

Research Article



CrossMark

Open Access

## 부지화 자근발생 감귤나무의 착화와 수량에 미치는 환상박피의 영향

강석범\*, 문영일, 한승갑, 이해진, 최영훈

농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤연구소

### Effect of Girdling on the Flowering and Yield in Scion Rooted 'Shiranuhi' Mandarin grown in Plastic Film House

Seok-beom Kang\*, Young-eel Moon, Seung-gab Han, Hye-jin Lee and Yeong-hun Choi (Citrus Research Institute, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Rural Development Administration, Jeju 63607, Korea)

Received: 17 October 2016 / Revised: 28 October 2016 / Accepted: 11 November 2016

Copyright © 2016 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution

Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Seok-beom Kang

<http://orcid.org/0000-0002-4504-6075>

#### Abstract

**BACKGROUND:** 'Shiranuhi' mandarin is one of the popular citrus cultivars in Jeju Island, Korea. However, the emergence of scion roots since the past few years has altered its flowering, fruiting, and quality. Girdling of branches is one of the methods of increasing flowering in citrus trees.

**METHODS AND RESULTS:** This experiment was conducted to determine the effect of girdling on the flowering and yields of scion rooted 'Shiranuhi' mandarin hybrid. We selected normal trees without scion roots as controls. The trees with scion roots were divided into two groups: trees without girdling and with girdling on main branches. Each group contained five replications and the experiment was conducted in Gosan and Harye of Jeju Island. The scion rooted trees revealed severely decreased flowering and low flowering/leaf ratios; however, the leaf/fruit ratio significantly increased. But, girdling on main branches significantly increased flowering and the flowering/leaf ratio. In the scion rooted trees, yields dropped due to poor flowering; however, girdling of branches efficiently improved the yields of the trees. Fruit quality, fruit size, and fruit weight of scion rooted trees were

low in comparison with the control, whereas girdling of the branches improved flowering and the fruit weight to some extent. No significant difference in soluble solid contents was observed.

**CONCLUSION:** Girdling is an effective method to induce flowering of the scion rooted 'Shiranuhi' mandarin trees. In addition, yields of scion rooted trees were improved.

**Key words:** C/N ratio, Fruit quality, Girdling, Scion root, 'Shiranuhi' mandarin

#### 서론

'청견'에 '나가노폰칸3호'를 교배하여 육성한 '만다린' 계통의 부지화 품종은 일본 농림수산성 과수시험장에서 개발하여 1990년대에 국내 도입되어 현재는 1,436 ha에 달한다(Jeju Gamgyul Association, Inc. 2016). 그러나 부지화 품종 도입 초기에 고접을 통해 재배한 과원에서는 착화에 문제가 없으나 재배면적이 급증하면서 유목을 식재한 부지화 감귤원에서 착화불량에 따른 수량 및 품질저하 문제가 발생되었는데 그 원인을 조사한 결과 자근 발생에 의한 피해로 확인되었다(Kang *et al.*, 2012).

과수에서 '자근'이란 대목의 뿌리가 아닌 접수의 뿌리를 말하는데 온주밀감 재배에서는 자근 문제가 현재까지 보고되지 않았으나 만감류 품종인 부지화, 세토카, 천초 등 품종에서 자근 발생이 보고되고 있다(Hirano, *et al.*, 2002; Kawasoe, 2007; Kang *et al.*, 2012). 자근이 발생된 부지화 감귤나무는

\*Corresponding author: Seok-beom Kang  
Phone: +82-64-730-4110; Fax: +82-64-730-4111;  
E-mail: hortkang@korea.kr

질소흡수량이 많아 착화가 불량하고 나무의 생육은 왕성하여 주간부 직경이 빨리 굵어지며 과실품질은 떨어진다(Kang *et al.*, 2013; Kawasoe, 2007).

과수에서는 꽃눈형성이 불량한 영양생장으로 갈 때 착화를 유도하기 위해 단근(Dry *et al.*, 1995; Ferree *et al.*, 1994; Ferree and Shupp, 2003)이나 환상박피(Agusti *et al.*, 1990; Goren *et al.*, 2004; Koller *et al.*, 2000; Monselise *et al.*, 1981)와 같은 재배적 방법들을 이용하고 있다. 그 중 환상박피 기술은 착화 촉진(Erner, 1988; Lewis and McCarty, 1973) 및 과실비대(Cohen 1984; Hochberg *et al.*, 1977; Ramming and Tarailo, 1998)를 위해 다양한 과수에서 널리 이용되고 있다(Agenbag and Toit 1992; Allan *et al.*, 1993; Goren *et al.*, 2004; Hackney *et al.*, 1995).

환상박피는 과수에서 나무의 왕성한 생장을 줄여 나무의 생리를 생식생장으로 바꿀 때 이용하는 재배기술로 착화가 불량한 나무의 주간부 또는 가지의 사관부까지 수피에 상처를 내어 지상부의 광합성 산물이 밑으로 전류되는 것을 줄이는 방법이다. 그로 인해 잎과 가지의 탄수화물 축적은 많아지고 뿌리로 부터의 물과 양분은 정상적으로 원활히 이동하여 나무의 생리는 착화가 잘되는 생식생장으로 바뀌게 된다(Goren *et al.*, 2004). Rivas 등(2006)은 감귤류에서 환상박피가 탄수화물 이용성 증진으로 착과가 개선되었다고 하였으나 그 효과는 처리시기에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다.

본 연구는 이러한 자근발생에 따른 착화 및 착과량 저하로 수량 감소피해를 받는 부지화 감귤재배지에 대한 대응책 마련을 위하여 수행하였으며, 자근발생 부지화 감귤나무의 착화, 수량 및 과실 품질에 미치는 환상박피 효과를 검토하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험을 위해 제주특별자치도 서귀포시 남원읍 하례리와 제주시 한경면 고산리 두 지역에서 실시하였으며, 15년생 무가온 부지화 감귤원에서 자근발생으로 2년 이상 착화가 불량한 나무를 실험재료로 이용하였다.

### 처리내용

실험은 생육이 균일하고 자근이 발생되지 않은 정상나무를 대조구로 하였으며, 자근이 발생한 부지화 감귤나무 중 10주를 선정하여 주당 4개의 주지중 2개는 '자근구'로 하여 자근발생 상태 그대로 두었고, 나머지 2개의 주지는 '환상박피구'로 사용하였다. 환상박피 처리구는 수확이 종료된 후 1월 초에 지면에서 70 cm 높이에서 휴대용 박피기를 이용하여 70 mm 내외의 주지를 한 바퀴 돌면서 환상박피를 하였으며, 2012년 1월부터 2013년 2월까지 실험을 수행하였다.

### C/N율 분석

엽 시료는 2012년 7월 5일에 부지화 실험수의 착과가 안

된 가지의 중간부위 엽을 처리별로 채취하여 증류수로 세정한 다음 65℃ 건조기에 넣고 3일간 건조시킨 후 분쇄기로 마쇄한 시료를 분석에 이용하였다. 엽 내 C/N율 분석은 0.2 g의 건조 엽 시료를 C/N율 분석기(Variomax, Elementar, Germany)를 이용하여 Combustion법(Holmes, 1963)으로 분석하였다.

### 화엽비 및 엽과비 조사

화엽비 조사는 실험수 별로 균일한 특성을 가진 가지를 주당 2개 선정하여 가지내의 총 엽과 꽃수를 2012년 5월 7일에 조사하여 화엽비를 구하였다. 엽과 과실의 비율(엽과비)은 화엽비를 조사한 가지에서 나무에 착과된 과실을 7월 5일에 조사하였으며 이때 가지 내 총 엽수를 같이 조사하여 엽과비를 산출하였다.

### 과실비대 조사

과실 비대는 각 처리별 시험수의 반복당 10과씩을 선정하여 만개기(5월 4일)를 기준으로 9월 24일(140일)과 10월 24일(170일)째에 각 처리별로 과실의 형경과 종경을 버니어캘리퍼스를 이용하여 측정하였다.

### 과실품질 및 수량 조사

수확일(2013년 1월 14일)에 채취한 과실은 반복별로 10과씩을 선정하여 과실의 과중과 과육중은 10과에 대해 개별적으로 과중을 측정 후 과피를 벗겨 과육중을 측정하였다. 과실의 당함량과 산함량 측정을 위해 과육 시료를 착즙 후 당함량은 굴절당도계(PR-101, Atago, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 산함량은 5 mL의 과즙에 증류수 20 mL를 넣고 0.1 N NaOH를 이용하여 pH 8.1이 되는 시점을 종말점으로 하여 측정한다음 구연산으로 환산하였다. 착색도는 색차계(CR-400, Minolta, Japan)를 이용하여 각각 과실의 적도면 3곳을 적색도를 나타내는 a 값으로 측정 후 평균하여 이용하였다. 수량조사를 위해 수확일에 실험에 이용된 나무마다 과실을 전부 수확 후 과실 개수와 무게를 처리별로 조사하였다.

### 통계분석

본 시험에 이용된 자료에 대해서는 SAS Enterprise Guide 4.3을 이용하여 단건다중검정( $p=0.05$ )으로 처리간의 유의성을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 엽 내 C/N율

자근발생 부지화 감귤나무에 대한 환상박피 처리가 엽 내 C/N율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 자근 발생 부지화 감귤나무의 엽 내 질소함량은 2.26%로 정상나무인 대조구의 2.10%, 환상박피를 한 자근나무의 1.96%에 비해 높았다. 이러한 처리구별 엽 내 질소함량 차이는 엽 내 C/N율에 영향을 미쳐 자근구가 18.1로서 대조구의 19.6과

**Table 1. Effect of girdling on the C/N ratio of leaf of ‘Shiranuhi’ mandarin with scion rooted under plastic film house**

Treatment	N(%)	C(%)	C/N Ratio
Control	2.10a <sup>zy</sup>	41.1a	19.6b
Girdling	1.91b	40.2a	21.2a
Scion root	2.26a	40.9a	18.1c

<sup>z</sup>DMRT at p=0.05%, <sup>y</sup>Date: July 5, 2012.

**Table 2. Effect of girdling on the flowering and fruiting of scion rooted ‘Shiranuhi’ mandarin under plastic film house**

Area	Treatment	Flowering (ea/branch)	Leaf (ea/branch)	Ratio of flower and leaf	No. of Fruit (ea/branch)	No. of leaf (ea/branch)	Ratio of leaf and fruit
Harye	Control	252a <sup>zy</sup>	609a	0.41ab	18.3a	1132a	62.8b
	Girdling	265a	487a	0.52a	19.0a	1089a	59.0b
	Scion root	43b	501a	0.09b	6.8b	914a	242.2a
Gosan	Control	545a	395a	1.38a	7.7ab	1026a	140.0a
	Girdling	305b	385a	0.99a	12.5a	882a	80.8a
	Scion root	57c	513a	0.10b	4.3b	897a	333.7a

<sup>z</sup>DMRT at p = 0.05, <sup>y</sup>Date: May 7, 2012(Flowering); July 5, 2012(Fruiting).

환상박피구의 21.2에 비해 각각 1.5와 3.1 낮았다. 작물의 꽃눈형성에는 질소와 탄소함량이 관여하며, 질소함량이 낮고 탄소함량이 높아져 C/N율이 증가하면 작물은 생식생장으로 바뀌어 착화가 잘 된다고 하였는데(Kraus and Kraybill, 1918), 본 실험에서 환상박피 처리를 통해 엽 내 질소함량은 낮아지며 수체의 C/N율은 높아지는 결과를 나타냈다.

이는 박피부위 상단에 있는 가지의 앞에서 만들어진 광합성 동화산물이 박피 부위 아래로 전류되는 게 차단되어 엽 내 탄수화물은 증가한 반면, 뿌리에서 흡수한 질소의 지상부로의 전송은 일부 제한되어 엽 내 질소함량이 다소 낮아진 것으로 추정된다. 본 시험의 결과는 환상박피로 인해 감귤과 사과나무에서 지상부의 탄수화물 함량이 유의하게 증가했다는 결과(Schaffer *et al.*, 1986; Nii 1989)와 일치하는 것으로 이러한 엽 내 C/N율 증가는 착화에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

#### 착화량과 과실수의 변화

부지화 자근나무에 대한 박피처리가 착화에 미치는 영향을 두 지역에 걸쳐서 조사한 결과(Table 2) 하례 지역에서는 대조구 정상나무의 착화량이 252개이었으나 자근구의 착화수는 43개로 급격히 떨어졌다. 그러나 자근나무에 대한 환상박피 처리로 착화량은 265개 수준으로 크게 증가하였다. 그로 인해 꽃과 잎의 비율인 화엽비는 자근구의 0.09에 비해 환상박피구에서 0.52로 유의하게 높아졌으며, 대조구의 0.48과는 통계적 유의차를 보이지 않았다. 고산 지역의 조사결과를 살펴보면, 대조구의 착화량은 545개이었으나 자근구의 착화량은 57개 수준으로 크게 감소하여 하례지역의 조사결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 자근나무에 대한 환상박피 처리

로 착화수는 305개로 현저하게 증가하였다. 그 결과 자근구의 화엽비 0.10에 비해 환상박피구는 0.99로 뚜렷한 증가를 보였고, 대조구의 1.38과는 통계적인 유의차가 없었다. 이러한 결과는 격년결과를 하는 ‘Salustiana’ 스위트 오렌지와 온주밀감에서 환상박피를 실시한 가지는 착화량이 증진되었던 것(Agusti 등, 1992)과 유사한 결과로서, 자근발생으로 착화량이 불량한 부지화 감귤나무에서 환상박피 처리가 착화량의 증진에 효과적이었음을 의미한다.

착과가 진행된 이후, 하례 지역 환상박피구의 착과량은 19.0개로서 자근구의 과실수 6.8개에 비하여 착과량이 현저하게 증가한 반면, 대조구의 착과량 18.3개와 비교할 때 큰 차이가 없었다. 고산지역에서도 자근구의 착과량은 4.3개로서 대조구의 7.7개에 비해 뚜렷하게 감소하였으나, 박피구에서는 12.5개로 자근구에 비해 착과량이 증가하였다. 이로 인해 하례와 고산 두 지역에서 엽과비는 자근구의 242~333에 비해 환상박피구에서는 59~81 수준으로 착과량 증가에 의한 엽과비 감소가 뚜렷하였다. 부지화 감귤 과실의 효율적 생산을 위해서는 적정 엽과 과실의 비율 유지가 중요한데, 본 연구는 자근발생 감귤나무에 대한 환상박피 처리가 착과량을 증가시킴으로써 대조구 수준의 엽과비를 유지할 수 있음을 보여주는 결과로 판단된다.

#### 과실비대

환상박피 처리가 자근발생 부지화 감귤나무의 과실 비대에 미치는 영향은 Fig. 1에 나타내었다. 9월경에 조사한 고산 지역의 자근구 과실 횡경 비대는 61.7 mm로 대조구의 65.7 mm에 비해 비대가 4.0 mm 적었지만 환상박피구에서는

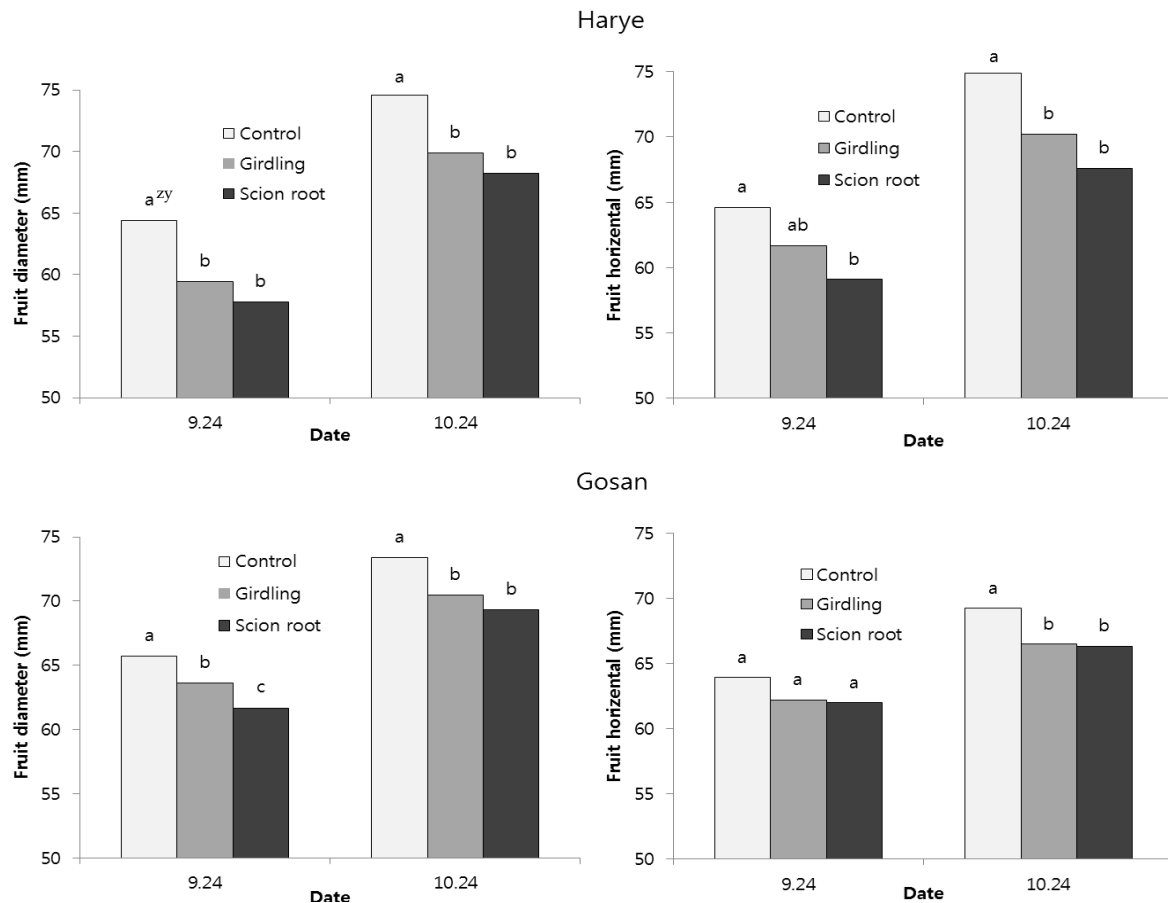


Fig. 1. Effect of girdling on the fruit size of 'Shiranuhi' mandarin tree under plastic film house.

<sup>z</sup>DMRT at  $p = 0.05$ , <sup>y</sup>Date : Sep. 24 and Oct. 24, 2012.

63.6 mm로 유의하게 횡경 비대가 개선되었다. 하례지역에서도 대조구의 64.4 mm에 비해 자근구는 57.8 mm로 비대가 적었지만 박피구에서는 59.4 mm로 자근구에 비해 1.6 mm 비대가 늘어났다. 10월경에 조사한 하례지역 비대에서는 대조구의 횡경 비대 74.6 mm에 비해 자근구는 68.2 mm로 비대량이 낮았으며, 환상박피구는 69.9 mm로서 통계적인 유의차가 인정되지는 않았으나 자근구에 비해 1.7 mm 가량 비대량이 개선되었다. 이러한 경향은 고산지역의 과실 비대량 조사에서도 유사한 결과를 보여 과실의 횡경은 자근구<환상박피구<대조구 순으로 증가하는 경향이었다.

과실의 종경 비대 결과를 살펴보면, 하례 및 고산지역 모두 대조구에 비해 자근구의 비대량이 현저하게 감소하였다. 그러나 자근발생 부지화의 종경 비대에 미치는 환상박피 처리 효과는 조사 지역에 따라 다소 다른 결과를 보였다. 고산지역에서는 자근구와 환상박피처리구 간 종경 비대량에 큰 차이가 없었던 반면, 하례지역에서는 유의차가 인정되지 않았으나 환상박피 처리로 종경 비대가 증가하는 경향을 보였다.

이상의 결과들은 자근발생 부지화 감귤나무에 대한 환상박피 처리가 과실비대 증진에 효과적임을 의미하는 것으로서, 환상박피가 과실의 비대를 개선시킨다고 알려진 기존의 보고 (Goren 등, 2004)와 같은 결과이다.

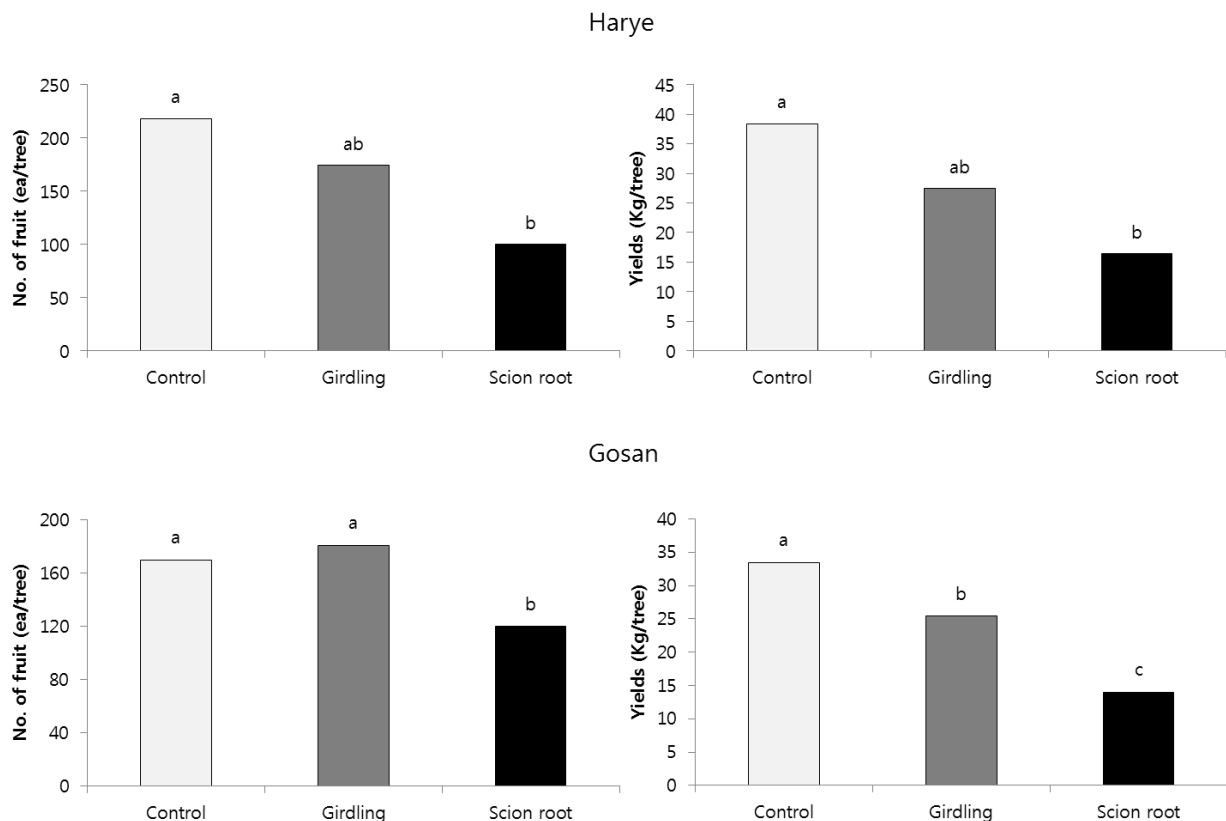
## 과실품질

환상박피에 따른 자근발생 부지화 감귤의 과실품질에 미치는 영향은 Table 3에 나타내었다. 하례지역에서 조사한 대조구의 과중 224 g에 비하여 자근이 발생된 처리구의 과중은 167 g으로 유의하게 감소하였으나 환상박피 처리구는 176 g으로서 자근구에 비해 약 5%의 과중이 증가하는 결과를 보였다. 반면에 고산지역에서는 자근구와 환상박피구 간 과중에 차이가 없었다. 과실의 당 함량을 살펴보면, 하례지역의 자근발생 감귤나무에서 수확한 과실의 당도는 13.9°Bx이었으나 환상박피 처리구의 과실 당도는 14.1°Bx로서 다소 증가하는 경향을 보였다. 그러나 고산지역에서 조사한 자근처리구와 환상박피처리구의 과실 당도는 모두 13.4°Bx로서 과실 당도에 미치는 환상박피 처리효과는 일정한 경향을 보이지 않았다. 하례와 고산 두 지역에서 조사한 자근구와 환상박피 처리구의 산도는 하례지역이 1.6%로 다소 높고, 고산지역이 1.3%로서 상대적으로 낮은 산도를 보여 조사지역 간 차이는 뚜렷하였으나, 동일 지역 내에서 자근발생구와 환상박피처리구 간 산도는 큰 차이가 없었다. 과실의 착색도를 나타내는 Hunter's a 값은 하례 및 고산 두 지역 모두 정상나무의 22.6과 22.8에 비해 자근구에서 20.9와 20.2로 유의하게 착색도가 낮았으나, 환상박피 처리에 의해 20.9와 20.5로 착색도

**Table 3. Effect of girdling on the fruit quality of scion rooted of 'Shiranuhi' mandarin tree under plastic film house**

Area	Treatment	Fresh weight (g)	Inner F.W. (g)	SSC (Brix)	Acid contents (%)	Ratio of S/A	Hunter's a Values
Harye	Control	223.5a <sup>zy</sup>	172.4a	14.0a	1.5a	9.3a	22.6a
	Girdling	176.1b	133.1b	14.1a	1.6a	8.9a	21.4b
	Scion root	167.4b	126.8b	13.9a	1.6a	8.7a	20.9b
Gosan	Control	199.2a	149.5a	13.2a	1.6a	8.3a	22.8a
	Girdling	179.4b	136.7a	13.4a	1.3a	10.3a	20.5b
	Scion root	179.7b	135.5a	13.4a	1.3a	10.3a	20.2b

<sup>z</sup>DMRT at  $p = 0.05$ . <sup>y</sup>Date : Jan. 14, 2013.

**Fig. 2. Effect of girdling on the yield of scion rooted of 'Shiranuhi' mandarin tree under plastic film house.**

<sup>z</sup>DMRT at  $p=0.05$ , <sup>y</sup>Date : Jan. 14, 2013.

가 다소 개선되는 결과를 나타냈다. Fernandez-Escobar 등 (1987)의 보고에 따르면 6년생 조생 복숭아와 천도 복숭아에 대한 환상박피 처리로 과실의 크기가 증가하고 숙기가 촉진 된다고 하였으나, 본 연구 결과에 의하면 자근발생 감귤나무에 대한 환상박피 처리로 과중이 다소 증가하고 착색이 촉진 되는 경향은 있으나 품질에 미치는 영향이 다른 과종만큼 현저하지는 않은 것으로 판단된다.

### 수량

자근발생 부지화 감귤나무에 환상박피 처리가 수량에 미친 영향은 Fig. 2에 나타내었다. 두 지역 모두 자근발생은 정상나무에 비해 착과량과 수량을 감소시키는 원인으로 작용하

였다. 그러나 자근발생 감귤나무에 대한 환상박피 처리는 두 조사지역 모두에서 착과량과 수량을 유의하게 증가시켰다. 착과량에 있어서 하례지역의 자근구는 정상구의 45.9%, 수량에서는 42.7% 수준으로 낮아졌으나, 환상박피 처리에 의해 착과량은 79.8%, 수량은 71.4% 수준으로 각각 33.9%와 28.6%의 개선효과를 나타내었다. 고산지역에서도 자근발생에 의해 정상나무에 비해 착과량은 70.6%, 수량은 41.8%로 감소하였다. 반면에 환상박피 처리구의 착과량은 정상나무에 비해 6.5% 증가하였으며, 수량은 75.8%로 자근나무에 비해 뚜렷하게 개선되는 결과를 보였다.

이상의 결과들을 살펴 볼 때 자근 발생이 문제시 되는 부지화 감귤나무에 대한 환상박피 처리는 착화량과 착과량 증

진으로 자근발생에 따른 수량저하 피해를 개선하는데 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 그러나 자근발생 감귤나무를 환상박피 처리하더라도 과실 수량은 자근발생이 없는 정상나무 수준에 미치지 못하는 것으로 판단되므로 수관 내 광환경 개선 및 수체관리를 통해 과실비대 촉진하고 수량을 향상시키기 위한 보완책 마련이 필요할 것으로 생각된다.

### Acknowledgement

This study was supported by the Agenda Program (Project No. PJ011185), Rural Development Administration, Republic of Korea.

### References

- Agénbag, H., Prins, M. C., & Du Toit, I. (1992). Influence of girdling on the fruit quality of 'Sunlite' nectarines. *Deciduous Fruit Grower*, 42, 88-91.
- Agusti, M., Almela, V., & Mingo-Castel, A. M. (1990). Effect of kinetin and ringing on fruit set in the orange cultivar Navelate (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Investigación Agraria, Producción y Protección Vegetales*, 5(1), 69-76.
- Agust, M., Almela, V., & Pons, J. (1992). Effects of girdling on alternate bearing in citrus. *Journal of Horticultural Science*, 67(2), 203-210.
- Allan, P., George, A. P., Nissen, R. J., & Rasmussen, T. S. (1993). Effects of girdling time on growth, yield, and fruit maturity of the low chill peach cultivar Flordaprince. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 33(6), 781-785.
- Cohen, A. (1984). Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. *Journal of Horticultural Science*, 59(1), 119-125.
- Dry, P., Botting, D., Loveys, B., & Johnstone, A. (1995). Root pruning as a potential method of vigour control—some preliminary results. *Australian Grapegrower and Winemaker*, 378, 15-16.
- Erner, Y. (1988). Effects of girdling on the differentiation of inflorescence types and fruit set in 'Shamouti' orange trees. *Israel Journal of Botany*, 37(2-4), 173-180.
- Fernandez-Escobar, R., Martin, R., Lopez-Rivares, P., & Paz Suarez M. (1987). Girdling as a means of increasing fruit size and earliness in peach and nectarine cultivars. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 463-468.
- Ferree, D. C., Erb, A., & Scurlock, D. (1994). Root pruning—a potential technique to control growth of grapes, pp.54-57, In: Proc. Ohio grape-wine short course.
- Ferree, D. C., Schupp, J. R., & Warrington, I. J. (2003). Pruning and training physiology. Apples; botany, production, and uses (eds. Ferree, D. C., Warrington, I. J.), pp. 319-344. CABI Publishing, Cambridge, MA, USA.
- Holmes, F. L. (1963). Elementary analysis and the origins of physiological chemistry. *Isis*, 54(1), 50-81.
- Goren, R., Huberman, M., & Goldschmidt, E. E. (2004). Girdling: physiological and horticultural aspects. *Horticultural Reviews*, 30, 1-36.
- Hackney, C. R., Boshoff, M., & Slabbert, M. J. (1995). Increasing yield of young Hass avocado trees using the cincturing technique. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* (South Africa), 18, 54-55.
- Hirano, M. H., Gousagu, S., & Shindo, T. (2002). Influence of the occurrence of scion root on the growth and fruit quality of 'Amakusa' mandarin. *Kyushu Agricultural Research*, 64, 207-207.
- Hochberg, R., Monselise, S. P., & Costo, J. (1977). Summer girdling and 2, 4-D effects on grapefruit sizes. *HortScience*, 12, 228.
- Kang, S. B., Moon, Y. E., Lee, D. H., Kim, Y. H., Han, S. G., & Chae, C. W. (2012). Outbreak of scion root from 'Shiranuhi' mandarin hybrid tree in plastic film house. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 31(4), 313-317.
- Kang, S. B., Moon, Y. E., & Kim, Y. H. (2013). Effect of scion root occurrence on the flowering, fruit quality and yield of 'Shiranuhi' Mandarin hybrid in plastic film house. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*, 46(6), 525-529.
- Kawasoe, K. 2007. Countermeasure and outbreak of scion root in 'Shiranuhi' mandarin. *Izumi Agricultural Improvement and Advisory Center*. p. 1.
- Koller, O. L., Soprano, E., da Costa, A. C. Z., Koller, O. C., & Yamanishi, O. K. (2000). Flowering induction and fruit production in oranges cv. 'Shamouti'. *Laranja*, 21(2), 307-325.
- Kraus, E. J., & Kraybill, H. R. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. *Corvallis, Oregon*, 149. 5-87.
- Lewis, L. N., & McCarty, C. D. (1973). Pruning and girdling of citrus. *The citrus industry* (ed. Reuther, W.), pp. 211-229. University of California, Berkeley, USA.
- Monselise, S. P., Brosh, P., & Costo, J. (1981). Off-season bloom in 'Temple' orange repressed by Gibberellin [Treatment]. *HortScience*, 6(1), 786.
- Nii, N. (1989). Fruiting effects on chloroplast structure

- and starch accumulation in apple leaves. Scientific Reports of the Faculty of Agriculture-Meijo University, 25, 35-39.
- Rammings, D. W., & Tarailo, R. (1998). 'Black Emerald': an early-maturing, black seedless grape for the fresh market. *HortScience*, 33, 353-354.
- Rivas, F., Erner, Y., Alós, E., Juan, M., Almela, V., & Agustí, M. (2006). Girdling increases carbohydrate availability and fruit-set in citrus cultivars irrespective of parthenocarpic ability. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(2), 289-295.
- Schaffer, A. A., Liu, K. C., Goldschmidt, E. E., Boyer, C. D., & Goren, R. (1986). Citrus leaf chlorosis induced by sink removal: starch, nitrogen, and chloroplast ultrastructure. *Journal of Plant Physiology*, 124(1-2), 111-121.