



## 저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

碩士學位論文

土壤水分 및 摘果가 ‘甘平’ 만다린  
雜種의 裂果發生에 미치는 影響

濟州大學校 大學院

園藝學科

李 仲 石

2012年 12月

土壤水分 및 摘果가 ‘甘平’ 만다린  
雜種의 裂果發生에 미치는 影響

指導教授 韓 尙 憲

李 仲 石

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 提出함

2012年 12月

李仲石의 農學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 송 관 정 (인)

委 員 강 훈 (인)

委 員 한 상 헌 (인)

濟州大學校 大學院

2012年 12月

Effects of soil water content and fruit thinning on fruit  
splitting in 'Kanpei' mandarin hybrid

Joong-Seok Lee

(Supervised by Professor Sang-Heon Han)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement  
for the degree of Master of Science in Agriculture

2012. 12.

Department of Horticultural Science  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 목 차

ABSTRACT .....	I
List of Tables .....	II
List of Figure .....	III
I. 서 언 .....	1
II. 재료 및 방법 .....	2
III. 결과 및 고찰 .....	5
1. 토양수분이 ‘감평’의 열과에 미치는 영향 .....	5
2. 적화 및 적과과 시기가 ‘감평’의 열과에 미치는 영향 .....	9
3. 적과수준이 ‘감평’의 열과에 미치는 영향 .....	15
IV. 적요 .....	22
V. 참고문헌 .....	23

## ABSTRACT

The study was conducted to investigate the effect of soil moisture and flower or fruit thinning on fruit splitting of 'Kanpei' [ $((C. unshiu \times C. sinensis) \times C. sinensis) \times ((C. unshiu \times C. sinensis) \times C. reticulata)$ ] mandarin hybrid cultivated in the plastic film house in Jeju, from 2010 to 2012. The occurrence of accumulative fruit splitting were 5.0%, 9.0%, and 12.9% at the different soil moisture levels with 50~60%(sufficient), 30~40%(normal), and below 20~30%(insufficient) based on volumetric water content (VWC), respectively and fruit splitting decreased with the increase of soil moisture level. As VWC declined, fruit shape index based on the ratio of diameter to length increased, which resulted in higher fruit splitting. There were no significant differences in fruit growth and quality except fruit weight at harvesting time among the soil water treatments. Treatments flower- or fruit-thinned in late May (flower thinning), late June, late July, and late August and not fruit-thinned resulted in 3.2%, 1.1%, 3.0%, 7.5%, and 19.2% of accumulative fruit splitting, respectively and fruit splitting was lower as flower or fruit thinning time earlier. Fruit splitting decreased and peel was thicker as flower or fruit thinning was earlier. The highest rate of fruit growth was obtained from the treatment flower-thinned in late May and fruit growth rate was similar from the treatments fruit-thinned in late June, late July, and late August and was lowest in non-fruit thinning. As flower or fruit thinning time was earlier, fruit diameter, length, and weight was higher, but soluble solids and acidity were similar from the treatments of flower or fruit thinning time except for non-thinning. Lower fruiting load by fruit thinning resulted in lower fruit splitting and peak time and accumulative fruit splitting rate varied depending on the year. Above all, the situation with dryness from late July to early August and heavy rainfall thereafter promoted fruit splitting. To reduce the fruit splitting and alternative bearing, fruiting load with the ratio of leaf to fruit at 120:1 or less was desirable.

## List of tables

Table 1. Accumulative fruit splitting affected by different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. ....	6
Table 2. Quality characteristics of fruits obtained at harvesting timez after treatments with different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. ....	8
Table 3. Effect of flower or fruit thinning time on the accumulative fruit splitting and SPAD of current year and the flower to leaf ratio of following year in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. ....	10
Table 4. Quality characteristics of fruits obtained at harvesting timez after treatments with different flower or fruit thinning times in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. ....	14
Table 5. Effect of fruit thinning level based on leaf to fruit ratio on accumulative fruit splitting in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010-2012. ....	18
Table 6. Effect of fruit thinning conducted in late Jul. and late Aug. on the base of leaf to fruit ratio on fruit quality at harvesting timez in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010-2012. ....	21

## List of figures

- Fig. 1. Actual changes of volumetric soil water content at different soil moisture levels during the fruit enlargement stage in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. .... 2
- Fig. 2. Occurrence of fruit splitting at different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 5
- Fig. 3. Changes of fruit size at different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 7
- Fig. 4. Changes of daily fruit shape index at different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 8
- Fig. 5. Effect of flower or fruit thinning time on fruit splitting during fruit development in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 10



- Fig. 6. Effect of flower or fruit thinning time on fruit rind thickness during fruit development in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 12
- Fig. 7. Seasonal changes of fruit size affected by flower or fruit thinning time in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 12
- Fig. 8. Seasonal changes of soluble solids content and acidity affected by flower or fruit thinning time in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 13
- Fig. 9. Occurrence of fruit splitting during fruit development resulted from different fruit thinning levels based on leaf to fruit ratio in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010-2012. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance. .... 16
- Fig. 10. Amount of rainfall during the period of fruit development for three years from 2010 to 2012 gathered at the nearest weather station, located at Seogwipo city, to the experimental fields. .... 17

Fig. 11. Seasonal change of fruit size affected by different fruit thinning levels based on leaf to fruit ratio in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010-2012. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.  
..... 20

## I. 서 언

제주의 감귤 산업은 지역경제 발전에 있어서 가장 큰 비율을 차지하는 핵심 작목이다. 2011년 현재 감귤산업은 재배면적 20,608ha, 생산량 649천톤, 농가수 30,797호, 조수입 7,065억원에 이르고 있다(제주특별자치도 2012). 하지만, 이중 노지 온주밀감이 전체의 86%를 차지하고 있으며 생산량에 따라 가격 차이가 많이 나서 지역경제 발전에도 걸림돌이 되고 있다. 이러한 상황에서 안정적인 가격과 소비자 욕구에 부응할 수 있는 만감류 재배 확대가 필요하게 되었다. 2011년 현재 만감류 재배면적은 1,777ha로 전체 감귤 면적의 8.7% 정도 된다. 하지만 만감류에 있어서도 ‘부지화’가 1,326ha로 75%를 점유하여 특정 품종에 집중되고 있는 실정이다.

이러한 가운데 최근 도입된 ‘감평(甘平)’ 품종의 맛과 향이 소비자에게 호평을 받으면서 그 재배가 확대되고 있다. 제주에는 2008년 처음 도입된 것으로 추정되고 있으며, 2011년 재배면적이 53ha에 이르고 있으며 매년 증가 추세에 있다. 현재, ‘감평’은 제주도 전 지역 뿐만 아니라 육지부 남해안과 내륙지역 일부에서도 재배가 이루어지고 있다. 2009년 (사)제주감귤연합회에서는 감평에 대한 상품명을 ‘J-레드향’으로 명명하고 상표등록을 추진하였다(강 등 2012).

‘감평’은 당도가 높고 품질이 균일한 반면, 과실비대기에 열매가 쪼개어지는 열과(裂果, fruit splitting, fruit cracking)가 많이 발생하는 문제점이 있다(重松 2008; 藤原 2009; 加美 2009; 菊地 2011). 이러한 열과 발생은 1차적으로 품종특성에 기인된 것이며 2차적으로 재배환경적 요소 즉 토양수분, 생육온도, 착과량 등이 관여하는 것을 추정되고 있다. 그러나, 아직까지도 국내에서 이들 요인이 열과에 미치는 영향에 대해서는 연구된 바가 거의 없다.

따라서, 본 연구는 도입 감귤 ‘감평’의 재배에 있어서 가장 큰 문제가 되고 있는 열과 발생을 재배기술적인 방법으로 경감하기 위하여 열과 발생에 직접적인 원인으로 알려지고 있는 토양수분과 착과량에 대한 열과 발생 정도를 분석하고자 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2010년 4월부터 2012년 2월까지 서귀포시 도순, 신례지역에서 실시하였다. 시험 대상 품종은 감평 [ $(C. unshiu \times C. sinensis) \times C. sinensis$ ]  $\times$  [ $(C. unshiu \times C. sinensis) \times C. reticulata$ ] 으로 시험당시 고접 3년생이었다. 토양수분, 적과방법, 생육온도에 따른 열과 발생 정도 및 과실 생육특성을 조사하였다. 재배관리 일반 농가 관리 방법에 준하여 실시하였다.

### 1. 토양수분의 처리

일정 토양수분함량 처리는 서귀포시 도순의 농가포장에서 2010년 8월 10일부터 10월 10일까지 토양용적 수분함량 50~60%, 30~40%, 20~30%이하 세 수준으로 수행하였다. 토양수분 조절은 전자밸브(HPW 206)와 토양수분 측정기(WT 1000B, MIRAE Sensor, Korea)를 조합한 자동관수시스템을 이용하였다. 데이터 수집은 로거시스템(WP700, MIRAE Sensor, Korea)을 이용하여 자동으로 실시하였으며 설정한 토양수분이 일정하게 유지되도록 하였다.

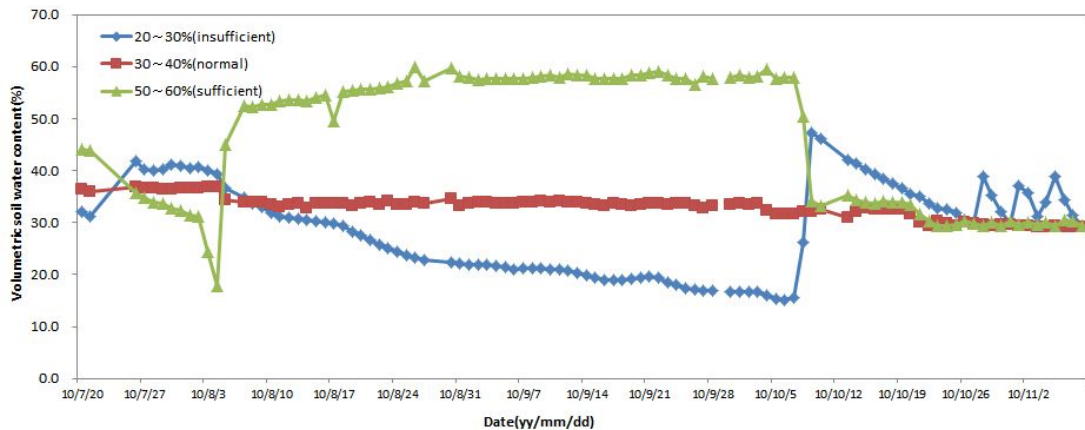


Fig. 1. Actual changes of volumetric soil water content at different soil moisture levels during the fruit enlargement stage in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010.

Fig. 1은 열과 발생기간 중 시험포장에서 토양 용적수분 함량(volumetric soil water content, %)의 실제 변화를 조사한 것이다. 10월 상순 이후에는 당도향상을 위하여 모두 보통 정도의 수분상태를 유지하였다.

과실 비대는 주당 15과씩을 표시하여 2주 간격으로 횡경과 종경을 전자식 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 과실 품질은 주당 5과씩을 채취하여 당산도분석장치(NH-2000, HORIBA, Japan)로 당도(°Bx)와 산함량(%)을 측정하였다. 착색도는 색측색차계(CR-700, Minlota, Japan)로 과실 적도부 4곳을 측정하여 평균값을 이용하였다. 엽록소 함량은 엽록소 지수 측정기(SPAD-502, Minolta, Japan)로 조사나무 중간부위 20엽을 측정하여 평균값을 이용하였다. 과피 두께는 과실 중앙 부분이 4겹이 되도록 하여 디지털캘리퍼스(Mitutoyo co., Japan)로 측정함 다음 1겹의 두께를 구하여 이용하였다.

## 2. 적화 및 적과 시기의 처리

적과시기에 따른 시험은 2010년 서귀포시 도순에서 실시하였다. 적화 및 적과 시기는 5월 하순(꽃따기), 6월 하순, 7월 하순, 8월 하순이었다. 처리방법은 각 처리마다 1회 적화 및 적과를 하였으며 최종 착과량이 수관용적당 1m<sup>3</sup>당 12과(엽과비 120:1)가 되도록 실시하였다. 각 처리마다 3주에 대해서 배꼽과, 직과, 소과, 내부과, 상처과, 병해충 피해과 등을 따내었다. 내부 수관 용적은 농촌진흥청 농사시험연구조사기준(가로×세로×높이×0.7)에 의해 산출하였다.

## 3. 적과수준의 처리

적과수준에 따른 열과 발생 조사는 2010년과 2012년 서귀포시 도순, 2011년 서귀포시 남원읍 신례에서 실시하였다. 착과량은 수관 용적당(1m<sup>3</sup>당) 18과(엽과비 80:1), 15과(100:1), 8과(150:1), 무적과를 두어 2010년과 2011년에 실시하였으며 2012년에는 12과(120:1)를 추가하여 실시하였다. 적과방법은 7월 하순, 8월 하순 2회 실시하였으며 7월 하순에 전체 적과해야 할 열매의 80%을 따내었다. 적과는 배꼽과, 직과, 소과, 내부과, 상처과, 병해충 피해과 등을 대상으로 실시하였다. 8월 하순 열과 발생 등으로 설정된 착과량 보다 열매수 적은 경우에는 적과작업을 생략하였다. 처리주수는 3주였으며 매년 조사주에 대해서 수관용적, 열매수,

잎수 등을 7월 중순경 조사하여 엽과비와 수관용적당 착과수에 대한 회귀식을 산출하여 적과 열매수와 달관조사에 이용하였다.

#### 4. 과실 생육기 순별 강우량의 조사

2010년부터 2012년까지 3년간에 걸쳐 과실 생육기의 순별 강우량에 대해 서귀포 기상대로부터 보고된 일별 강우량 자료를 이용하여 순별 강우량을 산출하였다.

#### 5. 과실 생육 및 열과 발생 조사

열과 발생은 처리별 3주에 대해 7월 하순부터 열과가 발생하지 않을 때까지 1주일 간격으로 계수하였다. 열과수 계수는 나무에 달린 채로 열과 된 것과 나무 밑에 떨어진 열과 과실을 모아서 합계하였다. 누적 열과율에 대해서는 다음 식으로 산출하였다.

$$\text{누적 열과율(\%)} = \left( \frac{\text{전체 열과수}}{\text{전체 열과수} + \text{잔여 열매수}} \right) \times 100$$

#### 5. 통계처리

통계분석은 R-프로그램(Ver. 2.13.0)(The R Foundation for Statistical Computing, Austria)을 이용하여 처리에 따른 평균간 비교(DMRT 또는 LSD)를 실시하였다.

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 토양수분이 '감평'의 열과에 미치는 영향

'감평'에 있어서 토양수분 함량을 3수준으로 설정하여 일정한 상태로 유지한 경우의 열과 발생 정도를 조사하였다(Fig 2). 토양수분에 따른 감평의 열과 발생은 토양용적 수분 함량이 부족할수록 많은 경향을 보였다. 열과 발생은 8월 하순부터 나타나기 시작하여 11월 상순까지 보였으며 특히 9월에 많이 발생하였다. 이러한 점은 菊地 등(2007)은 감평의 열과 경감에는 많은 관수, 증발 억제가 효과적이라고 한 것과 유사하였다. 일반적으로 토양수분이 급격히 변화되면 열과 발생이 많아진다는 보고는 많지만(菊地, 2011), 토양수분이 부족한 상태가 유지되는 경우, 즉 건조한 상태에서의 열과 발생에 대한 기작은 아직까지도 밝혀지지 않고 있다. 植田과 小澤(2000)이 지적한 바 있으나 앞으로 보다 정밀한 연구가 진행되어야 할 것으로 본다.

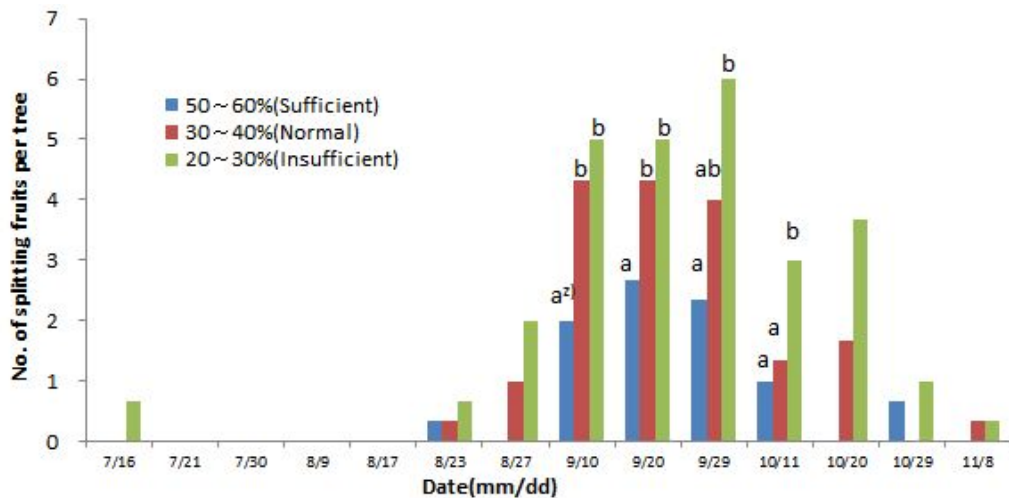


Fig. 2. Occurrence of fruit splitting at different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

토양 수분함량 수준별 최종 누적 열과율은 토양수분이 많을수록 열과 발생이 적었다(Table 1). 토양수분을 50~60% 또는 30~40%로 유지하면 토양수분을 부족하게 유지(20~30% 이하)하는 것보다 열과가 각각 7.9%, 3.9% 줄어드는 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 藤原(2009), 加美(2009)의 보고와 유사하였다.

토양수분 함량에 따른 과실의 횡경과 종경은 10월 하순까지 급속하게 증가하다가 이후 완만하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 보통 만감류의 경우 과실비대가 10월까지 급속하게 이루어지는 점과 유사한 것으로 조사되었다. 또한 토양수분이 많을수록 과실비대가 잘 될 것으로 예상되었으나 과실비대에는 차이가 없었다. 이는 토양수분이 부족하면 상대적으로 열과 발생이 많게 되고 열과 발생 과실의 제거로 1나무당 착과 열매수가 감소하게 되어 열매의 비대 생장이 촉진되기 때문으로 생각된다.

Table 1. Accumulative fruit splitting affected by different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010.

Volumetric soil water content	Accumulative splitted fruits percent (%) <sup>z</sup>	Reduction percent (%) <sup>y</sup>	Regression equation
50~60% (sufficient)	5.0 ± 3.08a <sup>x</sup>	7.9	
30~40% (normal)	9.0 ± 1.57ab	3.9	y=-0.25333x+19.66667 R <sup>2</sup> =0.7631**
Below 20~30% (insufficient)	12.9 ± 3.20 b	-	

<sup>z</sup> Mean ± standard deviation.

$$^y \text{Reducion effect} = \left( \frac{\text{Percentage of splitted fruit of insufficient} - (\text{Sufficient or Normal})}{\text{Percentage of splitted fruit of inmsufficient}} \right) \times 100$$

<sup>x</sup> Means followed by the same letter are not significantly using Duncan's multiple range test at 5% level.



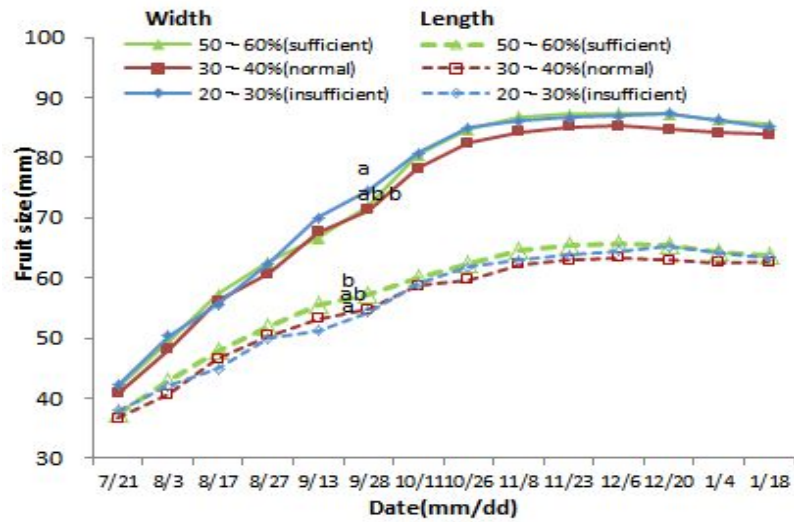


Fig. 3. Changes of fruit size at different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

과형지수(횡경/종경)의 일일 변화량을 조사한 결과, 열과 발생이 많은 시기인 9월에 변화량이 크게 나타났다. 열과 발생이 많은 9월에 횡경비대가 많았는데 토양수분이 부족할수록 종경비대에 비해 상대적으로 횡경비대가 많이 되어 횡경/종경 비율이 높게 나타났다(Fig. 4). 특히, 9월에는 횡경/종경 비율이 4배 정도로 큰 차이가 나서 열과 발생과 깊은 관계가 있는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 감평의 열과 발생 원인이 과도한 횡경 비대에 있다는 연구결과와 일치하였다(菊地, 2011).

토양수분 수준에 따른 수확기 과실 품질에 미치는 영향을 Table 2에 나타내었다. 과실 품질 요인 중에서 과중 및 당도는 통계적으로 유의성이 인정되었으나 과실크기(횡경, 종경) 및 산 함량에는 유의성이 없었다. 일반적으로 토양수분이 부족할수록 과실 비대는 안 되고 당도와 산 함량이 높아지는 경향을 나타내는데, 10월 이후 토양수분을 모든 처리구에서 30~40%(보통) 정도로 유지하였기 때문으로 생각된다. 육성지 일본에서도 감평의 물관리에 대하여 10월까지는 정기적으로 관수하여 열과 발생 경감 및 감산을 도모하고 이후에는 절수관리로 당도향상을 꾀하고 있다(藤原, 2009).

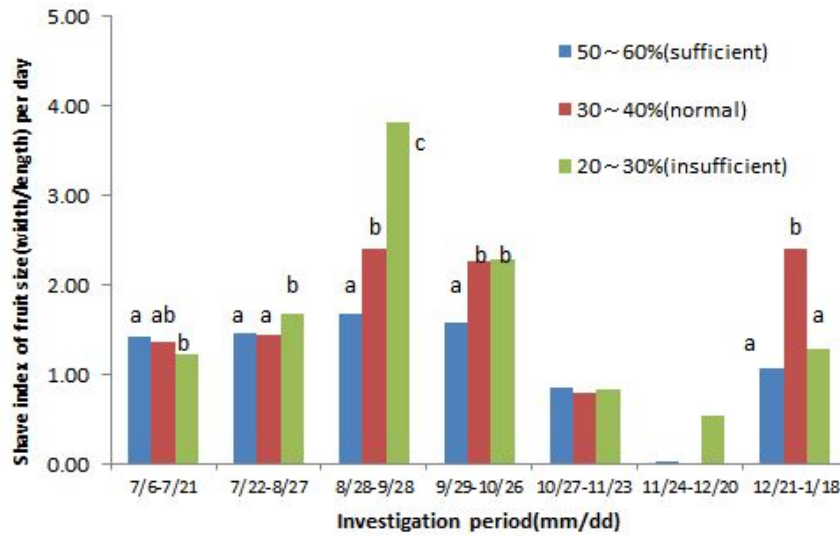


Fig. 4. Changes of daily fruit shape index at different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

Table 2. Quality characteristics of fruits obtained at harvesting time<sup>z</sup> after treatments with different soil moisture levels in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010.

Volumetric soil water content	Width (mm)	Length (mm)	Weight (g)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Peel color (a value <sup>y</sup> )
50~60% (sufficient)	87.0	61.2	242.2a <sup>x</sup>	14.9b	1.00	26.4b
30~40% (normal)	86.8	62.2	246.7a	15.5a	1.08	28.6a
Below 20~30% (insufficient)	78.5	62.7	201.7b	15.3a	1.16	25.3b
Significance	ns	ns	*	ns	ns	*

<sup>z</sup> Harvested on Feb. 14, 2011.

<sup>y</sup> This is the measurement value by the spectrophotometer (CR-700, Minolta, Japan).

<sup>x</sup> Means followed by the same letter are not significantly using Duncan's multiple range test at 5% level.

## 2. 적화 및 적과 시기가 ‘감평’의 열과에 미치는 영향

‘감평’에 대한 적화 및 적과 시기별 열과 발생 조사 결과는 Fig. 5와 같다. 적화 및 적과 시기가 늦을수록 열과의 발생은 많았으며, 8월 하순 적과와 무처리의 경우 9월 하순에 열과가 가장 많이 발생하였다. 특히, 8월 하순 적과와 무적과와 경우에는 뚜렷한 열과 발생 피크를 보였으나, 적화 및 적과 시기가 빠를수록 발생 피크가 뚜렷하게 나타나지 않은 경향이였다(Fig. 5). 누적 열과율에 있어서는 적화 및 적과 처리와 무적과간 통계적 유의성이 인정되었으나 적화 및 적과시기에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 3). 그러나 열과 발생 기간이 8월부터 10월까지인 점을 감안하면 열과 발생 이전에 적화 또는 적과를 실시해야 할 것으로 생각된다.

또한, SPAD(엽록소함량 측정기) 값을 보면 8월 하순 적과 및 무적과는 다른 처리와 통계적으로 유의성이 인정되었다. 실제 이듬해 엽화비를 조사한 결과에서도 적화 및 적화 시기에 따라서 차이가 있는 것으로 나타났다. 따라서, ‘감평’에 있어서 열과 발생을 경감시키면서 이듬해 안정된 착화량을 확보하기 위해서는 7월 하순까지 적화 또는 적과를 실시해야 할 것으로 생각된다.

加美(2009)에 따르면 ‘감평’의 경우 수관 상부적과가 수세유지와 연년안정생산에 효과적이므로 6월 하순부터 7월 상순에 실시해야 한다고 하였다. 특히, 열과를 고려해서 20~30% 정도 더 착과시키고, 그 이상 착과된 경우에는 7월 상순에 과경지가 굵은 상향과, 내부과, 극소과를 중심으로 적과를 하고 예비지와 착과지 비율을 1:1 정도를 설정해야 연년 안정생산을 기대할 수 있다고 보고하였다. 宇都宮(2009)은 ‘감평’의 경우 열과 발생이 많을 것으로 예상하여 착과를 더 시켜서 열과 발생 상황을 보면서 적과를 하려는 경향이 다음해 착화에 영향을 준다고 하였다. 또한, 군상 착과시킨 주변 결과모지에는 다음해에 꽃이 피지 않는 사례가 있으므로 다음해 착화 확보를 위한 노력이 필요하고 특히, 착과 스트레스가 걸리면 장마기 이후에 엽색이 황화되고 낙엽이나 낙과되는 사례가 있다고 보고하였다.

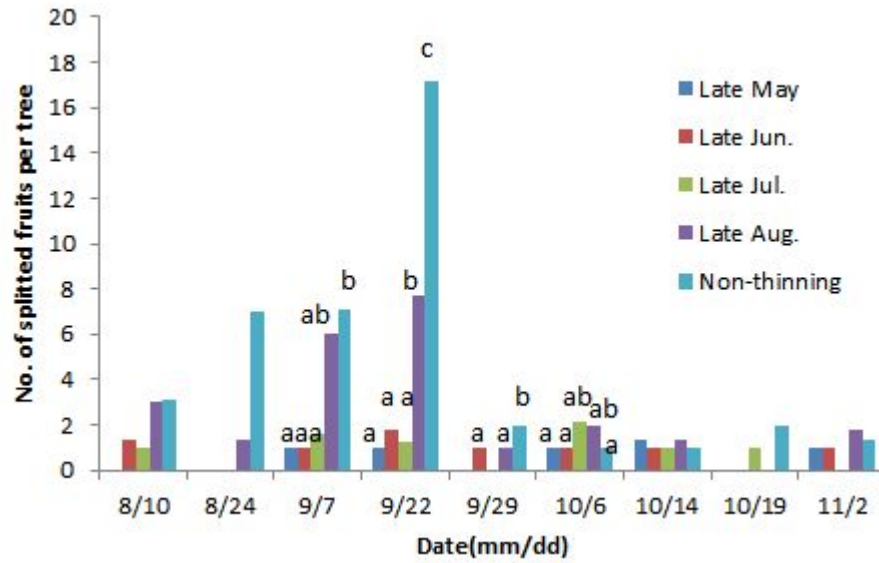


Fig. 5. Effect of flower or fruit thinning time on fruit splitting during fruit development in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

Table 3. Effect of flower or fruit thinning time on the accumulative fruit splitting and SPAD of current year and the flower to leaf ratio of following year in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011.

Flower or fruit thinning time	Accumulative splitted fruits percent (%)	SPAD <sup>y</sup>	Flower-to-leaf ration of following year
Late May <sup>z</sup>	3.2 a <sup>x</sup>	71.9 a	1.06 a
Late Jun.	1.1 a	70.4 ab	0.33 ab
Late Jul.	3.0 a	69.6 b	0.45 ab
Late Aug.	7.5 a	66.0 c	0.08 b
Non-thinning	19.2 b	64.0 c	0.12 b

<sup>z</sup> Flower thinning was performed.

<sup>y</sup> Measured by Chlorophyll meter 502 (Minolta, Japan) in the mid-Nov.

<sup>x</sup> Means followed by the same letter are not significantly using Duncan's multiple range test at 5% level

적화 및 적과 시기가 '감평' 과실의 과피 두께에 미치는 영향을 Fig. 6에 나타내었다. 적화 및 적과 시기가 빠를수록 과피 두께가 두꺼워지는 것으로 나타나, 과피 두께가 열과 발생을 줄어든게 하는 한 요인으로 보인다. 감귤에 있어서 열과 발생과 과피 두께와의 관계에 대한 연구는 다양하게 이루어지고 있다. 近 泉(2007)에 따르면 감귤 과피장해의 발생원인 및 방지대책에 관한 연구에서 네블오렌지의 열과는 과피율(적도부근 열과 과실; 적도부근 과피 두께/(황경-적도부근 과피의 두께×2), 배꼽부분 열과 과실; 배꼽부근 과피 두께/(황경-배꼽부근 과피의 두께×2)) 0.05에서 열과된 것이 많았고 0.15 이상에서는 적었다고 하였다. 또한, 安部 등(2008)에 의한 감평의 시설재배 작형 차이가 열과 및 과피 두께에 미치는 영향에 관한 연구에서 과정부 부근의 플라베도가 시기적으로 차이가 나고 가장 얇은 시기의 과피 두께도 비슷한 경향을 보인다고 하였다. 특히 열과의 발생시기인 8월 중순부터 10월 중순의 과육율, 과피두께가 가온재배에서 무가온이나 비가림재배에 비해서 얇게 되는 경향이 있으며 시기적인 차이는 크게 없다고 하였다. 또한, 생육이 가장 느린 노지재배에서 열과가 많이 발생하는 현상에 대해서는 열과 시기와 과피 두께와의 관계에 대한 검토가 필요하다고 지적하였다.

Almela et al. (1994)은 '노바' 만다린에서의 호르몬에 의한 열과 방지 시험에서 2,4-D + GA<sub>3</sub> + Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 혼합처리에서 과피 두께가 두꺼워져서 열과 발생이 감소하였다고 보고하였다. 小川(1989)은 네블오렌지의 열과원인과 방지대책 연구에서 배꼽 부분이 가장 얇고 꼭지 부분이 가장 두꺼우며, 단생유엽화의 경우 꼭지와 적도부의 과피 두께 차가 크고 적도부에서 배꼽 부분으로 급격하게 얇게 되며 편평한 과실이 되는 경향이 강하다고 하였다. 또한, 총상유엽화의 경우에는 적도부와 배꼽의 차가 적어서 급격하게 얇게 되는 구조는 없다고 하였다. 특히 과형지수와 배꼽 과피 두께와의 변동계수 사이에는 높은 정의 상관관계가 있어서 과실 발육이 진전되면 과육 부분의 팽압이 높아지는 시기에 구조적으로 약한 즉 열과되기 쉬운 구조가 된다고 하였다. 한편, 과피 두께의 연차간 차이는 열과 발생의 연차간 차이를 나타나게 하는 하나의 요인이 된다고 추정하였다.

5월 하순 꽃을 따내어 착과량을 조절한 경우 황경과 중경 모두 과실비대가 매우 잘 되는 것으로 조사되었다(Fig. 7). 6월 하순, 7월 하순, 8월 하순 적과한 처리에서의 과실비대는 비슷한 경향을 보였다. 성숙기, 즉 12월이 되면 적과시기가 빠를수록 과실의 황경과 중경이 커지는 경향을 보였다.

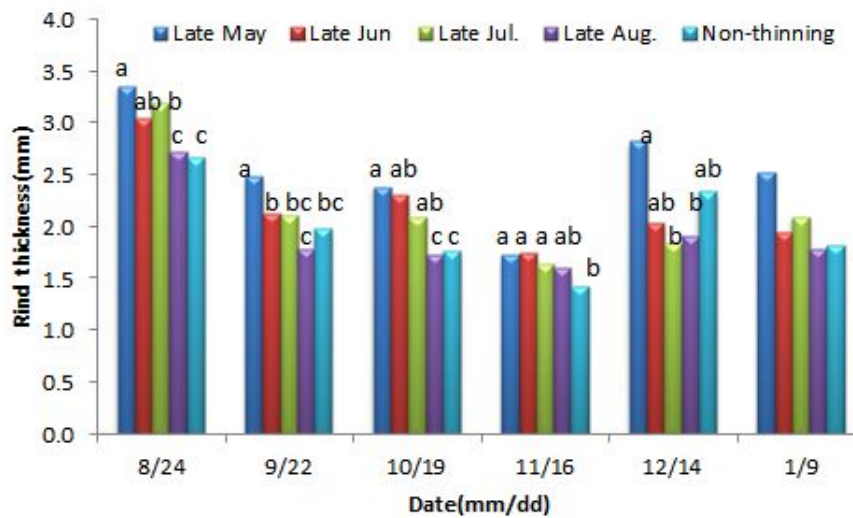


Fig. 6. Effect of flower or fruit thinning time on fruit rind thickness during fruit development in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

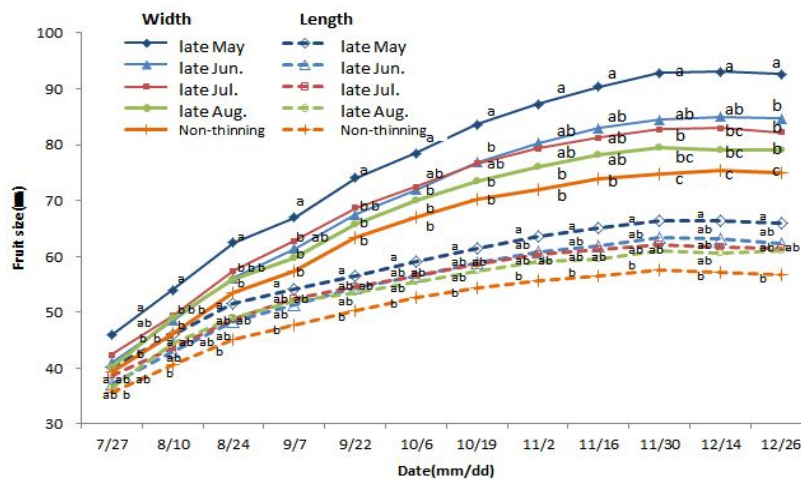


Fig. 7. Seasonal changes of fruit size affected by flower or fruit thinning time in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

Fig. 8은 적과시기에 따른 당도 및 산함량 변화를 조사한 것이고, Table 6은 적과시기에 따른 수확기 과실품질을 조사한 결과이다. 적과시기가 빠를수록 당도는 높은 경향을 보였으나 산 함량은 차이가 없었다. 적과시기에 따른 과실 횡경, 종경, 과중은 처리간 통계적 유의성이 있었지만, 당도는 무적과를 제외하면 동일한 것으로 조사되었다. 산 함량과 과피색은 통계적 유의성이 없었다(Table 4). 菊地(2011)는 감귤의 연년결과 방지대책의 하나로 수세유지를 강조하면서 조기 적과의 효과가 높다고 지적하고 있다. 특히 과다 착과수에서는 조기적과에 의해 신초 발생을 촉진하고 과실비대도 도모할 필요가 있다고 보고하였다.

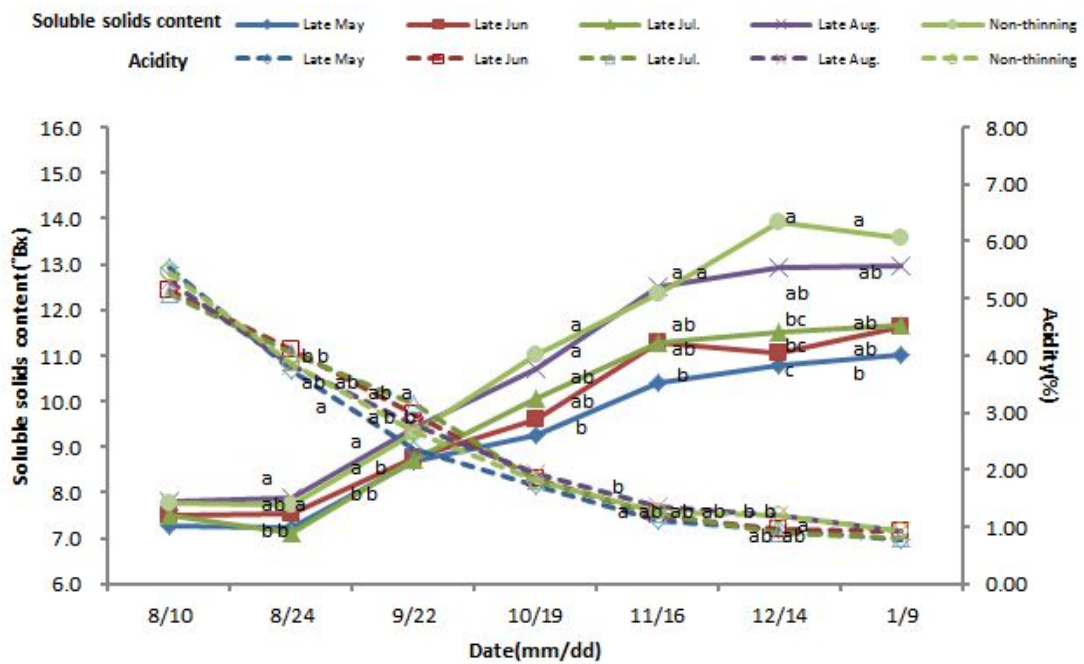


Fig. 8. Seasonal changes of soluble solids content and acidity affected by flower or fruit thinning time in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

Table 4. Quality characteristics of fruits obtained at harvesting time<sup>z</sup> after treatments with different flower or fruit thinning times in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2011.

Flower or fruit thinning time	Width (mm)	Length (mm)	Weight (g)	Soluble solids (°Brix)	Acidity (%)	Peel color (a value)
Late May <sup>y</sup>	92.4 a <sup>x</sup>	64.6 a	273.8 a	11.9 b	0.82	34.9
Late Jun.	76.6 ab	59.3 ab	220.1 b	11.6 ab	0.93	35.5
Late Jul.	82.9 b	61.0 ab	222.4 b	11.7 ab	0.93	34.2
Late Aug.	75.6 b	56.0 b	175.2 c	12.7 ab	0.92	35.2
Non-thinning	73.9 b	56.2 b	165.6 c	13.4 a	1.01	34.8
Significance	*	*	*	*	ns	ns

<sup>z</sup> Harvested on Jan. 9, 2012.

<sup>y</sup> Flower thinning was performed.

<sup>x</sup> Means followed by the same letter are not significantly using Duncan's multiple range test at 5% level



### 3. 적과수준이 ‘감평’의 열과에 미치는 영향

연도별 적과수준에 따른 열과 발생 정도를 조사한 결과, 열과 발생 피크는 2010년, 2011년, 2012년에 각각 9월 상, 9월 하, 8월 하순으로 다르게 조사되었다 (Fig. 9). 또한 연도별 누적 열과율에 있어서도 2010년, 2011년, 2012년에 각각 34.3%, 19.3%, 28.9%로 다소 다르게 조사되었다(Table 7). 일본에서는 8~9월 강우량이 많으면 열과 발생이 적다고 보고하였다(加美, 2009). 과거의 기상과 열과 발생을 관찰하여 7월에 강수량이 적어서 토양건조가 지속되어 관수가 없어도 8월에 적당한 관수가 있다면 열과 발생이 적게 된다고 한다. 그러나 8월에 들어서 건조가 지속되어도 관수하지 않은 상태에서 하순경에 강우가 있으면 열과가 많이 발생한다고 보고 하였다(加美, 2009). 이러한 것은 급격한 토양수분 변화가 열과 발생을 유인하기 때문으로 보고 있다. 이러한 보고는 弥富(1983)와도 일치한다.

Fig. 10은 2010년부터 2012년까지 감평의 열과 발생시기의 강우량을 나타낸 것이다. 제주지역에서 연도별로 열과 발생에 차이가 있는 것을 강우량과 관련하여 분석해 보면, 2010년 강우량이 7월에 지속적으로 8월 상순까지 많았지만 8월 중순에 부족하고, 8월 하순에 다시 많아져서 열과 발생 조건이 된 것으로 생각된다. 2011년에는 7월 중하순 강수량이 다른 해와 비교하여 부족했지만 8월 상순에 증가하고 8월 중순에 매우 적어서 열과 발생이 많아질 것으로 보이나, 8월 하순 강수량이 그다지 많지 않아서 결과적으로 열과 발생이 적은 것으로 생각된다. 2012년에는 7월 중순부터 8월 상순까지 강우량이 매우 적었고 8월 중순 이후 증가하기 시작하여 8월 하순에는 급격하게 많은 것이 열과 발생을 조장한 것으로 보인다. 이러한 경향은 加美(2009)의 분석과도 일치하는 경향을 보였다. 열과 발생 피크도 건조한 후 강우량이 증가하는 시기와 연결해 보면 2010년에는 8월 중순 건조 후 8월 하순 증가하여 발생피크는 9월 상순이 되었으며, 2011년에는 8월 중순 건조 후 서서히 강우량이 증가하여 9월 중순경에 발생 피크가 나타난 것으로 보인다.

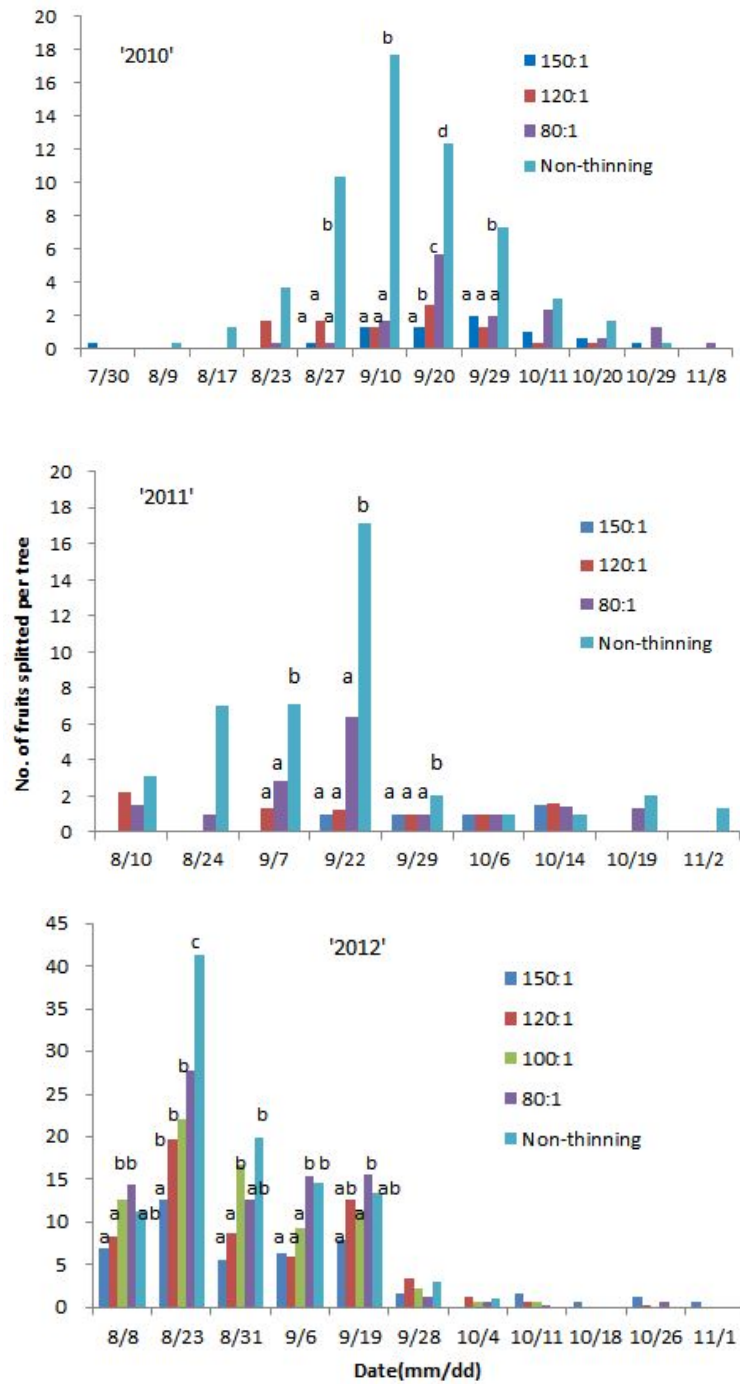


Fig. 9. Occurrence of fruit splitting during fruit development resulted from different fruit thinning levels based on leaf to fruit ratio in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010–2012. Lower case letters on bar graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

하지만, 2012년에는 7월 하순부터 8월 상순 건조 후에 8월 중순부터 강우량이 증가하여 8월 하순경에 열과 발생피크가 나타나고 8월 하순 급격한 강우로 인하여 이후에도 열과 발생이 많아진 것으로 보인다. 이러한 분석결과에 의하면 7월 하순부터 8월 상순 사이에 일정수분을 유지하는 것이 '감평'의 열과 발생을 경감하는데 매우 중요할 것으로 생각된다.

藤原(2009)은 열과 발생에 대해서 과육이 급격한 비대에 대해서 과피의 강도가 견디지 못해서 나타나는 것으로 과피의 두께나 과정부의 구조(배꼽의 유무), 토양수분의 급격한 변화가 영향을 준다고 하였다. '감평'에서는 과실 횡경이 50mm 정도가 되면 과육에 과즙이 축적되기 시작하므로 8월 중순부터 10월 상순경까지 열과 발생이 보이고 토양이 건조하면 과실비대가 억제되어서 과피가 얇아져 열과가 쉽게 된다고 하였다.

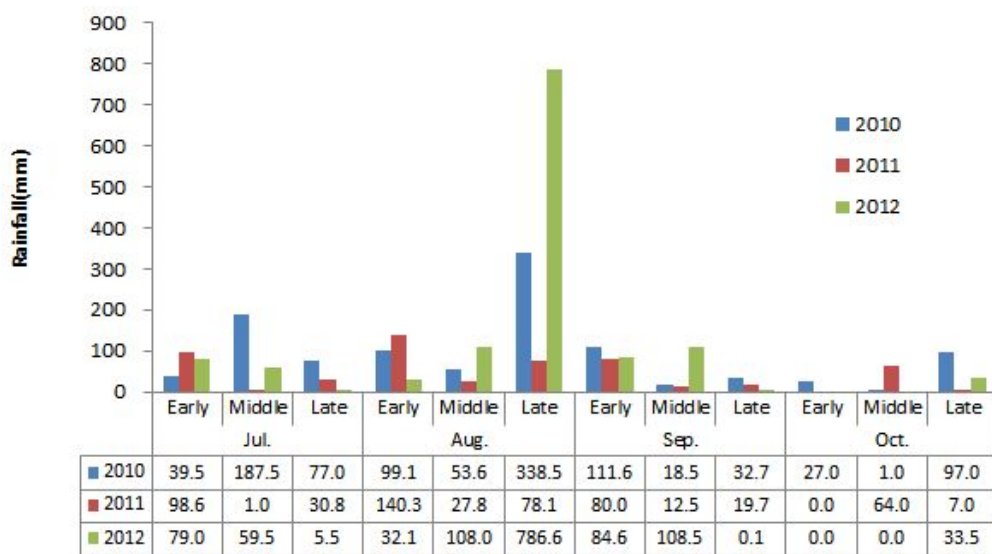


Fig. 10. Amount of rainfall during the period of fruit development for three years from 2010 to 2012 gathered at the nearest weather station, located at Seogwipo city, to the experimental fields.

착과량에 따른 연차별 최종 누적 열과율을 조사한 결과, 착과량이 많을수록 열과 발생이 많은 것으로 조사되었으며 통계적으로 유의성이 인정되었다(Table 5). 하지만, 재배현장에서 적과작업에 적용할 수 있는 열과비는 뚜렷하게 나타나지 않아 보완 조사가 필요하였다.

Table 5. Effect of fruit thinning level based on leaf to fruit ratio on accumulative fruit splitting in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010-2012.

Leaf to fruit ratio for fruit thinning	Accumulative splitted fruit percent (%) <sup>z</sup>		
	2010	2011	2012
150:1	7.3±3.54 a <sup>y</sup>	1.5±0.93 a	12.8±3.08 a
120:1	7.2±3.49 a	4.0±2.36 b	16.5±0.88 a
100:1	-	-	19.9±1.09 a
80:1	10.5±0.28 a	8.9±0.88 b	20.9±1.30 ab
Non-thinning	34.3±3.71 b	19.3±8.53 b	28.9±10.8 b

<sup>z</sup> Values indicate mean±standard deviation (n=3).

<sup>y</sup> Means followed by the same letter are not significantly using Duncan's multiple range test at 5% level.

착과정도에 따른 과실비대 상황을 조사한 결과, 시험연도에 따라서 과실비대 곡선의 패턴은 비슷하지만 처리 간에는 다소 다른 점이 있었다. 2010년에는 처리 간 과실비대에 차이가 없었으며, 2011년과 2012년에는 착과량이 많을수록 횡경 비대가 덜 되는 양상을 보였으며 종경 비대는 비슷하였다. 2010년에는 착과량이 많을수록 열과 발생이 많아서 처리간 착과량이 비슷하게 되어 과실비대가 동일한 것으로 생각된다(Fig. 11). 하지만, 2011년과 2012년에는 열과 발생이 있었지만 적과처리 효과가 지속되어 과실비대에 차이가 있었다. '감평'의 경우 엽과비 80:1 이상 적과를 하면 종경비대는 비슷하고 횡경비대는 차이가 많은 것으로 조사되었다. 특히, 횡경비대는 8월부터 10월 중순 사이에 급격하게 이루어지고, 이후에는 완만하게 진행되었다. 무적과인 경우는 착과량이 많아서 과실비대가 매우 저조하였다.

藤原(2009)의 연구결과에서도 10월 하순까지 과실비대가 왕성하게 이루어지고 이후 완만하게 진행된다고 하였다. 특히, 과실비대기에 과실 종경 비대에 비하여 횡경 비대가 급속하게 이루어져서 열과 발생의 요인이 된다고 지적하였다. 이렇게 '감평'이 횡경 비대가 왕성한 것은 육성 초기부터 나타난 것으로 품종 특성의 하나이다(重松 등, 2008). 감평에 대한 과형지수(횡경/종경)가 152로 매우 편평한 형태인데 반하여 '부지화'는 과형지수가 110으로 거의 둥글거나 약간 길쭉한 형태이다. 崎本(2008) 등은 감평의 열과 요인의 해명과 경감대책 연구에서 열과과실은 과형지수가 130 이상이 82.5%로 편평한 과실 모양이 많고 과육율도 80 이상이 52%로 과피가 얇은 과실이 많다고 하였다.

林田(2012)은 시설재배에 있어서 중만감류 '여홍'의 열과 발생 요인의 해명과 경감법 연구에서 유과기에 과형지수가 큰 편평한 과실은 그 후 열과율이 높다고 보고하고, 적과시에는 가능한 길쭉한 과실을 남기고 편평한 과실을 따낼 것을 지적하였다. 小川(1989)은 네블오렌지 열과 원인과 방지 대책에 관한 연구에서 과실비대와 열과 발생 시기를 비교하였다. 즉, 과실 횡경은 6월 하순부터 급격하게 비대하고 7월 하순경 일시적으로 비대가 둔화된 후 8월 하순부터 9월 하순에 걸쳐서 다시 급속하게 비대하여 S자형 곡선을 나타낸다. 과육의 사냥 직경은 8월 하순부터 9월 상순에 급격하게 비대하는 현상이 보이고 이 시기에 사냥내로 급속하게 과즙의 축적이 개시되는 상황이라고 추정된다고 하였다.

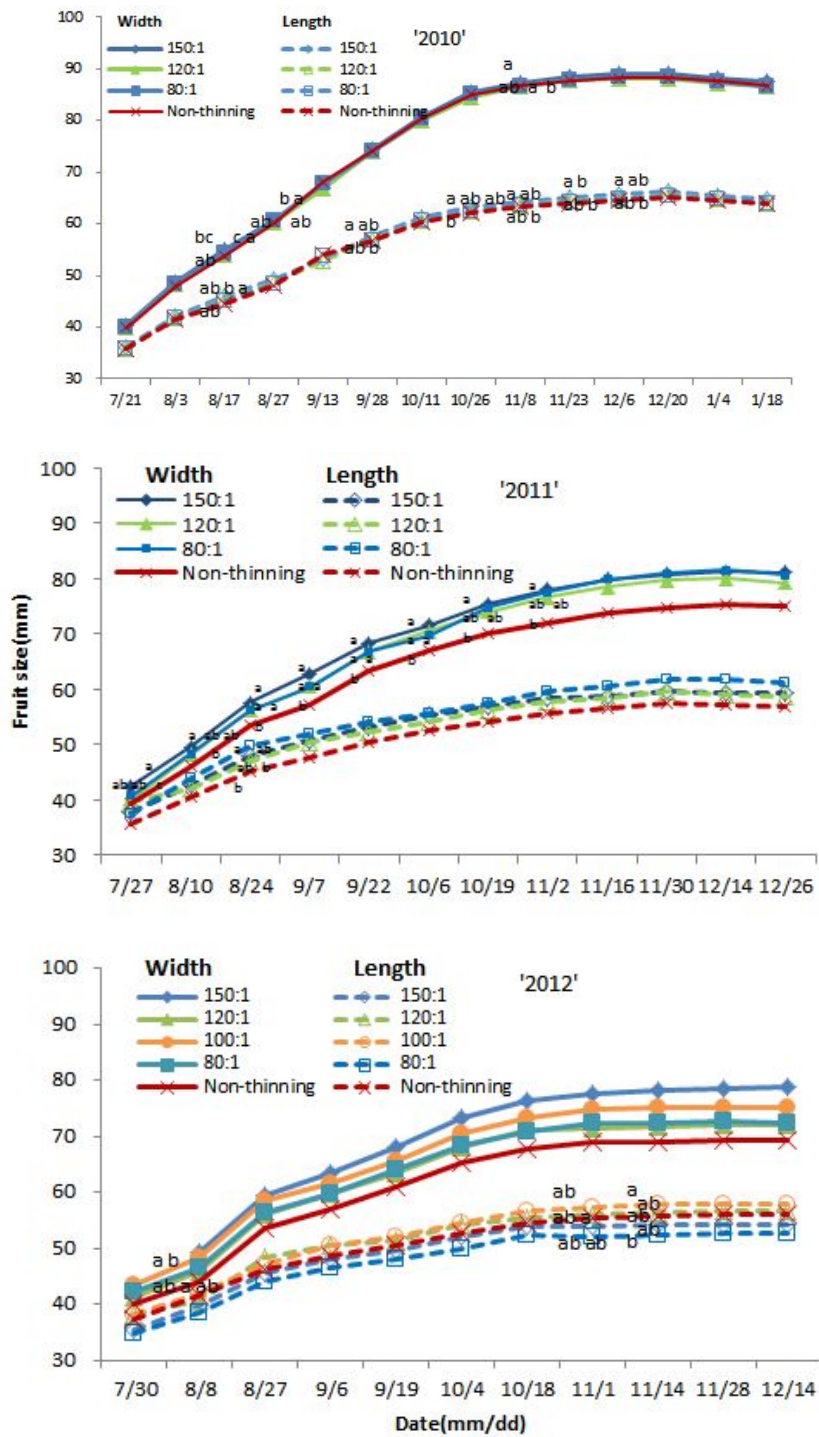


Fig. 11. Seasonal change of fruit size affected by different fruit thinning levels based on leaf to fruit ratio in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010-2012. Lower case letters on line graphs indicate mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level in each date and no any letter non-significance.

착과량에 따른 과실품질을 비교한 결과, 착과량이 많을수록 당도와 산 함량이 높아졌다. 착과량에 따른 당도와 산 함량에 있어서 통계적 유의성이 2010년에 인정되었으나 2011년에는 차이가 없었다(Table 6). 白(1994)은 착과량이 많으면 광합성 산물이 뿌리보다 열매로 많이 분배되기 때문에 당도와 산 함량이 높아지는 반면, 뿌리가 약해진다고 하였다. '감평'의 경우 宇都宮(2009)과 菊地(2011)이 지적인 바와 같이 격년결과가 쉽게 나타나는 품종이므로 착과량 조절이 필요할 것으로 보인다.

Table 6. Effect of fruit thinning conducted in late Jul. and late Aug. on the base of leaf to fruit ratio on fruit quality at harvesting time<sup>z</sup> in the plastic film house cultivation of 'Kanpei' mandarin hybrid in Jeju, 2010–2012.

Leaf to fruit ratio for fruit thinning	Soluble solids content (°Brix)			Acidity (%)		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
150:1	13.7 b <sup>y</sup>	13.3	12.2	0.93 a	0.99	2.13
120:1	15.4 a	12.3	12.6	1.15 ab	0.86	1.96
100:1	–	–	12.5	–	–	2.20
80:1	14.2 b	12.9	12.3	0.90 a	1.07	1.97
Non-thinning	15.6 a	13.6	12.1	1.21 b	0.91	2.00
Significance	*	ns	ns	*	ns	ns

<sup>z</sup> Harvested on Feb. 14, 2011 for 2010, Jan. 9, 2012 for 2011, and Nov. 1, 2012 for 2012, respectively.

<sup>y</sup> Means followed by the same letter are not significantly using Duncan's multiple range test at 5% level

## V. 적 요

본 연구는 2010년부터 2012년까지 서귀포시 도순과 신례에서 토양수분과 착과량 조절이 감귤 만다린 잡종 '감평'의 비닐하우스 재배에서 열과 발생과 과실생육에 미치는 영향을 조사코자 수행하였다. '감평'에 있어서 토양 용적수분 함량을 50~60%(보통이상), 30~40(보통)%, 20~30%(부족) 3수준으로 관리하면 누적 열과 발생율이 각각 5.0%, 9.0%, 12.9%로 수분함량이 많을수록 열과 발생이 줄어들었다. 특히, 토양수분이 부족할수록 종경에 대한 횡경 비율은 크고 열과 발생이 많았다. 과중을 제외하고는 처리간 수확기 과실비대와 품질에는 차이가 없었다. 적과시기를 5월 하순(꽃따기), 6월 하순, 7월 하순, 8월 하순, 무처리인 경우 누적 열과 발생율은 각각 3.2%, 1.1%, 3.0%, 7.5%, 19.2%로 적과시기가 빠를수록 적은 경향을 보였다. 적과시기가 빠를수록 과피 두께가 두꺼워지고 열과 발생이 줄어드는 경향을 보였다. 과실비대는 5월 하순 적화 처리에서 가장 잘되고 6월 하순, 7월 하순 및 8월 하순 적과의 경우 비슷하였으며 무적과는 저조하였다. 적과시기가 빠를수록 횡경, 종경, 과중이 증가하고 당도와 산함량은 무적과를 제외하면 동일한 경향을 보였다. 적과에 의해 착과량이 적으면 열과 발생은 줄어들고, 해에 따른 발생피크와 누적 열과율 양상에는 차이가 있었다. 특히, 7월 하순부터 8월 상순까지 건조하다가 이후 강우량이 많으면 열과 발생이 많아지는 것으로 분석되었다. 열과 발생 경감과 이듬해 안정적인 착과량 확보를 위해서는 엽과비 120:1 이하가 적당한 것으로 조사되었다.



## VI. 참고문헌

安部伸一郎、藤原文孝、石川啓. 2008. 4.育成品種施設栽培技術開發試驗 (1)甘平の施設栽培の作型の違いが裂果・果皮厚に及ぼす影響. 愛媛縣農林水産研究所果樹研究センター試驗成績書(業務年報): 24-25.

Almela V., S. Zaragoza, E. Primo-millo and M. Agusti. 1994. Hormonal control of splitting in 'Nova' mandarin fruit. J. Hort. Sci. 69(6): 969-976.

白子勳. 1994. 果實生理學(柑橘). 光文堂.: 246-248.

제주특별자치도. 2012. 2012년 주요행정총람: 321.

近 泉 惣次郎. 2007. 칸킥트類の果皮障害の發生原因とその防止對策 第2章ネーブルオレンジの裂果. 愛媛大學農學部紀要. 52: 13-123.

愛媛縣農林水産研究所果樹研究センター みかん研究所. Homepage <http://www.pref.ehime.jp/kashi/>

林田誠剛. 2012. 施設栽培における中晩生カンキツ「麗紅」の裂果發生要因の解明と輕減法. 長崎農林技セ研報 3: 111~119.

藤原 文孝. 2009. 甘平の夏秋季の栽培管理 ~愛媛オリジナル柑橘夏秋季の栽培管理~, 果樹園芸 6月: 12-17.

강상훈, 강중훈. 2012. 레드향(감평) 재배기술. 제주특별자치도농업기술원: 14-20.

加美 豊. 2009. 愛媛縣育成オリジナル品種「甘平」の栽培. 果樹園芸 1月: 14-17.

- 菊地毅洋. 2011. 最近の有望品種 ～甘平の栽培奇術～. 果樹園芸 2月:10-13.
- 菊地毅洋, 高木信雄, 喜多景治, 政本泰幸, 崎本孝江. 2007. 4. 温暖化対応越冬カンキツ試験 (6)甘平の裂果要因の解明と軽減対策. 愛媛県農林水産研究所 果樹研究センター 試験成績書(業務年報): 231-232.
- 小川勝利. 1989. ネーブルオレンジの裂果と防止対策(1). 農業および園芸 64(7): 51-56.
- 岡崎哲二, 村上 豊. 1979. 早生系ネーブルオレンジの栽培改善 大玉生産と裂果対策を中心に 農業および園芸 54(10): 49-53.
- 崎本孝江, 高木信雄, 菊地毅洋. 2008. 4.温暖化対応越冬カンキツ試験 (3)‘甘平’の裂果要因の解明と軽減対策. 愛媛県農林水産研究所果樹研究センター試験成績書(業務年報):237-238.
- 重松幸典, 喜多景治, 薬師寺弘倫, 石川啓, 井上久雄, 中田治人. 2008. カンキツ新品種‘甘平’について. 愛媛果樹試研報(22): 1-4.
- 植田榮仁, 小澤良和. 2000. カンキツの無加温ハウス栽培における裂果軽減と着花調整. 和歌山農林水技セ研報 1: 79-88.
- 宇都宮 浩文 2009. 西宇和農協における「甘平」の取組み状況について. 果樹園芸 5月:16-19.
- 弥富忠夫. 1938. カンキツ種類と日焼け及び裂開果との関係. カンキツの研究. 8:235-237.

## 감사의 글

봄이 되면 감귤 꽃이 피고 열매를 맺고 자라서 가을에 성숙하듯이, 인간도 살아가는데 중반이 넘고 머리가 하나씩 희고 눈이 어두워지는 오십 후반에 부끄러움이 앞서지만 저에게는 힘에 벽찬 또 하나의 과정을 무사히 넘기게 해주신 분들이 있기에 감사의 마음이라도 남기고자 합니다.

본 논문이 완성되기까지 정성을 다하여 지도하여 주신 한상헌 교수님께 진심으로 감사를 드리며, 심사를 맡아 논문을 체계적으로 정리하여 주신 송관정 교수님, 강훈 교수님의 지도조언에 깊은 감사를 드립니다. 그리고 평소 가르침을 주시고 이끌어주신 원예학과 소인섭 교수님, 조영열 교수님께도 감사드립니다.

또한 본 연구를 위해 여건을 만들어주신 농업기술원 이상순 원장님, 강성근 연구개발국장님, 양태준 기술지원국장님께도 감사드립니다. 그리고 감귤육종센터에서 연구 진행과 논문 작성에 도움을 준 강종훈 실장, 진석천 실장, 강상훈, 박영철 연구사, 오현우 지도사에게 고마움을 전하며, 끝으로 이 논문을 끝마칠 때까지 지치고 힘들어도 내색하지 않으며 남편의 뒷바라지를 하여준 사랑하는 아내 양희와 아들 승환, 며느리 하나, 눈에 넣어도 안 아픈 귀여운 손자 상민, 원민에게 이 작은 결실의 기쁨을 함께 하고자 합니다.

2012년 12월

이 중 석