

친환경 과원의 단감 ‘부유’(*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) 과실의 동상해에 미치는 나무의 식재위치와 착과방향의 영향*

강성구** · 안광환*** · 최성태*** · 도경란**** · 조광식*****

Effect of Planting Site and Direction of Fruiting on Fruit Frost Damage in Persimmon (*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) Fruits from Environment-friendly Orchard

Kang, Sung-Ku · Ahn, Kwang-Hwan · Choi, Seong-Tae ·
Do, Kyung-Ran · Cho, Kwang-Sik

We have analyzed the effect of planting site (elevation) and direction of fruiting on the frost damage (tolerance to transparent skin and blemishes) of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb) ‘Fuyu’ fruit subjected to the early fall frost (November 2, 2012) in environment-friendly orchards of Changnyeong and Changwon (Gyeong-sangnam-do Korea). In Changnyeong, the direction of fruiting showed a significant effect on the fruit weight and the fruit width ($p < 0.01$), and the fruit firmness ($p < 0.05$) while the planting site (elevation) did a highly significant effect on the fruit width and the frost damage ($p < 0.01$), and fruit length ($p < 0.05$). In particular, severe frost damage of fruit (15.2%) and leaves (about 90%) was observed in the plants located in the low elevation area of orchard. The damaged fruit had an transparent skin color and/or blemishes. In Changwon, there was no effect of the planting site and the direction of fruiting on the frost damage, and the fruit characteristics except the fruit width having been related to the planting site ($p < 0.05$). So, the main effects for the fruit frost damage was a terrain factor around the orchards.

Key words : persimmon, frost damage, planting site, fruiting direction

* 농촌진흥청 2012년 어젠다연구과제 ‘FTA대응 경쟁력향상 기술개발’의 세부과제로 수행된 ‘감 나무 동상해 정도가 수체 및 과실특성에 미치는 영향’의 결과를 요약하여 재구성한 것임.

** Corresponding author, 한국농수산대학 과수학과(talkung@korea.kr)

*** 경상남도농업기술원 단감연구소

**** 국립원예특작과학원 과수과

***** 국립원예특작과학원 배시험장

I. 서 론

식물은 성장, 성장정지, 휴면이라는 일련의 과정이 순서적으로 진행되어 상호 연관되어 영향을 주면서 일생을 영위하며 다양한 환경에 반응을 하고 있다. 이들 환경 중에 저온이라는 환경요인에 대한 대응으로 식물이 많이 사용하는 저온순화라는 과정은 휴면이라는 생리적 현상이 가장 중요한 것으로 알려지고 있지만 최근에는 오히려 성장정지 시기(Ruttink et al., 2007)가 더 깊은 관계가 있는 것으로 밝혀지고 있다. 즉 성장정지현상이 이루어지지 않은 상태에서는 세포에 동결을 일으키는 온도에 민감하게 작용하게 되며 심해지면 다양한 피해를 입게 된다. 일반적으로 원예작물을 포함한 대부분의 온대식물은 겨울이라는 계절을 맞이하기 위해 성장정지를 포함한 순차적인 저온적응 단계를 거쳐 본연의 저온 내성을 획득하게 되므로 그 작물이 갖는 한도 내의 저온자극에서 안전하게 월동이 가능하며, 사과, 배, 포도, 감 등의 온대과수도 당년의 신초성장 종료와 함께 일장이 짧아지는 것을 신호로 내한성 증가에 필요한 생리적 변화를 시작하여(Howell and Weiser, 1970) 저온 내성을 획득하고 있다.

최근 지구온난화로 인한 돌발적인 저온이 성장정지라는 중요한 성장현상이 완성되지 않은 시기에 내습하여 많은 원예작물이 동상해 피해를 받고 있다. 발생하는 피해의 정도는 각 식물의 내한성 획득에 관여하는 다양한 요인들의 관여 정도의 차이에 의해 다르게 나타나고 있다. 재배적인 측면의 요인에 의해서도 다양하게 차이를 나타내고 있으며, 광합성과 관련된 광조건(Kang and Ko, 1976; Kaurin, et al., 1981), 전정과 결실량(Howell과 Shaulis, 1980; 박 등, 2003), 무기영양(Pellet and Carter, 1981; Zilkah et al., 1996; 김과 고, 1996), 대목(Howell and Perry, 1990), 식재위치(Hocevar와 Martsolf, 1971; Rouse and Wiltbank, 1982; 문과 이, 1985; Rieger, 1989), 재식양식과 토양관리(Krezdorn and Martsolf, 1984; Martsolf et al., 1986) 등의 요인이 내한성에 관여하고 있음이 보고되고 있다.

우리나라 주요 과종의 하나인 감은 다른 과종에 비하여 내한성이 약한 것으로 알려져 있으며(문과 이, 1985), 대부분 단감 과원이 저온에 대하여 안전한 지역(김 등, 1988)에 위치하고 있지만 지구온난화와 더불어 가을의 돌발적인 저온에 의하여 다양한 형태로 동상해 피해를 받고 있으며, 많은 경제적 손실의 원인이 되고 있다. 돌발적인 저온 내습에 대한 과실의 내동성은 과원의 지형적 특성과 물리화학적 특성, 수체 영양 상태 등에 의하여 그 양상이 다양하게 나타날 것으로 예상되고 있으며 관련된 요인을 밝히고 저온해의 방지 또는 회피를 위한 다양한 내한성에 관련된 연구도 다수 보고되고 있다. 그러나 대부분 휴면기의 수체의 내한성에 관련된 연구(홍과 황, 1980; Leng et al., 1993)와 봄에 발아기에 발생하는 동상해에 관련된 연구(Kang et al., 1998)이며 가을 동상해에 관련된 연구는 소수 보고되고 있다(정 등, 2013; 최 등, 2013).

본 연구는 가을 동상해발생 정도에 영향을 미치는 다양한 요인 중 식재위치의 표고 및

식재 방향의 영향을 알아보기 위하여 2012년 경남(창녕)지역에서 가을 동상해가 다발하는 경사지에 조성된 친환경단감과수원을 선정하여 조사를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 연구는 경상남도 창녕군과 창원시에 소재하는 수령 약 20년의 친환경 ‘부유’(*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) 단감과원에서 수행되었다. 창녕군 소재의 과원은 북향의 경사지 과원으로 정면이 낮은 산으로 막혀있는 곡간지에 조성되어 있으며, 창원시에 소재한 과원은 북향의 경사지 과원이지만 정면에 낙동강을 낀 개활지가 펼쳐진 장소에 위치하고 있다.

경사지과원의 식재위치(높이)와 과실의 착과 방향에 따른 동상해 발생정도를 조사하기 위하여 과원에서 고도 약 5 m 간격으로 상, 중, 하에 위치한 나무를 각 5주씩 선정하고 4 방위(동, 서, 남, 북)로 구분하여 과실을 수확하여 과중, 과실 종경 및 횡경, 과형지수, 과실 경도를 조사하였다. 종경과 횡경은 vernier calipers를 사용하여 조사하고 종경/횡경비를 과형지수로 표시하였다. 과실경도는 Texture analyzer(TA-XT, Stable micro system Co. UK)를 사용하여 두 지점의 과실 적도면의 과피를 제거한 후 과육의 경도값을 조사한 후 평균값으로 표시하였다. 2012년에는 11월 2일에 창원, 창녕지역에 강한 서리가 발생하여(Fig. 1) 동상해 피해 정도를 조사하였으며 동상해 피해율은 서리가 내린 후 각 위치(높이) 당 3나무를 선정하여 동, 서, 남, 북 네 구역으로 구분하여 정상과와 수침상 피해가 나타난 과실수를 조사하여 백분율로 표시하였다. 수집된 자료는 SAS system(SAS Institute Inc. USA)을 사용하여 분산분석을 통한 2요인 분석을 수행하였다.

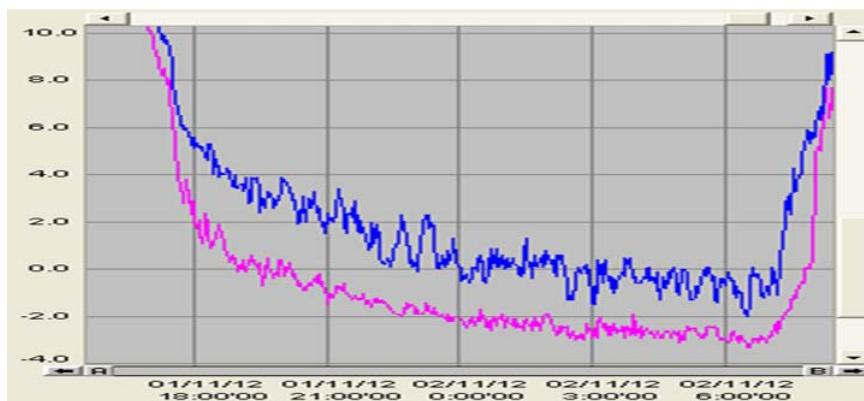


Fig. 1. Changes of air temperatures (blue line at 3m high, pink line at the ground) in the commercial sweet persimmon orchards with north-facing slope (Changnyeong, November 2, 2012)

동상해가 발생하는 온도조건을 알아보기 위하여 열화상카메라(FLIR T420, FLIR systems Co. HK)를 사용하여 과수원 및 과실의 온도분포를 조사하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

과수원의 식재위치(높이)와 착과방향에 의해 과실의 생장이 어떤 영향을 받는지 알아보기 위하여 곡간지(창녕)와 개활지(창원)에 면한 북향의 경사지과원 두 곳의 단감과원을 선정하여 과실생장특성을 조사해 본 결과, 과실의 성장특성이 식재위치와 착과방향에 의해 영향을 받고 있으며 지역에 따라서 그 정도에 차이가 있는 것을 알 수 있었다(Table 1, 3).

창녕에 위치한 과수원의 경우, 분산분석을 통한 요인분석(Table 2)에서 과실의 무게와 과실횡경이 착과방향에 강하게 영향을 받고 있어서($p<0.01$), 동향과 남향의 과실이 서향과 북향에 위치한 과실에 비하여 생육이 좋은 경향이 있었다(Table 1). 과실경도도 어느 정도 영향을 받고 있음이 밝혀졌다($p<0.05$). 또한 식재위치에 의해서도 다양한 과실특성이 영향을 받고 있었으며 특히 과실횡경은 크게 영향을 받고 있음을 알 수 있었다($p<0.01$). 과실중경도 식재위치의 영향을 약하게 받는 것으로 나타났다($p<0.05$).

한편 창원지역에 위치한 과원에서는 과실횡경만이 식재위치의 영향을 받았으며($p<0.05$), 두 지역 모두에서 착과방향과 식재위치의 상호작용이 과실에 영향을 주지 않았으며 과형 지수에도 영향이 없었다(Table 3, 4).

Table 1. Fruit characteristics of persimmon (*Diospyros kaki* 'Fuyu') as influenced by the planting site (elevation) and directions of fruiting (Changnyeong, Oct. 26 2012)

	High elevation				Middle elevation				Low elevation			
	E	W	S	N	E	W	S	N	E	W	S	N
Weight(g)	207.3	174.9	200.8	177.8	206.9	193.2	204.0	163.4	175.5	185.8	182.4	173.5
Width(mm)	82.6	77.3	81.0	78.7	83.3	80.9	80.9	74.8	77.4	77.6	75.8	75.8
Length(mm)	53.8	51.7	53.7	52.6	50.4	51.6	53.2	50.3	50.4	50.1	50.0	50.4
W/l	153	149	150	149	165	156	152	148	153	154	151	150
Firmness(n)	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.7	2.7	3.2	2.6	2.7	2.6	2.6

창녕지역 과원의 경우, 과실특성 중 과중과 과실횡경이 착과된 과실의 나무에서의 위치에 의해 강한 영향을 받고 있는 것은 과실의 착과 위치에 따라 광합성에 필요한 광환경과

온도조건 등이 방위에 따라 차이가 발생하는 점을 고려하면 충분히 납득할 수 있을 것이다. 그러나 같은 과실 특성이 창원의 과원에서는 전혀 영향을 받지 않는 것으로 나타나고 있어 지역적 차이에 의해 발생하는 생육환경의 변이(김 등, 1988)가 예상보다 크게 작용하고 있음을 짐작하게 한다. 더욱이 지역에 따라 생육환경이 다를 뿐만 아니라 곡간지에 위치한 과원과 강에 인접한 개활지에 위치한 과원의 환경조건의 차이도 상당부분 작용했을 것으로 판단된다.

Table 2. 2-way factor analysis for effect of planting site (elevation) and direction of fruiting on growth of persimmon (*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) fruit (Changnyeong, Oct. 26 2012)

	Weight	Width	Length	W/L	Firmness
Site (S)	ns	**	*	ns	ns
Direction (D)	**	**	ns	ns	*
S x D	ns	ns	ns	ns	ns

ns: non significant, *: p<0.05, **: p<0.01

Table 3. Fruit characteristics of persimmon (*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) fruits as influenced by the planting site (elevation) and directions of fruiting (Changwon, Oct. 26 2012)

	High elevation				Middle elevation				Low elevation			
	E	W	S	N	E	W	S	N	E	W	S	N
Weight(g)	185.8	184.0	194.4	182.0	156.3	168.2	164.3	173.5	179.2	196.3	151.2	174.7
Width(mm)	78.1	76.7	78.0	77.7	72.9	72.3	75.7	74.0	77.2	78.6	72.7	75.3
Length(mm)	49.9	51.6	53.6	52.4	49.1	50.9	50.2	50.6	52.3	55.9	47.2	52.9
W/L	156	148	145	148	148	141	150	146	147	140	154	142
Firmness(N)	2.8	2.6	2.3	2.5	2.9	2.8	2.7	2.6	2.7	2.5	2.7	2.8

단감은 다른 과종은 물론 뽕은감보다 내한성이 약한 것으로 알려져 있어서 동해한계온도는 -15℃ 전후(홍과 황, 1980)로 재배한계지가 남부지역에 위치한 과종이며 창녕과 창원도 비교적 안전한 재배지로 평가되고 있다(김 등, 1988). 그러나 안전한 것으로 평가된 지역에서도 기후의 지역적 변이나 온난화 현상으로 인한 기상이변의 결과로 불시에 나타나는 저온에는 많은 피해를 입고 있다. 또한 상습적인 가을동상해 발생지에 위치한 과원도 많이

존재하며 지속적인 피해가 발생하고 있는 것도 사실이나 같은 시기에 발생한 저온내습에도 동상해발생은 국지기후의 차이나 지형적 특성에 따라 다르게 나타나기도 한다.

Table 4. 2-way factor analysis for effect of planting site (elevation) and direction of fruiting on growth of persimmon (*Diospyros kaki* 'Fuyu') fruit (Changwon, Oct. 26 2012)

	Weight	Width	Length	W/L	Firmness
Site (S)	ns	*	ns	ns	ns
Direction (D)	ns	ns	ns	ns	ns
S x D	ns	ns	ns	ns	ns

ns : non significant, *: $p < 0.05$

본 연구에서도 창원과 창녕 지역 과원에서 발생한 서리(11월 2일) 피해를 조사한 결과, 창녕지역의 전형적인 곡간지에 위치한 과수원에서는 심한 동상해가 관찰되었음에도 불구하고 개활지에 면한 창원지역의 과원에서는 동상해피해도가 전혀 관찰되지 않았다. 잎의 피해상황을 관찰해보면 하부에 위치한 과목의 잎은 100% 갈변, 낙엽 되었으며 중부 및 상부에 위치한 과목의 잎은 80~90%가 피해를 받았음을 알 수 있다(Fig. 2).



Fig. 2. Photographical illustration of frost damage of sweet persimmon (*Diospyros kaki* 'Fuyu') fruit and leaves in an orchard with a north facing slope (Changnyeong, Korea)

A: high elevation area, B: middle elevation area, C: low elevation area

피해가 상대적으로 덜 심한 상부와 중부에 위치한 나무의 잎의 피해상황을 조사해보면 각 나무의 상부 잎이 주로 갈변 또는 낙엽 되었으며, 과원 하부의 나무에서도 남아 있는 잎

은 주로 나무 하부에 위치한 것임을 알 수 있다. 이는 관찰된 동상해가 강한 냉기류가 경사 지 위로부터 경사면을 따라 흘러내리면서 동상해를 발생시켰다는 것을 알 수 있게 한다. 이와 같은 사실은 과실에도 관찰되고 있으며 5% 정도 발생한 상부와 중부의 동상해과도 주로 나무 상부에 주로 위치하고 있음을 알 수 있었다. 동상해로 인한 과실피해 형태는 수침상이 쉽게 관찰되는 것과 과피가 약하게 변색 된 것 등 다양하였다(Fig. 3).

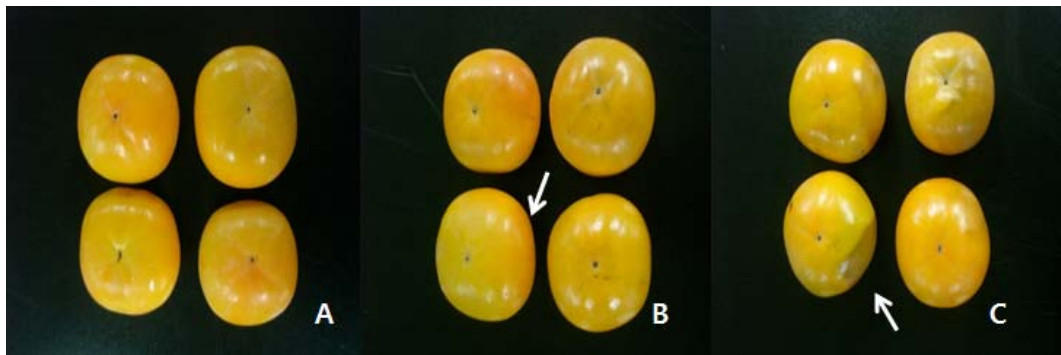


Fig. 3. Frost damage of persimmon (*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) fruit

A : no damage, B : moderate damage(transparent skin color),
C : severe damage. Arrows indicate frost damage (blemishes or transparent skin)

피해정도는 식재위치(표고)에 영향을 강하게 받아($p < 0.01$) 상부와 중부는 약 5.1%, 하부는 약 15.2%로 큰 차이가 있었으나(Table 5). 과실의 착과방향의 영향은 없었다. 동상해를 입은 과실 부위는 과정부, 과실적도부, 과경부 등 다양하였으며, 가지에 착과된 과실의 방향과 밀접한 상관성이 있을 것으로 판단된다. 이와 같은 사실은 열화상카메라를 이용하여 조사된 과실의 온도분포를 보면 보다 명확하게 알 수 있다(Fig. 5). 상향된 과실부위가 하향이나 횡방향의 과실표면보다 더 낮은 온도를 나타내고 있으며 결과적으로 동상해 발생의 위험이 높아진 것임을 알 수 있었다. 그 결과 다양한 방향에 수침상 피해가 발생한 과실이 관찰된 것으로 판단된다. 과실의 착과방향과 착과위치는 각 과실이 하강 냉기류에 접촉되는 시간과 강도에도 영향을 미칠 것으로 추측된다.

Table 5. Effect of planting site (elevation) on frost damage of persimmon (*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) fruit (Changnyeong, November 7 2012)

	High elevation	Middle elevation	Low elevation
Frost damage(%)	5.0	5.1	15.2

이와 같이 경사지 과원의 상부나 중부보다 하부에서 동상해과가 많이 발생하는 것은 비록 식재위치나 나무 내에서 과일이 위치하는 방위가 과실의 생장에 다양한 정도로 영향을 미치고 있고 식재위치는 동상해와도 관계가 깊은 것으로 나타났지만 지역에 따라 전혀 관계가 없기도 한다. 이것은 과실의 특성이 어느 정도 과실의 동상해 발생과 관계가 있기는 하지만 과실의 동상해에 모든 점을 설명하는 직접적인 원인을 제공한다고 판단하기에는 미흡한 점이 있다는 점을 시사하고 있다. 개활지가 정면에 배치된 창원의 과원에서는 상부, 중부, 하부 공히 동상해가 발생하지 않았던 것으로부터 판단하건데, 오히려 지형적인 특징에 의해 전형적인 곡간지에 위치한 과수원의 온도분포가 더 영향을 미쳤을 수도 있다는 점이 고려되어야 할 것이다(Fig. 4). 즉 경사지를 따라 침강한 냉기류가 창원지역의 과원에서는 용이하게 배출되지만 전면이 산으로 막힌 곡간지의 창녕지역 과수원에서는 침강된 냉기류가 모이기 때문에 나무와 과실에 동상해를 초래할 위험성이 보다 높아질 수 있다는 점이 고려되어야 한다. 복사냉각의 경우 찬 공기가 언덕의 경사를 따라 낮은 곳으로 침강하여 침강지대에서는 온도가 약 6~8°C 낮아질 수 있다는 것은 알려진 사실이다(Blanc et al., 1963). 언덕이나 산의 경우 해발이 높아지면 일정하게 온도가 낮아지는 효과(Hocevar and Martsof, 1971)는 본 실험에서와 같은 경사지에서는 찾아보기 어려우며, 오히려 우리나라 복숭아 과수원의 위치에 따른 눈의 피해에 대한 연구(문과 이, 1985)에서 보는 바와 같이 평지가 언덕보다 피해가 심한 것이 합리적인 해석이라고 판단된다. 따라서 과수원이 위치하는 지역의 지형적인 특징이 단감의 가을 동상해 회피나 예방에 중요한 요소로 고려되어야 하며, 이미 상습발생지에 위치한 과원의 경우 냉기류의 하강을 저지하거나 속도를 늦출 수 있는 시설이나 적체된 냉기류를 신속하게 배출 또는 순환시킬 수 있는 방법을 도입해야 할 것이다.

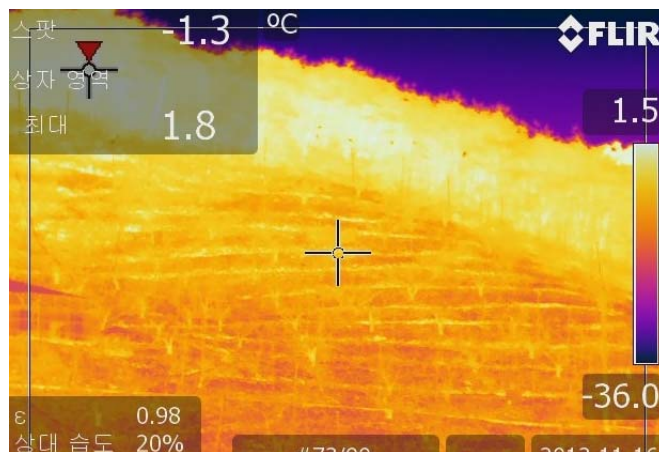


Fig. 4. Distribution of air temperature in persimmon (*Diospyros kaki* 'Fuyu') orchard (Changnyeong, mid-November 2013)

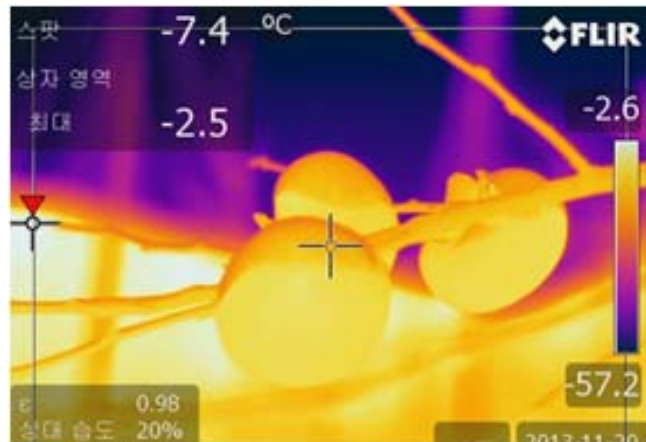


Fig. 5. Distribution of fruit temperature at 6 AM in persimmon (*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) orchard (Changnyeong, mid-November 2013)

일반적으로 과수원을 개원할 때 가장 먼저 고려해야할 사항으로 지리적 위치선정이 언급되고 있는 것은 우리나라가 창녕과 창원 같은 산악지형이 많아 기후변화의 계절적 차이와 지역적 다양성이 매우 심하기 때문이다. 단감의 경우도 조사연구를 통해 재배한계지(김 등, 1988)가 밝혀져 있어서 위험지역을 회피해서 과원이 조성되고 있다. 그러나 간혹 협소한 지역적 특징(곡간지 등) 때문에 또는 기상이변과 같은 예상 밖의 저온내습으로 안전지대에서 가을 동상해가 발생하고 있으며 앞으로 더 빈번해질 가능성도 높은 것이 사실이다. 특히 평지과원이 많은 전남 지역에 비해 산악지형이 많은 경상남도 지역의 경사지 단감과 원은 이런 위험에 더 많이 노출될 수 있다. 본 연구에서도 경사지 과원 특히 정면이 폐쇄된 곡간지는 냉기류의 정체로 인하여 발생하는 하부의 심각한 피해와 더불어 과실생장에도 상당한 변이가 존재해서 예측할 수 없는 피해를 입을 수 있음이 밝혀졌다. 동일한 피해가 발생하는 과원에서는 피해발생을 예측하고 회피 또는 방어할 수 있는 방법을 도입해야 하며 이를 위해서는 동상해 회피 및 방어 시설에 대한 진전된 연구가 필요할 것으로 판단된다.

IV. 요약

본 연구는 친환경단감과원의 부유(*Diospyros kaki* ‘Fuyu’) 과실을 대상으로 창원과 창녕지역에서 발생한 저온내습(2012년 11월 2일)으로 인한 가을 동상해발생과 식재위치(표고) 및 나무 내에서의 착과 방향의 관계를 알아보고자 수행되었다.

창녕지역 과원의 과중과 과실횡경은 착과방향에 의해 강하게 영향을 받았으며($p < 0.01$), 과실중경과 동상해발생은 식재위치($p < 0.01$)와 깊은 관계가 있는 것으로 나타났다. 과실경도

와 과실중경은 각각 착과방향과 식재위치의 영향을 받는 것으로 밝혀졌다($p < 0.05$). 특히 동상해는 과원 하단에 식재된 나무의 과실(15.2%)과 잎(약 90%)에서 심하게 나타나 동상해의 주요 요인이 과원의 지형적 특징인 것으로 나타났다. 과실 동상해를 입은 과실은 과피에 수침상 반점이나 흔적이 발생했다. 한편 창원지역의 과원에서는 과실중경이 식재위치의 영향을 받은 것($p < 0.05$)을 제외하고 식재위치와 착과방향이 과실의 생육 및 동상해발생에 영향을 주지 않았다.

[논문접수일 : 2014. 11. 4. 논문수정일 : 2014. 11. 6. 최종논문접수일 : 2014. 11. 13.]

Reference

1. Blanc, M. L., H. Geslin, I. A. Holzberg, and B. Mason. 1963. Protection against frost damage. World Meteorol. Org. Tech. Note 51.
2. Choi, S. T., D. S. Park, G. H. Ahn, E. S. Kim, S. K. Kang, and K. S. Cho. 2013. Tree Responses of 'Fuyu' Persimmon to Non-harvesting after Early Frost Damage on Reserve Accumulation and Tree Growth the Next Year. Kor. J. Hort. & Technology 31 (Sup. 2), 200.
3. Hocevar, A. and J. D. Martsof. 1971. temperature distribution under radiation frost conditions in a central Pennsylvania valley. Agr. Meteorol. 8: 371-383.
4. Hong, S. K. and J. Hwang. 1980. Difference in freezing resistance between common and sweet persimmon. J. Kor. Forestry Soc. 48: 25-28.
5. Howell, G. S. and C. J. Weiser. 1970. Fluctuations in the cold resistance of apple twigs during spring dehardening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 190-192.
6. Howell, G. S. and R. L. Perry. 1990. Influence of cherry rootstock on the cold hardiness of twigs of the sweet cherry scion cultivar. Sci. Hort. 43: 103-108.
7. Jeong, D. Y., K. S. Cho, H. C. Lee, and Y. J. Lee. 2013. Damage Occurrence and Physiological Characteristics of Frosted 'Hachiya' Persimmon. Kor. J. Hort. & Technology 31(Sup. 2): 200-201.
8. Kang S. K., H. Motosugi, K. Yonemori, and A. Sugiura. 1998. Freezing injury to persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) and four other *Diospyros* species during deacclimation in the spring a related to bud development. sci. Hort. 77: 33-43.
9. Kang, S. M. and K. C. Ko. 1976. A study on cold hardiness, flowering and fruit bearing in

- Okubo peach trees as affected of defoliation. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 17: 11-11.
10. Kaurin, A., O. Junttila, and J. Hansen. 1981. Seasonal changes in frost hardiness in cloud-berry (*Rubus chamaemorus*) in relation to carbohydrate content with special reference to sucrose. *Physiol. Plant.* 52, 129-133.
 11. Kim, Y. S., S. B. Joung, D. J. Son, K. K. Lee, J. S. Park, and U. J. Lee. 1988. Studies on the establishment of the safty-cultivating region of Non-astringent persimmon. *Res. Rep. RDA(H)* 30(3): 56-76.
 12. Kim, Y. Y. and K. C. Ko. 1996. Effects of Pre and Post-harvest Foliar Spray of Urea on the Leaf Composition and Cold Resistance in Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 13: 91-96.
 13. Krezdorn, A. H. and J. D. martsolf. 1984. Review of the effects of cultural practices on freeze hazard. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 97: 21-24.
 14. Leng, P., H. Itamura, and H. Yamamura. 1993. Freezing tolerance of several Diospyros species and kaki cultivars as related to anthocyanin formation. *J. Jpn. soc. Hort. Sci.* 61: 795-804.
 15. Martsolf, J. D., W. J. Wiltbank, H. E. Hannah, R. T. Fernandez, R. A. Bucklin, and A. Datta. 1986. Freeze protection potential of windbreaks. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 99: 13-19.
 16. Moon, J. Y. and J. M. Lee. 1985. Studies on the occurrence of cold injury in several fruit trees and factors affecting cold hardiness 1. Occurrence of Cold Injury as Influenced by Fruit Species, Cultivars, Tree Age, and Location and Site of Orchards. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 26: 318-326.
 17. Park, D. S., S. M. Kang, S. T. Choi, C. A. Lim, and W. D. Song. 2003. Effect of Secondary-Shoot Prunings on Fruit Growth and Following Year's Fruit Set of 'Fuyu' Persimmon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 678-682.
 18. Pellet, H. M. and J. V. Carter. 1981. Effect of nutritional factors on cold hardiness of plants. *Hort. Rev.* 3: 144-171.
 19. Rieger, M. 1989. Freeze protection for horticultural crops. *Hort. Rev.* 11: 45-109.
 20. Rouse, R, E. and W. J. Wiltbank. 1982. Effects of temperatures on citrus cold hardening at different geographical locations in Florida. *Poc. Fla, State Hort. Soc.* 85: 75-80.
 21. Ruttink, T., M. Arend, K. Morreel, V. Storme, S. Rombauts, R. Bhalerao, W. Boerjan, and A. Rohde. 2007. A molecular timetable for apical bud formation and dormancy induction in poplar. *Plant Cell* 19: 2370-2390.
 22. Zilkah, S., Z. Wiesmann. I. Klein, and I. David. 1996. Foliar applied urea improves freezing protection to avocado and peach. *Sci. Hort.* 66: 85-92.