간 시비량은 질소 (N) 25 kg, 인산 (P₂O₅) 12 kg, 가리 (K₂O) 24 kg으로, 인산은 전량을 기비로, 질소와 가리는 50%씩 기비와 추비로 나누어 사용하도록 하고 있다 (NIAST, 1999). 실제로 시비를 할 때는 토양분석과 엽분석 결과를 참고하여 시비량을 조절해야 하지만, 시료 채취 부위에 따라 분석 결과

접수 : 2013. 2. 22 수리 : 2013. 4. 4

*연락처 : Phone: +82552541564

E-mail: stchoi1234@korea.kr

의 편차가 심하고 분석에 많은 시간이 소요된다 (Robinson, 1980). 그러므로 감 과원에서는 해당 과원의 관행적인 시비량을 기준으로 나무 크기 및 세력, 목표 수량 등을 참고하여 시비량을 조절하는 것이 일반적이다. 특히 재배 방법에 따라 수세 변화가 심할 경우에는 토양분석 결과에 의존하기보다 나무 상태를 보고 시비를 결정하는 것이 합리적일 수 있다 (Choi et al., 2011b; Kim et al., 2002; RDA, 2001). 따라서 수고를 일시에 낮춘 나무에서도 관행 시비량에 비해 시비를 얼마만큼을 줄여 줄 수 있는 지가 관심 사항이라 할 수 있다. 본 연구는 감나무의 수고를 심하게 낮춘 해에 시비량을 달리한 후 나타나는 수체생장, 수량 및 과실 특성의 변화를 조사하여 합리적인 시비량 조절을 위한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

재료 및 방법

시험처리 및 시험수 관리 경남 김해시 진영읍의 평지에 6×3 m 재식거리로 조성된 '상서조생' (*Diospyros kaki* cv. Uenishiwase) 단감 과원에서 12년생 나무를 시험재료로 사용하였다. 토양은 자갈이 섞인 사양토로서 척박한 편이었고 나무들은 개심자연형으로 관리되고 있었다. 2006년 3월 전정 때에 일부 주지를 제거하거나 주지 선단을 강하게 절단하여 3 m 이상의 수고를 약 2 m로 낮추었다. 시비량이 강 전정을 한 나무의 생장에 미치는 영향을 보기 위하여 무시비구, 관행 시비량의 1/3 또는 2/3씩 주는 시비구 및 관행시비구 등 4처리구를 두었다. 관행 시비구의 시비량은 시험포에서 평균적으로 사용하는 양으로 농촌진흥청 권장 시비량 (N-P₂O₅-K₂O : 25-12-24 kg/10a)을 주당 시비량으로 환산한 양과 비슷하였다. 시험구는 처리당 7반복, 반복당 1주씩을 완전임의로 배치하되, 처리가 다른 나무들은 적어도 9 m 이상 떨어지도록 하였다. 이들 시험수는 전년도 11월에 주당 퇴비 20 kg씩을 사용하였다. 4월 4일에 밑거름용 복합비료 (N-P₂O₅-K₂O : 13-10-10)를 무시비구, 관행 1/3시비, 관행 2/3시비, 관행시비구에 각각 주당 0, 0.57, 1.15, 1.72 kg씩 사용하고, 6월 21일과 10월 16일에 추비용 복합비료 (N-P₂O₅-K₂O : 18-0-16)를 각각 0, 0.21, 0.42, 0.62 kg씩 사용하였다. 그러므로 관행시비구에 주당 공급된 질소, 인산, 가리 성분량은 각각 447, 172, 370 g이었다. 시비를 할 때 나무 원줄기를 중심으로 1~1.3 m 거리에 깊이 10 cm 정도의 고랑을 둥글게 파고 고랑을 따라 비료를 준 후 물을 주당 40~50 L씩 주었다.

결실량을 균일하게 하기 위하여 개화 전인 5월 중순에 길이 30 cm 이상 결과지에는 꽃봉오리를 2개, 30 cm 미만인 결과지에는 1개를 남기고 솎아 주었으며, 생리적 낙과가 끝난 7월 20일에는 결과모지당 5개 이상 과실이 달리지 않도록 솎아 결과모지의 엽과비 (과실당 엽수)가 12 이하가 되지

않도록 하였다. 생육기 동안 강우량이 적었던 8, 9, 10월에 월 1~2회 주당 50~70 L씩 관수를 하였다. 이듬해에는 전년도에 도장지 발생이 많았던 점을 고려하여 4월 5일과 6월 20일에 전년 관행시비구 시비량의 1/2 수준으로 모든 처리구에 동일하게 시비하였다. 결실조절을 비롯한 시험포 관리 는 전년과 같이 하였다.

수체 생장 및 과실 조사 신장이 끝난 잎과 신초 상태를 2006년 7월 7일과 7월 20일에 각각 조사하였다. 잎은 주당 20매씩 신초의 중간 잎을 무작위로 채취하여 엽록소측정기 (SPAD-502, Minolta Camera Co., Tokyo, Japan)로 SPAD 값을 측정하고 엽면적계 (AAM-8, Hayashi Denkoh Co., Tokyo, Japan)로 평균 엽면적을 구하였다. 신초장은 결과모지 선단신초장을 주당 20개씩 측정하여 평균하였으며, 60 cm 이상으로 신장한 도장지와 길이 10 cm 이상의 2차생장지 개수를 세었다. 4월 4일과 11월 7일에 접목부로부터 10 cm 위치의 간주를 잴 후 주간단면적으로 환산하여 증가량을 산출하였다. 10월 17일에 전체 과실을 수확하였으며 수량을 조사한 후 주당 25개 과실을 무작위로 골라 평균 과중, 색도, 경도, 당도를 측정하였다. 색도는 휴대용색도계 (CM-508i, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 과피의 적색도 Hunter a 값을 구하였고, 과육의 경도는 직경 5 mm 탐침을 사용하여 경도계 (TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK)로 측정하였다. 당도는 과실의 적도부에서 과피로부터 약 2 cm 깊이까지 착즙하여 굴절당도계 (ACT-1E, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 시비량을 동일하게 했던 처리 이듬해 2007년에는 5월 30일에 잎과 8월 23일에 신초 생장을 전년과 같은 방법으로 조사하였고, 10월 18일에 과실을 수확하여 수량과 평균 과중을 조사하였다.

토양 및 식물체 분석 2006년 4월 4일 시비 처리 전과 처리 이듬해 1월 12일에 토양 분석을 위해 처리 별로 3주의 원줄기로부터 약 1.5 m 거리의 3지점에서 깊이 5~30 cm 내의 흙을 각각 채취하여 합쳤다. 채취 한 토양 시료는 실험실에서 풍건하여 2 mm 체를 통과한 것을 화학성분 분석에 사용하였다. 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 및 식물체 분석법 (NIAST, 2000)을 적용하였는데, pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 초차전극법 (Orion 520A pH meter, Orion Research Inc., Boston, USA)으로, 유기물은 Tyurin법으로 측정하였다. Kjeldahl법으로 전질소를 측정하였고, 유효인산은 Lancaster법에 따라 비색계 (UV-1650PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로, 치환성 양이온 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 1 M 초산암모늄 용액(pH 7)으로 추출하여 원자흡광분광광도계 (Analyst 300, Perkin-Elmer, Norwalk, USA)로 분석하였다.

시비 처리에 따른 당년의 잎 양분 상태는 7월 7일에 채취

Table 1. Chemical properties of soil collected in April 2006 before fertilization treatments and in January the following year.

Fertilization rate	pH	O.M g kg ⁻¹	T-N %	Avail. P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	Exch. cation		
					K	Ca	Mg
	1:5				----- cmol _c kg ⁻¹ -----		
					<i>April. 4, 2006</i>		
	7.6	6	0.07	105	0.11	12.9	2.3
					<i>January 12, 2007</i>		
0	7.6	6	0.08	66	0.14	14.5	2.1
1/3 conventional	6.9	6	0.11	138	0.46	12.7	2.0
2/3 conventional	7.2	9	0.11	136	0.32	11.9	2.0
Conventional	7.3	6	0.17	238	1.50	10.3	1.8

Table 2. Effect of different fertilization rates after lowering tree height in 2006 on growth and inorganic elements of leaves in 'Uenishiwase' persimmon on July 7 in the treatment year.

Fertilization rate	Chlorophyll SPAD value	Leaf area cm ²	Inorganic element		
			N	P	K
			----- g kg ⁻¹ dry weight -----		
0	51.8 b [†]	82 a	19.9 b	1.47 b	22.0 a
1/3 conventional	53.2 ab	88 a	22.1 a	1.52 ab	19.8 a
2/3 conventional	53.0 b	84 a	22.6 a	1.50 ab	20.3 a
Conventional	55.1 a	87 a	23.2 a	1.56 a	19.8 a

[†]Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

한 잎의 질소 (N), 인 (P), 칼륨 (K) 농도를 측정하여 파악하였다. 이듬해 생장을 위한 저장양분을 평가하기 위하여 2007년 3월 19일에 휴면 중인 23±5 cm 길이의 신초를 주당 7개씩 채취하여 건조시킨 후 탄수화물인 가용성당과 전분, 무기원소 질소, 인, 칼륨 농도를 측정하였다. 식물체 시료는 80°C에서 48시간 건조시켜 20 mesh를 통과하도록 분쇄하여 분석에 사용하였다. 잎과 가지의 전질소는 Kjeldahl 법, 인은 vanadate 반응으로, 칼륨은 원자흡광장치 (AA-6501F, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 가지의 가용성당과 전분은 포도당을 표준당으로 사용하여 anthrone 반응 (McCready et al., 1950)으로 분석하였다.

통계 분석 시험성적은 SAS 프로그램 (Ver. 8.01, SAS Institute Inc., Cary, N.C., 1999-2000)을 이용하여 ANOVA 분석 후 처리 효과가 통계적으로 유의할 경우 5% 수준에서 최소유의차(LSD)검정으로 처리간 평균 비교를 하였다.

결과 및 고찰

Table 1은 시험처리 전과 이듬해 1월에 채취한 시험포 토양의 화학적 특성을 나타낸 것이다. 시비처리 전의 토양을 농촌진흥청에서 제시한 기준치 (NIAST, 1999)와 비교해 보

면 pH가 높고, 유기물, 유효인산, 치환성 칼륨 함량은 낮아 감나무 재배에 양호한 토양 상태는 아니었다. 처리 이듬해에 조사한 토양은 무시비구에 비해 시비구들에서 pH가 약간 감소하였고 전질소, 유효인산, 치환성 칼륨은 증가하였는데, 관행 1/3과 관행 2/3시비구 간 차이는 크지 않았고 관행시비구에서 뚜렷한 증가가 특징이었다.

수고 낮추기 당년에 기비와 여름 추비 시비량을 달리한 후 7월 7일에 잎을 채취하여 조사한 결과, 엽면적은 차이가 없었으나, 엽록소 함량을 나타내는 SPAD 값은 무시비구에서 가장 낮았고 시비구들 간의 차이는 없었다 (Table 2). SPAD 값은 질소 농도와 정의 유의적인 상관관이 있으므로 (Choi et al., 2011b) 질소 농도의 차이를 짐작할 수 있었는데, 분석 결과 실제로 잎의 질소 농도는 시비량이 작을수록 낮아져 무시비구에서 유의적인 감소를 보였다. 인 농도도 무시비구에서 유의적으로 낮아 시비량의 영향을 받았음을 알 수 있었다. 반면 칼륨 농도는 시비량에 따른 뚜렷한 변화가 없었다. 특이한 것은 무시비구 앞에서 상대적으로 낮았던 질소와 인의 농도도 농촌진흥청에서 제시한 잎의 적정 무기원소 농도 범위에 있었다 (RDA, 2001). 이와 같이 잎의 양분이 부족하지 않은 것은 토양 양분이 부족했더라도 (Table 1), 강전정으로 나무의 성장량이 감소되어 나무가 필요로 하는 양분이 적어졌기 때문 (Lenz, 1989)으로 추측된다.

시비량이 적을수록 선단신초장과 2차생장지수가 유의적

Table 3. Effect of different fertilization rates after lowering tree height in 2006 on shoot growth on July 20 and increase of trunk cross-sectional area (TCSA) of 'Uenishiwase' persimmon in the treatment year.

Fertilization rate	Shoot			Increase of TCSA [§] cm ²
	Terminal shoot length cm	Water sprout [†] ----- No. tree ⁻¹ -----	Secondary shoot [‡]	
0	26.7 b [¶]	9 a	11 b	27.8 a
1/3 conventional	31.6 ab	19 a	12 ab	30.8 a
2/3 conventional	30.7 ab	18 a	15 ab	32.2 a
Conventional	34.2 a	19 a	18 a	30.6 a

[†]Longer than 60 cm.

[‡]Longer than 10 cm.

[§]Difference between April 4 and November 9.

[¶]Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

Table 4. Effect of different fertilization rates after lowering tree height in 2006 on fruit characteristics of 'Uenishiwase' persimmon on October 17 in the treatment year.

Fertilization rate	Yield kg tree ⁻¹	Fruit characteristic			
		Weight g	Color Hunter a	Firmness N	Soluble solids °Brix
0	14.4 a [†]	204 a	29 a	22.6 a	15.6 a
1/3 conventional	15.2 a	206 a	28 a	22.9 a	15.3 a
2/3 conventional	12.4 a	199 a	29 a	22.5 a	15.6 a
Conventional	16.3 a	207 a	29 a	21.8 a	15.5 a

[†]Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

으로 감소하였는데 (Table 3). 관행시비구의 선단신초장이가 34.2 cm, 주당 2차생장지 발생수 18개였으나 무시비구는 관행시비구에 비해 각각 22%, 39%가 감소하였다. 도장지 발생수도 관행시비구에 비해 무시비구에서 53%나 감소하였지만 나무간의 변이가 커 통계적 유의성은 없었다. 무시비구의 이러한 신초 성장 감소는 나무 크기를 제한해야 하는 저수고 과원의 관리에 오히려 유리한 반면, 관행시비구에 나타난 영양생장 증가는 수관 내 광환경을 나쁘게 할 뿐만 아니라 과실생장에 불리하게 작용할 수 있다 (Choi et al., 2011a; Forshey and Elfving, 1989; Park et al., 2003). 시비처리 전인 4월 4일부터 수체 생장이 끝난 11월 9일까지 주간단면적 증가량은 무시비구가 가장 작았으나 유의적인 차이는 아니었다.

시험수들의 주당 수량은 14.4~16.3 kg의 범위를 나타내어 (Table 4), 12년생 나무로서는 적었는데 (Choi et al., 2009), 수고 낮추기로 인해 착과 부위가 줄어들었기 때문이었다. 수고 낮추기 당년에 시비 유무에 따른 과실의 크기, 색도, 경도, 당도는 차이가 없었다. 시비량이 부족하면 과실 비대 감소, 조기 착색, 당도 증가 등이 생길 수 있지만 (Choi et al., 2011a, 2012), 이와 같은 반응이 없었던 것은 수고 낮추기 후 성장량 감소로 나무의 양분 요구량이 줄어 토양의 비료 성분이 적더라도 과실생장에 부족함이 없었기

때문으로 해석된다.

과수의 휴면기 저장양분 수준은 겨울철 동해 및 다음 생육기의 수체와 과실생장에 영향을 주는데, 저장양분 축적은 시비량에 따라 달라진다 (Cheng and Fuchigami, 2002; Choi et al., 2005; Kim et al., 2009; Oliveira and Priestley, 1988; Titus and Kang, 1982). 그러나 본 시험에서 처리 이듬해 3월에 채취한 휴면 가지의 가용성당, 전분, 질소, 인, 칼륨 농도를 조사한 결과 인을 제외하고는 전년도 시비량에 따른 차이가 명확하지 않았다 (Table 5). 이는 앞에서 언급했듯이 수고 낮추기 후 무기원소 필요량이 감소하여 잎의 탄소동화작용이나 가지 내 무기원소 축적에 큰 영향을 주지 않았기 때문일 것이다. 이러한 결과는 강진정으로 수고 낮추기를 심하게 한 해에는 시비량을 줄이더라도 이듬해에 정상적인 수체 생장이 가능함을 의미하는 것으로 생각된다. 그러나 시비량이 많았던 나무에서는 앞에서 만들어진 동화양분이나 뿌리에서 흡수한 무기원소가 많더라도 신초 성장 증가, 목질부 비대 등에 이용되어 저장양분의 농도가 그리 높지 않았을 가능성도 있다. 한편 가지의 인 농도는 전년도 시비량이 적을수록 낮았는데, 생장에 영향을 줄 수 있는 수준은 아닌 것으로 판단되었다.

이듬해 5월 30일에 조사한 잎을 보면, 전년도에 시비를 한 시비구들간에는 차이가 없었으나 시비를 하지 않았던 무

Table 5. Effect of different fertilization rates after lowering tree height in 2006 on carbohydrates and nitrogen reserves of shoots of 'Uenishiwase' persimmon tree on March 19 in 2007.

Fertilization rate	Carbohydrates		Inorganic element		
	Soluble sugars	Starch	N	P	K
	----- g kg ⁻¹ dry weight -----				
0	82 a [†]	82 a	7.4 a	1.06 b	5.13 a
1/3 conventional	80 a	83 a	7.7 a	1.18 ab	5.03 a
2/3 conventional	80 a	82 a	7.4 a	1.22 a	6.12 a
Conventional	79 a	85 a	7.7 a	1.36 a	5.63 a

[†]Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

Table 6. Effect of different fertilization rates after lowering tree height in 2006 on growth of leaf on May 30 and shoot on August 23, yield, and average fruit weight of 'Uenishiwase' persimmon on October 18 in 2007.

Fertilization rate	Leaf		Shoot		Yield	Fruit weight
	Chlorophyll	Area	Terminal shoot	Water sprout [†] Secondary shoot [‡]		
	SPAD value	cm ²	cm shoot ⁻¹	----- No. tree ⁻¹ -----	kg tree ⁻¹	g
0	36.8 b [§]	72 b	23.5 a	11 a	40.3 a	178 a
1/3 conventional	41.0 a	78 a	25.4 a	17 a	42.9 a	191 a
2/3 conventional	38.9 ab	73 ab	25.0 a	20 a	42.3 a	178 a
Conventional	40.9 ab	75 ab	26.4 a	15 a	46.9 a	190 a

[†]Longer than 60 cm.

[‡]Longer than 10 cm.

[§]Mean separation within columns by LSD test at $P \leq 0.05$.

Research Highlight. Effects of fertilization rates after lowering tree height on growth and fruit production of persimmon.

Fertilization rate	The treatment year				The following year			
	Water sprout	Secondary shoot	Yield	Fruit weight	Water sprout	Secondary shoot	Yield	Fruit weight
	----- No. tree ⁻¹ -----	-----	kg tree ⁻¹	g	----- No. tree ⁻¹ -----	-----	kg tree ⁻¹	g
0	9 a	11 b	14.4 a	204 a	11 a	10 a	40.3 a	178 a
1/3 conventional	19 a	12 ab	15.2 a	206 a	17 a	17 a	42.9 a	191 a
2/3 conventional	18 a	15 ab	12.4 a	199 a	20 a	18 a	42.3 a	178 a
Conventional	19 a	18 a	16.3 a	207 a	15 a	14 a	46.9 a	190 a

Fertilization under 1/3 of conventional rate decreased unnecessary shoot growth in the treatment year but did not change yield and fruit growth in both the treatment and following year.

시비구에서는 SPAD 값과 단위 엽면적의 유의적인 감소가 있었다 (Table 6). 무시비구의 이러한 감소는 저장양분의 차이 (Table 5)보다는 토양 속에 남아 있는 질소 성분이 적어 (Table 1), 잎에 질소 공급이 적었기 때문으로 사료된다. 그러나 6월에 동일한 양으로 시비한 후 8월에 측정된 최종 신초장과 도장지 및 2차 생장지 발생은 차이가 없었다 (Table 6). 특히 전년도에 달리한 시비량이 수량 및 과중에 유의적인 영향을 주지 않은 것으로 드러났다. 따라서 전년도 시비량이 적었더라도 이듬해 여름 시비를 통해 수세가 회복되고

과실 생산이 감소하지 않음을 알 수 있다.

처리 당년과 이듬해의 수체 생장 및 과실 생산 성적을 종합해 보면, 수고 낮추기 당년에는 관행 시비량의 1/3 이하로 줄여주는 것이 시비 비용 절감 및 수세 관리 측면에서 유리할 것으로 생각된다. 그러나 수고 낮추기 때의 전정 정도나 토양 조건에 따라 생장 반응이 달라질 수 있으므로 생장 중에 세력이 약해지는 나무가 있다면 이런 나무에는 추비를 보충해야 할 것이다.

요 약

노동력 절감을 위해 감나무의 수고 낮추기가 일반화되고 있지만 수고를 심하게 낮춘 해에는 나무 세력이 강해져 과원 관리가 어려워지는 것이 문제가 되고 있다. 본 시험은 동계전정 때에 강전정을 하여 3 m 이상의 수고를 약 2 m로 낮춘 12년생 '상서조생' 단감나무를 대상으로 수세 안정을 위한 시비량 조절 효과를 검토하였다. 관행 시비량을 기초로 4월 기비 (주당 N 224 g, P₂O₅ 172 g, K₂O 172 g), 6월 추비 (주당 N 112 g, K₂O 99 g), 10월 추비 (주당 N 112 g, K₂O 99 g)를 사용하는 관행시비구와 각 시기마다 관행시비구의 1/3, 2/3씩 주는 시비구 및 무시비구 등 4처리구를 두었다. 처리 당년에 무시비구는 관행시비구에 비해 신초장이 작고 불필요한 2차생장지 발생이 39% 줄었으나 수량과 과실 크기, 색도, 경도, 당도는 감소하지 않았다. 또한 시비구들간의 신초 및 과실의 반응에도 유의적인 차이가 없었다. 이듬해 3월에 채취한 휴면 가지의 가용성 당, 전분, 질소, 칼륨 농도는 전년도 시비량에 따른 차이가 명확하지 않았다. 시비량이 동일했던 이듬해 신초장, 도장지 및 2차 생장지 발생, 수량 및 과실 특성은 전년도 시비량에 따른 차이가 없었다. 그러므로 수세 관리 및 시비 비용 절감 측면에서 강전정에 의한 수고 낮추기 당년에는 시비량을 관행의 1/3 이하로 줄여도 될 것으로 판단되었다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 "저수고 단감나무의 수세안정과 과실품질 향상 연구"의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

인 용 문 헌

Cheng, L. and L.H. Fuchigami. 2002. Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. *Tree Physiol.* 22:1297-1303.

Choi, S.T., S.M. Kang, D.S. Park, Y.W. Yoon, and G.H. Ahn. 2005. Tree responses of 'Fuyu' persimmon to different degrees of early defoliation on fruit characteristics at harvest and tree development the next season. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 46:136-139.

Choi, S.T., H.K. Kim, S.C. Kim, T.M. Choi, S.M. Kang, and Y.M. Park. 2006. Responses of 'Fuyu' persimmon tree to renovating modified-leader to open-center and Y form. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24:376-381.

Choi, S.T., J.H. Choi, Y.C. Cho, H.Y. Shin, and S.M. Kang. 2009. Changes in tree growth and yield of 'Fuyu'

persimmon by tree ages. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:386-390.

Choi, S.T., D.S. Hong, K.P. Park, and S.M. Kang. 2011a. Summer pruning effect on tree growth and fruit production of persimmon. *Adv. Hort. Sci.* 25:164-169.

Choi, S.T., D.S. Park, S.M. Kang, and S.J. Park. 2011b. Use of a chlorophyll meter to diagnose nitrogen status of 'Fuyu' persimmon leaves. *HortScience* 46:821-824.

Choi, S.T., D.S. Park, S.M. Kang, and S.K. Kang. 2012. Influence of leaf-fruit ratio and nitrogen rate on fruit characteristics, nitrogenous compounds, and nonstructural carbohydrates in young persimmon trees. *HortScience* 47:410-413.

Forshey, C.G. and D.C. Elfving. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. *Hort. Rev.* 11:229-287.

Forshey, C.G., D.C. Elfving, and R.L. Stebbins. 1992. Training and pruning apple and pear trees. *Amer. Soc. Hort. Sci. Press, Alexandria, VA, USA.*

Kim, J.K., H.C. Lee, and I.K. Yoon. 2002. Technology of tree nutritional diagnosis for the improvement of fruit quality. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 20:259-263.

Kim, Y.K., C.S. Lim, S.M. Kang, and J.L. Cho. 2009. Root storage of nitrogen applied in autumn and its remobilization to new growth in spring of persimmon trees (*Diospyros kaki* cv. Fuyu). *Sci. Hort.* 119:193-196.

Lenz, F. 1989. Effect of training on growth, yield, water consumption and nutrient uptake of densely planted apple trees. *Acta Hort.* 243:195-207.

McCready, R.M., J. Guggolz, V. Silveira, and H.S. Owens. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. *Anal. Chem.* 22:1156-1158.

Mika, A. 1986. Physiological responses of fruit trees to pruning. *Hort. Rev.* 8:337-378.

NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 1999. Fertilizer application recommendation for crops. NIAST, RDA, Suwon, Korea. p. 113.

NIAST (National Institute of Agricultural Science and Technology). 2000. Analytical methods of soil and plant. NIAST, RDA, Suwon, Korea.

Oliveira, C.M. and A. Priestley, 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Hort. Rev.* 10:403-430.

Park, D.S., S.M. Kang, S.T. Choi, C.A. Lim, and W.D. Song. 2003. Effect of secondary-shoot prunings on fruit growth and following year's fruit set of 'Fuyu' persimmon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:678-682.

RDA (Rural Development Administration). 2001. Standard agricultural manual - persimmon growing. RDA, Suwon, Korea.

Robinson, J.B.D. 1980. Soil and tissue analysis in predicting nutrient needs. *Acta Hort.* 92:355-364.

Titus, J.S. and S.M. Kang. 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. *Hort. Rev.* 4:204-246.