

## 일장조절에 따른 바위솔의 생장과 개화

강진호\*\*\*† · 전승호\* · 윤수영\* · 홍동오\* · 신성철\*\*\*

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

### Growth and Flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger by Controlling Daylengths

Jin Ho Kang\*\*\*†, Seung Ho Jeon\*, Soo Young Yoon\*, Dong Oh Hong\*, and Sung Chul 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 :** *Orostachys japonicus*, called Wasong as herbal medicine and a short day plant, should be artificially kept in long daylength to control anthesis of its florets. The study was done to clarify the effect of daylength (10, 13, 16 hours a day) on growth, morphological characters, and flowering. The treatments were done on August 25 and afterward samples were taken every 2 weeks. Growth, morphological and flowering related characters were measured from each sample. With longer daylength plant height and inflorescence length were increased but number of leaves including bracts and stem diameter were decreased. Leaves and bracts, stem, root, shoot and total dry weights were increased with longer daylength from late September while floret dry weight showed reverse result. Florets formed were the greatest in daylength of 10 hours during September but the least during the other period. Anthesis of the florets was observed only in daylength of 10 hours during October and all the plants from the treatment were flowered.

**Key words :** *Orostachys japonicus*, daylength, growth, morphological characters, anthesis

## 서 언

바위솔 (*Orostachys japonicus* A. Berger)은 척박한 토양의 산지 또는 고옥의 지붕 등에 자생하는 CAM (crassulacean acid metabolism) 식물로서 환경적응성이 대단히 강한 특성을 지니고 있다. 바위솔의 잎은 다육질의 총상기침형으로, 엽색은 자색~녹색이며, 9월에 추대하기 시작한 후 6~15 cm의 총상화서와 그 엽액에 화색이 백색인 다량의 소화를 형성하며, 종자의 성숙과 함께 고사하는 일임성 (monocarpic) 식물이다 (Kang *et al.*, 1995, 1996; Shin *et al.*, 1994). 한방에서는 와송으로 불리는 바위솔은 전초를 생체 그대로 이용하거나, 가을철 수확하여 양건한 후 간염, 지혈, 습진, 화상 및 항암 조절제로 이용하고 있다 (Shin *et al.*, 1994). 장점을 많아 가지고 있음에도 불구하고 바위솔은 개화 후에 바로 고사하는 일임성 식물이기 때문에 수확과 이용 기간이 극히 짧은 결점을 지니고 있어서 이를 개선할 수 있는 방법이 확립되어야만 한다.

식물체는 기본영양생장만 이루어지면 외부 환경 요인에 관계없이 개화되는 것과 기본영양생장 이후에 온도와 일장으로 대별되는 환경요인이 적절하여야만 개화되는 것으로 구분할 수 있다. 같은 들나무과에 속하는 평의비름속 식물 (*Sedum*)은 온도보다는 일장에 주로 영향을 받는 단일식물로 알려져 있기 때문에 같은 과에 속하는 바위솔도 이러한 특성을 가지고 있을 것이다 (Heintze, 1973; Zimmer, 1985). 단일조건에서 개화하는 단일식물은 단일조건에서 일장을 연장하여 장일상태로 전환하거나 night-break를 가함으로써 화이분화를 억제할 수 있다 (Kang *et al.*, 1995, 1996, 1997; Taiz & Zeiger, 2002). 이들의 처리효과가 같다면 일몰 또는 일출 전후에 가해지는 일장 연장에 비하여 밤중에 가하여지는 night-break 처리가 처리기간이 짧아 보다 경제적이다 할 수 있다. 현재까지 바위솔의 개화조절에 관한 연구결과는 16시간의 장일처리와 2시간의 night-break 처리는 형태, 성장 및 개화에 미치는 효과는 비슷하나 전조시간이 night-break에서 짧아 보다 경제적이다 (Kang *et al.*, 1995), night-break 처리는 2시간 이하로 줄일 수 없는

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

Received March 3, 2005 / Accepted March 31, 2005

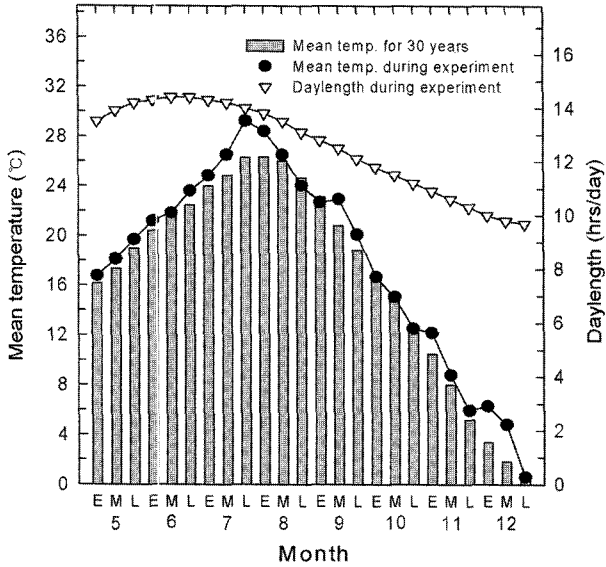


Fig. 1. Meteorological observation during experimental period and for 30-years mean temperature. Symbols indicate the means for 10 days and abbreviations in X axis mean E, early; M, middle and L, late of the months.

것으로 보고되고 있다 (Kang et al., 1996). 한편 Kang et al. (1997)은 6월 하순부터 4주 간격으로 night-break를 가한 시험에서 6월 하순에 가할 경우 추대가 전혀 일어나지 않는 반면, 7월과 8월 중순에 가할 경우 추대되나 소화의 개화는 일어나지 않아 바위솔은 추대와 소화의 개화는 분리되어 일어나는 것으로 보고한 바 있다.

최근 바위솔은 각종 암치료제로서 그 효능이 알려지면서 소비가 증가하고 있어 일부 독농가를 중심으로 비닐 하우스 내에서 재배되고 있다. 산야에서 채취한 자연산과 출하기간이 중복되는 인공재배 바위솔은 가격이 폭락되기 때문에 인공 재배 바위솔의 출하기간을 임의로 조절할 필요가 있다 (Kang et al., 1995, 1996; Shin et al., 1994). 따라서 바위솔은 일년생 식물이라고 하나 개화를 억제함으로써 출하를 지연할 수 있기 때문에 개화 조정 방법을 다양화 할 필요가 있다. 본 시험은 일장 조절이 바위솔의 생장, 형태 및 개화에 미치는 영향을 파악하여 바위솔의 출하기간을 조절하는 데에 필요한 정보를 제공하고자 실시되었다.

### 재료 및 방법

본 연구는 2004년 5월부터 11월까지 경상대학교 부속농장 온실에서 pot 시험으로 실시되었다. 시험재료는 경남 사천시 사천읍 두량리 외송농장에서 분양받은 유묘를 이용하였다. 토양과 퇴비 (사천시 용협단협 생산)가 2:1(v/v)로 혼합된 배합토로 채워진 직경 18 cm의 plastic pot에 2004년 5월 31일 pot당 유묘 1개체씩을 정식하였다. 각 처리별 100개씩 총 300개의 pot를 완전임의배치법으로 배치하여 유지하다가 첫

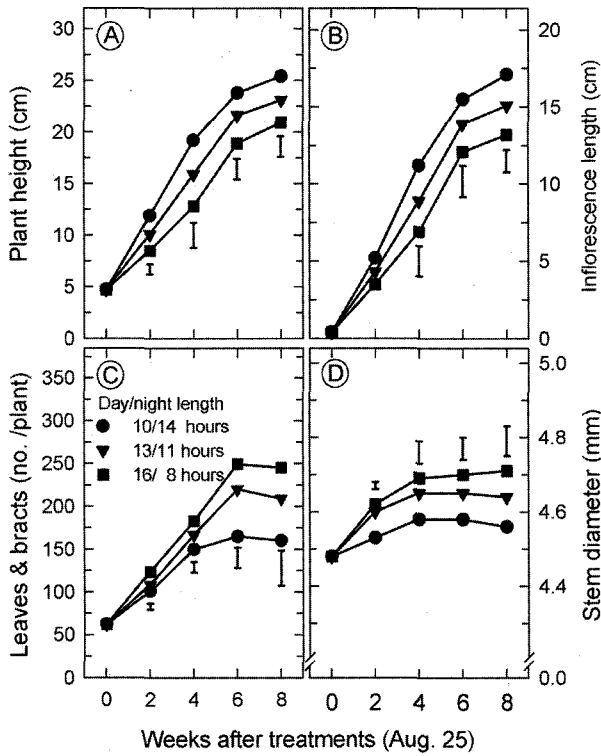
sampling이 이루어진 일장처리 직전에 식물체의 크기가 작거나 큰 것을 제외한 후 비슷한 개체를 골라 8반복으로 재배치하였다. 시험중에는 2~3일 간격으로 충분히 물을 공급하는 방법으로 관수하였으며, 시험기간중 병해충 방제를 위한 농약 살포는 전혀 행하여지지 않았다. 그리고 시험기간중 온실의 온도를 실외와 비슷하게 유지하기 위하여 빗물이 직접 pot에 떨어지지 않도록 천장만 비닐을 설치하고 측면은 완전히 개방하였다. 한편 시험기간중의 온도와 일장의 변화는 Fig. 1과 같다. 일중온도는 예년에 비하여 6월 하순부터 7월 하순, 9월 중·하순, 11월 초순부터 12월 중순에는 높아서 본 연구는 예년에 비하여 상대적으로 고온에서 수행되었다고 할 수 있다. 처리를 제외한 기타 시험수행 및 관리는 이미 학계에 보고한 Kang et al. (1995, 1996)의 방법에 준하여 실시하였다.

인위적 일장 조절이 바위솔의 추대 및 개화에 미치는 영향을 파악하여 주년재배의 가능성을 탐색하고자 일장은 8월 25일부터晝夜 10/14 시간, 13/11 시간, 16/8 시간의 3개처리로 분리하여 정해진 시간에 자동으로 암막이 개폐되도록 자동개폐장치를 설치하여 처리하였다. 일장 조절에는 백열등을 광원으로 이용하였으며 광도는 약  $45 \mu \text{mol}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이었다. 일장처리에서晝夜 10/14 시간 처리는 오전 8시부터 오후 6시까지,晝夜 13/11 시간 처리는 오전 6시 30분부터 오후 7시 30분까지,晝夜 16/8 시간 처리는 오전 5시부터 오후 9시까지 timer를 이용하여 처리하였다.

형질조사는 일장처리가 가하여진 8월 25일 (0주), 9월 8일 (2주), 9월 22일 (4주), 10월 6일 (6주), 10월 20일 (8주)까지 2주 간격으로 총 5회에 걸쳐 실시하였다. Pot에서 분리된 식물체를 수세 하여 草長, 花序長, 葉數, 莖直徑, 小花數 및 開花數를 조사하였는데, 경직경은 지상부 0.5 cm 높이에서 측정하였다. 장일처리로 인하여 小花의 개화가 이루어지지 않아 화서에 형성되는 포엽의 발달이 현저하여 포엽도 염수에 포함시켰다. 소화수는 개화 유무에 관계없이 육안으로 식별이 가능한 소화 전체를, 개화수는 화판이 전개된 것을, 개화율은 1개 이상 소화가 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 건물중으로 표시하였다.

### 결과 및 고찰

8월 25일 이후 일장 조절에 따른 바위솔의 초장, 화서장, 엽과 포엽수 및 경직경의 경시적 변화는 Fig. 2와 같다. 일장 조절이 이루어지기 직전인 8월 25일 (0주) 초장, 화서장, 엽 및 포엽수, 경직경 모두 일장 처리간 차이가 없었다. 그러나 초장과 화서장은 처리 2주 후부터는 일장이 가장 짧은 10/14 시간 처리에서 가장 길었던 반면, 일장이 가장 긴 16/8 시간 처리에서 가장 짧은 것으로 조사되었다 (Fig. 2A, B). 반면

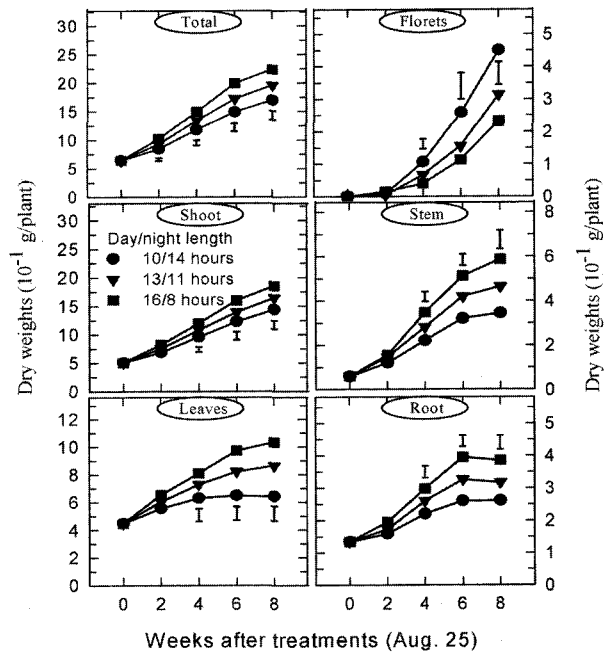


**Fig. 2.** Effect of daylengths on plant height (A), inflorescence length (B), number of leaves and bracts (C) and stem diameter (D) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent values of LSD.05 or non-significant difference the same week after Aug. 25, respectively.

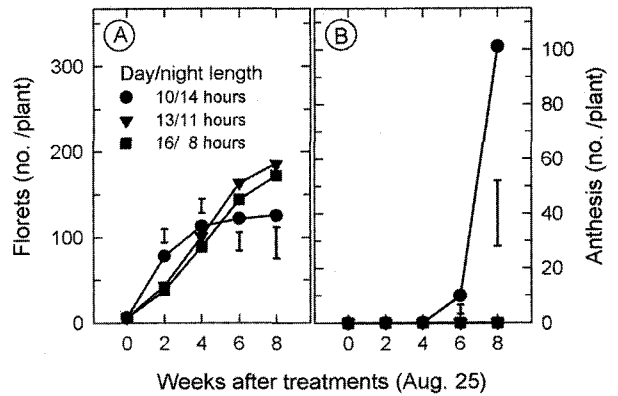
엽과 포엽수, 경직경은 초장과 화서장과는 반대로 처리 일장이 길수록 많거나 굵어지는 것으로 나타났다 (Fig. 2C, D). 따라서 바위솔은 일장이 짧은 단일 조건에서는 추대로 화서가 형성됨으로서 초장이 길어지는 반면, 엽과 포엽의 형성과 줄기의 굵기는 억제된다고 할 수 있다.

한편 8월 25일 이후 일장 조절에 따른 개체당 부위별, 지상부 및 전체 건물중의 경시적 변화는 Fig. 3과 같다. 일장 조절 직전인 8월 25일 (0주)과 그 2주 후인 9월 8일에 엽과 포엽중, 小花重, 莖重, 根重, 全草 무게인 지상부중, 전체건물중은 일장 처리간 차이가 없었다. 그러나 일장 조절 4주 후인 9월 22일부터는 처리 일장이 길수록 엽과 포엽중, 경중, 근중, 전초 무게인 지상부중, 전체건물중은 증가하였던 반면, 소화중은 감소하는 경향을 보였다. 바위솔의 생장은 단일조건인 자연일장에 비하여 16시간의 장일처리로 소화의 개화를 억제함으로써 생장이 촉진된다는 기존의 보고 (Kang et al., 1995)와 농가 수익성과 관련된 전초중은 일장이 길면 길수록 증가한다는 상기 시험결과로부터 바위솔은 가능하다면 장일조건으로 관리되어야 수확량을 증대시킬 수 있을 것으로 사료된다.

8월 25일 이후 일장 조절에 따른 개체당 소화수와 개화수의 경시적 변화는 Fig. 4와 같다. 화서에 형성된 소화수는 일장 처리 직전인 8월 25일 (0주)에는 처리간 차이가 없었다. 그러

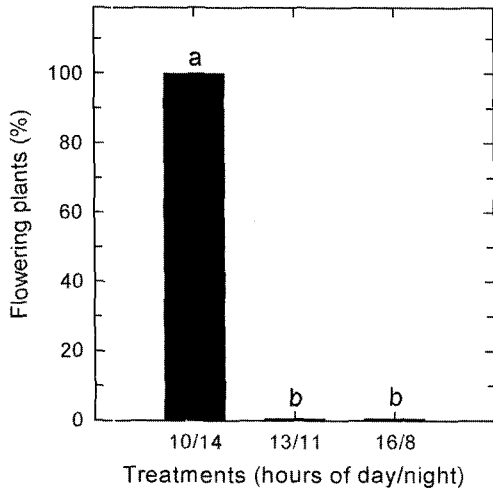


**Fig. 3.** Effect of daylengths on total fraction dry weights of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent values of LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.



**Fig. 4.** Effect of daylengths on number of total florets (A) and their anthesis (B) of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent values of LSD.05 or non-significant difference for the same week after Aug. 25, respectively.

나 2주와 4주 이후에는 단일조건인 10/14 시간 처리에서 가장 많았던 반면, 6주 및 8주에서는 오히려 13/11 시간 시간과 16/8 시간 처리에서 상대적으로 많이 처리 이후의 시간 경과에 따라 화서당 소화수는 달라지는 것으로 나타났다 (Fig. 4A). 그러나 화서에 형성된 소화의 개화는 단일조건인 10/14 시간 처리에서 처리 6주 후인 10월 6일부터는 급격히 일어난 반면, 13/11 시간과 16/8 시간 처리에서는 개화가 전혀 이루어지지 않는 것으로 조사되었다 (Fig. 4B). 따라서 바위솔의 추대 이후 형성되는 소화의 개화를 억제 또는 촉진하는 한계 일장은 13시간보다 짧다고 할 수 있으나 정확한 한계일장은



**Fig. 5.** Effect of daylengths on flowering rate of *Orostachys japonicus* A. Berger. Vertical or no-vertical bars represent values of LSD.05 or non-significance for the same week after Aug. 25, respectively.

추후 시험을 통하여 구명되어야 할 것으로 사료된다.

한편 시험종료시 화서에 형성된 소화가 개화하는 개체의 비율을 계산한 것은 Fig. 5와 같다. 화서에 형성된 소화가 개화하는 개체의 비율은 단일조건인 10/14 시간 처리에서는 전개체가 개화된 반면, 13/11 시간과 16/8 시간 처리에서는 전혀 개화하지 않았다. 따라서 10/14 시간과 16/8 시간 처리의 중간인 13/11 시간 처리는 형태 (Fig. 2)와 생장 (Fig. 3)에서는 이들 처리의 중간 정도를 나타낸다 할지라도 소화의 형성과 개화는 장일인 16/8 시간을 따른 것으로 나타나 (Fig. 4), 13/11 시간 처리가 생장보다는 개화에 상대적으로 크게 영향을 미친 것은 바위솔의 한계일장보다 길게 처리되어 화아분화에 변화를 초래한 결과로 해석된다. 바위솔의 소화는 16시간의 장일조건보다는 자연일장을 이용한 단일조건에서 많이 형성되며, 단일조건인 10월에 소화의 일부가 개화하여 전개체가 개화된다는 기존의 보고 (Kang *et al.*, 1995)와 이러한 결과 이외에도 장일과 자연일장의 중간인 13시간의 일장처리는 소화 형성 및 개화 정도가 16시간의 장일처리 반응과 유사하나, 향후 보다 세분된 일장처리를 통한 바위솔의 개화 반응이 추적되어야 13시간까지 일장 단축이 가능할 것으로 보인다.

### 적 요

일임성인 바위솔은 개화 이후 고사하기 때문에 출하조절을 위하여는 개화억제가 이루어져야만 한다. 본 연구는 바위솔의

개화를 억제하는 데에 필요한 정보를 제공하고자 추대기인 8월 25일부터 처리되는 일장 조절 (주/야 10/14 시간, 13/11 시간, 16/8 시간)이 바위솔의 생장 및 개화에 미치는 영향을 파악하고자 실시되었던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 처리 일장이 길어질수록 초장과 화시장은 짧아졌던 반면, 엽과 포엽수 및 경직경은 많고 굵어지는 경향을 보였다.
2. 엽과 포엽중, 경중, 근중, 지상부중, 전체건물중은 9월 하순부터 처리 일장이 길어질수록 많았던 반면, 소화중은 처리 일장이 길어질수록 적어졌다.
3. 형성된 소화수는 여타 처리와 비교하여 9월중에는 일장이 가장 짧은 10/14 시간 처리에서, 10월중에는 13/11 시간 또는 16/8 시간 처리에서 많았다. 그러나 소화의 개화는 10월에 들어 일장이 가장 짧은 10/14 시간 처리에서만 일어났다.
4. 소화가 개화된 개체는 단일 조건인 10/14 시간 처리에서는 전체에 이르렀으나, 13/11 시간과 16/8 시간 처리에서 전무하였다.

### 사 사

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

### LITERATURE CITED

- Heintze W** (1973) Influence of photoperiod and temperature on flowering of *Sedum bellum*. Acta Hort. 31:57-62.
- 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** (2002) The Controlling 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, USA.
- Zimmer K** (1985) *Sedum*. p. 305. In A.H. Halevy (ed.). CRC Handbook of Flowering IV. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.