

최 중
연구 보고서

사과나무 하수형 및 배나무 엇갈림부채꼴
전정방법 실용화 기술개발

Development of Practical Techniques for the
Adaptation of Pendant Tree System for Apple Trees
and Alternate Fan System for Pear Trees

연구기관
경희대학교

협동연구기관
공주대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “사과나무 하수형 및 배나무 엇갈림부채꼴 전정방법 실용화 기술개발”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003 년 9 월 일

주관연구기관명 : 경희대학교
총괄연구책임자 : 김 용 구
세부연구책임자 : 김 용 구
연 구 원 : 지 용 주
연 구 원 : 진 정 대
연 구 원 : 양 상 진
연 구 원 : 한 현 희
연 구 원 : 정 석 규
연 구 원 : 이 창 호
연 구 원 : 류 종 현
연 구 원 : 권 규 상
연 구 원 : 장 주 덕
연 구 원 : 홍 재 성
협동연구기관명 : 공주대학교
협동연구책임자 : 정 재 훈
연 구 원 : 이 경 중
연 구 원 : 최 장 진
연 구 원 : 이 재 영
연 구 원 : 윤 재 광
연 구 원 : 명 제 영
연 구 원 : 김 호 직

요 약 문

I. 제 목

사과나무 하수형 및 배나무 엇갈림부채꼴 전정방법 실용화 기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라의 과실생산 실적을 살펴보면 2001년에 사과는 ha당 15.33ton이었고 배는 ha당 16.34ton이었다(농림부, 2002). 이는 세계 사과재배의 선진지역의 하나인 Italy의 동북부에 위치한 Bolzano 자치주의 2001년 사과 생산량이 939,016ton이었고 재배면적은 18,000ha이어서 ha당 52.16ton을 생산한 성적과 비교하면 우리나라의 사과의 수량은 Italy의 Bolzano 자치주에 비하여 29.4%에 불과한 저위 생산성을 보여주고 있다(농림부, 2002).

Italy Bolzano 자치주의 배 생산량은 사과와 비슷하므로 배 역시 우리나라의 생산량은 Bolzano 자치주의 1/3에 불과한 실정이다.

따라서 우리나라는 무엇보다도 사과와 배 재배에 있어서 Italy의 Bolzano 자치주와 같은 수준으로 ha당 수량을 현재보다 3배 가까이 높이는 것이 필요하다. 그리고 과실이 일광에 충분히 노출되어 국제 시장에서 단맛, 향기등이 햇빛을 충분히 보는 환경에서 생산된 과실과 경쟁할 만큼 좋은 과실을 생산할 수 있어야 하겠다. 이런 국제수준의 수량을 올리기 위한 방법으로서 사과의 수확량이 크게 늘 수 있고 과실의 색깔이 좋아지고 대과의 생산에도 유리한 하수형 전정법(김용구, 2003)의 실용화를 위한 기술 개발의 연구를 할 필요가 있었다. 또한 사과에 있어서는 재식 3년차에 ha당 45ton에 가까운 수량을 올리는 하수축형(Solaxe)에 대한 연구를 할 필요성이 대두되었다.

배나무 엇갈림 부채꼴재배로서 다수확 할수 있으며 과실의 굵기등의 품질도 향상될 수 있는지를 실증하는 시험을 같은 밭의 배나무를 이용하여 연구할 필요가 있어서 이 연구를 하게 되었다(김용구, 2003; Lee, 2003).

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

가. 사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술개발

이 연구과제의 내용은 제목인 “사과나무 하수형 및 배나무 엇갈림 부채꼴 전정방법의 실용화 기술 개발”이 제시하는 바와 같이 사과나무에 대하여서는 결과지가 사립형이나 수평형으로 유인되지 않고 하수형으로 유인되도록 하는 새로운 전정방법을 농가의 포장에서 실천하는데 적합한 실용적인 전정기술과 나무다루기의 기술을 개발하는데 연구의 초점을 맞추었다. 사과나무 성목의 가지가 하수유인되게 하는 연구는 충주의 17년생된 ‘Fuji’ 나무로 수행하였고 Fuji/M.26/실생의 11년생의 나무에 대하여도 열간의 공간확보가 수체와 결실에 미치는 영향을 조사하였다. 이에 추가하여 Fuji/M.9 자근묘의 첫 결과지 높이에 대한 조사연구를 1999년 충주의 농가의 사과밭에서 수행하고, 용인시에 있는 경희대 시험포에서 2000년에 Fuji/M.9의 묘목을 심어 연구하였다.

이 연구과제 중에서 사과나무의 하수형 전정방법 실용화 기술개발과제는 다음과 같은 시험과 조사연구를 수행하였다.

- ① 시험연구를 착수한 2000년 3월 당시에 17년생 Fuji/MM.106/실생대목의 사립형의 나무로서 열간이 사과나무가지로 얽혀있고 절단전정을 계속하여 주지의 선단에는 결과가지 못하는 나무를 열간에 공간을 조성하고 사립한 가지를 하수시키는 시험처리 효과를 나무의 성장과 결실과 과실품질의 측면에서 조사하였다.
- ② 2000년 3월에 11년생인 Fuji/M.26/실생의 사과나무에 대하여 열간에 2m의 일광투입공간 확보, 열간 1m의 일광투입 공간확보, 열간을 이웃한 사과나무가지가 서로 얽힌 나무로 나누어 성장과 결실을 조사하였다.
- ③ 2000년 3월에 3년생인 Fuji/M.9 사과나무에 대하여 지면상 첫가지의 높이를 30cm, 60cm, 90cm가 되게 처리한 나무에 대하여 수형, 성장, 결실관계를 조사하였다.
- ④ 이 연구의 내용이 사과나무의 하수형 전정방법의 실용화 기술개발에 관한 것이므로 이 연구의 최초 계약 시기인 2000년 8월 6일에 시험연구수행의 지침의 하나였던 농가의 실제 사례를 많이 조사하여 포함하고 또한 연구인력도 유관기관의 인사를 최대한 포함시키는 방향으로 연구하기 위하여 일부 독농가의 하수형 전정방법의 사례를 사진으로 설명하거나 연구자의 의견을 첨가하는 방법으로 수행하므로서 실사구시(實事求是)의 마음가짐으로 우리나라 사과산업에 유익한 사과의 전정법이 개발되도록 마음을 썼다.

나. 배나무 엇갈림부채꼴 전정방법 실용화 기술개발

배나무 엇갈림 부채꼴의 실용화 기술개발에 대하여서는 다음과 같은 시험과 조사연구를 실시하였다.

① 1996년에 재식한 신고/실생의 배나무로서 엇갈림 부채꼴, 고간 Y자형, 저간 Y자형, 고간 Y자형+평덕형으로 기르는 나무들간의 생장과 결실을 조사하였다.

② 1996년에 재식한 신고/실생의 배나무로서 1996년부터 2000년 봄까지 5년간은 개심자연형으로 강한 절단전정을 하던 나무를 2001년 봄에 엇갈림 부채꼴로 고친 나무에 대하여 생장과 결실을 조사하였다.

③ 2000년 3월에 경기도 이천의 농가 포장에 엇갈림 부채꼴, 중간 Y자형(中幹 Y字形), 개심자연형으로 유인하는 틀을 만들고 1년생 신고/실생의 배나무를 심어서 3년간의 생장과 결실을 조사연구하였다.

④ 2001년 3월에 경기도 용인시 경희대학교 수원 campus 포장에 엇갈림 부채꼴, 중간 Y자형(中幹Y字形)의 틀을 세우고 1년생 신고/실생의 배나무를 심어서 2003년 9월까지 2년간의 생장과 결실상태를 조사연구하였다.

⑤ 2000년 3월에 전남 순천시 주암면 창전리의 농가포장에 신규로 재식한 1년생 신고/실생 배나무의 생장과 결실상태를 조사연구하였다.

⑥ 2000년 3월에 충북 옥천군 이원면에 재식한 1년생 원황/실생의 배나무를 엇갈림 부채꼴로 재식 후부터 재배하되 단지 부채꼴의 골 내부의 서로 엇갈리는 각도를 100도로 넓히고 한 나무당 주지수를 관행의 10개에서 4개로 제한한 결과 매년 가장 오래된 가지를 새로 돌아난 도장지로 바꿀수 있을 만큼 1-3개의 도장지가 길고 왕성히 자라므로 이 도장지를 8월 하순경 45도로 유인하였다가 이듬해 봄에 전정을 할 때 가장 길게자란 가지를 그 발생기부에서 숙아내고 이 가지로서 그 빈 공간을 매우도록 한 결과 과실이 고르고 굵고 품질이 좋은 배가 생산되었기에 여기에 소개한다.

⑦ 2000년 3월에 충남 아산시 도고읍 도산리에 신고/실생의 배나무를 6m×1m로 심고 가꾼 것을 2001년에 엇갈림부채꼴로 유인하고 재배한 3년차의 결과를 여기에 소개한다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술개발

우리나라는 OECD 국가중에서 사과의 ha 생산량이 가장 낮은 나라의 하나로서 2002년 FAO 통계 자료에 의하면 연간 총 사과 생산량을 총 재배면적으로 나눈 통계에서 한국은 ha당 15.3ton을 생산하여 New Zealand의 38.1ton의 40.2%에 불과하고 배 역시 ha당 16.3ton을 생산하여 New Zealand의 39.3ton에 비하여 41.5%밖에 생산하지 못하고 있다. 이와 같은 저위생산성의 주요 원인의 하나는 우리나라의 사과원이나 배 밭에 모두 열간에 일광이 비치는 사과나 배 가지가 없는 빈공간(clear alley width)이 2m는 조성되어야 하는데 이 일광 비치는 빈 공간이 없는 사과원과 배원이 기성 사과원의 90%이상이고 기성 배 원의 95%이상이기 때문으로 생각된다.

우선 사과에 대한 연구는 사과원에 열간에 2m의 빈 공간을 만들기 위한 엷힌 기성사과나무를 단축전정하고 사과나무 가지의 끝이 일어선 사립형으로 키우고 있는 사과나무의 가지를 가지 끝이 아래로 처진 하수형으로 유인하거나 유인되게 전정하는 기술을 농가에서 2000. 3. 11부터 2003. 8. 19일까지 충북 충주시에 있는 재배농가에서 실시되었다. 조사분석한 주요 결과는 아래와 같다.

17년생된 'Fuji'/MM.106/실생의 사과나무가 열간에 1.5m이상 가지가 엷힌 것을 일시에 2m의 공간이 생기도록 단축전정하고 도장지는 슈거나 하수유인한 결과 수량은 1년차에 절반정도로 줄고 2년차에는 40%정도 줄었으나 3년차에는 무단축+무하수유인과 차이가 없어졌고 과실의 착색이 좋아지고 1차 수확량이 많고 도장지의 발생이 적고 하수형 진척도가 앞서 있어서 과번무한 사과원은 일시에 열간으로 뺀 가지만 각 열의 중심부에서 1m씩 들여 자르는 단축전정을 하고 주간 사이는 그대로 두어 기르면 착색불량성은 당년에 크게 개선되고 수량의 감소는 3년차에 극복되었다. 따라서 4년차부터는 무단축+무하수유인의 관행관리의 나무보다 수량도 늘게 되면서 과실의 착색은 계속 좋게 유지 될 것이 기대된다.

나. 배나무 엷갈림 부채꼴 실용화 기술 개발

나주, 울산, 전주, 평택등지의 우리나라의 배나무의 대부분은 덕식으로 재배되고 있다. 최근년에 Y자형 수형이 밀식에 의한 조기 다수확의 효과가 있어서 많이 보급되었다. 그러나 현재 활용되고 있는 이 전통적인 덕식 재배수형이나 밀식재배용인 Y자 수형은 다같이 열간

에 일광이 투입되는 가지가 뺀어 그늘을 드리우지 않는 빈 공간이 없다.

배나무 과원에도 왜성사과에서와 같이 또한 서양배의 포장에서와 같이 일광이 비치는 배나무 가지 없는 빈 공간을 2m이상 확보하기 위하여 1996년에 김용구에 의하여 고안된 수형이 엇갈림 부채꼴이다. 따라서 배나무 엇갈림 부채꼴 실용화 기술개발 시험에서는 기존의 수형인 평덕식, 최근 인기있는 Y자식, 개심자연형 수형으로 유인하던 배나무를 엇갈림 부채꼴과 같이 유인하는 나무로 바꾼 수정 부채꼴, 엇갈림 부채꼴로 나누어 2000-2003년까지 비교시험한 결과 주당 과실수량은 엇갈림 부채꼴>Y자형>수정부채꼴>평덕식의 순이었고 과실한 개의 무게는 엇갈림 부채꼴>Y자형>수정부채꼴>평덕식의 순이었고 한 나무당 다음해에 결실할 화총의 수는 엇갈림 부채꼴>수정 부채꼴=Y자형>평덕식의 순이었으며 너무나 많은 도장지의 발생으로 문제시 되는 한 나무당 도장지의 수는 평덕식>Y자형>엇갈림 부채꼴=수정부채꼴의 순이었다.

따라서 우리나라의 배나무 재배에 있어서 시설비는 Y자형보다 적게 드는 엇갈림 부채꼴을 보급하면 굵은 배를 많이 수확할 수 있고 일광이 비치는 공간이 많아서 당도도 높은 배를 생산할 수 있으며 작업시간도 적게 들고 바람에 낙과되는 배도 적은 방법임이 밝혀졌다.

2. 연구개발 결과활용에 대한 건의

가. 농촌진흥청의 원예축산과와 같은 기술 보급 기관에서 본 연구에 대하여 홍보용 책자를 발간할 예산을 확보해 주면 기술교재나 leaflet을 작성할 수 있는 원고 작성에 적극 협조하겠으니 농림기술센터의 노력을 건의한다.

나. 사과나무 하수형 전정법은 위탁 사과나무 전정사에게 배나무의 엇갈림 부채꼴은 위탁 배나무 전정사에게 2003년 12월중에 전달 교육이 실시되게 농림기술관리센터, 농림부, 농진청의 관계기관이 추천해 주면 기술강습회와 현장교육에 협조하겠다.

다. 시해 영농 설계지도 교관 교육등에서 사과나무 하수형 전정과 배나무 엇갈림 부채꼴의 개발된 기술이 전달 될 수 있는 기회를 마련하여 줄것을 건의한다.

SUMMARY

I. Title of research

Development of practical techniques for the adaptation of pendant tree system for apple trees and Alternate Fan system for pear trees

II. Objectives and necessity of the research

The statistics of Korean apple production in 2001 were 15.33ton per ha for apples and 16.34ton per ha for pear(Ministry of Agriculture and Forestry, 2002). When one compares Korean productivity with that of South Tyrol, an autonomy province in North Easten part of Italy, which produced 52.16ton of apples per ha as it produced 939.02ton in 18,000ha in 2001, Korean apple productivity is merely 29.4% of South Tyrol(Ministry of Agriculture and Forestry, 2002).

While the pear productivity of South Tyrol is equivalent to apple productivity, it is also reasonable to count that Korean pear productivity is about 1/3 of the South Tyrolean productivity.

Therefore, Korea should make an intensive effort to increase apple and pear productivity nearly threefold high, respectively.

In addition to the increment of productivity, the fruits of Korean apple and pear should be produced under empale direct sunlight which will in tern increase color, taste and flavor to be competitive with fruits from a system of full exposure to the sunlight. Hence it is thought to be necessary to study some practical techniques for the higher productivity of apples from developing a practical pruning method(Kim, 2003). Additionally, it was considered necessary to develop some practical techniques adaptable for the production of 45tons of apples as early as 3rd leaf through Solaxe system in Korean climatic conditions.

For the pears, it was required to develop some practical techniques of producing oriental pears with a trial comparing the newly developed Alternate Fan system with other existing pruning and training systems in one field to eliminate the environmental

differences(Kim, 2003; Lee, 2003).

III. Contents and scope of the research

1. Practical technique development for pendant apple tree system

The content of present research is, as the title of the study project of 'development of practical techniques for the adaptation of pendant tree system for apple trees and Alternate Fan system for pear trees' reveals, on developing new detailed techniques of adapting pendant tree forms for existing apple trees in an over-crowded and commercial apple orchard.

① The pendant tree system for established apple trees was carried out in private and commercial orchard with 17-year-old 'Fuji'/MM.106/seedling trees in Chungju Korea.

② 'Fuji'/MM.106/seedling trees were also used for a separate set of research on the effect of clear alley width(Barritt, 2003) for sunlight penetration into the alleyways.

③ In addition to these, another experiment investigating the height of the lowest lateral branches on newly planted and 2-year-old 'Fuji'/M.9 trees at a separate plot of the orchard of the owner of 12-year-old 'Fuji'/M.26 in Masouri Shineemyun Chungju was conducted.

④ Finally, the 4th trial for apples were set out in 2001 with one-year-old 'Fuji'/M.9 trees in Kyung Hee University orchard in Suwon, and these newly planted trees were used in investigating the difference of tree performance according to the height of the lowest branches ranging from 60cm to 120cm in length.

2. Practical training and pruning technique development for Alternate Fan system for pears

Investigations into practical training and pruning technique development for Alternate Fan system for pear trees were carried out as follows.

① Investigation into the growth and fruiting of 'Niitaka' pear trees on seedling rootstocks using trees all planted in 1966 for Alternate Fan system, high-trunk Y system, low-trunk Y system, high-trunk Y plus pergola system.

- ② Investigation into the tree growth and fruiting of the 'Niitaka' pear on seedling rootstocks planted in 1996, and trained and pruned to an open-center natural system with hard pruning upto 2000 and adapted the Alternate Fan system from 2001 with a new name of modified Alternate Fan system.
- ③ Comparison between Alternate Fan system, Y-system and open-center natural form for 3 years with the same nursery pear trees planted in one field on 18th March in 2000 in Mr.Jae Young Myung's pear orchard of the first Alternate Fan system in Korea.
- ④ Comparison between Alternate Fan system and Y-system with 'Niitaka' pear trees planted in the field of Kyung Hee University in Suwon in mid-March 2001.
- ⑤ Comparison between Alternate Fan system and modified Alternate Fan system adapted to an one-year-old Y-system with 6m×1m distances in an orchard in Dosanri Dogoeub Asan, South Chungcheong province for 3 years from 2000.
- ⑥ Introduction of a success case of Alternate Fan system adaptation by widening the training angle from original 60 degree for 'Niitaka' pear to 100 degree for 'Wonhwang' pear and reduction of branches on a tree from 10 to 3 bearing branches together with one waiting water sprout to be replaced annually after renewal pruning of oldest and largest fruiting branches in Mr. In-gi Jang's commercial orchard in Iwonmyun Okcheon, North Chungcheong province.

IV. Results of the research and suggestions for the practical use

1. Results of the research

A. Development of practical techniques for the adaptation of pendant tree system for apple trees

Korea is one of the lowest producer countries in OECD countries in terms of production per ha in apple and pear production as seen in the statistics of FAO which indicates the apple production of Korea was 15.3ton per ha, a figure of 40.2% compared to New Zealand with 38.1ton per ha, and the pear production of Korea was 16.3ton per

ha, a figure of 41.5% compared with New Zealand with 39.3ton per ha. One of the major reasons for the low productivity both for apples and pears was thought to be due to lack of enough clear alley widths in Korean apple and pear orchards for sunlight to produce fruits within the clear alley width of 2m, but regrettably over 90% of mature apple orchards and over 95% of mature pear orchards are considered to be overcrowded.

Firstly, for the dramatical increase of productivity for a mature and overcrowded apple orchard and for the improvement of apple fruit quality, a measure of opening a 2m clear alley width by removing overlapping branches grew out on the alley ways for three year periods, and another measure of tying down upright or slanting branches to pendant angles to discourage vegetative growth but encourage flower bud formation for the productivity increment, and this trial was carried out in 17-year-old 'Fuji'/MM.106/seedling orchard from 11th March 2000 to 19th August 2003 in Chungju, North Chuncheong province.

Major results investigated are as follows.

The productivity of the first year of removal of fruiting branches developed into the alley ways by as wide as 2m plus branch tying down to pendant position produced half of the apples compared with no removal plus no branch tying down to pendant position. However, the fruits harvested in the first harvest time from the trees having 2m clear alley width treatment was two fold larger than the fruits from no clear alley width and no branch tying down in the first year of treatment. This result of producing larger amount of first harvest apples from trees received 2m sunlight clear alley width was continued to 3rd year of experiment by harvesting 70.2kg of apple per tree from 2m clear alley width plus branch tying down compared with 51.5kg of apples from no clear alley width plus no branch tying down of branches, a 17% increment of better coloured apples for trees with sunlight width. The production amount per tree in the first year for the tree with 2m clear alley width compared with the production amount of no clear alley width was 59.9%, and that of the second year was 57.7%, and that of the third year was 69.4%. Therefore, it is thought to be clear that after applying once in all opening of clear alley width of 2m in no clear alley width orchard with adult trees would lose apple production of about 40% in the first and second year, and in the third

year the production will be equivalent to that of no clear-alley-width trees plus no tying down of branches. However, the loss of fruit production of about 40% in the first and second year from adopting opening of clear-alley-width of 2m would be compensated by harvesting 2 times more coloured apples in the first year and 17% more coloured apples in the third year. Putting these two contrasting values together, it seems plausible that the real value loss of the grower by adapting the technique of opening up a 2m sunlight penetrating clear-alley width between the rows in apple orchard, the grower will lose or just earn as much as the non-treated control in the first and in the 2nd year of the application of pendant system of pruning, and the grower will be payed off certainly from the 3rd year. The prosperity of an non-overcrowded apple orchard would be greatly brighten from the 4th year onwards, if the orchard adapts 2m alleyway establishment and pending branch training methods by leaving all the branches intact to develop by themselves to fruit buds in all the terminal buds.

B. Development of practical techniques for the adaptation of Alteranate Fan System for pear trees.

Most of the pear orchards in major pear producing regions like Naju, Woosan, Pyungtaek in Korea are equipped with pergola system in training and pruning the pear trees. Recently a new pear orchard system called Y-trellis is popular among some pear growers as it makes possible to produce quite higher yield in relatively early years of orchard establishment owing to the possibility of planting 6 times more trees than palnting with 6m×6m or 6m×4m planting distances of conventional open-center-natural system or pergola systems.

However, both Y-trellis and pergola system, it is a problem that in these two systems tree canopies eventually fill up all the alley way gap in the orchard alley ways, resulting in overcrowded pear orchards. This is one of the major reasons why Korean pear production is one of the lowest figures in the OECD countries as mentioned early.

The Alternate Fan system, devised in 1996 by Yong-Koo Kim, is a system in which a pear tree is planted slantly in one direction at the time of planting and the following up tree in planting row is planted slantly in the opposite direction, eventual feature of

planting method is alternate slanting planting like human footsteps made on the sandy soil if one walk toward one direction. The planting distance is normally 6m between the rows and 1m between the trees. Unlike Y-trellis system which is another high density planting system of 6m×1m distances, but in Y-trellis, as it has two branches developing to opposite direction at Y juncture, the alternate fan system has twice as large space compared with Y-trellis as it is planted alternately.

Unlike Y-trellis system the alternate fan system has a good clear width in side of the tree row through which the sunlight can be casted and the wind can be passed away.

Another definite advantage of alternate fan system compared with Y-trellis is that it is prohibited to allow the shoots of pears to grow into the alley ways, because it is absolutely clear that there should be wider than 2m alley width in Alternate Fan system throughout the life time of a pear orchard. Hence it is natural and even normal that in Alternate Fan system there should be two wide spaces in a row of pear trees, the first one is alley width and the second one is the gab within the tree row.

In a trial comparing the Alternate Fan system with pergola, Y-trellis with high Y juncture, Y-trellis with low Y juncture from 2000 to 2003, the order of harvested fruit weight per tree was in the order of Alternate Fan system > Y-trellis > modified Alternate Fan system > pergola system. The weight order of individual fruit was in the order of Alternate Fan system > Y-trellis > modified Alternate Fan system > pergola system. The order of flower cluster numbers for following year's production was in the order of Alternate Fan system > modified Alternate Fan system = Y-trellis > pergola system, and the order of having troubled many water sprouts per tree was pergola system > Y-trellis > Alternate Fan system > modified Alternate Fan system.

Therefore, it is thought plausible that if a grower adapt the Alternate Fan system in his or her pear orchard, it is likely the grower would harvest better quality pears with high sugars in them and it will be also possible that the grower can economize his labour cost and reduce the loss of fruits falling by winds.

2. Suggestions for the adaptation of the experimental results

A. Suggest efforts to be made by the ARPC officials to recommend to print out

leaflet or pamphlet to disseminate the developed techniques in this study to the growers through the system of the Horticulture-Livestock Department in Rural Development Administration. In this case the researchers of present study would eagerly cooperate for the preparation of the technical report for printing.

B. The chief investigator of present research project would willingly cooperate and take part in the nationwide lecture and practical pruning exercises for the professional apple tree pruners and also for the professional pear tree pruners as early as in December 2003, if jointly or separately recommended by the Ministry of Agriculture, Office of Rural Development or by the ARPC.

C. Suggest to provide an opportunity to participate textbook writing for the leader training course for new year's farm management planning education courses in Rural Development Administration in relation to findings in present studies on pendant apple training systems and alternate fan system of pear trees.

CONTENTS

Chapter I. Outline of the research subject	17
Chapter II. Present status of interanal and exteranal technique development	24
Chapter III. Contents and results of technique development	51
Section 1. Practical technique development for pendant system for apple trees	51
1. Practical technique development of pendant system for apple trees in established and non-dwarfing apple orchard	54
2. Practical technique development of pendant system for apple trees in estabed and dwarfing apple orchard with 'Fuji'/M.26/seedling trees	120
3. Effect of the height of the lowest laterals on the tree growth and cropping in newly establish and dwarfing apple orchard with 'Fuji'/M.9 trees	123
4. Comparison between Solaxe system and Slender spindle system using 'Fuji'/M.9 trees	125

Section 2. Practical technique development of Alternate Fan system for pear trees	128
1. Materials and methods of the research	128
2. Results and discussion	138
A. Comparison between training systems in tree growth and productivity	138
B. Effect of internal angle of Alternate Fan system on productivity	158
C. Effect of pruning methods on productivity of Alternate Fan system	167
D. Investigation into culture methods for Alternate Fan system	174
Chapter IV. Research purpose attainment degree and contribution degree to the related study fields	184
Chapter V. Application plan of developed research results	186
Chapter VI. Literature cited	190

목 차

제 1 장.	연구개발과제의 개요	17
제 2 장.	국내외 기술개발 현황	24
제 3 장.	연구개발수행 내용 및 결과	51
제 1 절.	사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술개발	51
1.	기성 일반 사과원의 하수형 전정 실용화 기술 개발	54
2.	기성 왜성사과나무('Fuji'/M.26/실생)의 하수형 전정 실용화 기술 개발	120
3.	신규 왜성 사과나무 'Fuji'/M.9의 최하단지 높이가 나무의 생장 및 결실에 미치는 영향	123
4.	후지/M.9을 이용한 사과나무의 하수축형과(Solaxe)과 세장방추형(Slender spindle)간의 비교시험	125
제 2 절.	배나무 엇갈림부채꼴 전정방법 실용화 기술개발	128
1.	연구의 재료 및 방법	128
2.	연구결과 및 고찰	138
가.	수체생장및 생산성에 미치는 배나무 수형의 비교	138
나.	엇갈림부채꼴의 내부각도가 생산성에 미치는 영향	158
다.	엇갈림부채꼴의 전정방법이 생산성에 미치는 영향	167
라.	엇갈림부채꼴 배나무의 재배방법 연구	174
제 4 장.	목표달성도 및 관련분야의 기여도	184
제 5 장.	연구개발결과의 활용계획	186
제 6 장.	참고문헌	190

제 1 장 연구개발과제의 개요

동북부 아세아 지역에 위치하여 좌측에 일본과 우측에 중국이 놓여있는 우리나라는 과수원의 모습도 이들 3개국과 크게 다르지 않고 그 안에 있는 사과와 배나무의 모습도 아직까지도 거의 비슷하다. 우리나라의 기성 사과원의 모습은 일본과 중국의 기성 사과원의 모습과 비슷하게 과수원에 일광이 비치고 소형 운반용 truck이 자유롭게 다니기 위한 사과나 배나무 가지가 뺀어 들어오지 않은 완전히 열려있는 열간 공간이 갖추어 져 있지 못한 것이 6대주 중에서 Asia에 특징적으로 있는 현상으로 생각된다.

이와 같이 골과 골사이에 최소한 2m의 일광이 비치고 과수원내에서 약제살포, 수확, 시비, 자재와 과일의 운송에 필요한 공간이 없거나 불충분한 우리나라의 사과 과수원과 배 과수원은 그 특징으로서 2002년 현재 세계 주요 사과와 배의 생산국 중에서 ha당 생산량에 있어서 열간에 일광투입공간 2m가 뚜렷이 확보된 나라 중 사과는 New Zealand의 38.05M/T의 40.3%인 15.33M/T을 생산하고 배는 New Zealand의 39.25M/T의 46.3%인 16.34M/T을 생산하고 있는 실정이다.

따라서 사과와 배 과수원의 모습을 열간에 일광이 비치는 공간 2m가 확보된 수형으로 바꾸기 위하여 사과는 하수형, 배는 엇갈림 부채꼴로 모습을 바꾸어 그 실용화를 위한 유인, 전정법 개발, 노동력 평가, 수량 평가 및 품질 평가를 2000년부터 2003년까지 4개년에 걸쳐서 수행하였다.

연구내용이 새로운 점이 많기 때문에 이 보고서를 접하는 학자들의 이해를 돕기 위하여 가급적 많은 실물 사진을 사용하게 되었으며 이 연구용역의 허가에 즈음하여 주문사항의 하나였던 많은 연구지도 기관의 관련인사의 참여와 많은 독농가의 사례도 함께 연구하라는 지시에 따라 data의 소개에 노력하였으며 이에 추가하여 해외의 수형, 정지전정법에 대하여도 일부 참고하게 되었음을 밝히는 바이다.

제 1절 연구 개발의 목적 및 필요성

1. 사과나무 하수형 전정방법의 실용화 기술개발

사과나무의 하수형 전정방법의 용어의 뜻부터 간단히 설명하면 사과나무의 수형에 있어서 하수형이란 수형이 국제적으로 과수학계에서 공표된 바는 없다. 그럼에도 불구하고 하수형(下垂形)이란 용어를 이 연구과제에서 사용하는 것은 우리나라의 사과나무의 모습이 그 고

유의 수형에 관계없이 사과나무 가지를 신초의 상태에서 절단전정하거나 2년생이상된 가지를 단축절단하므로써 사과나무 가지의 선단부가 비스듬히 일어서는 모습 즉 사립형(斜立形)이 되는 모습인 것에 주목하여 이런 모습의 사과나무들 모두 사립형 사과나무라고 이름 붙이고 이와 반대로 선단부에 있는 1년생 가지 끝부분에 꽃눈이 생겨서 결실을 하게 되면 가지의 선단부가 비스듬히 일어서지 않고 아래로 처지게 되며 이 꽃눈에서 꽃이 피고 과실이 맺히면 200-500g되는 과실의 무게도 선단부의 정아가 꽃눈이 된 가지는 가을에 끝이 땅쪽으로 처져서 가지 끝이 아래로 처진다는 말의 한자용어인 하수형(下垂形)의 나무가 된다고 하므로써 이 연구에서 목표하는 나무의 모습을 좀 더 이해하기 쉽게 표현하고자 함에 있다.

실제로 한국과수지 1999년 5월호에 “프랑스에서 개발된 왜성사과 나무 하수축형(下垂軸形 =Solaxe)정지전정과 결실조절의 요점(김용구, 1999)” 하수축형 및 하수형 전정법이 소개된 이래 사립형(斜立形)의 나무를 하수형(下垂形)으로 바꾸는 방법에 대한 소개가 이어졌다. 2001년 1월에 사과나무의 하수형 전정법을 위주로 기술한 디지털 농업 1월호에 “전문농업인 성공전략 사과(상)(박영복, 2001)”에도 하수형 전정법이 기술된 바 있으며 사과재배 농업인은 이미 하수형이란 용어에 대하여 잘 이해하고 실천하는 사람이 많다.

그러므로 사과나무 하수형전정방법의 실용화 기술개발은 우리나라의 대부분의 사과나무가 사립되어 있는 것에 유의하여 수형은 처음에 변칙주간형으로 시작하거나, 개심자연형으로 시작하거나, 이른바 왜성 주간형으로 출발하여 길러 왔더라도 10년이상되어 열간에 공간이 없게 우거지고 가지의 선단이 비스듬히 일어서 있으며 가지의 선단에 잎눈만 생겨 계속하여 사립으로 크면서 과수원에 일광이 비치는 2m의 열간의 빈 공간이 없는 사과나무는 모두 그 수형의 고유한 이름에 구애되지 않고 사립형 사과나무로 규정하고 이런 사과나무로 이루어진 사과 과수원을 열간에 2m의 빈 공간이 새로 마련되고 모든 가지의 선단부의 1년생 신초의 정아(頂芽)가 꽃눈으로 변하며 사과가 가지의 최선단지에 달려서 가지의 끝 부분이 모두 능수버들처럼 아래로 처지는 나무로 만드는 것을 하수형전정법으로 규정한다.

이렇게 사과나무를 그 끝이 땅쪽으로 처지게 기르는 하수형 정지 전정법에는 일반성목 뿐만 아니라 1996년부터 우리나라에 본격적으로 보급된 M.9 대목에 접목된 사과나무의 모든 수형에도 적용되는 전정법이다. 좀 더 구체적으로 소개하면 M.9에 접목된 사과나무의 방추형 전정과 세장방추형전정을 한 나무도 그 가지의 선단부분이 모두 수평이하로 하수되게 정지전정한다면 이 또한 하수형전정의 범주에 속하게 됨을 전제로 하여 이 연구에서 다루었다. 따라서 “사과나무 하수형전정법의 실용화 기술개발”에서는 기성 일반 사과원의 개심자연형 또는 변칙주간형의 나무가 사립형으로 그 잔가지의 선단이 비스듬히 일어서 있는 나무

를 그 잔가지의 선단부에 과실이 맺혀 모든 잔가지가 아래로 처지게 유도하므로써 나무와 나무사이에 공간이 생기고 일광이 수관내부에 잘 비쳐서 달려있는 과실의 색을 잘 발달하게 하고 다음해의 결실을 위하는 꽃눈생성이 잘 되게하는 시험을 실시하였고 이어서 M.26대목에 접목된 왜성사과나무와 M.9대목에 접목된 왜성사과나무의 하수형 전정법의 실용화 기술 개발도 동시에 추진하였다.

그러므로 사과나무 하수형 전정법 개발 시험의 목적은 우리나라 사과의 생산성을 현재 세계 최선진국인 New Zealand의 ha 38.05M/T에는 미치지 못할지라도 일단 현재의 배인 30.16M/T에 도달하도록 하는 것에 목표를 두고 기존 변칙주간형, 개심자연형, 방추형, 세장 방추형등의 수형을 그대로 골격은 유지하면서 결과지가 수평이하로 하수되게 하므로써 수량에서 배가운동, 품질에서도 우수한 등급의 비율을 배가시키고 나무는 열간에 2m의 일광이 비치는 공간이 조성되게 하여 과번무에서 풀려난 나무로 만들고자하는데 그 목적이 있고 이렇게 우리나라의 사과나무의 모습을 개선하므로써 우리나라의 사과 산업을 국제경쟁력이 있게 하여 WTO 시대의 사과산업을 굳건히 지키는 기술개발에 그 필요성이 있다.

2. 배나무 엇갈림 부채꼴의 실용화 기술개발

배나무 엇갈림 부채꼴은 현재 우리나라에서 널리 보급되고 있는 Y자형 수형에 있어서 재식 당시에 6m×1m로 재식하였다가 6년차 이후부터 점차적으로 6m×2m가 되도록 간벌하는 등으로 일시적 수량의 감소와 간벌 작업의 불편이 있고 또 분지각도가 100도 정도로 넓기 때문에 도장지 발생이 많아서 도장지 제거의 전정 노력비가 많이 들고 도장지를 형성시켜 잘라버림으로서 나무의 양분을 결실에 이용하지 못하는 몫이 큰 것을 고쳐보고자 하여 1996년에 당시 경희대 과수학 교수 김용구(현 한국 과수정지전정 연구소 소장)가 창안한 수형이다.

이 수형을 경기도 이천시 호법면 주박리에 거주하는 명제영씨의 새로 개간한 땅에 심은 신고, 감천배, 신수등에 적용하여 본 결과를 재식 4년차에 새농사 1999년 7월호에 발표(김용구, 1999)하였고 그 때 4년생의 엇갈림 부채꼴 배나무에서 ha당 37.4M/T의 생산이 예측되어 4년생의 Y자형 배나무에서 ha 14.6M/T생산이 예측되어 엇갈림 부채꼴이 Y자형에 비하여 4년생 신고배로 이루어진 과원에서는 2.58배 증수하는 성적을 보인바 있다(김용구, 1999).

따라서 이와 같이 조기 다수확 하면서 배나무의 주간을 간벌할 필요가 없이 매년 굵은 주지만을 1개씩 갈아끼우면 되며 불필요한 도장지 발생이 거의 없으므로 많은 도장지가 해마다 발생하여 전정 작업 노동력이 많이 들고 나무는 저장 양분을 잃어버리는 손실을 극히 적

게 할수 있는 수형이다. 그러나 이 수형의 개발 연수가 많지 않아서 아직 국내외의 과수관련 학자, 조합원, 행정관 및 배 재배업자들에게 널리 알려지지는 않았다.

이 수형은 기본적으로 내각이 60도인 모양의 틀을 제작하여 땅에 지하부를 묻고 지상부의 X형의 틀에 배나무를 비스듬히 유인하되 한 나무는 모두 한 쪽으로 유인하여 자라게 하므로써 배나무가 오른쪽과 왼쪽으로 중심각에서 30도씩 기울어지게 심어서 좌우로 기운 배나무 사이에 60도의 공간이 생기게 재배하기 때문에 엇갈림 부채꼴의 “엇갈림”이란 말을 쓴 이유가 엇갈려서 심는다는 뜻에서 붙여졌다.

한편 엇갈림 부채꼴이란 말의 부채꼴이라는 이름은 배나무 가지를 한쪽으로 부채모양으로 자라게 하기 때문에 “부채꼴”이란 이름이 엇갈림과 함께 어우러져 명명되었다.

엇갈림 부채꼴은 1999년 7월에 전국에 발표된 이후 전국에서 약 300농가가 직접 창안자에게 전화로 자세한 내용을 문의하였고 충북 영동군 이원면에서는 엇갈림 부채꼴로 수세가 왕성한 원황배와 화산배를 6m×1m로 심고 한나무에 주지를 4개씩만 두어 한쪽으로 기울게 키우므로써 결실에 이용되는 가지는 한 나무당 3개씩 하고 주지 한 개는 도장지를 기르고 있어서 매년 이 도장지로 주지 1개씩을 교체하는 방법으로 정지 전정하기 때문에 6m×1m로 재식된 배나무의 간벌없이 오랫동안 기를 수 있음을 보여주고 있는 사례도 있다. 또한 주지의 선단을 절단함이 없이 기르므로 도장지의 발생이 적고 지면에서 약 30cm 윗부분부터 가지의 끝까지 결실시키므로 결실부위가 많고 결실하는 주지는 해마다 4개씩만 한나무에 두면서 매년 가장 긴 주지 1개씩을 도장지와 대체하므로써 주지의 지속적인 갱신이 이루어지는 등으로 배나무는 늘 활력을 유지 할 수 있는 장점이 있다.

이 엇갈림 부채꼴의 목적은 우리나라의 Y자형 배나무의 무수한 도장지 발생문제를 해결하고 과번무로 인한 간벌의 필요성의 문제도 해결하면서 간벌없이 ha당 1,666주의 배나무를 영구적으로 유지 보존하면서 안정적으로 열간에 2m의 햇빛들어가는 공간이 있고 또한 수관 내부에서 작업할 수 있으며 태풍의 피해도 적은 배나무 재배를 기하는 것이 목적이고 이렇게 하므로써 우리나라 배 생산을 국제적으로 New Zealand와 같은 ha당 39.25M/T의 생산은 기하지 못하더라도 현재의 배인 32.68M/T를 생산하므로써 국제경쟁력있는 배나무 과수원을 조성하는 실용화 할 수 있는 기술개발에 그 필요성이 있다.

제 2절 연구개발의 내용 및 범위

1. 사과나무 하수형전정 방법 실용화 기술개발의 연구내용과 범위는 아래와 같다.

① 기성 일반 사과원으로서 2000년에 17년생 'Fuji'/MM106/실생의 나무로서 재식거리 4.5m×4.5m로 재식된 나무로서 남북으로의 열간에 가지가 짝 들어차서 tunnel과 같은 그늘을 형성하고 있는 나무 약 100주를 시험수로 활용하였다. 열간에 2m의 공간을 만들지 않는 구를 대조구로 하고 유인만 하는구, 3년간 2m의 빈 공간을 만드는 처리, 2년간 2m의 빈 공간을 만드는 처리, 1년에 2m의 빈 공간을 만드는 처리로 하여 수체생장, 결실량, 과실품질 등을 비교분석하였다.

② 기성 'Fuji'/M.26 12년생된 나무의 수세가 너무 왕성하여 열간에 2m의 햇빛 들어가는 공간이 조성되지 못한 사과나무에 대하여 2m의 공간을 조성한 것과 공간이 가지로 얽힌 나무간의 수체생장과 결실에 미치는 영향을 조사하였다.

③신규 왜성사과원의 하수축형 전정 실용화 기술개발과제에서는 결가지 있는 'Fuji'/M.9 자근대목묘를 1999년에 재식하여 1년간 기른 나무의 결가지를 지면상 30cm, 60cm, 90cm가 되게하여 수체와 과실에 미치는 첫 가지의 지면상 높이를 하수축형의 조성과 관련하여 조사하였다.

④ 'Fuji'/M.9의 자근대목묘를 2001년에 재식하여 지면상 60cm에 첫가지가 놓이는 6선식 세장방추형과 지면상 첫가지가 90cm에 놓이는 4선식 하수축형의 수형간의 차이점이 수체와 결실에 미치는 영향을 조사하였다.

⑤ 'Fuji'/M.9의 자근대목묘에 있어서 'Fuji' 품종의 접수를 M.9자근대목의 지상 10cm, 30cm, 60cm, 80cm, 100cm, 120cm로 달리 절접한 묘목을 만들어 2000년 봄에 각각 3주씩 재식하여 M.9대목부분의 길이가 수체와 결실에 미치는 영향을 조사하였다.

⑥ 'Fuji'/M.9의 첫가지의 노출높이를 60cm, 70cm, 80cm, 90cm, 100cm, 110cm, 120cm로 하여 지면상 첫가지의 높이가 수체생장과 결실에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 배나무 엇갈림 부채꼴 실용화기술개발의 내용과 범위는 아래와 같다.

본 연구는 국내에서 시행되고 있는 배나무 재배방법의 현황과 문제점을 체계적으로 구명하고 새로이 고안된 엇갈림부채꼴의 연차별 재배법, 유인틀의 형태에 대하여 보완·확립에 그 목적을 두며, 이와 병행하여 기존의 각각의 수형을 한 장소에서 비교해 봄으로서 상호 장단점을 동시에 비교해보고자 하였다.

①최초 엇갈림 부채꼴과 다양한 Y자형의 수형비교실험에서는 이천의 엇갈림 부채꼴과 화성, 나주, 순천에 있는 다양한 Y자형과의 비교를 하였다.

②변칙 엇갈림 부채꼴 수형의 관리법 개선시험에서는 개심자연형에서 엇갈림 부채꼴의 모습으로 변형시킨 배나무의 성장과 수량에 미친 성적을 조사분석하였다.

③엇갈림 부채꼴, Y자형, 개심자연형의 비교시험에서는 2000년에 동일 포장에 나무를 신규로 심어 엇갈림 부채꼴, Y자형, 개심자연형의 성장과 결실에 미치는 영향을 조사하였다.

④재식 당년부터 유인하는 엇갈림 부채꼴, Y자형의 비교시험은 2001년에 경희대 시험포장에서 수행하였다.



<사진 2-1> 개심자연형으로 수형을 구성한 재식 7년차의 배나무 모습
(2003년 8월 경기도 이천, 李在榮 원도)



<사진 2-2> Y자형으로 수형을 구성한 재식 7년차의 배나무 모습
(2003년 7월 전남 순천, 李在榮 원도)

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술개발

우리나라의 교목성 일반사과나무의 전정법에 대한 연구는 6개로서 절단은 단과지 형성에 장애가 됨을 밝힌바 있다(김성원, 1958).

우리나라의 사과나무의 수형과 수량을 조사한 성적을 보면 1968년에 예산지방의 '국광' 30년생은 ha당 106M/T, 수령 26년생은 ha당 108M/T의 다수확을 하였으며 수령 17-30년생의 사과원 11개소 중에서 ha당 50M/T이상을 생산하는 사과원이 6개소가 되어 54.5%가 됨을 보고한 바 있다(김용구, 1968).

한편 1995년에 14년생 'Fuji'/M.26/실생의 나무는 ha당 41.3M/T을 생산하여 이보다 27년 앞서서 재배하였던 국광/실생대목때의 생산량에 비하여 38%에 불과함을 보여주고 있다(김용구, 1996).

또한 1999년에 충주에서 9년생 'Fuji'/M.26/실생의 방추형 사과나무에 대하여 수량을 조사한 결과를 살펴보면 ha당 57M/T을 생산하여 1968년의 일반사과나무 ha당 108M/T의 52%에 이름을 알 수 있다(김용구, 1999).

'Fuji'/M.26/실생의 사과나무를 이용하여 7년생까지의 누적수확량을 조사한 결과를 보면 주지의 선단을 절단하는 전정을 적용하지 않고 주지의 선단부는 계속 자라게 방임하고 다만 밀생한 가지는 일부 그 주간상에서 발생한 기부에서 솟아내는 전정을 한 나무는 7년간 ha당 155M/T을 생산하였으나 우리나라의 관행전정법인 주지연장지의 선단의 신초를 자르거나 약한 가지를 남기고 단축전정하는 방법은 7년간 ha당 87M/T만 생산하여 무절단 전정한 나무의 56%의 생산에 그친 결과를 보고한 바 있다(정재훈, 1993).

'Fuji'/M.26의 3년생 나무에 대하여 솟음전정한 가지의 flower bud weight가 절단전정한 가지의 flower bud weight보다 무겁고, 분지각도를 120도로 한 것이 flower bud의 weight가 가장 무거운 것을 보고한 바 있고(이재영, 1995), 또 다른 연구에서는 'Fuji'/M.26 6년생에 대하여 분지각도와 착과수를 조사한 결과에서는 120도로 유인한 가지가 30, 60, 90, 150도로 각각 유인한 가지보다 착과수가 많았으나 이재영(1995)의 연구와는 달리 화아의 무게는 90도로 유인한 가지가 120도로 유인한 가지보다 무거웠고 180도로 유인한 가지는 꽃피는 시기가 45도로 유인한 가지나 무유인한 가지보다 빨랐다(한현희, 1999).

3년생 'Fuji'/M.9 자근묘를 이용한 시험에서 분지각도를 90도로 한 것이 꽃눈의 중량은 다른 분지각도보다 높았으나 꽃눈의 개수는 135도로 유인한 가지에서 90도로 유인한 가지보다 월등히 많았고 분지각도가 180도로 유인된 가지는 1년생 신초에 있어서 껍질부분이 이보다 분지각도가 좁은 가지들보다 컸다(한현희, 2003).

'Fuji'/실생의 일반 교목성 사과나무로서 2001년에 25년생이며 17년생 때 인 1993년부터 9년간 주지연장지 신초의 절단전정을 하지 않아서 신초의 선단부위에 꽃눈이 생겨서 결실하여 신초의 선단부위가 아래로 처진 사과나무(사진 1-1, 2, 3, 4, 5참조)를 이용하여 결과지 발생기부에서 3cm 떨어진 부위의 직경이 8.1~10mm, 10.1~12mm, 12.1~14mm, 14.1~16mm, 16.1~18mm인 가지에 대하여 적절한 각 가지의 굵기별로 300g이상의 과실을 생산할 수 있으려면 몇 개의 사과를 최종까지 결실시키는 것이 알맞겠는지를 구명하는 연구에서 3개, 4개, 5개, 6개, 8개씩만 달면 모두 301g에서 317g까지의 범위내의 과실을 생산할 수 있음을 France에서 수입한 가지 굵기별 적정 착과수 결정 기준자인 MAFCOT를 이용한 연구를 한국에서는 최초로 수행한 바 있다(류종현, 2002).

3년생 'Hongro'/'Fuji'.M.26/실생의 나무를 이용하여 주지연장지 신초를 그대로 방임한 나무, 가지끝을 하수시킨나무, 주간연장지 신초의 끝에서 5cm만 들여자른 나무, 주간연장지 신초의 1/2을 들여자른 나무로 처리하여 본 결과 처리 받은 가지에서 새로 자란 주간 연장지의 길이는 하수시킨 가지가 15.4cm자란테 비하여 방임한 가지는 28.3cm, 5cm를 들여자른 가지는 30.4cm, 반을 들여 자른 가지는 58cm가 자랐으며 처리를 하고 남은 지난해 자란가지 부분 즉 2년생 가지에서 돌아난 새가지들의 총 길이는 하수전정한 가지에서는 7.5cm였으나 무전정은 19cm, 5cm만 자른 가지는 55.5cm, 반을 들여 자른 가지는 135.1cm에 달하였다.

또한 나무의 폭은 하수처리한 나무는 203.7cm로 가장 좁았으나 방임한 나무는 213.4cm, 5cm 자른 나무는 219.5cm, 반을 자른 나무는 220cm로서 모두 하수한 나무보다 유의하게 나무의 수폭이 커지고 수관의 크기도 유의하게 커졌다.

하수한 주간 연장지는 100% 정화아가 형성되었으나 방임한 가지는 42%, 5cm를 들여자른 가지는 12%, 반을 들여자른 가지는 0%의 정화아가 형성되었다.

수관용적당 과실수량은 5cm절단한 나무나 반을 절단한 나무가 하수시킨 나무보다 유의하게 적었다. 또한 하수시킨 가지에 달린 홍로의 과실경도가 절단한 나무들 보다 높고 과실의 착색도도 하수만 시킨 나무에서 달린 과실은 절단한 가지의 과실보다 높았다.

특히 신초의 절반을 자른 가지는 2차 수확과에서 과피에 녹색을 띤 사과의 비율이 하수된

나무에서는 없었으나 신초의 반을 절단한 나무에서는 70%에 달하여 가지의 강한 절단전정이 과실의 성숙을 지연시켜 상품가치를 저하시킴을 보여주었다.

더욱이 주목할 만한 조사성적은 'Hongro' 품종의 가격이 과실개당 무게가 500g이면서 착색이 상등급이면 kg당 10,400원인데 굵기가 66%감소하여 개당 330g이 되면 같은 colour등급에서 가격은 kg당 8,000원이 되어 78%가 되는데 같은 330g의 등급에서 색깔이 나쁘면 가격은 kg당 2,000원이 되어 25%로 떨어지는 결과를 보여서 홍로의 가격이 굵기에 의하여 22%감소하나 착색에 의하여 80%감소하는 결과를 보고하였다(이창호, 2003).



<사진 1-1> 2002. 10. 27 충주시 소태면 오량리 허만영씨(가운데) 농가의 하수형 전정 10년차 성목원의 하수된 가지와 일광이 비치는 공간으로 잘 착색된 후지/실생 나무를 보고 찬사를 보낸 France의 Solaxe 수형 전문가 Dr. P.E. Lauri(김용구 원도, 2002).



<사진 1-2> 사진 1-1의 왼쪽에 있는 나무의 근접사진으로서 하수된 가지 끝에 사과가 대롱대롱 매달려 있어서 착색이 잘 되고 과대지에 내년도를 위한 꽃눈이 형성된 나무를 살펴보는 France의 Dr. P. E. Lauri(왼쪽)(김용구 원도, 2002).



<사진 1-3> 사진 1-2의 맨 아래쪽의 사과의 근접촬영 사진으로서 각 과실의 꼭지 있는 부근에서 발생한 과대지(bouse shoot)에는 이 사진에서와 같이 내년도에 사과가 맺힐 충실한 꽃눈이 형성되어 있다.(김용구 원도, 2002).



<사진 1-4> 사진 1-1, 2, 3과 같은 하수된지 9년만의 나무에서 수확한 사과를 담아 놓은 모습으로서 사진 1-1, 2, 3보다 1년전의 사과도 잘 착색된 모습(김용구 원도, 2001)



<사진 1-5> 사진 1-4의 원경으로서 나무와 나무 사이에 하수된 나무로 일광이 잘 비쳐서 사과의 착색이 잘 된다(김용구 원도, 2001)

외국의 사과나무의 수형과 수량에 대한 것 중에서 2003년 현재의 발표된 기록을 통한 수량을 감안한 최고의 수량은 아마도 France Lanxade 지역에 있는 CIREA Franchemont 시

험장의 'Fuji' 품종의 주간의 높이에 대한 시험포장의 성적일 것으로 생각한다. 1998년에 4m×1.5m로 재식한 'Fuji'/pagam 1 나무(ha당 1,667주 재식)에서 Solaxe(하수축형) 수형으로 시작하여 현재는 Centrifugal training(원심형)으로 전정하고 있는 이 나무의 4년차인 2001년의 수확량은 수고 3m구에서 ha당 72M/T에 도달하였고 50%이상의 과면이 붉은색으로 착색된 과실의 비율이 88%였으며 과실횡경 72mm이상의 1등급 꺾기의 과실은 72%였으며 1등급 과실생산량이 ha당 55M/T이었다. 나무의 수고를 2m로 한 나무는 ha당 52M/T, 수고가 2.5m인 나무는 ha당 51M/T을 생산하였고 ha당 1등급 과실의 생산량은 수고 2m의 나무는 41M/T, 2.5m의 나무는 38M/T에 불과하였고 4년간 1등급 사과생산량의 누적 수량은 수고 2m의 나무는 79M/T, 수고 2.5m의 나무는 76M/T이었으나 수고 3m의 나무는 99M/T이어서 'Fuji'/M.9의 수고는 결실부위까지 3m가 되어야 하겠음을 보여주고 있다.

이 France의 Lanxade 지역의 Franchemont 시험포장의 사과나무의 모습은 재식후 2년차인 1999년과 재식후 3년차인 2000년의 모습 및 재식 후 5년차 2월인 2003년 2월 10일에 다시 방문하여 살펴본 3차례의 모습중에서 2000년 9월 29일에 3년생 나무의 결실모습(사진1-6과 1-7)과 2003년 2월 10일 방문때의 5년간 자란 나무로서 결실부위 수고 3m의 나무에서 ha당 93M/T을 수확하고 50%이상 착색의 1등급 과실이 99%였었다는 나무의 모습은 사진 1-8과 사진 9에서 보는 바와 같다.



<사진 1-6> 2000.9.29에 France Lanxade 지역에 있는 Franchemont 과수시험장의 3년생 'Fuji'/M.9의 하수형과 결실상태(김용구 원도, 2000).



<사진 1-7> 2000. 9.29에 France Lanxade 지역에 있는 Franchemont 시험장의 3년생 'Fuji'/M.9의 나무로서 지면상 첫 가지를 130cm정도로 높이고 3년차의 결실량은 200g의 과실이 150개가 되므로 주당 약 30kg이며 ha당은 50M/T의 사과를 수확하였다(윤익노 원도, 2000).



<사진 1-8> 2003.2.10에 France의 Lanxade지역에 있는 Franchemont 시험장에서 결실부위 키 3m이고 ha당 2002년에 93M/T의 사과를 수확한 'Fuji'/M.9의 나무와 나무사이에 2m 이상의 공간이 확보된 4m×1.5m로 재식된 하수축형(Solaxe)에서 원심형(Centrifugal training)으로 바뀐 사과나무(김용구 원도, 2003).



<사진 1-9> 2003.2.10에 France의 Lanxade 지역에 있는 Franchemont 과수시험장의 5년 생 'Fuji'/M.9의 Solaxe 수형에서 Centrifugal training으로 전환된 나무의 모습이며 이 나무에서 2002년에 ha당 93M/T의 'Fuji'를 수확하였다(신인섭 원도, 2003).

Italy의 South Tyrol(남티롤)은 Italy의 동북부 지역에 Austria와 접경하여 있는 Alps산맥의 중심부에 위치한 산악지대로서 Europe에서 사과원이 가장 집중된 곳이며 사과재배의 기술도 뛰어난 세계인의 주목을 받는 사과재배 지역이다. 이 지역의 제 1급의 사과 재배 독농가인 Hans Koessler 씨는 2003년 2월 4일 방문하였을 때 그의 'Fuji'/M.9 포장에서 2002년에 4년생의 나무에서 49M/T의 'Fuji'를 생산하였다고 하였으니 France의 CIREA 소속의 Franchemont의 3년차의 'Fuji' 생산량인 50M/T와 비슷하다. 그만큼 Italy의 사과생산량은 France의 Solaxe 수형의 생산량보다 약간 뒤지고 있음을 사진1-10에서도 알 수 있겠다. Italy의 South Tyrol의 사과나무의 수형이 Slender Spindle 수형의 표준유인각도인 수평유인에서 Solaxe수형의 표준 유인각도인 하수유인으로 바뀐 모습은 2001년 10월 4일에 Italy의 Bolzano 자치주의 Girlan에 있는 Alois Braun씨의 'Fuji' KIKU[®]8/M.9의 3년생 나무에서 모든 결과지의 선단을 끈으로 하수유인한 모습(사진 1-11 및 12)에서도 확인 할 수 있다.



<사진 1-10> 2003.2.6 아침에 Italy의 South Tyrol의 제 1급 'Fuji'/M.9 재배 독농가인 Hans Koessler씨의 4년생 사과나무의 모습으로서 2002년 4년차에 ha당 49M/T의 'Fuji'를 수확하였고 나무의 수형은 기부에 세장방추형의 표준 모습인 영구주지가 애초부터 만들어지지 않았고 모든 결과지는 하수유인하고 있어 표준 세장방추형에서 하수축형의 모습으로 편하고 있다(김용구 원도, 2003).



<사진 1-11> 2001년 10월 4일 Italy의 Bolzano 자치주 Girlan에 있는 Braun씨의 3년생 'Fuji'/M.9의 하수된 가지 끝에 달린 'Fuji'/KIKU[®]8의 모습(류중현 원도, 2001).



<사진 1-12> 2001년 10월 4일에 Italy의 Bolzano 자치주 Girlan에 있는 Braun씨의 'Fuji'/KIKU[®]8의 3년생 나무로서 가지의 끝에 결실하도록 하수유인한 모습(김용구 원도, 2001).

미국에 있어서의 일반 교목성 사과나무와 왜성사과나무의 전정방법에 대하여 살펴보면 교목성 성목의 주간의 상부에는 직립한 도장지가 많이 발생하여 수관 내부와 수관하부에는 짙은 그늘이 드는 경향이 있어서 수관내부의 가지를 솟아낼 필요는 있으나 나무와 나무사이에는 가지가 뺏어들어 오지 않은 빈 공간이 3m씩 조성되어 있어서 사과나무는 입체적으로 햇빛을 받고 있고 주지의 선단의 가지는 결코 절단전정함이 없어서 선단부의 가지는 결실된 열매에 의하여 그 끝이 땅으로 하수되어 있다(사진 1-13, 14).



<사진 1-13> 1992년 8월 9일 미국 Michigan주 Anarbo에 있는 개인 과수원의 교목성 일반대목 사과나무의 모습으로서 수관의 중심부 상부에 많은 도장지가 발생하고 있어서 짙은 그늘이 수관 내부와 하부에 드리워져 있으나 수관 외부의 가지들은 하수되어 많은 과실이 매달려 있고 나무와 나무 사이에는 3m정도의 일광이 투입되는 공간이 있다(김용구 원도, 1992)



<사진 1-14> 2003. 2.18 미국 New York 주의 Beak and Stiff Farm에 있는 교목성 사과 나무로서 열간에 3m정도의 사과나무 가지가 뺀어 들어가지 않는 공간이 있음을 알 수 있다 (김용구 원도, 2003).

미국의 왜성사과나무의 모습과 전정 방법을 Cornell 대학의 포장에서 살펴보면 전정하기 전의 모습은 사진 1-15와 같고 전정한 나무의 모습은 사진 1-16, 17과 같다.

사진 1-16에서는 미국의 전정전문가인 Cornell 대학교 원예학과의 Terence Robinson 교수는 그가 그동안 정지전정해 온 나무의 앞에 전정가위를 목에 걸고 서 있다. 이 나무는 결실 부위까지의 높이가 3m 가까이 되면서 주간 상부의 가지를 왕성한 세력으로 키우고 있고 각 주지는 수평유인이 되어 있으며 기부에 영구주지 6개 정도가 자라고 있으며 짧게 자라게 하기 위하여 여러차례 단축전정을 수행한 모습을 곧게 뺀지 못한 가지에서 알 수 있다(사진 1-16). 이런 나무를 전정한 모습은 사진 1-17과 같으며 주간 연장지 부위의 강한 단축전정, 길게 뺀 가지의 강한 단축전정의 모습을 볼 수 있다(사진 1-17). 그리고 수령이 15년생 이상된 성목에 있어서 너무 복잡하게 발달하고 길게 뺀 가지는 솎아내고 짧은 결과지만 남게 전정하여 열간에 일광이 비치는 공간 3m정도를 확보하고 있다(사진 1-18).



<사진 1- 15> 2003. 2. 15 미국 New York주 Geneva에 있는 Cornell 대학교의 과수시험 포장에 있는 사과나무의 전정하기 전의 모습으로서 주지선단 가지의 절단전정으로 주지 연장지가 강하게 자라고 있다(김용구 원도, 2003).



<사진 1-16> 미국의 Cornell 대학교 과수시험포장에서 이 대학교 전정전문가인 Robinson 교수가 2003년 2월 15일에 New York 주 Geneva에 있는 Cornell 대학의 포장에서 이미 전정이 끝난 나무에 대하여 세계 각국에서 온 학자들과 왜성 사과재배가들에게 세장 방추형의 나무앞에서 전정에 대하여 설명하고 있다(김용구 원도, 2003).



<사진 1-17> 2003년 2월 15일에 미국 New York주 Geneva에 있는 Cornell 대학교의 과수시험포에서 세장방추형으로 전정을 마친 나무의 모습으로서 지면상 120cm까지에 강한 영구 주지가 형성되어 있어서 수폭을 줄이기 위하여 단축전정하였고 주간의 키도 줄였으며 주지도 단축전정하여 하수된 가지가 별로 없는 나무의 모습(김용구 원도, 2003).



<사진 1-18> 2003년 2월 15일에 미국의 Cornell 대학교 과수시험포에 있는 세장 방추형 전정을 마친 성목에 대하여 New Zealand의 전정전문가이며 New Zealand의 Hort Research 연구소의 연구원인 Dr. Stuart Tustin(오른쪽)이 Cornell 대학의 기술보급원 Mr.Hoying 과 함께 제 46차 IDFTA(International Dwarf Fruit Tree Association)회의 참가자들에게 설명하고 있다(김용구 원도, 2003).

한편 미국 New York 주의 최 대사과 단지내에 있는 Fowler Farms에서는 super spindle의 수형으로 'Fuji'/M.9을 4m×0.33m의 간격으로 밀식하여 기르는 모습도 볼 수 있었다(사진 1-19, 20). 이들 과원의 특징 역시 4m의 열간에는 2m의 일광이 비치는 공간이 뚜렷하게 마련되어 있는 점이다.



<사진 1-19> 2003. 2. 18에 미국 New York 주의 사과 집산지에 심겨진 4m×0.33m의 'Fuji'/M.9의 super spindle 의 나무의 모습으로서 열간에 3m의 일광통로가 뚜렷이 마련된 정지전정(김용구 원도, 2003).



<사진 1-20> 2003. 2. 18에 미국의 New York주에 있는 사과 주산지에 ha당 7,500주가 초밀식으로 재배되고 있는 사과나무의 근접 촬영된 모습(김용구 원도, 2003).

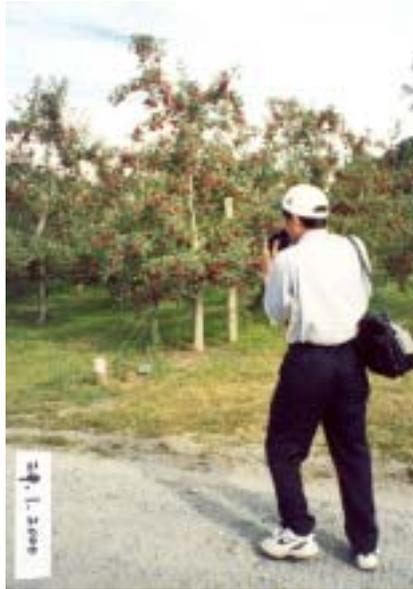
한편, 2000년 1월 New Zealand의 사과 수형과 전정 방법을 2000년 1월 28일부터 2월 5일

까지 Nelson에서 있는 국제원예학회 과수수형과 재식양식에 관한 제 7차 국제과수 수형학회(7th International symposium on orchard and plantation systems)에 참가하여 살펴본 바를 예를 들면 다음과 같다.

New Zealand는 위도상 태양열이 풍부히 비치는 위치에 있어서 세계적으로 다수확 하는데 유리한 기후에 놓여 있는 국제 경쟁상 유리한 나라이다. 따라서 ha당 100M/T 이상 생산하는 과원이 많으며 세계에서 단위면적당 사과 생산량이 가장 많은 나라이름은 이미 앞서 기록한 바와 같다. 이런 New Zealand의 수형을 살펴보면 M.9에 접목된 나무는 일부 사진 1-21에서와 같이 사람의 키보다 낮게 길러지는 곳도 있고 사진 1-22에서와 같이 사람의 키보다 2배 이상 되게 즉 수고가 4m가 되게 키우는 과원도 있다.



<사진 1-21> 첫 주지를 지면상 60cm로 낮게 하고 수고를 2m 이내로 키우는 Gala/M.9의 나무, New Zealand의 Hawkes Bay에 있는 Mr. Tony Gilbertson의 과원의 나무들(김용구 원도, 2000).



<사진 1-22> 2000. 1. 29일에 New Zealand의 Hawkes Bay에 있는 Mr. Tony Gilbertson의 많은 과실이 달린 세장방추형의 Gala/MM.106 나무(김용구 원도, 2000).

New Zealand는 햇볕이 강하기 때문에 이 강한 일광으로 인하여 과실에 일소(Sun scald)가 많이 발생하므로 나무의 키를 키우고 나무속에 다소 일광이 적게 비치게 많은 가지를 두는 방법으로 키우는 것이 수형의 특징 중 하나이다. 사진 1-22는 New Zealand 북섬에 있는 Hawkes Bay Research Center의 Department of Horticulture 소속인 키 4m의 slender-pyramid 형의 나무(Robinson, 2003)의 모습이다. 그리고 사진 1-24와 25는 키가 5m까지 되는 New Zealand 특유의 키 큰 나무로서 대개 MM.106 대목에 접목되어 있고 Vertical axis(수직축형)에 가까운 나무이다.



<사진 1-23> 2000. 1. 30에 New Zealand의 Hawkes Bay Research Center에 있는 dwarf-pyramid형의 키 4m의 Golden Delicious 나무(김용구 원도, 2000).



<사진 1-24> 2000. 1. 30 New Zealand의 Hawkes Bay Research Center에 있는 키 5m 이상의 Gala/MM.106 나무 오른쪽에 서 있는 미국의 전정 전문가 Robinson 교수와 김용구 교수(가방맨 사람)(김용구 원도, 2000).



<사진 1-25> 사진 1-24의 키 5m 이상인 vertical axis 형의 나무를 가까이에서 설명하고 있는 New Zealand의 전정 전문가 Dr. Tustin(왼쪽 짧은 바지와 그 오른쪽의 김용구 교수) (김용구 원도, 2000).

일본의 경우에 있어서는 1994년 1월 18일에 일본 Aomori 현의 사과 독농가 Soma씨의 사과원을 방문하였을 때 세장 방추형으로 전정한 'Fuji'/M.26/실생의 나무의 열간에 뚜렷이 2m의 일광 투입공간이 조성된 사진 1-26의 과원 전경과 사진 1-27의 근접사진으로서 나무의 기부에 긴 영구 주지가 형성되어 있고 대부분의 가지가 수평의 각도로 시작하였으나 가지 선단은 대부분 하수되어 있는 모습을 볼 수 있었다. 그러나 주간의 선단부에 너무나 많은 가지가 발생된 것은 고칠 필요가 있다고 보여졌다.



<사진 1-26> 1994. 1. 18에 살피본 일본의 사과 주산지인 Aomori 현의 Hirosaki시에 있는 독농가 Soma씨의 'Fuji'/M.26/실생의 왜성사과원의 전경(김용구 원도, 1994).



<사진 1-27> 사진 1-26의 나무의 근접 촬영 사진으로서 나무의 하부에 튼튼한 골격지가 형성되어 있고 가지는 단축전정을 하였으나 신초의 절단전정은 하지 않아서 대부분의 가지 선단이 결실로 인하여 하수되어 있는 모습(김용구 원도, 1994).

이제 일반대목에 접목된 성목을 살펴보면 사진 1-28과 같이 열간에 일광이 비칠 빈 공간 2m가 조성되어 있지 못하고 열간이 나무 가지로 덮여있으며 한 나무의 수관 내부를 들여다 보면 사진 1-28과 같이 일부 가지는 하수되어 있으나 너무나 많은 가지가 수관 내부를 가로 막고 있어서 수관 내부의 광환경은 좋지 못함을 살펴 볼 수 있었다. 이와 같은 개심자연형(open center natural form)의 나무의 전정후의 모습은 사진 1-29와 같다. 그리고 일본 Hirosaki시의 외곽에 있는 Aomori 사과 시험장의 100년된 사과 나무에서 하수형(下垂形)으로 8년까지 과대지에서 과대지로 연결된 결실의 모습을 보이는 나무도 살펴 볼 수 있었다.



<사진 1-28> 일본 Aomori 현 Hirosaki시 교외의 일반대목에 접된 사과원으로서 개심자연형으로 유인되었으며 긴 가지가 열간을 덮고 있어 tunnel을 형성하고 있다(김용구 원도, 1994).



<사진 1-29> 1994. 1. 21 일본 Nagano 현의 과수시험장에 있는 ‘Fuji’/환엽해당의 성목으로서 개심자연형(open center natural form)으로 전정되었으며 주지선단은 하수 하지 않고 사립으로 계속 뻗어 나가서 이웃하는 나무의 할당 공간에까지 뻗어 들어간 모습(김용구 원도, 1994).



<사진 1-30> 1994. 1. 19에 일본의 Aomori 사과시험장에 100년된 사과나무로서 어떤 가지는 8년째 하수를 거둬주고 있는 하수형 전정의 모습으로서 과대지에 결실한 후 다시 과대지에 과실이 달리는 bourse over bourse 현상을 볼 수 있다. 다만 일부 도장성 가지를 오랫동안 남겨 놓아 수관 내부에 일광투입이 잘 안되는 것은 문제점으로 보였다(김용구 원도, 1994).

제 2 절 배나무 엇갈림부채꼴 전정방법 실용화 기술개발

우리 나라는 물론 외국에서도 배나무 수형에 관한 연구는 사과나무 수형연구에 비하여 상대적으로 미흡하였다. 그러나 서양배나무는 수체생리와 결과습성이 사과나무와 유사하여 사과나무의 연구결과를 그대로 적용시키는데 큰 무리가 발생하지 않았으나 동양배의 경우에는 사과나무와는 별도의 수형연구가 수행되어야 함에도 불구하고 충분한 연구가 이루어지지 않은 실정이다.

밀식재배를 위한 서양배나무의 수형연구 현황을 보면, 전통적 수형인 palmette system에 대하여 수행되어 왔으나 이 수형은 생육후기에 주지의 수평유인으로 인하여 도장지 발생이 많았으며 그 결과 수관 하부에 일광투사가 나빠져 결실이 불량해지고 수세가 수관 상부에 집중되는 문제점이 발생하였다. 이와 같은 문제점의 해결을 위하여 Italy와 미국 일부에서 사과나무의 Tatura trellis와 유사한 V system으로 밀식재배를 시도하였다. 그러나 이 수형 역시 수체가 노목이 되었을 때 가지가 지나치게 밀생 하여 수확과실의 수량과 품질이 저하되는 문제점이 발생하였다.

현재 우리 나라에서 재배되고 있는 배나무는 대부분 남방형 동양배로 이에 대한 수형연구는 주로 일본에서 이루어졌으며 우리 나라는 일본에서 이루어진 연구결과를 여과 없이 그대로 도입하는 경우가 일반적이었다.



<사진 2-3> 일본에서 관동식으로 재배 중인 수령 200년의 배나무 모습
(2002년 日本 新潟縣, 趙顯模 원도)

일본에서의 동양배 수형의 변천과정을 개략적으로 살펴보면, 최초의 수형연구는 자연환경에 의하여 발생하는 낙과를 최소화하여 수량의 보존에 그 목적이 있었으나 수체생리와 결과습성에 대한 지식이 확대되면서 수량과 품질의 향상을 기할 수 있었으며 이후 작업의 편리성에까지 그 연구의 영역이 확대되었다. 현재 연구되고 있는 수형에서는 인공물과 자연물 생리생태의 조화에까지 연구가 진행되고 있다.



<사진 2-4> 일본에서 배상형으로 재배 중인 배나무 모습
(2002년 日本, 趙顯模 원도)

초기 일본에서 주종을 이루었던 배나무의 수형은 배나무의 수체생장과 결실습성을 그대로 이용하여 재배하는 소식거목(疎植巨木)의 입목형(立木形)이었다. 즉, 수체에 대하여 일체의 인공을 가하지 않고 자연수형 그대로 방임하는 수형을 말하여 이는 국내로 도입되어 개심자연형(開心自然形)으로 발전하였다. 그러나 이 수형은 수량과 품질 모두 저조하였다. 특히 국내 기상환경의 영향으로 과실 비대기에서 수확기에 이르기까지 빈번한 태풍의 발생으로 인하여 심한 낙과피해가 발생하였다. 따라서 자연환경의 적응을 위하여 지주재배의 필요성이 대두되었다. 이후 지주를 이용한 최초의 인공수형인 관동식 (사진 2-3 참조) 수형이 개발 보급되었으나 수체생리에 대한 인식이 부족한 상태에서 무리한 수형의 적용으로 인하여 정 부우세성이 약화되어 주지의 성장보다는 도장지의 발생이 더욱 빈발하였다. 지주를 이용한 재배방법이 수체생리와 결과습성에 기초를 두어야 한다는 인식이 있는 후 동양배나무의 지주재배는 배상형 (사진 2-4 참조) 과 관서식을 순차적으로 개발 보급하였으며 이 두 수형에서 발견된 문제점을 보완하여 절충식 (사진 2-5 참조) 수형을 완성하여 보급하기에 이르렀다. 절충식 수형은 이후 국내로 도입되어 평덕식 수형으로 발전하였으며 현재까지도 많은 농가에서 이 수형을 채택하고 있다.



<사진 2-5> 일본에서 절충식으로 재배 중인 배나무 모습
(2002년 日本, 趙顯模 원도)

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술 개발

사과나무 하수형 전정방법은 앞에서 이미 기술한 바와 같이 충주지방의 독농가가 1993년부터 성목에 대하여 그때까지의 관행의 전정방법이었던 사과나무 가지의 신초끝을 절단전정하는 것을 중단하고 한 가지의 연장지는 돌림전정 또는 단축전정이라고 하는 사과나무 가지를 2년이상 된 부분의 선단에서 들여자르는 이른바 단축전정(短縮剪定=shortening cut; Barrit, 1992)을 하지 않고 방임하므로써 사과나무의 가지의 선단부의 신초가 6월말 안에 생육을 멈추고 7월의 화아분화기부터 충실한 꽃눈이 이 생육이 멈춘 1년생 가지의 선단에 생겨서 계속하여 결실하므로 나무는 더 이상 수관의 확대가 중단되고 오히려 수관의 폭이 줄어들면서 많은 과실이 늘어진 가지에 계속 달리는 형태의 나무로 변하는 것에 대하여 붙인 이름이다(사진 1-1, 2, 3). 이와 같은 수관의 외부의 가지를 절단전정을 하지 않는 전정은 우리나라에서는 1982년에 재식한 전남 영암군 신북면 금수리에 심긴 'Fuji'/M.26/실생의 사과나무에서도 실시되어 1993년 3월 15일부터 1996년 4월 30일까지 3개년에 걸친 수형비교 시험의 결과보고서에서도 밝혀져 있다(김용구, 1996). 그러나 이와 같은 나무에 대하여 열간의 tractor 통로 겸 일광투입의 통로를 조성하기 위하여 열간으로 뺀 가지의 가지 들여자르기인 단축전정(shortening cut)을 실시하였으며 이 단축전정과 과번무한 수관 내부에 일광이 투입되게 하기 위한 슈음전정(=간발전정=間拔剪定=갱신전정=renewal cut, Barritt, 1992)을 한 방법과 결과를 살펴보면 사진 1-31, 32, 33과 같다.



<사진 1-31> 1993년 11월 7일 'Fuji'/M.26/실생의 12년생의 나무로서 주지의 속음전정만 실시하고 신초의 절단전정은 과거 12년간 하지 않았으나 길게 뻗은 주지의 들여차르기인 단축전정은 계속 시행한 결과 나무 가지의 선단부가 사립형으로 일어서고 거의 모든 주지 연장지가 꽃눈이 아니고 잎눈으로 수확직전인 11월 7일에도 성장하고 있는 사립형 나무(김용구 원도, 1993)



<사진 1-32> 사진 1-31과 같은 나무의 1994. 3. 13의 전정 직전의 수관내부의 모습으로서 모든 주지가 계속적인 단축전정으로 곧게 자라지 못하고 방향이 좌,우,상,하로 바뀌면서 자랐고 방향이 바뀐곳에서 강한 직립 또는 사립의 도장지가 자라고 있는 모습(김용구 원도, 1994)



<사진 1-33> 사진 1-32의 나무를 1994. 3. 13에 가지의 신초의 선단은 절단하지 않았지만 가지의 단축전정과 수관 내부의 가지의 숙음전정을 많이 한 모습으로서 가을이 되면 도장지가 무수히 발생할 것이 예측되는 나무(김용구 원도, 1994)

이들 사진 1-31, 32, 33은 1년생 신초의 선단을 절단전정(Barritt, 1992)하지 않는 것 만으로 사과나무 가지의 하수형 조성이 되지 않으며 따라서 꽃눈이 신초의 선단에 조성되게 할 수 없음을 잘 보여 주고 있다. 하수형 전정에서는 1년생 신초의 끝을 자르는 절단전정은 일체하지 말아야 하지만 이에 추가하여 직립한 가지의 하수유인과 한 가지의 단축전정을 일체하지 말아야 할 것과 사과나무의 주지 연장지 신초가 그 생장을 6월 30일 경에 멈추게 시비량을 끊거나 줄이는 것이 전제가 되어야 함을 잘 보여주고 있다.

이와 같은 1982년도부터의 경험에 근거하고 또한 1993년부터 1996년까지의 수형시험의 경험에 비추어 기성 일반 사과원의 하수형 전정 실용화 기술 개발시험에서와 그 밖의 4가지 시험에 있어서도 다 같이 신초의 절단전정을 일체 하지 않음과 동시에 사과나무의 주간에서 발생한 가지의 2년생 이상의 부분에서 가는 가지 다시 말하면 가지의 지령(枝齡)이 어린 가지를 남기고 굵은 가지 다시 말하면 지령이 오래된 가지를 잘라내는 단축전정도 하지 않는 것을 원칙으로 정지전정 처리를 하였다.

이러한 절단전정과 단축전정의 금지 원칙은 M.9 대목에 접목된 왜성사과나무에 대하여도

똑같이 적용하였다. 이러한 기본 정지전정 방법을 바탕으로 두고 이제부터 사과나무 하수형 전정방법의 실용화 기술개발에 대하여 기술하고자 한다.

시험 1. 기성 일반 사과원의 하수형 전정 실용화 기술 개발

가. 재료 및 방법

이 시험은 충북 충주시 주덕읍 신양리 권규상씨의 사과원에서 2000년 2월 1일 현재 17년 생의 'Fuji'/MM.106/환엽해당 실생의 나무에 대하여 실시하였다. 시험수로 선정된 나무는 12년생까지는 주인이 직접 매년 주지 끝을 절단전정하고 동계전정과 하계전정때는 단축전정을 실시하는 방법으로 전정하였고 13년생부터 16년생까지의 4년간은 위탁관리를 하여 위탁 사과업자가 수량위주로 정지전정하여 시험수로 채택할 때는 사과나무가 과번무하게 자라서 폐원시키고 다시 심고자 하는 나무였었다.



<사진 1-34> 사진 맨 왼쪽에 4사람이 서 있는 골은 무단축+무유인의 골로서 사과나무 가지가 열간에 1.1m나 서로 겹쳐진 tunnel 모양을 이루고 있다. 이와 같은 tunnel 모양을 그대로 방임하는 골, 그 오른쪽은 유인만 하는 골, 그 다음 오른쪽 골은 3년 동안에 2m의 공간을 3년간 나누어 만드는 골, 그 다음 오른쪽은 2년에 2m의 골을 만드는 골, 그 다음은 1년에 2m의 골을 만드는 골로서 사진의 앞쪽이 남쪽이고 뒤쪽이 북쪽이므로 남북간만 공간을 트고 수세와 결실에 미치는 영향을 조사하였다(김용구 원도, 2001).

이런 불량한 나무를 시험수로 선택한 이유 중 하나는 불량한 조건에서 하수형 전정방법을 성공시킬 수 있을 때 하수형 전정은 그 가치를 좀 더 확신 할 수 있을 것이라는 생각에서였다. 따라서 시험직전의 시험수의 상태는 열간에 공간이 전혀 없이 사과나무와 사과나무는 서로 사진 1-34 및 사진 1-47과 같이 얽혀 있어 골 사이는 사과나무 가지로 tunnel이 형성되어 하늘은 막혀 있었고 골과 골사이에 서로 가지가 겹쳐서 자라는 4.5m 열간 거리에 5.6m가 겹쳐 있으니 1.1m는 겹쳐있었다(사진 1-34).

시험구의 배치는 한 열을 따라 15개의 나무중에서 성장상태가 고르고 시험처리로서 주변의 나무와 이루는 환경이 알맞은 나무를 선택하되 한 줄 안에 있는 모든 나무는 일광을 받는 환경과 작업환경이 균일하도록 하기 위하여 시험수로 선택되지 않는 나무까지 똑같은 전정방법으로 전정하였다. 따라서 전정처리한 총 나무는 9열×19주 = 171주였으며 전정, 적과, 병해충 방제, 시비, 은박지 깔기, 잎따기 등 일체의 작업은 이 171주에 대하여 동일하게 하였으며 조사연구 대상의 나무만 한 전정처리당 1구1주×4구×5처리=20주로 하였다.

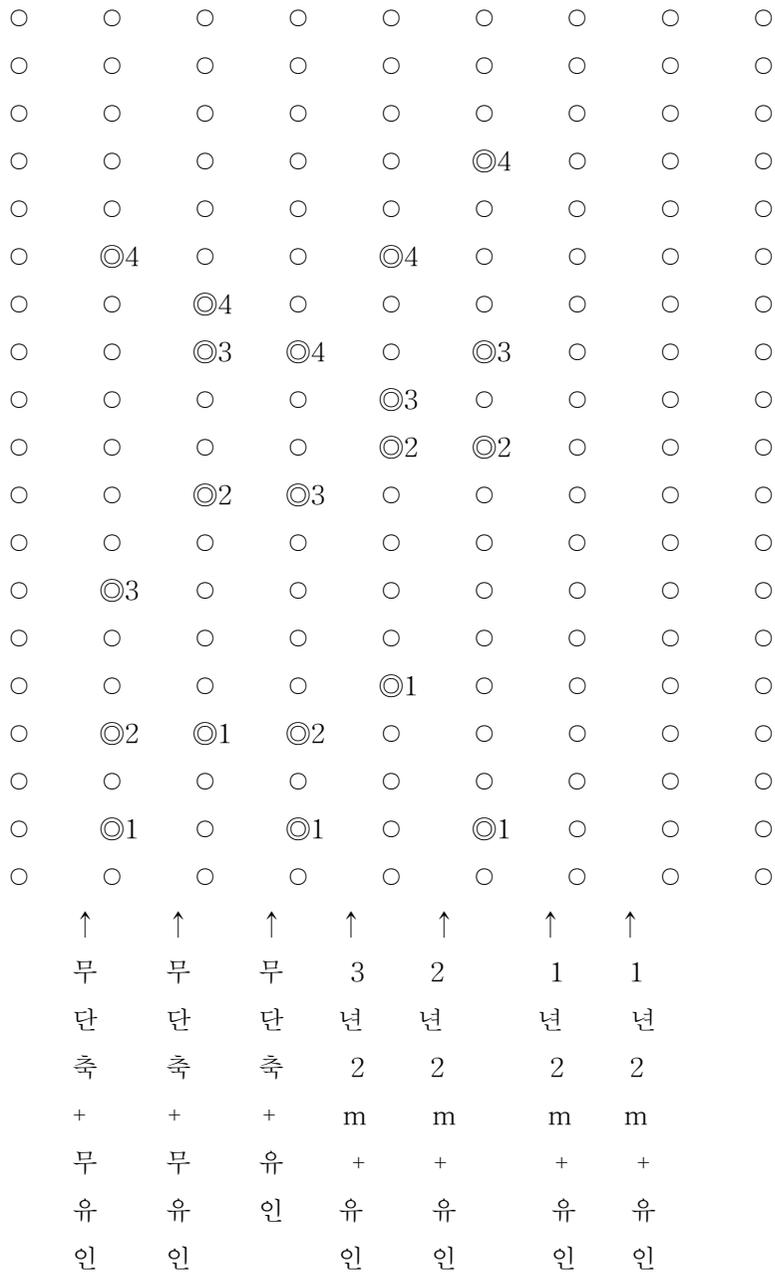
시험처리별로 광환경을 조사하기 위하여 Data logger를 각 처리별로 대표가 되는 나무에 설치하여 광환경 조사를 실시하였다(사진 1-35).



<사진 1-35> 사과나무의 수관 내부와 수관 외부의 광도 차이에 미치는 열간거리 2m 공간의 조성 여부의 영향에 대하여 조사하는 무단축+무유인 처리 시험수에 설치된 기상장치 data logger(김용구 원도, 2003)

2000. 3. 24-25일에 시험수로 선정된 구획내의 171주의 전정을 실시하였다. 한골에 19주×9 줄 = 171주의 시험수가 재식된 시험포장에서 제일 북쪽의 첫번째 골을 1번골로 북측 변외수 골로 정하고, 무단축(무공간처리)+무하수유인 골로 변외수를 처리하였고, 2번째 골은 무단축(무공간처리)+무하수유인 골; 3번째 골은 무단축+하수유인 골; 4번째 골은 2m의 공간 만들기로서 첫째 0.7m공간, 2년차에 0.7m공간, 3년차에 0.6m의 공간을 만드는 처리구; 5번째 골은 2년에 걸쳐서 2m의 공간을 열간에 만드는 처리로서 1년차인 2000년에 1m, 2년차인 2001년에 1m의 공간을 열간에 만드는 단축 전정 처리를 하는 구; 6번째 골은 1년에 2m의 공간을 만드는 처리이므로 2000년에 한꺼번에 열간에 2m의 공간을 만드는 처리를 하고; 7번째 골은 6번째 골에 대한 변외수 역할을 하는 골로서 열간에 한꺼번에 2m의 공간을 만드는 처리를 실시하여 남쪽 끝의 변외수 골로 하였다. 이 때 북쪽 끝 변외수 골인 첫번째 골과 2번째 골을 제외한 모든골의 나무는 정해진 단축전정을 한 다음 도장지 중 세력이 강한 가지와 주지선단의 가지는 그 끝부분이 땅쪽으로 굽도록 끈과 철사로 하수유인하고 굵은 2-3년 가지 중 너무 끈게 사립한 가지는 가능한 범위까지 벌려주어 수세가 억제되게 처리하였다.

이제 열간에 일광이 투입되는 공간 2m를 조성하는 처리를 사진으로서 표시하면 그림 1-1과 같다.



<그림 1-1> 시험포장내 시험수(◎표시의 나무) 및 번외수(○표시의 나무) 배치도 및 전정처리표

2000년 3월 1일에 단축처리를 하되 열간으로 뺏어나온 가지의 주지의 굵은 골격간에 2m의 공간이 생기게 하는데 초점을 맞추어 2m를 초과하여 나온 골격지는 2m가 되게 자르고 잔가지는 유인하여 2m의 공간이 가지없는 일광의 조사공간으로 작용할 수 있도록 최초전정 처리때 노력하였다(사진 1-36, 37, 38 참조).



<사진 1-36> 2000. 3. 11 첫시험처리를 하기 직전의 충주시 권규상씨의 17년생의 'Fuji'/MM.106/환엽해당실생의 시험포장의 남쪽 끝 부분의 전경을 위에서 내려다 본 모습으로서 각 주지의 선단 부분에 직립 또는 사립하는 주지 연장지와 도장지가 많이 발생한 모습. 사진의 흰색 반사 film 두 뭉치가 주간의 밑 부분 좌우에 붙게 놓여 있는 나무의 오른쪽 골이 1년에 2m의 공간 즉 2000년 3월 첫 전정 때 2m의 공간이 형성되게 전정한 골이고 그 왼쪽은 2년에 2m의 공간을 만드는 전정처리의 골이다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-37> 2000. 3월 첫 시험처리전의 직립 또는 사립형 도장지가 무수히 돌아나 있는 절단전정과 단축전정 및 굵은가지 길게 남기고 자르기 등으로 사과나무가 사과를 달기 보다는 도장지와 무성한 잎을 위주로 생산하게 되어 있는 우리나라의 대부분의 사과나무의 모습을 보여주고 있는 'Fuji'/MM.106/환엽해당실생의 나무(김용구 원도, 2000)



<사진 1-38> 2000. 3. 11에 그림 1-2의 나무를 전정한 후의 모습으로서 직립 또는 사립한 도장지는 기부에서 솟아내거나 그 끝을 하수유인 하였고 너무 밀생한 부분의 가지는 솟아내어 일광이 잘 비치게 하고 가지 선단부의 일어선 주지 연장지도 끈으로 하수되게 하거나 각도가 벌어지게 유인하였다(김용구 원도, 2000).

전정처리에 있어서는 무단축+무유인 전정을 비롯하여 5가지 전정처리에서 수관하부에 있는 굵은 가지로서 그대로 두어서는 열간의 좁은 공간을 다니며 농약살포등을 해야하는 speed sprayer(SS)가 운행을 할 때 사람과 SS에 닿아 과실에 압상이 생길 수 있는 낮은 가지는 주간상의 발생기부에서 톱으로 솎아내었다. 그러나 나무의 키를 낮추기 위하여 주간 상부에 있는 가지를 솎아버리는 전정은 일체하지 않았다.

토양표면의 관리는 2000, 2001, 2002, 2003년 모두 자연초생재배로 하였으며 일체의 제초제 사용을 금하였고 풀은 1년에 4회씩 깎아 주었다. 그 밖의 나무의 관리 중 병해충 방제는 경북대 엄재열 교수의 살균제 처리방법과 대구사과연구소의 살충제, 살비제 살포 programme 에 따라서 실시하여 병해충 방제는 잎이 눈올때 까지 잘 보존될 정도로 적절히 하였다. 시비는 나무에서 굵은 가지도 상당수 솎아내고 열간을 뺀어 들어온 가지는 열간에 0.7m, 1m, 2m의 빈 공간을 2000년 3월 전정때 조성하기 위하여 단축전정을 함으로 인하여 많은 결실부위가 절단되어 나갔으므로 이 절단한 만큼 나무의 수세가 강하여지게 하였으므로 과도한 영양생장을 피하게하기 위하여 시험기간중인 3개년에 걸쳐서 유기질 비료나 무기질 비료는 일체주지 않았다. 적과는 손적과로 1차, 2차, 3차에 걸쳐서 과실의 크기가 큰것을 남기는 방법으로 하였다.

2000-2002년 다 같이 수확 1개월전인 10월 상순에 수관하부에 반사 film을 깔아서 착색을 좋게 하였다.

수확은 2000-2002년 다 같이 11월에 성숙의 정도에 따라 3차에 걸쳐 하였고 수확한 과실은 전부를 사과나무사이에 심긴 초생위에 비닐을 깔고 그위에 올려놓고 한 나무에서 수확한 과실은 모두 배꼽쪽인 채와부(蒂窩部=calyx cavity)가 하늘로 향하게 놓고 사진을 각 나무별로 촬영하였고 한 나무의 과실은 모두 개수를 세고 총무게는 한꺼번에 달아서 평균과중은 총무게를 총개수로 나누어 산출하였다.

나. 결과 및 고찰

이 기성일반 사과원의 하수형 전정방법 실용화 기술개발 시험은 시험 방법 자체가 새로운 idea의 적용이고 또한 그 idea의 적용의 결과로 나타난 나무의 모습과 과실의 모습 자체가 시험의 결과이기 때문에 나무의 수관의 크기, 신초의 크기, 과실의 착색도, 과실의 수량등에 대한 성적과 함께 나무의 모습에 대한 사진으로서 결과를 소개하는 것이 이 연구의 결과를 종합적으로 이해하는데 도움이 되겠으므로 기록물의 data와 실물사진 및 관련자료를 함께 놓고 고찰을 시도하였음을 미리 기술한다.

(1) 열간거리 단축 등 시험처리 1년 후의 나무에 공간이 생기고 하수된 가지에 화아가 형성되는 등 시간의 흐름과 함께 변해가는 나무와 과수원의 모습

○ 무단축+무유인한 나무와 무단축+유인한 나무의 모습은 열간에 일광이 들어갈 공간이 없이 tunnel 모습을 나타내고 있다.

: 사진 1-39에서 볼 수 있는 바와 같이 무단축+무유인구와 무단축+유인구는 사과원 전체가 하나의 나무가지와 잎의 바다와 같이 지붕위에서 내려다 보면 짝 막혀 있어서 열간에 일광이 들어가는 공간 2m는 커녕 전혀 공간이 없고 열간에 이웃하는 나무가지가 서로 얽힌 길이가 100cm정도까지된다. 이와 같은 나무의 2000년 3월 11일의 무단축+유인을 처리한 처리 후 약 2개월 후의 나무의 측면의 모습은 사진 1-40과 같이 일어선 선단의 가지가 끈으로 유인되어 수고가 낮아지고 있으며 장차는 화아형성이 촉진될 것이 기대된다(사진 1-40).



<사진 1-39> 왼쪽의 SS바퀴자국이 있는 골이 무단축+무유인 처리구의 골이고 그 오른쪽의 SS바퀴 자국이 있는 골이 무단축+유인처리를 한 나무의 골이다. 나무가지와 잎에 의하여 전체 과수원의 지표면은 완전히 덮혀있다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-40> 2000. 3. 11의 제 1차년도 전정 후 무단축+유인 처리한 골의 첫번째 처리수로서 선단의 일어난 가지를 노란색 천으로 된 유인끈으로 그 각도를 별려준 모습. 열간에는 가지가 서로엮혀져 SS통로는 tunnel의 모습을 띠고 있다(김용구 원도, 2000).

○2000. 3. 11에 골과 골 사이에 엮힌 가지를 단축전정하여 열간에 2m의 일광이 비치는 공간을 조성한 처리는 수확기에 일광이 땅에 닿

고있다. 그러나 무단축+유인 처리구와 3년2m처리구는 제 1년차 수확기에 일광이 땅에 비치는 량이 불충분하다(사진 1-41, 42 참조).



<사진 1-41> 1년 2m공간조성골(오른쪽)과 2년 2m공간 조성골(왼쪽)의 모습으로서 2000. 10. 29에 일광이 지표면에 닿는 량이 많은 것을 반사 film이 보이는 길이가 긴 성적을 알 수 있다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-42> 3년2m 공간조성골(오른쪽)과 무단축+유인골(왼쪽)의 모습으로서 2000. 10. 29에 일광이 지표면에 닿는량이 사진 1-41에 비하여 상대적으로 적은 것을 반사 film의 길이가 짧은 것으로 성적을 알 수 있다(김용구 원도, 2000).

○ 모든 나무에 대하여 도장지 솟기와 벤가지 솟기 등 일반적인 전정과 함께 골과 골 사이에 공간조성을 위한 단축처리를 2000. 3. 11과 3. 24, 3.25에 실시한 후 1년간 자란 나무의 모습과 일광이 비치는 공간조성의 모습

사진 1-43은 맨 왼쪽의 골(반침대 나무들이 땅에 놓여있는 쪽의 골)이 무단축+무유인의 골이고 그 다음의 가운데 골이 무단축+유인 처리를 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25 사이에 한 골로서 골 사이에 잔가지가 많이 우거진 것을 볼 수 있고 맨 오른쪽의 골은 3년2m의 단축을 위하여 2000. 3. 11에 0.7m의 골사이 공간을 위한 단축처리를 한 골이다.

다시 사진 1-44는 맨 왼쪽의 골이 무단축+무유인 골이고 가운데 골이 무단축+유인의 골로서 가지가 얽혀 있고 맨 오른쪽이 3년2m 공간조성 위한 제1차년도 단축 0.7m를 한지 1년 후의 모습이다. 다음 사진 1-45는 두 개의 골 중에서 왼쪽골이 3년2m의 공간 중 2000년도 뚫인 0.7m의 열간공간을 만든 골이고 오른쪽의 골은 2년 2m의 공간조성을 위하여 단축처리 1차년도의 뚫인 1m를 처리한 지 1년이 된 모습이다.

사진 1-46의 맨 왼쪽의 골은 2년2m의 단축처리를 한 지 1년이 지난 모습이며 가운데 골은 1년2m의 골이고 맨 오른쪽의 골로서 3사람이 나란히 서 있는 골은 1년 2m의 공간조성

처리 중 수관 오른쪽을 단축처리한 지 1년만의 모습이다. 사진 1-46에서 볼 수 있드시 2년 2m의 폭의 조성을 위하여 1차년에 1m의 단축을 한 나무도 끝까지 가지 없는 공간을 잘 나타내고 있다.

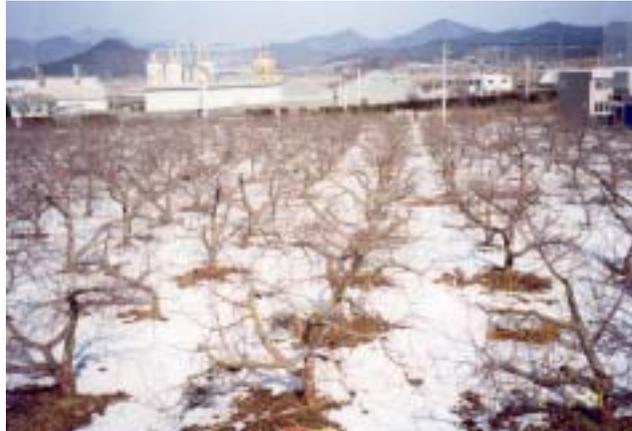


<사진 1-43> 2000. 3.11과 3. 24, 3. 25에 무단축+무유인 처리를 한 맨 왼쪽골, 무단축+유인을 한 가운데 골, 3년2m 단축 처리를 한 오른쪽 골의 모습, 무단축+무유인구와 무단축+유인구의 잔가지가 서로 엮힌 모습(김용구 원도, 2001)



<사진 1-44> 맨 왼쪽의 받침대 여러개가 놓인 골이 이 시험의 대조구인 무단축+무유인과 도장지 숨기, 벤가지 숨기등의 관행전정을 2000. 3. 11과 3. 24, 3. 25에 실시한 골이고 이 골의 오른쪽 골 즉 사진의 가운데 골이 무단축+유인의 1차년도 처리를 한 지 1년만의 모습이고 맨 오른쪽의 골은 3년에 2m의 공간을 만드는 골이므로 2000. 3. 11과 3. 24, 3.25의 전

정때는 골 사이에 0.7m의 공간조성을 위한 단축전정과 유인처리를 받은지 1년만의 성적을 보이는 골이다(김용구 원도, 2001).



<사진 1-45> 2001. 2. 2의 제 2년차인 2001년의 동계전정 직전의 모습으로서 2000년 3.11, 3.24, 3.25에 왼쪽골은 3년에 2m의 공간처리를 위한 단축전정 1차년의 처리로서 0.7m의 가지를 열간에서 들여자르는 처리를 실시한지 1년만의 모습이고 오른쪽 골은 2년2m의 공간조성처리의 골로서 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에는 1m의 공간을 열간에 조성하기 위한 단축처리를 한 지 1년만의 모습으로서 골 사이에 끝까지 일광이 투입되는 가지 없는 공간이 조성된 성적을 보여주고 있다(김용구 원도, 2001).



<사진 1-46> 사진에서 왼쪽의 골이 사진 1-45에서 오른쪽에 있는 골로서 2년에 2m의

공간조성을 위한 단축전정처리 1년차 처리로서 골간에 1m의 단축전정을 통한 일광조사 통로를 만든 골이다. 이 골의 오른쪽에 있는 골 즉 사람 셋이서 나란히 서 있는 골의 왼쪽의 골이 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25의 전정처리 때 1년 2m의 공간조성을 위한 2m의 단축처리를 실시한 골이고 그 오른쪽 즉 3인이 서 있는 골이 역시 1년 2m의 공간조성을 받은 골이다(김용구 원도, 2001).

위에서 내려다 본 전경이었던 사진 1-43에서부터 사진 1-46까지의 열간공간조성 처리 제 1년차의 1년후의 전정전의 모습을 살펴보았다. 이제는 과변무한 18년생의 'Fuji'/MM.106/환엽해당실생의 무단축+무유인의 관행 전정처리와 열간 2m의 공간을 한꺼번에 조성한 1년 2m+유인처리와를 대조하여 전정처리 1년후의 모습을 보면 각각 사진 1-47 및 사진 1-48과 같다.

사진 1-47의 무단축+무유인의 나무의 골과 골 사이를 나뭇가지가 서로 엮혀서 나뭇가지의 tunnel이 형성되어 있고 이런 tunnel이 형성된 과변무한 나무를 열간에 굵은 가지로서 2m의 공간이 생기게 굵은 가지를 들여자르는 단축전정과 잔가지의 아래쪽으로의 하수전정과 수관 내부로의 유인작업을 한 지 1년후의 모습인 사진 1-48은 크게 대조적이다. 즉 1년에 2m의 공간을 만든 나무는 일광이 비치는 공간이 뚜렷이 마련되어 tunnel은 사라지고 없다.



<사진 1-47> 2000. 3. 11에 무단축+무유인의 전정처리 즉 열간으로 뺏어들어온 가지를 단축하고 유인하여 열간의 tunnel의 지붕부분을 제거하는 처리를 하지 않고 도장지 슈기와

벤가지 속기등의 관행 전정법만 시행한 나무의 1년후의 모습으로서 열간을 굵은 가지와 많은 직립 또는 사립하는 1~2년 가지가 매우고 있는 전형적인 tunnel이 형성된 모습으로서 우리나라의 10년생 이상의 대부분의 사과원이 이런 tunnel형을 하고 있다(김용구 원도, 2001).



<사진 1-48> 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 전정을 할 때 사진 1-47과 같이 열간을 덮어 tunnel을 이루었던 열간 위쪽의 가지를 굵은 가지와 잔가지가 갈라진 부분에서 들여자르는 단축전정을 열의 중심점에서 각각 1m씩 나무쪽으로 실시하므로써 열간에 2m의 일광이 비치는 공간이 조성된지 1년이 지난 2001. 2. 2의 나무의 모습으로서 굵은 가지를 가는 가지와 갈라진 부위에서 들여자른 모습을 왼쪽의 2번째 나무의 열간쪽 끝에서 살펴 볼 수 있으며 tunnel의 지붕이 없어져서 일광이 바닥에 닿는 열린골이 형성된 모습(김용구 원도, 2001)

이제 1년간 전정처리한 결과를 살펴보고 2차년도 전정처리를 알맞게 하기 위한 협의를 위해 모인 연구 팀이 충북 충주시 주덕읍 권규상씨의 18년생 'Fuji'/MM.106/환엽해당 실생의 나무 앞에선 모습으로서 단축전정을 하지 않고 하수 유인만 한 나무의 1년간의 변화의 모습을 키가 하수유인으로 낮아지고 하수유인한 가지에는 화아가 많이 형성되는 결과를 보였다(사진 1-49).

이 과제를 농림기술관리센터에서 총괄연구책임자 김용구와 계약하면서 이 연구 수행에 있어서 유관기관의 관계관을 최대한 참여시키고 농가에 널리 알리라는 부대 조건에 부응하여 사진에서 보는 바와 같이 경희대, 충주시 농업기술센터, 대구사과연구소, 예산능금조합의 전

정 담당자가 참여하였고 이 외에도 농촌진흥청 원예축산과 과수담당자와 충주에 있는 충북 원예농협의 전정 담당자와 충주 지방의 사과 재배 독농가등이 직접 전정에 참여하였다.

또한 농가의 사과밭에서 직접 실증시험을 실시하였으므로 충주지역의 많은 사과재배 농가가 이 시험포를 견학하였고 전정때는 많은 농민에게 핵심전정기술이 알려지도록 노력하고 시험내용을 소개하는 입간판도 설치하여 방문자가 스스로 검토하게 하였다.



<사진 1-49> 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25일에 열간에 공간을 조성하고 유인처리를 하므로써 열간의 땅바닥에 일광이 비치게 하는 하수형 전정 실용화 기술개발 시험의 1차년도 처리를 한 후 1년만에 2차년도 전정 처리를 하기 위하여 모인 연구 팀원들이 2000. 3월에 무전정+유인 처리를 한지 1년이 지나서 수고가 낮아진 나무앞에서 기념촬영을 한 모습(김용구 원도, 2001)

이제부터 2001년의 전정에 대하여 살펴보고자 한다.

사진 1-50은 2001. 2. 3에 시험처리 중 1년만에 2m의 공간을 열간에 조성하는 처리를 한 나무의 1년후의 꼴이 뿔려 있는 모습이며 이 나무는 남쪽과 북쪽의 열간에 다 같이 2m의 공간을 한꺼번에 조성하는 전정을 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 실시한 나무로서 사진으로 보더라도 열간이 가지로 막혀있는 사진 1-43과는 많이 다름을 판별할 수 있다. 이 나무이 전정 2년차에는 열간의 더 이상의 단축은 없었고 직립 또는 사립한 도장지의 처리로서 벤 곳

의 도장지들은 일부 숙고 일어난 가지는 철사와 끈으로 하수유인 하는 정도로 가볍게 전정하였다. 사진 1-51은 열간에 1차년인 2000년 3월에 1m의 공간을 조성한 나무로서 2001. 2. 3에 추가로 1m의 공간 조성을 위하여 골 양쪽의 나무 중 열간으로 뺀 굵은 가지의 끝이 총 2m가 안되게 열간으로 뺀 가지는 추가적인 단축전정을 하였으며 이런 전정 처리후의 나무의 모습이다(김용구 원도, 2001).



<사진 1-50> 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 열간 2m의 공간을 사과나무의 왼쪽열과 오른쪽 열에 각각 조성한 시험처리를 한 골의 첫 번째 나무를 2001. 2. 3에 전정하기 시작한 연구 team 7명의 모습. 이 때 2년차에는 열간에 2m의 공간을 마련하는 처리는 1차년에 실시하였으므로 이 나무는 새로 돌아난 도장지와 일부 직립한 가지의 제거, 하수유인, 가지벌려주기 유인등만 실시하였으며 지금 사진에 5사람이 서 있는 골과 1사람이 서 있는 골은 다 같이 열간에 2m의 공간을 조성하였는데 한 사람이 서있는 골과 이 사람의 등쪽에 있는 2년2m의 공간처리의 골이 처리 1년후에 골 끝까지 가지없는 열간의 공간이 조성된 것을 볼수 있다 (김용구 원도, 2001).



<사진 1-51> 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 2년 2m+유인 처리의 전정을 하므로서 가지가 서로 얽힌 공간에 1m의 일광투입 공간을 만드는 들여자르기 전정을 한 1년후에 다시 1m의 일광투입 공간을 추가로 조성하므로서 2년만에 2m의 공간이 열간에 조성되게 전정처리한 직후의 전체 골이 흰히 떨어진 모습으로서 왼쪽 1번수의 선단의 굵은가지 끝을 다시 들여자른 것이 2000년에 이어서 2001년에 다시 한쪽으로 0.5m를 줄여서 오른쪽 나무의 0.5m 단축과 함께 2001년에 1m를 단축하므로서 2000년의 1m 단축+2001년의 1m 단축=2m 단축을 실현하는 전정을 한 모습이며 1년전 전정의 결과를 보여주는 사진성적이다(김용구 원도, 2001).

○모든 나무에 대하여 도장지 숙기와 벤가지 숙기 등 일반적인 전정과 함께 골과 골 사이에 공간 조성을 위한 단축처리를 2000년에 실시한 후에 2001. 3. 4에 다시 2년차 전정처리를 한 나무에 대하여 3년차 전정 처리를 2002. 2. 14-15에 한 후의 나무와 과수원의 모습을 사진 1-52에서부터 사진 1-62에 걸쳐서 살펴보면 무단축+무유인의 나무사이의 골과 무단축+유인의 나무 사이의 골은 골의 입구에서부터 하늘 쪽으로 가지가 덮혀서 골입구에서부터 골 끝까지의 땅이 보이지 않지만 3년2m, 2년2m, 1년2m의 골은 처리 2년에 뚜렷이 골 사이의 땅이 보이는 효과를 나타내고 있다.

사진 1-52에서 사진 1-55까지는 무단축+무유인의 골의 수관하부에 놓여있어서 수관 하부로 SS가 옮겨다닐수 없게 가지가 늘어지게 자라는 가지를 그 가지의 발생기부에서부터 슈아버리는 처리를 하는 것을 보여주고 있으며 이와 같이 수관 하부에 늘어지는 가지가 많이

발생하는 것은 무단축+무유인, 무단축+유인 처리와 그 밖의 3개의 처리에서도 다 같이 가지의 선단부위에 신초의 절단전정이나 가지의 단축전정을 실시하지 않고 모든가지끝은 그대로 두어 가지의 생육년한이 늘어남에 따라 꽃눈이 생기고 결실하는 자연 하수형의 전정방법을 적용하기 때문이다. 따라서 무단축+무유인의 나무에서도 시험개시전인 1998년과 1999년에 발생한 수관 외부의 가지가 2000년에 그대로 두는 처리를 받음으로서 수관 외부의 신초에 많은 꽃눈이 생겨서 2000년과 2001년에 수관 외곽부에 결실이 많아져서 가지가 하수유인 되었기 때문으로 볼 수 있다. 다시 말하면 무단축+무유인, 무단축+유인, 3년2m+유인, 2년2m+유인, 1년2m+유인의 모든 전정처리구에서 수관 외부에 꽃눈의 분화 발달이 선단부 가지의 방임으로 증가하여 모든 전정처리가 자연적으로 하수유인되어 자연적으로 하수형 수형으로 발달하게 되었다.



<사진 1-52> 2002. 2. 14에 무단축+무유인 처리를 한 골의 첫나무가 주간의 기부에서부터 첫 번째 있는 주지에 붙어 있는 제 1번 부주지가 사진에서와 같이 골을 가로 질러서 왼쪽에 있는 나무의 수관 중심부를 가로질러 발달하고 있고 이 가지에서 발생한 하수된 결과지는 SS의 통로에 늘어져 있어서 SS 운행에 방해가 되고 무엇보다도 골 사이의 공간을 폐위 일광이 골에 비추지 못하게 하고 있다. 또한 이렇게 과번무를 일으키는 가지를 엔진톱(engine saw)로 잘라내는 작업을 사진의 오른쪽의 2번째 나무에 대하여 하고 있는바 이렇게 하므로써 열간은 뚫어주고 SS통로를 확보하고 일광이 열간에 비추게 하여야 광이 수관 전체에 잘 비친다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-53> 열간으로 뻗은 가지를 그 기부에서 절단하기 위한 일차 예비절단을 engine saw로 하고 있는 이 시험포의 주인 권규상씨와 이와 같은 하수형 전정법을 충주지역에서 1993년부터 지도하고 있는 전 충주사과 원예농협 상무 정길영 선생으로서 이 골도 나뭇가지가 얽혀서 가지의 tunnel이 전정 착수 후 만 2년인데 그대로 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-54> 사진 1-53에서 남기고 자른 그루터기를 바짝 붙여서 자르고 있는 과원 주인과 3년차 전정을 하고 있는 연구원 류종현씨(오른쪽). 이 나무는 2000-2002년 봄에 걸쳐서 3년간 무단축+무유인 처리를 하므로써 나무에 많은 꽃눈이 형성되어 결실하여 많은 가지가 하수하고 있으나 나무사이의 과변무현상은 그대로 있는 문제의 성적을 보여주고 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-55> 사진 1-53, 사진 1-54, 사진 1-55에서 무단축+무유인 전정처리를 한 골에서 수관하부에 SS가 다니는데 방해가 되고 이 가지에서 발생한 늘어진 결과지에 달리는 과실은 SS에 부딪쳐 깨져서 상품가치가 없는 사과가 되는일(사진 1-56 참조)과 같은 일이 일어나므로 부득이 무단축+무유인 처리구의 골 사이로 뺏어 들어온 가지 중 낮은 곳의 가지는 잘라내야 한다. 사진 1-55는 사진 1-53에서 왼쪽에 선 나무에의 오른쪽으로 뺏어나온 가지를 제거한 다음 오른쪽에 선 나무에서 왼쪽으로 뺏은 굵은 가지를 엔진톱으로 그 가지의 발생기부에서부터 쏘아서 열간에 작업통로를 만드는 것을 보여주며 2000년 3월, 2001년 2월의 동계전정을 하였음에도 불구하고 나무와 나무사이에는 무단축+무유인 처리로 인하여 수관 상부에 tunnel은 여전히 남아있는 결과를 보이고 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-56> 수관의 하부에 늘어진 가지의 끝에 생긴 꽃눈에서부터 발달한 이런 사과는 SS통로에 놓여 있을 때는 병해충 방제약을 뿌리는 SS에 부딪쳐서 사진에서와 같이 과실에 상처가 생기고 썩어서 못쓰게 되므로 SS통로에는 SS높이보다 높은 곳에만 사과를 결실시켜야 한다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-57> 2002. 2. 15의 전정이 완료된 후의 시험포장의 북쪽 끝의 모습이며 주간 기부를 많이 깎아낸 모습이 보이는 두 나무의 사이의 골이 무단축+무유인의 처리를 받은 나무의 골로서 나뭇가지가 골사이 얽혀있다. 기부에 큰 가지를 절단한 흔적과 주간 상부에 굽은 가지 자른 자리가 씩어들어가는 것을 다시 잘라준 무단축+무유인의 처리를 받은 나무이고 그 오른쪽이 무단축+유인의 골이며 그 골 오른쪽의 첫 나무에 넓은 vinyl이 감겨 있는 나무가 무단축+유인의 처리를 받은 나무(김용구 원도, 2002).



<사진 1-58> 2002. 2. 15 전정이 완료된 포장의 전경으로서 왼쪽의 주간에 상처가 큰 두 나무 사이의 골이 무단축+무유인의 골이고 넓은 비닐이 나뭇가지에 걸쳐있는 나무의 왼쪽이 무단축+유인의 골이고 넓은 비닐이 걸린 나무의 오른쪽이 3년2m의 공간조성을 2000년 3월의 전정과 2001년 2월의 전정에서 처리를 받아 2m의 공간이 열간에 생긴 나무들의 모습으로서 사진에서 보는 바와 같이 사진 1-52의 무단축+무유인의 골은 가지는 매워져 있지만 3년 2m+유인의 골은 이제 골 앞에서 골 끝까지 하늘이 완전히 열려 있어 tunnel의 모습이 사라진 결과를 보여주고 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-59> 2002. 2. 15 전정이 완료된 무단축+유인구인 넓은 비닐이 걸린 나무원쪽골과 3년2m+유인의 처리를 2000년과 2001년에 받아 열간에 2m의 일광이 비치는 공간이 마련된 넓은 비닐 걸린나무의 오른쪽 골과, 2년 2m의 골(한사람이 서있는 골)과 1년2m의 골(두사람이 전정을 하고 있는 골)의 나무들의 열간에 여유공간이 조성되어 있는 전정 후 만 2년 차의 과원의 모습(김용구 원도, 2002).



<사진 1-60> 2002. 2. 15에 전정이 완료된 3년2m+유인골과 2년2m+유인골이 뚜렷이 열간에 나뭇가지가 뺀지 않은 공간이 조성된 성과를 볼 수 있으며 1년2m+유인골에도 나뭇가지가 뺀지 않은 공간이 있음을 보여주고 있다. 2000년 3월에 공간조성을 위한 단축전정을 실시하고 2001년 2월에 다시 전정과 유인으로 공간조성을 한 결과 1년 2m+유인골, 2년2m+유인골에는 뚜렷한 열간공간이 조성되었고 3년2m+유인골도 광투입의 공간 확보가 되고 있음을 보여주고 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-61> 2002. 2. 15에 3년차 전정이 완료된 모습으로서 3년2m의 단축처리로서 열간에 1.4m의 일광투입공간이 조성되므로써 골 입구에서부터 골의 끝까지 잔가지 없는 열간공간이 조성된 모습과 그 오른쪽에 2년2m의 단축전정골은 2000년에 1m의 공간, 2001년에 다시 추가로 1m가 넓어져서 2001. 2. 3 전정 후 2m의 공간이 조성된지 1년이 지난 2002. 2.15의 모습으로서 골 입구에서 골 끝까지 가지없는 열간이 뚜렷이 보인다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-62> 2002. 2. 15에 전정작업중인 1년2m조성 3년차의 골로서 열간에 2m의 일광조사용 골이 2000. 3월의 전정때 조성된 후 2년이 경과한 골(사람이 서 있는골) 사이의 모습으로서 열간에 가지 없는 공간이 골 끝까지 뚜렷이 보이는 효과가 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-63> 2002. 2. 15에 3차년도 전정작업 중인 장면으로서 사진 1-62에서 2년2m의 나무 중 골 가운데 노란색 container box가 나무밑에 놓인 나무로서 가까이에서 하수유인과 전정을 하는 모습을 촬영한 것으로서 이 나무의 왼쪽골은 2년2m 단축골이고 오른쪽 골은 1년2m단축의 골이기 때문에 3인이 유인과 전정을 하고 있는 이 나무의 양쪽으로 뺀 주지의 끝에 굵은 가지가 잘려버리고 그 잘린 가지보다 가는 가지가 가지의 끝 부분에 남아 있고 일부의 가지는 수관 중심부로 유인되고 있으나 가지의 선단을 절단이나 단축없이 그대로 2-4년 방임하여 많은 꽃눈이 형성되고 가지 끝이 하수되고 있는 효과(김용구 원도, 2002).

○기성 일반사과나무에 대하여 골과 골 사이에 얇힌 가지를 단축하여 2m의 공간을 조성하고 가지의 선단부를 하수유인하는 처리가 사과나무의 수관하부의 땅바닥에 드리우는 그늘의 정도에 미치는 영향 조사

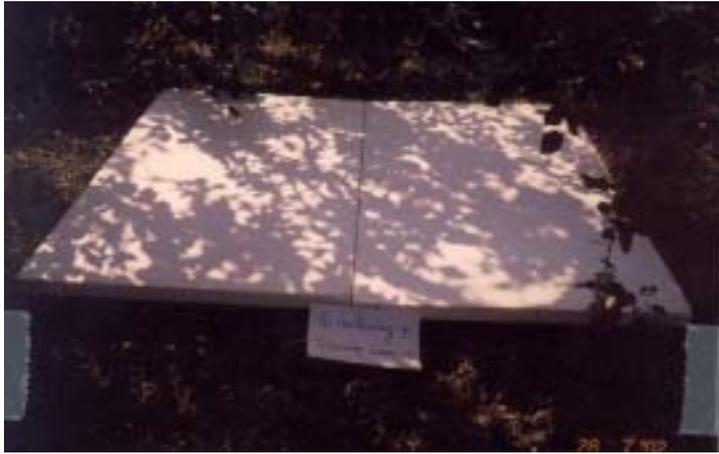
2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 각각 단축과 유인의 전정처리를 하고 2001. 2. 3에 다시 단축과 유인의 전정처리를 하였으며 2002. 2. 14, 2. 15에 전정처리를 한 나무가 나무밑의 수관하부에 드리우는 그늘의 정도를 조사한 결과는 각 처리를 나타내는 대표적인 모습을 한 나무의 그늘을 중심으로 살펴보면 사진 1-64, 사진 1-65, 사진 1-66, 사진 1-67, 사진 1-68과 같다.

무단축+무유인구의 3번수 아래에 생긴 그늘은 1.8m×1.8m(약 1평)의 평면을 갖춘 styrofoam위에 생긴 그늘은 매우 짙으며 전 표면의 87%가 그늘로 볼 수 있다(사진

1-64). 사진 1-65는 무단축+유인구의 그늘로서 그들이 전체 평면적의 약 60%정도가 되겠다. 3년간 2m+유인구의 수관하부의 그늘은 전체 면적의 약 50%가 되겠고 2년2m+유인구의 그늘은 전체표면의 약 45%가 되게 보였다. 그리고 마지막으로 1년2m+유인 처리를 한 나무의 수관 하부에 조성된 그늘은 전체 면적의 약 35%가 되는 것으로 보여졌다. 따라서 수관 하부에 그들이 짙게 형성되는 무단축+무유인 처리나 무단축+유인 처리는 과실의 붉은 색 발현에 지장이 있겠음을 이 성적으로서도 충분히 예측할 수 있겠다.



<사진 1-64> 2002. 7. 28에 조사한 1.8m×1.8m크기의 평면에 투영된 사과나무의 잎과 가지의 그늘로서 전체 평면의 87%는 그늘로 볼 수 있겠다. 또한 그늘의 짙은 부분은 잎이 중첩되어 있는 부분인 것으로 볼 때 무단축+무유인은 짙은 그늘을 수관의 하부에 조성함을 알 수 있는 사진이라 하겠다(김용구 원도, 2002).



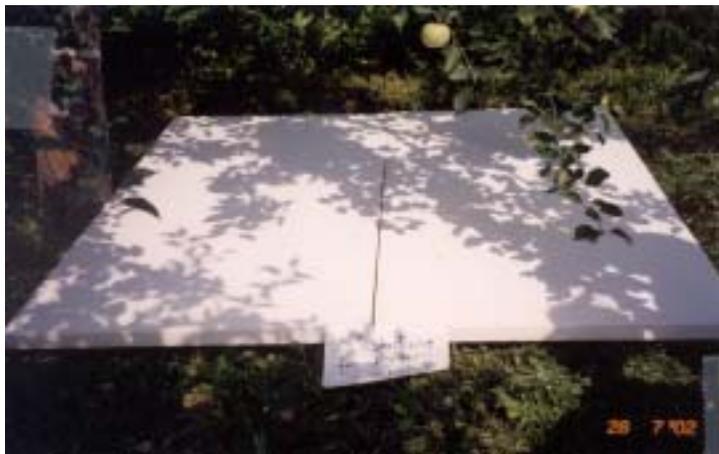
<사진 1-65> 2002. 7. 28에 조사한 무단축+유인구의 수관하부 약 1평의 면적의 styrofoam 평면위에 던진 잎과 가지의 그늘로서 전체면적의 60%정도로 보여진다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-66> 2002. 7. 28에 조사한 3년2m+유인처리구의 수관하부에 편 약 1평의 styrofoam위에 던져진 잎과 가지의 그늘로서 전체 표면의 50%가 그늘로 보인다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-67> 2002. 7. 28에 2년2m+유인 처리를 한 수관하부에 편 약 1평의 면적위에 45%의 그늘면적을 던지고 있다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-68> 2002. 7. 28에 1년 2m+유인 처리를 한 나무의 수관하부 1.8m×1.8m의 면적에 약 35%의 그늘을 가지와 잎이 던져주고 있는 모습(김용구 원도, 2002).

○열간에 2m의 공간을 조성하는 단축전정과 가지선단부의 하수유인으로 하수형 진정처리를 한 3년차 수확기의 과실의 색깔과 결실모습 및 나무의 모습

기성일반 사과원의 하수형 전정 실용화 기술개발을 위하여 열간에 평균 1.5m의 가지가 엮힌 과번무한 사립형(斜立形)의 17년생'Fuji'/MM.106/환엽해당실생의 나무에 대하여 열간에 2m의 공간을 3년간에 조성하는 처리, 2년간에 조성하는 처리, 1년에 조성하는 처리와 겹하여 유인을 하여주는 처리와 열간에 공간조성은 하지 않지만 유인처리만 하는 처리, 열간에 우거진 가지를 그대로 두고 유인도 하지 않는 무단축+무유인 처리로 나누어 하수형(下垂形) 나무로 바꾸는데 필요한 기술인 열간의 빈공간 만들기, 가지의 하수유인, 열간의 빈공간 만들기를 위한 단축전정의 정도, 도장지의 유인처리, 선단부에서 왕성히 자라는 도장성 가지의 결실지화하는 방법 등 실제로 필요한 기술의 개발에 주력하는 시험을 충주시 주덕읍의 농가의 과수원에서 2000, 2001, 2002년에 걸쳐서 시험한 결과를 3년차 가을인 2002년 11월 3일의 첫 수확직전의 모습에서 살펴보고자 한다.

사진 1-69는 2000년 3월 2001년 2월, 2002년 2월에 각각 휴면기의 전정처리로서 직립 또는 도장지의 숨기 및 베게 자라는 가지의 기부에서 숨아내기 등과 아래에 너무 낮게 붙은 주지의 주간상 가지의 기부에서부터의 숨음전정은 하였으나 골 상이로 뺀 가지의 단축전정은 일체 하지 않고 또한 어떤 가지의 하수유인 처리도 하지 않은 결과로서 수관하부에 사진에서와 같이 하늘이 막힌 tunnel이 조성되어 있다. 그러나 사진에서 절단전정(Barritt, 1992)한 일이 없고 주지의 선단부의 2년생 이상되는 부분을 들여 자르는 단축전정(Barritt, 1992)한 일이 없이 단지 앞에 기술한바와 같이 1년생 도장성 가지의 숨음전정(Barritt, 1992)과 2년생 이상된 가지의 주간이나 주지상의 발생 기부에서부터의 제거작업인 갱신전정(Barritt, 1992)만을 하였으므로 가지의 끝에 놓인 신초에 꽃눈이 생겨서 2001년과 2002년에 사과가 달리고 가지의 선단부에 사과가 달리니까 그 무게로 가지의 끝이 하수되어 하수형의 나무가 자연스럽게 만들어져서 수관하부로 가지는 능수버들처럼 처지고 이 처진 가지사이 사이에 생긴 공간으로 하늘에서 수직으로 내려 비치는 빛줄기가 비쳐서 수관하부에 그늘이 적어지는 하수형 전정의 효과가 이 무단축+무유인의 관행처리에서도 잘 나타나고 있음을 보여주고 있다. 이와 같이 늘어진 가지의 끝과 각 정부아의 끝에 매달린 사과는 과실이 공중에 매달려 있기 때문에 산광의 영향을 받아 남쪽뿐만 아니라 북쪽에도 색깔이 잘 들어서 과실 돌리기를 할 필요가 없고 잎은 잎자루가 하늘쪽으로 쳐들고 자라서 잎이 과실을 가리지 않아서 잎따기도 할 필요가 없는 사과가 많아서 과실돌리기, 잎따기를 안해도 되는 생력형 수형이 이루어지고 있다. 다만 사진에서 보는바와 같이 열간으로 뺀 가지에서 늘어진 가지 끝에 사과가 달리므로 이 공간에 SS기가 다닐 때 많은 과실이 SS기에 부딪쳐서 깨지는 문제(사진 1-56 참조)가 발생함으로 이의 대책으로서 사진 1-52~사진 1-55까지에서와

같은 열간에 뺀 가지의 조기제거가 필요하다.

사진 1-69, 사진 1-70, 사진 1-71, 사진 1-72, 사진 1-73의 5가지 전정처리의 모든 나무들이 모두 사립형 가지의 나무에서 하수형 결과지의 나무로 탈바꿈한 것은 이들 나무 모두를 하수형 전정의 원칙인 가지끝의 신초를 그대로 자라도록 방임한데 있었다. 즉 하수형 사과 나무로 바꾸는 비결은 가지의 끝의 가지가 그대로 자라게 두면 되는 것을 이번 시험에서 알 수 있었다.



<사진 1-69> 무단축+무유인 전정 처리를 2000년 3월, 2001년 2월, 2002년 2월에 각각 처리를 한 후 3년차인 2002. 11. 3일의 수확직전의 결실된 모습으로서 사과달린 가지가 열간을 가득 메워서 하늘쪽이 덮인 tunnel 모양이다. 그러나 가지의 끝의 신초를 단축하는 절단전정(heading cut)이나 가지의 2년생 이상되는 부분을 들여자르는 단축전정(shortening cut)을 하지 않고 그대로 두었기 때문에 사진에서와 같이 각 가지의 끝 부분에 많은 사과가 달리고 가지는 하수되어 하수형전정방법은 가지의 끝부분을 손대지 말고 그대로 두면 된다는 전정법 즉 무절단전정과 무단축전정이 하수형 전정법임을 알게 되었다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-70> 2002. 11. 3의 수확직전의 무단축+유인구의 하수된 가지에 주렁주렁달린 사과나무의 모습으로서 사진 1-69에서와 같이 비록 열간에 일광이 투사되는 공간 2m는 만들지 않았지만 가지 끝을 그대로 방임한지 3년이 되어 결과지가 하수되는 하수형나무로 2000년 3월에 수관내부와 수관외부에 사립한 가지가 많았으나 이제는 하수형나무로 바뀐모습(김용구 원도, 2002).



<사진 1-71> 2002. 11. 3의 수확직전의 3년2m단축+유인구의 사과나무의 결실기의 모습이다. 단축전정을 한 자리에 하수된 결과지에 많은 과실이 달리고 과실의 착색도 좋은 모습(김용구 원도, 2002).



<사진 1-72> 2002. 11. 3에 2년2m의 공간을 조성하여 하늘이 완전히 열리고 사과는 단축 전정을 한 가지의 끝 부분에서 돌아난 신초가 끝의 정아가 화아로 변하여 끝부분의 결과지가 하수되어 있는 모습(김용구 원도, 2002).



<사진 1-73> 2002. 11. 3에 2000년 3. 11에 서로 엇힌 열간에 폭 2m의 공간을 만드는 단축전정을 하고 가지를 하수유인한지 3년차의 모습이다. 가지를 단축 전정한 곳에서 발생한 새가지가 그 선단에 꽃눈을 많이 만들어 주렁주렁 하수된 사과를 달고 있는 하수형 사과나무로 변환 나무와 과실의 모습(김용구 원도, 2002).

○기성사과원의 하수형 전정처리를 실시한 첫해인 2000년 수확시기인 2000. 10. 29일과 2년후인 2002. 11. 3의 나무와 과실의 색깔등의 모습을 비교하여 하수형 전정 처리로서 열간에 일광이 투입되는 공간 만들기과 사립 또는 직립한 가지의 하수유인 처리를 3년간 한 효과의 사진에 대한 비교

이제까지 사진 1-69에서부터 사진 1-73까지의 5가지 전정과 유인의 방법이 처리한지 3년간에 과실에 미친 영향과 나무의 모양에 미친 영향을 살펴보았다. 그러나 직접 2000년의 수확기의 모습과 2002년의 수확기의 모습을 비교하여 봄으로서 좀 더 하수형 처리가 착색의 향상에 미치는 영향을 살펴보려고 한다.

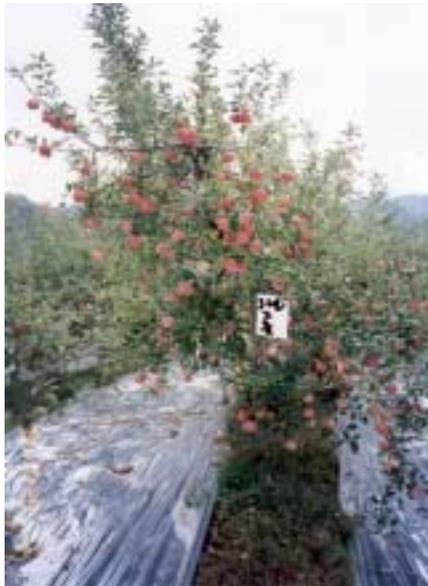
사진 1-74부터 사진 1-78까지의 사진은 이들 사진보다 2년 지난 때의 모습과 비교할 때 2년동안에 하수형으로 많이 발달하고 색깔도 많이 향상됨을 전처리에서 살필 수가 있었다.



<사진 1-74> 2000. 10. 29의 무단축+무유인 처리의 사과나무의 수확직전의 모습으로서 2002. 11. 3의 모습과 비교할 때 3년만에 하수된 가지에 독립적으로 대롱대롱 매달린 사과가 생산되었다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-75> 무단축 유인구의 2000. 10. 29 수확직전의 모습으로서 사진 1-70과 대비하면 2002년의 나무가 좀더 일광을 잘 받고 있기 때문에 색깔이 더욱 좋은 것과 하수형으로 발달이 된 모습이 되겠다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-76> 2000. 10. 29에 3년2m+유인처리의 나무의 모습으로서 2002. 11. 3의 나무인 사진 1-71과 대비할 때 역시 2002년에 하수형이 더욱 진전된 모습과 과실의 색깔이 더욱 밝은 것을 알 수 있다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-77> 2000. 10. 29의 하수형 처리 후 1년차의 나무의 모습으로서 수관의 선단부에는 사립 또는 직립형 가지가 많고 하수형으로 대롱대롱 매달린 사과가 2002. 11. 3에 비하여 적다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-78> 2000. 10. 29 수확직전의 1년2m+유인구로서 사진 1-73과 대비할 때 하수형의 발달이 미흡하다(김용구 원도, 2000).

○기성 일반 사과원의 하수형 전정이 시험처리 1년차인 2000. 10. 19에 1차 수확한 과실과 시험처리 3년차인 2002. 11. 3에 1차 수확한 과실의 수량과 모습에 미친 영향

이제부터 하수형 전정을 위하여 열간에 2m의 공간을 3년, 2년, 1년만에 각각 조성하고 가지의 유인을 한 처리와 열간에 공간조성없이 유인만 한 처리를 무공간처리+무유인의 대조구와 과실의 착색에 미치는 영향의 관점에서 살펴보고자 한다.

과실의 착색에 미치는 영향은 일광이 얼마나 과실에 잘 비쳤는가에 크게 영향을 받기 때문에 이 1차 수확한 과실의 개수가 많으면 그것이 곧바로 수관이 광을 잘 받을 수 있는 환경에 놓여 있었다는 반증이 될 것이며 하수형 전정의 목적 또한 이 수관내외부에 광환경을 좋게하여 1차 수확할 수 있는 색깔 좋은 과실을 많이 생산하는데 있다고 볼 수 있으므로 이번 성적은 하수형 수형의 가치를 측정하는데 아주 중요하다고 하겠다. 여기에서 무단축+무유인 까지도 하수형 수형을 만드는 방법으로 사과나무 가지의 선단은 손대지 않았고 또한 어려움을 자란 가지에 대하여 그 연장지를 2년생이상 되는 부분에서 길이를 단축하는 단축 전정도 하지 않았기 때문에 모든 나무는 하수형 전정법으로 처리를 받아서 시험처리전까지 17년간 사립된 모습에서 2000년 3월 11일부터는 점차로 해가 지날수록 하수된 모습으로 변해가고 있으며 이런 하수된 나무로 변하는 실증이 곧바로 해마다 1차 수확하는 과실의 수가 증가하는데서 잘 나타나고 있다.

따라서 이번에 보고하는 성적은 곧 기성사과나무의 하수형 전정방법의 실용화시험이 그 목적달성에 접근하고 있음을 실제 수확한 총 과실로서 보여주는 것이 되겠다. 여기에서 총 과실이라 함은 한 처리당 선택된 4주의 성목에서 수확한 과실 중 병든 과실을 제외한 모든 과실을 크기에 관계하지 않고 모두 정리해 놓고 사진을 찍었으므로 여기에서 소개하는 data는 sample이 아니고 총 population이며 이렇게 조사한 이유는 좀 더 신뢰성을 높이기 위한 것이며 여기 소개하는 사진이 많은 것 또한 이 보고서의 신뢰성을 높이기 위한 것임을 밝힌다.

1차 수확뿐만 아니라 2차 및 3차 수확한 과실도 모두 사진을 찍어 놓아 3개년 ×5처리 ×4반복×3차로 나누어 수확=180개의 수확기 사진이 있다. 이 보고서에는 제 1년차인 2000년과 제 3년차인 2002년의 제 1차 수확사진 즉 40매만 소개하고자 한다. 지면관계로 하수유인 처리의 효과를 뚜렷이 표현하는데 최소한으로 필요한 1차년 및 3차년의 1차 수확 과실만으로 처리의 효과와 하수형 수형 자체의 효과를 보고한다.

사진 1-80에서 2000. 10. 29에 1차 수확한 무단축+무유인의 나무에서는 주당 평균 46.3개

의 과실이 수확되었으나 사진 1-81에서 보면 같은 무단축이지만 유인의 효과로 무단축+유인에서는 주당 평균 88.5개의 1차 수확과가 있었다. 사진 1-82에서는 3년2m단축+유인의 1차 수확 과실에 미친 1년차의 수량을 알 수 있는데 평균 주당 103.5개의 과실을 수확하여 무단축+무유인 보다는 2.23배, 무단축+유인보다는 1.17배 수확한 과실이 많았다.

사진 1-83에서는 2년 2m단축+유인의 처리로 주당 158.5개의 과실이 수확되어 무단축+무유인에 비하여 3.42배, 무단축+유인에 비하여 1.79배나 많은 1차 수확과가 생산되었다.

사진 1-84는 1년 2m유인처리를 받은 나무의 시험 1년차의 1차수확과실로서 평균 주당 108.5개가 수확되어 무단축+무유인보다는 2.49배, 무단축+유인구 보다는 1.23배의 과실수량을 올렸다. 이로서 고찰해 보면 열간에 공간을 2m를 조성하는 것은 1차 수확과실의 수를 늘이는데 효과가 있었고 하수유인도 1차 수확 과실의 증가에 효과가 있었다.



<사진 1-79> 충북 충주시 주덕읍 권규상씨의 17년생 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 나무에 대하여 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 하수형 전정시험처리를 실시한 나무에서 무단축+무유인 처리의 1-4번수의 과실 중 2000. 10. 29에 1차 수확이 된 당시 완숙한 과실의 총 수로서 1번수는 29개, 2번수는 46개, 3번수는 58개, 4번수는 52개로서 계 185개이며 평균 46.3개의 과실이 수확되는 결과를 보여주고 있다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-81> 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 17년생된 기성사과원의 하수형 전정처리 중 1차년도 처리로서 무단축+유인 처리를 한 나무 중 시험수로 선택한 4 나무에서 2000. 10. 29에 1차 수확이 가능할만큼 익은 사과를 따서 모두 포장에 넣고 찍은 사진으로서 1번수는 142개, 2번수는 59개, 3번수는 75개, 4번수는 78개로서 계 354개로서 평균 88.5개가 수확되었다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-82> 4.5m×4.5m로 재식된 ‘Fuji’/MM106/환엽해당실생 17년생의 기성 사과원에 대하여 3년2m+유인처리를 2000년 3월에 한 후 2000. 10. 29에 일차로 익은 사과만 수확한 모습으로서 1번수 47개, 2번수 76개, 3번수 104개, 4번수 187개가 1차 수확되어 합계 414개 이고 평균은 103.5개였다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-83> 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 기성 일반사과 나무에 대한 하수형 전정에서 4.5m×4.5m의 재식공간을 평균 1.5m나 얽히게 과번무하게 기른 17년생 사과나무에 대하여 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 2년2m+유인의 열간공간 조성 처리를 한 후 2000. 10. 29에 1차 수확한 사과를 살펴보면 1번수 226개, 2번수 260개, 3번수 98개, 4번수 50개 이므로 계 634 개이어서 주당 평균 158.5개가 되었다(김용구 원도, 2000).



<사진 1-84> 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 17년생 사립형 나무에 대하여 하수형 전정방법을 적용하기 시작하면서 1년2m+유인의 열간에 공간을 조성한 처리로서 2000. 10. 29의 첫 결과의 1차 수확의 모습이다. 1번수에서 105개, 2번수에서 109개, 3번수에서 100개, 4번수에서 120개의 사과가 1차로 수확되어 총계 434개 주당 평균 108.5개의 사과가 수확되었다(김용구 원도, 2000).

다음으로 시험을 시작한지 3년차인 2002년 11월 3일에 시험수의 완숙된 과실을 1차 수확을 한 성적을 전정처리별로 살펴보고자 한다.

사진 1-85와 사진 1-86은 2000. 3. 11, 3. 24, 3. 25에 그때까지 사립형으로 키워온 나무를 하수형으로 바꾸기 위한 전정처리를 한 것 중에서 대조구인 무단축+무유인 처리한 나무의

3년만의 결실모습이다. 1주당 평균 199.8개의 사과를 1차 수확할 수 있었으며 이는 사립형에서 하수형으로 변화시킨 첫해인 무단축+무유인한 나무의 2000. 10. 29 수확량 주당 평균 46.3개의 4.3배가 되는 효과를 보여주고 있다. 사진 1-87과 88은 무단축+유인 처리한 나무의 처리 후 3년차인 2002. 11. 3의 1차 수확량으로서 주당 평균 171개가 수확되어 전정처리 1차년도인 2000. 10. 29에 주당 88.5개가 1차 수확된 것에 비하여 1.93배의 1차 수확과실의 증가를 보여주었다.

사진 1-89와 90은 3년2m+유인 전정 처리구로서 3년전인 2000년에는 주당 평균 103.5개를 1차수확하였는데 3년후인 2002. 11. 3에는 주당 258.5개를 수확하여 2.5배의 1차 수확 과실증가의 효과가 얻어졌음을 보여주고 있다.

사진 1-91과 97은 2년 2m+유인 전정처리구로서 3년전인 2000년에는 이 처리구에서 주당 평균 158.5개가 1차수확 되었는데 3년후인 2002. 11. 3에는 271개가 1차수확되어 1.7배의 1차 수확과실수의 증가를 보여주고 있다.

사진 1-93과 94는 1년2m+유인 처리구로서 3년전인 2000년에는 주당 평균 108.5개가 1차 수확되었으나 3년이 지난 2002. 11. 3의 1차 수확에서는 293.3개가 1차 수확되어 2.7배의 1차 수확과실의 증가 효과를 보여주고 있다.



<사진 1-85> 1984년에 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 1년생 회초리 묘목을 심고나서 16년동안 계속하여 절단전정을 시행하여 4.5m×4.5m의 공간이 완전히 덮인 일반사과로 바뀐 사과원에 17년생째인 2000년에 하수형전정 처리를 하면서 대조구로 설정한 무단축+무유인구의 3년차인 2002. 11. 3의 1번수 수량은 248개, 2번수는 236개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-86> 사진 1-85의 나무와 같은 무단축+무유인 처리구의 시험 3년차인 2002. 11. 3일의 1차 수확량은 3번수 144개, 4번수 171개였다. 따라서 이 4주의 1차수확한 과실의 주당 평균수는 199.8개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-87> 2000년 3월에 17년생 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 나무로서 16년간 절단 전정의 지속으로 사립형이며 과변무한 사과나무가 되어 4.5m×4.5m의 재식열간을 1.5m나 넓히게 발달한 나무에 대하여 하수형 전정처리 시험을 실시하고 난 3년차의 1차 수확의 성적으로서 무단축+유인의 1반복, 2반복의 과실이다. 2002. 11. 3에 1차 수확한 1번수에는 178개, 2번수에는 187개가 결실하였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-88> 사진 1-87과 같은 처리인 무단축+유인 처리의 3번수에는 183개, 4번수에는 136개가 1차 수확되었다. 따라서 무단축+유인한 나무의 3차년도 제 1차 수확된 과실의 수는 주당 171개였다(김용구 원도, 2003).



<사진 1-89> 2000년 3월에 하수유인 전정처리한 당시 17년생 'Fuji'/MM106/환엽해당실 생의 3년후인 2002. 11. 3의 1차 수확한 과실의 수는 3년2m+유인 처리한 나무에서 1번수는 198개, 2번수는 345개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-90> 사진 1-89와 동일한 처리를 한 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 19년생의 3년2m+유인 처리한 나무의 2002. 11. 3의 1차 수확에서 3번수가 261개, 4번수가 230개였다. 따라서 주당 평균 1차 수확한 과실의 수는 258.5개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-91> 19년생된 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 나무로서 17년생때인 2000년 3월에 하수형 전정처리를 받기 시작한지 3년만인 2002. 11. 3에 1차 수확한 과실은 2년2m+유인 처리한 나무에서 1번수는 376개, 2번수는 392개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-92> 사진 1-91과 같은 처리인 2년2m+유인처리의 1차 수확 과실수는 3번수에서 201개, 4번수는 115개였다. 따라서 2년2m+유인한 나무의 2002. 11. 3의 주당 평균 1차 수확한 과실의 수는 271개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-93> 2000년 3월에 17년생이며 과변무하고 사립형인 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 나무에 대하여 하수형 전정처리를 시작하면서 열간에 1년에 2m의 공간을 내는 단축전정을 하고 유인 처리를 한 지 3년만인 2002. 11. 3에 1차 수확한 과실은 1번수에서 161개, 2번수는 281개였다(김용구 원도, 2002).



<사진 1-94> 93번과 같은 처리인 1년2m+유인 처리를 한 19년생 'Fuji'/MM106/환엽해당실생의 1차 수확량으로서 3번수는 287개, 4번수는 444개였다. 따라서 주당 평균 수확량은 293.3개였다(김용구 원도, 2002).

(2) 기성 일반 사과원의 하수형 전정 실용화 기술 개발 시험의 결과 및 고찰

2000. 3. 11부터 2003. 7. 31까지 사이에 조사분석한 'Fuji'/MM.106/환엽해당 실생의 17년생때부터 20년생때 까지의 4개년간의 주요 연구성적은 아래와 같다.

(가) 기성 일반 사과나무의 전정처리에 따른 전정량, 주당 동계 전정 및 유인 소요시간

<표 1-1> 전정처리별 주당 전정량, 동계전정 및 유인시간, 하계 전정시간, 적과소요시간 (2000년)

전정처리	주당전정량(kg)	동계전정 소요시간(분)	하계전정 소요시간(분)	적과 소요시간(분)
무단축+무유인	35.33 ab	34.00 a	9.25 ab	81.00 a
무단축+유인	7.80 c	54.25 a	7.00 b	73.00 a
3년2m단축+유인	14.10 bc	59.00 a	7.50 b	70.00 a
2년2m단축+유인	27.43 abc	50.25 a	10.75 ab	38.67 a
1년2m단축+유인	51.90 a	32.50 a	13.50 a	55.50 a

표 1-1에서 볼 수 있는 바와 같이 전정량은 단축을 많이 한 순서대로 1년 2m단축+유인 ≥ 2년2m단축+유인 ≥ 3년2m단축+유인 ≥ 무단축+무유인의 순서였다. 다만 무단축+무유인한 나무의 전정량이 1년2m단축+유인 처리를 한 나무의 다음으로 많은 것은 시험수의 기부에 잘라내야 할 가지가 많았기 때문으로서 시험처리 때문에 발생한 차이는 아니었다. 전정 소요시간과 적과 소요시간은 처리간에 차이가 없었으며 도장지등을 제거하는 하계전정의 소요시간은 1년2m단축+유인 ≥ 2년2m단축+유인 = 무단축+무유인 ≥ 3년2m단축+유인 = 무단축+유인의 순이었다. 이 역시 전정 처리를 많이 한 나무에서 여름동안에 도장지가 많이 발생하였기 때문에 이의 제거에 시간이 많이 소요된 결과를 보여주고 있다.

(나) 기성 일반 사과원의 도장지와 발육지 발생율, 결과지 m당 화충수

표 1-2에서 볼 수 있는 바와 같이 전정처리 후 1년간에 발생한 도장지와 발육지의 총 가지에 대한 백분율은 무단축+무유인 처리를 한 나무가 3년 2m 단축+유인 처리를 한 나무보다는 낮은 경향을 보였고 그 밖의 전정처리를 한 나무들보다는 낮은 성적을 보여서 전정과 유인이 도장지나 발육지를 유발시키는 결과를 보였으며 이는 Lauri(2002)가 하수유인된 가지의 굵은 부분에서 강한 도장지가 발생하는 것을 보고한 결과와 일치하는 결과였다. 한편 결과지의 1m당 화충수에 있어서는 처리간에 차이가 없었다(표 1-2).

<표 1-2> 기성 일반 사과나무의 전정처리에 따른 도장지와 발육지 및 화총발달(2000)

전정처리	주당 도장지와 발육지의 율(%)	결과지 1m당 화총수
무단축+무유인	9.20 b	2.82 a
무단축+유인	21.87 a	2.06 a
3년2m단축+유인	18.95 ab	2.07 a
2년2m단축+유인	22.78 a	1.74 a
1년2m단축+유인	21.40 a	2.86 a

(다) 기성 일반사과 나무의 전정 처리 후 1년차의 나무의 성장과 수관의 중첩정도

빈공간이 없게 엮힌 17년생된 과변무한 사과원의 열간에 1년, 2년, 3년에 걸쳐서 2m의 공간을 만들기 위하여 단축전정을 한지 1년후의 나무의 수고와 수관의 중첩의 정도를 살펴보면 다음과 같다. 수고에 있어서는 3.8m~4.3m의 범위로서 차이가 없고 전정처리에 따라서 열간인 동서간에 단축처리를 한 곳은 1년에 2m의 공간을 조성한 나무가 가장 많이 단축을 하였으므로 1년후의 동서의 수폭은 가장 좁고 무단축+유인한 나무가 가장 동서수폭이 넓어서 합리적인 결과를 보여주고 있었으며 그 구체적인 수폭의 순서는 1년 2m단축+유인<2년 2m단축+유인<3년2m단축+유인<무단축+무유인<무단축+유인이었다. 그러나 단축처리를 하지 않은 주간사이의 나무의 폭은 처리간에 차이가 없었고 6.12~6.7m의 범위에 놓여있어서 재식거리 4.5m를 1.62m~2.5m나 초과하고 있어 심한 중첩 현상을 보여주고 있었다.

2000년 3월 11일에 처리대로 열간에 2m, 1m, 0.7m의 공간을 단축전정으로 조성하였지만 단축한 끝에서 자란 신초가 다시 공간을 메워서 표 1-3에서 보여주는 바와 같이 단축처리 한 부분도 약간씩 중첩되고 있다. 다만 1년2m단축+유인=2년2m단축+유인<3년2m단축+유인<무단축+유인=무단축+무유인의 순으로 그 중첩의 폭이 차이가 나고 있음은 단축한 길이가 큰 처리인 1년2m처리와 2년2m처리가 3년에 걸쳐서 2m를 줄이는 처리보다 중첩이 적고 이 3년2m단축처리를 한 나무는 무단축한 나무들보다 중첩의 길이가 짧아서 과변무가 덜함을 보여주고 있다(표 1-3).

<표 1-3> 전정처리별 수고, 단축한 열간(동서)수폭, 무단축한 주간(남북)수폭 및 단축한 열간(동서)수폭의 중첩수폭(2000).

전정처리	수고(cm)	단축한 열간(동서)수폭 (cm)	무단축한 주간(남북)수폭 (cm)	단축한 열간(동서)수폭의 중첩수폭(cm)
무단축+무유인	432.00 a	609.50 b	661.75 a	165.88 a
무단축+유인	399.25 a	677.50 a	650.00 a	137.75 a
3년2m단축+유인	385.00 a	522.50 c	673.75 a	79.00 b
2년2m단축+유인	410.25 a	453.25 d	612.50 a	38.25 c
1년2m단축+유인	381.50 a	381.50 e	629.75 a	25.62 c

(라) 기성 일반 사과나무의 전정처리 1년차 가을에 수확한 과실의 수확시기별 수확량

기성 일반 사과나무의 전정처리 후 제 1년차 가을에 수확한 과실의 수확시기별 수량을 살펴보면 2000년 10월 29일에 수확한 1차 수확량은 2년2m단축+유인 \geq 1년2m수확+유인=3년2m단축+유인=무단축+유인 \geq 무단축+무유인으로 차이가 있었고 2000년 11월 11일에 수확한 2차 수확의 과실은 무단축+무유인=무단축+유인의 처리를 받은 나무가 그 밖의 처리의 나무보다 많았고 2000년 11월 20일에 수확한 3차 수확의 과실은 무단축+유인의 나무가 다른 처리보다 많았다. 2000년 가을에 수확한 과실의 총 무게는 무단축+유인 \geq 무단축+무유인 \geq 2년2m단축+유인=3년2m단축+유인 \geq 1년2m단축+유인의 순이었으므로 단축처리 자체는 나무가 서 있는 골 사이에 일광이 비칠 공간을 조성하기 위하여 열간으로 뺀어나온 결과지를 단축하여 버렸으므로 자연히 결과부위(結果部位)가 줄어들어 1차년의 수량에 영향을 미친 것으로 보아야 하겠다. 이 결과는 또한 표 1-1에 소개된 단축한 나무의 전정량이 단축의 정도에 비례하여 컸던 것과 관련하여 생각할 때 많이 잘라낸 나무의 수량은 그만큼 줄어드는 당연한 귀결을 조사성적은 잘 보여주고 있다.

한편 1차 수확한 과실의 수량이 단축 전정을 한 나무에 많고 무단축+무유인한 나무에서 가장 적은 것은 무단축+무유인의 나무는 골 사이에 일광을 위한 빈 공간이 없으므로 과실의 성숙이 지연되고 착색도 좋지 못함을 나타내는 것으로 보여졌다. 따라서 무단축한 나무들에서 2차 수확한 과실이 많은 것에서도 과실의 착색이 단축한 나무들에 비하여 떨어지기 때문으로 생각된다. 그리고 2000년 가을에 수확한 총과실의 수량이 무단축한 처리에서 단축

한 처리보다 많은 것 또한 표 1-1의 전정량을 고려하여 생각할 때 당연한 귀결로 보아야 할 것이다(표 1-4).

<표 1-4> 기성 일반 사과 나무의 단축 전정한 해 가을의 수확시기별 수확량(kg, 2000).

전정처리	2000.10.29 1차 수확량	2000.11.11 2차 수확량	2000.11.20 3차 수확량	합계
무단축+무유인	13.68 b	88.73 a	4.97 b	107.38 ab
무단축+유인	19.75 ab	89.70 a	27.18 a	136.63 a
3년2m단축+유인	23.68 ab	53.45 b	4.54 b	81.67 bc
2년2m단축+유인	38.30 a	39.33 b	8.09 b	85.72 bc
1년2m단축+유인	26.83 ab	32.25 b	5.24 b	64.32 c

한편 표 1-4에서 수확한 과실들을 각 전정 처리별로 각 수확 시기에 백분율로 어느 정도의 수확을 한 것이 되는지를 살펴보면 표 1-5와 같다.

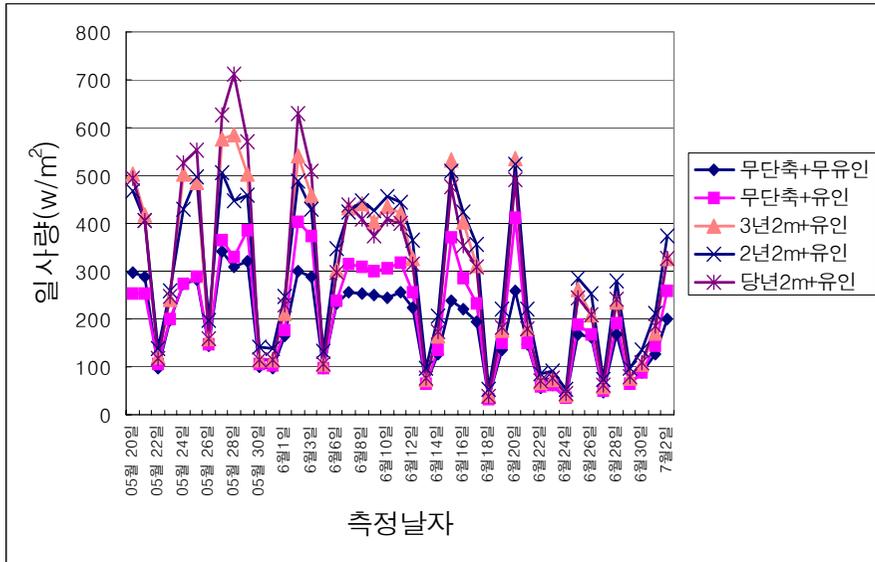
단축전정을 한 2년2m단축+유인=1년2m단축+유인≥3년2m단축+유인≥무단축+유인=무단축+무유인의 순으로 1차 수확한 과실의 백분율이 높았으며 2년2m단축+유인한 나무와 1년2m단축+유인한 나무는 45~42%의 과실을 1차에 수확했으나 무단축한 나무는 13~15%의 과실을 1차 수확할 만큼 밖에 색깔의 발달이 되지 않았었다(표 1-5). 이와 같은 결과는 과실의 성숙과 착색에 있어서 열간에 일광의 투입의 정도가 중요한 역할을 하는 것을 보여주고 있으며 이는 Lespinasse(1981)가 Golden Delicious/M.9의 사과원에 있어서 열간거리 4m 주간거리 1.5m일 경우 열간에 speed sprayer(SS)를 위한 통로 2m와 SS와 나무사이에 다시 0.3m의 공간이 조성되어 열간에 총 2.6m의 빈공간이 조성되고 키는 3m가 되게 하는 것이 알맞다고 기술한 내용을 보더라도 최소한 성목원에서 2m의 가지 없는 공간의 조성이 필요함을 입증하는 전정처리 1차년도 성적으로 보여진다.

<표 1-5> 기성 일반 사과나무의 단축전정 한 해 가을의 각 전정처리별 수확시기별 수확량의 백분율(% , 2000)

전정처리	2000.10.29 1차수확량의 %	2000.11.11 2차수확량의 %	2000.11.20 3차수확량의 %
무단축+무유인	12.7 b	82.6 a	4.6 b
무단축+유인	14.45 b	65.65 ab	19.9 a
3년2m단축+유인	28.99 ab	65.45 ab	5.56 b
2년2m단축+유인	44.68 a	45.88 c	9.44 b
1년2m단축+유인	41.71 a	50.14 bc	8.15 b

(바) 기성 일반 사과나무의 전정처리별 data logger에 의한 하오 2시 기준 자동일사량 측정치

전정시험처리 2년차인 2001년 5월 20일부터 7월 2일까지 44일간의 기간에 걸쳐서 매일 14시의 수관하부 일사량을 data logger에 의하여 자동측정한 결과는 그림 1-2와 같다. 대체로 무단축+무유인한 나무들의 일사량이 낮은 날이 많았고 다음으로 낮은 일사량을 보이는 전정처리는 무단축+유인한 나무들이었다. 그러나 열간에 햇빛이 비치는 공간을 조성하기 위한 단축전정을 한 나무들에서는 일사량이 지속적으로 높았고 1년2m단축+유인 처리한 나무와 2년2m단축+유인 처리한 나무사이에는 조사기간의 전반기 중에는 1년2m단축+유인처리한 나무들의 일사량이 높은 경향이었던가 조사기간의 후반기에는 2년2m단축+유인 처리한 나무들의 일사량이 높은 경향을 보였다. 2001년 5월 28일 하오 2시의 일사량은 1년2m단축+유인처리한 나무에서 700w/m^2 로 최고에 달했으며 7월 1일 하오 2시에는 2년2m단축+유인 처리한 나무에서 370w/m^2 정도의 일사량을 보여 5월 하순의 절반 가까이 일사량이 떨어지는 성적을 보였다(그림 1-2).



< 그림

1-2> 전정 처리별 data logger에 의한 하오 2시 기준 자동 일사량 측정치(2001년)

(사) 기성 일반 사과나무의 계승연장지(繼承延長枝)의 끝눈(頂芽)의 발달

하수형 전정(下垂形剪定)은 주간에서 발생하여 자라는 주지나 주지에서 발생하여 자라는 결과지등 모든 가지가 계속하여 연장지 신장을 계속하도록 하는 것 즉 연장지 계승(延長枝 繼承=leading branch succession=leader succession)을 하는 계승연장지(繼承延長枝 =successive leading branch)가 계속하여 발달하게 하는 전정법이 그 특징이다. 이와 같은 계승연장지의 개념은 주간에 대하여도 동일하게 적용되므로 하수형 전정에 있어서는 묘목을 심고 그 주간 연장지도 절단함이 없이 길러서 목표하는 수고에 도달할 경우에는 그 주간을 하수되게 유인하여 주간 연장지도 하수된 후에는 계승연장지에 꽃눈이 생겨서 하나의 결과지로서의 역할을 하게 하는 것이 특징이다(김용구, 2002)

따라서 이 연구에서도 기성 일반 사과나무에 대하여 열간에 공간조성을 위한 단축전정 처리이외에 2년간 하수형 전정 처리를 하여 모든 가지가 연장지 계승(延長枝 繼承=leading branch succession)을 할 수 있도록 1년간 자란 신초의 중간을 자르는 절단전정(切斷剪定 =heading cut; Barritt, 1992)이나 단축전정(短縮剪定=shortening cut; Barritt, 1992)을 함이 없이 그대로 계속하여 정부아가 연장하여 자라게 하였고 수관하부에서 크게 발달하여 speed sprayer의 운행 중 과실이 부딪히는 가지등을 그 가지가 발생한 주간상의 발생기부에서 솎아내는 갱신전정(更新剪定=renewal pruning; Barritt, 1992)을 실시하였다. 또한 1년생 도장

지를 발생기부에서부터 솎아내는 솎음전정=간발전정(簡拔剪定=thinning cut; Barritt, 1992)을 추가로 실시하였다. 이와 같은 모든 가지의 선단에 있는 정아(頂芽=terminal bud)가 그 가지의 연장지로 자라게 방임하는 것이 곧바로 그 연장지 끝에 꽃눈이 맺히게 하는 방법이고 이 맺힌 꽃눈에서 그 다음 해에 과실이 맺혀 자라면 그 과실무게로 인하여 가지의 선단 부분이 점차로 수평각(水平角) 이하의 각도로 처지게 되고 이를 하수형 나무라고 하므로 하수형 전정법은 곧바로 각 가지의 끝눈이 절단전정이나 단축전정으로 잘려 나감이 없이 계속 신장하도록 방임하는 전정법 즉 “끝눈 그대로 자라게 하는 전정법”이 되겠다.

17년생 사과나무에 대하여 2000년과 2001년의 2개년에 걸친 하수형 전정을 모든 공시된 나무에 대하여 실시하고 다만 열간에 2m의 공간을 조성하는 전정처리만 1년, 2년, 3년에 걸쳐서 하는 것과 유인을 함께하는 전정등으로 처리한 5개의 전정처리가 하수형 수형의 발달에 미친 영향을 살펴보면 표 1-6과 같다.

<표 1-6> 기성일반 사과나무의 계승연장지의 정아발달(2001년)

	총계승 연장지수	정아가 화아인 계승연장지수	정아가 엽아인 계승연장지수	계승 연장지 정아의 화아분화율(%)
무단축+무유인	21.00 ab	15.25 b	5.75 a	73.14 a
무단축+유인	24.25 a	23.00 a	1.25 b	94.84 a
3년2m단축+유인	17.00 b	12.25 b	4.75 ab	72.06 a
2년2m단축+유인	16.25 b	12.50 b	3.75 ab	77.26 a
1년2m단축+유인	17.00 b	13.75 b	3.25 ab	78.63 a

한나무당 총 계승 연장지가 무단축+유인한 나무에서 가장 많은 이유는 이 나무는 열간에 공간조성을 위한 단축전정도 없었고 표 1-1에서 본 바와 같은 하부의 굵은 가지의 절단도 없어서 전정량이 가장 적었기 때문으로 볼 수 있겠다. 다음으로 무단축+무유인의 나무에 계승 연장지가 많은 것은 열간에 2m의 공간을 만들기 위한 단축전정이 없었기 때문으로 보여지며 이는 열간을 단축한 나무는 그만큼 가지의 수가 줄어서 총계승 연장지가 무단축한 나무들보다 적었다. 더욱 흥미로운 일은 정아가 화아인 계승연장지의 수에 있어서는 무단축+유인한 나무만 다른처리보다 많았고 따라서 정아가 엽아인 계승 연장지는 자연 무단축+유인 처리에서 가장 적은 사실이었다. 그러나 계승연장지의 정아의 화아분화율은 72~95%에 달했으므로 하수형이 정아의 화아분화율을 높이는 효과가 있음을 보여주는 data였으며 전정

처리간에는 차이가 인정되지 않았다(표 1-6).

(아) 기성 일반 사과나무의 전정처리 후 2년차의 수체 성장과 단축한 열간의 가지의 중첩 정도

‘Fuji’/MM.106/실생의 17년생 나무에 대하여 2000년 3월 11일에 하수형 전정을 모든 나무에 대하여 실시하고 열간에 2m의 공간을 조성하는 연환을 1년, 2년, 3년으로 나누어 3년에 걸쳐서 시험하는 중에 2년차까지의 수고와 열간에 중첩하여 자란 가지의 상태를 살펴보면 표 1-7과 같다.

먼저 수고에 있어서는 무단축+무유인한 나무가 407.5cm로서 다른 처리보다 높았고 그 밖의 처리는 323~328cm로서 5cm의 차이밖에 없는 비슷한 수고를 보였다. 1년간 성장을 더 하였음에도 불구하고 하수형 전정처리 2년후의 수고가 1년후의 수고보다 유인한 나무에서 낮아진 것은 유인 그 자체로서도 수고를 낮추고 또한 유인한 가지에는 화아형성이 잘 되므로 꽃눈이 잘 발달되어 결실을 하여 과실의 무게에 의한 가지의 하수로 수고가 낮아지게 되었을 것으로 보여진다(표 1-7).

단축한 열간(동서)수폭은 무단축+무유인한 나무와 무단축+유인한 나무가 580cm와 526cm로서 다 같이 단축한 나무들보다 수폭이 컸다. 무단축한 주간(남북)수폭은 2000년과 마찬가지로 전정처리간에 차이가 없었다. 단축한 열간(동서)의 중첩수폭의 길이는 무단축+무유인 \geq 무단축+유인 \geq 3년2m 단축+유인 = 2년2m 단축+유인 = 1년2m 단축+유인의 순으로 차이를 보였다(표 1-7). 이 때 모든 전정처리에서 2000년 말에 비하여 2001년 말에 중첩수폭이 준 것은 그만큼 하수형 전정의 효과가 모든 나무에서 발생하고 있음을 보여주고 있으며 특히 수관의 폭이 좁아지는 효과가 무단축+무유인의 경우에도 뚜렷이 나타나고 있음은 무단축+무유인의 나무에서 2000년말의 중첩수폭이 165.9cm였으나 2001년말에는 88.0cm가 되어 1년간 더욱 자랐음에도 불구하고 78cm나 중첩수폭이 줄어든 것을 보여주고 가지의 선단부분을 절단하거나 단축전정하지 않으면 수관이 확대되지 않고 오히려 축소됨을 보여주는 결과였다. 이로써 우리는 하수형 전정은 수관을 방임해도 1년만에 오히려 수관의 크기가 수고는 25cm 줄고 수폭은 88cm가 주는 효과를 나타내는 것을 보여주어 수세안정에 유의한 전정법임을 알 수 있었다(표 1-3, 표 1-7).

이와 같이 사과나무 성목의 전정에서 일체의 절단전정과 단축전정을 하지 않고 방임하면 오히려 나무의 높이와 나무의 폭이 줄어든다는 사실은 과번무 현상으로 김용구(2001)가 이미 충북 충주시 소태면 오량리 허만영씨의 25년된 사과나무에 있어서 “선단부의 모든 가지

가 하수되면 더 이상 수관의 횡적확대는 없다”라고 기술한 내용과 부합되는 결과였다. 따라서 이와같은 하수형 전정법 즉 신초의 절단전정과 이미 3년이상 자란가지의 2년생이상되는 부분에서 단축절단의 중지로서 우리나라 기성사과원의 과변무한 문제(김용구, 1999)를 해결할 수 있는 근거자료가 될 것으로 생각한다.

<표 1-7> 전정 2년후의 기성 일반 사과나무의 수고 및 중첩수폭(2001년)

전정처리	수고(cm)	단축한 열간(동서)수폭 (cm)	무단축한 주간(남북)수폭 (cm)	단축한 열간(동서)수폭의 중첩수폭(cm)
무단축+무유인	407.5 a	580.0 a	645.0 a	88.0 a
무단축+유인	327.5 b	526.3 a	662.5 a	7.5 ab
3년2m단축+유인	322.5 b	415.0 b	592.5 a	-24.4 b
2년2m단축+유인	322.5 b	350.0 b	624.8 a	-60.0 b
1년2m단축+유인	327.5 b	383.0 b	652.5 a	-62.5 b

(자) 기성 일반 사과 나무의 열간공간조성 및 하수유인 전정처리 2년차의 수확량

표 1-8에서 볼 수 있는 바와 같이 열간공간 조성 및 주지선단 계승 연장지의 하수유인이 전정처리 2년후의 결실에 미치는 영향은 다음과 같다.

주당 과실수에 있어서와 수량에 있어서 무단축+무유인 처리가 무단축+유인의 처리보다 과실의 수와 수확량이 많은 경향이었고 단축처리와 하수유인처리를 한 모든 전정처리 보다도 과실수와 수량이 많았다. 과실의 개당 무게에 있어서는 3년2m단축+유인 \geq 1년2m단축+유인=2년2m단축+유인=무단축+무유인 \geq 무단축+유인 처리의 순으로 컸다(표 1-8). 과실의 1과중이 3년2m단축+유인이 무단축+유인보다 큰 것은 열간공간 조성을 위하여 열간에 1.4m의 공간을 조성하기 위한 열간으로 뺀 주지선단의 단축전정으로 착과된 과실이 줄어들어 과실 한 개당 무게는 3년2m단축+유인 처리를 2년간 실시하므로써 열간에 일광이 비치는 공간이 그만큼 늘어난 때문으로 생각되었다(표 1-8).

<표 1-8> 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성 및 하수유인 전정처리 2년차의 수확량에

미치는 영향(2001년).

전정처리	과실수(개/중)	1과중(g/개)	수량(kg/주)
무단축+무유인	358 a	267 ab	95.63 a
무단축+유인	290 ab	260 b	73.85 ab
3년2m단축+유인	236 b	302 a	71.05 b
2년2m단축+유인	204 b	273 ab	55.75 b
1년2m단축+유인	201 b	276 ab	55.15 b

한편 2001년에 수확한 과실의 과면 착색이 30%이하로 착색된 착색불량과 율은 전정처리 간에 차이가 없었고 과피에 발생하는 고두병의 발생을 역시 전정처리간에 차이가 없었다. 다만 배꼽부분의 과피의 열과에 있어서는 1년2m단축+유인 처리한 나무가 1.72%로 가장 낮고 2년2m단축+유인한 나무가 2.57%로 낮았다. 이와 같은 결과의 원인은 표 8에서 알 수 있듯이 이들 두 처리에 착과수가 적고 그만큼 광환경이 무단축+무유인한 나무보다는 월등히 좋기 때문으로 생각되었다(표 1-9).

<표 1-9> 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성 및 가지의 하수유인 전정처리 2년차의 수확한 과실의 착색 및 생리장해(2001년).

전정처리	과면착색 30% 이내과 비율(%)	생리장해과율(%)	
		고두병	배꼽과피열과
무단축+무유인	16.03 a	2.04 a	17.78 a
무단축+유인	15.84 a	2.17 a	9.01 ab
3년2m단축+유인	16.27 a	0.56 a	17.13 ab
2년2m단축+유인	9.43 a	0.86 a	2.57 b
1년2m단축+유인	10.34 a	2.07 a	1.72 b

(차) 기성 일반사과 나무의 전정처리별 동계전정시 조사한 수고, 단축한 열간(동서)수폭 및 열간(동서간)중첩수폭

수고에 있어서는 표 1-7에서와 마찬가지로 가지의 하수유인을 하지 않은 무단축+무유인

의 나무만 417.5cm로 컸다. 단축한 열간(동서)의 중첩수폭은 모든 전정처리에서 2001년보다는 컸다. 다만 전정처리별 중첩수폭의 차이는 2년차와 같이 무단축한 나무들이 단축한 나무들 보다는 컸다(표 1-7, 표 1-10).

중첩한 수관의 크기가 2001년에는 줄었다가 2002년에는 늘어난 까닭은 설명하기 어려우며 앞으로 더 지켜보아야 할 과제로 생각한다.

<표 1-10> 기성 일반 사과나무의 열간공간조성 및 가지의 하수유인 전정처리 3년차의 수고 및 열간중첩가지(2002).

전정처리	수고(cm)	단축한 열간(동서)수폭(cm)	무단축한 주간(남북)수폭(cm)	단축한 열간(동서)수폭의 중첩수폭(cm)
무단축+무유인	417.5 a	567.8 a	655.0 a	120.0 a
무단축+유인	311.3 b	547.5 ab	645.0 a	79.5 ab
3년2m단축+유인	357.5 b	523.8 ab	533.0 b	50.0 b
2년2m단축+유인	357.5 b	420.0 c	660.0 a	32.5 b
1년2m단축+유인	335.0 b	442.5 bc	666.3 a	50.0 b

(카) 기성 일반 사과나무의 열간공간조성 및 가지의 하수유인 전정처리 3년차의 과실수량 전정처리 3년차의 3차에 걸쳐서 나누어 수확한 과실의 성적은 표 1-11과 같다.

<표 1-11> 기성일반 사과나무의 열간 공간조성 및 가지 하수유인 3년차의 수확시기별

과실수량(2002년)

전정처리	1차(2002.11.3) 수확		2차(2002.11.8) 수확		3차(2002.11.15) 수확		총중량(kg)
	중량(kg)	비율(%)	중량(kg)	비율(%)	중량(kg)	비율(%)	
무단축+무유인	51.49 ab	41.5 ab	56.35 ab	45.4 ab	16.30 ab	14.9 a	124.14 ab
무단축+유인	42.19 b	29.6 b	77.33 a	54.1 a	23.20 a	16.3 a	142.75 a
3년2m단축+유인	64.94 a	55.3 a	45.78 ab	39.1 abc	6.51 b	5.6 a	117.23 ab
2년2m단축+유인	68.40 a	68.6 a	25.70 b	25.8 bc	5.53 b	5.6 a	99.63 b
1년2m단축+유인	70.20 a	58.6 a	34.33 b	28.7 c	15.18 ab	12.7 a	119.71 ab

시험처리 3년차인 2002. 11. 3에 1차수확한 과실의 중량을 전정처리별로 살펴보면 1년2m 단축+유인=2년2m단축+유인=3년2m단축+유인≥무단축+무유인≥무단축+유인의 순으로 많았으며 이 1차 수확량은 곧바로 과피의 색깔이 상대적으로 잘 발달하는 광환경에 대한 반응으로 볼 수 있으므로 열간에 공간을 조성하는 것이 착색에 유리한 결과를 가져다 준 것으로 생각된다(표 1-11). 또한 1차 수확한 과실의 비율에 있어서도 열간에 2m의 공간을 만드는 단축전정처리를 한 나무는 55.3~68.6%로 무단축한 나무의 1차 수확과실의 29.6%에서 41.5%에 이른것보다는 높았다. 과실의 총 중량에 있어서는 무단축+유인≥무단축+무유인=1년2m단축+유인=3년2m단축+유인≥2년2m단축+유인의 순이었다. 이와 같은 결과에서 수량면에서는 무단축+유인한 나무가 평균 142.72kg을 수확하여 최하위의 수확량을 올린 2년2m단축+유인한 나무의 99.63kg보다 유의성 있게 수량이 많지만 1차 수확한 상품성이 높은 과실의 수량의 면에서는 2년2m단축+유인한 나무의 68.40kg보다 26.21kg이 적은 42.19kg을 생산하여 1차 수확한 과실의 중량이 유의성 있게 적으므로 생산된 사과 판매액에 있어서는 오히려 2년2m단축+유인한 나무가 많을 수 있음을 감안해야 하겠다. 따라서 1년2m단축+유인한 나무는 판매수익면에서 무단축+유인한 나무의 판매수익보다 높을 가능성이 한결 높다고 보아야 하겠으며 3년2m단축+유인한 나무도 마찬가지로 보아야 할 것이다. 그러므로 이 표 11의 성적에 근거하여 하수형 전정 처리를 한 지 3년차부터는 열간에 2m의 일광이 투입되는 과수원으로 과번무한 과수원을 바꾸는 것이 재배농가의 수익성의 면에서도 타당함을 입증하였다고 생각된다. 그리고 이러한 결과는 이미 여러번 논의 되었고 기존의 발표에서도 언급된 바 있다(Barritt, 1992; Crappadelli, 2003).

(타) 기성 일반 사과나무의 열간공간조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처리가 3년

차 수확한 과실의 착색등급에 미치는 영향

2002년에 1차로 수확한 사과와 과면 81%이상 착색된 과실의 백분율을 살펴보면 1년2m 단축+유인한 나무의 과실이 가장 과피색의 착색율이 높고 그 다음이 2년2m단축+유인한 나무였으며 3년2m단축+유인한 나무의 사과는 무단축+유인구와 함께 81%이상의 과면의 착색과 백분율이 낮았다(표 1-12).

<표 1-12> 기성 일반사과나무의 열간공간 조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처리가 3년차에 1차 수확한 과실의 착색등급에 미친 영향(2002년)

전정처리	과면 81%이상 착색과율(%)	과면 31~80% 착색과율(%)	과면 30%이하 착색과율(%)
무단축+무유인	64.80 bc	28.02 ab	7.18 a
무단축+유인	55.40 c	39.04 a	5.56 abc
3년2m단축+유인	61.98 c	31.44 a	6.58 ab
2년2m단축+유인	77.16 ab	19.18 b	3.66 bc
1년2m단축+유인	79.55 a	17.64 b	2.81 c

또한 표 1-13에서 전정처리 3년차인 2002년에 수확한 과실전체의 과실표면 착색등급별 과실의 백분율을 살펴보면 표 1-12의 1차 수확한 과실의 81%이상 착색과의 비율과 같이 1년2m단축+유인 처리와 2년2m단축+유인 처리가 다른 처리보다 81%이상의 착색을 나타내는 과피를 가진 과실의 백분율이 높아서 역시 열간의 2m공간의 조성은 1년에 완성하거나 적어도 2년에는 완성할 필요가 있음을 이 data는 제시하는 것으로 생각되었다(표 1-13)

<표 13> 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처리

가 3년차에 총 수확한 과실의 착색 등급에 미친 영향(2002년)

전정처리	과면 81%이상 착색과율(%)	과면 31~80% 착색과율(%)	과면 30%이하 착색과율(%)
무단축+무유인	44.15 ab	35.56 ab	20.38 a
무단축+유인	38.20 b	39.97 a	21.83 a
3년2m단축+유인	50.39 ab	35.67 ab	13.94 a
2년2m단축+유인	64.86 a	24.83 c	10.31 a
1년2m단축+유인	59.53 a	27.35 bc	13.12 a

(과) 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처리가 4년차 도장지 제거에 미친 영향

표 1-14는 하수형 전정 처리 4년차인 2003. 5. 5에 나무당 도장지 수와 도장지 제거에 소요된 시간을 조사한 것으로서 도장지수는 무단축+무유인한 나무와 1년 2m단축+유인 처리한 나무가 적고 따라서 도장지 제거시간도 적어서 하수유인한 후 4년차에 접어들면서 1년에 2m의 공간을 조성하는 처리를 한 나무가 도장지 제거수로서 살펴보면 2년2m단축+유인처리수나 3년2m단축+유인 처리수보다 안정기에 속히 접어든 경향이 있음을 보여주고 있다. 따라서 과번무한 기성사과원에 열간에 2m의 공간을 조성하는 단축전정은 한꺼번에 2m를 조성하는 것이 2년 또는 3년에 걸쳐서 매년 조금씩 조성 공간을 넓히는 전정처리보다 수세안정이 빠른 것을 보여주는 결과로 생각되었다(표 1-14).

<표 1-14> 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처

리가 4년차 5월 5일에 실시한 도장지 제거수 및 도장지 제거시간에 미친 영향(2003년).

전정처리	도장지 제거수	도장지 제거 소요시간(분)
무단축+무유인	54.00 b	8.00 c
무단축+유인	136.50 a	24.25 a
3년2m단축+유인	88.25 ab	12.5 bc
2년2m단축+유인	105.00 ab	20.00 ab
1년2m단축+유인	80.25 b	14.75 bc

(타) 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처리가 4년차 늦여름의 수세와 결실에 미치는 영향

1년에 2m의 열간공간 조성을 위한 단축전정을 한번에 완료한 나무의 수관 과변무 정도가 가장 적어서 착색에 유리하고 그만큼 과실의 가격이 좋은 조기에 출하 할 수 있겠으며 한나무당 도장지의 수도 3년2m단축+유인한 나무보다 적은 경향을 보여 역시 1년에 2m의 공간을 조성하는 것이 바람직한 결과로 보여졌다(표 1-15).

얇힌 가지의 길이, 착과수, 하수형 진행정도에 있어서 1년2m공간 조성의 나무가 통계적인 유의차가 없음을 볼 때 1년 2m단축 처리는 착색이 좋은 과실이 많이 생산되므로(표 1-12 및 표 1-13) 결론으로서 우리나라의 10년생 이상되는 기성사과원의 95%이상이 꺾고 있는 가지와 가지가 서로 얽혀있는 과수원에 2m의 공간을 일시에 조정하는 단축전정을 실시하고 주간사이의 얇힌 가지는 그대로 두되 유인이 필요한 가지는 하수유인하면 착색좋은 과실을 수확 할 수 있으며 이렇게 하면 Barritt(2003)가 보고한 바와 같이 열간에 나무키의 반이 되는 가지없는 빈 공간을 조성하여 과피의 착색이 잘 되는 과실을 생산하는 새로운 하수형 사과재배법을 전국의 기성사과원에 실천할 수 있는 근거가 이번 시험의 3년 8개월간의 연구로 구명되었다고 할 수 있겠다(표 1-12, 표 1-13, 표 1-14, 표 1-15).

<표 1-15> 기성 일반 사과나무의 열간공간 조성을 위한 단축전정과 가지의 하수유인 처

리가 4년차 8월 19일에 실시한 도장지수, 엽힌 길이, 착과수에 미친 영향(2003년)

전정처리	도장지수(개)	수관과변무 정도(소1-대10)	열간에 엽힌가지 길이(cm)	착과수(개)	하수형 수형 진행도(약1-5강)
무단축+무유인	3.25 b	3.75 ab	68.38 a	216.00 a	3.88 a
무단축+유인	9.75 ab	5.50 a	57.25 a	170.00 a	3.50 a
3년2m단축+유인	13.50 a	3.00 ab	46.13 a	237.75 a	4.50 a
2년2m단축+유인	9.00 ab	2.50 ab	66.38 a	175.50 a	4.38 a
1년2m단축+유인	8.25 ab	1.50 b	39.38 a	180.75 a	4.75 a

시험 2. 기성 왜성사과나무('Fuji'/M.26/실생)의 하수형 전정 실용화 기술 개발

가. 재료 및 방법

충북 충주시 신니면 마수리에 있는 정낙진씨의 열간거리 4m×주간거리 1.5m로 심은 12년 생의 'Fuji'/M.26/실생의 사과원에서 전정처리는 ① 관행전정법으로서 열간공간 무조성(무단축)+ 가지 무하수유인+무하계전정, ② 무단축+가지 무 하수유인+하계전정, ③ 무단축+가지 하수유인+하계전정, ④ 엽힌가지 1년2m공간조성+가지하수유인, ⑤ 2년2m공간조성+가지하수유인의 5가지의 전정처리를 완전임의 배치법 3반복으로 구당 3주로 하여 실시하였다.

나. 결과 및 고찰

우선 시험 1년차인 2000년의 수고, 단축한 열간(동서)수폭과 무단축한 주간(남북)수폭을 조사한 결과를 보면 표 1-16과 같다. 수고에 있어서는 전정 처리간에 차이가 없었으며 열간에 공간을 조성하기 위하여 단축하는 열간(동서)수폭은 수폭을 단축한 처리구와 하수유인한 나무가 좁았다. 이는 처리 자체가 수폭을 좁히는 것이므로 당연한 결과로 보아야 하겠다. 무단축한 남북의 수폭은 전정처리간에 차이가 없었다. 이 역시 남북간에는 수폭에 영향을 미칠 어떤 처리를 하지 않았기 때문에 당연한 결과로 보인다(표 1-16).

<표 1-16> 기성 왜성 사과나무 'Fuji'/M.26/실생 12년생의 열간공간조성을 위한 단축전정

과 가지의 하수유인 및 하계전정이 전정처리 1년차에 나무의 수고, 열간(동서)수폭과 주간수폭에 미친 영향(2000)

전정처리	수고(cm)	열간(동서)수폭(단축) (cm)	주간(남북)수폭(무단축) (cm)
관행(열간무공간+ 주지 무하수유인+ 무하계전정)	316.67 a	419.17 a	281.67 a
관행+하계전정	323.33 a	393.33 a	285.00 a
관행+하계전정+하 수유인	304.33 a	276.33 b	285.00 a
열간1년2m공간조 성을 위한 단축+ 하수유인	318.33 a	286.67 b	277.50 a
열간2년2m공간조 성을 위한 단축+ 하수유인	325.00 a	313.33 b	323.33 a

'Fuji'/M.26/실생을 이용한 기성왜성사과나무의 열간에 일광이 비치는 공간 2m조성과 하수유인처리가 꽃눈발달과 착과에 미치는 영향을 살펴보면 시험처리 2년차의 정아수는 무단축+무하수유인한 나무가 가장 많았고 2년2m단축+하수유인한 나무와 1년2m단축+하수유인한 나무는 정아수가 서로간에 차이는 없고 가지의 무단축+무하수유인한 나무보다는 뚜렷이 적었다. 이와 같은 결과는 무단축+무하수유인한 나무는 가지가 단축절단됨이 없었으므로 자연히 가지 끝에 맺히는 정아의 수도 많게 된 것으로 생각되었다. 다음으로 정아 중 화아의 수, 정아의 꽃눈 분화율은 전정처리간에 차이가 없었다. 다만 가지 길이당 착과한 과실의 수는 무단축+무하수유인한 나무에서 m당 1.79개로서 단축처리한 나무들보다 많았다(표 1-17).

<표 1-17> 기성 왜성사과 나무의 전정 2년차 전정처리별 5cm이상 가지의 정아수, 꽃눈

발달 가지길이 1m당 착과수(2001년).

전정처리	5cm이상 가지의 정아수	정아 중 꽃눈수	정아 중 꽃눈분화율(%)	2001년 가지길이당 결실상태(과실수/m당)
무단축+무하수유인	39.83 a	15.83 a	40 a	1.79 a
2년2m단축+하수유인	23.00 b	9.00 a	39 a	0.80 b
1년2m단축+하수유인	21.67 b	8.67 a	39 a	0.62 b

표 1-18에서 보는 바와 같이 열간에 가지가 엮힌 거리는 2년2m단축+하수유인 처리가 17.3cm로서 가장 많이 엮혔고 1년2m단축+하수유인 처리를 한 나무는 57cm의 빈 공간이 발달되었다(표 1-18).

<표 1-18> 기성 왜성사과 나무('Fuji'/M.26/실생)의 전정처리 4년차 여름의 전정처리별 2003. 8. 19에 조사한 도장지수, 열간에 가지 엮힌 거리 및 수관 과변무도.

전정처리	도장지수(개)	열간에 가지 엮힌거리(cm)	수관 과변무도(1-10)
무단축+무하수유인	16.83 a	-6.00 b	6.50 a
2년2m단축+하수유인	14.83 a	17.33 a	5.67 a
1년2m단축+하수유인	16.50 a	-57.33 b	6.83 a

다음으로 표 1-19에 의하여 기성 왜성 사과나무의 시험처리 후 4년차인 2003. 8. 19의 착과수, 착색도 등을 살펴보면 아래와 같다. 한 나무당 착과수, 착색예측치, 하수형 진행도에 있어서 다 같이 전정 처리간에 차이가 없었다(표 1-19). 이로서 기성 왜성 사과나무로서 'Fuji'/M.26/실생의 12년생때부터 15년생까지 4m×1.5m의 재식거리로 재배되고 있는 나무의 경우에는 방임처리로서도 하수형 전정이 하수유인한 처리와 비슷하게 이루어지고 있음을 보여주고 있었다(표 1-19).

<표 1-19> 기성 왜성 사과나무의 전정 처리별로 2003. 8.19에 조사한 착과수, 하수형 진

행정도(2003년)

전정처리	착과수(개)	착색예측치(33-100)	하수형 진행도(1-5)
무단축+무하수유인	123.17 a	70.33 a	2.67 a
2년2m단축+하수유인	98.33 a	62.67 a	2.86 a
1년2m단축+하수유인	88.33 a	62.00 a	2.86 a

시험 3. 신규 왜성 사과나무 'Fuji'/M.9의 최하단지 높이가 나무의 성장과 결실에 미치는 영향

가. 재료 및 방법

충북 충주시 신니면 마수리에 있는 정낙진씨의 'Fuji'/M.9 자근대목의 사과나무 2년생을 이용하여 지면상 첫 주지를 30cm, 60cm, 90cm로 조절하였을 때 열간 4m×주간 1.5m로 재식한 사과나무가 받는 영향을 조사하고자 수행하였다. 시험규모는 3처리×1구1주×10반복으로 총 30주를 완전임의 배치법으로 시험하였다.

나. 결과 및 고찰

결과중에서 최하단지 높이가 수관의 크기에 미치는 영향은 표 1-20과 같다. 수고는 90cm ≥60cm>30cm로 2000년과 2001년에 동일한 결과를 보여주고 있고 재식 2년차인 2000년에는 수고가 첫가지가 지면상 90cm인 처리에서 269.3cm였으며 3년생인 2001년에는 다시 90cm에 첫가지가 발생한 나무에서 276.5cm를 보이고 있으나 30cm에서 첫 가지가 발생한 나무는 수고가 2000년에 246cm였던 것이 결실에 의하여 2001년에는 오히려 8.4cm가 주는 현상까지 보이고 있다. 이와 같은 현상은 'Fuji'/M.9과 같이 M.9에 접목된 사과나무의 수량확보를 위하여 4m열간의 거리에 1.5m의 주간거리로 설계된 경우에는 열간에 3.5m의 열간의 빈 공간이 조성될 수 있겠다. 그러나 시험에 공시된 나무는 주지를 수평으로 유인하는 세장방추형으로 재배하고 있기 때문에 4m의 열간공간 중 나뭇가지가 뻗지 않는 공간은 1.5m정도이므로 수고는 이 나뭇가지가 없는 빈 공간의 2배로 하는 것이 타당하게 본다면(Barritt, 2003) 수고는 3m는 되어야 하겠으나 재식 3년차인 2001년까지 수고가 3m에 이르지 못하고 있었다.

<표 1-20> 'Fuji'/M.9 자근대목 신규왜성 사과나무의 수체생장과 최하단지 높이.

최하단지 높이(cm)	수고(cm)		주간(남북)수폭(cm)		열간(동서)수폭(cm)	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001
30	246.0 b	237.6 c	228.3 a	175.2 a	199.8 a	161.7 a
60	252.5 ab	254.6 b	214.3 a	195.1 a	190.3 a	175.9 a
90	269.25 a	276.5 a	213.3 a	184.1 a	205.8 a	182.0 a

주간(남북)의 수폭은 하단지 높이간에 차이가 없었고 열간인 동서간의 수폭도 2000년이나 2001년 다같이 처리간에 차이가 없었다. 다만 주간(株間)간격의 수폭이나 열간(동서)간의 수폭이 다같이 재식 2년차인 2000년보다 재식 3년차인 2001년에 줄어든 이유는 2001년에는 모든가지의 하수유인 처리를 하였기 때문이었다(표 1-20).

다음으로 재식 3년차인 2001년의 수세를 표 1-21에 의하여 살펴보면 다음과 같다. 주당 30cm이상의 주지수, 접목부에서 10cm 위쪽의 주간의 직경, 주간연장지의 신초의 길이 모두가 최하단지의 높이에 따라 차이를 보이지 않았다(표 1-21).

<표 1-21> 'Fuji'/M.9 자근대목으로 조성된 신규 왜성사과원의 3년생 사과나무의 세력과 최하단지 높이(2001년)

최하단지 높이(cm)	30cm이상 주지수	접목부위 상부 10cm지점의 간경(mm)	주간연장 신초길이(cm)
30	9.6 a	45.4 a	22.8 a
60	10.6 a	40.7 a	25.7 a
90	11.5 a	42.1 a	30.6 a

다음으로 'Fuji'/M.9 자근대목묘 3년생의 과실 수확량을 살펴보면 표 1-22와 같이 주당 과실수, 개당 과실중량, 주당 총 중량에서 다같이 최하단지 높이간에 유의성 있는 차이가 없었다. 따라서 첫 가지를 이 실험에서는 가장 높은 90cm로 함이 장차 그 이하의 가지를 잘라내지 않고 하수시키면 수관 하부의 30cm부위까지도 과실이 열리는 공간으로 활용할 수 있으므로 첫 가지는 올리는 것이 유리하겠으며 이에 대하여 Lespinasse(1981)는 첫가지를 지면상 120cm에서 발생되게 하는 것이 유리함을 보고하고 있다. 또한 'Fuji'/M.9의 자근대목묘에서 재식 3년차에 주당 11kg-15kg의 수확량을 올린 것은 ha당 18-25ton의 수확량을 올린것이므로 저위생산성의 우리나라에서는 상당히 고무적인 조기 다수확으로 보아야 할 것

이다(표 1-22).

<표 1-22> 신규 왜성사과원의 최하단지 처리 2년차인 2001년 및 2003년의 과실수량

최하단지 높이(cm)	2001년			2003년	
	주당과실수 (개)	개당 과실중량(kg)	주당 총중량(kg)	주당과실수(개)	수폭(cm)
30	52.17 a	289.17 a	15.27 a	65.00 a	212.00 a
60	46.21 a	284.17 a	13.13 a	74.80 a	253.20 a
90	37.21 a	295.00 a	11.05 a	85.80 a	251.00 a

또한 재식 3년차인 2003년의 주당 과실수를 보면 유의성있는 차이는 없으나 첫가지가 지면상 90cm에 발생한 나무는 1주에 85.8개가 달려서 2001년의 개당 무게인 295.0g으로 계산하면 주당 25.3kg이 달려서 계산상 ha당 1,666주×25.3kg=42.14ton의 수량을 재식 5년생에서 올릴 수 있으므로 이 역시 우리나라의 수준으로는 상당히 다수확하는 계산이 되고 있다(표 1-22).

시험 4. 후지/M.9을 이용한 사과나무의 하수축형과(Solaxe)과 세장방추형(Slender spindle)간의 비교시험

시험 1년차인 2001년의 생육상태를 살펴보면 표 1-23과 같다. 수고, 동서수폭, 주간, 간경, 주당 주지수는 양 수형간에 차이가 없었다. 그러나 주간거리인 남북간의 수폭은 Solaxe 수형이 68.60cm인데 비하여 Slender spindle 형은 91.10cm로서 유의성 있게 Slender spindle 형이 수폭이 컸고 최하단지의 지면상 높이에 있어서는 하수축형이 80.9cm인데 반하여 세장방추형은 64.7cm로서 세장방추형이 뚜렷이 낮았다(표 1-23).

<표 1-23> 'Fuji'/M.9 1년생 묘목을 2001년에 재식한 해의 수고, 수폭, 간경, 주지수 및 최하단지 높이.

다음으로 표 1-24에서 볼 수 있는 바와 같이 'Fuji'/M.9의 자근 대목묘에서 Solaxe로 키

수형	수고(cm)	수폭(cm)		간경(mm)	주지수	최하단지 높이(cm)
		동서	남북			
세장방추형	205.80 a	93.40 a	91.10 a	17.05 a	7.30 a	64.70 b
하수축형	215.00 a	74.50 a	68.60 b	17.71 a	6.40 a	80.90 a

운 나무가 Slender spindle로 키운 나무에 비하여 수고가 높고, 수폭은 좁으며, 주간연장지 길이가 길게 자랐고, 주간상 120cm이상에서 발달한 가지수가 많고, 무엇보다도 착과수가 많아서 Solaxe 수형이 Slender spindle 보다 우수함을 보여주고 있다.

<표 1-24> 'Fuji'/M.9 1년생 묘목을 심은 후 3년차인 2003년 8월 상순의 세장방추형 대비 하수축형의 수체생장과 결과수 비교

표 1-25에서 볼 수 있는 바와 같이 지면상 첫 가지의 높이를 60cm에서 120cm까지 10cm

수형	수고 (cm)	수폭 (cm)	주간연장지 신초길이 (cm)	지면 30cm 간경(mm)	주간상 지상 120cm부위 이상 가지수	주간상 지상 120cm이하 부위 가지수	착과수
세장방추형	237.67 b	151.37 a	22.90 b	26.20 a	5.63 b	11.70 a	13.13 b
하수축형	282.67 a	126.30 b	36.57 a	28.65 a	10.73 a	8.93 a	18.93 a

간격을 두고 달리하여 수체생장과 결실량을 살펴 본 결과 재식 3년차인 2003년 8월 중에는 수고는 110cm에 첫 결가지가 있는 묘에서 낮은 경향이 있었고 수폭은 첫가지가 낮은 나무들이 넓었고 최상단 신초와 결과수에는 차이가 없었다(표 1-25).

<표 1-25> 'Fuji'/M.9 3년생 나무의 지면상 첫 가지의 높이별 수체생장과 결과수

표 1-26에서 보는 바와 같이 지면에서 접목부위가 높은 나무가 성장중인 신초가 적어서

지면상 첫가지의 높이(cm)	수고(cm)	수폭(cm)	지면 30cm부위 주간 직경(mm)	최상단 신초길이(cm)	결과수
60	252.08 ab	122.36 a	27.86 a	30.64 a	8.30 a
70	259.78 ab	117.53 a	27.58 a	29.33 a	9.36 a
80	254.17 ab	119.44 a	25.83 ab	30.14 a	10.25 a
90	265.28 ab	118.39 a	26.12 ab	32.17 a	10.28 a
100	247.50 b	94.17 c	25.04 ab	30.17 a	12.33 a
110	270.83 a	100.83 bc	23.87 b	34.56 a	12.47 a
120	264.25 ab	116.25 ab	26.94 a	27.69 a	13.53 a

접목부위가 높은 나무는 일찍 생장을 멈추는 사실을 알 수 있었다. 즉 접목 부위의 지면상

높이는 수세 안정에 도움이 된다는 통설을 다시한번 인식하게 하는 결과를 보였다(표 1-26).

<표 1-26> M.9과 'Fuji'가 만나는 접목부위를 지면상 10, 30, 60, 80, 100, 120cm가 각각 되도록 1999년에 만든 묘목을 2000년에 재식한 나무의 2003년 8월의 성적.

지면상 M.9과 'Fuji'의 접목부 높이(cm)	수고(cm)	지면상 최하단지 높이(cm)	2003. 8월 상순현재 생장중인 신초수	2003. 8월 상순현재 주지 연장지 신초길이(cm)	결과수
120	297 a	128.67 a	1.00 bc	23.67 a	27.00 a
100	295 a	112.33 ab	1.67 bc	26.33 a	25.33 a
80	295 a	80.00 c	0.00 c	23.00 a	26.33 a
60	280 a	75.00 c	7.33 ab	32.33 a	19.33 a
30	272 a	93.33 bc	12.33 a	41.33 a	14.67 a
10	300 a	75.00 c	10.33 a	40.00 a	21.67 a

제 2 절 배나무 엇갈림부채꼴 전정방법 실용화 기술개발

1. 연구의 재료 및 방법

가. 기간 및 장소

본 연구는 2000년 8월부터 2003년 8월까지 3년간에 걸쳐 수행되었다. 본 연구의 수행을 위하여 1996년에 조성된 개인소유 상업적 과원을 지역별로 총 5개소를 선정하였으며 시험의 공정성을 기하기 위하여 1996년과 2001년에 조성된 2개소의 시험포장을 추가로 선정하였다. 또한 2개소의 개인소유 상업과원을 선정하여 1999년과 2001년에 본 연구에서 조사된 모든 수형을 한 장소에 조성함으로써 한 장소에서의 비교를 실시하였다 (사진 2-6, 사진 2-7). 선정된 상업과원과 시험포장은 <표 2-1>과 같이 나타내었다.



<사진 2-6> 수형비교를 위한 시험포장 조성모습
(2001년 2월 경기 이천, 李在榮 원도)



<사진 2-7> 수형비교를 위한 시험포장 내 유인틀 설치 후 모습
(2001년 6월 경기 이천시, 李在榮 원도)

<표 2-1> 배나무 수형 비교시험 수행장소.

수 형	기호	과원 소재지	재식년도	비 고
엇갈림부채꼴	AF	경기도 이천시 호법면 주박리	1996	개인소유 상업과원
Y자형	YT	전라남도 순천시 주암면 갈마리	1996	
평덕식	PG	전라남도 나주시 왕곡면 월천리	1996	
Y형부채꼴	MYT	전라남도 순천시 주암면 갈마리	1996	
수정부채꼴	MPG	경기도 이천시 호법면 주미리	1996	
Y자형	YT	경기도 화성군 태안읍 지산리	1996	시험포장
수형 비교시험		경기도 용인시 기흥읍 서천리	2001	
수형 비교시험		경기도 이천시 호법면 주박리	2001	상업과원 내 시험포장
수형 비교시험		충청남도 아산시 도고읍 도산리	1999	

나. 수형의 구성방법

1) 엇갈림부채꼴

주 지주로 사용하기 위하여 길이 3m 또는 4m의 농용 파이프를 두 개 준비한 후 X자가 되도록 교차시키되 교차점의 위치는 파이프 한쪽 끝으로부터 70 cm가 되도록 하였다. 두 개의 파이프를 V자가 되도록 벌린 후 내부각도를 75. 로 조정하였다. 준비된 주 지주는 역삼각형의 모양이 되도록 세운 후 상부는 3 m의 농용 파이프를 고정시키고 하부에는 1m의 농용 파이프를 고정하여 외부하중에 대하여 형상이 지속적으로 유지하도록 하였다. 유인틀은 10 m 간격으로 세우고, 이후 재식 되는 나무의 유인을 위하여 각 유인틀을 철선으로 연결하였다.



<사진 2-8> 엇갈림부채꼴로 수형을 구성한 배나무 모습.
(2003년 6월 충남 아산, 李在榮 원도)

준비된 유인틀에 맞추어 묘목을 주간거리 1m, 열간거리 6m로 재식 한 후, 최초에 발생된 주간은 모두 재식 직후 유인틀에 고정하였다. 익년부터 발생하는 모든 도장지는 주간의 상부에서 발생하는 것은 발생 초기에 제거하고, 주간의 하부에서 발생하는 도장지에 대하여서

는 7월 초순까지 왕성하게 키운 후 7월 중순에 일제히 유인하여 그 다음해에 결실지로 이용하였다.

주지의 수는 품종에 따라 또는 재배자의 의지에 따라 다소 차이는 있겠지만 5 개 내지 7 개 정도로 구성하되 매년 다른 한 개의 주지를 갱신하여 5년 후가 되면 한 나무에서 발생하는 모든 가지가 각기 다른 지령을 가진 가지가 되도록 하였다. 이후 매년 가장 지령이 높은 주지를 갱신하였다 (사진 2-8).

2) Y자형

길이 1m의 농용 파이프를 재식 열에 맞추어 5m 간격으로 지면상으로 60cm가 노출되도록 고정하였다. 또한 열간거리는 6m로 하였으므로 이후 계속되는 작업도 6m의 거리를 두어 동일한 방법으로 실시하였다. 중심 축에서 양방향으로 지주를 벌리어 내부각도가 120. 가 되도록 한 후 인접 열의 지주와 맞닿게 하여 연결함으로써 과원 전체의 틀이 일체로 연결되도록 하였다.



<사진 2-9> Y자형으로 수형을 구성한 배나무 모습.
(2003년 7월 전남 순천, 李在榮 원도)

주간거리 1m, 열간거리 6m로 묘목을 재식 한 후 재식 당년 수세가 왕성하도록 키운 후 지면상 60cm의 높이에서 주간을 절단하여 양방향으로 측지가 발생하도록 유도하였다. 익년 양방향으로 발생된 측지를 왕성히 키운 후 유인틀에 고정하여 두 개의 주지와 추가로 두 개의 부주지를 두어 총 4개의 가지로 수형을 구성하였다. 이후 주지와 부주지에서 발생하는 측지를 결과지로 이용하였다 (사진 2-9).

3) 평덕식

길이 3m의 농용 파이프를 지면상으로 2m 이상 노출되도록 재식 열에 맞추어 5m 간격으로 세우고 좌·우측 열은 열간거리에 맞추어 같은 작업을 반복하였다. 지주의 정부에 지지철선을 연결하여 열과 오가 같은 간격의 격자형 유인틀을 구성하였다.



<사진 2-10> 평덕식으로 수형을 구성한 배나무 모습.
(2003년 7월 전남 나주, 李在榮 원도)

주간거리 1m, 열간거리 6m로 재식 한 후 재식 당년 지면에서 80 cm를 남기고 강한 절단 전정을 실시함으로써 다수의 주지발생을 유도하였다. 주간의 기부에서 발생하는 모든 주지를 덕 높이까지 왕성히 성장시킨 후 덕 높이에서 수평유인을 실시하였다. 이후 모든 주지에

서 발생하는 측지는 결과지로 사용하였으며 발생하는 도장지는 그 세력을 보아가며 추가적인 유인작업을 실시함으로써 결과지로 사용하였다 (사진 2-10).

4) Y형부채꼴

재식 후 5년차까지 Y자형으로 수형을 구성한 수체에 대하여 동계전정 시 한 수체에서 양방향으로 성장한 주지 중 한 방향으로 성장한 모든 주지를 일제히 제거하였으며, 그 다음 수체에 대하여는 반대방향의 주지를 모두 제거하여 잔존하는 주지의 방향이 서로 엇갈리게 수형을 구성하였다. 이후 나무의 관리방법은 엇갈림부채꼴의 관리방법에 준하여 관리하였다.



<사진 2-11> Y형부채꼴로 수형을 구성한 배나무 모습.
(2003년 7월 전남 순천, 李在榮 원도)

5) 수정부채꼴

5m × 5m 의 간격으로 재식하고 개심자연형으로 5년차까지 강전정으로 키운 나무를 부채꼴로 6년차 동계전정시 양방향으로 갈라진 부채꼴이 되게 수정하였으므로 수정 부채꼴로 명명하였으며, <사진 2-12>에서와 같이 양방향 주지는 그대로 잔존시킨 채 중앙부위의 주지를 제거함으로써 수광과 통풍을 개선시킨 모습이다.

이후 재배방법은 엇갈림부채꼴의 재배방법에 준하여 재배하였다.



<사진 2-12> 수정부채꼴로 수형을 구성한 배나무 모습.
(2003년 8월 경기 이천, 李在榮 원도)

다. 엇갈림부채꼴에 대한 내부각도 연구

1999년에 재식한 나무에 대하여 재식 당시부터 유인들의 크기를 달리하여 나무의 성장반응을 비교하여 보았다. 유인들의 내부각도는 45. , 60. , 75. , 90. 로 조절하였다.

라. 엇갈림부채꼴에 대한 전정방법 연구

1999년에 재식한 나무에 대하여 재식 당년부터 각 나무에 대하여 전정의 정도를 달리한 후 나무의 성장과 결실의 차이점을 비교하여 보았다. 전정의 정도는 강전정, 중전정, 그리고 약전정으로 구별하였다.

강전정은 한 나무에서 제거된 모든 주지의 직경의 합이 주간직경의 1.5배 이상인 경우로 하였으며, 중전정은 제거된 주지 직경의 합이 주간의 직경보다 0.7배 이상 1.5배 미만인 경우로 하였다. 약전정은 제거된 주지의 직경의 총 합이 주간의 직경보다 0.7배 미만인 경우로 하였다 (사진 2-13 참조).



약전정



중전정



강전정

<사진 2-13> 엇갈림부채꼴 수형에 대한 전정정도별 모습
(2002년 10월 충남 도고, 李在榮 원도)

마. 조사방법

1) 나무생장

조사하는 나무에 대하여 주간의 기부로부터 가장 긴 주지의 총 신장길기와 주간의 기부로부터 열간으로 성장한 수관의 직선길기를 측정하였다. 또한 각 나무별로 유인틀 상에 할당된 공간을 점유하는 정도를 측정·비교하였으며 추가로 지면상 30cm 지점의 주간단면적을 측정하여 이를 토대로 나무생장을 비교하였다.

보다 상세한 비교를 위하여 각 나무별로 발생된 주지를 계수하였으며 각 주지의 발생높이와 발생부위에서 성장부 쪽 10cm 지점의 직경을 측정하여 지경으로 간주하였다. 또한 한 수체에서 발생된 모든 신초를 계수한 후 각각의 신장길기와 직경을 측정하였으며, 7월 10일까지 신장량을 측정한 후, 10월에 다시 신장길기를 측정함으로써 신초정지율을 비교하였다. 한편 도장지는 위로 곧게 성장하는 도장성 가지에 한하여 도장지로 간주하여 계수하였다.

나무생장이 정지된 것으로 판단되는 10월에 각 나무에서 발생된 모든 잎을 수거·계수한 후 엽면적을 측정하였다.

2) 과원운영 효율성

모든 조사 수형에 대하여 수관의 면적을 2차원적으로 계산한 후 단위면적(ha) 당 총 면적으로 환산하여 과원의 면적(ha)에 대한 백분율로 환산하여 수관의 절대면적을 비교하였다.

3) 결실생장

결실생장의 비교를 위하여 한 나무에서 발생된 화총 수를 계수하였으며, 이후 연차별로 수확한 과실의 수량을 나무별 그리고 단위면적 당으로 환산하여 비교하였다.

수확한 과실의 품질은 과고와 과경, 그리고 과중을 측정하였으며 당도와 산도를 추가로 조사하였다.

2. 연구결과 및 고찰

가. 나무생장 및 생산성에 미치는 배나무 수형의 비교

본 연구의 수행을 위하여 조성된 과원에서 수형의 차이가 나무생장과 결실습성에 미치는 영향을 조사하였으며 각 수형에 대하여 연차별 나무생장량을 조사한 결과는 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 배나무 수형 별 나무 생장량 비교.

조사연도 (수령)	수 형	주 간 신장량 (cm)	단방향 수 폭 (cm)	수 관 확장율 (%)	지면상 30cm 주간 단면적 (cm ²)
2000년 (5년생)	엇갈림부채꼴	259.3 a	121.2 b	73.3 a	103 b
	Y자형	252.1 a	179.8 a	59.9 b	133 b
	평덕식	230.0 b	151.5 b	50.5 b	240 a
2001년 (6년생)	엇갈림부채꼴	284.1 a	126.8 c	76.9 a	128 b
	Y자형	278.5 a	179.6 b	60.0 b	142 b
	평덕식	260.5 b	172.2 b	57.4 b	243 a
	Y형부채꼴	279.7 a	207.6 a	69.4 a	126 b
	수정부채꼴	255.1 b	174.9 b	58.5 b	238 a
2002년 (7년생)	엇갈림부채꼴	319.5 a	150.4 b	91.2 a	137 b
	Y자형	337.7 a	199.3 a	66.4 c	174 b
	평덕식	292.2 ab	194.5 a	64.8 c	247 a
	Y형부채꼴	286.2 b	230.4 a	76.8 b	155 b
	수정부채꼴	339.1 a	197.6 a	66.0 c	254 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

과원 조성 후 5년차인 2000년의 수형 별 주지신장량을 조사한 결과 엇갈림부채꼴과 Y자형의 주지 신장량이 259.3cm와 252.1cm로 평덕식의 주지가 230.0cm 신장한 것에 비하여 길었다. 이러한 경향은 재식 후 6년차인 2001년과 재식 후 7년차인 2002년에도 유사하게 나타났

다. 즉, 2001년의 주지신장량 비교에서는 엇갈림부채꼴과 Y자형의 주지신장량이 각각 284.1 cm와 278.5cm로 평덕식 나무에서 주지가 260.5cm 신장한 것에 비하여 길었으며 2002년의 비교에서도 엇갈림부채꼴과 Y자형에서의 주지신장량이 319.5cm와 337.7cm로서 주지신장량이 292.2cm인 평덕식 나무에 비하여 길었다.

평덕식의 주지신장량이 엇갈림부채꼴과 Y자형에 비하여 짧았던 것은 주지의 유인각도 차이에 의한 것이라고 판단되었다. 즉, 엇갈림부채꼴의 내부각도는 75. 이므로 수직에 대한 주지의 유인각도는 37.5. 이었으며, Y자형의 내부각도는 120. 이므로 수직에 대한 주지의 유인각도는 120. 이었다. 그러나 평덕식 수형은 주지를 수평으로 유인하므로 주지의 유인각도는 90. 이었다. 평덕식 수형은 주지를 수평으로 유인한데 반하여 엇갈림부채꼴과 Y자형 나무는 주지를 수평보다 높게 유인하였다.

생장지(生長枝)의 수직에 대한 발생각도가 좁을수록 성장량이 증가한다는 것은 이미 오래 전부터 입증되어온 연구결과이다. 특히 Jung 과 Kim (1993b) 그리고 Hong 등 (1996)은 사과나무에 대한 유인실험 후 상기 사항을 입증하였으며 최근 들어 Han 과 Kim (2000) 역시 상기 결과와 일치되는 보고를 하였다. 이러한 원인으로는 정부우세성(頂部優勢性)에 의한 설명이 일반적이며 이에 대하여 Myers (1990) 는 수평으로 유인된 가지는 정부우세성을 상당 기간 상실한다고 지적하여 본 시험에서 엇갈림부채꼴과 Y자형 나무의 주지신장이 비교적 활발하였던 것에 비하여 평덕식 나무의 주지가 짧게 신장한 결과를 이론적으로 뒷받침해 주었다.

한편 재식 후 5년차까지 Y자형과 평덕식으로 수형을 구성한 나무에 대하여 재식 후 6년차부터 엇갈림부채꼴에 준 하는 수형으로 구성을 전환시킨 Y형부채꼴과 수정부채꼴에 대한 주지 신장량 조사결과는 다음과 같다.

Y자형의 전환수형인 Y형부채꼴은 수형전환 1년차인 2001년의 주지신장량이 279.7cm로 Y자형의 주지신장량 278.5cm에 비하여 유사한 수준의 신장량을 보여주었으나 수형전환 2년차인 2002년의 주지신장량 비교에서 Y형부채꼴은 286.2cm로 Y자형의 337.7cm에 비하여 현저하게 짧은 신장량을 보여주었다. Y자형의 양방향 중 절반에 해당하는 한 방향의 주지를 모두 제거하는 수형의 변화는 비록当年에는 그 영향이 나타나지 않았을지라도 전환수형으로 나무생리가 적응함에 따라 수형전환 2년차부터 그 영향이 나타난 것으로 볼 수 있었다. 단지 발생된 주지의 절반을 제거하였음에도 불구하고 잔존주지의 신장량이 더 증가한 것은 나무생리의 변화인지 또는 새로이 더 많은 주지가 발생하여 기존 주지의 생장률이 감소한 것이지는 이후 보다 상세한 비교를 통하여 고찰하여 보기로 하였다.

평덕식으로부터 수형을 전환시킨 수정부채꼴은 수형전환 1년차인 2001년의 주지신장량이 255.1cm로 평덕식의 주지신장량이 260.5cm와 비교하여 통계적으로 그 차이가 인정되지 않았다. 그러나 수형전환 2년차인 2002년에는 수정부채꼴이 339.1cm의 주지를 신장시킨 데 비하여 기존 평덕식은 292.2cm에 불과한 주지를 신장시켰다. 수정부채꼴 역시 수형전환 당시에는 나무생리의 변화가 급격히 일어나지 않았을 지라도 점차 나무가 수형 변화에 적응하면서 외부적으로 그 차이가 나타난 것으로 볼 수 있었다.

전환수형의 주지신장량 조사결과를 종합적으로 고찰하여 보면 수형전환 당년에는 주지의 신장에서는 그 차이가 인정되지 않았으나 2년차에 이르러서는 수형에 따라 주지의 신장량이 증가하거나 감소하였는데 그 원인에 대하여는 보다 상세한 고찰이 요구되어졌다.

나무가 재식된 지점으로부터 열간공간으로 향한 수관의 확장길이를 단방향 수폭으로 간주하여 비교한 결과 재식 5년차인 2000년에는 엇갈림부채꼴과 평덕식이 121.2cm와 151.5cm로 Y자형이 179.8cm인 것에 비하여 좁은 수폭을 보였다. 반면 재식 6년차인 2001년의 비교결과 Y자형과 평덕식 수형의 단방향 수폭이 각각 179.6cm와 172.2cm로서 엇갈림부채꼴의 단방향 수폭 126.8cm에 비하여 넓은 결과를 보여주었으며 이러한 경향은 재식 후 7년차인 2002년의 조사결과에서도 Y자형과 평덕식의 단방향 수폭이 199.3cm와 194.5cm로서 엇갈림부채꼴의 150.4cm인 것에 비하여 길게 나타나 동일하게 관찰되었다.

주지신장량의 비교에서 엇갈림부채꼴과 Y자형이 차이를 보이지 않았음에도 불구하고 단방향 수폭에서 차이를 보인 것은 주지의 성장각도 차이의 결과라고 판단되었다. 즉, 엇갈림부채꼴은 주지의 성장각도가 37.5.로서 Y자형 주지의 성장각도가 60. 인 것에 비하여 직립에 보다 더 가까웠다. 마찬가지로 평덕식은 주지신장량이 상기 두 수형보다 짧았음에도 불구하고 Y자형과는 차이가 없는 단방향 수폭을 보여주었고 또한 엇갈림부채꼴과 비교하여서는 오히려 긴 단방향 수폭을 보인 것은 평덕식 수형에서는 주지가 수평으로 신장하였기 때문인 것으로 판단할 수 있었다.

전환수형의 비교에서는 Y형부채꼴이 수형전환 1년차인 2001년에 207.6cm의 단방향 수폭을 보여 Y자형의 179.6cm보다 긴 단방향 수폭을 보였을 뿐 그 이외의 비교에서는 전환수형과 기존수형간의 차이점은 발견되지 않았다. 따라서 수형의 전환은 각각의 주지 또는 주지의 성장에는 영향을 미쳤을지라도 나무 전체의 성장에는 크게 영향을 미쳤다고 할 수 없었다.

한편 각 수형의 재식거리는 열간거리 6m, 주지거리 1m로 동일하게 재식 하였으므로 수형구성이 완성된 것으로 볼 수 있는 재식 후 7년차의 열간공간은 엇갈림부채꼴이 약 300cm로 Y자형과 평덕식이 각각 200cm와 212cm를 기록한 것에 비하여 월등히 넓은 열간공간을 보

여주었다.

밀식과원의 경영에 있어서 통풍과 수광을 위한 열간공간의 중요성에 대하여는 Chalmers (1986)가 이미 지적한 바 있었으며 Wagenmakers (1989) 역시 인접한 나무뿐만 아니라 인접한 열에 의해서도 채광의 장애가 발생할 수 있음을 보고하였다.

결론적으로 엇갈림부채꼴로 수형을 구성하는 것은 주지의 신장량과 관계없이 넓은 열간공간을 확보할 수 있었지만 Y자형과 평덕식으로 수형을 구성하게 되면 비록 주지의 신장량이 짧더라도 열간공간이 좁아질 우려가 있음이 관찰되었다. 본 조사에 의하면 수형의 전환이 단방향 수목에는 큰 변화를 주지 못하였는데 그것은 나무생리에 변화를 주지 못하였기 보다는 아직 수형 변화에 따른 나무생리의 반응이 크게 나타나지 않은 것으로 보는 것이 더욱 타당할 것으로 판단되었다.

과원경영체계와 유인틀의 구조를 고려하면 유인틀 상에 각 나무에게 할당된 수관점유공간이 있음을 알 수 있다. 각 수형에 대하여 연차별 수관의 할당공간 점유율을 비교한 결과 엇갈림부채꼴은 재식 후 꾸준히 수관점유율이 73.3%에서 91.2%로 증가하여 조사된 수형 중 가장 넓은 수관점유율을 보인 반면 Y자형과 평덕식은 각각 59.9%에서 66.4%로 50.5%에서 64.8%로 증가하여 증가량이 크지 않았을 뿐만 아니라 엇갈림부채꼴에 비하여 낮은 수관점유율을 보여주었다.

절대적 척도는 될 수 없겠지만 엇갈림부채꼴은 재식 후 7년차에 이르면 수형구성 시 의도하였던 수관이 거의 완성되었음을 알 수 있었지만 Y자형과 평덕식은 재식 후 7년차에 이르러서도 아직 할당된 공간을 다 점유하지 못하였음이 나타났다. 이에 대하여 Myers (1990)는 수형구성의 궁극적 목적으로 수관의 빠른 확장으로 결실부위의 확보를 들었다. 따라서 상기 결과에서 엇갈림부채꼴은 재식 7년차부터는 나무가 지니고 있는 최대의 생산량의 수확이 가능하겠지만 Y자형과 평덕식 수형은 아직 나무 자체가 지니고 있는 최대 생산량의 수확이 불가능할 것으로 예측되었다.

수형의 전환이 수관확장에 미치는 영향을 살펴보면 평덕식 수형을 수정부채꼴로 전환시킨 경우 두 수형 간에 수관 점유율의 차이는 나타나지 않았으나 Y자형을 Y형부채꼴로 전환시킨 경우 수형전환 1년차에는 Y자형의 수관 점유율이 60.0%인 것에 비하여 Y형부채꼴은 69.4%로 넓었으며 수형전환 2년차에도 Y자형의 수관점유율이 66.4%인 것에 비하여 Y형부채꼴의 수관 점유율은 76.8%로 넓었다.

따라서 Y자형과 평덕식을 수형전환을 목적으로 하여 주지 또는 주지를 제거할 경우 나무 자체적으로 생장의 균형을 맞추기 위하여 그에 상응하는 수관면적이 확장됨으로 수관면적의

감소가 발생하지 않을 것으로 추찰 할 수 있었다.

수형 별 주지 단면적을 측정·비교한 결과 연차의 증가에 관계없이 평덕식 수형의 주지 단면적이 240cm²에서 247cm²로 증가하여 엇갈림부채꼴과 Y자형이 각각 103cm²에서 137cm²로 증가하고 133cm²에서 174cm²로 증가한 것에 비하여 넓은 결과를 보여주었다.

상기 결과를 주지 신장량과 비교한 결과와 관련지어 살펴보면 평덕식 나무가 엇갈림부채꼴과 Y자형의 나무에 비하여 길이생장은 짧고 부피생장이 컸음을 알 수 있다. 따라서 이상의 결과도 주지에 대한 유인각도의 차이에 의한 것으로 생각되며 이에 대하여 Saure (1992)도 나무의 정부우세성의 약화는 주지의 부피생장을 자극한다고 보고한 바 있어 본 시험결과를 뒷받침 해 주었다. 결론적으로 주지를 수평으로 유인하는 것은 나무의 정부우세성을 상당기간 상실시킴으로서 주지의 길이생장보다는 부피생장을 촉진시킨다는 것을 알 수 있었다.

추가적으로 수형전환에 따른 주지단면적의 차이를 비교하여 보았으나 Y형부채꼴과 수정부채꼴 모두 수형전환 후 1년차와 2년차의 비교에서 기존수형과의 차이를 보이지 않았다. 따라서 이 역시 수관 확장율의 비교에서 살펴본 바와 마찬가지로 주지의 제거가 주지의 부피생장을 촉진시키기보다는 또 다른 주지의 발생을 촉진시킴으로서 나무의 균형을 이루는 것으로 판단할 수 있었다.

수형 별 나무생장의 차이를 비교한 결과 배나무 역시 사과나무와 같이 나무의 생장은 정부우세성의 지배를 받으며 이루어지는 것을 알 수 있었다.

한편 엇갈림부채꼴은 긴 주지신장과 높은 수관점유율에도 불구하고 넓은 열간공간을 확보하고 있었던 반면 평덕식 수형은 주지의 신장량은 짧았음에도 불구하고 낮은 수관점유율과 좁은 열간공간을 보여주었다. 기존수형을 엇갈림부채꼴에 준 하는 재배방식으로 전환하기 위하여 나무 내 주지를 다수 제거하는 것은 비록 일시적으로 결실공간의 감소를 초래할지 모르나 수형전환 당년부터 결실공간의 감소는 발생하지 않았다 (표 2-2).

수형의 구성방법에 따른 나무생장의 차이를 보다 상세히 비교하기 위하여 주지의 생장량이 비교되었으며 그 결과는 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> 배나무 수형 별 주지 성장량 비교.

조사연도 (수령)	수 형	주당 주지 수	최하단 주지높이 (cm)	주지 직경 (cm)
2002년 (7년생)	엇갈림부채꼴	5.7 b	26.8 b	5.9 a
	Y자형	4.0 c	54.5 a	6.1 a
	평덕식	7.2 a	17.2 b	6.3 a
	Y형부채꼴	3.4 c	14.7 b	6.3 a
	수정부채꼴	6.4 a	11.9 b	6.6 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

재식 후 7년차인 나무에 대하여 수형 별 주지를 계수하여 비교한 결과 평덕식으로 수형을 구성한 나무의 주지가 7.2개로 가장 많았으며 Y자형의 나무에서 발생한 주지는 4.0개로 가장 적었다. 엇갈림부채꼴의 나무는 5.7개의 주지를 발생시켜 상기 두 수형의 중간정도의 주지 수를 보여주었다. 그러나 이러한 주지 수의 차이는 나무생리에 의한 차이라기보다는 재배방법 상의 차이라고 보는 것이 보다 타당하겠다. 즉, Y자형은 재식 후 양방향으로 두 개의 주지를 발생시킨 후 추가적으로 두 개의 부주지를 발생시킴으로서 총 4개의 주지로 수형을 구성하는 반면 엇갈림부채꼴은 재식 후 한 방향으로 다수의 주지를 발생시켜 5년차까지 각 년차에 해당하는 주지를 두어 지속적으로 관리하는 방법을 택하였기 때문에 5~6개 정도의 주지가 관리되었다. 평덕식 수형 역시 나무의 기부로부터 다수의 주지를 발생시켜 양방향으로 유인하여 재배하였기 때문에 7개 이상의 주지가 있었다. 단지 평덕식 나무의 주지가 엇갈림부채꼴 나무의 주지보다 많은 것은 평덕식은 전 방향으로 주지를 발생시켰으나 엇갈림부채꼴은 한 방향으로만 주지를 발생시켰기 때문이었다.

한편 전환수형 중 Y형부채꼴의 경우 Y자형에서 한 방향의 주지를 모두 제거하였기 때문에 주지 수가 다소 감소될 것으로 예상하였으나 기존 Y자형 나무의 주지 수와 비교하여 차이가 없었던 것은 주지의 제거 이후 나무 자체적으로 지하부와 지상부의 균형을 위하여 잔존부위에서 새로운 주지가 발생하였기 때문인 것으로 판단되었다 (Kim 등, 1990). 수정부채꼴 역시 수관 내부조건의 개선과 수형전환을 위하여 중앙부위의 주지를 제거하였지만 상기 원인으로 또 다른 주지가 발생하여 주지 수의 감소는 일어나지 않았다. 단지, Lombard (1982)가 지적한 바에 따르면 배나무는 주지의 손실이 우려되므로 단일주지보다는 다주지에 의한 재배가 보다 효율적일 것이라고 한 것을 고려한다면 주지 수가 많은 것이 유리할 것으

로 생각되었다.

최하단 주지높이를 비교한 결과 역시 Y자형이 54.5cm로 엇갈림부채꼴과 평덕식의 주지높이가 각각 26.8cm와 17.2cm인 것에 비하여 높은 것 역시 재배방법의 차이에서 기인된 것으로 볼 수 있었다. 즉, Y자형은 지면 상 60cm 부위에서 주지를 발생시켜 양방향으로 유인한 것에 비하여 엇갈림부채꼴과 평덕식은 나무의 기부에서 주지를 발생시켜 재배하였기 때문에 발생한 차이라고 보는 것이 타당하겠다.

마찬가지로 Y자형의 전환수형인 Y형부채꼴이 낮은 높이에서 주지를 발생시킨 것은 한 방향의 주지를 모두 제거함으로 인하여 나무 자체적으로 T/R율의 균형을 위하여 새로이 주지를 발생시켰기 때문이었다. 단지 기존 위치보다 낮은 위치에서도 주지가 발생된 것에 관하여는 Kim (1981)이 상부에 존재하는 생장억제물질(ABA)이 제거됨으로 인하여 하부에서 새로이 주지가 발생되었다고 바 있었으나 이후 보다 상세한 연구는 진행되지 않았다.

주지의 직경을 측정·비교한 결과 수형의 변화가 주지 직경에는 영향을 미치지 못하였다. 즉, 나무 전체의 수세를 판단하여 적정 주지를 배치한다면 각 주지의 수세는 조절이 가능한 것으로 판단되었다.

수형의 차이가 각 주지의 생장에 미치는 영향을 살펴 본 결과 비록 재배적인 방법에 의하여 주지 수를 조절하더라도 이는 곧 수세조절의 한 방법이 될 수 있으며, 수세에 따른 적정 주지 수의 배치는 균일한 수세유지의 한 방법이 될 것으로 생각되었다. 또한 지상부 주지수의 인위적 감소가 진행된다 하더라도 나무 자체적인 균형유지의 방법으로 새로운 주지가 발생될 수 있으며 특히 제거되는 주지가 수관 전체의 정부를 포함하고 있을 때에는 나무 하부에서 또 다른 주지의 출현을 자극할 수 있으므로 이에 대한 상세한 연구가 진행된다면 나무 생리 구멍에 있어서 수형구성방법의 새로운 이론정립이 기대된다 (표 2-3).

수형 구성방법의 차이가 신초발달에 미치는 영향을 조사·비교한 결과는 <표 2-4>와 같이 나타낼 수 있었다.

<표 2-4> 배나무 수형 별 신초 성장량 비교.

조사연도 (수령)	수 형	주 당 신초 수	평균 신초장 (cm)	신초 직경 (cm)	신초 정지율 (%)
2002년 (7년생)	엇갈림부채꼴	15.3 c	21.1 c	0.54 c	84.5 a
	Y자형	35.4 a	52.7 b	0.67 b	68.2 a
	평덕식	26.2 b	66.5 a	0.71 b	32.5 b
	Y형부채꼴	28.2 ab	78.7 a	0.50 c	48.3 b
	수정부채꼴	32.9 a	79.1 a	0.95 a	45.9 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

한 나무가 발생시킨 신초를 모두 계수하여 비교한 결과 Y자형의 나무가 35.4개의 신초를 발생시켜 가장 많은 발생 수를 보였으며 15.3개의 신초를 발생시킨 엇갈림부채꼴이 가장 적은 발생 수를 보였다. 평덕식 나무는 26.2개의 신초를 발생시켜 상기 두 수형의 중간정도의 신초 수를 보였다.

상기 결과를 앞서 고찰한 결과와 연관지어 살펴보면 Y자형의 나무는 주지 수가 가장 적었음에도 불구하고 가장 많은 신초를 발생시켰다. 즉, 신초가 발생될 부분이 한정되어 있었음에도 가장 많은 신초가 발생되었다는 것은 그만큼 신초발생의 밀도가 높았음을 나타내는 것이다. 이에 대하여 Elfving 과 Forshey (1976)는 전정의 정도가 심해질수록 신초의 발생이 증가한다고 하였으며 이후 보다 상세한 연구를 통하여 숙음전정보다는 절단전정에 의하여 나무의 영양생장이 촉진됨이 알려졌다 (Lord 와 Damon, 1983; Li, 1984). 따라서 Y자형에서 주지발생을 억제시키기 위하여 시행한 강한 절단전정에 의하여 많은 신초가 발생된 것으로 생각할 수 있었다. 또한 나무 내 생장을 위하여 소비되어질 저장양분이 주지발생을 위하여 소비되어지지 않을 경우 이는 신초발생을 위하여 이용된 것으로 추정되었다. 한편, 평덕식과 엇갈림부채꼴의 신초 수 차이는 주지 수의 차이에서 온 것이라고 보는 것이 타당하였다.

전환수형의 신초발생을 살펴보면 Y형부채꼴의 신초 수는 28.2개로 Y자형의 신초 수 35.4개에 비하여 그다지 적지 않은 신초를 발생시켰으나 수정부채꼴의 경우 평덕식 나무보다 적은 주지 수에도 불구하고 32.9개의 신초를 발생시켜 많은 결과를 나타내었다.

이는 Y형부채꼴의 경우 주지 수를 반감하였음에도 불구하고 수관 내부의 환경개선과 나무 자체적인 성장균형의 작용으로 주지가 새로이 발생하였으며 그 결과 비슷한 수준의 신초가 발생된 것으로 보이며 수정부채꼴의 경우도 마찬가지로 수관 내부의 광환경 개선 등으로

인하여 신초가 새로이 발생된 것으로 볼 수 있었다. 따라서 수형을 전환시키기 위하여 다수의 주지를 제거한다 하더라도 이후 나무의 성장균형의 작용과 환경개선의 영향으로 필요한 만큼의 주지와 신초가 발생됨을 알 수 있었다.

한편 각 수형 별 발생된 신초의 신장량을 비교한 결과 평덕식 수형이 66.5cm로 가장 긴 신장길이를 보였으며 엇갈림부채꼴은 21.1cm로 가장 짧은 신장길이를 나타내었다. Y자형의 나무는 52.7cm의 신장길이를 보여주어 평덕식 나무보다는 짧지만 엇갈림부채꼴보다는 긴 신장길이를 나타내었다.

주당 신초 수의 관찰결과와 신초의 신장길이를 종합적으로 살펴보면 엇갈림부채꼴의 경우 발생된 신초의 수도 적었고 그 신장길이도 짧았다. 반면 Y자형 나무는 주당 신초 수는 많았으나 신장길이는 평덕식에 비하여 적었고 평덕식 나무는 주당 신초 수는 Y자형보다 적었지만 그 신장길이는 가장 길었다. 이상의 결과는 Y자형의 나무는 강한 절단전정으로 인하여 영양생장이 촉진된 결과 다수의 신초가 발생된 것으로 보이며 평덕식 나무의 경우에는 주지의 수평유인으로 인하여 정부우세성이 상당기간 상실되어 발생된 신초의 신장이 촉진된 결과라고 볼 수 있다. 즉, 강한 절단전정은 신초의 발생을 촉진시키지만 발생된 신초의 신장을 촉진시키는 것은 주지 또는 주지의 유인이라 할 수 있다.

발생된 신초의 직경을 비교한 결과 엇갈림부채꼴의 신초가 0.54cm로 Y자형과 평덕식 나무가 각각 0.67cm와 0.71cm의 신초를 발생시킨 것에 비하여 가늘었다. 전환수형의 신초직경을 비교하면 Y형부채꼴은 0.50cm의 신초직경을 보여주어 Y자형의 신초직경이 0.67cm인 것에 비하여 굵었으나 수정부채꼴의 직경은 0.95cm로 평덕식 나무의 신초직경이 0.71cm인 것에 비하여 가늘었다. 결론적으로 Y형부채꼴은 수형전환 이후 수세유지에 큰 문제가 없을 것으로 보였지만 수정부채꼴의 경우 수세유지에 다소의 난점이 예상되었다. 그 원인으로는 주지의 수평유인이 가장 크게 작용하였을 것으로 추측되었다. 즉, 주지를 수평으로 유인하였을 경우 발생하는 신초의 수세관리가 어려울 것으로 판단되었다.

나무생장의 균일성을 비교하기 위하여 발생된 모든 신초 중 7월 10일 이후 신장을 멈춘 신초의 비율을 산출한 결과, 엇갈림부채꼴과 Y자형이 각각 84.5%와 68.2%로 평덕식의 32.5%보다 높았다. 즉, 엇갈림부채꼴과 Y자형은 주지의 유인을 수평보다 높게 하여 정부우세성이 잘 관리된 데 반하여 평덕식은 주지를 수평으로 유인하여 정부우세성이 상실됨으로서 낮은 신초 정지율을 보인 것으로 간주할 수 있었다. 따라서 나무생장의 균일성은 주지의 유인각도와 밀접하게 관련이 있음을 추측할 수 있었다.

수형의 전환이후 나무생장의 균일성을 조사한 결과 Y형부채꼴과 수정부채꼴 모두 낮은

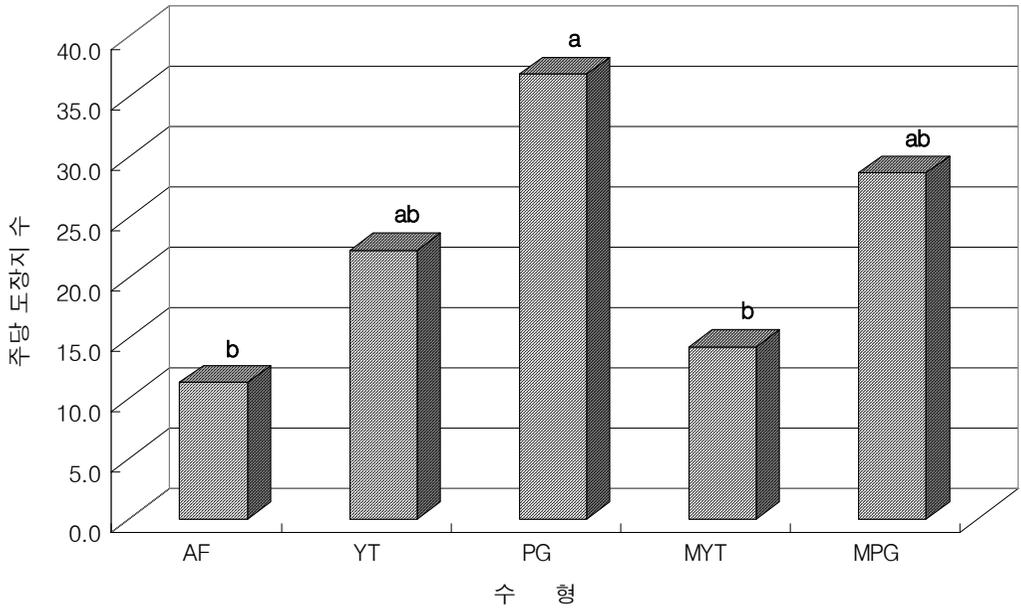
신초 정지율을 보였다. 단지 수정부채꼴은 평덕식과 비교하여 차이가 없었지만 Y형부채꼴은 Y자형에 비하여 낮은 신초정지율을 보여주었다. 상기 결과를 고찰하여 보면 신초정지율은 정부우세성에 의하여 밀접하게 영향을 받지만 심한 전정 역시 신초생장의 균일성을 저하시킬 수 있음을 알 수 있었다 (표 2-4).

수형구성 방법의 차이가 나무의 도장지 발생에 미치는 영향을 조사하여 보았으며 그 결과는 <그림 2-1>과 같이 나타낼 수 있다.

엇갈림부채꼴은 10개 정도의 적은 도장지만을 발생시킨 데 비하여 평덕식은 35개 이상의 많은 도장지를 발생시켰다. Y자형에서 발생된 도장지는 상기 두 수형의 중간정도였다. 앞서 언급한 바와 같이 평덕식 수형의 주지유인각도는 수평이었지만 엇갈림부채꼴과 Y자형에서는 수평보다 위로 유인되었다.

비록 Y자수형이 강한 절단전정으로 수형을 구성하였다 할지라도 비교적 정부우세성을 유지하고 있었으므로 도장지의 발생이 지나치지 않았다. 하지만 평덕식의 경우 강한 절단전정은 시행하지 않았다 하더라도 정부우세성이 상실되어 그로 인하여 도장지의 발생이 촉진된 것으로 판단되었다. 즉, 나무에 대한 절단전정은 측지의 발생을 촉진하였지만 이후 지속적인 생장은 이루어지지 않았다. 반면 주지의 수평유인은 발생된 측지의 세력조절에 난점이 발생하였을 뿐만 아니라 도장지의 발생을 빈발시켰다.

Y형부채꼴과 수정부채꼴의 경우 수형전환을 위하여 다수의 주지를 제거하였음에도 불구하고 도장지의 발생이 기존수형에 비하여 많지 않았다. 따라서 이 역시 전정의 시행보다는 주지의 수평유인이 도장지 발생에 큰 영향을 미치는 사실을 뒷받침해 주었다 (그림 2-1).



<그림 2-1> 배나무 수형 별 도장지 발생량 비교

AF : 엇갈림부채꼴 YT : Y자형 PG : 평덕식
 MYT : Y형부채꼴 MPG : 수정부채꼴

지금까지 주지, 주지, 그리고 신초의 생장을 조사하고 도장지의 발생을 비교하여 각 수형 별 나무의 영양생장 정도를 비교하여 보았다.

주지의 유인각도를 수평보다 이상으로 유인한 Y자형의 경우 주지 수를 제한하기 위하여 강한 절단전정으로 수형을 구성함으로 인하여 주지의 수가 적었지만 신초의 발생이 과다하여 수관 내부의 광환경에 불리하게 작용하였을 것으로 추측되었다. 또한 평덕식 수형은 주지의 수평유인으로 인하여 정부우세성이 상당기간 상실됨으로 인하여 주지의 길이생장보다는 부피생장이 촉진되었으며 결과지의 발생보다는 발생된 결과지의 생장이 더욱 촉진되었다. 또한 정부우세성의 상실은 도장지 발생을 더욱 촉진시키는 것으로 보였다. 엇갈림부채꼴은 여타 수형에 비하여 정부우세성이 잘 유지되어 나무생장의 조절이 수월하였을 뿐만 아니라 넓은 열간공간이 확보되어 작업의 효율성도 높을 것으로 기대되었다. 또한 발생된 측지의 수세도 조절이 수월하였을 뿐만 아니라 도장지의 발생도 잘 조절되었다.

기존수형을 엇갈림부채꼴에 준 하는 수형으로 전환시키고자 시도한 Y형부채꼴과 수정부

채끝의 경우 비록 그 성장상태가 엇갈림부채끝에 비하여 우수한 점은 발견되지 않았으나 기존 Y자형 또는 평덕식 수형에 비하여는 수형의 관리가 수월할 것으로 기대되었다. 단지 짧은 기간에 다수의 주지를 제거함으로 인하여 일시적 과번무 현상이 발견되어 이에 대한 해결책의 모색이 요구되어졌다.

나무생리의 보다 상세한 비교를 위하여 각 수형의 엽발달 정도가 비교되었으며 그 결과는 <표 2-5>와 같이 나타낼 수 있다.

<표 2-5> 배나무 수형 별 엽발달 비교.

조사연도 (수령)	수 형	주당 엽수	주 당 총엽면적 (m ²)	평 균 엽면적 (cm ²)	과실당 엽 수	과실당 엽면적 (cm ²)
2002년 (7년생)	엇갈림부채끝	1,980.0 a	10.22 a	51.6 a	32.5 a	1,848 a
	Y자형	1,448.5 b	7.31 b	50.5 a	28.1 ab	1,418 b
	평덕식	974.4 c	5.28 c	54.2 a	22.2 b	1,202 b
	Y형부채끝	1,570.8 b	7.91 b	50.4 a	38.2 a	1,926 a
	수정부채끝	1,068.0 c	5.67 c	53.1 a	22.8 b	1,209 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

각 수형 별로 발생된 엽을 수거한 후 계수·비교한 결과 엇갈림부채끝은 주당 1,980.0 엽을 발생시켜 가장 많은 발생량을 보여준 반면 평덕식은 974.4 엽을 발생시켜 가장 적은 결과를 보여주었다. Y자형은 1,448.5 엽을 발생시켜 엇갈림부채끝보다는 적지만 평덕식보다는 많은 엽을 발생시켰다.

한 수내 내의 엽발달 정도는 수관면적과 깊은 관련이 있겠지만 수관 내 광환경과도 밀접한 연관이 있을 것으로 판단된다. 즉, 평덕식은 비록 주지 수도 많고 신초 발생도 양호하였으나 수관면적이 좁았기 때문에 엽 발생 정도가 가장 낮은 것으로 보였다. 반면 엇갈림부채끝은 적은 신초 수에도 불구하고 수관의 점유율이 가장 높았으므로 엽 발생 정도가 가장 양호하였던 것으로 판단할 수 있었다. 엇갈림부채끝의 경우 주지의 유인각도가 가장 좁았기 때문에 가장 왕성한 주지의 생장이 예상되었으나 수관 내 광환경의 개선으로 인하여 주지 선단부에서 생성된 동화물질(auxin)이 충분한 채광으로 빠르게 분해되어 엽발달 관여물질의 활성을 높였기 때문에 많은 엽을 발생시킨 것으로 볼 수 있다. 반면 Y자형과 평덕식은 넓은

주지의 유인각도에도 불구하고 수관 내 신초 또는 도장지의 밀생으로 인하여 광환경이 불량해졌기 때문에 동화물질의 소비가 엽발달 물질의 활성화에 쓰이지 못한 결과로 판단되었다. 이러한 결과는 Jung (2001)이 재식거리에 변화를 주어 묘목의 측지를 증가시킨 연구결과와 상응하는 것이라 할 수 있다.

Forshey 와 Marmo (1985)는 전정방법이 나무 내 엽 발생에는 영향을 미치지 못한다는 보고를 한 바 있다. 그러나 이에 대한 상세한 연구 후에 Forshey 등 (1992)은 전정방법이 엽발달에 영향을 미침을 보고하였다. 본 시험결과에서는 전정방법이 평균 엽면적에는 영향을 미치지 못하였으나 엽 발생 수와 총 엽면적에는 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 엽갈림부채꼴은 발생한 모든 엽면적의 합이 10.22m²로 Y자형과 평덕식이 각각 7.31m²와 5.28m²인 것에 비하여 넓었다. 따라서 전정방법 자체가 엽발달에는 영향을 미치지 못할지라도 전정방법의 변화에 따른 수관내부환경의 변화가 엽발달에 영향을 미치어 결과적으로 상이한 엽발달 결과를 보여주는 것으로 생각되었다.

이미 앞서 수 차례 살펴본 바와 같이 수형을 전환시킨 후 엽발달의 차이를 기존수형과 비교하여 본 결과 평덕식 수형을 엽갈림부채꼴로 전환시킨 수정부채꼴은 엽 발생 수와 총 엽면적에서 기존수형과 차이를 보이지 않았으나 Y자형을 엽갈림부채꼴로 전환시킨 Y형부채꼴은 기존수형보다 넓은 총 엽면적을 보여주었다. 따라서 수형의 전환으로 인하여 다소의 수관면적의 감소가 발생할지라도 주지와 주지의 적정배치로 인한 수관 내 수광과 통풍의 조건이 호전되어 나무 내 엽발달을 촉진시키는 것으로 생각되었으며 차후 수형의 구성에서는 주지와 주지의 적정 배치도 중요하겠지만 채광과 통풍을 위한 수관 내 환경의 고려 역시 중요할 것으로 판단되었다.

수형의 구성방법이 나무의 영양생장과 결실생장간의 관계에 미치는 영향을 알아보기 위하여 과실 당 엽수와 엽면적을 산출하여 비교하여 보았다.

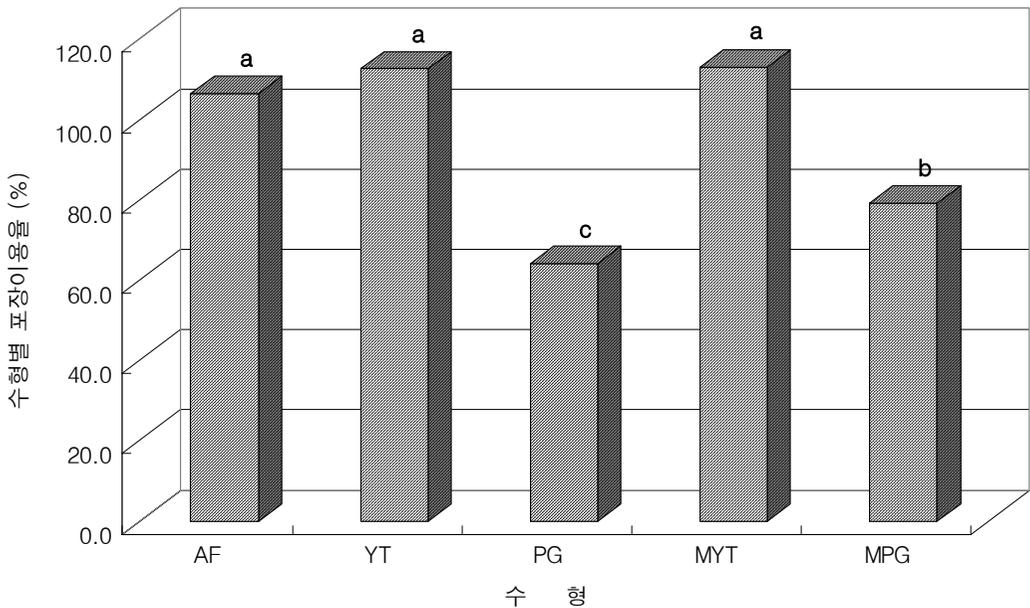
Koike 등 (1990)은 ‘후지’ 사과나무에 대하여 적정 엽과비를 시험한 후 한 과실 당 50 매 내지 60 매의 엽이 필요하다고 보고한 바 있다. ‘후지’ 사과에 대한 연구결과를 기초로 하여 ‘신고’ 배에 대한 엽과비를 산출한 결과 엽갈림부채꼴은 과실 당 32.5 매의 엽수와 1,848cm²의 엽면적으로 보여 28.1 매의 엽과 1,418cm²의 엽면적을 보인 Y자형 또는 22.2 매의 엽수와 1,202cm²의 엽면적을 보인 평덕식에 비하여 많고 넓은 결과를 보여주었다. ‘신고’ 배에 대한 상세한 엽과비의 시험결과는 보고된 바 없지만 본 연구결과에 의하면 과실의 적정 발달을 위해서는 충분한 엽이 확보되어야 하며 그 수로는 Koike (1990)에 의한 연구결과와 비교하여 볼 때 약 30 매에서 40 매 사이로 보는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 따라서 엽갈림

부채꼴의 경우 과실발달을 위한 충분한 엽을 확보하여 엽으로부터 꾸준한 동화물질의 공급이 원활할 것으로 보이나 Y자형과 평덕식은 다소 부족한 엽발달 상태를 보여 엽으로부터의 동화물질 공급이 다소 부족할 것으로 예측되었다.

전환수형의 엽과비를 비교한 결과 수정부채꼴은 한 과실에 대하여 22.8 매의 엽과 1,209cm²의 엽면적을 보여주어 기존 평덕식의 결과와 차이를 보이지 않았다. 그러나 Y형부채꼴은 38.2 매의 엽과 1,926cm²의 엽면적으로 보여주어 기존 Y자형보다 높은 결과를 나타내었다.

따라서 상세한 고찰 후에 결론지어야겠지만 수형의 전환이 나무에 대한 영양생장과 생식생장간의 균형을 꾸준히 유지시켜주거나 또는 보다 양호하게 변화시킨 것으로 판단되었다 (그림 2-5).

<그림 2-2>는 각 수형이 열간거리 6m, 주지거리 1m로 재식 되어 단위면적(ha)의 과원에서 재배되어질 때 수관면적의 총 합을 과원 포장면적에 대하여 백분율로 환산한 후 비교한 결과이다.



<그림 2-2> 배나무 수형 별 포장이용률 비교

AF : 엇갈림부채꼴 YT : Y자형 PG : 평덕식
 MYT : Y형부채꼴 MPG : 수정부채꼴

엇갈림부채꼴과 Y자형의 수관면적은 과원 전체면적에 대하여 모두 100% 이상의 면적비를 보였지만 평덕식 수형은 과원면적에 대하여 약 60%의 면적비를 보여주었다. 한편 전환수형인 Y형부채꼴과 수정부채꼴의 수관면적비를 살펴보면 Y형부채꼴은 기존 Y자형과 비교하여 동일한 수준의 수관면적을 보여주었으며 수정부채꼴인 기존 평덕식 수형보다 넓은 수관면적을 보여주었다.

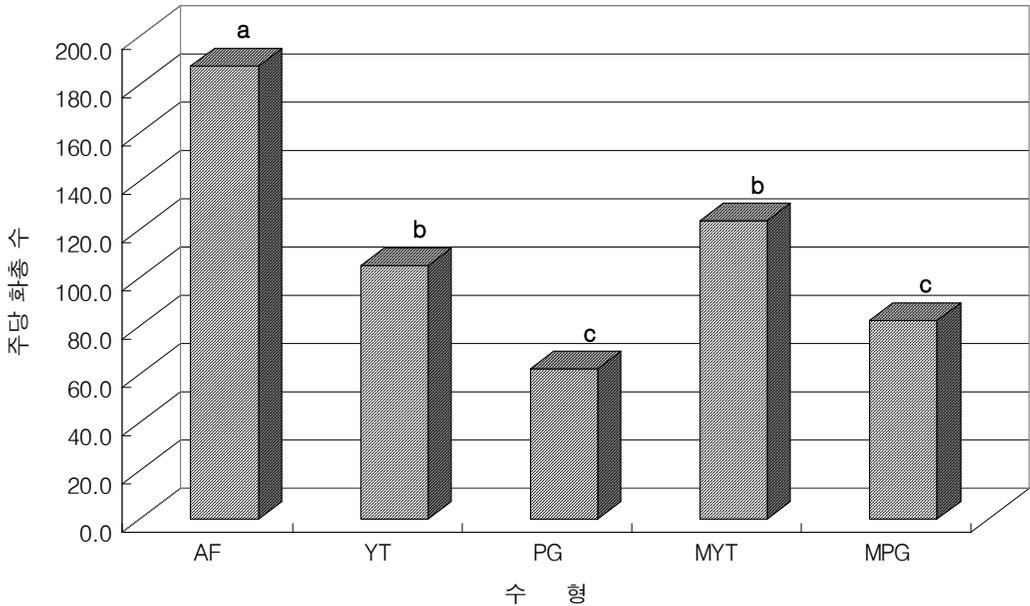
수관의 면적의 동화산물의 생산을 고려한다면 그 중요성이 매우 높다 (Forshey 등, 1992). 따라서 Kim (1994)은 전정을 통하여 수관면적을 확장시킬 것을 지적하였으나 Westwood (1974)는 이미 전정의 종류에 따라 수관의 효율가치가 달라짐을 지적하면서 절단전정에 의한 수관확대는 바람직하지 못하다고 하였다. 따라서 절단전정에 의하여 수관이 확대된 Y자형보다는 슈움전정과 다수의 주지를 발생시켜 수관을 확대시킨 엇갈림부채꼴의 수관이 보다 효율성이 높을 것으로 판단되었다. 또한 엇갈림부채꼴은 열간공간이 넓었음에도 불구하고 수관의 확장이 양호하게 진행되어 과원의 면적을 효율적으로 이용하고 있음이 입증되었다.

기존 절단전정으로 수형을 구성한 나무에 대하여 수형전환 후 슈움전정으로 수형을 구성한 Y형부채꼴과 수정부채꼴의 경우 모두 수관의 조건이 개선된 것으로 나타났으며 특히 Y형부채꼴의 경우 현재 나타난 수관면적이 무효면적보다는 유효면적이 더 높게 나타날 것으로 기대되며 수정부채꼴 역시 수관의 절대면적 증가와 함께 유효면적의 증가도 이루어진 것으로 예측되었다 (그림 2-2).

과원관리의 궁극적 목적은 나무 영양생장과 결실생장간의 균형을 조절하는 것이라 할 수 있다 (Kim 등, 1990). 지금까지 수형관리 방법에 따른 나무의 영양생장과 과원경영의 효율에 대하여 고찰하여 보았다. 이후는 수형 별 생산성의 차이를 비교한 결과이며 <그림 2-3>은 그 중 수형구성 방법에 따른 화충 발생량을 비교한 결과이다.

주당 화충 수를 비교한 결과 엇갈림부채꼴이 180개 이상으로 가장 많은 화충을 발생시킨 반면 평덕식은 60개 미만의 화충을 발생시켜 가장 적은 결과를 나타내었다. Y자형의 나무는 100개 정도의 화충을 발생시켜 평덕식보다는 많았지만 엇갈림부채꼴보다는 적은 화충을 발생시켰다. 비록 한 나무에서 영양생장과 생식생장이 경쟁관계에 있다 하더라도 (Forshey 등, 1992) 다수의 화충이 발생되기 위해서는 충분한 면적의 수관이 확보되어야만 하였다. 즉, 평덕식 나무에서 화충 수가 적었던 것은 수관면적이 좁았기 때문인 것으로 생각되었다. 한편, Han 과 Kim (2000)이 지적한 바에 따르면 주지 또는 주지의 유인각도가 넓을수록 화충 수가 증가하여야 하지만 본 시험결과 유인각도가 넓은 Y자형이 유인각도가 좁은 엇갈림부채꼴에 비하여 화충 수가 적었다. 이러한 원인에 대하여 Mika 등 (1983)은 전정에 의하

여 화충 수가 감소할 수 있다고 보고하였고 이후 Lee 와 Kim (1995)은 보다 상세한 시험 후에 절단전정의 시행이 화충 수를 감소시킨다고 하였다. 따라서 엇갈림부채꼴이 Y자형보다 화충 수가 많았던 것은 엇갈림부채꼴의 경우 일체의 절단전정의 시행 없이 수형을 구성하였지만 Y자형은 절단전정에 의하여 수형을 구성하였기 때문인 것으로 판단되었다.



<그림 2-3> 배나무 수형 별 화충 발생량 비교

AF : 엇갈림부채꼴 YT : Y자형 PG : 평덕식
 MYT : Y형부채꼴 MPG : 수정부채꼴

결론적으로 한 나무에서 다수의 화충을 얻기 위해서는 기본적으로 요구되어지는 수관면적이 우선 확보되어야 하며 확보된 면적의 효율을 높이기 위해서는 절단전정의 시행을 배제하고 속음전정만으로 수형을 구성하는 것이 타당할 것으로 생각되었다.

한편 전환수형에 대한 화충 수를 기존수형과 비교한 결과 Y형부채꼴과 수정부채꼴 모두 기존수형인 Y자형과 평덕식과 비교하여 통계적으로 그 차이는 인정할 수 없었지만 화충 수는 많게 나타났다. 즉, 수형을 전환시킨 결과 신초 또는 도장지의 생장에서 과번무 현상이 관찰되기는 하였지만 수관면적이 증가하고 일체의 절단전정을 시행하지 않은 결과 화충 수가 증가하였다 (그림 2-3).

<표 2-6>은 각 수형 별 나무의 생산성을 조사한 후 단위면적(ha)의 생산성으로 환산하여 비교한 결과이다.

재식 5년차인 2000년의 수형 별 수량비교 결과 엇갈림부채꼴이 34.1개의 과실에서 29.2kg의 수량을 내어 가장 많은 결과를 보인 반면 평덕식은 24.1개의 과실에서 13.4kg의 수량을 내어 가장 적은 결과를 보였다. Y자형은 26.9개 과실에서 21.0kg의 수량을 내어 평덕식보다는 많았지만 엇갈림부채꼴보다는 적었다. 이와 같은 경향은 재식 6년차인 2001년에도 동일하게 나타났다. 즉, 엇갈림부채꼴이 56.8개의 과실에서 48.6kg의 수량을 내어 가장 많은 결과를 보였으며 그 다음으로 Y자형, 평덕식의 순으로 각각 44.4개의 과실에서 34.4kg의 수량과 39.3개의 과실에서 21.8kg의 수량을 내었다. 재식 3년차인 2002년의 비교결과를 보면 엇갈림부채꼴과 Y자형이 각각 56.3개의 과실에서 48.2kg의 수량과 51.6개의 과실에서 40.3kg의 수량을 내어 43.9개의 과실에서 24.4kg의 수량을 낸 평덕식 수형보다 많은 결과를 보여주었다.

<표 2-6> 배나무 수형 별 과실수량 비교.

조사연도 (수령)	수 형	1 주		10a	
		과실수	수량(kg)	과실수	수량(ton)
2000년 (5년생)	엇갈림부채꼴	34.1 a	29.2 a	56,811 a	48.6 a
	Y자형	26.9 b	21.0 b	44,815 b	35.0 b
	평덕식	24.1 b	13.4 c	40,151 b	22.3 c
2001년 (6년생)	엇갈림부채꼴	56.8 a	48.6 a	94,629 a	81.0 a
	Y자형	44.4 b	34.4 b	73,471 b	57.4 b
	평덕식	39.3 c	21.8 c	65,474 c	36.4 c
	Y형부채꼴	35.1 c	25.8 c	58,477 c	43.0 c
2002년 (7년생)	수정부채꼴	40.1 b	29.1 c	66,807 b	48.4 c
	엇갈림부채꼴	56.3 a	48.2 a	93,796 a	80.3 a
	Y자형	51.6 a	40.3 a	85,966 a	67.1 a
	평덕식	43.9 b	24.4 b	73,137 b	40.7 b
	Y형부채꼴	41.1 b	30.2 b	68,473 b	50.3 b
	수정부채꼴	46.9 b	34.0 b	78,135 b	56.3 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

수형의 구성방법은 나무의 생산성을 변화시킨다 (Sansavini 와 Musacchi, 1994). 즉, 나무의 생산성은 자체 유전적 소질에 의하여 일정 부분 결정되겠지만 이후 전정과 유인작업에 의하여 향상 또는 저하될 수 있다.

엇갈림부채꼴의 연차별 생산성을 보면 6년차 이후 수량이 일정하였다. 이를 앞서 고찰한 결과와 관련지어 살펴보면 엇갈림부채꼴 수형은 재식 6년차에 이르면 수관의 구성이 완성기가 되어 나무의 유전적 소질이 가지고 있는 최대 수량을 낼 수 있게 되었음을 의미하였다. 반면 Y자형이나 엇갈림부채꼴은 재식 7년차까지 수량이 지속적으로 증가하였으나 그 수량은 엇갈림부채꼴에 비하여 적었다. 즉, 재식 7년차까지 수관의 구성이 완성되지 못하여 나무 자체가 가지고 있는 유전적 소질의 최대 수량을 내지 못하였음을 의미하였다.

상기 원인에 대하여 Greene 와 Lord (1983)는 수량의 저하에 대하여 과번무를 들었으며 Charmers (1986)는 과도한 수세를 지적하였다. 따라서 수관을 빠르게 확장시키면서 수세를 조절할 수 있는 수형구성 방법으로 엇갈림부채꼴이 적극적으로 고려되어야 하겠다.

수형을 전환시킨 Y형부채꼴과 수정부채꼴을 살펴보면, 수정부채꼴은 기존수형인 평덕식과 비교하여 수량의 차이는 보이지 않았으나 Y형부채꼴은 기존수형인 Y자형과 비교하여 수량이 다소 저하되었다.

한편 단위면적 (ha) 당 수량의 비교는 수형 별 재식거리가 일정하였으므로 나무별 비교와 동일한 경향을 보여주었다. 단지 Y자형과 평덕식의 경우 재식 5년부터 과번무 현상이 발생하여 간벌작업이 수행되어 실제 수량은 조사수량보다 적었겠지만 본 조사에서는 고려되지 않았다 (표 2-6).

수형의 구성방법이 수확과실의 품질에 미치는 영향이 조사되었으며 그 결과는 <표 2-7>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 2-7> 배나무 수형 별 과실품질 비교.

조사연도 (수령)	수 형	과고(cm)	과경(cm)	과중(g)	당도 (° Bx)	경도 (kg/5mm \varnothing)
2002년 (7년생)	엇갈림부채꼴	10.40 a	11.44 a	856.8 a	11.6 b	1.06 ab
	Y자형	10.28 a	11.12 a	781.6 b	12.1 a	0.95 b
	평덕식	9.10 b	10.29 b	555.6 c	10.4 c	0.95 b
	Y형부채꼴	9.74 b	10.88 b	733.6 b	12.6 a	1.13 a
	수정부채꼴	9.62 b	10.31 b	724.9 b	11.0 b	1.03 ab

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

과실의 크기를 비교한 결과 엇갈림부채꼴과 Y자형에서 수확한 과실의 과고와 과경 모두 평덕식 수형의 과실보다 컸다. 반면 과중을 비교한 결과 엇갈림부채꼴의 과실이 856.8g으로 가장 무거웠으며 평덕식의 과실이 555.6g으로 가장 가벼웠다. Y자형의 과실은 781.6g으로 평덕식의 과실보다는 무거웠지만 엇갈림부채꼴의 과실보다는 가벼웠다. 즉, 주지를 수평으로 유인한 평덕식은 과실의 생장이 늦게 시작되었으며 이후 나무의 과번무와 도장지의 밀생이 발생한 Y자형과 평덕식 나무에서 성장하는 과실은 세포의 분열과 생장이 충실하지 못하여 과중이 가벼웠다.

한편 전환수형으로 나무를 재배할 경우 Y형부채꼴은 과실의 크기는 다소 작았지만 과중에서는 차이가 나지 않았다. 또한 수정부채꼴은 과실의 크기에서도 차이가 나지 않았으며 과중은 무거웠다. 즉, 수형의 전환으로 인하여 Y형부채꼴은 비록 과실의 생장이 늦게 시작하였다 하더라도 이후 나무의 과번무 또는 도장지의 밀생이 발생하지 않아 과육 내 세포의 충실한 생장이 진행되어 과중에서는 차이가 나지 않았다. 수정부채꼴의 경우는 과실의 생장에서도 차이가 나지 않았을 뿐만 아니라 도장지의 밀생이 제거되어 과육세포의 생장이 충실하여 과중도 더 무거웠던 것으로 추정되었다.

과실의 당도는 Y자형에서 수확된 과실의 당도가 12.1로 가장 높았으며 평덕식에서 수확된 과실의 당도가 10.4로 가장 낮았다. 전환수형의 경우에도 기존수형보다 같거나 높은 당도를 보여주었다. 경도의 비교에서는 Y자형과 평덕식에서 수확된 과실이 가장 무른 경도를 보여주었으나 이에 대한 특정한 경향은 발견할 수 없었다 (표 2-7).

이상으로 수형 구성방법의 차이가 나무의 영양생장과 생식생장간의 균형에 미치는 영향을 살펴보았다.

Y자형은 비록 주지가 수평보다 위로 유인되어 정부우세성이 잘 유지되었지만 주지의 수를 지나치게 억제하였기 때문에 신초의 발생이 빈발하였다. 그 결과 비록 착과와 세포분열에는 차이가 없었지만 이후 세포신장이 충실하지 못하여 과중이 저하되었던 것으로 추정되었다. 평덕식 수형은 주지를 수평으로 유인함에 의하여 주지의 신장이 길이생장보다 부피생장을 우선 하게 되어 신초의 발생은 적었지만 이후 도장지의 밀생이 발생하였다. 따라서 과실의 착과가 지연되었으며 과육의 세포분열도 충실하지 못하여 과실의 크기도 작았고 과중도 저하되었던 것으로 추정되었다. 반면 엇갈림부채꼴은 주지의 유인각도가 좁았지만 수관내 수광과 통풍이 충분하여 주지 선단부 동화물질의 분해가 원활히 이루어져 영양생장과 생식생장의 균형이 고르게 이루어진 것으로 보였다.

한편 수형을 전환시킨 Y형부채꼴과 수정부채꼴의 경우 비록 주지의 수를 급격히 줄였지만 나무 자체적인 생장균형 작용과 수관내 환경개선에 의하여 영양생장의 조절은 가능하였다. 단지 수량의 저하가 관찰되었으므로 이에 대한 추가적인 대비책의 연구가 요구되어졌다.

나. 엇갈림부채꼴의 내부각도가 생산성에 미치는 영향

‘신고’ 배나무에 대하여 수형구성의 방법을 달리하였을 경우 나무의 영양생장과 생산성에 미치는 영향을 비교하여 보았다. 그 결과 엇갈림부채꼴은 전환수형으로 가치가 충분히 인정되었다. 이후 엇갈림부채꼴의 생산성 향상을 위하여 수형구성 시 내부각도를 45. 부터 90. 까지 달리하여 비교하여 보았으며 <표 2-8>은 수형의 내부각도가 주지의 생장에 미치는 영향을 조사한 결과이다.

<표 2-8> 배나무 내부각도 별 주지 성장량 비교.

내부각도	주당 주지 수	최하단 주지높이 (cm)	주지 직경 (cm)
45	4.4 b	26.4 a	5.3 a
60	5.0 b	33.6 a	5.1 a
75	5.8 b	29.3 a	5.3 a
90	7.1 a	27.7 a	4.9 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

수형의 내부각도를 달리 한 후 주지생장의 차이를 비교한 결과 주지의 최하단 발생높이와 주지의 직경에서는 처리간 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 한 나무에서 발생한 주지 수를 비교한 결과 수형의 내부각도를 90.로 조절한 나무가 7.1개의 주지를 발생시킴으로서 그 보다 좁게 내부각도를 조절한 나무에 비하여 많은 결과를 보여주었다. 또한 여타 내부각도 간의 비교에서도 통계적으로 그 차이는 인정되지 않았지만 내부각도를 넓게 조절한 나무가 좁게 조절한 나무에 비하여 주지 수가 많음을 알 수 있었다. 즉, 수형의 내부각도를 넓게 조절함에 따라 발생하는 주지 수도 많았다.

이러한 결과는 정부우세성(頂部優勢性)의 나무생리를 고려한다면 당연한 결과로 판단되며 이에 대하여 Loreti 와 Pisani (1992)는 성장지의 발생각도를 넓혀 좁으로서 정부우세성을 약화시킬 수 있다고 하였으며 Hong 등 (1996) 역시 주지를 넓게 유인함으로써 측지의 발생을 촉진시킬 수 있다고 보고하였다. 수형 내부각도에 변화를 주었음에도 주지의 직경에서 차이를 보이지 않았던 것은 수관 전체의 수세가 특정 주지로 집중되지 않고 발생하는 주지에 고르게 분산된 결과로 보여지며 수세의 조절은 각 주지의 성장보다는 주지의 수로 조절이 되었기 때문으로 판단되었다.

따라서 수형의 내부각도는 주지의 발생 수와 관련이 있으며 나무를 엇갈림부채꼴로 재배할 때는 내부각도를 조절함으로써 주지 수를 조절할 수 있음이 추찰 되었다 (표 2-8).

엇갈림부채꼴의 내부각도 변화에 따른 신초성장량의 차이를 조사한 결과는 <표 2-9>와 같이 나타낼 수 있다.

<표 2-9> 배나무 내부각도 별 신초 성장량 비교.

내부각도	주당 신초 수	평균 신초장 (cm)	신초직경(cm)	신초 정지율(%)
45	13.8 b	19.6 b	0.41 a	85.3 a
60	15.8 b	20.1 b	0.38 a	88.2 a
75	17.3 b	22.4 b	0.47 a	78.2 ab
90	24.7 a	51.9 a	0.45 a	62.8 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

수형 내부각도 별 신초 직경을 비교한 결과 수치의 차이도 크지 않았고 통계적으로도 그 차이를 인정할 수 없었다. 그러나 신초의 발생 수와 신장길이를 비교하여 보면 수형의 내부각도를 90. 로 조절한 나무가 24.7개의 신초를 평균 51.9cm의 길이로 발생시켜 그 보다 좁은 내부각도로 유인한 여타 나무보다 많고 긴 신초를 발생시켰다. 또한 90. 보다 좁은 각도로 내부각도를 조절한 나무간의 비교에서도 통계적인 유의성은 검증되지 않았으나 내부각도가 넓어짐에 따라 신초의 수와 신장길이가 증가한 반면 내부각도가 좁아질수록 신초 수와 평균 신초장이 감소하는 수치가 관찰되었다. 즉, 수형구성 시 내부각도를 넓혀주면서 신초의 성장을 촉진시킬 수 있음이 나타났다. 많은 요인이 상기 결과에 원인으로 작용하였겠지만 주지수가 일정 수 이상 확보되어야만 충분한 신초를 발생시킬 것으로 판단되었다.

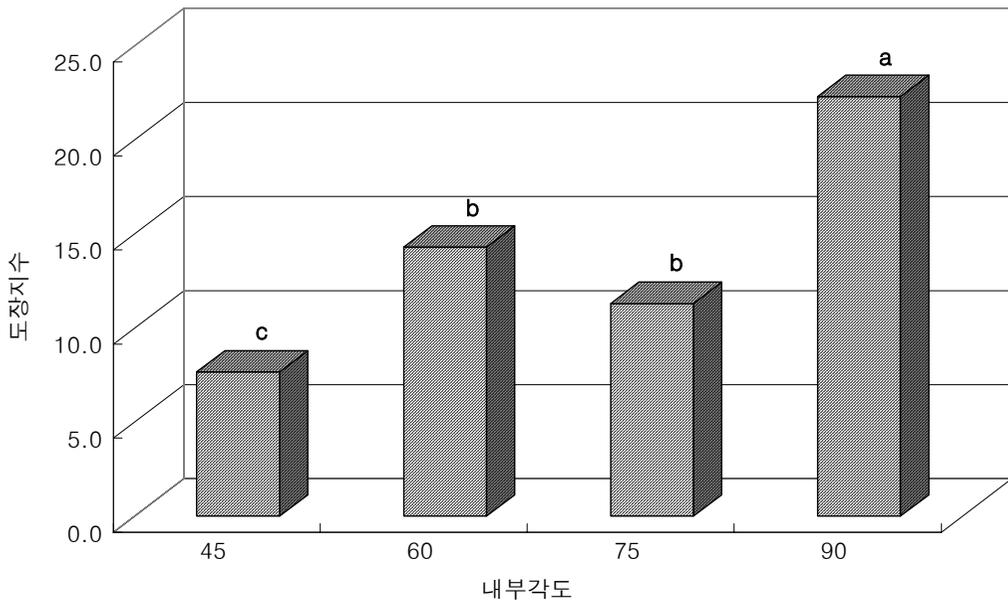
Jung 과 Kim (1993b)은 주지의 유인각도를 넓혀줌으로서 수피조직 내 많은 질소를 함유할 수 있다고 지적하였는데 이를 본 연구결과와 관련지어 상기 결과를 고찰하여 보면 내부각도가 넓어짐에 따라 수피조직 내 질소함량이 증가하였으며 이 증가된 질소의 소비가 주지와 신초의 발생에 소비되어진 것으로 추정되었다.

수형구성 시 내부각도 변화가 신초 정지율에 미치는 영향을 조사한 결과 비교한 내부각도 중 가장 넓은 90. 로 조절한 나무가 62.8%의 가장 낮은 신초 정지율을 보여주었고 45. 와 60. 로 내부각도를 조절한 나무는 각각 85.3%와 88.2%의 높은 신초정지율을 나타내었다. 내부각도가 75. 인 나무의 신초 정지율은 78.2%로 45. 와 60. 의 내부각도를 갖춘 나무에 비하여 다소 낮았지만 90. 의 내부각도를 지닌 나무에 비하여는 높은 경향을 보여주었다. 따라서 수형을 구성할 때 내부각도를 넓히게 되면 신초의 생장이 늦게까지 지속된다 할 수 있겠다.

따라서 <표 2-9>의 결과를 종합하여 고찰하여 보면 수형구성에서 내부각도를 넓혀주면

다수의 신초가 발생하여 늦게까지 신장하게 됨으로서 긴 신장길이를 보였다. 넓은 수관을 구성하기 위해서는 내부각도를 넓혀주는 것이 유리하겠지만 나무생장의 균일도가 저하 될 우려가 있었다.

나무의 내부각도의 변화에 따른 도장지 발생의 차이를 비교한 결과는 <그림 2-4>와 같이 나타낼 수 있다.



<그림 2-4> 배나무 내부각도별 도장지 발생량 비교

내부각도를 90.로 조절한 나무는 20개 이상의 도장지를 발생시켜 가장 많은 결과를 보여준 데 비하여 내부각도를 45.로 조절한 나무는 7개 정도의 도장지만을 발생시켜 가장 적은 결과를 나타내었다. 60.와 75.로 내부각도를 조절한 나무는 상기 두 결과의 중간정도의 성적을 나타내었다. 즉, 나무의 내부각도를 넓게 조절하게 되면 그에 따라 도장지 발생이 증가하지만 내부각도를 좁혀주면 도장지의 발생도 감소하였다.

다수의 도장지는 나무의 지나친 영양생장의 지표로서 과번무의 발생이 우려되지만 엇갈림 부채꼴의 재배방법을 고려한다면 일정량의 도장지 확보가 필요하게 되므로 너무 적은 도장지 발생 역시 바람직하지 못할 것으로 판단되었다. 따라서 적정 도장지의 수는 추후 보다 상

제한 연구를 통하여 필히 구명되어야 할 것으로 판단되었다 (그림 2-4).

<표 2-8>과 <표 2-9> 그리고 <그림 2-4>를 통하여 수형을 엇갈림부채꼴로 구성할 때 내부각도를 변화시킴으로서 발생하는 영양생장의 변화를 비교하여 보았다. 그 결과 나무의 영양생장은 나무 내부각도의 변화로 조절할 수 있음을 알 수 있었다. 물론 과도한 영양생장은 나무의 생산성 저하의 한 원인으로 작용하겠지만 지나치게 억제된 영양생장 역시 생산성 제고에 바람직하지 못할 것이다. 따라서 상기 결과를 기초로 하여 상세한 나무생리 변화와 생산성에 대한 연구가 요구되어졌다.

<표 2-10>은 나무를 엇갈림부채꼴로 재배할 때 내부각도를 변화시켜 발생하는 엽발달의 차이를 비교한 결과이다.

<표 2-10> 배나무 내부각도별 엽발달 비교.

내부각도	주당 엽수	주 당 총엽면적 (m ²)	평균 엽면적 (cm ²)	과실당 엽수	과실당 엽면적 (cm ²)
45	456.2 c	2.47 b	54.2 a	18.4 b	997.0 b
60	933.5 b	4.90 b	52.5 a	43.0 a	2,257.7 a
75	896.5 b	4.81 b	53.6 a	25.3 b	1,353.6 b
90	1,558.9 a	7.86 a	50.4 b	52.3 a	2,636.5 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

한 나무에서 발생한 엽을 모두 수거하여 계수한 결과, 내부각도를 90.로 조절한 나무가 총 1,558.9 매의 엽을 발생시켜 가장 많은 엽수를 보여주었지만 내부각도를 45.로 조절한 나무는 456.2 매의 엽만을 발생시켜 가장 적은 결과를 나타내었다. 60.와 75.로 내부각도를 조절한 나무는 각각 933.5 매와 896.5 매의 엽을 발생시켜 상기 두 결과의 중간치를 보여주었다. 한 나무에서 발생된 엽의 면적을 총 합으로 비교한 결과에서도 상기 결과와 유사한 경향이 나타나 내부각도를 90.로 조절한 나무의 7.86m²의 엽을 발달시켜 좁은 각도로 내부를 조절한 나무들에 비하여 넓은 결과를 보여주었다. 반면 각 엽의 평균면적은 각 내부각도의 변화에 따른 차이를 나타내지 못하였다.

따라서 나무의 내부각도를 좁게 조절하면 발생된 엽수가 적고 엽면적도 좁았으나 내부각도를 넓혀줌에 따라 엽수도 증가하고 엽면적도 넓어졌다.

엽발달 정도는 수관의 면적과 밀접한 관계가 있을 것으로 추측된다. 즉, 나무의 내부각도를 넓게 조절함으로써 주지와 신초의 발생이 증가하였고 그에 따라 엽 발생도 활발하였으며 반대로 나무 내부각도를 좁혀주면 주지와 신초의 발달이 저조하여 엽 발생도 억제된 것으로 판단할 수 있었다. 따라서 나무 내부각도의 조절은 주지와 신초뿐만 아니라 수관 전체의 엽 발달에도 영향을 미침이 관찰되었다. 한편 각 엽면적의 비교에서는 차이가 발견되지 않았으므로 수관 전체의 엽면적은 발생된 엽수에 의하여 결정되는 것이지 각 엽의 면적에는 영향을 받지 않은 것으로 나타났다.

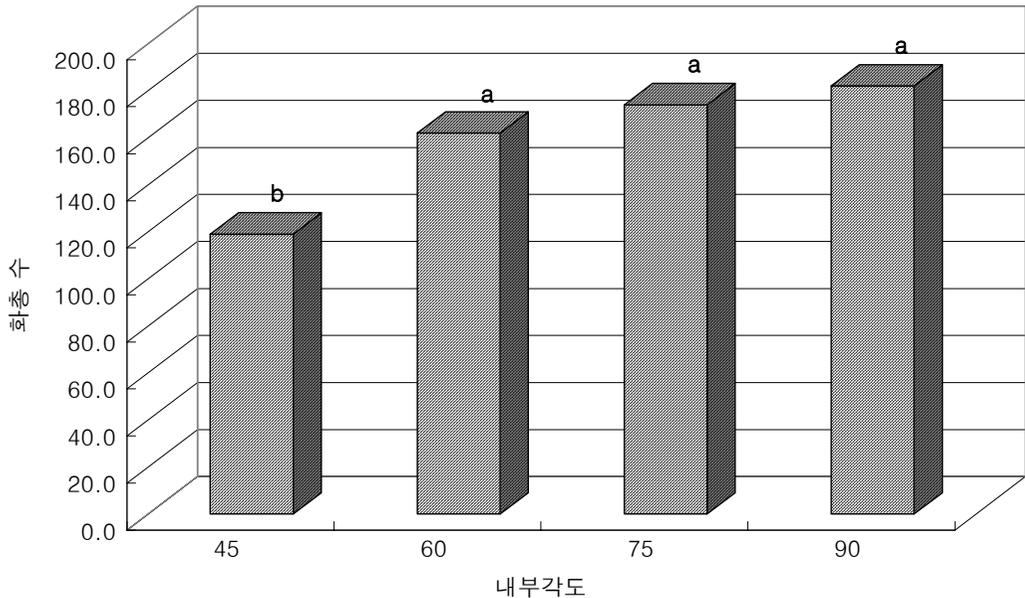
한편 내부각도를 변화시킴으로서 발생한 엽발달의 차이와 추후 고찰할 수확과실간의 관계를 살펴보면 내부각도를 90.와 60.로 조절한 나무가 각각 52.3 매와 43.0 매의 엽을 발생시켜 하나의 과실을 발달시킨 반면 내부각도를 75.와 45.로 조절한 나무는 각각 25.3 매와 18.4 매의 엽을 발생시켜 하나의 과실을 발달시킨 것으로 나타났다. 이러한 경향은 과실당 엽면적을 비교한 결과에서도 동일하게 나타나 내부각도를 90.와 60.로 조절한 나무가 각각 2,636.5cm²와 2,257.7cm²의 엽면적으로 한 과실을 발달시킨 반면 75.와 45.로 내부각도를 조절한 나무는 각각 1,353.6cm²와 997.0cm²의 엽면적으로 한 과실을 발달시켰다.

상기 결과에서 일정한 경향은 발견할 수 없었으나 단지 가장 넓은 내부각도를 지닌 나무가 가장 높은 엽과비를 보인 반면 가장 좁은 내부각도의 나무가 가장 낮은 엽과비를 나타내었다. 앞서 언급한 바에 따르면 한 과실에 대한 적정 엽수를 30 매에서 40 매 사이로 고찰한 바 있다. 그에 따르면 90.로 내부각도를 조절한 나무는 다소 높은 엽과비를 보여주었다. 따라서 한 과실을 발달시키기 위해서는 충분한 엽이 확보되어야 하겠지만 과다하게 밀생된 엽은 오히려 엽 자체의 성장을 위하여 과실과의 양분경합이 불가피할 것으로 추측되었다. 또한 45.의 내부각도를 지닌 나무는 다소 낮은 엽과비를 보여주어 과실발달을 위한 충분한 동화물질의 공급이 어려울 것으로 예상되었다.

지금까지 주지와 신초 그리고 도장지의 발생을 통하여 나무 내부각도 별 영양생장의 차이를 비교하였으며 엽발달을 통하여 나무생리를 보다 상세하게 관찰하였다. 이후에는 나무의 내부각도 차이가 생산성에 미치는 영향에 대하여 고찰할 것이며 <그림 2-5>는 나무의 내부각도 별 화총 발생량을 비교한 결과이다.

나무 내부각도를 45.로 조절한 나무에서 발생한 화총은 120개 미만으로 내부각도를 60.이상으로 조절한 나무들에서 발생한 화총이 각각 160개 이상인 것에 비하여 적었다. 이상의 결과에 대하여 Sansavini 와 Musacchi (1994)는 주지의 유인각도를 넓혀줌으로서 잠아 또는 은아가 화아로 전환됨을 지적한 이후 Hong 등 (1996) 역시 넓은 유인각도에서 화아발달이

증가한다고 보고하여 본 시험결과를 뒷받침해주었다. 따라서 배나무의 수형구성 시 충분한 화아발달을 위해서는 주지의 유인각도가 넓어야 되는 것으로 나타났다.



<그림 2-5> 배나무 내부각도별 화충 발생량 비교

한편 나무의 내부각도를 60. 이상으로 유인한 경우 비록 수치상 차이는 보였지만 통계적으로 그 차이를 인정할 만큼 크지 않았으므로 일정 각도 이상으로 나무의 내부각도를 조절하게 되면 발생하는 화충 수는 일정하다 할 수 있다. 따라서 배나무 나무관리에 있어서 충분한 양의 화아를 확보하기 위해서는 좁은 내부각도는 바람직하지 못하겠지만 나무의 내부각도를 일정각도 이상으로만 유지한다면 그 이상의 내부각도 증가는 의미가 없을 뿐만 아니라 나무의 지나친 영양생장을 조장할 뿐만 아니라 나무생장의 균일성 또한 저하될 것으로 예상되었다. 따라서 나무생장과 생식생장의 균형을 위하여 지나치게 넓은 각도의 유지 또한 바람직하지 못할 것으로 판단되었다 (그림 2-5).

다음으로 <표 2-11>은 엇갈림부채꼴의 각 내부각도별로 한 나무에서 수확한 모든 과실을 계수하고 수량을 비교한 후 이를 단위면적 (ha)에 대한 수량으로 다시 환산하여 비교한 결과이다.

<표 2-11> 배나무 내부각도별 과실수량 비교.

내부각도	1 주		10 ha	
	과실수	수량(kg)	과실수	수량(ton)
45	24.8 b	16.7 c	41,316 b	27.8 c
60	21.7 b	15.6 c	36,152 b	26.0 c
75	35.5 a	31.3 a	59,143 a	59.1 a
90	29.8 b	23.2 b	49,647 b	38.7 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

나무의 내부각도를 45.와 60.로 조절한 나무는 각각 24.8개의 과실에서 16.7kg의 수량을 그리고 21.7개의 과실에서 15.6kg의 수량을 내어 나무의 내부각도를 75.로 조절한 나무가 35.5개의 과실에서 31.3kg의 수량을 낸 것에 비하여 적은 생산량을 보였다. 그러나 나무의 내부각도를 90.로 조절한 나무의 경우에도 29.8개의 과실에서 23.2kg의 수량을 보여 감소된 수량을 보였다.

상기 결과를 앞선 고찰과 관련지어 살펴보면, 나무의 내부각도를 45.와 60.로 조절한 나무의 경우 과실생산을 위한 기본적인 영양생장이 충분히 이루어지지 않아 결실생장을 위한 충분한 저장양분의 공급이 이루어지지 않은 것으로 보였다. 반면 나무 내부각도를 90.로 넓게 조절한 경우 나무에서 발생된 주지와 신초 그리고 도장지의 생장이 과도하였으며 또한 그 생장의 균일성이 낮아 나무 내 저장양분에 대한 영양생장과 결실생장간의 경합이 발생되어 생산성이 저하된 것으로 보여진다. 내부각도를 75.로 유인한 나무는 영양생장이 잘 조절되었으며 나무의 과번무도 일정수준으로 억제되었다. 그 결과 착과량 증대를 위한 충분한 화아가 발달되어 영양생장과 결실생장의 균형이 원활히 이루어진 것으로 판단할 수 있었다 (표 2-11).

<표 2-12>는 엇갈림부채꼴의 수형관리에서 내부각도의 변화가 수확과실의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과이다.

나무 내부각도별 수확과실의 크기를 비교한 결과 내부각도를 45.로 좁게 조절한 나무는 과고와 과경이 각각 9.61cm와 10.66cm로 작았고 과중도 674.7kg으로 가장 낮았다. 반면 나무의 내부각도를 60. 이상으로 유인하게 되면 과실의 크기는 일정하였다. 그러나 60. 이상으로 내부각도를 조절한 나무간의 과중을 비교한 결과 내부각도를 75.로 조절한 나무가

882.3kg의 과실을 생산하여 내부각도를 60.와 90.로 조절한 나무가 720.2kg과 778.3kg의 과실을 생산한 것에 비하여 무거운 결과를 보였다.

이상의 결과에서 알 수 있는 것은 나무의 내부각도를 좁게 유지하였을 경우 나무의 영양생장이 왕성하여 착과와 과실의 생장이 늦어지고 또한 나무의 내부각도를 넓게 조절할 경우 과실 비대기에 나무생장이 정지되지 않아 저장양분에 대한 과실과 나무간의 경합이 발생하여 과실 비대가 저하된 것으로 관찰되었다. 그러나 영양생장을 적절히 억제하고 수세생장을 일찍 정지시킨 나무는 과실도 크고 과중도 무거웠다.

<표 2-12> 배나무 내부각도별 과실품질 비교.

내부각도	과고(cm)	과경(cm)	과중(g)	당도 (。 Bx)	경도(kg/5mm Ø)
45	9.61 b	10.66 b	674.7 c	10.8 b	0.90 b
60	9.94 a	11.11 a	720.2 b	11.5 a	1.05 a
75	10.35 a	11.53 a	882.3 a	11.0 ab	1.18 a
90	9.92 a	11.28 a	778.3 b	11.5 a	0.98 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

수확과실의 당도와 경도를 비교한 결과 나무의 내부각도를 45.로 조절한 나무는 당도도 낮고 경도 또한 낮았다. 즉, 나무의 저장양분의 소모가 자체의 생장을 위하여 소비되었으므로 과실발달을 위한 양분의 소비가 불량하여 과실의 품질 또한 저하된 것으로 판단되었다. 나무의 내부각도를 60. 이상으로 유인할 경우 당도의 비교에서는 특이한 차이점은 보이지 않았으나 나무의 내부각도를 90.로 조절할 경우 당도의 저하가 관찰되었다. 이 역시 나무의 영양생장이 조기에 정지되지 않아 나무와 과실간의 양분경합이 발생하여 나타난 결과로 볼 수 있었다 (표 2-12).

이상으로 ‘신고’ 배나무에 대하여 수형을 엇갈림부채꼴로 구성할 경우 내부각도를 조절함으로써 발생하는 영양생장과 결실성장간의 균형변화를 관찰하여 보았다.

그 결과 나무 내부각도를 좁게 유지하면 기존 발생된 주지와 신초의 영양생장은 왕성하였으나 새로운 신초의 발생이 억제되어 원하는 수관구성이 어려울 것으로 예상되며 또한 기존 주지의 영양생장으로 인하여 결실생장의 불량함이 초래되었다. 또한 나무 내부각도를 넓게 조절할 경우에는 수관 내부에서 지나치게 밀생하는 주지와 도장지로 인하여 수관 내부환경

의 불량함이 예상되었다. 또한 신초생장이 늦게까지 지속되어 이후 결실생장기에 과실과의 양분경합이 발생하였다. 상기 사항을 종합적으로 고찰하여 보면 너무 좁은 각도는 수관확장을 억제하여 수량을 저하시키지만 과도하게 넓은 각도 또한 수량저하의 한 원인으로 작용하였다. 따라서 본 시험결과를 기초로 엇갈림부채꼴의 적정 내부각도를 추정해보면 75. 정도 의 내부각도 유지가 보다 적합할 것으로 판단되었다.

다. 엇갈림부채꼴의 전정방법이 생산성에 미치는 영향

‘신고’ 배나무의 생산성 제고를 위한 적정수형 구명 시험결과 엇갈림부채꼴이 기존수형에 대한 대체수형으로 그 가치가 충분히 인정되었다. 추가로 배나무의 수형을 엇갈림부채꼴로 구성할 시 수관의 내부각도를 75. 로 조절함이 적정한 것으로 판단되었다. 이후는 나무에 대한 최소한의 주지숙음만으로 수형을 구성하는 약전정, 적정수준의 주지숙음 후 약한 절단

전정을 시행하는 중전정, 그리고 주지와 주지에 대한 심한 숙음전정 후 강한 절단전정을 행하는 강전정으로 전정방법을 구분한 후 전정방법에 따른 나무생장과 생산성의 차이를 비교하여 보았다. <표 2-13>은 전정방법의 차이가 신초생장에 미치는 영향을 비교한 결과이다.

<표 2-13> 배나무 전정방법별 신초 성장량 비교.

전정방법	주당 신초 수	평균 신초장 (cm)	신초 직경(cm)	신초 정지율(%)
약전정	14.8 b	29.7 b	0.45 a	83.5 a
중전정	22.2 a	54.5 a	0.36 a	50.0 b
강전정	28.8 a	52.5 a	0.47 a	35.7 c

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

전정방법의 차이는 발생하는 신초의 부피생장에 영향을 미치지 못하였다. 그러나 약전정으로 수형을 구성한 나무가 14.8개의 신초를 발생시켜 29.7cm의 신장길이를 보여주어 22.2개의 신초를 발생시켜 54.5cm의 신장길이를 보여준 중전정의 나무와 28.8개의 신초를 발생시켜 52.5cm의 신장길이를 보여준 강전정의 나무에 비하여 저조한 신초 성장량을 보여주었다.

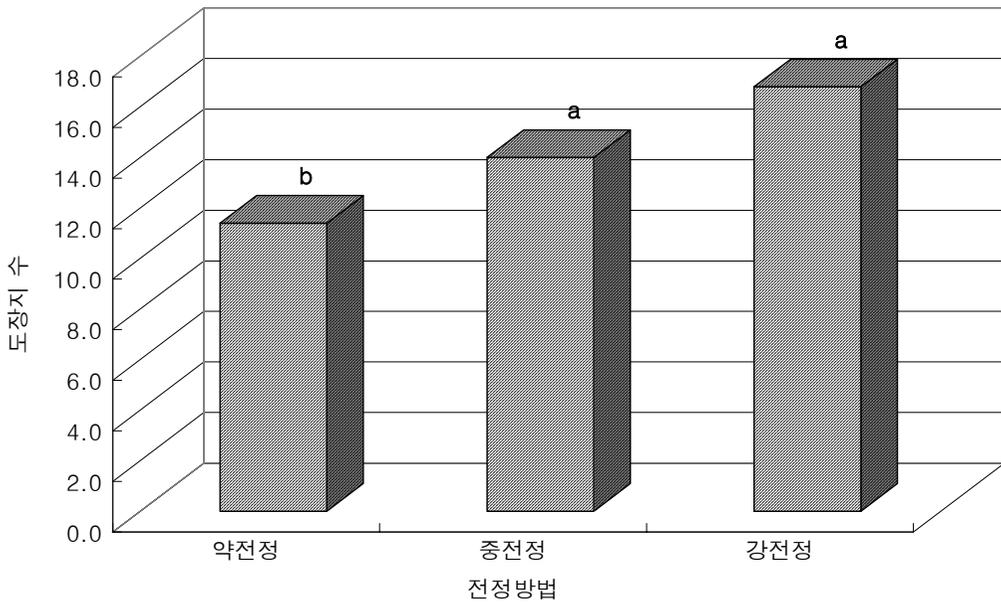
약전정은 주지에 대하여 절단전정을 시행하지 않았으나 중전정과 강전정은 주지에 대한 절단전정을 시행하였다. 상기 신초 발생량의 차이는 절단전정의 유무에 의하여 발생된 것으로 판단되었다. 즉, Forshey 와 Marmo (1985)의 보고에 의하면 절단전정에 의하여 측지의 발생이 촉진되었다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였는데 이는 절단전정으로 인하여 주지 정부에서 생성되어 하향이동 하면서 측지의 발생을 억제시키는 동화물질(auxin)을 제거함으로써 발생된 결과로 추측되었다. 또한 Forshey 와 Elfving (1976)은 비록 절단전정 정도가 증가할수록 신초의 생장이 왕성해진다고 하였지만 본 연구결과 절단전정이 측지 또는 신초의 성장을 촉진시키지만 이에 절단전정의 정도는 관여하지 않은 것으로 보였다. 즉, auxin의 제거는 그 양의 다소에 관계없이 측지발생을 촉진시키는 것으로 보였다.

한편 전정방법별 나무생장의 균일성을 조사한 결과 약전정으로 수형을 구성한 나무는 83.5%의 높은 신초 정지율을 보였으나 강전정으로 수형을 구성한 나무는 35.7%의 낮은 신초 정지율을 보였다. 중전정의 나무는 50.0%의 신초 정지율을 보여주어 약전정 나무보다는 낮지만 강전정 나무보다는 높은 신초 정지율을 나타내었다. 따라서 절단전정의 정도가 증가할수록 나무생장의 균일성은 저하되는 것으로 보이며 이는 Sansavini 와 Musacchi (1994)는

강한 절단전정에 의하여 나무의 2차 생장이 촉진됨을 보고한 내용과 유사하였다.

따라서 전정방법의 차이에 의한 신초생장의 조사결과를 종합하면 절단전정은 측지발생을 촉진하며 절단전전의 정도가 증가하게 되면 신초의 2차 생장이 발생하여 신초의 균일도가 저하되는 것으로 이해할 수 있었다 (표 2-13).

다음으로 전정방법의 차이가 도장지 발생에 미치는 영향이 비교되었으며 그 결과는 다음과 같다 (그림 2-6)



<그림 2-6> 배나무 전정방법별 도장지 발생량 비교

주지의 속음전정을 최소화하고 일체의 절단전정을 시행하지 않은 약전정으로 수형을 구성한 나무는 11개 정도의 도장지만을 발생시켰으나 주지를 솎아낸 후 잔존주지의 선단을 제거하는 절단전정을 시행한 나무는 절단전정 정도에 관계없이 14개 이상의 도장지를 발생시켜 약전정의 나무보다 많은 결과를 보여주었다. 따라서 전정의 정도가 증가하게 되면 도장지의 발생 역시 증가하는 것으로 보이며 특히 절단전정의 시행이 가장 촉진시키는 것으로 판단되었다. 따라서 도장지의 발생을 억제시켜 수관의 내부환경을 조절하기 위해서는 절단전정의 시행을 피해야 할 것으로 생각되었다.

전정방법에 따른 나무생리의 변화를 보다 상세히 살펴보기 위하여 나무별 엽발달을 비교하여 보았으며 그 결과는 <표 2-14>와 같이 나타낼 수 있다.

<표 2-14> 배나무 전정방법별 엽발달 비교.

전정방법	주당 엽수	주 당 총엽면적 (m ²)	평균 엽면적 (cm ²)	과실당 엽수	과실당 엽면적 (cm ²)
약전정	943.3 ab	4.95 b	52.5 a	35.9 b	1,883.0 b
중전정	828.7 b	4.33 b	52.3 a	29.1 b	1,520.7 b
강전정	1,171.9 a	5.90 a	50.4 a	57.4 a	2,895.3 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

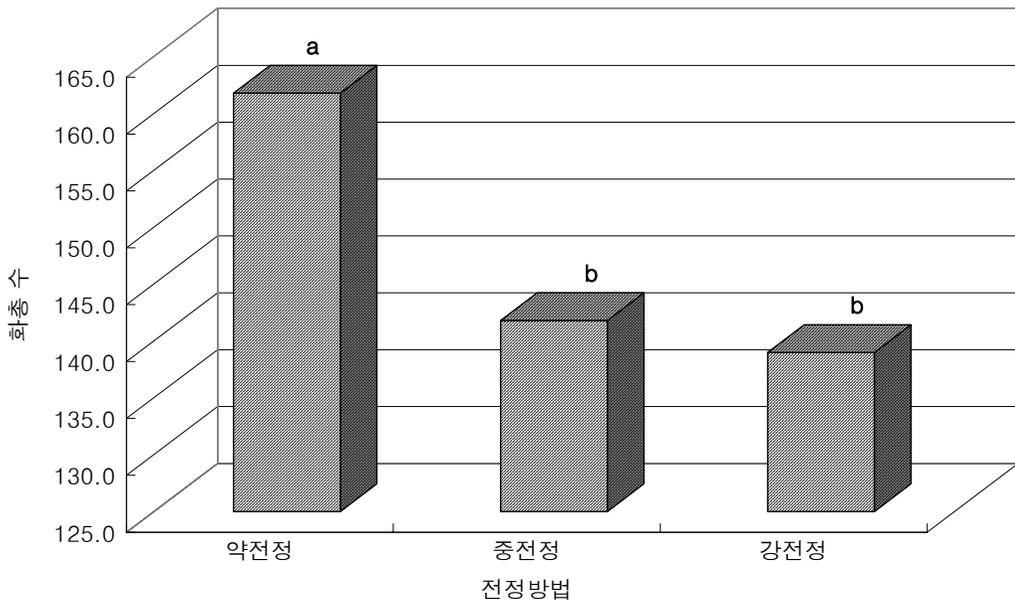
나무에 대한 전정방법을 상이하게 하였을 경우 발생된 엽의 면적은 변하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 한 나무에서 발생된 엽을 모두 수거하여 계수한 결과 강전정으로 수형을 구성한 나무가 1,171.9 매의 엽을 발생시켜 가장 많은 엽을 발생시켰고 약전정과 중전정으로 수형을 구성한 나무는 그 보다 적은 엽을 발생시켰다. 한 나무에서 발생된 모든 엽을 수거하여 각각의 엽면적을 측정된 후 모두 합하여 비교한 결과의 비교에서도 엽수비교와 유사한 경향이 나타나 강전정으로 수형을 구성한 나무의 총 엽면적이 5.90m²인 것에 비하여 중전정과 약전정으로 수형을 구성한 나무의 총 엽면적은 각각 4.33m²와 4.95m² 이었다.

착과된 과실의 발달을 위하여 엽으로부터 동화산물을 공급하는 것은 필수적이다. 그러나 과도한 엽 발생은 오히려 수관 내부의 환경을 불량하게 만들며 또한 과실의 발달을 위하여 소비되어야 할 양분을 소비하게 됨으로서 과실과의 양분경합이 발생하게 된다. 따라서 본 시험에서는 한 개의 과실을 발달시키기 위하여 소비된 엽수를 조사하여 비교하여 보았다.

약전정과 중전정으로 수형을 구성한 나무는 35.9 매를 엽을 발생시켜 1,883.3cm²의 엽면적을 확보한 후 또는 29.1 매의 엽을 발생시켜 1,520.7cm²의 엽면적을 확보한 후 한 개의 과실을 발달시킨 것에 비하여 강전정으로 수형을 구성한 나무는 57.4 매의 엽을 발생시켜 2,895.3cm²의 엽면적을 발달시킨 후 한 개의 과실을 발달시켜 전기 두 나무들에 비하여 높은 엽과비를 보였다. 앞서 시행한 시험에서 하나의 과실을 발달시키기 위한 적정 엽수로 30 매 또는 40 매 정도였음을 지적한 바 있다. 따라서 약전정과 중전정으로 수형을 구성한 나무는 비교적 적정 엽과비를 보인 것으로 판단되었으나 강전정의 나무는 과도한 엽과비를 보였다.

따라서 강한 절단전정은 나무의 영양생장을 촉진시켜 많은 측지가 발생됨으로 엽수가 증가한 반면 착과 수의 감소로 인하여 엽과비가 증가한 것으로 추측할 수 있었다 (표 2-14).

지금까지 전정방법을 달리 하여 수형을 구성한 후 신초와 도장지 그리고 엽발달의 차이를 비교하여 보았다. 이후는 전정방법에 따른 나무의 생산성의 차이에 관하여 고찰할 것이며 우선 <그림 2-7>은 전정방법의 차이에 따른 화총 수의 변화를 비교한 결과이다.



<그림 2-7> 배나무 전정방법별 화총 발생량 비교

주지에 대한 최소한의 솎음전정만 실시한 후 일체의 절단전정을 시행하지 않았을 경우 한 나무에서 160개 이상의 화총이 발생하는데 비하여 주지를 솎음전정 한 이후 잔존 주지에 대한 절단전정을 시행한 나무는 모두 145개 미만의 화총이 발생하였다.

Lee 와 Kwon (1994)은 절단전정에 의하여 화아가 증가할 수 있다고 하였다. 그러나 이미 Barden 등 (1989)이 전정 정도와 화총 발달량간에는 역의 상관관계가 존재한다고 보고한 바 있으며 이후 Sansavini 와 Musacchi (1994) 또한 화아의 발달은 나무 영양생장과 경쟁관계에 있다고 보고하였다.

본 시험결과 우선 절단전정을 시행한 나무는 솎음전정만 시행한 나무에 비하여 적은 화총

발생량을 보였다. 따라서 절단전정이 화아발생을 억제시킨다는 보고와는 잘 일치하였으나 절단전정 정도를 달리하여 시행한 중전정과 강전정으로 수형을 구성한 나무간에는 화아발생에서 차이를 보이지 않았다. 즉, 절단전정은 그 정도에 관계없이 화아발생을 억제시키는 것으로 나타났다. 따라서 신초의 선단부를 제거하는 것은 잔존부위의 화아발생을 억제시키는 것으로 나타났다. 단지 그것이 선단부위 동화물질(auxin)을 제거함으로써 잔존부위에서 측지가 발생함으로 인하여 저장양분이 신초의 발생에 소비됨으로 인하여 화아발생이 저하된 것인지 또는 신초 내 전반적으로 산재되어 있는 또 다른 물질(ABA 또는 ethylene)의 제거로 인하여 화아의 발생이 억제된 것 이지에 대하여는 추후 더 상세한 시험이 수행되어야 할 것으로 생각되었다 (그림 2-7).

<표 2-15>는 나무에 대한 전정 정도의 변화가 수확과실에 미치는 영향을 비교한 결과로 한 나무에 대한 과실을 계수하고 수확과실의 모든 과중을 측정 한 후 이를 다시 단위면적 (ha)의 생산성으로 환산하여 비교하여 본 결과이다.

<표 2-15> 배나무 전정방법과실수량 비교.

내부각도	1 주		1 ha	
	과실수	수량(kg)	과실수	수량(ton)
약전정	26.3 a	22.1 a	43,815 a	36.8 a
중전정	28.5 a	23.1 a	47,481 a	38.5 a
강전정	20.4 b	15.8 b	33,986 b	26.3 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

나무에서 다수의 주지를 솎아낸 후 잔존하는 주지에 대하여 강한 절단전정을 시행한 나무는 20.4 개의 과실에서 15.8kg의 수량을 낸 반면 약전정과 중전정을 시행한 나무들은 각각 26.3 개의 과실에서 22.1kg의 수량을 그리고 28.5 개의 과실에서 23.1kg의 수량을 내어 전기 강전정을 시행한 나무에 비하여 많은 수량을 보였다. 이러한 경향은 단위면적에 대한 수량으로 비교한 결과에서도 동일하게 나타났다.

절단전정이 나무의 생산성을 저하시킨다는 것은 이미 여러 학자들에 의하여 다수 보고된 바 있다. 따라서 강전정으로 수형을 구성할 때는 화충의 발생량도 적었고 수확과실의 수량도 낮았다. 그러나 중전정을 시행한 나무는 화아발달량에서 강전정과 비슷한 수준이었으나

과실의 수량비교에서는 많은 결과를 보여주었다. 따라서 절단전정에 의하여 화충 수가 다소 감소하였다 하더라도 이미 필요한 만큼의 화충이 확보되었다면 이후 적절한 나무의 관리에 따라 수량의 저하가 발생하지 않을 수도 있음이 관찰되었다 (표 2-15).

다음의 결과는 나무에 대한 전정 정도를 달리하여 나무를 달리 하였을 경우 수확과실의 품질차이를 비교한 결과이다 (표 2-16).

<표 2-16> 배나무 내부각도별 과실품질 비교.

내부각도	과고(cm)	과경(cm)	과중(g)	당도 (。 Bx)	경도(kg/5mm Ø)
약전정	10.40 a	11.32 a	839.9 a	11.5 a	1.21 a
중전정	10.06 a	11.27 a	809.5 ab	11.0 a	1.18 a
강전정	10.34 a	10.75 b	773.3 b	11.5 a	0.98 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

수확과실의 크기를 비교한 결과 전정방법에 따른 과고의 차이는 관찰되지 않았다. 그러나 강한 전정으로 수형을 구성한 나무는 10.75cm의 좁은 과경을 보였고 과중 또한 773.3kg으로 가벼웠다. 즉, 전정방법의 차이는 착과 시기에는 영향을 미치지 못하였지만 이후 진행되는 과실의 세포분열을 저하시켜 과중의 증가가 저하된 것으로 볼 수 있었다. 따라서 전정방법에 의하여 초기 과실의 상태에서는 차이점이 발견되지 않더라도 이후 성장에서 차이가 발생하므로 절단전정은 과실의 크기를 저하시키는 것으로 볼 수 있었다.

한편 과육의 당도와 경도를 비교한 결과 당도에서는 전정방법간에 차이가 없었으나 경도를 비교한 결과 강전정을 시행한 과실의 경도가 낮았다. 이 역시 과실의 착과 이후 충분히 과육이 비대하지 못하여 발생한 결과로 볼 수 있었다 (표 2-16).

이상으로 전정정도가 배나무 엇갈림부채꼴 수형관리에서 나무생장과 결실에 미치는 영향을 비교하여 보았다. 절단전정은 그 정도에 관계없이 측지를 발생시키고 화아 발생을 감소시키는 것으로 나타났다. 따라서 나무의 균형적 발전과 충분한 화아의 확보를 위하여 절단전정은 회피하여야 하지만 경우에 따라 다수의 신초가 필요할 시 절단전정을 시행하여야 할 경우 이후 적절한 수세관리를 지속한다면 수량의 감소는 발생하지 않을 것이다.

라. 엇갈림부채꼴 배나무의 재배방법 연구

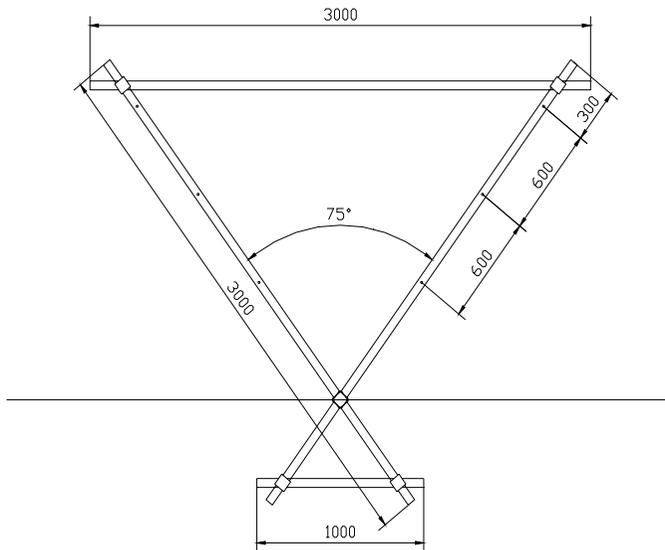
국내에서 현재 이용되고 있는 배나무 밀식재배 방법 중 점유율이 높은 Y자형과 평덕식에 대하여 발생하는 문제점을 나무생리에 기초하여 살펴보았다. 또한 기존수형의 대체수형으로 엇갈림부채꼴을 연구하였다.

기존수형은 수형 완성까지 오랜 시간을 요구하며 또한 수형 완성기에 이르면 과번무 현상이 발생하여 간벌이 불가피 하였다. 엇갈림부채꼴은 조기 다수확이 가능하며 재식 후 5년차에 이르면 수형구성이 완성되어 나무 자체의 최대수량의 수확이 가능하였다.

이후 엇갈림부채꼴에 대한 재식부터 수형 완성까지 중요 사항에 대하여 각 부분별로 서술하고자 한다.

1) 유인틀의 설치

‘신고’ 배나무를 엇갈림부채꼴로 재배하기 위한 유인틀의 모습은 <그림 2-8>과 같으며, 이 유인틀을 이용하여 3,000평의 과원을 조성하는 내역은 <표 2-17>과 같다.



<그림 2-8> 엇갈림부채꼴의 재배를 위한 유인틀

<표 2-17> 엇갈림부채꼴 표준과원 1 ha 개원 시 예상 시설경비 내역

품 명	수량	단위	비 용		계
			재료비	노임	
외곽지주	56	식	40,320	42,984	4,665,024
내부지주	84	식	19,452	21,492	3,439,296
피복철선 및 기타	28	식	147,720	65,016	5,956,608
합 계			8,028,048	6,032,880	14,060,928

※ 엇갈림부채꼴 유인틀용 부품표

품 명	규격	단위	비용		계
			재료비	노임	
농용 파이프	40A	m	1,489	1,772	3,261
하우스 크래프		개	1,500		1,500
U 크래프		개	1,000		1,000
하우스 크립		개	180		180
코팅 철선	마심 6mm	m	360	258	618
턴버클		개	4,350		4,350
볼트		개	82		82
너트		개	47		47
와이어 크립		개	200		200

자료 : 2003년 물가자료, 물가정보

※ 엇갈림부채꼴 유인틀 부품별 인건비 산출 기준

품 명	단위	인부내역	공수	노 임	
				일 공	소요임금
철제 가공	ton	- 철골 숙련공	12.57	60,700	762,999
		- 비계공	3.00	66,225	198,675
		- 일반인부	0.30	33,323	9,996
1m 당 농용 파이프 가공비용				1,772	
철골 조립	ton	- 철골 숙련공	0.18	60,700	10,926
1m 당 농용 파이프 조립비용				19	
철선 끌기	100 m	- 전기공	0.40	48,079	19,231
		- 일반인부	0.20	33,323	6,664
1m 당 유인철선 조립비용				258	

자료 : 시설공사 표준 품셈표

그림은 본 시험의 연구결과 ‘신고’ 배나무에 대하여 가장 적합하다고 판단되는 유인틀의 모습이다. 제작 시 유의할 점은 아래와 같다.

- ① 방조망 설치를 감안하지 않는다면 양쪽 지주의 길이는 3m가 적합하였다.
- ② 내부각도가 75. 가 되도록 교차시키고 교차점 위치는 짧은 쪽 끝에서 50cm 내지 70cm가 되도록 한다. 상부와 하부에 파이프를 연결하여 유인틀의 형태를 고정시켰다.

단, 내부각도는 품종의 변화에 따라 달라질 수 있다.

③ 유인철선은 상부에 치우치도록 하여 하부에 작업자의 이동이 자유롭도록 하였다.

한편 그림과 같은 유인틀을 상기 유의점에 맞추어 재식거리 6m×1m인 3,000평(1 ha)의 과수원을 조성할 때 예상되는 소요비용을 현장조건에 맞추어 산출한 결과는 아래와 같다.

① 재식거리가 열간거리 6m, 주지거리 1m이므로 유인틀은 6m의 간격으로 주지를 따라 10m 마다 설치한다.

② 외곽지주는 전체 틀을 지탱해야 하므로 별도의 지지대를 설치하여야 한다.

상기 기준에 의하여 3,000의 과원을 조성하게 되면 1,400 만원의 비용이 소요되는 것으로 추측되지만 이는 평지를 기준으로 하였기 때문에 현지 여건에 따라 비용의 가감이 발생할 수 있다. 또한 본 내역은 정부 노임단가, 품셈 기준표 그리고 물가자료에 근거하여 산출하여 공정성을 기하였다.

이후 서술은 상기 기준에 의하여 배 엇갈림부채꼴의 과원을 조성한 후 과원의 포장이용과 수형관리에 관한 것이다.

2) 과원 포장관리

<사진 2-14>는 배 엇갈림부채꼴을 모범적으로 관리하여 수관면적이 넓음에도 불구하고 열간에 수광과 통풍을 위한 충분한 공간이 있음을 보여주는 모습이다.

열간에 3m 정도의 노출공간이 존재함으로써 병충해가 감소되며 농약작업으로부터 작업자를 보호할 수 있었다. 특히 아래 사진의 과수원은 2002년과 2003년 연속하여 수확기에 태풍이 내습하였음에도 불구하고 나무를 유인틀에 단단히 고정시켰고 넓은 열간공간으로 인하여 태풍의 잔량이 적어 피해율은 극히 적었다.



<사진 2-14> 넓은 열간공간을 유지하는 과원 전경
(2003년 6월 충남 온양, 李在榮 원도)

<사진 2-15>와 <사진 2-16>은 수관 내부를 전체와 근접 촬영한 모습이다. 보이는 바와 같이 수관 내부의 작업이 가능하여 작업효율의 증대되었으며 수관내부에 도장지 등에 의한 과번무 현상이 나타나지 않았다. 이로 인하여 충분한 수광이 가능하였으며 또한 병충해의 피해가 감소하여 전반적인 농약 살포회수도 감소하였다.

일부에서 상기와 같은 방법으로 배 과원을 경영할 경우 열간거리를 보다 좁힐 수 있다고

전언하는 바 이는 고려의 가치가 있다고 판단되었다.



<사진 2-15> 수관 내부공간이 개방되어 수관 내 작업이 가능함.
(2003년 6월 충남 온양, 李在榮 원도)



<사진 2-16> 수관 내부공간이 개방되어 채광조건이 양호한 모습
(2003년 6월 충남 온양, 李在榮 원도)

3) 엇갈림부채꼴의 수형관리방법

<사진 2-17>과 <사진 2-18>은 품종별로 적정 내부각도를 비교한 후 각 수형 별 적정 내부각도를 선정한 결과이다.

<사진 2-17>은 ‘신고’ 배나무를 엇갈림부채꼴로 재배하는 모습으로 수관 내부각도는 75.에서 90. 사이로 조절하여 재배하는 모습이다.

앞서 시험한 바와 같이 ‘신고’ 배나무는 내부각도가 이보다 넓을 경우 수관 내 과번무가 발생하였으며 내부각도가 이보다 좁을 경우에는 수세가 특정 주지로 집중되어 수관의 확장이 지체되었다.

한편 ‘원황’ 배나무에 대하여 적정 내부각도를 시험한 모습은 <사진 2-18>과 같다.

‘원황’ 배나무의 나무 특성상 적은 가지를 두어야 하지만 세력이 약화되었을 때 대체지로 교체가 빨라야 하였다. 따라서 다수 도장지를 발생시킨 후 발생 초기에 대부분을 제거하고 남은 도장지를 익년 결실지로 이용하는 방법이 바람직 한 것으로 판단되었다.

<사진 2-19>와 <사진 2-20>은 ‘신고’ 배나무를 엇갈림부채꼴로 재배할 때 내부각도를

75. 로 조절하고 약전정 또는 중전정으로 수형을 구성한 모습이다. 그 중 <사진 2-19>는 한 나무에 대하여 10여 개의 주지를 발생시켜 재배하는 모습이고 <사진 2-20>은 한 나무에서 5개 정도의 주지를 발생시킨 후 재배하는 모습이다.

한 나무에서 주지를 10개 정도 남긴 결과 한정된 공간에 주지가 밀생 하여 수관 내부환경이 불량해 지는 것이 관찰되었다. 반면 한 나무에서 주지를 5개 내지 7개 정도를 발생시켜 재배하는 경우 할당된 공간을 수관이 빠르게 점유하였으며 점유된 공간 내에서 최대의 수량이 생산되는 것이 관찰되었다.

따라서 ‘신고’ 배나무를 엇갈림부채꼴로 재배할 때는 수형구성 완성시기를 재식 후 5년차로 간주하여 재식 후 5년이 되면 1년생 주지부터 5년생 주지가 한 수채 내에서 공존하도록 한다. 이후 6년차부터는 세력이 강한 도장지를 7월 초순까지 성장시킨 후 유인시켜 익년의 주지 예비지로 남겨둔다. 동계전정 시 가장 노후 된 주지를 제거하고 남겨둔 예비지로 이 제거되는 주지를 대신하게 한다.

상기와 같은 방법으로 ‘신고’ 배나무의 수형을 구성하면 항상 유년성이 유지되는 나무를 관리할 수 있을 것으로 기대되어 진다. 단, 남겨지는 주지의 수와 내부각도는 품종에 따라 달라져야 함을 재차 지적하는 바이다.



<사진 2-17> '신고' 배나무의 엇갈림부채꼴 표준 수형 재배모습
(2003년 7월 전남 나주, 李在榮 원도)



<사진 2-18> '원황' 배나무의 엇갈림부채꼴 표준 수형 재배모습
(2003년 6월 충북 영동, 李在榮 원도)



<사진 2-19> 적정 주지 배치에 의한 수관구성 모습
(2003년 6월 경기 안성, 李在榮 원도)



<사진 2-20> 적정 주지 배치로 결실량을 조절한 모습
(2003년 6월 충남 온양, 李在榮 원도)

제 4 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

1. 목표의 달성도

표 1에서와 같이 2000-2003년에 걸쳐서 8개의 시험 항목을 차질없이 수행하였다. 따라서 달성도는 100%가 된다.

<표 4-1> 계획시험항목과 달성도

구분	시험항목	달성도
사과	○ 기성일반 사과원의 하수형 전정 실용화 기술 개발	100
	○ 기성 왜성사과나무의 하수형 전정 실용화 기술 개발	100
	○ 신규 왜성사과원의 하수축형 실용화 기술 개발	100
	○ ‘후지’/M.9 자근 대목묘 1년생을 이용한 하수축형과 세장 방추형간의 비교시험	100
배	○ 최초 엇갈림 부채꼴 수형과 다양한 Y자 수형과의 비교	100
	○ 변칙 엇갈림 부채꼴 수형의 관리개선	100
	○ 엇갈림 부채꼴, Y자형, 개심자연형 동일포장 비교시험	100
	○ 재식 당년부터 유인하는 엇갈림 부채꼴, Y자형 비교시험	100
계	8항목	100

2. 관련 분야의 기여도

FAO 2002년의 통계자료에 의하면 우리나라는 사과의 경우 New Zealand의 40.2%인 ha당 15.3ton, 배의 경우 역시 New Zealand의 41.5%인 ha당 16.3ton을 생산하는 생산성이 극히 낮은 실정이다. 그러므로 현 WTO 체제에서 국제경쟁력을 갖추려면 수량 증가와 품질향상이 시급하다. 사과의 하수형 전정의 실용화 기술개발로 우거진 과변무한 사과원에 한꺼번에 2m의 열간공간을 조성하는 단축전정을 실시하고 가지의 하수유인을 하면 3년만에 수량이

무단축한 나무와 함께 되면서 착색이 좋아지는 사과와 다수확이 가능하다. 사과재배농가, 전공학자의 연구대상으로 기여할 수 있겠다.

현재 국내의 배 재배과원들 중 점유율이 높은 평덕식과 Y자형은 재식 후 일정기간 후에는 필히 간벌을 시행하여야만 한다. 이는 나무생리에 대한 이해 없이 단지 재배적 방법에 의존하였기 때문이기도 하지만 배나무의 나무생리 자체가 소식거목의 습성을 지니고 있기 때문이기도 하였다.

본 연구결과 1996년에 조성된 과원을 현재까지 과원임에도 불구하고 지금까지 과번무현상의 발생이 없었으며 그로 인하여 간벌의 시행 역시 필요하지 않았다. 또한 수세의 관리방법이 용이하였을 뿐만 아니라 수형구성 방법 또한 용이하였다. 따라서 과원경영에 있어서 관리노력의 절감이 예상되었다.

한편 엇갈림부채꼴과 기존 수형들간의 재식 연차별 수량을 비교한 결과, 재식 후 5년차에 이미 ha 당 48ton의 수량을 보인 반면 Y자형과 평덕식의 수형은 35ton 과 22톤에 불과하였고 또한 엇갈림부채꼴은 재식 후 6년차에 이르면 목표수량에 이른 반면 기존수형은 아직 목표수량에 미치지 못하였을 뿐만 아니라 이 시기에 이미 과번무가 발생하여 간벌작업의 시행이 요구되어지기 시작하였다. 따라서 재식 7년차의 수량결과를 수치적으로 비교하여 보면 엇갈림부채꼴은 ha 당 80.3ton을 생산하여 Y자형이 단위면적에서 67.1ton인 것에 비하여 119%의 증수효과가 있었으며 평덕식의 40.7ton에 비하여 197% 즉, 약 두 배의 증수효과가 실증되었다.

기존수형에 대한 엇갈림부채꼴로의 전환방법을 제시하기 위하여 Y자형에 대하여는 Y형 부채꼴을 고안하였고 평덕식 수형에 대하여는 수정부채꼴 수형을 제안하였다. 두 수형 모두 재식 후 5년차까지는 기존수형의 재배방법에 따라 수형을 구성하였지만 이후 본 연구진이 제시하는 방법으로 수형구성 방법을 전환하였다.

비록 수형전환 2년차까지 수치적인 증수효과는 나타나지 않았지만 투입노동력의 감소와 간벌로 인한 손실은 줄일 수 있었다.

추가로 본 연구가 시행중인 2000년부터 2003년까지 4년간 과실 비대기부터 수확기에 이르기까지 태풍을 포함한 기상재해에 의한 과원피해가 빈발하였다. 특히 Y자형과 평덕식 수형은 과원 전체를 하나의 틀로 연결하는 구조이기 때문에 태풍에 의한 피해가 특히 심각하였다. 그러나 엇갈림부채꼴의 경우, 열간에 통풍을 위한 충분한 공간이 있었으며 또한 수관 내부에도 통풍공간이 존재하여 태풍에 의한 피해를 최소화할 수 있었다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

○ 사과나무의 하수형 전정으로 사과 성목원의 생산성을 높이는 기술과 배나무 엇갈림 부채꼴의 정지전정 기술로 배 재배인의 소득증대를 위한 기술의 보급에 대하여 농진청, 농협 등의 관계기관과 연대하여 강습회, 책자발간등으로 노력한다.

○ 학술적으로 중요한 기술은 한국원예학회지나 미국원예학회지등에 게재를 추진한다.

○ 이번의 연구에 대하여 이미 발표된 내용은 표 5-1과 같다.

<표 5-1> 국내외 학술지에 발표한 이 연구관련자들의 이 연구와 관련된 발표내용 일람표

제목	발표학술지	발표자	이 연구 관련 내용
Growth and cropping evaluation of some popular training systems for oriental pear cv. 'Niitaka' (<i>Pyrus pyrifolia</i>)(영문)	On site program XXVIth International Horticultural Congress & Exhibition(IHC 2002) Metro Toronto Convention Centre August 11-17, 2002 376page	정재훈, 이재영, 김용구, 한현희, 이창호	이 연구의 제 2세부과제인 엇갈림 부채꼴의 수량, 품질, 수세안정의 면에서 Y자형보다 우수함을 소개
Opening-up of light penetrating alleyway and tying down of slanting branches enhanced fruiting and furit quality in an over-crowded and m a t u r e 'Fuji'/MM.106/seedling tree orchard(영문)	한국원예학회 원예과학 기술지 제 21권 별 회(2003년 5월) 63page	김용구, 류종현, 한현희, 이창호, 양상진, 지용주, 권규상, 장주덕	이 연구의 제 1과제인 기성사과원의 하수형 전정 실용화 기술개발의 주요 내용중 가지의 선단을 자르거나 단축하지 않으면 하수형으로 변하고 과번무한 과원을 열간에 일광이 투입되는 하수형과원으로 조성하자면 일시에 2m의 공간조성이 유리함을 보고

○ 박사학위 논문 작성 지원 1명

학위논문 작성자 : 경희대학교 대학원 이재영

학위논문 제목 : Comparative studies on training and pruning methods for Asian pear(*Pyrus pyrifolia* cv.Niitaka) orchards(영문), 99 page

학위논문 연구기간 : 2000년 3월 - 2002년 12월

학위논문 수여일 : 2003년 2월

<표 5-2> 이번 연구와 관련된 연구이전 및 연구이후의 국내외 발표, 기술교육 내용 일람표

책자명	발표일시	발표장소	주최	후원	참석인원
배나무 엇갈림 부채꼴 재배 평가회	1999.10.1	경기도 이천시 호법면 주박리 명제영씨 과원	경희대 과수학 연구실	월간 새농사	전국일원 약 300명
기성(既成)사과원의 수량과 품질을 어떻게 획기적으로 높일 것인가?(현장토론회)	1999.10.23	충북 충주시 신니면 마수리 정낙진씨 과원	경희대 과수학 연구실	과수묘목 생산업체 충립농원	전국일원 약 80명
사과나무와 과실을 세계 제일로 가꾸는 농사법	2001.2.19	충주시 농업기술센터	농협중앙회		충주지역 사과재배 농업인 약 300명
“사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술개발” 현장 평가회	2002.11.1	충주시 주덕읍 신양리 권규상씨 과원	경희대 과수학 연구실		학계, 관련공무원, 농민 등 약 50명
“수량 30%이상 늘고 품질 향상” 사과 하수형 전정법 현장 평가	2002.11.27	농문신문	농민신문사		농민신문 발표
하수형으로 바꾸면 사과생산량 “4배 증가”	2002.12.11	원예산업신문	원예산업신문사		원예산업신문 발표
“사과나무 하수형 전정방법 실용화 기술개발” 2003년 하수형 전정방법 및 토론회	2003.1.10	충주시 주덕읍 신양리 권규상씨 과원	경희대 과수학 연구실		관련학계, 공무원, 농민 등 약 60명

“수량 30%이상 늘고 품질 향상”

사과 하수형 전정법 현장평가

사과 하수형 전정법이 새롭게 주목받고 있다. 경북대 생명과학부 과수학연구소 김용구 교수는 최근 5년간 일본 사과원을 대상으로 3년간 하수형 전정법 실시한 결과 생산량이 높아지고 품질이 크게 향상되는 효과가 있었다고 밝혔다.

김교수가 2000년부터 농림부 농림기술개발 과제도 시행한 하수형 전정법은 그동안 못지않은 생산량이 떨어지는 사과나무에 적당한 경우 수확량과 상품성을 확

정할 때가 관하는 나무까지 일부가 떨어지고 원가지 아래에 드물게 자라는 가지가 많이 발생해 ‘베어바리크로 변태’가 “그러나 김교수에 따르면 최근 5년간 하수형 전정법 실시한 결과 나무새끼의 줄기를 전도로 최대의 단과를 결 과를 얻었다”고 밝혔다.

김교수가 원래의 오래 된 사과 나무에 시행한 하수형 전정법은 나무 밑간에 3m의 공간을 확보한 뒤 가지 제거 면적은 나무 아래로 30cm 정도는 남겨두고 원가



사과 하수형 전정법을 시행할 경우 수량이 늘고 최대도 향상되는 효과가 있는 것으로 나타났다. 사진은 하수형 전정법으로 키른 농가의 사과나무.

원가지 연평균 30%이상 줄고 아래 유인

꽃자랑 좋고 햇빛 잘받아 색갈 좋아져

거까지도 늘릴 수 있는 것으로 밝혀지고 있다.

일본 과수학회(총회 총무) 수확물 생산량의 17%를 사과 나무 과중에 이 전정법을 도입한 결과 실습이 아주 좋았으며, 나무 한그루당 평균 130kg 수확에서 3년 후인 올해 180kg에 수확이 수량이 30%나 증가한 것으로 밝혀졌다. 또 과실 외관도 상품성이 높을 정도로 향상된 것으로 나타났다.

관하는 최근 자신과 농장에서 재배한 사과나무에서 “하수형 전

정법”은 원가 무인하는 방법. 나무 사이의 공간 확보 할 때 꽃자랑 가지를 그늘 등 해 원가지 선단부만 가지 채수 유인하는 방법 뿐이다.

이 전정법의 공명점은 원가지 연평균의 선단부만 절단하지 않고, 풍순이 약 원가지 연평균이 계속 저하되도록 관리하는 것이다.

이렇게 하면 3~4년 후부터는 자연스럽게 원가지 연평균에 달한 줄기는 원가지에서 잘라내는 것이 원상과 결실하게 된다는 것

이다. 또 나무까지 선단부까지 원수형상의 원형으로 유지되는 것이 원상과 나무가 일조를 증진시킬 수 있다는 것이 김교수의 주장이다.

이전 평가회에서 김교수는 “오래 된 과원을 하수형 전정으로 생산량 증가 수확 향상은 물론 과실이 착색도가 원가지 향상되는 것을 확인했다”며, “기계가 되면 연지(내파)나 수확량 등을 고려할 때 나무 밑간에 3m 정도의 공간을 확보하는 것이 관할에 따른 유익한 것으로 밝혀졌다”고 밝혔다. 0020-021-0010

(농수·박종환)

나무 연동까지 잘부분

아래로 치지도록 관리

◆하수형 전정법=이 과나무는 주시농가(가)의 원가지 밑을 한눈에 보아도 원수형의 밑이 없게 되어 수확량이 30%나 늘었다. 원수형의 밑이 없게 되어 수확량이 30%나 늘었다. 원수형의 밑이 없게 되어 수확량이 30%나 늘었다.

·칼질 / 김용구 경북대 과수학연구소 교수

“잔손 많이안가고 파일 상품성 좋아 생산성 떨어지는 과원 도입 해볼만”

—하수형 전정법을 도입하고

—하수형 전정 사과 생산국은 두

는 수량이 부지기 되기에 시행

—하수형 전정 사과 생산국은 두



도를 늘릴 수 없었다.

그러나 이 전정법은 원가지

연평균과 부수지 연평균, 원가

지 연평균을 그대로 두고 절

단한 가지만 가지에서 솟아오른

뿐만 그 이들에 결실하게 되면서

일일도 다해 줄이게 된다.

—하수형 전정법의 의미는

◆하수형 전정법은 하수형 전정

법 전정법을 하게 있게 시골한

공식평가회이다. 전정 실시후

에서도 최대의 10%가 과수형

수확이 30%나 늘었다. 수확량

부수하고 풍자과 생산량이 떨어

지는 과수 원가 절감에 의한 것

일 것이라는 평가였다.

—하수형 전정법

◆하수형 전정법은 하수형 전정

법 전정법을 하게 있게 시골한

제 6 장 참고문헌

- Barden, J.A., T.B.G. DelValle and S.C. Myers. 1989. Growth and fruiting of Delicious apple trees as affected by severity and season of pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114:184-186.
- Barritt, B. H. 2003. Seleting the components of an apple orchard system. *Apple orchard systems, International Dwarf Fruit Tree Association, Compact Fruit Tree vol.36 Special Issue 3-6.*
- Barritt. H.B. 1992. Pruning and Training. *Intensive Orchard Management, Good Fruit Grower.* p.13-16.
- Chalmers, D.J. 1986. Research and progress in cultural systems and management in temperate fruit orchards. *Acta Horticulturae* 175:215-225.
- Crappadelli, L. C. 2003. Light relations. *Apples-Botany, production and uses, CABI publishing* pp.195-202.
- Elfving, D.C. and C.G. Forshey. 1976. Growth and fruiting responses of vigorous apple branches to pruning and branch orientation treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:290-293.
- Forshey, C.G. 1982. Effects of fruiting, pruning, and nitrogen fertilization on shoot growth of Empire apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:1092-1097.
- Forshey, C.G., D.C. Elfving and R.L. Stebbins. 1992. *Training and pruning apple and pear trees. American Society for Horticultural Science, Alexandria, Virginia.*
- Greene, D.W. and W.J. Lord. 1983. Effects of dormant pruning, summer pruning, scoring, and growth regulators on growth, yield, and fruit quality of Delicious and Cortland apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:590-595.
- Han, H.H. and Y.K. Kim. 2000. Relationship between angles and tree growth and flowering in Fuji apples on M.26 rootstocks. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 18:149.
- Han, Hyun-Hee. 1999. Effects of training angle and season on growth and fruiting in 'Fuji'/M.26 apple trees. Graduate school of Kyung Hee University, Master of Science Thesis p.12-26.
- Han, Hyun-Hee. 2003. Effects of branch training angles on vegetative and reproductive

- growth in 'Fuji' apple trees. Graduate school of Kyung Hee University, ph.D. thesis p.18-58.
- Hong, J.S., J.K. Kim, J.Y. Lee and C.J. Yun. 1996. Effects of shoot training angles on flower bud formation and fruiting in young Fuji apple trees on M.26 rootstocks. Horticulture Abstracts 14:170-171.
- Jung, H.W. 2001. Factors influencing lateral shoot development in Fuji/M.9 nursery apple trees. Ph.D. Diss., Kyung Hee Univ.
- Jung, J.H. and Y.K. Kim. 1993. Effects of pruning methods on the tree growth, yield and quality of fruits in dwarf apple trees (Fuji/M.26/*Malus prunifolia* seedlings): II. Effects of branch training angles toward the main stem. Horticulture Abstracts 11:206-207.
- Kim, J.H. 1994. Pear tree culture. Osung Press, Seoul.
- Kim, J.H., J.C. Kim, K.C. Ko, H.S. Park, K.R. Kim and J.C. Lee. 1990. Pruning and training, p. 128-155. In: Generals of fruit science, 5th ed. Hyang Moon Ltd., Seoul.
- 김성원. 1958. 이론실제과수전지론. p.162-166.
- Kim, Y.K. 1981. Growth response to different grafting and manipulating treatments in fruit trees. Ph.D. Diss., Univ., London.
- 김용구. 1996. 왜성사과 관리작업 기계화 적응형 수형개발. 기계화 적응형 과수 모델과 무인 로봇 개발. p.18-20.
- 김용구. 1999a. 기성사과원의 수량과 품질을 어떻게 획기적으로 높일것인가?(현장토론회).p.9.
- 김용구. 1999b. 우리나라 사과나무 전정방법의 불합리한 사례 및 문제점 개선책과 프랑스에서 개발된 하수축형(下垂軸形=Solaxe) 전정법의 요점. 전문가 초청 세미나 자료, 경기도 농업기술원 pp.9-22.
- 김용구. 2001. 사과나무와 과실을 세계제일로 가꾸는 방법. 주산지 현장 영농기술 <사과> (신지식농업기술교육교재 제 142호), 농협안성 교육원 pp.29-100.
- 김용구. 2002. 국제경쟁력 있는 왜성사과원 만들기과 나무 가꾸기. 원예기업론, 상록사 pp.67-81.
- 김용구. 2003. 사과수형별 생산량 조사, 무월 김용구 교수 정년퇴임 기념문집. p.765-768.
- Koike, H., S. Yoshizawa, and K. Tsukahara. 1990. Optimum crop load and dry weight

- partitioning in 'Fuji' apple trees. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:827-834.
- 정재훈. 1993. 왜성사과나무 전정방법이 나무생장, 과실의 수량 및 품질에 미치는 영향. 경희대학교 대학원 농학박사학위논문.p.45-46.
- Lauri, P. E. 2002. From tree architecture to tree training - An overview of recent concepts developed in apple in France. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 43:782-788.
- 이창호. 2003. '홍로' 사과나무의 주지연장지의 절단전정과 결과지 굵기에 따른 착과량이 수채생육과 과실품질에 미치는 영향. 경희대학교 대학원 농학석사학위논문, p.8-45.
- Lee, J.C. and O.W. Kwon. 1985. Effects of BA injection, heading-back and orientation of branch on stimulation of latent bud growth of Fuji apple trees. *Horticulture Abstracts* 3:66-67.
- Lee, J.Y. and Y.K. Kim. 1995. Effects of pruning methods on the vegetative and reproductive growth in Fuji apple trees on M.26 rootstocks. *Horticulture Abstracts* 13:382-383.
- Lee, Jae-Yong. 1995. Effects of pruning methods on the vegetative and reproductive growth in 'Fuji' apple trees on M.26 rootstocks. Graduate school of Kyung Hee University, Master of Science Thesis p.13-29.
- Lespinasse, J. M. 1981. Apple tree management in flat, vertical-axis and palmette forms, by cultivar fruiting type. Colloquium International Montreal(Canada), 21 August 1980. Scientific Symposium no.15, 1981 pp.103-130.
- Li, Z.L. 1984. Control of fruit tree vigor by pruning. *Acta Horticulturae* 146:227-285.
- Lombard, P.B. 1982. Special considerations in orchard design, training and pruning systems for pear trees. *Acta Horticulturae* 124:171-175.
- Lord, W.J. and R.A. Damon, Jr. 1983. Growth and fruiting responses of Redspur Delicious apple trees to pruning treatment. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:867-871.
- Loreti, F. and P.L. Pisani. 1992. Peach and nectarine training systems in high-density planting: new trends in Italy. *Acta Horticulturae*, 322:107-118.
- Meri, Didier, Remi Coudon. 2002. Pomme: La Conduite Avec Extinction(The journey with extinction). CIREA FRANCHEMONT, JOURNEE PORTES OUVERTES 8 AOUT 2002.p.4-9.
- Mika, A., M.J. Grochowska and A. Karaszewska. 1983. Effects of dormant and summer

- pruning, disbudding, and growth retardants on growth, flower bud formation, and fruiting of young apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108:655-660.
- Ministry of Agriculture, Forestry. 2002. The basic statistics of fruit growing. MAF, Seoul.
- Myers, S.C. 1990. Basic of training and pruning. *Compact Fruit Tree* 23:93-99.
- Robinson, T. L. 2003. Apple-orchard planting systems. *Apples* p.345-407.
- 류종현. 2002. 'Fuji'/실생 사과나무의 하수된 결과지 굵기에 따른 적정 착과량 구명. 경희대학교 대학원 농학석사학위 논문.p.6-44.
- Sansavini, S. and S. Musacchi. 1994. Canopy architecture, training and pruning in the modern European pear orchards: an overview. *Acta Horticulturae* 367:152-172
- Saure, M.C. 1992. Interference of pruning with endogenous growth control. *Acta Horticulturae*, 241-248.
- Wagenmakers, P. 1989. High-density planting system trial with per. *Acta Horticulturae* 243:303-307.
- Westwood, M.N. 1978. Tree training, Pruning. P.116-128, 157-168. In: *Temperate-zone pomology*. Freeman and Company, USA.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술 개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.