

동절기 溫度에 따른 바위솔의 성장과 개화

강진호***† · 전승호* · 윤수영* · 홍동오* · 신성철***

*경상대학교 농생대, **경상대학교 생명과학연구원, ***경상대학교 자연대

Effect of Different Temperatures on Growing and Flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger

Jin Ho Kang***†, Seung Ho Jeon*, Soo Young Yoon*, Dong Oh Hong*, and Sung Cheol Shin***

*College of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

**Research Institute of Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

***College of Natural Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea.

ABSTRACT : Plant flowering should be mainly affected by temperature and daylength. The study was carried out to measure the effect of temperature during winter on growth and floret flowering of *Orostachys japonicus* grown under 2 hour night break. Temperature was controlled above 10 °C and 20 °C as heating boilers were run below them to compare the natural temperature. Night-break treatment was done on August 25 and afterward samples were taken every 4 weeks to check growth, morphological and flowering related characters. Plant height, inflorescence length, number of leaves including bracts and stem diameter were increased in heating temperatures of > 10 °C and 20 °C compared to natural temperature although similar in the two heating ones. Leaves and bracts, florets, stem, root, shoot and total dry weights showed the same response as the above morphological and flowering related characters. Florets were more formed but less flowered with higher temperatures. Anthesis rates of individual plant were 100% in natural temperature, 25% in > 10 °C heating temperature but none in > 20 °C heating temperature.

Key words : *Orostachys japonicus*, heating temperature, growth, morphological characters, anthesis

서 언

척박한 토양의 산지 또는 고옥의 지붕 등에 자생하는 CAM (crassulacean acid metabolism) 식물인 바위솔은 개화하여 종자가 형성되면 고사하는 일년생 식물 (monocarpic)이며 전초로 이용되고 있다. 수집 또는 재배농가의 수익은 수확된 전초의 무게에 의존하기 때문에 전초의 무게가 가장 많은 10월에 수확하고 있다 (Shin *et al.*, 1994). 수확된 생산물은 이 시기에 시장에 집중적으로 출하되기 때문에 판매단가가 아주 낮아 수익이 극히 적다. 따라서 인공적으로 바위솔을 재배하는 농가는 이 시기를 피하여 시장에 출하하여야 수익을 어느 정도 보장받을 수 있을 것이다 (Kang *et al.*, 1997). 이를 위하여는 아래에서 설명되는 바와 같이 개화 억제를 통하여 출하시기를 조절하여야 가능할 것이다.

식물체의 개화는 여러 가지 요인에 의하여 결정된다. 그러나 이러한 개화에 영향을 미치는 요인은 유년기 (juvency),

온도와 일장이라 할 수 있으며 이들이 단순 또는 복합적으로 관여하는 것으로 알려져 있다 (Taiz & Zeiger, 2002). 영양생장에서 생식생장으로 전환되는 기간을 의미하는 유년기는 종자자체의 유전적 소질에 지배되는 반면, 온도와 일장은 재배기간중 부딪히는 조절 가능한 요인이라 할 수 있다. 일반작물 또는 화훼류와는 달리 근경과 전초로 이용되는 약용작물은 개화를 억제시켜야 양질의 제품을 생산할 수 있다 (Heintze, 1973). 따라서 이러한 요인을 적절히 제어하여 일부 약용작물의 개화를 억제함으로써 생산성 극대화과 더불어 보다 많은 부가가치를 창출할 수 있을 것이다.

바위솔은 단일식물로 8월에 추대를 시작하여 9월에 화서에 수많은 소화를 형성한 후에 10월에 소화는 개화한다. 추대가 된 이후는 단일조건이기 때문에 장일로 전환하여야 바위솔 또는 같은 과인 평의비름속 식물 (*Sedum*)의 개화를 억제할 수 있을 것이다 (Zimmer, 1985). 단일조건에서 16시간의 장일과 2시간의 night-break 처리는 바위솔의 성장과 개화 억제에 미

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@nongae.gsnu.ac.kr

Received June 22, 2005 / Accepted July 31, 2005

치는 영향은 거의 같으나, night-break 처리보다는 장일처리에
서의 조명시간이 길기 때문에 생산비 경감 측면에서 night-
break 처리가 상대적으로 효율적이라고 보고한 바 있다
(Bernier *et al.*, 1985; Kang *et al.*, 1995). 따라서 바위솔의
개화는 2시간의 night-break로 일장 조절 효과를 거둘 수 있
을 것이다.

상기와 같이 night-break 처리를 통하여 바위솔의 개화를 억
제함으로써 자연산 바위솔이 출하되는 시기를 피하여 수확하
는 것이 가능하더라도 자연상태에서 10월 이후는 온도가 급격
히 하강하여 이로 인한 저온이 바위솔과 같은 과인 평의비름
속 식물 (*Sedum*)의 소화가 개화되도록 유도하는 것으로 보고
되고 있다 (Heintze, 1973; Kang *et al.*, 1996, 1997). 현재
바위솔은 대부분 시설하우스 내에서 재배되고 있기 때문에 加
溫을 통한 온도조절이 가능한 실정이다. 그러나 온도를 상승
시키기 위한 가온은 연료비가 투입되어야 하며 가온온도가 높
을수록 투입비용이 더욱 증가된다. 따라서 night-break를 통하
여 재배되는 바위솔의 개화에 미치는 온도의 영향을 정확히
평가하여야 하나 이에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 연구
는 재배온도가 바위솔의 성장 및 개화에 미치는 영향을 파악
하고자 자연상태, 10°C 또는 20°C 이상으로 유지온도를 달리
하여 재배되는 바위솔의 형태, 성장 및 개화에 미치는 온도의
효과를 구명하고자 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2004년 5월부터 11월까지 경상대학교 부속농장
온실에서 pot 시험으로 실시되었다. 시험재료는 경남 사천시
사천읍 두량리 외송농장에서 분양받은 유묘를 이용하였다. 토
양과 퇴비 (사천시 용협단협 생산)가 2:1 (v/v)로 혼합된 배
합토로 채워진 직경 18 cm의 plastic pot에 2004년 5월 31일
pot당 유묘 1개체를 정식 하였다. 각 처리별 100개씩 총 300
개의 pot를 완전임의배치법으로 배치하여 유지하다가 컷
sampling이 이루어진 일장처리 직전에 식물체의 크기가 작거
나 큰 것을 제외한 후 비슷한 개체를 골라 8반복으로 재배치
하였다. 시험중에는 2~3일 간격으로 충분히 물을 공급하는 방
법으로 관수하였으며, 시험기간중 병해충의 방제를 위하여 농
약을 전혀 살포하지 않았다. 그리고 시험기간중 온실의 온도
를 실외와 비슷하게 유지하기 위하여 빗물이 직접 pot에 떨어
지지 않도록 천정만 비닐을 설치하고 측면은 완전히 개방하였
다. 한편 시험기간중의 온도와 일장의 변화는 Fig. 1과 같다.
일중온도는 예년에 비하여 6월 하순부터 7월 하순, 9월 중·
하순, 11월 초순부터 12월 중순에는 높아서 본 연구는 예년에
비하여 상대적으로 고온에서 수행되었다고 할 수 있다. 처리
를 제외한 기타 시험수행 및 관리는 이미 학계에 보고한
Kang *et al.* (2005)의 방법에 준하여 실시하였다.

개화에 영향을 미치는 요인은 유년기 (juvency), 온도, 일

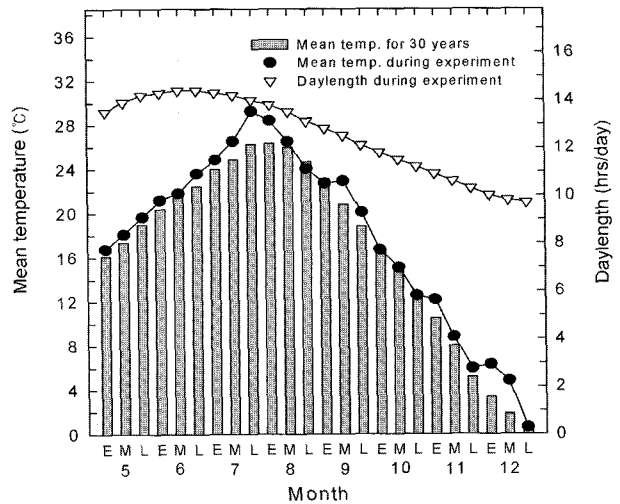


Fig. 1. Meteorological observation during experimental period and for 30-years mean temperature. Symbols indicate the means for 10 days and abbreviations in X axis mean E, early; M, middle and L, late of the months.

장이 주로 영향을 미친다. 식물체가 어느 정도 성장한 9월 이
후의 加溫에 의한 온도차이가 바위솔의 추대 및 개화에 미치
는 영향을 파악하여 년중 출하할 수 있는 주년재배의 가능성
을 탐색하고자 가온을 전혀 가하지 않은 대조구 (Control)와
10°C 또는 20°C 이하로 온도가 내려갈 경우 보일러 [Turbo-
21S, 귀뚜라미(주)]가 작동하여 가온되는 3개 처리로 구분하여
수행하였다. 한편 단일조건에서 바위솔이 추대 및 개화가 이
루어져 고사하기 때문에 이를 방지하고자 8월 25일부터 시험
이 종료될 때까지 매일 23시부터 익일 1시까지 2시간 동안
백열등을 이용 약 45 $\mu\text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ 의 광도로 night-break를 가하
였다.

형질조사는 추대가 진전되어 소화의 개화가 이루어지기 직
전인 8월 25일 (0주), 9월 22 (4주), 10월 20일 (8주), 11월
17일 (12주), 12월 16일 (16주), 1월 13일 (20주)까지 4주 간
격으로 총 6회에 걸쳐 이루어졌다. Pot에서 분리된 식물체를
수세 하여 草長, 花序長, 葉數, 莖直徑, 小花數 및 開花數를 조
사하였는데, 경직경은 지상부 0.5 cm 높이에서 측정하였다. 엽
수에는 장일처리로 인하여 小花가 개화되지 않음으로서 화서
에 형성되는 포엽의 발달이 현저하여 포엽을 포함시켰다. 소
화수는 개화 유무에 관계없이 육안으로 식별이 가능한 소화
전체를, 개화수는 화판이 전개된 것을, 개화율은 1개 이상 소
화가 개화된 개체를 전체에 대한 비율로 표시하였다. 이상의
형질들을 조사한 후 엽과 포엽, 소화, 화서줄기를 포함한 줄기
및 뿌리로 분리하여 75°C에서 120시간 건조하여 각 부위의 건
물중으로 표시하였다.

결과 및 고찰

자연 온도, 10°C 및 20°C 이하로 온도가 하강할 경우 가온

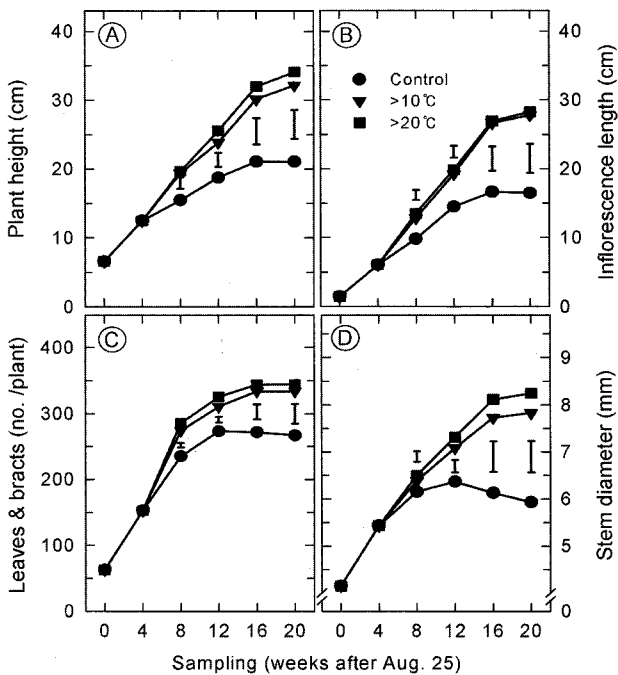


Fig. 2. Effect of heating on plant height (A), inflorescence length (B), number of leaves and bracts (C) and stem diameter (D) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same sampling week after Aug. 25, respectively.

하여 재배한 바위솔의 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경의 경시적 변화는 Fig. 2와 같다. 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경 모두 night-break를 가한 후 조사를 시작한 4주까지는 처리간 차이가 없었다. 그러나 12주 후인 10월 20일부터 1월 13일까지는 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경 모두 가온상태보다는 자연상태에서 유지할 경우 가장 낮았으며 >10°C와 >20°C 처리간에는 거의 차이가 없었다. 따라서 온도가 10°C 이상으로 유지될 경우 바위솔의 형태에서는 차이가 없다고 할 수 있다.

한편 자연 온도, 10°C 및 20°C 이하로 온도가 하강할 경우 가온하여 재배한 바위솔의 개체당 부위별, 지상부 및 전체 건물중의 경시적 변화는 Fig. 3과 같다. 이들 건물중도 시기별 증감의 변화에서는 일부 차이를 보일지라도 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경의 경시적 변화와 동일한 반응을 보였다. 따라서 자연상태에 비하여 저온을 회피하기 위한 월동 기간중 10°C 이상으로 가온할 경우 상기와 같이 바위솔의 형태 뿐만 아니라 생장도 비슷하다고 할 수 있다.

자연상태, 10°C 및 20°C 이하로 온도가 하강할 경우 가온하여 재배한 바위솔의 개체당 소화수와 개화수의 경시적 변화는 Fig. 4와 같다. 화서에 형성된 소화수는 night-break 처리를 가한 8주 후인 10월 20일부터 차이를 보였다. 소화수는 온도가 가장 높은 >20°C 처리에서 가장 많았던 반면, 자연 온도에서 가장 적었다 (Fig. 4 A). 그러나 화서에 형성된 소화는

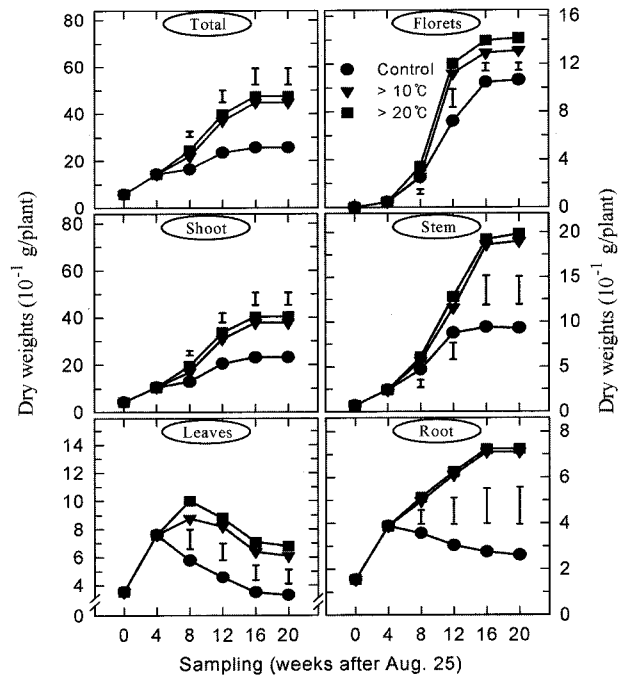


Fig. 3. Effect of heating on total fraction dry weights of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same sampling week after Aug. 25, respectively.

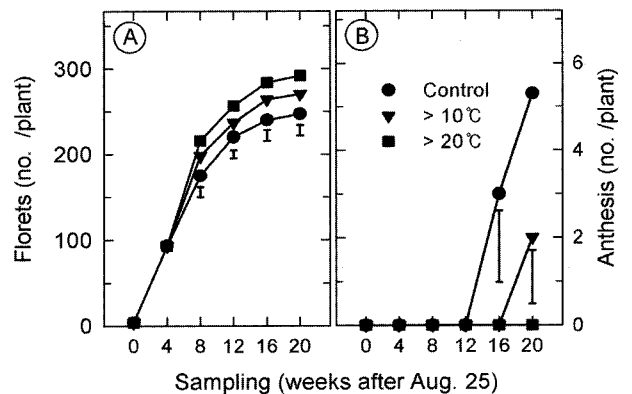


Fig. 4. Effect of heating on number of total florets (A) and their anthesis (B) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or non-vertical bars represent LSD.05 or non-significant difference for the same sampling week after Aug. 25, respectively.

Night-break 처리를 가한 16주 후부터 개화하기 시작하였는데, 자연 온도에서 가장 많았으며 >10°C에서도 최종 조사일인 1월 13일 (20주)에는 개화가 일부 일어났다 (Fig. 4 B). 10°C 이상으로 가온하여 유지할 경우 형태와 생장에서는 차이가 없었다고 하나 (Fig. 2, Fig. 3), 소화의 형성과 개화를 조사한 결과로는 월동중 유지온도를 20°C 이상으로 높아질수록 소화의 형성은 많아지면 반면, 소화의 개화는 적어져 월동온도는 소화의 형성과 개화에 영향을 미친다고 할 수 있다.

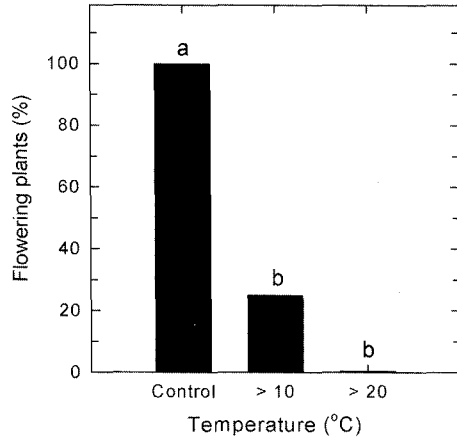


Fig. 5. Effect of heating on flowering rate of *Orostachys japonicus* A. Berger. Bars having same letters within the treatments are not significantly different by LSD.05.

바위솔은 일립성 식물 (monocarpic)로 개화 후에는 고사하기 때문에 바위솔의 주년재배에서 개화 개체의 비율이 아주 중요한 형질이라 할 수 있어서, 자연상태, 10°C 및 20°C 이하로 온도가 하강할 경우 가온하여 재배한 바위솔의 개화 개체 비율을 추적한 결과는 Fig. 5와 같다. 소화가 개화한 개체의 비율은 자연상태에서는 조사개체 전체가, > 10°C에서는 25% 정도의 비율을 보였던 반면, > 20°C 처리에서는 소화가 개화되는 개체는 없었다. 따라서 바위솔을 안정적으로 주년재배하기 위하여는 월동중에 온도를 20°C 이상으로 유지하여야 할 것으로 사료된다.

이상의 시험결과를 요약하면 온도가 하락하는 10월 이후 자연상태에서 재배하는 것과 비교하여 10°C 이상으로 가온하면서 재배할 경우 바위솔의 형태, 성장 및 소화의 형성은 크고 많으나, 소화의 개화와 개화된 개체의 비율이 적었다. 그러나 생산단가와 관련된 가온 온도에서 10°C 또는 20°C 이상의 유지온도간에는 형태와 성장 형질에는 차이가 없었으나, 온도가 높을수록 소화의 형성은 많은 반면, 개화는 적었으며, 특히 고사되는 개화개체의 비율이 20°C 이상에서는 전무하였다. 따라서 주년재배를 월동온도는 20°C 이상이어야 할 것으로 사료되나, 가온경비를 보다 줄이기 위하여 이러한 유지온도를 어느 정도 떨어뜨릴 수 있는가에 대하여는 추후 면밀한 검토가 필요하다고 할 수 있다.

적 요

식물체의 개화는 온도와 일장에 의하여 크게 영향을 받는다. 본 연구는 night-break 처리로 개화가 억제되는 상태에서 월동 중의 유지온도가 일립성 식물인 바위솔의 성장과 개화에 미치는 영향을 파악하고자 자연상태의 대조구와 10°C와 20°C 이하로 온도가 내려갈 경우 가온하는 3개 처리로 구분하여 시험

을 수행하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경은 자연상태에서 재배되는 것보다는 10°C 이상으로 가온하여 재배할 경우 길고 많거나 굵어졌던 반면, 10°C 또는 20°C 이상으로 가온할 경우 차이가 없었다.

2. 엽과 포엽중, 경중, 근중, 지상부중, 전체건물중은 자연상태에 비하여 10°C 이상으로 가온할 경우 10월 하순부터 많았던 반면, 10°C 또는 20°C 이상으로 가온할 경우 차이가 거의 없었다.

3. 월동중 유지온도가 높을수록 형성된 소화수는 많았으나, 형성된 소화의 개화는 적어지는 경향을 보였다.

4. 소화가 개화된 개체의 비율은 자연상태에서는 전체가, 10°C 이상으로 유지할 경우 25% 정도에 이르렀으나, 20°C 이상으로 유지할 경우 전무하였다.

사 사

본 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Bernier G, Kinet JE, Sachs RM (1985) Control by light. p. 63-88. The Physiology of Flowering. V. 3. The Development of Flowers. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Heintze W (1973) Influence of photoperiod and temperature on flowering of *Sedum bellum*. Acta Hort. 31:57-62.
- Kang JH, Jeon SH, Yoon SY, Hong DO, Shin SC (2005) Growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by controlling daylengths. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(3):114-117.
- Kang JH, Park JS, Kim JW (1995) Effect of long-day and night-break treatments on growth and anthesis of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Crop Sci. 40(5):600-607.
- Kang JH, Ryu YS, Kang SY, Shim YD, Kim DI (1997) Effect of night-break timing on growth, bolting and anthesis of *Orostachys japonicus*. Korean J. Crop Sci. 42(5):597-603.
- Kang JH, Ryu YS, Cho BG (1996) Effect of night-break period on growth and anthesis of *Orostachys japonicus*. Korean J. Crop Sci. 41(2):236-242.
- Shin DY, Lee YM, Kim HJ (1994) Anatomy and artificial seed propagation in anti-cancer plant *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Crop Sci. 39(2):146-157.
- Taiz L, Zeiger E (2002a) The Control of Flowering. p. 559-590. In L. Taiz and E. Zeiger (ed.). Plant physiology (3rd ed.). Sinauer Associate Inc., 23 Plumtree Road/PO Box 407, Sunderland, MA 01375, MA 01375, USA.
- Zimmer K (1985) *Sedum*. p. 305. In A.H. Halevy (ed.). CRC Handbook of Flowering. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.