최 종 연구보고서

# 'Fuji' 사과원의 관리노력 절감, 사과 착색기술 향상 및 착색도 판정기준 설정

Labor-Saving Orchard Management,

Technique Improvement of Fruit Skin Coloring, and

Decision of Color Development for 'Fuji' Apples

연 구 기 관 한국농업전문학교

농 림 부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 "'Fuji' 사과원의 관리노력 절감, 사과 착색기술 향상 및 착색도 판정기준 설정"과제의 최종보고서로 제출합니다.

2006 년 7월 일

주관연구기관명: 한국농업전문학교

총괄연구책임자: 정 혜 웅

세부연구책임자: 정 혜 웅

연 구 원:김용구

연 구 원:김몽섭

연 구 원: 이영식

연 구 원:이재영

연 구 원:류종현

연 구 원: 권규상

협동연구기관명: 충주시농업기술센터

세부연구책임자: 한 재 희

연 구 원:홍재성

연 구 원: 진정대

위탁연구기관명: 중앙대학교

위탁연구책임자: 박 희 승

연 구 원:상혜영

# 요 약 문

# I. 제 목

'Fuji' 사과원의 관리노력 절감, 사과 착색기술 향상 및 착색도 판정기준 설정

## Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

우리나라 사과 재배면적은 1993년에 53천ha 이었던 것이 2001년에는 26천ha로 50% 가까이 줄어들었던 바 이 경제·산업적 측면의 위축현상은 사과 산업이 투입 노동력은 많으면서 생산량은 2001년의 경우 400천ton이어서 ha당 15.38ton에 불과하여 Italy의 South Tyrol에서 2001년에 18천ha에서 900천ton을 생산하여 ha당 50ton을 생산한 것에 비하면 30.76%밖에 생산하지 못하는 저위생산성을 면치 못하고 있음을 보여주고 있다. 따라서 우리나라의 사과산업의 관심사항은 여하히 하여 사과재배노력은 줄이면서 생산량과 품질을 높일 것인가에 모아지고 있다. 2002년 11월에 발간된 농촌진흥청 농업 경영관실의 연구보고에 따르면 2001년 현재 우리나라의 사과재배에 투입되는 노동시간은 10a당 196시간이다(농촌진흥청, 2002). 그러나 10a당 196시간은 Italy의 South Tyrol 지역의 65.8시간(Werth, 1994)에 비하면 약 3배나 많은 노동시간이다. 따라서 우리나라가 국제경쟁력 있는 사과재배를 하기 위하여 시급히 해결할 일 중의 하나는 현재 196시간의 재배노력을 대폭 절감하는 일이다. 재배노력 반감 기술개발에 속하는 구체적인 기술적 내용은 잎 따기 안 하기, 과실 돌리기 안 하기, 봉지 씌우기 안 하기, 제초제 안 뿌리기 등의 생략재배(省略栽培)기술의 적용과, 전정, 적과, 수확 등의 노력을 크게 절 감하는 기술의 개발을 위하여 관리작업의 약제이용, 기계이용 등이다.

착색향상 기술개발에는 착색에 가장 큰 영향을 미치는 기술인 질소질 비료의 절감효과와 과실에 직접 광의 투과도를 높이는 효과 등이 포함된다. 착색도 판정기준설정시험에서는 우리나라 주요 주산지의 명품사과를 수집하여 조직 검경, anthocyanin, Chlorophyll 함량조사, 착색도별 과실의 분류에 의한 color chart를 작성함으로서 이를 이용한 과실 경매사들의 과실등급 판별에 기준이 되게 하고 사과 생산 농민들로 하여금 착색도 높은 과실생산을 유도할 수 있을 것이 기대된다.

금번 수행하고자 하는 "'Fuji' 사과원의 관리노력 절감 및 사과 착색향상과 착색도

판정기준 설정"사업은 구체적으로 그 기술적 측면은 착색향상기술개발과 착색도 판정기준 설정으로 고품질의 사과를 생산하는 기술개발과 착색등급에 따른 가격 결정에 기여하고자 하는 것이다.

# Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

### 가. 'Fuji' 사과원의 관리노력 절감기술 개발

국내 사과 주산지인 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도에 위치한 'Fuji' 성목 및 유목 사과원에 대하여 과원 운영체계를 조사하였다. 조사된 사과원은 운영체계에 따라 "주간형", "세장방추형", 그리고 "하수형"으로 분류된 후 각 운영체계별로 경영능력이 선도적인 과원이 5개소씩 선발되었다. 선발된 선도 과원은 조사기간 동안 과원경영의 우수사례를 제공하였다. 2003년부터 수집된 과원경영 우수사례는 현장적응 실증 시험포장에서 다음과 같이 구분되어 현장적응 비교되었다.

- ① 전정의 대상이 되는 'Fuji' 사과나무의 가지를 세력별로 구분한 후 전정 작업을 달리 하였을 경우 투입되는 노동력을 측정하였다.
- ② 'Fuji' 사과나무의 수형을 "주간형"과 "하수형"으로 구분한 후 현재 주간형에서 하수형을 전환 작업이 진행 중인 수형을 추가하여 투입되는 노동력을 측정하였다.
- ③ 과원 경영 시 가장 많은 노동력이 투입되는 적과작업에 대하여 과원 운영에 안정적인 약제사용안을 정립하여 현장 적응 비교하였다.
- ④ 수확과실의 품질과 관련하여 수관 내 도장지 제거 방법 및 수확기 전 적엽 작업의 방법과 시기에 대한 시험을 실시하였다.

상기 수집된 우수과원 운영 사례는 충청북도 충주시 주덕면에 위치한 'Fuji' 성목 및 유목 사과원에서 적용 비교되었다.

#### 나. 'Fuji' 사과 착색향상 기술개발 및 착색도 판정기준 설정

충청북도 충주시에 위치한 'Fuji' 성목원 중 수세가 일정한 사과원 4개소 선정하여

아래 서술한 내용을 수행하였다.

#### ① 토양 및 엽 내 질소농도 조절에 의한 착색 향상

선정된 'Fuji' 사과 성목원에서 토양을 채취한 후 각 과원별로 토양의 산도, 유기물, 유효인산 함량을 측정하였으며 각 토양의 치환성 양이온 정도를 비교하기 위하여 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 함량을 측정하였다. 또한 각 토양의 전기 전도도를 측정하여 토양 내전반적인 염류 집적도를 비교하였다.

#### ② 'Fuii' 사과 착과부위 투광도 개선

정방형의 재식구조를 가지고 있는 성목원에 대하여 열간, 주간, 수관 내부에 대하여 단축전정을 실시한 사과원, 열간과 주간에 대해서만 단축전정을 시행한 사과원, 그리고 열간에 한해서만 단축전정을 실시한 사과원으로 구분한 후 각 사과원에 대하여 전정에 투입되는 노동력, 수체생장, 엽 내 무기물 및 엽록소 함량, 그리고 전정방법별 엽면적을 측정 비교하였다.

### ③ 'Fuji' 사과 과피 착색에 영향을 미치는 내·외적 요인 구명

충청북도 충주지역 내에서 'Fuji' 성목원을 경영하는 과원들을 대상으로 하여 각각의 생산물에 대한 착색등급을 조사하였다. 조사된 과원은 생산된 과실의 착색정도에 따라 착색 상, 착색 중, 착색 하로 구분된 후 각 계급별 가장 대표적인 농가를 선정하였다.

# 다. 'Fuji' 사과 조직 검경 및 anthocyanin, chlorophyll 분석

충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도에 분포되어있는 'Fuji' 사과의 지역적 특성을 조사한 후 "내륙 고지대", "내륙 중간지대", 그리고 "해안 저지대"로 구분하였다.

상기 지역들의 지역적, 기후적 특징을 비교적 대표적으로 재현할 수 있는 지역으로 "내륙 고지대"로서는 전라북도 장수를, "내륙 중간지대"로서는 충청북도 충주를, 그리고 "해안 저지대"로서는 충청남도 당진을 선정하였다. 선정된 지역에 대하여 비교적 과원 경영이 우수한 'Fuji' 사과원에 대하여 본 연구의 조사지역으로 선정하였다.

한편, 'Fuji' 사과의 착색도 판정기준 설정을 위해서는 조사기간 동안 가락동 농산물 시장에서 생산지역과 과실등급을 달리하여 구매한 후 대비구로 선정하였다.

# Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

# 1. 연구개발 결과

## 가. 'Fuji' 사과원의 관리노력 절감기술 개발

2003년 7월부터 2006년 7월까지 국내 사과재배 주산지의 선도 농가를 대상으로 하여 과원경영 우수사례를 수집하였다. 수집된 우수사례는 작업의 중요성을 고려하면서 시험 포장에서 비교 적응시험 하였다. 현재 과원 경영에서 중요성과 노동력의 요구도가 높은 작업으로는 수형구성작업, 적과작업, 결실관리 품질관리, 그리고 수확 후 관리작업으로 구분하여 분석되었다. 수형구성작업에서는 관리되는 가지의 세력별 적정 기구를 사용하면서 기존의 주간형을 하수형으로 전환시킴으로써 노동력 절감효과를 충분히 기대할수 있었다. 또한 약제적과작업의 적용 시 적정 사용방법을 준수함에 의하여 노동력 절감효과가 컸다. 결실된 과실의 품질관리를 위해서는 적절한 도장지 제거와 적엽작업은 필요하였다. 그러나 과실 돌리기 작업은 오히려 과실의 품질을 저하시켰다. 수확한 과실에 대하여 과경을 제거하는 작업 역시 필요한 작업이 아닌 것으로 판단되며 상기 작업 역시 과실의 품질을 저하시켰다.

위에 언급한 수집 사례를 한 시험포장에 적응 시킬 때 현재 10a 196시간의 노동 요구량을 92시간까지 줄일 수 있었다.

#### 나. 'Fuji' 사과 착색향상 기술개발 및 착색도 판정기준 설정

현재 국내에서 권장되는 기준시비안대로 시비할 경우 과도한 질소질 비료의 공급이 예상되었다. 토양 분석에 의한 적정 요구량만을 공급할 경우 과원 경영의 효율화를 이룰 수 있을 뿐만 아니라 적정 수체 생장과 고품질의 과실 생산을 이룰 수 있었다.

또한 수관 내 광환경 개선을 위하여 일시에 심한 전정을 할 경우 오히려 수체에 바람직하지 않은 결과를 초래할 수 있었다. 따라서 상기 작업의 수행에서는 수세를 기준으로 점진적 변화가 보다 바람직하였다.

#### 다. 'Fuji' 사과 조직 검경 및 anthocyanin, chlorophyll 분석

수확된 과실의 품질에 영향을 미치는 요인으로는 재배적 요인뿐만 아니라 외부적 요인 즉, 토양조건과 기상조건 역시 커다란 영향을 미친다. 본 연구에서는 각 기상조건별로 수확과실을 수집한 후 품질을 비교한 결과 외부 기상조건이 과실의 품질에 많은 영향을 미침을 알 수 있었다.

한편, 과실의 품질과 착색도 판정기준을 설정하기 위하여 과피 내 anthocyanin과 chlorophyll 함량을 분석하였으나 상기 색소와 과실의 품질 간에는 유의한 상관관계가 존재하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 과실의 외형을 영상 분석한 후 과형과 관련지어 과실의 품질과의 상관관계를 분석한 결과 만족할 만큼의 상관관계가 관찰되었다. 상기 결과를 기초로 하여 과실 숙기와 착색에 대한 기준안을 마련하였다.

## 2. 연구개발 결과활용에 대한 건의

가. 국내 기술보급기관에 대하여 본 연구결과에 대한 대 농민 교육을 시행할 것을 권 장하여, 사과재배 현장으로 노동력이 절감되는 재배기술 보급을 시행시킬 것을 건의하 는 바 입니다.

나. 본 연구를 통하여 개발된 'Fuji' 사과 착색도 및 당도 판정 기준안은 국내 고유의 기술로서 외국으로의 기술유출이 염려되는 부분이 있습니다. 따라서 국내 기관에서 본 시험에서 개발된 기술에 대한 보호권을 행사해 줄 것을 건의합니다.

다. 국내 기술보급기관과 농산물 유통에 관련된 농업인에 대하여 본 연구에서 개발한 'Fuji' 사과 착색도 및 당도 판정 기준안에 대한 교육의 기회를 마련해 줄 경우 상기 개발기술이 보다 효율적으로 국내 보급될 것이 예상됩니다.

# **SUMMARY**

#### I. Title of Research

Labor-saving orchard management, technique improvement of fruit skin coloring, and decision of color development for 'Fuji' apples

# II. Objectives and Necessity of the Research

The cultural area for apple trees has been decreased from 53,000 ha in 1993 to 26,000 ha in 2001 as showing the 50% decreasing level. One of the reasons for that decreasing may be lower productivity from more labor requirement. While the Korean orchard produced 15.38 ton apple fruits from 1 ha field, another orchard in South Tyrol, Italy produced 50 ton apple fruits from 1 ha. Hence, orchard managers in Korea have been steadily concerned with the cultural practices for producing more apple fruits with less labor.

Rural Development Administration announced that the man-hour for apple orchards was 196 hours per 10a area in 2001 (RDA, 2002) but the man-hour in Korea was three times as much as that in South Tyrol, Italy (Werth, 1994). Therefore, one of the most needed studies for Korean apple industry is the decrement of the much man-hour. For the labor-saving orchard management, certain cultural practices are applied such as omitting some cultural practices defoliation, fruit turning, bagging, and weeding and applying other practices such as using proper chemical or mechanical methods.

Fruit skin coloring is chiefly decided by nitrogen fertilization or inner-canopy light conditions. In addition, certain fruits were collected to analyze fruit characteristics and observe pigment content such as anthocyanin and chlorophyll. The analyzed data were supplied to establish the standard for color development decision in 'Fuji' apples, which may be used for orchard managers as well as consumers. This experiment is to contribute for good-quality apple production

through establishing the developing process of fruit skin coloring in apple fruits.

# III. Contents and Scope of the Research

#### 1. Labor-Saving Orchard Management for 'Fuji' Apples

Certain orchards were selected for administrational analyzing from the chief producing districts for 'Fuji'apples such Chungcheongbuk-do, as Chungcheongnam-do, Gyeongsangbuk-do, Gyeongsangnam-do. and investigated orchards were sorted to three groups as leader type, slender spindle bush, and pending system. Each group recommended 5 orchards to supply certain cultural practice for labor saving. The collected cultural techniques for labor saving were examined in an experimental field. The examined cultural practices were as follows.

- a. The man-hour using the pruning practice was counted according to using proper tools.
- b. The man-hour was estimated for the management to the trees with leader type and pending system.
- c. The labor-efficiency was estimated for omitting some artificial practice by the replacement of chemical or mechanical methods.
- d. The cultural or post-harvest management for fruit quality was closely examined to find out more efficient cultural methods.

#### 2. Technique Improvement of Fruit Skin Coloring for 'Fuji' Apples

Some orchards were selected in Chungju, Chungcheongnam-do to examine certaincultural practices as follows.

a. Improving fruit skin coloring by controlling nitrogen content in soil or leaves.
 Soil from the selected orchards were collected and analyzed for the proper

fertilization.

- b. Improving inner-canopy light condition.
  - Inner-canopy light conditions were improved by the shortening pruning to inter-rows, inter-trees, or intra canopy spaces. After the practices, tree physiology and fruit productivity were compared.
- c. Investigation of the inner or outer factors affecting fruit skin coloring.
  Certain orchards were selected according to their fruit quality and their orchard conditions were compared.

# 3. Observing Flesh Tissue and Analyzing Anthocyanin and Chlorophyll Content

Some orchards were selected to represent certain orchard sites such as mountainous, inland, and coast-low lands. Mountainous area was represented by Jangsu, Jeollanam-do, inland area was represented by Chungju, Chungcheongnam-do, and coast-low lands were represented by Dangjin, Chungcheongnam-do. Some fruits were obtained from market to be control plots.

# IV. Results of the Research and Suggestions for the Practical Use

#### 1. Results of the research

### ① Labor-Saving Orchard Management for 'Fuji' Apples

Some cultural practices for labor-saving management were collected from chief producing districts for apple fruits from July 2003 to July 2006. The collected practices were examined in the experimental field in Chungju, Chungcheongnam-do. Such cultural practices needed intense labor as training, defruiting, crop management, quality management, and post-harvest management. In training, man-hours can be saved through changing training systems from leader type to pending system and applying proper tools. Defruiting can be saved by

proper chemical treatment. Inner-canopy light conditions were improved for fruit quality by the practices as defoliation and removing succulent sprouts. Certain cultural practices had undesirable effects for fruits such as fruit turning and fruit stalk removal. The applying proper cultural practice can reduce man-hour from 196 hours per 10a to 92 hours per 10a.

#### ② Technique Improvement of Fruit Skin Coloring for 'Fuji' Apples

The recommended cultural practices for fertilization lead to excessive nitrogen fertilization. So the chemical properties of orchard soil were examined to supply proper fertilization, which resulted optimal tree growth and orchard management. The pruning for improving inner-canopy light condition must be conducted with careful observation because of its undesirable effects.

#### 3 Observing Flesh Tissue and Analyzing Anthocyanin and Chlorophyll Content

Not only physiological but also environmental factors affect tree physiology and fruit productivity. Environmental factors were soil and weather conditions. This investigation indicated that weather conditions had a good deal of effect for fruit productivity.

There was no certain correlation between fruit quality and pigment content. So this investigation observed the outer features of apple fruits to analyze a certain relationship with inner fruit information. For that reason, this experiment establishes a standard method for deciding fruit skin coloring and brix degree.

#### 2. Suggestions for the adaptation of the experimental results

 These results suggest the training course for orchard mangers through national educational institutions for the distribution of labor-saving cultural practices.

- Some results of these experiments had some risk of technical drain such as the theoretical methods for decision of color development and sugar content for 'Fuji' apples. Hence we ask some favor concerning with the technical protection.
- These results suggest some educational course for the practical methods deciding fruit skin coloring and brix content. The educational course makes us to inform with more detailed level to agriculturalists.

# CONTENTS

Chapter I.	Outline of the research subject	14
Chapter Ⅱ.	Present status of international and external technique development	17
Chapter Ⅲ.	Contents and results of technique development	19
Section 1.	Labor-saving orchard management	19
1.	Training system	23
2.	Crop adjustment and fruit skin coloring	26
3.	Post-harvest management	39
Section 2.	Technique improvement of fruit skin coloring	47
1.	Improving fruit skin coloring by controlling nitrogen content	50
2.	Improving inner-canopy light condition	58
3.	Investigation of the inner and outer factors for fruit skin coloring	67
Section 3.	Observing fresh tissue and analyzing anthocyanin and chlorophyll content	76
1.	Fruit characteristics according to orchard sites and analyzing anthocyanin and chlorophyll content	78
2.	Establishing the decisional standard for fruit skin coloring	89
Chapter IV.	Research purpose attainment degree and contribution degree to the related study fields	105
Chapter V.	Application plan of developed research results	107
Chapter VI	Literature cited	108

# 목 차

제 1 장.	연구개발과제의 개요	14
제 2 장.	국내외 기술개발 현황	17
제 3 장.	연구개발수행 내용 및 결과	19
제 1 절.	'Fuji' 사과원 관리노력 절감기술 개발	19
가.	정지전정	23
나.	결실 및 착색관리	26
다.	수확 후 관리	39
제 2 절.	'Fuji' 사과 착색향상 기술개발 및 착색도 판정기준 설정	47
가.	토양 및 엽 내 질소농도 조절에 의한 착색 향상	50
나.	'Fuji' 사과 착과부위 투광도 개선	58
다.	'Fuji' 사과 과피 착색에 영향을 미치는 내·외적 요인 구명	67
제 3 절	'Fuji' 사과 조직 검경 및 anthocyanin, chlorophyll 분석	76
가.	'Fuji' 사과 지역별 과실특성 및 anthocyanin, chlorophyll 분석	78
나.	'Fuji' 사과 착색도 판정기준 설정	89
제 4 장	목표달성 및 관련분야의 기여도	105
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	107
제 6 장	참고문헌	108

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

# 제 1 절 연구개발의 목적

# 1. 기술적 측면

2002년 11월에 발간된 농촌진흥청 농업경영관실의 연구보고에 따르면 2001년 현재우리나라의 사과재배에 투입되는 노동시간은 10a당 196시간이다(농촌진흥청, 2002). 이 10a당 196시간은 1996년의 작목별 노동투하시간에서 경북의 사과 재배시간이 10a당 334시간이었던 것에 비하면 58%에 불과하여 6년에 42%가 감소하였다. 그러나 10a당 196시간은 Italy의 South Tyrol 지역의 65.8시간(Werth, 1994)에 비하면 약 3배나 많은 노동시간이다. 따라서 우리나라가 국제경쟁력 있는 사과재배를 하기 위하여시급히 해결할 일 중의 하나는 현재 196시간의 재배노력을 대폭 절감하는 일이다.

이번에 수행하고자 하는 "'Fuji' 사과의 재배노력절감, 착색향상기술개발 및 착색도 판정기준 설정"사업은 구체적으로 그 기술적 측면은 우선 재배노력을 2001년 현재의 196시간에서 50% 절감한 98시간으로 줄이겠다는 것과 착색향상기술개발과 착색도 판정기준 설정으로 고품질의 사과를 생산하는 기술개발과 착색등급에 따른 가격 결정에 기여하고자 하는 것이다.

재배노력 반감 기술개발에 속하는 구체적인 기술적 내용은 잎 따기 안 하기, 과실 돌리기 안 하기, 봉지 씌우기 안 하기, 제초제 안 뿌리기 등의 생략재배(省略栽培)기술 의 적용과, 전정, 적과, 수확 등의 노력을 크게 절감하는 기술의 개발을 위하여 관리작 업의 약제이용, 기계이용 등이다.

착색향상 기술개발에는 착색에 가장 큰 영향을 미치는 기술인 질소질 비료의 절감효과와 과실에 직접 광의 투과도를 높이는 효과 등이 포함된다. 착색도 판정기준설정시험에서는 우리나라 주요 주산지의 명품사과를 수집하여 조직 검경, anthocyanin, Chlorophyll 함량조사, 착색도별 과실의 분류에 의한 color chart를 작성함으로서 이를 이용한 과실 경매사들의 과실등급 판별에 기준이 되게 하고 사과 생산 농민들로 하여금 착색도 높은 과실생산을 유도할 수 있을 것이 기대된다.

# 2. 경제·산업적 측면

우리나라 사과 재배면적은 1993년에 53천ha 이었던 것이 2001년에는 26천ha로 50% 가까이 줄어들었던 바 이 경제·산업적 측면의 위축현상은 사과 산업이 투입 노동력은 많으면서 생산량은 2001년의 경우 400천ton이어서 ha당 15.38ton에 불과하여 Italy의 South Tyrol에서 2001년에 18천ha에서 900천ton을 생산하여 ha당 50ton을 생산한 것에 비하면 30.76%밖에 생산하지 못하는 저위생산성을 면치 못하고 있음을 보여주고 있다. 따라서 우리나라의 사과산업의 관심사항은 여하히 하여 사과재배노력은 줄이면서 생산량과 품질을 높일 것인가에 모아지고 있다. 이와 같은 우리의 관심사항을 해결하기 위하여 우선적으로 추진할 일 중의 하나가 재배노력 절감을 위한 기술개발, 착색항상을 위한 기술개발, 착색도 판정기준 개발 등이며 이와 같은 분야의 기술이 개발될 때 우리나라의 사과산업은 강한 국제 경쟁력을 확보하게 되고 최대의 사과 수입국이 될 수 있는 일본시장에 수출하는 사과의 대량생산도 가능할 것이다.

# 3. 사회 · 문화적 측면

사과산업에 종사하는 농업인이 1992년부터 2001년까지의 10년 사이에 그 재배면적의 50% 이상을 포기한 이유는 사과 가격의 상대적인 하락 때문이라기보다는 사과의 수량이 국제 수준의 1/3에 머물렀고 사과원이 과번무하여 사과의 품질이 복숭아, 포도, 배등에 비하여 상대적으로 떨어졌기 때문에 사과소비자가 타 과종의 소비자로 옮겨간 측면이 더욱 두드러졌다고 본다. 따라서 소비자를 다시 사과를 애호하도록 하고 더 이상사과 재배면적이 줄지 않게 하려면 수량증대와 착과부위 일광투입개선 등으로 소비대중이 좋아하는 더욱 맛있는 사과생산에 노력해야 한다. 이 시험은 이런 요구에 부응하여 생산노력의 반감, 착색도 높은 사과생산, 착색판정기준 설정으로 새로운 사과생산과소비문화의 요구를 충족시키는 성적을 얻는데 목적을 두고 있다.

# 제 2 절 연구개발의 필요성

2001년 현재 우리나라의 10a당 연간 사과생산노력 196시간을 반으로 줄여 98시간이되게 하는데 필요한 기술이 2003년부터 2005년간의 3개년에 걸친 시험연구에서 밝혀져서 우리나라는 사과 생산비의 가장 큰 몫을 차지하는 노력비를 크게 줄임으로서 국제적으로 경쟁력을 갖춘 사과 생산국으로 발전할 계기를 마련할 수 있을 것이다. 또한사과의 최상품과의 착색등급판정의 기준이 될 color chart를 마련함으로서 이 연구가종료되는 2005년에는 사과 가격을 착색정도에 의하여 판정하는 경매사에게 과학적 판정근거를 제시하고 사과 생산 농업인도 착색의 뚜렷한 model을 갖고 사과 착색 향상에 임할 수 있고 또한 질소비료의 무시용 또는 감량 시용과 착과 부위의 일광 투입 향상기술을 알게 되어 보다 맛있고 경쟁력 있는 사과 생산에 임할 수 있는 도움을 제공할 수 있을 것이다.

# 제 2 장 국내외 기술개발 현황

우리나라 사과의 69%를 점유하는 'Fuji'사과의 생산노력 절감, 착색향상, 착색도 판정기준 설정과 관련된 국내 및 국외의 기술현황을 살펴보면 2001년 현재 우리나라의 사과원 10a당 투입노동시간은 196시간이고 Italy의 동북부에 있는 Bolzano 자치주이며 일명 South Tyrol로 불리는 사과재배지역의 10a당 투입노동 시간은 65.8시간으로 우리나라의 1/3에 불과한 현격한 차이가 있는 것이 외국 기술의 현황이다.

'Fuji' 사과의 90%이상 과실의 착색등급 현황은 절단전정과 솎음전정을 겸한 사과원 에서는 11%이었으나 솎음전정만 실시한 과원에서는 41%이었다(정재훈, 1993). 한편, 2002년 사립형의 나무를 하수형으로 고친지 3년이 된 사과나무에 있어서 3년 전에 열 간에 2m의 공간을 일시에 조성한 사과나무의 80%이상 착색과의 비율은 60%이었고, 열간에 2m의 일광이 들어가는 공간을 만들지 않고 사립형의 나무를 하수형의 나무로 3년간 조성한 나무에 있어서 80%이상 착색과의 비율은 43%였다. 이와 같이 사립형의 사과나무를 하수형으로 바꾸면 80%이상 착색과율이 증가하는 것은 아마도 광이 하늘 에서 과실로 투사될 때 결실지가 하수되면 곶감 꽂이에 수직으로 매달린 곶감이 잘 마 르는 것과 같이 능수버들처럼 늘어진 가지에 맺힌 사과가 일광을 잘 받기 때문인 것으 로 추정된다. 그럼에도 불구하고 우리나라의 사과재배는 아직까지도 10a당 196시간의 많은 작업시간을 소요하고 Italy South Tyrol의 65.8시간의 약 3배의 노동시간을 쓰면 서도 10a당 생산량은 2001년에 Italy South Tyrol의 5ton에 비하여 1/3이 되지 않는 1.54ton에 불과한 문제점을 품고 있다. 더군다나 연구자가 2003년 1월 하순에 장수에서 생산한 최상품 사과로서 10kg들이 1상자에 29개의 사과가 들어있어 굵기로는 개당 335g로서 15kg상자에 45개들이 이었고 어깨부분의 착색은 사진 1에서 보는 바와 같이 다같이 좋았으나 배꼽부분의 착색은 사진 2에서와 같이 차이가 크며 당도에 있어서는 사진 3과 사진 4에서 보는 바와 같이 착색도 1번과가 15.7%이었고 착색도 15번과가 14.5%이었으며 착색도 29번과가 11.2%이었음을 감안할 때 우리나라의 착색도 등급은 사과의 어깨부분으로 판정할 것이 아니라 배꼽부분으로 하여야 하겠다는 것을 알 수 있었고 외부적으로 나타나는 붉은색 뿐만 아니라 과실의 성숙도를 표시하는 바탕색이 감안된 색도 판정기준을 설정함으로서 색깔에 따라서 과실의 가격을 결정하는 경매사 도 일정한 기준을 갖고 판정하게 하고 사과재배 농업인도 착색도가 높은 사과생산에

힘쓰게 하는 계기를 마련하는 'Fuji' 사과의 착색도 판정용 color chart를 만들 필요가 절실한 실정이다.

'Fuji' 사과의 90%이상 과실의 착색등급 현황은 절단전정과 솎음전정을 겸한 사과원에서는 11%였으나 솎음전정만 실시한 과원에서는 41%였다(정재훈, 1993). 한편, 2002년 사립형의 나무를 하수형으로 고친지 3년이된 사과나무에 있어서 3년전에 열간에 2m의 공간을 일시에 조성한 사과나무의 80%이상 착색과의 비율은 60%였고, 열간에 2m의 일광이 들어가는 공간을 만들지 않고 사립형의 나무를 하수형의 나무로 3년간 조성한 나무에 있어서 80%이상 착색과의 비율은 43%였다. 외부적으로 나타나는붉은색뿐만 아니라 과실의 성숙도를 표시하는 바탕색이 감안된 색도 판정기준을 설정하므로서 색깔에 따라서 과실의 가격을 결정하는 경매사도 일정한 기준을 갖고 판정하게 하고 사과재배 농업인도 착색도가 높은 사과생산에 힘쓰게 하는 계기를 마련하는 'Fuji' 사과의 착색도 판정용 color chart를 만들 필요가 절실한 실정이다.

# 제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

# 제 1 절 'Fuji' 사과원의 관리노력 절감기술 개발

○ 연구기관: 한국농업전문학교(주관)

○ 연구 책임자 : 정혜웅

○ 연구기간: 2003년 7월 - 2006년 7월

# 1. 연구의 재료 및 방법

# 가. 시험장소 및 공시재료

국내 사과 주산지인 충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도에 위치한 'Fuji' 성목 및 유목 사과원에 대하여 과원 운영체계를 조사하였다. 조사된 사과원은 운영체계에 따라 "주간형", "세장방추형", 그리고 "하수형"으로 분류된 후 각 운영체계별로 경영능력이 선도적인 과원이 5개소씩 선발되었다. 선발된 선도 과원은 조사기간 동안 과원경영의 우수사례를 제공하였으며 제공된 우수 경영사례는 충청북도 충주시 주덕면에 위치한 'Fuji' 성목 및 유목 사과원에서 적용 비교되었다.

# 나. 처리내용 및 조사항목

# 1) 우수과원 경영사례 분석

선발된 'Fuji' 사과 선도 과원은 과원의 규모와 수령, 그리고 단위면적당 수량과 관련된 기초 자료를 제공하였으며, 노동력의 구성과 같은 상세 자료 또한 제공하였다. 과원경영과 관련된 일련의 작업은 전정, 적과, 시비, 예초, 약제 살포, 수확 및 저장, 선별과출하로 구분되어 각 노동별 노동력 투입량이 산출되었다.

# 2) 우수 경영사례 현장 적용 비교

열거된 상기 과원 관리작업 중, 우수 경영사례로 선발되어 타 사과원에 적용 가능한 과원 관리작업으로는 수형관리, 결실관리, 적엽, 도장지 제거, 착색관리, 그리고 수확 후관리작업이 선발되었다. 선발된 작업의 상세한 설명은 아래와 같다.

# ① 전정 작업 방법별 투입 노동량

전정의 대상이 되는 'Fuji' 사과나무의 가지를 5cm 이하, 6cm~10cm, 그리고 11cm 이상으로 구분한 후 각 가지에 대한 전정을 수작업, 전정가위, 전정톱을 이용하여 수행하였다. 또한 전정가위는 국산과 일산으로 세분하였고 전정톱은 국산과 일산, 그리고 기계톱으로 세분하여 수행하였다. 이후 각 작업은 작업방법별 투입 노동량으로 비교되었다.

#### ② 수형별 투입 노동량 및 수체 생장, 과실 생산성

주간형으로 관리되는 'Fuji' 사과 성목원에 대하여 기존 주간형으로 계속 유지하는 과원, 하수형으로 전환한 후 2년 경과된 과원, 그리고 하수형으로 전환한 후 5년 경과된 과원으로 대별하였다. 과원 체계별로 수체 생장과 과실 생산성이 비교되었다. 수체 생장은 도장지 발생정도와 수확 전 낙엽정도, 그리고 관리노력을 통하여 비교되었으며 과실 생산성은 각 수형별 수량, 평균과중, 과실품질을 측정함으로써 비교되었다.

#### ③ 적과

생산과실의 품질을 제고하기 위한 적과작업은 인력적과와 약제적과, 그리고 적뢰작업으로 구분하여 수행하였다. 인력적화 및 적과는 일반 농가에서 수행하고 있는 방법을 그대로 적용하였으며 적뢰작업은 화뢰가 개화하기 직전의 시기에 화뢰의 전개가 우수한 개체를 선발한 후 이외의 개체를 제거하는 방법을 택하였다.

약제적과방법으로는 sevin과 ethephon을 주 약제로 한 후, 주 약제의 효과를 제고하기 위하여 혼용하거나 mineral oil을 첨가제로 하여 단용 살포 하였다.

Sevin은 추천된 농도를 적용하여 만개일에 1회 살포하거나 10일 후에 추가 살포하였다. 상기 방법은 단용 또는 mineral oil을 혼용한 방법으로 적용되었다. 상기 적용방법과 별도로 sevin 적용시기와 동일한 시기에 ethephon 적용을 추가하였다.

상기 적용 후, 적과 성공률, 적과 직후 과실 크기, 수확 시 과실 크기, 과실의 품질이

조사되었다.

#### ④ 적엽

결실된 과실의 수광율을 제고하기 위하여 실시하는 적엽은 방법과 시기로 대별하여 수행 및 조사하였다.

적엽 방법을 비교하기 위해서 수확 30일 전 아래와 같은 방법으로 일괄 실시하였다. 과실 주변 엽을 제거하는 방법은 과총엽 제거, 과총엽과 과대지 일부 엽 제거, 과총엽, 과대지 일부 엽, 결과지 일부 엽, 주변 가지 엽 제거로 구분하여 수행하였으며, 이와 별도로 기존에 발생한 엽이 과실 발달을 위하여 부족하다고 판단된 경우와 충분한 경우를 추가하여 인위적 적엽작업을 수행하지 않은 상태로 과실을 수확한 후 결과를 비교하였다.

한편, 적엽의 적정 시기를 구명하기 위해서는 수확 30일 전 주변 엽을 제거하는 방법, 수확 20일 전 주변 엽을 제거하는 방법, 그리고 수확 30일 전 과대지를 적엽하는 방법을 실시한 후 수확한 과실의 품질을 비교하였다.

# ⑤ 도장지 제거

'Fuji' 유목 및 성목에 대하여 수관 전체에 발생한 도장지를 0%, 25%, 50%, 100% 제거한 후 수체의 낙엽정도, 도장지 재 발생정도, 관리노력 정도를 조사하였으며 수확된 과실에 대해서는 수량과 품질을 조사하였다.

# ⑥ 과실 돌리기

수확 20일 전, 과피의 균등한 착색을 위하여 과실을 돌려보았으며 이에 대한 과실의 품질향상을 비교하였다.

#### ⑦ 수확 후 관리

수확한 과실에 대하여 과경을 제거한 경우와 과실의 선별방법별 작업 효율을 비교하였다.

수확한 과실의 과경을 제거한 후, 과실의 품질과 저장 60일, 90일 후의 과중을 측정하였다. 또한 수확한 과실에 대한 선별 기구를 선별기, 일반저울, 전자저울로 달리 하여 작업효율을 비교하였다.

#### 다. 측정항목

## 1) 투입 노동력의 측정

투입한 노동력에 대하여는 다, 중, 소로 구분하여 달관평가 하거나 작업시간을 측정함으로써 비교하였다.

# 2) 수체생장

수고와 수폭을 측정함으로써 수치로 비교하였고 이와 병행하여 낙엽 정도, 도장지 발생에 대하여는 달관평가로 비교하였다.

#### 3) 과실 생산성

과실 생산성은 수량과 품질, 그리고 과실 특성을 측정함으로써 비교하였다.

과실 생산성은 수확과실의 개수, 단위면적당 수량을 측정함으로써 비교하였으며 과실 품질은 과중, 종경, 횡경을 포함하였다. 과실 특성은 당도, 경도, 산도를 포함하였다. 그외에 anthocyanin과 chlorophyll 함량이 수치로 비교되었으며 과피 착색율은 달관평과로 비교되었다.

# 2. 연구결과 및 고찰

## 가. 정지전정

#### 1) 전정방법별 투입 노동력 비교

'Fuji' 사과 성목에서 발생한 가지의 세력을 직경을 기준으로 5cm 이하, 6~10cm, 11cm 이상으로 구분하였다. 구분된 가지에 대하여 수작업, 전정가위, 전정톱을 이용하여 가지를 제거하였을 경우 소요된 시간을 비교한 결과는 <표 1-1>과 같다.

<표 1-1> 가지 세력에 따른 전정방법별 가지제거 소요시간

가지 세력 (직경)	전정	소요시간 (초/개)	
[ A] =]	수작업		2.2
5cm 이하	전정	2.4	
6~10	코 코 키 이	국산	33.0
6~10	전정가위	일산	29.8
		국산	35.4
11cm 이상	전정톱	일산	29.1
		기계톱	1.5

직경 5cm 이하의 가지에 대하여는 기구를 사용하지 않은 채로 단지 손으로만 제거하는 방법과 전정가위를 이용하는 방법 두 가지로 구분하여 제거하여 보았으며 개당제거를 위한 소요시간은 특이한 차이를 보이지 않았다. 단지 작업의 효율을 고려하였을때는 수작업에 의한 도장지 제거가 유리할 것으로 보였으며 이와 반대로 발생된 도장지의 보다 말끔한 제거를 위해서는 전정가위를 이용한 제거가 비교적 유리할 것으로 판단되었다.

직경 6cm~10cm의 가지는 수작업에 의한 제거가 용이하지 않았다. 따라서 전정가위

에 의한 제거가 보다 효율적인 것으로 판단되어 전정가위의 종류에 대한 투입 노동시 간만을 비교하였다. 사용된 전정가위를 국산가위와 일산가위로 구분하여 투입 노동시간 을 비교한 결과 일산가위에 의한 가지제거 시간이 국산가위에 의한 시간보다 비교적 적게 소요되었다. 즉, 전정가위에 의하여 제거가 가능한 가지에 대하여는 도구의 품질 이 작업의 효율성을 제고시킬 수 있음이 판단되었다.

직경 11cm 이상의 가지는 수작업은 물론 전정가위에 의해서도 제거가 용이하지 않았다. 따라서 상기 가지에 대해서는 전정톱에 의한 투입 노동력을 측정하였다.

측정결과, 국산 전정톱에 의한 가지제거 소요시간은 35.4초이었음에 비하여 일산 전정톱에 의한 소요시간은 29.1초에 불과하였다. 전정가위의 종류를 달리 하였을 경우 관찰된 결과와 마찬가지로 전정톱 역시 도구의 종류가 작업의 효율성에 영향을 미쳤다. 한편, 기계 전정톱을 이용한 경우에는 제거시간이 불과 1.5초에 불과하여 상당히 짧은 노동시간을 보여주었다. 단, 작업의 효율성을 고려할 때 기계 전정톱의 사용은 보다 신중한 결정이 요구되었다.

<표 1-1>의 결과를 종합하면, 도구의 종류가 작업의 효율성에 영향을 미칠 수 있음이 관찰되었다. 따라서 작업자는 작업의 숙련도뿐만 아니라 적정 도구의 선정 역시 중요하였다.

### 2) 수형별 수체 특성 및 과실 생산성 비교

선정된 'Fuji' 성목원에 대하여 수형특성을 기준으로 구분한 결과, 주간형과 하수형에 대한 점유도가 높았다. 따라서 주간형과 주간형을 하수형으로 전환하였을 경우 발생된 수체생장의 특성과 생산과 과실의 품질을 비교하였다(표 1-2, 1-3).

<표 1-2> 'Fuji' 성목의 수형별 수체 특성

 수형	과실외관	착색도	병과	낙엽정도	도장지	관리노력
주간형	상	상	심	심	소	다
하수형 전환 2년차	상	상	심	중	중	중
하수형 전환 5년차	상	상	소	소	소	소

<sup>※</sup> 달관평가(상, 중, 하; 심, 중, 소; 다, 중, 소)

주간형 수체는 우수한 과실 외관과 양호한 병과율, 낙엽 정도, 도장지 발생을 보였다. 단지 상당한 관리노력을 요구하고 있어 이에 대한 개선책이 요구되었다. 반면 주간형수형을 하수형을 전환한지 5년이 경과되어 수세가 안정된 수체는 주간형 수체와 비교하여 과실 품질과 수체 발달에서 이와 동등하거나 우수한 결과를 보여주었다. 뿐만 아니라 수체관리에 요구되는 관리노력도 상당히 감소되었다. 주간형 수형을 하수형으로 바꾸기 위하여 전정을 시도한지 2년이 경과된 수체는 주간형 수체와 비교하여 거의 동등한 결과를 보여주었다. 단지 낙엽정도와 도장지 발생이 다소 증가되었다.

한편 주간형 수형에 대하여 하수형으로 전환시키는 전정 작업을 시행한 지 5년차에 해당하는 나무는 과실외관, 착색도, 병과 발생율, 낙엽정도, 도장지의 발생 모두에서 우수한 결과를 보여주었을 뿐만 아니라 수형 유지를 위한 관리 노력의 정도도 적었다.

상기 결과를 종합적으로 살펴보면, 주간형의 경우 과실의 품질이나 수체 구성은 양호 하였으나 수형구성을 위한 관리노력의 요구가 높았다. 반면 하수형으로 전환시킬 경우 비록 2년차까지는 도장지 발생에서 바람직하지 못한 결과가 관찰되었으나 수형전환 5년차에 이르러 수세가 안정된 시기에 도달하게 될 경우 과실의 품질과 수체 생장에서 모두 양호한 결과를 나타내었을 뿐만 아니라 투입되는 관리노력 또한 적었다. 따라서 기존 주간형 관리체계에 대하여 하수형으로의 체계변경을 위한 지도방안의 연구가 요구되었다(표 1-2).

<표 1-3>은 수형별 과실 생산성을 비교한 결과이다.

<표 1-3> 'Fuji' 성목의 수형별 과실 생산성

수형	과실 수/주	수량(kg)/주	평균과중(g)
~ 주간형	256 ab	56.7 a	269.0 a
하수형 전환 2년차	235 ъ	53.1 b	276.0 a
하수형 전환 5년차	278 a	62.1 a	269.9 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정

주간형으로 수형을 구성하였을 경우 한 나무에서 269.9 g의 과실이 256개 수확되어 총 56.7 kg의 수량을 나타내었다. 반면 주간형 수형을 하수형으로 전환시킨 후 5년이 경과된 나무는 269.9 g의 과실을 278개 생산하여 총 62.1 kg의 수량을 나타내었다. 주 간형 수형을 하수형으로 전환 시킨 후 2년이 경과된 나무는 276.0 g의 과실을 235개

생산하여 총 53.1 kg의 수량을 생산하였다.

즉, 주간형과 하수형 간에는 과실 생산성 비교에서 거의 동등한 결과를 나타내었다. 단지 하수형으로 전환하는 과정에서 다소의 수량 저하가 예상되었다. 하지만 하수형으로 전환이 완성되었을 시에는 기존의 수형과 차이가 없을 뿐만 아니라 관리노력의 투입이 적으므로 보다 효율적인 수형으로 판단되었다.

#### 나. 결실 및 착색관리

#### 1) 적과작업

적과작업은 과원 관리작업 중 가장 노동력이 많이 소요되는 작업 중 하나이다. 따라서 본 연구는 다양한 적과작업에 대한 비교를 실시함으로써 보다 효율적인 과원관리 작업을 모색코자 하였다.

적과작업은 크게 인력적과와 약제적과로 대별하여 시행하였으며, 약제적과는 다시 sevin과 ethephon의 단용 처리 및 혼용처리, 그리고 mineral oil의 첨가 여부로 구분하여 시행하였다(표 1-4, 1-5).

적과 성공률의 비교에서는 비록 ethephon과 sevin을 함께 처리한 시험구에서 수치적으로 높은 적과 성공률을 보여주었지만 적화작업을 제외하고는 모든 처리에서 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 않았다.

적과작업 직후 과실 크기를 측정한 결과, 인력 적과작업을 수행한 나무와 sevin과 mineral oil을 혼용하여 살포한 나무에서 가장 큰 결과를 나타내었다. 반면 적뢰작업을 시행한 수체는 과실크기의 측정에서도 가장 낮은 결과를 나타내었다.

한편, 적과작업이 수확한 과실의 품질에 미치는 영향을 비교하여 보았으며 그 결과는 다음과 같다.

적뢰작업을 수행한 수체가 평균과중 209.2 g의 과실을 생산하여 가장 낮은 결과를 보여주었으며 적화작업을 수행한 수체와 sevin과 ethephon을 살포처리한 수체가 각각 263.2 g과 256.5 g의 평균과중을 나타내어 가장 큰 결과를 나타내었다. 특히 sevin을 1회 살포 처리한 수체는 비교적 낮은 결과를 나타내었지만 sevin을 2회 살포 처리하거나 mineral oil 또는 ethephon과 혼용 살포 처리한 나무는 높은 결과를 보여주었다. 과실의 종경과 횡경을 비교한 결과에서도 상기와 유사한 경향을 나타내었다.

<표 1-4> 'Fuji' 유목의 적과작업별 과실 발달

w) . d . d . d	적과	적과 직후 과실크기		수확 후 과실		
적과방법	성공율(%)	종경(mm)	횡경(mm)	과중(g)	종경(mm)	횡경(mm)
A	76.9 a	30.72 ab	34.94 bc	228.5 b	66.69 b	81.19 b
В	52.9 b	29.15 с	34.63 с	209.2 b	64.82 b	78.07 c
С	54.9 a	31.55 a	36.04 a	263.2 a	68.97 a	84.78 a
D	71.2 ab	30.10 b	35.89 b	213.3 b	61.41 c	79.71 b
E	71.7 ab	30.23 b	35.61 b	194.5 с	67.36 a	77.20 с
F	84.2 a	31.16 a	36.49 a	241.1 ab	68.16 a	80.93 b
G	66.1 ab	30.41 b	36.79 a	248.4 ab	68.33 a	82.80 b
Н	86.2 a	30.53 ab	35.34 b	243.9 ab	66.78 b	84.25 a
I	82.6 a	30.83 ab	35.77 b	233.3 b	66.58 b	80.99 b
J	93.5 a	30.16 b	35.72 b	256.5 a	69.38 a	83.79 a

- ※ A: 유과기 적과; B: 적뢰; C: 적화;
  - D: Sevin 1회 살포; E: Sevin 2회 살포
  - F: Sevin+Mineral Oil 1회 살포; G: Sevin+Mineral Oil 2회 살포
  - H: Ethephon 1회 살포
  - I: Ethephon 살포 후 Sevin 1회 살포; J: Ethephon 살포 후 Sevin 2회 살포
- ※ 5% 수준에서 유의성 검정

적과 성공률과 수확 후 과실 품질을 고려할 경우, 인력적과 작업을 시행할 경우에는 적뢰작업보다는 적화작업 또는 유과기 적과작업을 시행하는 것이 바람직할 것으로 판 단되며 약제적과의 경우에는 sevin의 단용 처리보다는 mineral oil 또는 ethephon과의 혼용처리가 보다 유용한 결과를 가져올 것으로 기대되었다.

한편, 인력적과와 약제적과와의 비교에서는, 비록 적과 성공률과 적과 직후 과실크기의 비교에서는 거의 유사한 결과를 나타내었지만 수확 후 과실 크기를 비교한 결과에서는 인력적과보다는 약제적과가 보다 유리할 것으로 판단되었다.

즉, 수확 후 과실크기의 비교에서는 인력적과 작업 중 적화작업만이 양호한 결과를 나타낸 반면 약제적과 작업에서는 mineral oil과 혼용할 경우 회수에 상관없이 높은 결 과를 나타내었으며 sevin 살포 후 ethephon을 살포 처리할 경우에는 ethephon을 1회 살포 처리하는 것보다 2회 살포 처리하는 것이 보다 효율적이었다.

Sevin을 단용으로 살포 처리할 경우, 만개기에 살포 처리할 것이 권장되고 있다. 그러나 상기 작업은 과원 경영에서 수분충 활동시기와 중복되어 자연 수분율을 저하시킬 우려가 있다. 따라서 약제적과를 시행할 때는 수분충의 활동시기와의 면밀한 검토가 필요하다. 반면 sevin과 mineral oil을 혼용하여 살포 처리하는 시기는 수분충의 활동시기와 중복되지 않아 수분율 저하의 우려가 없었다(표 1-4).

적과방법별로 수확한 과실에 대하여 특성조사를 실시하였으며 그 결과는 <표 1-5>에서 보이는 바와 같다.

<표 1-5> 'Fuji' 유목의 적과작업별 과실 특성

적과방법	당도(°Bx)	산도(%)	경도 (kg/5mmØ)	Anthocyanin $(\mu g \cdot cm^{-2})$
A	13.4 ab	0.06 a	0.73 a	8.45 c
В	14.4 a	0.06 a	0.70 a	9.96 с
С	14.2 a	0.06 a	0.72 a	9.63 с
D	13.5 ab	0.06 a	0.69 a	8.86 c
Е	13.2 ab	0.05 a	0.73 a	10.09 b
F	14.0 a	0.06 a	0.66 b	13.59 a
G	13.4 ab	0.05 a	0.63 b	10.61 b
Н	13.8 ab	0.06 a	0.72 a	11.77 a
I	12.4 b	0.05 a	0.69 a	10.49 b
J	13.6 ab	0.07 a	0.73 a	12.45 a

※ A: 유과기 적과; B: 적뢰; C: 적화;

D: Sevin 1회 살포; E: Sevin 2회 살포

F: Sevin+Mineral Oil 1회 살포; G: Sevin+Mineral Oil 2회 살포

H: Ethephon 1회 살포

I: Ethephon 살포 후 Sevin 1회 살포; J: Ethephon 살포 후 Sevin 2회 살포

※ 5% 수준에서 유의성 검정

수확과실에 대한 산도 비교에서는 수치적인 차이만 보였을 뿐 통계적으로 유의성이 인정되는 차이는 관찰되지 않았다.

반면 수확과실에 대한 과즙의 당 함량을 비교한 결과 약제적과를 수행한 나무보다는 인력적과를 수행한 나무에서 생산된 과실이 보다 높은 당 함량을 보여주었다. 특히, 적 뢰작업을 수행한 나무와 적화작업을 수행한 나무는 각각 14.4 그리고 14.2°Bx의 당 함량을 보여주어 가장 높은 결과를 보여주었다. 반면 sevin 1회 살포 후 ethephon을 1회살포 처리한 나무에서 생산된 과실은 12.4°Bx의 당 함량을 보여주어 모든 처리 중 가장 낮은 결과를 나타내었다. 약제적과 작업을 수행한 나무 중 sevin과 mineral oil을 혼용 처리한 나무는 14.0°Bx의 당을 함유한 과실을 생산함으로써 인력적과를 시행한 나무와 비교하여 동등한 결과를 보여주었다.

과육의 경도를 비교한 결과에서는, sevin과 mineral oil을 혼용하여 1회 또는 2회 살 포한 나무를 제외하고는 거의 동일한 결과를 나타내었다.

과피의 anthocyanin 함량을 비교한 결과에서는, 인력적과를 시해한 나무는 모두 약제 적과를 시행한 나무보다 낮은 결과를 보여주었다. 약제적과를 시행한 나무에서는 sevin 과 mineral oil을 혼용하여 1회 살포 처리한 나무와 ethephon을 1회 살포 처리한 나무, 그리고 sevin 살포 후 ethephon을 2회 살포 처리한 나무가 가장 높은 결과를 나타내었다.

《표 1-4》와 《표 1-5》의 결과를 종합적으로 고찰하여보면, 인력적과보다는 약제에 의한 적과작업을 수행한 나무가 보다 우수한 결과를 나타내었다. 즉 인력적과는 작업의 효율성에서도 낮은 결과를 나타낼 뿐만 아니라 수확한 과실의 품질과 특성에서도 바람 직한 결과를 보여주지 못하였다. 반면 약제적과를 수행한 나무는 비록 약제의 종류와처리 방법별로 상당한 차이를 보이고 있지만 적절한 방법을 선정한다면 바람직한 결과를 충분히 얻을 수 있을 것으로 판단되었다. 현재 국내 과수농가들은 약제적과방법들중 만개기 sevin의 사용을 선호하는 편이다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 만개기 sevin의 적용은 수분율의 저하를 가져올 수 있다. 하지만 이 시기를 피할 경우 sevin 살포에 대한 충분한 효과를 기대할 수 없다. Sevin과 mineral oil을 혼용하여 살포 처리할 경우 상기 우려를 상당히 상쇄시킬 것으로 기대된다. 따라서 상기 작업에 대한 보다상세한 연구가 진행되어야 할 것이며, 충분한 연구가 진행될 시 과원관리의 효율성이상당히 증대될 것으로 기대된다.

#### 2) 적엽

수관 내 광환경의 개선은 수체 상에 결실되어있는 과실의 착색을 향상시킨다. 하지만수관 내 광환경이 개선되었다 할지라도 고르게 분포되지 않았을 경우 과실의 착색에는 커다란 개선효과를 가져올 수 없다. 따라서 과원 경영자들은 수확기에 이르러 과실 주변 엽을 제거하는 방법을 선택하게 되었다. 그러나 이 방법은 과실에 대한 수광율을 증가시키는 반면에 동화물질 공급원을 제거시키는 방법이기도 하다. <그림 1-1>, <그림 1-2>, <표 1-6>은 수확기 30일 전에 적엽 정도를 달리한 후 수확한 과실의 품질을 비교한 결과이다.

<표 1-6> 'Fuji' 성목의 적엽 방법별 과실 품질

적엽방법	평균과중(g)	종경(mm)	횡경(mm)
L-1	260.8 b	74.8 b	82.4 c
L-2	272.2 ab	76.3 ab	84.5 b
L-3	259.6 b	72.0 b	84.3 b
L-4	283.8 a	77.5 a	85.7 a
L-5	266.8 b	75.4 b	84.3 b
L-6	278.7 ab	77.3 a	84.7 b

※ L-1: 엽수 부족; L-2: 과총엽 제거; L-3: 과총엽 및 과대지 일부 제거;

L-4: 과총엽, 과대지 일부, 결과지 일부 제거;

L-5: 과총엽, 과대지 일부, 결과지 일부, 주변 가지 엽 제거;

L-6: 완전 방임

※ 5% 수준에서 유의성 검정.

엽수가 부족하여 적엽을 실시하지 못한 나무(L-1)의 과실은 모든 처리 중 가장 가벼운 과중을 보여주었으며 종경과 횡경의 비교에서도 가장 낮은 결과를 나타내었다. 즉, 과실은 동화물질의 공급원이 부족할 경우 과실 발육이 부진해짐을 알 수 있었다. 반면수확 30일 전에 과총엽과 과대지 일부, 결과지 일부 엽을 제거한 나무(L-4)에서 생산된 과실은 모든 처리에서 가장 무거운 평균과중과 가장 큰 종경과 횡경을 보여주었다.



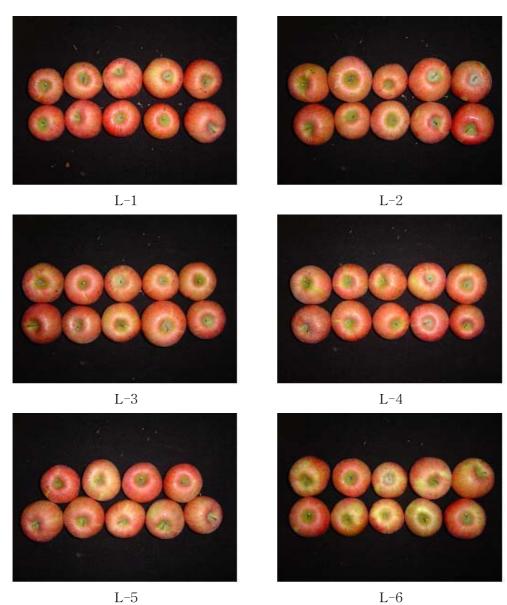
<그림 1-1> 'Fuji' 성목의 적엽 방법별 결실 상태

\* L-1: 엽수 부족; L-2: 과총엽 제거; L-3: 과총엽 및 과대지 일부 제거;

L-4: 과총엽, 과대지 일부, 결과지 일부 제거;

L-5: 과총엽, 과대지 일부, 결과지 일부, 주변 가지 엽 제거;

L-6: 완전 방임



\* L-1: 엽수 부족; L-2: 과총엽 제거; L-3: 과총엽 및 과대지 일부 제거;

L-4: 과총엽, 과대지 일부, 결과지 일부 제거;

L-5: 과총엽, 과대지 일부, 결과지 일부, 주변 가지 엽 제거;

L-6: 완전 방임

한편 과실에 대한 엽수가 충분히 확보되어있는 나무에 대하여 일체의 적엽을 시행하지 않은 나무(L-6)는 평균과중과 종경에서 여타 과실보다 우수한 성적을 나타내지 못하였을 뿐만 아니라 횡경의 비교에서는 오히려 낮은 결과를 나타내었다. 즉, 적정 수준이상의 엽은 수관 내 과실에 대하여 수광율 저하의 원인을 제공하기도 하지만 공급된 동화물질의 또 다른 소비원으로 작용하는 것으로 추정되었다.

상기 결과를 종합적으로 고찰하여보면 과실 발달에 대하여 적은 엽수는 동화물질의 원활한 공급을 위하여 바람직한 것이 아니지만 너무 많은 엽의 확보 역시 바람직하지 못한 결과를 초래할 것으로 판단되었다. 그 외에는 처리간의 비교에서 다양한 결과가 나왔으며 통계적으로도 그 유의차가 인정되었지만 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 상기 원인으로는 적엽 시기의 선택이 또 다른 요인으로 작용한 것으로 보인다.

<표 1-6>의 결과를 기초로 하여 적엽 시기가 과실의 품질과 특성에 미치는 영향을 비교하여 보았으며 그 결과는 <표 1-7>과 <표 1-8>과 같다.

<표 1-7>은 적엽의 시기별로 과실의 품질을 조사한 후 비교한 결과이다.

<표 1-7> 'Fuji'성목의 적엽 방법별 과실 품질

적엽방법	과중(g)	종경(mm)	횡경(mm)
무처리	209.6 a	62.1 a	78.4 a
수확 30일 전 적엽	193.2 a	61.3 a	77.3 a
수확 20일 전 적엽	182.2 a	58.3 ab	75.2 ab
수확 30일전 과대지 적엽	169.3 b	57.0 b	74.2b

※ 5% 수준에서 유의성 검정

적엽하는 방법은 <표 1-6>에서 이미 관찰된바와 같이 과총엽 일부, 과대지 일부, 그리고 결과지 일부 엽을 제거하되 수확 30일 전과 20일 전에 시행하였다. 추가로 수확 30일 전에 과대지만을 적엽한 후 그 결과를 적엽을 시행하지 않은 나무와 비교하였다.

수확된 과실에 대한 평균과중, 종경, 횡경을 비교한 결과 수확 30일 전에 과대지에 한해 적엽을 실시한 나무를 제외하고는 모든 처리에서 통계적인 유의성이 관찰되지 않았다. 단지 수확 30일 전에 과대지만을 적엽한 나무는 과중, 종경, 횡경 모두의 비교에서 여타 처리에 비하여 낮은 결과를 보여주었다.

수체 내 엽은 과실로 공급되는 동화 산물의 공급원이기도 하면서 동화산물에 대한 또 다른 소비원이기도 하다. 따라서 과실의 수광율을 개선시키기 위하여 주변 엽을 제거할 경우 동화물질의 공급원을 제거하는 우를 범할 수 있다. 특히 수확 30일 전 과대지 엽을 제거하였을 경우 과실의 발달에 심각한 피해가 발생할 수 있음이 관찰되었다. 또한 적절한 수관을 구성하였을 경우 적엽작업은 과실발달과 착색을 위하여 커다란 개선효과를 가져오지 않는 것으로 나타났다(표 1-7).

'Fuji' 성목에 대한 적엽작업별로 과실에 대한 차이를 보다 상세하게 비교하기 위하여 과실에 대한 특성과 과피 내 anthocyanin 함량, 그리고 수관 내 수광율을 비교한 결과는 <표 1-8>과 같다.

<표 1-8> 'Fuji'성목의 적엽 방법별 과실 특성

적엽방법	당도	경도	산도	Anthocyanin	수광율
7 H 8 H	(°Bx)	(kg/5mm∅)	(%)	$(\mu \mathrm{g} \cdot \mathrm{cm}^{-2})$	(%)
무처리	14.7 a	0.73 a	0.33 a	0.235 a	17.8 b
수확 30일 전 적엽	14.7 a	0.75 a	0.29 b	0.224 a	32.1 a
수확 20일 전 적엽	14.5 a	0.76 a	0.28 b	0.241 a	28.0 a
수확 30일전 과대지 적엽	14.5 a	0.73 a	0.27 b	0.278 a	21.3 b

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정.

적엽 시기 및 방법을 달리하였을 경우, 과실의 품질에는 다소의 차이를 나타내었으나 과육 내 당 및 산 함량, 과육의 경도, 그리고 과피 내 anthocyanin 함량의 비교에서는 유의성이 인정되는 차이는 발견되지 않았으며 수관 내 수광율의 비교에서도 그 차이는 인정되지 않았다.

<표 1-7>과 <표 1-8>의 결과를 종합하여 고찰하면, 수확 30일 전에 과대지를 적엽할 경우 수관 내 광환경은 개선될지 모르겠지만 과실발달을 위한 동화물질의 공급에 부족이 발생하여 오히려 바람직하지 못한 결과를 나타내었다. 수확 30일 전과 수확 20일 전에 적엽작업을 시행한 경우, 적엽처리를 실시하지 않는 나무와 커다란 차이를 보여지 않았다. 즉, 적절한 전정방법을 선택하여 수관 형성을 이미 인위적으로 조절해놓았을 경우 추가적인 적엽의 적용은 과피 착색에 대한 뚜렷한 개선 효과를 보여주지 못

하였을 뿐만 아니라 오히려 동화물질의 공급원이 제거되어 바람직하기 못한 결과를 나타내기도 하였다(표 1-7, 1-8).

#### 3) 도장지 제거

수관 내 직립한 도장지는 수형 구성에서 필요한 역할을 수행하지 못 할 뿐만 아니라 수관 내 광환경 저하의 원인이 되기도 한다. 하지만 수관 내 도장지를 어느 정도 제거하는 것이 적정수준인지는 아직 정립되지 않았다. 다만 농가별로 경험에 의존하여 제거하고 있는 실정이다. 따라서 본 시험에서는 'Fuji' 성목과 유목에 대하여 도장지를 제거한 후 그 차이를 관찰하였다(표 1-9, 1-10, 1-11).

<표 1-9>는 수관 내 도장지 제거율에 따라 수체 생장과 투입되는 노동력을 비교한 결과이다.

<표 1-9> 'Fuji'성목의 도장지 제거율에 따른 수체 특성

도장지 제거율(%)	과실외관	착색도	병과	낙엽정도	도장지	관리노력
0	상	상	심	중	소	다
25	상	상	중	소	중	중
50	상	상	심	심	소	중
100	상	상	소	소	소	소

<sup>※</sup> 달관평가(상, 중, 하; 심, 중, 소; 다, 중, 소)

수관 내 도장지 제거는 결실된 과실의 외관과 착색에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 도장지 제거율별로 병과 발생 정도와 낙엽 발생 정도를 조사한 결과에서는 처리별로 다른 결과가 나타났지만 일정한 경향은 보이지 않았다.

처리별로 수관 내에서 재 발생한 도장지의 정도를 달관 평가한 결과에서, 도장지를 0%, 50%, 100% 제거한 수체는 도장지 재 발생정도가 상당히 낮았지만 25% 제거한 수체는 비교적 높은 도장지 재 발생정도를 보여주었다. 따라서 도장지 제거는 사전에 충분한 지식 없이 경험에 의존하여 시행할 경우 수체 생리를 자극하여 더 많은 도장지

발생을 촉진시킬 수도 있음을 인식하여야겠다.

수관 내 도장지 제거를 달리한 후 투입되는 관리노력을 비교한 결과 도장지 제거율이 많을수록 투입되는 노동력은 적었다. 하지만 상기 조사에서 도장지를 제거하기 위한 노동력 투입은 감안되지 않았다. 따라서 전반적인 수체생장과 투입 노동력을 감안한다면 보다 적절한 도장지 제거정도를 산출할 수 있을 것으로 기대되었다.

<표 1-10>은 'Fuji' 유목과 성목에 대하여 수관 내 도장지 제거정도를 0%, 25%, 50%, 그리고 100%로 달리한 후 생산된 과실의 수량에 대하여 조사한 결과이다.

<표 1-10> 'Fuji'유목 및 성목의 도장지 제거율에 따른 과실 품질

도장지 제거율(%)	과실 수/주	과실 수량(kg)/주	평균 과중(g)
<u>유목</u>			
0	264 a	57.7 a	219.0 a
25	229 b	51.3 b	223.7 a
50	228 b	52.0 b	228.2 a
100	281 a	61.9 a	219.9 a
<u>성목</u>			
0	441.5 b	93.2 с	229.0 с
25	445.7 b	173.0 b	375.5 a
50	565.3 a	199.0 a	360.7 ab
100	478.8 b	143.9 b	340.6 b

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정.

'Fuji' 사과 유목은 도장지 제거율을 달리 하였을 경우 과실의 생산성에서 일정한 경향을 나타내었다. 즉, 도장지를 일체 제거하지 않거나 또는 완전히 제거하였을 경우에비하여 도장지를 25% 또는 50% 제거할 경우 주당 과실 수와 수량이 저하되었다. 하지만 도장지의 제거가 과실의 평균 과중에는 영향을 미치지 못하였다. 'Fuji' 유목에서 도장지를 완전히 제거하거나 방임한 나무에 비하여 도장지를 일부만 제거할 경우 수량이저하된 것은 도장지를 완전히 제거한 나무와 방임한 나무는 도장지의 재 발생이 억제된 반면 일부만 제거한 나무는 수체 내에서 도장지 재 발생이 촉진되어 수체 내 양분

의 공급이 과실발달로 원활하게 이루어지지 않았던 결과로 판단할 수 있었다.

'Fuji' 성목에 대하여 도장지 제거율별로 과실 생산성을 비교한 결과, 도장지를 제거하지 않고 방임하게 되면 수체의 과실 생산성이 심하게 저하되는 것으로 나타났다. 또한 과실의 평균 과중 역시 저하되었다. 하지만 도장지를 완전히 제거하는 경우 역시 수체의 과실 생산성을 다소 저하시켰다. 수관 내 50% 정도의 도장지만을 제거한 나무는수체의 과실 생산성과 과실의 평균과중에서 모두 양호한 결과를 나타내었다.

따라서 'Fuji' 유목의 경우 도장지 제거는 바람직한 결과를 가져오지 않지만 성목에 이른 경우에는 수세를 판단하여 절반 정도의 도장지를 제거하는 것이 보다 바람직할 것으로 판단되었다(표 1-10).

<표 1-11>은 'Fuji' 성목에 대하여 수관 내 도장지 제거 정도별로 수확 과실의 과피 착색율을 조사하여 각 등급별로 전체 수확과실에 대한 점유도를 조사한 결과이다.

<표 1-11> 'Fuji'성목의 도장지 제거 정도에 따른 과피 착색율

도장지 제거율(%)		과피 착색율	
도장시 세기표(%)	91% 이상	31~90%	30% 이하
0	69.5 b	275.5 a	96.4 b
	(15.7%)	(62.3%)	(22.0%)
25	99.7 a	220.0 ъ	126.0 b
	(19.5%)	(44.3%)	(36.2%)
50	109.3 a	296.0 a	160.0 a
	(19.4%)	(64.1%)	(16.6%)
100	89.0 a	223.5 b	166.3 a
	(14.1%)	(46.6%)	(39.3%)

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정.

과피의 91% 이상이 착색된 과실의 점유도가 가장 높았던 수체는 수관 내 발생된 전체 도장지에 대하여 25% 또는 50% 정도의 도장지를 제거한 것이었다. 반면 과피의 30% 이하의 면적이 착색된 과실의 점유도가 가장 높았던 수체는 수관 내 전체 도장지

<sup>※</sup> 괄호 안의 수치는 전체 과실에 대한 백분율

에 대하여 0% 또는 25%의 도장지를 제거한 수체였다.

수관 내부에 발생된 도장지가 과실 발달에 바람직하지 못한 결과를 발생시키는 것은 사실이다. 하지만 모든 도장지가 수체 내 양분의 소비원으로서 작용하는 것은 아니다. 즉, 도장지 자체도 동화물질의 생산원으로서 작용할 수 있을 뿐만 아니라 가지에 발생된 도장지에 의하여 가지 내 양분의 이동속도가 조절될 수도 있다. 따라서 적절한 과실의 발달을 위해서는 수관 내 도장지는 반드시 제거되어야 하되, 그 제거 정도는 전체나무의 수세를 판단하여 시행해야 할 것으로 사료되었다.

### 4) 과실 돌리기

수확기가 임박하면 과원 경영자는 수체 내 결실된 과실의 고른 착색을 위하여 과실 돌리기를 시행한다. 하지만 상기 작업이 과피 착색에 긍정적이 효과를 미치는지는 아직 입증된 바 없으며 전반적인 과실 발달에 바람직한 결과를 초래하는지에 대하여도 고찰 하여볼 필요가 있다(표 1-12).

<표 1-12> 'Fuji' 성목의 과실 돌리기 작업별 과실 품질

처리	과중(g)	종경(mm)	횡경(mm)	당도(°Bx)	경도 (kg/5mm∅)	산도 (%)
과실 돌리기	182.3	59.0	76.3	14.9	0.73	0.29
무처리	230.0	63.5	80.5	14.6	0.72	0.36
t-Test	**	*	NS	NS	NS	*

과실 돌리기를 시행한 과실과 방임한 과실의 크기를 비교한 결과, 과실 돌리기를 시행한 과실은 과중, 종경, 횡경 모두에서 방임한 과실에 비하여 적은 결과를 나타내었다. 반면 당도, 경도, 산도에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 오히려 과실 돌리기를 시행할 경우 산도는 낮아지기까지 하였다.

과실 돌리기를 시행할 경우 과경부에서 꼬임 현상이 발생하게 된다. 이 과경부의 꼬임 현상은 수체로부터 과실로의 양분이동을 방해할 것으로 판단된다. 그 결과 과실의비대가 저하되어 과실의 크기가 작아진 것으로 생각되었다. 또한 산도가 낮았던 것은

공급받는 양분의 부족으로 인하여 자체적으로 대사활동에 필요한 에너지원의 공급을 과실 자체 내에서 해결하기 위하여 산을 당으로 분해하는 과정에서 발생된 결과로 판단되었다. 따라서 과실 돌리기는 비록 과피의 고른 착색을 위하여 필요한 작업이라 할지라도 과실 발달을 위해서는 결코 바람직하지 못한 작업으로 사료되었다(표 1-12).

# 다. 수확 후 관리

#### 1) 수확 과실의 과경 제거

수확한 과실을 저장하기 위해서 과원 관리자들은 수확 과실에 대하여 과경부 제거 작업을 선행한다. 상기 작업은 밀폐된 공간에서 과실이 이웃한 과실의 과경부에 의하여 상처가 발생되는 것을 방지할 수 있다고 인정되어 왔다. 하지만 이에 대한 실증적 자료 는 거의 없는 상태이고 최근이 이르러서는 오히려 수확 과실에 대하여 저장력 증진을 목표로 할 경우 과경부를 제거하지 말 것이 권장되고 있다. 따라서 본 연구는 수확한 과실에 대하여 과경부를 제거한 과실과 제거하지 않은 과실 두 가지로 구분하여 수확 한 과실, 저장 60일과 90일 후의 과실에 대하여 품질을 비교하여 보았으며 그 결과는 <표 1-13>과 <표 1-14>와 같다.

<표 1-13> 수확 후 과경제거에 따른 과실 품질

구분	소요시간 (초/개)	상처 발생 과실 (%)	60일 후 과중 감소 (g/개)
무처리	-	0.78	12.9 (6.1%)
과경 제거 과실	2.3	_	13.7 (6.5%)
t-Test	**	NS	*

<표 1-13>은 수확한 과실에 대한 과경 제거 소요시간과 이에 따른 상처 발생 과실의 비율을 비교한 결과이다.

한 개의 과실에 대하여 과경을 제거하는데 소요되는 시간은 2.3초였다. 반면 과경을 제거하지 않은 과실을 저장할 때, 인접한 과실의 과경으로 인하여 발생된 상처과의 비

율은 0.78%에 불과하여 무시해도 무방한 수준이었다. 즉, 수확과실에 대하여 과경을 제거하기 위하여 추가적인 노동력을 투입할 필요가 없을 것으로 판단되었다.

상기 과실에 대하여 60일간 저장한 후 과중 감소율을 비교한 결과 과경을 제거하지 않은 과실은 12.9%의 과중 감소가 발생한 반면 과경을 제거한 과실은 13.7%의 과중 감소가 발생하였다. 상기 경향은 저장기간이 연장될수록 더욱 심해질 것으로 판단되었다. 따라서 <표 1-14>는 수확 후 과경 제거 과실과 무처리 과실에 대하여 90일간 저장한 후 과실의 품질을 비교한 결과이다.

<표 1-14> 수확 후 과경제거에 따른 90일 저장 후 품질변화

구분	평균과중(g)	종경(mm)	횡경(mm)
무처리	292.2	76.8	84.7
과경 제거 과실	278.9	72.4	84.3
t-Test	**	*	NS

과경을 제거하지 않은 과실은 평균 292.2 g의 과중을 보인데 비하여 과경을 제거한 과실은 평균 278.9 g의 과중을 보여주어 그 차이가 심함을 할 수 있었다. 또한 각 과실에 대하여 종경을 측정하여 비교한 결과 과경을 제거하지 않은 과실의 종경이 컸음이나타났다. 각 과실에 대한 횡경의 비교에서는 수치적인 차이도 크지 않았고 통계적인유의성도 인정되지 않았다.

저장 60일 후 과경 제거 유무에 따른 과실의 평균 과중에서의 차이가 0.8 g(0.4%)인 것에 비하여 저장 90일 후 과경 제거 유무에 따른 과실의 평균 과중에서의 차이는 13.3 g까지 증가하였다. 따라서 저장기간이 증가함에 따라 과경을 제거한 과실에서의 과중 감소율은 증가하는 것으로 보였다.

수확 후 과경제거 작업은 자동화가 어려운 작업이므로 전적으로 인력에 의존하고 있는 실정이다. 하지만 상기 조사 결과 투입되는 노동력에 비하여 그 효과는 미미하거나 또는 오히려 과실의 상품성을 저하시키는 결과를 보였다. 따라서 상기 작업의 성격에 대한 이론적 또는 실제적인 재정립이 필요하였다(표 1-14).

# 2) 수확 후 과실 선별 방법

2002년 농촌진흥청에서 발표한 작업 단계별 노동투하시간을 조사 후 발표한 자료를 보면 단 작업단계 중 가장 많은 비율을 점유하고 있는 작업은 수확 및 저장과 선별 및 출하로써 수확 후 관리방법에 관련된 작업의 비율이 상당히 높음을 알 수 있다. 본 연 구는 수확 후 관리작업 중 선별작업과 관련하여 개선의 여지를 파악코자 선별방법을 달리한 후 투입 노동시간을 비교하여 보았으며 그 결과는 <표 1-15>와 같다.

<표 1-15> 수확과실 선별방법별 소요시간

선별방법	총 소요시간	1인당 소요시간	1상자당 소요시간
선별기	8분 28초	8분 28초	1분 25초
일반저울	34분 32초	34분 32초	5분 45초
전자저울	40분 18초	40분 18초	6분 43초

- 사과 6 콘테이너/18.3kg 선별 포장작업
- 선별에서 포장완료까지 측정
- \* 선별기: 전자식 16등급(220v/0.4kw), 한성엔지니어링(아산)

일반저울: 2kg용, 삼성계기(부천)

전자저울: 2kg용, 카스

수확한 과실에 대하여 일반 무게 선별기, 일반 저울, 그리고 전자저울을 이용하여 선 별작업을 시행한 후 노동력 투입 시간을 비교한 결과 일반 무게 선별기를 이용한 방법 이 총 8분 28초가 소요되어 가장 짧은 결과를 보여주었으며 일반저울과 전자저울은 각 각 34분 32초와 40분 18초가 소요되어 상당히 많은 노동력이 요구되고 있음을 알 수 있었다. 상기 측정시간에 대하여 15 kg단위의 한 상자로 환산한 결과 역시 상기와 같 은 결과를 보여주고 있다.

수확한 과실을 선별하는 방법으로는 일반 중량식 선별기를 이용하는 방법이 저울의 종류와 관계없이 저울을 이용하는 방법에 비하여 월등히 빠른 결과를 보여주었다. 따라 서 외형상으로는 일반 선별기를 이용하는 것이 바람직한 작업방법으로 판단되었다.

<표 1-15>의 결과를 측정할 경우, 측정을 위한 준비시간은 본 조사에서 고려되지

않았다. 즉, 중량식 선별기를 이용하여 과실을 선별할 경우 기계의 운영시간은 상자 당 1분 25초에 불과하지만 상기 선별기를 운영하기 위하여 설치하고 유지 보수하는 시간 이 상당하였으나 국내 일반적인 조사에서는 그러한 과정이 생략되었다.

따라서 앞서 언급한 사항을 모두 고려하여 총괄적인 작업 시간을 산출하게 된다면 중량식 선별기를 이용하는 방법에 대한 보다 상세한 작업효율을 산출할 수 있을 것으 로 판단되었다.

# 3. 종합고찰

국내 'Fuji' 사과 주산지인 충청북도, 충청남도, 경상남도, 경상남도에 위치한 상업 과수원 중 과원 운영이 선도적인 5개 농가를 선발하여 10a 당 과원 운영을 위한 투입 노동력과 투입되는 노동력의 구조를 살펴보았다(표 1-16).

<표 1-16> 사과재배 생력화 우수사례농가 10a당 총 노동시간 비교

	규	수 .	수량	7	사가노	력		고용노	력	i	합-	계
농 가 명	모 (ha)	령 (년)	(kg/10a)	남	여	계	남	여	계	남	여	계
충북 허만영	1.6	29	3,795	61.5	34.9	96.4	0	32.5	32.5	61.5	67.5	129.0
충남 한성현	2.3	17	2,795	57.0	25.7	82.7	0	82.3	82.3	57.0	108.0	165.0
경남 한호균	3.3	13	3,000	87.6	58.4	146.0	0	0	0	87.6	58.4	146.0
경북 이영호	1.2	7	2,850	63.9	44.3	108.2	16.0	103.9	119.9	79.9	148.4	228.3
충남 신인섭	1.0	10	2,700	27.1	56.0	83.1	0	26.6	26.6	27.1	82.6	109.7
대 비			2,300	72.8	57.1	129.9	11.2	54.9	66.1	84.0	112.0	196.0
(전국평균)			2,300	14.0	31.1	149.9	11.2	04.3	00.1	04.0	112.0	150.0

※ 대비: 2002, 작목별 작업단계별 노동투하시간, 농촌진흥청

※ 허만영: 충주시 소태면 오량리

한성현: 당진군 석문면 통정리 한호균: 거창군 주상면 남산리 이영호: 영주시 부석면 소곡리

신인섭: 예산군 신양면 대덕리

2002년 농촌진흥청에서 조사 발표한 10a당 투입되는 노동력은 평균 196.0 시간이었다. 상기 조사에서는 'Fuji' 사과원에서 10a당 투입되는 노동력은 최소 109.7시간부터최대 228.3시간에 이르기까지 다양하였다. 뿐만 아니라 상기 노동력의 남녀 구성 그리고 자가 노력과 고용 노력의 구성비 역시 다양하였다.

반면 단위면적당 많은 노동시간이 단위면적당 높은 수량을 나타내지는 못하였다. 즉, 충북 허만영씨의 경우 단위면적당 129.0 시간의 노동력을 투입하여 3,795 kg의 수량을 올린반면 경북 이영호씨는 단위면적당 228.0 시간의 노동력을 투입하여 2,850 kg에 불과한 수량을 보여주었다. 즉, 과원경영의 효율성에 대한 표준 방안이 설립되지 않았으므로 과원 경영의 방안은 과원 관리자의 개인적 성향에 상당히 의존함을 알 수 있다.

<표 1-17> 사과재배 생력화 우수사례농가 주요작업 10a당 총 노동시간 비교

농가명	전정	적과	시비	예초	약제 살포	수확, 저장	선별, 출하	계
충북 허만영	26.8	63.1	3.4	3.8	1.9	29.2	14.6	142.8
충남 한성현	32.0	24.0	1.6	1.6	3.6	16.0	16.0	94.8
경남 한호균	8.8	24.1	12.0	2.9	2.4	23.2	57.8	131.2
경북 이영호	16.6	42.0	21.4	12.0	5.0	57.3	17.4	171.7
충남 신인섭	21.6	32.0	4.0	2.4	3.9	20.0	20.0	103.9
충남 박영복	15.3	55.3	0.3	1.3	4.0	14.1	13.3	103.6
충남 문흥국	20.0	38.0	1.0	0.3	1.3	52.0	10.0	122.6
충북 류종현	23.2	17.6	2.4	4.0	4.0	32.8	17.6	101.6
충남 신인섭	28.0	30.0	3.0	9.0	5.0	40.0	15.0	130.0
충북 허만영	16.8	30.8	3.2	11.2	12.0	31.2	24.0	129.2
경북 정태웅	19.0	26.0	4.0	5.0	4.0	84.0	0	142.0
충남 정령영	5.8	40.8	2.3	5.7	2.0	45.0	42.0	143.6
충남 한성현	16.5	16.0	0.4	4.0	1.8	43.2	24.0	105.9
경북 이영호	15.0	42.0	2.7	11.3	3.3	34.0	2.7	111.0
충남 박종필	28.5	31.7	1.0	1.7	2.2	32.3	22.5	119.9
대 비(전국평균)	23.7	33.7	7.5	4.8	13.2	53.9	20.1	156.9

※ 대비: 2002, 작목별 작업단계별 노동투하시간, 농촌진흥청

 <표 1-17>은 각 도 농업기술원을 통하여 'Fuji' 사과원 모범 과원을 추천 받은 후 자체적으로 15개 과원을 선발하여 각 작업 단계별 투입 노동력을 조사한 결과이다. 상 기 조사결과는 본 시험의 주된 내용의 항목을 제공하기 위하여 사용되었고 본 시험에 서의 결과와 연관하여 최적 과원 경영 방안을 모색하기 위한 기초 자료로 제공되었다.

<표 1-18>은 본 시험의 전반적인 내용과 <표 1-17>의 결과를 종합하여 최적 과원 경영 방안을 설립한 결과이다.

<표 1-18> 사과원 표준농가 관리 노동력과 우수농가 생력화에 따른 관리 노동력

※ 단위 : (시간/10a)

작업단계	표준농가	생력화 작업	비고
밑 거 름 주 기	5.3	0.7	적정시비
웃 거 름 주 기	2.2	0.3	적정시비
가지 고르기, 다듬기	16.6	1.8	적정 기구 사용
가지 다듬기, 뒷처리	6.7	1.4	적정 기구 사용
경 운	1.0	-	
정 지 (로타리)	1.3	-	
눈따지, 순지르기	7.1	1.5	약제사용
가 지 유 인	5.5	2.4	수형 변화
인 공 수 정	0.4	-	
열 매 솎 기	33.7	25.7	약제사용
봉지씌우기, 벗기기	11.8	-	
병 충 해 방 제	13.2	3.3	수형 변화
김 매 기	4.8	3.9	
반사필름 / 잎따기	10.8	2.2	
수 확	46.7	24.6	수형변화
운 반 및 저 장	7.2	3.9	
선 별 및 포 장	20.1	20.1	
기 타	1.6	-	
합 계	196.0	91.8	

국내 표준 사과원은 10a당 총 196시간의 노동력을 투입하며 이중 밑거름 주기와 웃거름 주기를 위하여 5.3시간과 2.2시간을 투입하고 있었다. 하지만 상기 작업은 적정 시비량보다 상당히 많은 관행 시비방법을 따르고 있었다. 따라서 상기 작업을 적정 시비방법으로 전환하게 될 경우 각각 0.7시간과 0.3시간으로 단축할 수 있었다.

동계전정 작업인 가지 고르기와 다듬기 그리고 가지 다듬기와 뒷처리에 투입되는 노동력은 총 16.6시간과 6.7시간이었다. 하지만 수형을 전환하고 적정 기구를 선택함으로 써 상기 작업 역시 1.8시간과 1.4시간으로 감소시킬 수 있었으며 마찬가지 방법으로 가지 유인에 투입되는 5.5시간도 2.4시간으로 감소시킬 수 있었다.

또한 인공수정과 열매솎기는 상당한 노동 투입을 요구할 뿐만 아니라 요구되는 시기도 한정되어 있어 상기 작업에 대한 약제 대체 효과는 단순히 투입 시간이 0.4시간과 33.7시간이 0시간과 25.7시간으로 감소된 것 이상의 효과를 기대할 수 있었다.

수형의 변화는 수확작업의 투입 노동력에서도 46.7시간을 24.6시간으로 감소시켰다.

상기 분류된 일련의 작업에 대하여 가장 효율적이라 판단되는 관리 방법을 적용시킬 경우 10a당 요구되는 노동력은 91.8시간에 불과하였다.

따라서 상기 결과를 바탕으로 하여 시범 과원을 설립한다면 보다 효율적인 과원 경 영 표준안의 설립이 가능할 것으로 판단되었다.

# 제 2 절 'Fuji' 사과 착색향상 기술개발 및 착색도 판정기준 설정

# 1. 연구의 재료 및 방법

○ 연구기관: 충주시농업기술센터(협동)

○ 연구 책임자: 한재희

○ 연구기간: 2003년 7월 - 2006년 7월

#### 가. 시험장소 및 공시재료

충청북도 충주시에 위치한 'Fuji' 성목원 중 수세가 일정한 사과원 4개소 선정하여 본 시험을 수행하였다.

#### 나. 처리내용 및 조사항목

1) 토양 및 엽 내 질소농도 조절에 의한 착색 향상

선정된 'Fuji' 사과 성목원에서 토양을 채취한 후 각 과원별로 토양의 산도, 유기물, 유효인산 함량을 측정하였으며 각 토양의 치환성 양이온 정도를 비교하기 위하여 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 함량을 측정하였다. 또한 각 토양의 전기 전도도를 측정하여 토양 내전반적인 염류 집적도를 비교하였다.

상기 측정된 결과를 기준으로 하여 3년간 일체의 비료를 공급하지 않는 과원, 3년간 일반 과원과 동일한 양의 비료를 공급하되 질소질 비료를 제외시킨 과원, 그리고 과원 의 토양분석 결과에 의하여 각 성분 함량 조절한 후 시비하는 과원으로 구분하여 시행 하였으며 비교를 위하여 기존 관행적으로 시비하는 과원을 대조구로 설정하였다.

모든 선정된 과원은 매년 일정 간격으로 과원의 토양을 공급하여 시비 방법에 따른 토양 내 유기성분의 함량을 비교하였다.

이와 병행하여 과원 내 'Fuji' 성목에 대해서는 수체 생장, 엽 내 무기성분 함량, 화아 분화 정도, 그리고 수확된 과실의 수량과 품질이 조사되었다.

### 2) 'Fuji' 사과 착과부위 투광도 개선

'Fuji' 사과 성목원에 대하여 과원 내 투광도를 개선시키는 작업이 수체생장과 과실 생산성에 미치는 영향을 알아보았다.

정방형의 재식구조를 가지고 있는 성목원에 대하여 열간, 주간, 수관 내부에 대하여 단축전정을 실시한 사과원, 열간과 주간에 대해서만 단축전정을 시행한 사과원, 그리고 열간에 한해서만 단축전정을 실시한 사과원으로 구분한 후 각 사과원에 대하여 전정에 투입되는 노동력, 수체생장, 엽 내 무기물 및 엽록소 함량, 그리고 전정방법별 엽면적을 측정 비교하였다. 이와 더불어 전정방법별로 생산된 과실의 수량과 품질이 조사되었다.

#### 3) 'Fuji' 사과 과피 착색에 영향을 미치는 내·외적 요인 구명

충청북도 충주지역 내에서 'Fuji' 성목원을 경영하는 과원들을 대상으로 하여 각각의 생산물에 대한 착색등급을 조사하였다. 조사된 과원은 생산된 과실의 착색정도에 따라 착색 상, 착색 중, 착색 하로 구분된 후 각 계급별 가장 대표적인 농가를 선정하였다.

선정된 농가는 매년 과원 경영의 기본정보를 제공하였다.

선정된 'Fuji' 사과원에 대하여 매년 토양이 분석되었고 각 과원별로 수체 생육상태가 기록되었다. 엽 내 무기물이 분석되었으며 엽록소 함량이 추가로 비교되었다. 각 과원별로 수관 내부로의 광 투과율이 조사되었다.

선정된 사과원은 매년 수확한 과실을 제공하여 과실 수량과 품질을 비교 받았다.

#### 다. 측정항목

#### 1) 시험구 토양, 시험수 엽 분석

선정된 'Fuji' 사과원은 토양을 채취하여 제공하였고 제공된 토양에 대해서는 산도, 유기물 함량, 유효인산 함량이 비교되었으며 치환성 양이온으로 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 함량이 측정되었다. 이와 별도로 전기 전도도가 측정되었다.

수체 내 발달된 엽을 수거하여 엽 내 N, P K, Ca Mg의 함량이 측정되었으며 이와 별도로 엽록소 함량이 비교되었다.

### 2) 수체생장

선정된 'Fuii' 사과원에 재식된 성목에 대해서는 주간 직경, 수고 및 수폭, 그리고 평

균 신초장이 측정되어 수체생장 비교를 위한 자료로 제공되었다.

# 3) 과실 생산성

선정된 'Fuji' 사과원에 대하여 재식된 나무의 화아 발달, 주당 착과 수, 평균 과중, 그리고 단위면적에 대한 수량이 비교되었다. 또한 수확된 과실의 당도, 산도, anthocyanin 함량이 측정되었다.

### 4) 투입 노동력

각 전정방법별 투입되는 노동력을 간접적으로 측정하기 위하여 각 수형을 구성하기 위하여 제거된 가지를 모두 수거하여 총 무게를 측정 비교하였다.

# 2. 연구결과 및 고찰

#### 가. 토양 및 엽 내 질소농도 조절에 의한 착색 향상

충주지역 내 위치한 'Fuji' 성목원의 토양을 채취한 후 각 성분을 분석한 결과는 <표 2-1>과 같다.

<표 2-1> 시험구 토양 내 무기성분 함량

					환성양이	온	전기
구 분	산도		유효인산		(cmol/kg)	)	전도도
	(pH)	(g/kg)	(mg/kg)	칼륨	칼슘	마그네슘	(dS/m)
 적정범위	6.0~6.5	25~35	200~300	0.30~0.60	5.0~6.0	1.5~2.0	2.0이하
분석치	6.9	34	158	0.63	6.1	1.8	0.2

토양 산도는 6.9 pH를 나타내어 적정 범위보다 약간 상회하였다. 유기물 함량은 34 g/kg으로 비록 적정범위 내에 포함되기는 하였지만 비교적 높은 함량을 보였다. 반면 유효인산의 함량은 158 mg/kg으로 적정범위에 미치지 못하였다. 상기 시험을 위하여 선발된 사과원은 기존의 토양관리 방법으로 운영된 사과원이다. 즉, 기존의 토양관리 방법은 전국 평균적인 사과원에 대한 권장사항이므로 이를 따른 농가는 본인 과원의 독특한 특징을 무시하고 수년간 관행적인 시비방법을 적용하여 토양의 염기화가 진행되었고 높은 유기물 함량과 낮은 유효인산의 함량이 관찰되어 토양 성분의 편중화가 진행된 것이 발견되었다.

토양 내 치환성 양이온의 함량은 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 함량을 측정함으로써 비교 되었다.

칼륨은 0.63 cmol/kg의 함량을 나타내어 적정범위보다 높았고 칼슘의 함량 역시 6.1 cmol/kg로 측정되어 적정범위를 상회하였다. 반면 마그네슘의 함량은 1.8cmol/kg으로서 적정범위 내에 존재하였다.

시험구 토양의 전기 전도도를 측정한 결과 0.2 dS/m로 상당히 낮은 결과를 나타내었다. 비록 전기 전도도가 낮기는 하지만 토양 내 높은 유기물 함량과 치환성 양이온을

고려할 때 단지 이 결과 만으로 토양 내 비료 성분 함량이 낮은 것으로 단정 지을 수는 없었다. 즉, 토양 내 전기 전도도에 직접적인 영향을 미치는 나트륨, 붕소, 염소 등의 함량은 낮으나 그 이외의 성분에서는 높은 결과가 추찰되었다(표 2-1).

< 표 2-1>의 분석결과를 기초로 하여 각 시험구에 대하여 시비량을 달리 하였으며 각 성분별 시비량은 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 처리별 토양분석에 의한 시비내역 (g/10a)

처 리	유기물 (g/kg)	N	$P_2O_5$	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	В
3년간 무비	-	-	-	-	-	_	-
3년간 질소 무비	_	-	12.0	_	48	_	-
토양분석별 시비	700	9.0	12.0	_	48	_	-
관행(무처리)	400	20.0	24.0	_	48	_	_

3년간 시비를 시행하지 않는 시험구는 모든 성분을 3년간 시비하지 않았으며, 3년간 질소질 비료를 시비하지 않는 시험구는 유기물과 질소질을 제외하고는 여타 성분은 관행처리에 준하여 시행하였다. 즉, 인과 칼슘은 관행처리에 준하였으나 인에 한해서는 관행의 절반으로 줄여서 시비하였다.

토양 분석에 의한 시비방법은 <표 2-2>에 기술한 방법으로 시비하였다. 즉, 유기물시비량은 관행 시비방법에 비하여 높였고 질소와 인은 줄였다. 칼슘의 시비량은 관행시비량과 동일하게 하였다.

상기와 같은 시비 방법은 3년간 지속하면서 각 시험구별로 수체생장과 과실 생산성을 비교하였다(표 2-2).

시비방법을 달리한 후 처리 2년차부터 토양 특성을 분석하였으며 그 결과는 <표 2-3>과 같다.

처리 2년차에 이르러 토양분석을 시행한 결과, 일체의 비료를 공급하지 않은 토양은 적정 pH를 나타낸 반면 유기물 함량은 낮았다. 유효인산의 함량비교에서는 통계적인 유의차가 관찰되지 않았다. 관행방법으로 시비한 시험구는 낮은 유기물 함량을 보여주어 비료를 전혀 공급하지 않은 토양과 유사한 수준으로 낮았다.

<표 2-3> 시비 방법별 'Fuji' 성목원 토양 내 무기성분 함량

u	산도	유기물	유효인산	치환성	양이온 (cm	nol+kg)
十 七	구 분 (pH) (g/kg) (mg/kg		(mg/kg)	칼륨	칼슘	마그네슘
처리 2년차						
3년간 무비	5.6 b	16 b	489 a	0.69 a	5.4 b	0.7 b
3년간 질소 무비	6.3 a	29 a	539 a	0.63 a	5.9 b	1.3 b
토양분석별 시비	6.2 a	27 a	409 a	0.85 a	5.4 b	1.7 b
관행(무처리)	6.9 a	18 b	547 a	0.48 a	8.2 a	3.0 a
처리 3년차						
3년간 무비	7.0 b	12 b	460 a	0.73 a	5.4 a	1.0 a
3년간 질소 무비	6.0 a	18 a	503 a	0.61 a	4.7 a	0.9 a
토양분석별 시비	6.2 a	18 a	323 b	0.40 a	4.4 a	1.2 a
관행(무처리)	6.3 a	14 b	326 b	0.58 a	5.3 a	1.1 a

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정.

처리 2년차의 결과를 종합하여 비교하여보면, 관행처리 시비구는 유기물 함량이 낮은 반면 일부 치환성 양이온의 함량에서 높은 결과를 보여주었다. 반면 3년간 질소질 시비 를 중단하거나 토양분석에 의하여 시비를 실시한 구는 높은 유기물 함량으로 특징지을 수 있었다. 그러나 어떠한 방법으로든 일단 시비가 이루어질 경우 토양의 산도는 증가 하였다.

처리 3년차의 결과는 처리 2년차의 결과와 상당히 상이한 결과를 보여주었다. 우선 시비를 일체 시행하지 않은 시험구의 산도가 다른 시험구보다 높았으며 적정 범위보다 상당히 높았다. 반면 3년간 약간이라도 시비가 이루어진 시험구는 3년간의 조사결과 비교적 일정한 토양산도를 보였다.

유기물 함량을 비교한 결과에서는 전반적으로 시험이 진행되면서 유기물 함량은 낮아졌으나 시비 방법에 따른 유기물 함량의 특정한 변하지 않았다. 즉, 시비를 시행하지 않은 시험구와 관행 시험구의 유기물 함량이 3년간 질소질을 시비하지 않은 시험구와 토양분석결과에 따라 시비를 시행하는 시험구의 유기물 함량보다 낮았다.

시험 2년차까지 유효인산에서는 특이한 차이가 관찰되지 않았으나 시험 3년차에 이

르러 질소질 시비가 이루어지지 않은 시험구에 비하여 질소질 시비가 이루어지는 시험 구의 함량이 낮아졌음이 관찰되었다.

한편, 시험 3년차에 이르러서는 치환성 양이온의 함량변화는 관찰되지 않았다. 또한 시험 2년차의 분석결과와 시험 3년차의 분석결과간의 비교에서도 특이한 감소는 관찰 되지 않았고 일부 성분에서는 증가되는 현상이 관찰되기도 하였다. 즉, 토양 내 치환성 양이온은 식물체에 있어서 다량원소로 공급되기 보다는 미량원소로서 공급되고 있다. 따라서 식물체에 의한 소비가 두드러지지 않는 한 시비의 성격에 딸 그 함량의 변화가 크지 않을 것으로 사료되었다.

시험구 토양에 대하여 일관된 시비방법을 지난 3년간 적용하였으나 그 결과를 단지 토양 성분분석을 통하여 얻어내기란 용이하지 않았다. 따라서 아래의 결과들은 각각의 시비방법에 대한 수체생장과 과실생산성을 조사한 것이다.

<표 2-4>는 시비방법을 달리하여 3년간 시비한 후 수체생장에 미치는 영향을 비교 한 결과이다.

<표 2-4> 시비 방법별 'Fuji' 성목의 수체생육

처리	주간직경(mm)	<b>クコ(oms)</b>	수폭(cm)		
시디	十七年名(IIIII)	수고(cm)	주간	열간	
처리 2년차					
3년간 무비	15.9 a	424 a	396 b	396 ab	
3년간 질소 무비	14.9 b	420 a	385 b	360 ъ	
토양분석별 시비	16.6 a	410 a	457 a	467 a	
관행(무처리)	15.7 a	412 a	382 b	386 ab	
처리 3년차					
3년 무시비	16.4 a	430 a	385 a	400 a	
3년 질소무비	16.0 a	445 a	360 a	385 a	
토양분석별 시비	17.7 a	427 a	395 a	400 a	
관행(무처리)	16.8 a	452 a	375 a	380 a	

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

각 시험구별로 관리되는 수체의 주간 직경을 측정하여 비교한 결과 처리 2년차에 3 년간 질소질 시비를 배제한 시험수의 주간 직경이 여타 시험수의 주간 직경보다 작은 결과를 보였다. 하지만 3년간 일체의 시비를 실시하지 않은 수체의 주간 직경보다 작은 것은 일관된 결과로 보기 어려웠다. 반면, 처리 3년차에 모든 처리구에서 주간 직경을 측정한 후 비교한 결과에서는 통계적인 유의성이 인정되지 않았다.

시비 내용을 달리한 후 모든 시험수에서 수고를 측정 비교한 결과, 처리 2년차는 물론 처리 3년차에 이르기까지 수고에서는 유의성이 인정되는 차이가 나타나지 않았다.

각 처리별 수폭을 측정하여 비교한 결과는 주간의 직경을 측정하여 비교한 결과와 유사한 경향을 보여주었다. 즉, 처리 2년차까지는 각 처리에 따라 다소간의 차이는 보 였으나 일정한 경향은 없었다. 이후 처리 3년차에 이르면서 모든 처리에서 통계적으로 인정할 만큼의 차이는 나타나지 않았다.

현재 국내에서 권장되는 개원방식은 개원 직전에 전면 청경재배에 의한 토양 경운 후 다량의 유기물과 질소질 비료를 공급하는 방법을 선호하고 있다. 과원 경영자들은 이후 부분 심경에 의한 추가적인 비료를 공급하고 있다. 하지만 상기 결과를 고찰하여 보면 기존의 시비방법은 시비를 전혀 하지 않은 시험구와 차이를 보여주지 않았다. 즉, 기존의 시비방법은 토양의 물성을 고려하지 않아 다량의 시비가 이루어지더라도 지하수 또는 중력에 의한 용탈이 심하였거나 또는 공급되는 비료가 수체의 생장 이외에 다른 용도로 소비되었음을 짐작할 수 있었다. 따라서 수체생장을 고려할 때 시비 방법에 대한 전반적인 재고찰이 요구되었다.

<표 2-5>는 각 시비방법별로 엽내 무기물 함량을 측정 비교한 결과이다.

3년간 일체의 질소를 공급하지 않은 시험구, 3년간 질소질만을 공급하지 않은 시험구, 3년간 토양분석에 의하여 부족분만을 공급한 시험수, 그리고 관행적으로 시비한 시험수 모두에서 본 시험이 수행되는 3년간 엽 분석을 수행하여 수체생리를 보다 상세하게 고찰하여 보고자 하였다.

본 시험이 수행된 3년간 모든 시험수는 엽 내 무기물 함량 비교에서 통계적인 유의차를 전혀 보이지 않았다. 즉 모든 시험수는 시비방법에 관계없이 엽 내 일정함량의 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 붕소를 함유하고 있었으며 그 함량은 시비방법의 차이에의하여 변화되지 않았다. 엽록소 함량의 비교에서도 같은 결과가 발견되었다.

시비방법에 따른 수체생장을 비교한 결과와 마찬가지로 시비방법이 수체 내 무기물 함량에 영향을 미치지 못하였다.

<표 2-5> 시비방법별 'Fuji' 성목의 엽 내 무기성분

-))	N	Р	K	Ca	Mg	В	엽록소
처 리			(%)			(ppm)	(SPAD)
처리 1년차							
3년간 무비	2.1 a	0.19 a	1.18 a	0.78 a	0.25 a	_	42.84 a
3년간 질소 무비	2.1 a	0.21 a	1.21 a	0.87 a	0.24 a	_	45.74 a
토양분석별 시비	2.3 a	0.23 a	1.24 a	0.74 a	0.25 a	_	44.51 a
관행(무처리)	2.7 a	0.23 a	1.10 a	0.81 a	0.30 a	_	46.31 a
<u>처리 2년차</u>							
3년간 무비	2.4 a	0.06 a	1.48 a	1.14 a	0.23 a	32.07 a	45.13 a
3년간 질소 무비	2.5 a	0.05 a	1.37 a	0.90 a	0.21 a	35.73 a	45.60 a
토양분석별 시비	2.5 a	0.06 a	1.34 a	0.93 a	0.22 a	36.63 a	46.31 a
관행(무처리)	2.5 a	0.04 a	1.25 a	1.06 a	0.21 a	37.03 a	46.60 a
<u>처리 3년차</u>							
3년간 무비	2.4 a	0.06 a	1.48 a	1.14 a	0.23 a	32.07 b	45.39 a
3년간 질소 무비	2.5 a	0.05 a	1.37 a	0.90 a	0.21 a	35.73 a	46.19 a
토양분석별 시비	2.5 a	0.06 a	1.34 a	0.93 a	0.22 a	36.63 a	47.25 a
관행(무처리)	2.5 a	0.04 a	1.25 a	1.06 a	0.21 a	37.03 a	46.32 a
국내 표준치	2.3	0.18	1.17	0.76	0.24		

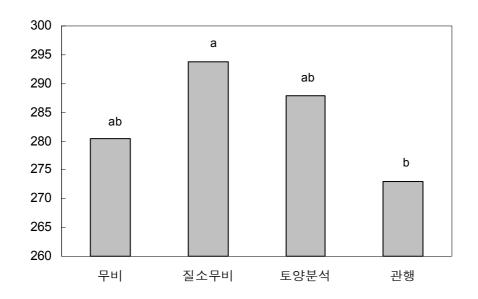
<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

<표 2-3>, <표 2-4>, 그리고 <표 2-5>의 결과를 종합하여 고찰하면, 시비방법을 달리할 경우 이는 토양 내 무기물 함량, 수체생장, 그리고 수체내 무기물 함량에 전혀 영향을 미치지 못하였다. 상기 원인으로는 우선 공급한 비료성분이 토양 내 충분히 잔 존한다고 가정한다면 토양 내 존재하는 각 성분에 대한 완충력이 원인일 수도 있었다. 반대로 공급한 비료성분이 지하수 또는 중력수의 작용에 의하여 극히 짧은 시간만을 존재한 후 용탈되었다면 시비방법에 대한 전반적인 재검토가 요구되었다.

<sup>※</sup> 국내 표준치: 2004년 지도사업 반영자료(농촌진흥청)

상기 결과의 원인이 토양의 완충력인지 또는 각 성분의 토양 내 용탈인지는 차후 보다 상세한 연구를 통하여 재정립될 것이 요구되었다.

<그림 2-1>은 각 시비방법별로 주당 화아 수를 계수하여 비교한 결과이다.



<그림 2-1> 시비 방법별 주당 화아 수

3년간 일체의 비료를 공급하지 않은 토양의 수체는 시험 3년차에 이르러 주 당 280개의 화아를 발달시켰으며 토양분석을 통하여 정량시비를 실시한 토양의 수체 역시 주당 290개의 화아를 발달시켰다. 3년간 질소질 비료를 공급하지 않은 토양의 수체는 주당 295개 이상의 화아를 발달시켜 가장 많은 결과를 나타낸 반면 관행 시비법에 의해관리된 토양의 수체는 275개 정도의 화아를 발달시켜 가장 적은 결과를 나타내었다.

'Fuji' 사과의 경우 한 수체에서 발달된 화아에 대하여 약 5% 정도만을 사용하고 있다. 따라서 상기 결과처럼 모든 처리에서 화아가 270개 이상일 때에는 화아의 다소를 비교하는 것이 생력화 재배법을 위해서는 다소 무의미한 면이 있다. 단지 모든 처리에서 일정 수준 이상의 화아를 확보하는 데는 큰 어려움이 없었던 것으로 판단되었다.

<표 2-6>은 시비방법을 달리한 후 각 수체별로 생산된 과실의 수량과 품질을 비교 한 결과이다.

<표 2-6> 시비방법별 과실 수량 및 품질

처 리	과실 수/주	평균과중(g)	수량(kg/10a)	당도(°Bx)	착색도 (1~10)
3년간 무비	246.8 a	188.5 b	3,103 b	14.1 a	8.14 a
3년간 질소 무비	225.5 b	261.0 a	3,926 a	13.6 b	7.22 b
토양분석별 시비	225.0 b	263.3 a	3,952 a	14.2 a	8.14 a
관행(무처리)	224.0 b	270.1 a	4,036 a	13.6 b	7.47 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정

주당 과실은 3년간 일체의 비료를 공급하지 않은 나무가 246.8개의 과실을 생산하여 여타 나무보다 많은 결과를 나타냈다. 반면 3년간 일체의 비료를 공급받지 못한 나무는 평균과중에서 가장 가벼운 결과를 나타내었다. 따라서 한 나무에 대한 수량을 비교한 결과에서는 3년간 일체의 비료를 공급받지 못한 나무가 단위면적당 3,103 kg을 생산한 반면 다른 시비방법에 의하여 관리된 나무들은 단위면적당 3,926 kg 이상의 수량을 보여주었다. 즉, 일체의 시비를 받지 못한 수체는 어떠한 방법으로든지 시비된 나무보다 낮은 생산성을 보여주었다.

한편, 생산된 과실의 특성을 비교한 결과 3년간 비료를 공급받지 못한 나무와 토양분석 성적에 따라 비료를 공급받은 나무에서 생산된 과실은 여타 과실보다 높은 당도와우수한 착색도를 보여주었다. 즉, 수체생리를 무시한 채 무계획적으로 공급하는 시비법은 생산된 과실의 품질에 일체 긍정적인 영향을 미치지 못하였다.

현재까지 살펴본 결과를 종합하여 보면, 토양에 대한 시비방법의 변화는 토양 성분, 수체 생리에 커다란 변화를 발생시키지 못하였다. 이는 적정 시비방법의 모색에 실패한 결과인지 또는 토양의 물성에 대한 이해 부족에서 기인된 것인지 아직 명확히 증명된 바 없다. 하지만 시비법의 변화는 생산된 과실의 수량과 품질에 영향을 미칠 수 있다. 즉, 토양 분석에 의한 적정 시비는 과실의 생산성을 높여줄 뿐만 아니라 생산된 과실의 품질도 향상시켰다.

## 나. 'Fuji' 사과 착과부위 투광도 개선

시비방법의 변화는 비록 토양의 물성과 수체생리에는 기대한 만큼의 변화를 가져오지는 않았지만 생산된 과실의 수량과 품질에는 일정한 변화를 발생시켰다. 즉, 적절한시비의 시행은 고품질 과실의 생산을 위한 하나의 조건이 될 수 있었다. 이와 더불어, 수관내 광환경의 개선이 수체생리와 생산된 과실의 품질에 미치는 영향이 추가로 시행되었으며 그 결과는 아래와 같다.



열간+주간+수관 광투과



열간+주간 광투과

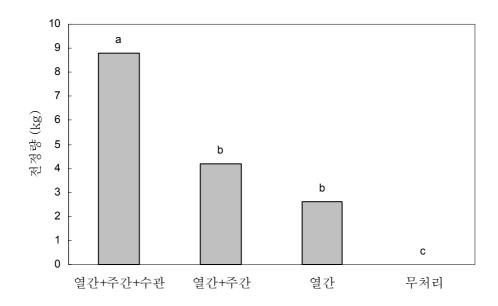


열간 광투과



무처리

<그림 2-2> 'Fuji' 성목 처리별 전정처리 후 모습



<그림 2-3> 'Fuji' 성목 처리별 동계 전정량

<그림 2-2>는 시험 첫 해 토양분석을 통하여 계획된 시비방법을 실천하는 시험포장에서 주간과 열간, 그리고 수관 내부에 대하여 광환경을 목적으로 솎음전정과 단축전정을 시행한 후 그 결과를 비교한 모습이며 <그림 2-3>

그림에서 보는 바와 같이 한 수체에 대하여 열간과 주간, 그리고 수관 내부의 광환경을 개선시킨 수체는 전정량도 많았으며 이에 따른 투입 노동력도 많았을 것으로 판단된다. 이후의 처리는 처리의 정도가 감소함에 따라 전정량도 감소하였고 투입되는 노동력도 감소된 것으로 판단되었다. 특히 아무런 처리를 시행하지 않은 나무는 전정량도 기록되지 않았으며 이에 따른 노동력도 없었던 것으로 생각되었다(그림 2-2, 2-3).

수관 내 광 조건을 개선하는 방법으로 열간, 주간, 수관 내부의 주지를 제거하였을 경우 수체생리의 변화를 살펴보았으며 그 결과는 <표 2-7>과 같다.

전정량에서는 상당한 차이가 있었지만 처리 2년차와 3년차의 주간 직경 측정결과에서 유의성이 인정되는 차이는 발견되지 않았다.

전정량에 따른 수고의 변화를 살펴본 결과, 처리 2년차까지는 전정량이 많을수록 수고가 낮은 결과가 관찰되었다. 즉, 열간, 주간, 수관에 대하여 솎음전정과 단축전정을 실시한 나무가 314 cm로 가장 낮은 수고를 보인 반면 일반 관행전정을 실시한 나무는

424 cm의 수고를 보였다. 반면 처리 3년차에 이르러서는 비록 수치상의 차이는 관찰되었으나 통계적으로 인정할 만큼의 차이는 아니었다. 처리 3년차에서 수고의 차이가 나타나지 않은 것은 강한 솎음전정을 수행한 수체가 빨리 자랐다기보다는 관행전정을 수행할 시 수고를 낮춘 영향이 더 큰 것으로 판단되었다.

<표 2-7> 'Fuji' 성목의 처리별 수체생육

=1 =1	주간직경	<b>ト</b> コ( )	수폭(cm)		평균신초장
처리	(cm)	수고(cm)	주간	열간	(cm)
처리 2년차					
열간+주간+수관 광투과	16.1 a	314 с	358 b	336 b	
열간+주간 광투과	15.7 a	350 b	313 с	349 b	
열간 광투과	15.8 a	416 a	394 a	330 b	
관행(무처리)	15.9 a	424 a	396 a	404 a	
처리 3년차					
열간+주간+수관 광투과	16.7 a	345 a	345 b	335 b	55.12 a
열간+주간 광투과	16.0 a	350 a	338 b	328 b	44.00 b
열간 광투과	16.0 a	387 a	397 a	330 b	39.94 b
관행(무처리)	16.1 a	415 a	385 b	412 a	39.60 b

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

각기 다른 전정방법을 수행한 나무에 대하여 주간과 열간의 수폭을 측정 비교한 결과 일반 관행 전정을 수행한 수체는 거의 4 m에 이르는 수폭을 보여주었다. 본 시험수의 재식거리가 5×3 m임을 감안할 때 이 수폭은 열간과 주간을 거의 채우는 거리라 할수 있다. 반면 열간, 주간, 수관에 대한 솎음전정과 단축전정을 수행한 나무는 처리 2년 차에는 주간 358 cm와 열간 339 cm의 수폭을 보여주어 가장 좁은 수폭을 가지고 있었다. 이러한 결과는 처리 3년차에도 거의 비슷한 수준으로 유지되었다. 따라서 상기 수체는 열간과 주간 그리고 수관 내부에 상당한 광이 투과되었던 것으로 판단되었다.

열간과 주간에 대한 수폭을 측정하여 비교한 결과 일반 관행 전정방법은 열간과 주 간에 통풍과 수광을 위한 충분한 거리를 확보하지 못한 것으로 나타났다. 그러나 열간 수폭의 비교에서는 솎음전정과 단축전정을 수행한 나무는 그 정도에 관계없이 수폭이 감소하는 결과를 나타낸 반면 주간의 수폭은 전정의 정도가 심할수록 수폭이 좁은 것이 관찰되었다. 그러나 이러한 경향은 처리 2년차까지만 해당될 뿐 처리 3년차에 이르러서는 통계적으로 의미 있는 변화를 보여주지 못하였다.

상기 변화에 대한 원인을 찾고자 각 전정방법에 따른 평균 신초장을 측정 비교하여 보였다. 처리 2년차까지는 재배적으로 의미 있는 신초의 발생이 저조하였으나 처리 3년 차에 이르러서는 다수의 신초가 발생하였으며 평균 신장량은 전정의 강도가 가장 강했 던 열간, 주간, 수관 내의 솎음전정과 절단전정을 수행한 것이 가장 긴 신장을 보였다.

비록 솎음전정과 단축전정을 수행함으로써 수체에 대한 생리변화를 비교적 적게 주었다 하더라도 수체에 대한 강한 전정을 일시에 수행할 경우 처리 당년에는 그 효과가나타나지 않을지라도 수체가 특정 전정방법에 대하여 수세를 적응시키는 일정 기간이지나게 되면 수체 내부의 생리작용에 의하여 그에 상응하는 생장량을 보이는 것으로 판단된다. 따라서 수관 내부의 광환경을 개선시키고자 할 경우에는 강한 전정을 일시에시행하는 것 보다는 수세에 대한 세심한 관찰 이후에 계획적인 전정을 시행할 것이 요구되었다 (표 2-7).

<표 2-8>은 각 전정방법별로 처리 2년차부터 3년차까지 엽 내 무기성분 함량을 측정 비교한 결과이다.

전정방법을 달리하여 각 수체에 적용한 후 1년을 경과시킨 결과 일부 무기성분에서는 함량 차이가 관찰되지 않았지만 대부분의 무기성분은 통계적으로 차이가 나는 무기성분을 함유하고 있었다. 즉, 엽 내 칼륨(K)의 함량비교에서는 수치적으로도 그 차이가 크지 않았고 통계적으로도 그 차이는 인정할 수 없었다. 반면 엽 내 질소성분 함량을 비교한 결과 여타 전정방법에서는 특이한 차이가 관찰되지 않았으나 열간과 주간에 대하여 솎음전정과 단축전정을 수행한 나무는 0.67%의 낮은 함량을 보여주었다. 하지만이러한 결과에서 특정한 경향을 발견할 수는 없었다. 이러한 경향은 마그네슘(Mg)의함량비교에서는 반대로 관찰되었다. 즉, 여타 처리에서는 마그네슘의 함량이 거의 측정되지 않은 반면에 열간과 주간에 대한 광투과 개선 전정을 수행한 수체는 0.18%의 함량을 보여주었다. 질소(N), 칼슘(Ca), 붕소(B)의 함량비교에서도 의미있는 차이가 관찰되었으나 전정방법의 차이와 연관시킬 수 있는 특정한 경향은 발견되지 않았다.

광투과 개선을 위한 강한 솎음전정과 절단전정을 수행하고 3년차에 엽 내 무기성분 함량을 측정하여 비교한 결과는 2년차의 결과와 다소 차이가 있었다.

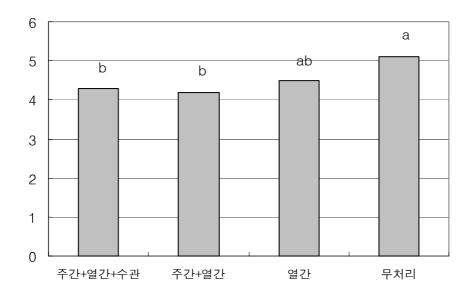
<표 2-8> 'Fuji' 성목의 처리별 무기성분 함량

=1 -1	N	Р	K	Ca	Mg	В	
처리		%					
처리 2년차							
열간+주간+수관 광투과	0.90 a	-	0.21 a	0.07 b	0.00 b	48.15 a	
열간+주간 광투과	0.67 b	_	0.21 a	0.07 b	0.18 a	32.79 b	
열간 광투과	0.82 a	_	0.18 a	0.11 a	0.00 b	35.28 b	
관행(무처리)	0.89 a	_	0.20 a	0.12 a	0.02 b	43.58 a	
처리 3년차							
열간+주간+수관 광투과	2.45 a	0.12 a	0.99 a	0.93 b	0.30 a	23.85 a	
열간+주간 광투과	2.24 a	0.06 b	1.16 a	1.25 a	0.24 a	22.15 a	
열간 광투과	2.23 a	0.06 b	1.16 a	1.25 a	0.23 a	22.54 a	
관행(무처리)	2.23 a	0.05 b	1.19 a	1.28 a	0.23 a	21.48 a	

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

광투과 개선을 위한 전정을 수행하고 3년차에 이르자 엽 내 질소(N), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 붕소(B)의 함량은 전정방법과 관계없이 일정한 함량을 보였다. 가장 강한 전정을 받은 열간, 주간, 수관 내부에 대한 광투과 개선 전정을 받은 후 인(P)의 함량비교에서는 여타 수체보다 높은 함량을 보였고 칼슘(Ca)의 함량비교에서는 낮은 결과를 보여주었다. 하지만 상기 차이가 전정방법의 차이에 의한 것인지는 분명치 않았다.

수체 생장량을 측정 비교한 <표 2-7>의 결과와 마찬가지로 한 수체에 대하여 강한 전정을 시행할 경우 처리 2년차까지는 비록 전정방법의 차이와 연관지어 일정한 경향은 나타나지 않았을지라도 엽 내 무기성분의 함량에서 많은 차이가 발견되었다. 하지만처리 3년차에 이르자 그러한 차이는 거의 나타나지 않았다. 즉, 수체에 대하여 특정한외부적인 자극을 가할 경우 그 영향이 2년 정도는 유지되지만 3년차에 이르러서는 수체 자체적인 생리작용에 의하여 거의 일정하게 유지되는 것으로 사료할 수 있었다. <표 2-7>과 <표 2-8>의 결과를 연관지어 고찰한다면 차후 일선 과원 경영자들에 대한 수형구성의 지도에서 유용한 자료로 활용될 것이 기대되었다.



<그림 2-4> 'Fuji' 성목의 처리별 엽면적 지수

<그림 2-4>는 수체에 대한 전정방법의 변화가 엽면적 지수의 변화에 미치는 영향을 비교한 결과이다.

일반 관행 전정방법은 수관 내부의 주지를 거의 제거하지 않았던 관계로 가장 높은 엽면적 지수를 나타내었다. 하지만 여타 전정방법을 적용한 수체들은 전정의 정도에 관 계없이 일정한 수준으로 낮은 결과를 보여주었다.

즉, 특정 수체에 대한 전정처리는 어떠한 방법으로든지 전체 수관면적의 감소를 초래한다. 하지만 강한 전정을 시행할 경우 그에 따른 새로운 신초의 생장 또는 잔존된 가지상의 보다 활발한 영향생장으로 인하여 많은 엽을 발생시킴을 추정할 수 있다. 따라서 비록 과도한 전정이 수관면적의 감소는 가져올지라도 전체 엽면적에서는 심각한 감소를 초래하지는 않았다(그림 2-4).

<표 2-9>는 상기의 전정방법에 대한 수관 내부의 광 투과율과 엽 내 엽록소 함량의 변화를 비교한 결과이다.

기존 관행적인 전정방법을 적용한 수체는 외부의 광이 수관을 통과하여 지표부위에 도달하기 까지 많은 손실이 발생하여 단지 15%만의 투과율을 보인 반면 주간, 열간, 수관 내부에 대한 광환경 개선을 위하여 솎음전정과 절단전정을 수행한 수체는 그 정 도에 관계없이 기존 수체보다 높은 광 투과율을 보였다.

<표 2-9> 'Fuji' 성목의 처리별 광투과율 및 엽내 엽록소 함량

	광 투고	엽록소 함량		
광투입 부위	지표부위	지상 1.5m 수관부위	(SPAD측정치)	
주간+열간+수관 광투입	23 a	67 a	47.62 a	
주간+열간 광투입	18 a	57 ab	45.67 a	
열간 광투입	20 a	45 b	45.23 a	
관행(무처리)	15 b	38 b	45.22 a	

※ 광투과량 : Sun scan을 이용한 자연광(968PAR) 대비

※ 측정부위: 지표부위(주간하단부위), 지상1.5m(지상에서 1.5m의 주간부위)

※ 엽록소함량 : SPAD-502(미놀타)

※ 5% 수준에서 유의성 검정

지표부위에서의 광 투과율 비교에서는 처리간의 차이는 발견되지 않았다. 하지만 지표 1.5 m 상부에서 광투과율을 비교한 결과에서는 주간, 열간, 수관 내부에 대한 광투과 개선 전정을 시행한 수체가 67%의 높은 광 투과율을 보인 반면 이보다 약한 전정 방법을 적용한 수체는 그 정도에 따라 낮은 광 투과율을 보였다. 즉, 주간과 열간에 한하여 광투과 개선 전정을 시행한 나무는 수관 내부에서 57%의 광 투과율을 보인 반면 열간에 한하여 솎음 및 단축전정을 수행한 수체는 수관 내부에서 45%에 불과한 광 투과율을 보였다.

특정 수체에 대하여 기존의 전정방법과 다른 전정방법을 적용하여 수체 내부생리에 어떤 변화를 발생시켰을 때, 이러한 변화는 처리 2년차까지는 유지되었지만 처리 3년차에 이르러서는 기존 수체와 비교할 때 다소 상쇄되는 결과가 관찰되었다. 하지만 수관내 광환경에 대해서는 그 효과가 처리 3년차에 이르러서도 전정방법의 변화에 의한 수체생리의 변화가 상당히 유지되는 것으로 판단된다. 따라서 수체에 대한 내부생리변화가 3년차에 이르러 완전히 회복되었다고 가정할 때 수확되는 과실의 수량도 3년차에 이르러서는 어느 정도 회복이 가능하다고 판단된다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 처

리 3년차에 이르러도 수관 내 광환경의 차이는 계속 유지되었다. 따라서 이러한 변화가 수확되는 과실의 수량과 품질에 미치는 영향을 비교함으로서 그 개선방안을 모색해 보고자 하였다.

아래의 결과는 광환경 개선을 위한 전정방법의 변화를 가한 후 처리 3년차에 이르러 수확된 과실의 수량과 품질을 비교한 결과이다(표 2-10, 2-11).

<표 2-10> 'Fuji' 성목의 처리별 수량

광투입 부위	주당착과수	평균과중	10a당 수량
	(개/주)	(g)	(kg)
주간+열간+수관 광투입	123.0 b	297.0 a	2,437 с
주간+열간 광투입	153.0 b	300.5 a	3,067 b
열간 광투입	236.0 a	267.5 b	4,211 a
관행(무처리)	235.3 a	251.6 b	3,949 a

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

전정방법의 변화를 가한 후 3년차에 이르러 각 수체별로 수확한 과실의 수량을 비교한 결과 주간, 열간, 수관 내 광투입 개선을 위하여 솎음 및 절단전정을 시행한 나무는 평균과중 297.0 g의 과실을 주당 123.0개 수확하여 단위면적(10a)당 2,437 kg의 수량을 나타내었다. 반면 관행전정방법을 그대로 유지한 수체는 평균과중 251.5 g의 과실을 주당 235.3개 생산하여 단위면적당 3,949 kg의 수량을 나타내었다.

수관 내부의 광투과 개선을 위해서는 과감한 솎음전정 및 단축전정이 필수적이라 할수 있다. 하지만 이 경우 수관 내부 결실면적의 감소가 필히 따르게 되어있다. 그 결과전정의 강도가 강할수록 수량이 감소하는 결과가 관찰되었다. 하지만 이러한 감소는 수체가 외부에서 가한 변화에 대하여 적응하는 시기를 거치게 되면 곧 회복할 수 있는 감소로 기대된다. 따라서 수체의 생산성을 고려하면서 수체에 대한 변화를 시도할 때에는 급격한 변화를 시도하기 보다는 3년 정도의 계획 하에 점진적 변화가 보다 타당할 것으로 판단되었다(표 2-10).

<표 2-11>은 광투과 개선이 생산된 과실의 착색도와 당 함량 변화에 미치는 영향을 알아본 결과이다.

<표 2-11> 전정처리에 따른 과실 품질

처 리	착색도(1~10)	당도(°Bx)
주간+열간+수관 광투입	8.92 a	13.4 a
주간+열간 광투입	7.22 b	13.0 a
열간 광투입	7.99 b	13.8 a
관행(무처리)	7.97 b	12.7 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정

수체에 대하여 광환경을 개선시킨 수체와 기존 전정방법을 그대로 적용시킨 나무 모두에서 수확과실은 일정한 당 함량을 보여주었다. 즉, 수관 내부의 광환경 개선이 수확과실의 당 함량에는 거의 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다. 하지만 과피의 착색도를 비교한 결과에서는 주간, 열간, 수관 내부의 광투입을 개선시킨 수체가 착색도 8.92의 과실을 생산하여 높은 착색도를 보인 반면 여타 수체들은 7.22~9.99 정도의 착색도를 가진 과실을 생산하여 낮은 착색도를 보여주었다.

비록 당 함량이 과실 품질을 나타내는 하나의 지표로서 꾸준히 사용되어 왔지만 당함량은 과실 내부의 품질을 정확히 표현하기에는 다소의 부족한 점이 있다. 따라서 과피의 착색도와 연관지어 생각할 때 수관 내부의 광환경을 개선시킬수록 생산되는 과실의 품질은 높다고 할 수 있다(표 2-11).

지금까지 수관 내부의 광환경 개선이 수체의 생장과 과실의 생산성에 미치는 영향을 살펴보았다. 그 결과 수관 내부 광환경 개선을 위하여 과도한 전정을 시행할 경우 수체 내부에서 다소의 반발이 예상되지만 그러한 내부 변화는 처리 후 3년간을 지속하지 못 하였다. 하지만 단시간에 많은 변화를 주기보다는 계획 하에 점진적 변화를 가하는 것 이 보다 타당할 것으로 판단되었다. 또한 비록 광환경 개선을 위한 전정방법은 일시적 으로 수체의 과실 생산성을 저하시키지만 생산되는 과실의 품질은 오히려 상승하였다. 따라서 수체 생장, 과실의 생산성과 품질을 모두 고려하여 수관 내부의 광환경을 개선 시키는 전정방법의 확립 및 보급에 대한 연구가 계속 진행되어야 하겠다.

#### 다. 'Fuji' 사과 과피 착색에 영향을 미치는 내·외적 요인 구명

생산되는 과실의 품질에 영향을 미치는 요인은 "기후적 요인", "생리적 요인", 그리고 "재배적 요인"으로 크게 대별할 수 있다. 하지만 기후적 요인과 생리적 요인은 한 개인이 인위적으로 조절하기에는 한계가 있다. 따라서 현재 국내 과원 관리자들은 재배적 요인을 조절함으로써 생산되는 과실의 품질을 제고하려 하고 있다.

과실의 품질에 영향을 미치는 재배적 요인은 여러 가지가 있겠지만 기존 연구결과들은 한 요인에 대하여 연구하였을 뿐 여러 요인들이 복합적으로 작용하였을 경우에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 시험은 충청북도 충주지역에서 사과원을 운영하고 있는 여러 농가를 대상으로 하여 생산되는 과실에 대한 평가 후 착색이 우수한 농가, 보통인 농가, 그리고 불량한 농가로 구분 한 후 가장 대표적인 농가에 대하여 여러요인들을 동시에 비교해보고자 하였다.

<표 2-12>는 충주지역에서 사과원을 운영하고 있는 농가 중 과원 경영은 우수하지 만 생산된 과실의 착색에서 차이가 나는 3개 농가에 대한 기초 조사 사항이다.

<표 2-12> 농가별 재배 형태

착색도	농가명	재식거리	수 형	토 성
착색 상	허만영	6×4m	하수형	사양토
착색 중	정용진	6×4m	하수형 전환 2년차	식양토
착색 하	권규상	4.5×4.5m	하수형	식양토

착색이 우수한 농가는 사양토의 과원에서 6×4 m로 재식된 'Fuji' 사과 성목을 하수 형으로 관리하고 있었다. 중간정도의 착색 성적을 가진 농가는 식양토의 토양에서 6×4 m로 재식된 'Fuji' 사과 성목을 주간형으로 관리하다가 하수형으로 전환시켜 현재 2년이 경과된 과원이다. 착색이 불량한 과원은 식양토의 토양에 4.5×4.5 m의 재식거리로 'Fuji' 성목을 하수형으로 관리하고 있었다.

<표 2-13>은 상기 사과원에 대하여 지난 2년간 토양 내 유효성분을 측정 비교한 결과이다.

<표 2-13> 농가별 토양내 무기성분 함량

-1 v1 <del></del>	산도	유기물	유효인산	치환	성 양이온(m	e/kg)
착색도	(pH)	(%)	(mg/kg)	칼륨	칼슘	마그네슘
1년차	G.F. o	24 .	901 -	0.62 a	9.0 a	20.0
착색 상	6.5 a	24 a	801 a	0.62 a	8.0 a	2.0 a
, , -	6.5 a	21 a	559 b	0.65 a	4.8 b	1.1 a
착색 중	6.8 a	18 a	509 b	0.75 a	5.8 b	1.5 a
착색 하	0.0 4	10 4	000 6	0.70 a	0.0 5	1.0 a
2년차						
착색 상	6.7 a	29 a	300 a	0.51 a	6.9 b	1.8 b
착색 중	6.0 a	19 b	153 b	0.56 a	13.7 a	8.0 a
착색 하	7.6 a	12 b	352 a	0.34 b	1.9 b	0.9 b

※ 5% 수준에서 유의성 검정

각 과원별로 지난 2년간 토양 산도를 특정한 결과 비록 수치상으로는 차이가 관찰되었지만 통계적인 의미는 가지고 있지 않았다. 반면 유기물 함량을 비교한 결과에서는 조사 1년차에는 특별한 차이는 나타내지 않았으나 조사 22년차에 조사한 결과에 의하면 착색이 우수한 과원의 토양 내 유기물은 29%인데 비하여 착색이 이보다 저조하거나 불량한 농가의 토양 내 유기물 함량은 각각 19%와 12%에 불과하였다. 즉, 생산된 과실의 착색이 우수한 농가일수록 과원 토양 내 유기물 함량이 높았다.

또한 유효인산의 함량 비교에서도 착색이 우수한 과원의 토양은 조사 1년차와 2년차모두에서 801 mg/kg, 300 mg/kg으로 여타 과원에 비하여 높은 함량을 보여주었으나 착색이 중간정도 이거나 불량한 농가는 이보다 낮은 결과를 보여주었다. 단, 착색이 불량한 농가의 2년차 조사에서 유효인산의 함량이 352 mg/kg으로 높았다. 따라서 유효인산의 함량 역시 과실의 착색도에 영향을 미치는 것으로 추측할 수 있었다.

치환성 양이온으로 칼륨, 칼슘, 그리고 마그네슘 함량을 각 과원별로 측정하여 비교한 결과, 칼슘과 마그네슘의 함량 비교에서는 과실의 착색도와 연관지어 일정한 경향이 발견되지 않았다. 또한 칼륨의 함량 비교는 조사 1년차에는 모든 과원이 유사한 수준의 함량을 보여주었다. 단지 조사 2년차에 이르러 착색이 불량한 농가에서 낮은 칼륨 함량이 발견되었다. 하지만 이러한 결과와 과실의 착색과 관련지어 고찰하는 데는 다소의무리가 따랐다.

<표 2-13>의 결과를 종합하여보면, 토양 내 치환성 양이온 성분의 함량은 과실의 착색에 대하여 커다란 영향을 미치지 못하는 것으로 짐작할 수 있었다. 이러한 경향은 토양 내 유효인산의 함량에서도 유사하게 발견되었다. 다만 토양 내 유기물 함량이 과 실의 착색도에 일정 수준 영향을 미치는 것으로 짐작할 수 있었다. 토양 내 pH 조사에 서는 조사된 모든 과원이 일정한 수준을 보여주어 과실의 착색도와 관련지어 언급하기 어렸다.

'Fuji' 사과원의 관리 형태와 토양조건을 비교한 후, 재식된 사과나무의 관리상태를 비교하여 보았으며 그 결과는 <표 2-14>와 같다.

<표 2-14> 농가별 수체생육 상태

주간직경		수고	수폭	평균신초장	
착색도	(cm)	(cm)	주간	열간	(cm)
~ 착색 상	19.6 a	412 a	384 b	370 b	15.1 a
착색 중	21.4 a	395 a	452 a	425 a	10.5 b
착색 하	21.0 a	440 a	446 a	432 a	17.6 a

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

조사된 3개의 과원 모두에서 수세를 비교한 결과 일정한 주간 직경과 수고를 보여주었다. 즉, 20 cm 내외의 주간 직경과 410 cm 정도의 수고를 보여주었다. 따라서 주간 직경과 수고가 생산된 과실의 착색에는 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되었다. 평균 신초장을 비교한 결과에서는 착색이 우수한 과원과 착색이 불량한 과원이 활발한 신초 신장을 보여주었으나 이러한 결과가 어떻게 과실의 착색 정도에 영향을 미치는지는 알 수 없었다.

반면, 수체의 수폭을 주간과 열간으로 구분하여 측정한 결과, 착색이 우수한 농가가 주간 384 cm, 열간 370 cm로 수폭을 관리하고 있어서 착색이 중간이거나 착색이 불량한 농가가 모두 수폭을 400 cm 이상으로 관리하는 것에 비하여 좁은 결과를 나타내었으며 이 좁은 수폭은 주간과 열간 사이의 환기와 수광을 위하여 유용하게 작용할 것으로 기대되었다.

따라서 수세의 강약 또는 새로이 신장하는 신초의 세력은 생산되는 과실의 착색도에

적응 영향을 미치겠지만 수체의 열간, 주간 수폭은 생산되는 과실의 착색도에 많은 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

착색등급이 상이한 각 농가의 수체로부터 엽을 채취한 후 엽 내 무기물 성분을 분석 하여 보았으며 그 결과는 <표 2-15>와 같다.

<표 2-15> 농가별 엽 내 무기성분 함량

처 리	N	Р	K	Ca	Mg
71 4			%		
착색 상	2.1 a	0.27 a	1.20 a	0.67 a	0.21 a
착색 중	2.0 a	0.19 b	1.14 a	0.74 a	0.25 a
착색 하	2.4 a	0.20 b	1.15 a	0.65 a	0.21 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정

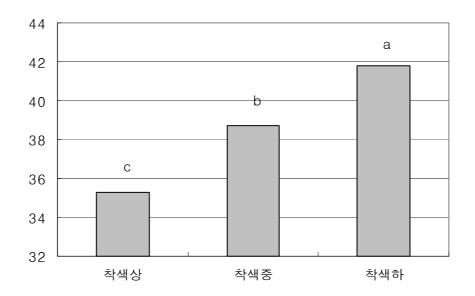
엽 내 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 그리고 마그네슘의 함량을 측정하여 비교한 착색도가 상이한 각 과원 내 수체는 질소, 칼륨, 칼슘, 그리고 마그네슘의 함량에서는 차이를 보이지 않았다. 하지만 인의 함량을 비교한 결과 착색이 우수한 과원의 수체는 0.27%의 함량을 엽 내에 함유하고 있었던 반면 착색이 이보다 불량한 두 과원은 0.20% 이하의 함량만을 보여주었다.

각 무기성분의 수체 내 역할에 대하여 고려할 때, 질소 등은 과피의 착색에 많은 영향을 주지 않겠지만 인은 많은 영향을 줄 것으로 생각된다. 따라서 우수한 착색도를 지닌 과실을 생산하기 위해서는 수체에 대한 적정 양의 인 공급방법을 연구해야 할 것으로 판단되었다(표 2-15).

한편, 착색등급이 다른 각 과원의 수체로부터 엽을 채취한 후 엽 내 엽록소 함량을 비교한 결과는 <그림 2-5>와 같다.

즉, 착색 등급이 우수한 과원의 수체는 엽 내에 35 SPAD 정도의 엽록소를 함유하고 있어 42 SPAD 정도의 엽록소를 함유한 착색 불량 등급의 과원 또는 39 SPAD 정도의 엽록소 함량을 보인 착색 중간 정도의 과원에 비하여 낮은 엽록소 함량을 보였다.

따라서 우수한 착색등급을 가진 과실을 생산하기 위해서는 수체의 관리에서 충분한 양의 인을 공급해아 하며 엽 내 엽록소는 가능한 소비하여야 할 것으로 판단되었다.

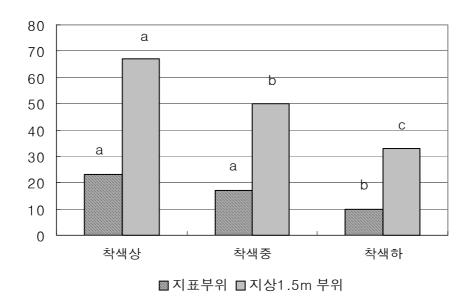


<그림 2-5> 착색도별 엽내 엽록소 함량(SPAD측정치)

더불어, 지표와 수관 내부의 광 투과율과 과실의 착색을 연관지어 고찰하여 보았으며 그 결과는 <그림 2-6>과 같다.

착색이 우수한 과실을 생산한 과원은 외부의 광이 수관을 통과하여 지표에 도달하는 양이 전체의 20% 이상이었으며 수관 내부에서 측정한 광 투과량 역시 거의 70%에 이르러 가장 많은 광 투과량을 보여주었다. 반면 착색이 불량한 과실을 생산하는 과원에서 관리되는 수체는 외부의 광이 수관을 통하여 지표에 도달하는 양이 10% 정도에 불과하였으며 수관 내부로의 광 투과량 역시 30% 정도로 가장 작았다. 착색이 중간정도인 과원의 수체는 상기 두 과원 성적의 중간정도의 수치를 보여주었다.

과실에 도달하는 광량이 과실의 착색을 증진시킨다는 연구결과는 이미 다수의 보고에 의하여 제기되어온 사항이다. 본 연구결과에서도 착색이 우수한 과원에서의 광 투과량이 착색이 우수하지 못한 과원의 광 투과량에 비하여 높음을 알 수 있었다. 물론 우수한 과피 착색이 우수한 과실 품질을 대신할 수는 없다. 하지만 불량한 과실의 착색은 불량한 과실의 품질을 나타내는 경우는 많았다. 따라서 우수한 과실의 착색을 위해서는 수관 내부의 광환경을 개선시킬 필요가 있었다.



<그림 2-6> 착색도별수관부위별 광 투과율(자연광대비)

과실의 품질에 중점을 둘 경우 수량이 저하될 염려가 있으며 반대로 과실의 수량에 중점을 둘 경우 과실의 품질이 저하될 수 있다. 따라서 착색도가 서로 다른 각 과원에 대한 과실의 생산성을 조사하였다(표 2-16).

<표 2-16> 농가별 과실수량

<u></u> 착색도	주당착과수	평균과중	10a당 수량	
식 색도	(개/주)	(g)	(kg/10a)	
착색 상	345 a	285.4 a	4,103 a	
착색 중	301 ab	280.8 a	3,520 ъ	
착색 하	252 b	308.2 a	3,225 b	

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

착색이 우수한 과원은 평균 과중 285.4 g의 과실을 주당 345개 생산하여 단위면적당 4,103 kg의 수량을 기록한 반면 착색이 불량한 과원은 평균과중 308 g의 과실을 주당 252개 생산하여 단위면적당 3,225 kg의 수량을 보였다. 즉, 착색이 우수한 과원은 과원 관리를 효율적으로 실시하여 착색이 우수한 과실을 많이 생산한 반면 착색이 불량한 과원은 과원 관리의 비효율성으로 인하여 착색이 불량한 과실을 적게 생산한 것으로 나타났다.

<표 2-17>은 각 과원에서 생산된 과실에 대한 품질 및 특성을 조사한 결과이다.

<표 2-17> 농가별 과실 품질

 착색도	당 도	산 도	안토시아닌	L/D 비
작색도 	(°Bx)	(%)	(OD 530nm)	(%)
착색 상	14.2 a	0.27 a	16.84 a	0.89 a
착색 중	12.9 a	0.25 a	12.60 b	0.90 a
착색 하	13.8 a	0.25 a	11.07 b	0.89 a

※ 5% 수준에서 유의성 검정

과실의 착색등급이 서로 다른 각 과원에서 생산한 과실에 대한 품질 및 특성차이를 비교한 결과 당도와 산도, 그리고 과형지수(L/D 비)에서는 수치적인 차이도 크지 않았고 통계적으로도 그 차이를 인정할 수 없었다. 반면 안토시아닌 함량을 비교한 결과 과피의 착색이 우수한 농가에서 생산된 과실은 16.84의 높은 함량을 보인 반면 착색이 중간 정도이거나 불량한 과실은 각각 12.60과 11.07의 낮은 함량을 보여주었다. 즉, 착색이 우수할수록 안토시아닌의 함량이 높았고 착색이 불량할수록 안토시아닌의 함량이 낮았다(표 2-17).

# 3. 종합고찰

효율적인 방안으로 과원을 경영하면서 우수한 품질의 과실을 생산하는 재배방법의 확립을 위하여 과원의 시비방법을 달리하여 3년간 시험을 수행하였다. 이와 병행하여 주간과 열간 그리고 수관 내부의 광환경을 개선함으로써 과실의 품질향상을 비교하였다. 한편 상기 조건 외에 과실의 품질에 영향을 미치는 요인을 구명하기 위한 일련의 시험이 진행되었다.

현재 국내에서 시행되고 있는 관행 시비방법을 개선코자 3년간 일체의 시비를 시행하지 않은 과원, 질소질 성분을 제외하고 시비를 시행한 과원, 그리고 각 과원에 대하여 토양 분석을 통하여 요구되는 성분만을 적정량 시비한 과원에 대하여 수체생장과과실 생산성을 비교하였다.

기존 관행적인 시비방법은 토양의 요구량보다 상당량 많은 각 성분을 공급하고 있었다. 또한 3년간 전혀 시비를 실시하지 않은 경우에도 수체생장과 과실생산을 위하여 필요한 각 성분의 요구량이 토양 내에 잔존하였다. 다만 수체의 보다 원활한 생장을 위하여 토양 분석 후 각 성분에 대하여 요구량만큼을 공급하는 시비방법이 보다 적절해 보였다. 이와 별도로, 토양에 다량의 성분을 일시에 공급할 때 각 성분이 토양 내 완충작용에 의하여 수체 내로 이동하는 현상이 추측되었다. 하지만 필요 이상의 함량이 공급될 때 토양 내외부적 조건에 의하여 용탈되는 현상도 추측할 수 있었다. 따라서 수체에 대한 각 성분의 필요량을 공급하는 방법에 대한 연구와 별도로 가장 적정한 시비방법에 대한 연구도 시급한 것으로 판단된다.

각 수체에 대한 광환경 개선을 위하여 다양한 방법이 시도되었다. 가장 강한 정도인 주간, 열간, 수관 내부에 대한 광환경 개선작업은 생산된 과실의 품질을 상당히 개선시 켰지만 수체 생장에서 지나친 위축 현상이 발견되었으며 결실면적에서도 필요 이상의 축소가 관찰되었다. 따라서 과원관리작업에서 수형의 변화가 필요할 때 일시에 획일적 인 작업을 시행하는 것 보다는 수세에 따른 지속적 변화가 보다 바람직하였다.

한편, 수체에 대한 가능한 많은 조건을 검토함으로써 생산되는 과실의 착색에 영향을 미치는 내부 및 외부 조건을 충분히 검토해 보았다.

토양 성분을 분석하여 이를 과실의 착색도와 관련지어 고찰하였지만 인(P) 성분을 제외하고는 특별한 상관관계를 보여주지 않았다. 또한 수세 역시 과실의 착색에는 영향을 미치지 못하였다. 단 수폭이 좁을수록 과실의 착색이 향상되었다.

과실의 착색은 과실의 당 함량과 일정한 상관관계를 갖지 못하였다. 과실의 착색을 향상시키는 작업 또한 과실의 수량을 저하시키지도 않았다. 따라서 착색이 우수한 과실이 우수한 품질의 과실이라고 단정지울 수도 없겠지만 우수한 착색도를 생산하기 위해서 수량을 떨어진다는 기존의 관념도 잘못된 것이었다.

상기 연구 결과를 종합적으로 검토한다면 비교적 효율적인 과원 운영방안으로 고품질의 과실을 높은 수량으로 생산할 수 있을 것으로 기대되며 각 과원 관리자에 의한이에 대한 추가적인 연구가 뒤따라 진행된다면 각 그 효율성은 보다 높아질 것으로 기대된다.

# 제 3 절 'Fuji' 사과 조직 검경 및 anthocyanin, chlorophyll 분석

○ 연구기관: 충주시농업기술센터(협동), 중앙대학교(위탁)

○ 연구 책임자 : 한재희, 박희승

○ 연구기간: 2003년 7월 - 2006년 7월

### 1. 연구의 재료 및 방법

#### 가. 시험장소 및 공시재료

충청북도, 충청남도, 경상북도, 경상남도에 분포되어있는 'Fuji' 사과의 지역적 특성을 조사한 후 "내륙 고지대", "내륙 중간지대", 그리고 "해안 저지대"로 구분하였다.

상기 지역들의 지역적, 기후적 특징을 비교적 대표적으로 재현할 수 있는 지역으로 "내륙 고지대"로서는 전라북도 장수를, "내륙 중간지대"로서는 충청북도 충주를, 그리고 "해안 저지대"로서는 충청남도 당진을 선정하였다. 선정된 지역에 대하여 비교적 과원 경영이 우수한 'Fuji' 사과원에 대하여 본 연구의 조사지역으로 선정하였다.

한편, 'Fuji' 사과의 착색도 판정기준 설정을 위해서는 조사기간 동안 가락동 농산물 시장에서 생산지역과 과실등급을 달리하여 구매한 후 본 시험의 재료로서 공시하였다.

### 나. 처리내용 및 조사항목

1) 'Fuji' 사과 지역별 과실특성 및 anthocyanin, chlorophyll 분석

상기 'Fuji' 사과 성목원에 대하여 과원 입지 기본조건으로 수령과 재식거리를 기록하였으며 외부조건으로는 과원의 해발고도, 토양의 물리성이 측정되었다. 또한 2004년부터 2005년까지의 기상조건이 추가로 조사되었다.

각 과원에 재식된 수체의 엽을 수거한 후 무기물 함량을 비교하였으며 수확된 과실에 대해서는 평균과중, 당도, 산도, 경도를 측정하였다. 이와 더불어 과피 내의 안토시아닌과 엽록소의 함량이 또한 비교되었다. 보다 상세한 비교를 위하여 생산된 과실에 대하여 과육을 광학현미경을 통하여 검경하였다.

#### 2) 'Fuji' 사과 착색도 판정기준 설정

조사가 수행되는 기간동안 국내 각 지역의 농산물 도매시장을 통하여 매년 각 등급별 평균정도에 해당되는 과실을 구입하였다.

구입된 과실은 과중, 종경, 횡경, 과형지수를 측정함으로써 과실품질을, 그리고 당도, 산도, 경도를 측정함으로써 과실특성을 비교하였다. 또한 수집된 모든 과실에 대해서는 과피 내 anthocyanin, 엽록소 함량을 측정하였다.

수집된 과실의 영상분석을 위하여 각각의 사과에 대하여 1024×768 pixel의 크기에서 1.2M pixel 이상의 해상도를 갖춘 디지탈 화면으로 외형의 특징을 수집하였다. 수집된 화면의 빛의 값은 Hunter value (L, a, b)와 RGB value로 각각 구분하여 저장되었다. 또한 분석된 빛의 값은 다시 색의 값(CMYK)으로 환산되어 착색 판정기 제작을 위한 기초 자료로서 제공되었다.

### 나. 처리내용 및 조사항목

상기 수집된 자료는 'Fuji' 사과의 착색 판정기준 설정을 위하여 과실의 외형적 특징과 과피의 색소, 그리고 과실의 내부 요인들에 대하여 상호 상관관계가 분석되었으며 분석 후 상관관계가 존재하는 상호 요인들에 대해서는 다시 회귀분석이 실시되었다.

# 2. 연구결과 및 고찰

### 가. 'Fuji' 사과 지역별 과실특성 및 anthocyanin, chlorophyll 분석

국내 과원 위치는 주로 해안 저지대, 내륙 고지대, 그리고 내륙 중간지대로 대별될 수 있다. 해안 저지대로 충청남도 당진을, 내륙 고지대로 전라북도 장수를, 그리고 내륙 중간지대로 충청북도 충주를 선정하였다. 선정된 과원의 입지조건은 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 'Fuji' 사과 지역별 재배특성

지 역	장 소(성명)	해발	수령	대목	재식거리
해안저지대	당진(한성현)	50	17	M.26/실생	5×3m
내륙고지대	장수(오창명)	400	7	M.26/실생	4×2m
내륙중간지대	충주(김범중)	150	18	M.26/실생	5×3m

해안 저지대에 위치한 충청남도 당진의 'Fuji' 사과원은 해발 50 m의 고도에서 수령 17년의 'Fuji' 사과 성목을 5×3 m의 재식거리로 관리하고 있었다. 내륙 고지대에 위치한 전라북도 장수 'Fuji' 사과 성목원은 해발 400 m의 고도에서 4×2 m의 거리로 재식된 과원이다. 국내 사과원의 내륙 중간지대를 대표하는 충청북도 충주의 'Fuji' 사과 성목원은 해발 150 m의 높이에서 5×3 m의 재식거리로 관리되고 있었다. 세 지역의 과원은 모두 실생뿌리를 갖추고 M.26을 중간대목으로 한 왜성사과였다(표 3-1).

<표 3-2> 'Fuji' 사과 지역별 토양내 무기성분

지 역	장 소(성명)	산도	유기물	인산	치환성	양이온(	me/kg)
		(pH)	(%)	(mg/kg)	칼륨	칼슘	마그네슘
해안저지대	당진(한성현)	7.2 a	2.3 a	677 a	0.76 a	6.2 a	1.6 a
내륙고지대	장수(오창명)	6.8 a	1.9 a	779 a	0.68 a	5.8 a	1.3 a
내륙중간지대	충주(김범중)	6.9 a	2.0 a	708 a	0.73 a	5.0 a	1.5 a

<표 3-2>는 상기 'Fuji' 사과원에 대한 토양 물리성에 대한 분석결과이다.

세 지역 모두 토양 산도가 7.0 pH 내외의 성적을 나타내어 균일한 성적을 보여주었다. 또한 토양 내 유기물 함량과 유효인산의 함량 역시 수치적으로 큰 차이를 보여주지않았으며 통계적으로 볼 때 거의 같은 수준으로 조사되었다. 치환성 양이온의 비교결과 칼륨, 칼슘, 마그네슘 모든 비교에서 통계적인 차이가 발견되지 않았다.

따라서 본 연구를 위하여 선발된 상기 3개 지역 과수원은 동일한 토양조건에서 과원이 운영되고 있다고 생각할 수 있다.

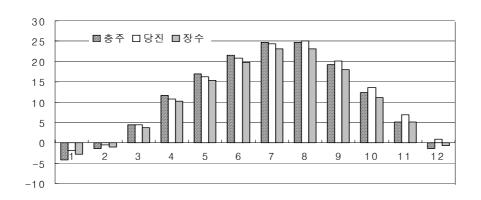
상기 3개 지역이 균일한 토양조건에서 과원이 운영되고 있으므로 본 시험은 각 지역에 대한 기상조건을 2004년과 2005년에 걸쳐 기록한 후 평균치로 비교하였다. 조사된 기상조건은 월별 평균기온, 월별 강수량, 그리고 월별 일조시간이었다.

월별 평균기온을 조사한 결과 3개 지역 모두 1월과 2월에는 평균기온이 0℃ 이하였다. 하지만 12월의 평균기온의 비교에서는 당진지역이 0℃ 이상인 것에 비하여 충주지역과 장수지역은 0℃ 이하였다. 3월부터 11월까지 상기 3개 지역의 평균기온은 모두0℃ 이상이었다. 대체로 3월부터 7월까지의 조사결과에서는 충주지역, 당진지역, 그리고장수지역의 순으로 평균기온이 높았고 8월 이후부터는 당진지역의 평균기온이 가장 높았고 장수지역의 평균기온은 충주지역의 평균기온과 비슷하거나 낮았다. 한편 1월과 2월의 평균기온에서는 충주지역의 평균기온이 가장 낮았고 당진지역의 평균기온이 가장높았다.

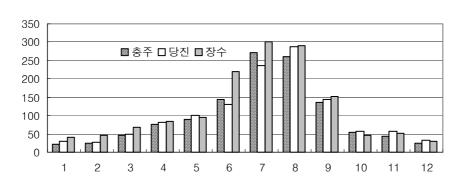
상기 결과를 각 지역별로 살펴보면, 충주지역은 동절기의 낮은 온도, 하절기까지의 높은 온도 그리고 과실 성숙기 동안의 낮은 온도로 규정될 수 있었다. 반면 당진지역은 동절기와 과실 발달기, 그리고 과실 성숙기 모두에서 높은 기온으로 규정될 수 있었고 장수지역은 수체 생장기와 과실 발달기의 낮은 온도로 규정지울 수 있었다.

우리나라의 강수량은 강우량이 대부분을 차지하고 있으나 동절기 강설량도 상당한 부분을 차지하고 있다. 하지만 우리나라 강수량의 대부분은 6월부터 9월까지에 집중되 어 있으며 특히 장수지역은 이 시기에 다른 지역보다 많은 강수량을 보여주었다. 충주 지역과 당진지역은 조사한 달에 따라 차이는 있었으나 장수지역에 비하여 적었다.

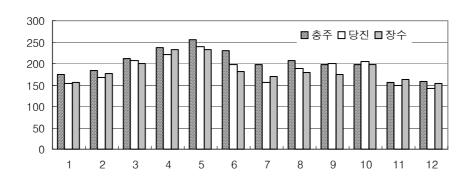
품질이 우수한 과실을 생산하기 위해서는 높은 광 투과율을 요구하고 있다. 하지만 상기 조건을 충족시키기 위해서는 사과원이 위치한 지역의 충분한 일조시간이 선행되 어야만 한다.



평균기온



강수량



일조시수

<그림 3-1> 지역별 기상현황 (2004-2005 년)

1월부터 12월까지 일조시간의 합을 비교한 결과 충주지역의 일조시간이 당진지역과 장수지역의 일조시간에 비하여 높은 것으로 나타났다. 특히 수체 생장기인 4월부터 8월까지는 여타 지역에 비하여 상당히 높은 결과를 나타내었다. 반면 과실 성숙기인 9월과 10월의 일조시간은 당진지역이 가장 높았고 장수지역이 가장 낮았다.

<표 3-1>과 <표 3-2> 그리고 <그림 3-1>의 조건을 검토해본 결과, 각 사과원에 대한 외부 조건에서 해발고도와 기상조건에서는 커다란 차이를 보였지만 토양조건은 비교적 균일한 것으로 나타났다. 따라서 적용하는 재배기술을 일정하게 유지시킨 후 상기 조건별 과실의 품질을 비교하여 보았다.

< 표 3-3>은 각 과원에서 관리되는 'Fuji' 사과 성목의 엽 내 무기성분 함량을 비교한 결과이다. 또한 서울지역의 농산물 시장에서 유통되는 'Fuji' 사과 중 평균적인 과실을 구입하여 대비구로 설정하였다.

<표 3-3> 사과 주산지별 'Fuji' 성목의 엽 내 무기성분 함량

지 역		N	Р	К	Ca	Mg	
	장 소(성명)	%					
해안저지!	귀	당진(한성현)	2.5 a	0.15 b	1.12 a	0.78 a	0.22 a
내륙고지대	내륙고지대 장수(오창명)		2.1 a	0.23 a	1.17 a	0.74 a	0.20 a
내륙중간지	대	충주(김범중)	2.3 a	0.20 a	1.10 a	0.66 a	0.23 a
대 비 구	-	서울(가락동시장)	2.3 a	0.18 ab	1.17 a	0.76 a	0.24 a

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

'Fuji' 성목의 엽 내 무기물 함량을 비교하기 위하여 질소(N), 인(P), 칼륨(K), 칼슘(Ca), 그리고 마그네슘(Mg)의 함량을 측정하였다.

인을 제외하고는 모든 성분에서 각 지역에 따른 차이점이 발견되지 않았다. 단, 인의경우에는 해안 저지대인 당진 지역의 사과원이 가장 낮았으며 장수지역과 충주지역의사과원은 전국 평균보다도 높은 함량을 보여주었다. 하지만 이러한 차이가 한 지역에국한된 것인 또는 해안 저지대의 공통적인 특징인지는 알 수 없었다. 단지 상기 결과를통하여 추측할 수 있었던 것은 장수지역과 충주지역은 여타지역에 비하여 우수한 과피착색등급을 보여줄 수 있을 것으로 기대되었다.

<표 3-4> 'Fuji' 사과 주산지별 과실특성

지 역	장 소(성명)	러그키즈(~)	당도(°Bx)	۸]، ۲. (۵۷)	경도
시 취	장 소(성명)	평균과중(g)	경도( DX)	산도(%)	(kg/5mm∅)
<u>1년차</u>					
해안저지대	당진(한성현)	290.4 b	11.54 b	0.05 a	0.67 a
내륙고지대	장수(오창명)	314.2 b	14.85 a	0.06 a	0.76 a
내륙중간지대	충주(김범중)	364.9 a	13.73 a	0.06 a	0.75 a
대 비 구	서울(가락동시장)	307.0 b	13.53 a	0.05 a	0.60 a
2년차					
해안저지대	당진(한성현)	286.8 a	12.6 b	0.20 a	_
내륙고지대	장수(오창명)	275.8 a	16.4 a	0.31 a	_
내륙중간지대	충주(김범중)	275.7 a	14.2 b	0.25 a	_
대 비 구	서울(가락동시장)	280.8 a	12.9 b	0.25 a	-
<u> 3년차</u>					
해안저지대	당진(한성현)	294.3 a	14.4 b	0.30 b	0.75 a
내륙고지대	장수(오창명)	280.2 a	15.6 a	0.32 a	0.74 a
내륙중간지대	충주(김범중)	280.4 a	14.1 b	0.31 ab	0.72 a

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

상기 조사가 진행되는 동안 각 지역별로 생산된 과실에 대한 특성조사가 진행되었으며 <표 3-4>는 그 비교 결과이다.

조사 1년인 2003년 국내에서 생산된 사과의 평균적인 특징은 평균과중 307.0 g, 13.53 °Bx의 당 함량, 0.05%의 산 함량, 그리고 0.60 kg/5mm Ø의 과육경도로 규정지울수 있었다.

조사지역에서 생산된 과실의 특성을 비교한 결과, 산도와 경도의 비교에서는 통계적으로 유의성이 인정되는 차이가 관찰되지 않았다. 하지만 평균과중의 비교에서는, 전국평균이 307.0 g인데 비하여 충주지역에서 생산된 과실은 364.9 g으로 이보다 높았으며당지지역에서 생산된 과실은 290.4 g으로 낮았다. 당도의 비교결과에서는, 당진지역에서 생산된 과실이 11.54 °Bx로 전국 평균적 과실보다 낮았으며 여타 지역에서는 모두

일정 수준의 당도를 갖춘 과실을 생산하였다.

조사 2년차의 결과를 비교한 결과에서는 평균과중과 산도에서 통계적으로 그 차이가 인정되지 않았다. 단지 2004년에 장수지역에서 생산된 과실의 당 함량이 16.4°Bx로 여타 지역 또는 전국 평균과 비교하여 높은 결과를 보여주었다.

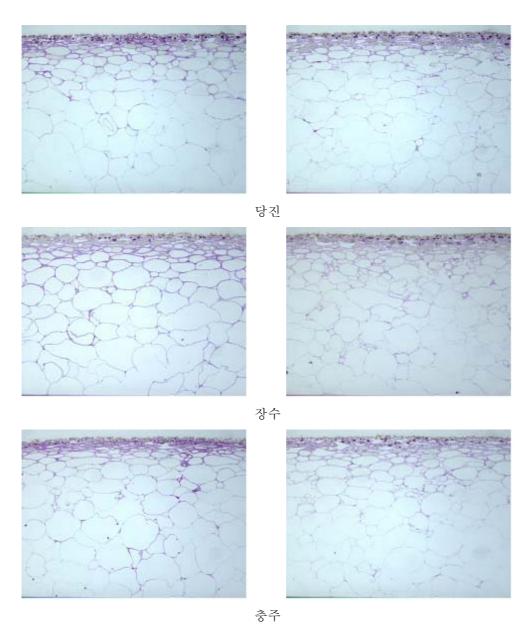
조사 3년차인 2005년의 과실특성조사에서는, 평균과중과 경도에서는 통계적 차이가 발견되지 않았다. 하지만 2004년에 이어 2005년에도 장수지역에서 생산된 과실이 높은 당 함량을 보였다. 산 함량을 비교한 결과에서는 조사 1년차와 2년차에서는 통계적 유의차가 발견되지 않았으나 조사 3년차에 이르러서는 장수지역에서 생산된 과실이 가장높은 산 함량을 보여주었고 당진지역에서 생산된 과실의 산 함량이 가장 낮은 결과를보여주었다.

수확된 과실의 특성조사가 실시된 3년간 결과를 종합하면, 지역에 따라 또는 조사가이루어진 해에 따라 각 특성별 차이가 발견되었지만 일정한 경향은 발견되지 않았다.하지만 꾸준히 발견되는 경향으로 해안 저지대에 해당되는 충남 당진지역의 과원에서 생산된 과실이 여타 지역의 과실에 비하여 다소의 품질저하가 발견되었다.

상기 차이가 특정과원에 국한된 문제인지 또는 상기 전체 과원에 관한 문제인지는 본 연구에서 증명되지 못하였다. 또한 상기 차이가 재배적 방법에 의한 차이인지 또는 앞서 열거한 과원의 해발고도와 기상조건의 차이에서 기인된 결과인지 또한 증명되지 못하였다. 하지만 상기 결과에 앞서 열거한 모든 조건이 일정부분 한 요인으로서 작용 했음은 인정할만한 사실이었다(표 3-4).

< 표 3-4>의 결과를 보다 구체적으로 검정하기 위하여 각 지역에서 생산된 과실에 대하여 광학현미경을 이용하여 그 차이점을 관찰하였으며 그 결과는 <그림 3-2>에서 보는 바와 같다.

사진의 왼쪽이 2004년에 수확한 과실에 대한 검경 결과이고 사진의 오른쪽은 2005년에 수확한 과실에 대한 검경 결과이다. <표 3-4>에서 보는 바와 같이 당진지역은 2005년에 수확한 과실의 당도가 2004년에 수확한 과실의 당도에 비하여 높았다. 그 외의 지역은 2004년과 2005년간의 생산물 차이에서 뚜렷한 차이는 발견되지 않았다. 상기결과를 염두에 두고 <그림 3-2>를 살펴보면 장수지역과 충주지역은 2004년과 2005년에 수확한 과실의 과육세포에서 크기의 차이가 나타나지 않았다. 하지만 당진지역에서 수확된 과실을 살펴보면 2004년에 수확된 과실의 과육세포가 2005년에 수확된 과실의 과육세포보다 컸다.



<그림 3-2> 지역별 수확과실 조직 검경 (좌: 2004년 수확과실, 우: 2005년 수확과실)

상기 검경결과를 기초로 하여 과실 특성조사 결과를 살펴보면 'Fuji' 사과의 과육내당 함량은 과육 내 세포밀도와 일정한 관련이 있을 것으로 기대되었다.

각각의 지역에 대한 과육세포 검경결과를 비교해 보면, 당진지역에서 생산된 'Fuji' 사과의 과육세포가 가장 컸으며 장수지역에서 생산된 'Fuji' 사과의 과육세포가 가장 작았음을 알 수 있었다. 그리고 이러한 경향은 2005년보다 2004년에 더욱 심하였다.

따라서 앞서 언급한 각 지역의 기상조건(그림 3-1), 수확된 과실의 특성조사(표 3-4) 결과를 인지한 후 <그림 3-2>의 결과를 살펴보았다.

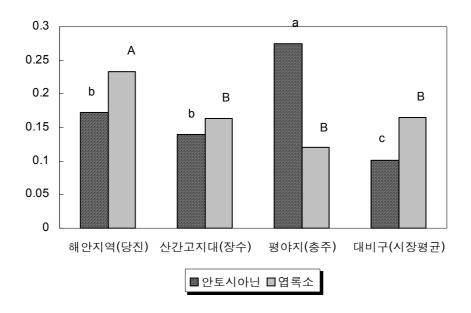
당진 지역은 과육세포의 세포분열 및 초기 비대기의 온도는 낮았다. 반면 과육 세포의 후기 비대기에 이르러서는 평균 기온이 높았고 강수량도 많았다. 또한 과육세포 발달기간동안 충분한 일사량을 받지 못한 것으로 나타났다. 따라서 상기 원인으로 과육세포가 충분히 분열하기 못하고 후기에 이르러 고온으로 인하여 과육 세포의 휴면이 원활히 이루어지지 않았으므로 과육세포의 이상비대가 진행되었으며 그 결과 과육 내의낮은 당 함량이 관찰되었던 것으로 판단되었다.

한편 장수의 경우에는 전반적으로 낮은 평균온도와 비교적 짧은 일조시간을 가지고 있었다. 더불어 과실의 수확기에 강우량이 증가하여 수확과실의 품질 유지에 상당한 난점이 예상되었다. 단지 과실 성숙기에 평균온도가 낮아 과실 성숙을 위한 과실의 야간 휴면이 성실히 진행되었을 것으로 판단되며 그 결과는 과육의 세포가 당진지역보다 작아 높은 세포밀도를 가지고 있는 것으로 추론이 가능하였다.

충북 충주지역은 전기 두 지역에 비하여 사과재배를 위한 기상조건이 양호한 편이었다. 그 결과 과실의 품질도 우수하였고 과육세포를 검경한 결과에서도 적절한 크기의 과육이 알맞은 밀도로 존재하는 것이 관찰되었다(그림 3-2).

앞서 언급한 바에 따르면 지역별 과실 품질의 차이가 한 개인에 국한 된 것일지라도 과수원을 구성하고 있는 외적, 내적 조건이 일정부분 작용하였음을 부인할 수는 없다고 하였다. 지금까지 표와 그림을 통해 각 지역별 생산된 과실에서 발생한 품질의 차이가 외적 요인에 의한 차이인지 또는 재배적 요인에 의한 차이인지에 대하여 살펴보았다. 그 결과, 비록 그 정도는 어느 정도인지 알 수 없으나 각 과원이 위치한 지역의 외부의 조건이 수체의 생장과 생산된 과실의 품질에 영향을 미쳤음을 짐작할 수 있었다.

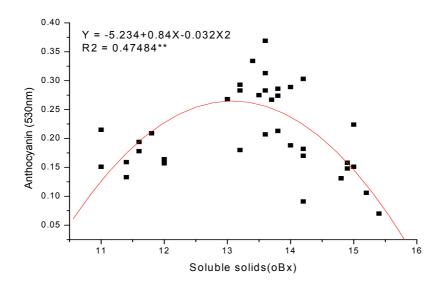
<그림 3-3>은 각 지역에서 생산된 'Fuji' 사과에 대하여 과육 내 anthocyanin과 chlorophyll 함량을 비교한 결과이다.



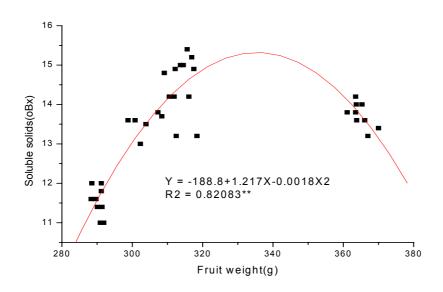
<그림 3-3> 'Fuji' 사과 산지별 anthocyanin, chlorophyll 함량

Anthocyanin 함량을 비교한 결과, 충주지역에서 생산된 과실이 가장 높은 함량을 보여준 반면 당진지역과 장수지역에서 생산된 과실은 전기 보다 낮은 함량을 보여주었다. 하지만 이 세 지역 모두 전국 평균보다는 높은 결과를 보여주었다. Anthocyanin 생성은 과실 성숙기에 충분한 일사량과 주야간의 변온차에 의하여 함량이 변화한다. 해안 저지대인 당진은 과실 성숙기에 지속적으로 평균 온도가 높았으며 주야간의 변온차이도 크지 않았던 것으로 나타났다(자료 미제시). 또한 산간 고지대인 장수지역은 과실 성숙기에 평균 기온이 낮고 또한 주야간의 변온차이도 커 anthocyanin 생성에 비교적 유리한 조건이었다. 하지만 일사량 자체가 부족하여 anthocyanin 함량이 부족한 것으로 판단되었다. 이에 비하여 충주지역은 전기 두 지역보다 과실 성숙기의 온도도 적당하였고 일사량 또한 충분하였다. 또한 과실 성숙기의 주야간 변온차이도 컸던 것으로 나타나났다. 전기의 조건이 복합적으로 작용하여 충주지역에서 생산된 과실의 anthocyanin 함량이 앞서 두 지역보다 높았던 것으로 판단되었다(그림 3-3).

앞서 기술한 모든 조건과 과실 품질간의 상관관계를 알아보고자 다양한 조합의 상관 관계를 조사하였다. 하지만 anthocyanin과 당 함량 그리고 당 함량과 평균 과중에서만 특정한 상관관계가 관찰되었다(그림 3-4, 3-5).



<그림 3-4> 'Fuji' 사과 과실의 당도와 anthocyanin 함량간의 상관 및 회귀



<그림 3-5> 'Fuji' 사과 과실의 과중과 당도간의 상관 및 회귀

<그림 3-4>와 <그림 3-5>에서 나타난 바와 같이 과육 내 당 함량과 과피 내 anthocyanin 함량, 그리고 과중과 과육 내 당 함량 간에는 일정한 상관관계가 존재하였으며 상세한 내용은 아래와 같다.

과육 내 당 함량과 과피의 anthocyanin 함량 간에는 2차 상관이 존재하였으며 유의성은 상당히 높았다. 즉, 일정 수준까지는 과육 내 당 함량이 증가할수록 anthocyanin 함량이 증가하였다. 하지만 일정 수준 이상에서는 오히려 당 함량이 증가함에 따라 anthocyanin 함량은 감소하였다.

마찬가지로 과중과 과육 내 당 함량 간에도 역시 2차 상관이 존재하였다. 즉, 전기와 같은 경향으로 일정수준까지는 과중이 증가함에 따라 과육 내 당 함량이 증가하였다. 하지만 일정 수준 이상에서는 과중이 증가하여도 과육 내 당 함량은 증가하지 않고 오히려 감소하였다.

상기 분석을 실시한 이유는 과실의 숙기판정을 위한 다양한 요인을 발견하고자 함이 었다. 하지만 과실의 외형적 요인만을 단순히 관찰하는 것은 과실의 내부 정보를 얻어 내는데 충분한 자료를 제공하지 않았다. 따라서 본 연구는 과실의 외형을 보다 상세한 방법으로 분석을 시도하였으며 그 상세한 내용은 다음에 서술하였다.

### 나. 'Fuji' 사과 착색도 판정기준 설정

본 연구를 시작한 2003년부터 2005년까지 매년 사과 주산지의 농산물 도매시장을 통하여 'Fuji' 사과를 등급별로 수집하였다. 수집된 과실은 과실의 외적 특징과 내부 품질이 측정되었고 과피 내부 anthocyanin 함량과 chlorophyll 함량이 추가로 측정되었다. 모든 수집된 자료는 각 요인 간의 상관관계 존재 여부를 분석 받았으며 분석된 자료를 'Fuji' 사과 과실의 착색도 및 숙기 판정 기준 설정을 위하여 수집되었다.

<표 3-5>는 2003년, 2004년, 2005년에 수확된 과실을 등급별로 수집한 후 각 등급에 해당하는 과실의 외형적 특징과 내부 품질을 측정 비교한 결과이다.

<표 3-5> 'Fuji' 사과 과실의 등급별 품질 비교

======================================	과중	종경	횡경	기천기스	당도	산도	경도
등급	(g)	(mm)	(mm)	과형지수	(Bx°)	(%)	(N)
1년차							
1 등급	314 a	77.3 a	90.3 b	0.86 a	13.8 a	0.25 a	119 a
2 등급	304 b	77.0 a	91.4 a	0.85 a	13.7 a	0.26 a	122 a
3 등급	309 ъ	77.0 a	91.3 a	0.84 a	13.9 a	0.26 a	118 a
<u> 2년차</u>							
1 등급	311 a	75.2 a	88.0 a	0.86 a	14.5 a	0.30 a	161 a
2 등급	309 a	73.5 a	87.7 a	0.84 a	13.7 ab	0.27 ab	165 a
3 등급	305 b	75.0 a	88.5 a	0.85 a	13.2 b	0.24 b	142 b
<u>3년차</u>							
1 등급	278 a	72.7 b	84.8 b	0.86 a	14.7 a	0.28 a	136 a
2 등급	328 a	74.8 ab	87.2 a	0.86 a	14.2 ab	0.25 ab	129 a
3 등급	292 a	76.8 a	86.0 ab	0.89 a	13.8 bc	0.22 b	90 b
4 등급	301 a	76.6 a	86.7 a	0.88 a	13.0 с	0.24 b	120 ab

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

2003년에 수확한 과실에 대하여 1등급, 2등급, 3등급으로 구분하여 수집한 수 등급에 따른 과실의 품질과 특성을 조사한 결과, 과실의 크기를 나타내는 종경과 횡경 그리고 과형지수는 과실의 등급 설정에 거의 영향을 미치니 못하였다. 또한 과육 내 당 함량과 산도, 그리고 과육의 경도를 비교한 결과 모든 등급에서 차이를 나타내지 않아 이 역시 과실의 등급 결정에 영향을 주는 요인이 되지 못하였다. 단지 1등급 과실은 314 g의 평균과중을 보인 반면 2등급과 3등급 과실은 이보다 적은 평균과중을 보여주어 2003년 수확한 과실에 대한 등급결정에 과중이 중요한 요인으로 작용했을 것으로 판단되었다.

2004년에 수확한 과실에 대하여도 마찬가지로 등급별로 구분하였으며 각 등급별로 품질과 특성을 비교하여 보았다.

2003년에 수확한 과실의 등급 평가에서 과실의 특성이 등급결정에 거의 영향을 주지 않았던 것에 비하여 2004년에 수확한 과실의 등급 평가에서는 과실 특성이 등급 평가에 상당부분 작용한 것으로 짐작할 수 있었다. 즉, 1등급 과실은 높은 당 함량과 높은 산도 그리고 높은 경도를 보인 반면 3등급 과실은 낮은 수치의 과실 특성을 나타냈다. 또한 평균과중을 측정한 결과에서도 2003년의 비교결과와 마찬가지로 1등급 과실은 311 g의 결과를 보여주어 가장 무거운 결과를 보인 반면 3등급 과실은 305 g의 과중을 보여 가장 낮은 결과를 나타내었다.

2005년에 수확한 과실에 대해서도 마찬가지 방법으로 과실의 등급을 구분한 후 각등급에 해당하는 과실을 수집하여 품질과 특성조사를 마쳤다. 2003년과 2004년의 조사결과와는 다소 상이한 결과로 평균과중을 포함하여 과실의 크기는 과실의 등급 결정에 영향을 주는 요인으로 전혀 작용하지 못한 것으로 나타났다. 즉, 1등급 과실이 278 g으로 가장 낮은 평균 과중을 보인 반면 4등급 과실은 301 g의 평균과중을 보여주어 가장높은 결과를 나타내었다. 종경과 횡경의 측정결과에서도 과중의 측정결과와 마찬가지의 경향이 관찰되었다. 반면 2005년에 수확된 과실의 품질 결정은 주로 과실 특성에 의한 것으로 나타났다. 즉, 높은 등급의 과실은 높은 당 함량, 산 함량, 그리고 과육의 경도를 보인 반면 낮은 등급의 과실은 각각에 대한 낮은 결과를 보여주었다.

본 조사를 시행한 2003년의 경우에는 과실 등급의 설정기준은 오직 평균과중이었다. 하지만 2004년에 이르러서는 평균과중과 과실특성이 복합적으로 작용하여 과실 등급이 결정되는 것으로 나타났다. 특히 2005년의 과실 등급 결정은 과중에 의하여 이루어지기 보다는 오히려 주로 과실 특성에 의하여 이루어졌다. 상기와 같은 현상이 발생하게 된 원인으로는 외국 농산물의 수입 다변화에 따라 품질이 낮은 외국 농산물에 대항하기

위하여 다수확보다는 고품질의 과실을 생산하는 농가가 증가한 것과 더불어 국내 유통 업의 구조가 재래시장에서 현대적 시설을 갖춘 대형 할인점의 등장 등을 들 수 있다. 따라서 소비자의 기호변화에 적응하기 위하여 보다 세밀한 과실의 등급 결정 수단이 필요하게 되었다(표 3-5).

<표 3-6>은 과피 내 anthocyanin과 chlorophyll 함량을 측정 비교함으로써 과피의 착색정도와 과실의 등급간의 상호 관계를 살펴본 결과이다.

<표 3-6> 'Fuji' 사과 과실의 등급별 품질 비교

등급	Anthocyanin Chlor $(\mu g \cdot cm^{-2})$ $(\mu g$		Chlorophyll b $(\mu g \cdot cm^{-2})$	Total chlorophyll $(\mu g \cdot cm^{-2})$
<u>1년차</u>				
1 등급	13.011 a	0.092 b	0.067 a	0.159 a
2 등급	14.511 a	0.092 b	0.054 a	0.146 a
3 등급	9.702 b	0.106 a	0.063 a	0.169 a
<u> 2년차</u>				
1 등급	14.382 a	0.147 b	0.119 a	0.241 b
2 등급	11.370 b	0.176 b	0.335 b	0.461 a
3 등급	7.462 c	0.314 a	0.158 a	0.429 a
3년차				
1 등급	11.554 a	0.457 a	0.234 a	0.223 a
2 등급	11.482 a	0.385 a	0.301 a	0.083 Ъ
3 등급	8.578 a	0.393 a	0.252 a	0.141 ab
4 등급	10.072 a	0.417 a	0.249 a	0.170 ab

<sup>※ 5%</sup> 수준에서 유의성 검정

본 조사를 시행한 후 1년차인 2003년과 2년차에 해당하는 2004년의 분석결과를 살펴 본 결과 anthocyanin 함량은 과실의 품질 등급이 높아짐에 따라 상승하였다. 반면 chlorophyll 함량은 과실의 품질 등급이 높아짐에 따라 저하되었다. 이러한 경향은 조사 2년차인 2004년에도 유사하게 나타났다.

반면 2005년에 수확한 과실에 대하여 anthocyanin과 chlorophyll 함량의 차이는 과실의 등급 결정에 거의 영향을 미치지 못하였다. 뿐만 아니라 total chlorophyll 함량 비교에서는 기존의 측정결과와 상반된 결과를 보여주었다(표 3-6).

최근까지 과실의 등급 결정은 주로 평균과중에 의하여 단순하게 이루어져 왔다. 하지만 최근 소비자의 기호가 수량에서 품질로 이동함에 따라 과실의 내부 품질에 의한 과실 등급 결정이 주종을 이루게 되었다. 단, 과실의 품질은 주로 과실에 대한 파괴가 전제되어야 하지만 간접적인 측정방법으로 과피의 착색을 하나의 결정 요인으로 삼아왔다. 그리고 과피의 착색을 결정하는 요인으로는 과피 내 anthocyanin과 chlorophyll의함량 차이가 주요 결정인자라고 여겨져 왔다.

하지만 최근 들어 과피의 강제 착색방법이 보급되면서 과피 착색도를 기준으로 과실의 품질을 결정하는 방법에 대한 신뢰도가 저하되기에 이르렀다. 따라서 과실 내부의품질을 보다 정확하게 측정하기 위해서는 단순히 과피의 착색도만을 관찰하는 것이 아니라 더 구체적인 방법의 모색이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 과실의 외적 특징과 과실의 내부 품질, 그리고 과피 착색정도에 대한다양한 자료를 수집한 후 각 요인들 간의 다양한 상관관계가 분석되었다. 상기 분석과병행하여 과피 착색 정도를 디지털로 수치화 하여 영상분석을 시도하여 보았으며 그결과는 아래와 같다.

<표 3-7>은 과실의 내부 품질에 대한 과피 내의 anthocyanin과 chlorophyll의 함량에 의한 상관관계를 분석한 결과이다.

우선 당도에 영향을 미치는 요인의 존재 유무에 대한 분석결과, 산도와 경도는 당도와 일체의 상관관계를 가지고 있지 않음이 분석결과 나타났다. 또한 과피 내의 anthocyanin 함량은 물론 chlorophyll의 함량과도 전혀 상관관계가 없었다. 산도는 경도와 고도로 유의한 정의 상관관계를 가지고 있었으나 anthocyanin 함량과는 부의 상관관계를 가지고 있었다. Chlorophyll 함량과는 대체로 고도로 유의한 정의 상관관계를 보이고 있었다. 과육의 경도는 과피 내 anthocyanin 함량과는 부의 상관관계를 고도로유의한 수준에서 보여준 반면 chlorophyll 함량과는 고도로 유의한 수준에서 정의 상관관계를 보여주고 있었다. Total chlorophyll 함량은 chlorophyll a 그리고 chlorophyll b모두와 고도로 유의한 정의 상관관계를 보여준 반면 chlorophyll a와 chlorophyll b는 서로에게 아무런 상관관계도 가지고 있지 않았다.

<표 3-7> 'Fuji' 사과 과실특성과 과피 내 색소간의 상관관계

	당도	산도	경도	안토시아닌	엽록소 a	엽록소 b	총엽록소
	(°Bx)	(%)	(N)	$(\mu g \cdot cm^{-2})$			
당도 (°Bx)	-						
산도 (%)	0.1618 NS	-					
경도 (N)	0.2706 NS	0.5506 **	-				
안토시아닌 (μg·cm <sup>-2</sup> )		-0.3693 *	-0.7434 **	-			
엽록소 a ( $\mu g \cdot cm^{-2}$ )	0.2308 NS	0.5126 **	0.5736 **	-0.6162 **	-		
엽록소 b (µg·cm <sup>-2</sup> )	0.5202 NS	0.0083 NS	0.3035 NS	0.1719 NS	0.0248 NS	-	
총엽록소 (μg·cm <sup>-2</sup> )	0.4592 NS	0.4401	0.6412	-0.7307 *	0.8629	0.5267 **	-

상기 결과를 개략적으로 살펴보면 과실의 성숙이 진행됨에 따라 과피 내부에서는 anthocyanin 함량은 증가하는 반면 chlorophyll 함량은 감소하는 것으로 볼 수 있다. 반면 과육 내부에서는 과실의 성숙이 진행됨에 따라 과육의 산도와 경도가 감소하는 것을 짐작할 수 있었다. 하지만 과실의 성숙 진행정도와 과육 내 당 함량의 변화 간의 관계에서는 어떠한 상관관계도 찾을 수 없었다(표 3-7).

과실 내부 특성에 대하여 단순히 과피 내 색소 함량을 분석하는 것으로는 상호간의 어떠한 상관관계도 찾을 수 없었다. 따라서 본 연구에서는 과피의 외부적 색상 발현을 디지털 카메라를 이용하여 1024×768 pixel의 크기에서 1.2 Mega-pixel 이상 해상도로 수집한 후 Image Pro-plus software를 library로 하여 Excel program과 관련된 호환 program을 자작한 이후 빛의 발현을 분석하였다(표 3-8, 3-9).

자연계에서 발현되는 색상에 대하여 computer를 이용하여 수치화하는 과정은 크게 3 가지로 구분할 수 있다. BMP 방식은 자연에 존재하는 모든 색을 총 256가지로 구분한 이후 monitor로 옮겨진 영상에 대하여 해상도를 설정한 후 각 pixel에 대하여 각 수치 를 설정하여 색상을 표현하는 방식으로 색상 분석의 처리속도가 늦으며 모든 색을 단 256가지로 표현함에 따라 보다 정밀한 색상 표현에는 한계가 있다. 상기 부족한 점을 보완하기 위하여 Hunter value가 고안되었다. Hunter value는 자연계의 모든 색상을 3 가지 빛의 값으로 표현하는 방식으로 밝기(Lightness), 녹색과 적색의 배합 비율(a), 청 색과 황색의 배합 비율(b)로 나타낸다. 각 값은 0부터 255까지 변화하면서 빛의 3원색 에 대한 배합비율을 표현함으로써 표현이 간단하고 처리속도 또한 빠르다. 단지 상기 방법은 표현이 간단한 대신 색상의 표현에 있어 자연계의 색상을 왜곡하는 경우가 종 종 발생하였다. 앞서 기술한 두 가지 방법에 대한 단점을 보안한 방법으로 RGB 방식 이 등장하였다. 자연계에 존재하는 모든 색상을 빛의 3원색인 Red, Green, Blue를 통하 여 표현하되 각각의 색상의 정도를 0부터 256까지 세분하여 표현하는 방식이다. 앞서 언급한 두 가지 방법보다 색의 왜곡률이 훨씬 적은 장점이 있으나 computer에 의해 처 리할 때 처리 능력이 높은 장비를 사용해야 하는 제한 요인이 있다. 하지만 근래 computer 기술의 발달로 인하여 상기 제한 요인은 해결된 것으로 볼 수 있다.

본 시험에서는 수집된 과실의 영상을 Hunter value에 의한 방식과 RGB에 의한 방식 두 가지를 사용하여 보았으며 <표 3-8>은 Hunter value에 대한 과피 내 anthocyanin 과 chlorophyll 함량의 상관관계를 분석한 결과이다.

Lightness는 anthocyanin과 정의 상관관계를 보여준 반면 total chlorophyll 함량과는 부의 상관관계를 보여주었다. 두 상관관계 모두 고도로 유의하였다. "a" 값은 과피 내 anthocyanin 또는 chlorophyll과 어떠한 상관관계도 보여주지 못하였다. 반면 "b" 값은 과피 내 total chlorophyll 함량과 고도로 유의한 정의 상관관계를 보여주었다.

상기 결과를 각 수치가 갖는 의미와 연관지어 생각하여보면 과피의 색상이 밝을수록 과피 내 anthocyanin 함량이 많음을 알 수 있었고 이는 과실의 성숙이 진행되었음을 또한 말해주는 것이다. "L" 값이 chlorophyll 함량과 부의 상관관계를 갖는 것도 같은 의미로 해석할 수 있었다. 반면 "b" 값이 total chlorophyll과 갖는 상관관계에 대해서는 일관성 있는 해석이 힘들었다.

일반적으로 사과의 숙기 판정을 위하여 Hunter value를 사용할 때는 "a" 값을 위주로 해석하여 왔다. 하지만 본 시험 결과 "a" 값은 과실의 숙기와 관련지어 비교적 적은

또는 거의 상관을 갖지 않는 것으로 나타났다(표 3-8).

<표 3-8> Hunter value에 의한 'Fuji' 사과 과피 착색과 색소간의 상관관계

	L	a	b	안토시아닌 (μg·cm <sup>-2</sup> )		엽록소 b (µg·cm <sup>-2</sup> )	총엽록소 (µg·cm <sup>-2</sup> )
L	-						
a	-0.4535 *	-					
b	-0.0734 NS	-0.2481 NS	-				
안토시아닌 (μg·cm <sup>-2</sup> )		-0.3456 NS	0.0871 NS	-			
엽록소 a (μg·cm <sup>-2</sup> )	-0.6887 **	0.3466 NS	0.2777 NS	-0.6162 **	_		
엽록소 b (µg·cm <sup>-2</sup> )	-0.0861 NS	-0.1935 NS	0.5057 **	0.1720 NS	0.0248 NS	_	
총엽록소 (μg·cm <sup>-2</sup> )	-0.6291 **	0.1969 NS	0.4918	-0.4370 *	0.8629	0.5267 **	-

본 실험에서 과실의 색상을 분석하는데 Hunter value보다 개선된 방식으로 선택한 RGB 방식에 대한 내 anthocyanin 함량과 chlorophyll 함량 간의 상관관계가 분석되었으며 그 결과는 <표 3-9>와 같다.

"R" 값은 과피 내 anthocyanin 함량과 정의 상관관계를 가지고 있었으며 고도로 유의하였다. 또한 chlorophyll 함량과는 부의 상관관계를 가지고 있었으며 이 또한 고도로 유의하였다. "G" 값과 "B" 값은 chlorophyll 함량과 고도로 유의한 부의 상관관계를 보여주고 있었다. 다만 "G" 값과 "B" 값이 anthocyanin 함량과 고도로 유의성을 가진 정의 상관관계를 보여주는 것에 대해서는 추가로 상세한 고찰이 필요하였다.

<표 3-9> RGB value에 의한 'Fuji' 사과 과피 착색과 색소간의 상관관계

	R	G	В	안토시아닌		엽록소 b	
		<u> </u>		$(\mu g \cdot cm^{-2})$			
R							
G	0.7794 **	-					
В	0.8467 **	0.9121 **	-				
안토시아닌	0.6347	0.5547	0.7309				
$(\mu g \cdot cm^{-2})$	**	**	**	_			
엽록소 a (µg·cm <sup>-2</sup> )	-0.4155 *	-0.6050 **	-0.6659 **	-0.6162 **	-		
엽록소 b	-0.2409	-0.2951	-0.2455	0.1720	0.0248	_	
$(\mu g \cdot cm^{-2})$	NS	NS	NS	NS	NS		
총엽록소	-0.4751	-0.6636	-0.6903	-0.4370	0.8629	0.5267	_
$(\mu g \cdot cm^{-2})$	**	**	**	*	**	**	

상기 상관관계의 분석결과를 각 수치가 갖는 색상 표현과 관련지어 생각하여 보면 과피 상에서 적색 발현이 강하게 되면 anthocyanin의 함량은 높은 반면 chlorophyll의 함량은 낮은 것으로 해석될 수 있다. 반대로 과피 상의 녹색과 청색의 발현이 높은 것은 과피 내 chlorophyll 함량이 낮은 것으로 해석될 수 있었다. 앞서 언급한 바와 같이 녹색과 청색의 발현정도가 높음에도 불구하고 anthocyanin과 정의 상관관계가 분석된 것은 분석과정의 오류가 발생된 것인지 또는 실제로 육안으로는 인지하지 못하고 있으나 상기 현상이 자연스런 발현 현상인지에 대한 보다 상세한 연구가 필요하였다.

<표 3-8>과 <표 3-9>를 통하여 과피 내부 anthocyanin과 chlorophyll 함량에 대한 추정에는 Hunter value 보다는 RGB 방식에 의한 방법이 보다 신뢰성이 높은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 과육 내부의 당도, 산도, 그리고 경도의 추정에 RGB 방식을 적용하기로 하였으며 그 분석결과는 <표 3-10>과 같다.

<표 3-10> RGB value에 의한 'Fuji' 사과 과피 착색과 과실품질간의 상관관계

	당도	산도	경도	R	G	В
	(°Bx)	(%)	(N)	K	G	D
당도						
(°Bx)	_					
산도	0.1618					
(%)	NS	_				
경도	0.2706	0.5506				
(N)	NS	**	_			
R	-0.1693	-0.4966	-0.6537			
n l	NS	**	**	_		
G	-0.4116	-0.6679	-0.7341	0.7794		
G	*	**	**	**		
D	-0.3575	-0.6276	-0.8023	0.8467	0.9121	
В	NS	**	**	**	**	_

상기 조건으로 각 색상 발현 수치와 과실 특성간의 상관관계를 분석한 결과 과육 내당 함량은 "R" 값과 "B"값에 대하여 일체의 상관관계를 보이지 않았으며 "G" 값에 대해서도 낮은 수준의 유의성을 보여주었다. 반면 산도와 경도는 "R", "G", "B" 값 모두와 고도로 유의한 부의 상관관계를 보여주었다.

위와 같은 결과는 과육의 당도는 과피 상의 녹색 발현과 부의 상관을 갖지만 산도와 경도는 과피 상에서 어떠한 색이든지 발현정도가 강할수록 저하되는 것으로 해석될 수 있었다. 하지만 이러한 해석은 과실의 성숙과정을 고려할 때 일정한 경향을 가지는 것으로 간주될 수 없었다. 따라서 상기 해석상의 오류를 보완할 또 다른 요인의 도입이 요구되었다.

<표 3-11> 과실 절단면 지수 도입에 의한 과실품질 추정의 정밀도 향상

관측치		시키게스	원기비기기 1	
독립변수(X)	종속변수(Y)	산관계수	회귀방정식	
경와부 형상지수 (SCS index)	당도 (Bx°)	0.8861 **		
	산도 (%)	$0.0123^{\rm NS}$		
	경도 (N)	$0.0532^{\rm NS}$		
	안토시아닌 (μg·cm <sup>-2</sup> )	$0.1234^{\rm NS}$		
	엽록소 a ( $\mu g \cdot cm^{-2}$ )	$0.1477^{\rm NS}$		
	엽록소 b (µg·cm <sup>-2</sup> )	0.4148 *		
	총엽록소 (μg·cm <sup>-2</sup> )	$0.3353^{\rm NS}$		
당도 (Bx°)	R × SCS index	0.9798 **	Y = 9.7108 + 0.027x	
	G × SCS index	$0.1611^{-NS}$	Y = 12.6999 + 0.010x	
	B × SCS index	-0.0022 NS	Y = 13.6213 - 0.0001x	
산도 (%)	R × SCS index	-0.3811 *	Y = 4.6352 - 0.011x	
	G × SCS index	-0.6830 **	Y = 5.3294 - 0.025x	
	B × SCS index	-0.6710 **	Y = 4.4901 - 0.021x	
경도 (N)	R × SCS index	-0.4329 *	Y = 184.720 - 0.432x	
	G × SCS index	-0.6822 **	Y = 197.185 - 0.636x	
	B × SCS index	-0.7842 **	Y = 181.671 - 0.620x	

사과는 인과류에 속하는 과실로서 종자의 형성은 5개의 심방을 가지고 있으며 각각의 심방은 2개씩의 심실로 구성되어 있다. 또한 과육의 발달은 각각의 심방으로부터 동심원을 그리면서 발달한다. 따라서 각 심방 내부 종자가 충실히 발달된 과실일 경우 과실을 경와부에서 보면 충실한 5각형을 구성하고 있어야만 한다. 따라서 이를 수치화하여 경와부의 형태가 충실한 5각형을 구성할 경우 1.0, 한쪽 모서리의 발달이 불량할 경우와 보다 더 불량할 경우로 구분하여 0.1씩 감하여 이를 경와부 형상지수라 하였다. 상기 서술 내용의 설명은 <그림 3-6>과 같다.

경와부 형상을 지수화 하여 이를 과실의 내부 특성과의 상관을 분석함과 동시에 RGB 값과 과실의 내부 특성과의 상관을 분석할 때 이 경와부 형상지수를 감안하여 분석할 경우 그 신뢰도가 제고될 것으로 기대되며 그 결과는 <표 3-11>과 같다.

우선 경와부 형상 지수 자체는 과육 내의 당 함량과 고도로 유의한 정의 상관관계를 가지고 있었다. 즉, 경와부 형상이 5각형에 가까울수록 과육의 당 함량은 높게 측정되었다. 경와부 형상 지수가 과실 내 종자의 충실도와 관련이 있음을 생각할 때 종자의 충실한 발달이 과육의 높은 당 함량과 관련이 있음은 당연한 결과라고 할 수 있다.

비록 RGB 값에 의한 과피의 색상 발현 수치가 과육 내 당 및 산 함량 그리고 경도 와는 일정한 상관관계를 가지고 있지 않았으나 상기 상관관계의 분석에 경와부 형태 지수를 도입하여 재차 상관관계를 분석한 결과는 비교적 우수한 결과를 이끌어냈다.

과피의 적색 발현에 경와부 형상지수를 곱할 경우 이 수치는 과육 내 당 함량과 정의 상관관계를 가지게 되며 상당한 유의성을 보여주었다. 산도와 경도는 과피 내 색 발현과 부의 상관관계를 가지고 있으며 이 역시 고도로 유의하였다.

과실 내부의 특성을 외부의 어느 특정 인자만을 기준으로 추정하는 것은 상당히 어려웠고 그 신뢰도도 낮았다. 하지만 경와부 형상을 하나의 지수로 하여 이를 다른 외부적 특징과 연관지어 생각하면 과육 내부의 특성과 일정한 상관관계를 이끌어낼 수 있었으며 그 신뢰도도 상당히 높았다.

상기의 분석결과는 과실의 숙기판정을 위한 기준 설정에 비교적 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 기대되며 본 시험에서는 하나의 방안으로 과실의 품질과 숙기 판정에 대하여 경와부 형태를 고려한 과피의 색 발현을 이용하기로 하였다.

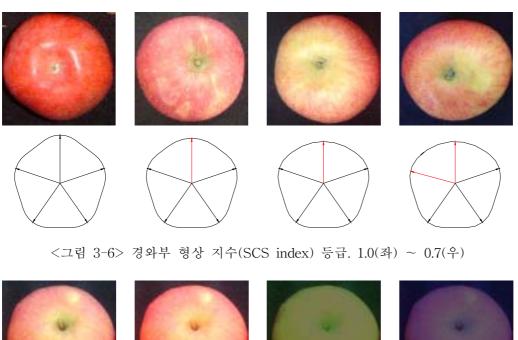
<그림 3-7>에서 보이는 바와 같이 과실의 외부 형태를 computer 화면으로 전송하여 비교적 신뢰도가 높은 색 분해 방법인 RGB 방식으로 색상을 분해하였다. 색 분해 이후 과실의 당 함량과 고도의 유의성을 갖는 적색에 대하여 과실의 당 함량에 대응하는 적색 값을 산출하였으며 그 결과는 <표 3-11>과 같이 요약할 수 있다.

Hunter value와 RGB 방식 모두 빛에 대한 색상 분석 방법이지만 상기 결과물을 하나의 지수화 하기 위해서는 출력물 값(CMYK)으로의 전환이 필요하다. 각 범위 별 당함량에 대한 과피의 적색 발현 정도는 상당히 다양하였다. 그리고 같은 색의 발현 정도를 가지고 있다 하더라도 과육 내 당 함량의 변이 역시 다양하였다.

기존에 다양한 방법을 통하여 과실을 비파괴적으로 당 함량을 추정하거나 또는 단순히 color chart상의 색상과 대조해봄으로써 과육 내의 당 함량을 추측하였다. 하지만 이

러한 방법에는 상당한 오류가 있다는 데는 모두의 인식이 같다. 따라서 본 연구에서는 과피의 색 발현에 경와부의 형상을 감안하여 과육 내 당 함량을 추정할 수 있는 특정의 color chart를 제작하였으며 그 결과물은 <그림 3-8>과 같다.

기존의 color chart가 단순히 과피의 색만을 기준으로 한데 비하여 본 결과물은 과피색의 발현 정도에 과실의 경와부 형상을 추가적인 지수로 도입함으로써 당도의 추정에 대한 신뢰도를 제고하였다. 또한 과피 색 발현의 정도를 수치화함으로써 기존의 color 차트가 이미 제작된 색상 중에서 선택하는 방식을 탈피하였다. 또한 현재 범용적으로 적용되는 Hunter value 방식에서 탈피함으로써 과피 상의 색상 발현에 대한 왜곡율을 최소화 하였다. 따라서 기존의 color chart의 단순함을 보완하면서 비파괴적인 과실 선별방법의 단점을 같이 보완한 결과물로서 간주될 것을 기대한다.



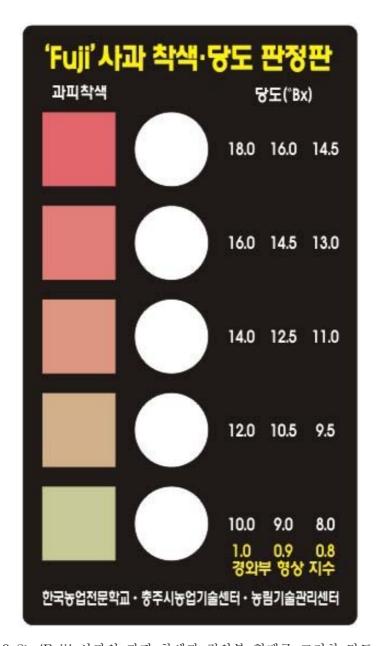
일반 외형 R 값 G 값 B 값

<그림 3-7> RGB 방식에 의한 과실 색분해

<표 3-12> 과피 색의 빛의 값(RGB)을 색의 값(CMYK)으로 환산한 결과

<u> </u>	당도	L	С	M	Y	K
착색 기준	(°Bx)	$(0 \sim 255)$				
	18.0~14.5	127	252	63	135	255
	16.0~13.0	145	244	94	146	255
	14.0~11.0	162	225	135	135	255
	12.0~9.5	181	208	178	136	255
	10.0~8.0	202	194	220	135	255

<sup>※</sup> C: cyan (청록색); M: Magenta (심홍색); Y: yellow (황색); K: black (흑색).



<그림 3-8> 'Fuji' 사과의 과피 착색과 경와부 형태를 고려한 당도 판정기

# 3. 종합고찰

수체의 생장과 생산된 과실의 품질에 영향을 미치는 요인은 외부적 요인과 내부적 요인으로 대별할 수 있다. 수체 자체의 유전적 형질이 내부적 요인이라면 재배기술과 외부 환경적 요인은 외부적 요인이라 할 수 있다. 특히 외부적 요인은 변화의 폭이 다양하여 생산되는 과실의 품질의 변화폭을 상당히 다양하게 만든다. 'Fuji' 사과원에 대하여 동일한 재배기술이 적용될 때 과원의 위치는 생산되는 사과의 품질에 상당히 큰 영향을 미칠 수 있다. 즉 과원의 위치는 토양조건과 기상조건의 변화를 초래한다. 본시험결과 과실 분화기와 비대기에는 높은 온도가, 과실의 성숙기에는 낮은 온도와 주야간의 큰 변온이 유리한 것으로 나타났다. 수체의 휴면기에는 저온이 필수적이었다.

상기 조건이 충족된 경우 과육 세포의 분열이 왕성하여 과육 내 세포의 밀도를 높여 주며 높아진 세포 밀도는 과육 내 당 함량을 상승시켰다. 또한 과실 성숙기에 저온과 주야간 변온에 의하여 성숙되는 과실의 적절한 휴면이 반복되어 과육 내부에서는 고형 물질이 당 성분으로 원활하게 전환되며 과피 상에서는 anthocyanin의 합성이 활발하게 이루어지는 것으로 추측되었다.

따라서 차후 과원 재식시에는 상기 열거한 조건에 대한 검토를 선결한 후 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

한편, 지난 3년간 국내 농산물 유통시장을 통하여 구입한 모든 과실에 대하여 객관적인 품질 등급을 설정한 후 각 등급별 과실 특성을 비교한 결과, 예전에는 평균 과중이거의 유일한 과실의 품질 결정 요인이었으나 근래에 들어서는 과피의 착색도의 중요성이 강조되고 있다. 특히 최근에 이르러서는 과피의 착색뿐만 아니라 과육의 식미까지도과실 품질 등급의 한 요인으로 작용하고 있었다.

따라서 다양한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서는 과실의 외형적 특징들을 모두 관찰한 후 이를 과실 내부 특성과 연관시켜 과실의 품질을 비교적 정확하게 설정하는 기준이 필요하였다.

과실의 외형적 특징에는 과피의 색상 발현이 가장 중요한 내부 정보 제공 인자로 사용될 수 있으나 단인자로서의 사용은 그 신뢰도를 높일 수 없었다. 본 시험에서는 과경부의 형상을 하나의 지수화 하여 본 결과 경와부 형상 지수 그 자체로도 과육 내 당함량과 상당한 수준의 상관관계가 있었을 뿐만 아니라 과실의 색상 발현과 연관지을경우 그 신뢰도는 더욱 높아졌다.

과피의 색상 발현을 표현하는 방법으로는 현재까지 Hunter value가 주종을 이루고 있다. 하지만 Hunter value는 단 하나의 숫자로 과피의 색상을 표현함으로써 신뢰도에 문제가 제기되고 있다. 따라서 본 시험에서는 과피의 색상 발현을 RGB에 의하여 표현하였으며 이 표현 값에 경와부 형상 지수를 연관시킴으로써 그 신뢰도를 더욱 높였다.

한편 지금까지의 조사를 종합하면 단지 과피의 색상 발현을 관찰함으로써 과육 내부의 당 함량을 추정하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 또한 색상 발현을 상기와 마찬가지로 Hunter value 보다는 RGB에 의한 값을 설정함으로서 신뢰도를 높였다. 이와 같은 방법으로 'Fuji' 사과에 대한 착색, 당도 판정기준의 설립이 가능하였고 이 기준을 이용하여 color chart의 개발도 가능하였다.

# 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

# 1. 목표의 달성도

<표 1>에서와 같이 2003~2006년에 걸쳐서 각 시험항목을 차질 없이 수행하였다. 그결과 모든 항목에 대한 달성도는 100%가 된다.

<표 1> 계획시 시험항목과 달성도

시 험 항 목	달성도
'Fuji' 사과원 관리노력 절감기술 개발	
- 재배노력 196 시간 → 98시간	100%
'Fuji' 사과 착색기술 향상 기술개발 및 착색도 판정기준 설정	
- 90%이상 착색과실 생산율 30% → 60% 생산	100%
'Fuji' 사과 착색도 판정기준 설정	
- 착 색 등 급:3등급→9등급	100%
- 착색도 판정부위 : 경와부 위주 → 사과 과피 전면	100%
- 판정기준 설 정 : 색깔 → 색깔 + 성숙도(바탕색) + 당도	100%

# 2. 관련분야 기여도

2001년 현재 우리나라의 10a당 연간 사과생산노력 196시간을 반으로 줄여 98시간이 되게 하는데 필요한 기술이 2003년부터 2005년간의 3개년에 걸친 시험연구에서 밝혀져서 우리나라는 사과 생산비의 가장 큰 몫을 차지하는 노력비를 크게 줄임으로서 국제적으로 경쟁력을 갖춘 사과 생산국으로 발전할 계기를 마련할 수 있을 것이다. 또한 사과의 최상품과의 착색등급판정의 기준이 될 color chart를 마련함으로서 이 연구가

종료되는 2005년에는 사과 가격을 착색정도에 의하여 판정하는 경매사에게 과학적 판정근거를 제시하고 사과 생산 농업인도 착색의 뚜렷한 model을 갖고 사과 착색 향상에 임할 수 있고 또한 질소비료의 무시용 또는 감량 시용과 착과 부위의 일광 투입 향상기술을 알게 되어 보다 맛있고 경쟁력 있는 사과 생산에 임할 수 있는 도움을 제공할 수 있을 것이다.

# 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 1. 연구개발결과

#### 가. 기술적 측면

- 사립형 나무를 하수형으로 바꾸면 유인, 적과, 전정 등 각종 관리노력이 대폭 절감 된다.
- 관리작업 중 적엽, 과실 돌리기, 봉지 씌우기, 등은 생략할 수 있게 된다.
- 토양 및 잎, 줄기내의 질소 농도를 감소시키면 착색을 크게 향상시킨다.
- 착과 부위의 광 환경을 좋게 하면 착색 향상을 기할 수 있다.
- 'Fuji' 사과 착색도별 조직 검경 및 anthocyanin, chlorophyll 함량분석 결과를 착색 정도 판정 기준자료로 이용할 수 있다.
- 농가는 착색도 판정기준상의 고품질 사과를 생산케 유도하고 경매사의 합리적인 착색도 판정에 의한 가격 결정에 기여한다.

#### 나. 경제·산업적 측면

- 사과재배 노동력을 반감시킴으로서 농가의 과중한 노동력과 생산비의 대폭적인 경 감으로 우리사과의 대외 경쟁력을 확보케 한다.
- 사과 거래시장에서의 주먹구구식 착색도 판정에 의한 가격결정의 현 상황에 과학적인 착색도 판정 color chart를 제공함으로서 공정한 거래 질서 확립과 고품질사과생산 및 유통에 기여한다.

# 2. 활용방안

- 대농민 지도자료 책자발간 및 연구논문으로 발표
- 시책건의 자료로 제공
- 착색등급 판정기준의 특허출원

# 제 6 장 참고문헌

- Abe, H. H., T. Kusama, S. Kawano, and M. Iwamoto. 1995. Analysis of hydrogen bonds in water using spectrum decomposition technique applied to near-infrared absorption spectra. Bunkou Kenkyo 44:247–253.
- Andrew, M.V. and S. Kawano. 1998. Firmness, dry-matter and soluble-solids assessment of postharvest kiwifruit by NIR spectroscopy. Postharvest Biol. Technol. 13:131-141.
- Bassett, M. J. 1974. Screening carrot roots for high soluble solids by specific gravity. HortScience 9:232-233.
- Birth, G. S., G. G. Dull, W. T. Renfroe, and S. J. Kays. 1985. Nondestructive spectrophotometric determination of dry matter in onions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:297–303.
- Byers,R.E.1978.Chemical thinning of spur 'Golden Delicious' and 'Bisbee Delicious' with Sevin and Oxamyl. HortScience 13, 59-61.
- Byun, J. K., B. Y. Byun, and K. H. Chang. 1989. Effect of fruit bagging and application of additional nitrogen fertilizer on color development of 'Fuji' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 30:271–277.
- Byun, J. K., J. S. Her, and K. H. Chang. 1992. Effect of dichlorprop on firmness, pectic substances and cell wall hydrolases of 'Tsugaru' apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 33:452-458..
- Cho, R. K., Y. K. Kwon, K. H. Lee, and M. Iwanoto. 1985. Application of near infrared spectroscopy for quality evaluation of an intact apple. Proc. Intl. Diffuse Reflectance Spectroscopy Conf. Chambersburg, USA, p. 629–631.
- Cho, R.K. and M.R. Sohn. 1998. New approach of nondestructive evaluation for sweetness in apple fruit using near-infrared spectroscopy. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:745–750.
- Cho, R.K., Y.K. Kwon, K.H. Lee, and M. Iwamoto. 1985. Application of near infrared spectro-scopy for quality evaluation of an intact apple. Proc.Intl. Diffuse Reflectance Spectroscopy Conf. p.629-631.

- Choe, U. 1996. The tendency of apple cultivation for main competition countries: The tendency of American apple industry and the corresponding vision of Kyungbuk apple industry. Taegu apple research Institue, Rural Development Administration(RDA). p.82.
- Choi, S. T. 1999. Improvement of packing and marketing in horticultural product; Establishment of the quality grades in fruit(1999).

  Ann.Res.Rept.Natl.Res.Hort.Inst.RDA(CD ed.) pp.87-93.
- Creasy, L.L. 1968. The role of low temperature in anthocyanin synthesis in 'McIntosch' apples. Proceedings of American Society For Horticultural Science. 93, 716–724.
- Faragher, J.D. 1984. Anthocyanin accumulation in apple skin during ripening: Regulation by ethylene and phenylanine-lyase. Sci. Hort. 22:89-96.
- Ferre, D.C., I.J. Warrington. 2003. Apples–Botany, Production and Uses. CABI Publishing pp.409–436.
- Hirano, A. and T. Kikuchi. 1989. Substance production and quality of fruit trees. Rural Fish Village Culture Cooperation.
- Jackson, J.E. 1970. Aspacts of light climate within apple ochards. Journal of Applied Ecology 7, 207–216.
- Ju,Z.G., Yuan, Y.B., Liou,C.L. and Xin,S.H. 1995. Relationship among phenylalanine ammonia lyase activity, Simple Pheno concentrations and anthocyanin accumulation in apple. Scientia Horticulturae 61, 215–226.
- Jung, P. S., H. S. Park, and S. J. Jung. 1990. Effects of light quality and temperature on anthocyanin development in the fruit skin of *Malus domestica* Borkh. cv. Jonagold. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 31:51–56.
- Kang, S. S., K. S. Cho, D. S. Son, and K. C. Ko. 2000. Relation between seed formation and fruit set and development. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18:656.
- Kang, S.M. and K.C.Ko. 1976. A study on cold hardness, flowering and fruit bearing in 'Okubo' peach trees(Prunus per sica) as affected by defoliation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 17(1):11.
- Kawano, S. and A. Hideyuki. 1995. Development of calibration equation with

- temperature compensation for determining the brix value in intact peach. J. Near Infrared Spectrosc. 3:211–218.
- Kawano, S., H. Watanabe, and M. Iwamoto. 1989. Measurement of sugar contents in intact peach by NIRS, Proc. 2nd Intl. Conf. Tsukuba, Japan, p. 343-351.
- Kawano, S., H. Watanabe, and M. Iwamoto. 1992. Determination of sugar content in peaches by NIRS with fiber optics in interactance mode. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 61:445–451.
- Kawano, S., T. Fujiwara, and M. Iwamoto. 1993. Nondestructive determination of sugar content in Satsuma mandarin using near infrared (NIR) transmittance. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 62:465–470.
- Kim, J.H., C.C. Kim, K.C. Ko, H.S. Park, K.R. Kim, and J.C. Kim. 1992. Pear, p. 123–176. In: Particulars of fruit science, 3rd edn., Hyang Moon Ltd., Seoul, Korea.
- Kim, Y.K., H.W. Jung, I.H. Hwang, and H.H. Seo. 2000. Thining cuts improved fruit colour and hastened fruit and tree maturity in autumn for 'YATAKA FUJI' on MAC.9. Acta Hort. 525: 185–191.
- Knee, M. 1993. Pome fruits, p. 325–346. In: Tucker, G.A., J.E. Taylor, and G.B. Seymour (eds.). Biochemistry of fruit ripening. Chapman & Hall, New York, NY, USA.
- Kojima, T. and M. Tanaka. 1995. Measurement of construction sugar in Japanesepear using near infrared spectroscopy. Proc. 7th Intl. NIR Conf. p.644-647.
- Lakso, A.N., Wunche, J.N., Palmer, J.W. and Corelli Grappadelli, L.1999. Measurement and modeling of carbon balance of the apple trees Hort Science 34, 1040-1047.
- Lauri, P., and J.M. Lespinasse. 2001. Genotype of apple trees affects growth and fruiting responses to bending at various time of year. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126:169–174.
- Lauri. 2002. From tree architecture to tree training-an overview of recent concepts developed in apple in France. 한국원예학회지 제 43권 pp.782-788.
- Lee, J.Y., J.H. Jung, Y.K. Kim, H.H. Han, and C.H. Lee. 2004. Growth and cropping

- evaluation of some popular systems for Asian pear cv. Niitaka (*Pyrus pyrifolia*). Acta Hort. 636:681-687.
- Loescher, W.H., T. McCamant, and J.D. Keller. 1990. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant roots. HortScience, 25(3):274–281.
- Naro, S., N. Kydo, and T. Kitsuwa. 1988. Differences in sugar and organic acids between red and yellow apple cultivars at time of coloring, and effect of citramalic acid on development of anthocyanin. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 52:117–122.
- Noboru, M. and S. Naoki. 1996. Nondestructive acoustic measurement of firmness for nectarines, apricots, plums, and tomatoes. HortScience 31:1199–1202.
- Oh, S.D.,D.G. Choi, and J.M. Park. 1987. Effect of spur leaves on spur bud development and flower bud formation in apple trees. J. Kor. Soc.Hort. Sci. 28(1):37-44.
- Park, J. G., J. S. Hong, J. B. Kim, C. J. Yun, H. S. Park, and S. H. Jeon. 1998. Effect of fruit thinning on the basis of young fruit shape on the fruit weight and shape of 'Fuji' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 39:291–294.
- 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 Benzxyladenin for production of uniform fruits in 'Fuji'apples. Kor.J.Hort.Sci.Tech. 16(1):27–29.
- Park, S. H. and C. U. Lee. 1996. Effect of postharvest calcium infiltration on firmness, pectin content and occurrence of *Botryospaeria dothidea* in apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:81–86.
- Park, S.J. 2002. Effect of different degrees of defoliation on fruit quality, reserve accumulation and early growth of young Fuyu persimmon. Kor. J. Hort. Sci. Tech. 20(2):110–113.
- Pavel, E.W. and T.M. DeJong. 1995. Seasonal patterns of nonstructural carbohydrates of apple (*Malus pumila* Mill.) fruits: Relationship with relative growth rates and contribution to solute potential. J. Hort. Sci. 70:127–134.
- Roper, T. R., and W.H. Loescher. 1987. Relationship between leaf area per fruit and fruit quality in Bing sweet cherry. HortScience 22(6):1273-1276.
- Ryugo, K. 1988. Fruit growth and development, p. 107-168. In: Fruit culture: Its

- scienceand art. John Wiley & Sons Press, New York, NY, USA.
- Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1992. Absorption of mineral salts, p. 136–160. In: Plant physiology, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, USA.
- Sang, H.Y., J.Y. Lee, H.W. Jung, I.M. Choi, and H.S. Park. 2005. Estimating fruit characteristics through image analysis in 'Fuji' apple fruits. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 46:140–146.
- Saure, M.C. 1990. External control of anthocyanin formation in apple. Sciantia Hoticulturae 42, 181–218
- Song, K. J., J. H. Hwang, and H. K. Yun. 2003. Changes of soluble sugar and starch concentrations in fruits of apple cultivars differing in maturity. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:207–210.
- Tucker, G.A., J.E. Taylor, G.B. Seymour. 1993. Pome fruits, p. 325-346. In: Biochemistry of fruit ripening, Chapman & Hall, Cambridge, UK.
- Upchurch, B.L., G.E. Miles, R.L. Stroshine, E.S. Furgason, and F.H. Emerson. 1987. Ultra measurement for detecting apple bruises. Trans. Amer. Soc. Agr. Eng. 30:803–809.
- Upchurch, B.L., G.E. Miles, R.L. Stroshine, E.S. Furgason, and F.H. Emerson. 1987. Ultra measurement for detecting apple bruises. Trans. ASAE 30:803-80
- Warrington, I.J., Stanley. C.J., Tustin, D.S., Hirst, P.M. and Casmore, W.M. 1996. Light transmission, yield distribution, and fruit quality in six tree canopy forms of 'Grany Smith' apple. Journal of Tree Fruit Production 1(1), 27–54.
- Werth. 1994. Der Siidtiroler Obstbau in Zahlen, Sudtiroler Beratungsring far Obst-und Weinbau, p. 10
- Westwood, M. N. 1978. Fruit growth and thinning, p.199-219. In: Temperate zone pomology. W. H. Freeman and Co., San Francisco, CA, USA.
- Williams, P. C., K. H. Norris, and W. S. Zarowski. 1982. Influence of temperature on estimation of protein and moisture in wheat by near-infrared reflectance. Cereal Chem. 59:47
- Wunche, J.N., Lakso, A.N., Rovinson, T.L., Lenz, F. and Denming, S.S. 1996. The bases of productivity in apple production systems: the role of light interception by

different shoot types, Journal of the American Society for Horticultural Science 121, 886-893.

고진용, 김동훈, 황형백, 김경환,윤재학. 1997. 경북 국산 주요 과실의 소비패턴 분석. 농경농기계논문집

김종천 등 39명. 2002. 신고 과수원예총론. 향문사. 148.

농림부. 1997. '97과수실태조사.

농림부. 2001. 중국원예산업실태조사보고. pp.83-124.

농수산물유통공사. 2001. 주요농산물 소비패턴 조사분석.

농촌진흥청. 2000. 수출유망작목 해외재배기술 및 연구동향. pp.97-109.

농촌진흥청. 2000. 잡초방제기술. 표준영농교본-41, pp.174-177.

농촌진흥청. 2001. 과원토양관리. 표준영농교본-110, pp.81-107.

농촌진흥청. 2001. 사과병해충 종합관리기술. pp.3-22.

농촌진흥청. 2002. 작목별 작업단계별 노동투하시간. 농업경영연구보고 제71호 p.51.

농협중앙회. 1999. 흙살리기와 시비기술. 비료.No.1-5, pp.53-62.

대구능금. 2001. 고밀식 능금재배지침서. pp.150-187.

명경, 김용구. 1997. 적엽처리가 'Fuji' 사과 품질과 엽아발달에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지 vol.15 pp.277-278.

- 이계임, 최지현, .1998. 과실류 소비행태에 관한 연구. 한국농촌경제연구원
- 이병서. 2001. 농산물 소비구조 변화에 관한 연구. 농업경영연구보고 제 70호, pp.179-235.
- 이한찬, 김몽섭, 신건철. 1992. 수출과실 적기수확을 위한 칼라차트개발에 관한연구. 농촌진흥청 과수연구소 시험연구보고서. pp.172-179.
- 임열재, 이한찬. 1997. 수확전 적엽처리가 사과나무의 과실착색과 수체생리에 미치는 영향. 한국원예학회 논문발표요지 vol. 15 pp.258-259.

# 주 의

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

- 1 -	