

전정처리가 감나무 ‘고동시’의 수확량과 과실품질에 미치는 영향

유희원 · 김철우^{ID*} · 박성인 · 이 욱

국립산림과학원 산림특용자원연구과

Effect of Pruning on the Yield and Fruit Quality of ‘Godongsi’ Persimmon

Hui-Won Yoo, Chul-Woo Kim^{ID*}, Seong-In Park and Uk Lee

Division of Special Forest Resources, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

요약: 본 연구는 감나무 ‘고동시’의 안정적인 고품질 과실 생산과 효율적인 재배관리를 위한 기초자료를 확보하기 위해 수행되었다. 전정 2년 차의 평균 본당 착과수는 결과모지수 300개, 400개, 500개 처리구 및 700개(대조구)가 각각 676.3개, 786.0개, 866.7개, 1,238.7개로 나타났다. 감나무 ‘고동시’는 전정강도가 강해질수록 평균 본당 착과수가 감소하였고, 평균 과중은 유의적으로 증가하였다. 특히, 평균 과중은 결과모지수 300개 처리구에서 212.2 g으로 대조구 대비 1.5배 높았다. 고품질 꺾임 가공을 위한 L(170 g < x ≤ 200 g) 등급 이상의 과실의 비율은 결과모지수 300개, 400개, 500개 처리구 및 대조구에서 각각 86.9%, 48.6%, 33.5%, 8.1%로 나타났고, 전정처리구가 대조구에 비해 높았다. 꺾임 판매가격을 기준으로 본당 생산액은 결과모지수 300개 처리구와 대조구가 유의적으로 높게 나타났다. 착과수가 많을 경우, 꺾임 품질은 낮고 수확 및 가공 작업에 소요되는 인건비가 증가한다. 결론적으로 감나무 ‘고동시’의 과실품질(과중, 등급)을 높이기 위해서는 전정처리가 필수적이며, 전정 시 결과모지수를 300개 내외로 조절하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

Abstract: This study aimed to obtain basic data on high-quality fruit production and efficient cultivation of persimmon cultivar “Godongsi”. In the second year of pruning, the number of fruits per tree according to the number of fruit-bearing mother shoots (300, 400, 500, and 700 [control] treatments) was 676.3, 786.0, 866.7, and 1238.7, respectively. Persimmon cultivar “Godongsi” had a decrease in number of fruits per tree and increase in fruit weight as the pruning intensity increased. The average fruit weight in the 300 treatment group was 212.2 g, which was 1.5 times heavier than that in the control. For a high-quality dried persimmon processing, the rate of grade L fruits (170 g < x ≤ 200 g) and over according to the number of fruit-bearing mother shoots was 86.9%, 48.6%, 33.5%, and 8.1%, respectively. The fruit grade of the pruned treatment group was significantly higher than that of the control. Based on the selling price of dried persimmon, the production amount was significantly higher in the 300 treatment than that in the control. When there were many fruits per tree, there was a decrease in quality and increase in cost of harvesting and processing. In conclusion, pruning is essential to increase the fruit quality (fruit weight and grade) of persimmon cultivar “Godongsi”. Moreover, the suitable number of fruit-bearing mother shoots was 300.

Key words: Diospyros kaki Thunb, pruning intensity, persimmon, Godongsi

서 론

감나무(*Diospyros kaki* Thunb)는 온대지방의 대표적인 과일나무로 한국, 중국, 일본 등 동아시아 지역에 주로 분

포하며, 미국, 브라질, 뉴질랜드 등에서도 재배되고 있다 (Lee and Hur, 2015). 감의 주성분은 탄수화물로 구성되어 있으며, 포도당과 과당의 함유량이 많고, 프롤린(proline)과 글루탐산(glutamic acid), 아스파르트산(aspartic acid)과 불포화 지방산의 함유량이 높을 뿐 아니라, 비타민 C, 비타민 A와 B1, 폴산 등이 풍부하다(Jeong et al., 2010; Joo et al., 2011). 감은 떫은맛을 내는 수용성 타닌의 유무에 따라 단감과 떫은감으로 구분하고 있는데, 떫은감은 당류

* Corresponding author

E-mail: futuretree@korea.kr

ORCID

Chul-Woo Kim ^{ID} https://orcid.org/0000-0001-8232-3046

와 비타민, 무기염류 등이 풍부할 뿐 아니라 고혈압이나 숙취 제거, 설사, 이뇨, 산화 방지, 뇌 신경세포 보호에도 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2004; Kim et al., 2018).

뽕은감은 우리나라 단기소득임산물(수실류) 중 생산액이 가장 높은 품목으로, 국내 총 생산량과 생산액이 각각 177,551 톤, 2,306 억 원으로 재배면적은 총 8,773 ha에 달하며, 경상북도 3,138 ha, 경상남도 1,873 ha, 전라남도 1,834 ha 순으로 많이 재배되고 있다(Korea Forest Service, 2022; Statistics Korea, 2020). 주요 재배종(주산지)은 동시(상주, 영동), 반시(청도), 고동시(산청), 갑주백목(영암) 등으로 지역에 따라 다양하다. 산청지역의 주요 재배종인 ‘고동시’는 수세가 중간 정도이고, 수형은 개장성이며, 평균 과중은 약 180 g으로 단위결과성이 강해 씨가 잘 생기지 않아 가공용(꽃감, 감말랭이)으로 매우 우수하다(Korea Forest Service, 2021b).

감나무는 당해 연도에 발생한 새 가지에서 꽃이 피고 과실이 열리는데 지난해의 결과지, 즉 결과모지의 상태에 따라 새 가지의 생장량이 크게 달라진다(Kitagawa, 1970). 일반적으로 과수는 수형관리를 하지 않으면 새 가지 발생이 많아지고 수고가 높아져 재배관리가 힘들어지며, 과실 품질이 불량해진다(Park et al., 2008). 정지전정은 과수의 재배관리 있어 꽃눈 형성과 가지의 생장 조절 및 결과지에 충분한 햇빛이 조사될 수 있게 하고(demirtas et al., 2010), 과실품질(과중 및 크기)을 향상시킬 수 있는(Kumar et al., 2010; Choudhary et al., 2020) 중요한 재배관리 기술이다. 국내에서 재배되고 있는 뽕은감나무는 재배종 간에 생육 특성이 달라 재배종마다 각각 다른 기준으로 수형관리를 실시하고 있다. 그러나 같은 지역에서 재배하는 동일한 재배종임에도 불구하고 전정방법에 대한 기준이 없고, 이로 인해 재배자 간에 과실품질, 수확량 등에 차이가 발생함에 따라 안정적 과실 생산을 위한 재배기술 마련이 필요하다.

‘고동시’는 수확 후 대부분 건조감으로 가공하는데 고품질 꽃감 생산을 위해 인력으로 수확을 실시함에 따라, 수확과 운반, 가공에 소요되는 노동력이 전체 노동력 투입시간 중 48.24 %를 차지한다고 보고된 바 있다(Korea Forest Service, 2021c). 따라서, 전체 생산량 대비 고품질 과실(대과)의 생산량을 늘리는 것은, 농촌의 고령화에 따른 노동력 감소 문제를 해결하는데 도움을 줄 수 있다.

본 연구는 산청지역 주요 재배종인 ‘고동시’를 이용한 건조감의 생산비(수확, 가공 비용) 절감을 위해 전정처리 수준에 따른 원료감의 과실품질, 수확량, 생산액 등을 비교 분석하여 고품질 꽃감의 원료감 생산에 효율적인 재배관리(수형관리) 기술의 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시험지 및 공시목 선정

시험지는 경남 산청군 단성면의 ‘고동시’ 재배지(’92년 조성 및 식재)를 선정하였고, 2018년부터 2019년까지 연구 조사를 수행하였다. 공시목은 재식거리가 6 m × 6 m(약 280 주/ha)인 시험지에서 생육상태가 비슷한 40주를 무작위로 선정한 후 각 처리당 10반복으로 완전임의배치하여 전정 처리(1년차; 2018년 2월 20일)하였고, 이듬해 동일한 공시목을 대상으로 전정 처리(2년차; 2019년 2월 22일)를 실시하였다. 관수는 2일에 1회 6시간 점적 관수(가뭄이 지속되는 경우)하였고, 병해충 방제는 월 2회 충제와 균제를 방제하였다. 시비는 연 1회 퇴비(20 kg/본)와 복합비료를 사용하였다.

2. 전정강도(결과모지수/본) 기준 설정

전정강도 설정을 위해 2017년 산청지역 ‘고동시’ 재배지의 결과모지수를 사전에 조사하여 200~500개 수준으로 관리되고 있는 것을 확인하였다. 이에 처리구별 결과모지수는 200개, 300개, 400개, 700개(대조구)로 각각 설정하여 결과모지수를 조절하였다. 전정 1년차에 결과모지수 200개 처리구의 수확량 및 생산액이 타 처리구에 비해 크게 감소하는 경향이 나타나 전정 2년 차에는 처리구별 결과모지수를 300개, 400개, 500개, 700개(대조구)로 조절하였다.

3. 시험지 토양 특성

토양 분석은 전정처리 전 시험지 내의 토양을 무작위로 5점 채취하였다. 토양 시료는 건조 후 2 mm 체에 걸러 준비하였고, 농촌진흥청 농업과학기술원의 토양 및 식물체 분석법(National Institute of Agricultural Science and Technology, 2000)을 적용하여 분석하였다.

4. 시험지 기상 특성

시험지의 기상 특성은 기상청에서 산청지역의 평균기온, 적산온도, 강수량, 일조량 등의 자료(2018~2019)를 수집하였다.

5. 생육 및 결실 특성

생육 특성은 2월 중순에 전정 전·후의 수고, 수관폭, 근원경 등을 조사하였다. 결실특성은 7월, 8월, 10월에 공시목당 8반복으로 하여 결과모지당 결과지수, 결과지당 개화수, 결과지당 착과수, 착과율을 산출하였다.

6. 과실품질 특성

과실품질은 산청지역의 관행적 수확기인 2018년 11월

1일과 2019년 10월 26일에 수확한 후 공시목 1주당 30과씩 무작위로 선정하여 조사하였다. 과중, 과실크기(종경, 횡경)는 미량저울과 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정하였다. 경도는 물성측정기(CR-3000EX-S, Sun Scientific Co., Japan)을 이용하여 5 mm 직경의 탐침과 삽입깊이를 10 mm로 설정한 후 과실당 2회 반복으로 측정하였다. 색도는 색차계(Chromameter CR-400, Minolta Co., Japan)를 사용하여 과실 적도 부위의 L*(lightness, 명도), a*(redness, 적색도), b*(yellowness, 황색도)값을 각각 2회 반복으로 측정하였다. 가용성 고형물 함량은 과실의 즙을 내어 당도계(RA-510, Kyoto Electronics MFG Co., Japan)를 이용하여 측정하여 °Brix로 표기하였다.

7. 수확량 및 생산액

수확량은 공시목별로 총 과실수와 평균 과중의 곱으로 산출하였다. 과실 등급은 임산물표준규격[2L (x>200g), L(170g<x≤200g), M(150g<x≤170g), S(x≤150g)]을 기준으로 구분하여 전정 처리구별로 4등급의 과실 비율을 산출하였다(Korea Forest Service, 2021a).

‘고동시’는 대부분 건조감으로 가공하여 판매되기 때문에 산청지역 등급별 꺾갓 판매가격인 2L 1,500원/개, L 1,000원/개, M 800원/개, S 480원/개를 적용하여 생산액을 추정하였다. 또한, 임산물표준규격의 건시 수분함량은 25~35%로, ‘고동시’의 건조감 가공 시 등급별 원료감에 따른 건조감 품질 연구결과를 참고하여 꺾갓 등급을 추정하였다(Kim et al., 2021).

8. 통계분석

통계분석은 전정강도(결과모지 수)에 따른 생육(수고, 수관폭, 근원경), 결실(결과모지당 결과지수, 결과지당 개화수, 결과지당 착과수, 착과율) 및 과실특성(과실 길이, 과실 폭, 과중, 경도, 당도), 수확량을 비교, 분석하기 위해 SPSS(SPSS Inc., ver. 19.0K, USA)를 이용하여 분산

분석 및 Duncan’s multiple test(p<0.05) 사후검정을 실시하였고, R 프로그램을 활용하여 전정강도(결과모지 수), 생육, 결실 및 과실 특성과 수확량 간의 상관분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 시험지 토양

시험지 토양의 화학적 특성은 Table 1과 같다. 시험지의 토양은 미사가 많은 양토로 농촌진흥청에서 제시한 작물별 시비처방기준의 감나무 재배에 적당한 토양 기준(National Institute of Agricultural Science and Technology, 1999) 중 토성, pH, OM(유기물), TN(총질소) 등이 적합하여 재배적지로 볼 수 있다.

2. 시험지 기상

산청지역의 지난 10년간 연평균기온은 13.3°C, 일조량은 2,222시간, 연평균 강수량은 1646.9 mm로 나타났다(Table 2). 감나무의 재배지의 기상조건은 연평균 11~15°C사이로, 일조량은 연간 2,340시간, 강수량은 연간 1,200 mm이상인 곳(Korea Forest Service, 2021b)으로 본 시험지는 짧은 감 재배에 적합한 기후를 가지고 있다고 할 수 있다.

산청 기상관측소의 2년간(2018~2019년) 기상자료를 분석한 결과 2018년은 평년보다 1~2월 기온은 낮고 3~4월 기온은 높았으며, 8월에 강수량이 집중되는 경향을 보였다. 이에 비해 2019년은 연평균기온이 평년에 비해 0.5도 높았고, 연평균 강수량이 1,769.9 mm로 평년 대비 높았다(Table 2). 감나무의 내동성은 휴면 타파 이후 가장 약하며, 3~4월의 높은 기온은 감나무의 전엽기와 개화기를 앞당길 수 있다(Kim et al., 2007). 또한, 일반적으로 감나무 과실의 비대생장은 이중 S자 성장 곡선을 그리며, 빠르게 성장하는 1기, 3기, 그리고 느리게 성장하는 2기로 구분되고, 1기, 2기 및 3기의 기간은 각각 60~100일(5~6월), 20~40일

Table 1. Results of soil composition analysis in ‘Sancheong’.

Location	Sandy (%)	Slit (%)	Clay (%)	Soil type	pH	OM (%)	TN(%)	Avai.P (mg kg ⁻¹)
Sancheong	46.6±3.3	39.7±2.8	13.7±2.0	Loam(L)	6.3±0.4	3.5±1.0	0.3±0.06	343.9±182.4
Recommended values	40–60	20–30	10–20	SL–L	5.5–6.5	3 ≤	0.25 ≤	100–200
Location	CEC	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	EC (dS·m ⁻¹)	NaCl (%)	
Sancheong	10.5±2.5	0.7±0.3	0.07±0.02	4.8±1.4	2.0±0.5	0.9±0.7	0.0056±0.0015	
Recommended values	12–20	0.25–0.5	0.1–0.5	2.5–5.0	1.5 ≤	0.4 >	0.05 >	

Table 2. Summary of Monthly climatic data in ‘Sancheong’.

Mean air temperature (°C)													
Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
2018	-1.0	0.7	8.4	13.6	18.1	22.2	27.0	26.6	19.8	12.8	7.4	2.0	13.1
2019	1.4	3.3	8.1	12.6	18.9	21.6	24.5	25.9	21.5	15.3	8.8	2.4	13.8
Average ^z	0.3	2.4	7.4	12.9	18.5	22.1	25.2	25.7	20.3	14.2	8.4	1.8	13.3
Sum of temperature (°C)													
Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
2018	0.0	0.0	144.0	378.5	561.2	666.4	809.0	797.9	595.2	378.7	58.5	24.5	4,413.9
2019	0.0	0.0	83.6	329.6	586.6	648.5	760.8	801.2	645.4	465.6	147.3	0.0	4,468.6
Average	0.0	5.8	93.4	343.4	573.0	664.0	777.5	793.6	608.0	422.6	128.2	2.5	4,411.9
Rainfall data (mm)													
Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
2018	19.0	33.5	103.6	147	78.1	173.6	100.4	489.7	162.3	241.2	33.1	20.0	1,601.5
2019	16.4	31.1	42.9	116.9	120.3	161.5	427.2	104.6	377.7	319.1	19.3	32.9	1,769.9
Average	21.0	38.3	63.2	131.7	87.5	143.8	338.1	359.1	200.6	123.8	57.0	28.7	1,592.6
Duration of sunshine (hr)													
Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	total
2018	179.1	198.9	218.0	223.9	205.2	207.9	224.0	205.7	138.7	191.1	160.5	150.4	2,303.4
2019	198.9	185.0	232.8	195.9	297.1	226.5	175.2	197.0	120.3	169.3	154.0	123.4	2,275.4
Average	172.2	180.6	230.9	217.0	251.3	190.4	158.4	174.7	154.8	186.7	152.5	152.9	2,222.4

^z The average of decade climatic data (2010-2020).

(9~10월) 및 40~50일(7~8월)로 알려져 있다(Sugiura et al., 1991; Mowat and George, 1996; Candir et al., 2009). 1, 2기에서는 20~25°C 내외, 3기에서는 22°C가 가장 유리하며, 너무 높거나 낮은 온도는 과중 증가에 방해가 되고, ‘상주동시’의 경우, 4월, 9월, 10월의 일조시간과 평균기온이 과실 착과량과 수확량에 큰 영향을 미칠 수 있다(Chujo, 1982; Park et al., 2015). 2018년에는 3~4월 평년보다 높은 기온으로 인해 개엽 시기가 빨라져 재배지의 공시목에 저온피해가 일부 발생하였다. 2019년에는 이상기후로 인한 생육피해가 발생하지 않았으며, 평년과 유사한 기후(강수량, 일조량)를 나타내 감나무 재배환경에 큰 문제는 없었다.

3. 생육 특성

전정 1년 차의 전정 전 평균 수고, 수관폭, 근원경은 각각 3.9 m(3.7~4.3), 6.6 m(6.2~7.4), 23.6 cm(22.2~25.5)였고, 전정 후 수고와 수관폭은 각각 3.7 m(3.5~3.9), 6.2 m(5.8~6.8)로 나타났다.

전정 2년 차의 전정 전 평균 수고, 수관폭, 근원경은 각각 3.9 m(3.7~3.9), 6.9 m(6.5~7.4), 24.3 cm(23.8~25.0)였고, 전정 후 수고와 수관폭은 각각 3.8 m(3.7~3.9), 6.2

m(5.8~6.8)로 나타났다(Table 3).

본 연구에서는 동일한 수형(개심형)으로 관리되는 (‘92년 조성 및 식재) 감나무 ‘고동시’ 재배지에서 생육상태가 비슷한 공시목을 선정하였고, 결과모지 개수를 조절하는 처리만 진행하여 연도 및 전정처리 전·후 간의 수체 크기에 유의적으로 큰 차이가 나타나지 않았다.

4. 결실 특성

전정 1년 차의 평균 결과모지당 결과지수는 2.5개(2.3~2.6)로 전정 처리구간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 전정 2년 차의 결과모지당 결과지수는 결과모지를 300개로 조절한 처리구에서 3.1개로 유의적으로 가장 많았다. 특히, 전정 2년 차에는 무처리구의 결과모지당 결과지수가 2.0개로 전년도 대비 감소하였다(Table 4). 전정을 강하게 처리하는 경우 신초 생장에 영향을 주고 영양생장이 증가한다고 알려져 있는데(Choudhary et al., 2020), 본 실험에서 전정 2년 차의 결과모지당 결과지수가 많아진 것은 전년도의 영양생장이 증가함에 따라 꽃눈 형성이 충실해져 이듬해 결과지 형성에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Table 3. Growth characteristics according to pruning intensity.

Year	Treatments (Number of FBMS ^z)	Before Pruning				After Pruned	
		Height (m)	Width (m)	Diameter of root collar (cm)	Clear length (m)	Height (m)	Width (m)
2018	200	3.9ab ^y	6.2	22.2	0.5	3.7	5.8
	300	3.7a	6.3	22.2	0.6	3.5	6.0
	400	4.3b	6.7	25.2	0.6	3.9	6.5
	700 (Control)	3.8ab	7.4	25.5	0.7	3.7	6.8
	Mean	3.9	6.6	23.6	0.6	3.7	6.2
	<i>p</i> -value	.128	.286	.076	.664	.186	.289
2019	300	3.9	6.5	23.8	0.5	3.8	6.1ab
	400	3.9	6.6	24.5	0.6	3.9	5.8a
	500	3.9	7.4	24.4	0.7	3.9	6.4ab
	700 (Control)	3.7	7.0	25.0	0.5	3.7	6.8b
	Mean	3.9	6.9	24.3	0.6	3.8	6.2
	<i>p</i> -value	.789	.127	.909	.583	.891	.134

^z Abbreviation: FBMS(Fruit bearing mother shoot)

^y Mean separation by Duncan’s multiple range test, $P \leq 0.05$

Table 4. Fructification characteristics according to pruning intensity.

Year	Treatments (Number of FBMS)	Number of FBS ^z /FBMS (ea)	Number of flower/FBS (ea)	Number of fruit/FBS (ea)	Fruiting rate (%)
2018	200	2.6 ^y	2.1	0.9b	49.7b
	300	2.7	2.2	0.6ab	30.4a
	400	2.3	1.9	0.8ab	39.5ab
	700 (Control)	2.5	1.8	0.5a	30.9a
	Mean	2.5	2.0	0.7	37.8
	<i>p</i> -value	.725	.119	.017	.046
2019	300	3.1c	2.4	1.8	73.3
	400	2.6bc	2.3	2.0	84.8
	500	2.4ab	2.6	2.0	76.8
	700 (Control)	2.0a	2.3	1.9	83.0
	Mean	2.6	2.5	1.9	78.8
	<i>p</i> -value	.001	.206	.547	.124

^z Abbreviation: FBS(Fruit bearing shoots), FBMS(Fruit bearing mother shoot)

^y Mean separation by Duncan’s multiple range test, $P \leq 0.05$

결과지당 개화수, 착과수, 착과율은 전정 1년 차 각각 2.0개(2.2~1.8), 0.7개(0.5~0.9), 37.8%(30.9~49.7), 전정 2년 차 2.5개(2.3~2.6), 1.9개(1.8~2.0), 78.8%(73.3~84.8)였고, 처리구간 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 전정 2년 차의 평균 개화수, 착과수 및 착과율은 전년도 대비 증가하였는데 이는 2018년도에 발생한 저온 피해에 의한 영향으로 사료된다.

5. 과실 특성

전정 1년 차의 평균 과중은 158.5 g(151.9~165.0)으로 나타났으며, 전정을 강하게 실시했을 때, 즉 결과모지수가 적을 때 유의적으로 과중이 높았다. 평균 가용성 고형물 함량과 경도는 대조구(결과모지수 700개)에서 각각 19.5 °brix, 13.9 N으로 가장 낮게 나타났다(Table 5). 과실의 평균 색도(L, a, b) 값은 각각 66.1, 29.0, 65.2였고, 처리구

Table 5. Fruit quality of ‘Godongsi’ persimmon according to pruning intensity.

Year	Treatments (Number of FBMS)	Fruit weight (g)	SSC ^z (°Brix)	Hardness (N)	Color		
					L*	a*	b*
2018	200	165.0b	20.0ab ^y	18.1b	67.3b	28.4	67.1c
	300	163.9b	20.0ab	14.9a	64.6a	29.1	62.4a
	400	151.9a	20.6b	16.1ab	65.5a	28.9	65.1b
	700 (Control)	152.9a	19.5a	13.9a	66.8b	29.5	66.4ab
	Mean	158.5	20.0	15.8	66.1	29.0	65.2
	<i>p</i> -value	.000	.045	.001	.000	.235	.000
2019	300	212.2d	19.4b	19.9b	73.5a	25.3b	73.1a
	400	171.8c	18.8a	22.1c	74.8b	22.4a	72.3a
	500	157.6b	19.8b	21.1bc	74.5ab	26.2b	73.1a
	700 (Control)	138.0a	19.6b	15.9a	75.0b	29.3c	76.3b
	Mean	177.9	19.3	20.7	74.3	24.9	73.1
	<i>p</i> -value	.000	.130	.034	.002	.000	.000

^z Abbreviation: SSC(Soluble solid contents)

^y Mean separation by Duncan's multiple range test, $P \leq 0.05$

간 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

전정처리 2년 차의 평균 과중은 177.9 g(138.0~212.2)이었고, 전정강도가 강함(결과모지수 300개) 처리구의 과중(212.2 g)이 유의적으로 가장 높게 나타났다. 평균 가용성 고형물 함량은 19.3°brix(18.8~19.8)였고, 처리구간 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다. 평균 경도는 20.7 N(15.9~22.1)으로, 대조구가 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 과실의 평균 색도(L, a, b) 값은 각각 74.3, 24.9, 73.1로 나타났다. 특히, 적색을 나타내는 a값은 대조구가 29.3으로 가장 높았는데 이는 대조구의 과실이 다른 처리구에 비해 빨리 성숙되는 것을 나타낸다.

유실수인 사과나무의 경우, 과실의 크기와 색도, 당도, 경도 등은 PPF(광합성량)과 밀접한 관련이 있으며(George et al., 1997; Grappadelli, 2003), 초기 과실에 약 3~7일 광을 차단하면 세포가 작아져 과일 생장이 감소한다(Dash et al., 2012)고 알려져 있다. 감나무 ‘부유’ 품종도 사과나무와 같이 PPF값이 감소할수록 경도와 당도가 감소한다(Kim et al., 2017)고 하였다.

또한, 평균 과중은 본당 착과수와 상관관계가 있으며, 전정으로 전체 과실 개수를 줄이는 것은 개별 과일에 충분한 영양분이 공급될 수 있게 하고(Hiremath et al., 2018), 밤나무의 경우, 입증은 결과지당 결과지수와 유사한 경향을 나타내 결과지당 착과수가 적을수록 무거워졌다고 보고된 바 있다(Lee et al., 2008). 본 연구에서도 결과모지수를 많이 남기는 경우 과다한 새가지 발생으로 수관 내부와

과실의 비대생장에 영향을 주는 잎까지 광투과가 원활히 이루어지지 않아 광합성량이 낮아져 경도가 감소한 것으로 사료된다. 또한, 결과모지수를 많이 남긴 처리구는 과실수가 많아져 과실에 영양분 공급이 충분치 않아 과중이 감소한 것으로 판단된다.

6. 수확량

전정 1년 차의 평균 본당 과실수와 수확량은 각각 715개(443.0~1,038.7), 106.6 kg(73.4~139.4)으로, 대조구가 1,038.7개, 139.4 kg으로 유의하게 가장 많았고 결과모지수 200개 처리구 대비 약 1.9배 많은 수확량을 보였다(Table 6).

전정 2년 차의 평균 본당 과실수와 수확량은 각각 891개(676.3~1,238.7), 145.4 kg(134.5~170.1)으로, 대조구가 1,238.7개, 170.1 kg으로 유의하게 가장 많았고 결과모지수 300개 처리구 대비 약 1.8배 많은 과실수를 보였다.

2년간의 조사 결과 본당 결과모지수를 많이 남김에 따라 총 결과지수가 증가하여 본당 착과수와 수확량이 증가하는 경향을 보였고, 2019년의 본당 착과수와 수확량이 2018년 대비 많았다. 한국농촌경제연구원에서는 시험포지가 위치한 산청지역의 2018년 뚝은감 생산량은 전년도(2017년) 대비 35.8 % 감소하였고, 2019년은 2018년 대비 15.4 % 생산량이 증가했다고 보고하였는데(Korea Rural Economic Institute, 2018, 2019), 본 연구의 시험지에서도 일부 저온피해가 발생하여 2018년도의 생산량이 2019년에 비해 적게 나타난 것으로 사료된다.

Table 6. Fruit yield, number of fruit according to pruning intensity.

Year	Treatments (Number of FBMS)	Number of fruit	Yield (kg)
2018	200	443.0a ^z	73.4a
	300	663.7b	100.4b
	400	716.7b	113.0b
	700 (Control)	1,038.7c	139.4c
	Mean	715.5	106.6
	<i>p</i> -value	.000	.000
2019	300	676.3a	140.2a
	400	786.0a	134.5a
	500	866.7a	136.9a
	700 (Control)	1,238.7b	170.1b
	Mean	891.9	145.4
	<i>p</i> -value	.001	.058

^z Mean separation by Duncan’s multiple range test, $P \leq 0.05$

Table 7. Fruit grade of ‘Godongsi’ persimmon according to pruning intensity.

Year	Treatments (Number of FBMS)	Fruit grade			
		2L	L	M	S
2018	200	9.4c ^z	38.8c	31.6b	20.2a
	300	3.6b	20.3ab	30.2b	46.0b
	400	5.1b	34.5bc	31.6b	28.9ab
	700 (Control)	0.4a	6.2a	19.6a	73.8c
	Mean	4.6	24.9	28.2	42.2
	<i>p</i> -value	.000	.000	.001	.000
2019	300	64.5d	22.4b	9.2a	3.9a
	400	14.1c	34.5d	42.3c	9.2a
	500	3.8b	29.7c	40.4c	26.2b
	700 (Control)	0.6a	7.5a	26.8b	65.1c
	Mean	20.7	23.5	29.7	26.1
	<i>p</i> -value	.000	.000	.000	.000

^z Mean separation by Duncan’s multiple range test, $P \leq 0.05$

7. 과실 등급

임산물표준규격에서 ‘고동시’의 과실 등급을 2L ($x > 200$ g), L ($170 \text{ g} < x \leq 200$ g), M ($150 \text{ g} < x \leq 170$ g), S ($x \leq 150$ g)로 분류하고(Korea Forest Service, 2021a) 있으며, 이 기준에 맞춰 등급별 수확량을 조사하였다.

전정 1년차에는 등급별(2L, L, M, S) 평균 과실비율이 각각 4.6%(0.4~9.4), 24.9%(6.2~38.8), 28.2%(19.6~31.6), 42.2%(20.2~73.8)를 나타냈다. 전정강도가 강한 결과모지수 200개 처리구에서 과실품질이 우수한 2L, L 등급 비율이 각각 9.4%, 38.8%로 가장 높았고, 대조구에서 S 등급 비율이 73.3%로 유의하게 가장 높았다(Table 7).

전정 2년 차에는 등급별(2L, L, M, S) 평균 과실비율이

각각 20.7%(0.6~64.5), 23.5%(7.5~34.5), 29.7%(9.2~42.3), 26.1%(3.9~65.1)를 나타냈다. 전정강도가 강한 결과모지수 200개 처리구에서 과실품질이 우수한 2L 등급 비율이 64.5%로 가장 높았고, 대조구에서 S 등급 비율이 65.1%로 유의하게 가장 높았다(Table 7).

일반적으로 강한 전정은 꽃눈의 수와 결과지 당 착과수를 줄어든게 해 저장된 대사물을 풍부하게 이용할 수 있어 과중이 커진다고 보고된 바 있다(Pant et al., 2015). 따라서 본 연구결과를 통해, 감나무 ‘고동시’는 높은 등급의 과실 생산을 위해서 적절한 결과모지수를 조절하는 전정처리가 반드시 필요할 것으로 판단된다.

8. 생산액

전정 1년차의 전정처리(결과모지수 200, 300, 400, 700 개)별 생산액은 각각 389,380원, 582,267원, 481,580원, 600,647원으로 나타났다[Figure 1(a)]. 대조구와 결과모지수 300개 처리구의 생산액이 높았고, 결과모지수 200개 처리구가 가장 낮았다. 결과모지수 200개 처리구는 등급이 높은 과실(2L, L) 비율이 다른 처리구에 비해 높았으나 본당 수확량이 적어 생산액이 낮았다.

전정 2년차의 전정처리(결과모지수 300, 400, 500, 700 개)별 생산액은 각각 868,340원, 737,360원, 695,367원, 754,167원으로 나타났다[Figure 1(b)]. 결과모지수 300개 처리구의 생산액이 가장 높았고, 결과모지수 500개 처리구가 가장 낮았다. 결과모지수 300개 처리구는 착과수는 적었으나 등급이 높은 과실(2L) 비율이 다른 처리구에 비해 매우 높아 생산액이 유의적으로 가장 높게 나타났다. 또한, 전정 2년차에는 감나무 생육피해가 발생하지 않아 전체적으로 수확량이 증가하여 생산액이 2018년에 비해 증가하였다. 2년간의 조사 결과, 결과모지수를 300개로 조절한 처리구에서 생산액이 가장 높았다.

23년생 수고 3.7 m의 ‘고동시’의 평균 수확 시간은 1분당 8개(1인)으로 조사된 바 있다(National Institute of Forest Science, 2018). 본당 수확량이 많아지면 수확, 선별 및 가공 작업에 소요되는 인건비 또한 증가할 수 있다. 특히, 전정 처리는 전체적인 수확량을 감소시키지만 높은 등급의 과실 생산이 많아짐에 따라, 가공 작업에 소요되는 인건비가 줄고 가격이 비싼 고품질 꺾임의 생산은 증가하여 소득 증가에 영향을 미칠 수 있다.

9. 전정강도(결과모지 수)와 생육, 결실 및 과실특성 간 상관관계 분석

전정 1년차 상관분석 결과 결과모지 수와 본당 과실수

와 수확량은 유의한 정의 상관을 나타내어, 전정강도를 약하게 할수록 본당 과실수와 수확량은 증가하는 경향을 나타냈다.

또한, 결과모지 수가 많을수록 과실의 과중, 경도가 감소하는 유의한 음의 상관관계가 나타났으나, 색도 및 당도와의 상관관계가 나타나지 않았고, 전정 강도를 강하게 하여 결과모지 수를 줄일수록 과중과 경도가 유의하게 증가하였다.

결과모지 수와 S등급의 낮은 등급의 과실은 정의 상관을 보였고, L등급과 2L 등급의 높은 등급의 과실은 음의 상관을 보여, 전정강도가 강해질수록 낮은 등급의 과실 수확량은 줄어들고 높은 등급의 과실 수확량은 증가하는 경향을 보였다(Figure 2).

전정 2년차 상관분석 결과, 결과모지 수와 전정 처리 후 수관폭에서 유의한 정의 상관관계가 나타났고, 결과모지 당 결과지수와는 유의한 음의 상관관계가 나타났다. 결과모지 수가 많을수록 과중, 경도가 감소하는 유의한 음의 상관관계가 나타났고, 전정강도를 강하게 하여 결과모지 수를 줄일수록 과중과 경도가 유의하게 증가하였다. 결과모지 수와 S등급의 낮은 등급의 과실은 정의 상관을 보였고, L등급과 2L 등급의 높은 등급의 과실은 음의 상관을 보여, 전정강도가 강해질수록 낮은 등급의 과실 수확량은 줄어들고 높은 등급의 과실 수확량은 증가하였다(Figure 3).

전정 1년차와 2년차에서 공통적으로 전정강도가 강해짐에 따라, 본당 과실 개수는 감소하고, 과실품질(과중, 등급)이 향상되었으나, 과실의 색도 및 당도와의 상관관계가 나타나지 않았다.

이는 유실수인 밤나무 절단전정 시 처리강도가 강할수록 고등급 과실 생산이 많았고(Lee et al., 2008), 다래 강전정 처리 시 총생산량은 감소하지만 고품질 과실(대과) 생산량이 증가한다(Kim et al., 2016)고 보고된 것과 유사한 결과이다.

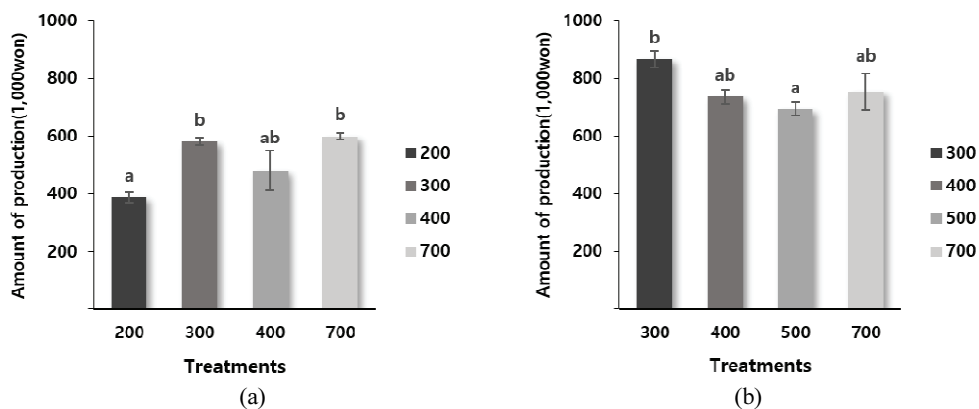


Figure 1. Amount of production according to pruning intensity in 2018(a), 2019(b). Mean separation by Duncan's multiple range test, $P \leq 0.05$. Error bars represent standard deviation of the mean.

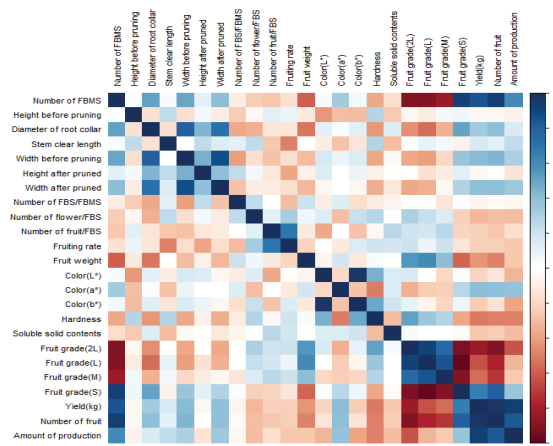


Figure 2. Correlation heatmap of pruning intensity of with growth parameters, fruit characteristics and yield in 2018.

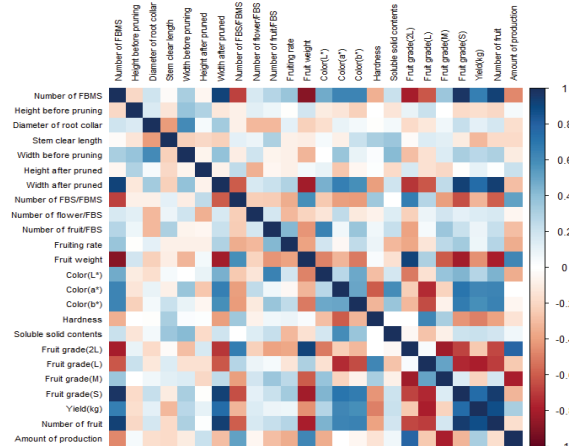


Figure 3. Correlation heatmap of pruning intensity of with growth parameters, fruit characteristics and yield in 2019.

결론

본 연구는 감나무 ‘고동시’의 안정적인 고품질 과실 생산과 효율적인 관리를 위한 재배기술 기초자료를 확보하기 위해 수행되었다. 감나무 ‘고동시’는 전정강도가 강해질수록 평균 본당 수확량이 감소하였고, 평균 과중은 높아지는 경향을 보였다. 꽃감 품질과 밀접한 가용성고형물함량과 경도는 전정처리가 대조구에 비해 높게 나타났다. 고품질 꽃감 가공을 위한 L(170 g < x ≤ 200 g) 등급 이상의 과실의 비율은 전정처리가 대조구에 비해 유의적으로 높았다. 꽃감 가공 시 본당 생산액은 결과모지수 300개 처리구와 대조구가 유의적으로 높게 나타났으나 착과수가 많은 대조구는 수확 및 가공 작업에 소요되는 인건비가 증가할 것으로 예상된다. 결론적으로 감나무 ‘고동시’의 과실 품질을 높이기 위해서는 전정처리가 필수적이며, 전정 시 결과모지수를 300개 내외로 조절하는 것이 적합할 것으로 판단된다.

본 연구결과는 감나무 ‘고동시’의 재배관리에 유용한 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 산림청 국립산림과학원 ‘건강증진 산림과수 품종 육성과 표준 재배기술 개발’(과제번호: FP0802-2022-01)의 지원으로 수행되었습니다.

References

Candir, E.E., Ozdemir, A.E., Kaplankiran, M. and Toplu, C. 2009. Physico-chemical changes during growth of persimmon fruits in the East Mediterranean climate region. *Scientia Horticulturae* 121(1): 42-48.

Choudhary, K., Dhakare, B.B. and Meena, N.K. 2020. Vegetative and quality parameters of custard apple as affected by pruning intensities and time. *Journal of Crop and Weed* 16(2): 139-146.

Chujo, T. 1982. Studies on the effects of thermal conditions on the growth and quality of fruits of Fuyu kaki. *Memoirs of the Faculty of Agriculture Kagoshima University* 37: 1-63.

Dash, M., Johnson, L.K. and Malladi, A. 2012. Severe shading reduces early fruit growth in apple by decreasing cell production and expansion. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 137(5): 275-282.

Demirtas, M.N., Bolat, I., Ercisli, S., Ikinici, A., Olmez, H.A, Sahin, M., Altindag, M. and Celik, B. 2010. The effects of different pruning treatments on the growth, fruit quality and yield of ‘Hacihaliloglu’ apricot. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 9(4): 183-192.

George, A.P., Mowat, A.D., Collins, R.J. and Morley-Bunker, M. 1997. The pattern and control of reproductive development in non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* L.): a review. *Scientia Horticulturae* 70(2/3): 93-122.

Grappadelli, C.L. 2003. Light relations. pp. 195-216. In: Ferree, D.C. and Warrington, I.J. (Ed.). *Apples: Botany, Production and Uses*. CABI Publishing. UK.

Hiremath, A., Patil, S.N., Hipparagi, K., Gandolkar. K. and Gollai, S.G. 2018. Influence of pruning intensity on growth and yield of pomegranate (*Punica granatum* L.) CV. super bhagwa under organic conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(2): 1027-1031.

Jeong, C.H., Kwak, J.H., Kim, J.H., Choi, G.N., Jeong, H.R., Kim, D.O. and Heo, H.J. 2010. Changes in nutritional components of daebong-gam (*Diospyros kaki*) during ripening. *Korean Journal of Food Preservation* 17(4): 526-532.

Joo, O.S., Kang, S.T., Jeong, C.H., Lim, J.W., Park, Y.G.

- and Cho, K.M. 2011. Manufacturing of the enhances antioxidative wine using a ripe daebong persimmon (*Diospyros kaki* L). *Journal of Applied Biological Chemistry* 54(2): 126-134.
- Kim, B.S., Gu, M., Cho, K.C., Jung, K.S. and Choi, H.S. 2017. Effect of tree and branch thinning on growth, yield, and fruit quality of persimmon trees in a highdensity orchard. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 92(4): 432-438.
- Kim, C.W., Park, H.W., Na, M.H. and Lee, U. 2021. Changes in quality characteristics of dried 'bansi' and 'godongsi' persimmon during drying period by hot-air drying. *Journal of Korean Society of Forest Science* 110(2): 244-253.
- Kim, C.W., Kim, M.J., Kim, J.H. and Park, Y.K. 2016. Fruit characteristics of new cultivar 'autumn sense' of hardy kiwi (*Actinidia arguta*) by stem pruning. *Journal of Korean Society of Forest Science* 105(1): 73-77.
- Kim, H.C., Kang, S.B., Bae, J.H. and Kim, T.C. 2007. Freezing hardiness according to dormancy level and low temperature in persimmon (*Diospyros kaki*). *Journal of Bio-Environment Control* 16(3): 269-273.
- Kim, J.K., Kang, W.W., Oh, S.L., Kim, J.H., Han, J.H., Moon, H.K. and Choi, J.U. 2004. Comparison of quality characteristics on traditional dried persimmons from various regions. *Journal of The Korean Society of Food Science and Nutrition* 33(1): 140-145.
- Kim, J.M., Park, S.K., Kang, J.Y., Park, S.H., Park, S.B., Yoo, S.K., Han, H.J., Lee, S.G., Lee, U. and Heo, H.J. 2018. Nutritional composition, antioxidant capacity, and brain neuronal cell protective effect of cultivars of dried persimmon (*Diospyros kaki*). *Korean Journal of Food Science and Technology* 50(2): 225-237.
- Kitagawa, H. 1970. Cultivation and utilization of persimmon. Yokendo, Japan. pp. 42-61.
- Korea Forest Service. 2021a. Forest products standard grade. https://www.forest.go.kr_ (2022.11.29).
- Korea Forest Service. 2021b. Forest products standard cultivate guide for good agricultural practice. https://www.forest.go.kr_ (2022.11.29).
- Korea Forest Service. 2021c. A survey of forestry management in 2020. KFS. Daejeon, Korea. pp. 829.
- Korea Forest Service. 2022. Production of forest products in 2021. KFS. Daejeon, Korea. pp. 665.
- Korea Meteorological Administration. 2022. <https://data.kma.go.kr/data/>. (2022.11.29).
- Korea Rural Economic Institute. 2018. Agricultural prospect 2018 (III). <http://www.krei.re.kr/>. (2022.11.29).
- Korea Rural Economic Institute. 2019. Agricultural prospect 2019 (III). <http://www.krei.re.kr/>. (2022.11.29).
- Lee, J.M. and Hur, S.S. 2015. Physicochemical characteristic of astringent persimmons according to cultivar and harvest time. *Journal of the Korean Applied Science and Technology* 32(4): 748-757.
- Lee, U. Kwon, Y.H., Byun, K.O., Kim, M.J. and Hyun, J.O. 2008. Effect of the heading back pruning on flowering, fruiting, and nut qualities of chestnut trees (*Castanea* spp.). *Journal of Korean Society of Forest Science* 94(3): 221-228.
- Kumar, M., Rawat, V., Rawat, J.M.S. and Tomar, Y.K. 2010. Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality. *Scientia Horticulturae* 125(3): 218-221.
- Mowat, A.D. and George, A.P., 1996. Environmental physiology of persimmons. pp.195-202. In: Schaffer, B., Andersen, P.C. (Ed.). *Handbook of environmental physiology of fruit crops*. CRC Press. Boca Raton.
- National Institute of Agricultural Science and Technology. 1999. Fertilizer application recommendation for crops. NIAST. Suwon, Korea. pp. 113.
- National Institute of Agricultural Science and Technology. 2000. Methods of soil and plant analysis. Rural Development Administration. NIAST. Suwon, Korea. pp. 154.
- National Institute of Forest Science. 2018. Research project report 2017. I : Promote valuable future forest resources. NIFOS. Seoul, Korea. pp. 901.
- Park, D.S., Choi, S.T., Kim, S.C. and Kang, S.M. 2008. Yield, fruit quality, and branch extension of 'fuyu' persimmon as affected by the length of bearing mother branches. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 26(2): 101-105.
- Park, Y.M., Kim, M.J., Park, S.B. and Oh, S.I. 2015. Effect of weather conditions on fruit characteristics and yield of 'sangjudungsi' persimmon cultivar in sangju, gyeong-sangbuk-do. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 17(4): 340-347.
- Patel, R.K., Meitei, S.B., Kumar, A., Srivastava, K., Deka, B.C., Deshmukh, N.A. and Verma, V.K. 2014. Effect of leaf and fruit thinning on yield and quality of peach cv. flordasun. *An International Quarterly Journal of Environmental Sciences* 6: 467-471.
- Statistics Korea. 2020. Census of Agriculture, forestry and fisheries. <https://kostat.go.kr/portal/korea/>. (2022.11.29).
- Sugiura, A., Zheng, G.H. and Yonemori, K. 1991. Growth and ripening of persimmon fruit at controlled temperatures during growth stage III. *HortScience* 26(5): 574-576.