

## 잣나무의 天然化學物質이 다른 植物에 미치는 毒性作用

吉奉燮·金斗永\*·金永植\*\*·李承燁\*\*\*

圓光大學校 科學教育科, 群山大學,\* 圓光保健專門大學 物理治療科,\*\* 湖南作物試驗場\*\*\*

### Phytotoxic Effects of Naturally Occurring Chemicals from *Pinus koraiensis* on Experimental Species

Kil, Bong-Seop, Doo-Young Kim,\* Young-Sik Kim\*\* and Seung-Yeob Lee\*\*\*

Dept. of Sci. Educ., Wonkwang Univ., Gun-San National University,\* Wonkwang Health Junior College\*\* and

Honam Crops Experiment Station\*\*\*

#### ABSTRACT

To find out allelopathic potential of naturally occurring substances emitted from *Pinus koraiensis*, water extracts and volatile substances of the tree materials were provided and used for tests such as seed germination and seedling growth test.

In general, the more was the concentration of the extracts and essential oils, the worse was growth effect of the selected species. The germination and the growth were inversely proportional to the concentration of the extracts and the essential oils of *P. koraiensis*. In other words, the chemical substances had the biological toxic activity.

GC and GC/MS methods were employed for analysis and identification of phytotoxic substances from the tree leaves. Sixteen chemical compounds were identified from water extracts and nineteen from essential oils of *P. koraiensis* leaves.

Through the experiment on germination and seedling growth test, the chemical substances naturally occurring from *P. koraiensis* seemed to be responsible for the allelopathic potential in this study.

#### 緒 論

소나무숲의 林床土壤은 酸性이기 때문에 그곳에서 자라는 林床植物의 種組成이 다른 장소, 예컨대, 들에 사는 식물과는 다르며 이것은 주로 소나무에 들어 있는 酸性植物때문이라는 사실이 보고된 바 있다(Kil and Yim, 1983). 또한 곰솔, 리기다소나무, 일본잎갈나무, 개잎갈나무 등에서도 비슷한 결과를 실험실 실험과 야외조사에서 발견되었다(金과 吉, 1984; 盧와

\*이 논문은 1989년도 한국학술진흥재단의 연구비(자유공모과제)지원에 의하여 연구되었음.

吉, 1986; 房과 吉, 1986).

한편 화초 재배용 부엽토에 소나무잎이 많이 들어가면 화분에 재배하는 화초류의 생장이 억제된다는 사실은 농부나 원예가들이 경험으로 알고 있는 사실이며, 또 소나무 종류의 잎에서 나는 독특한 냄새도 注目할만 하다. 생 솔잎을 태우면 연기가 많이 나고 눈에 연기가 들어가면 고통스럽고 맵다. 송진은 고약을 만드는 원료로 쓰이며, 특히 잣나무 송진은 외부 상처에 바르면 속효약이라 하여 민간약으로 쓰이고 있다. 이렇게 볼 때 소나무類의 잎이나 줄기 또는 뿌리에는 毒性 化學物質이 含有되어 있을 것으로 쉽게 짐작이 된다.

그런데 여러 종류의 揮發性 物質 中에는 식물이 생장을 억제시키는 작용이 있다는 연구보고가 많으나(Heisey and Delwiche, 1983; Vokou and Margaris, 1986), 이에 관하여 國內에서는 연구가 별로 없는 실정이다. 더구나 잣나무의 水溶液이나 揮發性 物質에 의한 다른 식물에 미치는 영향은 조사된 바가 전혀 없다.

그래서 本 研究에서는 잣나무에 含有되어 있는 毒性物質이 다른 식물에 미치는 영향을 조사하고 이에 關連되는 化學成分을 분리 확인하여 잣나무와 다른 식물 사이의 알레로패티현상을 밝히는데 그 目的을 둔다.

## 材料 및 方法

### 實驗植物

잣나무의 天然化學物質에 의한 他植物이 받는 영향을 연구하려고 하기 때문에 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et al Z.)를 供與體 植物(donor plant)로 하고, 이를 받는 쪽 植物을 受容體 植物(receptor plant)로 하여 다음과 같은 종류를 임의 선택하였다. 즉, 돌피 [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.], 질경이 (*Plantago asiatica* L.), 쇠무릅 [*Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai], 달맞이꽃 (*Oenothera odorata* Jacq.), 상치 (*Lactuca sativa* L.)가 그것이다.

### 잣나무 化學物質 準備와 實驗方法

잣나무의 잎, 줄기 및 뿌리 각각 200g에 1,000ml의 물을 넣고 18℃에서 각각 24, 48, 72, 96 및 120시간 抽出한 水溶液(이하 抽出液이라 함)을 만들었다.

또 잣나무 잎으로부터 나오는 揮發性 物質의 실험장치는 Heisey and Delwiche(1983)의 장치를 개량하여 사용하였다. 즉, 1,800ml의 유리수조 밑바닥에 100ml의 비이커를 놓고 거기에 잘게 썰은 잣나무잎을 5, 10, 15, 20, 25, 30g을 각각 담았으며, 대조구는 같은 크기의 용기에 잎을 넣지 않은 빈 비이커를 놓고, 이들은 각기 유리판에 바세린을 발라 밀봉하여 실험에 사용했다.

### 잣나무에 含有된 化學物質 分析

잣나무의 잎에 含有되어 있는 水溶性 物質의 分析은 Kil and Yim(1983)의 方法에 따랐다. 단, 사용된 GC는 Hewlett Packard 5890A capillary GC였고 oven 온도는 100℃에서 4℃/min의 속도를 올려 300℃를 유지하였다. Split ratio는 1:50으로 하고 注入量은 0.5~1.0mm로 하였다.

한편 揮發性 物質의 分析은 잣나무 잎을 陰乾하여 Karlruker 장치(Stahl, 1973)로 수증기를 증류시켜 精油分劃을 얻어 常溫에서 감압 농축하여 GC에 注入 전까지 냉동고(-20℃)에

보관하였다.

Hewlett Packard 5890A Capillary GC, column은 SE 54(50m×0.33μm×0.2mm)이고 oven 온도는 45℃에서 5분간 유지하고, 300℃까지 4℃/min 속도로 올린 후 3분간 유지하였으며, injector 온도는 250℃였고 transfer line 온도는 250℃, ion source 온도는 200℃였으며 carrier gas flow는 0.5mg/min(He)로, head pressure는 34psi로 하였고 split ratio는 1:10으로 하였다.

### 生物學的 定量

잣나무 잎으로부터 分析 確認된 化學物質이 包含된 試藥을 1, 3, 5, 7, 10μl씩 Petri dish (210ml)에 각각 준비하여, 바닥에 탈지면을 깔고 그 위에 여과지 1枚를 덮은 후 물을 짓을 만큼 붓는다. 쇠무릅 종자를 손으로 골라 50粒씩 등간격으로 파종하였다. Petri dish의 중앙부에 은박지(aluminium foil)로 만든 작은 용기(d 1cm쯤)를 놓고 그 안에 여과지를 잘게 썰어 넣은 후 試藥을 각 5, 10, 15, 20μl씩 가한 뒤 Petri dish를 밀봉하여(Heisey and Delwiche, 1983; Vokou and Margaris, 1986), 성장상자(growth chamber, 25℃)에서 발아시켜 발아율과 幼植物 生長을 조사하였다. 실험에 사용된 試藥은 Terpinen-4-ol, α-Terpinene, α-Pinene, Caryophyllene, β-Myrcene (Sigma Co.)이었다.

## 結果 및 考察

### 잣나무 抽出液에서의 發芽와 生長實驗

잣나무 잎의 水容 抽出時間을 각기 달리하여 얻은 抽出液을 돌피 등 受容體 植物에 사용하여 얻은 실험결과는 Table 1과 같다.

24시간에서 각각 48, 72, 96, 120시간으로 抽出時間이 길어질수록 發芽率은 低調한 傾向이 나타났다. 그런데 질경이는 48과 72時間區를 제외하고 나머지 실험구의 값이 대조구의 것과 차이가 없었고 이것은 잣나무 抽出液에 거의 영향을 받지 않고 발아가 잘 되었다는 뜻이다. 또 상치의 경우는 48시간구부터 抽出時間이 길어질수록 발아억제 현상이 심하게 나타났고, 특히 96과 120시간구에서는 전혀 발아가 되지 못했다. 돌피, 쇠무릅, 달맞이꽃 그리고 상치의 발아율은 48시간구부터 抽出時間이 길어질수록 대조구 값의 절반 이하에 머무는 정도로 발아

**Table 1.** Effect of water extracts of *Pinus koraiensis* leaves on percent seed germination of selected species sown in Petri dishes.

	Control	Extraction time (hrs.)				
		24	48	72	96	120
<i>Echinochloa crus-galli</i>	58.0 <sup>a</sup>	47.5 <sup>ab</sup>	33.0 <sup>bc</sup>	29.0 <sup>c</sup>	25.0 <sup>c</sup>	27.5 <sup>c</sup>
<i>Plantago asiatica</i>	95.8 <sup>a</sup>	94.5 <sup>a</sup>	82.0 <sup>b</sup>	80.0 <sup>b</sup>	96.5 <sup>a</sup>	91.0 <sup>a</sup>
<i>Achyranthes japonica</i>	82.5 <sup>a</sup>	68.5 <sup>b</sup>	37.5 <sup>c</sup>	13.5 <sup>de</sup>	6.7 <sup>e</sup>	19.3 <sup>de</sup>
<i>Oenothera odorata</i>	75.0 <sup>a</sup>	70.5 <sup>a</sup>	46.5 <sup>b</sup>	21.0 <sup>c</sup>	29.0 <sup>c</sup>	24.5 <sup>c</sup>
<i>Lactuca sativa</i>	45.5 <sup>a</sup>	45.3 <sup>a</sup>	44.3 <sup>a</sup>	20.5 <sup>b</sup>	0.0 <sup>c</sup>	0.0 <sup>c</sup>

\* within each treatment, means followed by the same letter are not different at 5% level, Duncan's multiple-range test.

**Table 2.** Seedling elongation of selected species treated in water extracts of *Pinus koraiensis* leaves grown in Petri dishes.

	Control	Extraction time (hrs.)				
		24	48	72	96	120
<i>Echinochloa crus-galli</i>	76.5 <sup>a</sup>	74.3 <sup>a</sup>	62.5 <sup>b</sup>	48.7 <sup>c</sup>	20.5 <sup>d</sup>	11.6 <sup>e</sup>
<i>Plantago asiatica</i>	21.4 <sup>a</sup>	17.4 <sup>b</sup>	12.8 <sup>c</sup>	14.3 <sup>c</sup>	17.0 <sup>b</sup>	13.1 <sup>c</sup>
<i>Achyranthes japonica</i>	105.5 <sup>a</sup>	73.4 <sup>b</sup>	50.6 <sup>c</sup>	34.0 <sup>cd</sup>	16.1 <sup>d</sup>	34.6 <sup>cd</sup>
<i>Oenothera odorata</i>	26.7 <sup>a</sup>	26.1 <sup>a</sup>	15.9 <sup>b</sup>	16.0 <sup>b</sup>	11.5 <sup>bc</sup>	6.4 <sup>c</sup>
<i>Lactuca sativa</i>	91.0 <sup>a</sup>	81.1 <sup>b</sup>	27.8 <sup>c</sup>	8.4 <sup>d</sup>	0.0 <sup>e</sup>	0.0 <sup>c</sup>

\* within each treatment, means followed by the same letter are not different at 5% level, Duncan's multiple-range test.

가 심하게 抑制되었다. 이러한 실험결과는 水溶抽出時間이 24, 48, 72 및 96시간으로 갈수록 상처 등의 발아를 더 심하게 억제했다는 보고(Khan, 1982)와 一致되었다.

한편 受容體 植物 5종의 幼植物 伸長에 미치는 잣나무 잎 抽出液의 영향을 알아보기 위하여 Petri dish에서 실험한 결과는 Table 2와 같다.

다섯가지 종의 식물 모두에서 대조구에 비하여 실험구의 伸長率이 低調하게 나타났고, 대부분이 5% 수준에서 통계적으로 有意한 차를 보였다. 더구나 抽出時間이 길어질수록 幼植物 伸長에 대한 抑制程度는 대체로 增大되었다.

위 실험결과로 보면 잣나무 잎에서 水溶 抽出되는 化學物質은 受容體 植物의 種子發芽와 幼植物 伸長에 심한 抑制作用을 하는 것으로 알 수 있다.

잣나무 잎, 줄기, 뿌리의 抽出液을 주어서 pot에서 재배한 受容體 植物의 伸長은 Fig. 1과 같다.

受容體 植物들의 相對伸長率(RER)은 모두 抑制現象이 나타났고 이는 잎 抽出液의 濃度가 높아짐에 따라서 反比例的이었다. 이러한 결과는 질경이의 경우에서 현저하여서 24, 48, 72, 96, 120시간구별로 RER은 68.6, 55.4, 51.7, 34.8, 24.9%로 漸減되었다.

잣나무 줄기 抽出液으로 실험한 결과도 잎의 경우와 비슷했다. 다만, 상처는 RER값이 비교적 높았다. 이 실험에서 가장 심하게 억제 받은 경우는 질경이에서 볼 수 있었다. 그래서 잣나무 줄기의 抽出液에 영향을 받는 生長의 정도는 植物種類에 따라서 다르게 나타났다는 사실을 알 수 있다.

本 實驗 結果는 곰솔의 水液抽出液으로 6종류의 幼植物 伸長을 조사한 연구결과와 비슷했다. 즉, RER은 잎 抽出液에서 심하게 抑制되었고, 다음은 줄기와 뿌리의 順이었다.(吉等, 1989).

#### 揮發性 物質에서의 發芽와 生長實驗

잣나무 잎에서 나오는 揮發性 物質속에 含有되어 있는 化學物質이 상처의 종자 발아와 幼植物 生長에 미치는 영향을 조사해 본 결과는 Table 3과 같다.

發芽實驗 結果는 대조구보다 실험구의 값이 저조했으나 큰 차이는 없었고 20g, 25g, 30g區에서는 통계적으로 5% 수준에서 有意하였다. 즉, 잣나무 잎에서 放散되는 揮發性 物質의 濃度가 커질수록 점점 더 種子發芽가 抑制되는 경향이 나타났다.

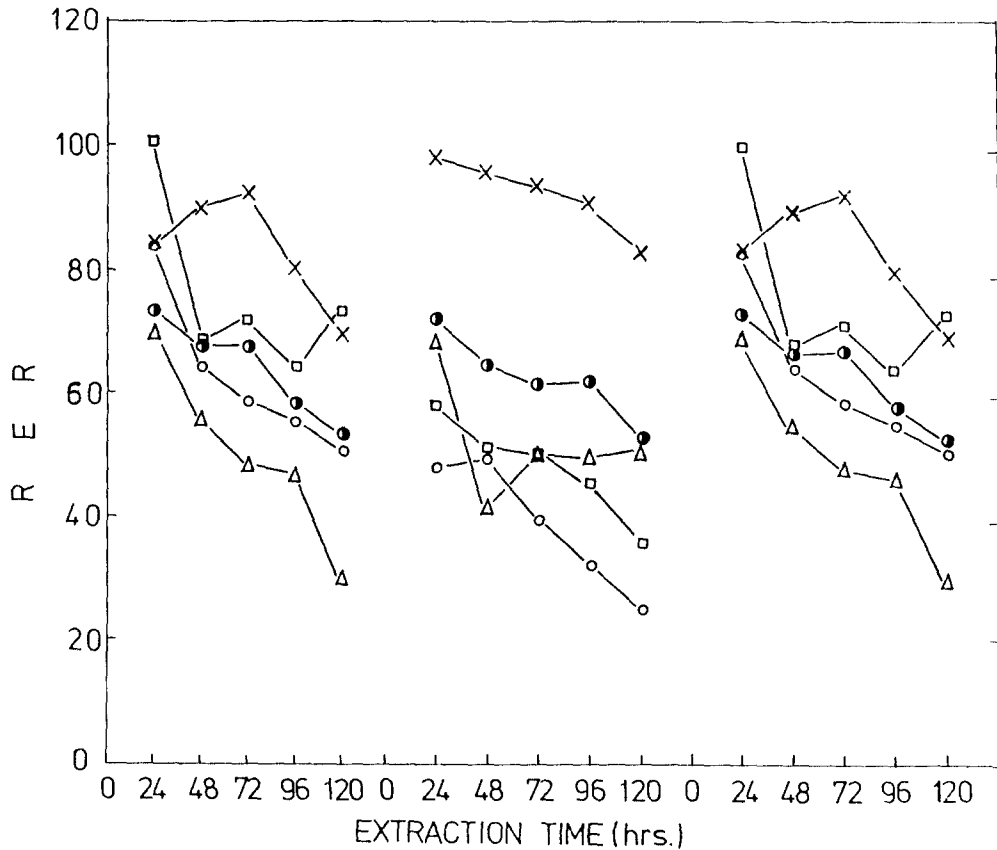


Fig. 1. Effects of water extracts of *Pinus koraiensis* leaves, stems and roots on the relative elongation ratio (RER) of selected species seedlings grown in pots. Legends: × — ×, *Lactuca sativa*; ● — ●, *Echinochloa crus-galli*; Δ — Δ, *Oenothera odorata*; □ — □, *Achyranthes japonica*; ○ — ○, *Plantago asiatica*.

Table 3. Effects of water extracts of *Pinus koraiensis* leaves on the seed germination and radicle elongation of *Lactuca sativa*

	Cont.	Concentration (g/1, 800 ml)					
		5	10	15	20	25	30
Germination (%)	92.5 <sup>a</sup>	91.0 <sup>a</sup>	90.5 <sup>a</sup>	88.5 <sup>a</sup>	83.0 <sup>ab</sup>	75.0 <sup>ab</sup>	77.0 <sup>b</sup>
Radicle length (mm)	16.6 <sup>a</sup>	15.0 <sup>ab</sup>	12.7 <sup>bc</sup>	10.7 <sup>cd</sup>	9.85 <sup>d</sup>	10.3 <sup>cd</sup>	8.5 <sup>d</sup>

\* within each treatment, means followed by the same letter are not different at 5% level, Duncan's multiple-range test

幼根伸長の 실험 결과 역시 종자발아와 비슷했으나, 다만揮發性物質의 농도가 높아질수록 억제 받은 정도가 더 심했다. 그래서 대조구에 비해 실험구의 값 모두가 有意한 差를 보였고 30g/1,800ml區에서는 대조구의 절반 값에 머무르고 말았다.

소나무類의 揮發性 物質로 실험한 先行研究 中에는 恒溫處理한 *Pinus radiata*의 litter에서 放散되는 氣體가 *Lolium perenne* L.의 종자발아를 阻害했으며, *Trifolium repens* L.의 종자발아에는 促進되는 것, 阻害받는 것 등 다양한 반응을 나타냈다. 이러한 효과는 물질 분해 과정에서 ethylene과 CO<sub>2</sub>가 生成되기 때문이다(Lill *et al.*, 1979)라고 밝힌 바 있는데 이로 미루어 보면 다소의 量的 差異는 있지만 毒性物質이 植物에 들어 있기 때문이라고 풀이된다. 그러므로 그 量에 따라서는 실험결과가 促進 또는 抑制될 것으로 推定된다.

### 잣나무의 allelochemicals 分析

GC에 의하여 잣나무 잎으로부터 分離 確認한 化學物質은 benzoic acid 등 16종류였다 (Fig. 2). 이들은 대부분 다른 植物에 영향을 주는 이른바 allelochemicals로 알려져 있다 (Hussain *et al.*, 1987; Naqvi, 1976; Rice, 1984).

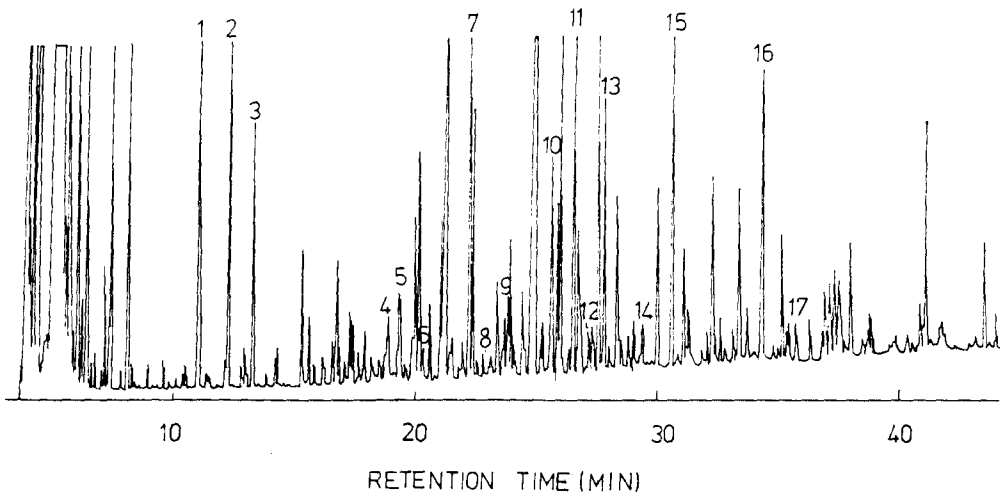


Fig. 2. Chemical substances identified from *Pinus koraiensis* leaves by gas chromatography.

Key to number : 1, Benzoic acid ; 2, Phenylacetic acid ; 3, Catechol ; 4, Salicylic acid ; 5, t-Cinnamic acid ; 6, m-Hydroxybenzoic acid ; 7, p-Hydroxybenzoic acid ; 8, Phloroglucinol ; 9, p-Phenylbenzaldehyde ; 10, Vanilic acid ; 11, Gentisic acid ; 12, o-Hydroxycinnamic acid ; 13, Protocatechuic acid ; 14, Syringic acid ; 15, Gallic acid ; 16, Ferulic acid ; 17, Caffeic acid.

잣나무 잎에서 分析해 낸 이들 化學物質은 소나무와 11종류가 (Kil and Yim, 1983), 곰솔의 것과 13종류가 (吉 等, 1989), 그리고 리기다소나무의 성분분석 결과와는 6종류 (吉, 1988)가 서로 같은 것으로, 이들은 소나무類에 흔히 들어있는 化學物質로 思料된다.

한편 잣나무 잎에서 放散되는 揮發性 物質을 GC/MS로 分析한 結果는 Table 4와 같다.

잣나무 잎에서는 n-hexanal 등 19종류의 化學物質이 分離 確認되었다. 이들은 *Pinus sylvestris*와는 10종류가 (Chalchat *et al.*, 1985), 리기다소나무와 7종류 그리고 소나무와는 7종류가 (崔 等, 1988) 같은 物質인 것으로 나타났다. 그런데 이러한 數의 差異는 分析條件에서 연유되었으리라고 추측되며 따라서 더 많은 化學物質이 含有되어 있으리라고 본다. 실제로 *P.*

**Table 4.** Volatile compounds of *Pinus koraiensis* leaves

No.	Compound	Quantitative comparison	No.	Compound	Quantitative comparison
1	n-Hexanal	+	11	D-Limonene	++
2	<i>cis</i> -3-Hexen-1-ol	+	12	Linalyl formate	+
3	$\alpha$ -Pinene	+++	13	p-Cymene	+
4	$\alpha$ + $\beta$ -Phellandrene	++	14	Camphor	+
5	Benzaldehyde	++	15	Terpinen-4-ol	+
6	$\beta$ -Pinene	++	16	Eugenol	+
7	$\beta$ -Myrcene	+	17	Bornyl acetate	+++
8	$\alpha$ -Terpinene	+++	18	$\beta$ -Caryophyllene	+++
9	3-Carene	+	19	Cadinene	+
10	Dipentene	+			

*sylvestris* 잔가지에서 essential oil을 抽出하여 GC, MS, NMR로 分析한 결과 46종류의 化合物을 얻었다(Chalchat *et al.*, 1985).

崔等(1988)이 GC/MS로 分析한 결과 *P. rigida*의 主成分은  $\alpha$ -pinene, 1-hexene-3-ol formate, sabinene,  $\beta$ -pinene,  $\alpha$ -terpineol이었고, *P. densiflora*의 主成分은  $\beta$ -caryophyllene,  $\alpha$ -pinene, bornyl acetate,  $\beta$ -pinene,  $\beta$ -phellandrene이었다고 했다.

### 生物學的 定量

잣나무의 잎에서 얻은 揮發性 物質과 同一한 것 중 5종의 標品試藥을 사용하여 쇠무릅의 種子發芽實驗을 實施해본 결과는 Table 5와 같다.

Terpinen-4-ol,  $\alpha$ -terpinene 그리고  $\beta$ -myrcene의 實驗區 全區의 發芽率이 대조구의 값보다 低調했다. 그중에서도 쇠무릅의 發芽에 가장 심하게 억제를 나타내게 된 것은 terpinen-4-ol이었다. 즉, 실험에 투여한 양이 1 $\mu$ l/210ml區에서의 발아율은 대조구값의 44.3%에 不過했고 7 $\mu$ l/210ml區에서는 겨우 10.2% 그리고 10ml/210ml區에서는 전혀 發芽가 되지 못했다.

**Table 5.** Germination percentage of *Achyranthes japonica* tested in different concentrations of chemicals

Chemicals	Cont.	Concentration ( $\mu$ l/210ml)				
		1	3	5	7	10
Terpinen-4-ol	88.0 <sup>a</sup>	39.0 <sup>b</sup>	26.0 <sup>bc</sup>	16.0 <sup>bc</sup>	9.0 <sup>bc</sup>	0.0 <sup>c</sup>
$\alpha$ -Terpinene	99.0 <sup>a</sup>	89.0 <sup>ab</sup>	85.0 <sup>ab</sup>	82.0 <sup>ab</sup>	75.0 <sup>ab</sup>	71.0 <sup>b</sup>
$\alpha$ -Pinene	98.0 <sup>a</sup>	77.0 <sup>a</sup>	58.0 <sup>a</sup>	62.0 <sup>a</sup>	59.0 <sup>a</sup>	53.0 <sup>a</sup>
Caryophyllene	91.0 <sup>a</sup>	94.0 <sup>a</sup>	93.0 <sup>a</sup>	95.0 <sup>a</sup>	92.0 <sup>a</sup>	94.0 <sup>a</sup>
$\beta$ -Myrcene	92.0 <sup>a</sup>	73.0 <sup>ab</sup>	63.0 <sup>ab</sup>	54.0 <sup>ab</sup>	49.0 <sup>b</sup>	44.0 <sup>b</sup>

• means within rows followed by same letters are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple-range test.

Heisey and Delwiche(1983)는 terpinen-4-ol을 농도별로 실시한 생물학적 정량 결과 농도가 높아짐에 따라서 幼根伸長이 심하게 억제되었고 이 물질이 camphor 나 1,8-cineole 보다 더 강력한 生長抑制의 主成分이라고 했는데 이는 본 실험 결과를 뒷받침해 준다.

그런데  $\alpha$ -pinene, caryophyllene 그리고  $\alpha$ -terpinene은 쇠부릅의 發芽에 별로 억제작용을 하지 못한 것으로 나타났다. 즉, 대조구에 대한 실험구의 발아율은 대부분이 저조하기는 했으나 有意性이 없었다.

Muller and Muller(1964)는 *Salvia* 屬 3種 植物에는  $\alpha$ -pinene, camphene,  $\beta$ -pinene, cineole, dipentene, camphor 등이 포함되어 있고 이 중에서 camphor와 cineole이 다른 식물에 有毒하고 pinene은 독하지 않았다고 보고한 연구 결과와 본 實驗의 결과와는 pinene의 作用이 一致되었다.

## 摘 要

잣나무의 잎, 줄기 그리고 뿌리에 함유되어 있는 化學物質이 다른 식물에 미치는 毒性作用을 究明하려고 實驗室 實驗을 실시한 결과는 다음과 같다.

잣나무 잎, 줄기 그리고 뿌리 抽出液으로 植物의 種子發芽 또는 生長實驗을 實施해 본 結果 抽出液의 濃度가 높아짐에 따라서 그 抑制程度가 심해졌다. 그러나 실험구와 대조구의 값이 거의 같은 경우도 있었다. 大體로 잎 抽出液에서 幼植物 生長이 심하게 抑制되었고 줄기와 뿌리 抽出液의 경우는 서로 비슷했다.

잣나무 잎에서 放散되는 揮發性 物質에 의한 受容體 植物의 發芽와 生長實驗 結果는 모두 대조구보다 실험구값이 抑制된 것으로 확인되었으며 일반적으로 그 濃度에 反比例的인 傾向이 있었다.

그래서 이러한 毒性作用을 일으키는 化學物質을 찾아내려고 GC와 GC/MS를 써서 잣나무 잎을 分析하여 抽出液으로부터 benzoic acid 등 16종류, 揮發性 精油로부터 n-hexanal 등 19종류의 물질을 分離 確認해 냈다. 위의 物質 中 몇가지를 선택하여 生物學的 定量을 實施한 바 terpinene-4-ol이 가장 毒性 作用이 강했고 이것은 10 $\mu$ l/210ml에서는 쇠부릅의 발아가 전혀 되지 못할 만큼 심하게 작용했다.

그러므로 잣나무 잎, 줄기 그리고 뿌리에 들어있는 化學物質 中에는 植物의 發芽와 生長을 抑制하는 成分이 함유되어 있어서 이들은 濃度에 따라 다르게 作用하는 것으로 알 수 있었다.

## 引 用 文 獻

- 房基燮·吉奉燮. 1986. 개잎갈나무(*Cedrus deodara*)의 allelopathy 効果. 基礎科學研究誌 5(1) : 28-34.
- 최경숙·박형국·김정환·김용택·권익부. 1988. 리기다송(*Pinus rigida* Mill)과 적송(*Pinus densiflora* S. et al Z.) 잎 정유의 향기성분. 한국식품과학회지 20(6) : 769-773.
- 吉奉燮. 1988. 리기다리소나무의 알레로패티 효과. 韓國生態學會誌. 11(2) : 65-76.
- 吉奉燮·吳錫欣·金永植. 1989. 곰솔에 들어있는 生長抑制植物의 作用. 韓國生態學會誌. 12(1) : 21-35.



- 金貴順·吉奉燮. 1984. 곰솔 水溶抽出液이 植物에 미치는 알레로패티 効果. 基礎科學研究誌. 3(1) : 38-45.
- 盧範鎭·吉奉燮. 1986. 리기다소나무의 毒性物質이 다른 植物에 미치는 影響. 基礎科學研究誌. 5(1) : 19-27.
- Chalchat, J.C., R.P. Garry, A. Michet and A. Remery. 1985. The essential oils of two chemotypes of *Pinus sylvestris*. *Phytochemistry* 24(11) : 2443-2444.
- Heisey, R.M. and C.C. Delwiche. 1983. A survey of California plants for water extractable and volatile inhibition. *Bot. Gaze.* 144 : 382-390.
- Hussain, F., Yasmin and F. Rehman. 1987. *Trianthema portulacastrum* Linn. exhibits allelopathy. Proc. Pak. Indo. US. Inter. Workshop on weed control, March 11-14, NARC-PARC, Islamabad(Proc. In Press).
- Khan, M.I. 1982. Allelopathic potential of dry fruits of *Washingtonia filifera*(L. Linden) H. Wendl. II. Inhibition of seedling growth. *Biologia Plantarum* 24 : 275-281.
- Kil, B.S., and Y.J. Yim. 1983. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on undergrowth of red pine forest. *J. Chem. Ecol.* 9 : 1135-1151.
- Lill, R.E., J.A. McWha and A.L.J. Cole. 1979. The influence of volatile substances from incubated litter of *Pinus radiata* on seed germination. *Ann. Bot.* 43 : 81-85.
- Muller, W.H., and C.H. Muller. 1964. Volatile growth inhibitors produced by *Salvia* species. *Bull. Torrey Bot. Club* 91 : 327-330.
- Naqvi, H.H. 1976. Some phytotoxic compounds in Italian rye grass. *Pak. J. Bot.* 8 : 63-68.
- Rice, e.L. 1984. Allelopathy. Academic Press. New York, p.422.
- Stahl, E. 1973. Thin-layer chromatography. (2d ed.). George Allen Unwin. Springer-Verlag, p.208.
- Vokou, D., and N.S. Magaris. 1986. Autoallelopathy of *Thymus capitatus*. *Acta Ecologica Ecol. Plant.* 7(2) : 157-163.

(1991年 2月 7日 接受)