

## 산철쭉과 왜철쭉의 Dehardening과정에서의 피해에 관한 연구<sup>1)</sup>

방광자<sup>2)</sup> · 설종호<sup>3)</sup> · 주진희<sup>4)</sup>

<sup>2)</sup>상명대학교 환경원예조경학부 · <sup>3)</sup>김천대학교 환경조경학과 · <sup>4)</sup>상명대학교 대학원 환경자원학과

## The Research on Injury during Dehardening of *Rhododendron obtusum* and *Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*<sup>1)</sup>

Bang, Kwang-Ja<sup>2)</sup>, Sul, Jong-Ho<sup>3)</sup> and Joo, Jin-Hee<sup>4)</sup>

<sup>2)</sup> Div. of Environment Horticulture and Landscape Architecture, Sangmyung University

<sup>3)</sup> Div. of Environment Landscape Architecture, KimChun University

<sup>4)</sup> Dept. of Environmental Plant Resources, Graduate School of Sangmyung University

### ABSTRACT

In order to elucidate physiological factors involved in causing the winter injuries of evergreen Japanese rhododendron (*Rhododendron obtusum* cv. Hinodegiri) and semi-evergreen rhododendron (*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*), these studies were conducted from late winter to early spring. The results were summarized as follows;

The water potential, water content in stem, water potential and content have continuously increased in both species between February and May. In *R. yedoense*, shading treatment had 0.3MPa upper water potential and 3% upper water content than the control. *Rhododendron obtusum*, the treatments with shading had 0.9MPa upper water potential and 11% upper water content than the control.

The difference of water balance by treatments could be found in vitality of stem measured by TTC test. Especially *R. obtusum* in the treatments with shading in has higher vitality than the control.

we find that winter damage of evergreen *R. obtusum* was determined by whether water balance could be recovered from water deficient state during the dehardening period, or not.

In order to recover of the water balance, decreasing water loss more important than increasing water supply, and that was effectively achieved by the treatment with shading.

Key word : *rhododendron*, *winter injuries*, *dehardening*, *water balance*, *shading*

1) 본 연구는 1999년 상명대학교 연구비에 의해 수행되었음

## I. 서 론

철쭉류는 진달래과(Ericaceae)의 철쭉속(*Rhododendron*)에 속하는 목본성 화훼류로서 90% 이상이 북반구의 중국, 한국, 일본 등 아시아의 남동부와 오스트레일리아 북부 등지를 원산지로 하는 낙엽성 또는 상록성의 관상수목이며, 전세계적으로 1,000여종과 수천에 이르는 다양한 품종이 재배되고 있다(Leach, S.G., 1961). 이중 현재 우리 나라에서 정원용이나 화단용으로 이용되는 철쭉류는 우리 나라 자생종과 일본이 원산인 몇 종만이 이용되고 있다. 그 가운데 우리 나라 자생종인 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*)은 분홍색, 진분홍색, 흰색 꽃이 피는 반상록성 관목으로서 주로 우리 나라 중부지방에 자생하며 월동이 가능하기 때문에 중부지방의 외부 조경용 소재로 널리 이용되고 있다. 한편 일본 원산의 히노데기리시마 철쭉(*Rhododendron obtusum* cv. *Hinodegiri*)은 상록성의 잎과 함께 진분홍색의 많은 꽃을 갖는 특징이 있어서 정원용 또는 울타리용의 조경소재로서 매우 관상가치가 있는 종류로 손꼽힌다. 그러나 남부지방에서는 월동이 가능하지만, 서울을 비롯한 중북부지방에서는 노지재배시 겨울철에 상록성의 잎이 갈변하거나 대부분 떨어지고 선단의 가지가 죽어 관상가치가 낮아지거나 식물체 전체가 죽는 등의 피해로 인하여 식재 지역이 제한되고 있다 (Sakai, A. et al, 1986; 광명화, 1994).

일반적으로 상록성 수목의 겨울철 피해원인은 직접적인 온도의 영향으로 인한 freezing injury, 수분흡수의 부족과 증산량의 과다로 인한 winter desiccation injury가 주요한 원인인 것으로 지적되어 왔다(Tranquillini, W., 1982; Kozlowski, T.T. et al, 1991). 특히 늦겨울 또는 초봄의 피해는 식물의 dehardening과 관련이 깊어서 freezing injury의 경우 dehardening이 너무 빨리 일어나 초봄에 발생하는 저온에 의해 갑자기 식물이 피해를 받는 경우가 대부분이며, desiccation injury의 경우는 겨울철 내내 지속되어온 탈수와 함께 dehardening의 개시로 가속화되는 수분손실

의 과다, 그리고 토양동결로 인한 수분흡수의 부족 등이 함께 작용하여 나타나는 수분불균형에 의한 피해로 비교적 느린 진행과정을 거치게 된다. 한편 철쭉류의 겨울철 피해 및 내한성에 관한 연구는 다양하게 진행되어 왔으며, 특히 4가지 품종의 상록성 구루메 철쭉의 겨울철 피해 원인을 밝히기 위한 연구에서 이들의 겨울철 피해가 뿌리나 잎의 결빙보다는 탈수와 밀접한 관련이 있으며, 이러한 사실은 토양동결과 높은 증산요구 조건하에서의 식물의 최저 수분포텐셜에 의해 확인할 수 있었음을 보고하면서 수분함량과 수분포텐셜의 관계 하에서 계속적인 연구가 필요하다고 하였다(Rosen, P.M., et al., 1983). 또한 101종 철쭉류의 유전자형의 내한성 연구를 통해 철쭉류의 잎의 내한성이 특히 강한 사실을 보고하고, 일반적으로 재배되는 철쭉류의 겨울철 건조피해를 예방하기 위해 차광처리와 토양 멀칭처리가 효과적인 방법일 것이라고 하였다(Sakai, A. et al., 1986). 그러나 많은 연구에도 불구하고 실제로 저온에 의한 직접적인 피해와 건조에 의한 겨울철 피해를 구분하는 것은 많은 논란이 되어 왔다(Sakai, A. et al., 1987).

이에 본 연구는 상록성인 히노데기리시마 철쭉과 반상록성인 산철쭉의 늦겨울부터 초봄까지의 생장상태를 비교하여 이 시기에 발생하는 피해의 원인을 규명하고자 하였다. 즉 내한성의 상실을 일으키는 환경요인의 변화와 그에 따른 피해정도의 차이, 그리고 이때의 식물조직의 내동성 변화와 체내수분상태의 변화 등을 상록성 및 반상록성 철쭉을 대상으로 비교함으로써 명확한 겨울철 피해 원인을 알아보고자 본 연구를 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구는 내한성의 정도가 각기 다른 상록성의 히노데기리시마 철쭉(*Rhododendron obtusum* cv. *Hinodegiri*)과 반상록성의 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*)을 이용하여 내한성 상실과정에서의 환경요인의 영향을 알아

보고, 그에 따른 식물의 내동성의 변화와 체내 수분상태의 변화를 비교하여 궁극적으로는 이들의 겨울철 피해원인과 그에 대한 대책을 강구하고자 수행하였으며, 연구방법은 다음과 같다.

본 연구의 공시식물은 상록성 왜철쭉인 히노데기리시마 철쭉과 반상록성인 우리 나라 자생의 산철쭉 각 3년생을 공시재료로 하여 실시하였다. 실험시기는 일반적으로 우리 나라에서 수목의 dehardening이 일어나는 시기로 생각되는 2월부터 개화기인 5월까지의 약 4개월 동안에 실시하였다.

실험방법은 전년도 가을부터 노지의 실습포장에 식재되어온 2종류 철쭉류를 대상으로 차광처리구, 관수처리구, 대조구 등으로 나누어 각 처리구마다 3반복씩, 반복당 7주씩을 식재하여 실험하였다. 차광처리는 50%차광망 2겹을 2월 초순부터 처리하였으며, 관수처리는 2월 초순부터 매일 충분한 양의 관수를 행하였으며, 대조구는 노지에서 그대로 월동시켰다.

실험과정중 각 처리구에서 상부의 당년생 가지를 대상으로 2월부터 5월까지 매 한달마다 DTA를 통한 내동성의 변화, 수분포텐셜의 변화, 수분함량의 변화를 측정하고, 마지막으로 개화기 때의 가지활력과 관상가치를 측정하였다. 동사점의 측정에는 DTA(Differential Thermal Analysis) 분석기(SC-904P)를 이용하였다(손희락, 1996). 측정방법은 직경 0.5cm 정도의 가지를 3cm 길이로 채취하여 표피층을 완전히 제거하여 pith부분에 열전대 sensor를 삽입한 후, DTA분석기의 액체질소가 충전된 chamber에 충분히 침지시키고 Program Freezer에 의해 chamber의 온도를 1°C/min의 속도로 완만히 하강시켜 multi-channel recorder로 온도변화를 기록하였다. Recorder paper의 용출속도는 150mm/h로 하였으며, 기록된 곡선의 면적을 측정하여 동사점을 계산하였다. 가지의 수분포텐셜은 pressure chamber(NS 600)를 이용하여 당년생 가지를 채취하여 측정하였으며, 가지의 수분함량은 채취한 시료를 80°C dry oven에서 4일간 건조시킨 후 건물중을 뺀 값을 수분함량으로 취하였다. 가지의 생리적 활력검정은

Steponkus와 Lanphear에 의한 TTC법(Steponkus, P.L. et al., 1967)을 변형하여 spectrophotometer를 이용하여 530nm에서의 흡광도를 측정하여 OD(optical density)값으로 나타내었다. 관상가치의 조사는 개화기 때에 전혀 피해가 없는 것을 10, 지상부의 가지가 반이상 고사한 것을 5, 그리고 전체 식물체가 완전히 죽었다고 판단되는 것을 1로 하여 총 10등급으로 나누어 각각의 개체에 등급을 매겨 평균점수를 기록하였다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

Dehardening후 개화기의 관상가치를 조사한 결과(Fig. 1), 산철쭉의 경우 관수처리 및 차광처리에 따른 관상가치의 별다른 변화를 관찰할 수 없었다. 그러나 상록성 왜철쭉의 경우에는 특히 차광처리구에서 대조구나 관수처리구에 비해 높은 관상가치를 나타내었다.

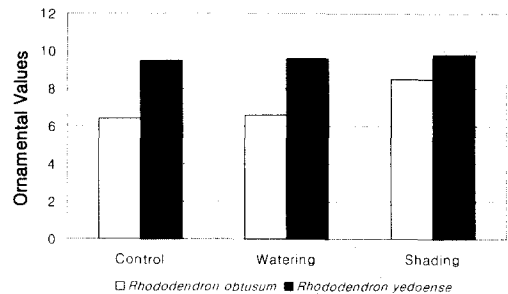


Fig. 1. The difference of ornamental values of *Rhododendron obtusum* and *Rhododendron yedoense* after dehardening

Dehardening과정의 동사점의 변화를 측정된 결과(Table 1), 두 종류 모두에서 2월부터 3월까지의 기간에 동사점의 변화가 급격히 이루어져 이 시기가 dehardening의 중요한 시기임을 알 수 있었다. 이러한 동사점의 변화는 4월까지 지속되어 4월 중순경에는 가장 높은 온도의 동사점을 나타냄으로써 dehardening이 거의 다 이루어졌음을 알 수 있었다. 대부분의 식물에서 내동성이 최저온도에 도달하는 것은 1월 또는 2월이며 이 시기 이후로 차츰 동사점이 증가하기 시작하여 4월경이 되면 거의 최고의 동사점을

나타낸다는 연구결과와 비교해 볼 때 철쭉류의 내동성의 변화도 크게 다르지 않음을 알 수 있었다(손희락, 1996). 한편 관수처리에 의해 적은 정도이지만 3월의 동사점이 대조구에 비해 오히려 조금 높아졌으며, 반대로 차광처리에 의해서는 3월의 동사점이 대조구에 비해 낮아지며, 특히 상록성 왜철쭉의 경우 대조구에 비해 3°C 정도 낮은 동사점을 기록하여 차광처리가 dehardening의 시기를 어느 정도 늦출 수 있었던 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 동사점의 온도와 지상부 가지의 피해 정도와 비교해 볼 때 일치하지 않는 결과로서 상록성 왜철쭉의 피해 원인이 이 시기의 동해와 절대적인 연관성이 없음을 암시하는 결과로 해석할 수 있었다(설종호 · 광병화, 1995; 설종호 · 광병화, 1996). 또한 실험기간의 기상조건은 상록성 왜철쭉의 월별 동사점 보다 항상 높았던 것을 생각할 때 동해의 가능성이 없음을 예측할 수 있었다.

같은 시기의 수분포텐셜의 변화를 측정 한 결과(Table 2), 두 종류 모두 모든 처리구에서 2월부터 5월까지 지속적인 수분포텐셜 증가를 관찰할 수 있었다. 이때 특히 상록성 왜철쭉의 차광처리구에서 수분포텐셜의 증가가 크게 이루어졌으며, 관수처리구에서도 대조구에 비해 지속적인 수분포텐셜의 증가를 나타내었다.

수분포텐셜의 변화 경향은 가지의 수분함량의 결과에도 그대로 반영되어 거의 비슷한 변화 경향을 나타내었다(Table 3). 특히 상록성 왜철쭉에서 대조구에 비해 차광처리구의 수분포텐셜과 수분함량의 증가정도가 매우 두드러지게 나타났으며, 그 수치는 거의 산철쭉의 경우와 같은 정도로 높았다.

Kozlowski는 휴면에서 깨어난 눈이 내한성을 잃고 난 후, 그 후에 발생하는 저온에 의해 수분을 많이 보유한 잎과 가지가 피해를 받게 된다고 하였으며, Havis는 *Rhododendron catawbiense*

**Table 1.** The variation of killing point on *Rhododendron obtusum* and *Rhododendron yedoense* shoots during dehardening

Species	Treatments	2/15	3/15	4/15	5/15
<i>Rhododendron obtusum</i>	Control	-20	-8	-5	-4
	Watering		-7	-4	-4
	Shading		-11	-7	-4
<i>Rhododendron yedoense</i>	Control	-31	-23	-13	-11
	Watering		-21	-13	-10
	Shading		-24	-14	-11

**Table 2.** The variation of water potential on *Rhododendron obtusum* and *Rhododendron yedoense* shoots during dehardening

Species	Treatments	2/15	3/15	4/15	5/15
<i>Rhododendron obtusum</i>	Control	-4.8	-4.0	-2.9	-2.3
	Watering		-3.8	-2.4	-2.0
	Shading		-3.4	-1.9	-1.4
<i>Rhododendron yedoense</i>	Control	-4.0	-3.3	-2.3	-1.7
	Watering		-3.2	-2.0	-1.7
	Shading		-3.0	-1.9	-1.4

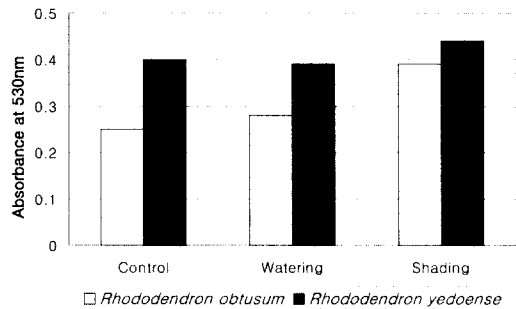
**Table 3.** The variation of water content on *Rhododendron obtusum* and *Rhododendron yedoense* shoots during dehardening

Species	Treatments	2/15	3/15	4/15	5/15
<i>Rhododendron obtusum</i>	Control	23	28	43	48
	Watering		31	47	51
	Shading		38	53	59
<i>Rhododendron yedoense</i>	Control	29	39	49	53
	Watering		41	50	54
	Shading		44	52	56

의 잎이 자연상태에서 온도의 급속한 하강에 의해 피해를 받게 되며, 이때 체내 수분함량을 감소시킴에 따라 결빙온도를 낮추어서 피해에 대한 저항성을 증가시켰다고 보고하였다. 반면에 Lumis와 Mecklenburg는 산철쭉의 줄기 수분함량이 54%에서 46%로 감소함에 따라 겨울철 피해가 적어짐을 보고하였으며, Herrick과 Friedland는 *Picea rubens*의 봄철의 체내 수분함량의 조사결과 피해를 받은 것은 62.8%였고, 피해를 받지 않은 것은 77.8%로 높은 수분함량을 나타냄을 관찰하고 피해를 받은 것의 수분함량은 봄이 되어도 겨울이 시작될 때만큼의 수분함량을 보이지 못하며 이러한 당년생 가지의 피해가 winter desiccation injury일 것이라고 보고하였다. 본 연구의 결과에서 산철쭉의 경우는 5월에 대조구와 차광처리구의 수분포텐셜 0.3MPa, 수분함량 3% 정도의 차이로 거의 비슷한 수준으로 유지되었지만, 상록성 왜철쭉의 경우는 대조구에 비해 차광처리구의 수분포텐셜이 0.9MPa, 수분함량은 11%의 큰 차이를 보인 것은 상록성 왜철쭉만의 피해원인을 보여주는 결과로 생각된다. 즉 상록성 왜철쭉은 겨울동안 감소하였던 체내수분이 봄이 되어 회복되는 정도에 따라 선단 가지의 피해정도가 결정되며, 따라서 이 시기에 차광처리를 함으로써 수분손실을 줄여 체내수분함량을 회복시키는 것에 의해 이 시기의 가지 피해를 줄일 수 있었던 것임을 짐작할 수 있었다. 한편 관수처리구에서는 토양으로부터의 수분공급이 어느 정도 이루어지더라도 광선에 의한 수분손실량의 증가가 크기

때문에 체내수분의 완전한 회복이 어려웠던 것으로 생각되었다.

체내수분의 회복정도의 차이는 TTC를 이용한 가지활력의 측정결과에서도 나타나 특히 상록성 왜철쭉의 대조구에 비해 차광처리구에서 훨씬 높은 가지활력을 나타내었다(Fig. 2).



**Fig. 2.** The difference of vitality of *Rhododendron obtusum* and *Rhododendron yedoense* shoots after dehardening

이상의 결과를 종합할 때 반상록성인 산철쭉은 아무런 방한조치 없이도 중부지방에서의 월동이 가능하나 상록성 왜철쭉의 경우는 노지에서 월동시 선단 가지의 피해가 발생할 수 있음을 알 수 있었다. 이때 산철쭉과 왜철쭉의 동사점의 변화와 체내수분상태의 변화를 비교한 결과 특히 상록성 왜철쭉의 피해는 겨울철 동안 지속되었던 수분손실의 상태에서 봄철의 dehardening 시기에 체내수분을 원래의 상태대로 회복할 수 있는 정도에 따라 결정되는 것임을 알 수 있었으며, 이때 체내수분의 회복을 위해서는 외부로

부터의 수분공급보다는 수분손실을 줄이는 것이 중요하며 그를 위해 차광처리가 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

#### IV. 적 요

상록성인 히노데 기리시마 철쭉(*Rhododendron obtusum* cv. *Hinodegiri*)과 반상록성인 산철쭉(*Rhododendron yeoense* var. *poukhanense*)의 늦겨울부터 초봄까지의 성장상태를 비교하여 이 시기에 발생하는 피해 원인을 규명하고자 실험한 결과는 다음과 같다.

Dehardening 후 개화기의 관상가치는 산철쭉의 경우 관수처리 및 차광처리에 따른 관상가치에 별다른 차이가 없었다. 그러나 상록성 왜철쭉의 경우에는 특히 차광처리구에서 대조구나 관수처리구에 비해 높은 관상가치를 나타내었다.

Dehardening 과정의 동사점의 변화는 두 종류 모두에서 2월부터 3월까지의 기간에 급격한 변화가 이루어져 이 시기가 dehardening의 중요한 시기임을 알 수 있었다. 한편 이 시기에 상록성 왜철쭉은 차광처리구에서 대조구에 비해 3°C 정도 낮은 동사점을 기록하였으며, 관수처리구에서는 1°C 높은 동사점을 나타내었다.

같은 시기의 가지의 수분포텐셜과 수분함량의 변화를 측정된 결과, 두 종류 공히 모든 처리구에서 2월부터 5월까지 지속적인 증가를 보였다. 이때 산철쭉의 경우는 5월에 대조구에 비해 차광처리구가 수분포텐셜 0.3MPa, 수분함량 3% 정도 높아 거의 비슷한 체내수분상태를 유지하였지만, 상록성 왜철쭉의 경우는 대조구에 비해 차광처리구에서 수분포텐셜이 0.9MPa, 수분함량은 11%가 높게 나타났다. 한편 관수처리구에서는 토양으로부터의 수분공급이 어느 정도 이루어지더라도 광선에 의한 수분손실량의 증가가 크기 때문에 체내수분의 완전한 회복이 어려웠던 것으로 생각되었다.

체내수분의 회복정도의 차이는 TTC법을 이용한 가지활력의 측정결과에서도 나타나 특히 상록성 왜철쭉의 대조구에 비해 차광처리구에

서 훨씬 높은 가지활력을 나타내었다.

이상의 결과를 종합할 때 상록성 왜철쭉의 피해는 겨울철 동안 지속되었던 수분손실의 상태에서 봄철의 dehardening 시기에 체내수분을 원래의 상태대로 회복할 수 있는지의 여부에 따라 결정되는 것임을 알 수 있었으며, 이때 체내수분의 회복을 위해서는 외부로부터의 수분공급보다는 수분손실을 줄이는 것이 중요하며 그를 위해 차광처리가 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

#### V. 인용문헌

- 곽병화. 1994. 화훼원에각론. pp. 221-227. 향문사, 서울.
- 손희락. 1996. DTA(Differential Thermal Analysis)에 의한 자생 *Zanthoxylum*속 식물의 내동성 변화에 관한 연구. 중앙대학교 석사학위논문.
- 설종호 · 곽병화. 1995. 차광처리에 의한 상록성 왜철쭉의 겨울철 피해예방의 효과에 관하여. 한국정원학회지 18 : 45-53.
- 설종호 · 곽병화. 1996. 상록성 왜철쭉에 대한 차광 및 단근처리가 수분생리변화와 겨울철 피해에 미치는 영향. 한국원예학회지 37(1) : 106-111.
- Flinn C. L. and E. N. Ashworth. 1994. Seasonal changes in ice distribution and xylem development in blueberry flower buds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(6) : 1176-1184.
- Havis, J. R. 1964. Freezing of rhododendron leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84 : 570-574.
- Herrick, G. T. and A. J. Friedland. 1991. Winter desiccation and injury of subalpine red spruce. Tree Physiol. 8 : 23-26.
- Kozlowski, T. T., P. J. Kramer and S. G. Pallardy. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, N.Y. : 123-302.
- Larcher, W. and R. Siegwolf. 1985. Development of acute frost drought in *Rhododendron ferrugineum* at the alpine timberline. Oeco-

- logia(Berlin) 67 : 298-300.
- Leach, S. G. 1961. *Rhododendron* of the world. 15-369. Charles Scribner's Sons, N.Y. : 15-369.
- Lumis, G. P. and R. A. Mecklenburg. 1974. Freezing patterns in twigs of evergreen azalea. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99 : 564-567.
- Rosen, P. M., G. L. Good and P. L. Steponkus. 1983. Desiccation injury and direct freezing injury to evergreen azaleas : A comparison of cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108 : 28-31.
- Sakai, A. and W. Larcher. 1987. Frost survival of plants. Springer-Verlag, Berlin and N.Y.
- Sakai, A., L. Fuchigami and C. J. Weiser. 1986. Cold hardiness in the genus *Rhododendron*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 : 273-280.
- Steponkus, P. L. and F. O. Lanphear. 1967. Refinement of the triphenyl tetrazolium chloride method of determining cold injury. *Plant Physiol.* 42 : 1423-1426.
- Tranquillini, W. 1982. Frost-drought and its ecological significance. *In* : Encyclopedia of plant physiology. vol. 12B. Lange, O. L., P. S. Nobel, C. B. Osmond, and H. Ziegler eds. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo. : 379-400.

接受 2000年 1月 3日