

雜草 種子의 休眠打破에 대한 化學物質과 土壤 內 種子埋沒의 效果

沈相仁* · 李相珪* · 姜炳華*

Effects of Several Chemicals and Burial of Seeds into the Soil on Dormancy-breaking of Weed Species

Shim, S.I.* , S.G. Lee* and B.H. Kang*

ABSTRACT

The seed dormancy is one of the peculiar characteristics of a number of weed species and it makes difficulties in weed control. To clarify the mechanism of seed dormancy, several chemicals such as KNO₃, KOH, thiourea, and H₂O₂ and phytohormone(GA₃) were treated to dormant seeds. Among the species treated with several chemicals, the germination percentages of *Setaria glauca*, *Ambrosia trifida* and *Ranunculus sceleratus* were increased with KNO₃ and those of *S. glauca*, *R. sceleratus* were increased with thiourea. Hydrogen peroxide promoted the germination of *Setaria viridis* and *S. glauca*. Germination percentages of *S. viridis*, *S. glauca* and *Cyperus sanguinolentus* were increased with enzyme treatment using pectinase. GA treatment enhanced the germination of *Eleusine indica* and *R. sceleratus* but the other species were affected slightly. Especially, *E. indica* showed linearity in the relationship between germination percentage and GA concentration. So, It seemed that *E. indica* can be used as a bioassay material for GA. Considering the phenological habits of weed species, the seeds were buried under soil for long time(more than 1 month) over winter. When seeds were buried in soil, the degree of dormancy was drastically decreased. Especially, germination of seeds buried were increased under alternating temperature. The germination rates of *Panicum ssp.* and *Chenopodium ssp.* were increased by 50% under alternating temperature after burial for seven weeks.

Key words : Weed, Seed germination, Dormancy, Burial, Gibberellin

緒 言

雜草는 作物栽培에 있어서 質的, 量的인 피해를 일으키므로 雜草防除는 作物栽培에서 가

장 중요한 부분을 차지하고 있다. 雜草防除는 除草劑의 이용과 비닐멀칭 栽培에 의하여 노력 이 많이 경감되었으나, 除草劑에 내성을 갖는 雜草種의 출현과 多年生雜草의 優占化에 따라

* 고려대학교 자연자원대학 식량자원학과(Dept. of Agronomy, Korea Univ. Seoul 136-701, Korea)

(’98. 9. 5 접수)

경지에서서의 雜草발생양상이 많이 변화되고 있다. 최근 들어 後作物에 대한 藥害와 環境汚染으로 인하여 除草劑 사용에 대한 회의적인 시각으로 유기농법, 보존농업 등이 논의되고 있으며, 벼농사의 直播栽培 등 새로운 栽培法의 대두로 지금까지의 雜草防除 체계와는 다른 방식이 요구되고 있다^{9,10}. 雜草防除 체계의 확립에서 가장 중요하게 고려가 되는 것은 雜草의 生理·生態로서 적합한 除草劑와 處理時期, 製型 등의 선택이 이러한 雜草의 生理·生態的特性을 기본으로 하여 이루어진다고 볼 수 있다. 특히 除草劑의 많은 양이 發芽前處理劑로서 사용이 되고 있어 雜草의 發芽에 관한 연구는 중요성이 커지고 있다.

雜草種子의 發芽는 자연조건에서 光과 水分, 溫度에 의하여 영향을 받는데, 雜草種子是 光發芽 種子在 많고, 우리 나라 耕地 雜草의 生育은 기후 특성상 여름철의 많은 강우 후에 많이 이루어지고⁵, 發芽前의 氣象條件이 發芽와 休眠을 조절하는 요인이라고 볼 수 있다. 發芽는 적절한 發芽조건에 놓여 있을 경우에도 種皮의 抵抗³, 發芽抑制物質의 存在⁶, 後熟 요구 등에 의하여 休眠을 나타내는데, 雜草의 種子 休眠은 作物보다 심하여 문제가 된다. 種子 休眠의 打破는 GA와 같은 식물호르몬^{2,6,7,8,12}, 질산염과 같은 화학물질 처리^{3,8,14}에 의하여 發芽가 촉진된다는 보고가 많다.

雜草는 作物과는 달리 雜草의 生理·生態에 대한 연구가 많이 이루어지지 않았으며, 雜草의 休眠性은 잡초와 관련된 연구를 시작하는데 있어서 걸림돌이 되고 있다. 本 研究는 雜草의 化學物質 處理와 自然 상태에서 雜草種子が 처하는 환경인 土壤內 埋沒 處理가 雜草의 發芽에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다.

材料 및 方法

우리 나라에 優占하는 雜草種 중 50여종을 대상으로 30℃의 發芽床에서 발아시켜 이 중 10% 미만의 發芽率을 나타낸 것을 休眠이 있는 것으로 보고 休眠打破 처리를 실시하였다.

休眠 打破처리는 25℃의 發芽床(dual chamber germinator D-7300, Seedburo Equip. Co., USA)에서 休眠種子의 化學物質과 종자의 土壤 埋沒에 의한 休眠 打破 정도를 확인하였다.

1. 化學物質 處理

처리된 화학물질은 KNO₃, thiourea, H₂O₂, KOH, GA₃와 가수분해 효소인 pectinase(1% Macrozyme; Yakurte R-10) 등이며, 알칼리 처리는 30% KOH용액에 30분간 처리를 하여 알칼리에 의한 종피의 분해가 硬實種子의 休眠에 영향을 줄 수 있는지를 알아보았다. 이 외에 發芽 촉진효과가 있는 것으로 알려진 10⁻²M의 KNO₃와 10⁻²M의 Thiourea 그리고 1%(V/V)의 H₂O₂를 치상한 種子에 1ml씩 가하여 發芽에 미치는 영향을 조사하였으며, 식물생장조절제 중 休眠打破에 효과인 것으로 알려져 있는 GA₃를 10⁻⁶부터 10⁻³M까지의 농도 수준을 두어서 각각의 petri dish에 1ml를 가하여 發芽 촉진 효과를 조사하였다. 이 밖에 土壤미생물에 의한 種皮의 파괴라는 측면에서 木質部의 분해 효소인 pectinase(1% Macerozyme; Yakurte R-10)를 Mes buffer(pH 5.5)에 녹인 것을 상온에서 1시간 동안 처리하여 土壤 微生物이 분비하는 分解 酵素에 의하여 발생할 수 있는 休眠打破의 가능성을 추정해 보았다.

2. 土壤內 埋沒處理

土壤內 埋沒은 土壤이 완전히 얼어있는 시기인 1월 30일에 雜草種子들을 수분 유통이 가능하도록 망사 주머니에 넣고 土壤에 30Cm 깊이로 埋沒한 후 4주 7주 11주 후에 꺼내어 發芽力과 發芽速度를 알아보았다.

發芽 試驗은 광조건하에서 실시하였으며 發芽率은 3반복의 평균으로 하여 계산하였고, 15일간 發芽시킨 후 Reddy¹³의 방법에 의하여 發芽 速度를 weighted germination percentage (W.G.P.)로 하여 아래의 식에 의하여 산출하여 각각의 처리가 發芽率과 發芽速度에 미치는 정도를 파악하여 休眠정도와 처리의 효과를 알아보았다.

Table 1. Scientific name, family and growth habit of weeds tested for the dormancy.

Species	Family	Life cycle
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	annual
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	annual
<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	annual
<i>Digitaria violascens</i>	Poaceae	annual
<i>Setaria faberii</i>	Poaceae	annual
<i>Setaria glauca</i>	Poaceae	annual
<i>Setaria viridis</i>	Poaceae	annual
<i>Panicum bisulcatum</i>	Poaceae	annual
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	Poaceae	annual
<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i>	Poaceae	biennial
<i>Agropyron ciliare</i>	Poaceae	biennial
<i>Eragrostis ferruginea</i>	Poaceae	perennial
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Asteraceae	annual
<i>Ambrosia trifida</i>	Asteraceae	annual
<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	Asteraceae	annual
<i>Artemisia princeps</i>	Asteraceae	perennial
<i>Bidens tripartita</i>	Asteraceae	annual
<i>Bidens frondosa</i>	Asteraceae	annual
<i>Cyperus iria</i>	Cyperaceae	annual
<i>Cyperus microiria</i>	Cyperaceae	annual
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	Cyperaceae	annual
<i>Kyllinga brevifolia</i> var. <i>leiolepis</i>	Cyperaceae	perennial
<i>Capseila bursa-pastoris</i>	Brassicaceae	biennial
<i>Lepidium virginicum</i>	Brassicaceae	biennial
<i>Rorippa indica</i>	Brassicaceae	biennial
<i>Persicaria hydropiper</i>	Polygonaceae	annual
<i>Persicaria lapathifolia</i>	Polygonaceae	annual
<i>Persicaria blumei</i>	Polygonaceae	annual
<i>Persicaria orientalis</i>	Polygonaceae	annual
<i>Persicaria thunbergii</i>	Polygonaceae	annual
<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	perennial
<i>Persicaria perfoliata</i>	Polygonaceae	annual
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	Chenopodiaceae	annual
<i>Chenopodium ficiforium</i>	Chenopodiaceae	annual
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	annual
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	annual
<i>Lespedeza cuneata</i>	Fabaceae	perennial
<i>Glycine soja</i>	Fabaceae	perennial
<i>Potentilla kleiniana</i>	Rosaceae	perennial
<i>Potentilla chinensis</i>	Rosaceae	perennial
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Caryophyllaceae	biennial
<i>Myosoton aquaticum</i>	Caryophyllaceae	perennial
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	biennial
<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i>	Caryophyllaceae	biennial
<i>Ranunculus sceleratus</i>	Ranunculaceae	biennial
<i>Commelina communis</i>	Commelinaceae	annual
<i>Abutilon avicennae</i>	Malvaceae	annual
<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	annual
<i>Humulus japonicus</i>	Cannbunaceae	annual
<i>Acalypha australis</i>	Euphorbinaceae	annual
<i>Oxalis corniculata</i>	Oxalidaceae	perennial
<i>Ottelia alismoides</i>	Hydrocharitaceae	annual

$$W.G.F. = \frac{(15 \times N_1 + 14 \times N_2 \dots 2 \times N_{14} + 1 \times N_{15})}{15 \times 50(\text{total number})} \times 100$$

N : N번째 날에 발아된 수

結果 및 考察

1. 化學物質 處理에 의한 休眠種子의 發芽率 變化

化學物質에 의한 雜草休眠의 打破정도는 化學物質의 종류에 따라서 다르게 나타났다(표 2). KNO₃ 를 처리한 경우 休眠이 打破된 것으로 나타난 종의 수는 적었으나 피와 개기장등 休眠을 보이지 않는 種에 있어서는 發芽率이 증가하였는데, 이것은 명아주에 있어서 窒酸鹽의 發芽促進 效果가 생장조절제인 에틸렌과

組合處理되었을 때 效果가 있다는 보고¹⁴⁾에서 처럼 單獨 效果는 크지 않은 것으로 보여졌다. 이것은 土壤내 窒酸鹽 含量 차이가 發芽에 영향을 미쳐 土壤의 낮은 肥沃度도 休眠의 誘發 要因으로 작용할 수 있으며, 이러한 측면에서 KNO₃의 休眠打破 效果는 다른 요인으로 인하여 休眠이 打破된 種子에서 發芽를 促進시키는 相乘效果를 보이는 間接적인 것으로 사료된다. Thiourea의 처리도 역시 KNO₃와 비슷하게 無處理時 완전히 發芽가 되지 않은 종에 대해서는 發芽 促進 效果가 거의 보이지 않았으나 無處理에서 낮은 發芽率을 보인 바랭이와 개구리 자리에 대해서는 發芽 促進 效果를 나타냈다. 脂質代謝와 呼吸 등에 관여하는 것으로 알려져 있는 thiourea는 發芽는 促進하나 休眠을 직접적으로 打破하는 作用을 가지고 있지는 않은

Table 2. Effects of several chemicals on the germination of dormant weed species at 25°C. Concentration - KNO₃ : 10⁻²M, thiourea : 10⁻²M, H₂O₂ : 1%, macerozyme (Yakurte R-10) : 1% in Mes buffer, pH 5.5.

Species	Control	KNO ₃	Thiourea	KOH	H ₂ O ₂	Pectinase
..... (%)						
<i>Setaria viridis</i>	3.3	4.7	4.0	2.0	10.7	10.0
<i>Setaria glauca</i>	8.0	25.3	14.0	0.0	10.7	12.0
<i>Setaria faberii</i>	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	35.3	42.0	12.7	87.3	27.3
<i>Eleusine indica</i>	6.7	0.0	1.3	0.0	2.0	2.7
<i>Digitaria violascens</i>	1.3	0.0	0.7	0.0	7.3	0.7
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	69.3	76.0	34.7	86.7	30.7
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	0.0	0.0	2.7	0.0	2.0
<i>Cyperus iria</i>	37.3	48.0	30.7	25.3	2.7	58.7
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	1.3	7.3	2.7	13.3
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	4.0	1.3	3.3	0.7	8.7
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	0.0	4.7	2.0	0.0
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.7	2.0	0.0	0.0	8.7
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	4.0	2.7	0.0	0.0	0.7
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	14.7	4.0	2.0	1.3	0.0
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	55.3	60.0	62.0	60.7	62.0
<i>Ranunculus sceleratus</i>	9.3	48.7	34.7	12.7	0.7	32.0
<i>Humulus japonicus</i>	0.7	2.0	4.7	0.0	1.3	0.0
<i>Acalypha australis</i>	2.0	9.3	5.3	0.7	2.0	10.0
<i>Commelina communis</i>	26.0	34.7	42.0	24.0	34.0	10.7

것으로 보인다. 알칼리 물질인 KOH 處理는 종피 분해 등의 작용이 있을 것으로 기대되었으나 큰개여뀌의 發芽率을 4.7% 가량으로 향상시키고 돼지풀의 發芽率을 2배 정도 향상시켰을 뿐 다른 種의 發芽에 있어서는 효과가 나타나지 않았다. 種子의 호흡대사에 관여하는 것으로 알려진 H₂O₂는 발아 촉진 효과가 보고되었는데³⁾, 앞의 다른 化學物質들 보다 그 효과가 높게 나타났다. 강아지풀과 금강아지풀의 發芽率이 H₂O₂ 처리에 의해 10% 이상으로 증가되었으며 바랭이, 개기장, 돼지풀의 發芽率이 급격하게 증가되었다. 그러나 發芽率이 양호한 피와 참방동사니의 경우 發芽率이 낮아졌으며 참방동사니의 경우 거의 發芽를 하지 않았다.

種子가 결실 후 탈립하여 土壤 內에서 微生物에 의하여 부식되어 종피가 약해질 수 있는데, 종피의 가수분해를 위해 pectinase를 처리한 경우 전반적으로 種子의 發芽가 促進 되었다. 無處理에서 發芽가 잘 되었던 피의 경우는 發芽率이 97.3%로 대부분이 發芽를 하였으며 發芽速度의 지표인 W.G.P.도 큰 폭으로 증가하여, 發芽가 急速度로 일어났음을 보여주었다. 休眠이 있는 것으로 나타났던 강아지풀과 금강아지풀의 경우도 각각 發芽率이 10%와 12%로 休眠이 打破되는 현상을 보였고, 바랭이도 發芽率이 2배 가까이 증가하였다. 사초과의 雜草는 완전한 休眠을 나타낸 방동사니대거리와 파대거리의 경우 發芽率이 13.3%와 0.7%로 방동사

Table 3. Effects of GA treatments on germination of dormant weed species at 25°C.

Species	Concentration(M)									
	0		10 ⁻⁶		10 ⁻⁵		10 ⁻⁴		10 ⁻³	
	GP ^{z)}	WGP ^{y)}	GP	WGP	GP	WGP	GP	WGP	GP	WGP
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	85.3	70.3	79.3	65.0	90.7	74.7	81.3	67.7
<i>Setaria viridis</i>	3.3	2.1	4.0	3.2	2.0	1.3	7.3	5.2	2.0	1.6
<i>Setaria glauca</i>	8.0	4.6	9.3	5.5	12.7	7.5	15.3	9.1	13.3	7.7
<i>Setaria faberii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	6.4
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	22.7	19.3	22.7	19.0	24.7	21.0	14.0	11.4
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	6.0	5.2	13.3	11.6	30.0	25.7	55.3	45.0
<i>Digitaria violascens</i>	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	4.7	2.6
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	28.0	17.7	26.0	13.6	16.0	9.9	30.7	20.7
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	0.7	0.4	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	16.7	12.7	28.7	22.7	17.3	12.7	32.0	24.0
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	0.7	0.5	0.7	0.5	2.0	1.1	0.7	0.5
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	2.0	1.3	1.3	1.0	2.7	1.9	2.7	10.6
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	0.9	4.7	2.4	1.3	0.4	8.0	6.0	4.0	2.7
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	25.3	19.0	33.3	22.7	42.7	28.0	32.0	22.7
<i>Ottelia alismoides</i>	0.7	0.6	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ranunculus sceleratus</i>	9.3	4.1	13.3	6.3	18.7	7.3	22.7	9.8	74.0	38.7
<i>Humulus japonicus</i>	0.7	0.4	1.3	0.7	2.0	0.9	1.3	0.6	6.0	2.8
<i>Acalypha australis</i>	2.0	1.4	7.3	4.7	6.7	4.9	13.3	8.4	6.0	3.2
<i>Commelina communis</i>	26.0	14.0	31.3	16.0	24.0	12.2	17.3	8.8	20.0	10.7

z : Germination percentage

y : Weighted germination percentage

니대가리는 영향을 많이 받았으나 파대가리에 대한 효과는 미약하였다. 대부분의 종이 硬實種子인 마디풀과의 雜草들은 여뀌와 개여뀌가 8% 이상의 發芽率을 보여 효과가 나타났으나 큰개여뀌, 머느리배꼽, 고마리에서는 發芽促進 효과가 나타나지 않았다. 그러나 硬實種子로서 효과가 기대되었던 닭의장풀의 경우는 無處理가 發芽率이 26%였는데 반하여 pectinase 처리에 의해서는 10.7%로 낮아졌다. 發芽速度의 경우는 전반적으로 發芽率의 증가폭보다 큰 증가 폭을 보였다.

식물호르몬이 種子の 發芽에 영향을 준다는 것은 많은 사람들에 의해 보고되었고 종류에서도 효과가 널리 알려진 gibberellic acid 외에 cytokinins도 영향을 주며 ABA의 경우 發芽抑制物質로 알려져 있다^{6,7,12}. 본 실험에서는 여러 보고와는 달리 GA의 효과가 거의 나타나지 않았는데(표 3), 왕바랭이와 개구리자리 두가지 종만이 높은 농도의 GA 처리에 의해서 發芽가 促進되었고 왕바랭이의 경우 앞에서 10% 이상의 發芽率을 나타낸 처리가 없음을 고려해 볼 때 주목할만 하였다. 특히 왕바랭이는 그림 1에서 보이는 것과 같이 GA의 생물검정에 이용할 수 있을 정도로 濃度에 따른 反應이 비교적 일정하게 일어났다.

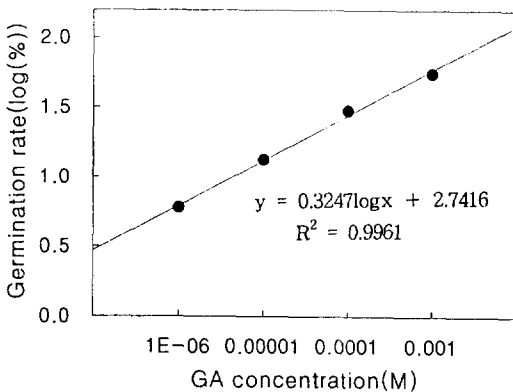


Fig. 1. Response of germination rate of *Eleusine indica* to GA concentration treated to dormant seeds. The X-axis is expressed by log scale and germination rate was transformed with common log.

2. 土壤중에 埋沒된 種子の 發芽率 變化

雜草種의 越冬은 種子상태나 營養體 형태로 이루어진다. 경작지에서 문제가 많이 되는 것은 夏作物 圃場의 雜草이며 이 부류에 속하는 雜草의 대부분은 種子상태로 월동을 한다. 여름에 생육하는 대부분의 雜草種은 種子が 늦여름이나 가을에 결실하고 떨어진 후 많은 雜草 種子들이 土壤내에 埋沒된 상태로 越冬한다. 埋沒된 종자의 휴면 타파 정도는 표 4와 5에 나와 있다. 埋沒된 種子들은 土壤내의 높은 이산화탄소 분압, 부적절한 공기유통, 암조건 그리고 揮發性的 發芽抑制物質의 존재로 인하여 發芽가 抑制된다고 알려져 있는데¹⁾, 本 實驗의 경우 패지풀이 埋沒 期間 중 약간의 發芽를 보였을 뿐 다른 종은 土壤내에서 發芽하지 아니하였다. 休眠 打破에 效果的인 것으로 알려진⁴⁾ 저온 층적과 埋沒은 유사한 條件으로서 이 기간 동안 發芽 抑制物質이 줄어들고 促進物質의 含量이 증가하는 것으로 사료된다. 표 4는 埋沒한 種子를 恒溫에서 發芽시킨 결과로 無處理에 비하여 전반적으로 發芽率의 증가가 나타났다. 미국개기장의 경우 恒溫條件 하에서 發芽率은 7週間 埋沒시킨 種子の 경우 표 5의 變溫 조건과 비교하여 볼 때, 變溫條件에서는 81.5% 인데 반하여 恒溫條件에서는 42%였고 특히 恒溫에서는 11주 埋沒된 種子の 發芽率이 5.3%로 變溫에 비하여 극심하게 낮아졌다. 털여뀌의 경우도 恒溫條件에서 發芽率이 많이 낮았으며 11週間 埋沒한 種子는 恒溫에서 二次休眠으로 진입하는 것으로 추정되었다. 雜草의 發芽와 休眠은 種에 따라서 그 특성이 각기 달라서 定型화된 법칙을 만들기는 어렵지만 休眠打破의 경우 雜草의 생태를 고려하여 자연상태에서 雜草種子が 겪는 年中 週期를 인위적으로 雜草種子에 부여할 경우 雜草의 休眠이 打破될 수 있을 것으로 사료된다. 埋沒한 種子를 變溫 조건에서 發芽시킬 경우 표 5와 같이 화본과의 경우 왕바랭이와 민바랭이를 제외하고는 모두 發芽가 양호하게 나타났으나 왕바랭이와 민바랭이는 여전히 休眠을 나타냈다. 금강아지풀의 경우 11週 後의 發芽率은 0%를 나타냈는데, 이

Table 4. Changes of germination percentage and germination velocity of dormant seeds according to buried period.

Species	Control		4 weeks		7 weeks		11 weeks	
	GP ^{z)}	WGP ^{y)}	GP	WGP	GP	WGP	GP	WGP
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	86.0	64.3	87.3	82.0	85.3	78.8
<i>Setaria viridis</i>	3.3	2.1	80.7	71.2	70.7	62.8	76.7	68.4
<i>Setaria glauca</i>	8.0	4.6	11.3	6.4	89.3	88.3	0.0	0.0
<i>Setaria faberii</i>	0.0	0.0	75.3	60.2	66.7	63.2	45.3	37.2
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	89.3	81.5	89.3	89.0	84.0	80.1
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Digitaria violascenes</i>	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	96.8
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	18.0	6.0	42.0	39.1	5.3	1.1
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	94.0	87.4	74.0	7.6	27.3	24.7
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	68.0	59.7	92.7	6.3	91.3	82.7
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	13.3	11.4	15.3	3.7	2.7	1.7
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	2.0	1.2	0.7	0.5	0.0	0.0
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria sieboldi</i>	0.0	0.0	50.0	42.4	63.3	7.4	42.7	35.2
<i>Ambrosia tripida</i>	2.7	0.9	16.7	10.0	15.3	2.6	0.7	0.6
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	86.0	75.6	87.3	82.3	88.7	80.8
<i>Ranunculus sceleratus</i>	9.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Humulus japonicus</i>	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acalypha australis</i>	2.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Commelina communis</i>	26.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lactuca indica</i>	25.7	26.2	23.3	20.2	53.3	52.0	44.7	40.2
<i>Glycine soja</i>	5.0	6.0	17.3	14.4	16.0	13.3	0.7	0.6
<i>Chenopodium ficifolium</i>	3.0	2.3	38.7	31.3	35.3	29.7	67.3	49.4
<i>Chenopodium album</i>	3.3	3.8	31.3	24.9	53.3	3.4	44.0	32.1
<i>Thlaspi arvense</i>	12.0	11.7	14.7	13.2	3.3	0.9	0.7	0.3
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	12.3	11.1	32.7	31.1	0.7	0.6	0.7	0.2
<i>Amaranthus retroflexus</i>	48.3	48.4	45.3	41.3	86.0	82.4	96.7	87.9
<i>Bidens tripartita</i>	47.0	47.3	96.0	91.8	98.7	98.4	94.0	89.0
<i>Bidens frondosa</i>	2.7	1.9	26.7	9.8	5.3	0.4	24.7	14.3
<i>Rorippa indica</i>	12.7	12.9	12.7	5.6	16.7	5.4	5.3	4.4

z : Germination percentage at 25°C

y : Weighted germination percentage

것은 불량한 환경으로 인하여 二次 休眠에 들어갔거나 種子의 退化로 인하여 發芽能을 상실하였기 때문인 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 미국개기장, 털비름, 미국가막사리를 제외한 모든 種에서 나타나 發芽에 적합한 계절에

도달하였어도 雜草種子가 지상으로 노출되지 않으면 休眠이나 種子退化가 일어나는 것으로 여겨진다. 無處理에서 37%가 넘는 發芽率을 보인 참방동사니의 경우 埋沒에 의하여 發芽率이 0%로 낮아졌는데, 이것은 埋沒이 二次 休眠

Table 5. Synergistic effects of alternating temperature(25/15°C) on the germination of dormant seeds buried for 7 weeks and 11 weeks.

Species	Control ^{x)}		7 weeks		11 weeks	
	GP ^{z)}	WGP ^{y)}	GP	WGP	GP	WGP
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	81.5	78.8	77.2	78.3
<i>Setaria faberii</i>	3.3	2.1	81.2	75.1	62.9	68.5
<i>Setaria glauca</i>	8.0	4.6	86.1	87.4	0.0	0.0
<i>Setaria faberii</i>	0.0	0.0	60.2	59.9	58.8	53.7
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	85.9	84.9	77.7	77.8
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	0.3	0.2	0.8	1.0
<i>Digitaria violascenes</i>	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	98.9	99.2	93.3	93.3
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	81.5	82.6	86.7	86.7
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	91.9	91.0	87.7	86.9
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	89.1	87.5	78.6	79.4
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	80.4	80.6	61.2	65.2
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria sieboldi</i>	0.0	0.0	52.8	52.1	32.1	31.6
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	0.9	34.9	31.0	9.7	15.2
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	94.2	88.8	82.1	83.4
<i>Ranunculus sceleratus</i>	9.3	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Humulus japonicus</i>	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acalypha australis</i>	2.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Commelina communis</i>	26.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lactuca indica</i>	25.7	26.2	45.4	49.6	31.0	32.9
<i>Glycine soja</i>	5.0	6.0	8.3	9.2	1.7	2.2
<i>Chenopodium ficifolium</i>	3.0	2.3	70.7	66.1	67.4	70.3
<i>Chenopodium album</i>	3.3	3.8	51.3	50.0	40.5	40.3
<i>Thlaspi arvense</i>	12.0	11.7	7.3	6.8	0.0	0.0
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	12.3	11.1	21.3	17.0	10.9	10.0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	48.3	48.4	34.4	37.7	82.9	84.0
<i>Bidens tripartita</i>	47.0	47.3	92.5	92.6	92.8	93.2
<i>Bidens frondosa</i>	2.7	1.9	14.5	13.1	80.4	80.4
<i>Rorippa indica</i>	12.7	12.9	30.7	28.5	69.3	67.4

z : Germination percentage y : Weighted germination percentage x : Constant temperature(25°C)

의 誘發 要因으로 강하게 작용하였기 때문이며 개구리자리와 닭의장풀의 경우도 같은 원인 때문으로 發芽를 하지 않은 것으로 사료된다. 마디풀과의 여뀌, 개여뀌, 털여뀌는 埋沒에 의하여 80%가 넘는 發芽率을 보여 休眠이 打破된

것으로 나타났으나 며느리배꼽과 고마리는 發芽를 하지 않았는데, 이와 같은 결과는 埋沒을 가을부터 실시하지 않아 埋沒기간이 짧았던 것이 그 원인으로 추정된다. 또한 埋沒 深度別 休眠 打破 效果 및 出芽率에 대한 추후 연구가

要望된다.

摘 要

雜草의 休眠은 不良한 外部條件에 적응하기 위한 기작으로서 雜草防除에 있어서 많은 난점을 발생시킨다. 雜草種들의 發芽와 休眠 현상을 특성을 규명하기 위하여 우리나라에 優占하는 雜草50여종의 雜草에 대하여 化學物質처리와 種子埋沒을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. KNO₃, thiourea, KOH, H₂O₂ 등의 化學物質 처리는 休眠打破보다는 非休眠 種子の 發芽促進에 효과가 있었다.
2. Pectinase는 강아지풀, 금강아지풀, 방동사니 대가리, 개구리자리 등의 休眠打破에 효과가 있었다.
3. GA₃는 효과는 크지 않았으나 왕바랭이와 개여뀌, 개구리자리의 休眠打破에 효과가 있었다.
4. 7週 이상 土壤에 埋沒되었던 雜草種子の 發芽率은 크게 증가하였으며 變溫은 發芽率에 相乘作用을 일으켰다. 그러나 埋沒기간이 지속되면 發芽率이 낮아져 二次休眠에 들어가는 것으로 추정되었다. 특히 마디풀과의 *Persicaria*屬과 명아주과의 *Chenopodium*속의 식물은 土壤 埋沒에 의한 休眠 打破 정도가 크게 나타났다.

사 사

본 연구는 97년도 고려대학교 교내 post-doc. 연구비 지원에 의해 수행되었기에 이에 감사드립니다.

引用 文 獻

1. 金吉雄 · 申東賢. 1983. 바랭이 種子の 休眠打破에 관한 研究. 韓雜草誌 3 : 137 - 147.
2. 金純哲. 1992. 벼 直播栽培의 雜草發生 生態와 效果的인 防除法. 韓雜草誌 12 : 230 - 260.

3. 李錫淳 · 金純哲. 1991. 벼 乾畚直播栽培에 서 效果的인 除草劑 使用法. 韓雜草誌. 11 (1) : 3 - 10.
4. Baskin, J.M. and C.C. Baskin. 1980. Ecophysiology of secondary dormancy in seeds of *Ambrosia artemisifolia*. Ecology 61 : 475 - 480.
5. Bensen, R.J., F.D. Beall, J.E. Mullet, and P.W. Morgan. 1990. Detection of endogenous gibberelins and their relationship to hypocotyl elongation in soybean seedlings. Plant physiol. 94 : 77 - 84.
6. Ching, T.M. 1960. Activation of germination in Douglas fir seed by hydrogen peroxide. Plant Physiol. 35 : 557 - 563.
7. Gianfagna, T.J. and S. Rachmiel. 1986. Changes in gibberellin-like substances of peach seed during stratification. Physiol. Plant. 66 : 154 - 158.
8. Kang, B.H. 1989. Problem weeds in Korea. Proc. 12th APWSS : 121 - 139.
9. Khan, A.A. 1968. Inhibition of gibberellic acid-induced germination by abscisic acid and reversal by cytokinins. Plant Physiol. 43 : 1463 - 1465.
10. Khan, A.A. 1971. Cytokinins : Permissive Role in seed germination. Science 171 : 853 - 859.
11. Mayer, A.M. 1974. Control of seed germination. Ann. Rev. Plant Physiol. 25 : 167 - 193.
12. Metzger, J.D. 1983. Role of endogeneous plant growth regulators seed dormancy. Plant Physiol. 73 : 791 - 795.
13. Reddy, L.V., R.J. Metzger, and T.M. Ching. 1985. Effect of temperature on seeds dormancy of wheat. Crop Sci. 25 : 457 - 458.
14. Saini, H.S., P.K. Bassi, and M.S. Spencer 1985. Interaction among ethephon, nitrate, and after-ripening in the release of dormancy of wild oat(*Avena fatua*)seed. Weed Sci. 34 : 43 - 47.