

우리나라 優占 雜草種의 休眠에 관한 生理 生態學的 研究

姜炳華 · 沈相仁 · 李相珏 · 辛鉉媛

Physiological and Ecological Studies on the Seed Dormancy of Dominant Weed Species in Korea

Byeung-Hoa Kang, Sang-In Shim, Sang-Gak Lee, Hyeun-Won Shin

Abstract

The seed dormancy of weed species is the important mechanisms to unfavorable conditions but it brings about critical problems in weed control. The factors which induced dormancy were varied with species and their physiological conditions. More than 20 of 50 species of dominant weed species showed the seed dormancy. When several physical treatments were given to seeds to break the dormancy, each species showed the different responses. The germination percentage and germination velocity were increased with alternating temperature. The treatment of more than 4 weeks of stratification had strong effect on dormancy breaking. The α -amylase activities of germinating seeds were increased in proportional to the period of stratification treatment of dormant seeds. The contents of soluble protein and soluble sugar were changed slightly with stratification.

緒 言

作物栽培에 있어서 收量에 절대적인 영향을 주는 雜草는 草種이 다양하고 生態型이 각기 달라 같은 作物 栽培地일지라도 전에 栽培된 作物에 따라 다르고, 그 해의 氣象環境에 따라 발생이 다양하다^{1,2)}. 雜草의 발생은 農業에 여러가지 형태로 피해를 끼쳐

農作物의 質的, 量的 저하를 일으킨다. 최근들어 工業化로 인한 自然의 파괴가 深化되어 많은 문제를 일으키고 있는데, 雜草는 人間에 의해 고도로 馴化되고 보호되는 作物에 비해 그 種이 다양하고 種內에서도 變異가 매우 심할 뿐만 아니라 環境에 대한 적응성이 매우 강한 種들이 있어 汚染地에서도 生育이 양호한 種들이 있다. 최근들어 雜草는 과거와

高麗大學校 自然資源大學 食糧資源學科

Department of Agronomy, College of Natural Resources, Korea University, Seoul 136-701, Korea.

이 논문은 1992년도 교육부지원 한국학술진흥재단의 자유공모 과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

같은 雜草防除의 側面 뿐만 아니라 食用, 藥用 및 環境 오염방지적 측면³⁴⁾에서 利用의 가능성이 모색되고 있다. 현재 우리나라의 自生雜草들과 輸入農作物 등에 섞여 유입되는 外來 歸化雜草들의 發芽와 休眠 기작에 대한 자료가 없어 雜草 研究의 활성화가 지연되는 실정이다.

과거 勞動集約的인 除草 방식에는 雜草發芽의 生理 및 生態가 중요하지 않았으나, 최근에 농촌 노동력부족으로 인하여 農業의 機械化 및 省力化가 요구되고 있고, 이것의 先決要件인 除草劑의 사용은 雜草生理 특히 發芽에 대한 지식이 필수적이다. 특히 發芽前 處理劑의 경우 雜草의 發芽에 대한 知識이 없이는 除草劑 使用의 適期와 적절한 處理法의 확립이 이루어질 수가 없다. 또한 休眠중인 雜草種子들의 休眠을 打破하여 일시에 雜草를 防除하는 기술의 개발도 이러한 雜草의 發芽와 休眠에 대한 研究를 통하여 達成할 수 있을 것이다.

一般的으로 雜草는 인간의 雜草防除 노력에 의해서도 死滅되지 않는 自己防禦 手段으로서 休眠기작을 가지고 있는 경우가 많다. 種子 形成 후 적당한 條件을 만날때까지 일어나는 一次休眠과 外部的의 不良條件에 의해 일어나는 二次休眠⁵⁾을 통하여 열악한 環境에서도 適應하는 능력이 기존의 作物에 비해 아주 탁월한 植物種이 많다. 休眠은 원인이 種마다 다양하고 각각의 種에 있어서도 여러 요인이 작용하나 種皮의 機械的의 抵抗이나 物質吸收妨害⁶⁾에 의하거나, 내부의 發芽抑制物質의 영향⁷⁾, 高溫이나⁸⁾ 水分스트레스⁵⁾등과 같은 外部的의 環境에 의하여 크게 調節되어된다. 休眠 상태에서 發芽가 이루어지는 것도 또한 다양한 기작에 의하는데, 植物호르몬에 의한다는 報告^{9,10,11,12,13)}가 많고, phytochrome^{14,15)}이나 여러 가지 化學物質^{16,17,18)} 또는 加水分解酵素¹⁹⁾에 의해서도 영향을 받는다고 알려져있다. 그러나 自然狀態에서 發芽에 가장 중요한 영향을 끼치는 것은 溫度로 알려져 있으며²⁰⁾, 變溫^{21,22)}과 濕潤 狀態하의 低溫^{23,24,25)} 등은 發芽를 促進시키거나 休眠打破에 영향을 준다. 그러므로 雜草種子發芽의 最適溫度와 休眠打破要因의 糾明은 氣候的 要素와 연관시켜 當해년도 氣候에

따라 발생한 草種을 豫測하여 雜草防除에 이용할 수도 있을 것이다. 最近에 들어와 地球의 環境 특히 氣象環境의 변화가 심해지고 있으므로 과거와는 달라진 環境에 의하여 雜草의 발생이 급격하게 변할 수 있으므로 이에 대한 研究는 더욱 중요하다. 本 研究는 이러한 環境의 변화가 雜草의 발생에 미칠 수 있는 영향과 雜草 研究의 기본이 되는 發芽의 前段階로 필요한 休眠打破法에 대한 基礎資料를 提供하고자 실시하였다.

材料 및 方法

우리나라 在來의 雜草와 外國에서 들어온 歸化雜草중 優占하여 農作物에 영향이 있다고 생각되는 50여種의 雜草를 선정하여 1991년도 봄부터 가을까지 京畿道 일원에서 蒐集한 雜草를 풍건시킨 후 4℃의 冷藏庫에서 보관중인 것을 實驗에 사용하였다.

1. 休眠種의 探索 및 休眠程度 把握

표 1에 나와있는 雜草種子를 2% sodium hypochlorite 용액으로 10 분간 消毒하고 수도물에 잘 洗滌한 다음 표면의 물기를 제거하고 지름이 9cm의 petri dish에 100 립 씩 3 반복으로 置床한후 光條件에서 30℃의 恆溫器에 두어 發芽率을 조사하여 休眠의 程度를 파악한 다음 發芽率이 10%미만이 되는 種들을 休眠이 있는 것으로 보고 休眠打破를 위한 物理的, 化學的 處理를 加하였다.

2. 休眠打破處理

休眠種의 雜草를 變溫과 光週期の 調節, 層積(stratification), 冷凍 및 解凍處理, 種皮의 機械的의 破壞, 超音波處理 등 物理的의 處理를 加한 후 25℃의 光條件에 두어서 發芽에 미치는 영향을 알아보았다. 變溫處理과 光週期の 조절은 休眠種子를 雜草種子가 많이 발생하는 4월과 5월의 中部地方 氣溫과 비슷한 溫度인 17℃/7℃(낮/밤)과 25℃/15℃에 각기 光週期가 12시간인 條件에 置床하였고, 氣候條件과 연관시켜 中部地方의 겨울철 土壤 表層의 溫度인 4℃/-4℃로

Table 1. Korean name, scientific name, family name and growth habit of weeds tested for dormancy

Species	Scientific name	(Family name, Growth habit)
피	<i>Echinochloa crus-galli</i>	(Poaceae, annual)
바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i>	(Poaceae, annual)
왕바랭이	<i>Eleusine indica</i>	(Poaceae, annual)
민바랭이	<i>Digitaria violascens</i>	(Poaceae, annual)
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	(Poaceae, annual)
금강아지풀	<i>Setaria glauca</i>	(Poaceae, annual)
가을강아지풀	<i>Setaria faberi</i>	(Poaceae, annual)
개기장	<i>Panicum bisulcatum</i>	(Poaceae, annual)
미국개기장	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	(Poaceae, annual)
개밀	<i>Agropyron tsukushiense var.transiens</i>	(Poaceae, biennial)
속털개밀	<i>Agropyron ciliare</i>	(Poaceae, biennial)
그렁	<i>Eragrostis ferruginea</i>	(Poaceae, perennial)
돼지풀	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	(Asteraceae, annual)
단풍잎돼지풀	<i>Ambrosia tripartita</i>	(Asteraceae, annual)
진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	(Asteraceae, annual)
쑥	<i>Artemisia princeps var.orientalis</i>	(Asteraceae, perennial)
가막사리	<i>Bidens tripartita</i>	(Asteraceae, annual)
참방동사니	<i>Cyperus iria</i>	(Cyperaceae, annual)
금방동사니	<i>Cyperus microiria</i>	(Cyperaceae, annual)
방동사니대加里	<i>Cyperus sanguinolentus</i>	(Cyperaceae, annual)
파대加里	<i>Kyllinga brevifolia var.leiolepis</i>	(Cyperaceae, perennial)
냉이	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	(Brassicaceae, winter annual)
콩다닥냉이	<i>Lepidium virginicum</i>	(Brassicaceae, winter annual)
여뀌	<i>Persicaria hydropter</i>	(Polygonaceae, annual)
큰개여뀌	<i>Persicaria lapathifolia</i>	(Polygonaceae, annual)
개여뀌	<i>Persicaria blumei</i>	(Polygonaceae, annual)
털여뀌	<i>Persicaria orientalis</i>	(Polygonaceae, annual)
고마리	<i>Persicaria thunbergii</i>	(Polygonaceae, annual)
소리쟁이	<i>Rumex crispus</i>	(Polygonaceae, perennial)
며느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i>	(Polygonaceae, annual)
명아주	<i>Chenopodium album var. centrorubrum</i>	(Chenopodiaceae, annual)
좁명아주	<i>Chenopodium ficiforium</i>	(Chenopodiaceae, annual)
개비름	<i>Amaranthus lividus</i>	(Amaranthaceae, annual)
쇠비름	<i>Portulaca oleracea</i>	(Portulacaceae, annual)
달맞이꽃	<i>Oenothera odorata</i>	(Onagraceae, biennial)
여뀌바늘	<i>Ludwigia epilobioides</i>	(On. graceae, annual)
비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>	(Fabaceae, perennial)
돌콩	<i>Glycine soja</i>	(Fabaceae, perennial)
가락지나물	<i>Potentilla kleiniana</i>	(Rosaceae, perennial)
개소시랑개비	<i>Potentilla chinensis</i>	(Rosaceae, perennial)
벼룩이자리	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	(Caryophyllaceae, winter annual)
쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i>	(Caryophyllaceae, perennial)
별꽃	<i>Stellaria media</i>	(Caryophyllaceae, winter annual)
접나도나물	<i>Cerastium holsteoides var.hallaisanense</i>	(Caryophyllaceae, winter annual)
개구리자리	<i>Ranunculus sceleratus</i>	(Ranunculaceae, winter annual)
닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	(Commelinaceae, annual)
어저귀	<i>Abutilon avicennae</i>	(Malvaceae, annual)
독말풀	<i>Datura stramonium</i>	(Solanaceae, annual)
환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i>	(Cannbunaceae, annual)
깨풀	<i>Acalypha australis</i>	(Euphorbinaceae, annual)
시금초	<i>Oxalis corniculata</i>	(Oxalidaceae, perennial)
물질결이	<i>Ottelia alismoides</i>	(Hydrocharitaceae, annual)

서 浸潤種子에 解凍과 冷凍處理를 번갈아 12시간씩 10일간 가하여 種皮에 대한 物理的 變化를 유도하였다. 層積(stratification)處理는 休眠種子를 水分을 흡수시킨 후 비닐봉지에 잘 봉한 상태로 4℃의 冷藏庫에서 보관한 후 1주일 간격으로 꺼내어 發芽力을 檢定하였다. 種皮狀態가 休眠에 주는 영향을 알아보기위해서 위에서 행한 溫度處理외에 雜草種子를 망사로싸고 증류수를 흡수시킨 후 초음파 세척기(Saehan ultrasonic Co model SH 2200)에서 20KHz의 주파수로 진동출력 300W로서 1시간 동안 處理하였으며 種皮의 機械的 損傷處理로서 硬實種子の 種皮에 예리한 바늘로 구멍을 뚫어 發芽率을 濃黃酸處理와 비교하였다.

각 處理는 光條件의 25℃의 恒溫을 기준으로 실시하였고 發芽率을 3 反復의 平均으로 하여 계산하고 Reddy²⁶⁾의 方法에 의하여 發芽 速度를 weighted germination percentage(W.G.P.)로 하여 아래의 式에 의하여 15일간 發芽시킨 후 算出하여 각각의 處理가 發芽率과 發芽速度에 미치는 程度를 파악하여 休眠程度와 處理의 效果를 알아보았다.

W.G.P.=

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

N : germinated number in Nth day

3. 種子 内部 貯藏物質의 變化

休眠種子が 發芽되는 休眠이 打破되면서 發芽하는 過程에서 일어나는 内部物質의 變化를 알아보기 위하여 가장 효과가 크게 나타난 層積處理를 가하고 置床 후 2일된 種子를 -70℃에서 急速冷却시킨 후 48시간 동안 凍結乾燥 시킨 것을 유발에서 갈아 시료로 이용하였다. 休眠打破에 의하여 생겨나는 種子내의 α-amylase activity의 變化를 보기 위하여 0.1M acetate buffer(pH 5.5) 1ml을 試料 粉末 50mg에 가한 후 12000 rpm에서 遠心分離를 한 후 상징액을 0.1ml따서 澱粉溶液 0.1ml을 氣質로 넣고서 10분간 25℃에서 反應시킨 후 생긴 maltose를 定量하여 酵素活性을 측정하였으며²⁷⁾, 1 unit는 종자 1mg에 있는

酵素에 의하여 1분당 생성된 maltose의 量(μg)으로 하였다. 層積과정의 soluble protein의 變化는 α-amylase activity assay를 위하여 抽出한 溶液에서 BSA를 표준으로 하여 Bradford²⁸⁾법에 의하여 분석하였고, 可溶性 糖의 含量은 Irigoyen²⁹⁾등의 方法을 응용하여 凍結乾燥한 試料 50mg에 95% 에탄 알콜 1ml을 넣고 抽出한 후 12000 rpm에서 遠心分離를 시킨 후 상징액 0.1ml을 따서 Anthron 시약(150mg anthrone/100ml 72% H₂SO₄) 3ml을 넣고 10분간 끓인 후 625nm에서 O.D을 읽고 glucose 標準曲線과 비교하여 種子내의 可溶性 糖 含量을 분석하였다. 層積시킨 種子和 自然條件에 일어나는 層積을 種子내 蛋白質 組成에 미치는 영향을 파악하기 위하여 層積된 種子和 겨울철 土壤에 7 週間 埋沒시킨 種子 試料를 sample buffer(0.0625M Tri-Cl buffer pH 6.8 containing 10% glycerol, 5% 2-mercaptoethanol, 2% SDS, 0.005% Bromophenol Blue)0.5ml을 種子 50mg에 加하여 抽出한 상징액을 10분간 끓인 후 Laemmli³⁰⁾의 方法에 따라 10% 짜리 acrylamide gel을 이용한 전기영동을 통하여 種子내 蛋白質의 變化樣相을 확인 하였다.

結果 및 考察

1. 休眠 雜草種의 探索

雜草의 休眠기작 파악에 앞서 우리나라에 優占하는 52種의 雜草종에 대한 休眠의 程度를 파악하였다. 표 2는 대부분의 植物이 發芽가 잘되는 溫度條件인 30℃에서 發芽率과 發芽速度를 보이는 것으로 雜草種들의 發芽率은 마디풀科의 몇 몇 種에서 보이는 것처럼 0% 를 나타낸 것이 52種 가운데 9 種으로 17% 정도의 種이 전혀 發芽를 하지 않았으며, 석죽科의 별꽃과 바늘꽃科에 속하는 여뀌바늘과 달맞이꽃이 100% 가까운 發芽를 나타내어 發芽率이 種에 따라 다양하였다. 科別로 發芽양상을 볼때 화본科에서는 피, 개밀, 속달개밀 그리고 그령을 제외한 다른 種들은 대부분 10% 미만의 낮은 發芽率을 나타내어 休眠種이 많은 것으로 나타났고, 마디풀科 역시 소

Table 2. Germination percentage and germination velocity of 52 dominant weed species at 30 °C.

Species	G.P. ^{z)}	W.G.P. ^{y)}	Species	G.P.	W.G.P.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	86.7	70.7	<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	13.3	10.1	<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0
<i>Eleusine indica</i>	5.3	4.8	<i>Rumex crispus</i>	98.7	84.7
<i>Digitaria violascens</i>	0.0	0.0	<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0
<i>Setaria viridis</i>	4.0	3.3	<i>Chenopodium album</i>	25.3	21.0
<i>Setaria glauca</i>	9.3	5.3	<i>Chenopodium ficifolium</i>	46.7	38.0
<i>Setaria faberi</i>	0.7	0.3	<i>Amaranthus lividus</i>	86.0	80.0
<i>Panicum bisulcatum</i>	22.7	16.0	<i>Portulaca oleracea</i>	92.7	85.3
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.7	0.9	<i>Oenothera odorata</i>	95.3	86.0
<i>Agropyron tsukushiense</i>	80.7	49.7	<i>Ludwigia epilobioides</i>	94.7	81.7
<i>Agropyron ciliare</i>	66.7	34.7	<i>Lespedeza cuneata</i>	4.0	3.4
<i>Eragrostis ferruginea</i>	47.3	41.3	<i>Glycine soja</i>	6.7	4.5
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	40.0	27.0	<i>Potentilla kleiniana</i>	64.7	37.7
<i>Ambrosia trifida</i>	0.0	0.0	<i>Potentilla chinensis</i>	83.3	55.0
<i>Siegesbeckia glabrescens</i>	46.7	34.9	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	42.7	16.3
<i>Artemisia princeps</i>	85.3	67.0	<i>Stellaria aquatica</i>	49.3	19.7
<i>Bidens tripartita</i>	0.0	0.0	<i>Stellaria media</i>	100.0	93.0
<i>Cyperus iria</i>	63.3	40.0	<i>Cerastium holosteoides</i>	30.7	15.0
<i>Cyperus microiria</i>	90.7	66.7	<i>Ranunculus sceleratus</i>	8.0	2.2
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.7	0.5	<i>Commelina communis</i>	32.0	17.3
<i>Kyllinga brevifolia</i>	1.3	0.2	<i>Abutilon avicennae</i>	62.7	59.7
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	45.3	41.0	<i>Datura stramonium</i>	15.3	6.0
<i>Lepidium virginicum</i>	62.7	51.7	<i>Humulus japonicus</i>	0.7	0.3
<i>Persicaria hydropter</i>	1.3	0.5	<i>Acalypha australis</i>	12.0	8.0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	<i>Oxalis corniculata</i>	96.0	85.0
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	<i>Ottelia alismoides</i>	0.0	0.0

^{z)}: germination percentage

^{y)}: weighted germination percentage

리쟁이를 제외하고는 대부분의 種들이 發芽率在 45.3% 이상인 것으로 나타났다. 석죽과는 30% 이상의 發芽率을 보여 대체적으로 休眠이 없는 것으로 나타났다. 국화과는 0%의 發芽率을 보인 미국돼지풀과 가막사리를 제외한 대부분의 種들이 發芽가 양호하였다. 生態型이 越冬 二年生이 많은 십자화과에 속하는 雜草들은 생태를 고려할 때 저온이 경과하지 않으면 發芽가 불량할 것으로 추정되었으나, 냉이와 콩다닥냉이는 發芽率在 45.3%와 62.7%로 모두 發芽가 양호하였다. 장미과의 가락지나물과 개소시랑개비는 64.7%와 83.8%로 發芽率은 높았으나 비교적 發芽速度는 늦게 나타났는

데, 이러한 結果는 種皮를 통한 水分吸收速度가 늦기 때문인 것으로 생각된다. 이와 같은 結果는 각각의 種들의 發芽적온이 30 °C와는 다를 수도 있으나 生理的 活性에 큰 영향을 주는 極端의 高溫이나 低溫 이외의 溫度에서 休眠이 일어난다는 報告는 없으므로 30°C에서 發芽率在 극히 낮은 種들은 休眠이 있는 것으로 思料된다. 本 實驗에 사용된 雜草種 중에서 20여 種의 雜草가 休眠性이 있는 것으로 생각되는데 이들 雜草種은 대부분 화본과와 마디풀과에 속하는 種들이었으며 이들은 각각의 生態的 特성과 각 種의 生理的, 形態的 特성이 다르므로 이들 種들의

Table 3. Effects of alternating temperature on seed germination of dormant seeds.

Species	25°C constant		17°C/7°C		25°C/15°C	
	G.P. ²⁾	W.G.P. ¹⁾	G.P.	W.G.P	G.P.	W.G.P
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	8.3	1.9	76.0	46.7
<i>Setaria viridis</i>	3.3	2.1	3.0	0.3	13.0	8.0
<i>Setaria glauca</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8
<i>Setaria faberi</i>	8.0	4.6	0.0	0.0	0.7	0.3
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	0.0	0.0	5.0	1.8
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	1.7	0.8	7.7	5.5
<i>Digitaria violascens</i>	1.3	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	38.7	10.9	40.3	23.0
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	0.0	0.0	0.7	0.3
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	0.3	0.0	7.3	3.8
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	0.3	0.1	0.3	0.0
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	69.3	30.7	75.3	50.7
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	34.7	9.8	31.3	19.3
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	21.7	8.4	20.7	13.3
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	0.0
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	1.0	0.5	26.0	9.8
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	0.9	0.0	0.0	2.7	0.2
<i>Ottelia alismoides</i>	0.7	0.6	0.0	0.0	0.7	0.2

¹⁾: germination percentage ²⁾: weighted germination percentage

休眠기작도 각각 다르다고 생각되어진다. 이 외에 앞에서 언급한 것처럼 種子蒐集過程에서 未熟種子의 蒐集도 發芽에 크게 관여하는 요인으로 作用할 수 있다.

2. 變溫處理

雜草種의 休眠기작을 알아보기 위한 첫번째 단계로 현재까지 알려진 여러種類의 休眠打破 方法을 雜草種의 生態와 연관지어 실험을 수행하였다. 표 3을 보면 自然狀態에서 雜草가 주로 發生하는 時期인 4월과 5월의 土壤 표층溫度인 變溫을 가한 것으로서 25/15°C의 變溫에 의하여 강아지풀, 여뀌, 개여뀌, 털여뀌의 休眠이 많이 打破되어 發芽가 良好하였으나, 바랭이, 참방동사니의 發芽率은 많이 低下되었고 25°C의 恒溫에서 發芽가 대체로 良好했던 종들의

發芽率은 조금씩 低下되었는데, 이것은 休眠 상태에 있지 않은 種子의 경우 變溫 중의 밤기간에 해당하는 溫度條件에서 種子내부의 貯藏物質 分解와 呼吸이 溫度의 低下로 낮아져 發芽率이 약간씩 低下된 것으로 생각된다. 마디풀科의 雜草들의 種子發芽가 促進된 것은 이 種子들이 硬實種子로 變溫에 의하여 種皮의 物理的 抵抗性的의 약화가 일어나 發芽가 촉진된 것으로 보인다. 17/7°C의 경우에는 마디풀科의 여뀌, 개여뀌, 털여뀌가 높은 休眠打破 정도를 나타냈으나 25/15°C의 變溫條件 보다 전반적으로 發芽率이 낮게 나타났다. 특히 25/15°C에서 發芽가 良好했던 강아지풀과 돼지풀이 發芽率이 심하게 저하되었는데, 강아지풀의 경우는 낮은 溫度의 變溫은 休眠打破에 영향을 주지못하고, 돼지풀의 경우는 低溫이 休眠을 일으키는 것으로 思料된다. 이와같이 變溫이 發芽를

촉진한다는 結果는 Baskin and Baskin²⁴⁾과 金과 申¹⁶⁾의 結果와 같게 나타났으며 그 理由가 變溫에 의한 種子 構成體의 物理性的 變化 때문인지 代謝의 活性化 때문인지를 규명하기 위한 추후의 실험이 필요하리라 생각된다.

3. 層積(stratification)處理

休眠種子에 대한 層積處理는 發芽를 촉진시킨다고 알려졌는데^{23,25)}, 層積 後 變溫 條件에 두었을 경우 표 4에서 처럼 發芽率이 層積期間에 따라 증가하였으며, 休眠이 있었던 가을강아지풀, 방동사나대가리, 파대가리, 여뀌, 큰개여뀌, 개여뀌, 털여뀌, 미국돼지풀 등이 休眠이 打破된 것으로 나타났다. 그러나 비교적 發芽가 양호하였던 피, 개기장의 경우는 2

週間的 層積에 의해서는 發芽率이 도리어 減少하고 3 주이상의 層積이 이루어져야만 發芽率이 증가하였다. 變溫중 낮은 溫度 下에서 代謝가 약간 低下되기 때문인 것으로 보이는데, 長期間 層積이 이것을 극복 시킨 것으로 나타났다. 고마리는 1 週와 2 週 동안의 層積에 의해서는 發芽率이 증가하였으나, 3 週 이상의 層積에 의해서는 發芽率이 도리어 낮게 나타났는데, 이것은 고마리가 半水生雜草인 점을 고려할때 休眠과 發芽에 있어서 다른 마디풀科의 雜草들과는 상이한 기작이 있을 것으로 思料된다. 표 4에서 볼때 4週間的 層積과 變溫의 組合에 의해서 모든 草種이 낮은 發芽率일지라도 최소한의 發芽가 일어났으나 물질경이는 전혀發芽가 이루어지지 않았는데, 이것은 물질경이가 水生雜草인 관계로 독특한 發芽와 休眠

Table 4. Effects of stratification on dormant weed species under alternating temperature(25/15°C).

Species	Control ^{x)}		1 week		2 weeks		3 weeks		4 weeks	
	G.P. ^{z)}	W.G.P. ^{y)}	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	17.3	7.7	24.7	11.9	88.0	71.7	95.3	78.0
<i>Setaria viridis</i>	3.3	2.1	34.7	21.0	41.3	30.3	53.3	32.0	55.3	20.0
<i>Setaria glauca</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	4.0	1.3	0.4
<i>Setaria faberi</i>	8.0	4.6	0.0	0.0	1.3	0.8	24.0	16.9	18.0	6.9
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	3.3	0.9	19.3	5.9	24.7	7.8	33.3	7.9
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	1.3	0.7	4.0	2.0	0.7	0.2	0.7	0.2
<i>Digitaria violascens</i>	1.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	1.0
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	20.7	14.0	27.3	17.7	78.0	54.0	79.3	31.0
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	0.7	0.0	2.0	1.0	50.0	29.3	83.3	30.7
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	1.3	0.9	5.3	3.6	30.0	17.7	19.3	5.8
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	18.0	9.3	56.0	29.0	61.3	31.7	59.3	19.9
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	4.0	1.4	5.3	2.0	45.3	15.4	21.3	4.1
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	82.7	63.0	76.0	61.7	95.3	66.7	97.3	41.0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	20.7	10.5	43.3	23.7	68.7	44.3	64.7	27.0
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	47.3	31.7	39.3	28.7	63.3	37.0	70.7	26.7
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	50.7	26.7	68.0	47.3	69.3	41.3	71.3	25.3
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.1
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	20.7	13.3	50.0	23.3	0.0	0.0	0.7	0.2
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	0.9	1.3	0.2	4.0	0.6	0.0	0.0	16.7	2.4
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	56.7	20.7	73.3	28.7	84.7	43.3	88.0	29.7
<i>Ottelia alismoides</i>	0.7	0.6	0.0	0.0	2.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0

^{z)}: germination percent ^{y)}: weighted germination percent

^{x)}: constant temperature at 25°C, not stratified

Table 5. Changes of germination percentage and velocity according to the stratification period of dormant seeds.

Species	Control		1 week		2 weeks		3 weeks		4 weeks		5 weeks		6 weeks	
	G.P.	W.G.P.	G.P. ²⁾	W.G.P. ³⁾	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	88.0	76.0	78.0	68.3	90.7	80.7	82.7	74.0	86.0	78.0	81.3	72.7
<i>Setaria viridis</i>	3.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	27.0	22.0	17.3	29.3	23.7	21.3	18.0
<i>Setaria glauca</i>	8.0	4.6	5.3	3.2	20.7	15.3	10.7	7.7	10.0	7.7	17.3	13.7	12.7	10.3
<i>Setaria faberi</i>	0.0	0.0	12.0	9.1	15.3	10.9	4.0	3.1	3.3	2.5	10.0	7.8	4.7	3.3
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	15.3	13.0	11.3	9.1	9.3	8.6	15.3	10.3	12.0	9.4	19.3	17.3
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	21.3	17.7	8.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	2.7	0.0	0.0
<i>Digitaria violascens</i>	1.3	0.8	0.7	0.1	0.0	0.0	4.0	2.2	2.0	0.9	2.0	0.7	4.7	2.8
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	12.0	10.7	28.0	24.3	42.0	37.3	64.0	58.7	66.0	62.0	88.7	82.0
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	30.0	24.7	23.3	19.3	18.7	15.3	14.0	10.8	16.7	12.7	22.0	17.0
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.5	2.0	0.8	0.0	0.0	0.7	0.4
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	2.7	1.6	2.0	1.3	14.7	9.0	9.3	6.2	3.3	1.6	8.7	4.2
<i>Persicaria hydrophiper</i>	1.3	0.8	9.3	7.6	34.0	30.3	36.0	32.7	50.0	45.0	44.0	40.3	50.0	45.3
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	2.7	1.8	45.3	36.3	54.0	57.7	69.3	58.0	52.7	44.0	56.0	46.7
<i>Persicaria blumei</i>	6.0	0.0	2.7	2.1	19.3	16.3	22.0	17.7	30.0	24.3	19.3	16.0	44.7	38.0
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	0.7	0.4	6.7	5.3	16.7	13.3	15.3	12.3	18.0	14.9	16.0	13.7
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	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	32.7	24.3	32.7	24.8	52.7	45.0	45.3	42.0
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	1.5	8.7	5.2	2.7	1.4	4.0	1.8
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	0.9	42.7	34.0	56.0	46.3	74.0	66.3	79.3	70.7	87.3	79.0	86.7	79.3
<i>Ottelia alismoides</i>	0.7	0.6	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.4
<i>Ranunculus scleratus</i>	9.3	4.1	1.3	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5	0.7	0.4	0.0	0.0
<i>Humulus japonicus</i>	0.7	0.4	6.7	4.3	14.7	11.4	66.0	59.3	56.0	51.7	74.0	69.3	64.0	63.7
<i>Acalypha australis</i>	2.0	1.4	6.7	5.1	8.7	6.5	18.0	14.4	86.7	77.3	19.3	15.3	23.3	18.3
<i>Commelina communis</i>	26.0	14.0	24.0	16.7	38.7	31.3	77.3	67.7	79.3	76.8	90.7	84.0	89.3	82.7

²⁾: germination percentage at 25°C ³⁾: weighted germination percentage

기작을 갖고 있는 것으로 思料되는데, 이러한 측면에서 수생雜草에 대한 별도의 집중적인 研究가 要求된다. 표 5는 層積 후 恒溫에 두었을 경우로서 層積기간이 길어짐에 따라서 發芽率과 發芽速度가 향상되었으나 變溫條件 보다 發芽率이 全般的으로 낮게 나타났다. 왕바랭이의 경우는 특이하게 層積에 의하여 發芽率이 낮아지는 경향을 恒溫, 變溫 모두에서 나타냈으나 1 週間 層積 후 25℃의 恒溫에 두었을 때는 發芽率이 많이 증가하였다. 恒溫과 變溫 條件에 매우 상이하게 반응을 보이는 雜草種 들도 나타났

는데, 미국개기장의 경우 4주 層積시켰을 때 變溫 하에서는 83.3%의 發芽率을 보였으나 恒溫에서는 1.3%로 休眠打破가 이루어지지 않았으며, 방동사니대 가리의 경우 變溫에서는 59.9%이었으나 恒溫에서는 2.0%로 역시 休眠이 계속되었다. 고마리의 경우는 變溫條件과는 달리 恒溫條件에서는 層積이 4 週 이상 계속되어도 發芽가 잘 되었으나 6 週間 層積시켰을 때는 5 週 層積보다 發芽가 불량하게 나타났다.

4. 物理的 處理

Table 6. Effects of physical treatments, sonification, freezing/thawing and high temperature pretreatment on germination percentage(G.P.) and germination velocity(W.G.P.) of dormant seeds at 25°C.

Species	Control		Sonification for 1 hour		Freezing thawing		High temp. pretreatment	
	G.P. ^{a)}	W.G.P. ^{y)}	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	82.7	67.7	92.0	79.0	62.0	56.7	83.3	63.7
<i>Setaria viridis</i>	3.3	2.1	2.7	2.0	10.7	6.5	12.7	7.2
<i>Setaria glauca</i>	8.0	4.6	2.0	0.9	0.0	0.0	24.0	12.2
<i>Setaria faberi</i>	0.0	0.0	1.3	0.7	0.0	0.0	2.0	1.0
<i>Digitaria sanguinalis</i>	15.3	13.0	40.7	36.6	0.7	0.5	14.0	10.9
<i>Eleusine indica</i>	6.7	5.8	25.3	21.9	0.7	0.5	0.0	0.0
<i>Digitaria violascenes</i>	1.3	0.8	0.7	0.4	4.0	1.1	1.3	0.6
<i>Panicum bisulcatum</i>	39.3	24.3	30.7	21.2	20.0	8.9	68.7	28.0
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.0	1.2	2.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Cyperus iria</i>	37.3	29.0	28.0	20.0	66.7	56.7	16.0	17.7
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.0	0.0	40.0	31.7	78.7	42.8	4.0	0.3
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0.0	0.0	0.7	0.2	0.7	0.4	0.0	0.0
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	2.7	2.1	4.0	1.5	0.0	0.0
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.1
<i>persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	1.3	0.7	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
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ambrosia trifida</i>	2.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.6
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	30.7	20.3	49.3	34.3	45.3	33.0	46.0	24.7
<i>Ranunculus sceleratus</i>	9.3	4.1	60.7	21.4	16.0	5.4	38.7	14.2
<i>Humulus japonicus</i>	0.7	0.4	1.3	0.7	0.7	0.3	3.3	1.6
<i>Acalypha australis</i>	2.0	1.4	7.3	5.8	0.0	0.0	11.3	8.1
<i>Commelina communis</i>	26.0	14.0	13.3	8.9	10.7	6.4	20.7	8.5

^{a)}: germination percentage at 25°C. ^{y)}: weighted germination percentage

Table 7. Effects of sulfuric acid pretreatments and mechanical scarification on the germination of Polygonaceae seeds.

Species	Sulfuric acid treatment									
	Control(25°C)		30min,25°C		15min,25°C		30min,17/7°C		Scarification	
	G.P. ²⁾	W.G.P. ³⁾	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.	G.P.	W.G.P.
<i>Persicaria hydropiper</i>	1.3	0.8	21.3	7.4	0.7	0.1	82.0	41.0	80.0	73.2
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.7	49.3
<i>Persicaria blumei</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.3	20.5
<i>Persicaria orientalis</i>	0.0	0.0	2.0	0.6	0.0	0.0	20.7	5.7	52.7	50.4
<i>Persicaria perfoliata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	7.2
<i>Persicaria thunbergii</i>	0.0	0.0	7.3	4.3	0.0	0.0	8.0	2.3	0.0	0.0

²⁾: germination percentage ³⁾: weighted germination percentage

休眠의 원인이 다양한 만큼 休眠打破 方法도 다양한데, 표 6은 物理的 處理에 의한 休眠打破를 보이는 것으로서 超音波處理에 의하여 바랭이, 왕바랭이, 방동사니대거리, 개구리자리의 發芽率이 증가되었으며 특히 방동사니대거리의 경우 無處理의 경우 發芽를 전혀하지 않은데 반하여 超音波處理에 의하여 發芽率이 40% 까지 증가하여 休眠이 打破된 것으로 여겨진다. 그러나 강아지풀, 금강아지풀, 닭의장풀의 發芽率은 약간의 低下가 일어났다. 凍結과 解凍의 反復은 늦겨울에 土壤表層에서 일어날 수 있는 條件으로서 땅에 떨어진 대부분의 雜草種子가 겪을 過程으로 생각되는데, 本 實驗에서는 이러한 處理에 의하여 사초科的 참방동사니와 방동사니대거리 등의 發芽는 각각 37.3%와 0%에서 66.7%와 78.7%로 촉진되었으나, 금강아지, 바랭이, 왕바랭이를 비롯한 다른 雜草들은 대부분 도리어 發芽率이 감소하였다. 이러한 結果는 이러한 處理는 동결 후 解凍하는 과정에서 種皮 및 種子 내부 조직의 물리성이 變化되었기 때문이며, 초음파處理 역시 物理的變化에 기인하는 것으로 추정되고 發芽率의 감소는 초음파處理나 凍結시 胚와 같은 중요한 부분의 損傷 때문으로 思料된다. 벼 種子 등의 休眠打破에 이용되는 高溫 前處理는 本 實驗에서 큰 效果는 없었으나 禾本科에 속하는 강아지풀과 금강아지풀의 경우 發芽率의 큰 증가가 나타났으며, 개구리자리의 경우도 약간 증가하였다. 그러나 60°C의 高溫을 지나는 過程에서 다른

종 들은 内部 蛋白質의 不活性化 등의 影響으로 發芽率이 저하된 것으로 나타났다.

5. 硬實種子에 對한 處理

표 7은 경실種子인 마디풀科 雜草種子에 대한 濃 黃酸 處理와 機械的 種皮破傷의 效果를 나타낸 것으로 黃酸處理의 경우 15分 한것 보다는 30分 處理가 效果적이었고, 25°C 恒溫보다는 17/7°C의 變溫의 더욱 效果적이었다. 30分 처리 후 變溫處理에 의해서 여뀌와 털여뀌의 發芽가 촉진되었으나 그 외의 草種에서 黃酸處理는 效果를 볼 수 없었다. 機械的 種皮破傷의 경우 Brant et al.³¹⁾의 報告와 같이 發芽가 촉진되었으나 털여뀌의 경우 效果가 없었다. 특히 여뀌와 큰개여뀌의 경우 發芽率이 거의 0%이었던 것이 80.0%와 62.7%로 큰 증가를 나타내었고, 털여뀌의 경우 發芽率의 증가외에 發芽速度의 增加도 다른處理에 비해 두드러지게 나타났다.

위의 여러가지 處理에 의한 反應을 종합해 볼 때 가장 休眠打破에 가장 效果적인 處理는 雜草種에 따라서 相異하게 나타났으나, 全般的인 傾向은 生態를 고려한 層積處理가 가장 效果적이었고 變溫과의 組合處理가 특히 높은 效果를 나타내었다. 이와 같은 結果는 生理的으로 성숙한 雜草種子의 경우 불리한 環境이나 땅속 깊이 묻혀있는 경우를 제외하고는 정상적인 연중 溫度變化를 거치고 정상적인 일중 溫度 變化하에 농일경우 休眠이 打破되고 發芽를

한다는 것을 보여주는 것이다.

6. 層積에 따른 内部物質 變化

休眠打破에 가장 효과적인 것으로 나타난 層積處理가 發芽를 促進시키는 원인을 밝히기 위해 α -amylase의 活性과 種子내 可溶性 蛋白質含量, 可溶性 糖含量을 분석한 結果가 表 8, 9, 10에 나와있다. α -amylase는 種子發芽에 있어서 가장 중요한 酵素로서 發芽率 또는 發芽速度와 밀접한 關係를 가지고 있는데, 層積種子の 發芽상태를 보이는 앞의 表 3, 4와 비교해 볼 때 發芽 특히 發芽速度와 깊은 相關을 나타내었다. 참방동사니, 고마리, 머느리배꼽등 層積 기간에 따라 發芽率의 증가가 인정되지 않는 種에

있어서는 역시 層積기간에 따른 酵素活性의 증가를 볼 수 없었다. 그림 1은 層積과 매립된 種子の 蛋白質 變化樣相을 전기영동으로서 알아본 것으로 層積이 단백질 구성에 큰 영향을 주지않는다는 Eichholtz et al.³²⁾의 보고와 같이 蛋白質 조성의 큰 변화는 확인할 수 없었으나 埋沒되었던 種子の 경우 그 양상이 層積되었던 種子와는 약간 다르게 피와 가을강아지풀 그리고 돼지풀에서 蛋白質 들이 없어진 것을 볼 수 있었다. 또한 全體 蛋白質의 Profile을 보면 層積期間이 길어짐에 따라 Band들이 없어지거나 흐려지는 것을 볼 수 있는데, 이것은 層積에 의하여 發芽가 促進되면서 種子内の 蛋白質이 發芽에 필요한 에너지원으로 이용되기 때문으로 思料된다.

Table 8. Changes of α -amylase activities of dormant seeds stratified for several weeks at 2 days after imbibition.

Species	ug maltose/mg seed/min				
	Control	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0.32	1.59	2.85	2.49	4.65
<i>Setaria viridis</i>	0.39	3.48	3.95	1.04	4.05
<i>Setaria glauca</i>	0.20	3.67	5.31	1.57	4.79
<i>Setaria faberi</i>	0.66	1.16	0.83	0.67	1.32
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1.18	0.69	0.96	5.48	6.55
<i>Eleusine indica</i>	0.22	0.32	0.37	0.29	1.26
<i>Digitaria violascenes</i>	0.42	2.03	1.49	0.93	1.49
<i>Panicum bisulcatum</i>	3.34	3.47	6.01	5.48	6.55
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	0.15	0.59	1.13	0.39	0.21
<i>Cyperus iria</i>	1.07	0.28	0.51	0.14	0.62
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	0.40	0.06	0.63	0.28	1.18
<i>Persicaria hydropiper</i>	0.14	0.44	0.45	1.55	0.19
<i>Persicaria lapathifolia</i>	0.53	0.56	0.93	2.52	0.32
<i>Persicaria blumei</i>	0.03	2.29	0.55	0.84	2.88
<i>persicaria orientalis</i>	0.01	0.06	0.53	0.47	2.71
<i>Persicaria thunbergii</i>	1.89	0.41	0.40	0.35	1.05
<i>Persicaria perfoliata</i>	1.25	0.80	0.63	0.22	2.20
<i>Ranunculus sceleratus</i>	0.16	0.03	0.54	0.44	0.41
<i>Commelina communis</i>	1.13	0.33	2.44	0.88	0.71
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	0.11	0.11	0.03	0.04	0.36
<i>Ambrosia trifida</i>	0.93	0.06	0.17	0.06	0.27
<i>Humulus japonicus</i>	2.73	3.69	3.89	3.65	3.76
<i>Acalypha australis</i>	0.64	0.12	0.57	0.52	0.39

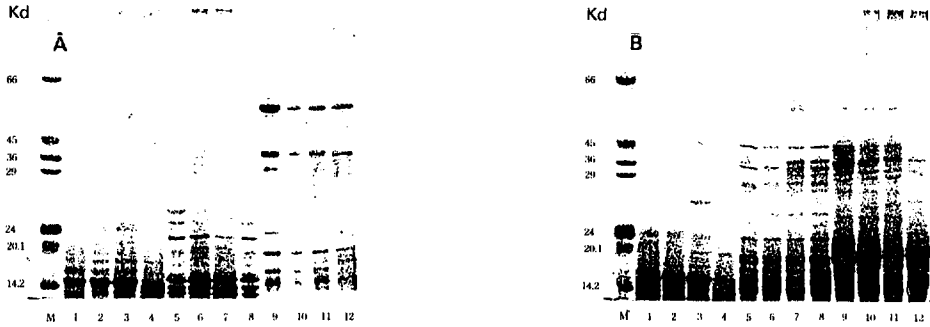


Figure 1. Changes of protein profiles of seeds stratified or buried to break the dormancy. (A) *Echinochloa crus-galli* (1:control, 2:stratified for 2 weeks, 3:4 weeks, 4:buried for 11 weeks) *Panicum bisulcatum* (5:control, 6:stratified for 2 weeks, 7:4 weeks, 8: buried for 11 weeks) *Persicaria orientalis* (9:control, 10:stratified for 2 weeks, 11:4 weeks, 12:buried for 11 weeks). (B) *Setaria faberi* (1:control, 2:stratified for 2 weeks, 3:4 weeks, 4:buried for 11 weeks) *Persicaria blumei* (5:control, 6: stratified for 2 weeks, 7:4 weeks, 8:buried for 11 weeks) *Ambrosia artemisiifolia* (9:control, 10:stratified for 2 weeks, 11:4 weeks, 12:buried for 11 weeks)

Table 9. Changes of soluble protein contents of dormant seeds stratified for several weeks at 2 days after imbibition.

Species	mg/g(dry weight)				
	Control	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1.75	1.40	2.83	1.55	2.75
<i>Setaria viridis</i>	1.87	2.67	2.07	2.99	3.47
<i>Setaria glauca</i>	3.31	2.75	2.11	3.23	3.47
<i>Setaria faberi</i>	4.46	1.91	2.55	2.55	2.51
<i>Digitaria sanguinalis</i>	2.19	1.75	2.07	1.75	1.67
<i>Eleusine indica</i>	1.28	1.32	1.99	1.08	1.87
<i>Digitaria violascenes</i>	2.71	1.91	1.44	1.51	1.71
<i>Panicum bisulcatum</i>	2.39	2.71	3.15	3.35	4.42
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	2.99	2.03	2.43	2.07	2.71
<i>Cyperus iria</i>	1.36	1.08	1.12	1.12	1.95
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	2.27	0.12	0.92	0.56	1.16
<i>Persicaria hydropiper</i>	0.12	0.24	0.32	0.28	0.16
<i>Persicaria lapathiofolia</i>	2.27	0.48	0.84	3.23	1.59
<i>Persicaria blumei</i>	1.44	0.68	0.72	0.64	1.08
<i>persicaria orientalis</i>	2.79	0.84	1.04	1.24	1.44
<i>Persicaria thunbergii</i>	5.18	2.23	3.47	2.07	2.55
<i>Persicaria perfoliata</i>	4.90	3.87	2.03	3.39	3.83
<i>Ranunculus sceleratus</i>	5.98	10.36	7.77	8.66	5.74
<i>Commelina communis</i>	1.24	0.84	0.92	0.90	0.88
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	9.17	4.78	6.38	7.61	9.53
<i>Ambrosia trifida</i>	10.21	5.54	7.06	4.78	4.78
<i>Humulus japonicus</i>	7.26	14.07	15.19	16.66	17.42
<i>Acalypha australis</i>	5.14	4.07	5.18	5.16	5.14

Table 10. Changes of soluble sugar contents of dormant seeds stratified for several weeks at 2 day after imbibition.

Species	mg/g(dry weight)				
	Control	1 week	2 weeks	3 weeks	4 weeks
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1.78	16.65	38.13	17.13	36.89
<i>Setaria viridis</i>	0.40	8.86	11.74	9.31	9.94
<i>Setaria glauca</i>	1.67	10.08	8.33	10.50	9.91
<i>Setaria faberi</i>	0.73	7.85	9.06	7.73	8.72
<i>Digitaria sanguinalis</i>	1.75	9.03	5.22	4.04	5.79
<i>Eleusine indica</i>	2.60	4.88	5.62	8.55	5.22
<i>Digitaria violascenes</i>	2.85	7.08	6.97	8.30	7.42
<i>Panicum bisulcatum</i>	7.73	27.72	41.75	28.73	48.83
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	0.88	8.04	6.10	6.41	7.42
<i>Cyperus iria</i>	5.65	13.52	12.02	14.11	15.27
<i>Cyperus sanguinolentus</i>	1.21	8.33	10.08	10.05	9.77
<i>Persicaria hydropiper</i>	3.44	7.17	7.90	7.79	9.23
<i>Persicaria lapathifolia</i>	3.30	5.70	10.25	9.23	8.24
<i>Persicaria blumei</i>	1.64	9.96	12.84	5.84	7.88
<i>persicaria orientalis</i>	3.08	7.11	17.50	8.81	14.51
<i>Persicaria thunbergii</i>	3.73	9.77	2.82	3.64	7.00
<i>Persicaria perfoliata</i>	7.31	10.47	8.44	10.67	16.65
<i>Ranunculus sceleratus</i>	6.21	26.62	21.90	31.78	23.74
<i>Commelina communis</i>	1.30	2.46	5.90	2.74	2.96
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	4.71	10.64	19.50	15.04	12.02
<i>Ambrosia trifida</i>	3.39	9.26	10.24	12.22	10.02
<i>Humulus japonicus</i>	1.52	10.81	8.78	14.20	8.98
<i>Acalypha australis</i>	0.62	10.05	10.70	8.92	12.36

要 約

雜草種子의 休眠은 不良한 외부環境에 대한 防禦 기작으로 雜草의 不均 一한 發芽를 유도하여 雜草防 除의 어려움을 초래하므로 雜草의 休眠에 대한 研究는 除草劑의 사용면에서도 중요하다. 雜草의 休眠 은 種에 따라 여러가지 다른 原因이 작용한다. 雜草의 休眠 의 原因을 밝히기 위하여 여러가지 休眠打破處 理를 실시한 結果는 다음과 같다.

1. 우리나라의 主要雜草에 속하는 54種 중 20種의 雜草가 休眠이 있는것으로 나타났으며, 禾本科와 마디풀科에 속하는 것이 많았다.
2. 여러가지 物理的, 化學的 處理에 대한 休眠種들의

반응은 서로 相異하게 나타났으나 層積處理에 의 하여 休眠의 打破가 가장 크게 일어났다.

3. 대부분의 경우 恒溫 보다는 變溫條件이 休眠打破 에 효과적이었으며, 變溫은 發芽촉진에 있어서 다른處理와의 上昇作用을 나타냈다.
4. α-amylase와 可溶性 蛋白質含量은 休眠種子의 發 芽率이 증가함에 따라 높아지는 경향이였다.

參考文獻

1. 張英熙, 金昌錫, 延圭復 (1990): 最近 韓國 田作地 雜草發生 分布에 關하여, 韓雜草誌, 10, 294.
2. 梁桓承, 全載哲, 黃仁澤 (1984): 季節別 栽培作物

- 및 耕作地別 雜草 植生變化, 韓雜草誌, 4, 4.
3. 卞鍾英, 李奎昇, 李宗植 (1985): 水生植物을 利用한 水質 汚染源 除去에 關한 研究, 第1報 부레옥잠의 有機物 除去效果 및 生長에 미치는 諸要因, 韓雜草誌, 5, 143.
 4. 李奎昇, 金文圭, 卞鍾英, 李宗植 (1985): 水生植物을 利用한 水質汚染源除去에 關한 研究, 第2報 부레옥잠의 營養鹽類 및 重金屬 除去效果, 韓雜草誌, 5, 149.
 5. Khan, A.A. and Karssen, C.M. (1980): Induction of secondary dormancy in *Chenopodium bonus-henricus* L. Seeds by osmotic and high temperature treatment and Its prevention by light and growth regulators, *Plant Physiol.*, 66, 175.
 6. Mayer, A. M. and Shain, Y. (1974): Control of seed germination, *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 25, 167.
 7. Taylorson, R.B. and Hendricks, S.B. (1977): Dormancy in seeds, *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 28, 331.
 8. George, D.W. (1967): High temperature seed dormancy in wheat(*Triticum aestivum* L.), *Crop Sci.*, 7, 249.
 9. Bensen, R.J., Beall, F.D., Mullet, J.E., Morgan, P.W. (1990): Detection of endogenous gibberellins and their relationship to hypocotyl elongation in soyben seedlings, *Plant physiol.*, 94, 77.
 10. Khan, A.A. (1971): Cytokinins : Permissive Role in seed germination, *Science*, 171, 853.
 11. Metzger, J. D. (1983): Role of endogeneous plant growth regulators seed dormancy, *Plant Physiol.*, 73, 791.
 12. Khan, A.A. (1968): Inhibition of gibberellic acid-induced germination by abscisic acid and reversal by cytokinins, *Plant Physiol.*, 43, 1463.
 13. Groot, S.P.C. and Karssen, C.M. (1987): Gibberellins regulate seed germination in tomato by endosperm weakening: a study with gibberellin deficient mutants, *Planta*, 171, 525.
 14. 禹仁植, 崔覺三, 卞鍾英 (1990): 主要 拔雜草 種子的 發芽에 미치는 光의 影響, 韓雜草誌, 10, 304.
 15. Duke, S.O., Egley, G.H. and Reger, B.J. (1977): Model for variable light sensitivity in imbibed dark-dormant seeds, *Plant Physiol.*, 59, 244.
 16. 金古雄, 申東賢 (1983): 바랭이 種子的 休眠打破에 關한 研究, 韓雜草誌, 3, 137.
 17. Saini, H.S., Bassi, P.K. and Spencer, M.S. (1985): Interaction among ethephon, nitrate, and after-ripening in the release of dormancy of wild oat(*Avena fatua*)seed, *Weed Sci.*, 34, 43.
 18. Saini, H. S., Bassi, P.K. and Spencer, M.S. (1986): Use of ethylene and nitrate to Break seed Dormancy of common Lambsquarters (*Chenopodium album*), *Weed Sci.*, 34, 502.
 19. Lado, P.F.R.C. and Colombo, R. (1974): Promoting effect of fusicoccin on seed germination, *Physiol. Plant.*, 31, 149.
 20. Baskin, J.M. and Baskin, C.C. (1978): Seasonal changes in the germination response of *Cyperus inflexus* seeds to temperature and their ecological significance, *Bot. Gaz.*, 139, 231.
 21. 李漢圭, 키이쓰무디 (1988): 한련초의 發芽 및 出現, 韓雜草誌, 8, 299.
 22. Duke, S.O. (1985): *Weed physiology*, CRC Press, Florida, P.27.
 23. Baskin, J.M. and Baskin, C.C. (1990): Seed germination ecology of poison hemlock, *Conium maculatum*, *Can. J. Bot.*, 68, 2018.
 24. Baskin, J.M. and Baskin, C.C. (1980): Ecophysiology of secondary dormancy in seeds of *Ambrosia artemisiifolia*, *Ecology*, 6, 475.
 25. Gianfagna, T.J. and Rachmiel, S. (1986): Changes in gibberellin-like substances of peach seed during stratification, *Physiol. Plant.*, 66, 154.

26. Reddy, L.V., Metzger, R.J. and Ching, T.M. (1985): Effect of temperature on seeds dormancy of wheat, *Crop Sci.*, 25, 457.
27. Tkachuk, R. and Kruger, J.E. (1974): Wheat α -amylases. II. Physical characterization, *Methods in Enzymol.*, 51, 508.
28. Bradford, M.M. (1976): A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding, *Anal. Biochem.*, 72, 248.
29. Irigoyen, J.J., Emerich D.W. and Sanchez-Diaz, M. (1992): Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugar in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants, *Physiol. Plant.*, 84, 55.
30. Laemmli, U.K. (1970): Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4, *Nature*, 227, 680.
31. Brant, R. E., Mckee, G.W., and Cleveland, R.W. (1971): Effect of chemical and physical treatment on Hard seed of penngift Crownvetch, *Crop Sci.*, 11, 1.
32. Eichholtz, D.A., Robitaille, H.A. and Herrmann, K.M. (1983): Protein changes during the stratification of *Matus domestica* Borkh. seed, *Plant Physiol.*, 72, 750.