

천연제초제 개발을 위한 가시비름의 알레로패시 효과

강 정 환* · 김 현 철** · 우 성 배*** · 송 진 영**** · 김 태 근***** ·
강 진 영***** · 하 영 삼***** · 송 창 길*****

Allelopathic Effects of *Amaranthus spinosus* L. for Improvement of Natural Herbicide

Kang, Jeong-Hwan · Kim, Hyoun-Chol · Song, Jin-Young · Woo, Seong-Bae ·
Kim, Tae-Keun · Kang, Jin-Yong · Ha, Young-Sam · Song, Chang-Khil

This study was carried out to germination characteristics by temperature conditions and allelopathic effects of aqueous extracts on *Amaranthus spinosus* L. in order to investigate the competitive dominant in plant ecosystem and possibility application of natural herbicide. *A. spinosus* L. sprouted after 24 hour from seeding in 30~45°C treatment. The germination ratio of *A. spinosus* L. was the highest estimated at 63.3(±2.9)% in 40°C treatment, followed by 33.3(±2.9)% in 35°C, 1.7(±2.9)% in 30°C and 5.0(±0.0)% in 45°C treatment. It was generally decreased the Relative Germination Ratio(RGR), the Relative Elongation Ratio(RER), the Relative Fresh weight Ratio(RFR) of receptor plants by the aqueous extracts of concentration of *A. spinosus* L. but it was differently inhibited the kind of receptor plant species. And it was different effected among growing regions that aqueous extracts of concentration of *A. spinosus* L. inhibited more root than shoot. The total phenolic compounds content of *A. spinosus* L. was decreased gradually middle, first and last of growth stage, and gradually decreased to leaves, roots and stems. We think that *A. spinosus* L. appeared high germination ratio at a short period and showed allelopathic effects on other plants. Therefore *A. spinosus* L. hold the competitive dominant of plant ecosystem in Jeju Island and possibility application of natural herbicide.

* (주)한림공원

** 제주특별자치도 환경자원연구원

*** (주)장원산업

**** 제주대학교 대학원 농학과

***** 제주대학교 식물자원환경전공

***** 교신저자 : 제주대학교 식물자원환경전공 교수, 아열대농업생명과학연구소(sck5622@cheju.ac.kr)

Key words : *Amaranthus spinosus* L., Allelopathic, Aqueous extracts.

I. 서 론

귀화식물은 국가간 교역증가와 인간의 왕래가 빈번해지면서 의도적 또는 비의도적으로 도입이 된다. 이입된 귀화식물은 새로운 서식지를 확보함에 있어 폭넓은 발아조건, 무성번식에 의한 성장, 개화의 신속성, 높은 환경적응력 등을 바탕으로 자생식물과의 경쟁적 우위를 차지하고 있고 식물의 종 우점도, 식물군락의 형성과 천이, 극상식생, 농작물 생산 등에 관계하는 2차 대사산물인 allelochemicals의 영향이 크다(Aber *et al.*, 1991; Given 1994; Rice, 1984; Kil and Yim, 1983; Hussain *et al.*, 1991). Allelochemicals는 일반적으로 식물간 서식지를 공유함에 있어 식물체가 만들어내는 식물생리활성물질로 근접종자에 대한 발아와 성장, 토양 미생물 성장 등에 영향을 주어 식물군락의 형성과 천이, 식물의 생산 등에 관여하는데 이러한 생화학적 상호작용을 알레로패시(allelopathy)라 한다. 귀화식물의 분포지역에는 일반적으로 자생식물 빈도수가 낮게 나타나는데 이는 귀화식물의 allelochemicals가 자생식물의 종자 발아와 성장을 저해한다(Duke, 1986). 귀화식물 중 특히 개망초(*Erigeron annuus*), 망초(*Erigeron canadensis*), 비름(*Amaranthus mangostanus*), 돼지풀(*Ambrosia artemisiifolia* var. *elator*), 클로버(*Trifolium repens*) 등은 주변식물의 성장을 억제하는 알레로패시 현상을 일으키는 물질을 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Chou and Waller, 1987; 김, 1993; Rice, 1984). 국내 귀화식물의 연구 동향은 귀화식물의 분포 및 미기록종 동정에만 국한되어 있을 뿐 귀화식물의 경쟁적 우세 원인 규명을 통한 자원화방안에 대한 연구는 미비한 실정이다.

우리나라에 분포하는 귀화식물은 총 287종으로 199종은 제주도에 분포하고 있으며 섬이라는 격리된 지역 특성과 특유한 생물상을 가지고 있는 제주도에서의 귀화식물 유입은 다른 지역보다 커다란 생태계의 교란을 야기 시킬 것으로 예상된다(Sherly, 2000; Tokarska-Gzik, 2001; 고 등, 2003; 양, 2007). 김(2006)은 제주도에서 확산 및 지속성이 높고 생태적이나 환경적으로 악영향을 줄 가능성이 높은 유해수종으로 가시비름(*Amaranthus-spinosus* L.), 도깨비가지(*Solanum carolinense*), 서양금혼초(*Hypchoevis radicata* L.) 등으로 분석하고 있다. 그 중 가시비름을 유해수종으로 보는 이유는 다량의 초산염을 함유하고 있어 가축들이 섭식 기피 현상과 개체 당 235,000립의 다량 종자 생산, 35°C 이상에서의 높은 발아율, 유·무성번식, 종자의 긴 저장기간 등을 가지고 있기 때문이다(LeRoy *et al.* 1977; 양, 2003; 김, 2006).

현재 제주도에서 가시비름은 유입 초기단계로 한정된 초지에서만 군락을 형성하고 있으며 조사료의 품질저하, 강한 가시로 인한 접근 곤란 등을 야기 시키고 종자, 뿌리, 줄기에 의한 유·무성번식으로 인해 방제가 어려운 강한 잡초이다.

따라서 본 연구는 환경생태학적 측면으로 가시비름의 알레로패시 효과를 조사함으로써 제주 초지에서의 경쟁적 우세 원인 규명과 천연 제초제의 기초자료로 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 온도별 가시비름의 발아율 조사

가시비름의 발아 적정온도를 알아보기 위해 2006년 9월부터 10월까지 제주특별자치도 이시돌목장 부근에서 종자를 채종하였다. 종자는 한천배지 위에 일정한 간격으로 20립씩 파종하였으며 이를 온도별 각각의 생육상(20℃, 25℃, 30℃, 35℃, 40℃, 45℃)에 넣어 일일 발아수를 조사하였으며 이를 이용하여 발아율(Percent of Germination, PG), 발아지수(Gemination Index, GI)를 산출하였으며, 실험은 3회 반복 실시하였다.

$$\text{발아율(PG)} = \frac{N(\text{총발아수})}{S(\text{공시종자수})} \times 100$$

$$\text{발아지수(GI)} = \frac{\sum(T_i \text{ 치상 후 조사일수} \times N_i \text{ 조사당일 발아수})}{S(\text{공시종자수})}$$

2. 가시비름의 Allelopathy 효과

1) 수용성 추출액 준비

가시비름의 수용성 추출액은 음지에서 건조시킨 전초를 분쇄하여 건중량 100g당 1,000ml의 증류수를 넣어 실온에서 24시간 동안 방치한 후 여과하여 사용하였다. 여과된 추출액을 100%로 하여 증류수로 75%, 50%, 25%로 희석하여 한천배지를 만들어 실험에 사용하였고, 대조구는 증류수를 사용하여 한천배지를 만들어 사용하였다.

2) 수용성 추출액 처리에 의한 발아 및 유식물 생장

가시비름을 제주특별자치도 이시돌목장 부근에서 2006년 10월에 채취하여 공여체 식물(Donor plant)로 정하고, 크림슨클로버(*Trifolium incarnatum*), 유채(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*), 벤투그라스(*Agrostis stolonifera* ssp. *palustris*), 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*), 클로버(*Trifolium repens*), 자운영(*Astragalus sinicus*), 자주개자리(*Medicago sativa*),

배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*), 쥐보리풀(*Lolium multiflorum*), 가시비름(*Amaranthus spinosus*)을 수용체 식물(Receptor plant)로 정하였으며, 이들 종자는 채집하거나 종묘상에서 구입하여 실내 암소에 보관하여 사용하였다.

(1) 수용성 추출액에서의 발아실험

가시비름의 수용성 추출액 농도에 대한 수용체 식물의 발아 실험은 3회 반복실험으로 하였고 Petri dish(직경 9cm)에 수용체 식물의 종자를 일정한 간격으로 20립씩 파종하여 실시하였다. 수용체 식물의 상대발아율(Relative Germination Ratio, RGR), 발아지수(Gemination Index, GI), 평균발아일수(Mean Germination Time, MGT)와 유식물의 지상부, 지하부의 상대신장율(Relative Elongation Ratio, RER), 상대생체율(Relative Fresh weight Ratio, RFR) 등은 파종 6~10일 후에 종에 따라 2~5cm 유식물이 생장되었을 때 이를 수확하여 산출하였다(노와길, 1986).

$$\text{상대발아율(RGR)} = \frac{\text{처리구의 발아수}}{\text{대조구의 발아수}} \times 100$$

$$\text{발아지수(GI)} = \frac{\sum(\text{Ti 치상 후 조사일수} \times \text{Ni 조사당일 발아수})}{\text{S(공시종자수)}}$$

$$\text{평균발아일수(MGT)} = \frac{\sum(\text{Ti 치상 후 조사일수} \times \text{Ni 조사당일 발아수})}{\text{N(총 발아수)}}$$

$$\text{상대신장율(RER)} = \frac{\text{처리구의 평균신장(mm)}}{\text{대조구의 평균신장(mm)}} \times 100$$

$$\text{상대생체율(RFR)} = \frac{\text{처리구의 생체량(g)}}{\text{대조구의 생체량(g)}} \times 100$$

3) 수용성 추출액에서의 생장실험

포트(Φ 12cm, 500ml)에 배양토(Peat Moss 25%, Cocopeat 40%, 펠라이트 15%, 버미큘라이트 10%, 제오라이트 10%) 약 450ml 넣은 다음 각 농도별 가시비름 수용성 추출액을 약 150ml 정도 넣고 수용체 식물을 이식한 후 24시간 마다 수용성 추출액 50ml 씩을 관주하였고, 유채(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippooleifera*), 개망초(*Erigeron annuus*), 질경이(*Plantago asiatica*), 서양금혼초(*Hypocheris radicata*), 광대나물(*Lamium amplexicaule*)을 수용체 식물로 정하였으며, 수용체 식물의 본 잎이 나왔을 때 각 농도별 포트에 이식하여 30일 후 수확하였다. 이때 지상부(shoot)와 지하부(root)의 길이, 생체량을 측정하였고, 그 결과를 대조구에 대한 상대신장율(RER), 상대생체량(RFR)으로 환산하였으며, 실험은 3회 반복 실시하였다.

$$\text{상대신장율(RER)} = \frac{\text{처리구의 평균신장(mm)}}{\text{대조구의 평균신장(mm)}} \times 100$$

$$\text{상대생체율(RFR)} = \frac{\text{처리구의 생체량(g)}}{\text{대조구의 생체량(g)}} \times 100$$

4) 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀 함량조사

제주특별자치도 한림읍 금악리에서 채집한 가시비름을 생육초기, 생육중기, 생육말기로 나누어 시기별로 채집 하였고 음지에서 약 30일 이상 건조 시킨 후 뿌리, 줄기, 잎으로 나누어 분쇄 후 건조량 100g당 1,000ml의 증류수에 열탕처리를 하였으며, 총 페놀 함량은 Prussian blue 법으로 측정하였다(Graham, 1992). 추출한 가시비름 100 μ l에 증류수 3ml, 0.01 M FeCl₃/0.1N HCL 1ml, 0.016M K₃Fe(CN)₆ 1ml을 혼합하여 진탕한 후 실온에서 15분간 방치 후 Stabilizer(H₂O : 1% gum arabic : 85% phosphoric acid = 3 : 1 : 1, v/v/v) 5ml를 첨가한 후 700nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀함량은 gallic acid를 이용하여 검량곡선을 작성하고 gallic acid에 대한 당량으로 환산하였으며, 실험은 3회 반복 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 온도별 가시비름의 발아율 조사

온도별 가시비름(*Amaranthus spinosus*)의 발아율을 조사한 결과 20 $^{\circ}$ C, 25 $^{\circ}$ C 처리구에서는 발아가 이루어지지 않았고 30~45 $^{\circ}$ C사이에서 파종 후 24시간 후부터 발아가 시작되었는데 24시간 후 발아율(PG)은 30 $^{\circ}$ C 처리구(1.7 \pm 2.9), 35 $^{\circ}$ C 처리구(33.3 \pm 2.9), 40 $^{\circ}$ C 처리구(63.3 \pm 2.9) 순으로 증가하는 경향을 보이거나 45 $^{\circ}$ C 처리구(5.0 \pm 0.0)에서는 현저하게 발아율이 감소하는 것으로 분석되었다. 35 $^{\circ}$ C 처리구에서는 파종 24시간 후 33.3 \pm 2.9%, 48시간 후 36.7 \pm 2.9%, 72시간 후 75.0 \pm 5.0%로 분석되었고 40 $^{\circ}$ C 처리구에서도 파종 24시간 후 63.3 \pm 2.9%, 48시간 후 81.7 \pm 5.8%, 72시간 후 86.7 \pm 5.8%로 시간이 경과됨에 따라 발아율이 증가되는 경향성을 보였으나 45 $^{\circ}$ C 처리구에서는 발아율이 5.0 \pm 0.0으로 시간 경과에 따른 발아율이 변화가 없었다<Fig. 1>. 발아지수(GI)는 발아율과 유사한 경향성을 보이거나 35 $^{\circ}$ C 처리구에서 1.6 \pm 0.1로 40 $^{\circ}$ C 처리구 1.2 \pm 0.1 보다 높게 분석되었다<Fig. 2>. 이는 파종 후 48시간 후와 72시간 후 발아율의 차가 35 $^{\circ}$ C 처리구에서 약 39%, 40 $^{\circ}$ C 처리구에서 5%의 차이에 의한 것으로 분석되었다. Leroy(1977)는 가시비름의 발아 적정온도를 30 $^{\circ}$ C전후로 분석하고 있으나 본 실험 결과도 발아 적정온도가 35~40 $^{\circ}$ C로 분석되어 약간의 차이를 보였다.

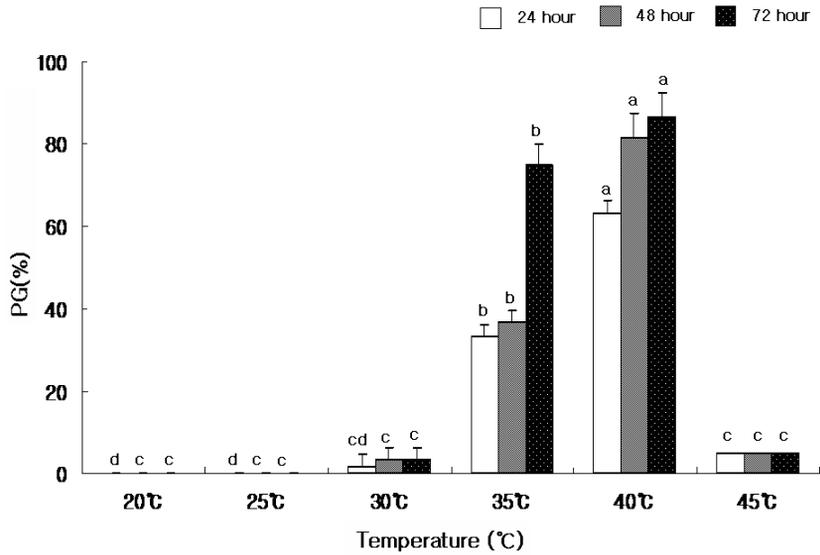


Fig. 1. Germination percentage(PG) of *Amaranthus spinosus* L. as affected by temperature condition. The different letters are significantly different at 5% level DMRT.

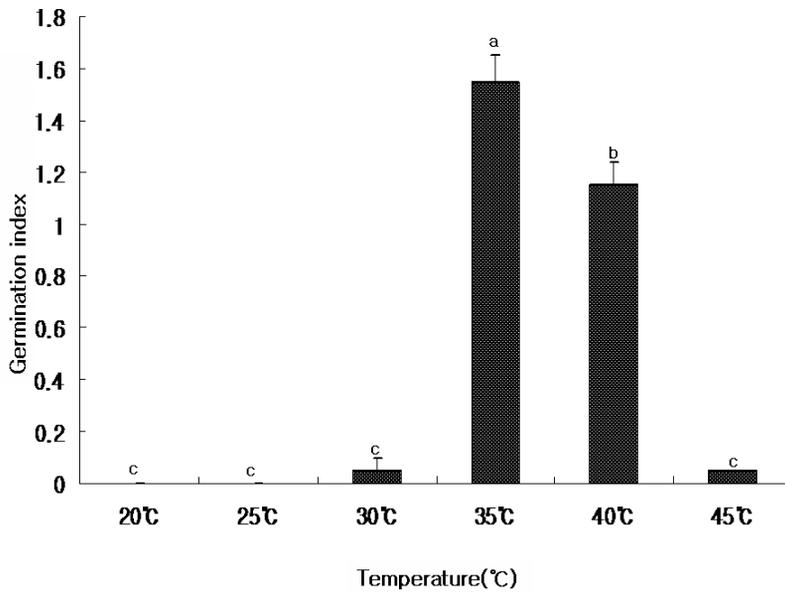


Fig. 2. Germination index(GI) of *Amaranthus spinosus* L. as affected by temperature condition. The different letters are significantly different at 5% level DMRT.

2. 가시비름의 Allelopathy 효과

1) 가시비름의 수용성 추출액에서의 발아실험

가시비름의 수용성 추출액에 대한 수용체 식물의 발아를 실험한 결과 수용성 추출액 농도가 증가함에 따라 벤트그라스의 상대발아율(RGR)이 감소하는 경향성을 보이고 농도별 벤트그라스의 상대발아율에 대한 영향을 보면 대조구와 25%, 50%, 75%, 100% 처리구가 서로 다른 영향을 주는 것으로 분석되었다. 반면 쥐보리풀, 도깨비바늘, 클로버, 자운영, 가시비름은 추출액농도 50% 이상부터 전혀 발아하지 않았으며 유채, 배추, 자주개자리는 추출액농도 25%에서도 전혀 발아하지 않았다. 배 등(2003)은 수종 나자식물 잎의 수용성 추출액이 무궁화 품종별 발아 및 초기 유식물 성장을 조사한 결과 수용체 식물이 같은 부용속 (*Hibiscus*) 일지라도 동일 수용성 추출액에 대해 발아와 생장의 차이를 보인다고 한다. 가시비름의 수용성 추출액 또한 같은 화본과(*Gramineae*)인 벤트그라스와 쥐보리풀에 대해 농도별 서로 다른 억제 정도의 차이를 보이고, 콩과(*Leguminosae*)인 클로버와 자주개자리에 대해서도 서로 다른 억제 정도의 차이를 보였다.

발아지수(GI)는 가시비름의 수용성 추출액농도에 대해 감소하는 경향을 보인 반면, 평균 발아일수(MGT)는 증가하는 것으로 나타났다<Fig. 3~Fig. 5>.

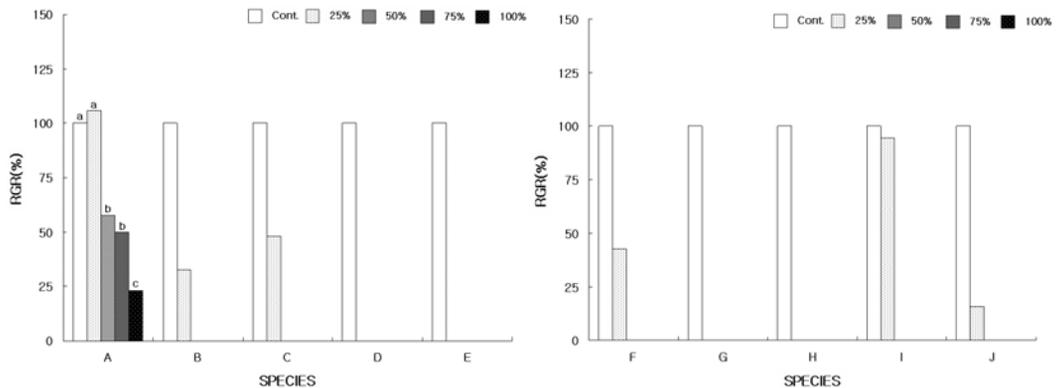


Fig. 3. Relative germination ratio(RGR) of receptor plants grown in petri dishes at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts. The different letters are significantly different at 5% level DMRT.

Key to species : A; *Agrostis stolonifera* ssp. *palustris* B; *Lolium multiflorum* C; *Bidens bipinnata* D; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera* E; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*, F; *Trifolium repens* G; *Astragalus sinicus* H; *Trifolium incarnatum* I; *Medicago sativa* J; *Amaranthus spinosus*

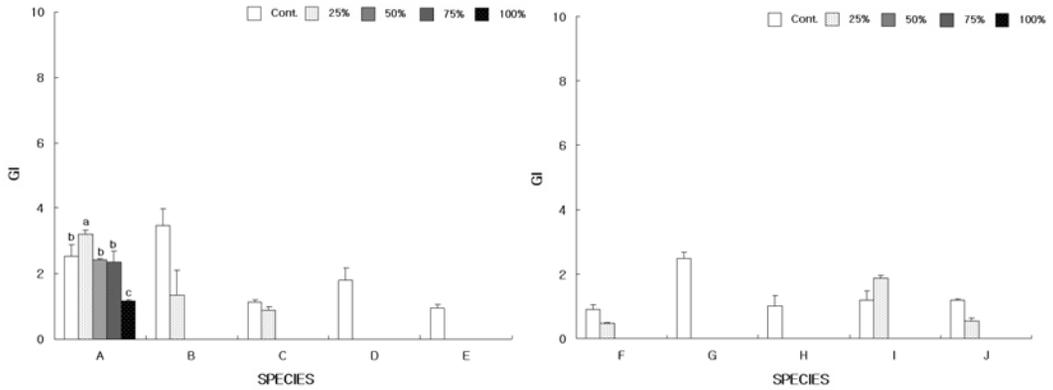


Fig. 4. Germination Index(GI) of receptor plants as affected by concentrations aqueous extracts of *Amaranthus spinosus* L. The different letters are significantly different at 5% level DMRT. Key to species as Fig. 3.

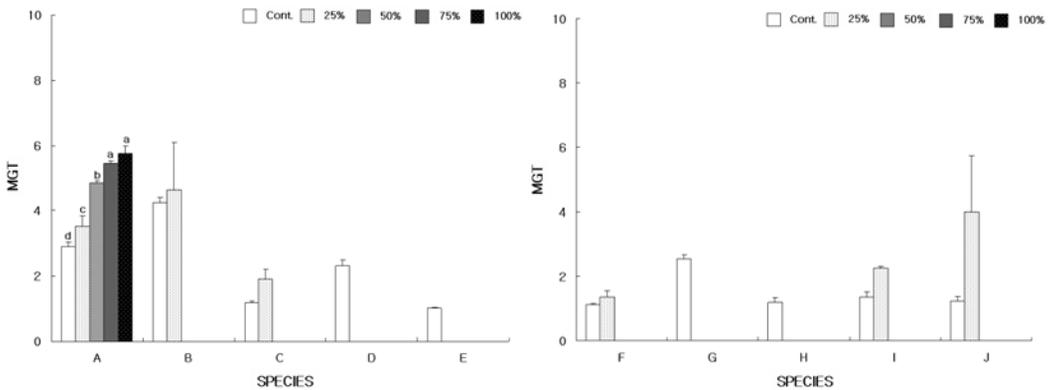


Fig. 5. Mean germination time(MGT) of receptor plants as affected by concentrations aqueous extracts of *Amaranthus spinosus* L. The different letters are significantly different at 5% level DMRT. Key to species as Fig. 3.

2) 가시비름의 수용성 추출액에서의 유식물의 생장

가시비름의 수용성 추출액에서 유식물의 기관별 생장을 실험한 결과는 대부분 수용체 식물의 지상부와 지하부의 길이와 생체량은 대조구에 비해 모든 처리구에서 농도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 보인다. 부위별 생장 억제의 정도를 보면 벤트그라스인 경우 25% 처리구에서 대조구에 비해 지상부의 생장은 84.8%인 반면 지하부는 28.5%로 지상부에 비해 억제정도가 큰 것으로 나타났다. 한편 김 등(1995)과 Lovett 등(1987)은 수용성 추출액의 처리에 의해 수용체 식물의 지상부 보다 지하부의 생장이 양호하다고 하였는데, 본

실험결과는 가시비름의 수용성 추출액 농도가 증가함에 따라 지상부보다 지하부가 현저한 억제 경향성을 보이고 있다. 이러한 결과는 수용체 식물과 공여체 식물의 종 특이성에 기인한 것으로 생각된다. 또한 클로버, 자운영, 크림슨클로버, 자주개자리는 같은 콩과(Leguminosae)임에도 불구하고 종에 따라 가시비름 수용성 추출액에 대한 유식물 생장억제의 정도 차이를 보였다. 따라서 가시비름의 수용성 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향은 수용체 식물의 종류와 유식물의 기관에 따라 억제의 정도차이가 있는 것으로 조사되었다<Fig. 6~Fig. 8.>.

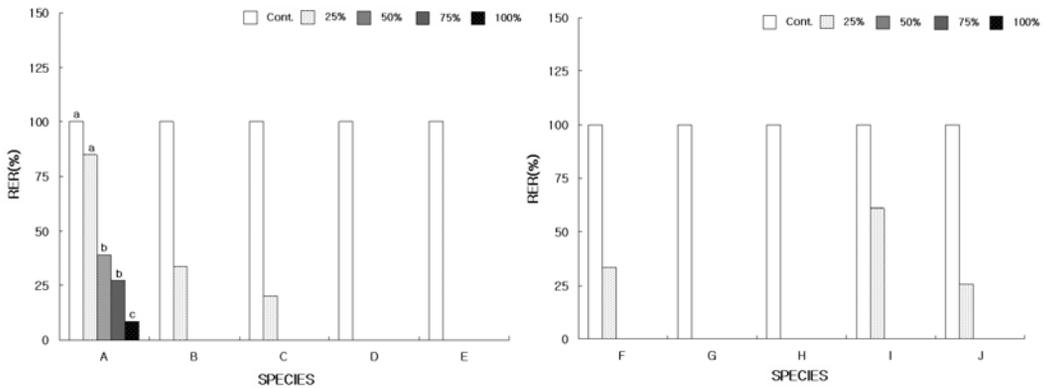


Fig. 6. Shoot grown(% of control, RER) of receptor plants as affected by concentrations of aqueous extracts of *Amaranthus spinosus* L. The different letters are significantly different at 5% level DMRT. Key to species as Fig. 3.

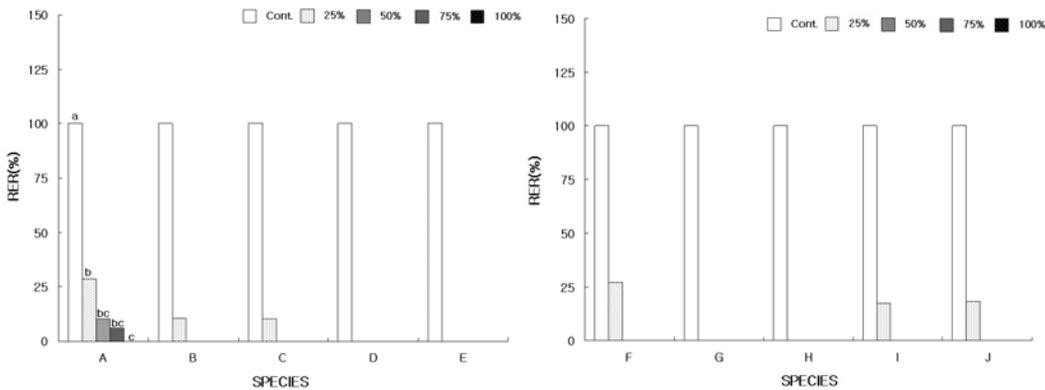


Fig. 7. Root grown(% of control, RER) of receptor plants as affected by concentrations of aqueous extracts of *Amaranthus spinosus* L. The different letters are significantly different at 5% level DMRT. Key to species as Fig. 3.

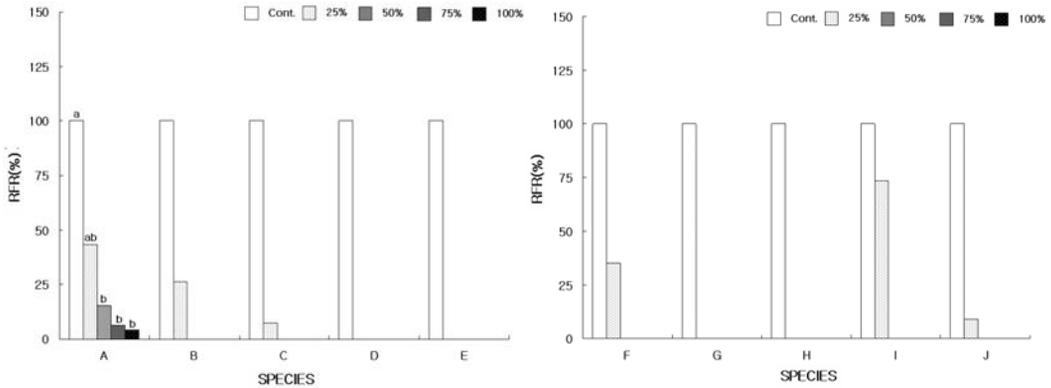


Fig. 8. Fresh weight (% of control, RFR) of receptor plants as affected by concentrations of aqueous extracts of *Amaranthus spinosus* L. The different letters are significantly different at 5% level DMRT. Key to species as Fig. 3.

3) 가시비름의 수용성 추출액에서의 생장실험

가시비름 수용성 추출액에 대한 수용체 식물의 생장결과는 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 지상·지하부의 길이가 순차적으로 억제되는 경향성을 보였다. 질경이의 지상부인 경우 대조구에 비해 100% 처리구에서는 41.4%가 억제되었고 유채 48.5%, 서양금혼초 64.6%, 망초 74.6% 순으로 감소되었으며 광대나물인 경우 고사(枯死) 되어 조사할 수 없었다. 반면 지하부인 경우 유채 47.9%, 질경이 64.9%, 망초 79.0%, 서양금혼초 82.3% 순으로 감소되었다. 따라서 대부분 수용체 식물은 지하부가 지상부보다 가시비름의 수용성 추출액에 대해 민감하게 반응을 보이고 수용체 식물중에 따라 서로 다른 생장억제의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 특히 서양금혼초인 경우 대조구에 비해 지상부가 (64.6%) 감소한 반면 지하부는 (82.3%) 가시비름의 수용성 추출액에 대해 지하부가 매우 민감하게 반응하는 것으로 나타났다<Fig. 9>. 식물체에서의 생체량 및 건중량은 식물의 길이와 부피 생장에 대한 통합된 지표로 가시비름의 수용성 추출액 농도 증가에 따른 수용체 식물의 생체량 및 건중량이 순차적 감소를 보이는데 이는 가시비름의 수용성 추출액이 수용체 식물의 지상·지하부의 길이 생장뿐만 아니라 식물의 줄기와 유근의 굵기, 조직구성물의 함량 등까지 영향을 주는 것으로 판단된다.<Table 1, Table 2>.

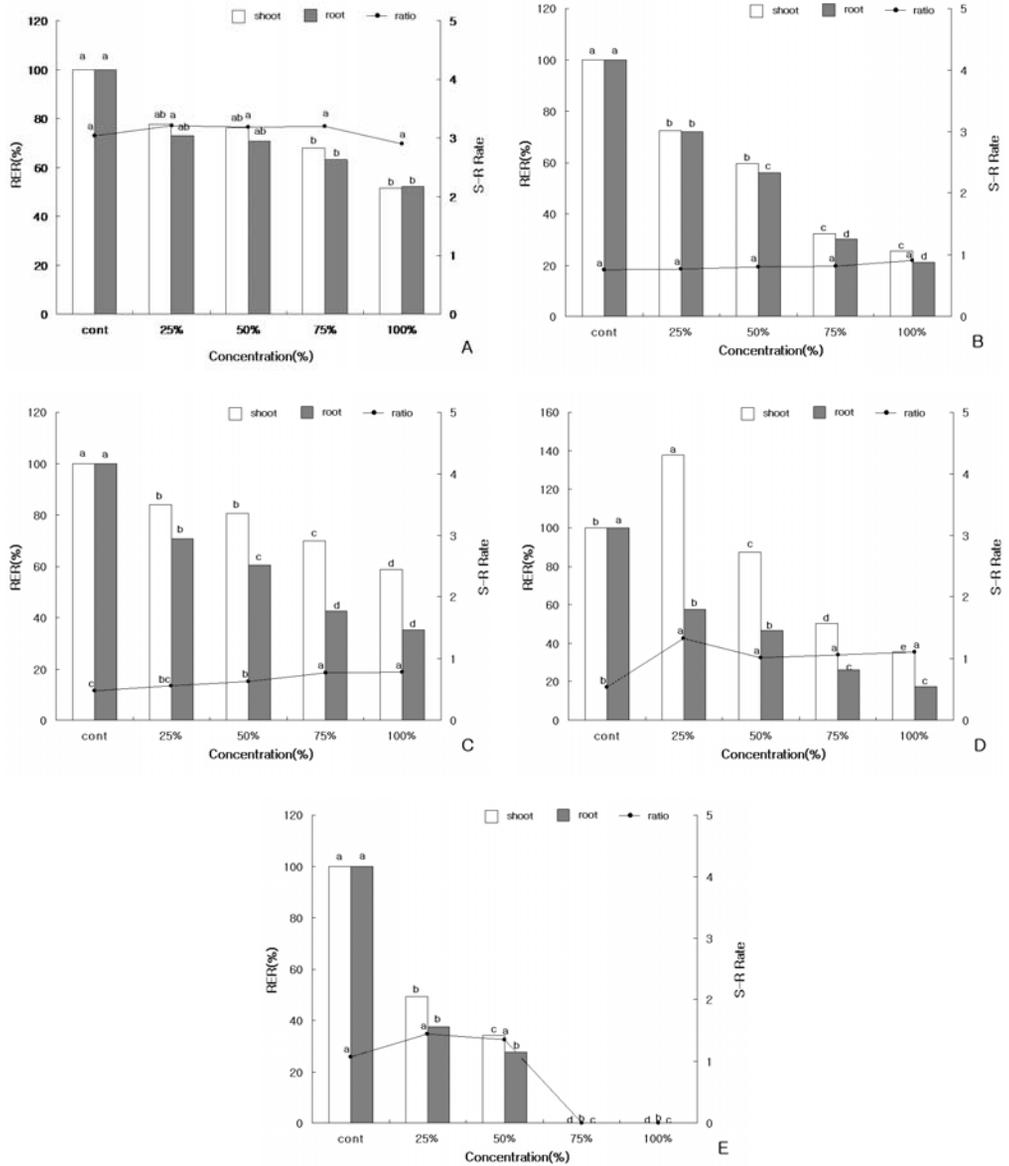


Fig. 9. Relative Elongation Ratio(RER) as affected by concentrations aqueous extracts of *Amaranthus spinosus* L. The different letters are significantly different at 5% level DMRT.

Key to species : A ; *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nippo-oleifera*. B ; *Erigeron annuus* C ; *Plantago asitaca* D ; *Hypochoeris radicata* E ; *Lamium amplexicaule*

Table 1. Fresh weight(mg) of receptor plants on shoot growth at different concentrations of *Amaranthus spinosus* aqueous extracts.

Species	Control	Fresh weight(mg)			
		25%	50%	75%	100%
A	19.4±1.13	24.1±2.37	24.2±2.67	14.9±4.24	12.5±1.88
B	15.8±4.69	11.7±1.89	8.0±2.30*	2.6±0.97**	1.1±0.40**
C	5.9±0.37	5.8±0.49	4.6±1.28	2.1±0.89**	2.0±0.38**
D	18.00±2.35	27.00±12.37	18.0±3.29	4.0±2.34	1.3±0.39
E	10.4±1.53	1.9±0.64**	0.5±0.35**	0.0±0.00**	0.0±0.00**

Statistical significance was calculated by one-way ANOVA(*: P<0.05; **: P<0.01).

Key to species as Fig. 9.

Table 2. Fresh weight(mg) of receptor plants on root growth at different concentrations of *Amaranthus spinosus* L. aqueous extracts.

Species	Control	Dry weight(mg)			
		25%	50%	75%	100%
A	4.0±0.63	3.6±0.81	2.5±0.10	2.3±0.94	1.7±0.45*
B	8.9±1.37	8.5±4.54	2.9±0.59	1.0±0.57*	0.3±0.20*
C	5.8±0.26	5.7±0.42	3.9±1.22	2.9±0.56**	2.5±0.57**
D	19.4±2.31	19.0±13.65	6.5±2.10	2.1±0.88	0.8±0.38
E	3.7±0.44	0.4±0.10**	0.2±0.30**	0.0±0.00**	0.0±0.00**

Statistical significance was calculated by one-way ANOVA(*: P<0.05; **: P<0.01).

Key to species as Fig. 9.

4) 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사

알레로패시효과는 phenolic acids, terpenoids, flavonoids, polyphenol 등 다양한 물질이 복합적으로 작용을 하고 동일 식물체라도 식물체의 부위와 성장시기, 서식지 환경에 따라 조성 과 함량의 차이가 있어 타 식물체에게 서로 다른 영향을 준다(Kim, 1997; Lodhi and Rich 1971; Duke 1986). 따라서 채집시기에 따른 부위별 가시비름의 총 페놀함량조사를 실시한 결과는 잎은 중기(593.3±14.8mg/l), 초기(509.5±19.6mg/l), 말기(310.1±13.5mg/l) 순으로 감소하였고, 뿌리는 중기(183.4±9.3mg/l), 초기(117.7±6.8mg/l), 말기(85.3±2.9mg/l) 순으로 감소하

였으며, 줄기는 중기($106.3 \pm 4.7 \text{ mg/l}$), 말기($88.8 \pm 7.0 \text{ mg/l}$), 초기($78.3 \pm 5.4 \text{ mg/l}$) 순으로 감소되는 것으로 분석되었다. 부위별 총 페놀함량은 잎, 뿌리, 줄기 순으로 감소되는 것으로 조사되었고, 중기의 줄기에 비해 잎의 총 페놀함량은 5.6배가 더 높은 것으로 분석되었다<Fig. 10>.

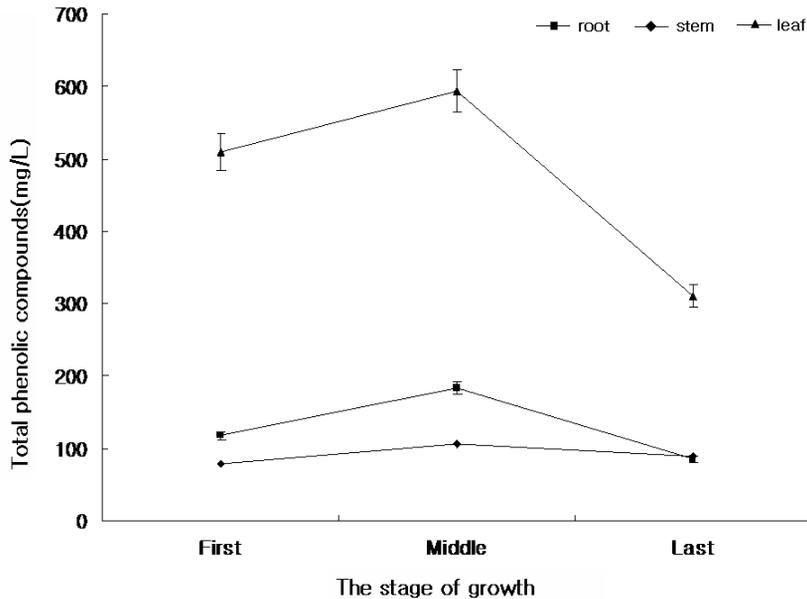


Fig. 10. Change of total phenolic compounds in different growth stages and organs of *Amaranthus spinosus*.

이와 같은 결과를 종합하여 보면 가시비름은 다량의 종자생산을 바탕으로 $35 \sim 40^\circ\text{C}$ 사이에서 단기간동안의 높은 발아율을 보이고 가시비름의 allelochemicals 중 하나인 페놀화합물이 자연상태에서 빗물에 의해 세탈되어 수관 내 토양의 다른 물질과 결합하거나 비활성화 상태로 존재하여 하부식생에 대해 allelopathy 효과를 보임으로써 제주 초지에서의 경쟁적 우세를 가지고 있는 것으로 판단된다. 이를 토대로 가시비름의 수용성 추출액 성분이 농업 생태계 내의 천연 제초제로서 활용 가능성이 있는 것으로 사료된다.

IV. 적 요

본 연구는 가시비름의 군락 형성에 따른 하부식생에 미치는 영향을 환경식물학적측면에서의 파악과 천연 제초제로서의 기초자료로 제공하기 위해 온도별 가시비름의 발아특성과

수용성 추출액에 따른 수용체 식물의 발아 및 유식물 생장을 조사하였다.

가시비름의 온도별 발아는 30~45℃ 사이에서 파종 후 24시간 후부터 발아가 시작되었고, 24시간 후 발아율(PG)은 30℃ 처리구(1.7±2.9), 35℃ 처리구(33.3±2.9), 40℃ 처리구(63.3±2.9) 순으로 증가하는 것으로 분석되었고 45℃ 처리구는 5.0±0.0로 현저하게 감소하는 것으로 조사되었다. 가시비름의 수용성 추출액 농도가 증가됨에 따라 대부분 수용체 식물의 상대 발아율(RGR), 상대신장율(RER), 상대생체량(RFR)은 감소하는 경향을 보이고 각각 수용체 식물에 따라 약간의 정도 차를 보였다. 수용체 유식물의 생장은 부위별 억제 정도 차를 보이는데 수용체 식물의 지상부보다 지하부가 가시비름의 수용성 추출액에 대해 억제의 경향이 높은 것으로 분석되었다. 가시비름의 수용성 추출액에 대한 수용체 식물의 생장 또한 지하부가 지상부보다 가시비름의 수용성 추출액에 대해 민감한 반응을 보이고 각각의 수용체 식물에 따라 지상·지하부의 길이와 부피생장 등에 서로 다른 영향을 주는 것으로 나타났다. 이 가시비름 시료에 대한 채집 시기별, 부위별 페놀함량을 분석한 결과 시기별로는 생육 중기, 초기, 말기 순으로 감소하였고, 부위별로는 잎, 뿌리, 줄기 순으로 감소되었다.

이와 같은 결과를 종합해보면 가시비름은 온도별 발아특성과 알레로패시 효과를 나타내는 페놀화합물 등에 의해 제주지역 생태계에서 경쟁적 우위를 점하고 있어 천연 제초제로서의 활용 가능성이 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 아열대 생물산업 및 친환경농업생명산업인력양성 사업단의 지원에 의하여 수행되었음.

[논문접수일 : 2008. 2. 13. 최종논문접수일 : 2008. 3. 20.]

참 고 문 헌

1. Aber, C. J., D. John and J. M. Melillo. 1991. Terrestrial ecosystems, Saunder College Pub. pp. 315-316.
2. Chou, C, H and G. R. Waller. 1987. Isolation and identification by massspectrometry of phytotoxins in Coffea arabica. Bot. Bull. Acad. Sin.(Taipei) 2: 25-34.
3. Duke, S. O. 1986. Naturally occurring chemical compounds as herbicides. Rev. Weed Sci. 2:

- 17-44.
4. Given, D. R. 1994. Alien plants and feral animal. In IUCN(ed.), Principles and Practice of Plant Conservation. Timber Press, pp. 28-31.
 5. Graham, H. D. 1992 Modified prussian blue assay for total phenol compound. J. Agric. Food Chem. 40: 801-807.
 6. Hussain, F., I. Ilahi and B. S. Kil. 1991. Allelopathic effects of walnut plants(*Juglans regia* L.) on four crop species. Korean J. Bot. 34: 39-100.
 7. Kil, B. S and Y. J. Yim. 1983. Allelopathic effects of phenolic compounds from some plants. Korean J. Ecol. 19: 329-340.
 8. Kim, J. H. 1997. Variation of monoterpenoids in *Artemisia feddei* and *Artemisia scoparia*. J. Plant Bio. 40: 267-274.
 9. LeRoy G. Holm, Donald L. Plucknett, Juan V. Pancho, James P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds Distribution and Biology Published for the East-West Center by the University Press of Hawaii, Honolulu pp. 119-124.
 10. Lodhi, M. A. K. and E. L. Rice 1971. Allelopathic effects of *Celtis laevigata*. Bull. Torrey Bot. Club 98: 83-89.
 11. Lovett, J. V., M. Y. Ryuntyu and P. R. Garlick. 1987. Allelopathic effects of thom-apple(*Datura stramonium* L.). Proc. 8th Aust. Weeds Conf., Sydney, pp. 179-181.
 12. Rice, E L. 1984. Allelopathy 2nd ed. Academic Press, inc., Orlando, Florida. pp. 292-309.
 13. Rice, E L. 1984. Allelopathy 2nd ed. Academic Press, inc., Orlando, Florida. pp. 320-344.
 14. Sherly G. 2000. Invasive species in the pacific: a technical review and draft regional strategy. South Pacific Regional Environment Programme(SPREP), Samoa.
 15. Tokarska-Guzik, B. 2001. plant invasions: species ecology and ecosystem management (Brunda, G. et al.(eds.)), Backhuys Pub., Leiden.
 16. 고강석·서민환·길지현·구연봉·오현경·이민효·박수현·전의식·양영환. 2003. 외래식물의 영향 및 관리방안 연구(IV). 국립환경연구원보고. pp. 24-25.
 17. 김용욱·김선호·김은주·조영동. 1995. 리기다소나무의 잎 추출액이 근단세포의 형태변화에 미치는 영향. 한국식물학회지 38: 73-78.
 18. 김용욱. 1993. 리기다소나무의 allelochemicals가 수종 식물의 종자발아, 세포구조 및 동위효소 패턴에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위 논문. p. 88.
 19. 김찬수. 2006. 제주지역 생태계 위해 외래식물의 분포현황 및 관리방안 연구. 제주지역 환경기술센터. pp. 107-111.
 20. 노범진·길봉섭. 1986. 리기다소나무의 독성물질이 다른 식물에 미치는 영향. 원광대학교 기초자연과학연구지. 5:19-27

21. 배명호·김용옥. 2003. 수중 나자식물의 잎 수용 추출액이 무궁화의 품종별 종자발아와 유식물 및 초기생장에 미치는 영향. 한국생태학회지 26(1): 39-47.
22. 양영환·한봉석·오진보. 2007. 제주 미기록 귀화식물(V). 한국잡초학회 제27권 별책 1호 77-81.
23. 양영환. 2003 제주도 귀화식물의 분포와 식생에 관한 연구. 제주대학교 박사학위 논문. p. 108.