

## 植物의 發芽와 生長에 미치는 일본잎갈나무의 알레로패티 効果

高 炳 國 · 吉 奉 燮\*

(圓光大學校 教育大學院 · 圓光大學校 師範大學 科學教育科\*)

### Allelopathic Potentials of *Larix leptolepis*(S. et Z.) Gordon on Germination and Seedling Growth of Selected Species

Ko, Byung Kook and Bong-Seop Kil\*

(Graduate School of Education, Won Kwang Univ., Dept. of Science  
Education, Won Kwang University\*)

#### ABSTRACT

A number of field surveys have been performed in larch (*Larix leptolepis*) forest floor in which any seedling of this species never find there. In laboratory work, aqueous extracts from leaves, roots and stems of larch were provided and used to bioassay. Among them, germination and seedling growth of selected species were the most inhibitory in leaves extracts. Though germination percentage of a species showed high compared with control, its dry weight after a given period grown were clearly low. The results due to be considered by allelopathic effect. And syringic acid and p-hydroxybenzoic acid were identified by HPLC from larch leaves. It is assumed that these phenolic acids affect on other species as allelochemicals of larch.

#### 緒 論

Allelopathy는 한 植物이 分泌한 化學物質이 다른 植物에게 영향을 주는 현상으로써 害롭게 하는 경우가 많으나 때로는 利로울 수도 있다(Rice, 1979). 소나무의 allelopathy 연구는 Lee와 Monsi(1963)에 의하여 소나무 林床의 種組成과 관련을 지워 조사한 결과 活力度가 높은 種이 소나무의 피해를 덜 받는다고 보고 하였다. 그러나 소나무 숲 밑에는 소나무의 幼苗가 잘 자라고 있는 것으로 보아 소나무 자신의 생활에는 큰 害를 미치지 않는 것으로 알려져 있다(Kil and Yim, 1983).

일본잎갈나무는 栽植했지만 우리나라 山野에서 흔히 볼 수 있고 樹齡도 50년 넘은 것이 많다. 따라서 그 숲에는 一定한 식물의 종조성이 형성될 수 있을 것이고 또한 소나무나 다른 樹種의 경우로 미루어 볼 때, 일본잎갈나무도 그의 잎, 낙엽 또는 뿌리를 통하여 化學物質을 分泌할 것이라고 보고 이를 조사하였다. 더구나 일본잎갈나무 숲 밑에는 일본잎갈나무의 어린 식물이 나서 자라는 것을 찾아 보기 어렵고 이것을 가리켜 天然更新이 되지 않는 植物이라고 하는 사람도 있다. 만일 이것이 사실이라면 일본잎갈나무는 自家中毒現象을 나타낼 것이라는 생각에서 이 연구를 시작했다. 그래서 일본잎갈나무의 잎, 줄기, 그리고 뿌리 중 어느 부위에 抑制物質이 주로 含有되어 있는가를 규명하

고자 몇가지 室內外 調査를 실시한 바 그 결과를 보고 하는 바이다.

### 材料 및 方法

全北 鎭安郡 富貴面 積天里 소재 일본잎갈나무 植栽 林을 조사지점으로 선정하여 20m×20m의 方形區를 설정하고 林床植物을 조사 기록했다. 조사된 식물의 종 목록은 TIPPO 法式으로 정리하고 重要值(IV)를 계산했다. 또 그 안에 나있는 일본잎갈나무를 每木 調査했다. 즉, 胸高直徑(DBH), 平均 樹高, 平均 密度 등을測定하고, 아울러 그 林床에 있는 일본잎갈나무의 어린 식물을 찾아 보았다.

抽出液은 일본잎갈나무의 新鮮한 잎 200g을 1,000ml의 물에 넣어 18°C와 80°C에서 24시간 담구어서 만들었다. 發芽實驗의 供試種子는 일본잎갈나무 숲에서 자라는 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*), 쇠무릅(*Achyranthes japonica*), 새(*Arundinella hirta*), 일본잎갈나무(*Larix leptolepis*), 개미취(*Aster tataricus*), 도라지(*Platycodon grandiflorum*) 등 6종과 일본잎갈나무 숲 이외의 장소에서 자라는 도깨비바늘(*Bidens bipinnata*), 꽃향유(*Elsholtzia splendens*), 개맨드라미(*Celosia argentea*), 평의비름(*Sedum erythrostichum*), 익모초(*Leonurus sibiricus*) 및 죽제비싸리(*Amorpha fruticosa*) 등 6종을 선정하였다. 이들 종자는 50알씩 손으로 골라서 페트리 접시(직경 12cm)에 여과지(Toyo Roshi, 직경 11cm) 2매를 겹쳐 깔고 그 위에 종자를 파종하고 抽出한 水溶液을 여과지가 충분히 젖을 정도로 부어 20°C로 유지시켰다. 對照區에는 물을 주었다.

한편, 生長實驗은 화분(직경 12cm)에 vermiculite를 담고 무우(*Raphanus sativus* var. *hortensis* for. *acathiformis*), 배추(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *pekinensis*), 참소리쟁이(*Rumex japonicus*), 들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica*), 토마토(*Lycopersicon esculentum*), 호밀(*Secale cereale*), 조(*Setaria italica*), 파(*Allium fistulosum*), 무궁화(*Hibiscus syriacus*), 담배풀(*Carpesium abrotanoides*), 일본잎갈나무(*Larix leptolepis*)의 종자를 50알씩 심고 18°C에서 抽出한 水溶液을 20ml/화분을 약 2일 간격으로 주었다. 發芽 後에 4~5株/화분을 남기고 솟아났다. 이들에게 5일 간격으로 Hoagland 배양액을 20ml/화분씩 공급했다. 그리고 25日 또는 30日 後에 幼植物

을 수확하여 길이와 乾重量(80°C)을 測定했다.

發芽率, 伸長率 그리고 乾重量은 對照區에 대한 RGR, REP 및 RDW 등의 相對量으로 計算했다(Kim and Kil, 1984; Rho, 1984).

일본잎갈나무에 함유된 allelochemicals를 分離 確認하였다(Kim and Kil, 1984). 標準試藥은 Sigma의 5-sulfosalicylic acid, syringic acid, p-hydroxybenzoic acid 및 hydroquinone을 사용하였다. 이때 사용한 試料는 氣乾시켜 실험실에 보관한 일본잎갈나무 잎 15g을 1l의 물에 넣어 25°C의 shaker에서 24시간 진탕시킨 후 여과하였다. 이 여과액은 Kim and Kil(1984)에 따라서 HPLC에 의하여 화학물질을 分離시키고 Chromatogram의 data 처리는 관례에 따랐다(Hong *et al.*, 1979; Schieffer and Hughes, 1983; Tsuji *et al.*, 1983).

### 結果 및 考察

일본잎갈나무 숲의 林床植物 조사지점 내의 일본잎갈나무 林床植物은 40科, 67屬, 75種, 1種, 7變種 總 83種類였다.

일본잎갈나무의 林相은 平均値로 DBH 98.2mm, 樹高 9.6m, 密度 95.8本/ha의 상당히 울창한 숲이었다(Table 1). 그런데 일본잎갈나무의 幼苗나 幼植物은 발견되지 않았다.

Table 1. Ecological measurements of *Larix leptolepis*

Stand Character	No. of plot				
	1	2	3	4	M
DBH(cm)	85.9	65.7	74.6	166.7	98.2
Tree height(m)	8.5	8.0	7.5	14.5	9.6
Density(No./ha)	85	130	118	50	95.8

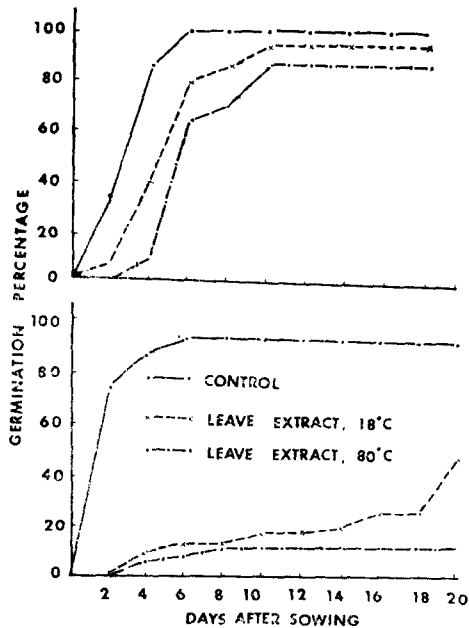
發芽와 伸長實驗 일본잎갈나무 숲의 林床植物이 아닌 種類의 발아에 미치는 일본잎갈나무 잎 抽出液의 영향을 실험한 결과 前者의 發芽率이 높았다(Table 2). 즉, 산철쭉, 쇠무릅, 새, 도라지, 일본잎갈나무, 개미취 중에서 끝의 두 식물을 제외한 나머지 식물들의 발아율은 대조구에 비하여 높은 편이었으나 일본잎갈나무 숲에 出現하지 않는 도깨비바늘, 꽃향유, 개맨드라미, 평의비름, 익모초 및 죽제비싸리의 발아는 대조구에 비하여 상당히 억제된 경향을 나타내고 있다.

또 일본잎갈나무 숲의 林床植物인 새와 임상식물이

**Table 2.** Effects of aqueous extracts from larch leaves on RGP

Species	Extracts	
	18°C	80°C
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	91	77
<i>Achyranthes japonica</i>	90	31
<i>Arundinella hirta</i>	94	86
<i>Larix leptolepis</i>	0	0
<i>Aster tataricus</i>	6	28
<i>Platycodon grandiflorum</i>	78	67
<i>Bidens bipinnata</i>	51	13
<i>Elsholtzia splendens</i>	17	0
<i>Celosia argentea</i>	72	37
<i>Sedum erythrostichum</i>	16	4
<i>Leonurus sibiricus</i>	108	14
<i>Amorpha fruticosa</i>	57	47

아닌 도깨비바늘의 종자를 抽出液에서 발아속도를 조사한 결과 前者는 대조구나 실험구에서 잘 발아되었지만, 後者は 실험구에서 현저히 억제되었다(Fig. 1). 즉, 도깨비바늘은 발아율과 발아 속도가 크게 억제되었다. 한편 일본잎갈나무의 器官別 抽出液의 抑制效果를



**Fig. 1.** Comparison of germination rate of *Arundinella hirta* and *Bidens bipinnata* in aqueous extracts of larch leaves.

**Table 3.** RGP of selected species sown in aqueous extracts from larch materials

Species	Aqueous extracts		
	Leaf	Root	Stem
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>hortensis</i> for. <i>acanthiformis</i>	12	70	58
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	0	85	91
<i>Rumex japonicus</i>	16	90	93
<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i>	53	97	95
<i>Lycopersicon esculentum</i>	7	90	83
<i>Secale cereale</i>	89	60	65

**Table 4.** REP of selected species grown in aqueous extracts from larch materials

Species	Aqueous extracts		
	Leaf	Root	Stem
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>hortensis</i> for. <i>acanthiformis</i>	44	76	97
<i>Brassica campestris</i> subsp. <i>napus</i> var. <i>pekinensis</i>	60	74	99
<i>Rumex japonica</i>	40	79	100
<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i>	25	69	82
<i>Lycopersicon esculentum</i>	28	71	100
<i>Secale cereale</i>	43	72	77

알아보기 위하여 화분에 파종한 무우, 배추, 참소리쟁이, 들깨, 토마토 및 호밀의 相對發芽率은 잎 抽出液이 뿌리나 줄기 抽出液보다 더 억제되었고(Table 3), 어린 식물들의 相對伸長率도 잎 抽出液에서 가장 억제되고 뿌리, 줄기의 順으로 억제가 적었다(Table 4). 이 결과는 일본잎갈나무의 잎, 뿌리, 줄기에 모두 발아와 신장의 억제 물질이 들어 있다는 뜻으로 풀이되며 특히 잎에 가장 많음을 시사하는 것이다. 이러한 결과는 소나무에서 얻은 결과와 비슷한 경향을 나타내고 있다(Kil and Yim, 1983).

植物-植物 相互作用에 영향을 주는 화학물질은 빗방울이 나무가지 사이를 지날 때 녹아 나오거나, 이슬에 섞여서 땅에 떨어져서 다른 식물의 發芽와 生長에 阻害를 준다(Gliessman and Muller, 1978; Chou, 1973; Lee and Monsi, 1963). 이 사실을 시인하면 일본잎갈나무 잎 속의 화학물질은 林床植物의 종자 발아와 어린 식물의 신장을 억제하는 본 실험결과는 위와 잘 부

합되는 결과이다. Grodzinsky and Gaidamak(1971)은 *Larix decidua* 나무 둘레에 草本植物이 있으면 독성 물질의 濃度帶가 형성되는데 地表面이 가장 짙고 樹冠 바로 밑이 다음으로 짙으며 樹冠밖은 가장 얇어짐을 관찰하고 있다. 본 조사에서 일본잎갈나무(*Larix leptolepis*)가 잎, 뿌리, 줄기 抽出液의 발아 및 伸長 抑制 順序로 나타난 것은 그들의 관찰 결과와 매우 관계가 깊다.

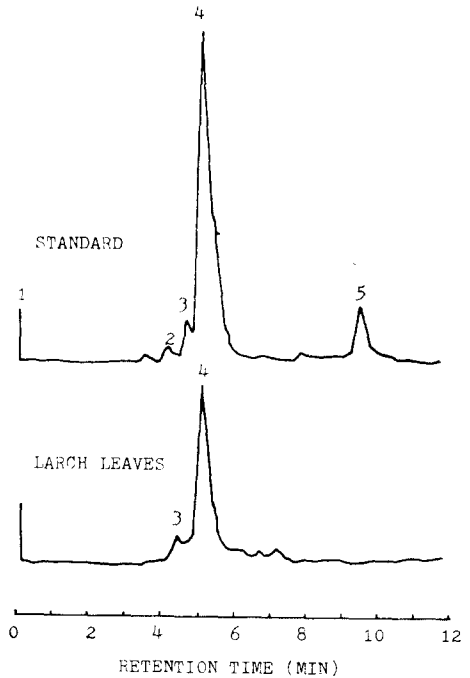
**乾重量** 일본잎갈나무의 水溶 抽出液을 주면서 재배한 실험 식물의 乾重量 生長은 伸長生長 또는 發芽보다 더 抑制되었다(Table 5). 특히 무우, 배추 및 호밀의 乾物生長은 發芽率(Table 3)이나 伸長生長(Table 4)보다 크게 억제됨을 보여준다. 이 결과는 allelochemicals에 의하여 발아는 영향을 적게 받는 실험 식물이 乾重量에서는 크게 억제되는 다른 연구 결과와 一致된다(Einhellig and Rasmussen, 1978).

**Table 5.** RDW of selected species grown in aqueous extracts from larch materials

Species	Aqueous extracts		
	Leaf	Root	Stem
<i>Raphanus sativus</i> var. <i>hortensis</i> for. <i>acanthiformis</i>	17	67	67
<i>Rumex japonica</i>	6	2	5
<i>Secale cereale</i>	33	54	71
<i>Setaria italica</i>	33	37	27
<i>Allium fistulosum</i>	6	47	6
<i>Hibiscus syriacus</i>	—	—	22
<i>Carpesium abrotanoides</i>	0.9	4	38
<i>Larix leptolepis</i>	17	43	30

**抑制物質의 分離와 確認** 일본잎갈나무의 잎을 HPLC로 分離하여 化學物質을 確認한 결과 syringic acid와 p-hydroxybenzoic acid로 나타났다(Fig. 2). 이 물질들은 소나무의 잎과 낙엽을 gas chromatography로 분석한 실험(Kil and Yim, 1983), 리기다소나무의 잎을 paper chromatography로 분리시킨 실험(Rho, 1984), 그리고 곰솔잎을 paper chromatography로 분리한 실험(Kim and Kil, 1984)에서 모두 확인되었다.

植物의 2次代謝產物이 식물 상호간의 생장과정에 영향을 미치는데 그 중 뚜렷한 효과는 allelopathy 현상이다(Muller, 1974; Rice, 1974; Whittaker, 1970). 그 2次代謝產物은 phenols, terpenoids, alkaloids, nitriles



**Fig. 2.** Chromatograms of chemical substances from larch leaves by HPLC. Keys: 1, injection; 2,5-sulfosalicylic acid; 2, syringic acid; 4, p-hydroxybenzoic acid; 5, hydroquinone

등인데 그 중에서 phenol 화합물이 발아, 신장 그리고 식물 전체의 生長을 억제하는 중요한 물질이다(Kapustka and Rice, 1976; Olmsted III and Rice, 1970; Rasmussen and Einhellig, 1977; Tinnin and Muller, 1972). 일본잎갈나무의 잎에서 확인된 syringic acid와 p-hydroxybenzoic acid 등 2종의 phenolic acid는 allelochemicals로 생각된다. 물론 일본잎갈나무의 allelopathy는 이밖의 化學物質의 복합작용이 있을 것도 배제할 수 없을 것이다.

**摘 要**

일본잎갈나무의 allelopathy 효과를 究明하려고 植生 調査를 근거로 두고 林床植物과 林床植物이 아닌 種의 發芽와 生長 實驗을 하였다. 일본잎갈나무 숲의 林床의 種組成은 種類數가 적었다. 일본잎갈나무 非林床植物의 발아는 林床植物보다 잎 抽出液으로 크게 억제되었고, 또 發芽와 伸長은 잎 抽出液이 뿌리나 가지 抽出液보다 더 크게 억제시켰다. 그리고 抽出液에 의하

여 발아나 伸長보다 乾重量生長이 더 억제되었다. 잎 속의 화학물질을 HPLC로 분리한 결과 syringic acid 와 p-hydroxybenzoic acid가 확인되어 이 물질들이 本植物의 allelochemicals로 추정되었다.

### 引用文獻

- Chou, C.H. (1973). The effect of fire on the California chaparral vegetation. Bot. Bull. Acad. Sinica, **14** : 23~34.
- Einhellig, F.A. and J.A. Rasmussen. (1978). Synergistic inhibitory effects of vanillic and p-hydroxybenzoic acids on raddish and grain sorghum. J. Chem. Ecol., **4** : 425~436.
- Gliessman, S.R., and C.H. Muller. (1978). The allelopathic mechanisms of dominance in bracken. J. Chem. Ecol., **4** : 337~362.
- Grodzinsky, A.M. and V.M. Gaidamak. (1971). Allelopathic influence of woody plants on herbaceous ones in the Ukrainian forest-steppe region. In "Physiological Biochemical Basis of Plant Interactions in Phytocenoses" (A.M. Grodzinsky, ed.), 2, pp.3~11. Naukova Dumka, Kiev.
- Hong, S.K., E.K. Park., C.Y. Lee and M.U. Kim. (1979). High performance liquid chromatographic determination of Ginseng saponins. J. Pharm. Soc. Korea, **23** : 181~186.
- Kapustka, L.A. and E.L. Rice. (1976). Acetylene reduction ( $N_2$ -fixation) in soil and old succession in central Oklahoma. Soil Biol. Biochem., **8** : 497~503.
- 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.
- Kim, G.S. and B.S. Kil. (1984). Allelopathic effects of aqueous black pine extracts on the selected species. Won Kwang J. Basic Natural Sci., **3** : 38~45.
- Lee, I.K. and M. Monsi (1963). Ecological studies on *Pinus densiflora* forest. I. Effects of plant substance on the floristic composition of the undergrowth. Bot. Mag. (Tokyo), **76** : 400~413.
- Muller, C.H. (1974). Allelopathy in the environmental complex. In Handbook of vegetation sciences. Part V: Vegetation and environment (B.R. Strain and W.D. Billings, eds.). pp.75~85. Dr. W. Junk B.V., Publishers, The Hague.
- Olmsted, C.E. III. and E.L. Rice. (1970). Relative effects of known plant inhibitors or species from first two stages of old field succession. South-eastern Nat., **15** : 165~173.
- Rasmussen, J.A. and F.A. Einhellig. (1977). Synergistic inhibitory effects of p-coumaric and ferulic acids on germination and growth of grain sorghum. J. Chem. Ecol. **3** : 197~205.
- Rice, E.L. (1974). Allelopathy. Academic Press, New York.
- Rice, E.L. (1979). Allelopathy-an update. Bot. Rev., **15** : 15~109.
- Rho, B.J. (1984). Influence of phytotoxin from *Pinus rigida* on the selected plants, Ms, Dissertation, Graduate School of Won Kwang University. 35pp.
- Schieffer, G.W. and D.E. Hughes. (1983). Simultaneous stability-indicating determination of phenylephrine hydrochloride, phenylpropanolamine hydrochloride, and guaifenesin in dosage forms by reversed-phase paired-ion High-performance liquid chromatography. J. Pharm. Sci., **72** : 55~58.
- Tinnin, R.O. and C.H. Muller. (1972). The allelopathic influence of *Avena fatua*: The allelopathic mechanism. Bull. Torrey Bot. Club, **99** : 287~292.
- Tsuji, K., P.D. Rahn and K.A. Steindler. (1983).  $^{60}Co$  irradiation as an alternate method for sterilization of penicillin G, neomycin, novobiocin, and dihydrostreptomycin. J. Pharm. Sci. **72** : 23~26.
- Whittaker, R.H. (1970). The biochemical ecology of higher plants. In Chemical Ecology (E. Sondheimer and J.B. Simeone, eds.). pp.43~70. Academic Press, New York.