

발간등록번호

11-1543000-000810-01

사과원 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한
최신 재배기술 개발

(Development of Advanced Cultural Techniques
for Planting Year Fruiting and High Production of Large-Size Fruits in Apples)

한국농수산대학

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “사과원 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 최신 재배기술 개발”의 보고서로 제출합니다.

2015년 2월 일

주관연구기관명 : 한국농수산대학

주관연구책임자 : 정 혜 응

세부연구책임자 : 정 혜 응

연 구 원 : 이 영 철

연 구 원 : 이 재 영

연 구 원 : 신 종 협

연 구 원 : 방 지 응

연 구 원 : 박 동 희

연 구 원 : 한 상 용

협동연구기관명 : 예산농원

협동연구책임자 : 허 현 숙

연 구 원 : 강 성 구

연 구 원 : 최 병 순

연 구 원 : 이 선 미

연 구 원 : 이 명 희

협동연구기관명 : 경희대학교

협동연구책임자 : 이 윤 형

연 구 원 : 최 칠 구

연 구 원 : 이 재 응

연 구 원 : 이 지 선

연 구 원 : 백 동 렬

연 구 원 : 이 민 지

요 약 문

I. 제목

사과원 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 최신 재배기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

밀식사과원의 도입은 국내 사과산업을 양적으로 팽창시켰다. 하지만 적정 재배방법의 연구가 미흡한 상태에서 밀식사과원의 보급은 이후 다양한 문제를 발생시켰다. 경우에 따라서는 특정 집단에 의하여 검증이 부족한 밀식사과원 관리체계를 보급하기에 이르렀다. 본 연구는 국내 보급되어 있는 밀식사과원 관리체계를 수집하여 체계적인 정립을 목표로 하며, 더불어 밀식사과원 관리를 위한 우량묘목의 공급체계를 설정하여 이후 원활한 공급을 위한 기초를 삼고자 시행되었다.

III. 연구개발 내용 및 범위

현대적 산업구조에서 밀식과원은 과원경영을 위한 선택사항이 아닌 필수적 구성요인이 되었다. 밀식사과원이 국내에 도입된 지 30년 이상의 시간이 지났지만 밀식과원 관리를 위한 적정 체계는 아직 정립되지 않았다. 현재 국가연구기관에서 밀식사과원 관리체계에 대한 체계적인 연구가 진행되고 있지만 일선 농가에서는 이에 대한 실행이 미비한 실정이다. 밀식사과원을 구성하기 위해서는 품질이 우수한 묘목이 원활히 공급되어야 하고 이후 이에 대한 체계적 관리가 이루어져야 한다.

본 연구는 우량묘목의 생산체계를 정립하고 밀식사과원 관리를 위한 새로운 관리체계의 개발을 목표로 하고 있다. 상기 과정을 통하여 묘목산업의 생산체계가 개선되고 밀식사과원의 생산성이 제고될 것으로 기대한다. 또한 국내 다양한 밀식과원 관리체계에 대하여 경영효율을 분석함으로써 국내 사과원에 대한 표준적 경영모델을 제시하고자 한다.

IV. 연구개발결과

시험 I. 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 과원관리기술 개발

I-1. 밀식 및 고밀식 과원조성을 위한 적정 토양관리 재배방법 연구

축산분뇨 발효액비에 대한 유효 염류 함량측정을 시행한 후 사과원의 비료염 요구도에 따라 적정량의 희석액을 공급하였다. 발효액비를 이용하여 토양관리를 시행할 경우 토양관리와 수채생장에서 관행적 시비방법과 비교하여 동등하거나 그 이상의 개선효과를 관찰하였다.

I-2. 밀식 및 고밀식 사과원 구성을 위한 과원관리체계 비교

밀식사과원을 성목원과 유목원으로 구분하여 재식 후 9년차에 이르는 과정을 관찰하였다. 밀식사과원 관리체계는 고밀식 주지하수(T-1), 고수고 주지수평 적심(T-2), 세장방추형(T-3), 하수 무절단(T-4), 골격지 슈음절단 병용(T-5), 주지상향 결과지 하수(T-6), 원추형 주지수평 적심(T-7)과 같이 구분하였다. 생산성 및 경영성과를 비교한 결과 T-2, T-6, T-7 과라체계가 우수한 결과를 나타내었다.

I-3 왜성사과나무 수세측정 관리방법 개발

주간에서 발생된 주지의 세력을 측정하여 이를 주간의 세력에 대한 비율로 계산한 수치를 이용하면 왜성사과나무의 수세를 표현할 수 있다. 또한 주지의 발색도를 측정하면 수체 내 질소의 함량을 추정할 수 있다.

시험 II. 재식당년 결실형 우량묘목의 저비용 생산체계 개발

II-1 접목방법에 의한 우량묘목 생산체계 개발

본 연구는 관행적 절접의 단점을 보완하여 새로운 접목방법인 반설접을 고안하였다. 작업 숙련도에 의한 문제점이 관찰되었으나 차후 묘목생산의 생력화가 기대된다.

II-2 접목묘 관리방법에 의한 우량묘목 생산체계 개발

접목 후 재식된 묘목은 관행재배, 관비재배, pot 재배를 통하여 관리될 수 있다. 특히 관비재배는 생산된 묘목의 품질을 향상시켰다. 관비재배를 통하여 생산된 묘목은 생장이 양호하였고 재식당년 결실도 가능하였다.

시험 III. 과원관리체계 검정 및 경영모델 개발

III-1 밀식사과원 관리를 위한 재배기술의 수체생리적 검정

밀식사과원에 대한 상이한 관리체계의 적용은 토양 내 유효 염류 함량을 변화시켰지만 수체 내 탄수화물과 무기물 함량에는 변화를 주지 못하였다. 한편 과실을 수관 내부와 외부에 결실시킨 후 당함량을 비교한 결과, 유목에서는 수관 내부의 과실이 당함량이 높은 반면 성목에서는 수관 외부의 과실이 당함량이 높았다.

III-2 밀식사과원 경영모델 개발

밀식사과원 관리체계별로 경영효율을 비교하였다. 고수고 주지수평 적심(T-2), 주지상향

결과지 하수(T-6), 원추형 주지수평 적심(T-7) 관리체제를 적용한 밀식사과원은 경영효율이 높은 것으로 나타난 반면 하수 무절단(T-4) 관리체제를 적용한 밀식사과원은 경영효율이 낮은 것으로 나타났다.

V. 연구성과 및 성과활용 계획

| 구분 | | 특허 | | 신품종 | | | | 유전자원 등록 | 논문 | | 기타 |
|----|----|----|----|----------------|----------------------------------|------|----|------------|-----|------|----|
| | | 출원 | 등록 | 품명 명칭 등록 | 품수 중 입 관 매 신 고 | 품종보호 | | | SCI | 비SCI | |
| | | | | | | 출원 | 등록 | | | | |
| 계 | 목표 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 5 | |
| | 달성 | 4 | 3 | | | | | | 3 | 7 | |

| 구분 | | 기술실시 (이전) | 상품화 | 정책자료 | 교육지도 | 언론홍보 | 기타 |
|------|----|--------------|-----|------|------|------|----|
| 활용건수 | 목표 | 3 | | 3 | 3 | 5 | |
| | 달성 | 4 | | 3 | 25 | 10 | |

SUMMARY

I. Title of research

Development of Advanced Cultural Techniques for Planting Year Fruiting and High Production of Large-Size Fruits in Apples

II. Object and necessity of the research

The introduction of dense planting system increased the scale of apple industry. However, lots of problems were brought out in the distribution of dense planting system because of the poor systematic research about the proper management. The improper management system had been distributed by the governmental research institute, agricultural colleges, and agricultural cooperate units, respectively. The present study performed a systematic research for gathering and establishing proper orchard management systems. Another research was also conducted to establish the practical basis for the distribution of high quality nursery.

III. Contents and scope of the research

The application of dense planting system is not an optional fact but a required matter in modern orchard management. The proper orchard management system seems to have not been established after the introduction of dense planting system, about 30 years ago. In these days, the governmental research institute tried to distribute the proper system after the systematic investigation. However, lots of orchardists met the difficulty in accepting and applying the system. To establish a suitable dense orchard, orchard managers have to plant high-quality nursery, and then they cared them with systematic management. The current research was carried out to establish the supply system of high-quality nursery and proper orchard management systems. The authors anticipate the improvement of nursery supply system and increase of apple orchard productivity. Business analysis was additionally performed for the apple orchards managed by different systems to established the proper business model of apple orchards.

IV. Results of the research

Exp. 1. Development of orchard management systems for producing large size fruits in planting year

1-1 Studies on the proepr soil management for dense planting orchards

We provided nutrient solution, SCB (Slurry Composting Bio-Filtration) after measuring the demand levels of nutrients in orchard soil. The supply of SCB showed the same or higher level of efficiency in soil management and tree growth compared to the conventioanl fertilizing method.

1-2 Comparison on orchard management systems for dense planting systems

The current research observed the dense planting orchards as a established ones to 9-year-old ones. The orchard management systems involved the methods of pendant branches with dense planting (T-1), tall leader with horizontal-pinched branches (T-2), slender spindle (T-3), pendant branches without heading-back (T-4), scaffolds and laterals with heading-back (T-5), upward branches with pendant bearing shoots (T-6), and corn-shaped canopy with horizontal-pinched branches (T-7).

1-3 Establishment of tree vigor measurement

The vigor of entire tree could be expressed with the numeric value through measuring the cross-sectional rate of branches to a leader. Additionally, we estimated the nitrogen level in shoot bark through capturing the light-emit image of the shoots.

Exp. 2. Development of high-quality nursery with low cost

2-1 Grafting methods for producing high-quality nursery

The authors devised a new grafting method through the betterment of the conventional method. The method is expected to apply into the production of high-quality nursery after the reform of some technical difficulties.

2-2 Development of the system for producing high-quality nursery

Orchardists could managed the planted nursery with some different methods as a conventional one, nutrient solution fertilizing, and pot cultivation. Nutrient solution fertilizing improved the quality of nurseries. The nurgery grown by nutrient solution showed tree growth with satisfied degree, which showed the possibility of the fruiting in planting year.

Exp. 3. Development of high-quality nursery with low cost

3-1 Physiological examination on cultivation techniques for dense orchards

Orchard management system altered the nutrient contents in soil but did not change the mineral content in leaves and shoots. We measured the sugar efficiency of the fruits beared in tree canopy. The fruits with higher sugar efficiency were found in inner part for younger apple trees but found in outer part for the elder apple trees.

3-2 Development of business model for dense orchard

We compared the business efficiency for the apple orchards with different management systems. The business efficiency was higher for the orchard managed by T-2, T6, and T-7 systems but lower in the apple orchard managed with T-4 system.

CONTENTS

| | | |
|------------|--|----|
| Chapter 1. | Outline of the research | 10 |
| Chapter 2. | Present status of technical development in domestic and foreign countries | 14 |
| Chapter 3. | Contents and results of the research | 15 |
| Section 1 | Development of orchard management system for producing large-size fruits in planting year | 15 |
| 1-1 | Studies on the proper soil management for dense planting orchards | 15 |
| 1-2 | Comparison on orchard management system for dense planting system | 20 |
| 1-3 | Establishment of tree vigor measurement | 35 |
| Section 2 | Development of high-quality nursery with low cost | 47 |
| 2-1 | Grafting methods for producing high-quality nursery with low cost | 47 |
| 2-2 | Development of the system for producing high-quality nursery | 52 |
| Section 3 | Examination of orchard management system and development of business model | 56 |
| 3-1 | Physiological examination on cultivation techniques for dense orchards | 56 |
| 3-2 | Development of business model for dense orchards | 61 |
| Section 4 | Overseas investigation report | 70 |
| Section 5 | Field evaluation meeting | 76 |
| Section 6 | Cultural techniques for fruiting in planting year and producing of large-size fruits | 78 |
| Chapter 4. | Degree of attainment and contribution | 80 |
| Chapter 5. | Application of the research | 81 |
| Chapter 8. | Reference | 82 |

목 차

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 제 1 장 | 연구개발과제의 개요 | 10 |
| 제 2 장 | 국내외 기술개발 현황 | 14 |
| 제 3 장 | 연구개발수행 내용 및 결과 | 15 |
| 제 1 절 | 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 과원관리기술 개발 | 15 |
| 1-1 | 밀식 및 고밀식 과원조성을 위한 적정 토양관리 재배방법 연구 | 15 |
| 1-2 | 밀식 및 고밀식 사과원 구성을 위한 과원관리체계 비교 | 20 |
| 1-3 | 왜성사과나무 수세측정 관리방법 개발 | 35 |
| 제 2 절 | 재식당년 결실형 우량묘목의 저비용 생산체계 개발 | 47 |
| 2-1 | 접목방법에 의한 우량묘목 생산체계 개발 | 47 |
| 2-2 | 접목묘 관리방법에 의한 우량묘목 생산체계 개발 | 52 |
| 제 3 절 | 과원관리체계 검정 및 경영모델 개발 | 56 |
| 3-1 | 밀식사과원 관리를 위한 재배기술의 수체생리적 검정 | 56 |
| 4-2 | 밀식사과원 경영모델 개발 | 61 |
| 제 4 절 | 국외출장보고서 | 70 |
| 제 5 절 | 연구평가회 | 76 |
| 제 6 절 | 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 과원관리 | 78 |
| 제 4 장 | 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 | 80 |
| 제 5 장 | 연구개발 성과 및 성과활용 계획 | 81 |
| 제 8 장 | 참고문헌 | 82 |

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

1. 국내 사과산업 현황

국내 사과산업은 1900년대 초 상업적 사과원이 개원된 이후 지속적인 발전을 거듭하여 왔다. 과거 사과원 관리는 일반 교목성 나무를 대상으로 하였기 때문에 생산성도 낮았고 투입된 자본의 회수도 늦었다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 1980년대 초에 외국으로부터 외성대목이 도입되었고 이후 사과산업은 비약적인 발전을 이루게 되었다. 이 기간 동안 사과산업은 재배면적과 생산량에서 전체 과수산업의 약 50%가량을 점유하면서 그 중요도에서 선도적 위치를 차지하고 있었다. 그러나 1990년대 중반 이후 국민생활수준의 향상은 국내 과수산업 전체에 대한 수요를 증가시켰지만 과거 사과에 집중된 수요를 여타 과수로 분산시켜 수요의 다양화와 고급화를 초래하였다. 또한 과거 교목위주의 사과원이 재배기술과 과원경영의 효율화를 이루지 못하여 폐원이 속출하게 되어 사과산업은 급속한 위축을 맞이하게 되었다.

이후 사과원 관리방법에 대한 꾸준한 연구와 재배품종의 다양화에 의하여 최근 들어 재배면적과 생산량이 다시 증가세를 보이고 있다. 따라서 현재 요구되고 있는 왜성사과원 관리방법에 대한 보다 구체적이면서 실체적인 기술수요를 충족시켜주는 것이 어느 때보다 중요한 시기라고 할 수 있으며 이를 위해서는 국내 국가연구기관과 대학 및 유관기관에서 시행하고 있는 다양한 사과원 관리방법에 대한 구체적이며 실체적인 검증연구가 필수적이라고 할 수 있다(표 1).

<표 1> 국내 사과산업 현황

| 구분 | | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 |
|------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 과수전체 | 재배면적 (1,000 ha) | 99 | 109 | 133 | 174 | 173 | 155 | 163 |
| | 생산량 (1,000 ton) | 833 | 1,464 | 1,766 | 2,300 | 2,429 | 2,493 | 2,489 |
| 사과산업 | 재배면적 (1,000 ha) | 46 | 38 | 49 | 50 | 29 | 26 | 31 |
| | 점유율 (%) | 46.5 | 34.7 | 36.6 | 28.8 | 16.8 | 17.0 | 19.0 |
| | 생산량 (1,000 ton) | 410 | 533 | 629 | 716 | 489 | 368 | 460 |
| | 점유율 (%) | 49.2 | 36.4 | 35.6 | 31.1 | 20.1 | 14.7 | 18.5 |

자료: 농림수산식품부 (www.mifaff.go.kr)

2. 사과원 관리체계의 발전

국내 사과원 구성은 1970년대 이전까지는 교목성 과원이 전체를 점유하고 있었다. 이후 왜성대목을 이용한 사과원의 개원이 잇따르게 되어 전체 사과원에 대한 왜성사과원의 점유율은 꾸준히 증가하였다. 2000년 이전까지 전체 사과원의 1/4 이상을 점유하였던 교목성 사과원은 왜성사과원의 지속적인 증가와 더불어 점유율이 계속 감소하여 2000년 이후에는 20% 미만으로 감소하였고 이러한 감소세는 추후에도 계속될 것으로 예상된다(표 2).

<표 2> 국내 사과원 관리 현황

| | 1997 | | | 2002 | | |
|-----|--------|-----------|---------|--------|-----------|---------|
| | 농가 | 재배면적 (ha) | 점유율 (%) | 농가 | 재배면적 (ha) | 점유율 (%) |
| 전체 | 68,693 | 45,748 | | 41,387 | 31,004 | |
| 교목성 | 21,983 | 12,584 | 27.5 | 10,362 | 6,188 | 20.0 |
| 왜성 | 54,937 | 33,164 | 72.5 | 35,641 | 24,816 | 80.0 |

자료: 농림수산식품부 (www.mifaff.go.kr)

교목성 수체가 주종을 이루던 1970년대 이전에는 사과원 수형구성은 입목형을 기본으로 하는 소식거목의 형태를 유지하고 있었다. 이후 왜성대목의 도입은 사과원 관리방법을 보다 효율적으로 할 수 있도록 하였으며 수형구성방법도 이러한 재배방법의 효율화를 위한 방법으로 발전하게 되었다.

왜성대목의 도입 초기에는 왜성사과원의 적정 수형구성방법에 대한 정확한 정보가 부족하여 일반 교목 사과원 수형구성방법을 그대로 따르며 단지 재식밀도만을 다소 높인 정도에 불과하였다. 이후 다양한 연구결과를 바탕으로 국내 과수환경에 적합한 왜성대목을 선정하고 이에 알맞은 수형구성방법을 연구하게 되어 오늘날에 이르렀다. 왜성대목의 도입 초기에는 대목의 종류와 수형구성방법이 다양하였고 이로 인하여 과원관리 상의 여러 문제점이 발생하여 국내 사과산업이 위축되기도 하였다. 이후 보다 광범위한 연구에 의하여 국내 재배환경에 비교적 적합한 대목을 선정하고 생산성을 제고시킨 수형의 구성방법을 선정하여 오늘날 대부분의 사과원에 보급하기에 이르렀다(표 3).

<표 3> 사과원 관리 변화

| 구분 | 1960년대 이전 | 1970s - 1980s | 1990년대 이후 |
|-------------|-----------|----------------|---------------|
| 재식주수 (주/ha) | 100 - 300 | 500 - 1,000 | 1,600 - 2,300 |
| 대목 | 실생 | M.26, MM.106 | M.9 |
| 수형 | 주간형 | 왜성주간형 세장방추형 | 세장방추형 하수형 |

자료 : Horticulture in Korea (한국원예학회)

3. 시장 수요의 변화

생활수준이 향상되면서 국민 개인의 과실 소비량은 꾸준히 증가하였다. 특히, 1980년대 이후 현재까지 개인의 과실 소비량은 3배 가까이 증가하였다. 이에 반하여 사과 소비량은 1990년대 중반까지는 꾸준히 증가하였으나 이후 감소하였다(표 4).

<표 4> 연도 별 국내 개인 과실 소비량 (단위: kg)

| | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| 전체 (A) | 23.6 | 36.0 | 41.8 | 54.3 | 58.4 | 62.6 |
| 사과 (B) | 10.8 | 13.0 | 14.5 | 15.8 | 10.4 | 7.5 |
| B/A | 45.8 | 36.1 | 34.7 | 29.1 | 17.8 | 12.0 |

자료: 농림수산물부 (www.mifaff.go.kr)

전체 과실 소비량이 꾸준히 증가한 것에 반하여 사과의 소비량이 감소한 원인으로는 사과원 경영의 비효율화와 시장수요변화에 대한 적절한 대응의 실패로 들 수 있다.

‘후지’품종은 국내에 도입된 이후 현재까지 국내 사과산업의 가장 점유율이 높은 주요한 품종의 위치를 지키고 있다. 하지만 ‘후지’는 국내 과시시장의 특정시기의 수요를 충족시키지 못하였다. 이를 충족시키기 위한 다양한 품종이 개발되었지만 현재 가장 선호되는 품종으로는 국내에서 육성된 ‘홍로’가 가장 우선시 되고 있다(표 5, 6).

<표 5> 국내 사과산업 주요품종 변화

| 1970년대 | | 1980년대 | | 1990년대 | | 2000년대 | |
|-------------|-----|-------------|-----|----------|-----|---------|-----|
| Rolls Janet | 54% | Fuji | 43% | Fuji | 77% | Fuji | 70% |
| Jonathan | 29% | Rolls Janet | 16% | Tsugaru | 12% | Tsugaru | 10% |
| Indo | 4% | Jonathan | 16% | Jonathan | 2% | Hongro | 9% |
| Golden Del. | 3% | Golden Del. | 6% | Jonagold | 1% | Kogetsu | 3% |
| Others | | Others | | Others | | Others | |

<표 6> 국내 주요 사과 품종 별 과실특성

| 품종 | 숙기 | 과중 | 당함량 | 보구력 | 점유율 | 국가 |
|-----|-------|-----|------|-----|------|-----------|
| 후지 | 10월 말 | 300 | 15.0 | 강 | 69.9 | 일본 (1962) |
| 쓰가루 | 8월 말 | 300 | 14.0 | 약 | 9.9 | 일본 (1975) |
| 홍로 | 9월 초 | 300 | 14.5 | 중 | 9.2 | 한국 (1988) |
| 감홍 | 10월 초 | 400 | 17.8 | 중 | 1.2 | 한국 (1992) |
| 추광 | 9월 중 | 300 | 14.0 | 약 | 1.0 | 한국 (1992) |
| 선홍 | 8월 말 | 300 | 14.7 | 중 | 0.2 | 한국 (2000) |

4. 사과시장 수요변화에 따른 새로운 생산방법의 요구

국내 과수시장의 수요특성은 9월 중순 전후로 ‘홍로’ 중심의 대과 수요와 연중 ‘후지’ 중심의 대과 및 중소과 수요가 공존하고 있다.

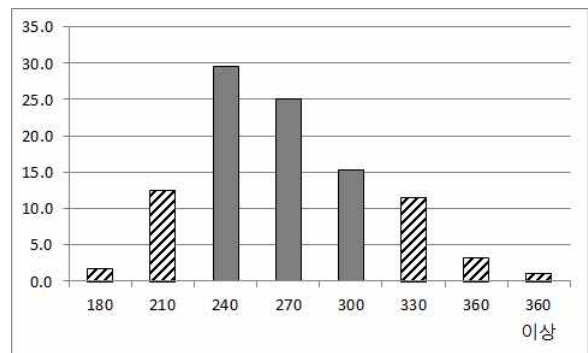
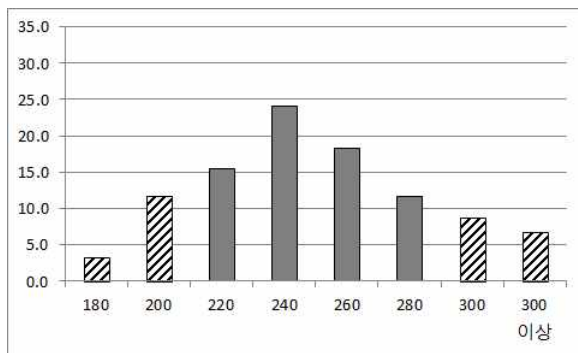
국내 과수산업은 이와 같은 과실수요를 충족시키기 위한 새로운 과원관리방법을 모색하여 왔지만 아직 이를 충족시키는 재배방법을 확립하지 못한 실정이다. 그 결과 그 결과 국내 사과산업의 생산성은 여타 국가들과 비교하여 생산비는 높고 생산성은 낮은 산업구조를 갖게 되었다(표 7).

현재 국내 대부분의 사과원이 대과생산 중심으로 과원을 관리하고 있음에도 불구하고 일반적인 사과원에서 대과가 차지하고 있는 비중은 전체 생산과실의 30% 미만이다(그림 1).

<표 7> 국가 별 사과 생산성 비교

| | 한국 (2006) | 미국 (2002) | 일본 (2005) | 중국 (2006) |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 노동력 투하량 (시간/10a) | 164 | 51 | 273 | 333 |
| 생산비 (원/kg) | 1,193 | 519 | 1,760 | 99 |

자료: 농축수산물 소득자료집 (농촌진흥청, 2006)



‘후지’ 과중분포

‘홍로’ 과중분포

<그림 1> ‘후지’ 및 ‘홍로’ 일반 사과원 수확과실 과중 별 분포율(자료제공: 농수산대학 과수학과)

현재 대부분의 국내 사과원은 상기와 같은 과실생산구조로 과원을 관리하고 있으므로 과원의 경영비가 상승되었다. 따라서 이를 해결하기 위한 새로운 과원관리기술의 개발이 시급하다 할 수 있다.

국내 사과원 관리는 9월 중하순 출하를 목표로 하는 대과생산 재배방법과 년중 생산을 목표로 하는 대과 및 중소과 년중 생산을 목표로 하는 과원관리방법을 병행개발하여 보급할 필요가 있다. 따라서 본 연구진은 국내 사과산업의 대표적인 품종인 ‘후지’와 ‘홍로’에 대하여 각각의 품종특성에 적합한 대과생산 위주와 중소과생산 병행을 위한 재배방법을 개발하고자 하며 두 과원관리방법의 병행이 가능한 새로운 과원관리체계를 정립하여 보급하고자 한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

왜성대목의 도입으로 국내 사과산업은 외형과 내면에서 급속한 발전을 이룩하였다. 반면 왜성대목을 적용한 밀식사과원에 대한 적절한 관리체계의 검증이 부족하였다. 국내 사과원 관리체계는 국가연구기관 외에 대학, 독농가 단체 등에 의하여 개별적으로 외국의 관리체계가 적정 검증과정 없이 도입되거나 또는 자체적으로 개발하여 보급하고 있는 실정이다.

Italy 동북부 Bolzano 자치주의 사과재배지역은 연구기관과 농협, 사과재배단체의 유기적 협력관계에 의하여 지역적 특성을 감안한 왜성사과원 관리체계를 정립하여 보급하고 있다. 그 결과 상기 지역의 사과원 재배농가들은 단위면적(10a)당 65시간만을 투입하고도 높은 생산성을 유지하고 있다(5 톤/10a). 이에 반하여 국내 사과원은 상기 노동시간의 2.5배에 해당하는 164시간을 투입하고도 생산성은 그에 미치지 못하고 있다(2 톤/10a).

New Zealand는 현재 남섬과 북섬을 합하여 약 400여 농가가 사과원을 관리하고 있으며 단위면적당 생산성은 Italy보다도 높게 단위면적에서 최대 9톤 까지 유지하고 있다.

가까운 일본 역시 대학과 국가연구기관에서 고품질의 사과를 생산할 수 있는 재배기술을 유기적 협조관계를 바탕으로 개발하여 보급한 결과 우리나라보다 높은 생산성을 보여준다.

우리나라와 비교하여 과수재배기술이 낙후된 중국의 경우에는 비록 단위면적당 투입되는 노동시간은 우리나라의 2배 정도이지만 인건비와 자재비가 저렴하여 생산비는 이보다 훨씬 적게 관리되고 있다.

현재 우리나라는 과거와 달리 사과원 관리체계에 대한 연구가 체계적으로 이루어지고 있으며 국가연구기관과 독농가들의 협력관계 역시 유기적으로 유지되고 있다. 이러한 노력의 결과로 과거와 비교할 때 사과원의 관리노력 절감과 생산성 향상에는 많은 성과가 있었지만 미흡한 부분이 있다.

현대적 왜성사과원을 구성하기 위해서는 우수한 품질의 묘목공급이 우선 해결되어야 한다. 유럽의 경우, 우수한 과수묘목을 보급하기 위한 중앙 및 지방정부의 노력이 이미 오래 전부터 시도되어왔다. 결과적으로 유럽의 대부분의 사과재배농가들은 품질을 인정받을 수 있는 과수묘목을 선택하여 사과원을 구성하기 때문에 우리보다 유리한 입장에서 과원경영을 시작하고 있다. 독일과 네덜란드는 우수한 묘목을 검증하는 기관이 있고 상기 기관은 묘목 생산자에게 품질을 인정한 묘목의 모수를 공급하고 있다. 반면 국내는 아직도 낙후된 묘목 유통체계를 유지하고 있다.

우수한 사과원을 운영하기 위해서는 우수한 품질의 묘목을 확보하여 적정 과원관리체계를 적용하여야 한다. 현재 국내의 사과산업은 상기 두 분야에서 아직 미흡한 면이 다소 발견되고 있다. 본 연구에서는 사과원 관리체계의 장단점을 비교하여 현재까지 개발된 다양한 관리체계 중 적정성이 높은 체계를 선정함과 동시에 우수한 품질의 묘목을 원활하게 공급할 수 있는 체계 개발을 목표로 하고 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 과원관리기술 개발

1. 밀식 및 고밀식 과원조성을 위한 적정 토양관리 재배방법 연구

가. 연구의 개요

관행적 방법에 의한 과원 토양관리는 유기물 퇴비시용과 무기물 단비 또는 복합비료의 공급에 주로 의존한다. 최근 과원관리에서 사회적 환경조건의 중요성이 강조되고 토양관리 재배기술이 발달함에 따라 축산분뇨 발효액비(Slurry Composting Bio-Filtration, SCB)를 적용한 과원 토양관리가 증가하고 있다. 하지만 발효액비에 의한 과원 토양관리는 토양의 물리성을 불량하게 할뿐만 아니라 짧은 기간 내에 토양염도를 상승시킬 수 있다. 본 연구는 발효액비를 이용한 사과원 토양관리의 적정 재배기술의 정립을 목적으로 시행되었으며 주요 결과는 아래와 같다.

나. 재료 및 방법

(1) 시험장소 및 기간

- 경기도 포천시 상업사과원
- 2013년 3월 - 10월, 2014년 3월 - 10월

(2) 공시재료

- 2011년 재식된 '후지' 및 '홍로'/M.9 사과나무
- 축산분뇨 발효액비(Slurry Composting Bio-Filtration, SCB)
포천농협 축산분뇨처리시설 공급

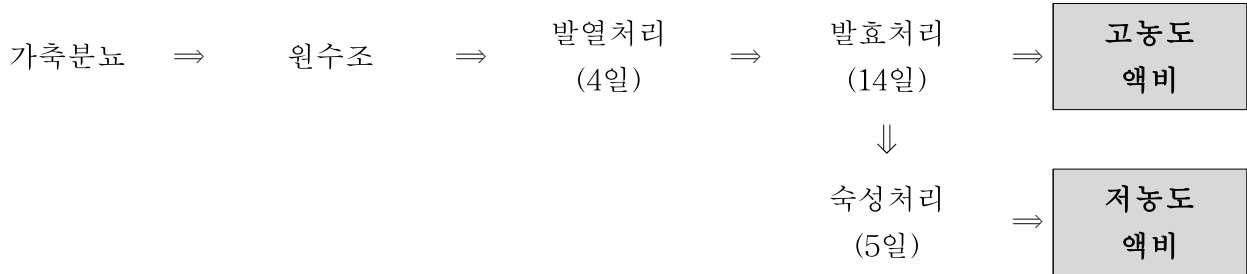
(3) 처리방법 (토양관리 재배방법)

- 퇴비시용에 의한 관행적 토양관리
- 관수 시 발효액비 희석공급에 의한 토양관리

다. 연구결과

본 연구는 경기 포천시 소재의 농협 축산분뇨 처리시설로부터 발효액비를 공급받았다. 상기 처리시설에서 공급받은 액비는 <그림 I-1>의 공정을 통하여 발효액비를 공급하고 있다.

축산분뇨 처리시설은 축산농가로부터 가축분뇨를 수거하여 4일, 14일간의 발열 및 발효 처리를 각각 시행하여 고농도 액비를 제조한다. 이후 5일간의 추가 숙성을 통하여 저농도 액비를 제조한다.



<그림 I-1> 축산분뇨 발효액비 (Slurry Composting Bio-Filtration, SCB) 제조공정

본 연구는 축산분뇨 처리시설로부터 각 공정단계별로 제공된 시료에 대하여 화학성을 측정하였다.

원수조에 수집된 축산분뇨는(발열처리 0일) BOD, COD, SS와 기타 무기물 측정에서도 높은 결과를 보였다. 이후 발열과 발효과정을 거치면서 측정항목 모두에서 고르게 감소된 결과를 나타내었다. 특히, 최종 숙성과정을 거치게 될 경우 모든 항목에서 꾸준히 감소되어 이후 안정적으로 낮은 결과를 보여주었다. 따라서 발효액비에 대한 적절한 희석 및 공급방법이 모색될 경우 과원의 토양관리를 위하여 범용적 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

<표 I-1> 축산분뇨 발효액비(SCB) 제조공정 별 특성 (단위: ppm) (2013년 조사)

| 공정 | | BOD | COD | SS | T-N | T-P | NH ₃ -N |
|----|------|--------|--------|--------|-------|-------|--------------------|
| 구분 | 경과일수 | | | | | | |
| 발열 | 0 | 30,400 | 52,500 | 42,000 | 4,500 | 2,775 | 3,160 |
| | 4 | 24,950 | 43,100 | 25,000 | 3,800 | 1,850 | 2,872 |
| 발효 | 0 | 24,750 | 37,300 | 25,000 | 3,800 | 1,810 | 2,776 |
| | 4 | 10,750 | 23,700 | 15,000 | 2,900 | 1,800 | 2,220 |
| | 7 | 10,650 | 19,700 | 14,000 | 2,900 | 1,650 | 2,218 |
| | 14 | 10,200 | 18,200 | 9,000 | 2,600 | 1,325 | 534 |
| 숙성 | 0 | 7,860 | 17,900 | 8,500 | 2,400 | 950 | 152 |
| | 3 | 5,020 | 13,200 | 6,500 | 2,250 | 900 | 44 |

SS: Suspended Solids (부유물질)

<표 I -2> 축산분뇨 발효액비(SCB) 유효 비료염 성분 함량 (단위: %) (2013년 조사)

| | | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 질소 | 인산 | 칼륨 | 칼슘 | 마그네슘 | 나트륨 |
| 0.23 | 0.02 | 0.005 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |

액비 시용량 (L/10a) = [질소 시비량(kg/10a) / 액비 중 T-N 함량(%)] × 100

축산분뇨 처리시설에서 모든 공정이 완료된 후 공급되는 발효액비에 대하여 유효 염도를 측정하였다. 이후 본 연구는 농촌진흥청 표준영농교본(2003)에 정해진 관행적 토양관리 방법에 준하여 토양공급 하였다. 토양공급은 본 시험에서 고안한 방법에 의하여 3월부터 9월까지 토양관수 시 희석하여 토양에 액체형태로 공급하였다.



발효액비 시용설비



발효액비 시용포장

<그림 I -2> 축산분뇨 발효액비 시험포장 (2014년 시험포장)

본 시험은 과원 토양에 대하여 관행시비와 발효액비 공급으로 관리한 후 토양 내 유효 비료염 수준을 비교하였으며 그 결과는 아래와 같다.

<표 I -3> 축산분뇨 발효액비 시용 후 토양 내 유효염 함량비교 (2013년 조사)

| 항목 처리 | 산도 (1:5) | 유기물 (g/kg) | 유효인산 (mg/kg) | 치환성 양이온(cmol/kg) | | | EC (ds/m) |
|----------|-------------|---------------|-----------------|------------------|-----|------|--------------|
| | | | | 칼륨 | 칼슘 | 마그네슘 | |
| 관행시비 | 6.7 | 43 | 844 | 1.70 | 5.3 | 2.1 | 0.8 |
| SCB시용 | 6.6 | 40 | 803 | 2.48 | 8.4 | 2.2 | 1.1 |
| t-Test | NS | NS | NS | * | ** | NS | * |

발효액비 공급에 의해 관리한 사과원 토양은 관행시비에 의해 관리한 토양과 비교하여 산도, 유기물 및 유효인산의 함유수준에서 차이를 보이지 않았다. 반면 치환성 양이온 함량과 전기전도도(EC) 수준에서 다소 높은 결과를 보여주었다.

<표 I-4> 축산분뇨 발효액비 사용 후 수체 내 무기물 함량 비교 (단위: %) (2014년 조사)

| 품종 | 처리 | 질소 | 인산 | 칼륨 | 칼슘 | 마그네슘 | 나트륨 |
|----|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| 후지 | | 수피 | | | | | |
| | 관행시비 | 0.72 a | 0.13 a | 0.0096 a | 0.0468 a | 0.0138 a | 0.0013 a |
| | SCB 사용 | 0.67 b | 0.12 a | 0.0096 a | 0.0444 a | 0.0138 a | 0.0013 a |
| | | 엽 | | | | | |
| | 관행시비 | 1.69 a | 0.17 a | 0.0209 a | 0.0325 a | 0.0222 a | 0.0009 b |
| | SCB 사용 | 1.60 a | 0.17 a | 0.0200 a | 0.0342 a | 0.0226 a | 0.0014 a |
| 홍로 | | 수피 | | | | | |
| | 관행시비 | 0.55 a | 0.11 a | 0.112 a | 0.0409 a | 0.0113 a | 0.0014 a |
| | SCB 사용 | 0.57 a | 0.11 a | 0.0112 a | 0.0437 a | 0.0126 a | 0.0014 a |
| | | 엽 | | | | | |
| | 관행시비 | 1.74 a | 0.14 a | 0.0215 a | 0.0386 a | 0.0180 a | 0.0009 a |
| | SCB 사용 | 1.55 b | 0.15 a | 0.0212 a | 0.0388 a | 0.0185 a | 0.0009 a |

5% 수준에서 다중검정.

발효액비 사용 후 관행재배 시비방법과 비교하여 수체 내 수피와 엽에 대하여 유효염류 함량의 차이점을 비교하였다. 질소를 포함한 일부 유효염류 함량비교에서 품종에 따라 수피 또는 엽 내 함유수준에서 차이가 인정되었지만 일정한 경향은 나타나지 않았다.

축산분뇨 발효액비의 사용은 관행시비와 비교하여 토양 내 유효염류 수준에서 다소의 차이를 보였으나 수체 내 무기물 함량비교에서는 대부분 유사한 결과를 나타내었다. 따라서 축산분뇨 발효액비의 사용은 적정 공급방법이 모색될 경우 관행적 토양관리 재배방법에 대한 대체 재배기술로 가능성이 인정되었다.

본 시험은 발효액비를 사용한 과원과 관행시비 과원에 대하여 수체생장과 생산성을 비교하여 보았으며 그 결과는 <표 I-5>, <표 I-6>과 같다.

토양과 수체 내 유효염류 함량비교에서와 마찬가지로 축산분뇨 발효액비 사용은 관행시비 과원과 비교하여 수체생장에서 유의성 있는 차이를 나타내지 못하였다. 다만, 발효액비를 사용한 사과원에서 ‘후지’ 사과나무는 간경이, ‘홍로’ 사과나무는 수고가 관행과원과 비교하여 낮은 결과를 나타내었다. 이는 발효액비의 사용이 토양 내 질소함량을 다소 낮춘 결과가

관찰된 것과 관련이 있을 것으로 추찰되었다. 결과적으로 축산분뇨 발효액비의 사용은 관행 사과원과 비교하여 수체생장에 대하여 유사한 결과를 나타내었다.

<표 I -5> 축산분뇨 발효액비 사용 후 수체 성장량 비교 (2014년 조사)

| 품종 | 처리 | 수체성장 | | | 주지성장 | | |
|----|--------|------------|------------|------------|--------|--------------|------------|
| | | 수고 (cm) | 수폭 (cm) | 간경 (mm) | 개수 | 총신장량 (cm) | 지경 (mm) |
| 후지 | 관행시비 | 329 a | 228 a | 50.6 a | 15.5 b | 1,510 b | 16.5 a |
| | SCB 사용 | 323 a | 225 a | 41.4 b | 20.0 a | 2,054 a | 13.4 b |
| 홍로 | 관행시비 | 361 a | 226 a | 44.6 a | 15.1 a | 1,612 a | 15.7 a |
| | SCB 사용 | 296 b | 230 a | 41.5 a | 15.6 a | 1,562 a | 14.6 b |

5% 수준에서 다중검정.

축산분뇨 발효액비를 적용하여 토양관리를 시행한 후 관행 사과원의 수체와 비교하여 생산성을 검정하였다.

관행시비 과원과 발효액비 과원 간에 수체성장성을 비교한 결과, ‘후지’ 품종에서는 통계적 차이를 인정할 만한 특정한 경향은 나타나지 않았다. 단지 경도 비교에서 관행과원에서 생산된 과실이 발효액비 사용과원보다 높게 나타났다. 한편, ‘홍로’ 품종에서 생산성을 비교한 결과에서는 발효액비를 사용한 수체에서의 생산성이 관행사과원의 수체보다 높게 측정되었으며 과실품질비교에서도 같은 결과가 관찰되었다.

비록 품종에 따라 편차가 발생하여 일정한 경향으로 인정되기는 어렵지만 본 시험결과 축산분뇨 발효액비의 사용은 토양 내 유효염류를 일정하게 공급할 수 있으며 이후 수체 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

<표 I -6> 축산분뇨 발효액비 사용 후 생산성 및 과실품질 비교 (2014년 조사)

| 품종 | 처리 | 생산량 | | 과실품질 | | | |
|----|--------|-------------|--------------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| | | 개수 (개/주) | 수량 (kg/주) | 과중 (g) | 당도 (°Bx) | 산도 (%) | 경도 (N) |
| 후지 | 관행시비 | 37.0 a | 11.0 a | 300.3 a | 14.3 a | 0.22 a | 326 a |
| | SCB 사용 | 39.3 a | 11.7 a | 296.6 a | 14.3 a | 0.22 a | 277 b |
| 홍로 | 관행시비 | 43.7 b | 12.6 b | 288.3 a | 14.4 b | 0.20 a | 288 a |
| | SCB 사용 | 49.3 a | 13.9 a | 285.0 a | 15.0 a | 0.21 a | 288 a |

5% 수준에서 다중검정.

2. 밀식 및 고밀식 사과원 구성을 위한 과원관리체계 비교

가. 연구의 개요

현재 국내에서 시행되고 있는 밀식사과원 관리체계는 지나치게 다양하다. 특히 이러한 관리체계 중 일부는 충분한 검증 없이 여러 단체들에 의해 자체적으로 시행 및 보급되고 있다. 본 연구에서는 사전조사를 통하여 현재 국내에서 점유도 높은 대표적인 과원관리체계를 선발하였다. 선발된 관리체계는 사전조사를 통하여 특징적인 재배방법에 의하여 일정기간 관리되었다. 또한 시험상의 오차를 최소화하기 위하여 각 관리체계 별 대표성을 지닌 연구자 및 독농가를 선발하여 한국농수산대학 내 과수시험포장에서 묘목 및 유목에 대한 관리를 시행하였다. 본 연구는 상기 처리 후 수체 영양생장과 생산성을 비교분석하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 시험장소 및 기간

- 시험장소 → 한국농수산대학 (유목 과원), 상업사과원 선정 (성목 사과원)
- 시험기간 → 2012년 2월 - 2014년 12월

본 시험에서 성목과원 관리체계 비교를 위하여 선정한 상업 사과원은 아래의 표와 같다.

<표 I -7> 과원관리체계(수형) 성목 시험포장

| 구분 | 수형 | 재식거리 (주수/10a) | 면적 (ha) | 성목시험 포장위치 |
|-----|---------------------------|------------------------------------|------------|-----------|
| T-1 | 고밀식 주지하수 (고밀식수형) | 3.0 × 0.8 (416) | 1.5 | 경남 거창 거창읍 |
| | | | 3.0 | 경남 의성 점곡면 |
| T-2 | 고수고 주지수평 적심 (세측지 방추형) | 4.0 × 2.0 (125) | 1.2 | 전북 장수 장계면 |
| T-3 | 주지 약상향 무절단 (세장방추형) | 4.0 × 2.0 (125) | 1.9 | 경북 군위 군위읍 |
| T-4 | 하수 무절단 (솔렉스) | 3.5 × 2.5 (114) | 1.0 | 경남 거창 주상면 |
| T-5 | 골격지 절단수음 병용 (문경식) | 4.0 × 4.0 (62) | 0.5 | 경북 문경 마성면 |
| T-6 | 주지 상향 결과지 하수 (과수농협연합회) | 4.0 × 2.0 (125) | 1.7 | 충남 당진 신평면 |
| T-7 | 원추형 주지수평 적심 (수정톨스핀들) | 3.5 × 1.0 (285) 3.8 × 1.5 (175) | 1.7 | 경북 영천 신녕면 |
| | | | 1.0 | 경북 영천 자양면 |

(2) 공시재료

- ‘후지’ 및 ‘홍로’/M.9 유목 및 성목 사과나무
유목 → 2009, 2012년 재식 (한국농수산대학)
성목 → 2006년 재식 (상업사과원)

(3) 처리방법(과원관리체계)

- (T-1) 고밀식 주지하수 (고밀식수형)

주간간격 1m 이하로 수체를 고밀식으로 재식한 이후 주간의 세력은 억제시키고 발생된 주지는 모두 하수유인 처리함.

- (T-2) 고수고 주지수평 적심 (세측지방추형)

재식당년 일정 높이에서 주간을 절단하고 발생된 측지는 모두 제거시킨다. 이후 주간의 세력을 강하게 한 후 발생된 측지는 모두 수평유인과 강한 적심으로 세력을 억제시키면서 수형을 구성한다.

- (T-3) 주지 약상향 무절단 (세장방추형)

세력이 일정한 묘목을 재식한 후 주간과 발생된 주지에 대해서는 일체의 절단전정을 시행하지 않는다. 이후 주간과 주지의 적정 배치로 수관을 구성하며 필요한 경우 유인작업을 추가 시행한다. 노령지 관리는 숙음전정으로 발생기부에서 완전히 제거한다.

- (T-4) 하수 무절단 (솔렉스)

재식 후 주간을 일정 높이까지 키운 후 유인하여 세력을 억제시킨다. 발생된 주지는 수평 이하로 유인하여 화아분화를 촉진시킨다. 주간 인접한 도장지는 완전히 숙아내어 수관 내 수광율을 높이고 과대지 화아를 분화시켜 결실에 이용한다. 이후 주지 기부에서 발생된 도장지를 유인하며 수관을 구성한다.

- (T-5) 골격지 절단숙음 병용 (구로다, 문경식)

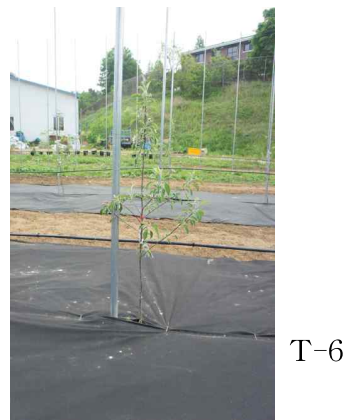
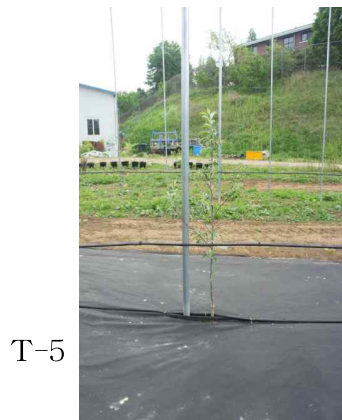
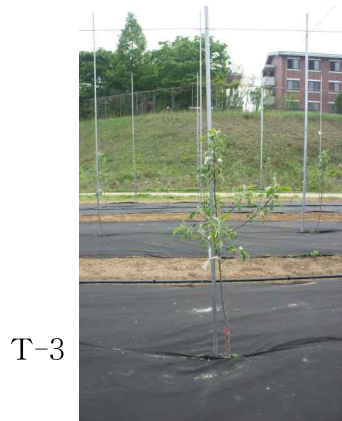
묘목 재식 후 주간 하부에서 골격지를 선정하여 세력을 강하게 키운다. 이후 주간에서 일정 간격으로 골격지를 발생시키면서 전체적인 수형을 크게 관리한다. 골격지에서 측지를 발생시켜 결과지로 사용하며 수관은 절단전정과 숙음전정을 병용하며 관리한다.

- (T-6) 주지 상향 결과지 하수 (선플러스, 과수농협연합회)

묘목 재식 후 일정 높이 이하의 주지는 모두 제거한다. 발생된 주지는 상향유인 하되 유인끈을 이용하여 일직선을 유지하도록 한다. 주지에서 발생된 측지에 대하여 유인추를 이용하여 하수유인을 시행한다. 노령 결과지는 숙음전정으로 제거한다.

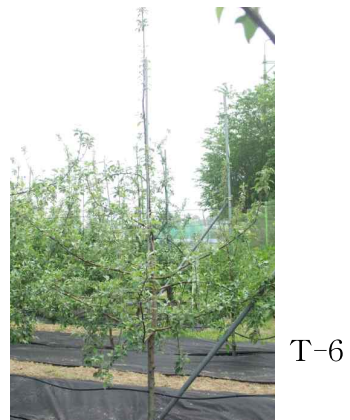
- (T-7) 원추형 주지수평 적심 (수정톨스핀들)

세력이 일정한 묘목 재식 후 하단 주지 중 3-4개를 선정하여 매년 강하게 절단전정을 시행한다. 일정높이까지 발생된 주지는 수평유인과 강한 적심을 통하여 세력을 억제시킨 후 결실량을 조절한다. 상부의 주지는 하수유인 하여 결실 후 빠르게 교체한다. 전체적으로 수관은 원추형을 유지시킨다.



- T-1: 고밀식 주지하수
- T-2: 고수고 주지수평 적심
- T-3: 주지 약상향 무절단
- T-4: 하수 무절단
- T-5: 골격지 절단숙음 병용
- T-6: 주지 상향 결과지 하수
- T-7: 원추형 주지수평 적심

<그림 I-3> 밀식사과원 재식 후 관리체계 별 수형구성 (2012년 5월)



- T-1: 고밀식 주지하수
- T-2: 고수고 주지수평 적심
- T-3: 주지 약상향 무절단
- T-4: 하수 무절단
- T-5: 골격지 절단숙음 병용
- T-6: 주지 상향 결과지 하수
- T-7: 원추형 주지수평 적심

<그림 I-4> 밀식사과원 관리체계 별 유목의 수형구성 (2012년 5월)



T-1



T-2



T-3



T-4



T-5



T-6



T-7

- T-1: 고밀식 주지하수
- T-2: 고수고 주지수평 적심
- T-3: 주지 약상향 무절단
- T-4: 하수 무절단
- T-5: 골격지 절단숙음 병용
- T-6: 주지 상향 결과지 하수
- T-7: 원추형 주지수평 적심

<그림 I-5> 밀식사과원 관리체계 별 성목 전정 직후 (2014년 2월)



T-1



T-2



T-3



T-4



T-5



T-6



T-7

- T-1: 고밀식 주지하수
- T-2: 고수고 주지수평 적심
- T-3: 주지 약상향 무절단
- T-4: 하수 무절단
- T-5: 골격지 절단숙음 병용
- T-6: 주지 상향 겹파지 하수
- T-7: 원추형 주지수평 적심

<그림 I-6> 밀식사과원 관리체계 별 성목 수확기 (2014년 10월)

다. 연구결과

본 연구는 한정된 기간 내에 변수에 의한 시험오차를 최소화하며 연구결과의 연속성을 유지하기 위하여 다음과 같은 방법으로 시험구를 배치하였다. 2012년 3월에 한국농수산대학 과수시험포장 내에 재식 1년차와 4년차 시험구를 배치하였고 <표 I-7>에 서술된 상업과원은 재식 7년차 시험구를 관리하였다. 이후 본 연구에 의하여 밀식사과원 관리체계별 수체생장과 생산성을 비교한 결과는 아래와 같다.

우선, 품종에 따른 9년간의 수체생장을 대략적으로 비교하여 보면 ‘후지’ 사과나무가 ‘홍로’ 사과나무보다 강한 영양생장을 보인 것을 알 수 있다. 즉, 동일한 체계로 관리되는 수체에서 품종간 수고와 수관용적을 비교하면 ‘후지’ 사과나무가 ‘홍로’ 사과나무와 비교하여 꾸준히 높은 결과를 나타내었다. 이는 Shin 등(1989)이 ‘홍로’ 품종을 육성한 후 보고한 결과와도 일치하였다. 이상의 결과는 밀식과원의 운영에서 관리체계의 적용에 대한 기준이 될 수 있을 것으로 판단된다.

한편 Robinson(2003)은 왜성사과나무는 재식 3년차까지 수관을 구성하고 이후 생산성이 높아진다고 하였지만 본 연구에서는 재식 직후부터 수체생장에서 밀식과원 관리체계에 대한 대체적인 특성을 관찰할 수 있었다. 모든 관리체계가 재식 후 연차가 증가됨에 따라 수고와 수관용적이 증가하였지만 T-5(골격지 절단축음 병용) 방법에 의하여 관리 받은 수체는 수고도 높았고 수관용적은 여타 체계와 비교하여 특히 컸다. 반면 T-2(고수고 수지수평 적심)와 T-3(주지 약상향 무절단) 체계에 의해 관리 받은 수체는 주간의 높이와 수관용적의 증가가 인위적으로 조절되는 경향을 보여주었다. T-4(하수 무절단) 관리체계는 수고와 수폭 모두를 일정한 수준에서 억제시키고 있었다. T-6(주지상향 결과지 하수)와 T-7(원추형 주지수평 적심) 체계에 의해 관리 받은 수체는 모두 수고를 높였지만 T-6은 그에 따라 수관용적도 커진 반면 T-7은 수관의 확장이 상당히 억제되었다. 한편 T-1 관리체계는 사과나무에 대하여 수고의 상승과 수관용적의 확장을 가장 많이 억제하였다.

상기 결과와 같이 T-1 관리체계는 재식거리를 조밀하게 운영하여 수고를 제한하고 수체의 영양생장을 상당히 억제시킨 것을 볼 수 있었다. 수체가 요구받는 생산성을 유지하기 위해서는 일정수준의 영양생장을 수행해야 함이 이전의 연구에서(Nagano Prefecture, 1997)에서 보고되었는바 상기 관리체계는 일정 수준의 생산성을 유지하기 위해서 수체생장을 조절할 필요가 있을 것으로 보였다.

T-2와 T-3 관리체계는 수고의 상승과 수관의 확장에서 연차별 경향이 유사하였다. 다만 재식 후 8년 이후에는 품종에 따라 수관을 억제시키는 수준에서 상이한 결과가 관찰되었다. T-4 관리체계는 수폭의 억제에 비하여 수고역시 억제된 것으로 보여 이후 생산성 유지에 별도의 관리가 요구되었다. 이에 반하여 T-5와 T-6은 수고도 높고 수폭도 컸다. 따라서 밀식과원의 관리작업의 효율성에 다소의 문제점이 예상되었다. T-7 관리체계에 의한 수체는 수관의 확장이 억제된 만큼 수고를 높인 것이 관찰되었다. 이에 대하여 높은 수고를 관리하기 위한 별도의 노력이 필요할 것으로 보였다(표 I-8).

<표 I-8> 밀식사과원 관리체계 별 연차별 수체 성장량 비교

| 품종 | 수형 | 연차별 수고 (cm) | | | | | | | | | 연차별 수관용적 (m ³) | | | | | | | | |
|----|-----|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 후지 | T-1 | 210.6 | 254.5 | 305.4 | 357.0 | 370.1 | 391.1 | 400.7 | 465.5 | 498.8 | 0.24 | 0.68 | 0.82 | 0.99 | 1.50 | 1.59 | 1.61 | 1.72 | 1.73 |
| | T-2 | 176.9 | 250.1 | 370.3 | 417.3 | 419.9 | 451.7 | 474.2 | 496.1 | 506.8 | 0.04 | 1.79 | 2.65 | 3.54 | 5.16 | 5.55 | 5.86 | 6.00 | 6.45 |
| | T-3 | 175.4 | 234.3 | 332.5 | 371.8 | 407.8 | 449.2 | 454.5 | 487.8 | 498.5 | 0.10 | 1.20 | 2.70 | 3.78 | 4.71 | 5.06 | 5.19 | 6.31 | 6.42 |
| | T-4 | 187.9 | 226.1 | 289.8 | 315.3 | 372.5 | 415.7 | 461.0 | 474.5 | 490.3 | 0.08 | 0.65 | 0.83 | 1.97 | 2.38 | 2.79 | 2.89 | 3.15 | 3.52 |
| | T-5 | 207.4 | 237.6 | 287.9 | 308.0 | 409.7 | 418.4 | 483.4 | 510.1 | 534.8 | 0.22 | 1.23 | 2.49 | 3.60 | 5.73 | 9.26 | 16.99 | 27.02 | 29.34 |
| | T-6 | 200.6 | 236.1 | 295.3 | 318.9 | 360.5 | 418.4 | 434.7 | 491.4 | 515.2 | 0.22 | 1.07 | 2.34 | 3.05 | 6.72 | 7.80 | 8.42 | 18.55 | 19.46 |
| | T-7 | 197.6 | 252.1 | 343.0 | 379.4 | 359.9 | 387.6 | 434.7 | 513.6 | 527.3 | 0.25 | 0.34 | 0.46 | 0.56 | 0.99 | 1.70 | 1.98 | 3.02 | 3.10 |
| 홍로 | T-1 | 168.8 | 206.2 | 268.5 | 293.3 | 343.1 | 398.6 | 404.3 | 473.0 | 478.6 | 0.18 | 0.34 | 0.44 | 0.70 | 1.01 | 1.14 | 1.32 | 1.64 | 1.76 |
| | T-2 | 156.6 | 217.5 | 319.0 | 359.6 | 370.5 | 388.7 | 395.9 | 485.5 | 477.4 | 0.02 | 0.47 | 0.69 | 1.51 | 1.76 | 1.85 | 2.34 | 6.31 | 6.42 |
| | T-3 | 176.0 | 224.9 | 306.5 | 339.1 | 400.3 | 396.6 | 429.1 | 468.2 | 476.0 | 0.16 | 0.72 | 0.98 | 2.02 | 2.28 | 3.12 | 3.84 | 5.93 | 6.03 |
| | T-4 | 165.1 | 205.1 | 271.7 | 298.3 | 317.6 | 349.8 | 362.6 | 455.4 | 470.6 | 0.01 | 0.54 | 0.72 | 1.29 | 1.75 | 1.65 | 1.93 | 2.68 | 2.77 |
| | T-5 | 167.5 | 217.3 | 233.6 | | | | 439.9 | 467.0 | 492.9 | 0.15 | 0.31 | 0.84 | | | | 25.57 | 26.86 | 28.16 |
| | T-6 | 171.2 | 209.6 | 273.7 | 299.3 | 353.7 | 397.8 | 402.9 | 470.1 | 492.9 | 0.13 | 0.73 | 0.95 | 3.12 | 5.30 | 6.84 | 9.75 | 12.76 | 18.62 |
| | T-7 | 215.8 | 247.1 | 302.8 | 320.1 | 363.2 | 421.5 | 436.6 | 495.4 | 508.6 | 0.25 | 0.47 | 0.61 | 0.98 | 1.60 | 1.78 | 1.86 | 2.91 | 2.99 |

T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 주지 상향 결과지 하수, T-7: 원추형 주지수평 적심

<표 I-9> 밀식사과원 관리체계 별 연차별 생산성 비교

| 품종 | 수형 | 연차별 단위면적 과실 개수(개/10a) | | | | | | | | | 연차별 단위면적 과실 수량(ton/10a) | | | | | | | | |
|----|-----|-----------------------|---|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 후지 | T-1 | | | 5,818 | | 9,355 | 11,280 | 14,203 | 17,274 | 17,568 | | | 1.68 | | 2.62 | 3.27 | 4.24 | 5.00 | 5.09 |
| | T-2 | | | 6,909 | | 12,217 | 15,246 | 15,425 | 17,718 | 17,000 | | | 1.99 | | 3.41 | 4.39 | 4.55 | 5.13 | 4.89 |
| | T-3 | | | 7,783 | | 14,237 | 14,375 | 14,436 | 17,438 | 17,316 | | | 2.19 | | 3.77 | 4.09 | 4.23 | 5.15 | 4.92 |
| | T-4 | | | 4,330 | | 12,268 | 14,629 | 15,181 | 16,765 | 16,456 | | | 1.34 | | 4.19 | 4.31 | 4.44 | 4.18 | 4.84 |
| | T-5 | | | 4,279 | | 11,569 | 15,420 | 15,792 | 15,433 | 16,913 | | | 1.27 | | 3.40 | 4.57 | 4.72 | 4.57 | 5.01 |
| | T-6 | | | 3,830 | | 10,845 | 10,893 | 12,083 | 14,958 | 17,056 | | | 1.02 | | 2.54 | 2.97 | 3.52 | 4.39 | 4.66 |
| | T-7 | | | 6,443 | | 11,294 | 12,199 | 13,100 | 14,413 | 18,831 | | | 1.84 | | 3.06 | 3.50 | 3.92 | 4.18 | 5.40 |
| 홍로 | T-1 | | | 5,410 | 9,980 | 10,436 | 12,058 | 14,955 | 16,512 | 17,615 | | | 1.80 | 2.85 | 3.98 | 3.91 | 4.43 | 4.89 | 5.72 |
| | T-2 | | | 2,561 | 6,762 | 9,512 | 10,213 | 14,158 | 13,537 | 18,052 | | | 0.76 | 2.00 | 2.81 | 3.02 | 4.18 | 4.00 | 5.46 |
| | T-3 | | | 2,683 | 6,012 | 7,825 | 9,553 | 12,071 | 12,375 | 16,530 | | | 0.79 | 1.77 | 2.30 | 2.80 | 3.54 | 3.63 | 4.85 |
| | T-4 | | | 4,640 | 7,912 | 9,382 | 9,707 | 13,372 | 14,364 | 16,296 | | | 1.39 | 2.37 | 2.81 | 2.90 | 4.00 | 4.30 | 4.87 |
| | T-5 | | | 4,740 | | | | 14,027 | 15,562 | 15,881 | | | 1.40 | | | | 4.05 | 4.49 | 4.59 |
| | T-6 | | | 2,029 | 7,762 | 9,450 | 9,794 | 13,678 | 14,162 | 16,662 | | | 0.60 | 2.30 | 2.80 | 2.90 | 4.05 | 4.19 | 4.93 |
| | T-7 | | | 6,122 | 9,799 | 12,853 | 13,112 | 15,633 | 16,473 | 18,026 | | | 1.77 | 2.87 | 3.68 | 3.86 | 4.63 | 4.97 | 5.31 |

T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 주지 상향 결과지 하수, T-7: 원추형 주지수평 적심

Shin 등(1989)은 ‘홍로’ 품종을 육성한 후 수세가 조절되고 생산성이 높다고 보고하였다. 반면 본 연구에서는 재식 5년차까지는 관리체계에 따라 ‘홍로’ 수체가 더 높은 생산성을 보였지만 이후 전반적으로 ‘후지’ 사과나무가 더 높은 생산성을 보였다. 이는 ‘홍로’는 중생종 품종으로 모든 수확을 10월 중순 이전에 마치는 반면 ‘후지’는 만생종 품종으로 과실을 11월 말까지 수체에서 생장을 계속하기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 밀식과원 관리체계에 따른 품종별 생산성을 비교한 결과 일부 예외적인 경우가 있기는 하지만 모든 과원이 재식 후 8년차까지는 꾸준한 생산성 증가를 이어왔다. Robinson (2003)은 재식 3년차 이후부터 밀식사과원은 높은 생산성을 유지한다고 하였다. 다만 이러한 생산성이 어느 시기까지 지속될 수 있는지에 대해서는 다양한 보고가 있다. 재식 9년차에 이르러서는 관리체계에 따라 생산성 증가가 지속되기도 하지만 증가율이 둔화되거나 경우에 따라서는 오히려 생산성이 감소되는 경우도 관찰되었다.

T-1 관리체계는 홍로에서 재식 8년차를 제외하고는 꾸준히 ‘홍로’ 품종에서 높은 생산성을 보여주고 있다. 반면 T-2 관리체계는 재식 9년차에 이르러 ‘후지’의 생산성이 감소된 반면 ‘홍로’의 생산성은 계속 증가하였다. T-3 관리체계 역시 T-2 관리체계와 유사한 경향을 보였다. 반면 T-3, T-4, T-5 관리체계는 두 품종 모두 일정한 생산성 증가를 이어갔다. 특히 T-7은 재식 9년차에 이르기까지 생산성의 증가율이 계속 높았다.

T-1 관리체계는 수체의 영양생장을 인위적으로 상당히 억제시켰음에도 불구하고 두 품종 모두에서 높은 생산성을 보여주었다. 반면 T-3 관리체계는 수관 확장을 적절히 조절하였지만 생산성은 일정하게 유지되지 않았다. 특히, T-5 관리체계는 수관의 확장이 모든 관리체계에서 가장 컸지만 단위면적당 생산성은 가장 낮았다. 이에 반하여 T-7은 수관의 확장이 인위적으로 조절되었지만 생산성은 계속 높게 유지되었다.

밀식사과원에서 수관의 확장은 재식거리와 밀접한 관련이 있다. 즉, 수체 자체적으로 수관을 확장시키겠지만 과원 관리자에 의해서 이는 적절히 조절되고 있다. 이러한 조절의 궁극적 목표는 생산성의 극대화에 있다. T-2 관리체계의 경우 ‘홍로’ 품종에서는 수관 확장을 조절하였을 경우 생산성이 높게 나타났지만 ‘후지’ 품종에서는 상기의 결과가 관찰되지 않았다. 여타 관리체계 역시 생산성이 특정 품종에 국한되어 높은 결과를 보였고 두 품종간의 차이가 나타났다. 이는 품종의 수확시기와 더불어 생장습성이 특정 관리체계에 부적합할 수 있음을 보여주었다. T-7 관리체계의 경우, 수관의 확장을 인위적으로 상당히 억제하였음에도 불구하고 두 품종 모두에서 높은 생산성을 보였다. 상기 관리체계에 대해서는 차후 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단되었다(표 I-9).

재식 9년차 수체에서 수확한 과실에 대하여 과중과 과피의 착색정도에 따라 품질을 구분하여 각 품질 별 점유율을 비교하였다.

과중을 기준으로 수확한 과실의 품질을 구분한 후 점유율을 비교한 결과, T-2, T-6, T-7 체계의 관리를 받은 수체는 ‘후지’와 ‘홍로’ 품종 모두에서 특대 품질의 점유율이 월등히 높았다. 반면 T-1 체계의 관리를 받은 수체는 그 이하의 등급 또는 가장 낮은 등급에서의

점유율이 높았다. 이상과 같이 밀식과원의 관리체계는 수체의 생산성뿐만 아니라 과실의 품질 분포에도 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

과피 착색도에 따른 과실등급의 구분에서도 품종간의 차이가 관찰되기는 하였으나 T-2, T-6, T-7 체계의 관리를 받은 수체가 착색등급이 높은 과일을 생산한 반면 T-1 체계의 관리를 받은 수체는 과피의 착색이 우수하지 못한 과실을 생산한 것으로 나타났다.

<표 I-10> 밀식사과원 관리체계 별 수확과실 품질비교 (2014년 조사).

| 품종 | 수형 | 과중 (%) | | | | 착색 (%) | | | |
|----|-----|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| | | 특대 | 대 | 중 | 소 | 1등급 | 2등급 | 3등급 | 4등급 |
| 후지 | T-1 | 16.5 | 30.7 | 38.9 | 13.9 | 13.6 | 26.7 | 45.0 | 14.7 |
| | T-2 | 25.0 | 62.6 | 10.7 | 1.8 | 23.4 | 59.3 | 16.8 | 0.5 |
| | T-3 | 3.8 | 39.6 | 37.7 | 18.8 | 3.3 | 29.2 | 59.6 | 7.9 |
| | T-4 | 23.7 | 32.3 | 24.7 | 19.4 | 37.3 | 27.8 | 18.6 | 16.4 |
| | T-5 | 22.9 | 44.3 | 20.1 | 12.7 | 18.7 | 38.4 | 25.1 | 17.8 |
| | T-6 | 55.8 | 29.1 | 11.6 | 3.5 | 12.9 | 18.6 | 41.5 | 27.0 |
| | T-7 | 14.1 | 46.5 | 25.4 | 14.1 | 13.1 | 54.1 | 21.5 | 11.3 |
| 홍로 | T-1 | 13.0 | 49.4 | 24.7 | 13.0 | 10.7 | 42.9 | 28.6 | 17.8 |
| | T-2 | 50.6 | 41.6 | 6.7 | 1.1 | 47.4 | 39.4 | 10.5 | 2.7 |
| | T-3 | 13.2 | 44.1 | 17.6 | 25.0 | 11.5 | 32.5 | 32.5 | 23.5 |
| | T-4 | 18.7 | 52.0 | 15.7 | 13.6 | 29.4 | 44.7 | 11.8 | 14.1 |
| | T-5 | 6.0 | 40.0 | 30.0 | 24.0 | 4.9 | 34.7 | 37.4 | 23.0 |
| | T-6 | 54.9 | 37.2 | 7.1 | 0.9 | 12.7 | 23.8 | 25.4 | 38.1 |
| | T-7 | 55.6 | 28.6 | 14.3 | 1.6 | 51.5 | 33.3 | 12.1 | 3.1 |

T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.

* 과중구분 후지: 특대(320g 이상), 대(280g 이상), 중(240g 이상), 소(240g 미만)

홍로: 특대(340g 이상), 대(300g 이상), 중(260g 이상), 소(260g 미만).

* 착색구분 1등급(90%이상 착색), 2등급(60%이상 착색), 3등급(30%이상 착색), 4등급(30%이하).

과실에서 크기와 외형은 시장판매에서 가격형성의 중요한 요인이다(Park 등, 1998). 최근 들어 크기가 작은 과실에 대한 수요가 증가하지만 착색에 대한 품질기준이 완화된 것은 아니다. 따라서 수체가 많은 과실을 생산하는 것도 중요하지만 생산된 과실의 품질 또한 과원 관리체계 선정에 중요한 판단기준으로 작용해야 한다(표 I-10).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|-----------------|--|----------------|--|----------------|--|-----------------|--|----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|--------------|--|
| 수고 (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.5 | | | | | | | | | | | | | 3.5 (3.3) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | 4.2 (3.1) | | 2.7 (1.9) | | 2.2 (1.5) | | | | | | 5.4 (5.0) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.5 | 2.0 (4.7) | | 11.5 (8.5) | | 5.7 (4.1) | | 3.3 (2.3) | | 4.4 (1.6) | | 14.7 (5.4) | | 9.4 (8.7) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | 3.7 (8.8) | | 15.4 (11.3) | | 3.3 (2.4) | | 8.6 (6.2) | | 5.4 (3.9) | | 7.7 (5.3) | | 6.0 (2.2) | | 26.5 (9.7) | | 3.2 (2.3) | | 12.5 (11.6) | | | | | | | | | |
| 2.5 | 9.1 (21.6) | | 16.9 (12.4) | | 4.5 (3.3) | | 15.9 (11.5) | | 11.1 (8.0) | | 14.2 (9.8) | | 5.5 (3.8) | | 36.6 (13.4) | | 7.8 (5.7) | | 11.0 (8.0) | | 21.8 (20.3) | | | | | | | |
| 2.0 | 9.2 (21.7) | | 14.0 (10.3) | | 9.8 (7.2) | | 13.4 (9.7) | | 11.1 (8.0) | | 20.6 (14.3) | | 7.7 (5.3) | | 51.3 (18.8) | | 9.5 (6.9) | | 37.8 (27.7) | | 17.1 (15.9) | | | | | | | |
| 1.5 | 5.5 (13.0) | | 1.8 (4.3) | | 11.8 (8.7) | | 12.6 (9.3) | | 13.4 (9.7) | | 12.2 (8.8) | | 13.4 (9.7) | | 18.5 (12.8) | | 9.8 (6.8) | | 39.6 (14.5) | | 3.2 (2.3) | | 45.6 (33.4) | | 20.2 (18.8) | | 1.5 (1.4) | |
| 1.0 | 3.7 (8.7) | | 5.5 (12.9) | | 12.6 (9.3) | | 14.0 (10.3) | | 15.9 (11.5) | | 13.4 (9.7) | | 33.6 (23.2) | | 12.0 (8.3) | | 57.3 (21.0) | | 6.3 (4.6) | | 11.0 (8.0) | | 9.4 (8.7) | | 3.1 (2.9) | | | |
| 0.5 | 0.0 (0.0) | | 1.8 (4.3) | | 5.4 (4.0) | | 0.0 (0.0) | | 5.1 (3.6) | | 4.6 (3.3) | | 6.5 (4.4) | | 3.3 (2.2) | | 36.6 (13.4) | | 1.3 (1.0) | | 0.0 (0.0) | | 1.5 (1.4) | | 2.2 (2.0) | | | |
| 평균 | 내 | | 외 | | 내 | | 외 | | 내 | | 외 | | 내 | | 외 | | 내 | | 외 | | 내 | | 외 | | | | | |
| | 33.1 (78.5) | | 9.1 (21.5) | | 91.8 (67.5) | | 44.2 (32.5) | | 79.6 (57.4) | | 59.0 (42.6) | | 106.6 (73.6) | | 38.3 (26.4) | | 10.4 (3.8) | | 262.4 (96.2) | | 31.2 (22.8) | | 105.4 (77.2) | | 100.8 (93.7) | | 6.8 (6.3) | |
| | 42.2 (100) | | | | 136.0 (100) | | | | 138.6 (100) | | | | 144.8 (100) | | | | 272.8 (100) | | | | 136.5 (100) | | | | 107.6 (100) | | | |
| | T-1 | | | | T-2 | | | | T-3 | | | | T-4 | | | | T-5 | | | | T-7 | | | | T-7 | | | |

<그림 I -7> 밀식사과원 관리체계 별 재식 9년차 '후지' 사과나무 수관 부위별 과실 생산량

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

| 수고 (m) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|
| 4.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0 | 1.2 (2.8) | | 3.5 (2.4) | 0.7 (0.5) | | | 2.3 (1.6) | | | | | | 1.1 (1.8) | |
| 3.5 | 2.2 (5.1) | | 9.6 (6.5) | 3.3 (2.2) | 4.5 (3.4) | 2.8 (2.1) | 2.3 (1.6) | | 13.3 (5.2) | 7.2 (2.8) | | | 4.4 (7.0) | |
| 3.0 | 5.3 (12.5) | | 15.1 (10.2) | 5.6 (3.8) | 9.9 (7.5) | 5.3 (4.0) | 5.7 (4.0) | 2.1 (1.5) | 19.5 (7.6) | 21.5 (8.4) | 3.6 (2.7) | | 8.9 (14.0) | |
| 2.5 | 7.6 (17.9) | | 18.4 (12.4) | 9.6 (6.5) | 10.6 (8.0) | 9.3 (7.0) | 10.2 (7.1) | 3.4 (2.4) | | 31.8 (12.4) | 8.3 (6.2) | 13.2 (9.9) | 12.2 (19.3) | |
| 2.0 | 7.6 (17.9) | 3.3 (7.7) | 14.6 (9.9) | 10.5 (7.1) | 13.2 (10.0) | 10.6 (8.0) | 21.6 (15.1) | 8.0 (5.6) | | 44.8 (17.5) | 9.2 (6.9) | 33.1 (24.8) | 12.2 (19.3) | |
| 1.5 | 4.4 (10.3) | 3.3 (7.7) | 13.2 (8.9) | 13.2 (8.3) | 18.5 (14.0) | 14.5 (11.0) | 19.3 (13.5) | 12.4 (8.7) | | 35.6 (13.9) | 2.4 (1.8) | 46.0 (34.5) | 10.0 (15.8) | 1.1 (1.7) |
| 1.0 | 3.3 (7.7) | 3.3 (7.7) | 12.3 (8.3) | 12.3 (6.5) | 15.9 (12.0) | 11.9 (9.0) | 35.2 (24.6) | 9.1 (6.4) | | 46.9 (18.3) | 4.7 (3.5) | 11.7 (8.8) | 6.6 (10.5) | 2.2 (3.5) |
| 0.5 | 0.0 (0.0) | 1.1 (2.6) | 4.6 (3.1) | 4.6 (3.4) | 0.0 (0.0) | 5.3 (4.0) | 8.0 (5.6) | 3.4 (2.4) | | 35.6 (13.9) | 1.2 (0.9) | 0.0 (0.0) | 1.1 (1.8) | 3.3 (5.2) |
| 평균 | 내 | 외 | 내 | 외 | 내 | 외 | 내 | 외 | 내 | 외 | 내 | 외 | 내 | 외 |
| | 31.4 (74.3) | 10.9 (25.7) | 91.3 (61.7) | 56.7 (38.3) | 72.6 (54.9) | 59.7 (45.1) | 104.5 (73.1) | 38.5 (26.9) | 32.8 (12.8) | 223.4 (87.2) | 29.3 (22.0) | 104.0 (78.0) | 56.7 (89.5) | 6.6 (10.5) |
| | 42.3 (100) | | 148.0 (100) | | 132.2 (100) | | 143.0 (100) | | 256.2 (100) | | 133.3 (100) | | 63.3 (100) | |
| | T-1 | | T-2 | | T-3 | | T-4 | | T-5 | | T-7 | | T-7 | |

<그림 I-8> 밀식사과원 관리체계 별 재식 9년차 '홍로' 사과나무 수관 부위별 과실 생산량

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

‘후지’와 ‘홍로’ 두 품종에 대하여 각기 다른 체계에 의하여 관리받은 수체에서 수관 내부위 별 과실생산량을 측정하여 보았으며 그 결과는 <그림 I-7>, <그림 I-8>과 같다.

조사된 ‘후지’와 ‘홍로’ 두 품종 모두에서 T-1, T-6, T-7의 관리체계를 받은 수체는 수관 내부에서 보다 많은 과실을 생산한 반면 T-5 관리체계를 받은 수체는 수관 외부에서 보다 많은 과실을 생산한 것으로 조사되었다. T-2와 T-3 관리체계를 받은 수체는 수관 내부와 외부에서 고르게 과실을 생산한 것으로 나타났다. 즉, T-1, T-6, T-7은 생산된 과실의 품질을 고려할 때 수관 내부의 광환경에 보다 많은 노력을 주어야 한다. 비록 T-5 관리체계를 받은 수체는 수관 내부의 생산량이 거의 없지만 수관 내부에서 영양생장이 결실생장과 경쟁 없이 자유롭게 이루어질 수 있음을 고려할 때 여전히 일정수준 이상의 노력이 요구되었다. 더불어 T-1과 T-7은 수관의 확장을 인위적으로 억제하였기 때문에 수관 내부의 광환경 관리가 비교적 쉬울 것으로 예상되는 반면 T-6 체계에 의해 관리 받은 수체는 수관의 확장이 크게 이루어졌기 때문에 수관 내부 광환경 관리에 다소의 어려움이 예상되었다.

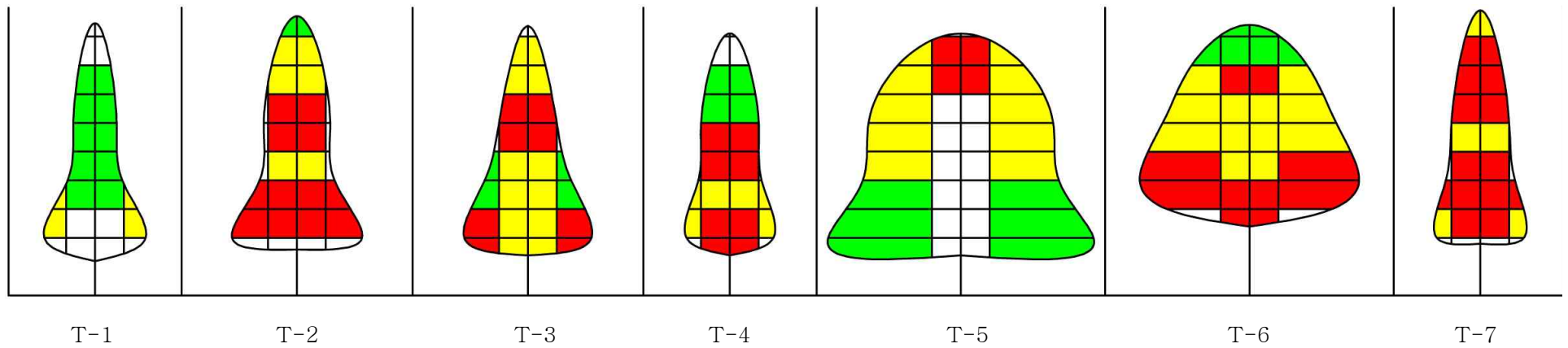
한편 수관 내 수고에 따라 생산된 과실의 점유율을 비교한 결과 T-1과 T-5 관리체계는 특정 높이에서 생산된 과실이 많았던 반면 여타 체계는 수관 내에 과실의 분포가 고르게 이루어져 있었다(그림 I-7, I-8).

<그림 I-9>는 수관 내부에서 생산된 과실의 과중과 과피 착색도를 고려한 품질을 등급에 따라 구분한 후 등급의 분포도가 높은 부위를 적색으로 표시한 후 과원 관리체계에 따라 비교한 결과이다.

T-2와 T-7 관리체계를 받은 수체는 수관 전체에서 높은 등급의 과실을 고르게 생산하였지만 그 이외의 관리체계를 받은 수체의 수관의 일부에서만 등급이 높은 과실을 생산하거나 부위 별 생산된 과실의 일부만이 등급이 높은 과실이었다. 특히 T-5 관리체계를 받은 수체에서는 수관 내부에서 전혀 과실생산이 이루어지지 않았음이 관찰되었다(그림 I-9).

밀식사과원의 관리체계에 따라 수체는 높은 생산성을 유지하기도 하지만 그렇지 못하기도 한다. 본 연구에서도 특정 체계의 관리를 받은 수체는 품종에 관계없이 높은 생산성을 나타내었다. 하지만 생산된 과실의 품질분포를 추가하여 고찰할 때 생산효율이 우수하며 높은 생산성을 유지하는 관리체계는 많지 않았다. 여기에 추가하여 수관 별 과실 생산성을 비교하여 과원 관리체계의 노동효율성을 감안하게 되면 특정 관리체계의 비효율성이 상당부분 관찰된다.

T-5 관리체계의 경우 수관이 크게 확장되었지만 생산된 과실의 품질이 높지 않고 수관 내 분포도 불량하였다. T-1과 T-6 관리체계는 높은 생산성을 보여준 반면 생산된 과실의 품질과 수관 내 과실 분포가 바람직하지 못하였다. 이에 반하여 T-7 관리체계는 수관의 확장이 적절히 억제되면서 높은 생산성을 유지하였고 생산된 과실의 품질도 우수하였다. 추가로 수관 내 과실분포를 비교할 때 관리작업의 효율성도 우수할 것으로 기대되었다.



<그림 I-9> 밀식사과원 관리체계 별 재식 9년차 '홍로' 수체의 수관 부위 별 생산과실 품질분포

(적색: 수확과실 90% 이상 특등품, 황색: 수확과실 60% 이상 특등품, 녹색: 수확과실 30% 이상 특등품, 백색: 기타)

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

3. 왜성사과나무 수세측정 관리방법 개발

가. 연구의 개요

과원관리에서 과수의 수세측정방법은 주로 주관적 판단에 기준을 둔다. 따라서 수세의 측정은 동일한 수체에 대하여 측정자 개인차에 의하여 다르게 표현될 수 있다. 본 연구는 이러한 관행적 수세측정방법에 대하여 비교적 객관적인 방법을 적용함으로써 왜성사과나무의 수세측정을 보다 객관적으로 시행할 수 있는 기초자료를 제공하고자 시행하였다.

또한 과원관리에서 수체의 영양진단은 모든 과원 관리자에게 필수적인 사항이다. 현재 수체의 영양진단은 주로 엽 발색에 의존하고 있지만 이는 생육기간 중 일시적으로만 가능하다. 따라서 본 연구는 수피의 발색을 측정하여 수체의 영양상태를 추정하여 보았다.

나. 재료 및 방법

(1) 시험장소 및 기간

- 경기도 포천시 상업사과원
- 2013년 3월 - 10월, 2014년 3월 - 10월

(2) 공시재료

- 2011년 재식된 '후지' 및 '홍로'/M.9 사과나무

(3) 처리방법 (토양관리 재배방법)

- (시험 I)
수세지수 조절 (총 주지직경 또는 단면적/주간직경 또는 단면적)
유효수량 조절 (주당 총 과중/주간단면적)
- (시험 II)
수피 image 분석

다. 연구결과

경기 포천 소재의 2011년 조성이 완료된 사과원에 대하여 사전조사를 통하여 수체의 생장상태를 조사하였다. 관리가 양호한 사과원을 선정된 후 2013년과 2014년에 걸쳐 '후지'와 '홍로' 품종에 대한 기초조사와 심층조사를 시행하였다.

기초조사는 수체를 구성하는 각 요인 중 다른 요인에 대한 영향이 큰 인자를 관찰하였다. 기초조사를 통하여 주간과 주지의 수세에 각각 영향을 크게 미치는 인자를 선정된 후 각 인자에 대한 수준을 달리하여 수체의 생산성과 생산과실의 품질분포를 비교하였다.



‘후지’



‘홍로’

<그림 I-10> 수세측정 관리방법 설정 시험포장

Robinson(2003)의 보고에 의하면 밀식사과원에 재식된 수체는 3차에 이르면 수관의 구성이 완료되어 이후 생산성을 높인다고 하였다. 따라서 본 연구에서 조사하는 밀식사과원은 재식 3년차 이후이므로 왜성사과의 생육특성을 적절히 반영하는 것으로 간주할 수 있겠다. Shin 등(1989)은 ‘홍로’ 품종의 육성·보급 후 수세가 안정된 풍산성 품종으로 소개하였다. 본 연구에서 ‘후지’와 ‘홍로’ 품종의 수체생장과 결실과정을 2년간 비교하였을 때 상기 보고와 일치하는 것으로 판단할 수 있다. 즉, ‘홍로’ 수체는 ‘후지’ 수체와 비교하여 수체의 생육이 적절히 조절되면서 결실과정에서는 우수한 결과를 보였다(표 I-11).

<표 I-11> 재식 3, 4년차 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 수체 성장량 및 생산성 비교

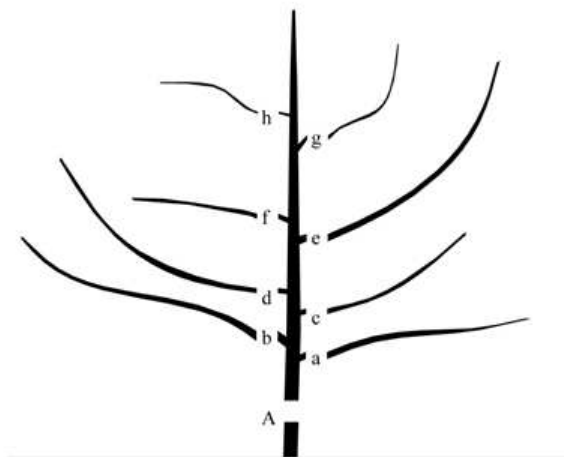
| 재식 년차 | 품종 | 수체생장 | | | 주지생장 | | 주당 생산성 | | |
|----------|----|------------|------------|---------------------------------|------|------------------|----------|----------|------------|
| | | 수고 (cm) | 수폭 (cm) | 주간 단면적 (mm ²) | 개수 | 총 신장량 (cm) | 화총 개수 | 과실 개수 | 수량 (kg) |
| 3년차 | 후지 | 325.7 | 214.9 | 1539 | 18.2 | 1060.3 | 106.3 | 39.0 | 11.231 |
| | 홍로 | 312.2 | 215.5 | 1394 | 15.1 | 955.2 | 119.5 | 49.4 | 12.073 |
| 4년차 | 후지 | 325.7 | 298.8 | 1662 | 23.8 | 1660.9 | 165.4 | 41.5 | 11.683 |
| | 홍로 | 329.5 | 270.1 | 1543 | 20.4 | 1550.9 | 154.6 | 47.3 | 13.250 |

주간세력의 구성요소를 독립변수로 하고 주지세력의 구성요소를 종속변수로 하여 각 변수가 상대변수에 대한 상관정도를 분석하였다.

<표 I-12> 재식 3년차 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 수체 수세형성에 영향을 미치는 요인 분석

| 품종 | 독립변수 | 종속변수 | | |
|----|------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 주지 수 | 총 주지신장 | 총 BCA |
| 후지 | 수고 | 0.52978** (<0.0001) | 0.20646 (0.11349) | 0.47845** (0.00011) |
| | 수폭 | -0.15004 (0.25251) | 0.55699** (<0.0001) | 0.39703** (0.00168) |
| | TCA | 0.00942 (0.94303) | 0.04933 (0.70819) | 0.69913** (<0.0001) |
| 홍로 | 수고 | 0.39804** (0.00163) | 0.52821** (<0.0001) | 0.49516** (<0.0001) |
| | 수폭 | 0.41831** (0.00088) | 0.63052** (<0.0001) | 0.46652** (0.00017) |
| | TCA | 0.53538** (<0.0001) | 0.70386** (<0.0001) | 0.85650** (<0.0001) |

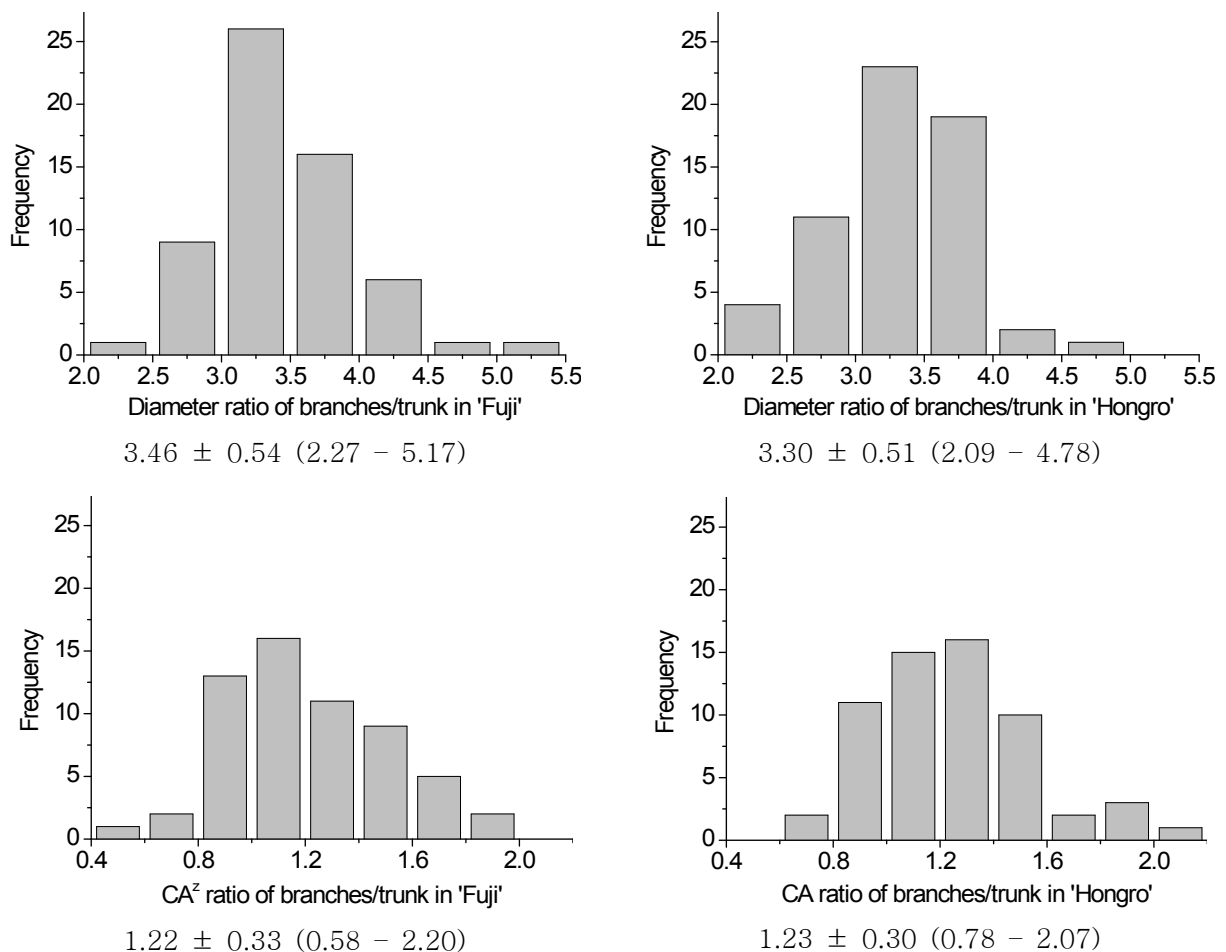
‘후지’와 ‘홍로’ 두 품종 모두에서 주지 단면적 총 합이 주간단면적과 정의 상관을 보여 주었고 유의성은 고도로 높았다. Ogata 등(1986)은 주간단면적은 수관 전체의 체적과 정의 상관성이 있다고 지적한 이후 다수의 연구자들이 주간단면적과 주지의 세력 사이의 관련성을 보고하였다(Carusio 등, 1999; Strong과 Azarenko, 2000). 특히 권 등(2007)은 배나무에서 주간단면적과 총 주지단면적 사이의 상관관계를 증명하여 주간의 세력과 주지의 세력 간의 관계를 설명하기도 하였다. 이전의 연구결과를 참고하여 본 연구결과를 고찰하면 사과나무에서도 주지의 세력은 주간의 세력에 의하여 결정됨을 짐작할 수 있다(표 I-12).



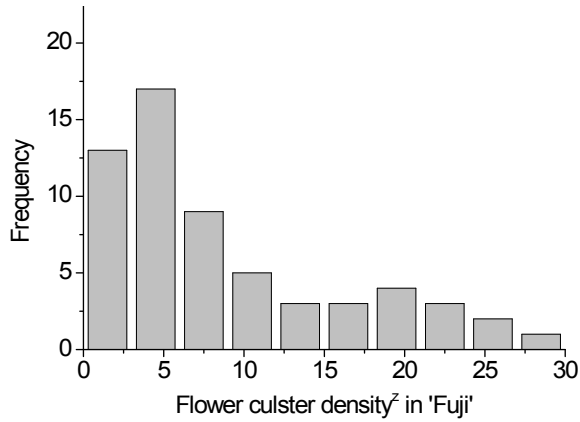
<그림 I-11> 왜성사과나무 수세측정방법
수세지수 = (a + b + c + d + e + f + g + h / A)

앞선 연구에서 Kwon 등(2007)은 배나무에 대한 연구에서 주간세력에 대한 주지의 세력을 계량화하여 이를 수체 수세측정의 지표로 삼고자 하였다. 본 연구에서도 상기 방법에 준하여 왜성사과나무의 수세지수를 측정하였다(그림 I-11).

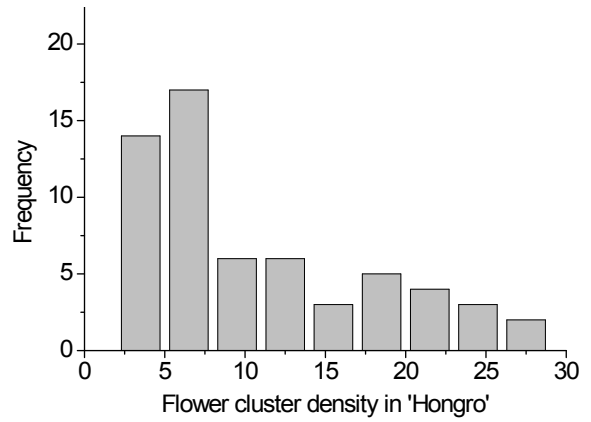
Kwon 등(2007)은 주지의 개수가 적은 배나무에 대하여 측정을 시행한 반면 본 연구는 주지의 개수가 많은 사과나무이다. 그럼에도 불구하고 각 요인에 대한 직경비는 일정하지 않은 반면 단면적의 비율을 측정하면 대략 1.0 수준에서 높은 분포율을 보이고 있다. Kwon 등(2007) 역시 주지의 개수가 증가함에 따라 직경에 의한 수세지수는 증가하지만 단면적에 의하여 수세지수를 측정할 경우 일정한 결과를 얻었다. 따라서 본 연구 역시 주간에 대한 주지의 세력비를 측정하여 수세지수화 할 때는 각각에 대한 단면적의 비를 적용하는 것이 타당할 것으로 판단되었다. 다만 주간단면적에 대한 총 주지단면적간의 비율을 측정하여 분포도를 측정한 결과에서 ‘후지’와 ‘홍로’ 두 품종 모두 1.2 수준에서 높은 분포율을 보이긴 하였으나 ‘후지’ 품종은 이보다 낮은 수준에서 ‘홍로’ 품종은 이보다 높은 수준에서 높은 분포율을 보였다(그림 I-12).



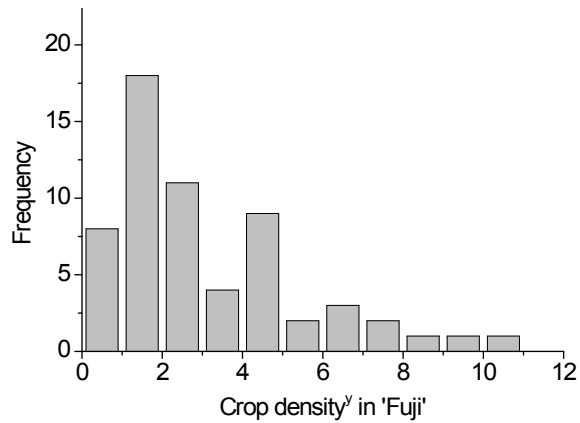
<그림 I-12> 재식 3년차 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 사과나무 수세지수 분포



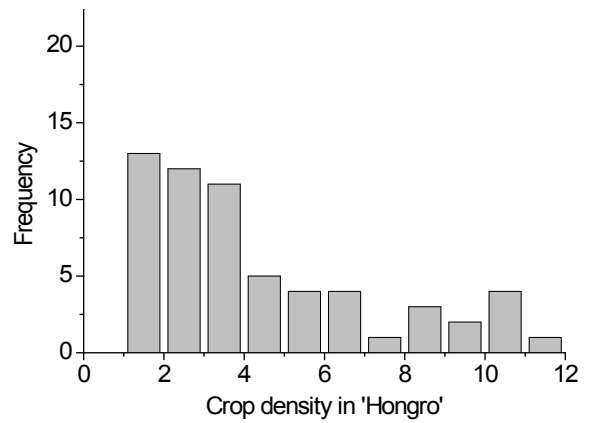
$8.62 \pm 7.62 (0.73 - 29.68)$



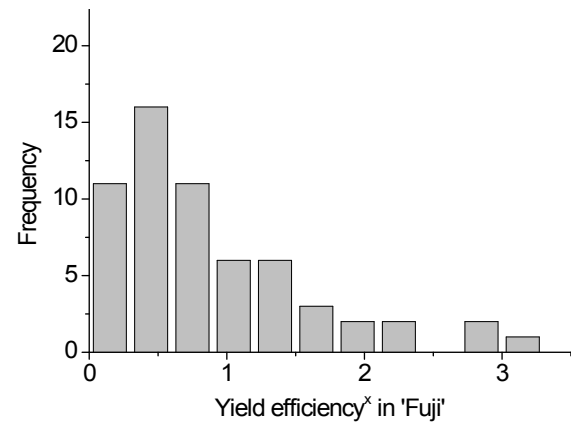
$10.68 \pm 7.16 (2.77 - 27.96)$



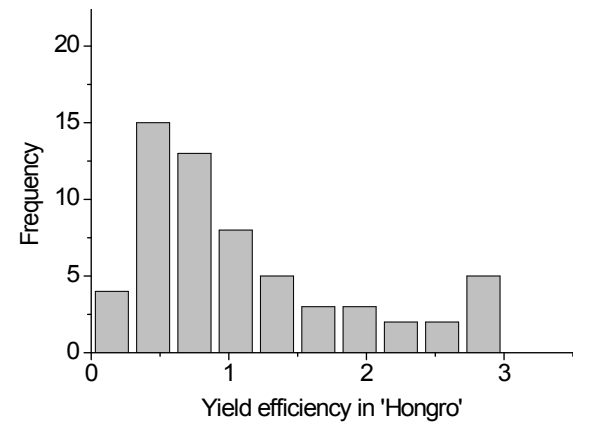
$3.06 \pm 2.42 (0.31 - 10.40)$



$4.45 \pm 2.98 (1.09 - 11.90)$



$0.89 \pm 0.73 (0.08 - 3.19)$



$1.11 \pm 0.79 (0.22 - 2.97)$

<그림 I-13> 재식 3년차 '후지' 및 '홍로' 사과나무 생산성 지수 분포

앞선 연구에서 연구자들은 주간단면적을 이용하여 화총밀도, 결실밀도, 유효수량을 측정하였다(Cho와 Yoon, 2006; Choi 등, 2009; Jiménez와 Díaz, 2003, Paek 등, 2007; Wang 등, 2006). 상기 그림의 결과에서 본 연구는 '후지' 사과나무는 1cm^2 주간단면적 상에서 과중 290g의 사과를 3개 생산한 반면 '홍로' 사과나무는 1cm^2 주간단면적 상에서 과중 250g의

사과를 4.5개 생산한 것으로 추정할 수 있다. 이러한 결과는 앞선 연구결과(Cho와 Yoon, 2006; Choi 등, 2009)와는 다소 상이하지만 본 연구가 수체 생육기가 짧고 또한 수확을 일찍 시행한 점을 고려하면 대체로 일치되는 결과라고 볼 수 있다. 단지 상기 결과에서 알 수 있는 것은 결실밀도와 유효수량 모두 전체 평균보다 낮은 단계에서 높은 빈도를 볼 수 있다. 이러한 점은 차후 교육 및 홍보를 통하여 개선해나가는 것이 필요하다고 판단된다(그림 I-13).

<표 I-13> ‘후지’ 및 ‘홍로’ 수세 및 착과량 조절에 의한 생산성 비교

| 재식년차 | 품종 | 지수 | 등급 | 주당 과실 수 | 주당 수량 |
|------|------|------|------------|---------|----------|
| 3년차 | ‘후지’ | 수세지수 | < 1.1 | 30.1 b | 8.546 b |
| | | | 1.1 - 1.3 | 46.1 a | 13.196 a |
| | | | 1.3 < | 46.8 a | 13.677 a |
| | | 유효수량 | < 700 | 20.2 c | 5.756 c |
| | | | 700 - 1100 | 41.3 b | 11.749 b |
| | | | 1100 < | 57.0 a | 16.594 a |
| | ‘홍로’ | 수세지수 | < 1.1 | 50.7 a | 12.673 a |
| | | | 1.1 - 1.3 | 52.6 a | 12.848 a |
| | | | 1.3 < | 48.3 a | 11.430 b |
| | | 유효수량 | < 900 | 35.9 a | 8.238 a |
| | | | 900 - 1300 | 48.8 b | 11.854 b |
| | | | 1300 < | 64.4 c | 16.363 c |
| 4년차 | ‘후지’ | 수세지수 | < 1.1 | 33.8 b | 9.306 b |
| | | | 1.1 - 1.3 | 47.1 a | 13.325 a |
| | | | 1.3 < | 45.3 a | 12.921 a |
| | | 유효수량 | < 700 | 29.3 b | 8.144 b |
| | | | 700 - 1100 | 45.7 a | 13.013 a |
| | | | 1100 < | 51.9 a | 14.626 a |
| | ‘홍로’ | 수세지수 | < 1.1 | 49.7 a | 14.025 a |
| | | | 1.1 - 1.3 | 52.3 a | 15.026 a |
| | | | 1.3 < | 42.4 b | 11.529 b |
| | | 유효수량 | < 900 | 34.6 b | 9.721 b |
| | | | 900 - 1300 | 54.4 a | 15.260 a |
| | | | 1300 < | 57.8 a | 16.202 a |

5% 수준에서 유의성 검정.

앞선 시험의 결과를 기초로 하여 ‘후지’와 ‘홍로’ 사과나무에 대하여 수세지수와 유효수량을 달리한 후 각 수준에 대한 생산성을 비교하였다.

2년간의 시험결과에 의하면 본 연구는 두 품종 모두에서 수세지수를 1.1 - 1.3 수준으로 조절한 수체에서 원하는 수준의 생산성을 얻었다. 비록 배나무에 대한 시험이었지만 Kwon 등(2007) 역시 수세지수를 1.0 정도의 수준에서 조절하였을 때 원하는 수준의 생산성을 얻었다. Lauri 등(2007)은 적과 등 재배적 방법을 통하여 수확과실의 품질을 조절할 수 있다고 하였고 Tustin 등(2012) 역시 영양생장을 지나치게 시행하게 되면 수확되는 과실의 품질을 조절할 수 없다고 하였다. 따라서 연구결과를 고려하여 본 시험결과를 고찰하면, 수세를 일정하게 유지할 때 수체의 생산성이 향상됨을 알 수 있었다. 다만 2년간 시험에서 ‘후지’ 사과나무의 경우 수세지수가 1.2보다 다소 높더라도 원하는 수준의 생산성을 유지할 수 있었지만 ‘홍로’ 사과나무의 경우에는 1.2보다 낮게 수세지수를 유지해야만 원하는 수준의 생산성을 나타낼 수 있었다(표 I-13).

<표 I-14> 재식 3년차 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 수세 및 착과량 조절에 의한 과실특성 비교

| 품종 | 지수 | 등급 | 과중 (g) | 중경 (mm) | 횡경 (mm) | 당함량 (°Bx) | 경도 (N) | 산도 (%) | |
|------|------|------------|---------|---------|---------|-----------|--------|--------|------|
| 후지 | 대조구 | 평균 | 286.4 | 73.0 | 85.2 | 14.8 | 334 | 0.44 | |
| | | 표준편차 | 17.0 | 1.9 | 2.8 | 0.8 | 22 | 0.06 | |
| | | 최대치 | 321.8 | 76.8 | 90.1 | 16.6 | 376 | 0.54 | |
| | | 최소치 | 239.7 | 69.0 | 72.9 | 13.1 | 291 | 0.26 | |
| | 수세지수 | < 1.1 | 283.3 a | 72.6 a | 84.8 a | 14.6 a | 332 a | 0.43 a | |
| | | 1.1 - 1.3 | 284.3 a | 72.8 a | 84.6 a | 14.9 a | 333 a | 0.43 a | |
| | | 1.3 < | 290.6 a | 73.3 a | 85.4 a | 15.0 a | 334 a | 0.45 a | |
| | 유효수량 | < 700 | 282.8 a | 73.0 a | 85.2 a | 14.5 b | 332 a | 0.43 a | |
| | | 700 - 1100 | 285.0 a | 72.6 a | 85.1 a | 14.3 b | 329 a | 0.41 a | |
| | | 1100 < | 291.6 a | 73.4 a | 85.7 a | 15.2 a | 336 a | 0.46 a | |
| | 홍로 | 대조구 | 평균 | 241.3 | 72.6 | 79.8 | 13.9 | 335 | 0.41 |
| | | | 표준편차 | 19.7 | 2.5 | 3.4 | 0.6 | 23 | 0.02 |
| 최대치 | | | 272.5 | 77.4 | 85.3 | 15.3 | 382 | 0.46 | |
| 최소치 | | | 195.8 | 66.4 | 65.0 | 12.8 | 270 | 0.27 | |
| 수세지수 | | < 1.1 | 247.1 a | 72.7 a | 81.0 a | 14.1 a | 340 a | 0.37 a | |
| | | 1.1 - 1.3 | 245.1 a | 72.4 a | 79.0 a | 13.7 a | 337 a | 0.40 a | |
| | | 1.3 < | 233.3 b | 72.3 a | 78.7 a | 13.8 a | 329 a | 0.38 a | |
| 유효수량 | | < 900 | 228.3 b | 71.3 a | 78.4 b | 13.8 a | 336 a | 0.38 a | |
| | | 900 - 1300 | 243.2 b | 73.8 a | 79.3 b | 14.0 a | 328 a | 0.41 a | |
| | | 1300 < | 254.7 a | 73.3 a | 82.2 a | 14.1 a | 339 a | 0.37 a | |

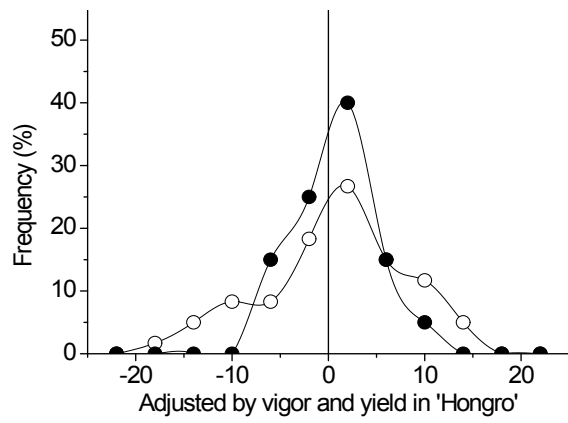
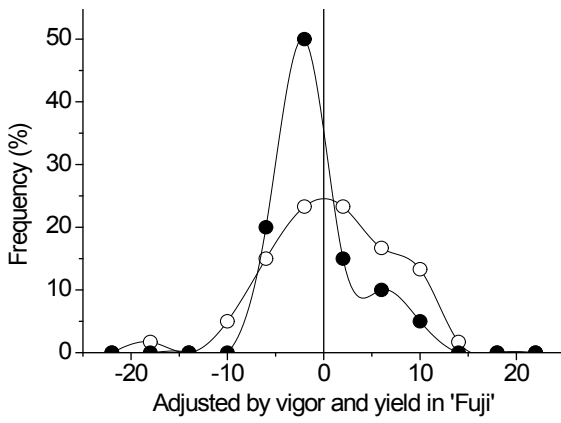
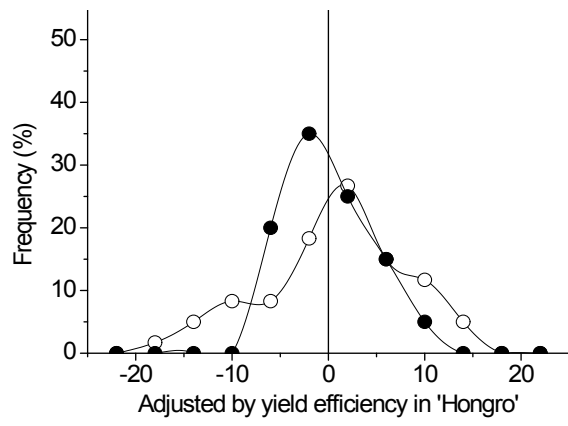
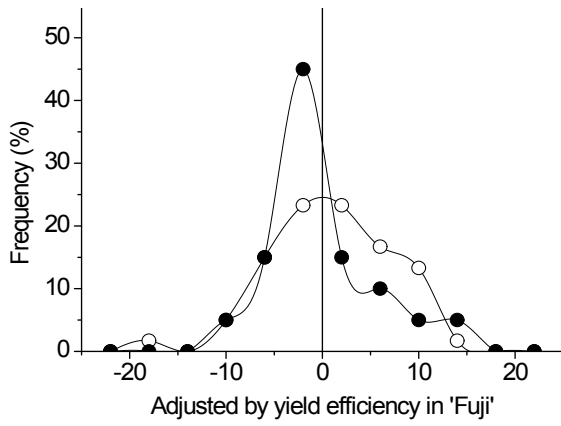
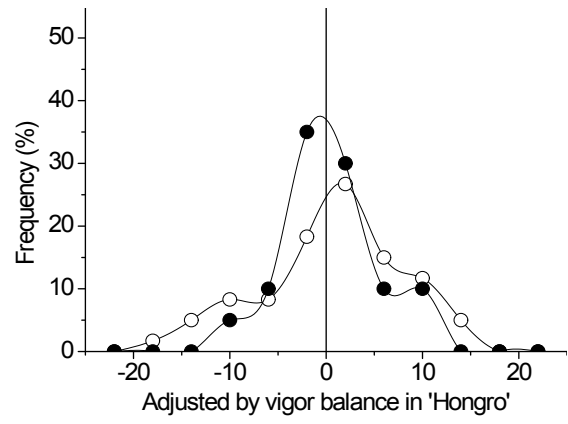
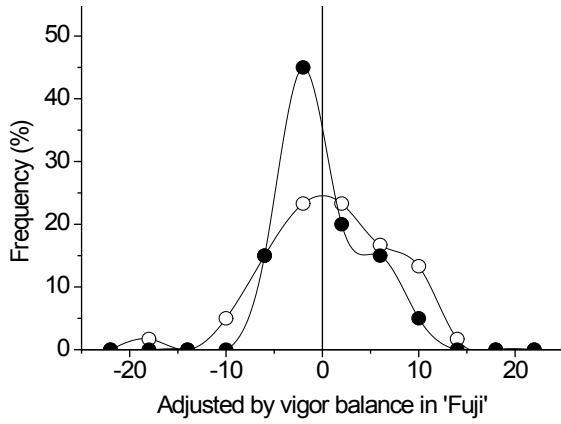
5% 수준에서 유의성 검정.

수세지수와 유효수량을 조절한 수체에서 과실을 수확한 후 각 처리에 따른 품질차이를 비교하여 보았다. 비록 품종에 따라서 일부 과신평형에서 유의성이 인정되는 차이가 관찰되기는 하였지만 특정한 경향을 나타내지는 않았다. 즉, 수세지수와 유효수량의 조절은 수체의 생산성에는 영향을 미치겠지만 각각의 과신평형에는 크게 영향을 미치지 못하였다. 이에 대하여 Koike 등(1990)은 과실의 품질은 주변 엽의 광합성 동화물질의 이동과 관련이 있음을 보고하였다. 즉, 과실의 크기는 수체 내 양·수분의 이동을 조절함으로써 다르게 할 수 있지만 과실 내 당 함량을 포함한 품질결정요인은 수관 내 균등한 물질분배와 관련이 있을 것으로 판단된다(표 I-14).

앞서 언급한 바와 같이 수관 내 물질분배가 과실의 품질에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 주지에 대하여 유효수량을 측정 후 적정한 수준까지만 결실시킨 수체와 관행적 방법에 준하여 결실량을 조절한 수체에 대하여 생산과실의 품질 균일도를 비교하였다.

재식 3년차의 수체에 대하여 수확한 과실의 과중 분포도를 비교한 결과 ‘후지’ 사과나무는 ± 5.95 , ‘홍로’ 사과나무는 ± 8.15 의 산포도를 보였다. 각각의 수체에 대하여 수세지수만을 조절한 결과 산포도는 ‘후지’ 사과나무가 ± 4.75 , ‘홍로’ 사과나무가 ± 6.10 으로 감소되었다. 유효수량을 조절한 경우에는 ‘홍로’ 사과나무만이 유의성이 인정되는 감소를 나타내었다. 수세지수와 유효수량을 모두 적용한 경우의 수체는 수세지수만을 조절한 수체와 비교하여 유의성이 인정되는 개선을 나타내지 못하였다. 즉, 수체의 수세지수를 조절하게 될 경우 수관 내 물질분배가 균등하게 이루어져 수확과실의 품질균일도가 상승되는 것으로 판단되었다. 반면 과실 당 함량에 대하여 동일한 시험처리 후 관찰한 결과에서는 과중의 관찰에서와 같은 수준의 균일도 향상을 관찰하지 못하였다.

앞서 언급한 바와 같이 과실의 크기는 수체 내 물질이동에 변화를 줌으로써 조절할 수 있는 반면 과신평형은 수관 내 광합성 물질의 분배에 변화를 주어야 조절할 수 있는 것으로 판단되었다(그림 I-9, I-10).



± 5.95 (-16.29 to 12.37)

± 4.75 (-6.03 to 10.22)

± 4.98 (-8.49 to 10.35)

± 4.58 (5.21 to 10.55)

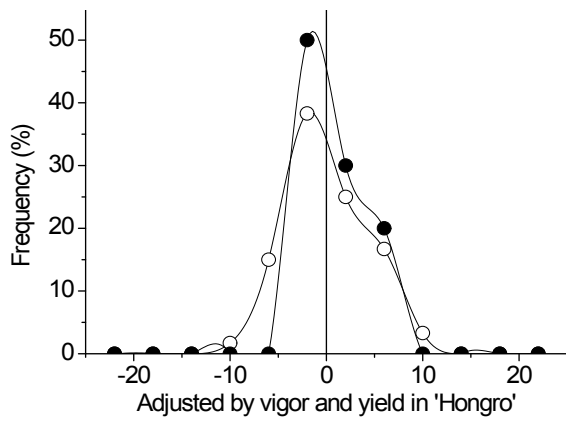
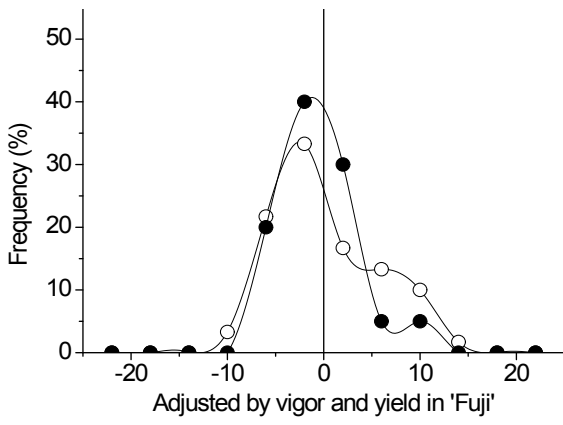
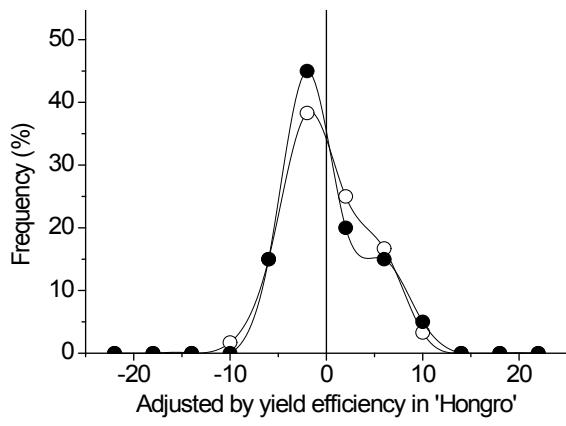
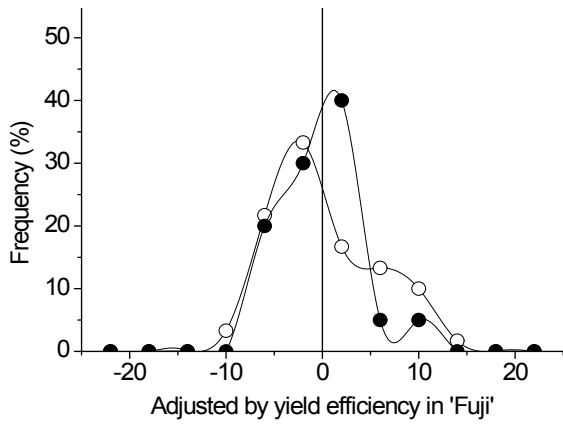
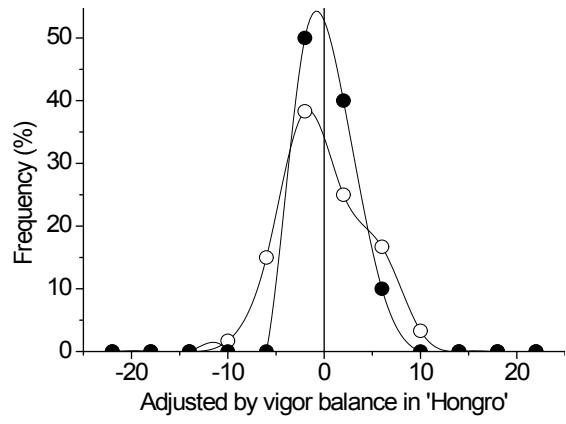
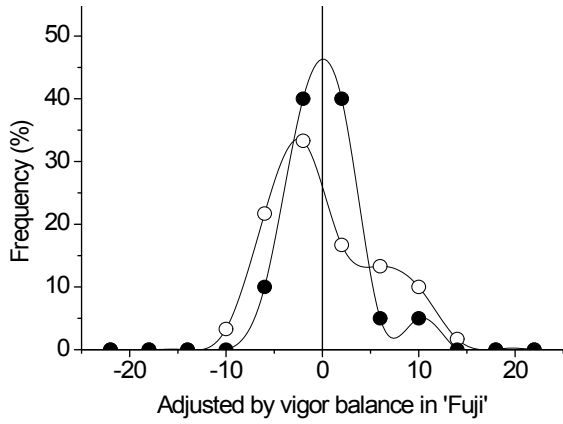
± 8.15 (-18.86 to 12.93)

± 6.10 (-8.28 to 11.16)

± 4.60 (-7.55 to 9.55)

± 4.87 (-7.43 to 9.69)

<그림 1-9> 재식 3년차 '후지' 및 '홍로' 사과나무 수세 및 착과량 조절에 의한 과중 균일도



± 5.59 (-11.10 - 12.45)

± 4.16 (-7.28 - 10.96)

± 4.16 (-7.17 - 8.72)

± 4.53 (-8.17 - 9.89)

± 4.15 (-8.41 - 9.68)

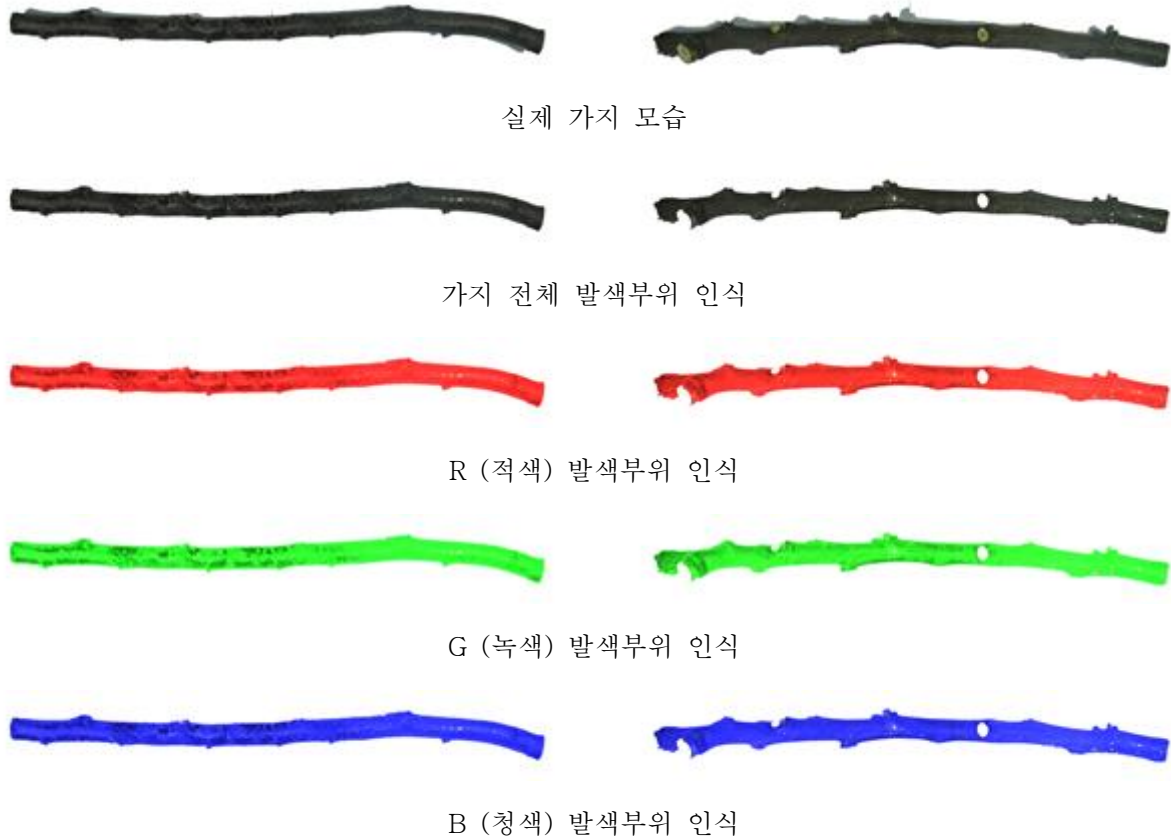
± 2.68 (-3.77 - 5.86)

± 4.18 (-5.46 - 9.14)

± 2.90 (-3.79 - 7.02)

<그림 I-9> 재식 3년차 '후지' 및 '홍로' 사과나무 수세 및 착과량 조절에 의한 당함량 균일도

재식 3년차 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 수체에 대하여 주간에서 발생된 주지를 수거한 후 8Mbyte 이상의 해상도에서 이미지를 수집하였다. 이후 수집된 이미지는 자연광(Luminosity, Red, Green, Blue - RGB) 수준에서 발색부위를 재설정하여 설정부분에 대한 발색특성을 수치로 전환하였다. 전환된 수치는 수피 내 특정 무기물 함량과 일련의 상관관계가 존재하는지를 분석을 통하여 관찰되었다(그림 I-10).



<그림 I-10> 3년생 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 사과나무 수피 발색부위 인식과정

주지가 세력이 강하고 수피 내 질소함량이 높은 경우 수피의 발색이 전 부분에 걸쳐 짙게 나타났다. 상기 주지를 자연광 수준에서 색분해를 시행한 결과에서도 수피 전 부분에서 높은 발색도를 나타내었다. 반면 주지 세력이 안정되고 수피 내 질소함량이 적정 수준인 경우에는 관찰부위 전체에서 고른 발색이 이루어졌다. 수집된 영상에서 세력이 약하고 수피 내 질소함량이 적정 수준 이하일 경우 수집된 영상에서 발색이 측정부위에서 부분적으로 이루어지거나 심한 편중현상을 나타냈다.

상기 결과를 종합하여 보면 수피 내 질소함량이 적정 또는 높은 수준일 때는 수피 전체에서 일정 수준 이상의 발색이 이루어지지만 수피 내 질소함량이 일정수준 이하일 때는 수피상의 발색이 부분적 또는 편중현상이 발생한다(그림 I-11).



‘후지’ 질소 과다 가지

Luminosity value : 50

R value : 50

G value : 50

B value : 50



‘홍로’ 질소 과다 가지

Luminosity value : 50

R value : 50

G value : 60

B value : 50



‘후지’ 질소 적정 가지

Luminosity value : 40

R value : 40

G value : 45

B value : 30



‘홍로’ 질소 적정 가지

Luminosity value : 50

R value : 50

G value : 55

B value : 60

<그림 I-11> 3년생 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 사과나무 질소수준 별 가지 발색

제 2 절 재식당년 결실형 우량묘목 저비용 생산체계 개발

1. 접목방법에 의한 우량묘목 생산체계 개발

가. 연구의 개요

과수 선진국과 비교할 때 국내 묘목생산체계는 부분적으로 미흡한 부분이 자주 노출되고 있다. 본 연구는 기존 묘목시장에서 관행적으로 시행되고 있는 생산체계에 대하여 구체적인 수체 생리적 검정을 시행함으로써 현 관행체계에 대한 보완성 제공과 효율성 향상을 목적으로 하고 있다. 더불어 본 연구결과를 활용하여 재식당년 결실이 가능한 우량묘목의 생산체계에 대하여 비용절감을 위한 다양한 자료를 제공하고자 한다.

나. 재료 및 방법

(1) 시험장소 및 기간

- 경기 안성시 상업묘목 생산포장
- 충남 성환읍 상업묘목 생산포장
- 2012년 3월 - 10월, 2013년 3월 - 10월



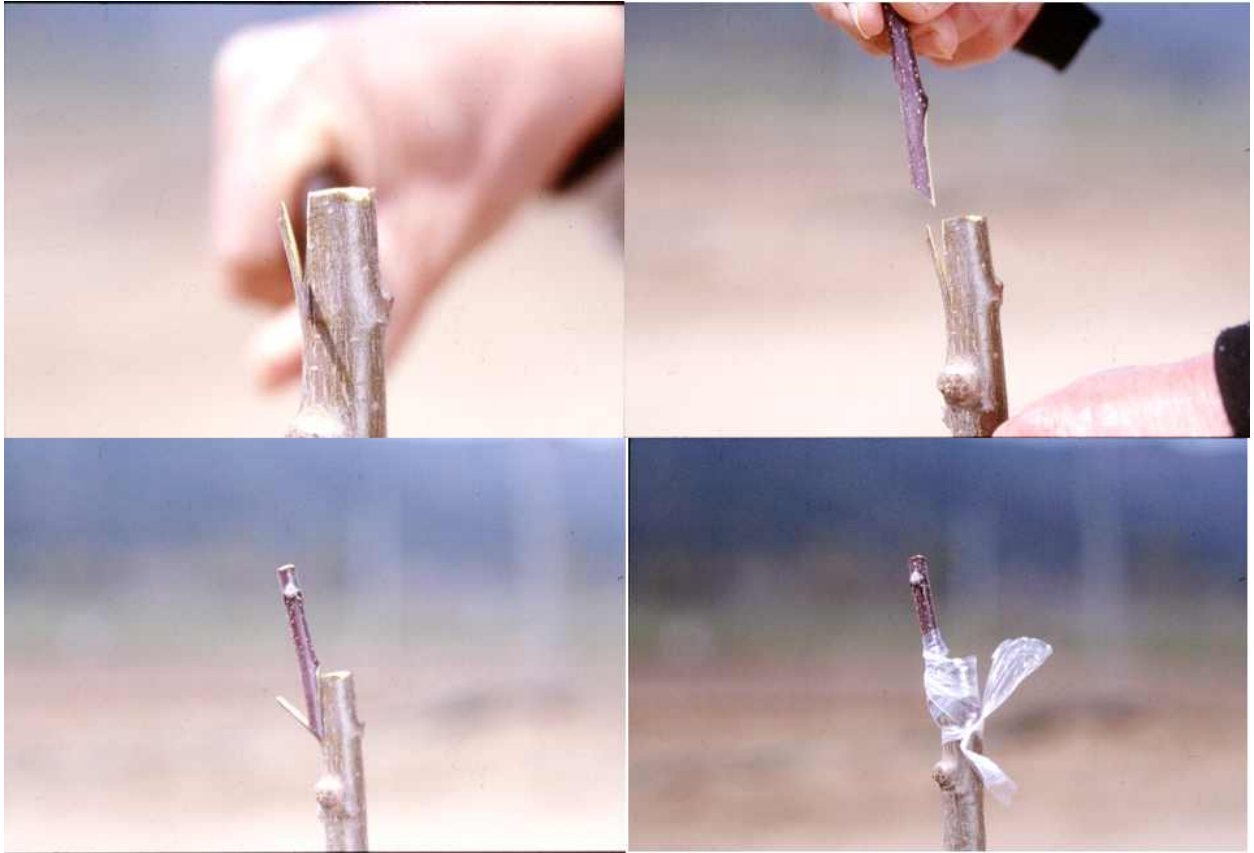
<그림 II-1> 우량묘목 생산체계 개발을 위한 시험포장

(2) 공시재료

- 접수 : ‘후지’, ‘홍로’
- 대목 : M.9

(3) 처리방법 (접목방법)

- 관행절접
- 수정절접 → 접수길이 5cm, 30cm, 60cm로 조절
- 반설접 → 접수길이 5cm, 30cm, 60cm로 조절



<그림 II-2> 기존 절접의 단계 별 시행모습



<그림 II-3> 반설접 작업과정

다. 연구결과

본 연구에서는 M.9을 대목으로 하여 ‘후지’와 ‘홍로’ 접수를 접목시킨 왜성대목 생산체계를 조사하였다. 두 품종 모두에 대하여 기존 관행절접(그림 II-2, 접수 눈을 2-3개 정도로 조정하여 접목)을 시행한 후 접목방법과 접수길이를 다르게 시행한 접목방법과 비교하여 묘목의 성장량과 품질을 조사하였다.

두 품종 모두에서 접수길이를 짧게 하여 대목을 생산하였을 때는 생산된 묘목의 수고와 수폭이 모두 작았다. 반면 접수길이를 길게한 후 접목을 하였을 경우 접목방법과 관계없이 수고와 수폭 모두 증가하였다. 절접과 본 연구진이 새롭게 고안한 반설접에 대하여 생산된 묘목의 성장량을 비교한 결과에서는 두 품종 모두 반설접을 시행한 묘목의 성장상태가 다소 저조하였다. 다만 반설접을 시행하였을 때 ‘홍로’ 품종에서 대목의 생장이 왕성한 것이 관찰되었다. 비록 반설접에 대한 작업의 효율성은 인정되지만 작업의 숙련도에서 차이가 발생하므로 이에 대한 보완적 수용이 요구되었다(그림 II-1).

<표 II-1> 접목방법 별 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 묘목 성장량 비교

| 품종 | 접목방법 | 구분 | 수고 (cm) | 수폭 (cm) | 대목굵기 (mm) | 접수굵기 (mm) | |
|-------|------|-------|---------|---------|-----------|-----------|--------|
| ‘후지’ | 관행 | | 148.0 c | 83.5 a | 16.0 b | 11.0 a | |
| | 절접 | 접수 5 | 165.0 b | 92.3 a | 15.7 b | 11.0 a | |
| | | 접수 30 | 165.4 b | 73.1 b | 16.5 b | 11.9 a | |
| | | 접수 60 | 181.2 a | 64.2 c | 15.4 b | 12.0 a | |
| | 반설접 | 접수 5 | 146.5 c | 103.0 a | 17.4 b | 12.2 a | |
| | | 접수 30 | 165.4 b | 90.5 b | 16.5 b | 14.7 a | |
| | | 접수 60 | 160.5 b | 69.6 c | 16.6 b | 12.6 a | |
| | ‘홍로’ | 관행 | | 151.1 c | 67.1 c | 18.7 a | 11.6 a |
| | | 절접 | 접수 5 | 168.5 b | 64.2 c | 16.8 b | 10.4 a |
| 접수 30 | | | 188.3 a | 56.2 c | 18.5 a | 10.2 a | |
| 접수 60 | | | 180.5 a | 43.2 d | 20.3 a | 7.5 a | |
| 반설접 | | 접수 5 | 151.8 c | 63.3 c | 20.3 a | 11.8 a | |
| | | 접수 30 | 125.9 d | 38.1 d | 17.6 b | 11.9 a | |
| | | 접수 60 | 132.1 d | 41.9 d | 18.7 a | 12.1 a | |

5% 수준에서 유의성 검정

<표 II-2> 접목방법 별 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 묘목 품질 비교

| 품종 | 접목방법 | 구분 | 측지 개수 | 최하단 높이 (cm) | 득묘율 (%) |
|-------|------|-------|--------|-------------|---------|
| ‘후지’ | 관행 | | 3.3 b | 44.3 c | 96.7 a |
| | 절접 | 접수 5 | 4.2 b | 58.8 b | 90.0 a |
| | | 접수 30 | 3.7 b | 55.5 b | 88.3 a |
| | | 접수 60 | 2.7 c | 87.7 a | 25.0 c |
| | 반설접 | 접수 5 | 4.2 b | 54.3 b | 97.7 a |
| | | 접수 30 | 5.8 b | 47.7 c | 95.0 a |
| 접수 60 | | 8.6 a | 43.8 c | 90.0 a | |
| ‘홍로’ | 관행 | | 6.5 b | 59.4 b | 96.3 a |
| | 절접 | 접수 5 | 8.3 a | 78.8 a | 89.6 a |
| | | 접수 30 | 9.3 a | 89.9 a | 81.8 b |
| | | 접수 60 | 7.6 a | 78.0 a | 31.1 c |
| | 반설접 | 접수 5 | 7.4 a | 56.5 b | 96.0 a |
| | | 접수 30 | 2.0 c | 65.6 b | 48.0 c |
| 접수 60 | | 2.6 c | 64.8 b | 28.0 c | |

5% 수준에서 유의성 검정



<그림 II-4> 접목방법 별 시행 후 상구유합 특성

접수길이를 달리한 후 생산된 묘목의 품질을 비교하여 보았으나 생산된 묘목의 품질과 접목방법간의 어떠한 경향성도 발견되지 않았다. 단지 앞서 기술한 바와 같이 본 연구진에 의해 고안된 반설접으로 묘목을 생산하였을 경우 생산된 묘목의 품질을 제고시키지는 못한 것으로 나타났다. 단지 이러한 현상이 접목방법의 숙련도에서 올 수 있음을 배제할 수 없었다(표 II-2).

접목방법 또는 접수길이를 달리하여 기존 관행적 접목방법에 대한 개선점을 찾고자 하였으나 뚜렷한 대안은 제시하지 못하였다. 특히 관행 접목방법으로 묘목을 생산할 때 재식 직후 결실이 가능한 묘목을 생산하기 위하여 화아분화가 진행된 접수를 사용할 경우 접목을 위한 재료비(접수)의 상승은 물론 득묘율 저하의 결과가 초래되었다. 단지 기존 절접의 경우에는 수작업 이외의 작업은 곤란한 구조를 가지고 있지만 반설접의 경우에는 기계화가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 앞서 언급한 바와 같이 반설접에 의한 묘목의 생산이 숙련도 부족에서 상기의 결과를 얻었음을 배제할 수 없음을 감안하여 차후 접목기사의 숙련도 제고가 이루어진 후 보다 상세한 조사가 요구되어졌다.

2. 접목묘 관리방법에 의한 우량묘목 생산체계 개발

가. 연구의 개요

과수 선진국에서는 우량 과수묘목을 저비용으로 생산하기 위한 노력이 다양하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 적용되는 접수는 관행적으로 시행하되 접목방법과 접목 이후의 관리방법을 달리하여 묘목의 성장상태와 품질을 비교하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 시험장소 및 기간

- 경기 안성시 상업묘목 생산포장
충남 성환읍 상업묘목 생산포장
- 2013년 3월 - 10월, 2014년 3월 - 10월

(2) 공시재료

- 접수 : '후지', '홍로'
- 대목 : M.9

(3) 처리방법 (관리방법)

- 접목 후 관리방법 → 제자리접, Pot 재식 후 제자리접
- 재식묘 관리방법 → 재식 후 접목부 상단 30cm, 40cm, 50cm 위치 절단



<관비 및 Pot 재배방식>



<접수 절단 방식>

<그림 II-5> 접목묘 관리방법

‘후지’와 ‘홍로’ 품종을 접수로 하여 M.9 대목에 접목한 묘목을 생산하는 과정에서 대목을 일반포장 또는 pot에 재식하는 방법과 접수를 대목에 접목하는 방법을 다르게 하여 생산된 대목의 성장상태와 품질을 비교하였다.

<표 II-3> 묘목 관리방법 별 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 묘목 성장량 비교

| 품종 | 관리방법 | 접목방법 | 수고 (cm) | 수폭 (cm) | 대목굵기 (mm) | 접수굵기 (mm) |
|------|--------|----------|------------|------------|--------------|--------------|
| ‘후지’ | 제자리접 | 절접 | 175.3 a | 64.9 a | 17.5 b | 12.8 b |
| | | 반설접 | 165.4 a | 69.6 a | 17.4 b | 12.2 b |
| | | 반설접 (관비) | 157.7 b | 48.1 b | 16.8 b | 11.5 b |
| | Pot 관리 | 절접 | 140.1 b | 49.5 b | 16.8 b | 11.4 b |
| | | 반설접 | 149.0 b | 50.0 b | 19.2 a | 11.8 b |
| | | 반설접 (관비) | 147.9 b | 39.6 c | 15.0 c | 9.8 c |
| ‘홍로’ | 제자리접 | 절접 | 151.1 b | 67.1 a | 18.7 b | 11.6 b |
| | | 반설접 | 151.8 b | 63.3 a | 20.3 a | 11.8 b |
| | | 반설접 (관비) | 157.7 b | 62.6 a | 18.5 b | 15.8 a |
| | Pot 관리 | 절접 | 126.9 c | 43.3 b | 16.1 b | 10.5 c |
| | | 반설접 | 107.5 c | 31.1 c | 16.1 b | 9.6 c |
| | | 반설접 (관비) | 123.6 c | 50.1 b | 18.5 b | 11.6 b |

5% 수준에서 유의성 검정

품종간 묘목의 성장상태를 비교한 결과에서는 ‘후지’ 품종이 ‘홍로’ 품종과 비교하여 보다 높은 수준의 성장을 보여주었다.

한편 대목을 일반포장 또는 pot에 재식 후 접수를 접목한 후 성장량을 비교한 결과에서는 일반포장에서 제자리접한 묘목이 pot 재식 후 제자리접한 묘목과 비교하여 보다 건전한 영양성장 상태를 보여주었다. 앞서 시행한 반설접과 일반 절접간의 묘목 성장량 비교에서와 같이 pot 재배에 대한 적절한 관리가 선행되지 않았을 경우에는 일반 포장관리방법과 비교하여 개선점이 발견되지 않을 것으로 생각된다. 특히 pot 재배는 토양의 양이 한정되어 있어 양수분 공급에서 원활하지 못할뿐더러 경우에 따라서는 빠른 속도로 수분이 증발되기도 하였다. 따라서 비록 pot를 이용한 접목묘 관리방법이 다양한 잇점을 제공하겠지만 이상의 접목묘 관리방법에 대한 차후 관리방법의 정립이 우선되어야 할 것으로 판단되었다.

본 연구는 또한 접수를 왜성대목에 반설접으로 접목한 이후 요구되는 유효염류를 액비형태로 공급한 후 관행방법과 차이를 관찰하였다. 반설접으로 묘목을 생산할 경우 묘목의

영양생장이 다소 저하될 수 있지만 일반포장 또는 pot재배 두 경우 모두 유효염류를 액비로 공급할 경우 묘목의 영양생장이 활발히 시행될 수 있음이 관찰되었다.

<표 II-4> 묘목 관리방법 별 ‘후지’ 및 ‘홍로’ 묘목 품질 비교

| 품종 | 관리방법 | 접목방법 | 측지 개수 | 최하단 높이 (cm) | 득묘율 (%) |
|------|--------|----------|-------|-------------|---------|
| ‘후지’ | 제자리접 | 절접 | 4.8 b | 73.1 b | 90.0 a |
| | | 반설접 | 8.9 a | 54.3 c | 66.0 b |
| | | 반설접 (관비) | 3.3 b | 67.6 c | 62.0 b |
| | Pot 관리 | 절접 | 2.0 c | 61.5 c | 87.8 a |
| | | 반설접 | 2.7 b | 53.1 c | 82.0 a |
| | | 반설접 (관비) | 1.8 c | 92.4 a | 84.0 a |
| ‘홍로’ | 제자리접 | 절접 | 6.5 a | 59.4 c | 86.3 b |
| | | 반설접 | 7.4 a | 56.5 c | 96.0 a |
| | | 반설접 (관비) | 7.0 a | 59.6 c | 77.5 b |
| | Pot 관리 | 절접 | 2.6 b | 60.8 c | 89.8 b |
| | | 반설접 | 1.5 c | 53.3 c | 78.0 c |
| | | 반설접 (관비) | 3.4 b | 49.4 c | 68.0 c |

5% 수준에서 유의성 검정

대목을 일반 포장에 재식하지 않고 pot에 재식하는 방식은 생산된 묘목의 품질과 득묘율 제고에도 상승요인으로 크게 작용하지 못하였다. 단지 ‘후지’ 품종에 한하여 생산된 묘목의 득묘율 제고에서 우수한 결과를 보여준 바 있지만 이것이 일정한 경향으로 이어지지는 않았다. 유효 염류의 관비공급은 생산된 묘목의 품질제고에도 크게 작용하지 못한 것으로 나타났다.

상기 결과를 종합할 때 접목방법을 반설접으로 전환하는 것과 접목묘를 pot 관리하는 재배방법은 현재 노출된 문제에 대한 보완점이 모색될 때까지는 현장적용이 어려울 것으로 판단되었다. 단지 유효 염류를 액비형태로 저장한 후 묘목 생육기에 요구되는 양만큼을 액비로 공급하는 방식은 묘목의 생육과 품질에 일정 수준으로 영향을 미쳤다(표 II-3, II-4).

과수선진국에서는 우량묘목을 저비용으로 생산하기 위한 방법으로 1년생 접목묘를 재식한 후 주간을 절단하여 다시 성장시키는 방식을 적용하고 있다(knip 묘 생산방식). 단지 이러한 묘목 생산방식은 적정 시행방법을 적용하지 못할 경우 득묘율이 현저히 저하되는 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 자체적으로 모색한 knip 묘 생산방식을 적용하여 우량묘목의 생산방식을 모색해보고자 하였다.

<표 II-5> 관행절집 후 접수 접목부 위 절단높이 별 '후지' 및 '홍로' 묘목 성장량 비교

| 품종 | 접수 절단높이 (cm) | 수고 (cm) | 수폭 (cm) | 대목굵기 (mm) | 접수굵기 (mm) |
|----|--------------|---------|---------|-----------|-----------|
| 후지 | 50 | 173.8 a | 114.4 a | 29.8 a | 17.9 a |
| | 40 | 150.0 b | 96.3 b | 31.0 a | 18.2 a |
| | 30 | 156.0 b | 107.5 a | 33.5 a | 18.3 a |
| 홍로 | 50 | 177.6 a | 108.0 a | 31.3 a | 17.5 a |
| | 40 | 168.4 b | 73.8 c | 29.8 a | 17.6 a |
| | 30 | 154.2 c | 84.0 b | 24.4 a | 17.5 a |

5% 수준에서 유의성 검정.

1년생 묘목을 포장에 재식한 후 묘목 내 형성층이 활동하는 시기에 맞추어 주간을 절단하는 방식을 적용하여 우량묘목을 생산하고자 하였다. 절단정도를 접목부 상단 50cm, 40cm, 30cm로 조절하여 시행한 후 각 묘목에 대한 영양성장상태를 비교하였다. 왜성대목에서 성장한 접수를 접목부 상단 50cm 높이에서 절단한 후 성장한 묘목은 이보다 낮은 높이에서 절단 후 성장한 묘목과 비교하여 묘목의 수고와 수폭에서 높은 결과를 보여주었다. 반면 대목과 접수의 굵기 비교에서는 유의할 만큼의 차이는 발견되지 않았다(그림 II-5).

상기 방법에 대한 묘목의 품질을 비교한 결과에서도 접목부 상단 높이를 높게 하여 절단한 묘목이 더 많은 측지를 발생시켰다. 또한 생산된 묘목의 득묘율에서도 월등히 높은 결과를 나타내었다. 다만 주간 최하단 측지 높이의 비교에서는 유의성이 인정될만한 차이는 발견되지 않았다(그림 II-6).

<표 II-6> 관행절집 후 접수 접목부 위 절단높이 별 '후지' 및 '홍로' 묘목 품질 비교

| 품종 | 접수 절단높이 (cm) | 측지 개수 | 최하단 높이 (cm) | 득묘율 (%) |
|----|--------------|-------|-------------|---------|
| 후지 | 50 | 8.9 a | 52.0 a | 80.0 b |
| | 40 | 7.7 b | 46.3 a | 30.0 d |
| | 30 | 5.3 c | 45.2 a | 60.0 c |
| 홍로 | 50 | 9.4 a | 52.2 a | 100.0 a |
| | 40 | 5.4 c | 46.8 a | 60.0 c |
| | 30 | 4.6 c | 47.0 a | 50.0 c |

5% 수준에서 유의성 검정.

제 3 절 과원 관리기술 검정 및 경영모델 개발

본 연구에서는 왜성사과원 관리체계별 생산성이 검정되었다. 반면 사과원 생산성은 다양한 내·외부 요인의 복합적 작용에 영향을 받는다. 따라서 본 연구는 왜성사과원 관리체계에 따른 수체생장에 대한 구체적 생리검정을 시행하여 상기 관리체계에 대한 이론적 기초를 제공하고자 하였다. 더불어 각 과원에 대한 경영분석을 시행하여 보다 적합한 경영모델을 개발하고자 하였다.

1. 왜성사과원 관리를 위한 재배기술의 수체생리적 검정

가. 재료 및 방법

(1) 시험장소 및 기간

- 제 1 절과 동일

(2) 측정항목

- 토양 유효염류 함량
- 수피 및 엽 내 무기물 함량
- 수관 내 부위 별 탄수화물 이용효율

나. 연구결과

본 연구는 성목 사과원의 시험포장으로 선정된 상업 사과원에 대하여 토양검정을 시행하였으며 그 결과는 <표 III-1>과 같다.

밀식사과원의 관리체계 별 시험포장의 토양 내 유효염류 함량은 산도와 유기물을 포함하여 유효 염류함량에 이르기까지 다양한 차이를 보여주었다.

토양산도를 측정한 결과 <T-4> 과원만이 5.8 전후의 수준을 나타내었고 나머지 사과원은 모두 그 이상의 수준으로 중성에 가까운 토양산도를 나타내었다. 유기물 함량은 모든 사과원이 유사한 수준의 함량을 보여주었으나 <T-4> 사과원은 다소 낮은 유기물 함량을 나타낸 반면 <T-1> 사과원은 지나치게 낮은 수준을 나타냈다.

토양 내 총 질소 함량을 비교 측정한 결과에서는 모든 성목원이 일정한 수준을 보인 반면 유효인산의 함량 비교에서는 <T-2> 가장 높은 결과를 보여준 반면 <T-2> 사과원은 가장 낮은 결과를 나타내었다.

치환성 양이온은 과원별로 크게 차이를 나타내지는 않았다. 반면 EC 측정결과는 과원에 따라 다소의 차이를 나타내었다(표 III-1).

<표 III-1> 시험포장 토양 내 유효성분 비교

| 수형 | 산도 (1:5) | 유기물 (g/kg) | 총질소 (%) | 유효인산 (mg/kg) | 치환성 양이온(cmol/kg) | | | | EC (ds/m) |
|-----|-------------|---------------|------------|-----------------|------------------|------|-----|------|--------------|
| | | | | | 칼륨 | 마그네슘 | 칼슘 | 나트륨 | |
| T-1 | 6.2 | 18 | 0.10 | 332 | 0.95 | 2.3 | 6.7 | 0.16 | 1.12 |
| T-2 | 6.7 | 39 | 0.13 | 1098 | 0.88 | 2.1 | 4.2 | 0.18 | 0.55 |
| T-3 | 6.7 | 30 | 0.14 | 889 | 0.73 | 1.7 | 6.6 | 0.09 | 0.83 |
| T-4 | 5.8 | 31 | 0.15 | 720 | 0.75 | 1.4 | 7.1 | 0.10 | 0.65 |
| T-5 | 6.4 | 42 | 0.16 | 923 | 0.95 | 1.5 | 6.6 | 0.09 | 0.70 |
| T-6 | 6.1 | 35 | 0.14 | 844 | 0.85 | 1.5 | 4.1 | 0.06 | 0.56 |
| T-7 | 6.8 | 30 | 0.12 | 598 | 0.89 | 1.8 | 4.7 | 0.08 | 0.63 |

T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.

밀식사과원 관리체계의 비교시험을 위한 성목사과원에서 토양 성분함량은 다양한 결과를 보여주었지만 시험수의 수피와 엽에서 무기물 함량을 비교한 결과는 유의성이 인정될만한 변화가 관찰되지 않았다.

상기와 같이 토양 내 유효 염류함량에서는 성분에 따라 크게 차이가 관찰되었지만 수체 내 무기물 함량 비교에서는 큰 차이가 발견되지 않은 것은 과원 관리자가 수체 생육기간 동안 영양상태를 꾸준히 관찰하면서 추가적인 관리가 이루어졌기 때문인 것으로 판단된다. 또한 한편으로는 기존에 공급된 토양 내 무기물에 대하여 수체가 선택적으로 흡수를 행함으로써 토양 내 성분함량 변화를 준 것으로도 생각할 수 있었다(표 III-2).

<표 III-2> 수형 별 수체 무기물 함량 비교

| 품종 | 수형 | 질소 (%) | 인산 (%) | 칼륨 (%) | 칼슘 (%) | 마그네슘 (%) | 나트륨 (%) |
|-----|------|--------|--------|---------|---------|----------|---------|
| 후지 | | 수피 | | | | | |
| | T-1 | 0.66 | 0.12 | 0.0092 | 0.03860 | 0.0142 | 0.00115 |
| | T-2 | 0.77 | 0.14 | 0.0099 | 0.04735 | 0.0144 | 0.00130 |
| | T-3 | 0.57 | 0.09 | 0.0106 | 0.04545 | 0.0094 | 0.00155 |
| | T-4 | 0.60 | 0.11 | 0.0123 | 0.04300 | 0.0132 | 0.00100 |
| | T-5 | 0.60 | 0.12 | 0.0112 | 0.04325 | 0.0138 | 0.00098 |
| | T-6 | 0.65 | 0.09 | 0.0090 | 0.04635 | 0.0132 | 0.00100 |
| | T-7 | 0.57 | 0.10 | 0.0111 | 0.03980 | 0.0099 | 0.00165 |
| | | 엽 | | | | | |
| | T-1 | 1.79 | 0.16 | 0.0204 | 0.02075 | 0.0209 | 0.00100 |
| | T-2 | 1.55 | 0.18 | 0.0213 | 0.02437 | 0.0198 | 0.00094 |
| | T-3 | 1.58 | 0.17 | 0.0192 | 0.03630 | 0.0175 | 0.00106 |
| | T-4 | 1.59 | 0.14 | 0.0112 | 0.03980 | 0.0235 | 0.00100 |
| | T-5 | 1.35 | 0.14 | 0.0116 | 0.03858 | 0.0212 | 0.00089 |
| T-6 | 1.35 | 0.16 | 0.0123 | 0.04305 | 0.0164 | 0.00090 | |
| T-7 | 1.59 | 0.17 | 0.0124 | 0.03908 | 0.0181 | 0.00078 | |
| 홍로 | | 수피 | | | | | |
| | T-1 | 0.58 | 0.12 | 0.0112 | 0.04758 | 0.0089 | 0.00156 |
| | T-2 | 0.62 | 0.11 | 0.0123 | 0.04325 | 0.0101 | 0.00125 |
| | T-3 | 0.75 | 0.16 | 0.0104 | 0.02915 | 0.0123 | 0.00130 |
| | T-4 | 0.48 | 0.12 | 0.0101 | 0.04200 | 0.0142 | 0.00099 |
| | T-5 | 0.63 | 0.09 | 0.0090 | 0.04343 | 0.0144 | 0.00135 |
| | T-6 | 0.55 | 0.14 | 0.0110 | 0.03925 | 0.0139 | 0.00070 |
| | T-7 | 0.58 | 0.11 | 0.0106 | 0.04325 | 0.0122 | 0.00090 |
| | | 엽 | | | | | |
| | T-1 | 1.85 | 0.18 | 0.0188 | 0.01975 | 0.0251 | 0.00101 |
| | T-2 | 1.99 | 0.17 | 0.0202 | 0.03798 | 0.0197 | 0.00095 |
| | T-3 | 1.53 | 0.14 | 0.0231 | 0.02057 | 0.0225 | 0.00089 |
| | T-4 | 1.85 | 0.14 | 0.0127 | 0.03980 | 0.0179 | 0.00100 |
| | T-5 | 1.95 | 0.16 | 0.0195 | 0.03537 | 0.0181 | 0.00079 |
| T-6 | 1.53 | 0.17 | 0.0216 | 0.02107 | 0.0198 | 0.00090 | |
| T-7 | 1.55 | 0.16 | 0.0209 | 0.02514 | 0.0201 | 0.00105 | |

밀식과원 관리체계에 따른 수관 내 탄수화물 이용효율을 측정하여 비교한 결과에서는 <T-2> 관리체계가 여타 체계와 비교하여 높은 이용효율을 보인 반면 <T-7> 관리체계는 낮은 이용효율을 나타내었다.

한편 동일한 수체 내에서 수관을 내부와 외부로 구분한 후 탄수화물 이용효율을 비교한 결과에서는 거의 모든 관리체계가 수관 내부의 탄수화물 이용효율이 높은 것을 나타냈다. 상기 결과는 재배관리에서 수관 내 과실의 결실위치를 조절할 때 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다(표 III-3).

<표 III-3> 밀식사과원 과원관리체계 별 6년차 ‘홍로’ 수관 내 부위 별 탄수화물 이용효율 비교

| 수형 | 위치 | 과당 (ml/mg) | 포도당 (ml/mg) | 자당 (ml/mg) | 당효율 (자당 ml/mg) |
|-----|----|------------|-------------|------------|-------------------|
| T-1 | 내부 | 84.7 | 19.9 | 46.2 | 208.4 |
| | 외부 | 86.6 | 23.8 | 47.2 | 200.8 |
| 평균 | | 86.5 | 21.9 | 46.7 | 204.6 |
| T-2 | 내부 | 93.3 | 21.5 | 47.5 | 225.7 |
| | 외부 | 93.4 | 23.1 | 43.9 | 223.4 |
| 평균 | | 93.4 | 22.3 | 45.7 | 224.6 |
| T-3 | 내부 | 86.6 | 23.8 | 39.5 | 207.8 |
| | 외부 | 83.1 | 24.6 | 31.3 | 194.0 |
| 평균 | | 84.9 | 24.2 | 35.4 | 200.9 |
| T-4 | 내부 | 93.2 | 22.6 | 48.0 | 226.9 |
| | 외부 | 75.6 | 18.7 | 48.7 | 194.0 |
| 평균 | | 84.4 | 20.7 | 48.4 | 210.5 |
| T-5 | 내부 | 80.4 | 18.3 | 25.5 | 191.0 |
| | 외부 | 89.0 | 14.0 | 33.8 | 164.0 |
| 평균 | | 84.7 | 16.2 | 29.7 | 177.5 |
| T-6 | 내부 | 80.4 | 18.3 | 47.2 | 200.8 |
| | 외부 | 74.4 | 12.0 | 33.8 | 164.0 |
| 평균 | | 77.4 | 15.2 | 40.5 | 182.4 |
| T-7 | 내부 | 72.2 | 11.9 | 35.7 | 170.4 |
| | 외부 | 89.0 | 14.0 | 25.5 | 191.0 |
| 평균 | | 80.6 | 13.0 | 30.6 | 180.7 |

재식 9년차 수형에 대하여 동일한 방법으로 수관 내 과육의 탄수화물 이용효율을 비교하여 보았다.

재식 6년차 시험수와는 다소 상이하게 수관 내부의 탄수화물 이용효율이 수관 외부의 이용효율보다 낮았다. 밀식과원 관리체계 별로 <T-5>의 탄수화물 이용효율이 높았고 <T-1>과 <T-6>의 이용효율은 낮았다. 상기 조사는 기존의 행하여지던 수체생리 조사방법과 비교하여 수관 내 과실의 탄수화물 이용효율을 보다 구체적으로 시행하였음에 그 의미를 들 수 있다(표 III-3).

<표 III-3> 밀식사과원 과원관리체계 별 9년차 '홍로' 수관 내 부위 별 탄수화물 이용효율 비교

| 수형 | 위치 | 과당 (ml/mg) | 포도당 (ml/mg) | 자당 (ml/mg) | 당효율 (자당 ml/mg) |
|-----|----|------------|-------------|------------|-------------------|
| T-1 | 내부 | 46.9 | 19.5 | 21.4 | 117.1 |
| | 외부 | 81.6 | 29.1 | 38.4 | 201.6 |
| 평균 | | 64.3 | 24.3 | 29.9 | 159.4 |
| T-2 | 내부 | 64.2 | 18.9 | 32.5 | 158.1 |
| | 외부 | 61.3 | 19.4 | 27.2 | 148.0 |
| 평균 | | 62.8 | 19.2 | 29.9 | 153.1 |
| T-3 | 내부 | 44.5 | 18.7 | 18.6 | 109.6 |
| | 외부 | 48.4 | 19.8 | 18.2 | 116.7 |
| 평균 | | 46.5 | 19.3 | 18.4 | 113.2 |
| T-4 | 내부 | 48.3 | 17.1 | 21.5 | 118.1 |
| | 외부 | 65.2 | 20.6 | 32.2 | 160.6 |
| 평균 | | 56.8 | 18.9 | 26.9 | 139.4 |
| T-5 | 내부 | 74.6 | 21.3 | 44.6 | 192.1 |
| | 외부 | 100.7 | 25.7 | 66.7 | 261.1 |
| 평균 | | 87.7 | 23.5 | 55.7 | 226.6 |
| T-6 | 내부 | 35.5 | 14.9 | 16.7 | 89.3 |
| | 외부 | 54.2 | 20.6 | 20.2 | 129.5 |
| 평균 | | 44.9 | 17.8 | 18.5 | 109.4 |
| T-7 | 내부 | 68.8 | 22.2 | 17.2 | 153.2 |
| | 외부 | 79.7 | 24.0 | 20.0 | 176.3 |
| 평균 | | 74.3 | 23.1 | 18.6 | 164.8 |

2. 왜성사과원 경영모델 개발

가. 조사방법

- 본 연구는 성목 시험포장으로 선정된 선도농가에 대하여 아래의 규정된 조사항목에 준하여 경영실태를 조사한 후 사과원 경영모델 개발을 위한 기초자료로 활용하였다.

<표 III-5> 경영성과 및 생산성 관련 지표

| 지표 | | 계산방법 |
|-----------------|------------------|--|
| 수입 및 비용 관련지표 | 농업조수입 | ·해당 연도 농업경영 결과로서 얻은 총수입 ·농산물 판매액, 현물지출평가액(지대, 노임 등), 자가생산 농산물의 자가소비평가액, 대동식물 증식액 및 미처분 농산물 재고 증감액을 합계한 총액 |
| | 중간재비 | ·농업경영비-(노임+농지임차료 및 기타 임차료) |
| | 부가가치 | ·농업조수입-중간재비 |
| | 가치분소득 | ·농가소득-조세공과금 |
| | 농업소득률 | ·농업소득÷농업조수입×100 |
| | 농업순수익률 | ·농업순수익÷농업조수입×100 |
| 토지관련지표 | 토지생산성 | ·토지면적 단위당 생산량 ·농업부가가치/경지면적(10a) ·토지의 생산성을 타토지와 비교하고, 다른 작물과 비교하는 지표로 사용 |
| 노동관련지표 | 노동생산성 | ·투하된 노동량과 그 결과로서 얻은 생산량과의 비율 ·농업과 타 산업간의 경제적인 능률을 비교하는 지표 ·농업부가가치/영농시간 |
| | 노동집약도 | ·단위생산물에 대한 투하노동량의 비율 ·일정 경지면적에 대해 투하된 노동량 ·영농시간/경지면적 |
| 자본관련지표 | 농업자본액 | ·농업생산에 투하된 자본재 중에서 재생산이 가능한 자본재를 평가한 금액 ·농업고정자본액 (개량·간척된 토지, 농업용 시설물, 대농구, 대동식물) ·농업유동자본액 (소동물, 재고농산물, 재고생산자재, 경상적 농업지출) |
| | 자본생산성 | ·투하된 자본에 대한 생산량으로 자본계수 역수 ·농업과 타 산업간의 경제적인 능률을 비교하는 지표 ·농업부가가치액/농업자본액 |
| | 자본집약도 | ·일정 경지면적에 대하여 투하된 농업자본액 ·농업자본액/경지면적 |
| | 자본구성도 (자본장비율) | ·노동자 1인당 자본액 ·가족노동이 많고 노동의 계절성 때문에 “농업자본액/영농시간”으로 계산 |
| | 자본계수 | ·농업자본액/농업소득 |

자료: 농촌진흥청(2009). 「2009 농업과학기술개발 경제성분석 방법 및 사례」

나. 연구결과

본 연구에서 선정된 성목시험 사과원은 전국 평균적 농가와 비교하여 과원의 경영수준이 월등하였다. 특히 조수입과 실질소득을 비교할 때 평균적 농가와 비교하여 거의 3배의 수준을 보여주었다. 단지 소득율은 두 집단 모두 60% 수준을 나타내고 있다. 따라서 높은 수준의 소득을 올린다는 것은 소득율이 높다는 것을 의미하는 것이 아니라 투자되는 자본이 큼을 의미하였다.

<표 III-6> 과원관리 시험포장 경영성과 비교

(단위: 원/10a)

| 비목 | | 전국 (A) | 조사대상농가 (B) | 비율 (B/A×%) | |
|-------------|------------------|-----------|---------------|---------------|--|
| 조수입 | | 4,890,662 | 12,943,264 | 265 | |
| 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 73,839 | 80,841 | |
| | | 유기질 비료비 | 124,886 | 111,503 | |
| | | 농약비 | 277,378 | 486,061 | |
| | | 광열동력비 | 71,978 | 139,119 | |
| | | 수리비 | 5,465 | 41,698 | |
| | | 제재료비 | 332,248 | 880,212 | |
| | | 소농구비 | 4,794 | 29,917 | |
| | | 대농기구상각비 | 239,144 | 1,187,904 | |
| | | 영농시설상각비 | 100,712 | 305,873 | |
| | | 수선비 | 44,602 | 110,379 | |
| | | 과수원조성비 | 290,676 | 242,713 | |
| | | 기타요금 | 4,080 | 1,299 | |
| | 계 | | 1,569,802 | 3,617,519 | |
| | 임차료(농기계, 시설) | | 51,159 | 66,792 | |
| | 위탁영농비 | | 7,073 | 0 | |
| 고용노력비 | | 325,288 | 1,124,608 | | |
| 계 | | 1,953,322 | 4,808,919 | 246 | |
| 소득 | | 2,937,340 | 8,134,345 | 277 | |
| 부가가치 | | 3,320,860 | 9,325,745 | 281 | |
| 소득율(%) | | 60.1 | 62.8 | | |

주: 전국은 농촌진흥청 농축산물소득자료집의 사과 평균농가의 경영성과이며, 조사농가는 조사대상 9 농가의 평균치임.

본 연구는 선정된 성목시험포장 농가에 대하여 재식 7년차와 8년차의 소득을 분석하였다. 선정된 시험포장은 단위면적당 일정 수준 이상의 조수입을 올리는 것으로 조사되었다. 하지만 중간재비와 경영비를 포함한 생산재비를 제하여 순소득에 대한 비교에서는 <T-2>, <T-6>, <T-7>만이 높은 수준을 나타내었고 나머지 농가들은 앞서 언급한 농가들과 비교하여 절반정도의 소득수준을 나타내었다.

본 연구가 선정된 농가들이 전국 평균 농가와 비교할 때 높은 수준의 조수익을 내는 것이 사실이었지만 일부 참여농가를 제외하고는 경영효율을 높인 과원관리체계를 선택한 것으로 보기 어려웠다. 그보다는 충분한 자금을 동원하여 투자금액을 높여 이에 따른 수익금액을 높인 결과로 볼 수 있다.

이에 반하여 <T-2>, <T-6>, <T-7> 관리체계를 선택한 과원은 소득율이 70% 수준을 유지하고 있으면서 순수익에서도 전국 평균의 농가는 물론 본 시험에 선정된 다른 사과원과 비교해서도 월등한 수준을 보여주었다.

따라서 본 연구결과를 기초로 하여 기존 과원관리체계뿐만 아니라 과원의 경영효율을 고려한 새로운 과원관리체계의 정립이 가능할 것으로 판단되었다(표 III-7, III-8).

이후 별첨의 표는 본 연구가 선정된 성목 사과원에 대하여 품종별 경영분석 결과이다.

<표 III-7> 재식 7년차 사과원 과원관리체계 별 경영성과 비교

| 구분 | | | 과원관리체계 | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|---------|
| | | | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | |
| 생산량 (kg/10a) | | | 3,611 | 4,185 | 3,860 | 4,222 | 3,753 | 3,613 | 4,189 | |
| 단가 (원/kg) | | | 2,861 | 3,480 | 2,445 | 3,500 | 3,056 | 3,815 | 3,781 | |
| 조수입 (A) | | | 10,397,493 | 13,999,860 | 9,418,232 | 14,739,926 | 11,549,709 | 13,571,650 | 16,077,219 | |
| 생 산 비 | 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 96,638 | 258,900 | 137,920 | 0 | 30,680 | 31,207 | 10,546 |
| | | | 유기질 비료비 | 184,100 | 126,500 | 207,333 | 90,556 | 2,940 | 0 | 169,091 |
| | | | 농약비 | 488,434 | 405,375 | 379,333 | 344,111 | 1,203,746 | 239,959 | 341,466 |
| | | | 광열동력비 | 93,992 | 109,800 | 116,000 | 213,711 | 170,030 | 139,971 | 130,330 |
| | | | 수리비 | 72,250 | 18,125 | 12,767 | 72,445 | 28,687 | 54,433 | 33,182 |
| | | | 제재료비 | 859,129 | 900,964 | 472,898 | 1,930,067 | 623,420 | 637,964 | 737,040 |
| | | | 소농구비 | 19,000 | 22,500 | 8,000 | 90,556 | 20,776 | 16,663 | 31,924 |
| | | | 대농구상각비 | 1,860,602 | 1,104,964 | 192,837 | 1,902,955 | 1,962,218 | 357,108 | 934,645 |
| | | | 영농시설상각비 | 247,375 | 204,250 | 91,308 | 335,606 | 509,274 | 419,862 | 333,438 |
| | | | 수선비 | 85,000 | 112,500 | 112,000 | 226,389 | 117,600 | 61,099 | 58,068 |
| | | | 조성비 | 267,167 | 61,000 | 176,189 | 202,324 | 416,667 | 50,647 | 525,000 |
| | 기타비용 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,091 | | |
| | 소계 (B) | | 4,273,686 | 3,324,878 | 1,906,584 | 5,408,718 | 5,086,038 | 2,008,911 | 3,313,819 | |
| | 임차료 | | 33,000 | 262,500 | 11,133 | 0 | 150,000 | 0 | 10,909 | |
| | 고용노력비 | | 1,127,163 | 726,375 | 569,000 | 2,135,300 | 987,350 | 1,266,406 | 1,033,659 | |
| | 소계 (C) | | 5,433,848 | 4,313,753 | 2,513,717 | 7,544,300 | 6,223,388 | 3,275,317 | 4,358,387 | |
| | 자가노력비 | | 1,961,225 | 708,375 | 1,320,000 | 1,465,642 | 1,565,060 | 1,228,081 | 1,449,989 | |
| 토지자본용역비 | | 270,000 | 0 | 133,247 | 450,000 | 450,000 | 600,000 | 450,000 | | |
| 유동자본용역비 | | 169,693 | 137,217 | 87,966 | 265,273 | 180,266 | 124,918 | 158,309 | | |
| 고정자본용역비 | | 83,076 | 144,572 | 7,975 | 237,413 | 192,519 | 136,930 | 68,072 | | |
| 계 (D) | | 7,917,842 | 5,303,917 | 4,062,905 | 9,962,346 | 8,611,233 | 5,365,245 | 6,484,757 | | |
| 소득 (A-D) | | | 4,963,645 | 9,686,107 | 6,904,515 | 7,195,908 | 5,326,321 | 10,296,333 | 11,718,832 | |
| 부가가치 (A-B) | | | 6,123,808 | 10,674,982 | 7,511,648 | 9,331,208 | 6,463,671 | 11,562,739 | 12,763,400 | |
| 순수입 (A-D) | | | 2,479,651 | 8,695,944 | 5,355,328 | 4,777,581 | 2,938,476 | 8,206,406 | 9,592,462 | |
| 소득율 (A-C)/A×100(%) | | | 47.61 | 68.53 | 73.37 | 48.82 | 44.86 | 75.87 | 73.04 | |
| 노동시간 | 자가노동(시간) | | 194 | 80 | 70 | 144 | 167 | 87 | 132 | |
| | 고용노동(시간) | | 138 | 103 | 79 | 282 | 122 | 156 | 120 | |

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원주수관 주지수평 적심.)

<표 III-7> 재식 8년차 사과원 과원관리체계 별 경영성과 비교

| 구분 | | | 과원관리체계 | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | |
| 생산량 (kg/10a) | | | 3,097 | 4,950 | 3,080 | 3,332 | 4,086 | 3,613 | 4,870 | |
| 단가 (원/kg) | | | 2,882 | 3,167 | 2,445 | 3,500 | 2,639 | 4,559 | 2,609 | |
| 조수입 (A) | | | 9,075,750 | 15,500,000 | 7,553,210 | 11,550,444 | 10,840,000 | 15,906,177 | 13,031,250 | |
| 생 산 비 | 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 94,238 | 258,900 | 146,122 | | 20,680 | 31,207 | 54,767 |
| | | | 유기질 비료비 | 184,100 | 295,980 | 226,430 | 90,556 | | | 109,091 |
| | | | 농약비 | 501,409 | 648,600 | 414,272 | 344,111 | 1,206,830 | 242,181 | 355,293 |
| | | | 광열동력비 | 126,920 | 127,692 | 126,684 | 239,972 | 170,030 | 139,971 | 120,864 |
| | | | 수리비 | 72,250 | 18,125 | 13,943 | 72,445 | 28,687 | 54,433 | 33,182 |
| | | | 제재료비 | 1,346,779 | 1,106,490 | 516,454 | 1,796,950 | 681,080 | 637,964 | 759,165 |
| | | | 소농구비 | 19,000 | 22,500 | 8,737 | 90,556 | 20,776 | 16,663 | 31,924 |
| | | | 대농구상각비 | 1,413,075 | 1,655,400 | 186,125 | 1,851,966 | 970,851 | 1,250,736 | 848,830 |
| | | | 영농시설상각비 | 457,000 | 407,254 | 133,196 | 326,217 | 433,411 | 860,030 | 344,773 |
| | | | 수선비 | 85,000 | 112,500 | 122,316 | 294,389 | 117,600 | 61,099 | 58,068 |
| | | | 조성비 | 267,167 | 61,000 | 175,731 | 202,324 | 416,667 | 50,647 | 525,000 |
| | 기타비용 | | | | | | | 9,091 | | |
| | 소계 (B) | | | 4,566,937 | 4,714,441 | 2,070,008 | 5,309,484 | 4,066,612 | 3,344,929 | 3,250,046 |
| | 임차료 | | | | 262,500 | 12,159 | | 150,000 | | 10,909 |
| | 고용노력비 | | | 1,243,838 | 1,267,088 | 334,774 | 2,135,300 | 1,265,110 | 1,266,406 | 1,228,659 |
| | 소계 (C) | | | 5,810,774 | 6,244,029 | 2,416,941 | 7,444,784 | 5,481,722 | 4,611,335 | 4,489,614 |
| 자가노력비 | | | 2,183,563 | 727,500 | 741,447 | 1,465,642 | 1,597,400 | 1,228,081 | 1,690,137 | |
| 토지자본용역비 | | | 168,750 | 0 | 132,897 | 225,000 | 267,750 | 300,000 | 450,000 | |
| 유동자본용역비 | | | 132,782 | 110,747 | 67,826 | 134,062 | 124,648 | 62,622 | 169,119 | |
| 고정자본용역비 | | | 300,686 | 292,348 | 45,234 | 196,501 | 59,829 | 300,244 | 316,271 | |
| 계 (D) | | | 8,596,555 | 7,374,624 | 3,404,344 | 9,465,988 | 7,531,348 | 6,502,280 | 7,115,140 | |
| 소득 (A-D) | | | 3,264,976 | 9,255,972 | 5,136,270 | 4,105,660 | 5,358,279 | 11,294,842 | 8,541,637 | |
| 부가가치 (A-B) | | | 4,508,813 | 10,785,559 | 5,483,202 | 6,240,960 | 6,773,388 | 12,561,248 | 9,781,204 | |
| 순수입 (A-D) | | | 479,196 | 8,125,377 | 4,148,867 | 2,084,457 | 3,308,653 | 9,403,897 | 5,916,110 | |
| 소득율 (A-C)/A×100(%) | | | 36 | 59.7 | 68 | 35.5 | 49.4 | 71 | 65.5 | |
| 노동시간 | 자가노동(시간) | | 195 | 80 | 70 | 144 | 167 | 87 | 134 | |
| | 고용노동(시간) | | 138 | 166 | 79 | 282 | 145 | 156 | 121 | |

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

<별첨 1> 재식 7년차 '후지' 사과원 과원관리체계 별 경영성과 비교

| 구분 | | | 과원관리체계 | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| | | | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | |
| 생산량 (kg/10a) | | | 2,793 | 3,600 | 4,176 | 4,444 | 3,456 | 3,176 | 3,650 | |
| 단가 (원/kg) | | | 2,778 | 4,444 | 2,389 | 3,333 | 2,778 | 4,300 | 3,330 | |
| 조수입 (A) | | | 7,758,954 | 15,998,400 | 9,976,464 | 14,811,852 | 9,600,768 | 13,656,800 | 12,154,500 | |
| 생 산 비 | 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 10,095 | 258,900 | 137,920 | 0 | 15,360 | 31,268 | 0 |
| | | | 유기질 비료비 | 106,200 | 126,500 | 207,333 | 91,111 | 2,880 | 0 | 120,000 |
| | | | 농약비 | 499,200 | 405,375 | 379,333 | 346,222 | 1,186,266 | 240,118 | 339,750 |
| | | | 광열동력비 | 110,520 | 109,800 | 116,000 | 215,022 | 166,560 | 140,082 | 129,750 |
| | | | 수리비 | 4,500 | 18,125 | 12,767 | 72,889 | 28,687 | 54,476 | 30,000 |
| | | | 제재료비 | 218,829 | 900,964 | 472,898 | 1,936,183 | 610,697 | 638,471 | 238,366 |
| | | | 소농구비 | 18,000 | 22,500 | 8,000 | 91,111 | 20,352 | 16,676 | 11,250 |
| | | | 대농구상각비 | 1,965,600 | 1,104,964 | 373,474 | 1,902,955 | 1,819,960 | 357,108 | 621,563 |
| | | | 영농시설상각비 | 339,500 | 204,250 | 159,119 | 335,606 | 509,274 | 579,306 | 361,875 |
| | | | 수선비 | 60,000 | 112,500 | 112,000 | 227,778 | 115,200 | 61,147 | 52,500 |
| | | | 조성비 | 210,000 | 45,750 | 174,044 | 331,177 | 416,667 | 63,021 | 525,000 |
| | 기타비용 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 소계 (B) | | | 3,542,444 | 3,309,628 | 2,152,888 | 5,550,054 | 4,891,903 | 2,181,673 | 2,430,054 |
| | 임차료 | | | 66,000 | 262,500 | 11,133 | 0 | 150,000 | 0 | 0 |
| | 고용노력비 | | | 497,325 | 726,375 | 596,000 | 2,148,400 | 967,200 | 1,267,412 | 775,500 |
| | 소계 (C) | | | 4,105,769 | 4,298,503 | 2,760,021 | 7,698,454 | 6,009,103 | 3,449,085 | 3,205,554 |
| 자가노력비 | | | 303,450 | 708,375 | 1,320,000 | 1,474,633 | 1,533,120 | 1,229,056 | 977,250 | |
| 토지자본용역비 | | | 90,000 | 0 | 133,333 | 450,000 | 450,000 | 600,000 | 450,000 | |
| 유동자본용역비 | | | 86,772 | 136,454 | 105,666 | 272,995 | 176,662 | 125,634 | 111,121 | |
| 고정자본용역비 | | | 30,668 | 144,572 | 13,767 | 396,106 | 144,571 | 229,534 | 71,371 | |
| 계 (D) | | | 4,616,659 | 5,287,904 | 4,332,787 | 10,292,188 | 8,313,456 | 5,633,309 | 4,815,296 | |
| 소득 (A-D) | | | 3,653,185 | 11,699,897 | 7,216,443 | 7,113,398 | 3,591,665 | 10,207,715 | 8,948,946 | |
| 부가가치 (A-B) | | | 4,216,510 | 12,688,772 | 7,823,576 | 9,261,798 | 4,708,865 | 11,475,127 | 9,724,446 | |
| 순수입 (A-D) | | | 3,142,295 | 10,710,496 | 5,643,677 | 4,519,664 | 1,287,312 | 8,023,491 | 7,339,204 | |
| 소득율 (A-C)/A×100(%) | | | 47.08 | 73.13 | 72.33 | 48.03 | 37.41 | 74.74 | 73.63 | |
| 노동시간 | 자가노동(시간) | | 26 | 80 | 70 | 145 | 163 | 87 | 92 | |
| | 고용노동(시간) | | 69 | 103 | 79 | 284 | 119 | 156 | 86 | |

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

<별첨 2> 재식 7년차 '홍로' 사과원 과원관리체계 별 경영성과 비교

| 구분 | | | 과원관리체계 | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | |
| 생산량 (kg/10a) | | | 4,428 | 4,770 | 3,544 | 4,000 | 4,050 | 4,050 | 4,727 | |
| 단가 (원/kg) | | | 2,944 | 2,516 | 2,500 | 3,667 | 3,333 | 3,330 | 4,231 | |
| 조수입 (A) | | | 13,036,032 | 12,001,320 | 8,860,000 | 14,668,000 | 13,498,650 | 13,486,500 | 19,999,937 | |
| 생 산 비 | 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 183,180 | 258,900 | 137,920 | 0 | 46,000 | 31,145 | 21,091 |
| | | | 유기질 비료비 | 262,000 | 126,500 | 207,333 | 90,000 | 3,000 | 0 | 218,182 |
| | | | 농약비 | 477,667 | 405,375 | 379,333 | 342,000 | 1,221,226 | 239,800 | 343,182 |
| | | | 광열동력비 | 77,464 | 109,800 | 116,000 | 212,400 | 173,500 | 139,860 | 130,909 |
| | | | 수리비 | 140,000 | 18,125 | 12,767 | 72,000 | 28,687 | 54,390 | 36,364 |
| | | | 제재료비 | 1,499,429 | 900,964 | 472,898 | 1,923,950 | 636,143 | 637,457 | 1,235,714 |
| | | | 소농구비 | 20,000 | 22,500 | 8,000 | 90,000 | 21,200 | 16,650 | 52,597 |
| | | | 대농구상각비 | 1,755,604 | 1,104,964 | 12,200 | 1,902,955 | 2,104,476 | 357,108 | 1,247,727 |
| | | | 영농시설상각비 | 155,250 | 204,250 | 23,496 | 335,606 | 509,274 | 260,417 | 305,000 |
| | | | 수선비 | 110,000 | 112,500 | 112,000 | 225,000 | 120,000 | 61,050 | 63,636 |
| | | | 조성비 | 324,333 | 76,250 | 178,333 | 73,471 | 416,667 | 38,272 | 525,000 |
| | 기타비용 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18,182 | | |
| | 소계 (B) | | | 5,004,927 | 3,340,128 | 1,660,280 | 5,267,382 | 5,280,173 | 1,836,149 | 4,197,584 |
| | 임차료 | | | 0 | 262,500 | 11,133 | 0 | 150,000 | 0 | 21,818 |
| | 고용노력비 | | | 1,757,000 | 726,375 | 596,000 | 2,122,200 | 1,007,500 | 1,265,400 | 1,291,818 |
| | 소계 (C) | | | 6,761,927 | 4,329,003 | 2,267,413 | 7,389,582 | 6,437,673 | 3,101,549 | 5,511,220 |
| | 자가노력비 | | | 3,619,000 | 708,375 | 1,320,000 | 1,456,650 | 1,597,000 | 1,227,105 | 1,922,727 |
| 토지자본용역비 | | | 450,000 | 0 | 133,161 | 450,000 | 450,000 | 600,000 | 450,000 | |
| 유동자본용역비 | | | 252,614 | 137,979 | 70,266 | 257,551 | 183,870 | 124,201 | 205,497 | |
| 고정자본용역비 | | | 135,484 | 144,572 | 2,182 | 78,720 | 240,467 | 44,325 | 64,773 | |
| 계 (D) | | | 11,219,025 | 5,319,929 | 3,793,022 | 9,632,503 | 8,909,010 | 5,097,180 | 8,154,217 | |
| 소득 (A-D) | | | 6,274,105 | 7,672,317 | 6,592,587 | 7,278,418 | 7,060,977 | 10,384,951 | 14,488,717 | |
| 부가가치 (A-B) | | | 8,031,105 | 8,661,192 | 7,199,720 | 9,400,618 | 8,218,477 | 11,650,351 | 15,802,353 | |
| 순수입 (A-D) | | | 1,817,007 | 6,681,391 | 5,066,978 | 5,035,497 | 4,589,640 | 8,389,320 | 11,845,720 | |
| 소득율 (A-C)/A×100(%) | | | 48.13 | 63.93 | 74.41 | 49.62 | 52.31 | 77 | 72.44 | |
| 노동시간 | 자가노동(시간) | | 361 | 80 | 70 | 143 | 170 | 87 | 171 | |
| | 고용노동(시간) | | 206 | 103 | 79 | 280 | 124 | 155 | 153 | |

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

<별첨 3> 재식 8년차 '후지' 사과원 과원관리체계 별 경영성과 비교

| 구분 | | | 과원관리체계 | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | | | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | |
| 생산량 (kg/10a) | | | 2,234 | 5,400 | 2,615 | 4,000 | 3,672 | 4,050 | 3,375 | |
| 단가 (원/kg) | | | 2,708 | 2,778 | 2,389 | 3,333 | 2,500 | 3,267 | 2,389 | |
| 조수입 (A) | | | 6,051,500 | 15,000,000 | 6,246,316 | 13,332,000 | 9,180,000 | 13,230,000 | 8,062,500 | |
| 생 산 비 | 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 10,095 | 258,900 | 156,990 | - | 15,360 | 31,145 | 37,988 |
| | | | 유기질 비료비 | 106,200 | 287,060 | 245,526 | 91,111 | - | - | 0 |
| | | | 농약비 | 568,150 | 648,600 | 449,211 | 346,222 | 1,190,350 | 239,800 | 315,000 |
| | | | 광열동력비 | 110,520 | 122,724 | 137,368 | 241,444 | 166,560 | 139,860 | 102,000 |
| | | | 수리비 | 4,500 | 18,125 | 15,118 | 72,889 | 28,687 | 54,390 | 30,000 |
| | | | 제재료비 | 234,129 | 1,049,157 | 560,010 | 1,802,250 | 669,017 | 637,457 | 282,616 |
| | | | 소농구비 | 18,000 | 22,500 | 9,474 | 91,111 | 20,352 | 16,650 | 11,250 |
| | | | 대농구상각비 | 345,150 | 1,241,550 | 189,031 | 1,801,913 | 981,963 | 1,575,000 | 839,250 |
| | | | 영농시설상각비 | 314,000 | 305,440 | 135,287 | 317,400 | 438,372 | 1,083,000 | 390,000 |
| | | | 수선비 | 60,000 | 112,500 | 132,632 | 291,778 | 115,200 | 61,050 | 52,500 |
| | | | 조성비 | 210,000 | 76,250 | 173,128 | 331,177 | 416,667 | 38,272 | 525,000 |
| | 기타비용 | | | | | | | | | |
| | 소계 (B) | | | 1,980,744 | 4,142,806 | 2,203,775 | 5,387,295 | 4,042,528 | 3,876,624 | 2,585,604 |
| | 임차료 | | | | 262,500 | 13,185 | | 150,000 | | 0 |
| | 고용노력비 | | | 585,675 | 1,267,088 | 592,863 | 2,148,400 | 1,245,720 | 1,265,400 | 985,500 |
| | 소계 (C) | | | 2,566,419 | 5,672,394 | 2,809,823 | 7,535,695 | 5,438,248 | 5,142,024 | 3,571,104 |
| 자가노력비 | | | 385,125 | 727,500 | 1,313,053 | 1,474,633 | 1,564,800 | 1,227,105 | 1,323,000 | |
| 토지자본용역비 | | | 90,000 | 0 | 132,632 | 369,000 | 450,000 | 222,000 | 450,000 | |
| 유동자본용역비 | | | 95,363 | 137,122 | 124,461 | 222,072 | 208,540 | 45,954 | 117,093 | |
| 고정자본용역비 | | | 154,405 | 292,348 | 80,346 | 319,070 | 60,513 | 300,005 | 351,656 | |
| 계 (D) | | | 3,291,312 | 6,829,364 | 4,460,315 | 9,920,470 | 7,722,101 | 6,937,088 | 5,812,853 | |
| 소득 (A-D) | | | 3,485,081 | 9,327,606 | 3,436,493 | 5,796,305 | 3,741,752 | 8,087,976 | 4,491,396 | |
| 부가가치 (A-B) | | | 4,070,756 | 10,857,194 | 4,042,541 | 7,944,705 | 5,137,472 | 9,353,376 | 5,476,896 | |
| 순수입 (A-D) | | | 2,760,188 | 8,170,636 | 1,786,001 | 3,411,530 | 1,457,899 | 6,292,912 | 2,249,647 | |
| 소득율 (A-C)/A×100(%) | | | 57.6 | 62.2 | 55 | 43.5 | 40.8 | 61.1 | 55.7 | |
| 노동시간 | 자가노동(시간) | | 29 | 80 | 70 | 145 | 163 | 87 | 92 | |
| | 고용노동(시간) | | 69 | 166 | 79 | 284 | 142 | 155 | 86 | |

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

<별첨 4> 재식 8년차 '홍로' 사과원 과원관리체계 별 경영성과 비교

| 구분 | | | 과원관리체계 | | | | | | | |
|--------------------|-------------|------------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| | | | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | |
| 생산량 (kg/10a) | | | 3,960 | 4,500 | 3,544 | 2,664 | 4,500 | 3,176 | 6,364 | |
| 단가 (원/kg) | | | 3,056 | 3,556 | 2,500 | 3,667 | 2,778 | 5,850 | 2,829 | |
| 조수입 (A) | | | 12,100,000 | 16,000,000 | 8,860,104 | 9,768,888 | 12,500,000 | 18,582,353 | 18,000,000 | |
| 생 산 비 | 경 영 비 | 중 간 재 비 | 무기질 비료비 | 178,380 | 258,900 | 135,253 | - | 26,000 | 31,268 | 71,545 |
| | | | 유기질 비료비 | 262,000 | 304,900 | 207,333 | 90,000 | - | - | 218,182 |
| | | | 농약비 | 434,667 | 648,600 | 379,333 | 342,000 | 1,223,310 | 244,562 | 395,586 |
| | | | 광열동력비 | 143,320 | 132,660 | 116,000 | 238,500 | 173,500 | 140,082 | 139,727 |
| | | | 수리비 | 140,000 | 18,125 | 12,767 | 72,000 | 28,687 | 54,476 | 36,364 |
| | | | 제재료비 | 2,459,429 | 1,163,823 | 472,898 | 1,791,650 | 693,143 | 638,471 | 1,235,714 |
| | | | 소농구비 | 20,000 | 22,500 | 8,000 | 90,000 | 21,200 | 16,676 | 52,597 |
| | | | 대농구상각비 | 2,481,000 | 2,069,250 | 183,218 | 1,902,019 | 959,738 | 926,471 | 858,409 |
| | | | 영농시설상각비 | 600,000 | 509,067 | 131,105 | 335,033 | 428,450 | 637,059 | 299,545 |
| | | | 수선비 | 110,000 | 112,500 | 112,000 | 297,000 | 120,000 | 61,147 | 63,636 |
| | | | 조성비 | 324,333 | 45,750 | 178,333 | 73,471 | 416,667 | 63,021 | 525,000 |
| | 기타비용 | | | | | | | 18,182 | | |
| | 소계 (B) | | 7,153,129 | 5,286,075 | 1,936,240 | 5,231,673 | 4,090,695 | 2,813,233 | 3,914,487 | |
| | 임차료 | | | 262,500 | 11,333 | | 150,000 | | 21,818 | |
| | 고용노력비 | | 1,902,000 | 1,267,088 | 76,685 | 2,122,200 | 1,284,500 | 1,267,412 | 1,471,818 | |
| | 소계 (C) | | 9,055,129 | 6,815,663 | 2,024,058 | 7,353,873 | 5,525,195 | 4,080,645 | 5,408,123 | |
| | 자가노력비 | | 3,982,000 | 727,500 | 169,840 | 1,456,650 | 1,630,000 | 1,229,056 | 2,057,273 | |
| 토지자본용역비 | | 247,500 | 0 | 133,161 | 81,000 | 85,500 | 378,000 | 450,000 | | |
| 유동자본용역비 | | 170,201 | 84,372 | 11,191 | 46,051 | 40,755 | 79,289 | 221,145 | | |
| 고정자본용역비 | | 446,967 | 292,348 | 10,122 | 73,931 | 59,144 | 300,482 | 280,886 | | |
| 계 (D) | | 13,901,797 | 7,919,883 | 2,348,372 | 9,011,505 | 7,340,594 | 6,067,472 | 8,417,427 | | |
| 소득 (A-D) | | | 3,044,871 | 9,184,337 | 6,836,046 | 2,415,015 | 6,974,805 | 14,501,708 | 12,591,877 | |
| 부가가치 (A-B) | | | 4,946,871 | 10,713,925 | 6,923,864 | 4,537,215 | 8,409,305 | 15,769,120 | 14,085,513 | |
| 순수입 (A-D) | | | -1,801,797 | 8,080,117 | 6,511,732 | 757,383 | 5,159,406 | 12,514,881 | 9,582,573 | |
| 소득율 (A-C)/A×100(%) | | | 25.2 | 57.4 | 77.2 | 24.7 | 55.8 | 78 | 70 | |
| 노동시간 | 자가노동(시간) | | 361 | 80 | 70 | 143 | 170 | 87 | 175 | |
| | 고용노동(시간) | | 206 | 166 | 79 | 280 | 147 | 156 | 155 | |

(T-1: 고밀식 주지하수, T-2: 고수고 주지수평 적심, T-3: 주지 약상향 무절단, T-4: 하수 무절단, T-5: 골격지 절단숙음 병용, T-6: 골격지 상향 결과지 하수, T-7: 원추수관 주지수평 적심.)

제 4 절 국외출장보고서

연구원 국외출장 일정

| 출장기간 | 방문국가 | 출장참여자 | 목적 | 비고 |
|-------------------|--------------|---|------------|------------|
| 2012. 07. 16 - 20 | 독일 (함부르크) | 한국농수산대학 정혜웅 경희대 생자원 이재영 | 묘목 생산체계 | |
| 2012. 10. 09 - 13 | 일본 (아오모리) | 경희대 생자원 이재영 | 수형관리 | 연구원 자부담 |
| 2013. 02. 12 - 16 | 네덜란드 | 한국농수산대학 정혜웅 경희대학교 이윤형 경희대 생자원 이재영 | 묘목 생산체계 | |
| 2013. 07. 12 - 19 | 네덜란드 이탈리아 | 경희대 생자원 이재영 | 수형관리 | 연구원 자부담 |
| 2014. 03. 24 - 28 | 미국 | 한국농수산대학 정혜웅 | 연구결과 발표 | |
| 2014. 04. 14 - 18 | 뉴질랜드 | 한국농수산대학 정혜웅 경희대학교 이윤형 | 수형관리 | |
| 2014. 07. 14 - 17 | 뉴질랜드 | 한국농수산대학 정혜웅 경희대 생자원 이재영 | 묘목 생산체계 | 연구원 자부담 |

◆ 국외출장 보고서

I. 출장개요

- 목 적 : 유럽 과수산업 선진국의 묘목생산 및 과원관리체계의 관련기술 정보 수집
- 기 간 : 2012. 7. 16 - 20 (4박 5일)
- 방문지역 : 독일 함부르크
방문기관 : Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein 연구소 2회
Stahl Baumschulen 社
Consortium Deutscher Baumschulen GmbH 社
Landwirtschaftskammer Niedersachsen 연구소 1회
- 출 장 자 : 한국농수산대학 과수학과 교수 정혜웅
경희대학교 생명자원과학연구원 연구원 이재영

II. 출장수행내용

- Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein 연구소
(Dr. George Henkel외 2인)
 - 독일 함부르크지역에서 묘목 품질인증 및 우량 원종 수집 및 보급 담당
- Stahl Baumschulen 社
(Claus Hinrich Thies, Kai Wilhelm Thies)
 - 유럽지역 고품질 무균 왜성대목 생산 및 보급 담당
 - 왜성대목 생산을 위한 상업용 포장 관리 (30ha 이상)
- Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein 연구소 방문
(Dr. George Henkel외 2인)
 - 유럽지역 왜성대목 무균묘 인증 및 보급 담당
- Consortium Deutscher Baumschulen GmbH 社
(Claus Hildebrand)
 - 고품질 무균묘 보급담당
 - 1980년도에 설립하여 현재 전세계 17개국에 고품질 무균묘 보급
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen
(Dr. Rolf Stehr)
 - 독일 사과재배 대목 및 수형연구
- 독일 함부르크 지역 왜성사과재배 선도농가 방문
 - 독일 사과재배 면적 → 과수재배 면적의 90% 이상

◆ 국외출장 보고서

I. 출장개요

- 목 적 : 과수산업 선진국(일본) 대목 및 수형 연구현황 및 관련기술 정보 수집
- 기 간 : 2012. 10. 9 - 13일
- 방문지역 : 일본 黒岩市
방문기관 : 青森縣 산업기술센터 사과연구소
연구관리원 鈴木 均 (Suzuki Hitoshi)
- 출 장 자 : 경희대학교 생명자원과학연구원 연구원 이재영

II. 출장수행내용

□ 青森縣 산업기술센터 사과연구소

연구관리원 鈴木 均 (Suzuki Hitoshi)

- 일본 青森縣 黒岩市 지방독립행정법인 연구소 방문
 - 최근 일본 북부에서 시행되고 있는 사과원 관리체계에 대한 전반적인 정보 수집
 - 일본 현지 재배조건에 적합한 사과 왜성대목의 개발현황 견학

◆ 국외출장 보고서

I. 출장개요

- 목 적 : 유럽 과수산업 선진국의 묘목생산 및 과원관리체계의 관련기술 정보 수집
- 기 간 : 2013. 2. 12 - 16 (4박 5일)
- 방문지역 : 네덜란드
방문기관 : NakTuinbow (Test Center Horst)
Vermeerderingstuinen
Hillebrand
Vereeken
- 출 장 자 : 한국농수산대학 과수학과 교수 정혜웅
경희대학교 원예생명공학과 교수 이윤희
경희대학교 생명자원과학연구원 연구원 이재영

II. 출장수행내용

- NakTuinbow (Test Center Horst)
(Dr. J. A. M. (Hans) Konings)
 - 유럽지역 전역으로 묘목 품질인증 및 우량 원종 수집 및 보급 담당
 - 유럽지역 왜성묘목 생산을 위한 과수 접목방법 정보 수집
국내 관용적 왜성묘목 접목방법과 비교하여 작업효율 높음.
국내 적응시험 후 묘목생산업체 대상으로 교육 필요성 있음.
 - 유럽지역 왜성묘목 생산을 위한 원예용 자재 정보 수집
국내 관용적 접목용 자재와 비교하여 작업효율을 높일 수 있음.
- Vermeerderingstuinen
(Dr. Gerard Jongedijk)
 - 유럽지역 전역으로 우량 원종 보급 담당
 - 유럽지역 왜성묘목 생산을 위한 과수 접목방법 정보 수집
국내 적응시험 후 묘목생산업체 대상으로 교육 필요성 있음.
 - 유럽지역 왜성묘목 생산을 위한 원예용 자재 정보 수집
국내 관용적 접목용 자재와 비교하여 작업효율을 높일 수 있음.
- Hillebrand 社
(P. J. J. Hillebrand)
 - 유럽지역 고품질 무균 왜성대목 생산 및 보급 담당
 - 왜성대목 생산을 위한 상업용 포장 관리
 - 왜성대목 생산포장 방문 및 관리기술에 대한 정보 수집
왜성대목 생산을 위한 포장관리기술 정보수집
- Vereeken 社
 - 과수 가공식품의 유통규모와 방법과 관련된 전반적 지식 습득
 - 유럽지역 과수 가공식품 현황 파악
 - 과수선진국의 과수 가공식품 생산 및 유통현황 파악
과수 가공식품의 종류와 가공과정 견학

◆ 국외출장 보고서

I. 출장개요

- 목 적 : 과수산업 선진국 수형 연구현황 및 우량묘목 생산 관련기술 정보 수집
- 기 간 : 2013. 7. 12 - 19일
- 방문지역 : 이탈리아, 네덜란드
- 방문기관 : Trent 과수조합 (Melinda)
Laimburg 과수시험장
Vermeerderingstuinene (재방문)
Hillebrand (재방문)
- 출 장 자 : 경희대학교 생명자원과학연구원 연구원 이재영

II. 출장수행내용

Trent 과수조합

- 이탈리아 과수조합의 현황 및 역할에 대한 기본정보 수집
- 이탈리아 북부 Trent 지역 과수조합은 조합원에 대한 재배교육과 판매관리 병행함.

Laimburg 과수시험장

(Dr. Martin Thalheimer)

- 유럽에서 범용적으로 재배되고 있는 왜성사과나무 수형에 대한 전반적인 정보 수집

Vermeerderingstuinen

(Dr. Gerard Jongedijk)

- 유럽지역 전역으로 우량 원종 보급 담당
- 유럽지역 왜성묘목 생산을 위한 과수 접목방법 정보 수집
국내 적용시험 후 묘목생산업체 대상으로 교육 필요성 있음.
- 유럽지역 왜성묘목 생산을 위한 원예용 자재 정보 수집
국내 관용적 접목용 자재와 비교하여 작업효율을 높일 수 있음.

Hillebrand 社

(P. J. J. Hillebrand)

- 유럽지역 고품질 무균 왜성대목 생산 및 보급 담당
- 왜성대목 생산을 위한 상업용 포장 관리
- 왜성대목 생산포장 방문 및 관리기술에 대한 정보 수집
왜성대목 생산을 위한 포장관리기술 정보수집

◆ 국외출장 보고서

I. 출장개요

- 목 적 : New Zealand 사과산업 현황조사
- 기 간 : 2014. 7. 14 - 17일
- 방문지역 : 뉴질랜드
방문기관 : Nelson Branch, T&G Group Company
- 출 장 자 : 한국농수산대학 과수학과 교수 정혜용
경희대학교 생명자원과학연구원 연구원 이재영

II. 출장수행내용

Nelson Branch, T&G Group Company

- New Zealand 사과산업 전반 현황 조사
- 사과원 관리기술 유관문헌 수집
- 사과원 관리 및 생산·유통관련 문헌정보 수집

방문기관 및 면담자

- T&G Group Company
 - Mark Russell (Field Representative International)
 - Morgan Rogers (Horticulture Researcher)
- Waimea
 - Bruno Sompson (Development Manager)

제 5 절 연구평가회

1. 연구과제 1년차 현장평가회

○ 1차 자체 평가회

- 일 시 : 2012년 1월 30일
- 장 소 : 한국농수산대학 회의실 및 과수학과 실습포장
- 참 석 자 : 한국농수산대학 정혜웅 교수
경희대 생자원 이재영 박사
과수협회 방지웅 부장
독농가 박동희, 홍성일, 김재인, 신중협, 김병철
- 토의내용 : 4년차 수형구성 진행과정 점검 및 차후 관리방법 논의

○ 2차 자체 평가회

- 일 시 : 2012년 6월 8일
- 장 소 : 한국농수산대학 회의실 및 과수학과 실습포장
- 참 석 자 : 한국농수산대학 정혜웅 교수
경희대 생자원 이재영 박사
과수협회 방지웅 부장
독농가 박동희
홍성일
김재인
신중협
김병철
- 토의내용 : 1, 4년차 수형구성 진행과정 점검 및 차후 관리방법 논의
7년차 수형 관리방법 토의
수형관리 재배기술 연구관련 진행사항 점검

1. 연구과제 2년차 현장평가회

○ 1차 자체 평가회

- 일 시 : 2013년 2월 26일
- 장 소 : 한국농수산대학 회의실 및 과수학과 실습포장
- 참석자 : 한국농수산대학 정혜웅 교수
경희대 생자원 이재영 박사
과수협회 방지웅 부장
독농가 박동희
홍성일
김재인
신중협
김병철
- 토의내용 : 5년차 수형구성 진행과정 점검 및 차후 관리방법 논의

○ 2차 자체 평가회

- 일 시 : 2013년 3월 5일
- 장 소 : 한국농수산대학 회의실 및 과수학과 실습포장
- 참석자 : 한국농수산대학 정혜웅 교수
경희대 생자원 이재영 박사
과수종묘협회 임상철 (총립농원)
임노훈 (임흥과수연구소)
배준우 (경산키낮은사과묘목)
이말식 (한국과수종묘협회장)
이준우 (예산능금조합 묘목사업소)
농림수산부 김기주 (사무관)
- 토의내용 : 재식당년 결실형 묘목의 저비용 생산체계
우량묘목 저비용 생산체계와 관련된 전반적 의견 검토

○ 3차 자체 평가회

- 일 시 : 2013년 10월 24일
- 장 소 : 한국농수산대학 회의실 및 과수학과 실습포장
- 참석자 : 한국농수산대학 정혜웅 교수
경희대 생자원 이재영 박사
과수협회 방지웅 부장
독농가 박동희 외 200명
농림수산부 이영식 과장 (농림축산부)
김동환 사무관 (농림축산부)
iPET 류명선 연구원
- 토의내용 : 8년차까지 수형 별 수형구성 진행과정 점검 및 우수 관리체계 선정기준 논의
우량묘목 저비용 생산체계와 관련된 전반적 의견 검토

제 6 절 재식당년 결실 및 대과 다수확을 위한 과원관리

국가 연구기관 및 대학, 유관단체의 지속적인 노력으로 90년대 중반 이후부터 국내 사과원은 M.9 왜성대목에 의한 밀식과원을 조성함으로써 밀식장해를 저감시킬 수 있었다. 밀식과원의 원활한 관리를 위해서는 우량묘목의 재식과 함께 적정 과원관리체계의 적용이 필수적이다. 하지만 현재 국내 보급되는 과수묘목의 품질과 재배관리기술의 수준은 이러한 기준에 다소 미흡한 실정이다. 본 연구는 밀식사과원 관리체계의 조사결과를 기초로 하여 우량묘목의 품질과 밀식과원 관리체계의 기본방향을 아래와 같이 설정하였다.

1. 우량묘목의 품질기준과 규격관리

(1) 우량묘목의 품질기준

- 대목과 접수의 품종특성이 철저하게 유지·관리될 것
- 묘목의 영양상태가 양호하며 세력관리가 일정할 것
- 병원균(virus) 감염도에 대한 관리가 꾸준히 유지될 것



<그림 II-6> 우량묘목 생산을 위한 대목 및 접수포장(좌)과 생산된 묘목(우)

(2) 우량묘목의 규격관리

- 왜화도 유지가 일정하며 뿌리발달이 양호한 자근묘
- 주간의 영양상태와 세력관리를 일정하게 유지
- 주간에 세력에 맞추어 적절히 발생한 측지를 갖추고 있을 것

2. 대과 다수확을 위한 과원관리

(1) 우량묘목의 재식

- 관리가 양호하여 재식 후 수세를 일정하게 유지할 수 있는 묘목을 선정한다.
- 재식밀도는 125 - 285주/10a의 범위 내에서 품종특성에 따라 조절한다.
- 접목부위 노출은 토성에 따라 정하되 지표에서 10cm 이상 노출하도록 한다.

(2) 토양관리

- 과원 조성 이전에 유기물을 충분히 공급하여 토양 물리성을 양호하게 유지시킨다.
- 묘목 재식 이전에 관·배수 시설을 필수적으로 설치한다.



<그림 II-7> 품종 특성을 고려하여 수관을 구성한 모습(좌: 홍로, 우: 후지)

(3) 수형의 구성

- M.9 대목을 이용한 밀식사과원의 경우 세장방추형 관리방법을 우선으로 시행한다.
- 재식 후 주간에서 충분한 측지를 유도시키고 지표에서 50cm 이내의 것은 전부 제거한다.
- 수관 내 주지 및 측지를 고루 분산시킴으로써 무효공간을 제거한다.
- 재식당년 필요량을 결실시킴으로써 수세를 조절한다.
- 하단 주지의 세력을 키워 수관 중·상부 세력을 조절한다.
- 수관 중간부위의 주지 및 측지는 품종 특성에 따라 절단 정도를 조절한다.
- 수관 상부에서 발생한 주지는 하수시킴으로써 수세를 억제시킨다.
- 수관 전체의 형태는 원추형을 유지시킴으로써 내부 광환경을 양호하게 유지시킨다.

(4) 결실관리

- 수세가 안정된 이후 각 주지 및 측지의 수세에 맞추어 결실량을 조절한다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

| 구분 | | 특허 | | 신품종 | | | | 유전자원 등록 | 논문 | | 기타 |
|-------|----|----|----|------------|-----------------|------|----|------------|-----|------|----|
| | | 출원 | 등록 | 품종명칭 등록 | 품종수 등록 신고 | 품종보호 | | | SCI | 비SCI | |
| | | | | | | 출원 | 등록 | | | | |
| 1차 년도 | 목표 | 1 | | | | | | 0 | 1 | | |
| | 달성 | 2 | | | | | | | 2 | | |
| 2차 년도 | 목표 | 1 | | | | | | 1 | 2 | | |
| | 달성 | 2 | | | | | | 2 | 5 | | |
| 3차 년도 | 목표 | 1 | 3 | | | | | 2 | 2 | | |
| | 달성 | - | 3 | | | | | 1 | - | | |
| 계 | 목표 | 3 | 3 | | | | | 3 | 5 | | |
| | 달성 | 4 | 3 | | | | | 3 | 7 | | |

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과 활용목표

| 구분 | | 기술실시(이전) | 상품화 | 정책자료 | 교육지도 | 언론홍보 | 기타 |
|------|----|----------|-----|------|------|------|----|
| 활용건수 | 목표 | 3 | | 3 | 3 | 5 | |
| | 달성 | 4 | | 3 | 25 | 10 | |

2. 논문게재 성과

| 게재 연도 | 논문명 | 저자 | | | 학술지명 | Vol. (No.) | 국내외 구분 | SCI구분 |
|-------|---|-----|----|----|--------------------|------------|--------|-------|
| | | 주저자 | 교신 | 공동 | | | | |
| 2012 | Changes in fruit quality during storage duration by the methods of fruit stalk management for 'Fuji' apples | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 30 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2012 | A newly devised grafting method for fruiting in planting year in apple trees | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 30 (발표2) | 국내 | 비 SCI |
| 2013 | Indoor plant placement for improvement of SSS by indoor air quality | | | 1 | 일본 원과지 | 82 (3) | 국외 | SCI |
| 2013 | Health risk assessment of pesticide exposure by multi-pathways for children in childcare facilities | 1 | | | 유럽 환경학회 | 444 | 국외 | SCI |
| 2013 | 사과 증소과 생산이 농가소득에 미치는 영향 | 1 | 1 | 2 | 현장 농수산연 | 15 | 국내 | 비 SCI |
| 2013 | Comparison on training systems for a high-density apple orchard | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 31 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2013 | A system for producing high-quality apple nursery with low cost | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 31 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2013 | A sampling method for OP as air-borne particles using PUF | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 31 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2014 | Three Training Systems on the Growth and Fruiting of 'Fuji'/M.9 Apple Trees on a Replanted Site in Korea | | | 1 | Acta Horticulturae | (발표) | 국외 | 비 SCI |
| 2014 | Effects of Training Systems on the Growth and Fruiting of 'Fuji'/M.9 Apple Trees on a Newly Planted Site in Korea | 1 | 2 | | Acta Horticulturae | (발표) | 국외 | 비 SCI |
| 2014 | High-Quality Nursery Production by a Newly Devised Grafting Method in Apples | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 32 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2014 | Evaluation of Orchard Management Systems based on Productivity and Profitability | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 32 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2014 | Color Analysis of Shoot Bark by RGB Method for Deciding Fertilizing Degree in Apple Trees | 1 | 1 | 4 | 한국 원과지 | 32 (발표1) | 국내 | 비 SCI |
| 2015 | Crop load adjustment to branch vigor for producing uniform fruits in young apple trees | 1 | 1 | 4 | 일본 원과지 | | 국외 | SCI |

3. 특허 성과

| 출원된 특허의 경우 | | | | | 등록된 특허의 경우 | | | | |
|------------|----------------------------|------------------------------|------|-----------------|------------|----------------------------|------------------------------|------|------------|
| 연도 | 특허명 | 출원인 | 출원국 | 출원번호 | 등록연도 | 특허명 | 등록인 | 등록국 | 등록번호 |
| 2011 | 후지사과 착과개수 결정방법 및 착과량 판정관 | 정혜웅, 이재영, 최병순 | 대한민국 | 10-2011-0139474 | 2014 | 후지사과 착과개수 결정방법 및 착과량 판정관 | 정혜웅, 이재영, 최병순 | 대한민국 | 10-1439390 |
| 2011 | 홍로사과 착과개수 결정방법 및 착과량 판정관 | 정혜웅, 이재영, 최병순 | 대한민국 | 10-2011-0139475 | 2014 | 홍로사과 착과개수 결정방법 및 착과량 판정관 | 정혜웅, 이재영, 최병순 | 대한민국 | 10-1435994 |
| 2012 | 후지 및 홍로 사과나무 수피발색에 의한 영양진단 | 정혜웅, 이윤형, 이재영, 최병순, 이재웅, 백동렬 | 대한민국 | 10-2012-0145451 | 2014 | 후지 및 홍로 사과나무 수피발색에 의한 영양진단 | 정혜웅, 이윤형, 이재영, 최병순, 이재웅, 백동렬 | 대한민국 | |
| 2013 | 반설집 접목구조 및 그 접목방법 | 정혜웅, 이윤형, 이재영, 최병순, 이재웅, 백동렬 | 대한민국 | 10-2014-0005216 | | | | | |

4. 인력활용/양성 성과

| 지원 총인원 | 지원 대상 (학위별, 취득자) | | | | 성별 | | 지역별 | | |
|--------|------------------|----|----|----|----|---|-----|----|------|
| | 박사 | 석사 | 학사 | 기타 | 남 | 여 | 수도권 | 대전 | 기타지역 |
| 5 | 2 | 3 | | | 3 | 2 | 5 | | |

제 8 장 참고문헌

- Caruso, T., P. Inglese, F. Sottile and F. P. Marra. 1999. Effect of planting system on productivity, dry matter partitioning and carbohydrate content in above-ground components of 'Flordaprince' peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 39-45.
- Cho, K. H. and T. M. Yoon. 2006. Fruit quality, yield, and profitability of 'Hongro' apple as affected by crop load. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24: 210-215.
- Choi, S. T., J. H. Choi, Y. C. Cho, H. Y. Shin and S. M. Kang. 2009. Changes in tree growth and yield of 'Fuyu' persimmon by tree ages. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 386-390.
- Jiménez, C. M. and J. B. R. Díaz. 2003. A statistical model to estimate potential yields in peach before bloom. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128: 297-301.
- Koike, H. S., S. Yoshizawa and K. Tsukahara. 1990. Optimum crop load and dry weight partitioning in 'Fuji' apple tree. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 58: 827-834.
- Kwon, Y.H., K.H. Shin, H.S. Park, H.W. Jung and J.Y. Lee. 2007. Crop load adjustment based on tree vigor for producing uniform fruits in 'Nittaka' pear trees. *Hort. Environ. Biotechnol.* 48: 109-114.
- Lauri, P.-E., X Crété and G. Ferré. 2007. Centrifugal training in apple - appraisal of a two-year experiment 'Galaxy' in southeast France. *Acta Hort.* 732: 391-396.
- Nagano Prefecture. 1997. The world apple conference, p. 16-17. In: H. Koike and T. Ono (eds.). Optimum crop load for 'Fuji' apples in Japan. The Young Fruit Farmer's Association of Nagano, Nagano, Japan.
- Ogata, R., K. Goto, T. Kunisawa and R. Harada. 1986. Productivity and fruit quality of four apple cultivars on three different rootstocks and at different planting densities. *Acta Hort.* 160: 97-104.
- Paek, P. N., M. J. Kim, S. I. Kwon, J. C. Nam and S. M. Kang. 2007. Effect of the exposed length of M.9 rootstock on growth and productivity of 'Fuji' and 'Hongro' apples. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25: 382-388.
- Park, J. G., J. S. Hong, I. M. Choi, J. B. Kim, S. H. Kim and H. S. Park. 1998. Applications of artificial pollination, spraying gibberellin A4+7 plus benzyladenine for production of uniform fruits in 'Fuji' apples. *Kor. J. Hort. Sci. & Tech.* 16: 27-29.
- Rural Development Administration. 2003. Apple cultivation. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Robinson, T. L. 2003. Apple-orchard planting systems, p. 345-407. In: D. C. Ferree and I. J. Warrington (eds.). Apples; botany production and uses. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.

- Shin, Y. U., W. C. Kim, S. J. Kang, J. Y. Moon and J. H. Kim. 1989. 'Hongro', high sugar, attractive red color apple cultivar for 'Chuseok' season. Horticulture Abstract of Kor. Soc. Hort. Sci. 7 (2): 68-69.
- Strong, D. and A. N. Azarenko. 2000. Relationship between trunk cross-sectional area, harvest index, total tree dry weight, and yield components of 'Starkspur Supreme Delicious' apple trees. J. Amer. Pomol. Soc. 54: 22-27.
- Tustin, D. S., G. A. Dayatilate, K. C. Breen and M. J. Oliver. 2012. Fruit set responses to changes in floral bud load - a new concept for crop load regulation. Acta Hort. 932: 195-202.
- Wang, C., R. Färe and C. F. Seavert. 2006. Revenue capacity efficiency of pear trees and its decomposition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131: 32-40.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.