

자생식물과 귀화식물의 수용 추출액이 Zoysiagrass의 발아와 유근생장에 미치는 영향

김용옥* · 장남기

서울대학교 사범대학 생물교육과

Effects of Aqueous Extracts from Naturalized and Korean Wild Plants on Seed Germination and Seedling Growth of Zoysiagrass

Yong-Ok Kim* and Nam-Kee Chang

Department of Biology Education, Seoul National University

ABSTRACT

The soil pH favored by Korean wild plants is 5.33~7.20, while naturalized invader species prefer soils of pH 3.95~6.48. The germination rate of *Zoysia japonica* was inhibited sharply, up to 60%, in extracts of naturalized plants of concentrations over 50%. *Erigeron canadensis* extract most strongly inhibited germination, while the Korean wild species, *Cassia mimosoides* var. *nomame* increased germination rates in concentrations of 30% and 50%. The seedling growth of *Zoysia japonica* in extracts of Korean wild species and naturalized species did not show differences, but was inhibited strongly, up to 60%, in the extract of *Cassia mimosoides* var. *nomame* concentration of over 15%.

Analysis of the extract from *Cassia mimosoides* var. *nomame* identified procatechuic acid, *p*-hydroquinone, *p*-coumaric acid and ferulic acid at 254nm; and vanillic acid, hydroquinone, benzoic acid and cinnamic acid were discovered at 284nm. The seed germination and seedling growth of *Zoysia japonica* were investigated under different concentrations of phenolic compounds. Ferulic acid and vanillic acid were associated with an increased germination rate, while *p*-coumaric acid appeared to inhibit seedling growth.

Key words: invader species, wild plant, Phenolic, Germination, Seedling, *Zoysia japonica*

서 론

귀화식물에 대하여 본격적으로 언급되기 시작한 것은 1980년 초로 귀화식물의 분포현황을 조사

“본 연구는 1997년도 한국학술진흥재단의 박사 후 연구과정 연구지원에 의하여 수행되었음.”

*corresponding author

하고 새로운 목록을 제시하는 수준이었다. 그 후 1990년부터 환경오염과 관련하여 전국에 넓게 분포하는 미국자리공의 위해성에 대한 논쟁이 있는 후 귀화식물이 자연 생태계에 미치는 영향에 대하여 관심을 갖게 되어 식물사회학적인 종 분포 및 토양 환경 분야에서도 무시될 수 없는 지경에 이르렀다.

국내에 분포하는 귀화식물은 종자와 무성생식에 의한 용이한 번식, 폭넓은 발아 조건을 가지고 있으며 특별한 환경제한조건이 자생종들보다 적다(Aber and Melillo, 1991; Given, 1994; Newsome and Noble, 1986). 우리나라에 분포하는 귀화식물(박, 1994; 1995a)과 서울시의 귀화식물(양, 1989)을 볼 때 국화과와 벼과가 각각 23.9%와 17%로 높은 분포를 나타내고 있다. 귀화식물의 대부분이 allelochemical 물질을 함유함으로써 다른 근접 종자의 발아와 성장을 억제하여 그들의 영역을 확보하고 점차 종수를 증가시켜 커다란 군락을 형성하고 있음을 발견하였다(이 등, 1997). 즉 귀화식물이 분포하는 지역에는 일반적으로 자생식물의 종 빈도수가 낮게 나타나는데 이러한 요인 중의 하나가 식물체내의 2차 대사산물인 phenolic compound를 포함한 tannin, terpenoid, volatile 등의 수용성이거나 휘발성물질임이 보고되었다(Kim and Lee, 1996; Rice, 1984). Phenolic compound인 chlorogenic acid, ρ -coumaric acid, ferulic acid, caffeic acid 등은 shikimic acid경로를 통해 생성되며 종자의 발아를 억제하고 성장저해를 가져오는 물질이다(Duke, 1986).

귀화식물 중 특히 개망초, 망초, 비름, 돼지풀, 클로버 등이 주변식물의 성장을 억제하는 allelopathy 현상을 일으키는 물질을 함유하고 있다고 알려져 있으나(Chou and Waller, 1987; 김, 1993; Rice, 1984) 우리나라 자생식물과 귀화식물간의 분포와 종 특성 및 이들의 경쟁을 allelochemical 물질로서 비교 분석한 연구는 전무한 실정이다.

그리하여 본 연구는 자생식물과 귀화식물의 활용방안과 귀화식물의 우점원인을 알아보고자 골프장 잔디밭 주변의 자생식물과 귀화식물의 토양 pH를 조사하였으며 자생식물과 귀화식물의 다양한 분포에 따른 allelochemicals를 분석하기 위하여 콩과, 마디풀과, 국화과, 쇠비름과, 소태나무과, 삼과, 자리공과의 7과에서 대표되는 식물을 채집하여 이들이 잔디의 발아와 유근생장에 미치는 영향을 조사하였으며 HPLC를 이용하여 성분분석을 실시하였다.

한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 한국, 일본, 중국지역에 분포하며 난지형, 다년생 잔디로서 생육최적온도가 30℃로 생육이 왕성하며 병반지의 회복이 빠르기 때문에 발병율이 상대적으로 낮아 한지형 잔디와 비교할 때 내병성이 매우 높고 내건, 내습, 내한성에 대한 적응력이 강하다(Beard, 1973; 김 등, 1992; 심, 1995; Turgeon, 1991).

본 연구는 골프장 잔디의 합리적인 관리를 위해서 골프장 주변에 인위적 간섭이 이루어진 지역에 분포하는 식물과 잔디와의 상호작용을 조사하고 인공적인 제초제나 살충제 대신 잔디밭 주변식물의 천연생장 조절물질인 allelochemicals를 이용하기 위하여 *Zoysia japonica*의 종자발아를 촉진하고 유근생장을 억제하는 식물을 탐색하여 이들의 천연물질을 이용하기 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

자생식물과 귀화식물의 채집 및 토양 pH 측정

자생식물 6종인 차풀(*Cassia mimosoides* var. *nomame*), 쇠비름(*Portulaca oleracea*), 환삼덩굴(*Humulus japonica*), 칩(*Pueraria thunbergiana*), 명아주(*Chenopodium album* var. *centrorubrum*), 까마중(*Solanum nigrum*)과 귀화식물 8종인 망초(*Erigeron canadensis*), 애기수영(*Rumex acetocella*), 미국자리공(*Phytolacca americana*), 가층나무(*Ailanthus altissima*), 서양등골(*Eupatorium rugosum*), 원추천인국(*Rudbeckia bicolor*), 소리쟁이(*Rumex crispus*), 돼지풀(*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatiior*)을 1997년 서울근교 골프장과 개발지역을 직접 답사하여 자생식물과 귀화식물의 분포상황을 조사하고 있을 채집하였으며 실험용 종자로는 들잔디(*Zoysia japonica*)를 서울 종묘에서 구입하여 실험하였다. 자생식물과 귀화식물이 분포하는 지역의 토양을 채집하여 토양 pH를 측정하였다.

자생식물과 귀화식물의 추출액제조 및 발아와 유근생장

추출액은 잎 200g에 증류수 1,000ml를 넣어 80℃에서 48시간 동안 진탕추출하였으며 15,000 rpm에서 30분간 원심분리한 후 그 상층액을 4℃ 냉장고에 보관하면서 본 실험에 사용하였다. 추출액은 잔디종자 파종 전에 filter paper(직경 150mm, pore size 5 μ m, 1 μ m)로 여과한 다음 추출액의 농도를 15%, 30%, 50%, 75%, 100%로 조절하여 실험에 사용하였다. 잔디 종자는 균일한 크기의 종자를 선택하여 5% sodium hypochloride 용액에서 3분간 소독한 후 증류수로 3~5회 세척하여 petri-dish(직경 90mm)에 50립씩 파종하였으며 18일동안 광이 있는 32℃ incubator에서 4회 반복하여 실험하였고 발아율은 상대발아율로 계산하였다.

차풀 추출액의 phenolic compound 성분 분석

수용추출한 시료의 정제는 분액 깔대기에 추출액 40ml를 취하여 포화 NaCl 10ml를 가한 후 1N HCl을 이용하여 pH 2로 조절하였다. 여기에 ethylether 20ml를 넣어 분배 후 ether층은 다른 분액깔대기에 모으고, 이 ether층에 5% NaHCO₃ 용액20ml를 넣어 분배 후 ether층은 버리고 NaHCO₃ 용액층만을 취하였다(3회 반복). 수집된 NaHCO₃ 용액층은 HCl을 이용하여 pH 2로 조절한 다음 ether 20ml로 분배 후, ether층을 취해(3회 반복) rotary evaporator로 감압하여 증발시키고 남은 잔류물을 5ml acetonitrile로 용해시켜 membrane filter로 여과 한 후 HPLC(Hewlett Packard Series 1050, U.S.A) 분석용 시료로 사용하였다(Kim 1993). Diode-Array Detector(250, 254, 284nm) 분석 조건으로 Column은 Lichrospher[®] 100(RP-18, 4mm i.d. × 100mm)을 사용하며, mobile phase는 acetonitrile와 sodium acetate buffer(A pump : acetonitrile, B pump : 0.02M sodium acetate buffer pH 4.3 with acetic acid)를 사용하고, flow rate는 1.3ml/min, injection volume은 20 μ l로 하였다.

Phenolic compound 별 발아와 유근생장

차풀의 추출액을 HPLC로 분석한 결과 phenolic compounds중 benzoic acid의 7종이 분리되었다. 차풀의 phenolic compounds중 잔디의 발아와 유근생장에 가장 효과가 있는 phenolic compounds 물질을 알아보기위해서 Lodhi(1976)와 Kil(1992)의 방법을 변형하여 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 9종의 시약을 10-3M, 10-4M, 10-5M 농도로 조절하여 잔디종자에 처리하고 발아와 유식물생장을 측정 한 후, 이를 억제하거나 촉진하는 물질을 조사, 비교하였다.

결과 및 고찰

자생식물과 귀화식물의 토양 pH

귀화식물과 자생식물 종의 분포정도를 조사하고 토양 pH를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 미국자리공을 비롯한 8종 귀화종의 대조구(귀화종이 분포하지 않는 지역) pH는 4.05-6.88까지 광범위하게 나타났으나 실험구(귀화종이 분포하는 지역) pH는 3.95-6.48로 넓은 pH 범위를 나타내었다. 또한 귀화종의 대조구 pH에 비하여 실험구의 pH가 망초를 제외하고 전반적으로 모두 낮은 산성을 나타냈다. 자생종의 pH는 대조구와 실험구 간에 큰 차이를 보이지 않았고 pH 범위가 5.20-7.23으로 중성에 가까우며 좁은 pH 범위를 나타냈으며 환삼덩굴과 칩, 까마중은 오히려 실험구의 pH가 높게 조사되었다(Table 1). 이(1990)는 토양 pH가 낮을 경우 무기물 분포의 불균형으로 잔디의 뿌리 생육에 영향을 미친다고 하였다. 귀화식물 추출액의 대부분이 자생식물 추출액보다 낮은 pH를 보이며 pH범위가 다양한데(김 등, 1995; Kim and Lee, 1996; Olmisted and Rice, 1974) 이는 토양 pH와 밀접한 관계가 있으며 귀화식물의 토양 pH범위가 넓다는 것은 환경 적응 능력이 자생식물보다 우수하여 보다 많은 종 수의 확산에 의하여 우점종화 될 수 있다는 것을 예시하는 것이다.

Table 1. Soil pH in the sampling sites.

Naturalized species	Control	Test	Korean species	Control	Test
<i>Phytolacca americana</i>	4.05	3.95	<i>Humulus japonicus</i>	5.53	5.68
<i>Erigeron canadensis</i>	4.06	4.46	<i>Pueraria thunbergiana</i>	7.01	7.20
<i>Eupatorium rugosum</i>	4.29	4.27	<i>Portulaca oleracea</i>	7.13	6.92
<i>Rudbeckia bicolor</i>	5.40	5.25	<i>Cassia mimosoides</i> var. <i>nomame</i>	7.23	7.01
<i>Rumex acetocella</i>	5.35	4.81	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	6.92	6.53
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>	6.88	6.10	<i>Solanum nigrum</i>	5.20	5.33
<i>Ailanthus altissima</i>	6.69	6.48			
<i>Rumex crispus</i>	6.57	6.10			

잔디종자의 발아율과 유근생장

귀화식물 추출액에 의한 Zoysiagrass의 발아율은 망초 추출액에 의해서 가장 억제되었고 망초, 돼지풀, 가중나무, 미국자리공의 순으로 발아가 억제되었으며 각 추출액의 50%이상 농도부터 발아율이 60% 미만으로 급격하게 억제되었다(Fig. 1). 귀화식물들의 총 phenolic compound 함량을 측정된 결과 망초가 다른 귀화식물에 비하여 높은 함량을 나타냈고 발아억제 효과가 크다고 보고 하였으며(이 등, 1997) 잔디밭의 잡초 중 망초가 발생율이 높은 대표적인 잡초로 문제시되고 있다(이, 1993). 각 추출액의 농도가 증가함에 따라 전반적으로 발아율이 억제되었으며 자생식물 추출액에 의한 발아율은 귀화식물(Fig. 1)과는 달리 차풀의 추출액 농도 30%와 50%에서 다른식물에 비하여 촉진효과를 나타냈으며 환삼덩굴은 추출액의 농도 증가에 따라 발아율이 억제되었고 칩과 쇠비름은 낮은 농도부터 발아율이 감소되는 경향(Fig. 2), 즉 칩과 쇠비름은 귀화식물보다 더욱 발아율을 억제하였으므로 잔디 주변에 칩이나 쇠비름의 분포를 인위적으로 감소시키는 것이 효과적일 것이다.

추출액별 유근생장은 차풀을 제외하고 귀화식물과 자생식물 모두 전반적으로 농도 증가에 따라 유근생장을 억제하였으나(Table 2) 귀화식물에 비하여 자생식물의 유근생장이 추출액 100% 농도에서 더욱 현저하게 억제되었다. 차풀의 경우는 15% 농도이상부터 50% 이상의 잔디의 유근생장을 현저하게 억제하였으므로 자생식물인 차풀이 골프장의 잔디밭 주변에 존재하는 것이 잔디종자의 발아는 촉진되고 유근생장은 억제하여 즉 식물의 분포를 조정함으로써 식물의 천연물질을 활용

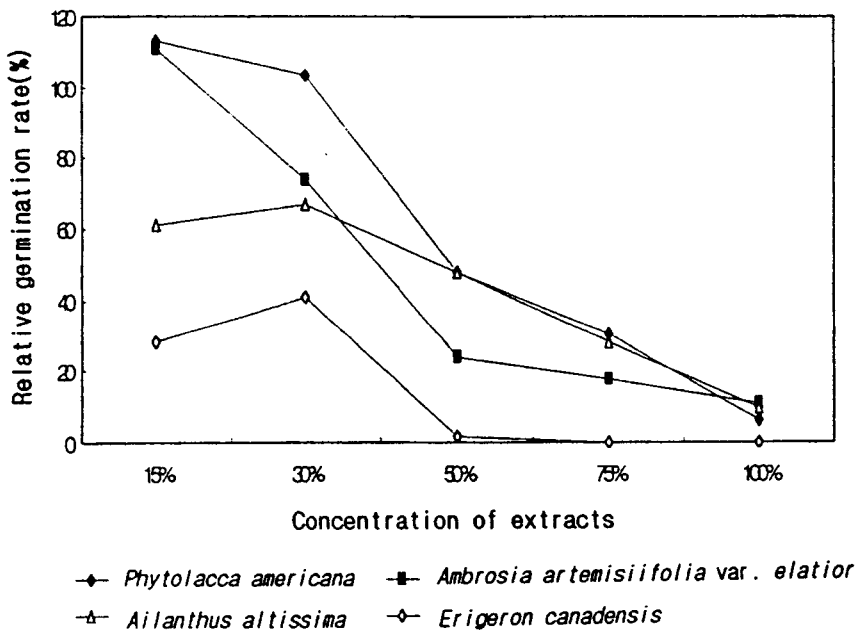


Fig. 1. Comparison of germination rate at 18 days after sowing of *Zoysia japonica* with different concentrations of aqueous extracted naturalized invader plant

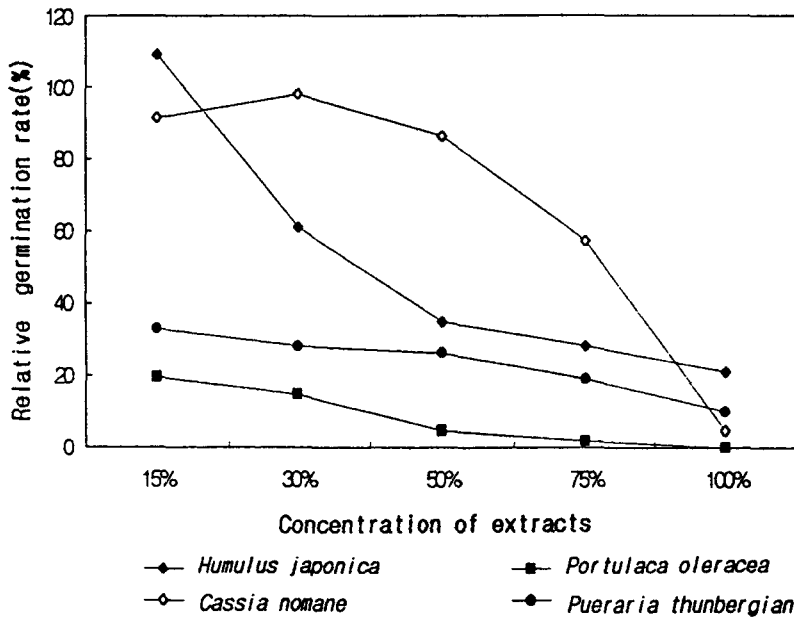


Fig. 2. Comparison of germination rate at 18 days after sowing of *Zoysia japonica* with different concentrations of aqueous extracted Korean wild plant

할 수 있다고 사료된다. 현재 골프장 잔디의 적절한 생육을 위하여 식물생장조절 물질인 GA의 사용과 잔디 callus에 다양한 식물호르몬을 혼합 처리하여 세포분열능을 조사하는 연구 등이 수행되고 있는데(현 등, 1995a; 1995b) 본 연구는 식물이 함유하고 있는 천연물질을 이용함으로써 자생식물인 차풀종자의 발아시기와 잔디의 발아시기를 비교하여 발아시점을 달리한다면 잔디의 발아는

Table 2. The seedling growth of *Zoysia japonica* for the naturalized invader plant and Korean wild plant(Mean \pm SD)

Species	Aqueous extracts	Control	Extract concentration (%)				
			15	30	50	75	100
Naturalized species	<i>Phytolacca americana</i>	21 \pm 2	23 \pm 2	20 \pm 5	20 \pm 4	19 \pm 4	11 \pm 0
	<i>Rumex crispus</i>	21 \pm 2	21 \pm 2	19 \pm 2	19 \pm 6	19 \pm 3	18 \pm 7
	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>	21 \pm 2	24 \pm 3	22 \pm 2	22 \pm 3	18 \pm 4	18 \pm 4
	<i>Ailanthus altissima</i>	21 \pm 2	25 \pm 3	21 \pm 3	17 \pm 4	12 \pm 2	\pm
	<i>Erigeron canadensis</i>	21 \pm 2	24 \pm 1	18 \pm 5	4 \pm 0	0 \pm 0	\pm
Korean species	<i>Cassia nomane</i>	21 \pm 2	11 \pm 5	5 \pm 5	2 \pm 2	0 \pm 0	\pm
	<i>Portulaca oleracea</i>	21 \pm 2	21 \pm 4	21 \pm 2	20 \pm 2	18 \pm 3	\pm
	<i>Humulus japonica</i>	21 \pm 2	20 \pm 2	19 \pm 3	18 \pm 4	15 \pm 5	\pm
	<i>Pueraria thunbergiana</i>	21 \pm 2	22 \pm 7	22 \pm 3	17 \pm 4	16 \pm 12	\pm

촉진되고 유근생장은 억제되는 효과를 보일 수 있을 뿐 아니라 식물호르몬과 같이 개발할 수 있는 가능성을 보이는 것이므로 더욱 깊은 연구가 필요하다고 생각된다.

차풀의 성분분석

자생식물 중 차풀의 15%와 30% 농도 추출액에서 잔디의 종자발아율이 증가되었으며 유근생장은 대조구에 대하여 60%이상 억제효과를 나타냈으므로 차풀추출액의 성분분석을 HPLC를 이용하여 실시하였다(Fig. 3). Phenolic compound 중 254nm에서 retention 순서에 따라 proto-

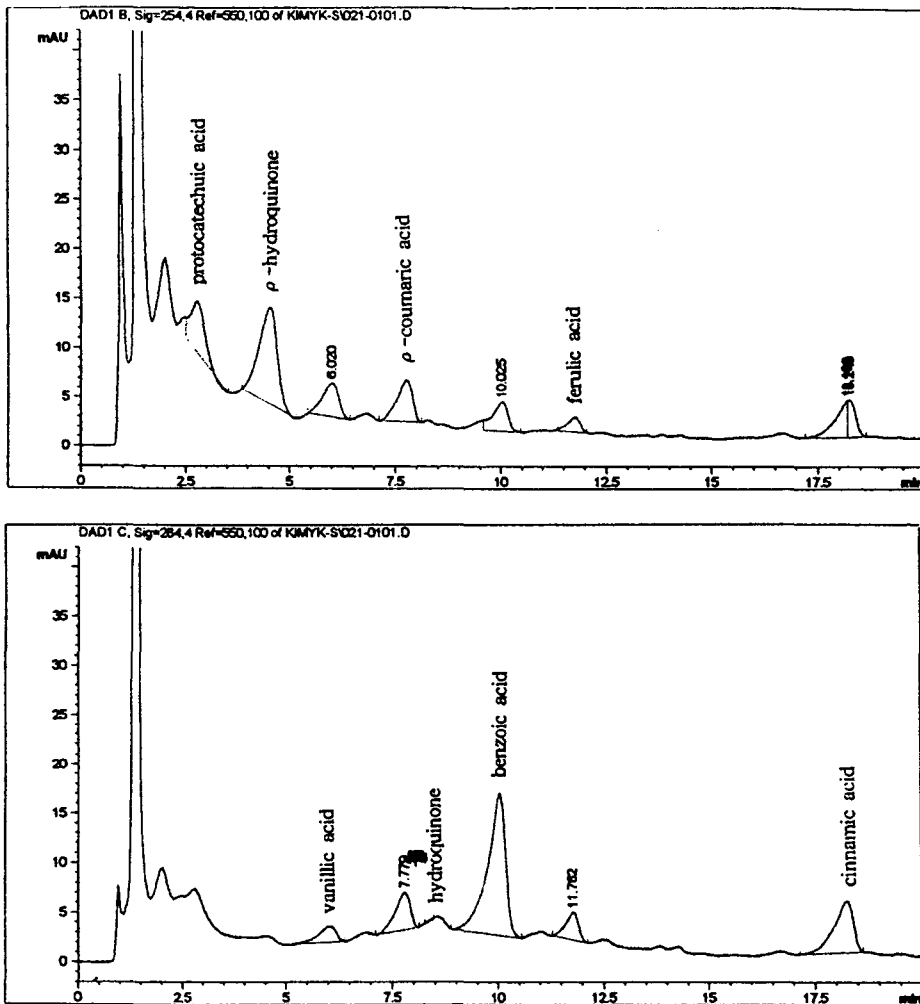


Fig. 3. High performance Liquid Chromatography (HPLC) identification of phenolic compound on aqueous extract from *Cassia mimosoides* var. *nomame*

catechuic acid, ρ -hydroquinone, ρ -coumaric acid, ferulic acid가 분석되었으며 8개의 peak가 나타났다. 284nm에서는 vanillic acid, hydroquinone, benzoic acid, cinammic acid로 이들 중 benzoic acid가 가장 많은 양을 나타냈고 ρ -hydroquinone, cinnamic acid의 순으로 높은 양을 보였다. 일반적으로 주변식물의 발아와 유근생장을 억제하는 식물의 phenolic compound 성분을 분석하면 benzoic acid와 ferulic acid가 많은 양을 차지하고 있다(Rietveld, 1983; Williams and Hoagland, 1982). 본 실험에서 많은 양을 보인 benzoic acid는 Fig. 4G와 Fig. 5와 같이 phenolic compound 농도별로 발아와 유근생장에 있어서 큰 차이를 보이지 않았지만 ρ -hydroquinone과 cinnamic acid는 잔디종자의 발아와 유근생장을 현저하게 억제하였다(Fig. 4D, E, Fig. 5).

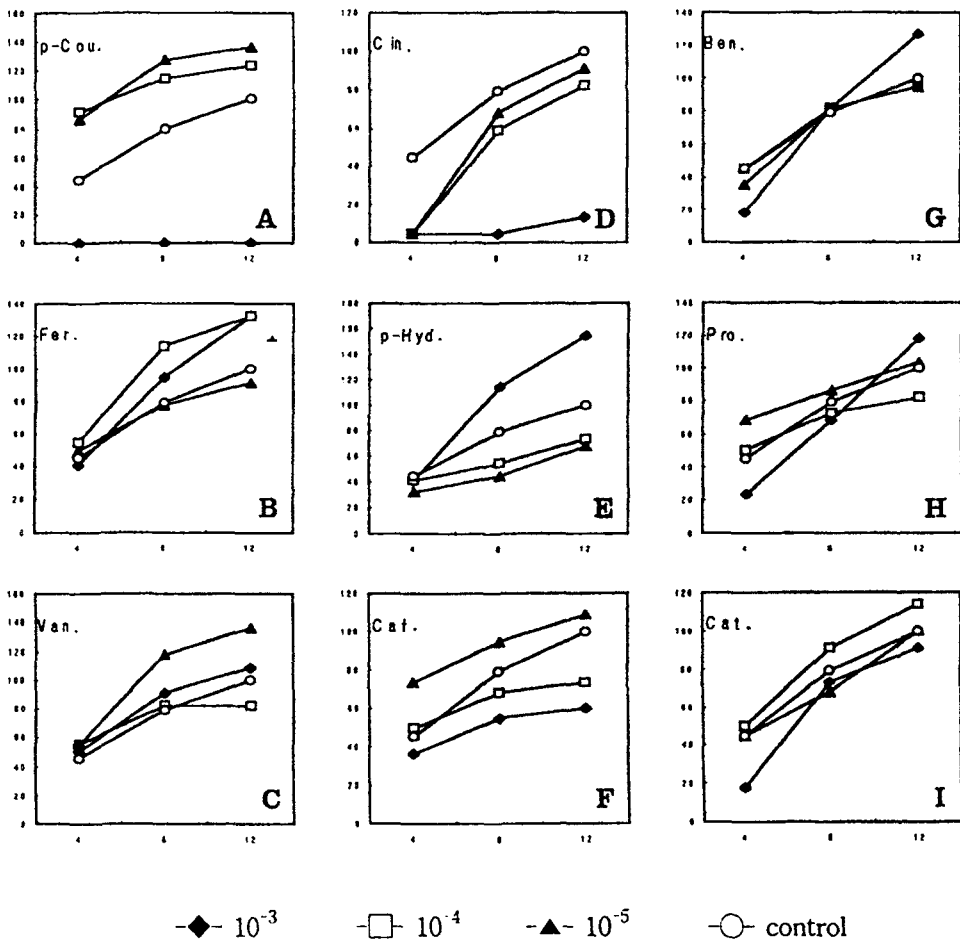


Fig. 4. Comparison of germination rate of *Zoysisa japonica* with different concentrations of phenolic compounds Fer.: ferulic acid, Ben.: benzoic acid, Caf.: caffeic acid, ρ -cou.: ρ -coumaric acid, Cat.: catechol, Cin.: cinnamic acid, ρ -hyd.: ρ -hydroquinone, Syr.: syringic acid, Van.: vanillic acid, Pro.: protocatechuic acid Cont.: control

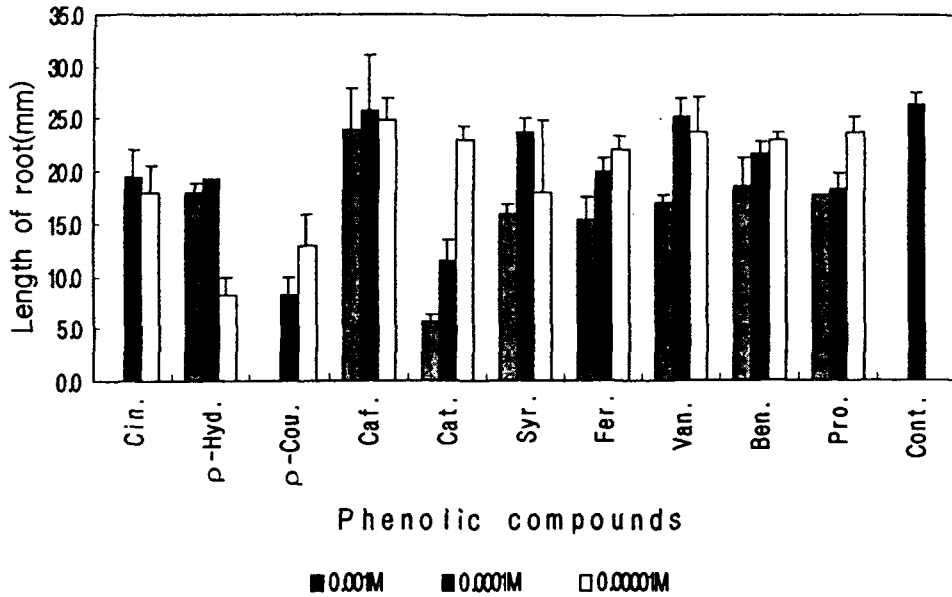


Fig. 5. Comparison of seedling growth of *Zoysia japonica* with different concentrations of phenolic compounds Fer.: ferulic acid, Ben.: benzoic acid, Caf.: caffeic acid, ρ-cou.: ρ-coumaric acid, Cat.: catechol, Cin.: cinnamic acid, ρ-hyd.: ρ-hydroquinone, Syr.: syringic acid, Van.: vanillic acid, Pro.: protocatechuic acid Cont.: control

Phenolic compound별 발아율과 유근생장

차플추출액에서 정성분석된 benzoic acid의 7종과 일반적으로 많이 식물체에 포함되어 있는 caffeic acid와 catechol 2종인 9종의 phenolic compound로 각각의 농도를 $10^{-3}M$, $10^{-4}M$, $10^{-5}M$ 로 처리하여 발아율을 조사하였다(Fig. 4). 발아실험 결과 세 개의 그룹으로 분류되었는데 첫째 그룹은 대조구 보다 각 농도에서 발아율이 촉진된 그룹(Fig. 4. A, B, C), 둘째 그룹은 대조구 보다 발아율이 억제되거나 한 농도에서 촉진되는 경우(Fig. 4. D, E, F), 셋째 그룹은 대조구와 각 농도 별로 발아율에 차이를 보이지 않는 경우(Fig. 4. G, H, I)로 구분되었다. 식물의 분비물질이 다른 식물의 발아와 유근생장을 억제하는 것은 그 분비물질이 타 식물에 stress를 주어 식물의 생리작용이 활발하게 이루어지지 않는다고 한 보고(Patterson, 1981; Tillberg, 1970)와 같이 둘째그룹인 cinnamic acid, caffeic acid, ρ-hydroquinone는 잔디종자의 발아를 억제하였다. 특히 Fig. 4-A에서는 $10^{-4}M$ 과 $10^{-5}M$ 에서 촉진되었는데 Lodhi(1976)는 식물의 추출액에 의하여 발아와 유근생장이 자극되어 식물의 생장이 왕성해지므로 생산량이 증대된다고 보고한 바 있는데 특히 ferulic acid와 vanillic acid가 촉진효과를 보인다고 하였다.

한편 phenolic compound별 각 농도에서의 유근생장은 ρ-coumaric acid에서 가장 현저한 억제를 나타냈으며 대조구에 비하여 전반적으로 농도가 증가함에 따라 이례적으로 농도에 따라 유근생장이 억제되는 그룹(ρ-coumaric acid, catechol, ferulic acid, benzoic acid, protocatechuic

acid)과 10^4M 농도에서 보다 10^3M 과 10^5M 농도에서 유근생장이 억제되는 그룹(cinnamic acid, ρ -hydroquinone, caffeic acid, syringic acid, vanillic acid) 으로 분류되었다(Fig. 5). 본 실험결과 차풀의 phenolic compound 중 ρ -coumaric acid는 잔디의 발아율을 높이고 유근생장을 억제시킨 물질로 조사되었는데 이와같은 물질은 잔디의 관리와 재배에 있어서 개발하여 이용할 가치가 있는 물질로 사료된다. 또한 식물의 phenolic compound에 의한 잔디의 발아와 유근생장에 대한 연구에 이어 골프장의 제초제 사용으로 인하여 다양한 문제점이 발견되므로 잔디밭의 잡초제거에 식물의 천연생장물질을 이용한 제초효과를 지닌 물질개발에 대한 연구도 수행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

자생종과 귀화종의 토양 pH를 측정한 결과 자생종의 토양 pH범위는 5.33~7.20인 반면 귀화종의 토양 pH는 3.95~6.48로 자생종에 비하여 귀화종의 pH가 낮았다. 귀화식물 추출액 50% 농도 이상부터는 잔디의 발아율이 60% 미만으로 급격하게 억제되었으며 망초추출액이 가장 현저한 발아억제를 보인 반면, 자생식물인 차풀의 30%와 50% 추출액농도에서 발아율이 증가하였다. 자생식물과 귀화식물 추출액에 의한 잔디의 유근생장 억제는 각 농도에 따라 큰 차이를 보이지 않았지만 차풀의 경우는 15% 이상의 추출액 농도에서 유근생장이 60% 이상 현저하게 억제되었다. HPLC에 의한 차풀추출액의 성분 분석 결과는 254nm에서 protocatechuic acid, ρ -hydroquinone, ρ -coumaric acid, ferulic acid가 분석되었고 284nm에서는 vanillic acid, hydroquinone, benzoic acid, cinnamic acid가 분석되었다. Phenolic compound 각 농도로 잔디의 발아와 유근생장을 조사한 결과 ferulic acid와 vanillic acid는 잔디의 발아율을 증가시켰고 ρ -coumaric acid는 유근생장을 억제시켰다.

감사의 말씀

본 연구의 수행에 도움을 주신 한국잔디연구소 심규열 박사님께 감사를 드립니다

참고문헌

1. 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재, 함신규. 1992. Golf장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소 p 80.
2. 김용옥, 이호준, 김은수, 조영동. 1995. 리기다소나무의 잎 추출액이 근단세포의 형태 변화에 미치는 영향. 한국생태학회지 19(5):385-392.
3. 김용옥. 1993. 리기다소나무의 allelochemicals가 수 종 식물의 종자발아, 세포구조 및 동위효소 패턴에 미치는 영향. 건국대학교 박사학위 논문. 88p.

4. 박수현. 1994. 한국의 귀화식물에 관한 연구. 자연보존. 85:39-50.
5. 박수현. 1995a. 한국 미기록 귀화식물(6). 식물분류학회지 25(1):51-59.
6. 심규열. 1995. 골프장 잔디에 병을 일으키는 *Rhizoctonia* 의 동정, 발생생태 및 방제. 경상대학교 박사학위논문 p 107.
7. 양권열. 1989. 서울시의 식생과 귀화식물의 분포에 관한 연구. 중앙대학석사학위논문.
8. 이강창. 1993. 전주묘포장 연구보고서. 한국도로공사.
9. 이용범. 1990. 골프장 잔디조성 및 관리. 서울시립대학교. p 36.
10. 이호준, 김용욱, 장남기. 1997. 수 종 식물의 분비물질이 종자발아와 균류생장에 미치는 알레로파시 효과. 한국생태학회지 20(30):181-189.
11. 현상민, 강훈, 소인섭, 김동일. 1995. 광, 온도 및 GA 침적처리가 한지형잔디의 종자발아에 미치는 영향. 한국잔디학회지 9(3):253-260.
12. 현상민, 강훈, 소인섭, 김동일. 1995. 한지형잔디의 종자발아에 미치는 Ethephon, ABA, BA, NAA 침적처리효과. 한국잔디학회지 9(3):213-223.
13. Aber, C. J., D. John and J. M. Melillo. 1991. *Terrestrial Ecosystems*, SaunderCollege Pub. pp. 315-316.
14. Beard, J. B. 1973. *Turfgras : Science and Culture*. Prentice-Hall, Inc., Englewood-Cliffs, N. J. pp. 142-146.
15. 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.
16. Duke, S. O. 1986. Naturally occuring chemical compounds as herbicides. Rev.Weed. Sci. 2 : 17-44.
17. Given, D. R. 1994. Alien Plants and Feral Animal, in *Principles and Practice of Plant Conservation*, IUCN, Timber Press. pp. 28-31.
18. Kil, B. S. 1992. Effect of pine allelochemicals on selected species in korea. In "Allelopathy" pp. 205-241.
19. Kim, Y. O. and H. J. Lee. 1996. Identification and effects of phenolic compounds from some plants. Korean J. Ecol. 19(4):329-340.
20. Lodhi, M. A. K. 1976. Role of allelopathy as expressed by dominating trees in a low land forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth. Amer. J. Bot. 63:1-8.
21. Newsome, A. E. and I. R. Noble. 1986. Ecological and Physiological Characteristics of Invading Species, Pages 1-33 in *Ecology of Biological Invasions* (Ed., R. H. Groves, and J. J. Burdon, Cambridge Univ. Press)
22. Olmisted, C. E. and E. L. Rice. 1974. Relative effects of known plant inhibitors or species from two stages of oldfield succession. South western Nat. 15:165-173.
23. Patterson, D. T. 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological

- response of soybean(*Glycine max*) Weed. Sci. 29:53-59.
24. Rice, E. L. 1984. Allelopathy. 2nd ed. Academic Press. New York London.
 25. Rietveld, W. J. 1983. Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. J. Chem. Ecol. 9:295-308.
 26. Tillberg. J. E. 1970. Effects of abscisic acid, salicylic acid and trans-cinnamic acid on phosphate uptake, ATP-level and oxygen evolution in *Scenedesmus*. Physiol. Plant. 23:647-653.
 27. Turgeon, A. J. 1991. Turfgrass Management, Prentice Hall. p 17-21, 30, 36, 322-323.
 28. Williams, R. D. and R. E. Hoagland. 1982. The effects of naturally occurring phenolic compounds on seed germination. Weed Sci. 30:206-212.