

숙에 들어 있는 生長 抑制物質의 作用

吉奉燮 · 金永植* · 尹敬源**

圓光大學校 科學教育科

圓光保健專門大學 物理治療科*

圓光大學校 大學院 生物學科**

Allelopathic Effects of Growth Inhibitor from *Artemisia princeps* var. *orientalis*

Kil, Bong-Seop, Young-Sik Kim* and Kyeong-Won Yun**

Department of Science Education, Wonkwang University,

*Department of Physical Therapy, Wonkwang Public Health Junior College**

*Department of Biology, Graduate School, Wonkwang University***

ABSTRACT

A number of laboratory experiments have performed to elucidate water-soluble of volatile substances from wormwood plant(*Artemisia princeps* var. *orientalis*) as growth inhibitor or phytotoxicant.

In germination tests with aqueous extracts of leaves, stems and roots of the wormwood plants, most tested species showed that relative germination ratio was inversely proportional to concentration of the extracts. And seedling elongation and dry weight of the species were heavily inhibited with the extracts, incubated leaves, volatile substances of the leaves and soil underneath wormwood plants.

Gas chromatography was employed to find out possible phytotoxic substances or growth inhibitors of wormwood leaves. Ten substances have isolated, and most of them were identified as terpenoids.

緒 論

生物體間에 일어나는 化學的 相互作用은 多様한데, 한 植物이 다른 쪽에게 害를 끼치는 경우가 많고 때로는 相害作用도 있다. 어느 경우라도 다른 生物을 圈外로 排除하거나 抑制하는 등

*이 研究는 1988年 產學協同財團의 研究費 支援에 의하여 이루어졌음.

化學的 攻防의 형태로 나타난다(Whittaker, 1971). 따라서 이러한 알레로패티에 관계하는 化學物質(allelochemicals)은 일종의 抑制者이며, 이들은 대개 다른 식물의 生長을 抑制하나 家中毒의인 경우도 있다(Putnam, 1984).

Bode(1940)는 *Artemisia absinthium*이 내는 독성물질 때문에 이 식물의 근처에서는 여러가지 초본이 자라지 못한다고 했고, 이 사실은 Funke(1943)에 의하여 재확인되었다. 그후 *Artemisia* sp.이 나 있는 토양이나 *Artemisia* sp.의 잎 등에서 여러 가지 화학물질을 확인하고 또 그 물질에 의한 작용을 조사 보고한 결과가 많다(Haligan, 1976; Vostrowsky *et al.*, 1984; Aoki and Shigetaka, 1985; Aoki *et al.*, 1985; Hwang *et al.*, 1985; Blust and Hopkins, 1987; Weyerstahl *et al.*, 1987; Lee, 1988; Feuerstein *et al.*, 1988.).

쑥(*Artemisia princeps* var. *orientalis*)에 관한 연구는 보고된 바가 별로 없다.

쑥은 잔디밭, 예컨대 墓地에 났을때 잔디를 죽게 한다고 하여 省墓時에 쑥을 뽑아버린다. 또 쑥의 휘발성 물질은 독특한 芳香性을 가지고 있으며, 쑥을 태운 연기는 여름밤 농촌에서 모기를 쫓는데 쓰인다. 이렇게 볼 때 쑥에 들어 있는 화학물질이 毒性을 지닌 것으로 쉽게 짐작이 된다. 본 연구에서는 쑥에 含有되어 있는 화학물질을 선행연구에 따라 생상 억제 물질로 보고 이를 구명하기 위하여 실험을 실시하였다. 첫째, 쑥의 水溶性, 揮發性 物質에서의 종자 발아와 어린 식물의 生長을 실험하여 生長 抑制 與否를 확인하고, 둘째, 쑥에 들어있는 揮發性 化學物質을 gas chromatography로 分析하여 그 물질을 조사하였다.

材料 및 方法

實驗材料

본 실험에 사용한 材料는 쑥(*Artemisia princeps* var. *orientalis*)을 供與植物로 하고 이에 대한 受容植物은 상치(*Lactuca sativa*), 질경이 (*Plantago asiatica*), 쑥(*A. princeps* var. *orientalis*), 뽕쑥(*A. rubripes*), 산국(*Chrysanthemum boreale*), 용수염(*Diarrhena japonica*), 들피(*Echinochloa crus-galli*), 보리(*Hordeum vulgare* var. *hexastichon*), 쇠무릎(*Achyranthes japonica*), 장구채(*Melandryum firmum*), 달맞이꽃(*Oenothera odorata*)이었으며 이들의 種子는 실험하기 前年에 채집해 두었거나 種苗商에서 구입하여 실험에 사용하였다.

實驗方法

쑥의 水溶抽出液을 準備하는 요령은 Yun and Kil(1989)에 따랐다.

쑥 잎의 恒溫處理는 陰乾한 쑥 잎 5g을 가루로 만들어 vermiculite 100g에 고루 섞어서 수조에 담고 100ml의 Hoagland's 액을 가하여 incubator(30℃)에 각각 3, 6, 9일간씩 두었다. 이들을 pot(밀면 직경 14cm)에 담아 손으로 고른 종자를 파종하고 발아 후 2日 간격으로 20~40ml씩의 Hoagland's 액을 주었다. 이때 對照區는 쑥의 잎을 넣지 않은 vermiculite를 실험구와 同量으로 하였다(Young and Chou, 1985). 그래서 자라난 어린 식물의 신장과 그의 건중량을 조사하였다.

쑥의 揮發性 物質에서의 실험요령은 Yun and Kil(1989)에 따랐다.

쑥에서 放出된 化學物質이 쑥이 나 있는 토양에 남아있는지 알아보기 위하여 쑥이 나 있는 묵밭의 토양(실험구)과 같은 장소이지만 쑥이 나 있지 않은 토양(대조구)을 화분에 담고 여기

에 受容植物의 종자발아와 생장실험을 실시하였다.

그리고 본 실험의 發芽, 生長, 化學物質 分析 要領 등은 Yun and Kil(1989)에 따랐다.

結果 및 論議

썩의 水溶抽出液에서의 發芽와 生長

썩의 잎을 水溶 抽出한 후 농도를 달리하여 Petri dish에서 실시한 발아실험 결과는 Table 1과 같다.

상치, 쇠무릅, 산국은 썩 抽出液의 농도에 반비례적으로 발아가 되었고, 한편 달맞이꽃과 돌피는 각각 50% 액구와 30% 구에서는 대조구보다 실험구 값이 더 큰 것도 있었다. 그러나 보리는 실험구의 발아가 저조했고 70%區이상에서는 심하게 억제되었다.

썩은 줄기 抽出液으로 실험한 발아 결과는 Table 2와 같다.

이들의 결과는 식물의 종류별로 다양하게 나타났다. 즉 쇠무릅과 보리와 같이 抽出液의 농도가 높아짐에 따라 發芽率은 감소하며 유의한 경우, 상치처럼 대조구보다 실험구의 값이 저조하기는 하나 抽出液의 농도별로 약간의 차이가 있는 것 그리고 산국(10%구)과 달맞이꽃(30%구)은 抽出液의 농도가 낮은 실험구에서는 대조구보다 높은 발아율이 나타나고, 돌피의 경우는 실험구값이 저조하기는 하나 유의차가 인정되지 않는 것 등이 그것이다.

썩의 뿌리 抽出液으로 發芽實驗한 결과는 Table 3과 같다.

쇠무릅과 산국의 발아는 抽出液의 농도에 반대로 낮아졌고 區間의 값이 유의한 차이를 나타냈다. 그러나 상치, 보리, 달맞이꽃은 대조구와 실험구의 값이 거의 비슷했는데 상치와 보리는 대조구와 실험구간의 차이가 유의하지 못했다. 돌피는 농도별로 아무런 유의차가 나타나지 않아서 이는 썩의 화학물질에 전혀 영향을 받지 않고 있음을 알 수 있다.

본 실험 결과에서 보는 바와 같이 썩에 들어있는 화학물질은 受容植物의 종류에 따라서 相

Table 1. Germination percentage of experimental species tested in Petri dish with different concentration of wormwood leaves extracts

Species	Control	Concentration (%)				
		10	30	50	70	100
<i>Lactuca sativa</i> 상치	87.5 ^a	81.5 ^{ab}	67.5 ^{bc}	41.5 ^{de}	55.5 ^{cd}	38.5 ^e
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichon</i> 보리	55.5 ^a	51.5 ^a	52.0 ^a	53.0 ^a	38.0 ^b	22.5 ^c
<i>Achyranthes japonica</i> 쇠무릅	69.0 ^a	45.0 ^b	18.8 ^c	21.0 ^c	10.5 ^c	11.0 ^c
<i>Oenothera odorata</i> 달맞이꽃	74.5 ^a	73.5 ^a	71.5 ^a	77.5 ^a	72.5 ^a	36.0 ^b
<i>Chrysanthemum boreale</i> 산국	80.0 ^a	65.5 ^a	36.0 ^b	32.5 ^b	19.5 ^{bc}	8.0 ^c
<i>Echinochloa crus-galli</i> 돌피	88.5 ^a	87.5 ^a	89.5 ^a	85.5 ^a	85.5 ^a	86.5 ^a

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

Table 2. Germination percentage of experimental species tested in Petri dish with different concentration of wormwood stems extracts

Species	Control	Concentration (%)				
		10	30	50	70	100
<i>Lactuca sativa</i>	94.5 ^a	80.5 ^b	79.0 ^b	72.0 ^b	81.3 ^b	79.0 ^b
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichon</i>	55.5 ^a	50.0 ^a	42.0 ^{ab}	33.0 ^{bc}	23.0 ^c	21.0 ^c
<i>Achyranthes</i> <i>japonica</i>	71.5 ^a	56.5 ^b	55.0 ^b	37.0 ^c	24.0 ^d	24.0 ^d
<i>Oenothera</i> <i>odorata</i>	78.0 ^a	74.0 ^a	79.0 ^a	71.5 ^a	71.5 ^a	72.0 ^a
<i>Chrysanthemum</i> <i>boreale</i>	70.0 ^{ab}	75.5 ^a	70.5 ^{ab}	59.0 ^b	40.5 ^c	28.5 ^c
<i>Echinochloa</i> <i>crus-galli</i>	90.0 ^a	84.5 ^a	88.5 ^a	89.3 ^a	84.8 ^a	87.3 ^a

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

Table 3. Germination percentage of experimental species tested in Petri dish with different concentration of wormwood roots extracts

Species	Control	Concentration (%)				
		10	30	50	70	100
<i>Lactuca sativa</i>	87.5 ^a	81.5 ^a	80.5 ^a	83.0 ^a	82.0 ^a	77.5 ^a
<i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichon</i>	57.5 ^a	48.0 ^a	48.5 ^a	50.5 ^a	52.0 ^a	50.0 ^a
<i>Achyranthes</i> <i>japonica</i>	72.5 ^a	60.5 ^b	55.5 ^{bc}	47.5 ^c	34.5 ^d	28.5 ^d
<i>Oenothera</i> <i>odorata</i>	71.5 ^{ab}	68.0 ^{abc}	62.5 ^{bc}	72.0 ^a	63.5 ^{abc}	60.0 ^c
<i>Chrysanthemum</i> <i>boreale</i>	84.5 ^a	69.0 ^{ab}	63.0 ^{bc}	48.0 ^c	52.0 ^{bc}	52.0 ^{bc}
<i>Echinochloa</i> <i>crus-galli</i>	85.0 ^a	86.5 ^a	87.0 ^a	84.5 ^a	91.0 ^a	86.5 ^a

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

巽하게 영향을 받을 것으로 해석된다. 이것은 돌피와 쑥의 나는 장소 또는 다른 생태학적 요인이 서로 다르기 때문에 야기된 결과로 추정된다. 이것은 Hazebroek(1989)가 아스파라거스의 추출액에서 토마토와 상치의 발아는 抑制되었으나 호박의 발아를 抑制되지 않았다고 한 연구 보고와 비슷한 경향이다. 또 다른 선행연구를 보면 *Artemisia tridentata*의 잎水溶抽出液은 다른 여러 가지 식물의 발아를 촉진 또는 억제하며(Hoffman and Hazlett, 1977), *A. princeps*의 뿌리 추출액이 *A. artemisiifolia*의 종자발아와 어린 벼의 생장을 심하게 억제한다(Numata *et al.*, 1975)라고 했다. 따라서 *Artemisia* 植物體에는 다른 植物의 종자발아에 영향을 줄 수 있는 화학

물질 즉, 生長 抑制物質이 含有되어 있다는 사실을 推測할 수 있으며 Duke *et al.* (1987)이 *A. annua*의 성분 중에는 artemisinin이 있어서 상처와 자기 자신의 종자 발아를 억제한다는 연구 결과는 그 한 예이다.

한편 前述한 實驗과 同一한 抽出液으로 實驗한 어린 식물의 生長結果는 Fig. 1과 같다. 돌피, 상치, 달맞이꽃은 뿌리 抽出液區에서 相對伸長率(RER)이 縮진된 結果를 나타냈고 이러한 현상은 줄기 抽出液區에서도 부분적으로 일어났다. 그러나 산국, 쇠무릅, 보리는 잎, 줄기 抽出液의 대부분과 뿌리 抽出液區의 일부에서는 生長이 抑制되었다. 일반적으로 生長 抑制의 程度는 잎 抽出液區에서 가장 심했고, 그 다음은 줄기, 뿌리液區의 順이었다. 특히 잎 抽出液區에서의 산국과 줄기區에서의 보리는 심한 生長 抑制현상을 보였다.

生長 實驗의 結果는 前述한 發芽 實驗의 경우와 傾向은 비슷했으나 程度의 차이는 相異하여 促進되는 實驗結果와 抑制結果로 나뉘었다. 先行 研究를 보면 *A. tridentata*는 다른 식물의 初期 生長을 抑制하고(Schlatterer and Tisdata, 1969), 또 아스파라거스의 뿌리 抽出液은 상처의

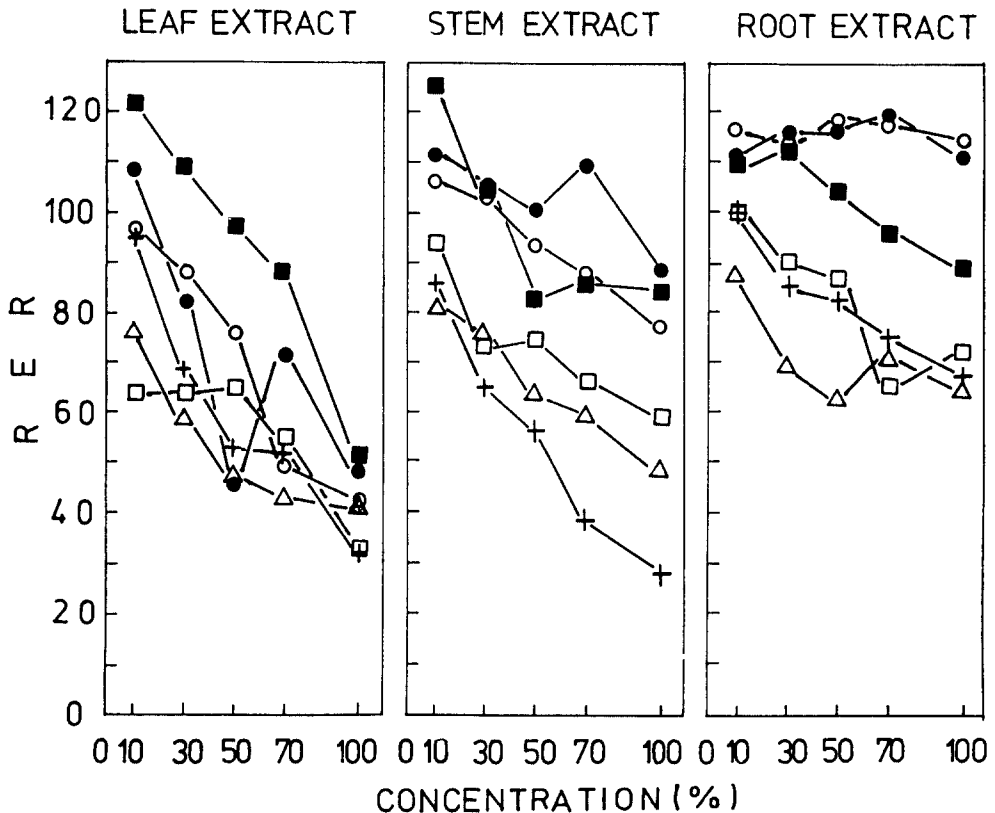


Fig. 1. Relative elongation ratio of seedlings of experimental species tested in Petri dish with different concentration of wormwood extracts.

Legends to species : ■ : *Echinochloa crus-galli* ○ : *Oenothera odorata*
 □ : *Achyranthes japonica* △ : *Chrysanthemum boreale*
 ● : *Lactuca sativa* + : *Hordeum vulgare var. hexastichon*

배축 등의 생장을 억제한다(Hazebroek, 1989)고 보고한 결과와 본 실험은 비슷했다.

또 쑥의 잎 抽出液을 농도별로 달리하여 화분 재배한 植物의 乾重量은 Table 4와 같다. 쇠무릅은 10%, 30%, 50% 실험구의 건중량이 각각 0.419, 0.412, 0.352로서 대조구 값 0.336보다 더 크고 70%구와 100%구에서는 0.263, 0.147로서 대조구보다 더 低調했다. 상치와 쑥은 대조구에 대한 全處理區의 값이 낮고 농도가 높아짐에 따라 건중량은 줄어드는 逆比例의이었으며 유의한 차이가 인정되었다.

Table 4. Seedling dry weight(g) of experimental species tested in pot with different concentrations of wormwood leaves extracts

Species	Control	Concentration (%)				
		10	30	50	70	100
<i>Lactuca sativa</i>	0.047 ^a	0.015 ^b	0.015 ^b	0.015 ^b	0.014 ^b	0.000 ^c
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0.147 ^a	0.116 ^{ab}	0.114 ^{ab}	0.105 ^{bc}	0.076 ^{bc}	0.070 ^c
<i>Achyranthes japonica</i>	0.336 ^a	0.419 ^a	0.412 ^a	0.352 ^a	0.263 ^{ab}	0.147 ^b

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

쑥의 줄기 抽出液의 각 농도에서 조사한 식물의 건중량은 Table 5와 같다.

상치, 쑥, 쇠무릅이 모두 대조구에 비하여 실험구의 값이 낮았고 또한 통계적으로 有意하였다. 前述한 실험에서와 비슷하게 본 실험에서도 受容植物의 初期生長은 抑制가 많이 됨을 알 수 있다.

또한 쑥의 뿌리 抽出液을 앞의 잎이나 줄기의 경우와 같은 조건에서 실험해 본 식물의 건중량은 Table 6과 같다. 여기에서도 실험구의 값이 대조구의 것보다 저조했고 각 구간의 억제 정도는 실험에 사용된 쑥의 뿌리 抽出液 농도에 逆比例의이었으며 상치를 제외하고 각 구간에 유의한 차이가 나타났다.

쑥의 잎 恒温處理와 生長實驗

공기 중에서 건조시킨 쑥의 잎을 vermiculite에 넣어 3, 6, 9日間 30℃로 항온처리한 후 화분

Table 5. Seedling dry weight(g) of experimental species tested in pot with different concentrations of wormwood stem extracts

Species	Control	Concentration (%)				
		10	30	50	70	100
<i>Lactuca sativa</i>	0.047 ^a	0.017 ^b	0.010 ^{bc}	0.011 ^{bc}	0.009 ^{bc}	0.005 ^c
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0.088 ^a	0.072 ^b	0.056 ^{bc}	0.043 ^{cd}	0.033 ^d	0.016 ^e
<i>Achyranthes japonica</i>	0.102 ^a	0.085 ^{ab}	0.080 ^b	0.071 ^b	0.051 ^c	0.031 ^d

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

Table 6. Seedling dry weight(g) of experimental species tested in pot with different concentrations of wormwood roots extracts

Species	Control	Concentration (%)				
		10	30	50	70	100
<i>Lactuca sativa</i>	0.066 ^a	0.023 ^b	0.020 ^b	0.018 ^b	0.012 ^b	0.010 ^b
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0.100 ^a	0.091 ^a	0.089 ^a	0.079 ^{ab}	0.064 ^b	0.040 ^c
<i>Achyranthes japonica</i>	0.168 ^a	0.159 ^a	0.158 ^a	0.117 ^b	0.097 ^{bc}	0.078 ^c

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

에 담아서 재배한 식물의 신장은 Fig. 2와 같다. 대조구에 비하여 실험구의 값은 低調했고, 쇠무릅, 상치, 쑥은 향은 처리기간이 길수록 신장이 억제되었는데 특히 쑥은 前述한 抽出液으로 실험했던 경우와 같이 自家中毒 現象이 나타났다.

대체로 쇠무릅은 9日區에서, 쑥은 6日區에서 대조구의 절반 수준에 이르는 생장억제가 되었다.

또 위와 同一한 실험조건을 復재배한 실험식물의 건중량은 Table 7과 같다. 상치, 쇠무릅, 쑥 등은 실험구에서 대조구보다 상당한 차이로 그 값이 저조했다. 향은처리 3日區에서 대조구에 대한 실험구의 상대값이 상치는 0.54, 쇠무릅 0.52, 쑥은 0.67이었고, 9日區에서는 상치 0.06, 쇠무릅 0.20, 쑥은 0.04로 심한 억제현상이 나타났다.

이 실험결과를 前述한 伸長의 경우와 비교해 보면 兩者가 대조구보다 실험구의 값이 낮은

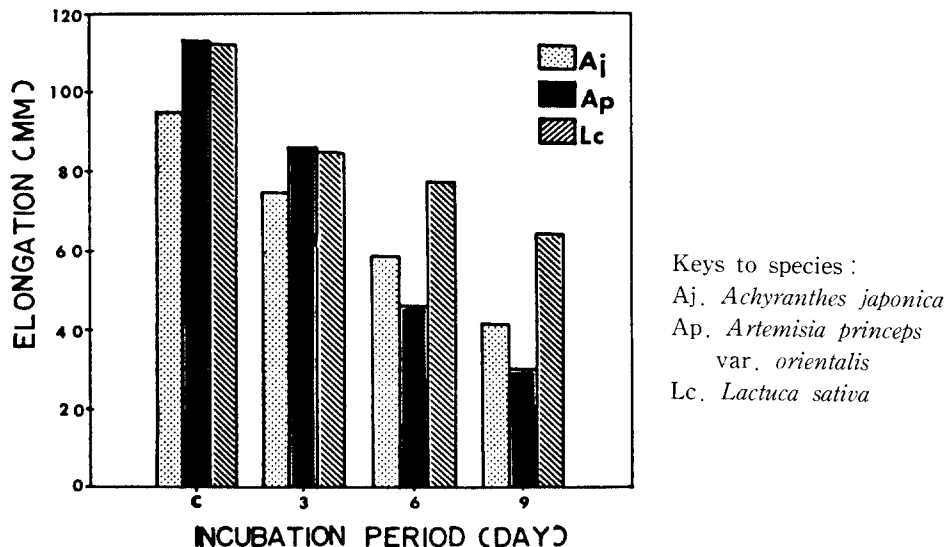
**Fig. 2.** Seedling length(mm) of experimental species tested in pot with different in cubation periods of wormwood leaves.

Table 7. Seedling dry weight of experimental species tested in pot with different incubation periods of wormwood leaves

Species	Control	Incubation period(day)		
		3	6	9
<i>Lactuca sativa</i>	0.230 ^a	0.124 ^b	0.054 ^c	0.014 ^c
<i>Achyranthes japonica</i>	0.222 ^a	0.116 ^b	0.047 ^b	0.045 ^b
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0.227 ^a	0.151 ^a	0.031 ^b	0.009 ^b

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

접과 恒溫處理 期間의 길어질수록 더 억제 받는다는 공통점이 있으나 그 程度面에서는 건중량이 훨씬 심했다. 이것은 Einhellig and Rasmussen(1978)이 무우와 수수를 phenolic acid 수용액에 처리하여 실험했을 때 신장보다 건중량 面에서 더 뚜렷한 차이가 나타났다는 실험결과와 一致하는 것이다.

쑥의 휘발성 물질에서의 발아 및 생장

쑥의 잎에서 나오는 휘발성 물질에 대한 受容植物의 發芽實驗을 실시한 결과는 Table 8과 같다.

쇠무릅은 쑥의 잎 5g區에서 발아율이 85.0%였고, 10g과 15g區에서 점점 낮아지다가 20g區

Table 8. Germination percentage of experimental species tested in volatile substances of wormwood leaves(g)

Species	Control	Test					
		5	10	15	20	25	30
<i>Lactuca sativa</i>	88.0 ^a	87.0 ^a	86 ^a	85.5 ^a	79.0 ^{ab}	69.5 ^b	50.0 ^c
<i>Achyranthes japonica</i>	96.0 ^a	85.0 ^b	29.5 ^c	14.0 ^d	0.0 ^e	0.0 ^e	0.0 ^c
<i>Chrysanthemum boreale</i>	76.5 ^{ab}	75.5 ^{ab}	83.5 ^a	64.5 ^{bc}	63.5 ^{bc}	47.0 ^c	7.5 ^d
<i>Diarrhena japonica</i>	85.5 ^a	84.5 ^a	86.0 ^a	87.0 ^a	72.0 ^b	56.0 ^c	54.0 ^c
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	85.5 ^a	81.0 ^{ab}	76.5 ^{ab}	73.0 ^b	79.0 ^{ab}	44.5 ^c	31.0 ^d
<i>Melandryum firmum</i>	24.0 ^{cd}	53.3 ^a	42.5 ^{ab}	31.3 ^{bc}	32.8 ^{bc}	13.3 ^{de}	1.25 ^e
<i>Plantago asiatica</i>	94.0 ^a	97.5 ^a	88.5 ^a	70.0 ^b	0.0 ^c	0.0 ^c	0.0 ^c
<i>Echinochloa crus-galli</i>	52.8 ^{ab}	54.0 ^{ab}	59.3 ^{ab}	68.0 ^a	58.0 ^{ab}	51.3 ^{ab}	42.0 ^b

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

부터는 발아가 안되었다. 질경이는 비교적 높은 발아율을 5g, 10g, 15g區에서 보이지만 20g 區부터는 발아되지 못했다. 그러나 장구채와 돌피는 25g과 30g 실험구를 제외하고는 나머지 실험구 값이 대조구의 발아율이 더 높아서 促進的이었다.

그리고 상처와 썩의 종자 발아는 썩의 잎 무게를 增量함에 따라 즉, 휘발성 물질의 농도가 높아짐에 따라 그 값이 점점 減少했다. 산국과 용수염은 실험구 중 몇개의 대조구값보다 더 높았으나(10g구, 15g구) 대체로 농도 증가에 따라 발아는 감소하는 경향으로 나타났다. 先行 研究를 보면 *Artemisia herba-alba*의 지상부에서 내는 휘발성, 수용성 물질은 다른 식물의 종자발아를 강하게 억제했다(Friedman *et al.*, 1977)라고 했으며, 이 식물체에는 α -terpine이 들어 있다(Feuerstein *et al.*, 1988), 또 *Artemisia tridentata*의 잎에서 나오는 휘발성, 수용성 물질은 *Agropyron cristatum*의 종자발아를 억제했다(Groves and Anderson, 1981)고 했는데, 본 실험결과를 뒷받침한다.

그리고 前述한 실험조건과 同一한 상태에서 실험한 유식물의 신장결과는 Table 9와 같다. 發芽實驗보다 本 伸長實驗에서 더 억제된 양상을 나타내고 있다. 예컨대, 발아 실험의 결과와 신장실험을 비교하면 신장의 경우가 약간 더 심하게 억제 받은 것으로 나타났다. 또 대조구에 비하여 실험구의 값이 더 높은 경우는 5g실험구에서 용수염과 질경이 2종류뿐이었고 나머지는 모두 실험구의 값이 저조하여 억제되었음을 나타내고 있었다.

*Artemisia californica*의 잎에서 나오는 휘발성 물질은 호박과 귀리의 뿌리 신장을 억제하며 이 물질은 야외에서 이슬에 섞여 어린 식물체에게 영향을 준다(Muller *et al.*, 1964). *Artemisia* 屬 식물 중에는 coumarins와 sesquiterpene lactones이 들어 있음을 확인했고 (Shafizadeh and Melnikoff, 1970), 또 이들은 다른 식물의 성장을 억제하고 호흡을 촉진시켰다(McCahon *et*

Table 9. Seedling length(mm) of experimental species tested in volatile substances of wormwood leaves(g)

Species	Control	Test					
		5	10	15	20	25	30
<i>Lactuca sativa</i>	33.0 ^a	24.7 ^b	21.3 ^{bc}	19.9 ^c	17.8 ^c	17.3 ^c	19.8 ^c
<i>Achyranthes japonica</i>	30.7 ^a	19.0 ^b	13.5 ^c	6.0 ^d	0.0 ^e	0.0 ^e	0.0 ^e
<i>Chrysanthemum boreale</i>	20.8 ^a	20.1 ^{ab}	16.3 ^{bc}	16.5 ^{bc}	14.0 ^{cd}	11.5 ^d	2.4 ^e
<i>Diarrhena japonica</i>	9.2 ^b	13.9 ^a	6.8 ^{bc}	8.7 ^b	4.8 ^{cd}	3.3 ^{cd}	2.4 ^d
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	10.7 ^a	9.2 ^b	7.2 ^c	6.8 ^{cd}	6.8 ^{cd}	4.2 ^e	5.5 ^{de}
<i>Melandryum firmum</i>	6.7 ^a	4.8 ^b	3.9 ^b	3.9 ^b	3.7 ^{bc}	2.4 ^c	0.0 ^d
<i>Plantago asiatica</i>	5.6 ^{ab}	6.9 ^a	4.9 ^b	2.9 ^b	0.0 ^d	0.0 ^d	0.0 ^d
<i>Echinochloa crus-galli</i>	28.1 ^a	24.3 ^a	18.4 ^b	18.1 ^b	9.6 ^c	8.5 ^c	8.5 ^c

* Means within rows followed by same letters are not significantly different at the 5% level by Dunca's multiple-range test.

al., 1973). 그리고 *A. tridentata* 식물체에서 나오는 휘발성 물질은 밀과 호박의 종자가 발아할 때 호흡율을 감소시키지만 잎이 일정 수준 이상으로 성장해 버리면 오히려 호흡을 促進시킨다 (Weaver and Klarich, 1977)고 하여 본 실험결과와 경향이 같았다.

쑥밭 흙에서의 生長實驗

쑥이 자라고 있는 묵밭의 흙(실험구)과 같은 장소이지만 쑥이 나 있지 않은 흙(대조구)을 써서 화분재배한 幼植物의 伸長實驗結果는 Fig. 3과 같다.

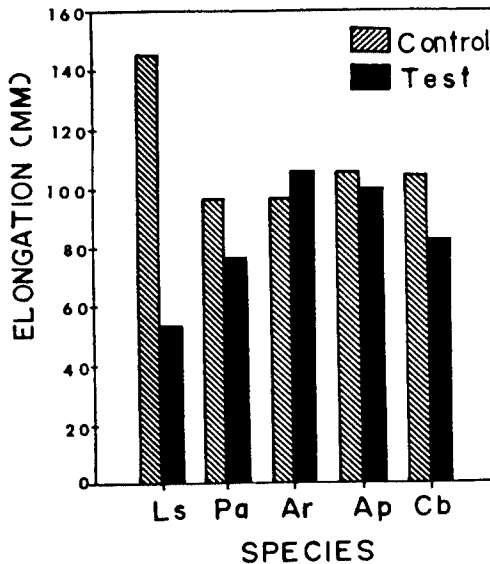


Fig. 3. Seedling length of experimental species tested in the underneath soils of wormwood plants.

Keys to species :

- Ls, *Lactuca sativa*
- Pa, *Plantago asiatica*
- Ar, *Artemisia rubripes*
- Ap, *Artemisia princeps*
var. *orientalis*
- Cb, *Chrysanthemum boreale*

덤불쑥은 대조구보다 실험구에서 幼植物 伸長이 더 컸고 쑥은 그 반대로 실험구의 伸長이 더 적었으나 이들 쑥 종류는 다른 3종 식물에 비하여 伸長이 잘 되었다. 이 사실은 쑥밭 흙에 들어 있는 것으로 추정되는 쑥의 生長 억제물질에 대하여 비교적 잘 견디거나 오히려 促進되는 것으로 풀이된다.

그 다음은 산국, 질경이, 상치의 順으로 유식물의 신장이 이루어져서 상치가 가장 심하게 억제되어서 대조구에 대한 실험구의 상대값은 0.37이었다.

*A. absinthium*의 주위 약 100cm 내에는 다른 식물이 나는 경우 生長 장애를 받으며 *Levisticum officinale* 식물은 枯死하고 말았다(Funke, 1943)는 연구결과로 미루어 보면 *Artemisia*屬 植物의 화학물질이 다른 식물의 生長억제에 영향을 준다고 풀이된다.

아울러 쑥이 나 있는 묵밭 흙과 그 대조가 되는 흙에서 栽培한 5종 식물의 生長結果를 건중량으로 보면 Table 10과 같다. 실험구의 상대값을 대조구에 비교 계산해 보면 상치는 0.25, 산국은 0.55, 덩불쑥은 0.44로 실험구의 값이 낮았다. 그러나 질경이는 그 값이 1.11, 쑥은 1.35로 실험구의 상대값이 더 컸으나 유의성은 인정되지 못했다. 따라서 상치, 산국, 덩불쑥은 쑥밭 흙에서 生長이 억제되었다. 이것은 쑥에서 방출된 화학물질이 土壤粒子에 吸着된 채 약 1개월동안 殘留되거나 (Carrel et al., 1988) 殘留되었다가 미생물에 의하여 분해되면서

(Shindo and Kuwatsuka, 1976) 그 곳에 나는 다른 식물의 생장을 억제케 하는 것으로 풀이된다.

Table 10. Seedling dry weight of experimental species tested in soils

Species	Soil	
	Control	Test
<i>Lacluca sativa</i>	0.426	0.105*
<i>Plantago asiatica</i>	0.120	0.133
<i>Chrysanthemum boreale</i>	0.267	0.146*
<i>Artemisia rubripes</i>	0.278	0.121*
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0.213	0.278

Note : Control, abandoned field soil no growing wormwood ; Test, abandoned field soil growing wormwood plant.

* Significant at 5% level according to student t test.

Table 11. Volatiles from leaves of *Artemisia princeps* var. *orientalis*

Compound	Retention time(min)	
	Worm-wood	Standard
α -Pinene	18.172	18.786
β -Myrcene	21.029	21.328
α -Terpinene	22.614	22.682
Cineole	23.455	23.428
γ -Terpinene	24.520	24.910
(-)-Thujone	26.811	26.760
Camphor	28.654	28.549
Bornyl acetate	34.049	34.128
(-)-Trans-Caryophyllene	39.370	39.361
α -Humulene	40.516	40.521

숙에 들어있는 化學物質 分析

숙의 잎으로부터 GC에 의하여 분리 확인된 휘발성 물질은 Table 11과 같다. α -pinene 등 10종류의 물질이 검출되었는데 이 외에 미확인된 것도 상당수가 있었다. 그러나 이들은 숙에서 처음으로 분리확인되었다는 점에서 의미가 있다. 이 중에서 α -pinene은 *A. glabella*, *A. rupestris*(Bicchi *et al.*, 1985), *A. herba-alba*(Feurstein *et al.*, 1988)의 잎에도 함유되어 있으며 α -terpinene은 *A. glabella*와 *A. persica*(Bicchi *et al.*, 1988), *A. herba-alba*(Feurstein *et al.*, 1988)에서 확인되었다.

또 camphor, cineole, bornyl acetate 그리고 γ -terpinene 등도 선행연구자들에 의하여 보고된 바가 있다(Bicchi *et al.*, 1985 ; Feurstein *et al.*, 1988). 이 물질들 중 γ -terpinene, (-)-trans-caryophyllene, α -humulene, α -pinene, α -terpinene, cineole, (-)-thujone, bornyl acetate 그리고 β -myrcene은 bioassay결과 공시식물의 발아와 성장억제 물질이 되는 사실이 밝혀졌다(Yun, 1990).

要 約

숙에 들어있는 化學成分이 다른 植物의 發芽와 生長抑制物質로서 作用함을 究明하기 위하여 실험실 실험을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

숙의 잎, 줄기, 뿌리를 常溫에서 抽出한 濃度別 水溶液에서 실험한 植物의 發芽結果는 첫째, 抽出液의 濃度가 높아짐에 따라서 發芽率은 減少되는 종류, 둘째, 대조구 보다 실험구의 값이 低調하기는 하나 抽出液의 濃度別로 실험결과가 區間에 有意性이 없는 것, 셋째, 실험구

의 발아율이 더 높거나 대조구와 비슷한 종류로 구분되었다. 幼植物의 伸長은 쑥의 잎 抽出液 區에서 가장 심하게 억제되었고 다음은 줄기, 뿌리 抽出液의 順이었다.

화분에 식물을 심어서 쑥 抽出液을 2~3일에 1회씩 供給하여 栽培한 植物의 生長은 대부분이 抽出液의 濃度에 逆比例의으로 減少되었다. 또 쑥의 잎 抽出液으로 키운 쑥의 生長이 抑制되었으므로 家中毒現象이 나타났다.

쑥의 잎을 矽石(vermiculite)과 섞어 恒溫處理하여 이것으로 植物을 生長實驗한 결과 分明히 抑制되었고 恒溫處理期間이 길어짐에 따라서 점점 더 억제되었다.

쑥의 잎에서 放出되는 揮發性 成分으로 실험한 植物의 發芽와 幼植物 伸長은 有意하게 抑制되었다.

또 쑥이 나 있는 목밭의 흙에 과중한 식물은 伸長이 抑制되었고 건중량은 더욱 심하게 억제되었으므로 그 흙속에 生長抑制 物質이 殘留되어 있음을 알게 되었다.

그래서 쑥에 含有된 化學物質을 GC로 分析하여 α -pinene 등 10종류를 確認해 냈는데 이들이 生長抑制 作用에 관계가 있을 것으로 본다. 그 이유는 先行 研究結果에서 밝혀진 成分 中 서로 同一한 것도 있기 때문이다.

引 用 文 獻

- Anaya, A.L., and S. del Amo. 1978. Allelopathic potential of *Ambrosia cumanensis* H. B. K. (Compositae) in tropical zone of Mexico. J. Chem. Ecol. 4 : 289-304.
- Aoki, T. and H. Shigetaka. 1985. Seasonal variations and geographical differences of volatile constituents from *Artemisia vulgaris* L. var. *indica* Maxim. Bull. Suzugamine Women's Coll., Nat. Sci., 26 : 9-14.
- Aoki, T., H. Shigetaka, S. Koyama and K. Shinagawa. 1985. Seasonal variation of volatile constituents from *Artemisia capillaris*. Bull. Suzugamine Women's Coll., Nat. Sci., 26 : 15-18.
- Asplund, R.O. 1969. Some quantitative aspects of the phytotoxicity of monoterpenes. Weed Sci. 17 : 454-455.
- Baker, H.G. 1966. Volatile growth inhibitors produced by *Eucalyptus globulus*. Madrono 18 : 207-210.
- Ballester, A., A.M. Vieitez, and E. Vieitez. 1979. The allelopathic potential of *Erica australis* L. and *E. arborea* L. Bot. Gaz. (Chicago) 140 : 433-436.
- Battle, J.P., and W.J. Whittington. 1979. The relation between inhibitory substances and variability in time to germination of sugar beet clusters. J. Agric. Sci. 73 : 337-346.
- Bicchi, C., C. Frattini and T. Sacco. 1985. Essential oils of three Asiatic *Artemisia* species. Phytochemistry 24 : 2440-2442.
- Blust, M.H. and T.L. Hopkins. 1987. Olfactory responses of a specialist and a generalist grasshopper to volatiles of *Artemisia ludoviciana* Nutt. (Asteraceae). J. Chem. Ecol. 13(8) : 1893-1902.

- Bode, H.R. 1940. Über die Blattausscheidungen des Wermuts und ihre Wirkung auf andere Pflanzen. *Planta* 30 : 567-589.
- Duke, S.O., K.C. Vaughn., E.M. Croom, JR. and H.N. Elsohly. 1987. Artemisinin, a constituent of annual wormwood (*Artemisia annua*), is a selective phytotoxin. *Weed Science* 35 : 499-505.
- Einhellig, F. A., and P.C. Eckrich. 1984. Interactions of temperature and ferulic acid stress on grain sorghum and soybeans. *J. Chem. Ecol.* 10(1) : 161-170.
- Einhellig, F.A., and J.A. Rasmussen. 1978. Synergistic inhibitory effects of vanillic and p-hydroxybenzoic acids on radish and grain sorghum. *J. Chem. Ecol.* 4 : 425-436.
- Feuerstein, I., A. Danin and R. Segal. 1988. Constitution of the essential oil from an *Artemisia herba-alba* population of Spain. *Phytochemistry*, 27(2) : 433-434.
- Friedman, J. and G. Orshan. 1975. The distribution, emergence and survival of seedlings of *Artemisia herba-alba* asso. in the Negev desert of Israel in relation to distance from the adult plants. *J. Ecol.* 63 : 627-632.
- Friedman, J., G. Orshan and Y. Ziger-cfir. 1977. Suppression of annuals by *Artemisia herba-alba* in the Nugev desert of Israel. *J. Ecol.*, 65 : 413-426.
- Funke, G.L. 1943. The influence of *Artemisia absinthium* on neighbouring plants. *Blumea* 5 : 281-422.
- Gressel, J. B., and L.G. Holm. 1964. Chemical inhibition of crop germination by weed seeds and the nature of inhibition by *Abutilon theophrasti*. *Weed Res.* 4 : 44-53.
- Groves, C.R., and J.E. Anderson. 1981. Allelopathic effects of *Artemisia tridentata* leaves on germination and growth of two grass species. *Amer. Midl. Nat.* 106(1) : 73-79.
- Grümmer, G. 1961. The role of toxic substance in the interrelationships between higher plants. *In* : "Mechanisms in Biological Competition"(F.L. Multhorpe, ed.), pp. 219-228. Academic Press, New York.
- Guenzi, W.D., and T.M. McCalla. 1966a, Phenolic acids in oats, wheat and corn residues and their phytotoxicity. *Agro. J.* 58 : 303-304.
- Halligan, J.P. 1973. Bare areas associated with shrub stands in grasslands : The case of *Artemisia californica*. *Bioscience* 23 : 429-432.
- Halligan, J.P. 1975. Toxic terpenes from *Artemisia californica*. *Ecology* 56 : 999-1003.
- Halligan, J.P. 1976. Toxicity of *Artemisia californica* to four associated herb species. *Am. Midl. Nat.* 95 : 406-421.
- Hazebrook, J.P. 1989. Allelopathic substances in Asparagus roots : Extraction, characterization and biological activity. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114(1) : 152-158.
- Hoffman, G.R. and D. L. Hazlett. 1977. Effects of aqueous *Artemisia* extracts and volatile substances on germination of selected species. *J. Range Manage.* 30 : 134-137.
- Hwang, Y.S., K.H. Wu, J. Kumamoto, H. Axelrod and M.S. Mulla. 1985. Isolation and identification of mosquito repellents in *Artemisia vulgaris*. *J. Chem. Ecol.* 11(9) : 1297-1306.

- Kil, B.S., and Y.J. Yim. 1983. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on undergrowth of red pine forest. *J. Chem. Ecol.* 9(8) : 1135-1151.
- Lee, M.S. 1988. Volatile flavor components of Korean Malgundaesswuk (*Artemisia keiskeana*). *Kor. J. Dietary Culture* 3(2) : 207-210.
- Mandava, N.B. 1979. Natural products in plant growth regulation. *In* : Plant growth substances (N.B. Mandava, ed), p.135, ACS Symposium Series, Vol. 111, American Chemical Society, Washington, DC.
- McCahon, C.B., R.G. Kelsey, R.P. Sheridan, and F. Shafizadeh. 1973. Physiological effects of compounds extracted from sagebrush. *Bull. Torrey Bot. Club* 100(1) : 23-28.
- McPherson, J.K., C.H. Chou, and C.H. Muller. 1971. Allelopathic constituents of the chaparral shrub *Adenostoma fasciculatum*. *Phytochemistry* 10 : 2925-2933.
- Muller, C.H., W.H. Muller, and B.L. Haines. 1964. Volatile growth inhibitors produced by shrubs. *Science* 143 : 471-473.
- Numata, M., A. Kobayashi and N. Ohga. 1975. Studies on the role of allelopathic substance. *In* : "Studies in Urban Ecosystems" (M. Numata, ed.), pp. 38-41.
- Putnam, A.R. 1984. Allelopathic research in agriculture : Past highlights and potential. *In* : The chemistry of allelopathy (A.C. Thompson, ed.). pp.1-8. ACS Symposium Series, Vol. 268, American Chemical Society, Washington DC.
- Rietveld, W.J. 1983. Allelopathic effects of juglone on germination and growth of several herbaceous and woody species. *J. Chem. Ecol.* 9(2) : 295-308.
- Schlatterer, E.F. and E.W. Tisdale. 1969. Effects on litter of *Artemisia chrysothamnus*, and tortula on germination and growth of three perennial grasses. *Ecology* 50 : 869-873.
- Shafizadeh, F., and N.R. Bhadane. 1972a. Badgerin, a new germacranolide from *Artemisia arbuscula* ssp. *arbuscula*. *J. Org. Chem.* 37 : 274-277.
- Shafizadeh, F., and N.R. Bhadane. 1972b. Sesquiterpene lactones of segebrush. New guaiandides from *Artemisia cana* ssp. *viscidula*. *J. Org. Chem.* 37 : 3168-3173.
- Shafizadeh, F., N.R. Bhadane, M.S. Morris, R.G. Kelsey, and S.N. Khanna. 1971. Sesquiterpene lactones of big sagebrush. *Phytochemistry* 10 : 2745-2754.
- Shafizadeh, F., and A.B. Melnikoff. 1970. Coumarins of *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*. *Phytochemistry* 9 : 1311-1316.
- Shindo, H., and S. Kuwatsuka. 1976. Behavior of phenolic substances in the decaying process of plants IV. *Soil Sci. Plant Nutr.* 22 : 23-33.
- Stahl, E. 1973. Thin-layer chromatography. (2nd ed.). George Allen and Unwin, Springer-Verlag, p.208.
- Tang, C.S., and A.C. Waies Jr. 1978. Short-chain fatty acids as growth inhibitors in decomposing wheat straw. *J. Chem. Ecol.* 4 : 225-232.
- Tinnin, R.O., and C.H. Muller. 1972. The allelopathic influence of *Avena fatua* : The allelopathic mechanism. *Bulletin Torrey Botanical Club* 99(6) : 287-292.

- Vostrowsky, O., K. Michaelis, H. Ihm and K. Knobloch. 1984. Das ätherische Öl von *Artemisia abrotanum* L. Z Lebensm Unters Forsch, 179 : 125-128.
- Weaver, T.W. and D. Klarich. 1977. Allelopathic effects of volatile substances from *Artemisia tridentata* Nutt. Am. Midl. Nat. 97 : 508-512.
- Weyerstahl, P., V.K. Kaul, M. Weirauch and H. Marschall-Weyerstahl. 1987. Volatile constituents of *Artemisia vestita* Oil. Planta Med. 66-72.
- Whittaker, R.H. 1971. The chemistry of communities. *In* : Biochemical interactions among plants (Environmental physiology subcommittee, ed), pp.10-18 National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Wilson, R.E., and E.L. Rice. 1968. Allelopathy an expressed by *Helianthus annuus* and its role in old field succession. Bull. Torrey Bot. Club 95 : 432-448.
- Yashphe, J., I. Feuerstein, S. Barel, and R. Segal. 1987. The antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba-alba* asso. II. Examination of essential oils from various chemo types. Int. J. Crude Drug. Res., 25 : 89-96.
- Young, C.C. and T. Chou. 1985. Autointoxication in residues of *Asparague officinalis*. Plant and Soil 85 : 385-394.
- Yun, K.W. 1990. Allelopathic effects of chemicals substances in *Artemisia princeps* var. *orientalis* on selected species. Doctoral Dissertation, Department of Biology, Wonkwang Univ.
- Yun, K.W. and B.S. Kil. 1989. Phytotoxic effects on selected species by chemical substances of *Artemisia princeps* var. *orientalis*. Kor. J. Ecol. 12(3) : 161-170.

(1990年 11月 4日 接受)