

부안지역에서 지형적 특성에 따른 뽕나무의 늦서리 피해

전경수¹ · 김호철² · 배현주² · 배강순² · 김태훈^{2*}

¹원광대학교 환경조경학과, ²원광대학교 원예 · 애완동식물학부

Frost Damage of Mulberry Tree according to Topographic Characteristics in Buan Province

Kyung Soo Jeon¹, Ho Cheol Kim², Hyun Ju Bae², Kang Soon Bae², and Tae-Choon Kim^{2*}

¹Department of Environmental Landscape Architecture, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

²Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Abstract. This research was carried out to investigate frost damage of mulberry tree (*Morus alba*) according to topographic characteristics in Buan province. The first bud-break, leafing, blooming and harvest date of mulberry tree in 2010 were two, four, fourteen and eight days later than those in 2009, respectively. These results were that daily mean temperature during March and April in 2010 were lower than those in 2009 by 2.3°C and 2.4°C. Frost damage of orchards at flat-bottomed valley, flat near hill and lake, and plain were 50.0%, 12.0%, and 4.2%, respectively. Also, frost damage of branch of below 15 mm in diameter was serious than that of branch over 16 mm, but orchard at flat-bottomed valley was high as the range of 46.2~54.0%. These results in 2010 were caused by occurrence of below zero temperatures in leafing stage. Since then, many shoots came out at accessory bud on proximal and the top part of the branches. Therefore, frost damage of mulberry tree in Buan province in 2010 was caused by occurrence of below zero temperatures on April and topographic characteristics of orchard.

Key words : Buan province, frost damage, mulberry tree, topographic characteristics

서 론

뽕나무는 뽕나무과(Moraceae)의 뽕나무속(*Morus*)에 속하는 교목성 낙엽수로 동아시아의 한국, 중국 및 일본을 중심으로 온대에서 아열대에 이르기까지 널리 분포한다. 국내에서 재배되고 있는 뽕나무 품종은 산뽕나무(*Morus bombycis* Koidz.), 백상(*M. alba* L.)과 노상(*M. latifolia* Koidz.)에서 유래되었다(Kim 등, 1986). 최근 국내에서도 오디뽕의 기능성이 부각되면서 오디뽕 재배 면적이 2009년 1,544ha로 전북 부안군을 중심으로 크게 증가하였다(RDA, 2009). 특히 전라북도에서는 크기, 당도 및 착과성이 우수한 ‘과상 2호’가 많이 재배되고 있다. 작물의 물질대사 과정에는 온도가 크게 관여하는데(Salisbury와 Ross, 1991), 일반

적으로 온도 상승 시기인 봄이 빨리 오면 대부분 과수의 발아나 개화는 일찍 시작된다(Fitter와 Fitter, 2002; Lu 등, 2006). 특히 개화 이후 성숙까지의 일수에는 주간 온도의 영향을 크게 받는다(Blanpied와 Ben-David, 1970; Kronenberg, 1988). 대부분의 낙엽성 과수는 순화 과정을 거치며 휴면기인 겨울철에 저온에 대한 저항성을 갖게 된다(Ashworth, 1992). 하지만 내동성이 상실되는 휴면 타파기나 수액이동기에 저온은 가지 고사나 비정상적인 개화를 발생시킨다(Sparks, 1992). 이러한 서리 피해 정도는 과종 및 품종의 내동성(Moon과 Lee, 1985), 저온의 수준이나 노출 시간(Park과 Park, 1994; Song 등, 2000), 그리고 위도, 해발고, 과원 방향 등 지형적 특성에 따라 차이를 나타낸다(Moon과 Lee, 1985). 동해는 식물체 세포 간극에 얼음이 형성되어 기계적 상해를 입은 세포에서 과도한 탈수가 일어나면서 괴사하는 것으로(Modlibowska, 1975), 이러한 세포 내 결빙 현상은

*Corresponding author: kitmote@wku.ac.kr
Received March 7, 2011; Revised March 10, 2011;
Accepted March 17, 2011

빙핵활성세균에 의해 일어나는 것으로 알려져 있다 (Maki 등, 1974). 동해를 방지하기 위한 방법으로는 과다 결실 회피(Song 등, 2000), 온수 처리(Lay-Yee 등, 1997), 적절한 질소 시비(Ercoli 등, 2004), 그리고 항생제 처리에 의한 빙핵활성세균 밀도 감소(Anderson 등, 1984; Lindow와 Connell, 1984) 등이 알려져 있다. 그러나 뽕나무 재배가 가장 많이 이루어지고 있는 전라북도 부안군 소재의 농가에서는 매년 늦서리 피해를 입고 있으며, 2010년에는 이에 따른 생산량 감소가 아주 많았다. 그리고 과원 주변의 지형적 특성에 따라서도 큰 차이를 나타내었다. 이와 같이 타 주요 과종에 비해 현재 뽕나무 재배를 위한 관리 기술 수준은 아주 낮은 편으로 매년 동일한 요인에 의한 생산량 감소가 나타나고 있다. 따라서 생산량 및 농가 소득을 향상시키려면 뽕나무의 생리 생태를 이해해야 하며, 늦서리 피해를 비롯한 생산량 감소 요인을 최소화할 수 있는 재배 기술을 개발하고 체계화시켜야 한다.

이에 본 연구는 전북 부안군 내 뽕나무 ‘과상 2호’를 재배하고 있는 농가를 대상으로 지형적 특성에 따른 늦서리 피해를 조사하였다.

재료 및 방법

전북 부안군에 소재한 뽕나무 ‘과상 2호’를 재배하고 있는 농가를 대상으로 늦서리 피해를 조사하였다. 지형적 특성은 평탄곡간지(Fig. 1A), 구릉지 및 호수 인근 평탄지(Fig. 1B), 그리고 평야지(Fig. 1C)로 구분하여 이에 적합한 과원을 선택하였다. 지형 정보는 네이버(www.naver.com)에서 지원하고 있는 위성 사진을 이용하였다. 뽕나무 ‘과상 2호’의 생육기를 알아보기 위해 재배 농가의 2009년과 2010년도 첫 발아일, 전엽일, 개화일 및 수확일을 조사하였다. 수체의 서리 피해는 결과지 기부에서 5cm 가량 떨어진 부분의 굵기를 직경 10mm 이하, 11~15mm 및 16mm 이상으로 구분하여 주당 결과지 3개씩 3반복으로 총 마디수, 발아한 마디수, 미발아한 마디수를 조사하였다. 그리고 뽕나무의 생육기와 서리 피해에 대한 기온의 영향을 알아보기 위해 기상청에 공개된 부안 지역의 3월과 4월 일평균기온 및 최저기온 자료를 수집하였다.

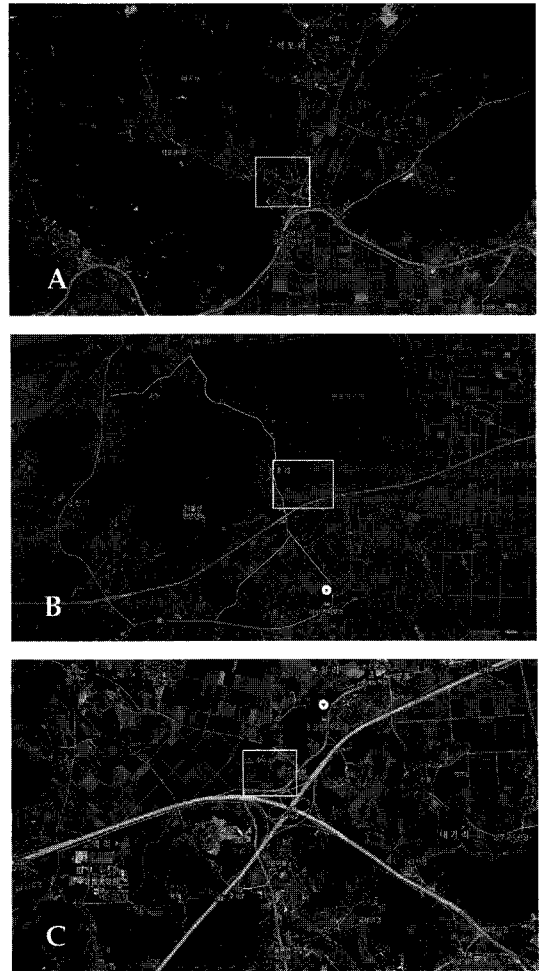


Fig. 1. Orchard position (square line) for research of frost damage in Buan province in 2010. A, flat-bottomed valley; B, Flat near hill and lake; C, Plain.

결과 및 고찰

1. 2009년과 2010년의 가운데 따른 뽕나무 ‘과상 2호’ 생육기

노지에서 ‘과상 2호’를 재배하고 있는 농가를 대상으로 2009년과 2010년에 생육기를 조사하였다(Table

Table 1. Date of growth stage of ‘Gwasang no. 2’ mulberry in Buan province in 2009 and 2010.

Year	Bud-break	Leafing	First blooming	First harvest
2009	April 5	April 13	April 27	June 3
2010	April 7	April 17	May 10	June 11

부안지역에서 지형적 특성에 따른 뽕나무의 늦서리 피해

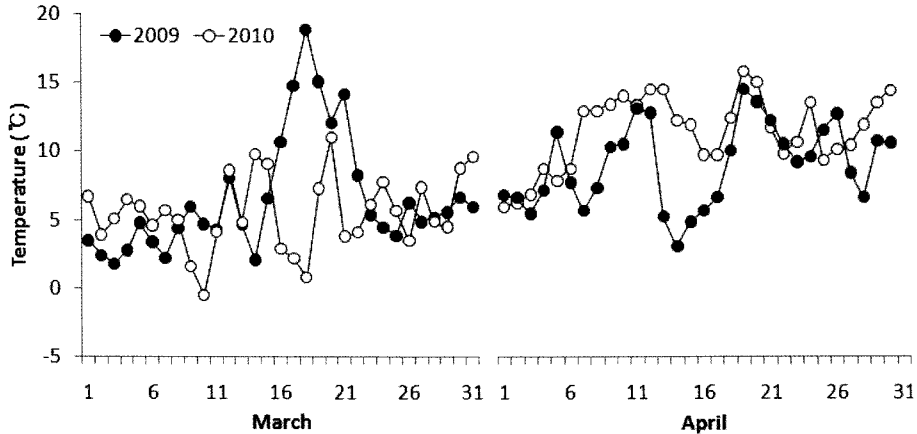


Fig. 2. Daily mean temperature of March and April in Buan province in 2009 and 2010.

1). 2009년에 비해 2010년 발아시는 2일, 전엽시는 4일, 개화시는 14일, 그리고 수확시는 8일이 늦었다. 특히, 생육이 진행되면서 차이를 더욱 뚜렷하게 나타내었다.

두 연도 간 생육기 차이(Table 1)를 가져온 원인을 분석하고자 부안지역의 3월과 4월의 기온을 살펴보았다(Fig. 2). 2009년과 2010년 3월 일평균기온은 각각 $6.6^{\circ}\text{C} \pm 4.3^{\circ}\text{C}$ 과 $5.5^{\circ}\text{C} \pm 2.7^{\circ}\text{C}$ 로 2009년에 비해 2010년에 2.3°C 낮았고, 4월 일평균기온은 $11.5^{\circ}\text{C} \pm 2.7^{\circ}\text{C}$ 와 $9.1^{\circ}\text{C} \pm 3.0^{\circ}\text{C}$ 로 2.4°C 낮았다. 그리고 이러한 차이는 3월과 4월 중순경에 뚜렷하였는데 특히 3월의 기온 차이는 수액이동 시기의 차이를 가져오고 이에 4월의 기온이 발아를 비롯한 이후 생육기에 더욱 뚜렷한 차이를 가져온 것으로 생각된다. 일반적으로 온도 상승 시기인 봄이 빨리 오면 대부분의 과수류에서는 발아 및 개화가 일찍 시작된다(Fitter와 Fitter, 2002; Lu 등, 2006).

2. 2010년 부안지역에서 뽕나무 ‘과상 2호’의 늦서리 피해

과원의 지형적 특성에 따른 뽕나무 ‘과상 2호’의 서리 피해를 조사하였다(Table 2). 지형적 특성에 따른 서리 피해율은 평탄곡간지의 과원에서 50.0%, 구릉지 및 호수 인근 평탄지에서는 12.0%, 그리고 평야지에서는 4.2%로 평탄곡간지에서 다른 지형에 비해 4.2~11.9배나 높았다. 특히, 평야지 과원에서는 결과지 당 마디수도 많았는데도 피해율이 아주 낮았다. 결과지

Table 2. Frost damage of ‘Gwasang no. 2’ mulberry according to topographic characteristics in Buan province in 2010.

Topographic characteristics	Node number per branch	Node number of frost damage	Frost damage (%)
Flat-bottomed valley	17.3 ± 0.8^z	8.6 ± 0.6	50.0 ± 1.9
Flat near hill and lake	16.6 ± 1.0	1.7 ± 0.3	12.0 ± 1.7
Plain	19.7 ± 0.9	0.8 ± 0.3	4.2 ± 1.7

^zMean \pm SE (n = 9).

Table 3. Frost damage of ‘Gwasang no. 2’ mulberry by branch thickness according to topographic characteristics in Buan province in 2010.

Topographic characteristics	Branch thickness (mm)		
	< 10	11~15	> 16
Flat-bottomed valley	54.0 ± 0.7^z	46.2 ± 0.9	50.2 ± 1.0
Flat near hill and lake	20.0 ± 0.8	10.1 ± 1.0	6.0 ± 0.8
Plain	4.0 ± 0.3	4.9 ± 0.7	3.8 ± 0.5

^zMean \pm SE (n = 9).

굵기에 따른 서리 피해율도(Table 3) 평탄곡간지의 과원에서는 가지 굵기와 상관없이 46.2~54.0%로 다른 두 과원에 비해 아주 높았다. 다른 두 과원에서는 16mm 이상의 가지가 15mm 이하의 가지에 비해 낮은 경향을 나타내었다. 따라서 다른 과종과 마찬가지로 서리 피해를 줄이기 위해서는 뽕나무 재배지 선택 시 평탄곡간지를 피하고, 수확 후 전정 시 너무 얇은 결과지가 되지 않도록 그 시기를 적절하게 고려해야 할



Fig. 3. Photos of frost damage of 'Gwasang no. 2' mulberry in Buan province in 2010. A, frost damage of main bud; B, shoots on two accessory bud after frost damage of main bud; C, shoots on the top of branch.

것으로 생각된다.

발아 후 서리 피해를 입은 수체를 관찰한 결과(Fig. 3) 결과지의 중심부에서는 원눈과 덧눈 모두가 피해를 보았지만(Fig. 3A) 기온이 상승하면서 결과지의 기부 및 선단부의 덧눈에서는 신초가 발생하였다(Fig. 3B, C). 타 주요 과종에서는 수체의 상부, 가지 선단부, 그리고 지표에 가까운 가지나 눈이 주로 피해를 보는데 (Choi와 Lee, 1988), 뽕나무와 같이 결과지 선단부에서 신초가 발생하는 현상은 없어 차후 이러한 특이 현상에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2009년에 비해 2010년에 서리 피해가 심했던 원인을 알아보려고 발아기인 4월의 최저기온을 비교하였다 (Fig. 4). 2009년과 2010년 4월의 일평균 최저기온은 각각 5.9와 4.0로 2010년에 더 낮았다. 영하로 내려간 일수도 2009년에는 1일이었던 반면 2010년에는 6일이나 되었다. 특히, 2009년에는 영하로 내려간 날짜가 발아 전 한 차례였지만, 2010년에는 발아시와 그 직

후, 그리고 전엽 직전과 전엽시로 수액이동이 이루어지고 연관 조직이 발생하는 시기였다(Table 1). 이로 보아 2010년에 서리 피해가 심하였던 원인은 뽕나무의 초기 발육 시기와 영하로 내려간 날이 겹치면서 나타난 것으로 생각된다. 특히, 평탄곡간지의 과원에서 심했던 것은(Table 3, 4) 이 시기에 계곡을 따라 내려온 서리가 과원에 정체되었기 때문으로 생각된다. 내동성이 상실되는 휴면 타과기나 수액이동기에 저온은 눈 및 가지 고사나 비정상적인 개화를 발생시키는 것으로 보고되어 있다(Sparks, 1992).

적 요

본 연구는 전북 부안군에서 재배되고 있는 뽕나무를 대상으로 지형적 특성에 따른 늦서리 피해를 조사하였다. 2009년에 비해 2010년에 뽕나무의 발아시는 2일, 전엽시는 4일, 개화시는 14일, 그리고 수확시는 8일이 늦었는데 이는 3월 일평균기온은 2.3°C, 4월 일평균기온은 2.4°C 낮았기 때문으로 생각된다. 2010년 서리 피해는 평탄곡간지의 과원에서 50.0%, 구릉지 및 호수 인근 평탄지에서 12.0%, 평야지에서는 4.2%였다. 결과지 굵기에 따라서는 15mm 이하의 가지에서 16mm 이상의 가지에 비해 높은 경향이었고, 평탄곡간지의 과원에서는 가지 굵기와 상관없이 46.2~54.0%로 아주 높았다. 이러한 높은 서리 피해는 뽕나무의 전엽기에 기온이 영하로 내려갔기 때문이었다. 그리고 이후 서리 피해를 입은 가지 기부 및 선단부의 덧눈에서 신초가 다수 발생하였다. 따라서 2010년 부안군 내 뽕나무의 늦서리 피해는 4월 중 영하의 기온 발생과

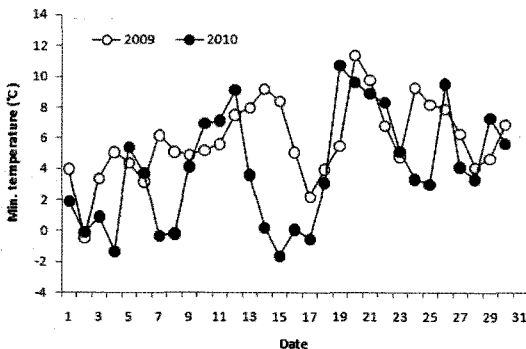


Fig. 4. Daily minimum temperature of April in Buan province in 2010.

과원의 지형적 특성에서 기인된 것으로 생각된다.

주제어 : 부안지역, 뽕나무, 서리피해, 지형적 특성

사 사

본 논문은 2009년도 원광대학교 교비 지원에 의해 수행되었음.

인 용 문 헌

1. Anderson, J.A., D.W. Buchanan, and R.E. Stall. 1984. Reduction of bacterially induced frost damage to tender plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:229-231.
2. Ashworth, E.N. 1992. Formation and spread of ice in plant tissues. *Hort. Rev.* 13:215-245.
3. Blanpied, G.D. and S. Ben-David. 1970. A New York study of 'McIntosh' apple optimum harvest dates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:151-154.
4. Choi, J.K. and J.S. Lee. 1988. Studies on some principal factors involved in cold hardiness of *Hibiscus syriacus* L. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 29:114-125.
5. Ercoil, L., M. Mariotti, A. Masoni, and I. Arduini. 2004. Growth responses of sorghum plants to chilling temperature and duration of exposure. *Europ. J. Agron.* 21:93-103.
6. Fitter, A.H. and R.S.R. Fitter. 2002. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science* 296:1689-1691.
7. Kim, T.W., Y.B. Kwon, J.H. Lee, I.S. Yang, J.K. Youm, H.S. Lee, and J.Y. Moon. 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. *Kor. J. Seric. Sci.* 38(2):100-107.
8. Kronenberg, H.G. 1988. Temperature requirements for growth and ripening of apples. *Neth. J. Agr. Sci.* 36:23-34.
9. Lay-Yee, M., S. Ball, S.K. Forbes, and A.B. Woolf. 1997. Hot-water treatment for insect disinfestation and reduction of chilling injury of 'Fuyu' persimmon. *Post-harvest Biol. Technol.* 10:81-87.
10. Lindow, S.E. and J.H. Connell. 1984. Reduction of frost injury to among by control of ice nucleation active bacteria. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:48-53.
11. Lu, P., Q. Yu, J. Liu, and X. Lee. 2006. Advance of tree-flowering dates in response to urban climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 138:120-131.
12. Maki, L.R., E.L. Gaylan, M.Chang-Chien, and D.R. Calduell. 1974. Ice nucleation induced by *Pseudomonas syringae*. *Appl. Microbiol.* 28:456-459.
13. Modlibowska, I. 1975. Effects of frost on crop yield and quality. pp. 73-81. In: H.C. Pereira (ed.). *Climate and the orchard. Res. Rev. 5*, CAB, Maidstone, UK.
14. Moon, J.Y. and J.M. Lee. 1985. Studies on the occurrence of cold injury in several fruit trees and factors affecting cold hardiness. I. 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.
15. Park, Y.S. and H.S. Park. 1994. Cold injury of reproductive organ by low temperature and it's duration in Loquat orchard. *Proc. J. Kor. Soc. Hort. Sci.* pp. 146-147.
16. Rural Development Administration (RDA; www.rda.go.kr). 2009.
17. Salisbury, F.B. and C.W. Ross. 1991. *Plant Physiology*. 4th ed. Wadsworth pp. 329-355, 551-574, 585.
18. Song, G.C., I.M. Choi, and M.D. Cho. 2000. Cold hardiness in relation to vine management in 'Campbell Early' grapevines. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:387-390.
19. Sparks, D. 1992. Abnormal flowering in pecan associated with freezing temperatures. *HortScience* 27:801-803.
20. www.naver.com. 2011. Satellite picture of map application.