

넙새냉이 수용성추출물의 제초활성 탐색*

김태근** · 송진영*** · 강정환**** · 양영환***** · 김현철***** · 송창길*****

Screening of Herbicidal Activity from Aqueous Extracts of *Coronopus didymus*

Kim, Tae-Keun · Song, Jin-Young · Kang, Jeong-Hwan ·
Yang, Young-Hoan · Kim, Hyoun-Chol · Song, Chang-Khil

This study was carried out to allelopathic effects of aqueous extracts on *Coronopus didymus* in order to investigate the competitive dominant in plant ecosystem and possibility application in natural herbicide. Number of species and species diversity for close to patch of *C. didymus* was decreased gradually site #1 (7, 1.76), site #2 (5, 1.34) and site #3 (5, 1.25). It was generally decreased the relative germination ratio ($r=-0.731$, $p<0.01$), the mean germination time, the relative elongation ratio ($r=-0.571$, $p<0.01$, $r=-0.730$, $p<0.01$), the relative fresh weight ($r=-0.743$, $p<0.01$), development of root hairs of receptor plants by concentration of the aqueous extracts from *C. didymu*. But they were different from the growing regions, the kind of receptor plants and the treatment of the aqueous extracts. Especially, it was differently effected among growing regions that inhibited more radicle than shoot by the aqueous extracts concentration of *C. didymus*. Total phenolic compound in the aqueous extracts of *C. didymus* analyzed about 23.0 ± 1.1 mg/g. Total phenolic compounds of soil in survey area was increased gradually site #1 (0.072 ± 0.002 mg/g), site #2 (0.082 ± 0.003 mg/g) and site #3 (0.092 ± 0.004 mg/g). We think that the aqueous extracts of *C. didymu* showed allelopathic effects on other plants. Therefore, *C. didymu* hold the competitive dominant of plant ecosystem in Jeju Island and possibility application of natural herbicide.

* 이 논문은 2015학년도 제주대학교 학술진흥연구비 지원사업에 의하여 연구되었음.

** 제주대학교 농학과

*** 제주대학교 식물자원환경전공

**** (주)더원

***** 제주특별자치도 세계유산·한라산 연구원

***** Corresponding author, 제주특별자치도 세계유산·한라산 연구원(khc4078@korea.kr)

***** Corresponding author, 제주대학교 식물자원환경전공(sck5622@jejunu.ac.kr)

Key words : *allelopathic effects, aqueous extracts, competitive dominant, coronopus didymus, natural herbicide*

I. 서 론

최근 세계화에 의해 편승하여 국외 여행객수가 급증하고, 활발한 교역과 국토의 도시화 확대 등으로 귀화식물이 지속적으로 이입되고 있다. 이들의 분포를 보면 국내에 287분류군이 분포하고 있어 국내에 분포하는 식물(4,620분류군)에 약 6%를 차지하고 있다(Kang et al., 2003; Koh et al., 2003). 지형·지리적 특수성을 보이는 제주도인 경우는 섬이라는 특성과 함께 격리된 생태계를 가짐으로써 특유한 생물상을 가지고 있는데 167과 1,990분류군이 서식하고 있으며 그중 37과 205분류군이 귀화식물에 속하고 국내 분포하는 귀화식물 중 약 71%가 분포하고 있다(Yang, 2007; Ko et al., 1999).

귀화식물이 자생식물과 경쟁함에 있어 우위에 있는 이유는 폭넓은 발아조건, 개화의 신속성, 높은 환경적응력 등과 식물활성물질(biological active substance)인 allelochemicals라는 특정 화학물질을 생성하여 여러 가지 방출기작을 통해 주변지역에 방출시킴으로써 작물이나 자생식물의 종자 발아와 생장에 영향을 주기 때문이다(Aber et al., 1991; Given, 1994; Duke, 1986). 따라서 귀화식물의 대부분이 allelochemicals를 함유함 있어 타식물의 종자 발아와 성장을 억제하여 그들의 영역을 확보하고 점차 개체수를 증가시켜 커다란 군락을 형성하는 식물생태학적 특성을 보인다(Lee et al., 1997). 그중 개망초(*Erigeron annuus*), 망초(*Erigeron canadensis*), 비름(*Amaranthus mangostanus*), 돼지풀(*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*), 토끼풀(*Trifolium repens*) 등은 우리나라 자생식물보다 phenolic compounds를 상당히 함유함으로써 주변식물의 발아와 유근 생장억제뿐만 아니라 식물성 병원균의 생장억제, 병원균의 침입에 대한 방어 작용을 하는 allelochemicals가 함유하고 있고 식물군락의 형성과 천이, 작물의 생산 등에 관여한다(Kim and Chang, 1998; Kim and Kim, 2001; Kim and Lee, 1996). 이처럼 allelochemicals에 의한 생화학적 상호작용 현상을 알레로파시(allelopathy)라 한다(Kim and Lee, 1996). 과거에는 allelopathy를 다만 식물생태 화학적인 측면만으로 연구해 왔지만 최근에 국제식품규격위원회(CODEX)에서 제정한 “유기식품의 생산, 가공, 표시, 유통 등에 관한 Codex 가이드라인”을 보면 잡초방제에 있어 유기합성 제초제의 사용을 금지하고 있으며, 식물, 미생물 등의 유기물 또는 광물에서 유래한 자재만을 허용하고 있고 친환경 농업에 대한 관심이 높아짐으로써 식물의 allelochemicals를 이용한 친환경 농자재로 개발하려는 많은 연구가 진행되고 있다. 따라서 본 연구는 귀화식물인 뉘새냉이(*Coronopus didymus* (L.) Sm.)의 allelopathy 효과를 조사함에 있어 뉘새냉이의 수용성추출액이 타식물의 발아와 생장을 미치는 영향을 조사하여 천연제초제 대한 자원화 방안의 기초 자료 제공과 제주 초

지에서 경쟁적 우세 원인 규명을 하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 냄새냉이 식생 조사

1) 조사지역 및 시기

냄새냉이(*C. didymus*) 군락내 하부식생의 변화를 알아보기 위해 2014년 5월부터 2015년 8월까지 제주특별자치도 서귀포시 대정읍 일대에 분포하는 냄새냉이 군락을 대상으로 현지 조사를 실시하였다.

2) 조사방법 및 처리

냄새냉이 군락을 선정하여 연결식생법(belt- transect)으로 냄새냉이가 분포하지 않는 곳에서부터 100% 피도가 보이는 내부까지 방형구(1×1 m) 내에 분포하는 각각의 식물 종수와 개체수를 조사하였으며 이때 조사된 자료를 가지고 Shannon-Wiener(1963)의 $H' = -\sum (n_i/N) \ln(n_i/N)$ 공식을 이용하여 종 다양성 지수를 산출하였다. 여기서 n_i 는 각 종의 개체수, N는 관찰된 총 개체수를 의미한다. 그리고 냄새냉이의 분포에 따른 토양내의 총 페놀함량 변화와 하부식생의 변화와의 관계 등을 알아보기 위해 SPSS PC⁺ 통계 package를 이용하여 분석하였다.

2. 냄새냉이 수용성 추출액에서의 발아 실험

1) 공여체 및 수용체 식물

냄새냉이를 서귀포시 대정읍 일대에서 2015년 6월에 채취하여 공여체식물(donor plant)로 정하고, 가시비름(*Amaranthus spinosus*), 배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*), 진분홍토끼풀(*Trifolium incarnatum*), 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*), 털갈퀴덩굴(*Vicia villosa*), 질경이(*Plantago asiatica*), 들묵새(*Festuca myuros*), 벼트그라스(*Agrostis palustris*)을 수용체 식물(receptor plant)로 정하였으며, 이들의 종자는 실험하기 전년에 채집하거나 종묘상에서 구입하여 실내 암소에 보관하여 사용하였다.

2) 수용성 추출액 준비

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

고, 대조구는 24시간 전에 받아둔 증류수를 사용하여 한천배지를 만들어 사용하였다.

3) 수용성 추출액에서의 발아실험

냄새냉이의 수용성 추출액 농도에 대한 수용체 식물의 발아 실험은 3회 반복실험으로 하였고 Petri dish (Ø 9 cm)에 수용체 식물의 종자를 일정한 간격으로 20립씩 파종하여 실시하였다. 수용체 식물의 상대발아율(Relative Germination Ratio, RGR), 평균발아일수(Mean Germination Time, MGT)와 유식물의 지상부, 지하부의 상대신장율(Relative Elongation Ratio, RER), 상대생체율(Relative Fresh weight Ratio, RFR) 등은 파종 6~15일 후에 종에 따라 2~5 cm 유식물이 성장되었을 때 이를 수확하여 산출하였으며, 광학현미경하에서 냄새냉이의 추출액 농도에 따른 수용체식물의 뿌리털의 발달을 관찰하였다(Kil, 1988; Scott et al., 1984).

$$MGT = \frac{\sum(\text{치상후 조사일수} \times \text{조사당일 발아수})}{\text{총 발아수}}$$

$$RGR = \frac{\text{실험구의 발아수}}{\text{대조구의 발아수}} \times 100$$

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

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

4) 토양 및 수용성 추출액에서의 총 페놀함량 분석

냄새냉이 분포에 따른 토양과 수용성 추출액의 총 페놀함량은 Prussian blue법(Graham, 1992)으로 3회 반복 측정하였고, 토양과 냄새냉이의 수용성 추출액 100 µl에 증류수 3 ml, 0.01 M FeCl₃/0.1 N HCL 1 ml, 0.016 M K₃Fe(CN)₆ 1 ml을 혼합하여 진탕한 후 실온에서 15 분간 방치 후 stabilizer (H₂O : 1% gum arabic : 85% phosphoric acid = 3:1:1, v/v/v) 5ml를 첨가한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀함량은 gallic acid를 이용하여 검량곡선을 작성하고 gallic acid에 대한 당량으로 환산하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 냄새냉이 군락 내 하부식생 조사

냄새냉이 분포에 따른 하부식생의 변화를 알아보기 위해 연접식생법(belt-transect)을 이용

하여 분기별 냄새내기 하부에 출현하는 종수와 종 다양성 지수를 산출한 결과, 냄새내기 균락 외부지역인 1번 조사구에서는 망초, 개썩갓 등 7종, 냄새내기 균락 인접 지역인 2번 조사구에서는 포아풀, 황새냉이 등 5종, 냄새내기 균락 내부지역인 3번 조사구에서는 광대나물, 콩 등 5종이 분포하는 것으로 조사되었고, 종 다양성 지수는 1번 조사구 1.76, 2번 조사구 1.34, 3번 조사구 1.25로 산출되었다. 출현종수와 종 다양성 지수가 3번 조사구 < 2번 조사구 < 1번 조사구순으로 증가하여 냄새내기가 균락을 형성함에 따라 하부식생의 출현 종 수 및 종 다양성에 영향을 미치는 것으로 분석되었다(Fig. 1). 이는 냄새내기가 이입이 됨에 따라 화학물질(allelochemicals)을 방출하여 서식지 주변 환경에 영향을 주는 것으로 판단되며, 식물은 서식지를 공유함에 있어 환경요인인 수분, 양분, 빛 등을 제한하여 영향을 주고 식물 중 특유의 화학물질을 생산하여 주위에 방출하여 서식지 환경변화를 일으켜 다른 생물체에게 직간접적인 유익·유해하게 작용한다(Rice, 1984).

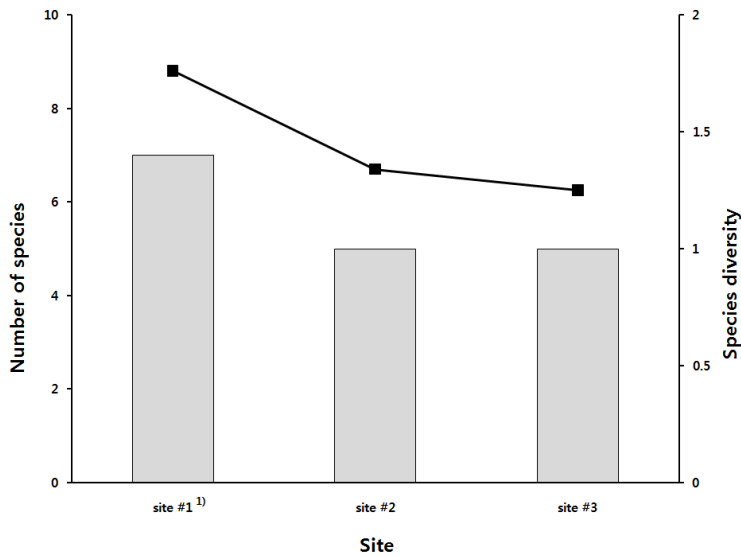


Fig. 1. Various number of species and species diversity index.

¹⁾ site #1, outside area patch of *Coronopus didymu*; site #2, border area patch of *Coronopus didymu*; site #3, inside area patch of *Coronopus didymu*.

2. 수용성 추출액에서의 발아실험

냄새내기의 수용성 추출액 농도에 따른 수용체식물의 발아에 대해 조사한 결과, 대부분 수용체식물은 농도가 증가함에 따라 대조구에 비해 발아율이 순차적으로 감소($r=-0.731$, $p < 0.01$)하는 경향을 보이고 수용체식물의 종류에 따라 각각의 상대발아율에서 차이를 보였다. 특히 수용성추출액 농도증가에 따라 민감하게 발아가 억제되는 수종은 가시비름으로

25% 이상부터는 전혀 발아되지 않았으며 털갈퀴덩굴은 50% 이상, 배추와 질경이는 50% 이상, 들묵새는 75% 이상부터 발아가 되지 않았다. 반면 진분홍토끼풀, 도깨비바늘, 벨트글라스는 전처리구에서 발아는 되었으나 대조구에 비해 100% 처리구에서 50% 이하의 발아율을 보였다(Fig. 2). Bae 등(2003)은 수종 나자식물 잎의 수용성 추출액이 무궁화 품종별 발아 및 초기 유식물 생장을 조사한 결과 수용체 식물이 같은 부용속(*Hibiscus*) 일지라도 동일 수용성 추출액에 대해 발아와 생장의 차이를 보인다고 한다. 냄새냉이의 수용성 추출액 또한 같은 화본과(*Gramineae*)인 들묵새와 벨트글라스에 대해 농도별 서로 다른 억제 정도의 차이를 보이고, 콩과(*Leguminosae*)인 진분홍토끼풀과 털갈퀴덩굴에 대해서도 서로 다른 억제 정도의 차이를 보였다.

평균발아일수는 발아하는데 소요되는 시간으로 농도가 증가함에 따라 발아가 늦어지는 것으로 분석되었다. 들묵새인 경우 대조구에서 7.4일이었으나 100% 처리구에서는 10.0일로 약 2.7일이 늦어졌고 크립슨클로버는 약 3일, 도깨비바늘은 약 0.5일이 늦어진 것으로 분석되었다(Table 1).

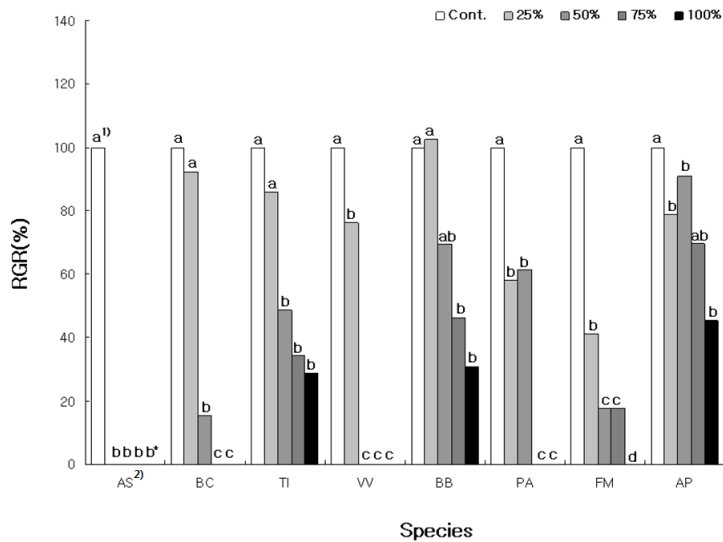


Fig. 2. Relative germination ratio of receptor plants grown in petri dishes with various concentrations of *C. didymus* aqueous extracts.

¹⁾ Means separation within columns by Duncan's multiple range test, $p=0.05$.

²⁾ AS, *Amaranthus spinosus*; AB, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; TI, *Trifolium incarnatum*; BB, *Bidens bipinnata*; VV, *Vicia villosa*; PA, *Plantago asiatica*; FM, *Festuca myuros*; AP, *Agrostis palustris*.

Asterisk (*) indicates no germination.

Table 1. Effects of various concentrations of *C. didymus* aqueous extracts on mean germination time (MGT) of receptor plants

Concentration	Mean germination time (Days)							
	AS ¹⁾	BC	TI	VV	BB	PA	FM	AP
Cont.	1.3	1.7	2.6	4.7	2.5	6.4	6.5	7.4
25%	-*	2.9	3.3	9.1	2.2	8.5	10.0	6.9
50%	-	6.4	3.5	-	3.1	8.3	10.6	6.7
75%	-	-	5.0	-	4.2	-	9.2	8.5
100%	-	-	5.5	-	3.0	-	-	10.0

¹⁾ AS, *Amaranthus spinosus*; AB, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; TI, *Trifolium incarnatum*; BB, *Bidens bipinnata*; VV, *Vicia villosa*; PA, *Plantago asiatica*; FM, *Festuca myuros*; AP, *Agrostis palustris*. Asterisk (*) indicates no germination.

3. 수용성 추출액에서의 유식물의 생장

냄새냉이의 수용성 추출액에서 유식물의 기관별 생장을 분석한 결과 대부분 수용체식물의 지상부($r=-0.571$, $p<0.01$), 지하부의 길이($r=-0.730$, $p<0.01$)와 생체량($r=-0.743$, $p<0.01$)은 대조구에 비해 모든 처리구에서 농도가 증가함에 따라 감소되는 경향을 보인다. 수용성 추출액의 농도 증가에 따른 지상부 생장을 보면 진분홍토끼풀인 경우 대조구에 비해 25% 처리구에서 50.3%, 50% 처리구에서 80.4%, 75% 처리구에서 91.5%, 100% 처리구에서는 85.0%가 생장이 억제되었으며, 벤투글라스인 경우 대조구에 비해 25% 처리구에서 26.1%, 50% 처리구에서 27.1%, 75% 처리구에서 19.9%, 100% 처리구에서는 13.9% 생장이 증가된 것으로 조사되었다(Fig. 3). 지하부 생장은 진분홍토끼풀인 경우 대조구에 비해 25% 처리구에서 92.1%, 50% 처리구에서 89.3%, 75% 처리구에서 91.0%, 100% 처리구에서는 95.0%가 생장이 억제가 되었고 벤투글라스인 경우도 전처리구에 약 50% 이상 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 4). 한편 Kim 등(2011)과 Kang 등(2008)은 귀화식물인 왕도깨비가지, 가시비름의 수용성 추출액이 유식물에 미치는 영향을 조사하였는데 수용성 추출액의 농도가 증가함에 따라 지하부가 지상부보다 민감하게 반응을 보인다고 보고하였다. 이것은 뿌리로 부터 흡수된 allelochemicals가 뿌리에 축적되어 세포분열이 지연되면서 생장이 억제된 것이라고 볼 수 있는데 본 실험 결과도 냄새냉이의 수용성추출액이 농도가 증가함에 따라 지상부보다 지하부가 현저한 억제 경향성을 보였다(Kim et al., 1995). 따라서 냄새냉이의 수용성 추출액이 유식물 생장에 미치는 영향은 수용체 식물의 종류와 유식물의 기관에 따라 억제의 정도차이가 있는 것으로 나타났다. 지상부와 지하부 생장의 통합지표인 수용성 추출액 따른 생체량의 변화는 농도가 증가됨에 따라 순차적인 감소를 보이는 것으로 조사되었다(Fig. 5).

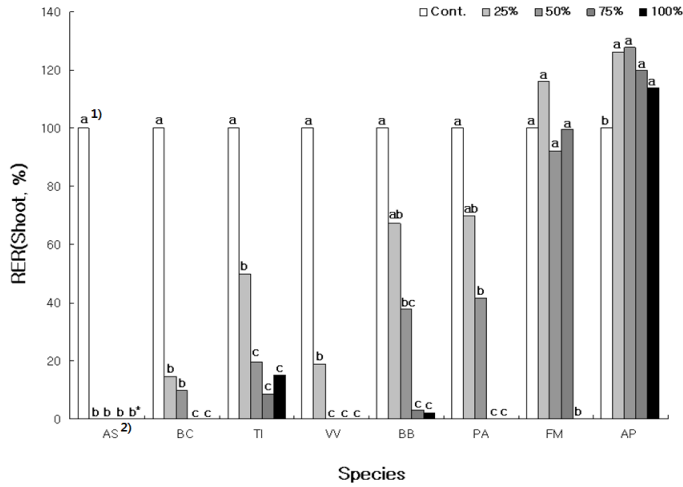


Fig. 3. Effects of various concentrations of *C. didymus* aqueous extracts on shoot grown (% of control, RER) of receptor plants.

¹⁾ Means separation within columns by Duncan's multiple range test, p=0.05.
²⁾ AS, *Amaranthus spinosus*; AB, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; TI, *Trifolium incarnatum*; BB, *Bidens bipinnata*; VV, *Vicia villosa*; PA, *Plantago asiatica*; FM, *Festuca myuros*; AP, *Agrostis palustris*.
 Asterisk (*) indicates no germination.

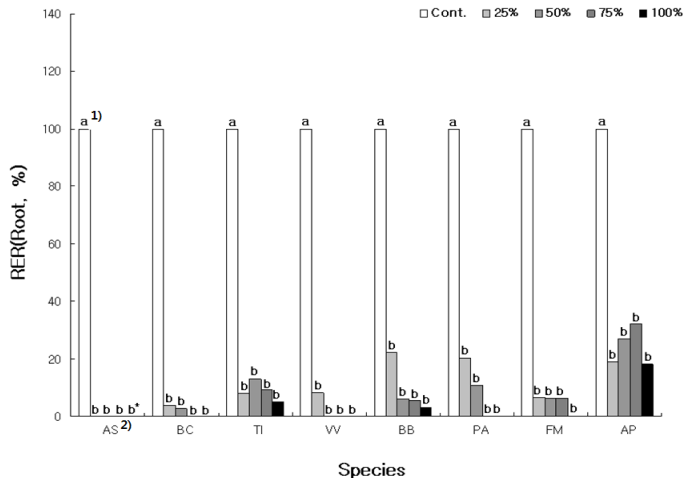


Fig. 4. Effects of various concentrations of *C. didymus* aqueous extracts on root grown (% of control, RER) of receptor plants.

¹⁾ Means separation within columns by Duncan's multiple range test, p=0.05.
²⁾ AS, *Amaranthus spinosus*; AB, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; TI, *Trifolium incarnatum*; BB, *Bidens bipinnata*; VV, *Vicia villosa*; PA, *Plantago asiatica*; FM, *Festuca myuros*; AP, *Agrostis palustris*.
 Asterisk (*) indicates no germination.

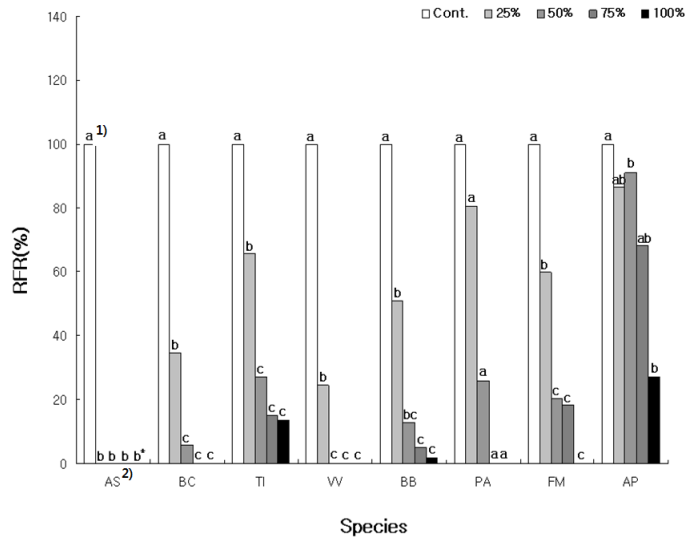


Fig. 5. Effects of various concentrations of *C. didymus* aqueous extracts on fresh weight (% of control, RFR) of receptor plants.

¹⁾ Means separation within columns by Duncan's multiple range test, p=0.05.

²⁾ AS, *Amaranthus spinosus*; AB, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; TI, *Trifolium incarnatum*; BB, *Bidens bipinnata*; VV, *Vicia villosa*; PA, *Plantago asiatica*; FM, *Festuca myuros*; AP, *Agrostis palustris*.

Asterisk (*) indicates no germination.

4. 수용성 추출액에서의 뿌리털 발달

뿌리털은 식물체의 영양분, 무기염류, 수분을 흡수를 담당하는 기관이며, 냄새냉이의 수용성 추출액 농도에 따른 유식물의 뿌리털 발달을 보면 각 수용체식물 중에 따라 억제 정도는 다르지만 농도가 증가함에 따라 뿌리털의 길이, 단위면적당 뿌리털의 수가 억제되는 것을 확인할 수 있으며, 발아를 하지 못한 농도는 뿌리털을 확인하지 못하였다(Fig. 6). *Parthenium*의 수용성추출액은 수용체식물의 뿌리생장을 억제하고(Mersie and Singh, 1987) 수용성추출액의 농도에 따라 뿌리의 생장에 서로 다른 영향을 준다는 보고(Heisey, 1990; Hazeboek et al., 1989; Pardates and Dingal, 1988)와 일치하였다. 따라서 수용체식물이 토양에 착근되기 어렵고 착근이 된다하더라도 뿌리의 발달이 빈약하여 수분, 영양분 등을 흡수하기 어려워 생장에 많은 영향을 받을 것으로 판단된다.

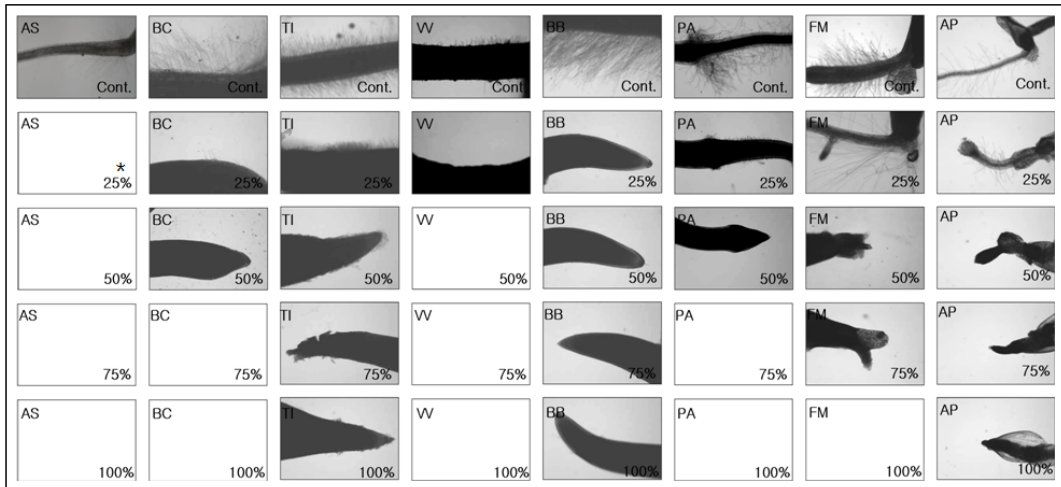


Fig. 6. Development of receptor plants root hairs with different concentrations of *C. didymus* extracts.

¹⁾ AS, *Amaranthus spinosus*; AB, *Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*; TI, *Trifolium incarnatum*; BB, *Bidens bipinnata*; VV, *Vicia villosa*; PA, *Plantago asiatica*; FM, *Festuca myuros*; AP, *Agrostis palustris*.

Asterisk (*) indicates no germination.

5. 수용성 추출액의 총 페놀 함량

식물체 내의 페놀 화합물들은 일반적으로 acid 계통이며 shikimic acid 경로를 통해 생성되어 외부로 배출되는 수용성물질이며(Duke, 1986) 이것이 다른 식물에 작용하게 되므로 냄새냉이 추출액의 총 페놀함량을 측정하였다. 냄새냉이의 총 페놀 함량은 23.0±1.1 mg/g로 분석되었는데 이는 타 공여체식물인 가시비름(59.3±1.5 mg/g), 소엽(59.9±0.8 mg/g), 달맞이꽃(77.5±2.5 mg/g), 전동싸리(89.6±7.1 mg/g)보다 낮은 수치를 보였다(Kim et al., 2007). 이에 따른 냄새냉이 분포에 따른 토양 내 총 페놀함량을 분석한 결과는 군락 외부지역인 1번 조사구인 경우 0.072±0.002 mg/g, 군락 내·외부의 접경지역인 2번 조사구는 0.082±0.003 mg/g, 군락 내부지역인 3번 조사구는 0.092±0.004 mg/g로 냄새냉이 군락에 근접 할수록 토양 내 총 페놀함량이 증가하였다.

대부분의 공여체식물 총 페놀 함량은 수용체식물의 발아 및 유식물 생장에 관계가 있다고 한다. 그러나 냄새냉이의 타식물에 비해 총 페놀 함량은 낮으나 알레로파시 효과를 보이는 것은 냄새냉이의 allelochemicals 중 하나인 페놀화합물이 자연상태에서 낙엽이나 빗물에 의해 세탈되어 수관 내 토양에 비활성화 상태로 잔존하거나 다른 물질과 결합하여 타식물종에 대해 발아, 유식물의 성장 등의 서로 다른 영향을 주는 것으로 판단된다. 이와 같은 결과를 종합하여 보면 냄새냉이의 수용성 추출액은 알레로파시 효과를 보임으로써 하부식

생에 대한 발아 및 성장 등에 영향을 주어 유기농업분야에서 천연 제초제로 활용 가능성이 있다고 판단된다.

IV. 적 요

본 연구는 냄새냉이의 군락 형성에 따른 하부식생에 미치는 영향을 환경식물학적 측면에서의 파악과 천연제초제로서의 기초자료를 제공하기 위해 수용성 추출액 농도에 따른 수용체 식물의 발아 및 유식물 성장 등을 조사하였다.

냄새냉이 군락에 근접할수록 1번 조사구(7종, 1.76), 2번 조사구(5종, 1.34), 3번 조사구(5종, 1.25) 순으로 출현종수, 종 다양도가 감소하는 경향을 보였다. 냄새냉이의 수용성 추출액 농도가 증가됨에 따라 대부분 수용체 식물의 상대발아률($r=-0.731$, $p<0.01$), 평균발아기간, 상대신장률($r=-0.571$, $p<0.01$, $r=-0.730$, $p<0.01$), 상대생체량($r=-0.743$, $p<0.01$), 뿌리털 발달 등이 감소하는 경향을 보이고 각각 수용체 식물에 따라 약가의 정도 차를 보였다. 수용체 유식물의 생장은 부위별 억제 정도 차를 보이는데 수용체 식물의 지상부보다 지하부가 냄새냉이의 수용성추출액에 대해 억제의 경향이 높은 것으로 분석되었다. 냄새냉이의 수용성추출액에 대한 총 페놀 함량은 23.0 ± 1.1 mg/g으로 분석되었다. 조사지역의 토양 내 총 페놀 함량은 1번 조사구(0.072 ± 0.002 mg/g), 2번 조사구(0.082 ± 0.003 mg/g), 3번 조사구(0.092 ± 0.004 mg/g) 순으로 증가되는 경향을 보였다.

이들 결과를 종합하면 냄새냉이는 자생식물과의 경쟁함에 있어 알레로파시 효과를 나타내는 페놀 화합물 등이 수관 내 토양으로 방출하여 하부식생에 대한 발아 및 성장 등에 영향을 주기 때문에 경쟁적 우위를 점하고 있으며, 천연제초제로서의 활용 가능성을 가지고 있는 것으로 판단된다.

[Submitted, November. 18, 2015 ; Revised, December. 30, 2015 ; Accepted, January. 29, 2016]

References

1. Aber, C. J., D. John, and J. M. Melillo. 1991. Terrestrial ecosystems. Saunder College Pub. pp. 315-316.
2. Bae, B. H., and Y. O. Kim. 2003. Effect of leaf aqueous extracts from some gymnosperm plant on the seed germination, Seedling growth and transplant of *Hibiscus syriacus* varieties.

- Korean J. Ecol. 26(1): 39-47.
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. Hazebroek, J. P., S. A. Garrison, and T. Gianfagna. 1989. Allelopathic substances in Asparagus roots: extraction, characterization, and biological activity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(1): 152-158.
 7. Heisey, R. M. 1990. Allelopathic and herbicidal effects of extracts from tree of heaven (*Ailantus altissima*). Amer J. Bot. 77(5): 662-670.
 8. Kang, B. H., S. H. Hong, D. O. Lee, S. M. Jean, and G. O. Kim. 2003. A comparative study on name of plant in South and North Korea. Bulletin of Korean Plant Conservation Society. 58: 12-14.
 9. Kang, J. H., H. C. Kim, S. B. Woo, J. Y. Song, T. K. Kim, J. Y. Kang, Y. S. Ha, and C. K. Song. 2008. Allelopathic effects of *Amaranthus spinosus* L. for improvement of natural herbicide. Korean J. Org. Agric. 16(1): 127-142.
 10. Kil, B. S. 1988. Allelopathy effect of *Pinus rigida* Mill. Korean J. Ecol. 11(2): 65-76.
 11. Kim, Y. O. and N. K. Chang. 1998. Effects of aqueous extracts from naturalized and korean wild plants on seed germination and seedling growth of Zoysiagrass. Korean Turfgrass Sci. 12(3): 237-248.
 12. Kim, H. S., and J. H. Kim. 2001. Allelopathic effects of colatile compounds from *Ambrosia artemisiifolia* leaves on the selected species. Korean J. Ecol. 24(1): 61-66.
 13. Kim, S. C. and H. J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Korean J. Ecol. 19: 329-340.
 14. Kim, Y. O., H. J. Lee, E. S. Kim, and Y. D. Cho. 1995. Effect of leaf extract from *Pinus rigida* on morphological changes of root tips. Korean J. Plant Biol. 38(1): 73-78.
 15. Kim, T. K., Y. B. Ko, G. H. Lee, H. C. Kim, J. G. Ko, S. B. Woo, and C. K. Song. 2007. Allelopathic effects of naturalized plants in Jeju island. Korean Association of Biological sci. 62(Sup. 2): 200.
 16. Kim, T. K., H. C. Kim, D. S. Kim, J. Y. Song, Y. S. Ha, J. H. Kang, S. B. Woo, and C. K. Song. 2011. Herbicidal activity of aqueous extracts from *Solanum viarum* (Dunal). Korean J. Org. Agric. 19(1): 65-82.

17. Ko, Y. W., J. C. Chae, and B. K. Kim. 1999. Distribution of weed species in agricultural lands of Cheju island. *Korean J. Weed Sci.* 19(1): 70-82.
18. Koh, K. S., M. H. Suh, J. H. Kil, Y. B. Ku, H. K. Oh, M. H. Lee, S. H. Park, E. S. Cheon, and Y. H. Yang. 2003. Research on the effects of alien plants on ecosystem and their management (IV). National Institute of Environmental Research Ministry of Environment. pp. 24-25.
19. Lee, J. H., I. T. Kim, H. J. Kim, and Y. O. Kim. 1997. Allelopathic effects of extracts of *Trifolium repens* on the seed germination and seedling growth of *Zoysia japonica*. *Korean J. Ecol.* 24(3): 125-130.
20. Mersie, M., and M. Singh. 1987. Allelopathic effect of *Parthenium (Parthenium hysterophorus L.)* extract and residue on some agronomic crops and weeds. *J. Chem. Ecol.* 13(7): 1739-1747.
21. Pardates, J. R., and A. G. Dingal. 1988. An allelopathic factor in taro residues. *Trop. Agric.* 65(1): 21-24.
22. Rey B., J. M. and S. M. Scheiner. 1993. Diversity patterns of wet meadows along geochemical gradients in Spain. *J. Veg. Sci.* 1: 103-108.
23. Scott, S. J., R. A. Jones and W. A. Williams, 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science.* 24: 1192-1199.
24. Shannon, C. E. and W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Uana. p. 117.
25. Yang, Y. H. 2007. Studies on the vegetation of naturalized plants in Jeju island. *Korean J. Weed Sci.* 26(2): 112-121.