

# 전정법 개선을 통한 고품질 친환경 감귤 생산

김진한\* / 영농조합법인여의주 대표

## 연구 필요성

첫째, 10년 이상 유기재배와 관행재배를 병행하며 관찰한 결과, 비료나 퇴비, 거름 등의 투입 효과가 나무 성장이나 열매 크기와 무관하다고 판단하였기에 이에 대한 실증비교가 요구된다.

둘째, 비료를 투입하지 않고 유기재배한 감귤농장과 비료를 투입한 감귤농장을 직관으로 비교한 결과는 특별한 차이점이 없으나, 비료가 나무 크기나 열매 성장에 미치는 영향을 알아보기 위해 감귤의 크기 비교를 통하여 입증할 필요성이 있다.

셋째, 과일의 크기는 전정 방식에 따라 차이를 보이는데 다른 조건이 동일하다면 같은 직경의 결과모지(당해년도에 꽃피고 열매 맺을 가지)일지라도 놓여있는 기울기에 따라 다르며, 이때 결과모지가 지면에서 수직일수록 큰 열매가 열리고, 수평일수록 작은 열매가 열리고 있는 것으로 관측되어 이를 체계적으로 실증할 필요성이 있다.

---

\* 김진한: 농민과학자. 영농조합법인 여의주 대표. 제주에서 노지감귤 한 품목을 10년 이상 유기재배, 관행재배, 무비료 재배 등 다양한 방법으로 재배방법을 연구하고 있으며, 감귤 유통에 대한 효율적인 방법도 동시에 연구하고 있다. 그 결과로 유통에 관한 특허 1건과 과수 전정법에 관한 특허 2건을 등록했으며, 저서로 '상대성이론과 식물역학', '중력파와 식물성장법칙'이 있다.

## 연구방법 및 내용

### 1. 대조구 선정

- 실증을 위해 5가지 유형의 대조구 과수원 실증포장을 선정하였다.

- ① 10년 이상 무비료 포장(제주시 아라동 여고농원)
- ② 7년 이상 무비료 포장(제주시 아라동 구산농원)
- ③ 2년 이상 무비료 포장(제주시 조천읍 선흥농원)
- ④ 당해 연도 무비료 포장(제주시 삼달리 574농원)
- ⑤ 매년 화학비료 투입 포장(제주시 삼달리 791농원)

### 2. 새로운 전정법 적용

- 필자가 개발한 개선된 전정법을 이용하여 전정하였다.(4월 15일경 모두 종료)

### 3. 실험 연구할 표본나무 선정

- 비교대상인 대조구 과수원별로 5~10주씩 표본을 선정하였다.

### 4. 조사 및 관측량 기록

- 대조구별 표본 선정된 결과모지에 태그(Tag, 꼬리표)를 부착<sup>1)</sup>하여 생육기간 단위 별로 조사된 관측량을 기록했다.

#### 가. 결과모지 유형별 태그 부착

- 1) 결과모지 기울기 수평( $0^\circ$ )인 결과모지를 대조구별 10개소 씩 총 50개소를 표본추출하여 흰색 태그를 부착하였다.
- 2) 결과모지 기울기 수직( $90^\circ$ )인 결과모지를 대조구별 10개소 씩 총 50개소를 표본추출하여 노란색 태그를 부착하였다.

※ 다양한 변수를 제한하기 위해 대조구별로 결과모지의 기울기 값만을 변수로 적용하여 결과치를 비교 분석하도록 한다.

---

1) 결과모지에서 열매달린 결과지가 나오게 되는데 이 때 결과모지가 변형되고, 나중에는 식별이 불가해지므로 표본 결과모지를 최초로 표식하는 것은 매우 중요하다.



[그림 1] 결과모지 각도체크



[그림 2] 수평결과모지 태그



[그림 3] 수직결과모지 태그

### 나. 결과모지 변화 상태 관찰

①길이 ②직경 ③겨드랑눈 수(액아 수)를 표식하여 결과치 분석 시 반영했다.



[그림 4] 착화된 결과모지의 액아

| 결과모지 | 변화  | 중량 (g) | 중량 (g) | 액아수(개) | 비고 | 열매수(개) | 열매중량 (g) | 열매중량 (g) | 열매중량 (g) |
|------|-----|--------|--------|--------|----|--------|----------|----------|----------|
| 수직   | 1   | 130    | 271    | 8      |    |        |          |          |          |
|      | 2   | 138    | 346    | 11     |    |        |          |          |          |
|      | 3   | 168    | 274    | 5      |    |        |          |          |          |
| 수평   | 4   | 200    | 399    | 9      |    |        |          |          |          |
|      | 5   | 95     | 23     | 5      |    |        |          |          |          |
|      | 6   | 110    | 267    | 8      |    |        |          |          |          |
|      | 7   | 180    | 337    | 8      |    |        |          |          |          |
|      | 8   | 90     | 271    | 5      |    |        |          |          |          |
|      | 9   | 120    | 264    | 8      |    |        |          |          |          |
|      | 10  | 230    | 364    | 10     |    |        |          |          |          |
| 평균   | 144 | 3183   | 7.8    |        |    |        |          |          |          |

[그림 5] 결과모지 상태 관찰 기록일지

### 다. 결과모지 '열매 수' 모니터링

결과모지의 수평(흰색)/수직(노란색) 2가지 유형에 대하여 '열매 수'를 월별로 모니터링하여 기록하고 필요시 영상촬영을 병행했다.



[그림 6] 동자열매 관찰



[그림 7] 수평지 열매(흰색)



[그림 8] 수직지 열매(노란색)

라. 열매 성장 결과 비교

열매 성장이 끝나면 태그를 매단 결과모지의 ①열매 수 ②열매 크기 ③1차 당도를 측정하여 비교 분석했다.



[그림 9] 열매 수 확인



[그림 10] 열매크기 측정

마. 최종 열매 당도 측정

열매가 완숙되면 태그를 매단 결과모지의 최종 열매로 2차 당도를 측정하여 비교 분석했다.



[그림 11] 당도 측정

## 5. 토양 비교 분석

- 실증 연구를 위해 5가지 유형의 대조구 포장 토양을 비교 분석하였다.

<표 1> 대조구 토양 비교 분석

| 농원         | 토양 상태         | 토양분석                   |                  |      |   |
|------------|---------------|------------------------|------------------|------|---|
|            |               | 토성                     | 토양군 <sup>2</sup> | 배수등급 | 검정 결과                                   |
| 아라동<br>여고  | 10년 이상<br>무비료 | 미사질<br>양토 <sup>1</sup> | 동귀통 <sup>3</sup> | 양호   | 지력이 좋은 편이나<br>모래가 많은 토양임                |
| 아라동<br>구산  | 7년 이상<br>무비료  |                        | 동귀통              | 양호   |   |
| 조천읍<br>선흥  | 2년 이상<br>무비료  |                        | 오라통 <sup>4</sup> | 양호   | 지력이 낮은 토양으로<br>생육저하나 비절 현상이<br>나타날 수 있음 |
| 삼달리<br>574 | 당해 연도<br>무비료  |                        | 중엄통 <sup>4</sup> | 양호   |   |
| 삼달리<br>791 | 매년<br>화학비료    |                        | 구좌통 <sup>4</sup> | 매우양호 |   |

주1: 미사질양토는 미농무성법으로 미사함량이 50% 이상이고 적토함량이 27% 이내인 토양중 미사함량 80% 이상, 적토함량 12% 이하인 미사토를 제외한 범위에 있는 토양임.(농촌진흥청)

주2: 제주도 토양은 5목 63통으로 분류됨. 흙의 색깔에 따라 암갈색토(36통), 농암 갈색토(14통), 흑색토(16통) 및 갈색 삼립토(6통)로 구분됨. 이 중 암갈색토를 제외한 세 유형의 토양이 화산회토로 취급됨.

주3: 동귀통은 암갈색토(비화산회토)로 현무암 기원의 층적층을 모재로 하며, 자연 비옥도가 높아 대부분 밭으로 이용되고 있음.

주4: 오라통, 중엄통, 구좌통은 농암갈색토(화산회토)로 현무암에서 기인한 화산회를 모재로 하며, 자연 비옥도는 보통이며 밭이나 감귤 과수원으로 이용되고 있음.

## 연구결과

### 1. 연구 진행 경과

#### 가. 4월 16일 현장 조사

##### 1) 실증 내용

가) 5개 과수원에 태그표 수평형 결과모지 10개, 수직형 결과모지 10개, 각 20개씩

총 100곳에 부착을 완료했다.

나) 결과모지 수직형은 노란색 리본, 수평형은 흰색 리본에 태그별로 종경, 횡경, 액아 수를 체크하여 기록하였다.

## 2) 현장 상황

가) 결과모지의 액아 수량이 대체로 5개, 8개, 13개라는 공통점이 있었다.

나) 피보나치의 수열(1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, ...)이 꽃잎뿐만 아니라 엽수에도 적용되어 현장에서 응용 될 수 있는지 관찰하였다.

## 나. 5월 25일 현장 조사(낙화 후)

### 1) 실증 내용: 감귤 꽃 낙화 후 동자열매 수량 전수 조사

#### 2) 현장 상황

가) 결과모지 액아 수량과 낙화 후 동자 열매 수량의 연관성을 찾을 수 없었다.

즉, 액아 수량이  $n$ 개이면 동자 수도  $n$ 개로 비례하여 열매가 달리는 것이 아니라, 불규칙한 관계를 보였다.

나) 액아 수량보다 동자열매 수량이 많거나 열매가 하나도 없는 경우도 발생하였다.

다) 결과모지에서 발생하는 현상은 4가지로 나타났다.

① 결과모지의 액아에서 모두 꽃이 피고 동자열매가 맺혔다.

② 결과모지의 액아에서 동자열매가 맺히기도 하고 일부 액아에서는 신초(새 가지)가 발아하기도 하였다.

③ 결과모지의 액아에서 꽃이 피지 않고 신초만 발아하였다.

④ 결과모지에서 꽃이 피었지만 모두 낙화하고 그 자리에 다시 신초가 발아하였다.

라) 대부분 ①번처럼 액아에서 동자열매가 맺혔으나 특정 과원(삼달리 574)은

③번처럼 결과모지의 액아에서 열매 없이 신초만 발아하였다.

※ 액아에서 화아분화<sup>2)</sup>가 이뤄지기도 하고 신초도 발아하는 것을 볼 때, 단년생 식물과 다년생 과실수의 화아분화 현상이 다를 수 있다고 추정하였다.

## 다. 6월 16일 현장 조사(1차 낙과 후)

### 1) 실증 내용: 1차 생리낙과 후 동자열매 수량 전수조사

#### 2) 현장 상황

가) 낙화 후와 1차 생리낙과 후 동자 수의 연관성에 유의미한 패턴은 없었다.

나) 결과모지의 수직과 수평에 따른 동자열매의 유의미한 패턴은 없었다.

다) 낙화 후 동자열매 수는 포장별, 줄기별 수량편차가 많이 나타났다.

특히 삼달리 574 포장에서 동자열매 수가 극히 적는데 (0.65개, 타포장 평균 2개) 다른 포장과 달랐던 현장 조건을 정리해 보면, 전년도(2015년도)에

① 응애 피해가 심하게 발생했다.

② 열매 수확을 거의 못하고 잎이 무성했다.

③ 가을 전정을 하지 않았고 봄 전정을 3월 초~말까지 실시하였으며, 강전정<sup>3)</sup>을 실시했다. 또한 이른 전정으로 인한 약간의 동해피해가 발생하였다.

그러나 비슷한 방식으로 3월에 전정을 완료한 포장인 아라동 여고농원은 평균 2개의 동자 수가 달렸다.

### 3) 삼달리 574농장 특수 상황

가) 삼달리 574 포장의 열매 수가 저조한 원인으로 가장 유력한 것은 전년도 응애 피해로 나무의 에너지 약화에 따른 것으로 추정한다.

나) 응애류는 잎의 엽록소를 갉아 먹어 광합성 능력을 떨어지게 하므로 전년도에 꽃을 피우고 열매 생산을 위한 양분저장이 충분하지 못한 것으로 추정된다.

다) 비료퇴비를 투입하지 않아 심리적으로 나무수세가 약할 것으로 예상하고 전정을 다른 곳보다 일찍(3월 초) 시작하여 다소 강하게 실시한 것이 추가적인 원인으로 판단된다.

※ 전년도 해거리가 심한 과원으로 올해 다수확을 목표로 가장 정성을 기울였으나 **역설적이게도 가장 안 좋은 결과가 나타났다.**

2) 식물이 생육 중에 식물체의 영양 조건·생육 연수, 또는 일수·기온 및 일조시간 등, 필요한 조건이 만족되어 꽃눈을 형성하는 일을 말한다.

3) 줄기를 많이 잘라내어 새눈이나 새가지의 발생을 촉진시키는 것을 말한다.

### 라. 7월 23일 현장 조사(2차 낙과 후)

1) 실증 내용: 2차 생리낙과 후 동자열매 수량 전수조사

2) 현장 상황

가) 2차 생리낙과 후 남아 있는 수량은 1차 낙과 수량과 근사치를 보였다. 1차 생리낙과 후 남아있는 수량이 마지막까지 수확 가능한 열매가 될 가능성이 아주 높다.

나) 2차 생리낙과 수량이 많지 않았는데, 이는 관행재배시와 같은 결과였다.

다) 2차 낙과 후 줄기에 남아있는 열매 수의 평균은 삼달리 574 포장의 수평지가 0.5개로 최소이고 조천읍 선흘 포장의 수평지가 2.9개로 최대이다.

이를 단순 계산하면 최대 5.8배의 수량 차이이다. 모두 열매가 되고 열매 당 평균 무게가 비슷하다면 수확량 역시 5.8배의 차이를 나타낼 것이다.

라) 예상과 달리 결과모지의 '수평, 수직'에 따른 동자열매의 유의미한 다른 패턴은 없었으며 비슷한 변화의 패턴을 보였다.

마) 1차 낙과 후 남아있는 동자 수가 수확량에 결정적인 영향을 미치는 것으로 추정된다.

### 마. 8월 31일 현장 조사

1) 실증 내용: 비배<sup>4)</sup>중인 동자열매 수량 전수조사, 결과모지 기율기 변화 체크

2) 현장 상황

가) 열매 수: 8월 말, 남아 있는 열매 수량은 2차 낙과 후 남아있는 수량과 거의 동일하다.

나) 기율기 변화: 수직지의 열매는 대체로 수직형태를 유지하고, 수평지는 대체로 열매의 무게에 의해 늘어지면서 역수직 방향을 향하기 시작했다.

---

4) 식물에 거름을 주고 가꾸는 것을 말한다.



바. 9월 30일 현장 조사

- 1) 실증 내용: 비배중인 동자열매 수량 전수조사, 결과모지 기율기 변화 및 당도체크
- 2) 현장 상황
  - ① 열매 수: 9월 말, 남아 있는 열매 수량은 8월 말의 수량과 동일한 수량을 보였다.
  - ② 기율기 변화: 수직지의 열매는 수평형태로 바뀌기 시작하고, 수평지는 대체로 거의 역수직 방향이 되었다.
  - ③ 예비 당도측정: 표본을 4회 측정결과 10.4°Bx, 9.5°Bx, 7.9°Bx, 7.3°Bx로써 최고와 최저 사이에 약 3°Bx의 차이를 보였다.

사. 10월 25일 현장 조사(수확직전)

<표 2> 수확직전 전수조사 종합 정리

| 수평·수직 결과모지 |    | 열매 수 |    | 열매 직경 크기(mm) |    | 1차 당도 측정(°Bx) |
|------------|----|------|----|--------------|----|---------------|
|            |    | 개    | 순위 | 최고           | 최소 |               |
| 10년 이상 무비료 | 수평 | 2.1  | 3  | 61           | 47 | 9.4           |
|            | 수직 | 1.8  | 5  | 68           | 50 | 8.4           |
| 7년 이상 무비료  | 수평 | 1.8  | 5  | 65           | 49 | 8.2           |
|            | 수직 | 1.1  | 8  | 67           | 49 | 8.6           |
| 2년 이상 무비료  | 수평 | 2.9  | 1  | 65           | 50 | 8.9           |
|            | 수직 | 2.7  | 2  | 70           | 50 | 8.6           |
| 당해년도 무비료   | 수평 | 0.5  | 10 | 64           | 58 | 7.6           |
|            | 수직 | 0.6  | 9  | 71           | 64 | 7.8           |
| 매년 화학비료    | 수평 | 1.4  | 7  | 54           | 44 | 8.5           |
|            | 수직 | 2.0  | 4  | 64           | 44 | 8.7           |

- 1) 재배 유형별 결과모지의 열매 수 평균치로 실증 비교
  - 가) 평균 최고치와 최저치는 2.9개: 0.5개로서 비율로 환산하면 5.8배이다.
  - 나) 비료 투입 여부와 열매 수 사이에 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다.
  - 다) 가장 열매 수가 많은 결과모지는 2년 이상 무비료 수평지이다.

라) 가장 열매 수가 적은 결과모지는 당해 연도 무비료 수평지이다.

마) 비료투입 여부와 열매 수량에 상관관계가 나타나지 않았다.

## 2) 재배 유형별 열매 직경 크기 실증 비교

가) 직경 크기 기준 최고치는 당해 연도 무비료 수직지로서 71mm이고 최소치는 매년 비료투입 포장의 수평지와 수직지로 44mm로 나타났다.

나) 크기 관련 상관관계는 재배 포장별로 수평지보다 수직지에서 최고값이 항상 높게 나타났는데 이는 모든 유형에서 동일하다.

다) 매년 비료 투입한 포장에서 열매크기가 평균치, 최저치 모두 가장 작게 나타나는 결과를 보였다.

## 3) 재배 유형별 열매의 1차 당도 측정 평균치로 실증 비교

가) 평균 최고치와 최저치는  $1.8^{\circ}\text{Bx}(9.4-7.6=1.8)$ 의 차이가 나타났다.

나) 비료투입 유형과 당도와는 상관관계가 나타나지 않았다.

다) 당도 평균치와 관련하여 수평지와 수직지간 차이점이 나타나지는 않았다.

## 2. 그림으로 보는 현상 관찰 내용

### 가. 꽃이 핀 액아와 싹이 난 액아를 잎맥이 이루는 각도 관점에서 비교한 관찰

[그림 12]에서 [그림 15]는 결과모지 액아에서 꽃이 피는 경우와 결과모지에서 꽃이 피지 않고 다시 싹이 나는 경우를 근접 촬영하고 가상의 사잇각을 작도한 그림이다.

결과모지 액아에서 꽃이 피는 경우는 줄기의 진행방향과 잎맥이 이루는 각도가 둔각( $90^{\circ}$  이상)을 이룰 때였으며, 결과모지 액아에서 꽃이 피지 못하고 다시 싹이 발아하는 경우는 각도가 예각( $90^{\circ}$ 미만)인 경우 대체로 싹초가 발아하는 현상이 관찰되었다.

### 1) 착화



[그림 12] 착화된 액아의 사잇각



[그림 13] 착화된 액아의 사잇각 확대

### 2) 신초 발아



[그림 14] 신초 발아한 액아의 사잇각



[그림 15] 신초 발아한 액아 사잇각 확대

감귤나무의 개화 위치를 면밀히 관측한 결과, 정상적인 경우에는 결과모지의 액아에서 꽃이 피었다. 다만 결과모지의 액아마다 꽃이 피는 것이 아니라, 액아를 둘러싸고 있는 잎과 줄기 진행방향에 이루는 각도에 따라 달라지는 것으로 추정하였다. 줄기 진행방향과 잎맥이 이루는 각도가 직각이 되면 주로 꽃이 피는 것을 관찰하게 되었다.

액아에서 꽃이 피지 않고 다시 싹이 나오는 경우는 줄기 진행방향과 잎맥이 직각이 아닌 예각을 이루고 있을 때 신초가 발아하는 것을 관찰하게 되었다. 이처럼 액아에서 꽃이 피거

나 싹이 발아하는 것은 잎맥과 줄기가 이루는 각도에 상관관계가 있다고 판단된다.

### 나. 꽃이 핀 결과모지와 새싹이 발아한 결과모지의 모양변화 비교 관찰

[그림 16]은 결과모지의 액아에서 꽃이 필 때, [그림 17]은 싹이 발아할 때 줄기의 형태가 달라지는 현상을 대비한 것으로 결과모지에서 꽃이 피면 줄기의 형태는 각진 삼각형 꼴을 그대로 유지하고 싹이 발아하면 줄기의 형태가 둥근 모양으로 바뀌는 현상이 나타났다.

#### 1) 착화 시 결과모지의 각진 형태 유지



[그림 16] 착화된 결과모지의 삼각형 꼴 줄기 모양

#### 2) 싹초 발아 시 둥글게 변하는 줄기



[그림 17] 싹초 발아한 결과모지의 둥근 꼴 줄기 모양

결과모지에서 싹이 발아하는 경우 줄기의 겉모양이 달라진다. 액아에서 싹이 발아하면 모서리가 삼각형 모양인 결과모지가 통통해지면서 둥근 모양으로 바뀐다. 반면에 액아에서 꽃만 필 경우는 삼각형 모서리 모양 그대로 유지되었다. 이는 줄기 내부에서 새싹이 발아하면 어떠한 변화를 만들어 내고 있다고 추정할 수 있다.

[그림 18]에서 [그림 25]까지는 전정 이후부터 감귤나무에서 꽃 피고, 열매 맺고, 성장하고, 완숙되는 과정을 매주 촬영하고 월 단위로 샘플링한 것이다. 그림 비교의 주요 포인트는 열매의 꼭지가 줄기와 나란한 방향으로 성장하다가 일정 시점이 되면 무거워지면서 줄기 성장 방향과 열매의 꼭지 진행 방향이 반대 방향으로 되는 점이다. 열매는 커갈수록 무거워져 중력 작용을 받아 아래로 내려가고, 반면에 줄기는 항상 수직 방향으로 올라가려 하므로 열매의 크기에 따라 줄기의 진행 방향과 각도가 달라지는 것이 관찰되었다.



[그림 18] 4월 전정직후 감귤나무



[그림 19] 5월 꽃이 만개한 동시에 신초발아 성장



[그림 20] 6월 줄기와 앞에 가려진 동자 열매 성장



[그림 21] 7월 줄기 진행방향과 나란한 동자 열매 성장



[그림 22] 8월 줄기 진행방향과 각도가 벌어지는 열매 성장



[그림 23] 9월 줄기 진행방향과 거의 반대방향으로 자라는 열매



[그림 24] 10월 줄기와 열매꼭지가 반대방향이 되어 익어가는 열매



[그림 25] 11월 줄기 진행과 반대인 열매꼭지 방향과 열매의 완숙

결과모지에서 개화부터 완숙되는 과정까지 열매가 상하로 움직이며 이동하는 현상을 관찰하였다. 주지나 측지라는 기저줄기를 기준으로 처음에는 수직으로 성장하다가 어느 정도 성장하면 기저줄기 아래로 이동하여 익어가는 현상이 관측되었다. 이는 열매 무게가 점점 무거워지면서 성장하는 위치가 위에서 아래로 이동하고 있다고 해석된다.

라. 열매가 성장하며 기울어지는 정도를 결과모지의 수평·수직 관점에서 비교

1) 열매가 모두 위로 향하면서 성장하는 수평·수직 결과모지의 5, 6월 열매



[그림 26] 줄기 진행과 나란하게 성장하는 수평 결과모지의 5월 열매



[그림 27] 줄기 진행과 나란하게 성장하는 수직 결과모지의 6월 열매

2) 열매가 모두 수평으로 누우면서 성장이 진행되는 수평·수직 결과모지의 9월 열매



[그림 28] 열매 달린 수평 결과모지가 수평화 되기 시작하는 9월 열매



[그림 29] 열매 달린 수직 결과모지가 수평화 되기 시작하는 9월 열매

3) 열매가 모두 아래로 향하여 완숙이 진행되는 수평·수직 결과모지의 10월 열매



[그림 30] 열매 달린 수평 결과모지가 역 수직화 되어 익어가는 10월 열매



[그림 31] 열매 달린 수직 결과모지가 역 수직화 되어 익어가는 10월 열매

꽃 피고 열매 달리는 결과모지의 지면을 기준으로 수직방향( $90^\circ$ )으로 향하다가 열매가 커지고 익어갈 때면 역 수직방향( $-90^\circ$ )으로 향하는 것을 관측하였다.

열매의 성장과 이동에 따라 결과모지는 열매가 어리고 작을 때는 수직상방으로 성장하고, 열매가 어느 정도 커지고 노란 색이 나타나기 시작하면 수직하방으로 늘어진다. 이로써 결과모지의 각도에 따라 열매에 수분이나 당분을 전달하는 양이 차이가 날 수 있다고 추정하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 수평 및 수직 결과모지에 따른 열매 수 비교

- 꽃이 진 후 동자 수에서 유의미한 차이점이 나타나지 않았다.
- 1차와 2차 낙과 후 열매 수에 있어서 유의미한 차이가 나타나지 않았다.
- 최종 열매 수 통계 비교에서 수평지와 수직지 간에 유의미한 차이점이 나타나지 않았다.
- 1차와 2차 열매당도 통계 비교에서 유의미한 차이가 나타나지 않았다.
- 열매크기 직경의 최고치와 최소치 그리고 평균값 통계 비교에서 다소 오차범위가



넓지만 수직지가 수평지보다 모두 크게 나타나는 통계치를 보였다.

<표 3> 수평 및 수직 결과모지에 따른 과수 특성 비교

| 전정 후 수평·수직 결과모지        |       | N  | 평균      | 표준 편차   | t      | df     | sig   |       |
|------------------------|-------|----|---------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 낙화 후 동자 수<br>(5.25)    | 수평    | 50 | 8.18개   | 3.646   | 0.880  | 98     | 0.381 |       |
|                        | 수직    | 50 | 7.52개   | 3.850   |        |        |       |       |
| 1차 낙과 후 열매 수<br>(6.16) | 수평    | 50 | 2.20개   | 1.565   | -0.610 | 98     | 0.952 |       |
|                        | 수직    | 50 | 2.22개   | 1.730   |        |        |       |       |
| 2차 낙과 후 열매 수<br>(7.23) | 수평    | 50 | 1.88개   | 1.493   | 0.415  | 98     | 0.679 |       |
|                        | 수직    | 50 | 1.76개   | 1.393   |        |        |       |       |
| 최종 열매 수<br>(10.25)     | 수평    | 50 | 1.76개   | 1.393   | 0.582  | 98     | 0.562 |       |
|                        | 수직    | 50 | 1.60개   | 1.355   |        |        |       |       |
| 열매 크기 직경 최고            | 수평    | 37 | 58.03mm | 4.787   | -2.555 | 69     | 0.013 |       |
|                        | 수직    | 34 | 61.44mm | 6.416   |        |        |       |       |
| 열매 크기 직경 최소            | 수평    | 28 | 52.07mm | 4.729   | -1.370 | 52     | 0.177 |       |
|                        | 수직    | 26 | 54.23mm | 6.749   |        |        |       |       |
| 열매 크기 평균               | 수평    | 28 | 55.34mm | 4.431   | -1.849 | 52     | 0.070 |       |
|                        | 수직    | 26 | 58.06mm | 6.276   |        |        |       |       |
| 1차당도<br>체크<br>(10.25)  | 당도 최고 | 수평 | 20      | 9.00Bx  | 1.082  | 1.009  | 40    | 0.319 |
|                        |       | 수직 | 22      | 8.68Bx  | 0.960  |        |       |       |
|                        | 당도 최소 | 수평 | 15      | 8.33Bx  | 0.859  | 0.357  | 28    | 0.724 |
|                        |       | 수직 | 15      | 8.22Bx  | 0.777  |        |       |       |
| 당도 평균                  | 수평    | 20 | 8.71Bx  | 0.991   | 0.866  | 40     | 0.392 |       |
|                        | 수직    | 22 | 8.46Bx  | 0.885   |        |        |       |       |
| 2차당도<br>체크<br>(11.25)  | 당도 최고 | 수평 | 17      | 10.28Bx | 1.045  | -1.166 | 27    | 0.254 |
|                        |       | 수직 | 12      | 10.77Bx | 1.178  |        |       |       |
|                        | 당도 최소 | 수평 | 13      | 9.29Bx  | 0.678  | -1.603 | 21    | 0.124 |
|                        |       | 수직 | 10      | 9.94Bx  | 1.241  |        |       |       |
| 당도 평균                  | 수평    | 17 | 9.91Bx  | 0.921   | -1.151 | 27     | 0.260 |       |
|                        | 수직    | 12 | 10.35Bx | 1.121   |        |        |       |       |

## 2. 비료 투입 여부에 따른 과실 특성

- 열매 수 비교: 열매 수는 비료 투입과 미투입 간에 유의미한 차이가 나타나지 않았다.
- 열매 크기 비교: 열매 크기는 미투입이 투입보다 모두 크다.
- 1차당도: 10월 25일 기준 당도는 비료 투입과 미투입 간 차이가 없었다.
- 2차당도: 11월 25일 기준 당도는 비료 투입 포장이 높게 나타났다.
- 종합비교 분석: 비료투입 농장의 열매 크기는 미투입보다 크지 않으며 수량도 비료 투입이 높게 나타나지 않았다. 열매 당도는 비료 투입한 농장에서 가장 높게 나타났다.

본 연구자는 이 자료를 공정하게 분석하기 위해 1년간 실증한 데이터를 전문기관에 일괄 의뢰하여 T-test라는 통계분석기법으로 유의성 여부를 분석하였다. 통계분석 결과를 두고는 다양한 해석이 가능하지만 감귤을 재배하고 감귤나무의 생리현상을 여러 해 동안 정밀 관찰해 온 결과를 토대로 재배농가 입장에서 해석한 내용을 정리하고자 한다.

본 연구과제의 핵심내용은 ‘감귤 열매 크기가 어떤 요인에 가장 큰 영향을 받는가?’이고, 추가적으로 열매 수량과 열매 당도까지 어떤 요인에 영향을 받는지 비교하고자 하는 연구 과제이다. 일반적으로 열매 크기에 주는 요인은 비료나 퇴비 등의 토양 영양 상태에 달려 있는 것으로 생각한다. 그러나 연구자가 10년 이상 비료 없이 감귤재배를 해본 결과, 열매를 크게 하는 요인은 비료나 퇴비가 아닌 다른 어떤 요인에 있는 것으로 판단하였다.

그것은 결과모지의 수직, 수평 여부에 따라 달라진다는 추정이다. 그러나 결과는 결과모지의 수직, 수평에 따라 열매크기에 주는 영향이 유의미하지 않았다. 물론 열매 수나 당도 또한 유의성 있는 결과가 나타나지 않았다.

반면 비료 유무는 일반적인 생각과 다른 유의성 있는 결과가 나타났다. 비료를 지속적으로 투입한 농장과 10년 이상 투입하지 않는 농장에서 유의미한 열매 수 차이가 나타나지 않았고, 열매 크기 면에서는 오히려 비료 투입한 농장이 크기가 작게 나타나는 결과가 나타난 것이다. 이는 비료나 퇴비가 열매 크기를 크게 하고, 열매 수 또한 많게 한다는 일반적 생각

과 차이가 있었다.

그리고 당도 면에서는 비료 투입한 농장이 더 높게 나타났는데, 이는 유기농 재배농가에 서 흔히 회자되곤 하는 비료를 투입하지 않으면 맛이 좋아진다는 통념과는 거리가 있을 수 있음을 보여주는 결과이기도 하다.

감귤 열매 크기를 결정짓는 요인이 결과모지의 수평, 수직에 따른 것이 아니기도 하지만, 비료나 퇴비의 영향도 아니라는 것을 실증결과는 보여주고 있다.

물론 샘플링 데이터 자료가 미흡한 면이 있는 건 사실이지만, 앞으로 같은 방법으로 정밀 하게 실증할 만한 가치는 충분히 있다고 판단된다. 이에 더해 연구자가 추가로 판단하는 열매 크기 결정 요인은 결과모지의 각도와 주지나 부주지의 각도이다. 또한 결과모지의 길이 도 열매의 크기를 결정짓는 요인이며, 나무 전체의 수분압력의 세기도 열매 크기에 영향을 미치는 등 열매의 크기는 여러 가지 변수들이 복잡하게 연결된 상태라고 추정된다.

실험을 돌아보면 실험군 설정 시 열매 크기가 비슷한 값을 얻게 되는 실험군을 설정하는 착오가 있었다. 즉, 실증 결과모지를 선택할 때 5~12개의 액아를 가진 결과모지를 선택하였는데 이 정도에서는 수평, 수직과 무관하게 비슷한 크기의 열매를 생산해내는 결과모지군 으로 분류할 수 있다. 열매 크기가 차이를 보이려면 액아 수 5개 이하 결과모지군, 6~13개 결과모지군, 14개 이상 결과모지군으로 분류해서 실험을 한다면 열매 크기에 차이가 생기는 유의성이 나타날 것으로 추론된다.

열매 크기도 중요하지만 그보다 더 중요한 것은 열매 수량이다. 열매 수량은 꽃피는 수량 보다는 열매의 1, 2차 낙과비율에 따라 결정되는 것으로 추정하여 데이터들을 세밀히 비교 하였다.

&lt;표 4&gt; 시비 유무에 따른 과수 특성 비교

| 포장별 비료유무               |       | N  | 평균      | 표준 편차   | t      | df     | P     |       |
|------------------------|-------|----|---------|---------|--------|--------|-------|-------|
| 낙화 후 동자수<br>(5.25)     | 유     | 20 | 9.40개   | 3.761   | 2.105  | 98     | 0.038 |       |
|                        | 무     | 80 | 7.46개   | 3.663   |        |        |       |       |
| 1차 낙과 후 열매 수<br>(6.16) | 유     | 20 | 2.60개   | 1.667   | 1.191  | 98     | 0.237 |       |
|                        | 무     | 80 | 2.11개   | 1.630   |        |        |       |       |
| 2차 낙과 후 열매 수<br>(7.23) | 유     | 20 | 2.05개   | 1.395   | 0.798  | 98     | 0.427 |       |
|                        | 무     | 80 | 1.76개   | 1.452   |        |        |       |       |
| 최종열매 수<br>(10.25)      | 유     | 20 | 1.60개   | 1.353   | -0.291 | 98     | 0.772 |       |
|                        | 무     | 80 | 1.70개   | 1.382   |        |        |       |       |
| 열매 크기 직경 최고            | 유     | 15 | 54.40mm | 4.137   | -4.416 | 69     | 0.000 |       |
|                        | 무     | 56 | 61.07mm | 5.433   |        |        |       |       |
| 열매 크기 직경 최소            | 유     | 12 | 47.83mm | 3.996   | -4.031 | 52     | 0.000 |       |
|                        | 무     | 42 | 54.62mm | 5.410   |        |        |       |       |
| 열매 크기 평균               | 유     | 12 | 51.29mm | 4.025   | -4.432 | 52     | 0.000 |       |
|                        | 무     | 42 | 58.18mm | 4.922   |        |        |       |       |
| 1차당도<br>체크<br>(10.25)  | 당도 최고 | 유  | 9       | 8.83Bx  | 0.912  | 0.000  | 40    | 1.000 |
|                        |       | 무  | 33      | 8.83Bx  | 1.061  |        |       |       |
|                        | 당도 최소 | 유  | 7       | 8.20Bx  | 0.945  | -0.270 | 28    | 0.789 |
|                        |       | 무  | 23      | 8.30Bx  | 0.782  |        |       |       |
| 당도 평균                  | 유     | 9  | 8.62Bx  | 0.906   | 0.145  | 40     | 0.885 |       |
|                        | 무     | 33 | 8.57Bx  | 0.955   |        |        |       |       |
| 2차당도<br>체크<br>(11.25)  | 당도 최고 | 유  | 6       | 11.98Bx | 1.256  | 5.146  | 27    | 0.000 |
|                        |       | 무  | 23      | 10.09Bx | 0.656  |        |       |       |
|                        | 당도 최소 | 유  | 5       | 10.62Bx | 0.947  | 3.155  | 21    | 0.005 |
|                        |       | 무  | 18      | 9.28Bx  | 0.810  |        |       |       |
| 당도 평균                  | 유     | 6  | 11.45Bx | 1.082   | 5.064  | 27     | 0.000 |       |
|                        | 무     | 23 | 9.73Bx  | 0.636   |        |        |       |       |

### 3. 낙화 후 기간별 잔류 열매 수량 비교

<표 5>는 결과모지 액아가 낙화한 후 기간별로 남은 동자열매의 수를 조사하여 나타냈으

며, <표 6>은 기간별 동자열매의 수를 결과모지 액아 수로 나누어 잔류율을 나타내었다.

<표 5> 낙화 후 기간별 동자열매 수량

(단위: 개)

| 기울기      | 지역      | 결과모지<br>액아 수 | 낙화 후 | 1차낙과 후 | 2차낙과 후 | 8월 말 | 수확직전  |
|----------|---------|--------------|------|--------|--------|------|-------|
|          |         |              | 5/25 | 6/16   | 7/23   | 8/31 | 10/25 |
| 수평<br>줄기 | 10년 무비료 | 9.2          | 8.1  | 2.4    | 2.1    | 2.1  | 2.1   |
|          | 7년 무비료  | 8.8          | 6.9  | 2.9    | 2.3    | 1.8  | 1.8   |
|          | 2년 무비료  | 8.6          | 7.0  | 3.0    | 2.9    | 2.9  | 2.9   |
|          | 당년 무비료  | 10.7         | 9.2  | 0.6    | 0.5    | 0.5  | 0.5   |
|          | 매년 화학비료 | 8.9          | 9.7  | 2.1    | 1.5    | 1.4  | 1.4   |
|          | 평균      | 9.24         | 8.18 | 2.00   | 1.86   | 1.84 | 1.74  |
| 수직<br>줄기 | 10년 무비료 | 7.6          | 8.5  | 1.9    | 1.8    | 1.8  | 1.8   |
|          | 7년 무비료  | 7.8          | 7.7  | 2.3    | 1.1    | 1.1  | 1.1   |
|          | 2년 무비료  | 7.5          | 6.9  | 3.0    | 2.7    | 2.7  | 2.7   |
|          | 당년 무비료  | 7.8          | 5.4  | 0.8    | 0.6    | 0.6  | 0.6   |
|          | 매년 화학비료 | 8.0          | 9.1  | 3.1    | 2.6    | 2.5  | 2.0   |
|          | 평균      | 7.74         | 7.52 | 2.22   | 1.76   | 1.74 | 1.64  |
| 종합평균     |         | 8.49         | 7.85 | 2.21   | 1.81   | 1.79 | 1.69  |

1) 결과모지 액아 수와 최종 열매 평균 수량 비교

가) 수평 결과모지

- 결과모지 액아 수 대비 평균 착과율은 18.8%였다.
- 결과모지 당 최종 열매 평균 수량은 1.74개로 나타났다.
- 액아 수량 대비 최고의 열매 착과율은 2년 이상 무비료 지역으로 33.7%였다.

나) 수직 결과모지

- 결과모지 액아 수 대비 평균착과율은 21.2%였다.
- 결과모지 당 최종 열매 평균 수량은 1.64개로 나타났다.
- 액아 수량 대비 최고의 열매 착과율은 2년 이상 무비료 지역으로 36.0%였다.

다) 종합

- 결과모지 액아 수 대비 최종 착과율은 약 20%로써 결과모지 당 액아 수가 8개

라면 열매는 평균 2개 정도 수확이 가능한 것으로 나타났다.

※ 단, 결과모지 액아 수가 증가한다고 해서 이에 비례하여 열매 수가 증가하지 않는다.

<표 6> 낙화 후 기간별 동자열매 잔류율

(단위: %)

| 기울기      | 지역      | 낙화 후  | 1차 낙과 후 | 2차 낙과 후 | 8월 말 | 수확직전  |
|----------|---------|-------|---------|---------|------|-------|
|          |         | 5/25  | 6/16    | 7/23    | 8/31 | 10/25 |
| 수평<br>줄기 | 10년 무비료 | 88.0  | 26.1    | 22.8    | 22.8 | 22.8  |
|          | 7년 무비료  | 78.4  | 33.0    | 26.1    | 26.1 | 20.5  |
|          | 2년 무비료  | 81.4  | 34.9    | 33.7    | 33.7 | 33.7  |
|          | 당년 무비료  | 86.0  | 5.6     | 4.7     | 4.7  | 4.7   |
|          | 매년 화학비료 | 109.0 | 23.6    | 16.9    | 15.7 | 15.7  |
|          | 평균      | 88.5  | 23.8    | 20.1    | 19.9 | 18.8  |
| 수직<br>줄기 | 10년 무비료 | 111.8 | 25.0    | 23.7    | 23.7 | 23.7  |
|          | 7년 무비료  | 98.7  | 29.5    | 14.1    | 14.1 | 14.1  |
|          | 2년 무비료  | 92.0  | 40.0    | 36.0    | 36.0 | 36.0  |
|          | 당년 무비료  | 69.2  | 10.3    | 7.7     | 7.7  | 7.7   |
|          | 매년 화학비료 | 113.8 | 38.8    | 32.5    | 31.3 | 25.0  |
|          | 평균      | 97.2  | 28.7    | 22.7    | 22.5 | 21.2  |
| 종합평균     |         | 92.5  | 26.0    | 21.3    | 21.1 | 19.9  |

2) 낙화 후 동자 수와 1차 낙과 후 동자 수 잔류량 비교

가) 수평 결과모지

- 수평줄기의 동자열매 대비 1차 최고 낙과는 9.2개에서 0.6개로 6.5% 잔류했다.
- 수평줄기의 동자열매 대비 1차 최소 낙과는 7.0개에서 3.0개로 42.8% 잔류했다.
- 동자 수 대비 최고와 최소의 잔류율 차이는 6.7배의 차이가 났다.

나) 수직 결과모지

- 수직줄기의 동자 수 대비 1차 최고 낙과는 5.4개에서 0.8개로 14.8% 잔류했다.
- 수직줄기의 동자 수 대비 1차 최소 낙과는 6.9개에서 3.0개로 43.4% 잔류했다.
- 동자 수 대비 최고와 최소의 잔류율 차이는 3.0배의 차이가 났다.

다) 종합

- 1차 낙과 후 잔류량은 결과모지의 수평·수직과는 유의미한 차이가 없었다.
- 1차 낙과 후 잔류량은 평균 2개 정도로 나타났다.
- 낙화 후 동자 수 대비 1차 낙과 후 동자열매 잔류율은 평균 28% 정도이나, 최소 잔류율 대비 최대 잔류율은 6.5% 대비 43.4%로 6.7배 잔류율 차이를 보여 격차가 심하게 나타났다.
- ※ 1차 낙과 후 수량과 수확 직전 수량간에 큰 차이가 없어 1차 낙과 정도 차이가 최종열매 수확에 가장 큰 영향을 주는 것으로 추정된다.

3) 결과모지 액아 수와 2차 낙과 후 동자 수 잔류량 비교

가) 수평 결과모지

- 결과모지 액아 수 대비 2차 최대 낙과는 10.7개에서 0.5개로 4.7% 잔류했다.
- 결과모지 액아 수 대비 2차 최소 낙과는 8.6개에서 2.9개로 33.7% 잔류했다.
- 결과모지 액아 수 대비 최고·최소 낙과의 잔류율 차이는 6.8배로 나타났다.

나) 수직 결과모지

- 결과모지 액아 수 대비 2차 최대 낙과는 7.8개에서 0.6개로 약 7.7% 잔류했다.
- 결과모지 액아 수 대비 2차 최소 낙과는 7.5개에서 2.7개로 36.0% 잔류했다.
- 결과모지 액아 수 대비 최고·최소 낙과의 잔류율 차이는 4.7배로 나타났다.

다) 종합

- 2차 낙과 후 잔류량은 결과모지의 수평·수직과는 유의미한 차이가 없었다.
- 결과모지 액아 수 대비 잔류 열매 비율은 21.1%로 결과모지당 1.7개의 열매가 잔류했다.

(4) 결과모지 액아 수와 낙화 직후 동자 수 비교

- 액아 수 대비 동자열매 잔류량은 결과모지의 수평 수직과는 유의미한 차이가 없었다.
- 결과모지 액아에서 착화량은 토양상태와 유의미한 차이가 없었다.
- 결과모지 액아 수보다 개화량이 더 많아 동자열매 수가 많을 수 있다.
- 동자열매 수는 결과모지 액아 수와 비슷했다.
- 결과모지 액아 수 평균 8.49개, 동자 수 평균 7.85개로 액아의 92.5%

가 동자열매가 되었다.

이는 곧 꽃피는 **액아 수 = 동자 수** 관계가 성립하는 것으로 추정 가능하다.

※ 액아 수의 30% 가량이 열매가 된다고 가정하여 산술적으로 단순 계산해보면, 나무 당 8개의 액아를 가진 결과모지가 10개이면 열매 24개 수확이 가능하고, 100개 이면 열매 240개, 1,000개이면 열매 2,400개 수확 가능하다.

#### 5) 결과모지 액아 수와 최종 평균 열매 수 최고와 최저 비교

##### 가) 수평 결과모지

- 결과모지 액아 수 대비 착과율이 가장 높은 농장은 2년 무비료 선흥로 34%였다.
- 결과모지 액아 수 대비 착과율이 가장 낮은 농장은 당년무비료 삼달574로 5%였다.
- 액아 수 대비 평균 최고와 최저 착과율 차이는 6.8배의 차이를 보였다.

##### 나) 수직 결과모지

- 결과모지 액아 수 대비 착과율이 가장 높은 농장은 2년 무비료 선흥로 36%였다.
- 결과모지 액아 수 대비 착과율이 가장 낮은 농장은 당년 무비료 삼달574로 8%였다.
- 액아 수 대비 평균 최고와 최저 착과율 차이는 4.5배로 나타냈다.

##### 다) 종합

- 낙과의 규칙성은 결과모지의 수평·수직과는 유의미한 차이가 없었다.
- 낙과 최대는 삼달574, 최소는 선흥 지역으로 농장에 따라 차이가 있었다.
- 평균적으로 결과모지당 2개 정도의 열매가 착과되었다.
- 열매의 평균 최소 잔류량과 최대 잔류량 차이는 5%대 36%로 7.2배까지 차이가 발생했다.

#### [열매 수 자료 데이터 비교 결과 추가 설명]

연구 보고서를 잘 작성하는 것도 중요한 과제 중의 하나이지만, 농민이다보니 다음 해 농사에 시행착오를 겪지 않게 하는 일이 무엇보다 중요한 일이다. 1년간의 연구결과를 바탕으로 무엇이 잘못되었는지 가능한 한 세밀히 검토하여 새로 시작되는 농사에 반영시켜야



하기에 데이터 비교 결과를 가감 없이 객관적으로 분석하는 것은 중요한 일이었다.

연구결과는 실증내용의 정확성에 다소 오차가 있을지라도 지금까지 열매 달리는 방식에 대한 통념이 잘못되어 있음을 시사하는 부분이 많이 나타났다. 대표적으로 꽃피는 양과 수확할 수 있는 열매 수의 상관관계이다. 일반적으로 꽃이 많이 필수록 열매 수도 많을 것으로 예측하고 거의 모든 농가나 농업 관련 종사자들은 가급적 많은 꽃을 피우기 위해 노력한다. 하지만 실증한 데이터 비교 결과, 열매 수가 개화량과 비례하지 않는다는 결과가 나타났다. 과연, 열매 수는 개화량과 어떤 관계가 있는 것인가?

아래의 5가지 경우를 서로 비교하여 개화량의 많고 적음에 따라 열매 수량이 어떻게 달라지는지를 실증하였다. 단, 열매 수는 결과모지의 수평, 수직과는 상관관계가 거의 없었으므로 이에 대한 변수는 고려하지 않는다.

#### 가. 결과모지의 액아 수에 따른 최종 열매 수는?

결과모지의 액아 수 중에서 일부가 최종열매 수로 남아 수확하게 되는데, 일정한 비율이 있다. 평균 액아 수의 20%가 최종 평균 열매 수인데 적게 달리는 경우는 액아 수의 5%이고, 많이 달리면 액아 수의 36%로 격차가 컸다. 수량으로 보면 결과모지 액아 수량 평균이 8개 정도이기에 평균 열매 수 1.6개를 수확하는데, 적게 달리면 0.4개를 수확하고 많게 달리면 2.9개를 수확하게 된다.

#### 나. 낙화 후 동자 수가 1차 낙과 후에는 어떻게 변했나?

감귤 꽃이 지고나면 동자가 나타나는데, 이 동자열매가 1차 낙과 후에는 어떻게 변동되었는가를 조사한 결과치이다. 1차 낙과에서 평균 72% 정도가 낙과되어 결과모지 당 평균 2개의 동자 수가 남았다. 1차 낙과되는 비율이 대조구별로 격차가 심한 편인데 적으면 57%가 낙과되어 43%가 남았고, 많으면 96% 이상 낙과되어 4% 미만이 남았다.

이 결과는 90% 정도 낙과되고 10% 정도가 잔류되어 최종 열매가 된다는 관행조사의 일반통계치와는 차이를 보였다.

### 다. 결과모지 액아 수와 2차 낙과 후 동자 수와는 어떤 관계가 있나?

2차 낙과 후에는 결과모지에 남아있는 열매 수가 어떻게 변동되었는지를 조사하였다. 7월 23일 조사한 내용을 평균으로 정리하면 결과모지당 약 1.7개의 열매가 남아 있었다. 대조구별 평균으로 정리하면 최저 0.5개에서 최고 2.9개 남아 있었고, 나무별로는 최저 0개에서 최대 5개로 나타났다. 2차 낙과 후 남아있는 열매 수가 최종 수확량이 될 가능성이 아주 높으나, 전체적으로 수확량을 높이려면 1차 낙과를 줄이는 것이 관건으로 나타났다.

### 라. 결과모지 액아 수량과 꽃이 진 후 동자 수와는 어떤 관계가 있나?

결과모지의 액아 수와 꽃이 진 후에 1차 낙과 이전까지 달려있는 동자 수와는 어떤 상관관계가 있는지 5월 25일 기준 조사한 결과 값이다. 액아 수와 동자 수는 거의 모든 대조구에서 비슷한 조사 결과를 보였다. 평균으로 정리하면 액아 수가 8.5개이고 동자 수는 7.9개로서 약 93%를 보였다.

어떤 결과모지는 액아 수보다 동자 수가 더 많아서 액아 수가 8개인데 동자 수는 9개가 넘는 것도 다수 나타났다. 여기서 특이한 결과는 대조구별로 동자 수가 거의 균일하다는 것이다. 거의 액아 수만큼 동자 수가 결과모지에 달렸다. 1차 낙과 이전까지는 대조구별로 열매 수에 있어서 차이가 거의 없었다. 이러한 결과는 최종 수확량과 비교할 때 상당히 이례적인 결과이다. 이를 토대로 개화량과 수확량과의 관계를 연결지어보면, 꽃이 피게 하는 착화량의 많고 적음보다는 낙과수량을 줄이는 것이 다수확을 결정짓는 중요한 요소가 된다.

결국 개화량과 수확량의 관계는 적절한 착화량이고 1, 2차 낙과를 적절히 조절하는 기술이다. 개화량을 조절하고 낙과시키는 양을 조절하는 기술이 농사의 성패를 결정짓는 중요한 요소인 것이다.

마. 결과모지의 액아 수 대비 최종 수확한 열매 수의 최대·최소 수확량 비교 값은 어떻게 되는가?

결과모지에서 최고로 많이 달린 열매 수와 최저로 달린 열매 수의 결과를 비교하여 그 차이를 정확히 알고자 하는 질문이다. 결과모지에서 최고로 많이 착과한 열매 수의 대조구 비율은 36%이고 최저로 적게 달린 열매 수의 대조구 비율은 5%로서 약 7배의 차이가 난다.

이 결과를 좀 더 구체적으로 농장이나 농가에 대입하여 현실감 있게 비교해 보자. 한 나무에서 1,000개의 동자열매가 1, 2차 낙과를 끝내면 36%가 남아서 360개의 열매가 달렸다. 다른 한 나무는 1,000개의 동자열매가 1, 2차 낙과를 끝내고 5%가 남아서 50개의 열매가 달렸다. 이러한 나무가 총 1,000개라고 한다면 A농장은 360,000개의 열매이고, B농장의 열매 수는 50,000개가 된다.

계산하면,  $A/B = 360,000/50,000 \approx 7$ 으로 두 농장 간에 수확량은 7배의 차이가 발생한다. 이런 현상을 3년 연속하면  $3 \times 7 = 21$ 이다. 만일 이러한 결과를 A, B 두 농가의 기술력 차이라고 한다면, 3년 만에 두 농가의 수확량 차이는 20배 이상 벌어진다. 이러한 수치는 농업 현장에서 경험하게 되는 실제 상황을 어느 정도 반영하는 결과라고 할 수 있다.

#### 4. 대조구간 열매크기의 지역별/토양별/결과모지별 비교통계표

- 열매 크기는 지역에 따라 크기 분포의 일관성은 나타나지 않았다.
- 열매 크기는 토양 특징에 따라 크기 분포의 일관성은 나타나지 않았다.
- 열매 크기는 열매 수에 따라 일관성 있는 결과가 나타나지 않았다.
- 수직줄기 열매 크기 평균값의 최고 직경은 수평줄기보다 모두 크게 나타났다.
- 수직줄기 열매 크기 평균값의 최소 직경은 수평줄기보다 모두 크게 나타났다.
- 열매 크기 대소크기 비교에서 지역이나 토양 특징에 상관없이 결과모지가 수직줄기에서 수평줄기보다 열매 크기 평균값이 더 큰 공통점이 나타났다.

<표 7> 대조구간 열매 크기의 지역별/토양별/결과모지별 평균치 비교통계표

| 지역         | 결과모지<br>수평·수직 | 토양 특징      | 열매크기 최종(10, 25 기준) |                  |                  | 열매크기<br>대소 비교 |
|------------|---------------|------------|--------------------|------------------|------------------|---------------|
|            |               |            | 열매평균<br>수량(개)      | 열매직경<br>평균최고(mm) | 열매직경<br>평균최소(mm) |               |
| 아라동<br>여고  | 수평            | 10년 이상 무비료 | 2.1                | 57.6             | 51.7             | 小             |
|            | 수직            | 10년 이상 무비료 | 1.8                | 62.1             | 53.6             | 大             |
| 아라동<br>구산  | 수평            | 7년 이상 무비료  | 2.3                | 59.9             | 52.6             | 小             |
|            | 수직            | 7년 이상 무비료  | 1.1                | 61.2             | 54.0             | 大             |
| 조천읍<br>선흘  | 수평            | 2년 이상 무비료  | 2.9                | 59.2             | 54.4             | 小             |
|            | 수직            | 2년 이상 무비료  | 2.7                | 65.2             | 59.1             | 大             |
| 삼달리<br>574 | 수평            | 당해년도 무비료   | 0.6                | 61.3             | 58.0             | 小             |
|            | 수직            | 당해년도 무비료   | 0.6                | 63.3             | 61.0             | 大             |
| 삼달리<br>791 | 수평            | 매년 화학비료    | 1.0                | 52.0             | 47.0             | 小             |
|            | 수직            | 매년 화학비료    | 2.0                | 55.9             | 48.4             | 大             |

### 5. 대조구간 열매당도의 지역별/토양별/결과모지별 비교 통계표

- 결과모지 액아 수와 당도의 영향은 유의미한 차이가 없었다.
- 결과모지 열매 수와 당도의 연관성은 특별히 나타나지 않았다.
- 결과모지 기울기와 당도의 연관성은 유의미한 차이가 없었다.
- 10년 이상 무비료 농원이라도 당도가 특별히 높다는 등의 유의미한 차이가 없었다.
- 당도 최고는 ‘성산791’ 수직줄기 12.4°Bx이고, 평균 최고는 수직줄기 11.8°Bx 로 나타났다.
- 당도 변화에 가장 큰 영향은 축적 기간으로 1차와 2차 평균 최고 1.8°Bx 차이를 보였다.

<표 8> 대조구간 열매당도의 지역별/토양별/결과모지별 비교 통계표

| 결과(모지)   |         | 액아 수<br>(개) | 열매 수<br>(개) | 1차당도 결과값(°Bx)<br>(10.25 기준) |      |      | 2차당도 결과값(°Bx)<br>(11.25 기준) |      |      |
|----------|---------|-------------|-------------|-----------------------------|------|------|-----------------------------|------|------|
| 기울기      | 지역      |             |             | 당도최고                        | 당도최소 | 당도평균 | 당도최고                        | 당도최소 | 당도평균 |
| 수평<br>줄기 | 아라동 여고  | 9.2         | 2.1         | 10.8                        | 7.6  | 9.4  | 9.9                         | 9.2  | 9.6  |
|          | 아라동 구산  | 8.8         | 2.3         | 8.5                         | 7.8  | 8.2  | 10.3                        | 9.0  | 9.6  |
|          | 조천읍 선흥  | 8.6         | 2.9         | 9.4                         | 8.7  | 9.0  | 10.0                        | 9.5  | 9.8  |
|          | 삼달리 574 | 10.8        | 0.6         | 7.7                         | 7.4  | 7.6  | 9.8                         | 9.8  | 9.8  |
|          | 삼달리 791 | 8.9         | 1.4         | 8.7                         | 8.2  | 8.5  | 11.5                        | 9.7  | 10.6 |
|          | 평균      | 9.26        | 1.9         | 9.0                         | 7.9  | 8.5  | 10.3                        | 9.4  | 9.9  |
| 수직<br>줄기 | 아라동 여고  | 7.6         | 1.8         | 8.7                         | 8.1  | 8.4  | 10.2                        | 8.1  | 9.1  |
|          | 아라동 구산  | 7.8         | 1.1         | 8.8                         | 8.8  | 8.8  | 9.7                         | 9.6  | 9.6  |
|          | 조천읍 선흥  | 7.5         | 2.7         | 9.0                         | 8.0  | 8.6  | 10.5                        | 10.0 | 10.2 |
|          | 삼달리 574 | 7.8         | 0.6         | 7.9                         | 8.6  | 7.8  | -                           | -    | -    |
|          | 삼달리 791 | 8.0         | 2.0         | 8.9                         | 8.2  | 8.7  | 12.4                        | 11.2 | 11.8 |
|          | 평균      | 7.74        | 1.6         | 8.7                         | 8.3  | 8.4  | 10.7                        | 9.7  | 10.2 |

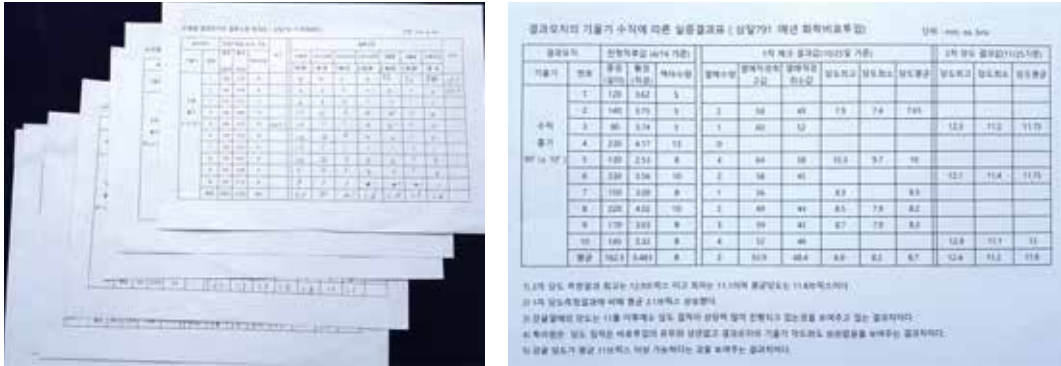
[데이터 종합 비교 후기]

본 연구과제 실증을 하면서 힘들었던 것은 아무 의미 없을 것 같은 데이터를 하염없이 기록하는 일이었다. 2016년 4월에 시작하여 꽃이 만발하고 동자가 열리는 6월 말까지도 뭔가 곧 새로운 것이 나타날 것만 같았으나, 7월부터는 지루함 그 자체였고 연관성이 없어 보이는 데이터를 계속 기록해야 하는지 의구심이 들었다.

11월 말이 되어야 뭔가 있을 것 같다는 느낌이 들기 시작했다. 1년간의 데이터가 다 모이고 저장되어 상호비교가 쉬워지면서 그때마다 시기를 놓치지 않고 데이터를 모두 기록한 보람을 느끼기 시작했다. 소중한 데이터 기록이라도 날개로 흩어지면 그 가치가 발현되기 어려울 수도 있고 아무리 하찮아 보여도 어느 정도 일정량이 모이면 그것 또한 버리기 아까운 가치를 지닐 수도 있다고 생각한다.

아래 그림은 이 연구 보고서를 작성하기 위해 수기 작업한 데이터 원본 철과 엑셀 작업한 내용이다. 누군가에 의해 읽혀지는 보고서가 되길 바라는 마음으로 가급적 주관적 편견을

버리고, 조사된 데이터를 충실히 반영하는 해석과 정리를 하는 것에 나름대로 노력을 기울였음을 밝히고자 세부데이터 모음 사진을 첨부한다.



[그림 32] 연구 세부 데이터

## 기대효과

### 가. 생산량증가

1) 수형의 정교성으로 동일면적, 동일 나무 수라도 단위 부피당 효율성을 높여 열매의 수량 증대가 가능하다.

2) 줄기가 발생한 각도를 이용하여 개화량과 신초가 발아하는 양을 적절히 조절함으로써 현저히 발생하는 해거리 현상을 억제하여 매년 균일하게 생산량을 유지할 수 있다.

### 나. 품질향상

1) 결과모지의 발생 정도를 균질하게 유도할 수 있어 결과적으로 과실크기가 균일하게 되어 전체 생산량 중 상품성 높은 감귤 열매 수 비율이 증가된다.

2) 당도 향상은 일반적으로 주변의 수분 함량비를 조절함으로써 당도를 높이는 일명, 수분 스트레스를 통해 가능한데, 여기에 추가로 당도를 더 높이는 방법이 가능하다. 첫째는 열매대비 엽수를 일컫는 엽과비를 높여서 증당이 가능하고, 둘째는 생산된 당분을 열매에

누적하는 당분적산비를 높여서 증당이 가능하다. 이로써 평균당도 11°Bx 이상 고품질 감귤 생산이 용이해진다.

#### 다. 소득증대

- 1) 비료투입량과 농약사용량이 줄어 비용 절감, 즉 소득증대로 이어진다.
- 2) 생산량 증가와 품질향상으로 농가 수취가 향상되어 소득증대 된다.

#### 라. 편의성증대

비료투입량은 줄이거나 도장지<sup>5)</sup>발생량을 억제하는 새로운 전정법은 노동의 피로도를 저감하여 농부로 하여금 과수 재배의 편의성을 증대시킨다.

#### 마. 기타 활용 및 적용 방안

- 1) 전정이 완료된 결과의 완성도는 차등 백분율 값으로 환산이 용이하여 전정의 양부를 객관적으로 평가하는데 활용 가능하다.
- 2) 도장지의 발생원인 추적과 억제하는 기술 습득에 활용 가능하다.
- 3) 정성적 수형인 개심자연형, 배상형 등의 문제점을 객관적으로 제시하지 못하는 한계를 극복하는 방편으로 줄기의 기울기 각도에 기반을 둔 새로운 정량적 수형 개발에 활용 할 수 있다.

## 결 론

본 연구 과제를 통해 얻어낸 중요한 것 3가지를 꼽으면,  
첫째는 액아요,

---

5) 영양상태나 환경조건에 의해 충실한 성장을 못하고 웃자란 가지이다.

둘째는 결과모지요,  
셋째는 기울기 각도이다.

이 세 가지 중에 중요한 2가지를 다시 선택하라고 하면,  
첫째는 결과모지요,  
둘째는 기울기 각도이다.

두 가지 중 가장 중요한 하나를 취하라고 한다면, 기울기 각도라고 말하고 싶다. 과일을 재배함에 있어서 나무줄기의 기울기가 무엇보다 중요하다고 생각한다. 이는 곧 나무수형 관리 중 가지의 기울기 각도를 어떻게 두느냐에 따라 열매의 수량, 품질, 노동력 투입의 경제성 등에 모두 영향을 미친다는 결론을 얻게 되었다. 좋은 열매는 적절한 각도를 유지한 좋은 결과모지의 액아에서 나온다. 따라서 적절한 각도를 갖는 좋은 결과모지를 확보하는 것은 좋은 열매를 얻기 위한 지름길이다.

감귤나무 정지전정 시 가지들을 자르거나 남길 때 일반적으로는 ‘수량이나 길이 중심’의 개심자연형 수형법을 주로 쓰는데 [그림 33]은 새로운 ‘각도 중심’의 개선된 방법을 적용하여 정지전정한 모습이다. 이 가지들의 기울기 각도를 중심으로 전정하는 새로운 방법을 일명 ‘아크탄젠트 수형법’이라고 명명하였다.



[그림 33] 개선된 방법으로 전정한 일명 ‘아크탄젠트 수형’ 최종 모델



## [참고문헌]

1. 김진한. 2015. 『상대성이론과 식물역학』. 하나출판.
2. 김진한. 2016. 『중력파와 식물성장법칙 ‘신의선물’』. 하나출판.
3. 박세당. 2001. 『색경』. 농촌진흥청.
4. 안종수. 2002. 『농정신편』. 농촌진흥청.
5. 이종필. 2015. 『이종필의 아주 특별한 상대성이론 강의』. 동아시아.
6. 장희익. 2012. 『과학과 메타과학』. 현암사.
7. 장희익. 2014. 『삶과 온생명』. 현암사.
8. 폴 티플러. 2010. 『물리학』. 물리학교재편찬위원회. 청문각.
9. Young, D. F., Munson, B. R., Okiishi, T. H., Huebsch, W. W. 2010. 『쉽게 배우는 유체역학』. 고흥종 외 6인. 홍릉과학출판사.