

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

토양 수분과 차광이 외래식물 가시박의 생육에 미치는 영향

오다겸¹ · 심두보¹ · 송선화¹ · 오지현¹ · 홍선희² · 심상인^{1,3*}

¹경상남도 진주시 진주대로 501, 국립경상대학교 농업생명과학대학 농학과

²서울시 성북구 안암로 145, 고려대학교 환경생태공학부

³경상남도 진주시 진주대로 501, 국립경상대학교 생명과학연구원

Effects of Soil Moisture Condition and Shading on Growth of Invasive Plant Burcucumber (*Sicyos angulatus* L.)

Dageom Oh¹, Doobo Shim¹, Sonhwa Song¹, Jihyun Oh¹, Sunhee Hong², and Sangin Shim^{1,3*}

¹Department of Agronomy, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Anam Campus, Anam-dong 5-ga, Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea

³Research Institute of Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

ABSTRACT. Burcucumber (*Sicyos angulatus*) is an annual invasive plant species originated from North America. This species grows by twining around tree trunks, and blocks other plants from photosynthesis. Thus, it has caused the destruction of the ecosystem and biological diversity by threatening native plants. This study was performed to find out the effect of different soil water content (20%, 13%, 10%, 3%) and various shading degrees (0%, 60%, 80%) on the growth and photosynthesis-related activity of burcucumber. In the responses of burcucumber to soil water content, plant height (PH), leaf length (LL), leaf width (LW) and photosynthetic efficiency (PE) were lower at 20% water content than 10% reflecting that burcucumber plant grow well in the less dry soil and shows poor growth under wet soil condition. In shading experiment, PH, LL, LW and PE were lower at 80% than 60% shading and in general, the growth characteristics were lowered as the shading intensity increased. The improved growth of burcucumber under highly or moderately shaded condition implies that the plant can grow well without growth retardation and can be adapted to shading condition with other tall plant species including tree. Further study on the combination effects of above factors should be conducted in future for effective ecological control of burcucumber.

Key words: Burcucumber, Invasive plant, Plant growth, Shading, Soil moisture

Received on September 12, 2015; Revised on December 7, 2015; Accepted on December 8, 2015

*Corresponding author: Phone) +82-55-772-1873, Fax) +82-55-772-1879; E-mail) sishim@gnu.ac.kr

© 2015 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

외국에서 유입되고 있는 외래 잡초는 매년 그 수가 증가하여 2001년 37과 315종이 발생하고 있는 것으로 조사되었으며(Oh et al., 2002), 최근 교역 및 인적 왕래의 증가에 따라 외래종 이입이 증가되고 있는 실정이다. 외래종의 유입 및 확산은 생태계의 교란을 일으키며 자생종의 생존에 영향을 미쳐 주변의 생물다양성을 훼손시키며, 인간 활동

을 제한, 건강을 위협하는 요인이 되고 있다(Andow, 2003). 가시박(*Sicyos angulatus* L.)은 대표적 생태계 교란 식물로 외국에서도 농업 및 환경에 많은 문제를 일으키고 있어 관리가 요구되는 식물로 분류되어 있다. 박과에 속하는 *Sicyos* 속에는 가시박 외에도 25종 정도가 속해 있으며 열대 및 아열대는 물론 온대지역에 까지 분포하는 것으로 알려져 있다(Missouri Botanical Garden, 1978). 유럽국가 중 도나우강 하류지역에 위치한 불가리아에서 외래 잡초 가시박

의 심각성이 나타나 방제의 중요성이 보고되었다(Tzonev, 2005). 최근 가시박 출현에 의한 생태계 종 다양성 저해와 관련하여 생태평가 등에 관한 여러 가지 분석방법이 제시되고 있는 실정이다(Smith, 2007).

가시박은 이른 봄에서 늦은 가을까지 불균일하게 발생되기 때문에 방제시기의 선택이 어렵고, 관리를 소홀히 하면 급격하게 확산되며(Moon et al., 2007), 제거 방법이 단순하지 않다. 또한 종자 생산량이 많고 휴면성을 지니고 있으며 60년 이상 발아력이 있어 한 번 발생하여 종자를 생산하면 항구적으로 발생이 계속되는 특성이 있다(Kang, 2009). 가시박은 특히 단기간에 생육이 왕성하고 신속하며, 종자생산량이 많고 전파방법이 다양하며, 제거방법이 단순하지 않아 문제가 된다. 특히 생육이 왕성한 가시박은 생태계를 교란시켜 생물의 종 다양성 및 토양의 물리 화학성까지 영향을 미치고 있는 실정이다. 그러나 가시박의 발생과 생육에 영향을 주는 여러 가지 환경 조건에 대한 연구 결과는 극히 적다. 따라서 본 연구는 번식력과 생태교란의 정도가 큰 가시박의 효과적인 관리를 위해 필요한 생육특성을 다양한 토양 수분함량 및 차광 조건 하에서 가시박의 생육 반응 차이를 확인하여 생태적 방제법 개발에 필요한 기초자료로 이용하고자 본 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

가시박(*Sicyos angulatus* L.) 종자는 경상남도 진주시 경상대학교 일원에서 2011년 12월에 채집한 종자를 정선하여 시험에 사용할 때까지 4°C 저온냉장고에서 밀봉 보관하였다. 가시박 종자는 종자처리를 하지 않으면 발아율이 아주 낮기 때문에 Moon et al. (2006)의 방법을 응용하여, 2012년 5월 종자의 겉껍질을 제거한 후 한 달 간 4°C 저온에서 습윤 층적 처리하였다. 층적 처리한 종자를 배꼽부위를 절단하여 온실에서 6월 4일 30×60×10 cm 육묘판에 파종하였다. 육묘 시 토양은 식양토인 발토양과 시판 상토를 1:1의 비율로 혼합하여 사용하였으며, 이식 시 토양은 발토양과 모래를 2:1의 비율로 혼합한 후 사용하였다. 육묘 상토에 1 cm 깊이로 파종 후 본엽이 전개되면(11일 후) 지름 30 cm 포트 당 3본씩 이식 후 활착된 후 2본씩 남겼다.

토양수분에 따른 생육

실험에 이용한 토양은 식양토이며 정식 시 토양의 토양 수분함량은 20%, 13%, 10%, 3% 조건으로 조절하였다. 토양수분은 각 처리별로 수분함량이 변하지 않도록 일정한 간격으로 토양 무게를 달아 토양수분함량을 유지하였다. 생육조사는 이식 후 15일(15 days after planting, 15 DAP)과 30일(30 days after planting; 30 DAP)에 2본씩 3반복으

로 실시하였다. 생장과 관련된 형질로서 초장, 엽장, 엽폭, 엽록소 형광(Fv/Fm), 엽록소 함량(SPAD)을 조사한 후 조사를 마친 개체를 지상부와 지하부로 각각 분리하여 생체중과 건물중을 측정하였다. 엽록소 함량은 5반복으로 본엽을 대상으로 SPAD-502 (Minolta, Japan)으로 측정하였고, 엽록소 형광은 Chlorophyll Fluorometer (OS-30p, Optiscience, USA)를 사용하여 측정하였다. 형광 측정 전 광차단 클립을 이용하여 엽 표면을 30분간 암상태로 둔 후 형광을 측정하였다. 수분 구배 실험은 직경 20 cm, 길이 2 m 짜리 PVC 파이프를 세로로 쪼개 후 흙을 채우고 21° 기울기를 유지하도록 거치한 후 하부 20 cm까지 물을 채운 수조에 담그고 토양내로 수분이 흡수되도록 장치하여 수분함량이 높은 하부와 건조한 상부 간에 수분 구배가 유지되도록 하였다. 식물은 토양 수분 농도 구배를 3~27% 범위로 유지된 위치에 심어 가시박 생육을 알아보았다.

차광조건에 따른 생육

차광은 무차광과 차광 정도가 60%와 80%로 차광 정도가 다른 차광막을 이용하여 차광을 실시하였으며, 토양 수분은 13% 조건으로 동일하게 조절하였다. 생육조사는 이식 후 15일과 30일에 2본씩 3반복으로 실시하였다. 생장과 관련된 형질로서 초장, 엽장, 엽폭, 엽록소 형광, SPAD를 조사한 후 조사를 마친 개체를 지상부와 지하부로 각각 분리하여 생체중을 측정된 뒤 75°C에서 3일간 건조를 실시한 후 건물중을 측정하였다.

통계분석

수집된 데이터는 SAS 프로그램(ver. 9.3. Cary, NC, USA) 중에서 PROC ANOVA를 이용해 분산분석을 실시하고 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test, DMRT)을 통해 평균값 5% 유의수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

토양수분에 따른 생육

생육 초기인 15 DAP에 토양 수분이 10%, 13%, 3%, 20% 인 조건에서 14.4 cm, 13.0 cm, 12.5 cm, 10.8 cm로 생육 초기에는 큰 차이를 보이지 않았다. 30 DAP에서 토양 수분이 10%일 때 초장이 28.7 cm로 가장 길게 나타났으며 20% 조건일 때 12.7 cm로 가장 짧게 나타났다. 토양 수분이 20% 인 조건과 10% 조건에서 초장을 비교하였을 때 10% 조건이 20% 조건에 비해 2.3배 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 이는 가시박이 과습한 조건에서는 생장이 저하된다는 것을 의미한다. 엽장 및 엽폭의 결과는 Table 1과 같다. 엽장 및 엽폭 모두 15 DAP에서 토양수분 20%, 13%,

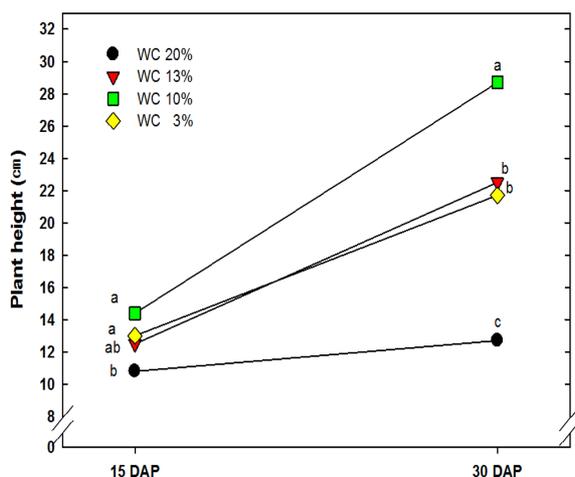


Fig. 1. Changes of plant height by soil water condition in *Sicyos angulatus*.

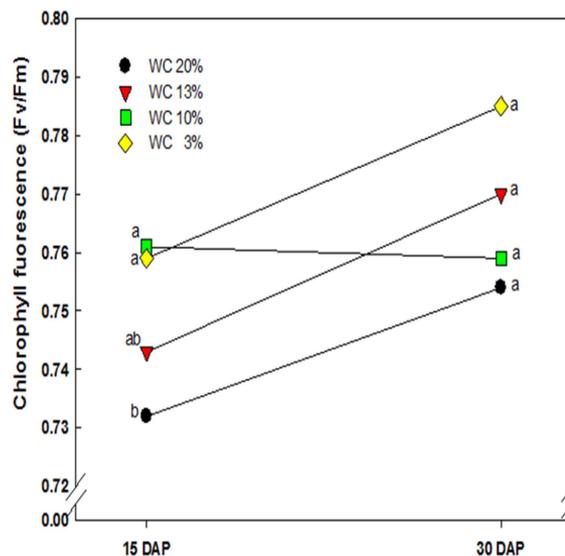


Fig. 2. Changes of chlorophyll fluorescence by soil water condition in *Sicyos angulatus*.

Table 1. Changes of leaf length and width by soil water condition in *Sicyos angulatus*.

DAP ^z	Water condition (%)	Leaf (cm)	
		Length	Width
5	20	4.75a	5.75a
	13	5.00a	6.00a
	10	5.00a	6.00a
	3	4.58a	5.67a
30	20	4.92b	6.00b
	13	5.42ab	6.17ab
	3	5.08b	5.75b

^zDAP: Day after planting.

10%, 3% 조건에서 유의성이 나타나지 않았다. 30 DAP에서 엽장은 수분 10% 조건에서 5.67 cm로 가장 길게 나타났으며 토양 수분 20% 조건에서 4.92 cm로 짧게 나타났다 (Table 1). 엽폭은 30 DAP에서 수분 10%조건일 때 6.58 cm로 가장 넓게 나타났으며 토양 수분 3%, 20% 조건에서는 유의성이 나타나지 않았다. 광화학반응효율(Fv/Fm)은 광합성 능력과 밀접한 관계가 있는데(Racher et al., 2000), 엽록소 형광을 통해 알아본 광화학반응효율(Fv/Fm)의 변화는 Fig. 2와 같다. 초기인 15 DAP에는 토양수분 13%>3%>10%>20% 순으로 0.761, 0.759, 0.743, 0.732의 값을 보였다. 생장이 진행된 30 DAP에는 토양 수분 20%, 13%, 10%, 3% 조건에서 통계적 차이는 보이지 않았다(Fig. 2). SPAD 값은 15 DAP에서 토양 수분이 10%조건일 때 31.3으로 가장 높았으며 토양수분 20% 조건에서는 가장 낮은 21.3으로 나타났다. 30 DAP에서 토양수분 20% 조건일 때 17.38로 낮

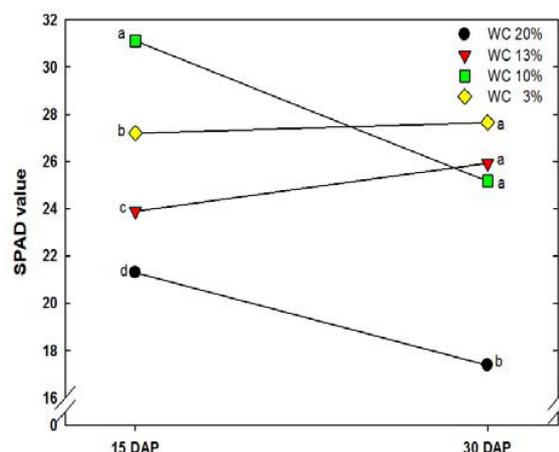


Fig. 3. Changes of SPAD value by soil water condition in *Sicyos angulatus*.

게 나타났으나, 토양 수분 13%, 10%, 3% 조건에서는 유의성이 나타나지 않았다(Fig. 3). 수분조건에 따른 30 DAP의 가시박의 생체중과 건물중의 결과는 Table 2와 같다. 30 DAP의 지상부 생체중은 토양 수분 10%>13%>3%>20% 조건 순으로 5.28 g, 5.02 g, 4.17 g, 2.50 g로 나타났다. 지상부의 생체중을 토양수분 20% 조건과 비교하였을 때 10% 조건에서 2.2배로 가장 높았다(Table 2). 지하부 생체중을 30 DAP에 알아본 결과 토양 수분 10%>13%>3%>20% 조건 순으로 1.13 g, 1.02 g, 0.87 g, 0.74 g으로 나타났다. 지상부 건물중은 토양 수분 10%>13%>3%>20% 순으로 1.32 g, 1.22 g, 1.13 g, 0.60 g으로 나타났다. 30 DAP의 지하부 건물중은 수분 10%>13%>3%>20% 조건 순으로 0.154 g, 0.151 g, 0.140 g, 0.090 g으로 나타났다(Table 2). 수분 조건에 따른 생육조사

Table 2. Changes of shoot and root weight by soil water condition in *Sicyos angulatus*.

Soil water content (%)	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
	Shoot	Root	Shoot	Root
20	2.498a	0.746a	0.898a	0.090a
13	5.280a	1.023a	1.222a	0.151a
10	5.023a	1.133a	1.323a	0.154a
3	4.165a	0.870a	1.130a	0.140a

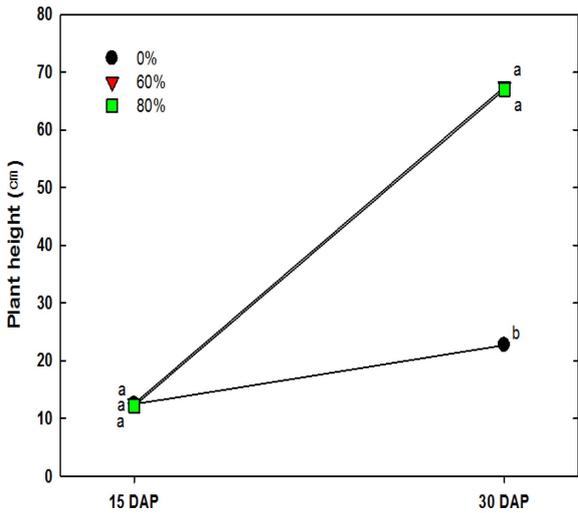


Fig. 4. Changes of plant height by soil water condition in *Sicyos angulatus*.

결과 초장, 엽장, 엽폭 및 광합성 능률이 낮았던 토양수분 20% 조건에서 지상부, 지하부 생체중과 건물중이 작았으며, 초장, 엽장, 엽폭 및 광합성 능률이 컸던 토양수분 10% 조건이 생체중과 건물중에서 높은 값을 보이므로 가시박 발생을 억제하기 위해서는 토양수분 20% 조건이 효과적인 것으로 보인다. PVC관을 이용한 실험 결과, 토양수분이 16% 일 때 생육이 가장 좋았으며, 10%, 23%, 8%가 다음으로 높았으며, 29%, 7%, 6%일 때 가장 낮게 조사되었다(Fig. 4).

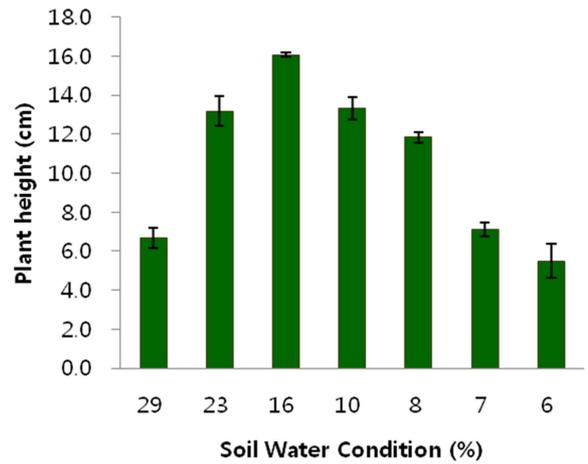


Fig. 5. Changes of plant height by shading in *Sicyos angulatus*.

차광조건에 따른 생육

15 DAP에서 무차광, 60%, 80% 차광 조건에서는 유의성이 나타나지 않았으며, 30 DAP에서 무차광 조건일 때 초장이 22.7 cm로 짧게 나타났으며 60% 차광 조건 일 때 67.5 cm로 가장 길게 나타났다. 대조구인 무차광을 60% 차광 조건 및 80% 차광 조건과 비교하였을 때 60% 차광 조건에서는 무차광에 비해 3.0배 정도 길게 나타났으며, 80% 차광 조건에서는 2.7배 길게 나타났다(Fig. 5). 차광은 식물체의 줄기 신장에 영향을 준다고 알려져 있는데, 잔대에서는 차광율이 높을수록 초장이 늘어난다고 보고되었다(Moon

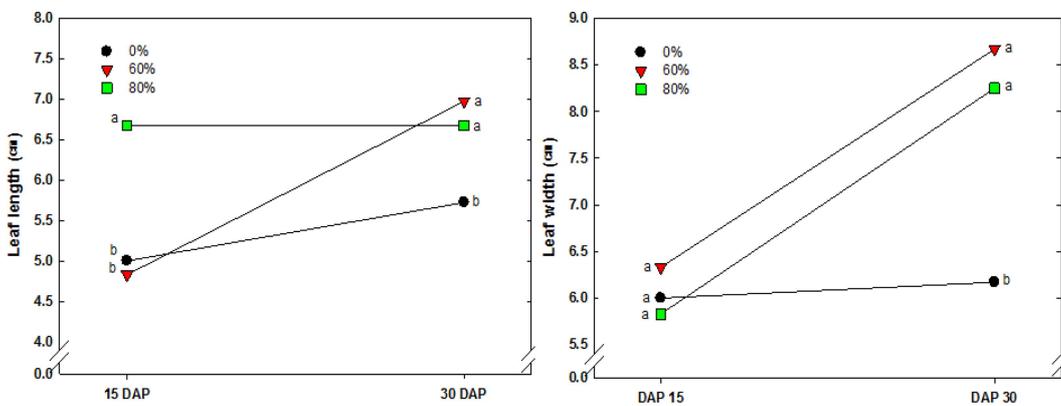


Fig. 6. Changes of leaf length (left) and leaf width (right) by shading in *Sicyos angulatus*.

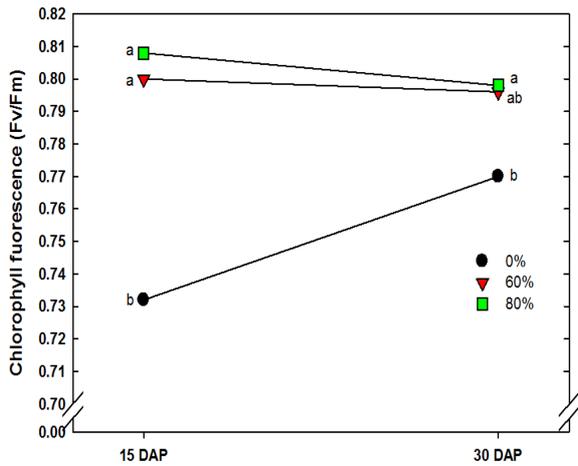


Fig. 7. Changes of chlorophyll fluorescence by shading in *Sicyos angulatus*.

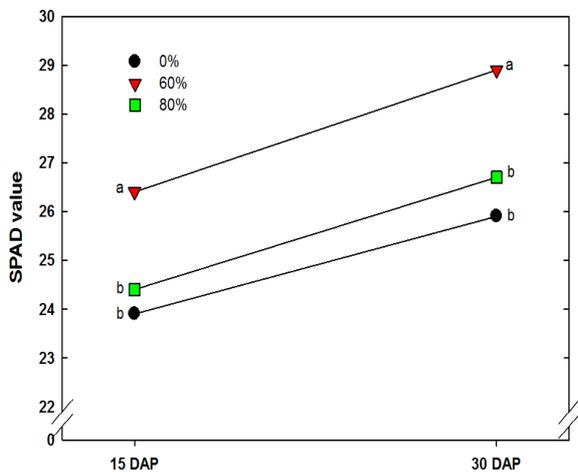


Fig. 8. Changes of SPAD value by shading in *Sicyos angulatus*.

and Pyo, 1981). 엽장은 15 DAP에서 80% 차광 조건일 때 6.7 cm로 길게 나타났으며, 무차광과 60% 차광 조건에서는 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다. 30 DAP에서 60% 차광에서 7.3 cm로 길게 나타났으며 80% 차광이 6.7 cm, 무차광이 5.7 cm의 순으로 짧게 나타났다(Fig. 6). 엽폭은 15 DAP에서 무차광, 60% 차광, 80% 차광 조건에서 유의성이 나타나지 않았으나, 30 DAP에서 60% 차광 조건 일 때 8.7 cm로 넓게 나타났으며, 다음으로 80% 차광 조건일 때 8.3 cm, 무차광 조건일 때 6.2 cm로 좁게 나타났다(Fig. 6). 엽록소

형광을 통해 알아본 광화학반응효율(Fv/Fm)의 변화는 Fig. 7과 같다. 15 DAP에서 무차광 조건이 0.732로 낮게 나타났으며, 60% 차광 조건 일 때 0.800, 80% 차광 조건 일 때 0.808로 80% 차광 조건이 근소하게 높았다(Fig. 7). 이는 가시박은 차광된 조건에서도 광합성이 활발히 일어나는 것을 보여주는 것이다. 30 DAP에서 무차광 조건에서는 0.770, 80% 차광 조건에서는 0.795, 60% 차광 조건에서는 0.798의 순으로 높게 나타났으나 통계적 차이는 보이지 않았다(Fig. 7). SPAD 값은 15 DAP에서 무차광 조건이 23.9, 80% 차광 조건이 24.4로 유의성이 나타나지 않았으며 60% 차광 조건일 때 26.4로 높게 나타났다(Fig. 8). 정식 30일 후에 무차광 조건에서 25.6, 80% 차광 조건에서는 26.7, 60% 차광 조건에서는 28.9로 높게 나타났다(Fig. 8). Hwang et al. (1995)은 천공의 생육 및 수량에 있어서 차광 및 비닐 피복에 의한 차광이 높을수록 광합성 작용에 영향을 주어 식물체가 연약하게 성장한다고 보고하였는데, 본 실험에서 가시박의 경우 비교적 강한 차광(60% 차광) 하에서도 가시박은 식물체가 연약해지는 것을 보이지 않고 상대적으로 양호한 생육을 나타냈다. 가시박은 음지 식물이 아님에도 불구하고 차광에 대한 생육 억제 효과는 약하여 덩굴을 형성하는 과정에서 초관 하부에서 자라더라도 식물체도 비교적 양호한 생육을 보이는 것으로 나타났다. 차광 조건에 따른 30 DAP의 가시박의 생체중 및 건물중의 결과는 Table 3과 같다. 정식 30일 후 지상부 생체중은 60% 차광>80% 차광>무차광 조건 순으로 10.57 g, 5.71 g, 5.28 g으로 나타났다. 지상부의 생체중을 무차광 조건과 비교하였을 때 60% 차광 조건에서 2배로 가장 높았다(Table 3). 30 DAP의 지하부 생체중은 60% 차광>무차광>80% 차광 조건 순으로 1.50 g, 1.02 g, 0.84 g으로 나타났다. 30 DAP의 지상부 건물중은 60% 차광>무차광>80% 차광 조건 순으로 1.22 g, 1.72 g, 0.52 g으로 나타났다. 30 DAP의 지하부 건물중은 60% 차광>무차광>80% 차광 순으로 0.309 g, 0.151 g, 0.111 g의 값을 보였다. Kim (2001)과 Hong et al. (2006)은 양지 식물인 바위솔의 경우 30% 차광 처리구 및 대조구에서 지상부와 지하부의 생육이 가장 양호하였으며, 차광 정도가 높아질수록 지상부 및 지하부의 생육이 낮아지는 경향을 보였다고 보고한 바 있다. 차광 조건에 따른 생육조사 결

Table 3. Changes of shoot and root weight by shading in *Sicyos angulatus*.

Shading degree (% of full sunlight)	Fresh weight (g)		Dry weight (g)	
	Shoot	Root	Shoot	Root
0	5.28b	1.02b	1.22b	0.151b
60	10.57a	1.50a	1.72a	0.309a
80	5.71b	0.84b	0.52c	0.111b

과 80% 차광 조건이 초장, 엽장, 엽폭 및 광합성 능률이 좋았으나 생육에 큰 차이를 보이지 않은 60% 차광 조건과 생체중 및 건물중을 비교하였을 때에 비하여 식물체가 연약하게 자란 것으로 보아 80% 이상으로 차광이 강하게 일어날 때 가시박 생육 억제가 일어나는 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 생태교란식물 가시박의 효과적인 관리를 위해 필요한 생태적 방제법 수립을 위한 기초정보를 얻기 위하여 토양수분함량, 차광 정도가 다른 조건 하에서 가시박의 생육을 조사하였다. 토양수분에 따른 생육조사 결과, 30 DAP에 토양수분 10% 조건이 20% 조건에 비하여 초장이 2.3배, 엽장이 1.2배, 엽폭이 1.1배로 증가하는 것으로 나타났다. 토양수분 20% 조건에서 지상부, 지하부 건물중은 10% 조건에 비하여 2.2배, 1.7배 낮은 값을 나타내어 가시박 생장은 토양수분 20% 이상에서 억제되는 것으로 나타났다. 정식 30일 후에 차광 정도별 가시박의 생육은 60% 차광 조건이 무차광 조건에 비하여 초장은 3.0배, 엽장이 1.3배, 엽폭이 1.4배로 큰 값을 나타냈다. 80% 차광 조건에서 지상부, 지하부 건물중은 60% 차광 조건에 비하여 2.3배, 2.8 배 낮은 값을 나타냈다. 80% 차광 조건은 60% 차광 조건과 비교하였을 때에 건물중이 낮게 나타났으며 식물체가 연약하게 자란 것으로 보아 80% 차광 이상의 조건이 가시박 생장 억제에 효과적인 것으로 확인되었다.

주요어: 가시박, 생태계교란식물, 외래잡초, 토양수분, 차광

Acknowledgement

This study was carried out with the support of the Korea Environmental Industry and Technology Institute (KEITI).

References

Andow, D.A. 2003. Proceeding of international seminar on biological invasions environmental impacts and the development

- of a database for the asian-pacific region, Tsukuba, Japan. pp. 1-28.
- Hong, D.O., Lee, C.W., Kim, H.Y., Kang, J.H., Ryu, Y.S., et al. 2006. Shading effect on growth and flowering of *Orostachys japonicus* A. Berger. Korean J. Med. Crop Sci. 14:239-243. (In Korean)
- Hwang, H.B., Choi, J.S. and Choi, B.S. 1995. Influence of shading and polyethylene vinyl mulching on growth and yield of *Cnidium officinale* Makino. Korean J. Med. Crop Sci. 3:156-164. (In Korean)
- Kang, C.K. 2009. *Sicyos angulatus* and ecological disturbing plants. Korean J. Weed Sci. 29(Suppl. 2):3-10. (In Korean)
- Kim, S.K. 2001. Effect of shading and growing medium on growth characteristic and leaf color of several *Orostachys* species native to Korea. Master Thesis. Chungbuk Nation Univ. p. 77. (In Korean)
- Missouri Botanical Garden. 1978. Annals of the missouri botanical garden. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, USA. p. 285.
- Moon, B.C., Park, T.S., Cho, J.R., Oh, S.M., Kang, C.K., et al. 2006. Emergence ecology of bircucumber (*Sicyos angulatus*) and weeds distribution in its community. Korean J. Weed Sci. 26 (suppl. 2):64-68.
- Moon, B.C., Park, T.S., Cho, J.R., Oh, S.M., Kang, C.K., et al. 2007. Characteristics on emergence and early growth of burcucumber (*Sicyos angulatus*). Korean J. Weed Sci. 27(1):36-40. (In Korean)
- Moon, W. and Pyo, H.K. 1981. Effects of various levels of shade on the growth of some cool season vegetables. Hort. Environ. Biotechn. 22:153-159. (In Korean)
- Oh, S.M., Kim, C.S., Moon, B.C. and Lee, I.Y. 2002. Inflow information and habitat current status of exotic weeds in Korea. Korean J. Weed Sci. 22(3):280-295. (In Korean)
- Rascher, U., Liebig, M. and Lüttge, U. 2000. Evaluation and instant light-response curves of chlorophyll fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. Plant Cell Environ. 23:1397-1405.
- Smith. 2007. Biological Assessment and Evaluation. USDA Report. USA. pp. 1-58.
- Tzonev, R. 2005. *Sicyos angulatus* (Cucurbitaceae): a new adventive species for the flora of Bulgaria. Phytologia Balcanica 11:67-68.