GOVP1199802871

634.45
L293ㄷ
v.3

최 종
연구보고서

단감의 생리생태 및 정지·전정에 관한 연구

Studies on the Physioecology, Training and Pruning of Non-astringent Persimmon (*Diospyros kaki* L.)

1. 단감의 특성구명과 정지·전정기술 개발
   A Studies on Characteristics of Puyu Persimmon and Development of Training and Pruning
2. 종묘생산기술의 개발
   Development of Seedling in Puyu Persimmon
3. 단감의 생리·생태 연구
   A Studies on Physioecology of Non-Astringent Persimmon

연구기관
밀양산업대학교 농학부

대한민국 국회도서관
기증등구
1998. 3. 23.
735745

농 림 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 "단감의 생리생태 및 정지·전정"에 관한 연구 과제 (세부과제 1. 단감의 특성구명과 정지·전정기술 개발, 2. 종묘생산 기술의 개발, 3. 단감의 생리·생태 연구)의 최종보고서로 제출합니다.

1998년 1월

주관 연구 기관 : 밀양산업대학교

총괄연구책임자 : 조 동

연 구 원 : 서 정 해

연 구 원 : 최 성 수

연 구 원 : 신 진 오

세부연구책임자 : 최 영 환

협동연구기관명 : 동아대학교

협동연구책임자 : 이 용 문

협동연구기관명 : 밀양단감조합

협동연구책임자 : 윤 철 호

요 약 문

Ⅰ. 제 목

단감의 생리생태 및 정지·전정에 관한 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 연구개발 목적

가) 정지·전정시에 타 과수에서 도장지라고 하는 가지는 기부에서 절단하다. 그러나 단감의 경우에는 화아분화된 도장지(도장성 결과모지)가 많기 때문에 이 가지를 유인 등의 방법으로 정부 우세성을 적당히 이용한다면 많은 결과모지의 확보는 물론 나무의 수형 또한 단시간내에 형성할 수 있을 것이다. 이러한 도장성 결과모지의 이용으로 인하여 도장성 결과모지로부터 생산한 과실의 품질향상, 다량의 엽면적확보로 단위면적당 수량 증대 및 다음해에 더욱더 많은 결과모지의 확보가 가능해 진다.

나) 도장성 결과모지의 유인을 통하여 오래된 주지를 갱신하므로써 고목을 유목화시킬수 있다. 수관 하부의 주지를 길게 뻗아내어 canopy를 넓혀줌으로서 광합성을 할수 있는 잎수를 충분히 확보하여 고품질의 단감을 다수확 할 수 있다.

다) 도장지를 1~3마디에서 절단하여 예비지로 만들면 격년 결과를 없애고 충분한 엽면적을 확보하여 품질이 좋은 단감의 안정생산이 매년 가능해 진다.

라) 파종용 기구를 이용한 이식으로 식상을 최대로 줄여 유목의 활착율을 높이고, 초기 생육을 촉진시켜 건전한 묘목을 육성한다.

마) 생장조절제를 이식묘에 처리하여 유묘의 활착을 증진시키기고 초기생육을 촉진시킨다.

바) 품질좋은 단감을 수확하여 과수중 기호도가 가장 높은 단감을 전국민이 먹을 수 있도록 할 수 있다.

사) 이론이나 단감 특성에 대한 올바른 전정기술을 전 농가에 보급시킨다.

아) 수분수의 개발로 수량증대 및 고품질의 단감생산 가능

2. 연구개발의 필요성

단감은 타 과수보다 당도가 높고, 비타민 C의 함량이 많아 기호도가 높으며, 산이 많은 우리나라의 경우 산을 이용할 수 있는 최적의 과수이다. 또한 노동시간이 사과의 58% 밖에 되지 않아 농촌의 노동력이 고령화, 부녀화 되어있어 일꾼이 부족한 우리 농촌의 최적 작목이며, 표준소득율이 높아 국제경쟁력이 큰 과수이다. 특히 사과 다음으로 재배 농가수가 많은 중요한 과수로서 경남의 대표과수이자 전남의 유망 과수이다. 그러나 정지·전정 기술은 타 과수처럼 과학적으로 개발되어 있지 않기 때문에 재배 농가가 많은 손실을 입고 있다.

본 연구에서는 우리나라 주요 타 과수와는 생리생태 및 결과습성이 다른 단감의 최적 정지·전정 방법과 결과습성을 구명하여 저수고, 장주지 및 다주지를 기본으로 밑변이 긴 삼각형 모형의 수형을 개발하여 농가소득은 물론 품질을 향상시킬 수 있는방법을 확립하기 위하여 수행하였다.

가) 기술적 측면

① 단감재배시 농가에서 가장 중요한 기술은 정지·전정이며, 정지·전정은 우선 감나무의 특성을 이해한 후 기초이론의 바탕위에서 실시하여야 한다.

② 현재 대부분의 농가에서는 전정사에게 맡겨 실시하고 있는데, 거의 대부분의 전정사가 기초적 이론이 없고, 어깨 넘어로 배워서 전정을 하고 있다.

③ 단감은 타 과수에 비해서 격년 결과가 심하여 6월과 7월 2차에 걸쳐 생리적인 낙과를 하는데, 이는 전정을 통하여 크게 줄일 수 있다.

④ 특히 2~3년 전부터 근거도 없는 일본 등의 전정 기술이라고 하여 주간을 제1 또는 제2주지 부위에서 절단하여 농민에게 막대한 피해를 주고 있다.

⑤ 최근 일본에서 20년 전부터 주간을 심하게 절단하여 키를 낮추는 것이 문제

가 있다고 판단하여 다시 주간을 만들고 있는 실정이다.

나) 경제적 · 산업적 측면

① 전국의 전정시장이 년간 30억정도로 추산되며 이를 전문 전정기술이 없는 사람, 진영지방 등의 노무자 또는 단감 재배경험이 없는 사람들이 겨울이면 전정기사로 전정을 하고있다.

② 현재 본 연구의 결과로 개발된 전정법을 농가에 보급하면 고품질의 상품과를 증수할 수 있고, 매년 고른 수확을 할 수 있다.

③ 전정기술을 개발 보급하면 경영비를 30%정도 줄일 수 있다.

④ 수고가 낮아서 부녀자, 노인, 어린이 등도 작업이 가능하며, 모든 작업이 용이하다.

⑤ 수고를 낮춤으로서 적과, 수확 및 약제살포 등의 노동력을 절감할 수 있었다.

⑥ 수확량이 기존의 전정법에 비하여 약 1.5배 정도 증수되었으며, 상품과의 생산율량이 증가하였다.

다) 사회적 · 문화적 측면

① 고품질의 단감 과일을 매년 다수확하여 전국민이 값싸게 먹을 수 있다.

② 생산량이 증대되어 농가의 소득증대에 기여하므로써 도시와 농촌간의 소득격차를 줄일 수 있다.

③ 쓸모없는 산을 과원으로 이용하여 국민 경제에 큰 보탬이 되고, 도시인의 주말 과원 및 농장으로 활용하여 여가를 선용케하고, 농가소득에도 보탬을 줄 수 있다.

④ 감은 무기성분과 비타민 C의 함량이 많아서 건강식품으로 보급시킬 수 있다.

⑤ 농약 사용량이 타 과수보다 1/3정도되어 저공해 과일로 공급할 수 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

구 분	연구개발내용 및 범위
1차년도 (1995)	○도장지의 굵기별 화아분화 ○유인 각도별 품질 및 수량성 ○포트, 생장조절제 등을 이용한 기초 조사 ○당도 및 수량성의 기초 조사 ○본 연구의 독창성과 타당성이 인정 되었음.
2차년도 (1996)	○도장지의 유인에 의한 수형조절 ○도장지를 예비지화 할때 적당한 길이 구명 ○도장지 유래 과실의 상품성 검정 ○포트의 종류, 발근 촉진제처리 등의 예비 시험 ○포장의 위치별 토양 무기성분량 조사 ○저수고 장주지, 삼각형 수고 형성 ○도장지의 장주지화 및 수고의 높이 조절로 하우스형 수형 개발
3차년도 (1997)	○도장지내 무기성분 함량 조사 ○결과모지에서 시기별 적화 및 적과 ○평지와 경사지 및 토성에 따른 생리적 낙과 조사 ○단감의 최적 수형 모델의 개발

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 관한 건의

1. 연구개발 결과

제 1장 단감의 특성구명과 정지·전정기술개발

가) 실험 1. 장주지 저수고 전정법과 전통적인 전정법에 의해서 생장한 나무의 특성 비교

변칙주간형은 정부우세성 때문에 수령이 높아질수록 역삼각형의 수형으로 발달되어 수관하부 가지는 수광량이 낮아 광합성을 하지 못하게 되므로 고사하게 된다. 장주지 저수고형(LS-LTH)은 유인을 통하여 수고가 낮고, 수관의 폭이 넓으며, 제

1주지를 길게 만들 수 있어 수관은 삼각형의 형태이기 때문에 수관하부의 가지가 충분한 광을 받을수 있고, 지상에서 50cm 이하의 낮은 위치에서 수확할 수 있다

본 연구에서 개발한 장주지 저수고형과 밀양과 진영의 변칙주간형을 비교한 결과, 10년생과 20년생의 수고는 저수고 장주지형과 밀양지역이 비슷하였으나 진영지역의 수고는 약간 높았다. 수관의 직경은 저수고 장주지형이 다른 어떠한 지역보다도 유의하게 넓었으며, 특히 20년생의 수관폭이 5m이상이었다.

수고/수관의 비율은 저수고 장주지형이 약 0.5로서 수관의 폭이 약 2배, 밀양지역과 진영지역은 1~1.5였다. 수관의 단면적은 장주지 저수고형이 약 8.5m^2로서 가장 넓었으며, 다음은 진영, 밀양지역의 순이었다.

저수고 장주지형의 광투과율은 수관의 중간부는 태양광선의 약 10%로서 160μ mol · m^{-2} · s^{-1}, 하단부는 약 2.5%로서 30μmol · m^{-2} · s^{-1}정도였다.

광합성율은 수관내부의 잎이 수관외부의 잎보다 광도에 관계없이 높았다. 광보상점은 수관외부의 잎은 약 40μmol · m^{-2} · s^{-1}정였으나 수관내부 잎은 약 20μmo l · m^{-2} · s^{-1}정도였다. 광포화점은 수관의 위치에 관계없이 약 1,500μmol · m^{-2} · s^{-1} 정도였다

13년생의 나무를 장주지 저수고형 (LS-LTH)과 변칙주간형으로 전정 후 수량을 비교한 결과 1차 연도의 착과수는 저수고 장주지형이 약 25개정도 많았다. 2차년도의 식물체당 과실수와 총 무게는 저수고 장주지형으로 하였을 때 160%정도 증가하였다. 장주지 저수고형은 변칙주간형보다 1박스당 70개 이상의 고품질의 과실량이 많았으나 110개 이하의 것은 비슷하여 고품질이었다.

나) 실험 2. 부유 단감(*Diospyros kaki* L.)의 착과촉진을 위한 도장지의 이용

도장지를 결과모지로서 이용하기 위하여 실험한 1년차의 결과는 다음과 같다. 과실수는 도장지는 16.7개, 결과모지의 3~4개로서 도장지가 현저히 많았으며, 도장지의 길이가 길고 직경이 굵을 수록 증가하였다. 도장지로부터 낙과율은 약 40% 정도였으나, 결과모지의 2배 이상 착과되었다. 도장지를 유인하였을 경우에 착과율은 45° 유인구의 착과량이 가장 많았으며, 다음은 0, 30, 75, 90° 의 순이었다. 도장지당 총 과중은 45° 로 유인하였을 때 1,305g, 결과모지는 839g이었다. 45° 이하

의 유인은 평균과중이 감소되었으며, 도장지의 품질은 결과모지와 차이가 없었으며, 45° 이상 유인구는 평균과중이 오히려 무거웠다.

다) 실험 3. 성목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향

도장지의 유인효과를 검토하기 위한 실험에서 도장지당 총 과실수는 무유인구에서 가장 많았으며, 다음은 45°, 예비지의 순이었다. 총과중은 무유인구가 약 2000g으로서 가장 많았고, 45°유인구는 1500g, 예비지는 1200g으로서 가장 낮았다.

유인각도에 따른 착과수 총과중 및 평균과중은 무유인구에서 가장 양호하였으며, 75°까지 유인의 정도가 심할수록 도장지당 과실수가 적고, 총과중 및 평균과중이 가벼웠다.

도장지의 이용 가능성을 실험한 결과, 과실내 당함량은 45°유인구가 15.1로서 가장 높았으며 다음은 결과모지 14.7, 무유인구가 14.4였다. 도장지의 유인각도에 따른 총 당함량은 45°유인을 제외하고 유인각도가 높을수록 감소하는 경향이었으며 모든 도장지 유인구가 결과모지보다 총당함량이 높았다. 총 당함량은 유인각도에 관계없이 단감의 크기가 클수록 높았다. Hunter의 L값은 과실의 크기간에 유의차가 없었으며 유인각도간에는 결과모지가 63.3으로서 가장높았으며, 45° 유인구가 가장 낮았다. Hunter의 a값은 45°유인구에서 가장 높았으며, 45°유인을 전후로하여 유인정도가 적거나 높을수록 감소하였다.

라) 실험 4. 유목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향

결과모지 및 도장지당 신초의 총 신장생장과 경직경은 무유인구에서 가장 양호하였고, 각도가 높을수록 신초의 생장은 억제되었으며, 결과모지의 신초 총 생장량이 가장 낮았다. 평균신초장은 결과모지와 도장지간에 차이가 없었다. 신초의 수는 도장지가 결과모지보다 많았다.

결과모지보다는 도장지의 낙과율이 높았고, 6월과 7월의 낙과는 45°유인구가 가장 높았으며 유인각도가 높거나 낮을수록 감소하였다.

유인각도에 따른 총 당함량은 결과모지와 도장지의 유인구간에 차이가 없었으나, 45°이상 유인구에서는 200g까지 과실이 클수록 가용성 당함량이 증가하였다.

Hunter a값은 유인각도와 과실크기간에 상호 작용이 인정되었으며, 결과모지가 도장지의 유인구보다 더 높았다.

착과수 총과중 및 평균과중은 45~30°로 유인하는 것이 가장 양호하였으며, 90° 유인구는 도장지당 과실수와 총과중이 감소하는 경향이었다. 도장지 처리구가 결과지보다 과실수, 총과중 및 평균과중이 더 양호하였다.

과실의 저장성은 155g 이상의 과실은 색도간에 차이가 거의 없었으나 154g 이하의 과실은 녹색의 과실을 저장하면 저장성이 현저히 감소하였다.

제 2장 종묘생산기술의 개발

가) 실험 1. NAA의 침지 및 根部環境改善에 의한 단감 (Diospyros kaki L.) 뿌리 분포 패턴

단감의 초기생육을 촉진시기 위한 대목의 선발, 이식시 발근 촉진과 식상을 최소화 할 수 있는 방법을 개발하기 위한 실험의 결과는 다음과 같다.

부유가 봉옥이나 반시보다 신초와 뿌리의 신장의 생장이 양호하였다. 식물체당 전체측근의 수는 부유가 75.1개로서 가장 많았고 지표면서부터 30cm이하까지 가장 많이 분포되어 있었으며 반시나 봉옥보다 심근성이었다.

Ball상토에 파종하는 것이 다른 상토보다 뿌리의 길이 및 비대생장이 잘되었다. 토양의 깊이별 뿌리의 분포는 ball상토에 파종하였을 때 토양표면으로부터 10cm이하의 모든 깊이에서 측근의 뿌리가 가장 많았으며, 다음은 일반상토였다.

단감의 이식시 식상을 최대한 줄이기 위하여 파종용기 실험을 한 결과 root control container (RCC)에 파종하는 것이 뿌리 생장과 측근수의 형성이 가장 좋았으며다음은 난포트였다. 세근의 분포 역시 RCC포트에 파종하는 것이 지표으로부터 30cm 이하의 심층까지 고루 분포하였다.

단감의 유묘를 500mg/ℓ NAA침지시 세근의 형성이 가장 잘되었으며, 세근의 분포도 토양표면으로부터 11cm이하의 깊이에서 현저하게 증가하였다.

나) 실험 2. NAA용액의 침지가 신초 및 뿌리의 생육에 미치는 영향

부유단감의 유묘를 NAA용액에 2시간 동안 침지시킨 후 세근발생과 생장촉진효과를 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 세근의 발생촉진을 위한 최적 농도는 250mg/ℓ NAA용액이었고, 총생체중, 직근중 및 세근중이 증가되었다. 그러나 세근의 건물율은 NAA를 처리함으로서 오히려 감소되었다
2. 목질부와 잎의 총생체중은 NAA 50mg/ℓ과 100mg/ℓ에 침지하는 것이 가장무거웠으며 생체중의 증가 원인은 측지의 생장에 의한 것이었다. 그러나 목질부와 잎 모두 고 농도의 NAA침지구에서는 건물율이 감소하지 않았다.

다) 실험 2. NAA와 BAP경엽살포에 의한 생육 및 뿌리발육 촉진

BAP경엽처리에 의한 식물체당 뿌리수는 농도가 높을수록 증가하였다. 직근의 길이는 BAP처리구의 경우 500mg/ℓ의 고농도에서 현저히 증가하였다. 총 根重은 250mg/ℓ BAP처리구에서 가장 무거웠으며 500mg/ℓ처리구는 감소하였다.

총 측근수는 10cm이내에서 가장 많았으며, 21cm이하에서는 측근이 거의 존재하지 않았다. 지표로부터 0~10cm의 총 측근수는 100mg/ℓ BAP경엽처리에서 가장 많았다. 11~20cm내 총 측근수는 250mg/ℓ BAP경엽처리구가 가장 많았다.

BAP경엽처리에 의한 전체 잎수, 전체 잎면적 및 엽중은 100mg/ℓ처리구에서 유의하게 증가하여 신초의 생장을 촉진시킨 것으로 생각된다

NAA경엽처리에 의한 측근 발생수는 250mg/ℓ까지 농도가 높을수록 많았으며 그 이상의 농도에서는 현저히 감소하였다. 줄기의 생육은 50~100mg/ℓ에서 가장 좋았으며 250mg/ℓ이상의 농도에서는 감소하였다

NAA경엽처리에 의한 전체 잎수, 전체 잎면적 및 엽중은 50mg/ℓ처리구에서 유의하게 증가하였으며, 250mg/ℓ이상의 농도에서는 대조구보다 감소하였다.

단감 유묘의 광포화점은 약 1,500μmol · m^{-2} · s^{-1}였다. 광합성율은 광도에 관계없이 50mg/ℓNAA와 25mg/ℓ BAP처리구에서 가장 높았다.

잎의 위치별 광합성율을 9월 13일을 기준으로 하여 비교한 결과, 주간은 상위엽

일수록 광합성율이 높았다. 그러나 이차 생장지는 11번째 잎의 광합성율이 가장 높았으나 그 이하의 잎은 오히려 감소하였다. 주간과 2차 생장지의 광합성율을 비교하면 상위엽(7번째)은 주간이 높았으며, 중간엽(11번째)은 동일하였으나 하위엽(17번째)은 2차생장지의 광합성율이 높았다.

주간의 광포화점은 잎의 위치에 관계없이 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1}였다. 2차 생장지는 유엽인 1과 7번째 엽은 500 μmol · m^{-2} · s^{-1}, 성숙된 11과 17번째 잎은 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1}이었다.

제 4장 단감의 생리생태 연구

가) 실험 1. 단감나무의 생리·생태적 특성에 관한 연구

단감나무 품종별 잎의 특성을 조사 분석한 결과는 다음과 같다. 품종별 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽중은 미카도, 대안단감이 제일 크다. 엽병직경은 미카도가 가장 크고 R0-19가 가장 작았다. 엽형지수는 품종중 Ro-19 가 가장 컷으며 미카도 품종이 가장 작았다. Chlorophyll의 함량은 Ro-19가 많았다. 그러나 미카도 품종은 보다 적었다. 품종 전체로 보면 N, Ca, 및 B 함량은 적었으며, P는 약간 적은 경향이었고 K 와 Mg는 결핍이었다. 그러나 Na, Cu, Zn, Fe, Mn은 적량이었다. 특히 Al 함량은 모든 품종이 81~148ppm으로 많았다.

나) 실험 2. '富有' 감의 落果 및 品質에 미치는 受粉樹의 影響

'富有'감의 꽃에 受粉樹의 꽃가루를 受粉시킨 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 生理的 落果는 無受粉區 50%, 고욤區 67.3%, 돌감區 11.1%, 西村早生區 22.9%, 미카도 32.0%, 晩御所 34.0%, 禪寺丸 13.4%를 나타내었다. 落果 波相은 處理別 1~2個를 나타내었고 第1 波相은 6月 30日이 가장 peak가 높았다. 果實當 種子數는 많을수록 落果率이 적은 負의 相關關係를 나타내었다. 西村早生은 禪寺丸, 돌감보다 種子數가 많았으나 落果率은 약간 높았다. 이상으로 보아 '富有'는 반드시 受粉樹가 필요하였고, 돌감은 受粉樹로써 훌륭한 가치가 있었다. 그러나 고욤은 受粉樹로써 전혀 사용할 가치가 없었다.

대한민국국회도서관장서

다) 실험 3. 富有단감의 樹勢別 가지의 生長과 果實의 肥大 및 日燒被害에 미치는 影響

'富有'단감의 樹勢別 가지의 生長과 果實의 發育 그리고 日燒果의 發生을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 樹高 및 樹幅에 있어서는 樹勢가 强할수록 樹高가 높았고, 樹勢가 弱할수록 樹高에 比해 樹幅이 큰 편이었다.
2. 果實數, 葉數, 果實 1個當 葉數는 樹勢가 强할수록 많았다.
3. 日燒被害果率은 樹勢가 强할수록 낮았고, 弱할수록 높았다. 方向에 있어서는 南, 西, 東, 北의 順位였고, 北쪽은 樹勢別 關係없이 낮았다.
4. 新梢의 伸長은 長果枝, 短果枝 共히 6月 이후는 微微하였으며 葉數는 減少의 傾向이 있었다. 그러나 伸梢의 굵기는 繼續 增加하였다.
5. C의 含量은 短果枝가 많았고 N의 含量은 長果枝가 많았으며, C/N율은 短果枝가 높았다.
6. 長果枝는 果實이 크고 果形指數가 높았으며 短果枝는 硬度가 높았다. 果實 部位別 硬度는 頂部가 側部보다 높았다.

2. 활용에 대한 건의

1) 농가에서 직접 시험을 수행함으로서 결과를 농민이 응용할 수 있다.

2) 연구의 결과는 농민단체를 통하여 교육 및 지속적인 교육.
   현재 약 650여명의 농민이 교육을 받았음 (97년 동계 기간중 130명 교육)
   교육대상은 밀양근교는 물론이고 경북지역 서부경남 전라남도 등으로 단감의 재배한계지역의 농가가 골고루 분포되어 있음

3) 대 농민 교육을 직접시킬 수 있는 기관을 만들어 시험의 결과를 농민이 직접 이용할 수 있는 제도적인 장치가 필요하다

4) 단감의 재배법을 확립하기 위해서는 앞으로 더욱더 많은 연구가 이루어져 생리적인 문제점을 해결 할 수 있는 방법이 확립되어야 할 것이다.

5) 국외 학회지에 논문 발표 및 게재, 국내 학회지에 발표 준비중

6) 이식후 식상을 최대한 줄일 수 있는 방법이 개발되었다.

7) 이식 전과 후에 발근을 촉진시킬 수 있는 방법이 확립됨으로서 초기생육을 촉진시킬 수 있는 방법이 제시되었다.

S U M M A R Y
(영문 요약문)

Chapter 2. Studies on characteristics of 'Puyu' persimmon and development of training and pruning

Experiment 1. Performance of 'Puyu' persimmon adult trees compared with modified leader form and long primary scaffold and low tree height (LS-LTH) form

Modified leader form trees can not perform photosynthesis and consequently died due to the apical dominance which trees develope into reversed triangular type and low branches do not attain enough light energy as the trees age getting old. Otherwise, long primary scaffold and low tree height (LS-LTH) form has triangular type and advantage that low branches have enough light energy due to the low tree height through bending, more canopy area, and making the first branch longer. Further advantage is that we can harvest fruits in the low height within 50cm from the soil.

Tree height of LS-LTH form of 10-and 20-year old trees was similar with that of traditionally grown persimmon in Miryang area but a little bit higher than that in Jinyoung area. The canopy area of LS-LTH form was wider than that of any other area, especially that of 20-year old trees was more than 5m. The ratio of tree height to canopy area was about 0.5 in LS-LTH form. However, that of Miryang and Jinyoung area was 1~1.5, which indicated that LS-LTH form had the widest surface area of canopy.

Light energy transmission rate of LS-LTH form in the middle of canopy was $160\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ which was the about 10% of total light energy, and that of low canopy was $30\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ which was about 2.4% of total light energy. The photosynthesis rate of the leaf within the canopy was higher than that of outside of the canopy regardless of light intensity. Light compensation

point of leaves outside of the canopy was about $40\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ and that of within the canopy was about $20\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$. Light saturation point was about $1{,}500\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ regardless of the height of canopy.

In the comparison of fruit harvest after pruning the 13-year old tree as LS-LTH and modified leader form, respectively, LS-LTH form had 25 more fruits than that of modified leader form in the first year. Total number and weight of fruits per tree was increased to 160% when pruned as LS-LTH form.

Experiment 2. Active Use of Water Sprouts to Set Fruits in a Fuyu Persimmon

Experiments were conducted to actively use water sprouts as fruit-bearing branch in non-astringent 'Fuyu' persimmon. Fruit number was increased with increasing length and diameter of water sprouts: it was 16.8 for a 80-cm water sprout compared with a 30-cm non-water sprout. Forty percent of the fruits were dropped from a water sprout, so that about twice as many fruits could be harvested as a non-water sprout. The highest percent fruit-set was observed when water sprouts were bent to 45°, followed by 0, 30, 75, and 90°. Total fruit weight was 1,305 g when water sprouts were bent to 45°; it was 839 g for a non-water sprout. Bending the sprouts to a greater than 45° decreased fruit weight at harvest. Quality attributes were not affected by different shoots.

Experiment 3. Effect of water sprout bending on shoot growth, fruit yield and quality in adult trees

In the experiment to study the bending effect of water sprout, total number of fruits in no-bending branch was highest followed by 45° bending branch, and reserved branch. Total weight of fruits in no-bending branch was about 2000g, that in 45° bending branch was 1500g, and that in reserved branch

was 1200g.

Smaller number of fruits and lighter total fruit weight and mean fruit weight were resulted as the bending angle was bigger up to 75°.

In the test for the possibility to utilize the water sprout, the fruit sugar content of 45° bending branch was highest as of 15.1, followed by fruit bearing branch as of 14.7, and no-bending branch as of 14.4. Total fruit sugar content upon the bending degree of water sprout was decreased as the bending degree was bigger except for the 45° bending, and all the water sprout bending branch showed higher total sugar content than that of fruit bearing branch. Total fruit sugar content was higher as the size of persimmon was bigger regardless of bending degree. Hunter's L value for the size of fruit did not show any significant difference and that for the bending degree showed that fruit bearing branch was highest as of 63.3 and 45° bending branch was lowest. Hunter's a value was highest in 45° bending branch, and getting lower as the bending degree was smaller or bigger from 45° bending degree.

Experiment 4. Effect of water sprout bending on shoot growth, fruit yield and quality in young trees

Total shoot development and shoot diameter per fruit bearing branch and water sprout branch were best in non-bending branch, and shoot development was supressed as the bending degree was bigger and that of fruit bearing branch was lowest. Mean shoot length did not show any significant difference between fruit bearing branch and water sprout branch. Number of shoot was higher in water sprout branch than in fruit bearing branch.

Fruit dropping rate was higher in fruit bearing branch than in water sprout, and it was highest in 45° bending and was decreased as the bending degree was higher or lower during June and July.

Total fruit sugar content upon the bending degree did not show any difference between fruit bearing branch and water sprout, but the soluble sugar content was increased up to the fruit weight was 200g over the 45° bending degree. Hunter's a value indicated the interaction between bending degree and fruit size, which fruit bearing branch of it was higher than that of bending branch.

Total fruit weight and mean fruit weight were best when the branch was bent at the degree of 30~45°, and fruit number and total fruit weight were decreased when bent at the degree of 90°. Fruit number, total fruit weight, and mean fruit weight were higher in bending branch than fruit bearing branch.

Fruit storability was did not show any difference between Hunter's L value for the fruits over 155g, but it became remarkably worse when stored green fruits under 154g.

Chapter 3. Development of seedling in 'Puyu' persimmon

Experiment 1. Root Distribution Patterns of Puyu Persimmon (*Diospyros kaki* L.) in Improvement of Root Environment and Immersion in NAA Solution

This study was conducted to improve rooting and to reduce transplanting shock of Puyu persimmon. Rooting depth in soil layers was top 30cm and the more additional roots were formed in Puyu persimmon as a root stock. Root length and diameter were increased when planted in Ballsangto. Root distribution pattern by depth was affected by soil type and it was located in the 0 to 30cm for Ballsangto. The highest root number was induced in Ballsangto, followed by sandy loam, peat moss and vermiculite. Root control container reduced transplanting shock and increased lateral root number and

well distributed throughout in the 0 to 30cm. Immersion in NAA solution for 2 hours remarkably increased lateral root number and fairly well distributed throughout in the 10 to 30cm depth from soil surface.

Experiment 2. Effect of immersion in NAA solution on rooting and shoot growth

Results of seminal root development and growth acceleration effects when soaked the Fuyu persimmon seedlings in NAA solution for 2 hours are as follows:

1. The optimal concentration of NAA solution for the seminal root development was 250mg/ℓ, and total biomass, primary root weight, and lateral root weight were increased. However, seminal root weight was rather decreased when treated with NAA.
2. The woody parts and leaf biomass were heaviest when soaked at 50mg/ℓ and 100mg/ℓ of NAA solution, and the reason for the increase of biomass was due to the growth of lateral twigs. But, the biomass of both woody parts and leaf were not decreased when soaked at high concentration of NAA solution

Experiment 3. Effect of NAA and BAP foliar spray on rooting and shoot growth

Root numbers per plant when treated with BAP foliar spray were increased as the BAP concentration was higher. The primary root length was remarkably increased at the 500mg/ℓ BAP treatment. Total root weight was heaviest in the treatement of 250mg/ℓ BAP, and was decreasd in that of 500mg/ℓ BAP.

Total number of lateral roots was highest within 10cm and was hardly observed lower than 21cm from the surface. Total number of lateral roots between 0 and 10cm was highest in the treatment of 100mg/ℓ BAP foliar

spray, and that between 11 and 20cm was highest in the treatment of 250mg/ℓ BAP foliar spray. It is supposed that total number of leaves, total leaf area, and leaf weight were significantly increased when treated BAP foliar spray, and promoted the shoot development.

Number of lateral roots when treated with NAA foliar spray was higher as the concentration was higher up to 250mg/ℓ and sharply decreased higher concentration than 250mg/ℓ. Trunk development was best at the concentration of 50~100mg/ℓ, and decreased at the concentration over 250mg/ℓ.

Total number of leaves, total leaf area, and leaf weight were significantly increased when treated with 50mg/ℓ NAA foliar spray, and decreased than those of control at the concentration of 250mg/ℓ or higher.

Light saturation point of Puyu persimmon was about 1,500 μmol · m^{-2} · s^{-1}. Photosynthesis was highest at the concentration of 50mg/ℓ NAA and 25mg/ℓ BAP regardless of light intensity.

In the comparison photosynthesis rate on the position of leaf on the date of September 13, higher position leaves showed higher photosynthesis rate for the primary shoot. Photosynthesis rate for the secondry shoots was highest in the 11th leaf and decreased in the lower positions of leaf. When compared the photosynthesis rate between primary shoot and secondry shoot, upper position of leaf(7th leaf) was higher in primary shoot, middle position of leaf(11th) was same, and lower position of leaf(17th) was higher in secondry leaf.

Light saturation point of primary shoot was 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1} regardless of the position of leaf. And that of secondry shoot was 500 μmol · m^{-2} · s^{-1} in the 1st and 7th leaf, and 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1} in the 11th and 17th leaf.

Chaper 4. A studies on physioecology of non-astringent persimmon

Experiment 1. A studies on physioecological characteristics of 'Puyu' persimmon

Experiments on the leaf characteristics have been carried out in sweet persimmon cultivars. The result obtained are as followings :

Mikado and Daean Dangam were the largest for leaf length, leaf width, leaf area and leaf weight in all cultivars. The largest leaf stalk diameter was observed in Mikado, but the smallest was Ro-19. For the index of leaf shape, Ro-19 showed the largest but Mikado showed smallest. For the content of chlorophyll, Ro-19 cultivars contained higher but Mikado contained lower. In average for all cultivars, the contents of N, Ca and B were low, that of P seemed insufficient and those of K and Mg were difficient. However, the contents of Na, Cu, Zn, Fe and Mn were morderate. The contents of Al, in particular, were high(81-148) for all cultivars.

Experiment 2. Effects of pollinizer on fruit drop and quality of 'Fuyu' persimmon

Effects of pollinizer on fruit drop and quality of 'Fuyu' persimmon are as follows. Physiological fruit drop rate of non-pollinazer, *Diospyros Lotus* L., Wild persimmon, Nishimura Wase, Mikado, Bang Gosho and Zenjimaru were 50%, 67.3%, 11.1%, 22.9%, 32.0%, 34.0% and 13.4%, respectively. The peak of fruit drop wave in all pollinizers arose one or two and the first peak was the highest on June 30. Negative corelation was obtained that the more seed number is, the less fruit drop rate is. Fruit drop rate of Nishimura Wase was some high though seed number was more than that of Zenjimaru and Wild persimmon. Consequently, 'Fuyu' persimmon required pollinizer and Wild persimmon was a good pollinizer. *Diospyros Lotus* L. showed not only useless

pollinizer but also negative effect.

Experiment 3. Effect of tree vigor in 'Fuyu' persimmon of on branch growth, fruit enlargement and sunscald injury

Effects of tree vigor of 'Fuyu' persimmon on growth of branch, fruit enlargement growth and sun scald injury were examined, and the results obtained are as follows. The stronger tree vigor was, the higher tree height was and the weaker tree vigor was, the longer tree spread than tree height was. Number of fruit, leaf and number of leaf per a fruit were increased with strong tree vigor. Ratio of sun scald injury fruit was decreased with strong tree vigor and increased with weak tree vigor. In direction, ratio of sun scald injury fruit was south, west, east and north in order and north was low without relation of tree vigor. In elongation of shoot, both long fruiting branch and short fruiting branch are slight and leaf number seemed to decrease. Nevertheless, diameter of shoot increased continually. The content of C was high in shorting fruiting branch, the content of N was high in long fruiting branch and in C/N ratio, short fruiting branch was high. Fruit transverse was long and shape index of fruit was high in long fruiting branch and fruit firmness was high in short fruiting branch. In fruit firmness at parts, apex part was higher than side part.

C O N T E N T S
(영문목차)

Chapter 2. Introduction 1
Section 1. Objectives of the research and development 1
Section 2. Area of the research and development 5
Section 3. Plans of practical applications 5
Chapter 2. A studies on characteristics of 'Puyu' persimmon and development of training and pruning 27
Experiment 1. Performance of 'Puyu' persimmon adult trees compared with modified leader form and long primary scaffold and low tree height(LS-LTH) form 27
Section 1. Introduction 27
Section 2. Materials and method 28
Section 3. Results and discussion 29
1. Comparison with long primary scaffold and low tree height and modified leader form 29
2. Canopy area compared with long primary scaffold and low tree height and modified leader form 34
3. Light penetration within canopy 38
4. Photosynthetic rate of shaded leaf 39
5. Fruit yield compared with long primary scaffold and low tree height and modified leader form in second year of bending 42
Section 3. Summary 51
Experiment 2. Active Use of Water Sprouts to Set Fruits in a Fuyu Persimmon (*Diospyros kaki* L.) 52
Section 1. Introduction 54
Section 2. Materials and method 54
Section 3. Results and discussion 55
1. Size of water sprouts 56
2. Degree of bending on fruit drop and yield 56
Section 3. Summary 59
Experiment **3. Effect of water sprout bending on shoot growth, fruit yield and quality in adult trees** 63
Section 1. Introduction 65
Section 2. Materials and method 66
Section 3. Results and discussion 67
1. Effect of bending on fruit yield 68
2. Effect of bending on fruit quality 68
Section 3. Summary 69
75

Experiment 4. Effect of water sprout bending on shoot growth, fruit yield and quality in young trees 77
Section 1. Introduction 78
Section 2. Materials and method 79
Section 3. Results and discussion 80
1. Effect of bending on shoot growth 80
2. Effect of bending on fruit quality 83
3. Effect of fruit size and color on storage life 88
Section 3. Summary 93

Chapter 3. Development of seedlong in 'Puyu' persimmon 94

Experiment 1. Root Distribution Patterns of Puyu Persimmon (*Diospyros kaki* L.) in Improvement of Root Environment and Immersion in NAA Solution 95
Section 1. Introduction 96
Section 2. Materials and method 96
Section 3. Results and discussion 97
1. Characteristics of root stocks 97
2. Development of high quality seedling 100
3. Effect of immersion in NAA solution on root formation 105
Section 3. Summary 107
Experiment 2. Effect of immersion in NAA solution on rooting and shoot growth 110
Section 1. Introduction 110
Section 2. Materials and method 111
Section 3. Results and discussion 111
1. Shoot growth and root distribution as affected by NAA 116
Section 3. Summary 116
Experiment 3. Effect of NAA and BAP foliar spray on rooting and hoot growth 118
Section 1. Introduction 119
Section 2. Materials and method 120
Section 3. Results and discussion 121
1. Root development and distribution 121
2. Shoot growth 127
3. Effect of NAA and BAP foliar spray on photosynthesis rate 131
4. Photosynthesis characteristics in seedling 133
Section 3. Summary 137
138

Chaper 4. A studies on physioecology of non-astringent persimmon 144

Experiment 1. A studies on physioecological characteristics of 'Puyu' persimmon 145

Section 1. Introduction 145
Section 2. Materials and method 146
Section 3. Results and discussion 147
1. Ecological characteristics of leaf 147
2. Analysis of chlorophyll in leaf 150
3. Analysis of inorganic matter in leaf 151
Section 3. Summary 154

Experiment 2. Effects of pollinizer on fruit drop and quality of 'Fuyu' persimmon 155

Section 1. Introduction 155
Section 2. Materials and method 156
Section 3. Results and discussion 157
Section 3. Summary 164

Experiment 3. Effect of tree vigor in 'Fuyu' persimmon of on branch growth, fruit enlargement and sunscald injury 166 168

Section 1. Introduction 168
Section 2. Materials and method 168
Section 3. Results and discussion 169
1. Investigation of tree height and width 169
2. Effect of tree vigor and leaf number on fruit number 170
3. Sunscald injury affected by tree vigor 171
4. Sunscald injury affected by direction 172
5. Shoot growth of water sprout and non-water sprout 173
6. C/N ratio, fruit size, and firmness affected by water sprout and non-water sprout 174 176
Section 3. Summary 177

목 차

제 1장 서 론 1
제 1절 연구개발의 목적과 범위 1
제 2절 연구개발 내용 및 범위 5
제 3절 연구개발 및 활용에 대한 건의 5

제 2장 단감의 특성구명과 정지 · 전정기술 개발 27

가) 실험 I. 장주지 저수고 전정법과 전통적인 전정법에 의해서 생장한 나무의 특성 비교 27

제 1절 서 설 28
제 2절 연구내용 29
제 3절 결과 및 고찰 29
1. 장주지 저수고 수형과 전통적인 전정법에 의한 수형의 비교 29
2. 장주지 저수고형과 변칙주간형의 수관표면적 비교 34
3. **樹冠內部의 光透過率** 비교 38
4. 광순화된 결과모지의 광도에 따른 광합성율 39
5. 2년간의 장주지 저수고형의 수형과 변칙주간형의 수량 비교 42
제 4절 요 약 51
제 5절 인용문헌 52

나) 실험 2. 부유단감의 착과 촉진을 위한 도장지의 이용 54

제 1절 서 설 54
제 2절 연구내용 55
제 3절 결과 및 고찰 56
1. Size of water sprouts 56
2. Degree of bending on fruit drop and yield 59
제 5절 인용문헌 63

다) 실험 3. 성목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향 65

제 1절 서 설 66
제 2절 연구내용 67
제 3절 결과 및 고찰 68
1. 유인각도가 수량 및 품질에 미치는 영향 68
2. 유인각도가 과실의 품질에 미치는 영향 69
제 4절 요 약 75
제 5절 인용문헌 76

라) 실험 4. 유목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향 77
제 1절 서 설 78
제 2절 연구내용 79
제 3절 결과 및 고찰 80
1. 유인각도가 식물체의 생장에 미치는 영향 80
2. 유인각도가 수량 및 품질에 미치는 영향 83
3. 과실의 크기 및 색도가 저장성에 미치는 영향 88
제 4절 요 약 92
제 5절 인용문헌 93

제 3장 종묘생산기술의 개발 94

가) 실험 1. NAA의 침지 및 根部環境改善에 의한 단감 (Diospyros kaki L.) 뿌리 분포 패턴 95
제 1절 서 설 96
제 2절 연구내용 96
제 3절 결과 및 고찰 97
1. 대목으로서 품종의 생육 특성 97
2. 상토 및 포트를 이용한 우량 건전묘의 개발 100
3. NAA처리에 의한 뿌리발육 촉진 105
제 4절 요 약 107
제 5절 인용문헌 108

나) 실험 2. NAA의 침지가 신초 및 뿌리의 생육에 미치는 영향 110
제 1절 서 설 110
제 2절 연구내용 111
제 3절 결과 및 고찰 111
1. 뿌리의 발육, 분포 및 지상부의 생육 111
제 4절 요 약 116
제 5절 인용문헌 116

다) 실험 3. NAA와 BAP경엽살포에 의한 생육 및 뿌리발육 촉진 118
제 1절 서 설 119
제 2절 연구내용 120
제 3절 결과 및 고찰 121
1. 뿌리의 발육 및 분포 121
2. 지상부의 생육 127
3. 광합성율에 영향을 미치는 NAA와 BAP경엽처리 효과 131
4. 유묘잎의 광합성율 특성 133
제 4절 요 약 137
제 5절 인용문헌 138

제 4장 단감의 생리생태 연구 144

가) 실험 1. 단감나무의 생리·생태적 특성에 관한 연구 145

제 1절 서 설 145
제 2절 연구내용 146
제 3절 결과 및 고찰 147
1. 잎의 생태적 특성조사 147
2. 잎의 chlorophyll 분석 150
3. 엽의 무기성분 분석 151
제 4절 요 약 154
제 5절 인용문헌 155

나) 실험 2. '富有' 감의 落果 및 品質에 미치는 受粉樹의 影響 155

제 1절 서 설 156
제 2절 연구내용 157
제 3절 결과 및 고찰 164
제 4절 요 약 165
제 5절 인용문헌 166

다) 실험 3. 富有단감의 樹勢別 가지의 生長과 果實의 肥大 및 日燒被害에 미치는 影響 168

제 1절 서 설 168
제 2절 연구내용 169
제 3절 결과 및 고찰 169
1. 단감나무의 樹勢別 樹高 및 樹幅 조사 170
2. '富有' 단감의 樹勢別 結果枝上의 果實數 및 葉數 171
3. 단감 樹勢別 日燒被害果 172
4. 樹勢別 가지의 伸長 方向에 따른 日燒被害果 173
5. 長果枝 및 短果枝의 時期別 生長 174
6. 단감의 長果枝·短果枝의 C/N率과 果實의 크기 및 硬度 176
제 4절 요 약 177
제 5절 인용문헌

제 2장 단감의 특성구명과 정지 · 전정기술 개발

1. 장주지 저수고 전정법(LS-LTH)과 전통적인 전정법에 의해서 생장한 나무의 특성 비교
2. Active Use of Water Sprouts to Set Fruits in a Fuyu Persimmon (*Diospyros kaki* L.)
3. 성목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향
4. 유목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향

연 구 기 관 : 밀양산업대학교

연구 책임자 : 조 동

연 구 원 : 최 성 수

연 구 기 관 : 밀양단감조합

연구 책임자 : 윤 철 호

연 구 원 : 서 정 해

실험 Ⅰ. 장주지 저수고(LS-LTH) 전정법과 전통적인 전정법에 의해서 생장한 나무의 특성 비교

Performance of 'Puyu' persimmon adult trees compared with modified leader form and long primary scaffold and low tree height (LS-LTH) form

Summary

Modified leader form trees can not perform photosynthesis and consequently died due to the apical dominance which trees develope into reversed triangular type and low branches do not attain enough light energy as the trees age getting old. Otherwise, long primary scaffold and low tree height (LS-LTH) form has triangular type and advantage that low branches have enough light energy and due to the low tree height through bending, more canopy area, and making the first branch longer. Further advantage is that we can harvest fruits in the low height within 50cm from the soil.

Tree height of LS-LTH form of 10-and 20-year old trees was similar with that of traditionally grown persimmon in Miryang area but a little bit higher than that in Jinyoung area. The canopy area of LS-LTH form was wider than that of that, especially the canopy area of 20-year old trees was more than 5m. The ratio of tree height to canopy area was about 0.5 in LS-LTH form. However, that of Miryang and Jinyoung area was 1~1.5, which indicated that LS-LTH form had the widest surface area of canopy.

Light energy transmission rate of LS-LTH form in the middle of canopy was $160\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ which was the about 10% of total light energy, and that of low canopy was $30\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ which is about 2.4% of total light energy. The photosynthesis rate of the leaf within the canopy was higher than that of outside of the canopy regardless of light intensity. Light compensation

point of leaves outside of the canopy was about 40μmol · m^{-2} · s^{-1} and that of within the canopy was about 20μmol · m^{-2} · s^{-1}. Light saturation point was about 1,500μmol · m^{-2} · s^{-1} regardless of the height of canopy.

In the comparison of fruit harvest after pruning the 13-year old tree as LS-LTH and modified leader form, respectively, LS-LTH form had 25 more fruits than that of modified leader form in the first year. Total number and weight of fruits per tree was increased to 160% when pruned as LS-LTH form.

Key words : Canopy, canopy area, light penetration, photosynthesis, fruit yield, fruit quality

제 1절 서 설

과수류의 전정은 고사한 가지나 병든 가지의 제거, 착과량의 조절 등으로 수관의 크기 및 수관내 태양광선의 투과정도를 조절하고, 약제 살포와 수확을 용이하게 하며, 영양생장과 생식생장의 균형을 유지시킬 수 있다. 우리나라의 전통적인 전정방법에 의한 감나무의 수형은 주로 변칙주간형이다. 그러나 이러한 전정법의 단점은 수령이 많아질수록 수관 상부의 생육이 왕성해지기 때문에 수관의 하부에는 수광량이 부족하여 대부분 고사하고, 수고가 높아진다. 또한 강전정을 하기 때문에 다음해에 도장지의 발생이 많아지게 된다. 다음해에 발생한 도장지는 기부에서 제거하거나 10~15cm에서 전정하여 예비지로 이용하는데, 이러한 방법을 이용하였을 경우에는 나무의 측면에서 보면 지난해에 축적하여 둔 많은 영양분을 소실하게 되고 생장이 왕성한 부분을 제거함으로서 나무의 생장을 억제시킬 수 있을 것이다. 특히 단감의 도장지는 다른 과수와는 달리 가지의 끝부분에 화아분화가 되어있기 때문에 10~15cm에서 제거하는 것은 수확할 수 있는 감을 제거하는 결과를 초래하게 된다. 그러므로 도장지를 잘 이용한다면 수형의 조절은 물론 광합성 효율을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

그러므로 먼저 본 연구에서 개발한 수형인 장주지 저수고형과 일반 농가에서 재배하고 있는 단감나무의 전통적인 수형인 변칙주간형을 비교 검토하고자 한다.

제 2절 연구내용

공시품종은 부유단감으로서 수령이 약 10년, 15년 또는 20년 이상된 나무를 진영지역과 밀양지역으로 구분하여 비교 검토하였다. 지역에 따라서 임의적으로 선택하여 조사하였기 때문에 재배 및 시비방법 등이 상당한 차이가 있었을 것이다. 수관의 조사방법은 나무의 주간부위에 1m자를 세운 후 사진을 찍었다. 사진을 현상하여 Image analyzer (범미유니버스사)로써 scan하여 그 표면적을 구하였다. 광합성율의 측정은 밀양시 수산읍에 소재하는 개인농장에서 감이 1개 착과된 건전한 가지 상단부에서 3번째 잎을 선정하여 0, 10, 50, 100, 200, 500, 1,000, 1,500 및 2,000 μmol $\cdot$ $m^{-2} \cdot s^{-1}$ 광의 세기에서 조사하였으며, 이때에 사용한 광합성측정기는 LI-COR제품(LI 6400 portable photosynthesis analyzer)이었다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 장주지 저수고 수형과 전통적인 전정법에 의한 수형의 비교

전통적인 단감나무의 전정법인 변칙주간형과 본 연구 결과에 의해서 개발된 장주지 저수고형은 사진 1과 2에서 보는 바와 같다. 우리나라 대부분의 농가 및 연구기관에서 재배하고 있는 변칙주간형은 수고가 높으나 수관의 폭이 좁다. 또한 제 1 주지는 지상으로부터 50cm~1m 내외에 위치하고 분지각도가 약 45°이하이기 때문에 감의 착과지점이 높아지게 된다(사진 1).

또한 감나무의 정부우세성 때문에 수령이 높아질수록 수형은 역삼각형의 형태로 된다. 역삼각형 형태의 수관하부 가지는 수광량이 낮아 광합성을 하지 못하게 되므로 고사하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 최근 일부 농가에서는 주간을 제거하여 수고를 낮추는 경우가 있는데, 주간을 제거하고 3~4개의 주지를 남겼을 경우에는 더욱더 많은 도장지가 발생하게 되고, 도장지는 전정시에 거의 대부분 제거하게 되므로 감을 수확할 수 없게 된다. 도장지의 제거에 의한 악순환은 다음해

에도 이어지게 된다. 이러한 시도는 일부 농가에서 관리 및 수확 등의 불편함을 덜기 위해서 수고를 낮추어야 할 필요성을 느꼈기 때문에 시도한 방법이었으나, 오히려 과다한 도장지의 발생, 발생한 도장지의 제거로 인한 도장지 재발생의 악순환 및 결과모지의 감소 등의 역효과를 가져왔다. 그러나 장주지 저수고형은 수고가 낮고, 수관의 폭이 넓으며, 주지는 주간으로부터 거의 90°정도로 유인되어 있다. 또한 지상부로부터 제 1주지까지의 높이가 낮고 제1주지가 제2주지보다 길고 주지의 발생기간이 짧을수록 길이 또한 짧다. 이러한 수형을 유지하기 위해서는 기존의 강전정법으로서는 불가능할 것이다. 그러나 본 연구에서는 주지에서 발생한 도장지를 유인함으로써 제 1주지를 길게 만들 수 있고 제1주지의 길이가 길기 때문에 수관의 구성은 삼각형의 형태를 구성하게 되어 수관하부의 가지가 충분한 광을 받을수 있다. 제 1주지의 높이가 낮기 때문에 지상에서 50cm 이하의 낮은 위치에서 많은 감을 수확할 수 있으며, 수고가 낮추어지게 된다.

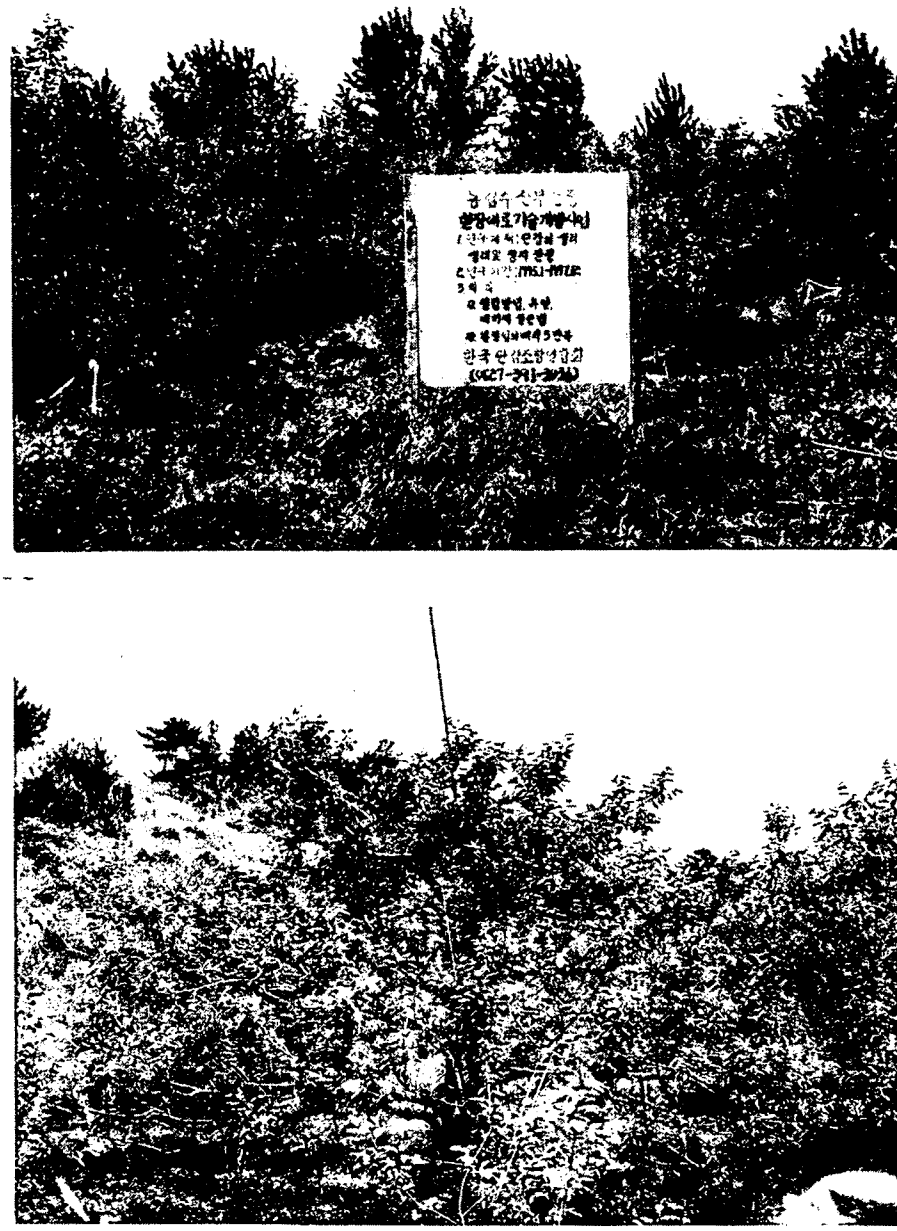

Photo 1. Pictures of experiment plot.

A. Explanation for the experimnet

B. Example of long primary scafold and low tree height (LS-LTH) form

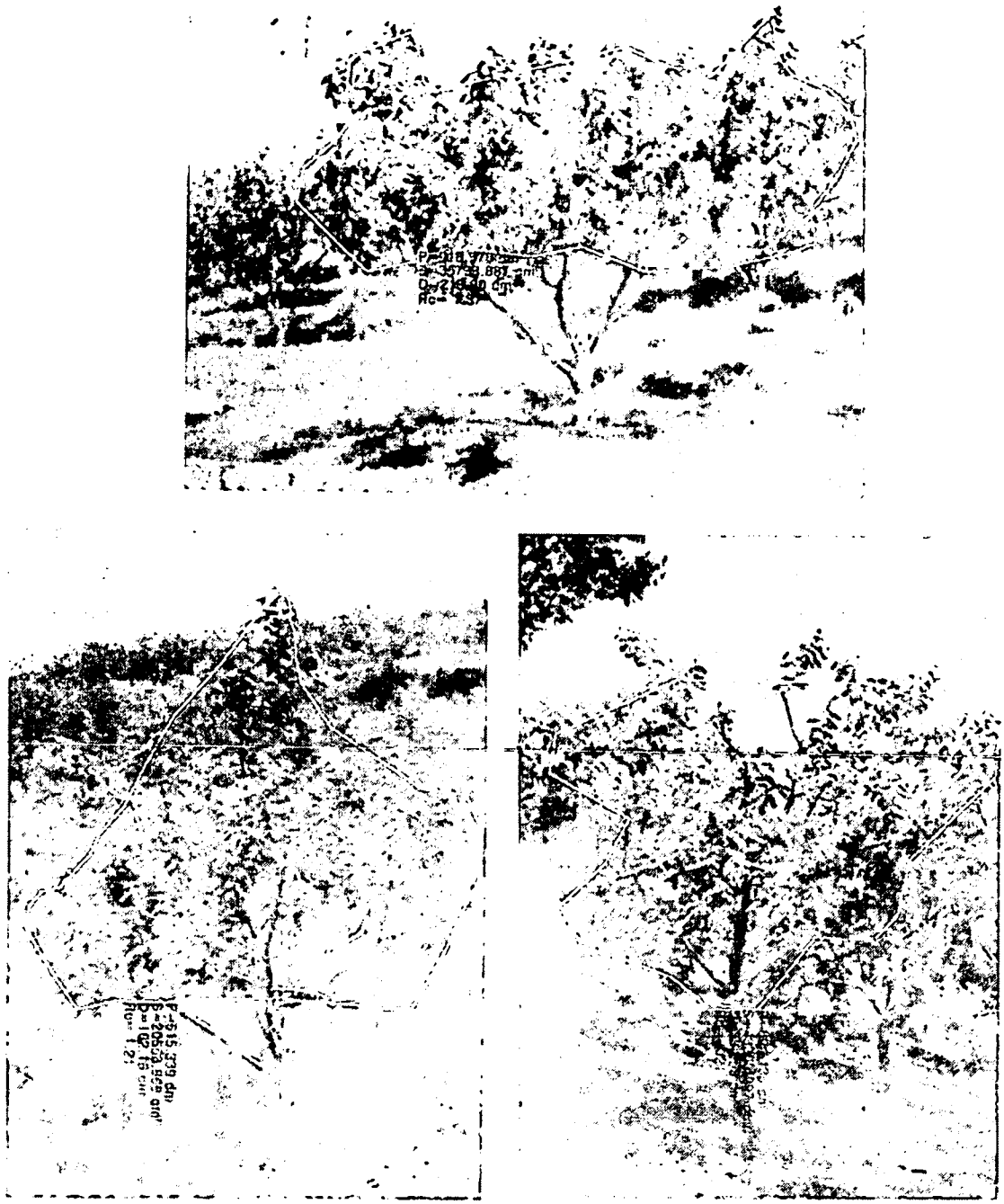

Photo. 2. Conventional canopy type.

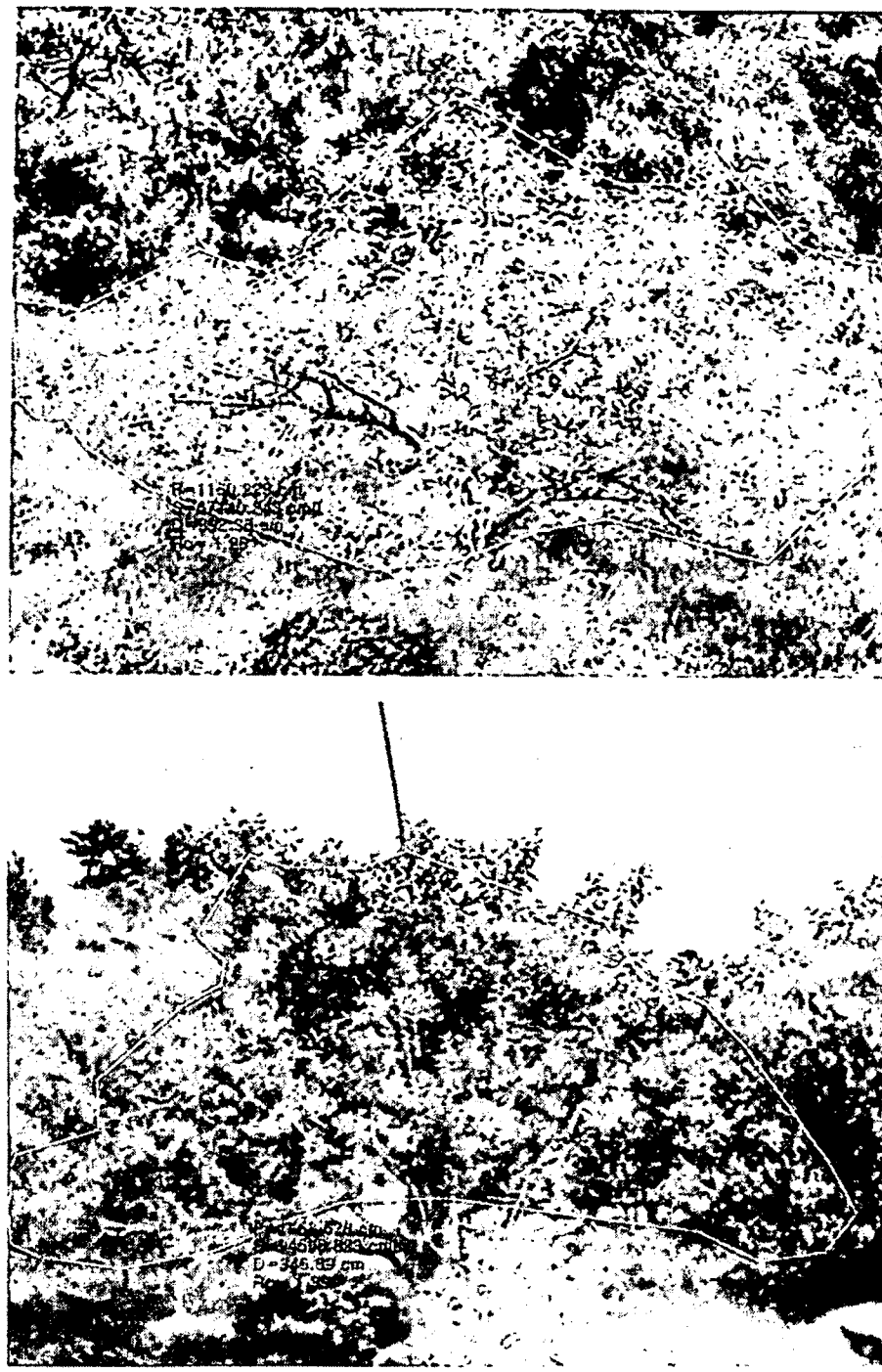

Photo. 3. Long primary scaffold and low tree height(LS-LTH) obtained from results of our research.

2. 장주지 저수고형과 변칙주간형의 수관표면적 비교

본 연구의 결과에 의해서 개발된 수형인 장주지 저수고형(LS-LTH)과 밀양 2개 지역과 진영 1개 지역에서 임의적으로 선정한 후 약 10년, 20년 및 30년생의 수형을 비교한 결과는 그림 1에서 보는 바와 같다. 10년생과 20년생의 수고는 저수고 장주지형과 밀양지역이 비슷하였으나 진영지역의 수고는 약간 높았다. 수관의 직경은 저수고 장주지형이 다른 어떠한 지역보다도 유의하게 넓었으며 밀양과 진영지역을 비교하면 수고가 높은 지역일수록 폭이 넓었다. 20년생의 수관폭 역시 장주지 저수고형으로 재배하였을 경우에 5m이상으로서 가장 넓었으며 다음은 진영지역이었으며, 밀양지역에서는 수관폭이 가장 좁았다. 그러나 진영지역의 30년생은 2m 이하로서 아주 좁았는데, 그 원인은 수고를 낮추기 위하여 주간을 과다하게 절단하였기 때문이다. 밀양이나 진영 등지의 수고가 낮은 이유는 최근 작업의 효율성을 높이기 위하여 주간의 상단부를 절단하기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 밀양지역과 진영지역의 변칙주간형은 제 1, 2번주지는 짧고 중간부의 주지는 길고 상단부의 주지는 잚기 때문에 수형이 거의 계란형으로 되어있다. 이러한 변칙주간형의 경우 수고를 낮추기 위하여 주간의 상단부를 절단할 경우 수관하부의 생육 불균형으로 인하여 도장지의 발생이 많아지게 된다. 그러나 전통적인 전정방법은 도장지를 제거하기 때문에 결실이 거의 않되는 경우도 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 제 1, 2 주지의 길이를 길게하여 하부 가지의 수광부족에 의한 가지의 고사를 막고, 수고를 낮추기 위해서는 본 연구에서 개발한 수형인 장주지 저수고형인 삼각형의 형태로 만드는 것이 필연적이다.

수고와 수관의 비율은 10년생은 저수고 장주지형이 약 0.5로서 수고보다는 수관의 폭이 약 2배 정도였다. 그러나 밀양지역에서의 비율은 1.2에서 1.5로 수관의 폭보다 수고가 높았으며, 진영지역에서는 약 1로서 수고와 수관의 폭이 거의 동일하였다. 20년생은 10년생에 비해 수고와 수관의 비율이 낮았으며 장주지 저수고형은 10년생이나 20년생 모두 0.5가량으로써 수령이 경과하여도 이에 비례하여 수관의 폭이 넓어진다는 것을 알수 있었다. 그러나 타 지역에서는 수령이 많아질수록 전체적인 비율은 낮았으나 높이를 낮출수 없고 수관의 폭도 더 이상 길게 할 수 없었다. 30년생은 비율이 1.3정도로서 폭보다는 높이가 더 높다는 것을 알 수 있었다.

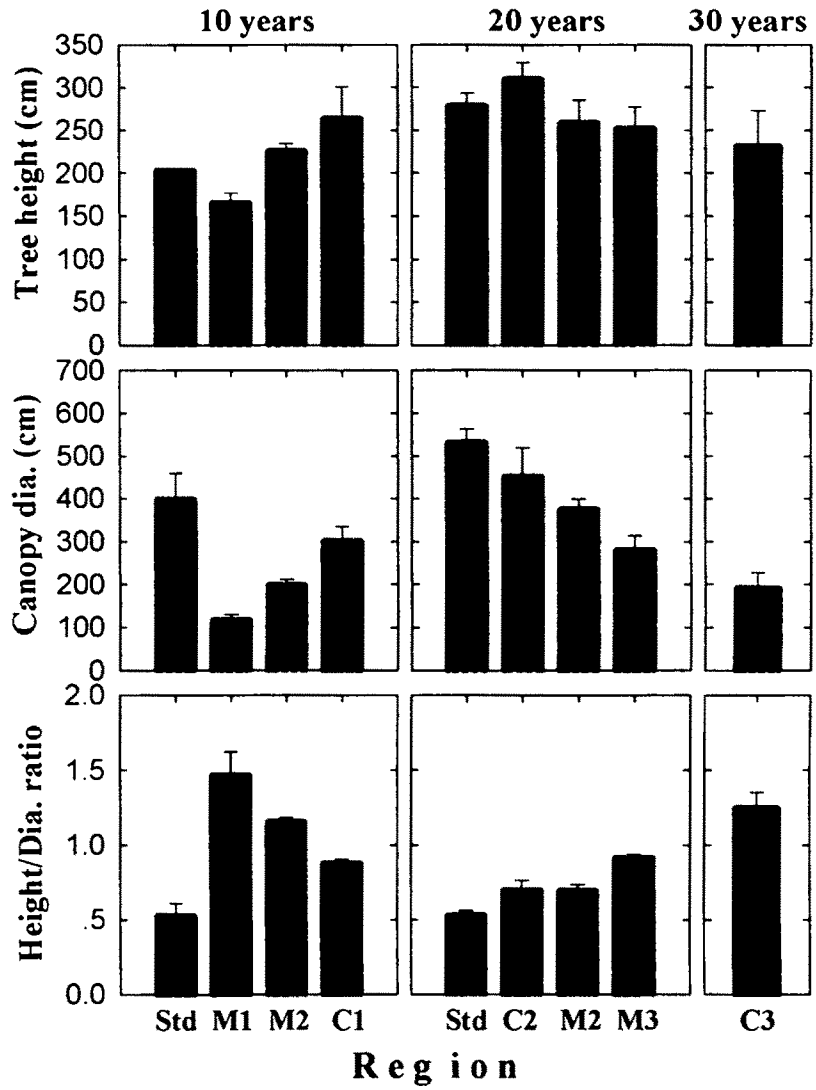

Fig. 1. Comparison of canopy type as affected by pruning method in long primary scaffold and low tree height (LS-LTH, Std) and modified leader form located in Miryang (M1, M2, M3) and Chinyoung (C1, C1).

30년생이 20년생보다 수관의 폭이 좁고 수고가 낮은 이유는 주간을 과도하게 절단하였기 때문이다. 변칙주간형과 본 실험의 결과에서 개발한 장주지 저수고형을 비교하여 볼 때 장주지 저수고형은 수고의 높이보다는 수관의 폭이 훨씬 넓어 농약살포, 수확 및 관리 등의 노동력이 절감되기 때문에 이상적인 단감의 수형이라고 볼 수 있다. 현재 이러한 전정방법은 경남은 물론 전남 등지에서 약 700명 이상이 교육을 받아 농가에서 직접 응용하고 있다.

장주지 저수고형과 지역별 canopy area (수관면적)를 비교하면 그림 2에서 보는 바와 같이 10년생의 경우 장주지 저수고형이 약 4.5m^2로서 가장 넓었으며, 다음은 진영, 밀양지역의 순이었다. 20년생 역시 본 연구결과로부터 형성된 수형이 약 8.5m^2로서 유의하게 넓었으며 다음은 진영 밀양의 순이었다. 그러나 진영의 30년생은 약 2m^2로서 가장 좁았는데, 그 원인은 수고를 낮추기 위해서 주간을 절단하였기 때문이다.

수형을 조절하기 위하여 주간을 절단할 경우에는 진영지역의 30년생과 같이 과도하게 절단할 경우에는 수관을 형성하기 어렵다. 수고를 낮추기 위해서는 연차적으로 주간을 조금씩 절단하면서 하단부의 가지를 길게하여야 할 것이다. 만약에 수관 하부의 가지를 충분히 확보하지 않은 상태에서 주간을 절단하게 되면 절단부에서 많은 도장지가 발생하게 되고, 주간의 상부 가지가 왕성하게 생육하여 最適受光을 위한 이상적인 수형의 형성이 어려워질 것이다. 제 1, 2 주지를 길게하기 위해서는 도장지를 유인하여 주지를 갱신시킨다면 이 도장지로부터 1년째에 품질이 좋은 과실을 수확하게 될 것이다(본 연구의 결과 참조).

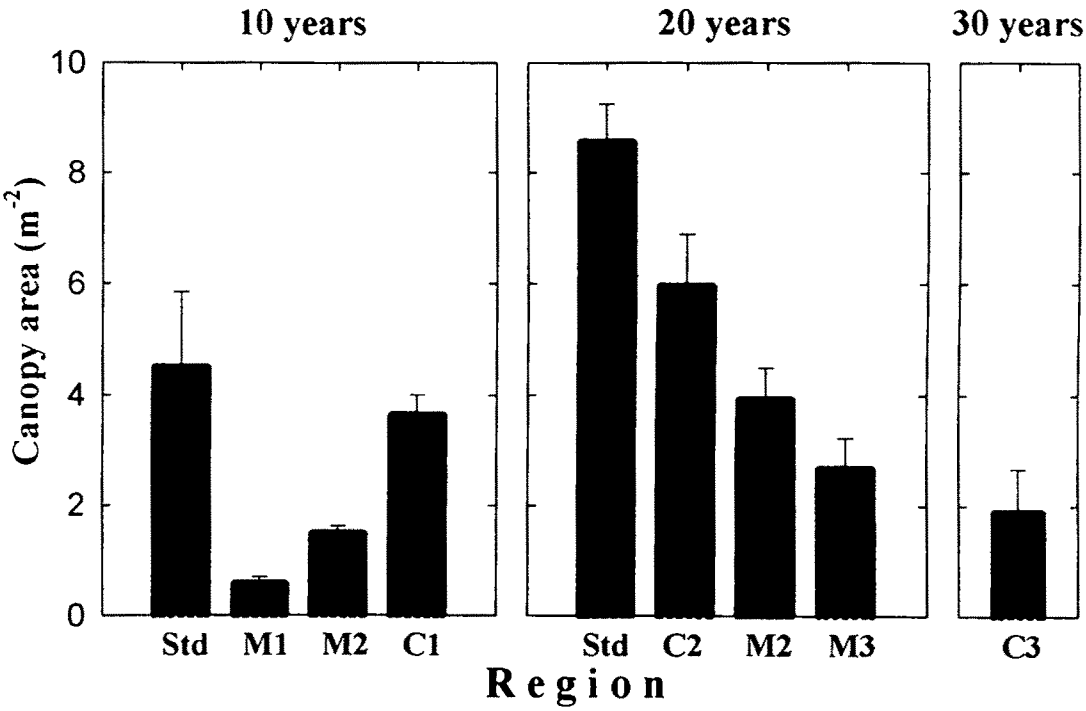

Fig. 2. Comparison of canopy area as affected by pruning method in long primary scaffold and low tree height (LS-LTH, Std) and modified leader form located in Miryang (M1, M2, M3) and Chinyoung (C1, C1).

3. 樹冠內部의 光透過率 비교

본 연구에 의해서 개발된 수형의 주간 상단부 중간 및 기부의 광투과량을 9월 18일 오전 11시부터 2시 사이에 1m의 line quantum sensor (Li-cor사 제품)로서 조사하여 비교하면 그림 3에서 보는 바와 같다. 수관의 상단부는 약 17,000 μmol $\cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$였으며 중간부는 전체 투과량의 약 10%로서 160 μmol $\cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$정도, 하단부는 약 2.5%로서 30 μmol $\cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$정도였다. 또한 수관표면으로부터 1m내의 중간부와 하단부의 방향별 광투과량을 비교하면 동, 서, 남쪽은 약 15%로서 비슷하였으나 북쪽은 전체 투과율이 약 7%정도였다(그림 4). 수관의 하부(지표 30 cm)의 광투과량은 동쪽이 7.5%로서 가장 높았고 다음은 남쪽, 북쪽 서쪽의 순이었다. 그러나 이러한 광투과율의 비는 하루중 아침부터 석양까지의 시간에 따라서 차이가 있을 것이며, 계절에 따라서도 상당한 차이가 있을 것이다.

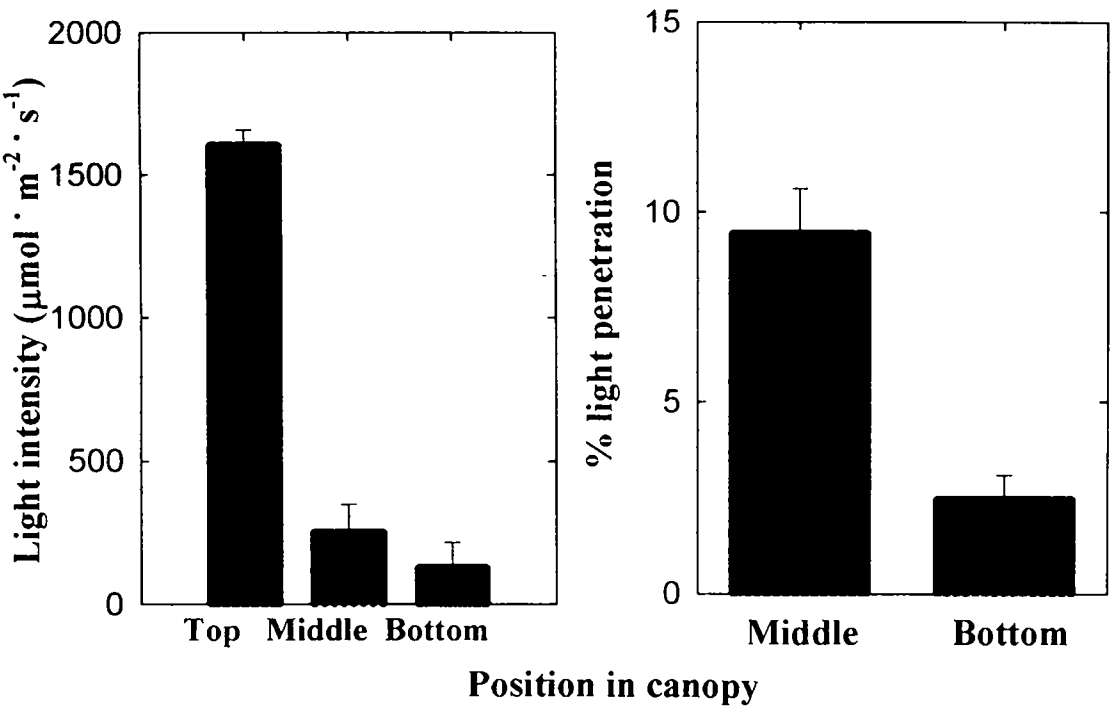

Fig. 3. Comparison of light intensity and percent light penetration as affected by middle and bottom in long primary scaffold and low tree height (LS-LTH) canopy.

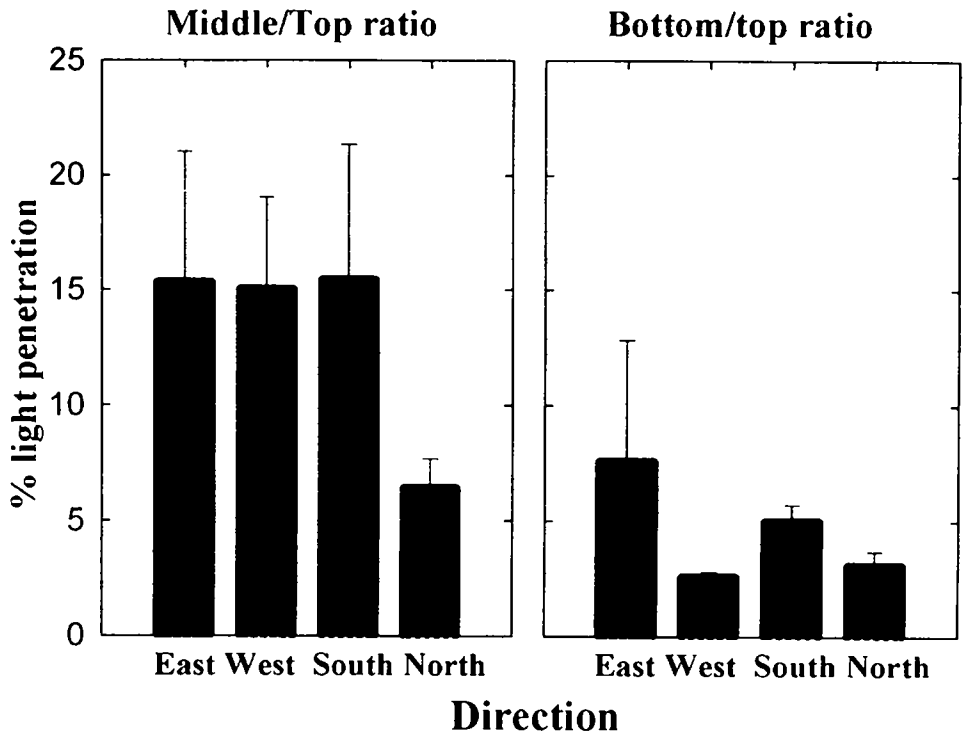

Fig. 4. Comparison of percent light penetration as affected by direction of canopy in long primary scaffold and low tree height.

수관내의 광도는 수관외부의 차광이 영향을 미치기 때문에 감소되며(Barritt et al., 1987b; Heinicke, 1963; Looney, 1968), 수고가 4m인 사과나무 수관기부의 광은 태양광선의 8%에서 10%까지 감소된다(Barritt et al., 1987b). 또한 수관내 광투과량(light transmittance)은 엽면적지수가 증가할수록 감소하였다(Heinicke, 1963). 본 연구에서 개발한 장주지 저수고의 수형도 수관표면의 엽면적지수가 높았기 때문에 태양광선중의 약 10%정도가 수관내부에 투과하였으며, 수관표면의 잎이 충분한 광합성을 할 수 있는 수형이라고 생각된다. 그러므로 광 이용효율의 향상, 저수고에 의한 과수원 관리의 용이 및 작업환경의 개선을 위한 최적 수형이라고 생각된다. 또한 최근에는 조기수확을 위한 하우스재배 농가가 증가하고 있는데, 수고가 낮고 주지의 길이가 길기 때문에 시설재배용 수형으로도 최적 조건이라고 사료된다.

4. 광순화된 결과모지의 광도에 따른 광합성율

광도에 따른 수관표면과 수관내부 잎의 광합성율을 비교하면 그림 5에서 보는 바와 같다. 광합성율은 수관내부의 잎이 수관외부의 잎보다 광도에 관계없이 높았다. 광보상점은 수관외부의 잎은 약 $40\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$정였으나 수관내부 잎은 약 $20\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$정도였다. 광포화점은 수관의 위치에 관계없이 약 $1,500\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$정도 였으나, 수관내부의 잎이 광포화점이 더 높았다.

이러한 결과를 종합하여 볼 때 차광하에서 생육한 수관내부 잎은 수관외부 잎보다 더 낮은 광도에서 광보상점에 도달하였는데, Fonteno와 Mcwilliams(1978)의 보고와 일치하는 경향이었다. 식물의 광합성량은 광도(차광)에 의한 순화정도에 따라서 달라지는데, 관엽식물은 차광정도가 높을수록 광합성율이 높다(박과 이, 1997)고 하여 본 연구결과와 유사하였다. 또한 차광하에서 자란 식물의 잎은 엽록소 함량이 증가한다고 하였다. 엽록소는 광수용체의 역할을 하므로 광도가 낮으면 광수용 능력을 높이기 위해 식물 자체적으로 엽록소함량을 증가시키며, 동시에 엽록소 배열을 잎전체에 고르게 분포시키므로 저광도에서 생육한 식물의 엽색이 짙게 나타나는 것(Briggs, 1987)으로 판단되고, 수관내부에서 저광도에 적응된 식물의 잎이 동일한 광도에서 광합성율이 높에 나타나는 것으로 생각된다.

세포간극내 CO_2의 농도는 광포화점인 $1,500\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$까지 광도가 높을수록 낮았으며, 수관내부의 잎내 CO_2의 농도가 수관외부의 농도보다 낮았다.

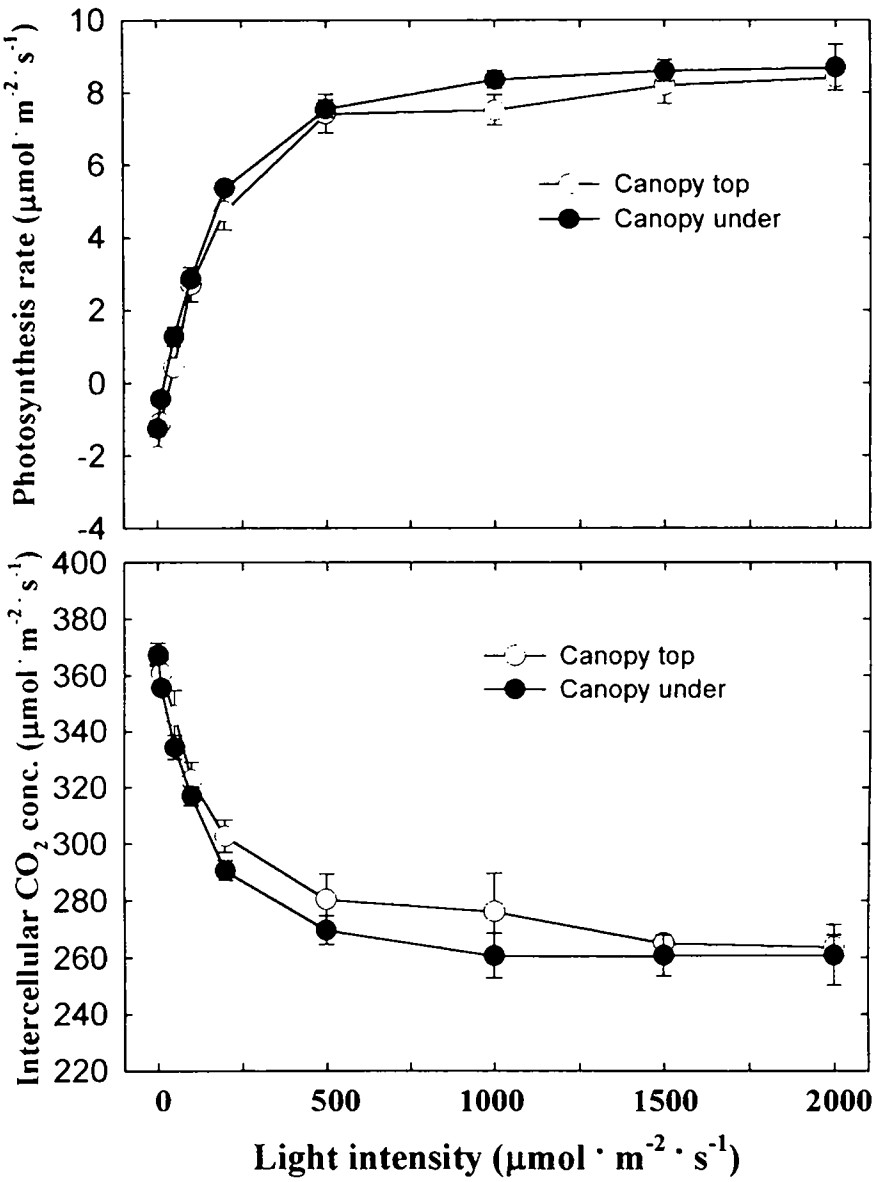

Fig. 5. Response curve of photosynthesis rate (μmol $m^{-2} \cdot s^{-1}$) as a function of photon flux densities in 'Puyu' persimmon plants grown at canopy periphery and within canopy.

5. 2년간의 장주지 저수고형의 수형과 변칙주간형의 수량 비교

1995년 3월에 약 13년생의 나무를 본 연구에서 개발한 장주지 저수고형(LS-LTH)의 수형과 전통적인 방법의 수형인 변칙주간형으로 전정 후 1차 연도의 착과수를 비교한 결과는 그림 6에서 보는 바와 같다. 나무 1그루당 과실수는 저수고 장주지형이 약 25개정도 많았다. 전정 후 2차년도의 식물체당 과실수와 총 무게는 저수고 장주지형이 변칙주간형보다 약 160%정도 증가하였다(그림 7). 저수고 장주지형과 변칙주간형의 식물체당 1 박스에 넣는 과실수를 비교한 결과(그림 8), 박스당 60개가 들어가는 과실수는 약 20개로서 비슷하였으나, 70~80개의 과실수는 저수고 장주지형이 현저하게 많았으며, 120개 이하의 크기가 작은 것은 비슷하였다. 식물체 1그루당 크기별 비율(그림 9)은 저수고 장주지형이나 변칙주간형 모두 1박스당 70개의 크기가 가장 많았고, 120개까지 크기가 작을수록 낮았다. 식물체당 크기를 무게로 분류하였을 때에도 과실의 수와 비슷한 경향이었다(그림 10, 11).

과실의 형태와 결점 정도를 식물체당 과실수를 기준으로 하여 상·중·하로 분류한 결과(그림 12) 상품과와 중품과의 경우 저수고 장주지형에서 현저히 많았다. 그러나 상품과의 비율은 저수고 장주지형이 현저히 높았으나 중품과와 하품과는 변칙주간형이 더 많은 것으로 나타났다. 그러므로 저수고 장주지형으로 2년 이상 재배하면 상품과의 비율이 증가하고, 중품과와 하품과는 변칙주간형에 비하여 감소하였다. 또한 식물체당 과실생산량을 무게를 기준으로 분류하였을 때에서 동일한 결과였다.

감나무의 전정방법은 나무의 활력, 주지의 수, 수량구성 요인간의 상관, 환경반응, 및 유전적 요인에 따라서 다르기 때문에 복잡하다. 수량에 관여하는 요인은 결과모지 및 영양생장지의 밀도에 따라서 상당한 차이가 있는데, 결과모지는 수량성에 직접적인 영향을 미친다(Gundershein and Pritts. 1991). 또한 영양생장지가 수량에 미치는 영향에 관해서는 많은 연구자(Buszard, 1986; Crandall and Carstens, 1962; Odyvin, 1986; Orkney and Martin, 1980)에 의해서 증명되었다. Raspberry의 경우 단위면적당 가지밀도의 증가는 비록 가지당 수량은 감소하나 전체 수량은 증가하며, 여러가지 수량구성 요소중 가지밀도가 가장 크게 영향을 미친다(Nehrbas와 Pritts, 1988)고 하였다. 가지의 밀도 증가는 전체 수량은 물론 고품

질 상품과의 수량을 증가시킨다고 하였다 (Busazrd, 1986). 본 연구에서 개발한 장주지 저수고형은 도장지를 결과모지 또는 예비지로서 이용하기 때문에 변칙주간형에 비하여 결과모지의 수 및 영양생장지의 수가 현저하게 증가한다. 그러므로 수관내부에서는 태양광선의 10%이하가 투과된다. 이상의 본 연구 결과와 선행 연구결과를 비교하면 과수류의 종에 따라서 결과습성이 다르기 때문에 차이가 있을 것이나 단감의 경우에는 충분한 결과지 및 영양생장가지를 확보함으로써 수량의 증대는 물론 고품질의 상품과 비율이 증가하고 저품질의 하품과 비율은 감소하였다.

그러나 이러한 결과는 처리하는 나무의 수세, 토양내 영양물질의 공급정도 등에 따라서 상당한 차이가 있을 것이므로 수형의 조절시에 이러한 요인들을 충분히 고려한 후 결과모지, 영양생장지 및 착과수 등을 결정하여야 할 것이다. 본 연구에서 수행한 과수원에는 축산 분비물, 톱밥 등이 충분히 공급되어 있었기 때문에 모든 무기성분의 함량이 다른 과수원에 비하여 과다하게 축적되어 있었으며, 수세 또한 왕성하였다. 이상의 결과를 종합하면 저수고 장주지형은 변칙주간형에 비하여 결과지 또는 예비지 등이 훨씬 많기 때문에 충분한 영양분이 공급된다면 전정 초기부터 수량증대의 효과가 높을 것이나 수세가 약한 과수원에서는 최초 전정시에는 착과량이 너무 많아서는 안될 것이다.

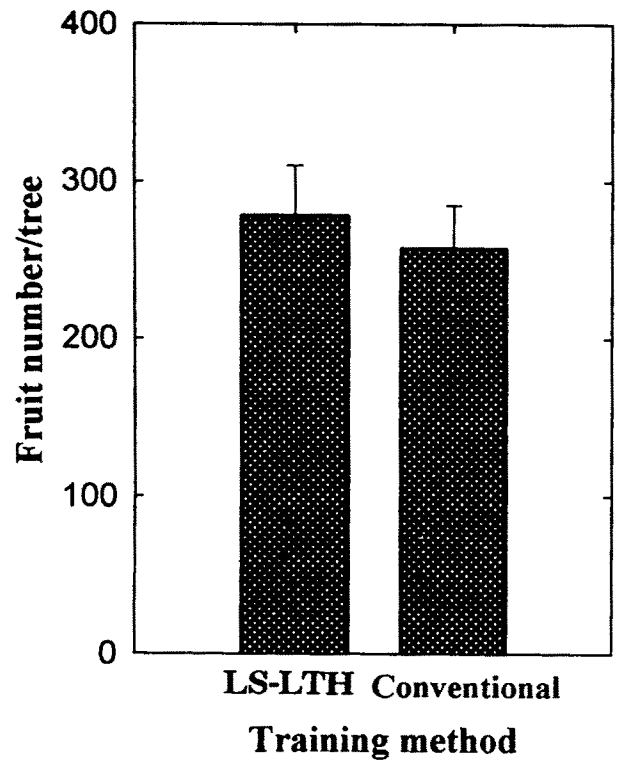

Fig. 6. Fruit number per tree as affected by long primary scaffold and low treee height(LS-LTH) and modified leader form(MLF). Trainig was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Sep. 18, 1995.

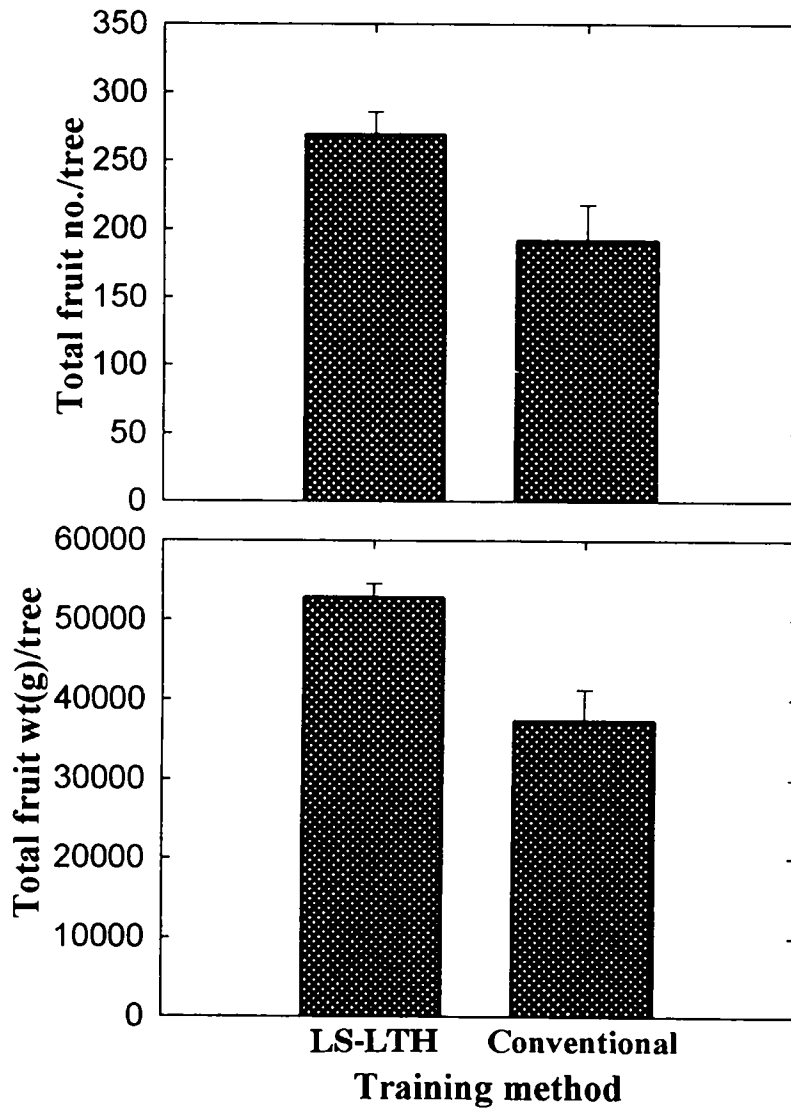

Fig. 7. Total fruit number and weight (g) per tree as affected by long primary scaffold and low treee height (LS-LTH) and modified leader form (MLF) training method. Trainig was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Nov. 2, 1996.

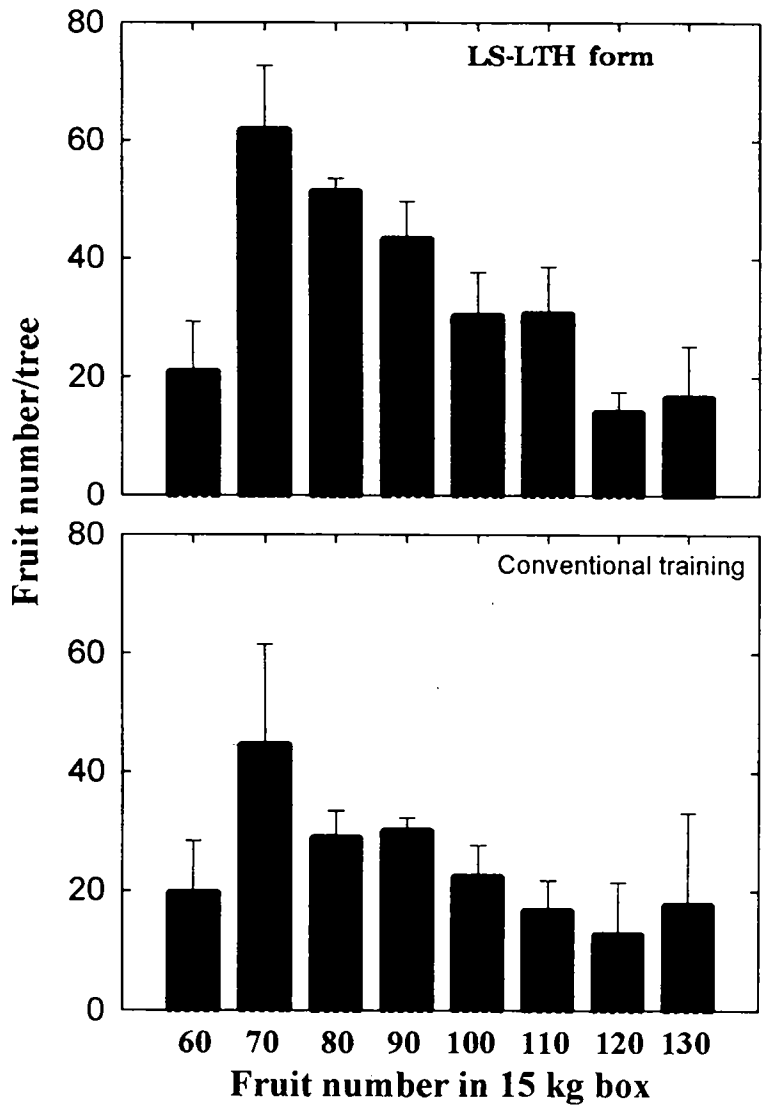

Fig. 8. Effect of training method on fruit number per tree as affected by fruit number in 15 kg box. Training was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Nov. 2, 1996.

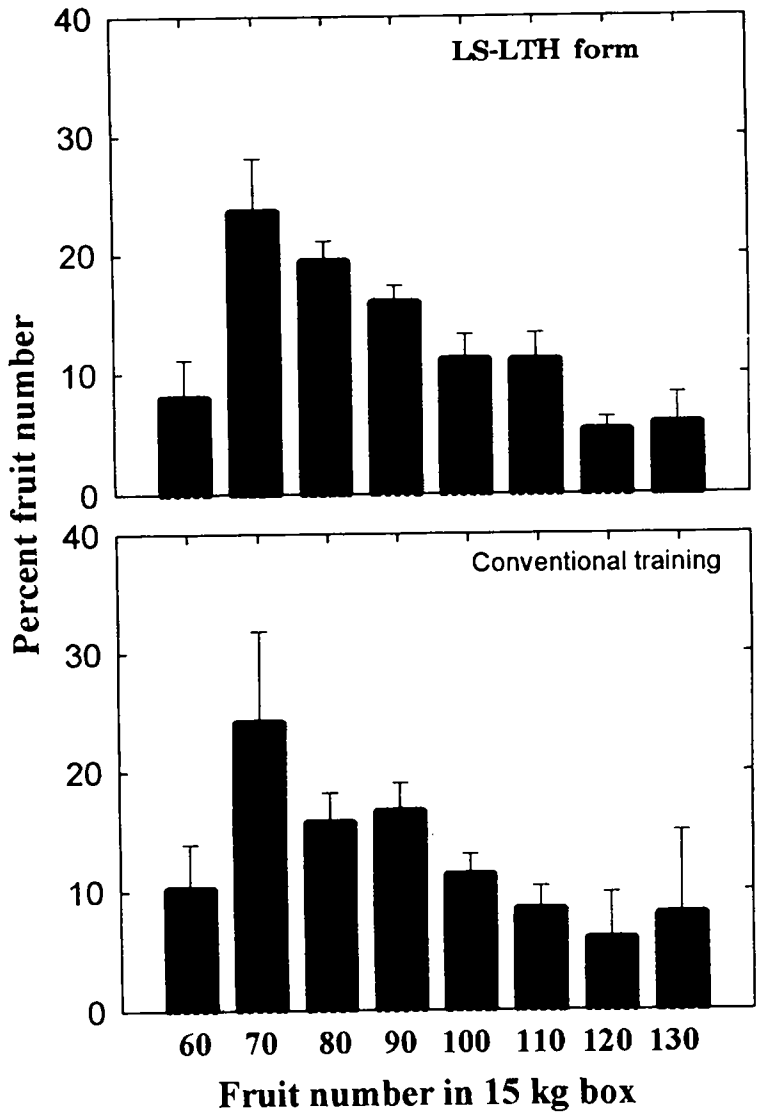

Fig. 9. Effect of training method on percent fruit number per tree as affected by fruit number in 15 kg box. Training was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Nov. 2, 1999.

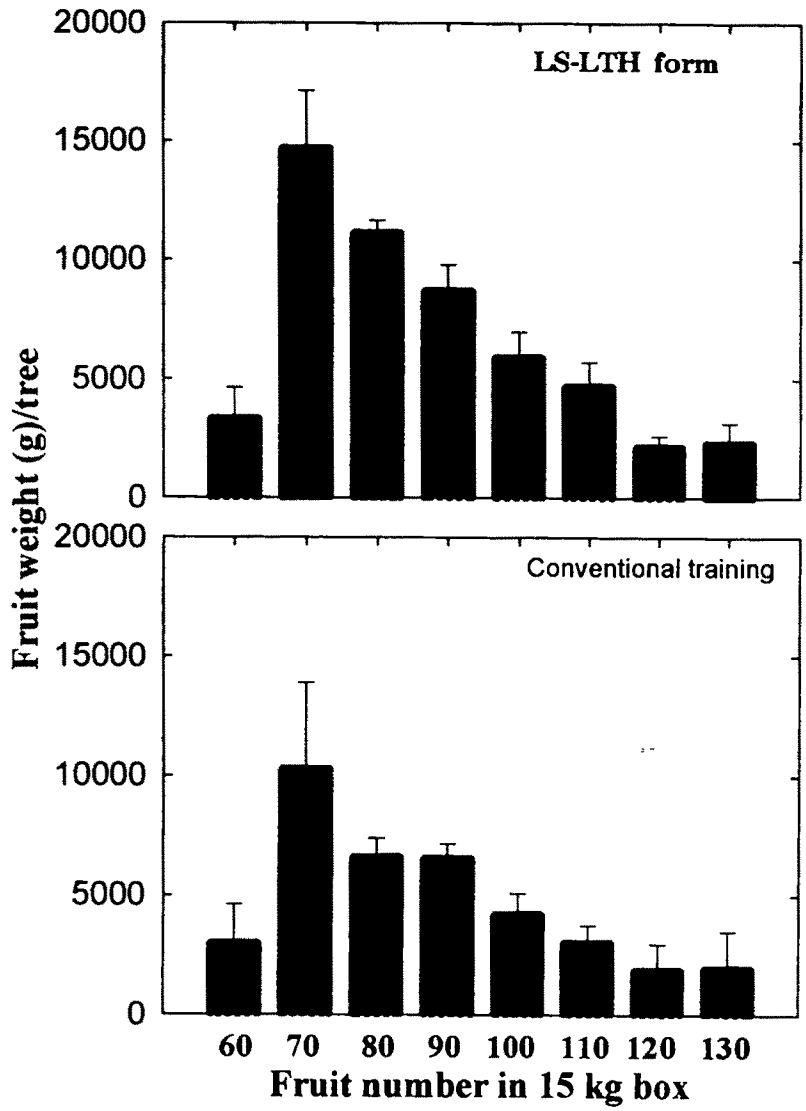

Fig. 10. Effect of training method on fruit weight(g) per tree as affected by fruit number in 15 kg box. Training was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Nov. 2, 1996.

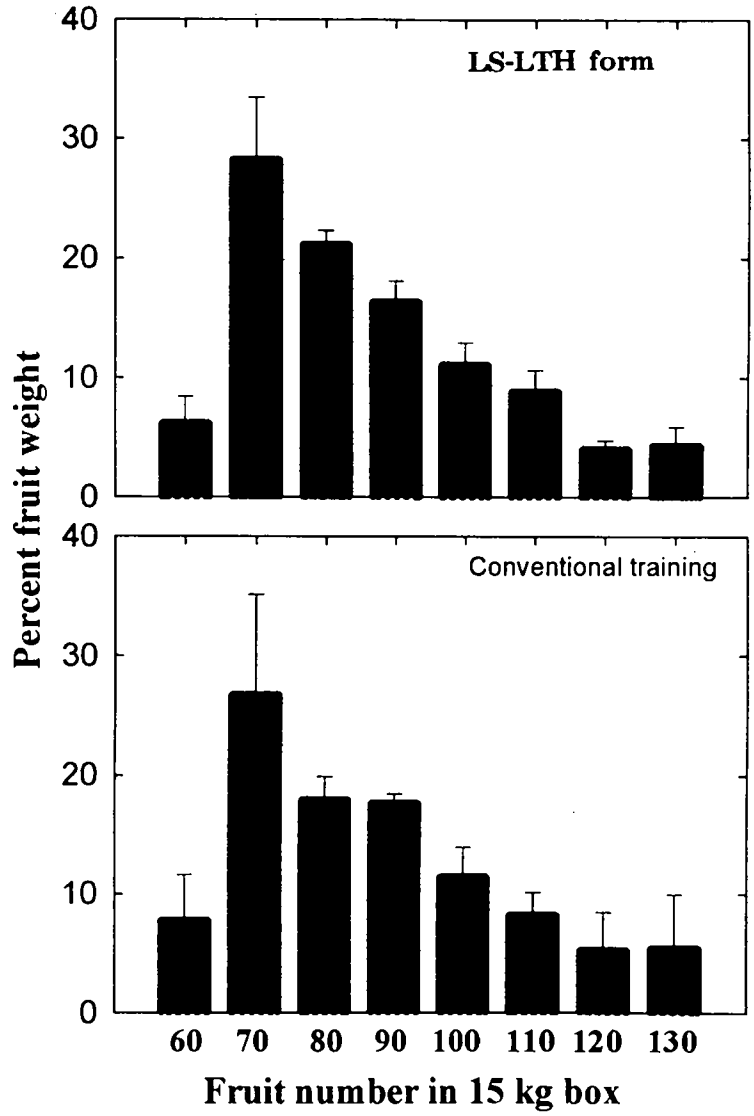

Fig. 11. Effect of training method on percent fruit weight (g) per tree as affected by fruit number in 15 kg box. Training was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Nov. 2, 1996.

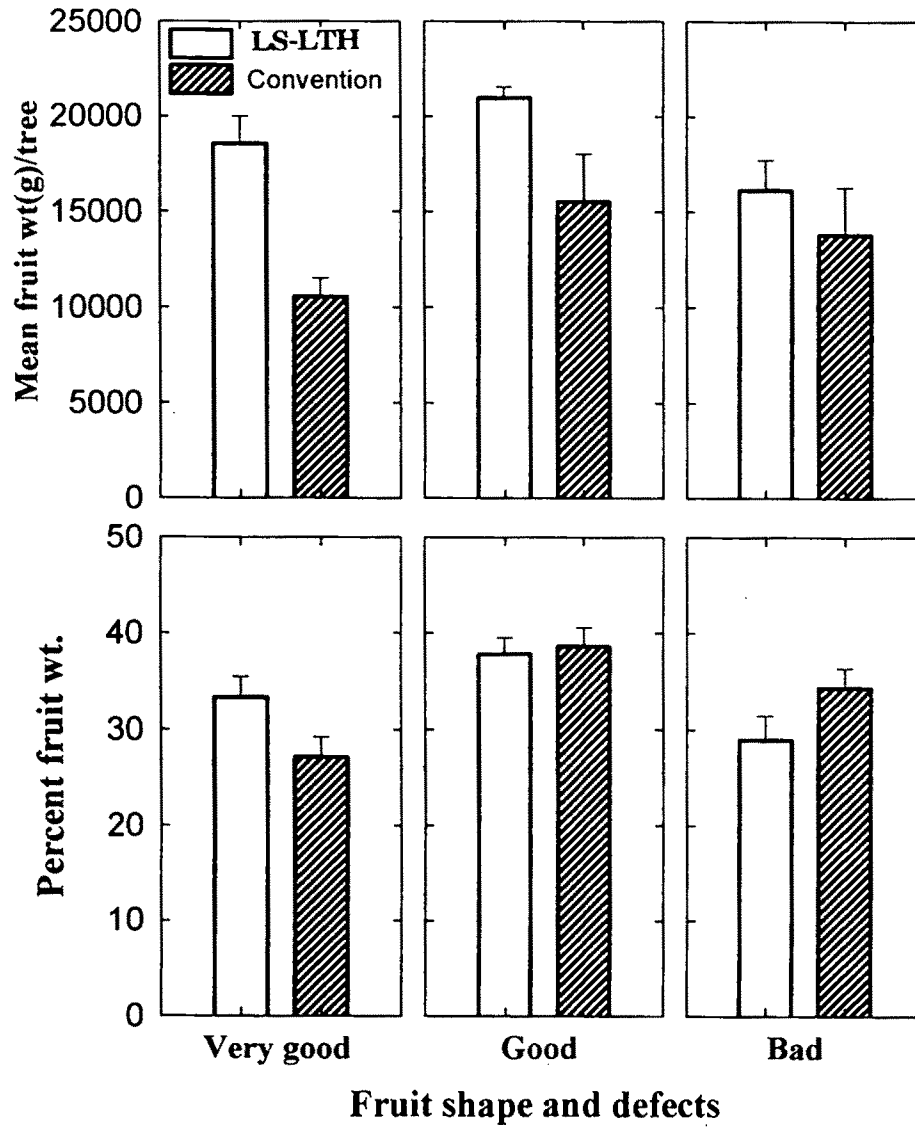

Fig. 12. Effect of training method on fruit number per tree as affected by fruit shape and defects. Training was conducted on March 5, 1995. Fruit number measured 15 trees on Nov. 2, 1996.

제 4절 요 약

변칙주간형은 정부우세성 때문에 수령이 높아질수록 역삼각형의 수형으로 발달되어 수관하부 가지는 수광량이 낮아 광합성을 하지 못하게 되므로 고사하게 된다. 장주지 저수고형(LS-LTH)은 유인을 통하여 수고가 낮고, 수관의 폭이 넓으며, 제1주지를 길게 만들 수 있어 수관은 삼각형의 형태이기 때문에 수관하부의 가지가 충분한 광을 받을수 있고, 지상에서 50cm 이하의 낮은 위치에서 수확할 수 있다

본 연구에서 개발한 장주지 저수고형과 밀양과 진영의 변칙주간형을 비교한 결과, 10년생과 20년생의 수고는 저수고 장주지형과 밀양지역이 비슷하였으나 진영지역의 수고는 약간 높았다. 수관의 직경은 저수고 장주지형이 다른 어떠한 지역보다도 유의하게 넓었으며, 특히 20년생의 수관폭이 5m이상이었다.

수고/수관의 비율은 저수고 장주지형이 약 0.5로서 수관의 폭이 약 2배, 밀양지역과 진영지역은 1~1.5였다. 수관의 단면적은 장주지 저수고형이 약 8.5m^2로서 가장 넓었으며, 다음은 진영, 밀양지역의 순이었다.

저수고 장주지형의 광투과율은 수관의 중간부는 태양광선의 약 10%로서 160μ mol · m^{-2} · s^{-1}, 하단부는 약 2.5%로서 30μ mol · m^{-2} · s^{-1}정도였다.

광합성율은 수관내부의 잎이 수관외부의 잎보다 광도에 관계없이 높았다. 광보상점은 수관외부의 잎은 약 40μ mol · m^{-2} · s^{-1}정였으나 수관내부 잎은 약 20μ mol · m^{-2} · s^{-1}정도였다. 광포화점은 수관의 위치에 관계없이 약 1,500μ mol · m^{-2} · s^{-1} 정도였다

13년생의 나무를 장주지 저수고형 (LS-LTH)과 변칙주간형으로 전정 후 수량을 비교한 결과 1차 연도의 착과수는 저수고 장주지형이 약 25개정도 많았다. 2차년도의 식물체당 과실수와 총 무게는 저수고 장주지형으로 하였을 때 160%정도 증가하였다. 장주지 저수고형은 변칙주간형보다 1박스당 70개 이상의 고품질의 과실량이 많았으나 110개 이하의 것은 비슷하여 고품질이었다.

주요어 : 수형, 수관면적, 광투과율, 광합성, 과실수량, 품질

인 용 문 헌

Barritt, B.H., C.R. Rom, K.G. Guelich, and M. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf and fruit characteristics of 'Delicious' apple. HortScience 22:402-405.

Briggs, G.B. and C.L. Calvin. 1987. Indoor plants pp. 173~179. John Wiley and Sons. Inc.

Buszard, D.J.I. 1986. The effect of management systme on winter survival and yield of raspberries in Quebec. Acta Hort. 183:175-181.

Crandall, P.C. and M.W. Carstens. 1962. Raspberry plant population and management. Proc. Western Wash. Hort. Assn. 52:98-100.

Fonteno, W.C. and E.L. McWilliams. 1978. Light compensation points and acclimatization of four tropical foliage plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(1):52~62.

Gundershein, N.A. and M.P. Pritts. 1991. Pruning practices affect yield, yield components, and their distrinbution in'Royalty' purple respberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(3):390-395.

Heinicke, D.R. 1968. Characteristics of 'McIntosh' and 'Red Delicious' apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season. Proc. Amer. Soc. Hort. Sco. 89:10-13.

Nehrbas, S.R. and M.P. Pritts. 1988. Effect of pruning system on yield components of two summer-bearing raspberry cultivars.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:314-321.

Odyvin, J. 1986. The Gjerde method for training raspberries: Effects of increasing cane number and cane height. Acta Hort. 173-175.

Orkney, G.D. and L.W. Martin. 1980. Fruiting potential and flower truss characteristics of select 'Willamette' red raspberry canes. Acta Hort. 112:195-203.

Park, S.H. and Y.B. Lee. 1997. Effect of light acclimatization on photosynthetic activity of foliage plants. J. Kor. soc. Hort. Sci. 38(1):71~76.

Poole, R.T. and C.A. Conover. 1979. Influence of shade and nutrition during production and dark storage simulating shipment on subsequent quality and chlorophyll content of foliage plants. HortScience 14:617~619.

실험 2. Active Use of Water Sprouts to Set Fruits in a Puyu Persimmon (*Diospyros kaki* L.)

Summary

Experiments were conducted to avtively use water sprouts as fruit-bearing branch of a non-astringent 'Puyu' persimmon. Fruit number increased with increasing length and diameter of water sprouts: it was 16.8 for a 80-cm water sprout compared with a 30-cm non-water sprout. Forty percent of the fruits dropped from a water sprout, so that about twice as many fruits could be harvested as a non-water sprout. The highest percent fruit-set was observed when water sprouts were bent to 45°, followed by 0, 30, 75, and 90°. Total fruit weight was 1,305 g when water sprouts were bent to 45°; it was 839 g for a non-water sprout. Bending the sprouts to a greater than 45° decreased fruit weight at harvest. Quality attributes were not affected by different shoots.

Key words : water sprout, water sprout diameter, water sprout length, bending, fruit set.

1. Introduction

Persimmon trees grow vigorously in upper canpy when their shoot growth is not controlled. Tall trees have inadequate penetration of sunlight into the canopy and makes spraying and harvesting difficult. Traditionally, persimmon trees in Korea are pruned rather severly during the dormant period.

Bending the branches results in less vegetative growth than non-bending

(Mika, 1969), and reduced shoot growth increases flower bud formation (Wareing and Nasr, 1958). Increase in flower bud formation is found in apple trees with a horizental growth habit (Preston, 1974). Friut drop of persimmon is influenced by pollination (Kajiura, 1941; Sobajima et al. 1969), shoot growth (Kajiura, 1942b), fruit density (Kajiura, 1942a), and endogenous plant hormones (Sobajima et al., 1969). The low carbohydrates are known to reduce color development of apples (Utoa, 1952) and grapes (Weaver and McCune, 1960). Reductions in flower bud formation and color deveolpment of fruits can be alleviated by increasing the exposure of leaves to sunlight (Shaulis and Oberle, 1966). Water sprouts are normally cut off when pruned because they reduce light penetration into the canopy. However, those formed at lower portion of the canopy could be made useful in that they could serve a fruiting mother branch in persimmon. Increase in leaf area in water sprouts could improve the carbohydrate status of the tree.

This study was conducted to investigate the possibility of using water sprout in 'Fuyu' persimmon. The effect of bending degree and the size of water sprout was determined with regard to flowering, fruit drop, yield, and soluble solids concentration.

2. Materials and Methods

2. 1 Size of water sprouts

In March, 1995, the size of water sprouts formed in 15-year-old non-astringent 'Puyu' persimmon were divided as follows : shorter than 40 cm, 41 to 60, 61 to 80, 81 to 100, and longer than 100 cm in length, and smaller than 0.80, 0.81 to 1.00, 1.01 to 1.20, 1.21 to 1.40 and greater than 1.40 cm in diameter.

2. 2 Degree of bending on fruit drop and yield

Water sprouts were bent to 0, 30, 45, 75 and 90°. Each treatement was applied to all water sprouts formed on scaffold limbs of an entire tree. Fifteen sprouts were used for each degree of bending. June and July drops were counted on 1 July and 22 July. Fruit yield was determined at harvest.

3. Results

3. 1 Characteristics of water sprouts

In general, water sprouts are removed at pruning; they are sometimes reserved for a further use. However, water sprouts may be used as a fruit-bearing mother branch. We determined the effect of length and diameter of water sprouts in non-astringent 'Puyu' persimmon (Table 1, and 2).

Longer and thicker water sprouts had increased number of flowers and the shoots per sprout. The highest percent fruit-set and shoot numbers per water sprout were observed in those sprouts of 100-cm long and 1.40-cm thick. Number of fruits per water sprout after the first drop was more in 81 to 100 cm than in longer than 100-cm sprouts. Percent fruit-set after the second drop was similar in water sprouts between 41 and 100 cm, but those longer than 100 cm reduced the fruit-set. However, fruit-set increased with the increase in diameter of the sprouts, and the highest percent of fruit-set was observed in 1.01 to 1.20-cm thick. Percent fruit-set was reduced in those sprouts of greater than 1.2-cm and smaller than 1.0-cm in diameter.

Table 1. Effect of water sprout length on flower and fruits. Numbers of flowers was counted on June 10, and number of fruits on July 1 and July 22, 1995.

Length of water sprout (cm)	Shoot (no.)	Flower (no.)	Fruit number after fruit drop	
			July 1	July 22
< 40	5.3 c[z)]	8.5 b	5.5 a	3.5 a
41 ~ 60	7.7 bc	13.8 ab	9.1 a	7.1 a
61 ~ 80	9.5 b	15.0 ab	10.3 a	7.1 a
81 ~ 100	9.5 b	15.4 ab	13.0 a	6.5 a
> 100	14.1 a	24.7 a	12.6 a	9.0 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, p = 0.05.

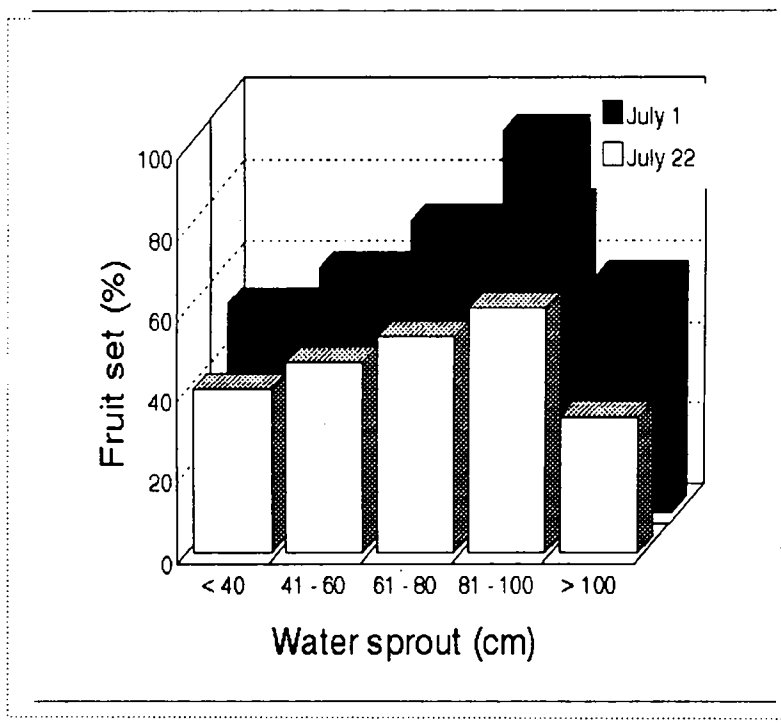

Fig. 1. Effect of water sprout length on percent fruit-set. Number of fruits was counted on July 1 and July 22, 1995 after the first and second drop, respectively.

Table 2. Effect of water sprout diameter on flower and fruits. Numbers of flowers was counted on June 10, and number of fruits on July 1 and July 22, 1995.

Diameter (cm)	Shoot (no.)	Flower (no.)	Fruit number after fruit drop	
			July 1	July 22
< 0.80	6.3 c[z)]	7.6 c	3.6 c	3.0 b
0.81~1.00	8.2 bc	13.0 bc	7.1 bc	5.5 b
1.01~1.20	10.1 b	13.1 bc	9.0 bc	7.7 b
1.21~1.40	10.3 b	19.2 b	12.4 ab	7.6 b
> 1.40	13.8 a	29.8 a	17.3 a	13.2 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, p = 0.05.

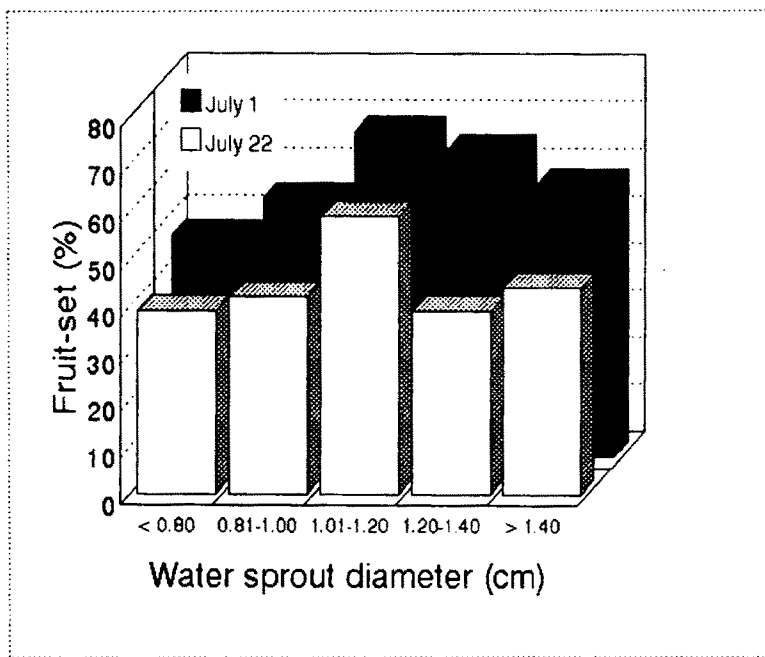

Fig. 2. Effect of water sprout diameter on percent fruit-set. Number of fruits was counted on July 1 and July 22, 1995 after the first and second drop, respectively.

3. 2 Degree of bending on fruit drop and yield

The effect of bending on shoot and flower numbers and fruit-set was measured after the first and the second drop (Table 3). Fruit-set after the first drop was dependent upon the degree of bending. Shoot number per water sprout was not affected by the degree of bending. Water sprout bent to 30° produced flowers most, but there is no a statistical difference among the treatments.

Table 3. Effect of water sprout bending on percent fruit set of 'Puyu' persimmon. Water sprouts were bent on March 8, 1995.

Degree of bending (°)	Shoot (no.)	Flower (no.)	Fruit-set (%) after drop	
			July 1	July 22
0	17.1 a	23.9 a[z)]	62	45
30	16.1 a	31.1 a	56	42
45	15.5 a	19.4 a	73	53
75	17.0 a	18.4 a	55	35
90	16.3 a	26.1 a	44	33

z), Mean seperation within columns by DMRT, p = 0.05.

Table 4. Effect of water sprout bending on yield and fruit quality. Water sprouts were bent on March 8, and fruits harvested on November 8, 1995.

Bending degree (°)	Fruit fresh weight (g)		Seed no. per fruit	Total soluble solid (%)
	Total	Mean		
0	922.3 a	143.6 ab	2.5 a	12.2 a
30	1351.2 a	122.8 c	3.1 a	12.1 a
45	1253.6 a	136.8 bc	3.1 a	11.6 a
75	707.9 a	157.7 a	2.7 a	11.9 a
90	714.1 a	131.0 bc	3.9 a	12.1 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, p = 0.05.

The highest fruit-set after the second drop was observed when the water sprouts were bent to 45°, but the increase or decrease in degree of bending decreased fruit-set, especially bending to a 90°. Higher total fruit weight was obtained from the water sprouts bent to 30° (Table 4). This was followed by a 45°, but the weights in 0, 75, and 90° were similar. Total seed number and total soluble solid concentrations were not significantly different. Compared to a non-water sprout, non-bending and the bending to 45°, total and mean fruit weight was the highest in a 45° bending (Table 5).

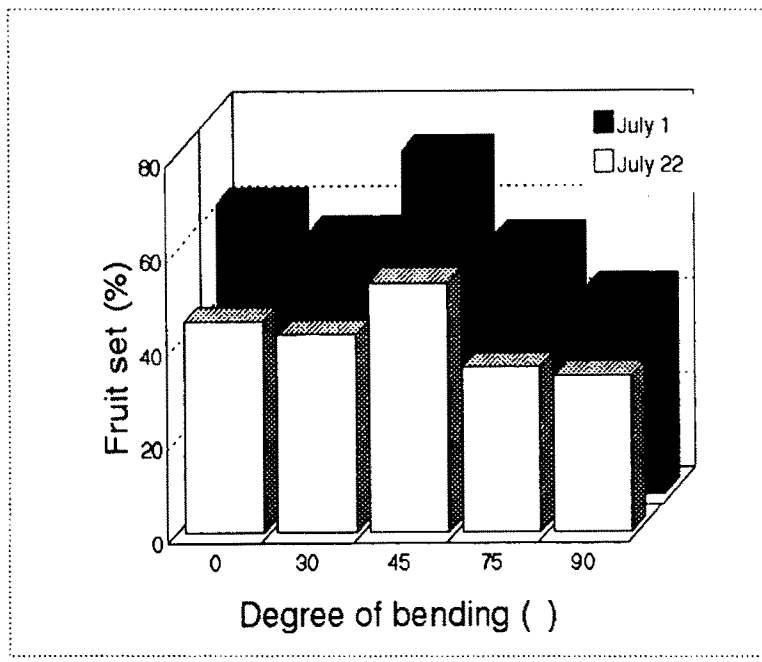

Fig. 3. Effect of water sprout bending on percent fruit-set of 'Puyu' persimmon. Water sprouts were bent on March 8, and number of fruits was counted on July 1 and July 22, 1995 after the first and second drop, respectively.

Table 5. Effect of water sprout bending on yield per water sprouts, and total soluble solid concentration. Water sprouts were bent on March 8, and fruits harvested on November 8, 1995.

Bending (°)	Fruit fresh weight (g)		Total soluble solid (%)
	Total	Mean	
Non-bending (0°)	1150.5 a	141.0 a	12.0 a
45°	1305.0 a	156.8 a	12.6 a
Non water sprout	839.2 a	141.2 a	12.2 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, p = 0.05.

4. Discussion

The practical use of water sprouts is measured as a possible method controlling tree growth, inducing flower bud formation, and improving fruit quality in more extensive orchard systems. Water sprouts are nevertheless removed to the root of the branch. Effect of various size of water sprouts and degree of bending was determined to actively use as a fruit bearing mother branch without reducing light penetration for the production of quality fruits.

Longer and thicker water sprouts produced more flowers and shoots per sprout. A more important measure of fruit-set may be that measured after the second fruit drop, beacuse it directly relates to yield. Fruit-set per water sprout after the second drop depended on the length and diameter of water sprouts. Percent fruit-set was low in water sprouts longer than 100 cm in length and greater than 1.2 cm and smaller than 1.0 cm in diameter. Water sprouts was vigorous growth when it was upright shoots grow more vigorously and they reduce productivity and fruit quality. Bending the

branches in apple trees did not affect shoot growth or flower bud formation (Dermine and Monin, 1960; Jonkers, 1962). The trees with a spreading growth habit reduced growth and increased flower bud formation (Wareing and Nasr, 1958; Preston, 1974). Friut drop of persimmon is influenced by shoot growth (Kajiura, 1942b), fruit density (Kajiura, 1942a).

In persimmon, bending to 30 and 45° resulted in a higher total fruit weight than a 0, 75, and 90° bending. Reduced total fruit weight and fruit-set bent to 90° may have resulted from the lack of carbohydrates. Severe bending generally reduces total fruit weight. Fruit-set after second drop was usually reduced when bent to 90°. Total fruit weight at harvest seem to vary with water sprout vigor and bending degree. As bending severity increased, there were decreases in the percent fruit-set and total fruit weight. Total fruit weight per sprouts at harvest increased by bending to 45° when comapred to a non-bending and non-water sprout. Degree of bending did not alter total soluble soild, whereas bending to 30 and 45° increased total fruit weight. Degree of bending may have influenced fruitfulness or vegetative growth, depending on its severity, cultivars, nutrient supply, soil moisture and light. Degree of bending at harvest affects productivity and quality of current crops and shoot growth and fruit-set the subsequent year. Various degree of bending have been utilized to eliminate vogrous, nonproductive, upright water sprouts and to allow adequate light penetration for the production of quality fruit. More research is needed to monitor the carryover effect of bending degree. Results suggested that reduced total fruit weight and fruit-set may have resulted from the different shoot growth depending on the bending degree of water sprouts. We concluded that the water sprouts could be used as a fruit-bearing mother branch, because they have more fruits than non-water sprouts.

References

1. Dermine, E., and A. Monin. 1960. Etude de la fructification de la variete de pommier "Cox's Orange Pippin." Bul. Inst. Agron. Gembloux, hors serie. 3:1082-1110.
2. Higashi-Mikawa district. Res Bull. Aichi Agric. Res. Centr. 11:94-102.
3. Mika, A. L. 1969. Effects of shoot-bending and pruning on growth and fruit-bud formation in young apple trees. Hort. Sci. 9:93-102.
4. Jonkers, H. 1962. Pruning young apple trees and bending of branches. Proc. X VIth Int. Hort. Congr. 3:441-443.
5. Kajiura, M. 1941. Studies on the physiological fruit drop of Japanese persimmon. II. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 12:247-283.
6. Kajiura, M. 1942a. Studies on the physiological fruit drop of Japanese persimmon. IV. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 13:89-96.
7. Kajiura, M. 1942b. Studies on the physiological fruit drop of Japanese persimmon. V. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 13: 97-101.
8. Preston, A. P. 1974. An apple tree shaping and spacing experiment. J. Hort. Sci. 49:297-300.
9. Sobajima, Y., M. Ishida, Kiyokaya, and Sakiyama. 1969. Investigations on the cause and control of physiological dropping in the Japanase persimmon fruit. II. Effects of pollination and gibberellin treatment on the physiological dropping of fruits and changes of auxin in the fruits. Sci. Rep. Kyoto Pref. Univ., Agr. 21:12-23.
10. Wareing, P. F., and T. Nasr. 1958. Gravimorphism in trees. Effects of gravity on growth, apical dominance and flowering in fruit trees. Nature 182:379-380.
11. Shaulis, N., and G. D. Oberle. 1948. Some effects of pruning severity and training on Fredonia and Concord grapes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51:263-270.

12. Utoa, M. 1952. Temperature studies on the development of antocyanin in McIntosh apples. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59:231-237.
13. Weaver, R. J., and J. B. McCune. 1960. Effect of overcropping Alicante Bouschet grapevines in relation to carbohydrate nutrition and development of the vine. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75:341.

실험 3. 성목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향

Effect of water sprout bending on shoot growth, fruit yield and quality in adult trees

Summary

In the experiment to study the bending effect of water sprout, total number of fruits in no-bending branch was highest followed by 45° bending branch, and reserved branch. Total weight of fruits in no-bending branch was about 2000g, that in 45° bending branch was 1500g, and that in reserved branch was 1200g.

Smaller number of fruits and lighter total fruit weight and mean fruit weight were resulted as the bending angle was bigger up to 75°.

In the test for the possibility to utilize the water sprout, the fruit sugar content of 45° bending branch was highest as of 15.1, followed by fruit bearing branch as of 14.7, and no-bending branch as of 14.4. Total fruit sugar content upon the bending degree of water sprout was decreased as the bending degree was bigger except for the 45° bending, and all the water sprout bending branch showed higher total sugar content than that of fruit bearing branch. Total fruit sugar content was higher as the size of persimmon was bigger regardless of bending degree. Hunter's L value for the size of fruit did not show any significant difference and that for the bending degree showed that fruit bearing branch was highest as of 63.3 and 45° bending branch was lowest. Hunter's a value was highest in 45° bending branch, and getting lower as the bending degree was smaller or bigger from 45° bending degree.

Key words : bending degree, water sprout, soluble solid content, fruit color

제 1절 서 설

단감은 타 과수보다 당도가 높고, 비타민 C와 무기성분이 많아 기호도가 높으며, 산을 이용할 수 있는 최적의 과수이다. 또한 노동시간이 사과의 58% 밖에 되지 않아 농촌의 노동력이 고령화, 부녀화 되어있어 일꾼이 부족한 우리 농촌의 최적 작목이며, 표준소득율이 높아 국제경쟁력이 큰 과수이다. 특히 사과 다음으로 재배농가수가 많은 중요한 과수로서 경남의 대표과수이자 전남의 유망 과수이다. 그러나 정지·전정 기술은 타 과수처럼 과학적으로 개발되어 있지 않기 때문에 재배 농가가 많은 손실을 입고 있다.

단감재배시 농가에서 가장 중요한 기술은 정지·전정이며, 정지·전정은 우선 감나무의 특성을 이해한 후 기초이론의 바탕위에서 실시하여야 한다. 단감은 정지·전정시에 도장지를 기부에서 제거하는 것이 지금까지의 방법이었다. 그러나 단감의 경우에는 화아분화된 도장지 (도장성 결과모지)가 많기 때문에 이 가지를 유인 등의 방법으로 정부우세성을 적당히 이용한다면 많은 결과모지의 확보는 물론 나무의 수형 또한 단시간내에 형성할 수 있을 것이다. 이러한 도장성 결과모지의 이용으로 인하여 도장성 결과모지로부터 생산한 과실의 품질 향상, 다량의 엽면적 확보로 단위면적당 수량 증대 및 다음해에 더욱더 많은 결과 모지의 확보가 가능할 것이다. 또한 도장지를 1~3마디에서 절단하여 예비지로써 이용한다면 격년결과를 없애고 충분한 엽면적을 확보하여 고품질과의 안정생산이 매년 가능해 질 것이다.

본 연구에서는 우리나라 주요 타 과수와는 생리생태 및 결과습성이 다른 단감의 최적 정지·전정 방법과 결과습성을 구명하여 저수고, 장주지 및 다주지를 기본으로 밑변이 긴 삼각형 모형의 수형을 개발하여 농가 소득은 물론 품질을 향상시킬 수 있는 방법을 확립하고자 한다.

제 2절 연구내용

1. 유인각도가 식물체의 생장에 미치는 영향

도장지의 유인각도가 수량생산에 미치는 영향을 검토하기 위하여 1996년 3월 8

일에 70~90cm 사이의 도장지를 무유인 (0°), 30, 45,750 및 90°로 유인하였다. 모든 유인처리는 주지로부터 발생한 도장지를 이용하였으며, 처리당 15개의 도장지를 유인하였다. 매년 6월과 7월 낙과를 조사하였으며, 11월에 수확하여 과실의 당도 및 수량성을 조사하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 유인각도가 수량 및 품질에 미치는 영향

단감 도장지의 유인 효과를 검토하기 위하여 무유인(0°), 45° 및 예비지(도장지 3마디 남기고 절단)의 도장지당 총 과실수는 무유인구에서 가장 많았으며, 다음은 45°, 예비지의 순이었다(그림 1). 총 과중 또한 무유인지가 약 2000g으로서 가장 많았고, 45°유인구는 1500g, 예비지는 1200g으로서 가장 낮았다. 그러나 유인 1년차에는 45° 유인구가 무유인구나 결과모지보다 수량이 많았었는데, 3년차에 도장지가 완전히 생장하여 측지를 충분히 확보하고, 수광율이 높아 광합성이 왕성하였기 때문에 무유인지의 수량이 증가되었을 것으로 추측된다.

3년차의 평균과중은 무유인구가 가장 무거웠으며, 과실수 및 총 과중과는 달리 예비지가 45°유인구보다 무거웠다. 예비지로부터 수확한 평균과중이 45°의 것보다 무거웠던 원인은 예비지를 유인하지 않았기 때문에 무유인 도장지와 비슷한 생장습성 때문이었을 것으로 추측된다. 일반적으로 과수에서 도장지는 결과모지에 비하여 품질이 나쁜 것으로 알려져 있으나, 단감의 도장지를 3년 이상 유인하지 않는 상태로 두면 과실의 크기가 크지고 총 수량도 증가하는 경향이었다. 그러나 유인하지 않고 3년 이상 동안 방치하여 두면 도장지의 직경이 4cm 이상 생장하여 전체적인 수형의 형성이 어렵다. 그러므로 도장지를 효율적으로 이용하기 위해서는 유인에 의한 수세조절로서 전체적인 수관의 균형을 조절하여야 할 것으로 판단된다.

도장지의 유인 3년 후 유인각도에 따른 착과수 총과중 및 평균과중은 무유인구에서 가장 양호하였으며(그림 2), 75°까지 유인의 정도가 심할수록 도장지당 과실수가 적고, 총과중 및 평균과중이 가벼웠다. 그러나 90°로 유인하였을 경우에는 75°로 유인하였을 때보다 과실수가 많고 총과중도 무거웠다. 이러한 원인은 75°유인구의

도장지가 많이 부러진 원인(데이타 미제시)도 있으나, 유인후의 영양분 공급량의 차이 등이 관여하였을 것으로 추측된다.

수광량은 재식밀도, 수관의 형태와 크기, 엽면적지수(leaf area index)와 관계가 있다. 또한 Palmer와 Jackson(1974)은 밀집된 유목 과수원의 생산량은 수광량이 20%에서 60%가지 증가할수록 직선적으로 증가한다고 하였다. 잎을 포함하고 있는 수관은 受光 및 生長과 대사활력에 이용되는 탄수화물의 생산과 공급에 중요한 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다. 수관내 광의 분포는 과실의 색도, 품질 및 수량에 영향을 미치며 고품질의 농산물 생산과 밀접한 관계가 있다. 그러므로 수량증대와 고품질의 상품을 생산하기 위해서는 수광을 할수 있는 잎의 확보, 광합성을 높일 수 있는 공간의 확보가 중요하다. 본 실험의 결과는 처리 3년차의 결과인데도 과실수와 총 과중이 적었다. 그 원인은 포장의 재식밀도가 높았기 때문에 줄과 열간에 가지가 겹쳤으므로 수관내 광의 투과율이 낮았고, 처리구가 차광되었기 때문일 것으로 생각된다.

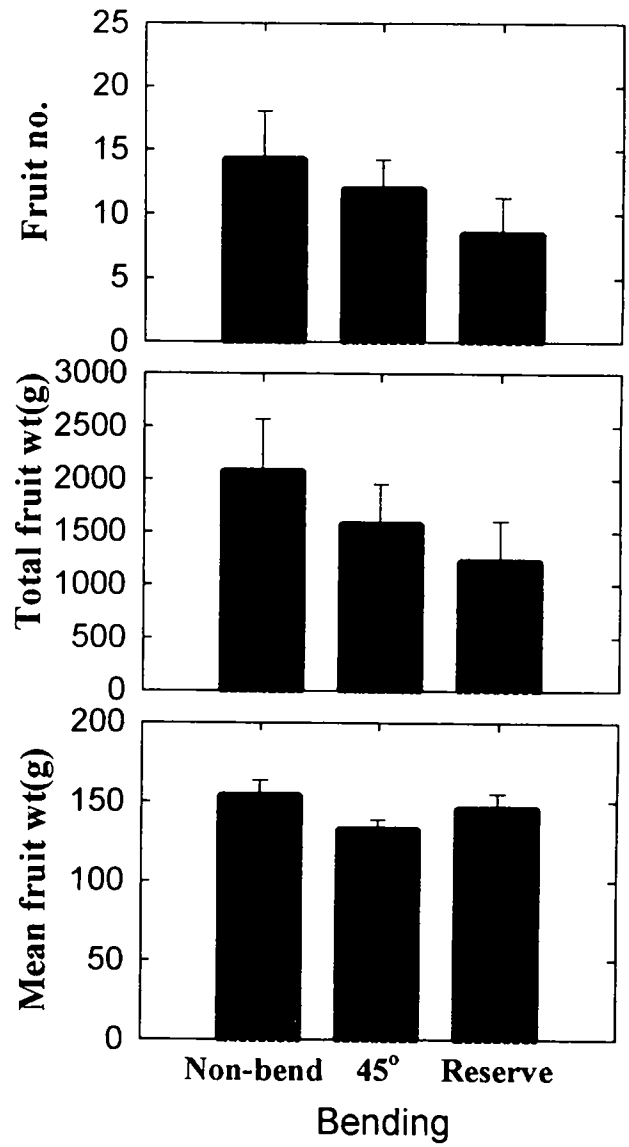

Fig. 1. Effect of water sprout bending on yield per water sprouts. Water sprouts were bent on March 8, 1995 and fruits were harvested on November 2, 1997.

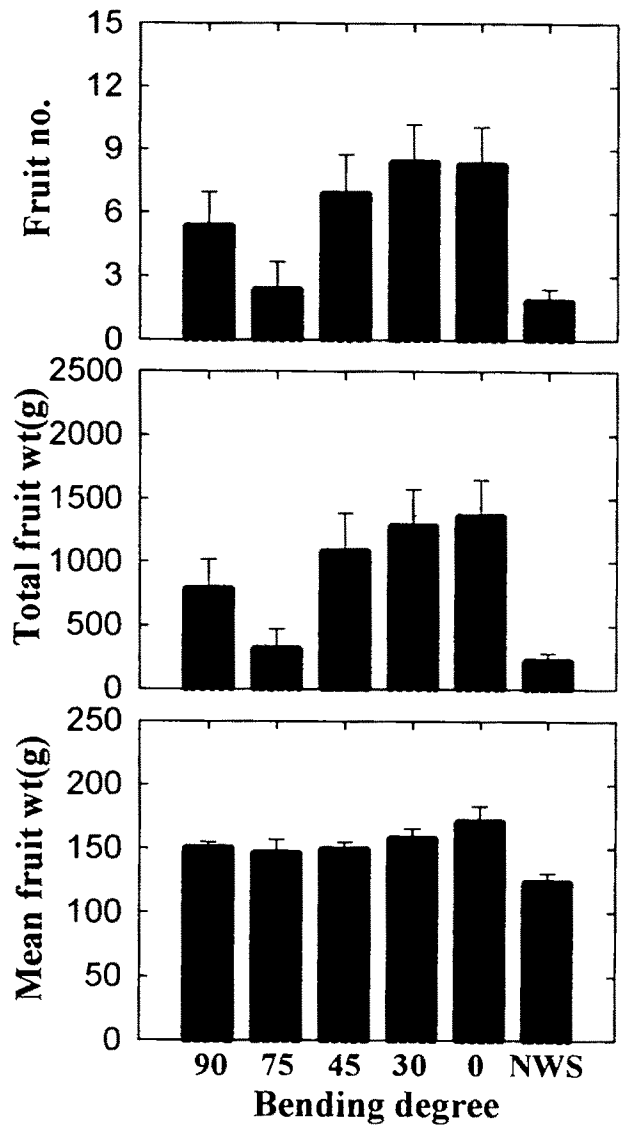

Fig. 2. Effect of water sprout bending degree and non-water sprout (NWS) on yield per water sprouts. Water sprouts were bent on March 8, 1995 and fruits were harvested on November 2, 1997.

2. 유인각도가 과실의 품질에 미치는 영향

徒長枝의 無誘引, 45°유인 및 결과모지로부터 수확한 과실의 총 당함량과 Hunter L, a 및 b의 값을 비교한 결과(표 1), 총 당함량은 유인각도, 과실의 크기간에는 유의차가 인정되었으며 유인각도와 과실의 크기간에는 고도의 유의차가 인정되었다. 과실의 총당함량은 45° 유인구는 크기간에 차이가 없었으나, 무유인구는 150~174g의 크기에서 가장 높았으며, 100g이하의 크기에서는 현저하게 낮았다. 또한 결과모지에서는 175~199g 사이의 과실이 15.9로서 가장 높게 나타났으나 크기간에 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다. 이상을 종합하면 과실내 당함량은 45°유인구가 15.1로서 가장 높았으며 다음은 결과모지 14.7, 무유인구가 14.4로 나타났다. 45°유인구가 무유인구에 비하여 총당함량이 높은 이유는 감나무의 정부우세성에 의하여 영양생장이 왕성하였기 때문에 생식생장으로 광합성산물의 분배가 적게 되었을 것으로 생각된다.

Hunter의 L값은 과실의 크기간에 유의차가 없었으며 유인각도간에는 결과모지가 63.3으로서 가장높았으며, 45° 유인구가 가장 낮았다. 이러한 원인은 유인으로 인하여 도장지의 결과지 부분이 canopy내에 묻혀 있기 때문에 차광으로 인하여 과실부의 수광량이 낮았을 것으로 추측된다. Hunter의 a값은 45°유인구에서 가장 높았으나 b값은 차이가 없었다.

도장지의 유인각도에 따른 총 당함량은 45°유인을 제외하고 유인각도가 높을수록 감소하는 경향이었으며 모든 도장지 유인구가 결과모지보다 총 당함량이 높았다(표 2). 그러나 크기간에는 고도의 유의차가 인정되었으나 유인각도, 유인각도와 크기간의 상호작용에는 유의차가 없었다. 총 당함량은 유인각도에 관계없이 단감의 크기가 클수록 높았으며, 무유인에서부터 45°유인까지는 그 효과가 명확하였으나 그 이상의 각도에서는 차이가 적었다. 이러한 결과는 사과나무의 경우 수관위치에 따라 광합성량의 차이가 생기므로 단과지와 잎의 생장량, 과실특성 및 생산량에 영향을 미친다는 보고(Barritt 등, 1991)와 비교하여 볼 때, 유인하지 않은 도장지와 유인각도가 적은 것은 가지와 잎이 수관외부로 돌출되어 충분한 광합성을 할 수 있었기 때문에 총 당함량이 증가된 것으로 추측된다.

Table 1. Effect of bending degree in 20-year old 'Fuyu' persimmon tree on total soluble solid (°Brix) and Hunter L, a, and b value. Water sprouts were bent on March 8 1995 and fruits hravested on November 2, 1997.

Bending degree(°)	Fruit weight(g)	Soluble solid content(°Brix)	Hunter's value		
			L	a	b
Non-bending	<100	13.8 b[z)]	62.6 a	24.8 a	53.8 b
	100~124	14.4 ab	62.4 a	24.6 a	54.0 b
	125~149	14.1 ab	63.1 a	23.0 a	57.4 ab
	150~175	15.2 a	63.3 a	22.3 a	56.3 ab
	175~199	14.5 ab	62.9 a	23.8 a	55.4 ab
	>200	14.1 ab	63.7 a	23.3 a	59.7 a
Mean		14.4	63.0	23.6	56.1
Significance		※	NS	NS	※
45	<100	14.4 a	63.5 a	24.0 a	57.2 a
	100~124	15.1 a	62.7 a	21.6 a	54.8 a
	125~149	14.6 a	62.3 a	24.0 a	55.2 a
	150~175	15.2 a	62.4 a	24.1 a	55.4 a
	175~199	15.4 a	61.0 a	27.2 a	54.2 a
	>200	15.4 a	62.0 a	25.3 a	53.8 a
Mean		15.1	62.3	24.4	55.0
Significance		NS	NS	NS	NS
Reserve branch	45<100	14.9 abc	63.5 a	23.2 b	54.8 a
	100~124	13.8 c	63.4 a	20.8 b	55.9 a
	125~149	14.5 bc	63.0 a	22.7 b	55.3 a
	150~175	13.8 c	64.5 a	21.7 b	60.0 a
	175~199	15.9 a	62.7 a	24.2 b	58.2 a
	>200	15.5 ab	62.5 a	30.5 a	57.7 a
Mean		14.7	63.3	23.9	56.9
Significance		※※	NS	※※	NS
Significance					
Bending(B)		※	※	NS	NS
Size(S)		※	NS	※	NS
B×S		※※	NS	NS	NS

z), Means seperation withn columns by DMRT, p=0.05.

단감 과실은 녹색에서 노란색으로 색의 변화는 숙성정도의 지표로 사용되며, 과실이 숙성되면서 오렌지색이 진해지고 붉어지면서 경도의 변화가 촉진되면서 연화가 시작된다. 유인각도 및 과실 크기별 Hunter의 L값은 유인각도와 과실크기간에 유의차가 있었으며, 도장지에 결실시키는 것이 결과모지보다 높았다. 황색의 정도를 나타내는 Hunter의 a값은 45°유인구에서 가장 높았으며, 45°유인을 전후로하여 유인정도가 적거나 높을수록 감소하였다. 또한 과실의 크기에 따라서 고도의 유의차가 인정되었는데, 모든 처리구에서 200g까지 크면 클수록 a의 값이 높았다.

적색의 정도를 나타내는 Hunter의 b값은 크기 및 유인각도와 크기간에는 유의차가 인정되는데, 유인각도가 높을수록 b값이 감소하였으며 모든 도장지가 결과모지보다 높았다.

이러한 Hunter값의 차이는 광합성에 필요한 잎의 태양광선에 노출정도에 따른 광합성산물의 축적정도와 과실 수광량의 차이 때문이라고 생각된다. 그러나 이러한 결과는 앞으로 광을 충분히 받을 수 없은 수관내부의 결과지와 광을 충분히 받을 수 있는 수관외부 가지의 수량 및 생육 등을 서로 비교 검토한다면 명확하게 밝혀질 수 있을 것으로 기대된다.

Table 2. Effect of bending degree in 20-year old Puyu persimmon tree on total soluble solid (°Brix) and Hunter L, a, and b value. Water sprouts were bent on March 8 1995 and fruits hravested on November 2, 1997.

Bending degree(°)	Fruit weight (g)	Total soluble solid(°Brix)	Hunter's value		
			L	a	b
Non-bending	<100	13.6	62.7	12.4	57.3
	100~124	14.6	62.4	16.9	54.4
	125~149	14.4	62.4	15.7	54.0
	150~175	14.5	63.3	18.8	51.5
	175~199	16.1	60.5	25.4	57.8
	>200	16.6	62.7	24.2	55.4
Mean		15.0	62.3	18.9	55.1
30	<100	-	-	-	-
	100~124	15.5	61.0	17.9	53.6
	125~149	-	-	-	-
	150~175	14.3	62.0	18.6	54.3
	175~199	-	-	-	-
	>200	-	-	-	-
Mean		14.9	61.5	18.3	54.0
45	<100	-	-	-	-
	100~124	14.1	61.5	22.0	55.5
	125~149	14.5	62.5	13.6	54.2
	150~175	14.5	61.7	17.7	52.8
	175~199	14.6	61.5	22.0	53.1
	>200	14.9	62.5	29.9	54.3
Mean		14.5	62.0	21.0	54.0
75	<100	14.0	61.3	17.2	50.9
	100~124	14.7	62.6	18.2	56.2
	125~149	15.1	62.0	17.3	55.0
	150~175	14.1	62.0	26.7	53.3
	175~199	15.4	63.4	18.5	55.0
	>200	15.0	62.2	20.6	55.6
Mean		14.7	62.3	19.8	54.3
90	<100	14.2	64.6	12.4	54.9
	100~124	13.4	61.9	12.9	54.1
	125~149	13.4	59.4	19.1	46.5
	150~175	13.9	61.5	21.8	54.0
	175~199	15.5	60.6	25.8	53.7
	>200	16.1	62.8	25.6	58.4
Mean		14.4	61.8	19.6	53.6
Non water sprout	<100	13.4	61.4	10.2	46.2
	100~124	12.7	61.9	16.3	53.7
	125~149	15.0	60.1	18.5	53.1
	150~175	-	-	-	-
	175~199	-	-	-	-
	>200	-	-	-	-
Mean		13.7	61.1	15.0	51.0
Significance					
Bending(B)		NS	NS	NS	NS
Size(S)		※※※	NS	※※※	NS
B×S		NS	※	NS	※

z), Means seperation withn columns by DMRT, p=0.05.

제 4절 요 약

도장지의 유인효과를 검토하기 위한 실험에서 도장지당 총 과실수는 무유인구에서 가장 많았으며, 다음은 45°, 예비지의 순이었다. 총 과중은 무유인지가 약 2000g으로서 가장 많았고, 45°유인구는 1500g, 예비지는 1200g으로서 가장 낮았다.

도장지의 유인 3년 후 유인각도에 따른 착과수 총과중 및 평균과중은 무유인구에서 가장 양호하였으며, 75°까지 유인의 정도가 심할수록 도장지당 과실수가 적고, 총과중 및 평균과중이 가벼웠다.

총 당함량은 유인각도, 과실의 크기간 및 유인각도와 과실의 크기간에는 유의차가 인정되었다. 과실내 당함량은 45°유인구가 15.1로서 가장 높았으며 다음은 결과모지 14.7, 무유인구가 14.4였다. 도장지의 유인각도에 따른 총 당함량은 45°유인을 제외하고 유인각도가 높을수록 감소하는 경향이었으며 모든 도장지 유인구가 결과모지보다 총당함량이 높았다. 총 당함량은 유인각도에 관계없이 단감의 크기가 클수록 높았다. Hunter의 L값은 과실의 크기간에 유의차가 없었으며 유인각도간에는 결과모지가 63.3으로서 가장높았으며, 45° 유인구가 가장 낮았다. Hunter의 a값은 45°유인구에서 가장 높았으며, 45°유인을 전후로하여 유인정도가 적거나 높을수록 감소하였다.

주요어 : 유인각도, 도장지, 가용성당, 과실착색

인 용 문 헌

Barritt, B.H., C.R. Rom, K.R. Guelich, S.R. Drake, and M.A. Dilley. 1991. Light level influences spur quality and canopy development and light interception influence fruit production in apple. HortScience 26:993-999.

Barritt, B.H., C.R. Rom, K.G. Guelich, and M. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf and fruit characteristics of 'Delicious' apple. HortScience 22:402-405.

Fonteno, W.C. and E.L. McWilliams. 1978. Light compensation points and acclimatization of four tropical foliage plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(1):52~62.

Gundershein, N.A. and M.P. Pritts. 1991. Pruning practices affect yield, yield components, and their distrinbution in'Royalty' purple respberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(3):390-395.

Heinicke, D.R. 1968. Characteristics of 'McIntosh' and 'Red Delicious' apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season. Proc. Amer. Soc. Hort. Sco. 89:10-13.

Nehrbas, S.R. and M.P. Pritts. 1988. Effect of pruning system on yield components of two summer-bearing raspberry cultivars.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:314-321.

Orkney, G.D. and L.W. Martin. 1980. Fruiting potential and flower truss characteristics of select 'Willamette' red raspberry canes. Acta Hort. 112:195-203.

Palmer, J.W. 1974. Crop ecology and orchard systems: crop environment; light interception studies in spacing and systems trials. Rpt. E. Malling Res. Sta. Rpt. 1973:66-67.

Poole, R.T. and C.A. Conover. 1979. Influence of shade and nutrition during production and dark storage simulating shipment on subsequent quality and chlorophyll content of foliage plants. HortScience 14:617~619.

실험 4. 유목의 도장지 유인각도가 가지의 생육 및 수량에 미치는 영향

Effect of water sprout bending on shoot growth, fruit yield and quality in young trees

Summary

Total shoot development and shoot diameter per fruit bearing branch and water sprout branch were best in no-bending branch, and shoot development was supressed as the bending degree was bigger and that of fruit bearing branch was lowest. Mean shoot length did not show any significant difference between fruit bearing branch and water sprout branch. Number of shoot was higher in water sprout branch than in of fruit bearing branch.

Fruit dropping rate was higher in fruit bearing branch than in water sprout, and it was highest in 45° bending and was decreased as the bending degree was higher or lower during June and July.

Total fruit sugar content upon the bending degree did not show any difference between fruit bearing branch and water sprout, but the soluble sugar content was increased up to the fruit weight was 200g over the 45° bending degree. Hunter's a value indicated the interaction between bending degree and fruit size, which fruit bearing branch of it was higher than that of bending branch.

Total fruit weight and mean fruit weight were best when the branch was bent at the degree of 30~45°, and fruit number and total fruit weight were decreased when bent at the degree of 90°. Fruit number, total fruit weight, and mean fruit weight were higher in bending branch than fruit bearing branch.

Fruit storability did not show any difference between Hunter's L value for the fruits over 155g, but it became remarkably worse when stored green

fruits under 154g.

Key words : bending degree, water sprout, soluble solid content, fruit quality, postharvest physiology, fruit color

제 1절 서 설

과수의 수관에 관한 이해는 수관을 관리하는 측면에서 매우 중요하다. 잎을 포함하고 있는 수관은 수광을 하고, 생장과 대사활력에 이용되는 탄수화물을 생산한다. 수관내 광의 분포는 과실의 색과 품질에 영향을 미치고, 수관발육의 시기는 해충의 감염과 조절에도 영향을 미친다. 궁극적으로 수관의 발육은 농산물의 수량과 품질에 영향을 미치며 경제적 가치가 높은 상품과의 생산과 밀접한 관계가 있다. 빛 에너지를 받는 수관에 관한 연구는 광합성의 역할, 잎과 신초의 발육, 착과와 개화유기 및 과실의 발육과 품질에 관련되어 있기 때문에 매우 중요하다.

수관의 발육기간중에 광의 역할은 2가지 측면에서 고려되어야 할 것이다. 첫 번째로 전체 과수원 수관의 수광량과 작물 생산량간에 상관이 있으며(Monteith, 1977), 두 번째는 각 수관내 광의 분포 또는 투과량은 작물의 발육 및 생산량을 극대화할 수 있는 조건이어야 한다.

수관내 수광량(light interception)은 재식밀도, 수관의 형태와 크기, 엽면적지수(leaf area index)와 관계가 있다. 유목의 수광량은 재식밀도와 수관크기에 따라서 다르며, 여러 가지 전정 시스템중에서 과수원 형성초기의 생산량은 총 수광량과 관계가 있다(Barritt et al., 1991). 또한 전정(pruning)은 일반적으로 생장과 수관의 크기를 감소시키기 때문에 식물체당 총 수광량을 감소시킨다. 하계전정은 수관내에 광투과량 (light penetration)을 개선(Marini and Barden, 1987)한다. 특히 단감은 타 과수에 비해서 격년결과가 심하며, 6월과 7월의 2차에 걸쳐 생리적인 낙과를 하는데, 이는 전정을 통하여 크게 줄일 수 있다. 또한 도장지는 타 과수의 경우 기부에서 제거하나, 단감은 화아분화된 도장지 (도장성 결과모지)가 많기 때문에 이 가지를 유인 등의 방법으로 정부우세성을 적당히 이용한다면 많은 결과모지의 확보는

물론 나무의 수형 또한 단 시간내에 형성할 수 있을 것이다. 이러한 도장성 결과모지를 이용한다면 결과모지의 다량 확보, 오래된 주지의 갱신에 의한 유목화, 충분한 수관의 확보에 의한 광합성 효율 증대, 다수확 및 작업효율의 향상을 기할 수 있을 것이다

본 연구에서는 단감 유목의 도장지를 이용하여 단감의 최적 정지·전정 방법과 결과습성을 구명하여 저수고, 장주지 및 다주지를 기본으로 밑변이 긴 삼각형 모형의 수형을 개발하여 수량을 증대시킬 수 방법을 확립하고자 한다.

제 2절 연구내용

1. 유인각도가 식물체의 생장에 미치는 영향

도장지의 유인각도가 1, 2년차의 신초 생육 및 수량성에 미치는 영향을 비교하기 위하여 1996년 3월 8일에 70~90cm 사이의 도장지를 무유인 (0°), 30, 45, 75 및 90°로 유인하였다. 모든 유인처리는 주지로부터 발생한 도장지를 이용하였으며, 처리당 9개의 도장지를 유인하였다. 매년 6월과 7월 낙과를 조사하였으며 11월에 수확하여 과실의 당도 및 수량성을 조사하였다.

2. 유인각도가 수량 및 품질에 미치는 영향

도장지의 유인 2년차인 1997년 11월 2일에 과실을 수확하여 당도(°brix)와 Hunter의 L, a, b값을 측정(Minolta CR-300)하였다.

3. 과실의 크기 및 색도가 저장성에 미치는 영향

1886년 11월 8일에 남전의 비교포장에서 생산한 과실을 175~200g, 150~174g, 125~149g, 100~124g의 크기별로 분류한 후 Hunter's L value로서 상·중·하로 구분하여 1, 7, 14, 21, 28일간 저장하였다. 크기별 색도별로 분류된 단감 5개를 0.6mm PE film으로 밀봉하여 20℃의 항온실에 저장한 후 경도(만능물성분석기), 당도 (°brix)와 Hunter의 L, a, b값을 측정(Minolta CR-300)하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 유인각도가 식물체의 생장에 미치는 영향

유목의 결과모지와 도장지를 무유인 (0), 30, 45, 75, 90°로 유인한 다음 2년후 신초의 생장을 비교하면 그림 1에서 보는 바와 같다. 결과모지 및 도장지당 신초의 총 신장생장은 무유인구에서 가장 길었고, 각도가 높을수록 신초의 생장은 억제되었으며, 결과모지의 신초 총 생장량이 가장 낮았다. 그러나 발생한 신초의 평균길이는 결과모지와 도장지간에 차이가 없었다. 신초의 경직경은 신장생장과 유사한 결과로서 무유인구에서 가장 굵었고 유인각도가 클수록 감소하였다.

신초의 수는 도장지가 결과모지보다 많았다. 도장지의 유인각도간의 차이는 45°에서부터 90°까지 유인각도가 클수록 유의하게 적었으며, 45°에서부터 무유인구간에는 차이가 없었다. 도장지당 잎수 또한 신초의 수와 비슷한 경향이었으나 90°유인구는 45°와 60°유인구보다 잎수가 오히려 감소하였다. 그러나 신초당 잎수는 결과모지와 도장지의 유인처리간에 차이가 없었다.

사과의 경우 가지의 유인은 신초의 생장이나 화아형성에 영향을 미치지 않는다(Dermine and Monin, 1960; Jonkers, 1962)고 하였으나 일반적으로 수직 생장지는 수평 생장지보다 생장이 감소하고 화아의 형성이 촉진된다(Wareing and Nasr, 1958; Preston, 1974). 감의 낙과는 신초의 생장(Kajiura, 1942b), 결과모지당 과실의 착과수에 영향을 받는다(Kajiura, 1942a)고 하였다..

단감의 경우에 도장지는 유인각도가 심할수록 생장이 억제제었다. 유인각도에 따른 총 신초장의 차이는 거의 없었으나 평균 길이는 차이가 있었으므로 생장량의 차이는 신초수의 차이 때문인 것으로 나타났다. 무유인구의 신초 생장을 비교하면 정아는 생장이 왕성하였고 기부의 신초는 거의 생장을 하지 않다. 그러나 도장지를 90° 정도로 심하게 유인하였을 경우에는 도장지의 정아부와 기부의 신초 생장에 거의 차이가 없었으며, 기부에서 많은 도장지가 발생되는 경향이었다.

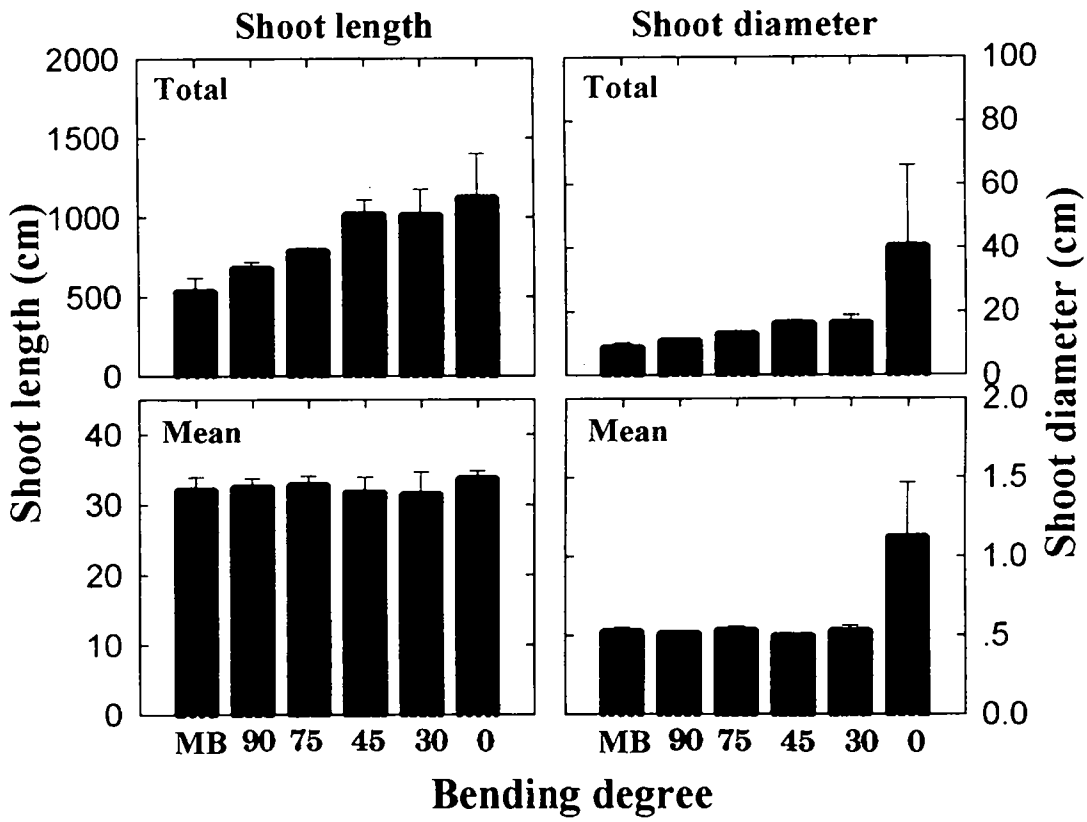

Fig. 1. Effect of water sprout bending degree (°) and fruit bearing mother branch (MB) on shoot growth. Water sprouts were bent on March 3, 1996 and measured on November 15, 1997.

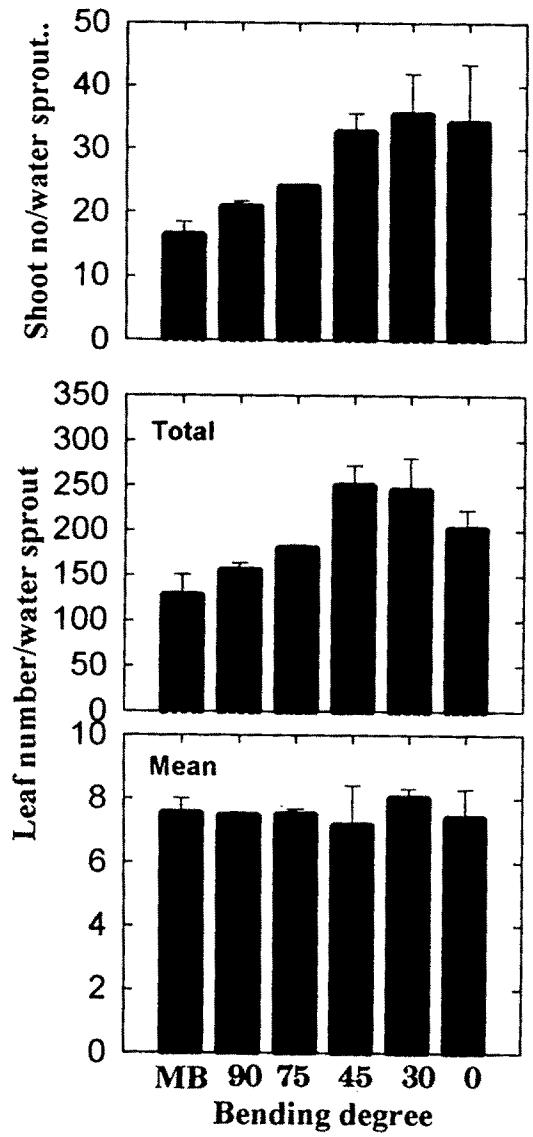

Fig. 2. Effect of water sprout bending degree (°) and fruit bearing mother branch (MB) on shoot numner and leaf number per water sprout. Water sprouts were bent on March 3, 1996 and measured on November 15, 1997.

2. 유인각도가 수량 및 품질에 미치는 영향

유목의 유인각도에 따른 6월과 7월의 낙과율 및 結果數를 비교 검토한 결과는 그림 3에서 보는 바와 같다. 결과모지보다는 도장지의 낙과율이 높았고, 6월과 7월의 낙과는 45°유인구가 가장 높았으며 유인각도가 높거나 낮을수록 감소하였다. 그러나 가지당 총 착과수는 30°로 유인하였을 때 가장 많았으며 90°나 75°유인은 결과모지보다 착과수가 더 적었다. 그러나 수확시 결과수는 무유인구에서 가장 많았다. 무유인 또는 30°유인구는 도장지의 과번무로 전체적인 수형형성에 많은 문제점이 뒤따른다. 또한 75°이상으로 너무 과다하게 유인하게 되면 도장지에 결실된 과일의 무게로 인하여 수확시에는 가지가 120°이상으로 휘어지게 되는데, 이러한 결과는 도장지가 수관내부에 묻히게 되고 정부우세성이 제거되어 다음해에 가지의 생육 둔화, 화아분화수가 감소되므로 결과모지로서 이용 효율이 감소된다. 신초의 생장과 착과는 가지의 생장특성에 따라 차이가 있는데, 수직 생장지는 수평 생장지보다 생장이 감소하고 화아의 형성이 촉진되며(Wareing and Nasr, 1958; Preston, 1974), 감의 낙과는 신초의 생장(Kajiura, 1942b), 결과모지당 과실의 착과수에 영향을 받는다(Kajiura, 1942a)고 하였다. 단감의 도장지는 60°이상 유인할 경우에 도장지의 생장, 과실의 크기 및 평균 과중이 감소되었으므로 도장지를 결과모지로서 이용하기 위해서는 45°정도로 유인하는 것이 가장 효과적이라고 생각된다.

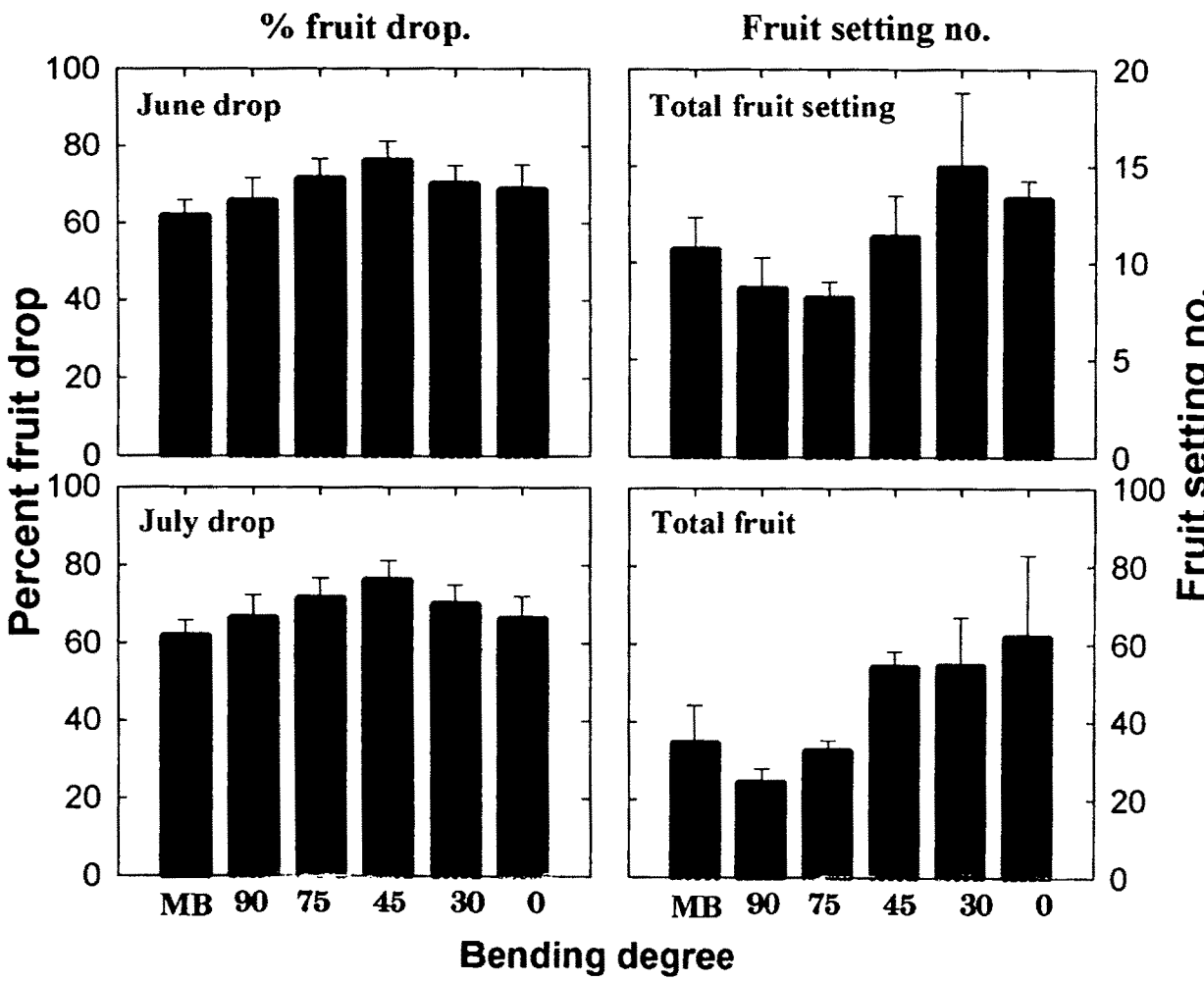

Fig. 3. Effect of water sprout bending degree (°) fruit bearing mother branch (MB) on fruit set per water sprout. Number of fruits was counted June 28 and July 25, 1997 after first and second drop, respectively.

유인각도에 따라 과실의 크기를 125g 이하, 125g~149g, 150g~175g, 175g~199g 및 200g 이상으로 분류하여 과실의 가용성 당함량, Hunter의 L, a 및 b값을 비교하였다(표 1).

유인각도에 따른 총 당함량은 결과모지와 도장지의 유인구간에 차이가 없었다. 또한 유인각도 크기간에는 유의차가 없었으나 유인각도에 따른 크기간에는 45°이상 유인구에서는 200g까지 과실이 클수록 가용성 당함량이 증가하였으나 200g이상의 과실은 오히려 감소하는 경향이었다. 이러한 결과는 성목(실험 3)이나 사과나무의 경우 수관위치에 따라 광합성량의 차이에 의해서 잎이나 과실의 특성 뿐만 아니라 생산량에도 영향을 미친다는 보고 (Barritt 등, 1991)와는 달리 유목의 경우 유인을 한 유인가지와 무유인 가지가 모두 수관의 외부로 돌출되어 광합성에 필요한 최소한의 광을 수광하였기 때문인 것으로 사료된다.

단감은 과실이 숙성되면서 오렌지색이 진해지고 붉어지면서 경도의 변화가 촉진되어 연화가 시작된다. 도장지의 유인각도 및 과실 크기별 Hunter의 L, a, 및 b값을 비교한 결과 유인각도간에 유의차가 있었으며, 45°~30°로 유인하였을 때 L값이 가장 높았다. 황색을 나타내는 Hunter의 a값은 유인각도와 과실크기간에 상호작용이 인정되었으며, 결과모지가 도장지의 유인구보다 더 높았다. 적색의 정도를 나타내는 Hunter의 b값은 과실의 크기간에는 일정한 경향을 볼 수 없었고, 결과모지가 도장지보다 더 낮았다. 유인각도에 따른 Hunter값의 차이는 성목보다 유목이 더 적었는데, 이러한 결과는 광합성에 필요한 잎과 과실의 태양광선에 노출정도가 성목보다 높았기 때문이라고 생각된다.

유목의 도장지 유인 2년차에 착과수 총과중 및 평균과중은 45~30°로 유인하는 것이 가장 양호하였으며(그림 4), 90°유인구는 도장지당 과실수와 총과중이 감소하는 경향이었다. 1, 2차 낙과후 총 착과수는 30°로 유인하는 것이 가장 높았으나 총 과실수는 무유인구가 가장 많았다. 또한 모든 도장지 처리구가 결과지보다 과실수, 총과중 및 평균과중이 더 양호하였다. 이러한 결과로 보아 유인각도가 높을수록 착과율, 총 착과수 및 신초의 생장이 감소하였다. 과다한 유인에 의한 착과수의 감소는 처리가지의 수광부족 때문에 화아분화수의 감소 및 정부우세성의 소실에 의한 영양분 공급의 결핍 때문일 것으로 추측된다.

유목의 2년차 과실수, 총과중 및 평균과중이 성목보다 증가하였던 원인은 과수원 토양내 영양상태, 수목의 활력, 행과 열의 수관간 겹침 정도에 따른 광투과량의 차이에 기인한 것으로 추측된다.

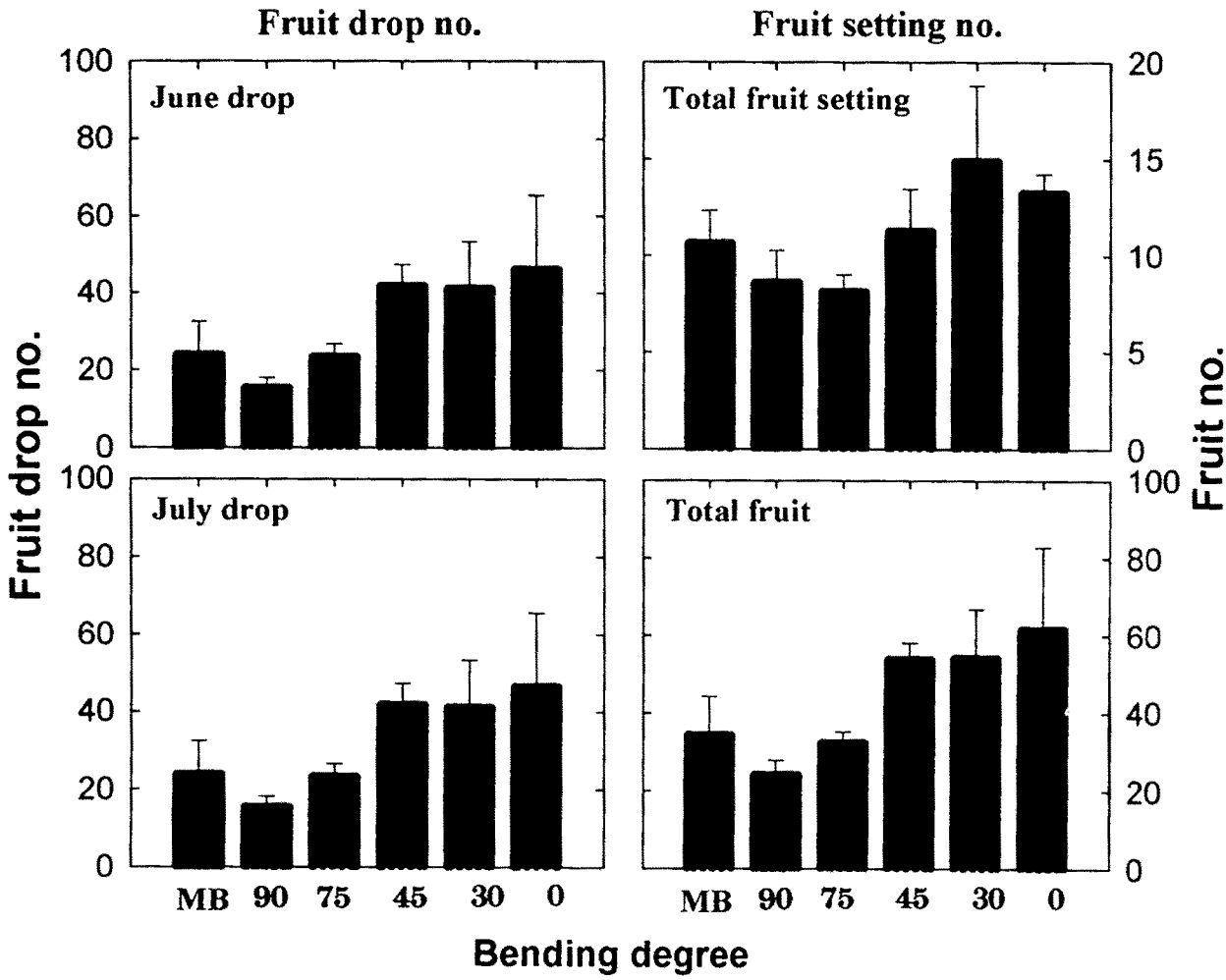

Fig. 4. Effect of water sprout bending degree (°) and non-water sprout (NWS) on fruit drop no. and yield per water sprouts. Water sprouts were bent on March 8, 1995 and fruits were harvested on November 2, 1997.

Table 1. Effect of bending degree in 10-year old Puyu persimmon tree on total soluble solid (°Brix) and Hunter's L, a, and b value. Water sprouts were bent on March 8 1995 and fruits hravested on November 2, 1997.

Bending degree(°)	Fruit weight (g)	Total soluble solid(°Brix)	Hunter's value		
			L	a	b
Non water sprout	<125	15.1	60.9	30.6	54.3
	125~149	15.1	59.0	32.0	51.8
	150~175	15.5	61.8	29.2	55.4
	175~199	14.5	61.2	27.9	54.7
	>200	14.6	62.6	30.0	57.0
	Mean	14.7	61.1	29.9	54.6
90	<125	14.0	61.8	23.7	54.9
	125~149	14.6	61.0	25.3	57.8
	150~175	15.0	59.4	32.4	53.0
	175~199	14.3	61.2	28.9	55.6
	>200	14.5	61.4	30.4	56.9
	Mean	14.5	61.0	28.1	55.6
75	<125	14.6	61.5	29.0	54.6
	125~149	14.2	62.7	27.0	56.1
	150~175	14.4	62.6	29.7	56.5
	175~199	14.6	61.6	29.6	55.6
	>200	14.5	62.2	29.0	56.2
	Mean	14.5	62.1	28.9	55.8
45	<125	-	-	-	-
	125~149	13.7	62.4	28.0	55.6
	150~175	14.2	62.4	26.1	55.5
	175~199	14.7	62.3	26.0	55.5
	>200	14.2	61.7	27.3	55.6
	Mean	14.2	62.2	26.9	55.6
30	<125	-	-	-	-
	125~149	14.1	61.9	29.4	56.1
	150~175	14.9	63.6	27.8	57.9
	175~199	15.8	61.7	30.3	57.4
	>200	14.7	61.4	24.4	55.8
	Mean	14.9	62.2	28.0	56.8
0	<125	-	-	-	-
	125~149	13.4	62.1	24.2	55.7
	150~175	13.9	62.7	25.3	55.3
	175~199	14.5	61.6	31.4	54.5
	>200	15.2	60.1	30.2	54.9
	Mean	14.3	61.6	27.8	55.1
Significance					
	Bending(B)	NS	※	NS	NS
	Size(S)	NS	NS	NS	NS
	B×S	NS	NS	※	NS

3. 과실의 크기 및 색도가 저장성에 미치는 영향

단감을 크기별로 분류한 후 Hunter's L 값을 측정 후 상·중·하로 구분하여, 저장시기별로 경도, 당도 및 색도의 변화를 조사하였다(그림 5). 수확 1일 후 150g 이상의 과실은 경도차이가 없었으나, 154g 이하의 과실은 Hunter's L값이 낮을수록 감소하였다. 155g 이상의 과실은 색도간에 차이가 거의 없었으나 154g 이하의 과실은 녹색의 과실을 저장하면 저장성이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 일반 농가에서 저장용 과실은 크기가 적고 녹색의 과실을 선호하는 경향이 있는데, 과실의 크기가 154g 이하로 작고 착색이 잘되지 않은 과실의 저장은 회피하여야 할 것이다.

수확후의 당도는 175g이상으로 과실의 크기가 크고 Hunter's L값이 높아 착색이 잘된 과실의 당도가 가장 높았다(그림 6). 그러나 124g 이하의 착색이 잘되지 않은 과실의 당도가 증가하였는데, 본 실험에서는 가용성 담함량을 측정하였으므로 탄닌 등의 다른 성분도 총 당함량으로 측정된다. 그러므로 glucos, sucrose, fructose 등의 측정에 의한 정확한 당함량을 계산이 필요하며, 이러한 결과는 과실의 성숙도와 관계가 있는 것으로 추측된다.

과실의 크기 및 색도별 Hunter's value는 L과 b의 값은 일정한 경향을 보기 어려웠으나 거의 변화가 없었다(그림 7). 그러나 a값은 175g 이상의 과실중 L값이 높았던 과실은 저장기간이 경과함에 따라 현저히 감소하였다. 125g이상의 과실은 저장 21일까지 서서히 증가하다가 28일에는 현저히 감소하였다(그림 7). 단감 과실은 성숙시에 녹색에서 황색으로 변하고 숙성되면서 오렌지색이 진해지고 붉은색으로 변색되면서 경도의 변화가 생기게 된다. 저장조건에 따른 색도 변화는 사과(Gorski and Greasy, 1977), 파인애플(Gortener, 1964) 등에서 보고되었다. 단감의 경우에도 크기 및 저장전의 색도에 따라서 Hunter's a값에 차이가 있었다.

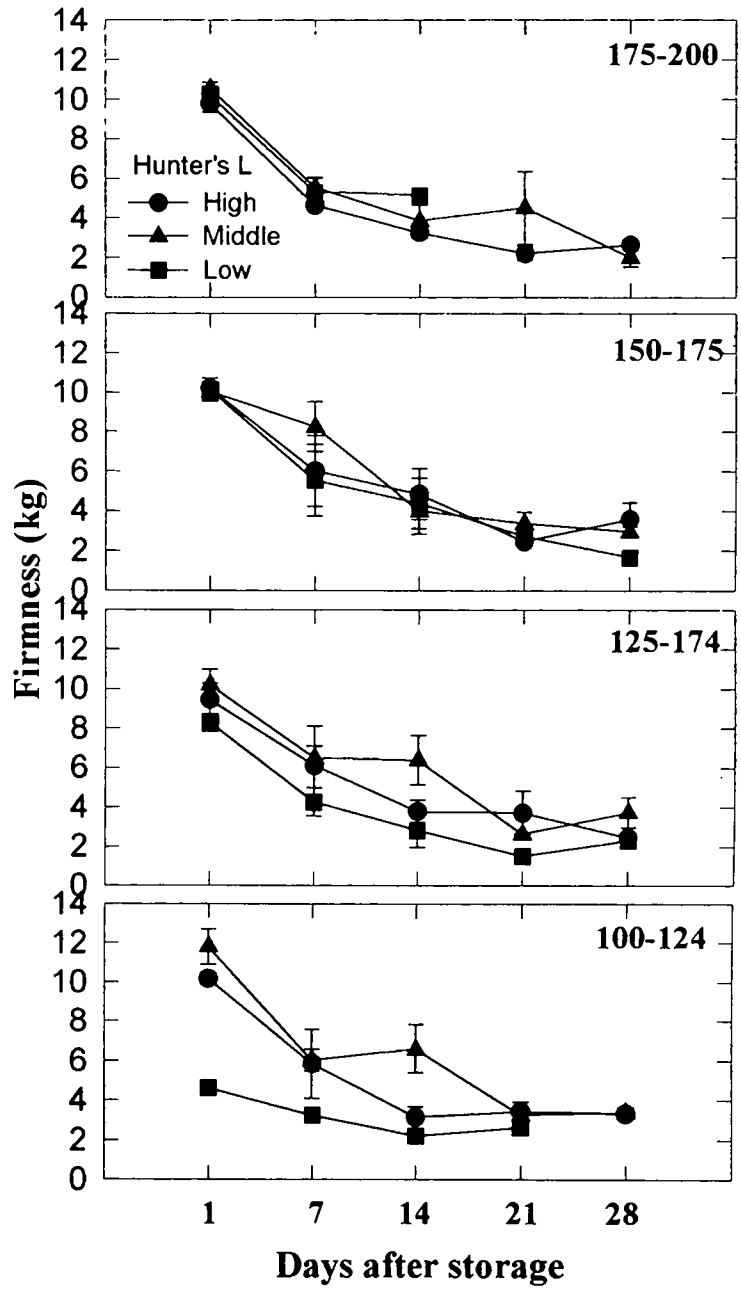

Fig. 5. Effect of fruit size and color on firmness (kg/cm^2) during storage of 'Puyu' persimmon fruit stored at 20℃. Each data point represents the means of three 3 replication.

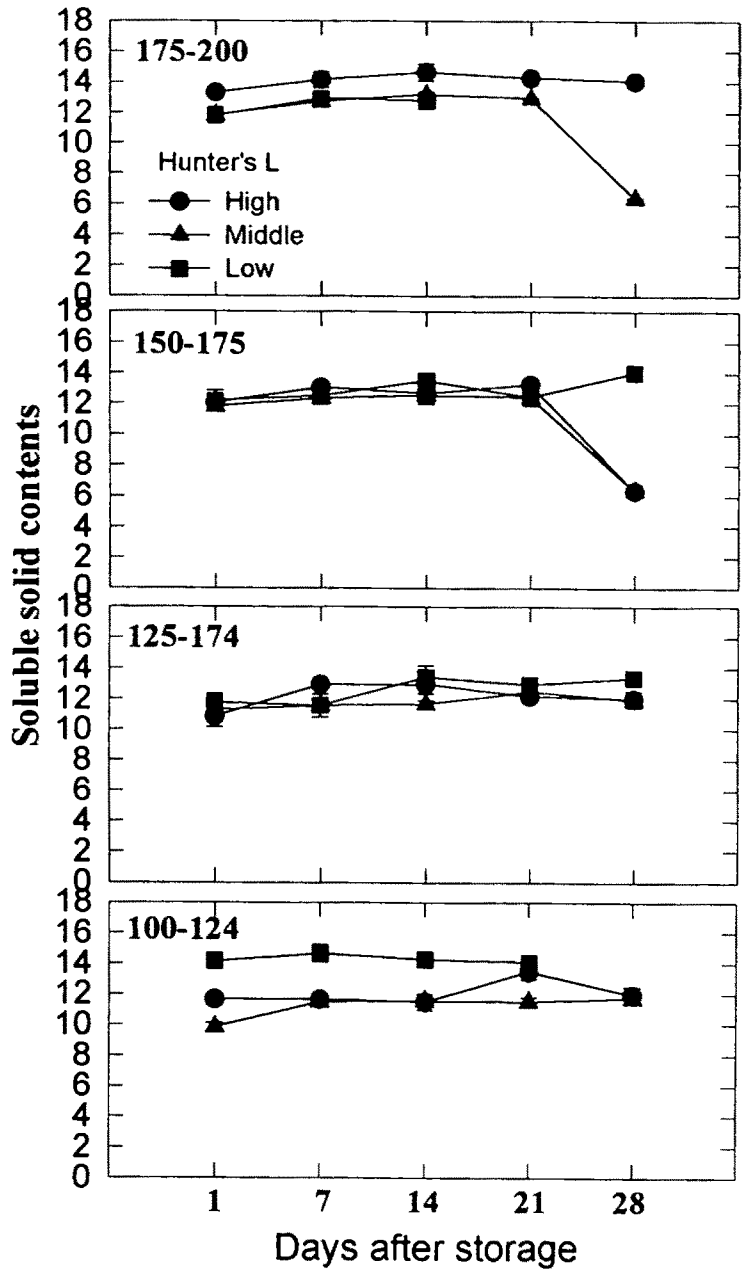

Fig. 6. Effect of fruit size and color on soluble solid contents (°Brix) during storage of 'Fuyu' persimmon fruit stored at 20℃. Each data point represents the means of three 3 replication.

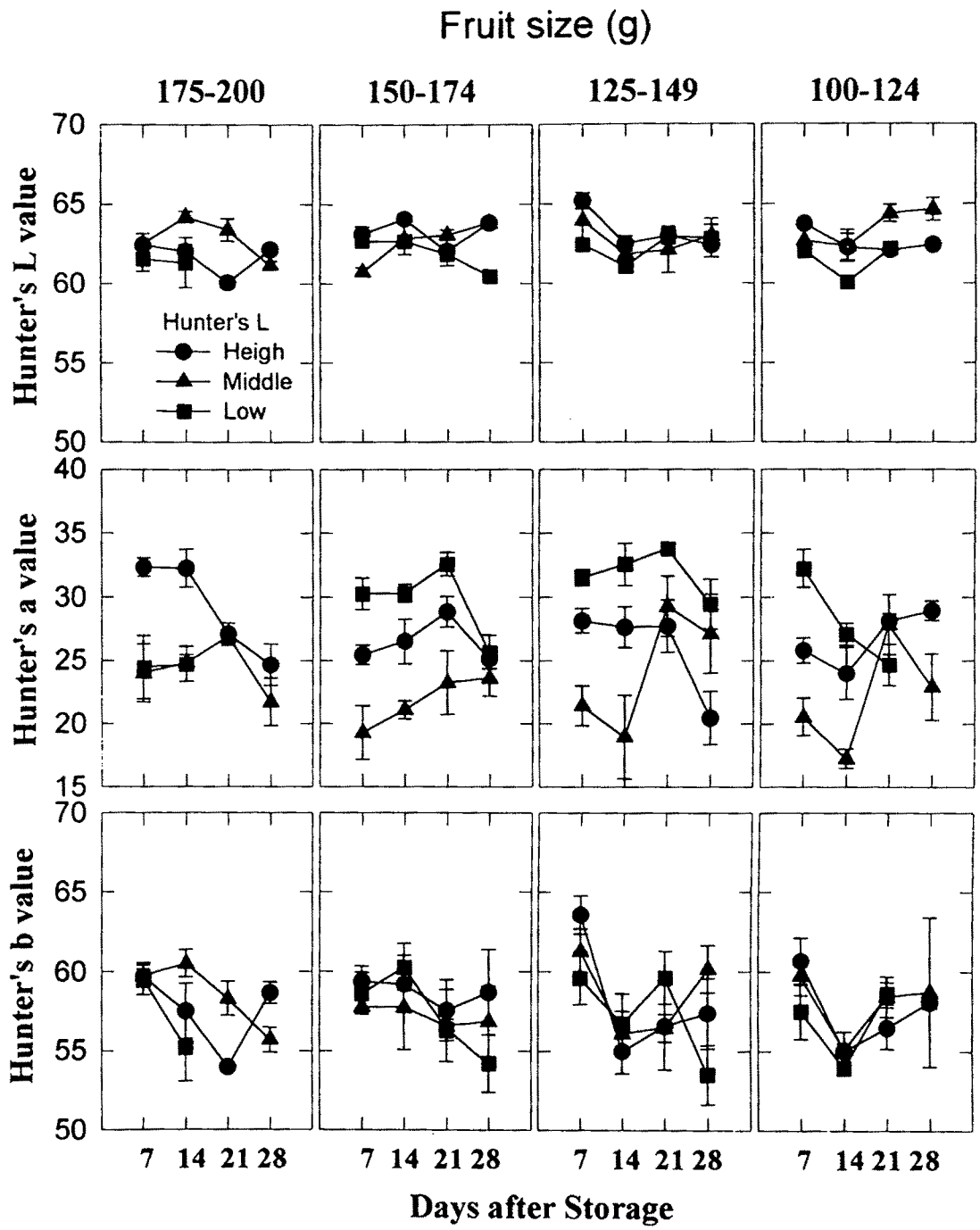

Fig. 7. Effect of fruit size and color on Hunter's L, a, and b value during storage of 'Fuyu' persimmon fruits stored at 20℃. Each data point represents the means of three 3 replication.

제 4절 요 약

결과모지 및 도장지당 신초의 총 신장생장과 경직경은 무유인구에서 가장 양호하였고, 각도가 높을수록 신초의 생장은 억제되었으며, 결과모지의 신초 총 생장량이 가장 낮았다. 평균신초장은 결과모지와 도장지간에 차이가 없었다. 신초의 수는 도장지가 결과모지보다 많았다.

결과모지보다는 도장지의 낙과율이 높았고, 6월과 7월의 낙과는 45°유인구가 가장 높았으며 유인각도가 높거나 낮을수록 감소하였다.

유인각도에 따른 총 당함량은 결과모지와 도장지의 유인구간에 차이가 없었으나, 45°이상 유인구에서는 200g까지 과실이 클수록 가용성 당함량이 증가하였다.

Hunter a값은 유인각도와 과실크기간에 상호 작용이 인정되었으며, 결과모지가 도장지의 유인구보다 더 높았다.

착과수 총과중 및 평균과중은 45~30°로 유인하는 것이 가장 양호하였으며, 90° 유인구는 도장지당 과실수와 총과중이 감소하는 경향이었다. 도장지 처리구가 결과지보다 과실수, 총과중 및 평균과중이 더 양호하였다.

과실의 저장성은 155g 이상의 과실은 색도간에 차이가 거의 없었으나 154g 이하의 과실은 녹색의 과실을 저장하면 저장성이 현저히 감소하였다.

주요어 : 유인각도, 도장지, 당함량, 과실품질, 수확후 생리, 과실색도

인 용 문 헌

Barritt, B.H., C.R. Rom, K.R. Guelich, S.R. Drake, and M.A. Dilley. 1991. Light level influences spur quality and canopy development and light interception influence fruit production in apple. HortScience 26:993-999.

Barritt, B.H., C.R. Rom, K.G. Guelich, and M. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf and fruit characteristics of 'Delicious' apple. HortScience 22:402-405.

Fonteno, W.C. and E.L. McWilliams. 1978. Light compensation points and acclimatization of four tropical foliage plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(1):52~62.

Gundershein, N.A. and M.P. Pritts. 1991. Pruning practices affect yield, yield components, and their distrinbution in'Royalty' purple respberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(3):390-395.

Heinicke, D.R. 1968. Characteristics of 'McIntosh' and 'Red Delicious' apples as influenced by exposure to sunlight during the growing season. Proc. Amer. Soc. Hort. Sco. 89:10-13.

Marini, R.P. and J.A. Barden. 1987. summer pruning of apple and peach trees. Hort. Rev. 9:351-376.

Nehrbas, S.R. and M.P. Pritts. 1988. Effect of pruning system on yield components of two summer-bearing raspberry cultivars.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:314-321.

Orkney, G.D. and L.W. Martin. 1980. Fruiting potential and flower truss characteristics of select 'Willamette' red raspberry canes. Acta Hort. 112:195-203.

Palmer, J.W. 1974. Crop ecology and orchard systems: crop environment; light interception studies in spacing and systems trials. Rpt. E. Malling Res. Sta. Rpt. 1973:66-67.

Poole, R.T. and C.A. Conover. 1979. Influence of shade and nutrition during production and dark storage simulating shipment on subsequent quality and chlorophyll content of foliage plants. HortScience 14:617~619.

제 3장 종묘생산기술의 개발

1. NAA의 침지 및 根部環境改善에 의한 단감 (Diospyros kaki L.) 뿌리 분포 패턴
2. NAA의 침지가 신초 및 뿌리의 생육에 미치는 영향
3. NAA와 BAP경엽살포에 의한 생육 및 뿌리발육 촉진

연구기관 : 밀양산업대학교
연구책임자 : 최 영 환
연 구 원 : 신 진 오

실험 1. NAA의 침지 및 根部環境改善에 의한 단감 (Diospyros kaki L.) 뿌리 분포 패턴

Root Distribution Patterns of Puyu Persimmon (*Diospyros kaki* L.) in Improvement of Root Environment and Immersion in NAA Solution

SUMMARY

This study was conducted to improve rooting and to reduce transplanting shock of Puyu persimmon (*Diospyros kaki* L.). Rooting depth in soil layers was top 30 cm and the more additional roots were formed in Puyu persimmon as a root stock. Root length and diameter were increased planted in Ballsangto. Root distribution pattern by depth was affected by soil type and it was located in the 0 to 30 cm for Ballsangto. The higher root number was induced in Ballsangto, followed by sandy loam, peat moss and vermiculite. Root control container reduced transplanting shock and increased lateral root number and well distributed throughout in the 0 to 30 cm. Immersion in NAA solution for 2 hours remarkably increased lateral root number and fairly well distributed throughout in the 10 to 30 cm depth from soil surface.

Key words : root distribution, rootstock, NAA, bed soils

제 1절 서 설

단감은 저온에 약하고 생육기간중 비교적 높은 온도를 요구하기 때문에 재배지역이 경남과 전남을 중심으로 한 남부지역으로 한정되어 있으나 재배면적이나 생산량 측면에서 보면 우리나라 주요 과수중의 하나이다. 그러나 이식에 의한 식상이 매우 심하여 성목은 물론 유목을 이식할 경우 활착이 매우 어렵고, 비록 활착이 되더라도 신초생장이 불량하여 정상적인 생장을 하지 못하여 1~2년후에 맹아하거나 생육중에 고사하는 경우가 많다.[9] 또한 초기의 뿌리 활착이 늦고, 신초의 초기생육이 둔화되어 수관의 형성이 지연되고, 동일한 시기에 식재하더라도 개체간의 생육차이가 심하여 균일한 과원을 조성하는데 어려움이 있다.[12] 특히 우리나라 재배품종의 대부분인 부유는 주로 공대가 이용되고 있는데, 직근성으로서 측근 및 세근이 아주 적고, 절단된 뿌리는 분화가 잘되지 않기 때문에 활착이 어렵다.[5,7,8]

본 연구에서는 부유의 초기생육을 촉진시킬 수 있는 대목의 선발, 이식시 발근촉진과 식상을 최소화 할 수 있는 상토 및 포트의 개발 및 생장조절제 처리에 의한 뿌리의 재분화를 촉진시킬 수 있는 방법을 개발하기 위하여 수행하였다.

제 2절 연구내용

1. 대목으로서 품종의 생육 특성

부유, 반시, 봉옥 및 서촌조생을 대목으로서 이용하기 위하여 직경 20cm, 높이 25cm의 포트에 종자를 파종 후 지상부의 생육과 지하부의 뿌리 발달 정도를 비교하였다.

2. 상토 및 포트를 이용한 우량 건전묘의 개발

공시품종은 부유를 사용하였으며, 상토의 종류는 일반상토, peat moss, vermiculite, ball상토를 직경 20cm, 높이 25cm의 포트에 이식하여 뿌리 발육과 지상부의 생육을 비교 검토하였다. 또한 뿌리에 충분한 산소 공급이 뿌리발육 촉진효과를 검토하기 위하여 root control container, 칼라포트, 백색포트, 난포트, 망포트에 종자를 파종후 지상부의 생육과 뿌리 발달 및 분포를 조사하였다. 본 시험을 위

한 종자의 파종은 1995년 4월 5일, 지상부의 생육과 지하부의 발달 및 뿌리의 분포는 96년 2월 25일에 조사하였다.

3. NAA처리에 의한 뿌리발육 촉진

부유 단감을 공대로하여 1994년에 접목한 부유품종을 95년 4월 6일 NAA 0, 100, 250, 500mg/ℓ용액에 2시간 동안 침지한 후 점질의 논 토양에 이식하였다. 이식후의 관리는 관행에 따랐으며, 96년 2월 15일에 지상부의 발달과 뿌리의 분포를 조사하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 대목으로서 품종의 생육 특성

부유, 반시, 봉옥 및 서촌조생을 대목용으로 이용하기 위하여 실험한 결과는 표 1, 2 및 그림 1에서 보는 바와 같다. 유식물체의 초장은 부유가 가장 길었으며 봉옥은 부유의 약 54% 정도였다. 그러나 경직경은 반시가 가장 굵었으며, 부유와 봉옥간에는 거의 차이가 없었다. 측지의 발생 역시 부유가 가장 많았고, 반시와 봉옥간에는 차이가 없었다.

뿌리의 길이는 초장과 같은 경향으로서 부유가 가장 길었고 다음은 반시 봉옥의 순이었다. 뿌리의 직경은 부유와 반시 사이에는 차이가 없었으나 봉옥은 현저하게 작았다. 그러나 식물체당 전체측근의 수는 부유가 75.1개로서 가장 많았고 다음은 봉옥 반시의 순이었다. 측근의 직경이 0.5cm이상의 굵은 뿌리는 반시가, 0.2~0.5cm와 0.2cm이하의 측근은 부유가 가장 많았다. 측근은 부유가 지표면서부터 30cm이하까지 가장 많이 분포되어 있었으며 다른 두품종보다 심근성이었다. 단감의 대목으로 이용되고 있는 共臺의 접목시에는 대목의 경직경이 굵어야하기 때문에 반시가 접목용으로서 적당한 것으로 나타났으나 품종간의 친화성 등이 추후에 검토되어야 할 것이다.

특히 단감의 臺木으로 이용되고 있는 共臺는 直根性으로서 側根 및 細根이 극히 적고[5,7,8], 절단된 뿌리에서는 癒傷組織의 형성능력이 빈약하여 뿌리의 재생력이 약하기 때문에 植傷이 심한[9] 것으로 알려져 있다. 그러나 본 실험의 결과 부유는 직

근성으로서 다른 두 품종보다 근장의 길이가 길었으며, 측근의 발생수가 많았으므로 부유를 共臺로서 이용한다면 생육초기의 한해에 대한 저항성이 높고 초기의 생육이 좋을 것이다. 또한 다른 두 품종보다 측근의 수가 많기 때문에 이식에 대한 식상을 적게 입을 것이며, 조기 착근으로 초기의 발육이 좋을 것으로 기대된다.

Table 1. The growth of shoot and axillary shoot as affected by different cultivars. Planted on April 5, 1995. Shoot growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Cultivars	Shoot length (cm)	Shoot diameter (cm)	Axillary shoot no.
Puyu	34.8	0.66	0.8
Bansi	30.6	1.00	0.5
Bongok	18.8	0.48	0.5
LSD	5.25	0.73	0.78

Table 2. The growth of root and size distribution of root as affected by different cultivars. Planted on April 5, 1995. Root growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Cultivars	Root length (cm)	Root diameter (cm)	Root no. for lateral root diameter (cm)			
			< 0.2	0.21~0.5	> 0.5	Total
Puyu	34.7	0.78	72.4	2.2	0.5	75.1
Bansi	32.8	0.80	54.9	1.8	1.0	57.6
Bongok	27.6	0.54	59.4	1.7	0.3	60.8
LSD	6.6	0.2	37.8	1.5	0.6	38.4

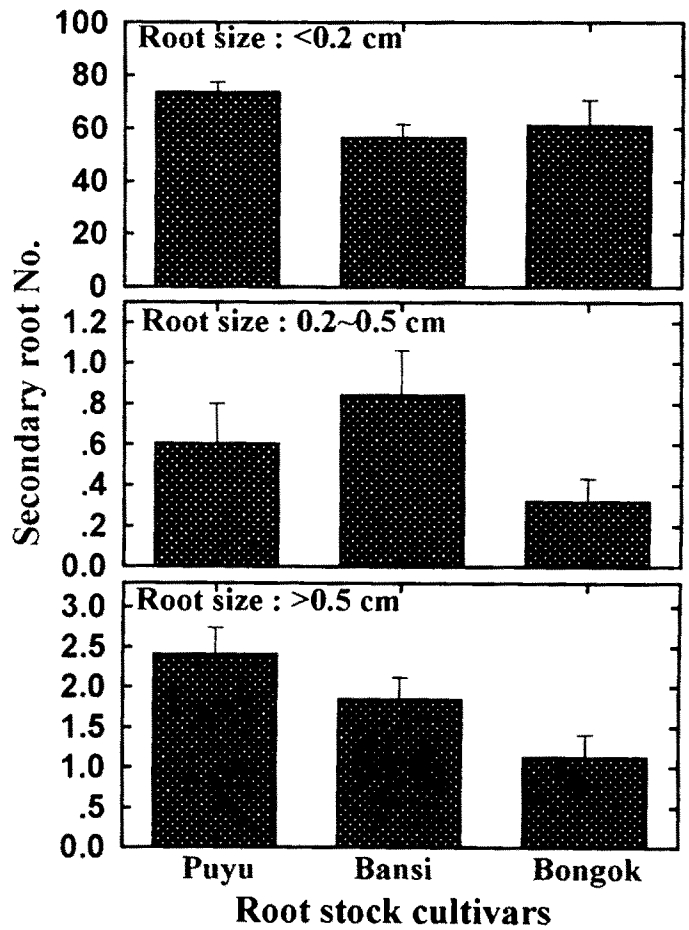

Fig. 1. Root distribution for each depth from soil surface as affected by different cultivars. Planted on April 5, 1995. Root number were measured on February 25, 1996. Each data point represents the means of three replications with 10 trees.

2. 상토 및 포트를 이용한 우량 건전묘의 개발

단감은 새뿌리의 형성이 어렵기 때문에 묘목의 육성중에 많은 측근을 확보한다는 것은 매우 중요하다. 뿌리의 발육을 촉진시키기 위하여 몇가지 상토를 이용한 실험의 결과는 표 3, 4 및 그림 2에서 보는 바와 같다.

신초의 생장은 일반상토와 ball상토에 파종하였을 경우에 초장이 가장 길고, 경직경이 가장 굵었으며, 측아의 발생이 가장 많았다. 뿌리의 길이생장 역시 ball상토에 파종하였을 경우에 가장 양호하였으며, 일반상토, peat moss 및 vermiculite간에는 차이가 없었다. 경직경은 일반상토, ball상토, peat moss, vermiculite의 순이었다.

전체 뿌리수, 뿌리의 직경이 0.5cm이상의 굵은 뿌리 및 0.2cm이하의 세근의 수는 일반토양과 ball상토에서 가장 많았으나, 0.2~0.5cm의 중간뿌리는 일반상토에서 현저하게 증가되었다. 토양의 깊이별 뿌리의 분포 (그림 2)는 ball상토에 파종하였을 때 토양표면으로부터 10cm이하의 모든 깊이에서 측근의 뿌리가 가장 많았으며, 다음은 일반상토였다. Vermiculite와 peat moss에 종자를 파종하였을 경우에는 전체 뿌리수가 적었고, 토양층이 깊어질수록 현저하였다. 이러한 원인은 상토내에 포함되어 있는 무기성분의 함량, 토양공극 및 산소 투과량의 차이 등에 기인한 것으로 생각된다.

Table 3. The growth of shoot and axillary shoot as affected by different soils. Planted on April 5, 1995. Shoot growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Soils	Shoot length (cm)	Shoot diameter (cm)	Axillary shoot no.
Sandy loam	34.8 a[z)]	0.66 a	0.8 a
Peat moss	14.9 c	0.42 b	0.3 ab
Vermiculite	21.6 b	0.39 b	0.2 b
Ballsangto	31.2 a	0.60 a	0.4 ab

z), Mean seperation within columns by DMRT, P = 0.05

Table 4. The growth of root and size distribution of root as affected by different soils. Planted on April 5, 1995. Root growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Soils	Root length (cm)	Root dia (cm)	Root no. for lateral root diameter (cm)			
			<0.2	0.21~0.5	>0.5	Total
Sandy loam	34.7 b[z)]	0.78 a	72.4 a	2.2 a	0.5 ab	75.1 a
Peat moss	30.6 b	0.49 c	60.4 a	0.8 b	0.1 b	61.2 a
Vermiculite	30.9 b	0.45 c	62.1 a	0.2 b	0.1 b	62.4 a
Ball sangto	41.5 a	0.68 b	74.7 a	0.8 b	0.7 a	76.1 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, P = 0.05

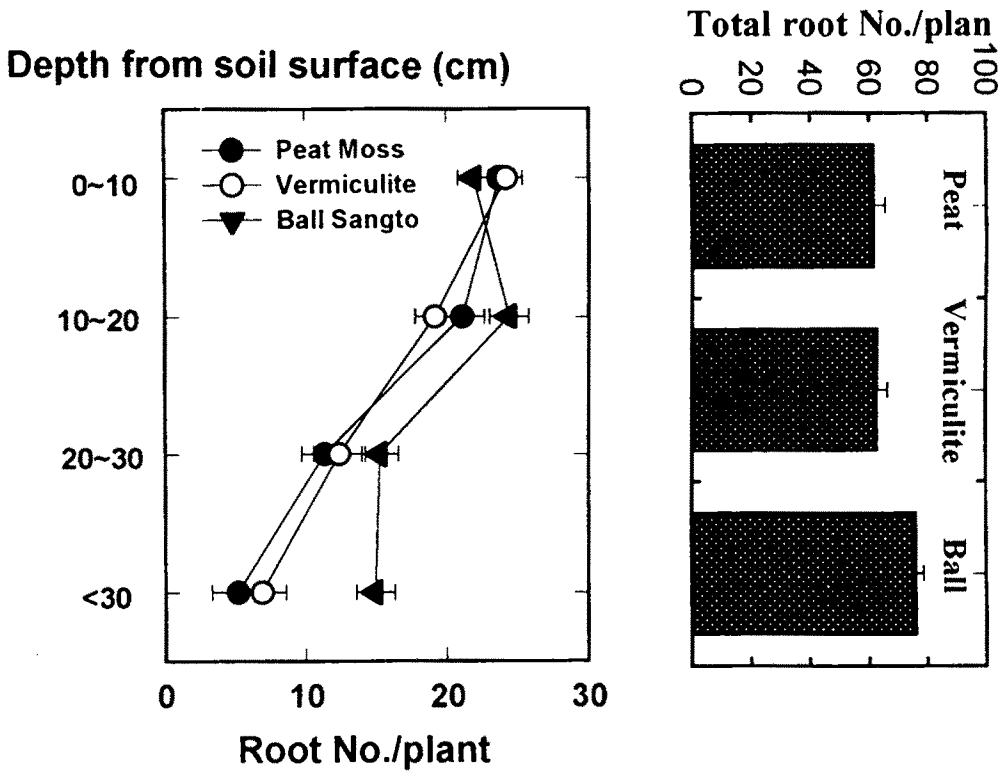

Fig. 2. Root distribution for each depth from soil surface as affected by different soils. Planted on April 5, 1995. Root number were measured on February 25, 1996. Each data point represents the means of three replications with 10 trees.

토양의 물리적인 특성은 뿌리의 생장이나 분포형태에 영향을 미치는 것으로 나타났다.[1,10] 뿌리의 분포시스템 (root system)은 토양용적의 밀도에 따라서 차이가 있으며[2,3,4,11], 여러 가지 토양조건에서 뿌리의 분포패턴 (root distribution pattern)에 관한 지식은 우량묘목의 생산에 많은 도움을 줄 것이다. 본 실험의 결과 일반토양과 ball상토에서 peat moss와 vermiculite보다 뿌리의 발육이 좋았은 것으로 나타나 토양에 따른 뿌리발육의 촉진효과가 증명되었으므로 우량건전묘의 생산을 위해서는 묘목장의 선정에 세심한 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

단감은 이식시에 활착이 늦어 균일한 과원을 형성하기 어렵다. 이러한 주요원인은 세근이 적고 절단된 뿌리로부터 새뿌리의 재생력이 어렵기 때문이다. 이식시의 식상을 최소화하기 위해서는 파종용 기구를 이용한다면 가능할 것으로 판단되어 그 효과를 검토한 결과는 표 5, 6 및 그림 3에서 보는 바와 같다. 신초의 초장 및 직경은 망포트와 유색분에 파종하였을 경우에 가장 좋았으며, 공기의 유통이 좋을 것으로 기대하였던 root control container (RCC)는 초장과 경직경이 가장 짧았다. 이러한 원인은 발아시기가 늦었기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 RCC에 파종하는 것이 뿌리의 길이가 가장 길었다. 전체 측근의 수도 RCC에 파종이 가장 많았으며, 다음은 비교적 공기의 투과가 잘될 것으로 기대하였던 난포트였다. 또한 RCC와 난포트에 파종하였을 경우에는 근직경이 0.2cm이상의 뿌리수가 적어 공기의 투과가 잘되는 토양에서는 굵은 뿌리보다 세근의 형성이 더잘되는 것으로 나타났다. 토양표면으로부터 깊이별 뿌리의 분포는 RCC포트에서 깊이에 관계없이 많았으며 난포트 파종에서는 토양표면으로부터 깊이가 깊을 수록 많은 경향이었다. 그러나 백색분의 경우에는 지표면에 뿌리가 많이 분포되어 있었으며 지표면에서 멀어질수록 그 수가 적었다.

공기의 유통이 좋은 RCC포트에서는 비록 발아시기는 늦었으나 뿌리의 발생이 좋았던 원인은 발아후 공기의 유통이 좋았기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 원인은 난포트에서도 비슷한 결과였는데 그 원인은 포트의 측면에 구멍이 있어서 충분한 산소가 공급되었기 때문인 것으로 생각된다. 그러나 망포트의 경우에는 측면으로부터 산소를 공급할 수 있는 구멍은 충분히 있었으나 포트의 길이가 짧았기 때문에 포트를 통과한 뿌리가 포장의 토양에 뻗어 산소의 공급이 불량하였기 때문에

Table 5. The growth of shoot and axillary shoot as affected by different pots. Planted on April 5, 1995. Shoot growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Pots	Shoot length (cm)	Shoot diameter (cm)	Axillary shoot no.
Root control container (RCC)	25.3 b[z)]	0.49 b	0.4 a
White	31.9 ab	0.59 ab	0.5 a
Colour	35.8 ab	0.65 ab	0.3 a
Orchid	26.7 b	0.51 b	0.6 a
Mang	37.6 a	0.70 a	0.7 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, P = 0.05

Table 6. The growth of root and size distribution of root as affected by different pots. Planted on April 5, 1995. Root growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Pots	Root length (cm)	Root dia (cm)	Root no. for lateral root diameter (cm)			
			<0.2	0.21~0.5	>0.5	Total
RCC	37.7 a[z)]	0.58 b	80.8 a	0.4 b	0.1 a	84.3 a
White	33.6 a	0.71 ab	57.0 ab	0.9 ab	0.6 a	58.5 b
Colour	34.8 a	0.74 ab	61.5 ab	1.0 ab	0.7 a	63.1 ab
Orchid	31.9 a	0.57 b	67.2 ab	0.5 b	0.3 a	65.3 ab
Mang	30.5 a	0.84 a	54.6 a	1.4 a	0.6 a	56.6 b

z), Mean seperation within columns by DMRT, P = 0.05

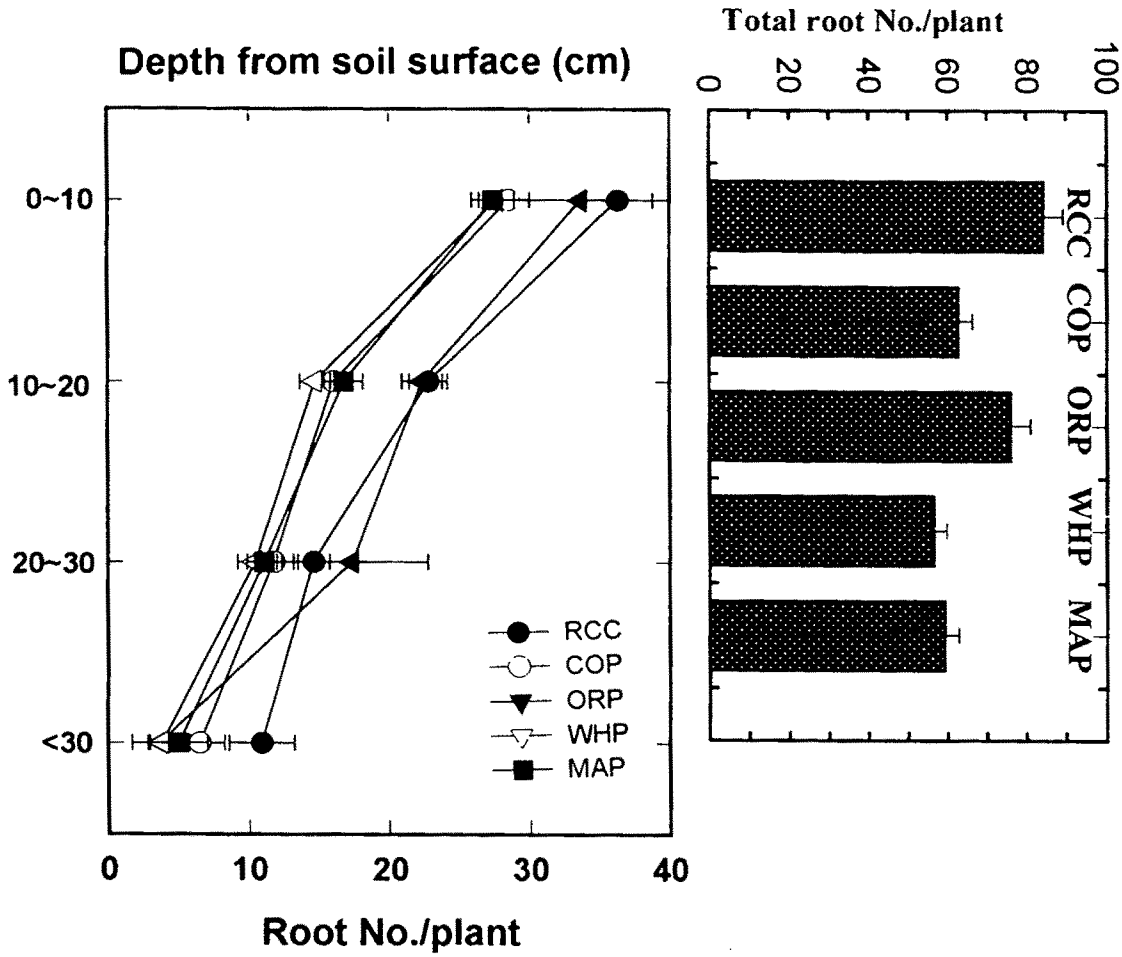

Fig. 3. Root distribution for each depth from soil surface as affected by different pots. Seeds were grown on root control container (RCC), colour pot (COP), orchid pot (ORP), white pot (WHP), and mang pot (MAP). Planted on April 5, 1995. Root number were measured on February 25, 1996. Each data point represents the means of three replications with 10 trees.

세근의 발생이 적었던 것으로 생각된다.

포트의 특성에 따른 뿌리시스템에 관한 지식은 뿌리가 절단되었을 때에 재생이 어려운 단감의 경우에 묘목의 굴취 및 운송시 根部의 切傷 및 건조 등[5]에 의한 植傷을 최대한 줄일수 있는 방법이 제시될 것이다.

3. NAA처리에 의한 뿌리발육 촉진

단감은 절단된 뿌리로부터 유상조직의 형성이 빈약하여 뿌리의 분화가 잘되지 않고, 이식시의 뿌리의 건조, 토양의 수분부족 및 온도 등의 불량 환경조건 때문에 활착이 잘되지 않는다. 이러한 원인 때문에 유목의 초기생육이 부진하고 과원의 조성이 불균일하게 된다. 그러므로 뿌리의 활력촉진에 의한 충분한 세근의 확보는 무엇보다도 중요하다. 뿌리의 형성을 촉진시키기 위하여 접목묘를 NAA용액에 2시간 동안 침지시킨 후 뿌리의 생육을 조사한 결과는 표 7과 그림 4에서 보는 바와 같다. NAA의 침지는 뿌리의 길이생장에는 영향을 미치지 않았다. 그러나 뿌리의 直徑은 100mg/ℓ 이상의 농도에서 증가하였다. 전체 뿌리수는 NAA의 처리농도가 높을수록 증가하였으며, 특히 500mg/ℓ 처리구에서는 무처리보다 약 4.5배 많았으며, 고도의 유의차가 인정되었다. 세근의 근직경이 0.2~0.5cm인 것은 250mg/ℓ NAA를 처리하였을 경우에 가장 많았으며 0.5cm이상의 뿌리수는 가장적었다. 토양표면으로부터 깊이별 뿌리의 분포는 0~10cm사이에서는 농도간에 거의 차이가 없었으나 표토로부터 11~20cm와 21~30cm의 깊이에서는 500mg/ℓ NAA를 처리하였을 경우에 현저하게 증가하였다. NAA 100mg/ℓ과 250mg/ℓ 처리구에서는 11~20cm의 깊이에서 무처리보다 많았으나 21cm이하의 깊이에서는 차이가 인정되지 않았다.

Table 7. The growth of root and size distribution of root as affected by different levels of NAA. Planted on April 5, 1995. Root growth were measured on February 25, 1996. Each data represents the means of three replications with 10 trees.

Concentration NAA (ppm)	Root length (cm)	Root dia (cm)	Root No. for size (cm)		
			<0.2	0.21~0.5	>0.5
0	31.0 a[z)]	0.97 a	1.4 b	0.6 a	23.8 b
100	27.4 a	1.21 a	1.2 b	1.0 a	35.6 b
250	32.0 a	1.28 a	2.8 a	0.2 a	45.6 b
500	30.8 a	1.25 a	1.2 b	0.6 a	100.0 a

z), Mean seperation within columns by DMRT, P = 0.05

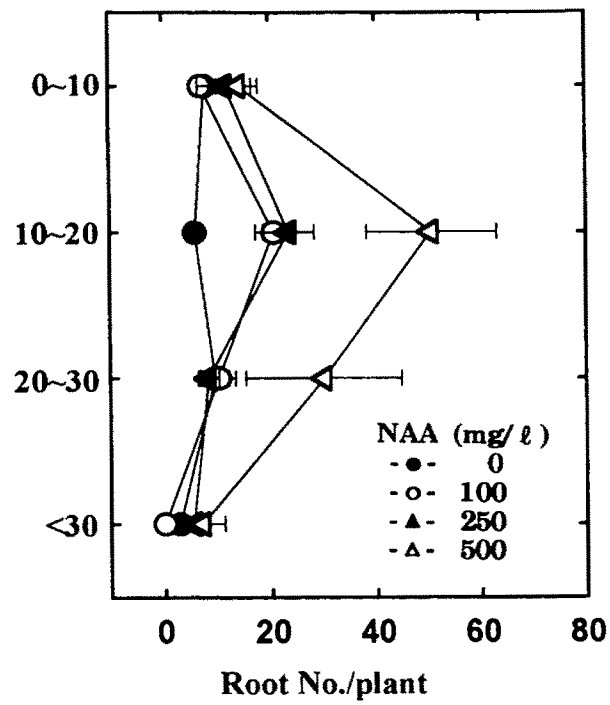

Fig. 4. Root distribution in depth from soil surface as affected by different levels of NAA. Planted on April 5, 1995. Root number were measured on February 25, 1996. Each data point represents the means of three replications with 10 trees.

이상의 결과로 보아 단감 이식시에 고농도의 NAA용액에 침지처리하면 세근의 발생을 촉진시켜 활착율을 촉진시킬수 있으며, 균일한 과원을 형성할 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 결과는 猪崎(1960)[6]가 감 이식시 식상을 줄이기 위하여 뿌리부분을 NAA 500 ppm에 24시간 처리하면 새뿌리의 발생과 신초의 생육을 촉진시킨다는 보고와 일치하였다.

제 4절 요 약

단감의 초기생육을 촉진시기 위한 대목의 선발, 이식시 발근 촉진과 식상을 최소화 할 수 있는 방법을 개발하기 위한 실험의 결과는 다음과 같다.

부유가 봉옥이나 반시보다 신초와 뿌리의 신장의 생장이 양호하였다. 식물체당 전체측근의 수는 부유가 75.1개로서 가장 많았고 지표면서부터 30cm이하까지 가장 많이 분포되어 있었으며 반시나 봉옥보다 심근성이었다.

Ball상토에 파종하는 것이 다른 상토보다 뿌리의 길이 및 비대생장이 잘되었다. 토양의 깊이별 뿌리의 분포는 ball상토에 파종하였을 때 토양표면으로부터 10cm이하의 모든 깊이에서 측근의 뿌리가 가장 많았으며, 다음은 일반상토였다.

단감의 이식시 식상을 최대한 줄이기 위하여 파종용기 실험을 한 결과 root control container (RCC)에 파종하는 것이 뿌리 생장과 측근수의 형성이 가장 좋았으며다음은 난포트였다. 세근의 분포 역시 RCC포트에 파종하는 것이 지표으로부터 30cm이하의 심층까지 고루 분포하였다.

단감의 유묘를 500mg/ℓ NAA침지시 세근의 형성이 가장 잘되었으며, 세근의 분포도 토양표면으로부터 11cm이하의 깊이에서 현저하게 증가하였다.

주요어 : 뿌리분포, 대목, NAA, 상토

인 용 문 헌

1. Cockroft, B. and J.C. Wallbrink. 1966. Root distribution of orchard trees. Austral. J. Agri. 17:49～54.

2. Eavis, B.W. and D. Payne. 1968. Soil physical conditions and root growth, p. 256～269. In:W.J. Whittington (ed.). Wiley, New York.

3. Fernandez, R.T., R.L. Barley, and D.C. Ferree. 1991. Rooting characteristics of apple rootstocks at two NC-140 trial locations. Fruit Var. J. 45:264～268.

4. Irizarry, H., J. Vicente-Chandler, and S. Silva. 1981. Root distribution of plantings growing on five soil types. J. Agri. Univ. of Puerto Rico. 65:29～34.

5. 飯久保昌一, 西田光夫. 1954. 柿の移植と砧木に關する問題. 農及園 29(11):1392～151.1394.

6. 猪崎政敏, 板倉昭, 樫村勝可. 1960. カキの植傷輕減に關する研究. 園學誌 19(3):219～222.

7. 木材光雄. 1943. 砧木の種類と果樹根群の變異に就て. 園學誌 14(3):84～91

8. 熊代克巳. 1955. 柿の砧木に關する研究 (第1報) 農學研究集錄 7:28～31

9. 前田知, 吉岡正入. 1955. 柿の移植に關する觀察 (第1報)移植時期に就て. 園學誌 1492):143～151.

10. Taylor, H.M. and H.R. Gardner. 1963. Penetration of cotten seedling taproots as influenced by bulk density, moisture contentand strength of soil. Soil Sci. 96:153～156.

11. Thomas, R.F., R.L. Ferry, and C.F. David. 1995. Root distribution patterns of nine apple rootstocks in two contrasting soil types. J. Amer.

Soc. Sci. 120(1)6~13.

12. Upshall, W.H. 1939. Transplanting shock in peach seedling rootstocks and its effects on size of nursery and orchard trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37:340~342.

실험 2. NAA용액의 침지가 신초 및 뿌리의 생육에 미치는 영향

Effect of immersion in NAA solution on rooting and shoot growth

Results of seminal root development and growth acceleration effects when soaked the Fuyu persimmon seedlings in NAA solution for 2 hours are as follows:

1. The optimal concentration of NAA solution for the seminal root development was 250mg/ℓ, and total biomass, primary root weight, and lateral root weight were increased. However, seminal root weight was rather decreased when treated with NAA.
2. The woody parts and leaf biomass were heaviest when soaked at 50mg/ℓ and 100mg/ℓ of NAA solution, and the reason for the increase of biomass was due to the growth of lateral twigs. But, the biomass of both woody parts and leaf were not decreased when soaked at high concentration of NAA solution

Key words : NAA, immersion, root distribution, root development, shoot growth

제 1절 서 설

뿌리는 수분을 공급하고 지상부의 생육과 발육에 요구되는 영양분의 및 호르몬을 공급하기 때문에 매우 중요하다(Richards, 1983).

단감은 이식후 식상에 의한 발근의 형성이 어려우므로 활착율을 높이기 위해서는 뿌리의 기능을 향상시킬 수 있는 방법이 개발되어야 할 것이다. 뿌리의 형성을

유도하기 위해서는 뿌리의 생장과 기능 및 근부 환경사이의 상관관계를 알아야 할 것이다. 삽목시 Auxin의 처리는 발근율, 뿌리수 및 생체중을 증가시킨다는 사실은 이미 증명되어 있다(Avery and Johoson, 1947; Biale and Halma, 1937; Leopold, 1955). 그러나 오옥신 처리의 이러한 장점은 다른 종간은-물론 같은 종내에서도 품종 및 처리농도에 따라서 다양하다(Baile and Halma, 1937).

본 연구에서는 단감 이식후 발근촉진과 초기생육을 촉진시키기 위하여 발근 촉진제인 NNA용액에 유묘의 뿌리를 2시간 동안 침지시킨 후 뿌리의 생장 및 분포와 신초의 생장정도를 조사하였다.

제 2절 연구내용

1996년 3월 5일 1년생 부유단감을 김해시에서 구입하여 0, 25, 50, 100, 250 및 500 mg/ℓ NAA용액에 2시간 동안 침지한 후 사질양토에 이식하엿다. 이식 후 시기별로 생육을 조사하였으며, 11월 3일에 채취하여 엽생체중, 건물중, 건물중/생체중의 비, 신초 및 뿌리의 생체중과 건물중을 비교 검토하였다.

제 3절 결과 및 고찰

NAA용액에 2시간 동안 침지처리후 생장한 뿌리의 생체중을 비교하면 그림 1에서 보는 바와 같다. 뿌리의 총 생체중은 250mg/ℓ용액에 침지하는 것이 가장 무거웠으며 다음은 100과 250mg/ℓ, 고농도인 500mg/ℓ에 침지하는 것은 오히려 뿌리의 생육이 감소되었다. 뿌리의 직근 및 세근은 총 생체중과 마찬가지로 250mg/ℓ용액에 침지하는 것이 가장 양호하였다. 처리농도에 따른 건물중도 생체중과 비슷한 경향이었다. 그러나 직근의 총 무게 및 평균생체중에 대한 건물중의 비율은 차이가 없었으며, 세근은 NAA용액에 침지하므로써 건물중에 대한 생체중의 비율이 낮았는데, 이러한 원인은 식물체에 NAA를 처리하면 광합성 산물의 축적보다는 세포의 크기가 증대되고, 세포내에 수분흡수량이 많아지기 때문에 외관상 식물의 생

육이 촉진된다(Krishnamoorthy, 1981)는 보고와 일치하는 경향이었다. 또한 이식전에 NAA용액에 단감묘목을 침지하면 세근의 수가 증가하여 무게가 무거웠으나, 건물중의 비율은 NAA 무처리구가 오히려 높았으므로 NAA처리는 식물체내 광합성산물의 축적량 증대에 의한 것이 아닐 것으로 생각되었다.

Auxin은 삽목묘의 발근율, 뿌리수 및 생체중을 증가시킨다(Avery and Johoson, 1947; Biale and Halma, 1937; Leopold, 1955). 그러나 오옥신 처리에 의한 발근촉진은 종간은 물론 같은 종 또는 품종간에 다양하며, 고농도의 오옥신 처리가 발근에 부의 효과를 나타내는 경우가 있는데, 그 원인은 성숙도, 발근촉진물질의 처리전이나 처리기간중의 온도, 저장 등과 같은 환경조건에 따라서 상당한 차이가 있을 것이라고 하였다. 본 실험의 경우에도 고농도의 오옥신처리는 뿌리의 생성이 오히려 감소되었는데, 과도한 오옥신(IBA)처리에 의한 뿌리수의 감소는 근원기(root primordia)생장의 억제, 형성된 근원기수의 감소 또는 근원기의 발육억제 때문일 것(Leopold, 1955)이라고 생각된다. 또한 NAA의 농도가 높을수록 2시간 침지후 용액의 갈변도가 높았으며 발근수도 감소하였는데, 이러한 결과는 Biale와 Halma(1937)가 IBA에 장시간 동안 처리후 절단부의 갈변화 정도를 농도장해에 대한 지표로 삼을 수 있다는 보고와 일치하는 결과로서 농도에 따라서 처리시간이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 이식전에 부유단감 유묘의 根部를 NAA용액에 침하면 발근촉진 효과가 높다는 것을 알 수 있었다. 그러나 오옥신의 종류, 농도 또는 처리시간 등의 최적 조건을 구명하여 단시간에 처리의 효율성을 높일 수 있는 방법이 확립되어야 할 것이다.

줄기의 총 생체중(그림 2)은 100mg/ℓ NAA용액에 침지하는 것이 가장 무거웠으며 다음은 50mg/ℓ였다. 그러나 뿌리와는 달리 500mg/ℓ에 침지하였을 경우에도 생체중이 감소되지는 않았다. 줄기의 무게는 큰 차이가 없었으나 신초의 생장은 100mg/ℓ에서 가장 높은 것으로 나타나 NAA용액 침지에 의한 생체중의 증가는 줄기의 생장에 의한 것이 아니고 신초의 생장을 촉진시켰기 때문이었다. 전체 건물중은 생체중과 비슷한 경향이었다. 그러나 건물율은 뿌리와는 달리 총, 줄기 및 신초 모두 생장이 가장 좋았던 50과 100mg/ℓ처리구에서 낮았으며 250과 500mg/ℓ

처리구에서는 대조구와 비슷하였다. 잎의 생체중, 건물중 및 건물율은 줄기와 비슷하였다(그림 3).

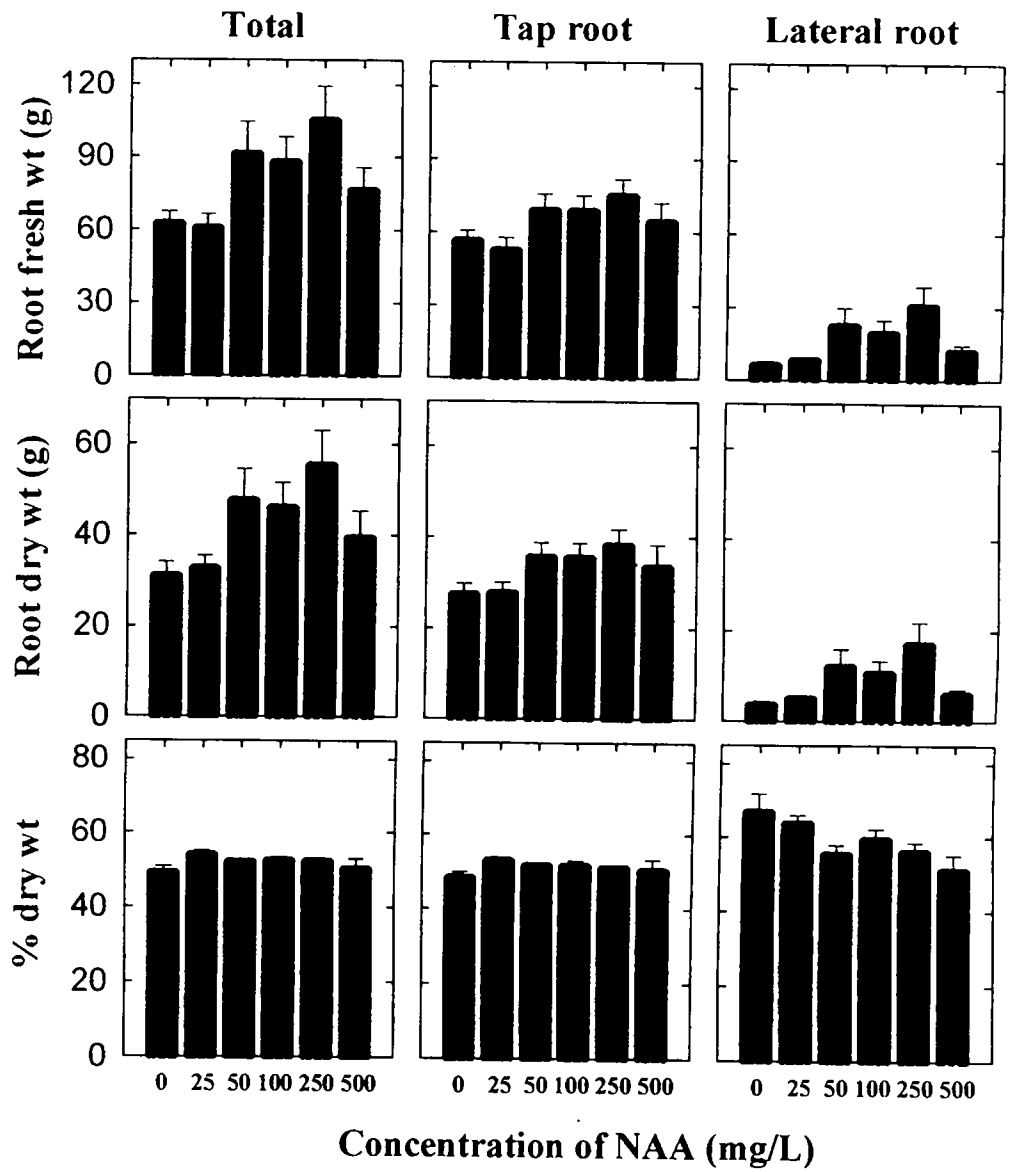

Fig. 1. Effect of immersion in NAA solution of Puyu persimmon on root growth and percnet dry weight. Planted on March 5 and then investigated on Nov. 3 1996.

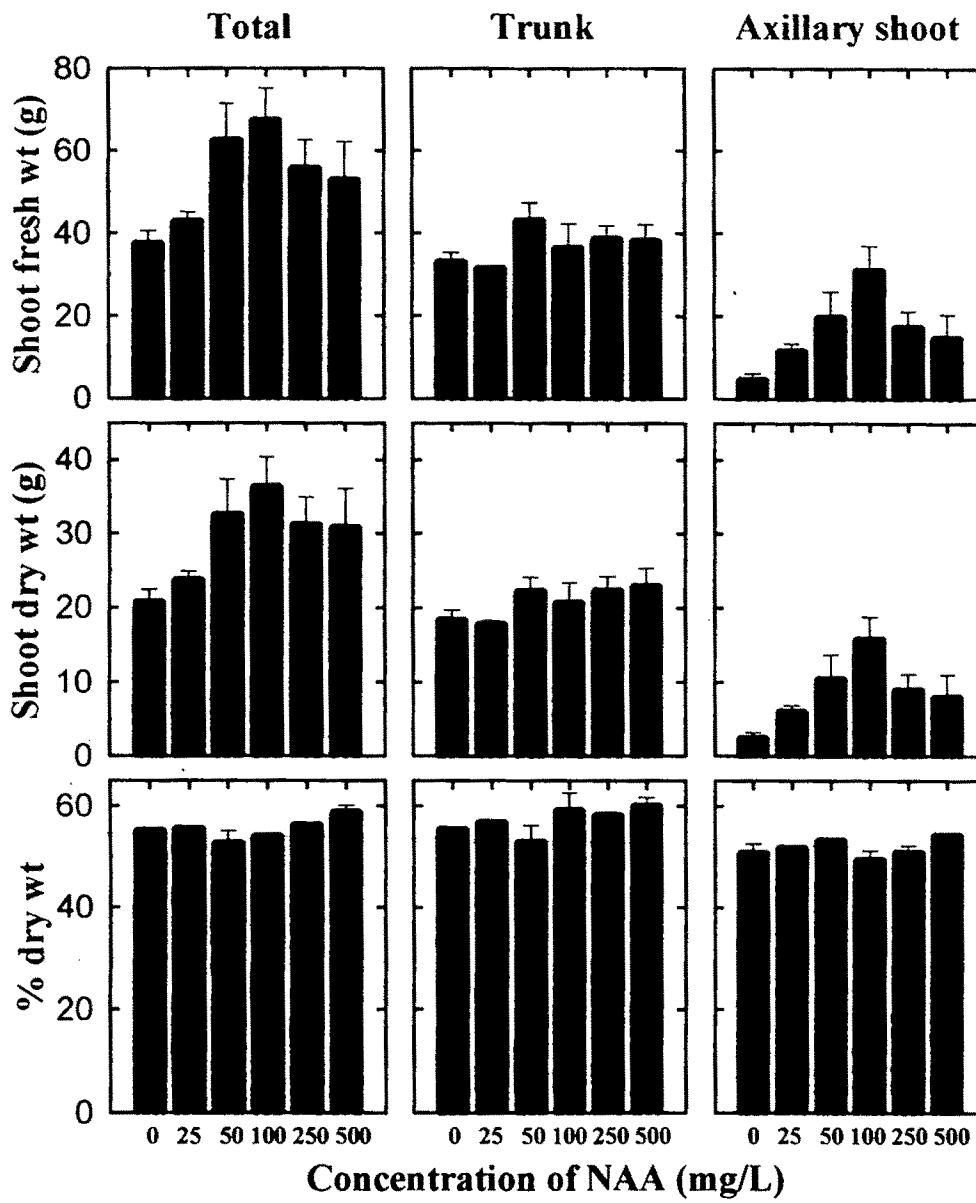

Fig. 2. Effect of immersion in NAA solution of Puyu persimmon on shoot growth and percnet dry weight. Planted on March 5 and then investigated on Nov. 3 1996.

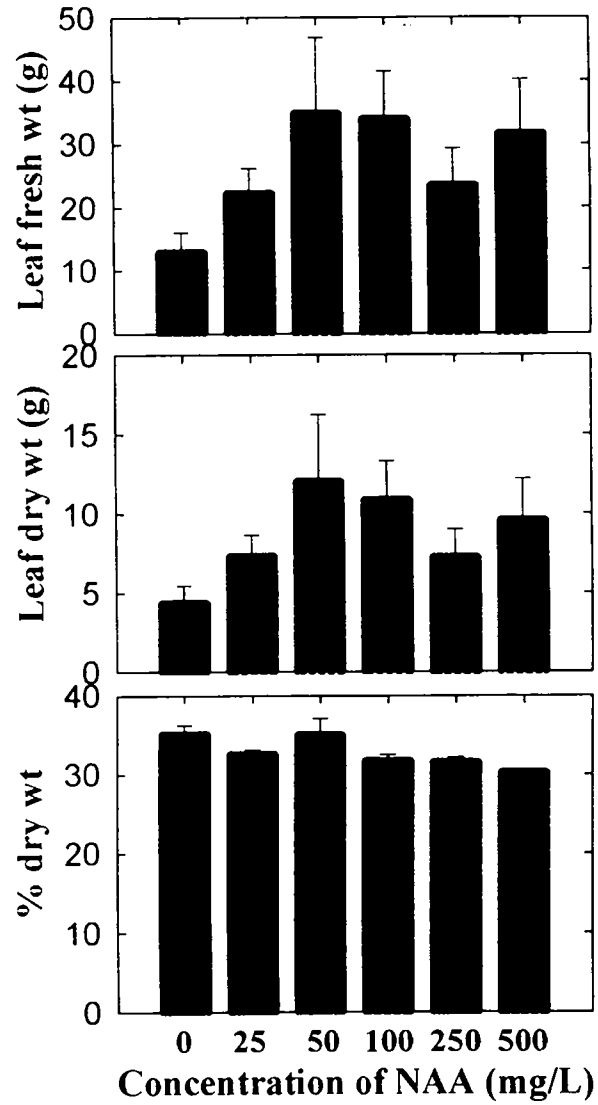

Fig. 3. Effect of immersion in NAA solution of Puyu persimmon on leaf growth and percnet dry weight. Planted on March 5 and then investigated on Nov. 3 1996.

제 4절 요 약

부유단감의 유묘를 NAA용액에 2시간 동안 침지시킨 후 세근발생과 생장촉진효과를 검토한 결과는 다음과 같다.

1. 세근의 발생촉진을 위한 최적 농도는 250mg/ℓ NAA용액이었으며, 총생체중, 직근중 및 세근중이 증가되었다. 그러나 세근의 건물율은 NAA를 처리함으로서 오히려 감소되었다
2. 목질부와 잎의 총생체중은 NAA 50mg/ℓ과 100mg/ℓ에 침지하는 것이 가장무거웠으며 생체중의 증가 원인은 측지의 생장에 의한 것이었다. 그러나 목질부와 잎 모두 고 농도의 NAA침지구에서는 건물율이 감소하지 않았다.

Key words : NAA, 침지, 뿌리분포, 뿌리발육, 줄기생장.

인 용 문 헌

Avery, G. S. and E. B. Johnson. 1947. Hotmones and horticulture. McGraw-Hill, New York.

Biale, J. B. and F. F. Halma. 1937. The use of heteroauxins in the rooting of subtropicals. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35:443-447.

Bose, T. K., S. Basu, and R. N. Basu. 1973. Changes in rooting factors during the regeneration of roots on cuttings of easy-and difficuot-to-root cultivars of *Bougainvillea* and *Hibiscus*. J. Plant Indian Physiol. 16:127-139.

Buttrose, M. S. and M. G. Mullins. 1968. Proportional reduction in shoot growth of grapevines with root systems maintained at constant relative volumes by repeated pruning. Austral. J. Biol. Sci. 21:1095-1101.

Dannis Richards. 1983. The grape root system. pp. 127-168. In: Horticultural reviews vol 5. J. Janick (eds). AVI, USA.

Feldman, L. J. 1979. Cytokinin biosynthesis in roots of corn. Planta 145:315-321.

Gemma, H., H. Yamannoto, M. Ishida, and Y. Sobajima. 1979. Fundamental

studies on propagation of peach (*Prunus persica* Sieb. et Zucc.) by stem cuttings. II. The characteristic of photosynthesis of softwood cuttings during mist propagation. Scientific Rpt. Kyoto Prefectural Univ. Agr., Jpn. no. 31:21-31.

Leopold, A. C. 1955. Auxins and plant growth. Univ of California Press, Berkeley.

Krishnamoorthy, H,N. 1981. Auxins. p. 3-48. In: Plant growth substances including applications in agriculture. Tata McGraw-Hill publishig, New Delhi.

Smalley, T.J., M.A. Dirr, A.M. Armitage, B.W. Wood, R.O. Teskey, and R.F. Severson. 1991. Photosynthesis and leaf water, carbohydrate, and hormone status during rooting of stem cuttings of Acer rubrum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6):1052-1057.

실험 3. NAA와 BAP경엽살포에 의한 생육 및 뿌리발육 촉진

Effect of NAA and BAP foliar spray on rooting and shoot growth

Summary

Root numbers per plant when treated with BAP foliar spray were increased as the BAP concentration was higher. The primary root length was remarkably increased at the 500mg/ℓ BAP treatment. Total root weight was heaviest in the treatement of 250mg/ℓ BAP, and was decreasd in that of 500mg/ℓ BAP.

Total number of lateral roots was highest within 10cm and was hardly observed lower than 21cm from the surface. Total number of lateral roots between 0 and 10cm was highest in the treatment of 100mg/ℓ BAP foliar spray, and that between 11 and 20cm was highest in the treatment of 250mg/ℓ BAP foliar spray. It is supposed that total number of leaves, total leaf area, and leaf weight were significantly increased when treated BAP foliar spray, and promoted the shoot development.

Number of lateral roots when treated with NAA foliar spray was higher as the concentration was higher up to 250mg/ℓ and sharply decreased higher concentration than 250mg/ℓ. Trunk development was best at the concentration of 50~100mg/ℓ, and decreased at the concentration over 250mg/ℓ.

Total number of leaves, total leaf area, and leaf weight were significantly increased when treated with 50mg/ℓ NAA foliar spray, and decreased than those of control at the concentration of 250mg/ℓ or higher.

Light saturation point of Puyu persimmon was about 1,500 μmol · m^{-2} · s^{-1}. Photosynthesis was highest at the concentration of 50mg/ℓ NAA and 25mg/ℓ BAP regardless of light intensity.

In the comparison photosynthesis rate on the position of leaf on the date of September 13, higher position leaves showed higher photosynthesis rate for the primary shoot. Photosynthesis rate for the secondry shoots was highest in the llth leaf and decreased in the lower positions of leaf. When compared the photosynthesis rate between primary shoot and secondry shoot, upper position of leaf(7th leaf) was higher in primary shoot, middle position of leaf(11th) was same, and lower position of leaf(17th) was higher in secondry leaf.

Light saturation point of primary shoot was 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1} regardless of the position of leaf. And that of secondry shoot was 500 μmol · m^{-2} · s^{-1} in the 1st and 7th leaf, and 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1} in the 11th and 17th leaf.

Key words : foliar spray, NAA, BAP, root distribution, leaf position, photosynthesis, light saturation, light compensation

제 1절 서 설

뿌리의 주요기능은 수분과 양분의 흡수, 유관속을 통한 물질의 운반 및 근부에 의한 식물체의 지지 등이다. 뿌리의 분포와 생장은 수분과 양분의 흡수를 결정하는 중요한 요인이며 식물체내 양분과 수분의 균형에 영향을 미친다.

단감은 이식이 어려워 이식후 정상적인 생육이 불가능한 경우가 많으나, 발근 촉진에 관한 연구는 이식전 유묘의 근부에 오옥신처리 효과만이 일부 보고되어 있다(손동수 등, 1988). 단감은 직근성으로서 측근 및 세근이 아주 적고, 절단된 뿌리는 분화가 잘되지 않기 때문에(飯久와 西田, 1954; 木材, 1943; 熊代. 1955) 이식에 의한 식상이 매우 심하고(前田와 吉岡, 1955), 활력이 동일한 좋은 과수원을 조성한

다는 것은 매우 어렵다. 삽목번식시 오옥신이 발근촉진에 효과적이나(Avery and Johoson, 1947; Biale and Halma, 1937; Leopold, 1955), 사이토키닌의 효과에 관한 연구는 거의 없다. 사이토키닌은 근단부에서 합성되어(Feldman 1979). 식물 지상부의 생장과정과 대사작용에 영향을 미친다고(Skene 1975) 알려져 있다. 특히 사이토키닌을 외부에서 처리하였을 경우 뿌리형성에 어느정도 관여하고 있는 것으로 나타났다(Shah and Loomis 1965; Richards and Rowe 1977a; McDavid et al. 1973).

본 연구에서는 주근의 생장과 세근의 형성을 촉진시키기 위하여 NAA와 BAP를 경엽처리하여 뿌리의 발근 정도와 분포 및 지상부의 생육과 잎의 광합성 능력을 비교 검토함으로서 식물생장조절제의 경엽처리에 의한 발근 및 생육촉진효과의 기초자료로 제시하고자 한다.

제 2절 연구내용

뿌리의 발육 및 분포

식물생장조절제처리에 의한 발근촉진 효과를 검토하기 위하여 1년생 부유 단감의 공대 접목묘를 공시재료로 사용하였다. 1997년 5월 18일에 NAA용액 0, 50, 100, 250, 500, 1000mg/ℓ와 BAP 0, 25, 50, 100, 250, 500mg/ℓ용액에 전착제 3~5방울을 첨가후 엽의 표면과 이면에 용액을 골고루 살포하였다. 뿌리의 분포 및 세근 발생, 신초의 생육 등은 11월 5일 채취하여 조사하였다.

광합성율에 영향을 미치는 NAA와 BAP경엽처리 효과

NAA와 BAP를 경엽처리후 광합성 능력을 검토하기 위하여 10월13일에 광합성율을 측정하였다. 광합성율은 정단부에서 완전히 전개된 3번째 잎을 선정하여 광도를 0, 10, 50, 100, 200, 500, 1,000, 1,500, 및 2,000 μmol $\cdot$ $m^{-2} \cdot s^{-1}$로 조절하여 조사하였다.

또한 유묘의 주간과 2차생장지 잎의 광합성 특성을 검토하기 위하여 잎의 발생시기별 9월 13일, 30일 및 10월 28일에 광합성율을 측정하였다. 이때에 사용된 광

합성 측정기는 LI-COR 6400 모델이었다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 뿌리의 발육 및 분포

BAP경엽살포에 의한 식물체당 뿌리수는 농도가 높을수록 증가하였으나 통계적인 유의차는 인정되지 않았다(그림 1). 직근의 길이는 BAP처리구의 경우 500mg/ℓ의 고농도에서 현저히 증가하였다. 뿌리의 직경은 BAP처리구는 차이가 인정되지 않았다. 총 根重은 250mg/ℓ BAP처리구에서 가장 무거웠으며 500mg/ℓ처리구는 약간 감소하였다. 본 실험의 결과를 제시하지는 않았으나 종자 파종후 발아하여 약 5cm의 식물체에 경엽처리한 결과 거의 대부분이 고사하였다.

식물의 뿌리와 신초는 여러 가지 상호작용에 의하여 생장하며, 자연상태에서 생육조절은 호르몬이라는 결론을 내렸다. 주요 생장조절 부위는 뿌리시스템으로서 뿌리시스템의 크기가 지상부 생장의 주요 요인이라고 하였다(Buttrose and Mullins, 1968; Kliewer and Fuller, 1973; Richards and Rowe, 1977a). 그러나 지상부의 생장과 밀접하게 관련되어 있는 뿌리시스템의 특성은 root tip의 수라고 생각하게 되었다. 복숭아 유묘의 생장을 변화시키는 여러 가지 요인을 처리하여 얻은 결과는 잎의 수와 뿌리끝 (root tip)의 수가 유연관계가 매우 높은 직선 상관을 나타낸다는 것이었다. 게다가 사이토키닌인 BAP의 엽면살포와 근정단부 (root tip)의 수가 증가할수록 잎수를 증가시켰으므로 BAP가 근단부를 대체할 수 있는 것으로 생각되었다. 본 실험의 결과에서도 BAP의 효과는 뿌리의 수를 증가시켰고 고 농도의 호르몬 처리는 수용할수 있는 엽면적의 증가로 식물체의 크기를 증대시켰을 것으로 추측된다. 이러한 연구의 결과들로부터 뿌리가 신초의 생장을 조절하는 원인은 뿌리에 의해서 생성된 사이토키닌이 중재하고 있다(Richards and Rowe 1977b)는 가설을 지지한다. 포도의 경우 뿌리의 건물중과 엽면적이 비례한다고(Kliewer and Fuller, 1973) 하였다는데, 이러한 상관은 뿌리에 의한 사이토키닌의 계속적인 생성이 신초의 생장유지에 중요하다는 결론을 내릴 수 있다.

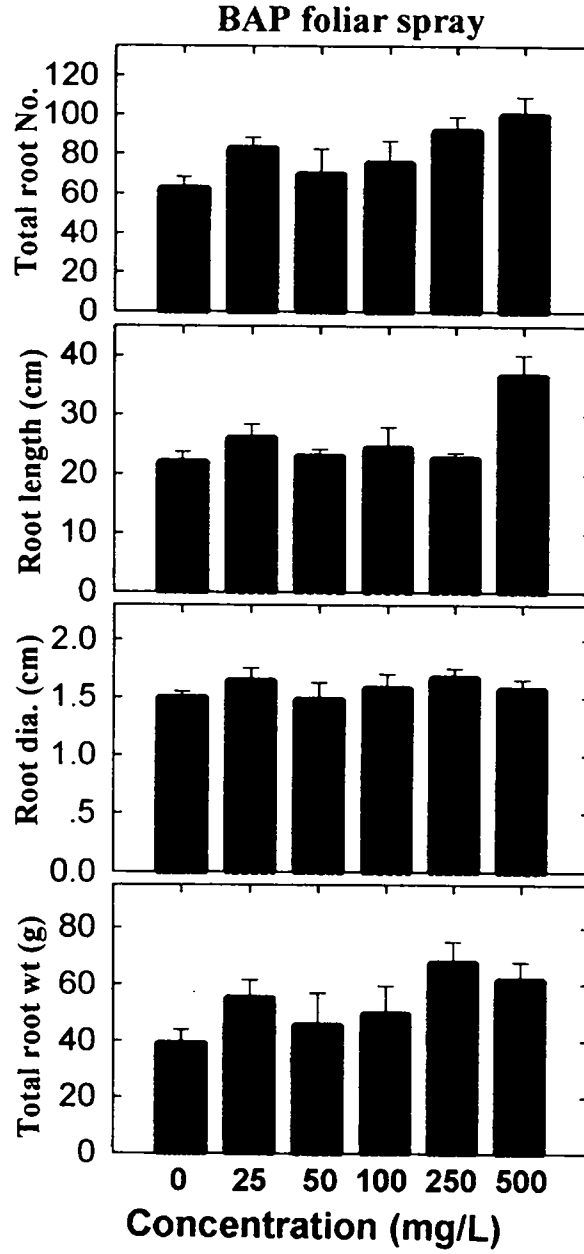

Fig. 1. Effect of BAP foliar spray on total root number per plant, tap root length(cm), tap root diameter(cm) and total root weight(g). Plants were grafted on March, 1997 and foliar spray conducted May 18, 1997. Root growth measured on Nov. 2, 1997. Data presented are means of 5 replications with SE.

BAP경엽처리 농도에 따른 토양 깊이 및 측근의 직경별 근분포를 보면 그림 2에서 보는 바와 같다. 총 측근수는 10cm이내에서 가장 많았으며, 21cm이하에서는 측근이 거의 존재하지 않았다. 지표로부터 0~10cm의 총 측근수의 분포는 BAP를 100mg/ℓ BAP를 경엽처리하였을 때 가장 많았으며, 다음은 25~50과 250mg/ℓ BAP처리구였다. 그러나 500mg/ℓ의 고농도 처리구에서는 측근의 수가 오히려 감소하였다. 11~20cm의 총 측근수는 250mg/ℓ BAP경엽처리구가 가장 많았다. 지표면으로부터 0~10cm내에는 25mg/ℓ BAP처리하였을 때 직경 0.5cm 이상과 0.2cm이하의 측근수가 가장 많았으나, 일정한 경향을 보기 어려웠고, 0.2~0.5cm의 측근수는 250mg/ℓ BAP처리구에서 유의하게 많았다. 지표면으로부터 11~20cm내의 측근분포는 250mg/ℓ BAP경엽처리구에서는 직경 0.5cm 이상과 0.2~0.5cm 사이의 측근수가 가장 많았으나 0.2cm이하의 측근수는 무처리구에서 가장 많았다.

BAP경엽처리 농도에 따른 토양 깊이 및 측근생체중별 뿌리 분포를 보면 그림 3에서 보는 바와 같다. 총 측근의 생체중은 10cm이내에서 가장 무거웠고, 21cm이하에서는 거의 측근이 존재하지 않았다. 지표로부터 0~10cm의 총 측근의 생체중은 100mg/ℓ BAP경엽처리구에서 가장 무거웠으며, 다음은 25~50과 250mg/ℓ BAP처리구였다. 그러나 500mg/ℓ의 고농도 처리구에서는 측근의 생체중이 오히려 감소하였다. 11~20cm내 측근의 총 생체중은 250mg/ℓ BAP경엽처리구에서 가장 많았다. 지표면으로부터 0~10cm내의 측근생체중은 직경이 0.5cm 이상과 0.2cm이하의 측근중은 25mg/ℓ BAP처리구에서 가장 무거웠으나, 일정한 경향을 보기 어려웠고, 0.2~0.5cm의 측근 생체중은 250mg/ℓ BAP처리구에서 유의하게 증가하였다. 250mg/ℓ BAP경엽처리구의 경우 지표면으로부터 11~20cm내의 생체중은 0.5cm 이상과 0.2~0.5cm 사이의 직경이 가장 무거웠으나, 직경 0.2cm이하의 측근중은 무처리구에서 가장 무거웠으며 50mg/ℓ BAP 농도까지는 감소하다가 그 이상에서는 농도가 높을수록 증가하였다.

NAA경엽처리에 의한 측근 발생수는 250mg/ℓ까지 농도가 높을수록 많았으며 그 이상의 농도에서는 현저히 감소하였다. 측근의 무게도 측근수와 비슷한 경향이었으나 그 차가 현저하였다. 직근의 길이는 250mg/ℓ까지 농도간에 유의차가 없었으나 고농도에서는 오히려 억제되는 경향이었다.

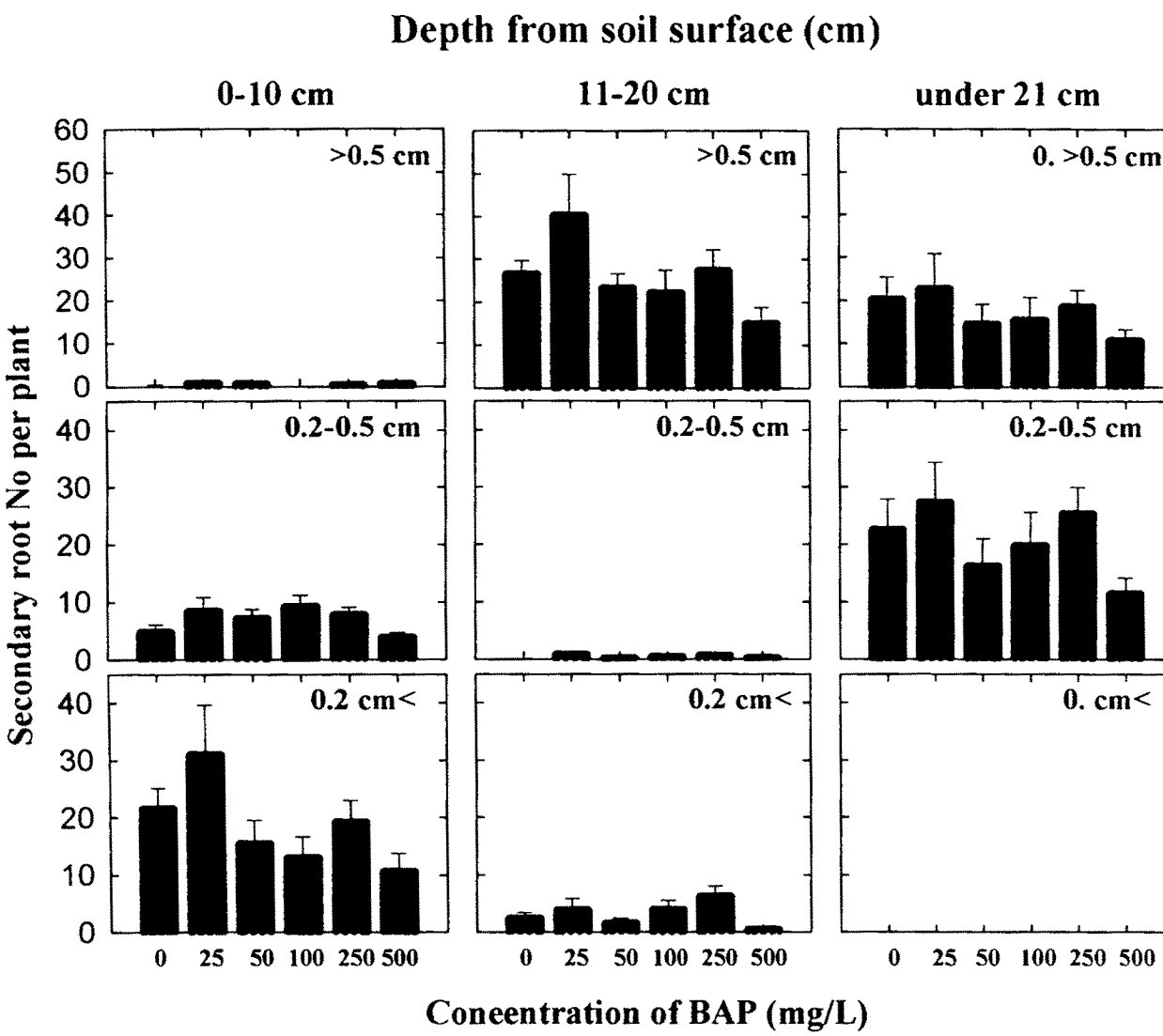

Fig. 2. Effect of BAP foliar spray on secondary root distribution as affected by root dimeter(cm). Plants were grafted on March, 1997 and foliar spray conducted May 18, 1997. Root growth measured on Nov. 2, 1997. Data presented are means of 5 replications with SE.

근 직경은 100mg/ℓ까지는 증가하였으나 그 이상의 농도에서는 현저히 감소하였다.

오옥신은 발근율, 뿌리수 및 생체중을 증가시킨다는 사실은 이미 증명되어 있다(Avery and Johoson, 1947; Biale and Halma, 1937; Leopold, 1955). 그러나 오옥신이 발근촉진을 위해서는 잎과 눈에서 생성된 화학적인 cofactors가 요구되며(Hess, 1962), 오옥신과 상승작용을 한다고 하였다. 오옥신처리에 의한 발근효과의 반응은 종간은 물론 품종간에도 상당한 차이가 있는데, 발근이 잘되는 *H. rosa-sciensis*는 이러한 cofactor를 함유하고 있으나 발근이 잘안되는 품종은 적거나 없다고 하였다(Mor와 Zieslin, 1987). 오옥신 처리에 대한 단감의 발근 반응은 Baile and Halma(1937)이 citrus에서 보고한 것처럼 농도에 따라서 상당한 차이가 있었다. 뿌리수는 일정 농도까지 NAA의 농도와 함께 증가하였으나 농도가 너무 높을 경우에는 오히려 뿌리의 생성이 감소되었다. 고 농도 경엽처리에 의한 발근의 억제는 근원기(root primordia)의 발육 또는 생장억제(Leopold, 1955) 때문일 것으로 생각된다.

이상의 결과로부터 오옥신류의 경엽살포는 단감의 발근을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었다. 단감의 발근을 촉진시키기 위한 고농도의 오옥신 처리는 부의 효과를 나타내었다. 오옥신의 발근촉진효과는 종과 품종(Mor와 Zieslin, 1987), 처리시기, 발근촉진물질의 처리전이나 처리기간중의 온도 등과 같은 환경조건에 따라서 상당한 차이가 있을 것이다. 따라서 본 실험에서는 NAA를 5월중순에 1회 경엽처리하였으나, 처리시기 및 회수 등에 발근촉진 방응에 차이가 있을 것으로 예상되므로 추후 더욱 많은 연구가 이루어진다면 발근을 촉진시킬 수 있는 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다

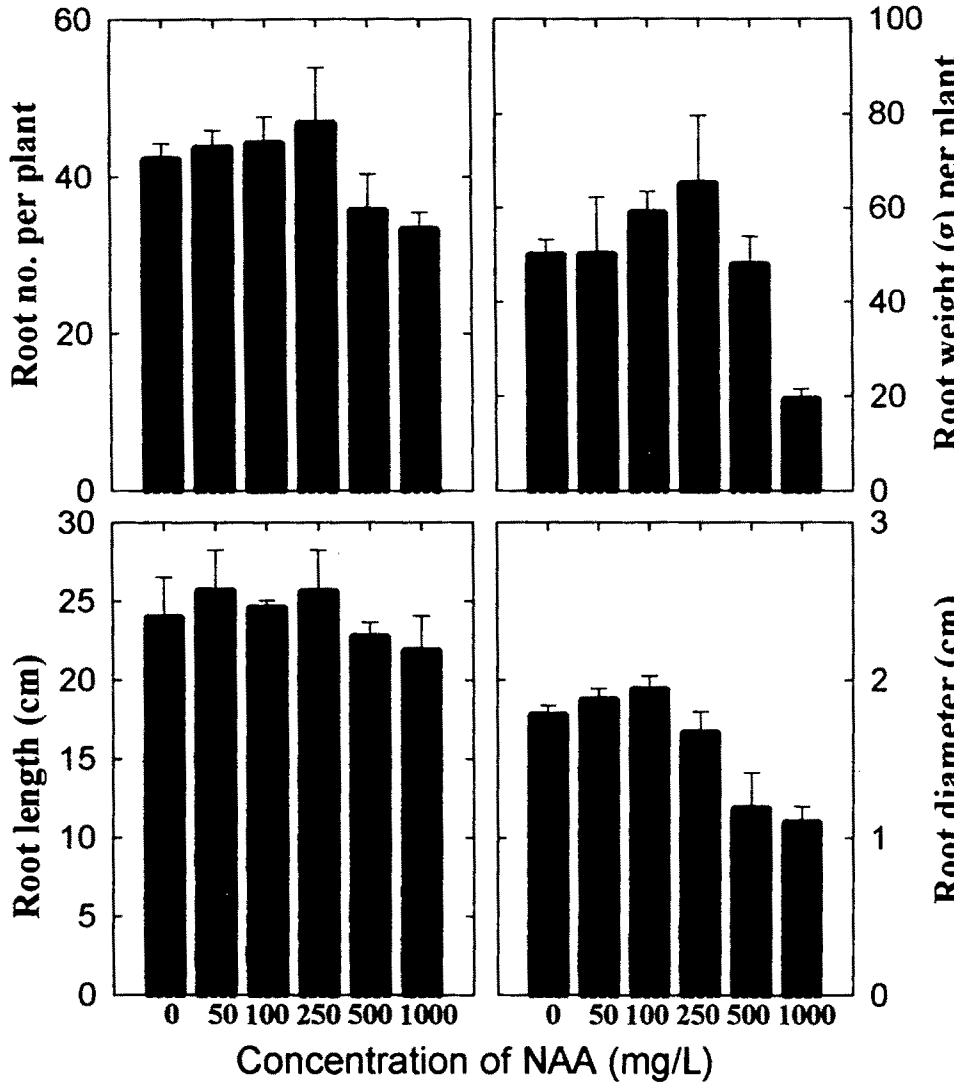

Fig. 3. Effect of NAA foliar spray on root number and length (cm) per plant. Plants were grafted on March, 1997 and foliar spray conducted May 18, 1997. Root growth measured on Nov. 2, 1997. Data presented are means of 5 replications with SE.

2. 지상부의 생육

전체 줄기의 생육은 50~100mg/ℓ NAA경엽처리구에서 가장 좋았으며 250mg/ℓ이상의 농도에서는 현저히 감소하였다(그림 4). 식물체의 주간을 기부에서부터 2등분한 정단부와 하단부 및 2차생장지로 구분하여 비교한 결과, 기부는 0mg/ℓ에서 100mg/ℓ NAA처리구까지 비슷하였으나 250mg/ℓ처리구는 현저히 감소하였다. 정단부는 전체 생체중과 비슷한 경향이었다. 그러므로 NAA처리에 의한 전체생체중의 변화는 기부보다는 정단부의 생장에 의해서 결정되는 것으로 생각된다. 2차 생장지의 생체중 역시 50과 100mg/ℓ NAA경엽처리구에서 가장 많았는데, 이러한 결과는 NAA처리에 의한 측지발생 효과와는 상반되는 경향이었다.

BAP경엽처리에 의한 주간과 2차 생장지의 무게는 100mg/ℓ처리구에서 가장 무거웠으며, 2차생장지의 발생 역시 100과 250mg/ℓ의 농도에서 가장 무거웠다. 이러한 결과는 BAP는 측지의 발생을 촉진시킨다(Krishnamoorthy, 1981)는 보고와 일치하는 경향이었다.

NAA경엽처리에 의한 전체 엽수, 잎면적 및 엽중은 50mg/ℓ처리구에서 유의하게 증가하였으며, 250mg/ℓ이상의 농도에서는 대조구보다 감소하여 NAA경엽처리가 정단부 생장점의 분화를 억제시킨 것으로 생각된다(그림 5). 잎당 평균엽면적과 평균엽중은 250mg/ℓ까지 농도가 증가할수록 넓었으나 그 이상의 농도에서는 오히려 감소되었다. 오옥신은 유엽에서 형성되기 때문에 잎의 생장과 밀접한 관계가 있는 것으로 보인다. 그러나 잎에 오옥신 처리는 엽맥의 신장을 촉진시키나 엽육조직의 발육은 오히려 억제시킨다고 하였다(Krishnamoorthy, 1981). 본 연구에서도 고농도의 NAA경엽처리는 전체 엽수와 엽면적은 물론 평균엽면적도 현저히 감소시켰다. 엽수가 감소되었다는 결과는 줄기의 정단부 생장이 억제되었다는 것을 의미한다.

BAP경엽처리에 의한 전체 엽수, 전체 엽면적 및 엽중은 100mg/ℓ처리구에서 유의하게 증가하여 신초의 생장을 촉진시킨 것으로 생각된다(그림 5). 그러나 잎당 평균엽면적은 BAP를 처리함으로서 오히려 감소하였으나 평균엽중은 일정한 경향을 보기 어려웠다.

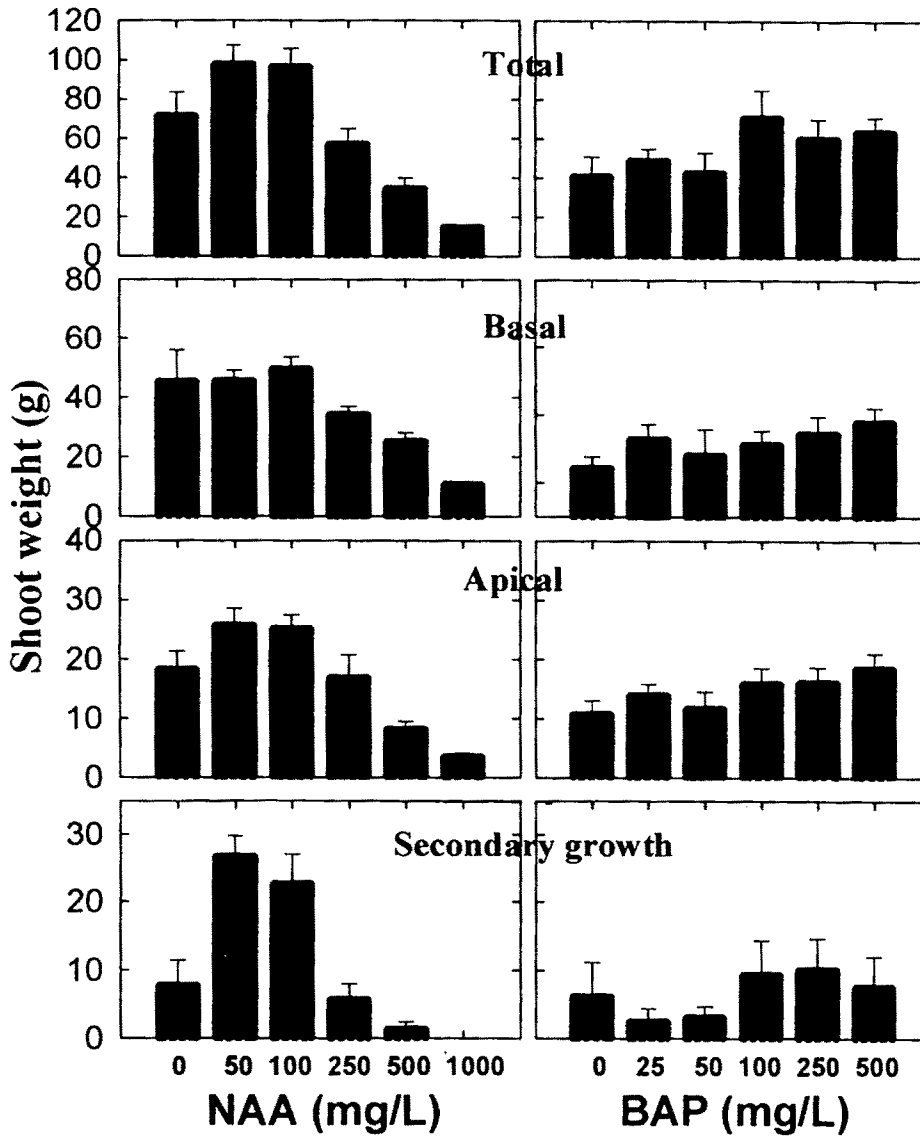

Fig. 4. Effect of NAA and BAP foliar spray on shoot growth. Plants were grafted on March, 1997 and foliar spray conducted May 18, 1997. Root growth measured on Nov. 2, 1997. Data presented are means of 5 replications with SE.

식물 생장중에 사이토키닌의 생합성부위인 근단을 절단하면 잎의 생장이 중단된다는 것으로 보아 사이토키닌류는 잎의 세포팽창을 유도하여 잎이 완전히 전개 할 수 있도록 하며 세포분열을 촉진시킨다(Krishnamoorthy, 1981)고 하였다. 본 연구에서도 100mg/ℓ 이상의 BAP경엽살포는 평균엽면적을 증가시켰는데, 그 원인이 사이토키닌의 세포분열 또는 세포팽창촉진에 의한 것인지 밝히지 못하였다.

해바라기, 칼랑코에 등의 식물은 주경이 계속 생육하고 있는 기간중에는 측아의 생장이 정지하나 정아를 제거하면 측아의 생장이 촉진된다(Krishnamoorthy, 1981)고 하였다. 정아제거에 의한 측아의 생장촉진 원인은 정아에서 합성된 오옥신이 구기적 극성 이동을 하기 때문에 측아에 오옥신이 많이 축적되어 측아의 생장을 억제한다고 하였다. 이러한 현상을 정아우세현상이라고 하는데, 정아를 제거하거나 정아에서 합성된 물질이 구기적 극성이동을 억제하면 정아우세현상이 제거된다. 본 연구에서도 고 농도의 NAA경엽살포는 처리 후 주경의 생장이 정지되는 것으로 보아 NAA가 정아에 너무 많이 축적되어 정아의 생장을 억제시켰기 때문인 것으로 추측된다. 또한 BAP처리에 의해서 마디수가 증가하였다. 이러한 결과는 뿌리와 눈의 유기는 오옥신과 사이토키닌의 상호작용 및 양적인 균형에 의해서 조절되며, 이 두 가지 요인이 결정적인 요인이라(Skoog와 Miller, 1957)는 보고와 일치하는 경향이었다.

또한 뿌리와 신초가 여러 가지 방법으로 상호작용을 하기 때문에 뿌리 시스템의 크기가 지상부 생장의 주요인이라고 하였다(Kliewer and Fuller, 1973; Richards and Rowe, 1977a). 이러한 원인은 지상부의 생육을 촉진시키는 물질인 오옥신은 뿌리에서 합성되고, 지하부의 생육을 촉진시키는 물질인 사이토키닌은 지상부에서 합성되기 때문에 필연적일 것이다. 그러므로 BAP경엽처리에 의한 뿌리수의 증가 원인은 주어진 근정단부(root tip)에 비하여 엽수가 증가되었(그림 6)기 때문에 잎에 의해서 형성된 오옥신이 지하부로 이동되어 근단부에 많이 축적되었기 때문일 것으로 추측된다. 또한 저농도의 NAA처리에 의한 지상부의 생육증가는 지하부의 측근형성수가 많아졌으므로, 측근으로부터 형성된 사이토키닌이 작용하였을 것이다. 이러한 연구의 결과들로부터 뿌리가 신초의 생장을 조절하는 것은 뿌리에서 합성된 사이토키닌이 중재되어 있다(Richards and Rowe 1977b)고 생각된다.

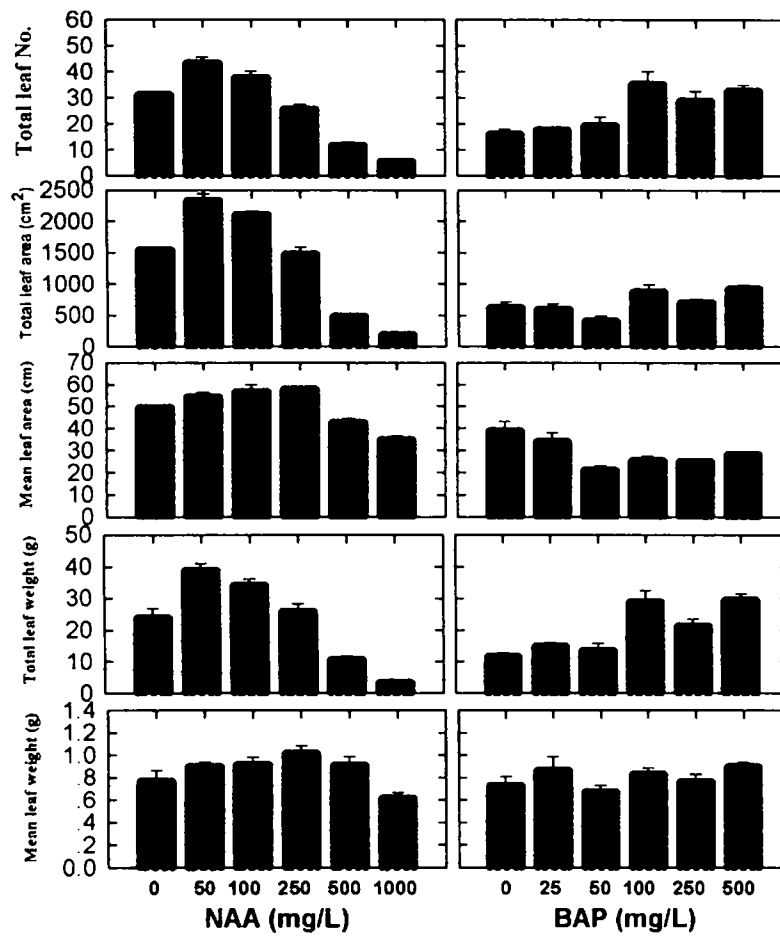

Fig. 5. Effect of NAA and BAP foliar spray on total leaf number, total leaf area(cm^2), mean leaf area(cm^2), total leaf weight(g), and mean leaf weight(g). Plants were grafted on March, 1997 and foliar spray conducted May 18, 1997. Root growth measured on Nov. 2, 1997. Data presented are means of 5 replications with SE.

3. 광합성율에 영향을 미치는 NAA와 BAP경엽처리 효과

NAA경엽처리후 광포화점은 약 1,500 μmol · m^{-2} · s^{-1}였다. 잎의 광합성율은 광도에 관계없이 50mg/ℓ NAA처리구에서 가장 높았으며, 500과 1,000mg/ℓ 처리구에서는 중간, 100과 250mg/ℓ 처리구에서 가장 낮았다(그림 7). BAP경엽처리에 의한 광합성율은 무처리와 저농도인 25mg/ℓ 처리구에서 가장 높았고, 고 농도인 250mg/ℓ와 500mg/ℓ에서는 중간정도 였으며, 저 농도인 50mg/ℓ와 100mg/ℓ에서 오히려 감소하였다. 광도에 따른 광합성율을 전체적으로 비교해 보면 유사한 경향이었다.

사이토키닌은 근정단부에서 합성되어 줄기의 선단부에서 작용하여 신초의 생장을 촉진시키고, 오옥신류는 유엽이나 엽원기에서 합성되어 뿌리의 발생에 중요한 역할을 한다(Evans, 1984). 또한 뿌리와 신초는 상호작용을 하기 때문에 뿌리 시스템의 크기가 지상부 생장의 주요인이라고 하였다(Kliewer and Fuller, 1973; Richards and Rowe, 1977a). 삽목시 사이토키닌의 수준은 엽록소함량의 변화에 의한 광합성율(McDavid et al., 1973), 효소의 활성(Carmi, 1986), 및 기공전도도(Blackman and Davis, 1985) 조절에 의해서 광합성을 촉진시킬 것이라고 하였다. 단감의 경우 NAA경엽처리는 광합성율을 증가시켰으므로 뿌리에 의해서 합성된 사이토킨의 작용이라고 생각되나, BAP경엽처리가 오히려 광합성율을 감소시켰다. 이상의 결과로부터 삽목묘는 수분이 감소하여, 엽내 ABA의 함량이 증가하여 기공을 닫을 것이므로 당연히 전체 광합성율은 감소할 것(Loach, 1988; Machida et al., 1977; Negishi and Satoo, 1956)이며, 사이토키닌의 합성장소인 근단이 없으므로(Okoro and Grace, 1976) 사이토키닌의 처리효과가 매우 높을 것이다. 그러나 본 실험에서 BAP처리와 다른 결과와의 광합성율의 차이는 식물체의 생육상태, 포장의 영양조건, 처리시기 등 여러 가지 환경요인이 관여할 것이며, BAP 처리후 상당기간 경과 후에 조사하였으므로 그 효과가 적었을 것이로 판단된다.

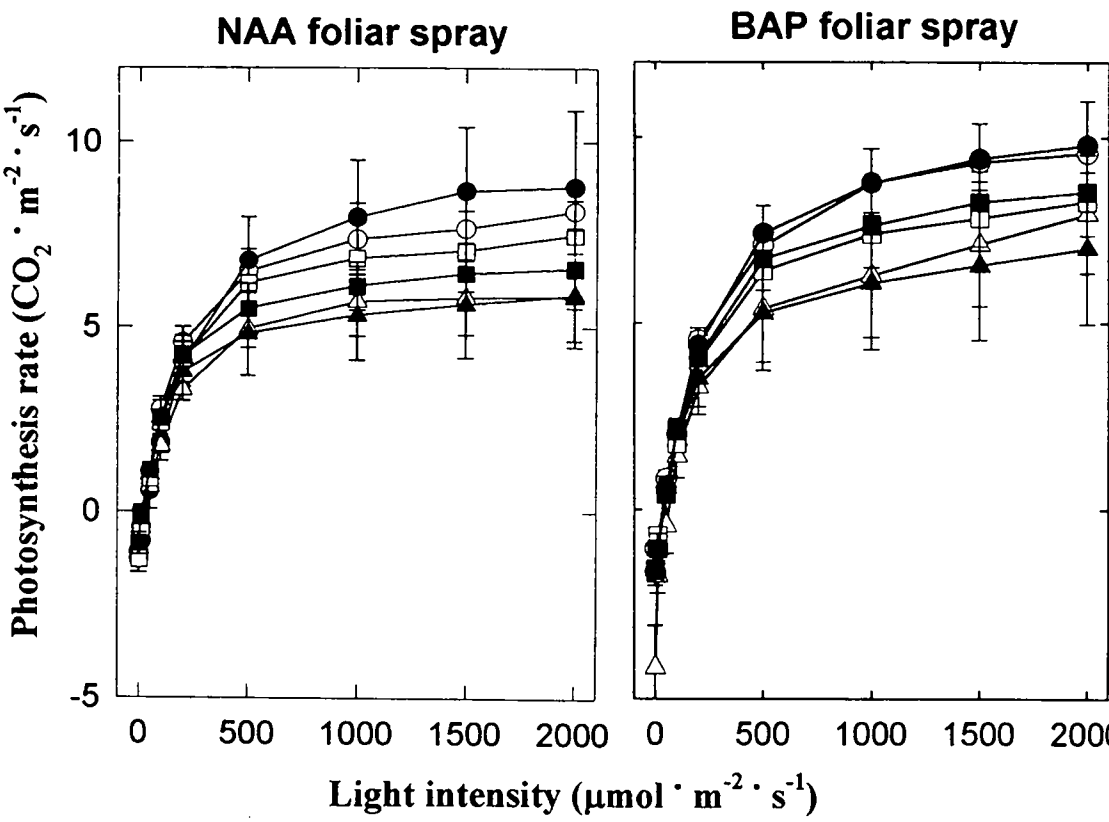

Fig. 6. Photosynthesis rate as affected by NAA and BAP foliar spray and light intensity. Plants were grafted on March, 1997 and foliar spray conducted May 18, 1997. Root growth measured on Nov. 2, 1997. Data presented are means of 3 replications with SE.

4. 유묘잎의 광합성율 특성

작물의 생산성에 기여하는 탄소는 식물체의 총 건물중중에서 90-95%를 차지하고 있다는 것을 볼 때 매우 중요하다. 최근 광합성 촉진에 의한 수량증대, 광합성산물의 효율적 분배 등 과채류 작물의 광합성 연구에 관심이 높아가고 있다.

단감은 재배중에 과다한 영양생장 등으로 인하여 6월-7월 사이에 2차 생장지가 발생한다. 이차 생장지는 과실과의 양분경합을 일으키고, 다음해에 꽃눈이 거의 형성되지 않는 것으로 알려져 있다. 이차 생장지의 이용 가능성을 검토하기 위하여 주간과 이차 생장지의 잎 위치 및 시기별 광합성 특성을 검토한 결과(그림 8), 정단으로부터 2번째와 5번째 잎은 주간의 위치에 관계없이 2차 생장지의 광합성율이 낮았다. 그러나 11번째 잎은 비슷하였으나, 17번째 잎은 10월 28일 측정시에 광합성율이 감소하였다. 잎의 위치별 주간의 광합성율을 9월 13일에 측정하였을 경우에는 가장 하위엽인 17번째 잎이 광합성이 감소하였다. 9월 30일과 10월 28일에 광합성측정 결과 잎의 위치별 광합성율이 거의 차이가 없었다. 이차 생장지의 11번째 잎은 주간의 잎과 비슷한 경향이었으나, 조사시기에 관계없이 주간보다 전체적으로 광합성율이 감소하였다. 또한 2차생장지의 2번째 잎은 9월 13일보다 9월 30일에 조사하는 것이 광합성율이 증가하였으므로 2차생장지는 9월 13일까지 완전히 성숙되지 않은 것으로 보여진다.

잎의 위치별 광합성율을 9월 13일을 기준으로 하여 비교한 결과, 주간은 상위엽일수록 광합성율이 높았다(그림 9). 그러나 이차 생장지는 11번째 잎의 광합성율이 가장 높았으나 그 이하의 잎은 오히려 광합성율이 감소하였다. 주간과 2차 생장지의 광합성율을 비교하면 7번째 잎까지는 주간이 높고, 11번째잎은 동일하였으나 17번째 잎은 오히려 2차생장지의 광합성율이 높았다. 이러한 결과는 주간의 하위엽이 빨리 노화한다는 것을 알 수 있었다.

광합성 능율은 측정시 잎의 차이, 식물의 종이나 품종 등의 유전적인 요인이 중요하다(Hedley and Harvey, 1975). 그러나 광합성율은 많은 내적조건과 환경요인에 따라서 차이가 있으며, 계절적인 변이(Murakami, 1978; Gordon, 1982)에 따른 광합성의 변화는 신엽의 전개, 개화, 착과 및 적과, 삽목, 목축에 의한 적엽과 주간절단 등의 인위적인 식물체의 개체발생 단계 등에 따라서 다르다(Gej, 1970, Satoh

and Hazama, 1971; Fraser and Bidwell, 1974; Kriedemann et al. 1976; Hall and Brady, 1977; Hodgkinson, 1974; Bassman and Dickmann, 1982)고 하였다. 또한 일반적으로 엽령과 함께 광합성은 증가하는데, 체리의 경우 잎이 25%에서 80%로 확장될 때 광합성은 4~5배 증가하고 그 후 4주간은 변하지 않았으나 4주 후 점차적으로 감소하였다(Sams와 Flore, 1983). 이상의 결과를 종합하면 단감 주간의 잎은 9월 13일 이후에 광합성율이 감소하였으나, 2차 생장지는 9월 13일보다는 9월 30일에 광합성율이 높은 것으로 보아 이시기까지 잎의 성숙이 이루어 지는 것으로 생각된다.

주간의 광포화점은 잎의 위치에 관계없이 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1}였다. 2차 생장지는 유엽인 1과 7번째 엽은 500 μmol · m^{-2} · s^{-1}에서 광포화점에 도달하였으나, 성숙된 11과 17번째 잎은 주간의 잎과 마찬가지로 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1}의 광도에서 광포화점에 도달하였다(그림 9). 단감 유묘의 광합성율은 1000 μmol · m^{-2} · s^{-1}까지 광도가 증가할수록 비대칭적으로 광합성율이 증가(Den Herder and Rom, 1989; Lakso and Seeley, 1978) 하여 C_3식물의 특성(Thornely, 1976; Thorpe at al., 1978)과 동일한 결과였다. 성숙한 잎은 광포화점이 높을 때 최대의 광합성율을 보이나, 노엽은 낮은 광도에서, 전개되고 있는 유엽은 중간의 특성을 나타낸다(Hiroi and Monsi, 1966; Horie and Udagawa, 1971; Kumura 1969; Haraguchi Shimizu, 1970; Iwakiri and Inayama, 1975; Bonhomme et al. 1977)고 하였는데, 단감의 경우에도 2차 생장지는 2와 7번째 잎은 낮은 광도에서 12번째와 17번째 잎은 높은 광도에서 광포화점을 나타내어 동일한 결과를 얻었다.

광보상점은 2와 7번째 잎은 2차 생장지가 더 낮았으나 12와 17번째 잎은 주간의 잎이 더 높았다. 일반적으로 광보상점은 변하지 않거나(Hiroi and Monsi, 1966; Marshall and Biscoe, 1980a; Winzeler and Nösberger, 1980), 잎 발생중에 불규칙적(Sato et al., 1978), 잎의 성숙기까지 감소(Constable and Rawson, 1980), 유엽에서부터 성숙엽까지의 광보상점은 급격히 감소하였고 성숙부터 노화까지는 급격히 증가한다(Ludlow and Wilson, 1971; Malkina, 1976b)고 하였다. 단감 주간 잎의 광포상점은 동일 가지내에서 잎의 생리적인 엽령증가(하위 엽)와 함께 증가하여 성숙기부터 노화까지는 급격히 증가한다는 보고와 일치하였다.

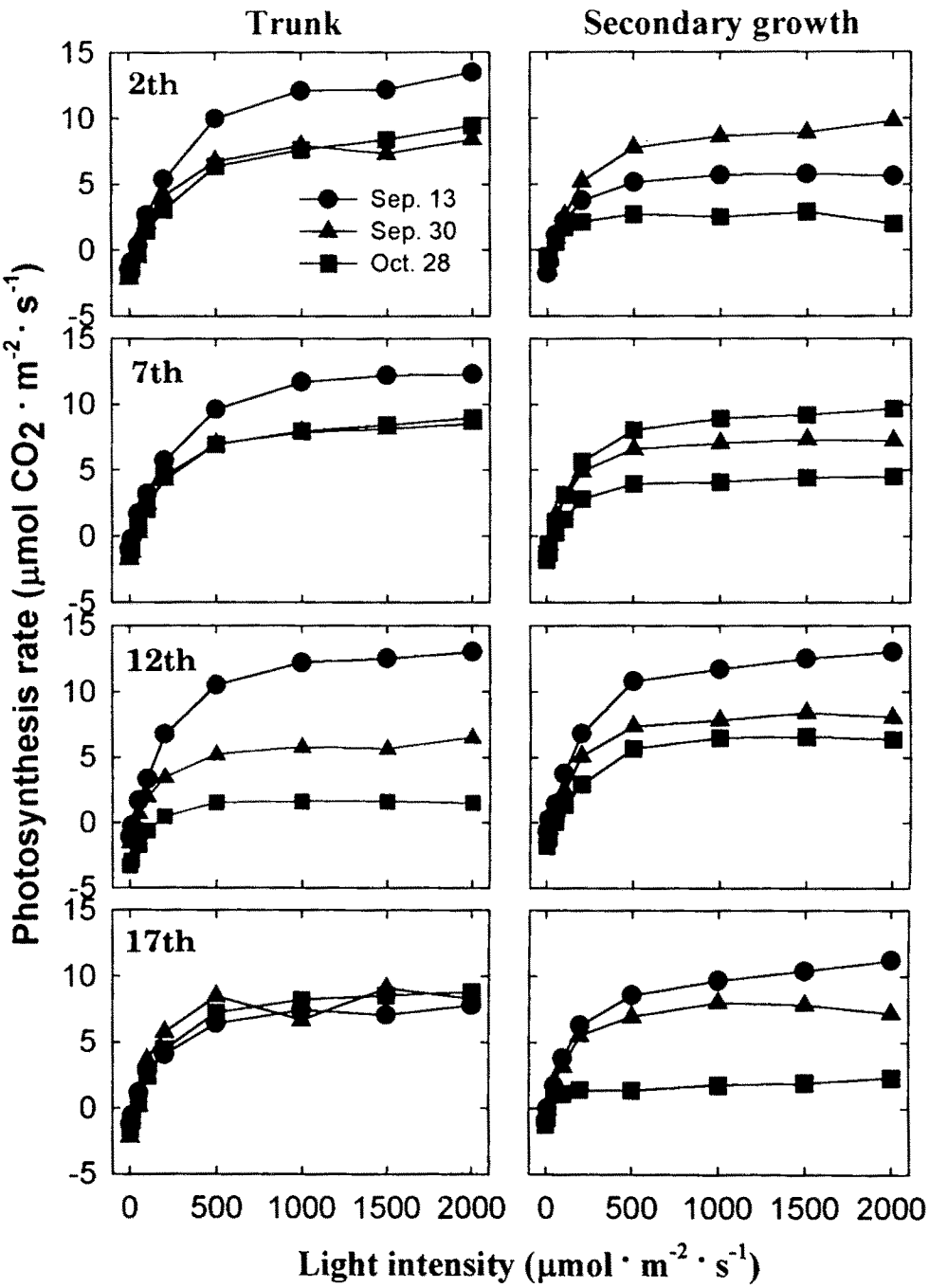

Fig. 7. Effect of leaf position in branch and senescence stage on photosynthesis rate. Plants were grafted on March, 1997. Leaf position on branch was second, 7th, 12th, and 17th from the top.

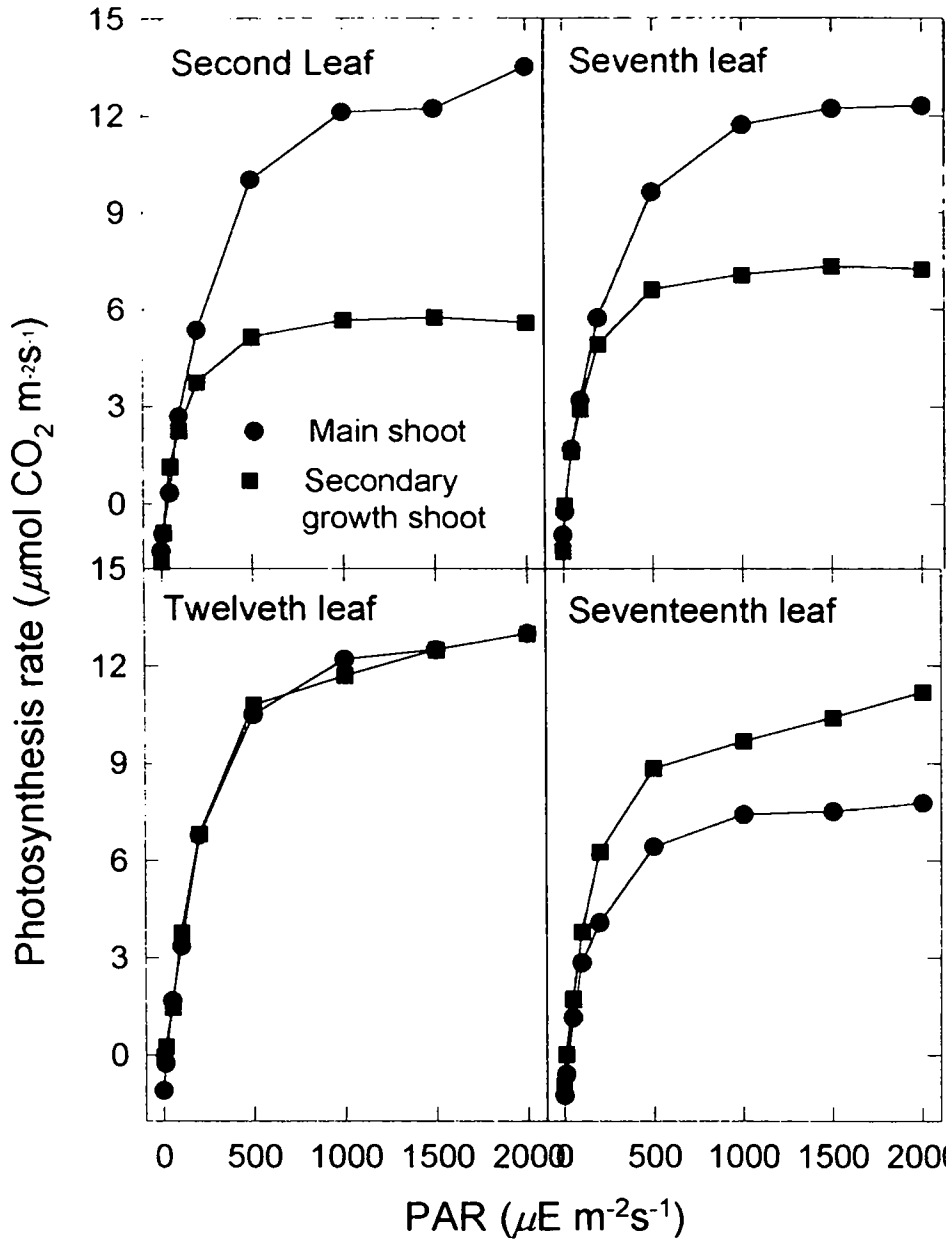

Fig. 8. Effect of leaf position in branch on photosynthesis rate. Plants were grafted on March, 1997. Photosynthesis rate measured on Sep. 13. 1997.

2차 생장지는 2번째 잎보다는 7번째 잎이 높았으며, 11번째 잎은 감소하였고 17번째 잎은 증가하였다. 이러한 결과는 일정한 경향을 보기 어려웠는데, 2차생장지 잎의 발생시기가 관여하였을 것으로 추측된다. 이상을 종합하면 2차 생장지는 1차지의 생장이 멈춘 후에 생장을 하므로 광합성에 의한 작물생산성의 기여 정도는 차후에 검토되어야 할 것이다.

제 4절 요 약

BAP경엽처리에 의한 식물체당 뿌리수는 농도가 높을수록 증가하였다. 직근의 길이는 BAP처리구의 경우 500mg/ℓ의 고농도에서 현저히 증가하였다. 총 根重은 250mg/ℓ BAP처리구에서 가장 무거웠으며 500mg/ℓ처리구는 감소하였다.

총 측근수는 10cm이내에서 가장 많았으며, 21cm이하에서는 측근이 거의 존재하지 않았다. 지표로부터 0~10cm의 총 측근수는 100mg/ℓ BAP경엽처리에서 가장 많았다. 11~20cm내 총 측근수는 250mg/ℓ BAP경엽처리구가 가장 많았다.

BAP경엽처리에 의한 전체 잎수, 전체 잎면적 및 엽중은 100mg/ℓ처리구에서 유의하게 증가하여 신초의 생장을 촉진시킨 것으로 생각된다

NAA경엽처리에 의한 측근 발생수는 250mg/ℓ까지 농도가 높을수록 많았으며 그 이상의 농도에서는 현저히 감소하였다. 줄기의 생육은 50~100mg/ℓ에서 가장 좋았으며 250mg/ℓ이상의 농도에서는 감소하였다

NAA경엽처리에 의한 전체 잎수, 전체 잎면적 및 엽중은 50mg/ℓ처리구에서 유의하게 증가하였으며, 250mg/ℓ이상의 농도에서는 대조구보다 감소하였다.

단감 유묘의 광포화점은 약 1,500 μmol · m^{-2} · s^{-1}였다. 광합성율은 광도에 관계없이 50mg/ℓ NAA와 25mg/ℓ BAP처리구에서 가장 높았다.

잎의 위치별 광합성율을 9월 13일을 기준으로 하여 비교한 결과, 주간은 상위엽일수록 광합성율이 높았다. 그러나 이차 생장지는 11번째 잎의 광합성율이 가장 높았으나 그 이하의 잎은 오히려 광합성율이 감소하였다. 주간과 2차 생장지의 광합성율을 비교하면 상위엽(7번째)은 주간이 높았으며, 중간엽(11번째)은 동일하였으나 하위엽(17번째)은 2차생장지의 광합성율이 높았다.

주간의 광포화점은 잎의 위치에 관계없이 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1}였다. 2차 생장지는 유엽인 1과 7번째 엽은 500 μmol · m^{-2} · s^{-1}, 성숙된 11과 17번째 잎은 1000~1500 μmol · m^{-2} · s^{-1}이었다.

주요어 : 경엽살포, NAA, BAP, 뿌리분포, 엽위, 광합성, 광포화점, 광보상점

인 용 문 헌

Avery, G. S. and E. B. Johnson. 1947. Hotmones and horticulture. McGraw-Hill, New York.

Bassman, J.H. and D.I. dickmann. 1982. Effects of defoliation in the developing leaf zone on young Populus × euramericana plants. I. Photosynthetic physiology, growth, and dry weight partitioning. Forest Sci. 28:599-612.

Biale, J. B. and F. F. Halma. 1937. The use of heteroauxins in the rooting of subtropicals. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35:443-447.

Blackman, P. G. and W. J. Davies. 1985. Root to shoot colmmunication in maize plants of the effects of soil drying. J. Expt. Bot. 36:39-48.

Bonhomme, R., C. Varlet Grancher, M. Chartier, and P. Artis. 1977. Utillisation de l'energie solaire par une culture de *Vigna sinensis* IV. Influence de l'a ge et des eclairements passes sur le potentiel photosynthetique des feuilles cotyledonaires. Ann. agron. 28:159-169.

Buttrose, M. S. and M. G. Mullins. 1968. Proportional reduction in shoot growth of grapevines with root systems maintained at constant relative volumes by repeated pruning. Austral. J. Biol. Sci. 21:1095-1101.

Carmi, A. 1986. Effects of cytokinins and root pruning on photosynthesis and growth. Photosynthetica 20:1-8.

Chris A. Martin, Dewayne L. Ingram, and Terril A. Nell. 1991. Growth and photosynthesis of Magnolia grandiflora 'St. Mary' in response to contstant and increased container volume. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(3):439-445.

Cockroft, B. and J.C. Wallbrink. 1966. Root distribution of orchard trees. Austral. J. Agri. 17:49~54.

Constable, G.A., H.M Rawson. 1980. Effect of leaf position, expansion and age on photosynthesis, transpiration and water use efficiency of cotton. Aust. J. Plant Physiol. 7:89-100.

De-Xing Chen and J. Heinrich Leith. 1993. A two-dimentional, dynamic modle for root growth distribution of potted plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(2):181-187.

Den Herder, M. and C.R. Rom. 1989. Nitrogen and light levels affect carbon assimilation and allocation in greenhouse grown apple trees. HortScience 24(3):71.(Abstr.)

Eavis, B.W. and D. Payne. 1968. Soil physical conditions and root growth, p. 256~269. In:W.J. Whittington (ed.). Wiley, New York.

Evans, M.L. 1984. Functions of hormones at the cellular level of organization. p. 23~79. In:Encyclopedia of plant physiology. Hormonal regulation of development II. T.K. Scott (ed.) Spring-Verlag, New York.

Feldman, L. J. 1979. Cytokinin biosynthesis in roots of corn. Planta 145:315-321.

Fernandez, R.T., R.L. Barley, and D.C. Ferree. 1991. Rooting characteristics of apple rootstocks at two NC-140 trial locations. Fruit Var. J. 45:264~268.

Flore, J.A and A.N. Lakso, 11989. Envirnomental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. Horticultural reviews 11: 111-157.

Fraser, D.E. and R.G.S. Bidwell. 1974. Photosynthesis and photorespiration during the ontogeny of the bean plant. Can. J. Bot. 52:2561-2570.

Gordon, A.J., J.D. Hesketh, and D.B. Peters. 1982. Soybean leaf photosynthesis in relation to maturity classification and stage of growth. Photosynthesis Res. 3:81-93.

Hall, A.J. and C.J. Brady.1977. Assimilate source-sink relationships in *Capsicum annuum* L. II. Effects of fruiting and defloration on the photosynthetic capacity and senescence of the leaves. Aust. J. Plant Physiol. 4:771-783.

Haraguchi, N. and S. Shimizu. 1970. Photosynthetic activities in tobacco plants. II. relationship between photosynthetic activity and chlorophyll content. Bot. Mag. (Tokyo) 83:411-418.

Hedley, C.L., and D.M. Harvey. 1975. The involvement of CO_2 uptake in the flowering behaviour of two varieties of Antirrhimum majus. - In : Marcelle, R.(ed.) : Environmental and Biological Clntrol of Photosynthesis. Pp. 149-160. Dr. W. Junk, B. V. Publ., The Hague.

Hess, C. E. 1962. A physiological analysis of root initiation in easy and difficult to root cuttings. Proc. 16th Intl. Hort. Congr. 375-381.

Hiroi, T. and M. Monsi. 1966. Dry-matter economy of *Helianthus annuus* communities grown at varying densities and light intensities. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sec. III, 9:241-285.

Hodgkinson, K. C. 1974. Influence of partial defoliatoon on photosynthesis, photorespiration and transpiration by lucerne leaves of different ages. Aust. J. Plant Physiol. 1:561-578.

Horie, T. and T. Udagawa. 1971. Canopy photosynthesis of sunflower plants, Its measurements and modeling. Bull. nat. Inst. agr. Sci. (Japan), Ser, A, 18:1-56.

Irizarry, H., J. Vicente-Chandler, and S. Silva. 1981. Root distribution of plantings growing on five soil types. J. Agri. Univ. of Puerto Rico. 65:29~34.

Iwakiri, S. and M. Inayama. 1975. Studies on the canopy photosynthesis of the horticultural crops in controlled environment. (4) Photosynthetic characteristics of single cucumber leaves.) J. agr. Meteorol. 30:161-166.

Kliewer, W. M. and R. D. Fuller. 1973. Effect of time and severity of defoliation on growth of roots, trunk, and shoots of "Thompson Seedless" grapevines. Amer. J. Enol. Viticult. 24:59-64.

Kriedemann, P.E., B. R. Loves, J.V. Possingham, and M. Satoh. 1976. Sink effects on stomatal physiology and photosynthesis. - In : Wardlaw, I. F., Passioura, J. B.(ed) : Transport and Transfer Processes in Plants. Pp.401-414. Academic Press, New York-San Francisco-London.

Krishnamoorthy, H.N. 1981. Auxins. In: Plant growth substances including applications in agriculture. p. 3~48. McGraw-Hill, New York.

Kumura, A. 1969. Studies on dry matter production of soybean plant. V. Photosynthetic system of soybean plant population.) Proc. Crop. Sci. Soc. Jap. 38:74-79.

Lakso, A.A. and E.J. Seeley. 1978. Environmentally induced response of apple tree photosynthesis. HortScienpce 13:646-650.

Leopold, A. C. 1955. Auxins and plant growth. Univ of California Press, Berkeley.

Loach, K. 1988. Water relations and adventitious rooting. p. 102-116. In: T.

D. Davis, B. E. Haissig, and N. Sankhla (eds.). Adventitious root formation in cuttings. Dioscorides Press, Portland, Ore.

Ludlow, M.M. and G.L. Wilson. 1971. Photosynthesis of tropical pasture plants. III. Leaf age. Aust. J. biol. Sci. 24:1077-1087.

Machida, H., A. Ooishi, and T. Hosoi. 1977. Studies on photosynthesis in cuttings during propagation. I. Changes in the rate of apparent photosynthesis in the cuttings of several plants after planting. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 46:274-282.

Malkina, I.S. 1976. Izmenenie svetovykh krivykh fotosinteza s vozrastom lista klena ostrolistnoho (Changes in light curves of photosynthesis with ageing of the leaf of Norway maple.) Fiziol. Rast. 23:247-253.

McDavid, C. R., G. R. Sagan. and C. Marshall. 1973. The effect of root pruning and 6-benzylaminopurine on the chlorophyll content. $^{14}CO_2$ fixation, and the shoot/leaf ratio in seedlings of *Pisum sativum* L. New Phytol. 72:465-470.

Mor, Y. and N. Zieslin 1987. Plant growth regulators in rose plants. pp. 53-73. In: Horticultural reviews vol 9. J. Janick (eds). AVI, USA.

Murakami, T. 1978. Studies on the photosynthetic rate of mulberry plant : I. the variation of photosynthetic of leaves with leaf order in various growing periods.) Bull. sericult. Exp. Sta.(Tokyo) 27:353-368.

Negishi, W. J. and T. Satoo. 1956. Photosynthesis, respiration and consumption of reserves of sugi (*Cryptomeria japonica*) cuttings. J. Jpn. For. Soc. 38:63-84.

Okoro, O. O. and J. Grace. 1976. The physiology of rooting *Populus* cuttings. I. Carohydrates and photosynthesis. Physiol. Plantarum 36:133-138.

Richards, D. and R. N. Rowe. 1977a. Effects of root restriction, root pruning and 6-benzylamino purine on the growth of peach seedlings. Ann. Bot. 41:729-740.

Richards, D. and R. N. Rowe. 1977b. Root-Shoot interactions on peach:the function of the root. Ann. Bot. 41:1211-1216.

Rom, C.R. 1991. Light threshholds for apple tree canopy growth and development. HortScience 26(8):989-992.

Sams, C. E. and J. A. Flore. 1983. Netphotosynthetic rate of sour cherry(*Prunus cerasus* L. '*Montmorency*') during the growing season with particular reference to fruiting, Photosynthesis Research 4:307-316.

Satch, M. and K. Hazama. 1971. Studies on photosynthesis and translocation of photosynthate in mulberry tree. I. Photosynthetic rate of remained leaves after short pruning. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 40:7-11.

Sato, T., M. Kawai, and T. Fukuyama. 1978. Studies on matter production of taro plant (*Colocasia esculenta* Schott) I. Changes with growth in photosynthetic rate of single leaf. Jap. J. Crop Sci. 47:425-430.

Skene, K. G. M. 1975. Cytokinin production by roots as a factor in the control of plant growth, pp. 365-396. In: J. G. Torrey and D. T. Clarkson(eds.), The development and function of roots. Academic Press, New York.

Skoog, F. and C.O. Miller. 1957. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue cultured in vitro. Symp. Soc. Exp. Boil. 11:118-131.

Smalley, T.J., M.A. Dirr, A.M. Armitage, B.W. Wood, R.O. Teskey, and R.F. Severson. 1991. Photosynthesis and leaf water, carbohydrate, and hormone status during rooting of stem cuttings of Acer rubrum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(6):1052-1057.

Taylor, H.M. and H.R. Gardner. 1963. Penetration of cotten seedling taproots as influenced by bulk density, moisture contentand strength of soil. Soil Sci. 96:153~156.

Thomas, R.F., R.L. Ferry, and C.F. David. 1995. Root distribution patterns of nine apple rootstocks in two contrasting soil types. J. Amer. Soc. Sci. 120(1) 6~13.

Thornley, J.H.M. 1976. Mathematical models in plant physiology. Chap-3. Light interception in plants and crops, p. 74-91; chap. 4. photosynthesis, p. 92-110. Academic, New York.

Thorpe, M.R., A. Saugier, S. Auger, a. Berger, and M. Methy. 1978. photosynthesis and transpiration of an isolated tree: Model and validation. Plant Cell Environ. 1:269-277.

Tichá I., J. Čatský, D. Hodáňová. J. Pospišilová, M. Kaše, and Z. Šesták.

1985. Gas exchange and dry matter accumulation during leaf development. p. 157-216. In: Photosynthesis during leaf development. (ed.) Z. Šesták. Dr W. Junk Publishers. Dordrecht

Upshall, W.H. 1939. Transplanting shock in peach seedling rootstocks and its effects on size of nursery and orchard trees. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37:340～342.

Winzeler, H. and J. Nosberger. 1980. Carbon dioxide exchange of spring-wheat in relation to age and photon-flux density at different growth temperatures. Ann. Bot. 46:685-693.

木村光雄. 1943. 砧木の種類と果樹根群の變異に就て. 園學誌 14(3):84～91

飯久保昌一, 西田光夫. 1954. 柿の移植と砧木に關する問題. 農及園 29(11):1392～151.1394.

손동수, 김용석, 홍경희, 김기열, 이운식. 1988. 감나무 식상경감에 관한 연구. 농시논문집(원예편) 30(1):83-88.

熊代克巳. 1955. 柿の砧木に關する研究 (第1報) 農學研究集錄 7:28～31

猪崎政敏, 板倉昭, 樫村勝可. 1960. カキの植傷輕減に關する研究. 園學誌 19(3):219～222.

前田知, 吉岡正入. 1955. 柿の移植に關する觀察 (第1報)移植時期に就て. 園學誌 1492):143～151.

제 4장 단감의 생리생태 연구

1. 단감나무의 생리·생태적 특성에 관한 연구
2. '富有' 감의 落果 및 品質에 미치는 受粉樹의 影響
3. 富有단감의 樹勢別 가지의 生長과 果實의 肥大 및 日燒被害에 미치는 影響

연 구 기관 : 동아대학교
연구책임자 : 이 용 문

실험 1. 단감나무의 생리·생태적 특성에 관한 연구

A studies on physioecological characteristics of 'Puyu' persimmon

SUMMARY

Experiments on the leaf characteristics have been carried out in sweet persimmon cultivars. The result obtained are as followings :

Mikado and Daean Dangam were the largest for leaf length, leaf width, leaf area and leaf weight in all cultivars. The largest leaf stalk diameter was observed in Mikado, but the smallest was Ro-19. For the index of leaf shape, Ro-19 showed the largest but Mikado showed smallest. For the content of chlorophyll, Ro-19 cultivars contained higher but Mikado contained lower. In average for all cultivars, the contents of N, Ca and B were low, that of P seemed insufficient and those of K and Mg were difficient. However, the contents of Na, Cu, Zn, Fe and Mn were morderate. The contents of Al, in particular, were high(81-148) for all cultivars.

제 1절 서 설

단감은 다른 타 과수에 비해 토양, 기상 등의 재배지의 환경조건에 대해 큰 영향을 받는 과수로서, 특히 온도는 단감나무의 생육과 직결되는 중요한 재배요건 중의 하나이다. 또한 단감은 다른 타 과수에 비해 재배되고 있는 품종이 다양하지 못하며 이로 인해 재배지역도 극히 한정되어 있다. 우리나라 남부 지역에서 재배되고 있는 부유, 차랑등은 9월의 평균기온이 21~23℃, 10월의 평균기온이 15℃이

상의 지역에서 재배가 가능할 만큼 재배지역이 한정적이다.

이러한 소수의 재배품종과 재배지역의 한정성은 결과적으로 거의 제한된 재배지에서 동일한 품종이 재배되므로 수확기가 특정한 시기에 편중되어 홍수출하를 면하기 어려운 실정이다.

최근 경제성장에 따라 과실의 소비량이 급증하면서 단감의 재배면적도 급속히 증대되어 새로운 주산지가 확대되어 가고 있다. 그러나 그 지역의 환경특성을 고려한 품종에 대한 연구결과는 거의 전무한 상태이고, 농가의 재배기술 또한 다른 과수에 비하면 낙후되어 있다.

이에 본 연구는 우리나라에서 재배가능한 단감의 10여 품종에 대해 우선적으로 잎 및 과실에 대한 생리 및 생태적인 특성을 조사하여 재배분야의 기초자료로 활용하고자 본 시험을 실시하였는데, 이에 잎에 대한 조사는 완료되어 그 결과를 보고하는 바이고, 과실에 대한 조사는 아직 수확시기가 되지 않아 11월 초순에 수확하여 조사한 후에 그 결과를 보고할 예정이다.

제 2절 연구내용

본 실험은 원예시험장 부산지장·과수원에 식재된 단감 품종별 잎을 9월에 채취하여 사용하였다.

1. 잎의 생태적 특성조사

공시재료는 과수원내 단감 10품종의 가지 선단부에 착생된 잎을 품종별 임의로 15개씩 채취하였다. 채취된 잎은 건조를 막기 위해 비닐 봉지에 넣은 후 다시 ice box에 넣어 실험실로 운반 후 조사하였다. 엽장 및 엽병장은 자로, 엽면적은 Green leaf area meter (GA-5)를 사용하였다. 엽중은 자동천칭, 엽형지수는 엽폭÷엽장×100으로 구하였다. 엽 두께 및 엽병직경은 caliper를 사용하였고, 엽 두께는 5매씩 측정하여 평균하였다.

2. 잎의 chlorophyll 분석

품종별 결과지의 선단 및 그 다음 착엽을 채취하여 polyethylene film 봉지에 넣어 완전 밀봉 후 냉장고에 넣어둔 잎을 punch로 punching 한 후 80% acetone

액에 넣어 냉암소에 72시간 방치한 후 그 색소액을 취하여 spectrophotometer를 사용하여 647nm와 664nm에서 흡광도를 측정하고, Amon의 공식에 의거 함량을 산출하였다.

3. 엽의 무기성분 분석

엽의 무기성분 중 N는 Micro kjeldahl을 사용한 증류법으로 하였고, P는 Vanadic acid법으로 spectrophotometer를 사용하여 436nm에서 흡광도를 측정하여 정량하였다. K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe, Cd, Mn, Co는 Atomic absorption spectrophotometer로 정량하였다. B는 curcumin발색에 의한 spectrophotometer 540nm에서 그리고 Al는 530nm에서 측정하였다.

제 3절 결과 및 고찰

1. 잎의 생태적 특징

엽장은 Table 1에서 보면 미카도가 20.15cm로 제일 길었고, 대안단감이 19.32cm로 다음이었다.

Table 1. Comparison of the leaf length and width in the cultivars of sweet persimmons.

Cultivars	Leaf length(cm ± S.E)	Leaf width(cm ± S.E)
Gosho	15.40 ± 0.7	7.85 ± 0.3
Mikado	20.15 ± 0.8	9.52 ± 0.4
Aichi Fuyu	16.36 ± 0.5	8.39 ± 0.3
Zenjimaru	15.43 ± 0.3	8.05 ± 0.3
Daean Dangam	19.32 ± 0.5	9.93 ± 0.2
Ama Hyakume	12.58 ± 0.3	7.62 ± 0.2
Nishimura wase	16.75 ± 0.5	9.12 ± 0.2
Ro-19	13.16 ± 0.4	8.87 ± 0.2
Jiro	16.16 ± 0.3	8.75 ± 0.3
Fuyu	14.91 ± 0.5	8.10 ± 0.3

그리고 감백목은 12.58cm로서 가장 적었다. 엽폭은 대안단감이 9.93cm이고, 미카도는 9.52cm였으며 엽폭 역시 감백목이 7.62cm로 잎이 가장 작은 경향이었다. 엽형지수 (Table 2)는 Ro-19가 67.4%로 타원형을 이루었고, 다음이 감백목 순위며 어소가 50.3%로 약간 길게 나타났다. 엽면적은 미카도가 145.8cm^2, 대안단감이 142.8cm^{2}로 컷으며 감백목이 73.3cm로 가장 적었고 그 외 품종은 중간정도였다. 엽중 (Table 3)은 대안단감이 4.46g, 미카도는 4.36g으로 비슷하였으며 Ro-19품종은 2.6g으로 가장 가벼웠다. 엽의 두께는 애지부유가 0.71mm, 선사환이 0.69mm, 부유 0.68mm로 비슷한 경향이었고 서촌조생이 0.57mm이고 어소와 차랑은 0.58mm로 공히 작게 나타났다.

엽병직경<Table 4>은 미카도 3.25mm 차랑 및 대안단감이 3.2mm로 다음이었고, Ro-19가 엽병이 2.8mm로 가장 가늘었고 다음으로 어소가 2.9mm로 가는 경향이었다. 엽병장은 미카도가 1.89cm, 애지부유 1.88cm, 부유 1.78cm순위였고, 선사환은 1.14cm로 엽병장이 가장 짧았으며 다음이 Ro-19로서 1.25cm였다.

Table 2. Comparison of the leaf shape index and leaf area in the cultivars of sweet persimmons.

Cultivars	Shape index of leaf (%)	Leaf area(cm^2 ± S.E)
Gosho	50.30	100.77 ± 4.65
Mikado	47.25	145.77 ± 4.75
Aichi Fuyu	51.35	105.97 ± 5.05
Zenjimaru	52.90	100.61 ± 4.9
Daean Dangam	51.35	142.76 ± 4.95
Ama Hyakume	60.65	73.27 ± 2.7
Nishimura wase	54.45	109.35 ± 3.85
Ro-19	67.40	96.44 ± 4.05
Jiro	54.15	107.315 ± 3.75
Fuyu	54.40	90.02 ± 5.95

Table 3. Comparison of the leaf weight and leaf thickness in the cultivars of sweet persimmons.

Cultivars	Leaf weight(g ± S.E)	Leaf thickness(mm)
Gosho	3.08 ± 0.3	0.58
Mikado	4.36 ± 0.6	0.63
Aichi Fuyu	3.46 ± 0.2	0.71
Zenjimaru	3.02 ± 0.2	0.69
Daean Dangam	4.46 ± 0.3	0.64
Ama Hyakume	2.21 ± 0.1	0.67
Nishimura wase	3.03 ± 0.2	0.57
Ro-19	2.60 ± 0.2	0.58
Jiro	3.33 ± 0.2	0.58
Fuyu	2.81 ± 0.3	0.68

Table 4. Comparison of the leaf stalk diameter and leaf stalk length in the cultivars of sweet persimmons.

Cultivars	Leaf stalk diameter(mm ± S.E)	Leaf stalk length(cm ± S.E)
Gosho	2.89 ± 0.5	1.68 ± 0.3
Mikado	3.25 ± 0.5	1.89 ± 0.2
Aichi Fuyu	3.12 ± 0.5	1.88 ± 0.2
Zenjimaru	2.93 ± 0.4	1.14 ± 0.2
Daean Dangam	3.20 ± 0.4	1.77 ± 0.1
Ama Hyakume	3.14 ± 0.4	1.34 ± 0.3
Nishimura wase	3.09 ± 0.4	1.34 ± 0.2
Ro-19	2.78 ± 0.3	1.25 ± 0.2
Jiro	3.20 ± 0.5	1.33 ± 0.2
Fuyu	3.01 ± 0.4	1.78 ± 0.3

2. 품종별 잎의 chlorophyll의 함량

품종별 잎의 chlorophyll 함량을 (Table 5) 보면 chlorophyll 함량은 Ro-19가 2.55mg/g으로 많았고, 어소가 2.34mg/g로 다음으로 많았으며, 미카도는 1.72mg/g으로 적은 경향이었다. Chlorophyll a 함량을 보면 Ro-19가 1.54mg/g로 함량이 많았고, 어소가 1.52mg/g으로 다음으로 많았으며, 미카도는 1.08mg/g으로 total chlorophyll 함량과 같은 경향을 나타내었다. Chlorophyll b의 함량은 Ro-19 1.01mg/g, 선사환 0.9mg/g 이였고, 대안단감과 미카도는 0.63, 0.64 mg/g를 나타내어 가장 적었으며 chlorophyll a에 대해 b는 1/2의 함량이 존재하였다.

Table 5. Comparison of the chlorophyll contents of leaves in the cultivars of sweet persimmons.

Cultivars	Chlorophyll (mg/g f.w)		
	a	b	Total
Gosho	1.52	0.83	2.34
Mikado	1.08	0.64	1.72
Aichi Fuyu	1.20	0.70	1.89
Zenjimaru	1.33	0.90	2.23
Daean Dangam	1.16	0.63	1.79
Ama Hyakume	1.36	0.73	2.09
Nishimura wase	1.18	0.59	1.76
Ro-19	1.54	1.01	2.55
Jiro	1.22	0.84	2.06
Fuyu	1.46	0.81	2.27

3. 잎의 조직내 무기성분의 함량

품종별 잎의 질소(N) 성분은(Table 6) 전 품종중 애지부유 2.38%, Ro-19는 2.06%로 적량이었고, 그외 품종은 부족하였다. 인산(P_2O_5)은 애지부유 0.17%로 다량이었고, 서촌조생은 0.04%로 가장 결핍하였고, 그외 품종은 부족한 상태였다. 칼리(K_2O)는 전 품종의 엽중 칼리성분이 0.05-0.19%로써 전반적으로 결핍상태를 나타내었다. 칼슘(Ca)은 어소 1.08%와 애지부유 1.4% 범위내에 있는 4품종은 적량이었고, 감백목 0.58%와 차랑 0.99%의 범위에 있는 6품종은 부족한 상태였다. 마그네슘(Mg)은 차랑 0.016%와 서촌조생 0.029% 범위내에 있어 결핍현상을 나타내었다. 나트륨(Na)은 선사환 0.022%와 미카도 0.32% 범위내에 분포되어 전 품종이 적량이었다.

구리(Cu)는 서촌조생 6.5ppm과 애지부유, 부유 15.0ppm 사이에 있는 5품종은 적량이었고, 선사환, Ro-19, 차랑은 각각 5ppm으로 부족하였고, 미카도와 감백목은 공히 3.3ppm으로서 결핍상태였다. 아연(Zn)은 30-65ppm 사이의 품종은 적량이었고 차랑 17.5ppm, 미카도, 선사환은 20ppm으로 결핍상태였다. 철(Fe)은 어소가

Table 6. Comparison of the mineral contents of leaves at the cultivars of sweet persimmons

Cultivars	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B	Al	Cd	Co
	%						ppm							
Gosho	1.72	0.11	0.15	1.08	0.028	0.026	10.0	30.0	170.0	61	38.2	107.9	3.25	0.57
Mikado	1.64	0.11	0.19	1.18	0.028	0.032	3.3	20.0	137.5	28	41.5	134.3	4.0	0.55
Aichi Fuyu	2.38	0.17	0.15	1.40	0.026	0.026	15.0	60.0	140.0	20	40.5	122.9	0.75	0.70
Zenjimaru	1.49	0.14	0.12	0.68	0.022	0.022	5.0	20.0	110.0	66	23.6	93.7	6.0	0.36
Daean Dangam	1.81	0.10	0.09	0.91	0.020	0.026	13.3	55.0	112.5	47	46.9	126.3	2.0	0.42
Ama Hyakume	1.46	0.09	0.06	0.58	0.022	0.026	3.3	40.0	82.5	43	40.1	86.7	0.75	0.27
Nishimura wase	1.54	0.04	0.09	1.17	0.029	0.026	6.5	50.0	140.5	76	57.8	135.7	0.0	0.58
Ro-19	2.06	0.14	0.06	0.80	0.019	0.027	5.0	30.0	130.0	58	43.5	134.2	0.0	0.34
Jiro	1.74	0.09	0.08	0.99	0.016	0.031	5.0	17.5	140.5	57	41.2	125.6	0.0	0.48
Fuyu	1.75	0.14	0.05	0.86	0.020	0.029	15.0	65.0	150.0	45	38.5	129.5	1.25	0.41

170ppm으로서 다량이었고, 감백목 82.5ppm과 부유 150ppm 범위내에 있는 품종은 적량으로 나타났다. 망간(Mn)은 서촌조생이 76ppm으로 다량이었고, 애지부유는 20ppm으로 가장 적었다. 붕소(B)는 대안단감 46.9pm과 서촌조생 57.8ppm은 다량이었고, 선사환은 23.6ppm으로써 가장 결핍하였다. 알루미늄(Al)은 모든 품종에 다량이었다. 카드뮴(Cd)은 선사환에서 6ppm 으로 많이 나타났고 그외 품종은 적거나 나타나지 않았다. 코발트(Co)는 애지부유가 0.7ppm으로 가장 많았고 감백목 품종은 0.27ppm으로 가장 적었으며 그 외 품종은 0.34-0.58ppm 범위에 있었다.

제 4절 고 찰

1. 잎의 생태적인 특성

감의 잎은 품종에 따라 모양이 다른데 타원형이 많고 방추형 심장형도 있다. 잎의 특성은 나무가지 위의 신초 기부 잎은 발육이 빠르나 조기에 정지되어 잎이 작고 가지 위쪽(선단)의 잎은 생육이 늦어도 잎이 확대 생장하여 엽면적이 넓어지는

것이 일반적이다.

엽장을 보면 (Table 1) 미카도, 대안단감 등 과실이 큰 품종이 엽장이 길었고 감백목은 단엽현상인데 이는 품종적 유전형질에서 기인된 것 같다. 엽폭도 같은 경향이었다. 엽형지수 (Table 2)는 Ro-19가 가장 타원형이었고 부유보다 태풍에 강한 편이었는데 이는 잎이 짧기 때문이다. 엽면적은 과실 생육에 있어서 동화기관으로서의 엽수 즉 엽면적의 확보가 중요하다고 생각되나 감나무의 품종별 엽면적의 증대와 과실 생장과를 관련지은 보고는 적다. 엽면적과 과형지수는 한 과실당의 엽수가 적을수록 적고 많을수록 크다. 이와 같이 1과당의 엽면적이 적으면 요고가 되고 많을때에는 편평형으로 된다고 하였고, 부유는 1과당 200g 내외일 때 15엽 또는 25-30잎 정도가 필요하다고 하였다. 엽중 (Table 3)은 대안단감, 미카도와 같이 과실이 무거우면 잎도 무겁고 과실이 작으면 엽중도 가벼운 상관관계를 나타내었다. 엽병두께와 엽병장은 미카도 품종이 제일 두껍고 긴데 이는 엽면적이 큰 것과 상관관계가 있다고 본다.

2. 품종별 잎의 chlorophyll 함량

chlorophyll 함량은 토양, 시비기준, 수세에 따라서 많은 영향을 주는데 특히 남쪽잎이 chlorophyll 함량이 높은 것은 햇빛을 이용한 탄소동화작용이 가장 중요하며 품종에 따라서도 큰 차이가 있다고 본다. Chlorophyll a (청록색) 와 chlorophyll b (황록색)의 비는 3:1이 일반적인데 본 성적에서는 2:1의 경향을 나타내었다.

3. 품종별 잎의 무기성분 함량

품종에 따라 차이가 있겠으나 본 시험에서 적량을 추천하면 질소는 2.38~2.06%가 적량이었고, 인산은 0.13~0.14%가 적량이다. 칼리는 0.05~0.19%로써 전반적으로 결핍상태를 나타내었다. 2~3.75% 까지는 시용해 주어야 한다. 칼슘은 어소 1.08%, 애지부유 1.4%는 적량이고 감백목 0.58%, 차랑 0.99%의 범위는 1.5~1.01 까지 시비량을 늘려야 한다. 마그네슘은 전품종 모두가 결핍상태(0.017~0.029)여서 0.3~0.19% 까지 시비량을 더 시용해야 할 것이다. 나트륨은 미카도가

0.032%를 위시해서 전 품종이 적량이었다. 구리는 서촌조생, 차랑, 미카도, 감백목은 3.3~5ppm 범위인데 5.1~15.0ppm 까지 더 시비해야 하고 그 외 품종은 적량이다. 아연은 전 품종이 적량 (30-65ppm)이나 그중 미카도, 선사환은 20ppm으로 결핍상태이다. 그러므로 25~100ppm 까지 시용이 요구된다. 철은 전 품종이 적량으로 나타났다. 망간 역시 전 품종이 적량이었다. 붕소는 서촌조생이 57.8ppm으로 높았고 선사환은 23.6ppm으로 가장 낮기 때문에 50~200ppm 되게 조절을 요한다. 알루미늄은 감백목 86.7ppm에서 서촌조생 135.7ppm 범위에 있어 높은 편이며 6.0~30ppm 되게 시용량을 줄여야 한다.

제 5절 요 약

단감나무 품종별 잎의 특성을 조사 분석한 결과는 다음과 같다. 품종별 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽중은 미카도, 대안단감이 제일 크다. 엽병직경은 미카도가 가장 크고 R0-19가 가장 작았다. 엽형지수는 품종중 Ro-19 가 가장 컷으며 미카도 품종이 가장 작았다. Chlorophyll의 함량은 Ro-19가 많았다. 그러나 미카도 품종은 보다 적었다. 품종 전체로 보면 N, Ca, 및 B 함량은 적었으며, P는 약간 적은 경향이었고 K 와 Mg는 결핍이었다. 그러나 Na, Cu, Zn, Fe, Mn은 적량이었다. 특히 Al 함량은 모든 품종이 81~148ppm으로 많았다.

실험 2. '富有' 감의 落果 및 品質에 미치는 受粉樹의 影響

Effects of pollinizer on fruit drop and quality of 'Fuyu' persimmon

Summary

Effects of pollinizer on fruit drop and quality of 'Fuyu' persimmon are as follows. Physiological fruit drop rate of non-pollinazer, *Diospyros Lotus* L., Wild persimmon, Nishimura Wase, Mikado, Bang Gosho and Zenjimaru were 50%, 67.3%, 11.1%, 22.9%, 32.0%, 34.0% and 13.4%, respectively. The peak of fruit drop wave in all pollinizers arose one or two and the first peak was the highest on June 30. Negative corelation was obtained that the more seed number is, the less fruit drop rate is. Fruit drop rate of Nishimura Wase was some high though seed number was more than that of Zenjimaru and Wild persimmon. Consequently, 'Fuyu' persimmon required pollinizer and Wild persimmon was a good pollinizer. *Diospyros Lotus* L. showed not only useless pollinizer but also negative effect.

Key words: Pollinizer, Fruit drop wave, Fruit quality, Wild persimmon, *Diospyros Lotus* L

제 1절 서 설

감의 生理的 落果에 관해서는 비교적 많은 보고가 알려져 있으며"(梶浦,1942)", '富有'의 結實안정을 꾀하기 위해서는 受粉을 하여 種子數를 많게 하는 것이 가장 중요하다 "(梶浦,1941a 1942b, 傍島 等,1969)"고 한다. '富有'는 單爲結實力은 약하

나 種子形成力은 상당히 강하기 때문에 受粉이 되면 많은 種子가 생긴다"(北川,1970)". 그러나 受粉이 되지 않으면 生理的인 落果를 초래하는데 前期落果는 6월 상순과 7월하순까지 2~3週의 波相이 있어 이 시기가 落果에 크게 영향 한다고 하였다 "(傍島,1980)". "石崎(1970)"는 人工受粉에 의한 落果防止효과는 극히 현저하다고 하였는데 栽培分野에서 보면 受粉樹의 混植이 필요하다. 그러나 수분수중에는 開花期의 早·晩, 花粉量의 多·少, 또한 이들을 구비한 품종이라도 受粉樹自體의 小果 및 品質 不良果가 많은데 그중 受粉樹로는 早紅柿와 禪寺丸 等이 사용되고 있으나 "(李와 尹,1985, 북천,1970)", '富有'의 受粉樹로 추천되고 있는 品種들은 이러한 모든 문제점들이 해결되지 못한체 이용되고 있다. 이제까지 사용 되어온 '禪寺丸'은 수꽃 着生과 花粉生産量은 많으나 品質이 나쁘고 "(金 等,1996)", 西村早生은 經濟的 재배가 가능하나 수꽃착생이 적고 不完全단감이라는 品質上의 缺點과 開花終了가 '富有'보다 빠른 문제점도 있다 "(金 等,1996)". 또한 晩御所는 수꽃이 많고, 結實性이 우수하여 수량은 安定性이 있으나 果頂裂果가 많고 "(金,1992)", 미카도는 不完全단감으로 수꽃이 적다는 결점이 있다. 그래서 이러한 品種들과 우리나라 山野에 自生하고 있는 돌감과 고욤(君遷子)의 花粉을 '富有'에 受粉시켜 着果·肥大生長 및 品質의 변화에 대하여 알고자 본 시험을 遂行하였다.

제 2절 연구내용

本 試驗은 1997年 5月부터 11月까지 密陽 초동면 果園에서 遂行하였다. 公試品種은 13年生 '富有'를 사용하였고, 受粉樹中 西村早生, 미카도, 晩御所는 金海 園藝試驗場 果園에서 禪寺丸, 돌감(山柿)은 金海 新泉 東亞大校 果園에서 고욤(君遷子)은 密陽 초동면 田邊에서 수꽃을 採取하였다. 處理方法은 富有의 無受粉, 富有×고욤, 富有×돌감, 富有×西村早生, 富有×미카도, 富有×晩御所, 富有×禪寺丸 等 7組合으로 하여 處理當 結果母枝上에 着生한 30㎝ 前後의 結果枝 3個씩(結果枝當 果實 2個)을 任意로 사용하여 株當 7處理 9反覆으로 하였다. 受粉은 5月 20日 암꽃이 開花前에 花粉遮斷을 위해 結果母枝까지 防蟲網(17mesh)을 씌워두고 "(朴,1997)", 5月 22日 受粉樹에서 採取한 수꽃을 4℃ 냉장고에 보관하여 두었다가 5月 26日 富有의

가지에 씌워진 防蟲網을 벗기고 한 결과지의 중앙부에 2개의 암꽃을 남기고 적과한 후, 花瓣을 제거한 수꽃 한個를 逆으로 가지고 "(橫澤,1971)" 암꽃(柱頭) "(石琦,1968)"에 2個씩 人工受粉을 시켰다. 그 후 다시 방충망을 씌워 두었다가 6月 3日 제거하였으며 無受粉區도 방충망을 同一하게 하였다. 落果調査 中 生理的落果 "(高馬,1938)"는 6月 1日부터 7月 30日까지 10日 間隔으로 後期落果 "(山田,1987)"는 10日, 20日, 30日 間隔으로 조사하였고, 10月 26日 과실을 수확하여 落果率, 落果波相, 果重, 縱徑, 橫徑(caliper), 果形指數(T/L×100) "(長谷,1990,北島,1993)", 色度(Hunter'a'), 糖度(°Brix), 硬度(Hardness meter), 種子數 等을 조사하였다.

제 4절 結果 및 考察

'富有'감에 受粉樹의 花粉을 수분시킨 후 早期 및 後期落果 "(北川,1970)"의 落果率을 그림 1에서 보면 無受粉區는 10月 26日 調査結果 65.9%로 높았는데 "北島等 (1993)"이 花粉遮斷 과실의 落果가 많았다는 보고와 같은 경향이었으며 '富有'의 結實 안정을 꾀하기 위해서는 受粉을 확실히 행하여 種子數를 많게 하는 것이 중요하고 "(梶浦,1941, 北島, 1993)", '富有'는 受粉을 하지 않으면 落果한다고 하는 "北島(1993)"의 보고와도 一致하였다. 고욤(君遷子)區는 78.2%로 無受粉區보다 더욱 落果率이 높았는데 이것은 果梗基部의 Auxin의 好適濃度에서 高濃度와 低濃度의 句配를 이루어 離層이 발달된 것인지 "(朴等,1965)", 아니면 고욤의 花粉과 '富有'果가 親和性이 없고, 꽃가루의 刺戟物質에 의하여 單爲結果도 억제된 것이 아닌가 생각 된다. 돌감區는 野生澁柿로써 落果率이 17.7%로써 낮은 것은 種子形成力이(表1. 果當種子 3.17個) 높기 때문이며 돌감 자체의 種子形成力이 강한데서 基因된다고 본다. 西村早生區는 22.9%로 꽃수도 적고 花粉量도 적은 결점이 있으나 "(金,1992)", 이 品種은 雄花를 着生하므로 受粉樹로써 期待된다고 하였고 "(石崎,1970)", "傍島(1980)"는 과실의 경제성을 고려하여 西村早生이 사용되지만 花粉量, 과실의 품질에 있어서 충분하지 않다고 하였다.

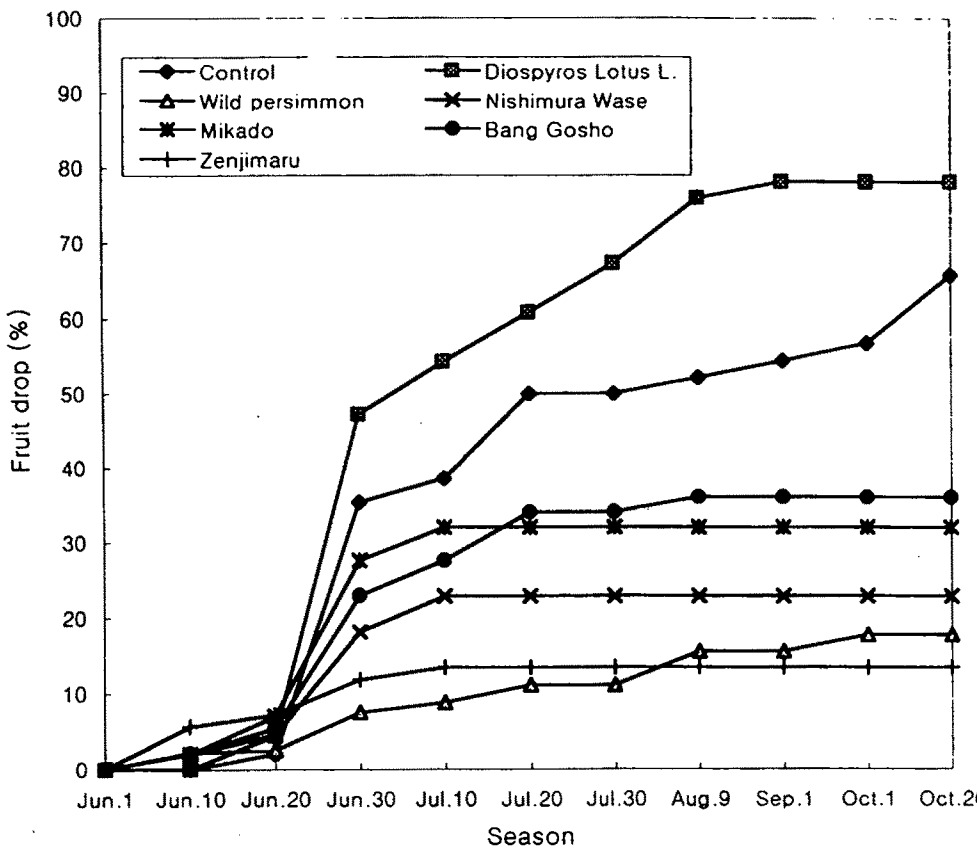

Fig. 1. Seasonal changes in drop rates of 'Fuyu' fruit as affected by seven different pollinizers.

그러나 본 성적을 보면 돌감과 禪寺丸 다음으로 落果防止 효과가 있었다. 미카도(체)區는 32%로 수꽃은 쇠약한 가지에 着花하고 있으며 晩御所區는 落果率이 36.1%로 높은 傾向이나 自體 結實性이 우수하고 수꽃이 많다고 하였다 "(金,1992)". 禪寺丸區는 13.4%로 낙과방지효과가 높았는데 "石崎(1968)"는 雄花 생산량과 그 性能은 品種에 따라 다르나 禪寺丸은 質·量 모두 우수하다고 한 보고가 提示해주고 있다. 受粉樹로는 禪寺丸이라고 한 李 와 尹(1985)"의 보고는 수분수 중에서는 우수

하다는 것을 말해주고 있다. 일반적으로 고욤區를 제외한 受粉區의 結實은 花粉 遮斷區보다 높았는데 "山田(1987)"의 보고와 동일하였다.

단감 '富有'에 수분수의 화분을 수분시킨 결과 落果波相을 그림 2에서 보면 無受粉區는 早期落果(june drop)가 6月 20日부터 2%를 시작하여 6月 30日에는 33.4%와 7月 20日에는 11.4%로 50%의 落果率로 2個의 波相을 나타내었는데 '富有'의 落果波相은 2個로 나타났다는 "李 와 尹(1985)"의 보고와 같았다. "新居(1990)"는 第1回 落果時期는 6月 13日, 第1回波相(37%)은 peak가 높았고 7月 2日 弟2回의 波相(9%)은 낮았다 하였고 또한 '富有'는 滿開后 10日과 35日째 사이에 3回의 落果波相이 관찰되었으나 滿開后 20~30日 前後에 落果가 激甚했다는 보고에 비하면 본 成績은 peak의 時期가 1週日 後의 차이를 나타내었는데 이것은 한국과 일본의 地

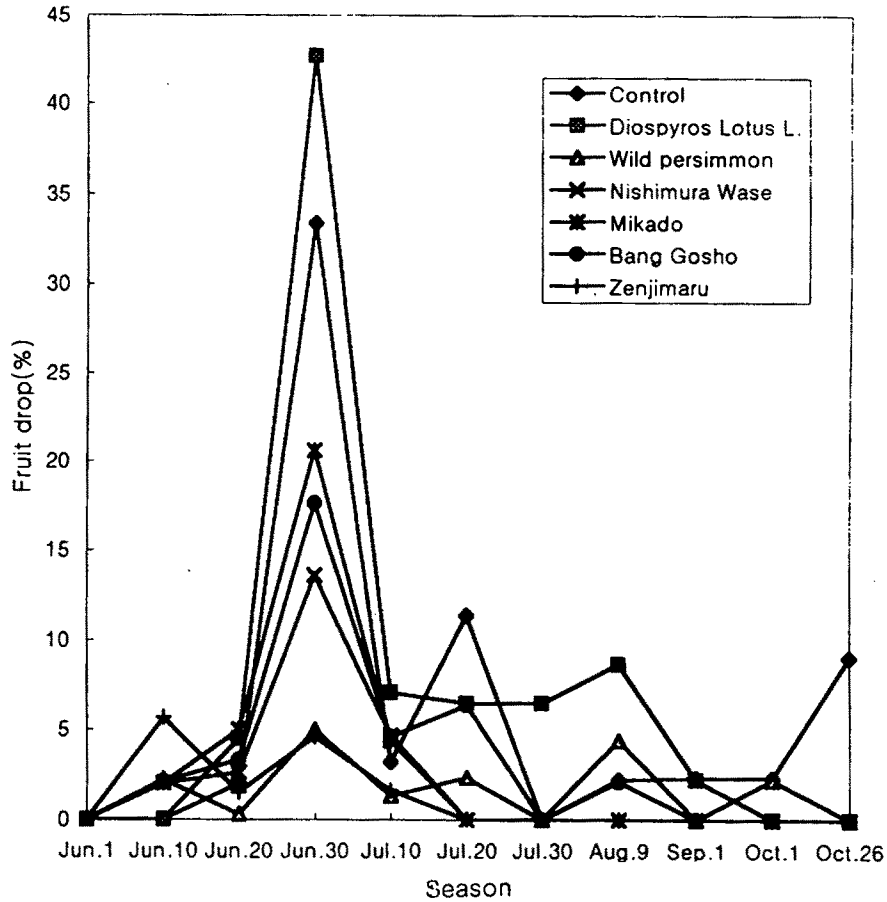

Fig. 2. Drop wave of 'Fuyu' fruit as influenced by seven pollinizers.

後期落果는 8月 9日부터 10月 1日까지 2.2~2.3%의 比率로 落果되었고 10月 26日은 9.1%로 後期落果中 최고를 나타내었으며 전체는 15.9%였다. 고욤區의 早期落果는 6月 20日 4.5%, 30日 42.7%로 가장 높은 peak를 이루었고, 7月 10日, 20일, 30日에는 7.1, 6.5, 6.5%로 약간의 持續的인 落果가 있었으며 全體로는 67.3%로 處理中 가장 높은 落果率 이었고, 後期落果는 10.9%로 8月 初期에 落果 되었다. 고욤花粉은 '富有' 감과 親和性이 없고 單爲結果에는 抑制作用을 하는 것으로 생각되어 果園 주위의 고욤나무는 제거하는 것이 좋다고 본다. 돌감區는 6月 10日부터 2.2%를 시작하여 全體 11.1%를 나타내어 處理區中 生理的 落果率이 가장 낮았으며, 6月 30日은 약간의 peak(5%)가 있었고 後期落果는 6.6%를 나타내어 돌감은 受粉樹의 代替樹로 實用性이 있다고 思料된다. 西村早生區는 6月 10日~7月 10日 동안 22.9%를 나타내었고, 6月 30日은 13.6%로 單頂曲線을 나타내었다. 後期落果는 6.6%였다. 미카도는 落果其間이 西村早生과 같고 6月 30日 20.6%의 落果로 單頂曲線을 이루었으며, 全體 32%의 落果率을 나타내었고 後期落果는 없었다. 晩御所區는 6月 30日 17.6%, 7月 20日 6.4%의 2個의 波相을 나타내었으며 그 外는 2.1~4.6%의 落果였고, 後期落果는 8月 9日 2.1%였다. 禪寺丸區는 6月 10日 5.7%로 早期落果가 빠르고 多少 많은 편이며, 6月 30日은 4.6%로 작은 2個의 波相을 나타내었으며 全體 落科率은 13.4%였고, 後期落果는 없었다.

Table. 1. Fruit characteristics of 'Fuyu' persimmon as affected by different pollinizers. Measurements were taken on Oct. 26, 1997.

Pollinizer	Fruit wt (g/fruit)	Fruit Lengh (mm)	Fruit Transverse (mm)	T/L ×100	Color (Hunter 'a')	Soluble solid (° Brix)	Firmness (φ)	Seed number
Non-pollinizer	175.66 bc[z]	53.20 a	75.26, a	141.5	7.73 c	15.08 a	2.91 a	0 c
Diospyros Lotus L.	171.51 c	53.24 a	74.05 a	139.1	9.63 bc	13.95 b	2.88 ab	0 c
Wild persimmon	178.86 abc	56.65 a	72.92 a	128.7	14.35 a	14.79 ab	2.89 ab	3.17 ab
Nishimura Wase	199.01 a	57.59 a	76.91 a	133.5	13.86 a	15.27 a	2.77 b	3.84 a
Mikado	197.18 ab	57.09 a	76.77 a	134.5	13.64 a	14.76 ab	2.89 ab	1.92 abc
Bang Gosho	181.81 abc	55.89 a	74.11 a	132.6	12.07 ab	14.41 ab	2.91 a	1.84 bc
Zenjimaru	187.37 abc	54.05 a	74.63 a	138.1	13.00 a	15.40 a	2.89 ab	3.26 ab

[z] Mean separation within columns by DMRT, 5% level

'富有'과의 果重은 果徑肥大曲線이 二重의 S字形을 나타낸다고 하였는데 "(中條,1982)", 處理別 果重을 보면 西村早生區는 個當 平均 199.01 g 으로 가장 높고(표 1), 미카도가 197.18 g 이며 禪寺丸, 晩御所, 돌감區의 順位였고, 無受粉區와 고욤區는 175.66 g 으로 가장 적었으며 果實 頂部가 함몰되어 있다(그림4. A, D). 이것은 受粉이 行해진 多數의 有種子 果實이 있는 나무에서는 無種子 果實의 크기는 有種子 果實에 비하면 작다고 한 "長谷(1990)"의 報告와 同一하였다. 果重 전체로 보면 171.51 g ~199.01 g 으로 "岸本(1964)"가 一果 平均重은 同數에 있어서도 해에 따라, 同年에 있어서도 나무가 다르면 150~250 g 의 사이에 變異 하였다는 報告 內에 該當되었다. 縱徑과 橫徑은 處理間 有意性이 認定되지 않았으며 果形指數는 돌감區가 낮았다.

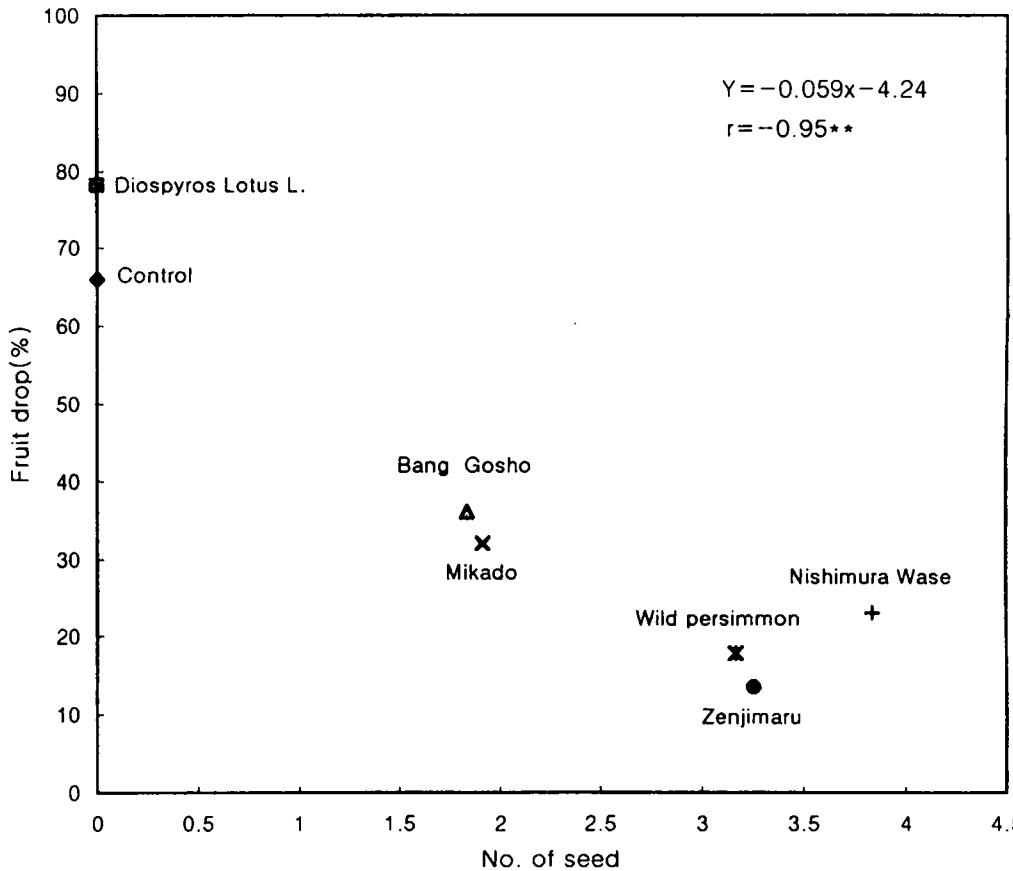

Fig. 3. Corelation between seed number and drop rates of 'Fuyu' fruit as affected by seven pollinizers.

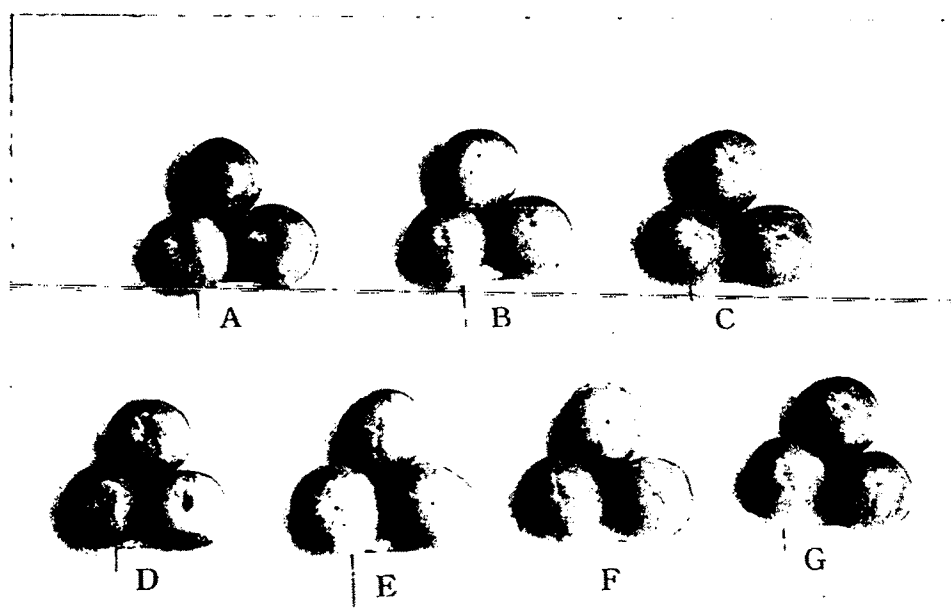

Fig. 4. 'Fuyu' fruits were affected by different seven pollinizers. This picture was taken on Oct. 26, 1997. A: non-pollinazer, B: Zenjimaru C: Nishimura Wase, D: *Diospyros Lotus* L., E: Mikado, F: Bang Gosho, G: Wild persimmon,

이것은 花粉親의 돌감이 약간 長型이었는데 基因된 것이 아닌가 推定되었다. Hunter 'a' colour는 돌감, 西村早生이 14.35, 13.86으로 높았고 다음이 미카도와 禪寺丸區였는데 晩御所, 고욤, 無受粉區와 有意差가 認定되었다. 돌감은 澁柿로 他受粉樹 보다 果皮의 紅色色素(Lycopene)가 作用한 것 같고, 西村早生은 成熟期가 9月 下旬으로 秋夕用 極早生 단감으로 果實의 色은 일찍부터 붉게 물들어 진홍색이 된다는"李 와 尹(1985)"의 報告를 볼 때 朱紅色素가 遺傳的으로 作用한 것 같다. 고욤은 果皮가 紅色이 아닌데서 基因된 것 같고, 無受粉區는 無種子로 着色이 늦다는 "長谷(1990)"의 報告가 立證해 주고 있다. 糖度는 禪寺丸, 西村早生, 無受粉區가 15.08~15.4(°Brix)로 높았고, 돌감, 미카도는 14.79, 14.76으로 비슷하였고 고욤區가 13.95로 가장 낮았으며 有意差가 認定되었다. 고욤區는 無種子로 果實이 작고 縱徑이 작은 偏平한 果形을 나타내고 糖度가 낮다는 "長谷와 中島(1990)"의 報告와 같았다. 硬度는 無受粉區와 晩御所區가 2.91㎏으로 높았고 다음은 돌감, 미카도, 禪寺丸區 다같이 2.89㎏이었고 西村早生이 2.77㎏으로 가장 낮았는데 이것은 早生種의 親의 花粉이 作用한 것으로 생각된다. 種子數는 西村早生區가 3.84個로 가장 많았는데, 西村早生은 自然狀態에서 5.7個, '富有'는 4.3個, 伊豆는 2.4個"(山本,1983)"인 것을 볼 때 西村早生의 花粉은 '富有'의 種子形成力을 促進한 것 같다. 다음으로 禪寺丸, 돌감이 3.26個, 3.17個, 미카도, 晩御所는 1.92個, 1.84個로 적었고 無受粉區와 고욤區는 種子가 하나도 없었다. 이것으로 보아 '富有'는 반드시 受粉이 필요하였고, 돌감은 受粉樹 代替用으로 充分하였고, 고욤은 受粉樹로서는 전혀 使用價値가 없는 것 같다.

受粉樹의 處理에 의한 '富有'감의 種子數와 落果率의 相關關係를 그림3에서 보면 回歸直線은 $y=-0.059\chi-4.24$를 나타내었고 相關($\gamma=-0.95^{**}$)은 1% 以上의 負의 相關을 나타내었다. 無受粉區와 고욤區는 種子가 形成되지 않았으나 고욤區가 더욱 落果率이 높았는데 고욤花粉은 완전한 親和性이 없고 單爲結果에도 抑制作用을 한 것으로 推測된다. 晩御所와 미카도는 種子 形成力이 비슷하고 落果率도 비슷하였으며, 禪寺丸과 돌감區는 種子 形成力이 비슷하였고 落果率도 別 差異가 없었다. 西村早生區는 種子形成力이 3.84個로 가장 높았다. 그러나 落果率은 22.9%로 禪寺丸과 돌감보다 약간 높은 傾向을 나타내었다.

제 5절 요 약

'富有'감의 꽃에 受粉樹의 꽃가루를 受粉시킨 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. 生理的 落果는 無受粉區 50%, 고욤區 67.3%, 돌감區 11.1%, 西村早生區 22.9%, 미카도 32.0%, 晩御所 34.0%, 禪寺丸 13.4%를 나타내었다. 落果 波相은 處理別 1~2個를 나타내었고 第1 波相은 6月 30日이 가장 peak가 높았다. 果實當 種子數는 많을수록 落果率이 적은 負의 相關關係를 나타내었다. 西村早生은 禪寺丸, 돌감보다 種子數가 많았으나 落果率은 약간 높았다. 이상으로 보아 '富有'는 반드시 受粉樹가 필요하였고, 돌감은 受粉樹로써 훌륭한 가치가 있었다. 그러나 고욤은 受粉樹로써 전혀 사용할 가치가 없었다.

주요어: 수분수, 낙과파상, 과실 품질, 돌감, 고욤

제 6절 引 考 文 獻

1. 中條利明. 1982. 富有カキ果實の發育ならびに品質に及ぼす溫度條件に關する研究 香川大學農學部紀要. 7-11.
2. 長谷川耕二郎,中島芳和. 1990.カキの果實品質に及ぼす開花日,種子,GA處理ならびに結果部位の影響. 園學雜. 59(2):263-270.
3. 長谷川耕二郎,中島芳和. 1990.カキ'前川次郎'の果實品質に及ぼす種子の影響. 園學雜. 59(2):255-262.
4. 石崎政彦. 1968. 現代のカキ. p. 116-134. 農業圖書株式會社. 東京.
5. 石崎政彦. 1970. カキ. p.113-130. 現代農業技術雙書. 家の光協會. 東京.
6. 岸本 修. 1964. カキの果實重量に影響する要因に關する研究. 園學雜. 33(4):294-301.
7. 安本 修. 1985. 果樹の摘果と最適果重.隔年結果防止(2)-摘果の表面的効果より收量の重視を-農業および園藝 60(5):689-694.
8. 北島 宣, 松本辰也. 石田雅士. 傍島善次. 1990. 遮光及び無遮光下におけるカキ樹の結果枝乾物蓄積量と生理落果との關係. 園學雜. 59(1):75-81.
9. 北島 宣, 大下義武, 中野幹夫, 石田雅士. 1993. カキ'富有'の結果母枝,主枝および樹体における單爲結果性と果實品質. 園學雜. 62(3) 505-512.
10. 梶浦 實. 1941. カキの生理落果に關する研究.(1)自然落果調査主としてその波相に就いて. 園學雜. 12:159-178.
11. 梶浦 實. 1941. カキの生理落果に關する研究.(2)受粉及び單位結果と落果との關係. 園學雜. 12:247-283.
12. 梶浦 實. 1942. 柿の生理的落果に關する研究.(3)降雨及び乾燥と落果との關係. 園學雜. 13:1-4.
13. 梶浦 實. 1942. 柿の生理的落果に關する研究.(4)開花前に行ふ各種處理の落果に及ぼす影響. 園學雜. 13:89-96.
14. 梶浦 實. 1942. 柿の生理的落果に關する研究.(5)枝の伸張と落果との關係. 園學雜. 13:97-101.
15. 金鍾哲, 蔡潤錫, 姜性模. 1996. 단감'富有'에 적합한 受粉樹 選拔. 韓園誌.

37(5):680-685.

16. 김성봉. 1992. 단감 재배신기술. p.95-114. 五星出版社. 서울.

17. 北川博敏. 1970. カキの栽培と利用. p.12-49. 養賢堂發行. 東京.

18. 李運稙, 尹信道. 1995. 감 栽培의 理論과 實際. p.101-115. 예일출판사.

19. 新居直祐. 1990. 果樹,果實の形態機構と發育(9)-良品質果生産の基礎- 農業および園藝 65(3):433-438.

20. 朴尋福, 殷鍾國. 1965. 植物 生長調節劑 NAA, 2,4-D 및 245-T의 處理가 富有柿의 生理的 落果防止에 미치는 영향. 農試研報 8(1):131-140.

21. 朴富仁. 1977. 감의 生理的 早期落果에 關한 研究. 東亞大 大學院 碩士學位論文. 1-30.

22. 傍島善次, 石田雅上, 清川薫雄, 崎山 睦. 1969. カキの生理的落果防止に關する研究.(2)受粉およびGA處理が生理的落果に及ぼす影響ならびに果實內auxinの消長について. 京都府立大學報. 21:12-23.

23. 傍島善次, 石田雅士, 稻葉昭次, 堀口尙男. 1974. カキ果實の發育に關する研究(1)幼果中のサイトカイニン活性について. 園學雜. 43(3):224-228.

24. 傍島善次. 1980. 柿と人生. p.63-88. 明玄書房. 東京.

25. 高馬 進. 1928. 富有柿の落果と其防止法. 岐阜縣安八農學校. 1684-1690.

26. 山本正幸. 1983. カキの結實,品質と氣象要因, 農業および 園藝 58(1):37-40.

27. 山田昌彦, 栗原昭夫, 角 利昭. 1987. カキの結實性の品種間差異とその年次變動. 園學雜. 56(3):293-299.

28. 横尺引五郎. 1971. カキの 多收栽培. p.114-144. 農山漁村文化協會. 東京.

실험 3. 富有단감의 樹勢別 가지의 生長과 果實의 肥大 및 日燒被害에 미치는 影響

Effect of tree vigor in 'Fuyu' persimmon of on branch growth, fruit enlargement and sunscald injury

Summary

Effects of tree vigor of 'Fuyu' persimmon on growth of branch, fruit enlargement growth and sun scald injury were examined, and the results obtained are as follows. The stronger tree vigor was, the higher tree height was and the weaker tree vigor was, the longer tree spread than tree height was. Number of fruit, leaf and number of leaf per a fruit were increased with strong tree vigor. Ratio of sun scald injury fruit was decreased with strong tree vigor and increased with weak tree vigor. In direction, ratio of sun scald injury fruit was south, west, east and north in order and north was low without relation of tree vigor. In elongation of shoot, both long fruiting branch and short fruiting branch are slight and leaf number seemed to decrease. Nevertheless, diameter of shoot increased continually. The content of C was high in shorting fruiting branch, the content of N was high in long fruiting branch and in C/N ratio, short fruiting branch was high. Fruit transverse was long and shape index of fruit was high in long fruiting branch and fruit firmness was high in short fruiting branch. In fruit firmness at parts, apex part was higher than side part.

Additional key Words: tree height, tree spread, fruiting branch, sun scald injury, C/N ratio, shape index of fruit

제 1절 서 설

단감은 우리나라 南部地方의 氣候風土에 적합하며, 다른 과수에 비하여 土質에 제한을 받지않고(木村, 1951; 김, 1992; 李와尹, 1985; 傍島, 1980) 遊休地나 傾斜地에도 栽培 할 수 있는 果樹이다. 그러나 감나무는 한번 乾燥의 영향을 받으면 그 후 灌水를 실시하더라도 엽의 萎凋가 원래 건전한 상태로 回復되지 않으므로 高溫乾燥期의 旱魃에 충분한 주의가 필요하다(川尾 等, 1994).

감나무는 耐寒性이 약하여(李와尹, 1985) 溫暖한 지방일수록 우량한 果實이 생산되며 肥大成熟期의 평균기온이 15-23℃이고(石崎, 1968; 木村, 1951; 金 等, 1988; 李와尹, 1985; 新居, 1991) 根의 發育에 알맞는 지온은 伸長 개시기에는 13-15℃ 정도로 다른 과수에 비해 높은 地溫을 要한다. 그리고 과실의 肥大, 着色에는 日照의 영향을 크게 받으며(李와尹, 1985) 特産地域의 特化事業으로 재배되고 있으나 아직도 생산은 需要를 충족시키지 못하고 있어 과수로서 전망이 밝다고 본다. 樹形構成은 빨리 크게 키워서 商品性이 높은 과실을 해마다 均産시킬수 있는 나무로 키워야 하나 長谷 等(1991)은 일반적으로 新梢生長이 지나치게 旺盛하면 20-30cm 정도의 結果母枝가 얻어지기 어렵고, 지나치게 긴 新梢中에는 伸長停止期가 늦어진 春枝도 있고, 新梢가 一時 중지된 후 6월 下旬 이후에 다시 신초가 신장하여 春枝의 先端에 夏枝를 형성하는 경우가 많다고 하였다. 이와같이 同一地域, 동일한 栽培를 하더라도 여러가지 원인에 의하여 나무 크기의 差異가 많이 나타나고 있는 실정이다. 本 硏究는 나무 크기에 따른 收量性과 生理生態를 알고자 12年生 단감나무를 택하여 樹勢間의 차이와 葉, 新梢, 果實의 생육과 日燒의 被害調査 그리고 가지내의 C 및 N 含量을 分析 비교한 결과를 報告하고자 한다.

제 2절 연구내용

本 試驗은 慶南 金海郡 退來에 있는 東亞大 果園에서, 12년생 '富有'단감을 供試品種으로 사용하여 7월 2일 - 3월 까지 수행하였다.

調査方法은 12년생을 樹勢別로 弱, 中, 强勢樹로 구분하여 各 9株씩 선정하여

樹勢別 樹高, 樹幅을 조사하였고 수세에 따른 結果枝上의 果實數, 葉數 및 1果當 엽수를 8월 15일 조사하였으며 樹勢 및 樹冠內의 가지 伸長 方向에 따른 과실의 日燒現象을 8월 16일 조사하였다. 그리고 단감나무를 長果枝와 短果枝別로 구분하여 長果枝는 果實 2개 단과지는 1개 着果된 結果枝를 임의로 선정하여 新梢長, 葉數, 新梢의 直徑, 果梗 등을 조사하였다. 生育의 변화는 7월 2일부터 15일 간격으로 10월 2일까지 조사하였고, 10월 24일 果實을 수확하여 果重, 縱徑, 橫徑, 果形指數, 果實硬度 等을 조사하였다. 果實의 日燒被害는 日燒部位와 健全部位의 色의 境界에 따라 被害面積을 계산하였고, 縱徑, 橫徑은 Callipers, 果重은 上皿天秤, 硬度는 universal 型 (5kg 圓錐型)을 사용하였으며 果形指數는 橫徑/縱徑 ×100(木村, 1951)으로 계산하였고, 長果枝, 短果枝의 C 와 N 의 含量分析은 가지를 2월 5일 採取 乾燥시켜 C는 HCl 直接分解法, N는 Micro kjeldahl(石原, 1968; 作物分析法 委員會, 1975)을 사용한 蒸溜法으로 하였다. 統計處理는 3反覆 亂塊法 多重檢定을 하였다.

제 3절 結果 및 考察

1. 단감나무의 樹勢別 樹高 및 樹幅 조사

8월 15일 '富有' 단감나무의 樹勢別 樹高 및 樹幅을 조사한 성적은 표 1과 같다. 樹高는 弱樹 203.0cm, 中樹 263.7cm, 强樹는 367.0cm로 樹高間 相互 有意差가 인정되었으며 强樹는 弱樹에 비해 164cm 높았다. 長谷 等(1990)이 報告한 '前川次郎'의 樹高가 3.5m인데 비하면 强樹는 17cm 더 높았고, 弱·中樹는 樹高가 낮았다. 그러나 林 等(1972)의 樹高 4.2m 보다는 모두 낮은 경향이었다.

樹幅은 弱樹는 259.5cm, 中樹는 333.6cm, 强樹는 441.9cm로 樹幅 相互間 有意差가 인정되었다. 長谷 等(1990)의 樹高 6m 그리고 林 等(1972)의 樹高 570cm 보다 낮은 경향을 보였으며 樹勢別로 보면 樹高가 높을수록 樹幅도 넓은 경향을 나타내었다. 그러나 同一樹에 있어서는 樹冠幅이 넓은 果園일수록 비교적 樹高가 낮고 樹高指數는 적게 된다는 林 等(1972)의 報告와는 다른데 이것은 樹勢에 의한 차이

인 것 같다.

樹高指數(樹高/樹幅×100)는 樹勢別 78.23%, 79.05%, 83.05%로써 林 等(1972)의 樹高指數 74%, 91%에 비하면 중간상태를 나타내었다. 樹勢別 樹高指數는 强樹와 弱·中樹間에는 有意差가 인정되었다.

Table 1. Tree height and spread on different tree vigor of Fuyu persimmon tree

Tree vigor	Tree height (cm)	Tree spread (cm)	Tree height / Tree spread × 100
Week tree vigor	203.0c[z]	259.5c	78.23b
Medium tree vigor	263.7b	333.6b	79.05b
Strong tree vigor	367.0a	441.9a	83.05a
Average	277.9	345.0	80.11

[z]Mean separation within columns by DMRT, 5% level.

2. '富有' 단감의 樹勢別 結果枝上의 果實數 및 葉數

단감 樹勢別 結果枝上의 果實數 및 葉數를 조사한 결과는 표 2와 같다. 果實數는 樹勢別 結果枝 10개당 弱樹 10.9개, 中樹 12개, 强樹 12.7개로서 弱樹와 中·强樹間에는 有意差가 있었고 中·强樹間에는 없었다. 林 等(1972)은 普通 1本의 結果枝에 1~4果 정도 着果한다 하였고, 林 等(1972)은 無摘果園을 조사한 결과 結果枝당結果數의 平均은 1.85果로써 1果, 2果, 3果, 4果 이상의 결과지 수의 비율은 각각 40%, 40%, 15%, 5%였다고 한 報告에 비하면 着果數가 적었다.

葉數는 樹勢別 結果枝 10개 당 弱樹 68.4枚, 中樹 70.3枚, 强樹 89.1枚로 强樹와 弱·中樹間에는 有意差가 있었고, 弱樹와 中樹間에는 없었다.

果實 個當 葉數는 弱樹는 6.3枚, 中樹는 5.9枚, 强樹는 7枚로 各 樹勢別 相互間 有意差를 나타내었다. 그러나 김(1992)은 果實 1개를 키우는데 필요한 잎수는 15~20枚라 하였고, 石崎(1972)는 弱樹의 葉數는 15.9枚, 平均果重 204g, 成樹는 葉樹 16.4枚 平均重量 190g을 나타내었다고 하였다.

Table 2. Fruit and leaf number of fruiting branch on different tree vigor in Fuyu persimmon tree

Tree vigor	Per 10 No. of fruiting branch		No. of leaf per a fruit
	No. of Fruit	No. of leaf	
Weak tree vigor	10.9b[z]	68.4b	6.275ab
Medium tree vigor	12.0a	70.3b	5.858b
Strong tree vigor	12.7a	89.1a	7.016a
Average	11.87	75.93	6.375

[z]Mean separation within columns by DMRT, 5% level.

李 等(1985)은 1果當 葉樹가 많을수록 과실이 크고 무거운데 200g의 果實을 만들기 위해서는 적어도 15枚 정도의 잎이 필요하다고 한 것을 볼 때 본 시험의 葉數는 1/2 이하로 적은 경향을 보였다.

3. 단감 樹勢別 日燒被害果

단감 樹勢別 全體 果數에 대한 日燒果 發生 比率을 보면 표 3과 같다. 樹勢別 果實數를 보면 弱數는 全體 果實이 106.1개, 中數는 203.2개, 强數는 364.8개로 Watanabe 等(1987)이 조사한 收穫果樹의 平均値 208±132.5개에 比하면 中樹는 비슷하였으며, 弱樹는 보다 적었고, 强樹는 많은 경향이었다.

日燒果 發生 比率을 보면 弱樹는 全體 果實樹에 대한 日燒果는 10.4개로서 日燒果 比率은 9.8%였고, 中樹는 全體 果實數에 대한 日燒果는 12.6개로 6.2%이며, 强樹는 全體 果實樹에 대한 日燒果는 12.6개로서 比率은 3.5%를 나타내어 被害果率은 相互間 有意差를 나타내었다.

樹勢別 日燒現象을 보면 약한 나무일수록 日燒被害果率이 많았다. 이것은 표2에서 果實 개당 엽수를 볼 때 樹勢가 강함에 따라 총 엽수가 많아 果實 表面에 닿는 直射光線을 遮光하므로써 效果가 있다고 思料되며 그 외에도 樹體內 養·水分의 分布와 土壤濕度 等도 관계한다고 생각되며, 특히 햇볕에 노출된 上向果가 日燒被害의 原因提供이 된다고 생각된다.

Table 3. Sun scald injury fruit on different tree vigor of Fuyu persimmon tree

Tree vigor	No. of total fruit	No. of sun scald injury fruit	Ratio of sun scald injury fruit
Weak tree vigor	106.1c[z]	10.4b	9.80a
Medium tree vigor	203.2b	12.6a	6.20b
Strong tree vigor	364.8a	12.6a	3.50c
Average	224.7	11.87	6.50

[z]Mean separation within columns by DMRT, 5% level.

4. 樹勢別 가지의 伸長 方向에 따른 日燒被害果

단감 樹勢別 가지의 伸長 方向(方位)에 따라 選定한 果實 60개 中 日燒被害果率을 표 4에서 보면 方向에 관계없이 樹勢가 약할수록 被害率이 높았고 强할수록 낮았으며 樹勢別 强樹와 弱·中樹 사이에는 有意差가 인정되었다. 또한 方向別 日燒被害果率의 平均을 보면 南쪽은 21.11%, 西쪽은 14.45%, 東쪽은 10%였고, 北쪽은 樹勢에 관계없이 日燒被害率이 3.3%로써 有意差가 없음을 볼 때 南·西·東·北쪽의 順으로 光線이 많이 조사하는 南 및 西쪽이 日燒被害果가 많음을 알 수 있다.

Table 4. Sun scald injury fruit according to growth direction of branch on different tree vigor of Fuyu persimmon tree

Tree vigor	East		West		South		North	
	NSF.[z]	RSF.[y]	NSF.	RSF.	NSF.	RSF.	NSF.	RSF.
Weak tree vigor	8	13.33a[x]	10	16.67a	14	23.33a	2	3.33a
Medium tree vigor	7	11.67a	9	15.00a	13	21.67ab	2	3.33a
Strong tree vigor	3	5.00b	7	11.67b	11	18.33b	2	3.33a
Average	6	10	8.67	14.45	12.67	21.11	2	3.33

[z]NSF: No. of sun scald injury fruit
[y]RSF: Ratio of sun scald injury fruit
[x]Mean separation within columns by DMRT, 5% level.

5. 長果枝 및 短果枝의 時期別 生長

長果枝와 短果枝의 生長을 7月 2日부터 10月 2日까지 15日 間隔으로 조사한 성적은 표 5와 같다. 伸梢의 生長을 보면 7月 2日 長果枝와 短果枝의 生長은 30.67cm, 12.9cm였으며 양쪽 모두 계속 일률적으로 증가하여 10月 2日에는 31.4cm, 13.34cm 였다. 그러나 李 等(1995)의 長果枝 18.4cm, 短果枝 11.7cm에 비하면 長果枝는 13cm, 短果枝는 1.2cm 길었다. 7月 2日부터 10月 2日 사이에는 長果枝는 0.73cm, 短果枝는 0.53cm 伸長한 것을 보면 6月 末까지 가지가 거의 伸長되었고 , 그 후는 微微하게 증가한 것을 알 수 있다. 新居(1980)는 富有감의 新梢伸長의 生長速度와 각 가지 모두 4月 下旬에서 5月 中旬까지가 높고 그 후는 급속히 저하하는 경향이 있다고 하였고, 原田(1984)는 富有 감나무 대부분의 新梢는 萌芽 1개월 후를 중심으로 7日에서 10日 사이에 伸長이 中止된다고 하였으며, 또한 富有의 結果母枝上의 위치에 따라 新梢伸長 정지기에 상당한 차이가 있다는 新居(1980)의 보고는 生長差異에서 나타나고 있다.

樹勢別 新梢의 葉數는 7月 2日 長果枝·短果枝는 11.64枚, 6.6枚로서 李 等(1995)의 長果枝 9.5±0.6枚, 短果枝 6.9±0.3枚에 비하면 長果枝는 많았고, 短果枝는 적었으며 山本(1983)는 松本早生 富有는 葉 12枚일때가 大果가 生産된다고 한데 비하면 葉數가 적었다. 10月 2日에는 10.21枚, 6.0枚로 오히려 감소 추세였는데 이것은 病害 또는 物理的인 要因에 의한 낙엽이 그 원인인 것 같다.

樹勢別 新梢의 直徑은 7月 2日 長果枝, 短果枝는 0.71cm, 0.52cm, 10月 2日은 0.94cm, 0.59cm로써 서서히 증가하여 各各 0.23cm, 0.07cm의 차이를 나타낸 것을 볼 때 短果枝의 生長이 적게 증가되었다. 그러나 李 等(1995)은 長果枝의 直徑은 0.55±0.06cm, 短果枝의 直徑은 0.43±0.02cm라고 한데 비하면 모두 굵은 경향이었다.

果實의 橫徑은 7月 2日 長果枝, 短果枝는 3.13cm, 2.77cm, 8月 16日 6.0cm, 5.82cm, 9月 2日 6.20cm, 6.01cm를 나타내어 8月 下旬부터 9月의 과실 비대가 완만한데 이것은 生長 第 2期(中條, 1982)에 속하였고 10月 2日에는 6.66cm, 6.32cm로서 이 時期도 果實 肥大 정체기에 2重 *S*字 曲線을 나타낸다는 新居(1980)의 보고와 유사하였다. 岡田 等(1985)이 9月 2日 5.0cm 10月 1日 5.55cm 11月 6日

6.25cm라고 한데 비하면 果實이 많이 肥大되었다. 그러나 新居 等(1975)이 第3期 生長期에는 果實이 급속히 비대하여 과실중이 증대한다는 것을 보면 10月 2日 수확과와는 비교할 수 없었다..

Table 5. Growth of long and short fruiting brancc and enlargement growth of fruit on growth period of Fuyu persimmon tree

	Length of fruiting branch	July 2	July 16	Aug.2	Aug.16	Sep. 2	Sep.16	Oct. 2
Shoot length (cm)	Long fruiting branch	30.67	30.72	30.89	31.02	31.07	31.33	31.40
	Short fruiting branch	12.90	13.04	13.09	13.11	13.15	13.22	13.34
No. of leaf	Long fruiting branch	11.64	11.24	11.00	11.00	10.87	10.34	10.21
	Short fruiting branch	6.60	6.44	6.44	6.40	6.23	6.14	6.00
Shoot diameter (cm)	Long fruiting branch	0.71	0.80	0.85	0.87	0.89	0.90	0.94
	Short fruiting branch	0.52	0.53	0.54	0.56	0.57	0.58	0.59
Fruit transverse (cm)	Long fruiting branch	3.13	4.27	5.26	6.00	6.20	6.46	6.66
	Short fruiting branch	2.77	3.97	5.08	5.82	6.01	6.15	6.32

6. 단감의 長果枝·短果枝의 C/N率과 果實의 크기 및 硬度

長果枝 및 短果枝의 C와 N 含量을 분석한 성적은 표 6과 같다. C含量은 長果枝 6.38%, 短果枝 6.58%로 短果枝가 長果枝보다 0.2% 많았으나 木村(1951)가 분석한 12.5%(果肉)에 비하면 1/2정도로 적었는데 이것은 가지와 果肉의 차이에서 온

것 같다.

N의 含量은 長果枝 0.84%, 短果枝 0.51%로써 北川(1970)의 1年枝 0.91%, 2年枝 0.74%에 비하면 長果枝는 1年枝보다 낮았고, 2年枝 보다는 높은 경향이었으며 短果枝는 3~5年枝 0.59%(北川, 1970)와 비슷하였다. 이것을 볼 때 短果枝는 C含量이, 長果枝는 N의 含量이 많았고, C/N率은 長果枝보다 短果枝가 많았다.

果實의 크기는 長果枝 154.2g, 短果枝 150.4g으로 岡田 等(1985)의 193.0g에 비하면 40g정도 적었다.

종경은 長果枝는 5.27cm, 短果枝는 5.24cm로 岡田 等(1985)의 5.7cm보다 작았고, 횡경도 7.15cm, 6.97cm로 7.4cm(岡田 等, 1985)보다 작은 경향을 보였다.

果形指數(횡경/종경×100)는 長果枝 135.7%, 短果枝 133.0%로 岡田 等(1985)의 129.8%에 비하면 短果枝는 비슷하였고 長果枝는 5.9%로 높았다.

硬度는 短果枝着生果가 長果枝着生果보다 높았으며 兩枝 모두 果實의 頂部가 側部보다 높은 경향을 나타내었다.

Table 6. C/N Ratio, fruit size and firmness of long and short fruiting branch of Fuyu persimmon tree

Length of fruiting brnch	Branch			Fruit weight (g)	Fruit length (cm)	Fruit transverse	Shape index of fruit(T/L ×100)	Firmness(kg/㎠)	
	C(%)	N(%)	C/N ×100					Apex part	Side part
Long fruiting branch	6.38	0.84	760	154.2	5.27	7.15	135.7	3.4	3.3
Short fruiting branch	6.58	0.51	1,290	150.4	5.24	6.97	133.0	3.5	3.4

15 numbers of branches and fruits were investigated respectively

제 4절 요 약

'富有'단감의 樹勢別 가지의 生長과 果實의 發育 그리고 日燒果의 發生을 調査한 結果는 다음과 같다.

1. 樹高 및 樹幅에 있어서는 樹勢가 强할수록 樹高가 높았고, 樹勢가 弱할수록 樹高에 比해 樹幅이 큰 편이었다.
2. 果實數, 葉數, 果實 1個當 葉數는 樹勢가 强할수록 많았다.
3. 日燒被害果率은 樹勢가 强할수록 낮았고, 弱할수록 높았다. 方向에 있어서는 南, 西, 東, 北의 順位였고, 北쪽은 樹勢別 關係없이 낮았다.
4. 新梢의 伸長은 長果枝, 短果枝 共히 6月 이후는 微微하였으며 葉數는 減少의 傾向이 있었다. 그러나 伸梢의 굵기는 繼續 增加하였다.
5. C의 含量은 短果枝가 많았고 N의 含量은 長果枝가 많았으며, C/N율은 短果枝가 높았다.
6. 長果枝는 果實이 크고 果形指數가 높았으며 短果枝는 硬度가 높았다. 果實 部位別 硬度는 頂部가 側部보다 높았다.

추가주요어: 樹高, 樹幅, 結果枝, 日燒, C/N率, 果形指數

引 用 文 獻

1. 中條利明. 1982. 富有カキ果實の發育ならびに品質に及ぼす溫度條件に關する研究. 香川大學 農學部 紀要. 第37號. 7-10.
2. 中條利明, 片岡正治, 山內勸, 葦澤正義. 1972. カキ果實の生長,品質に及ぼす溫度の影響. (第1報) 果實の肥大期における溫度處理. 園學雜 41(4):339-343.
3. 林 洋二, 東浦則嗣, 木村義司. 1972. 富有カキの收量成立の實態と栽培改善. [1] 農業および園藝 47(5):731-738.
4. 林 洋二, 東浦則嗣, 木村義司. 1972. 富有カキの收量成立の實態と栽培改善 [2] 農業および園藝 47(6):865-868.
5. 長谷川耕二郎, 今藤一馬, 中島芳和. 1991. カキの花芽形成ならびに果實發育に及ぼす切り返しせん定の影響. 園學雜 60(1):9-18.
6. 長谷川耕二郎, 中島芳和. 1990. カキの果實品質に及ぼす開花日,種子,GA處理ならびに結果部位の影響. 園學雜 59 (2):263-270.
7. 原田 久. 1984. カキにおける新梢生長,腋芽發育と花芽分化の關係. 園學雜 53 (3): 271-277.
8. 橋本敏幸, 玉村浩司. 1978. カキの果頂裂果に關する研究. (第1報) 着果條件が果頂果に及ぼす影響. 三重縣農業技術センタ. 第7號 1-4.
9. 平田尙美, 林 眞二, 黑岡 浩. 1975. カキ果實の發育ならびに成熟に關する生理學的研究. (第3報) 鳥取大學 農學部 研究報告. (27) 3-4.
10. 石崎政彦. 1968. 現代のカキ. p.7-13. 農業圖書株式會社, 東京
11. 石崎政彦. 1970. カキ. p.21-25. 現代農業技術雙書. 家の光協會, 東京
12. 石崎政彦. 1972. 富有カキ(弱樹,成樹)の生産力と摘果效果. 農業および園藝 47(4):595-598.
13. 石原正義. 1968. 果樹葉分析法. 農林省園藝試驗場. 1-49.
14. 川尾尙史, 西谷公男, 富田榮一. 1994. カキ平核無の果實品質向上. 農業および園藝 69 (9):1007-1012.
15. 北川博敏. 1970. カキの栽培と利用. p.63-68. 養賢堂, 東京

16. 木村光雄. 1951. 柿編. p.11-29. 養賢堂, 東京

17. 김성봉. 1992. 단감 재배 신기술. p.65-77. 五星出版社, 서울

18. 金容碩, 鄭尙福, 孫東洙, 李敬國, 朴鍾成, 李運稙. 1988. 단감 安全栽培 限界地究明에 關한 硏究. 農試論文. (園藝篇). 56-72.

19. 岸本修. 1964. カキの果實重量に影響する要因に關する硏究.園學雜 33(4):295-301.

20. 李容門, 鄭景泰, 李龍載, 金萬洙. 1995. 단감나무의 品種別 生理 및 形態的인 特性에 관한 硏究. (II) 果實의 生理 및 形態. 東亞大學校 大學院 論文集. 第 20輯 229-240.

21. 李運稙, 尹信道. 1985. 감 栽培의 理論과 實際. p.53-62.예일출판사

22. 新居直祐. 1980. カキ'富有'果實の肥大生長と果柄部維管束の發達について. 園學雜 49(2):160- 170.

23. 新居直祐. 1991. 果樹,果實の形態機構と發育(26) 良品質果生産の基礎. 農業および園藝 1101 -1108.

24. 新居直祐. 1980. カキ'富有'樹の新梢と葉の發育過程について.特に葉の組織系發達との關係. 園學雜 49(1):149-159..

25. 岡田眞治, 坂井健輔, 酒井彰一. 1985. カキに關する試驗. 熊本縣果樹試驗場. 164-169.

26. 作物分析法委員會. 1975. 栽培植物分析測定法. p.424-473. 養賢堂, 東京

27. 傍島善次. 1980. 柿と人生. p.120-121. 明玄書房, 東京

28. Watanabe Yukio etc. 1987. Studies on the Ecological Characteristics of Fruits Tree Cultivars in Ibaraki (2) on the japanese Persimmon. 56(3):292-299.

29. 山田昌彦, 栗原昭夫, 角 利昭. 1987. カキの結實性の品種間差異とその年次變動. 園學雜 56(3):293-299.

30. 橫澤稱五郎. 1971. カキの多收栽培. p.56, 174-175. 農山漁村文化協會, 東京

31. 山本正幸. 1983. カキの結實, 品質と氣象要因. 農業および園藝 58(1):37-40.