

主要 발雜草種子의 發芽에 미치는 光의 影響

禹仁植·崔冕三·卞鎧英

The Effect of Light on Germination of the Major Weed Seeds in Upland Fields

Woo, I.S., * K.S. Choi** and J.Y. Pyon**

ABSTRACT

Effects of light on germination of major weeds in upland fields were examined. Most weeds showed light positive response to germination at above 25°C, but germination percentage was very low at lower temperatures. Red light promoted germination of *Amaranthus lividus*, *Portulaca oleracea*, and *A. retroflexus*, but far-red light inhibited germination. Germination response of *A. retroflexus*, *A. lividus*, and *P. oleracea* showed reversible reaction to red/far-red light, and thus it seemed that phytochrome was involved in seed germination. *Echinochloa crusgali* and *Eleusine indica* showed higher germination percentage under the conditions of continuous illumination of red, white, and blue lights, and thus it was estimated that blue light pigment (HIR, high irradiation reaction) related to long time illumination was involved in germination in addition to phytochrome.

Key words : Light, germination, upland weed, phytochrome.

緒 言

雜草는 農耕地, 잔디밭, 도량, 提防, 庭園, 숲 등 어디에서나 發生하는 高等植物로서 作物에 직접, 간접으로 많은 害를 끼치므로 植物病原菌이나 害蟲과 더불어 농업생산을 沮害하는 중요한 要因이 되고 있음을 뿐더러 특히 害蟲의 越冬寄主로서 큰 役割을 하므로 이의 효과적인 防除가 요구된다고 할 수 있다.¹⁾ 또한 雜草는 作物과 복잡한 相互作用을 나타내어 農業生產을 沾害하는 중요한 要因중의 하나가 되어서 早期에 防除를 하여도 作物의 收量減少에 影響을 미친다. 특히 우리나라에는 여름의 高溫多濕한 氣象條件으로 1年生 雜草가 많고 雜草의 生育量이 많아 作物栽培에 큰 比率을 차지하며 또한 雜草는 作物과 競分, 水分, 光의 競合으로 作物生育을 沾害하고 收量을 減少시킨다.^{2,4,20)}

雜草의 發芽에 光이 중요한 影響을 미치는 바, 지

금까지의 報告한 것을 보면 바랭이, 番, 명아주는 光條件에서 發芽가 잘 되었으며 쇠비름과 텔비름은 暗條件에서 좋았고^{1,13,14)} 番도 暗條件에서 거의 發芽되지 않았으며^{15,16)} 왕바랭이는 질산칼리를 처리하지 않았을 때 光이 더 必要하다고 하였다.¹⁸⁾ 또한 텔비름이 完全 發芽하는 데는 赤色光이나 白色光이 有效하다고 하였으며^{11,12)} Smith¹⁷⁾는 명아주에서 Phytochrome이 光受容體 機能을 한다고 하였다. Forsyth와 Staden⁶⁾에 의하면 만수국 (*Tagetes minuta*)의 種子는 吸水後 7일에 白色光下에서 100% 發芽하였으며 고들빼기 (*Lactuca seariola*)는 赤色光下에서는 遠赤色光보다 發芽率이 높았다고 하였다.⁵⁾

따라서 本 研究는 雜草 種子別 光要求度와 光質에 의한 發芽 特性을 究明하여 雜草防除의 基礎資料를 얻고자 進行되었다.

* 忠南農村振興院 Chungnam Provincial Office of Rural Development Administration, Taejon, Korea

** 忠南大學校 農科大學 College of Agriculture, Chungnam National University, Taejon, Korea

材料 및 方法

本試驗은 왕바랭이 (*Eleusine indica*), 냉이 (*Capsella bursa-pastoris*), 텔비름 (*Amaranthus retroflexus*), 개비름 (*Amaranthus lividus*), 쇠비름 (*Portulaca oleracea*), 명아주 (*Chenopodium album*), 피 (*Echinochloa crus-galli*), 까마중 (*Solanum nigrum*), 강아지풀 (*Setaria viridis*), 바랭이 (*Digitaria sanguinalis*)을供試하였으며 이들種子는 1986년 가을에農家 밭圃場에서 채집하여 1個月間 低温(5°C) 처리를 하였고, 發芽試驗은 Petri dish에 0.4% Agar를 넣어 실시하였다.

光이 잡초종자의 발아에 미치는 영향을 조사하기 위하여 光·暗條件下에서 각각 15, 20, 25, 30, 35 및 40°C의 恒溫에서 置床하여 과종 9일後에 發芽率을 조사하였다.

또한 光質이 잡초종자의 발아에 미치는 영향을 조사하기 위하여 光의 波長을 單色光으로 白色, 青色, 赤色, 遠赤外線 및 暗條件에서 수행되었으며 25°C恒溫으로 유지시켜 3일後에 發芽調査를 실시하였다. 그리고 赤色光과 原赤色光의 可逆反應에 따른 雜草種子의 發芽를 보기위해 25°C恒溫에서 다음과 같이 處理한 다음 處理 3일後에 發芽調査를 하였다.

그리고 雜草種子가 吸水後 언제 赤色光과 遠赤色光에 反應을 나타내는가를 알기위해 雜草種子를 暗所에 播種後 2, 4, 8, 12, 32, 64時間째에 5分間 赤色光과 15分間의 遠赤色光을 照射하였으며 25°C恒溫에서 發芽調査를 하였다(Fig. 1).

本試驗에 使用한 光質은 白色光(White fluorescent lamp 4個, 주광색)暗條件(Aluminium foil로

싸서 暗箱子內에 넣음), 青色光(Blue fluorescent lamp 4개 및 Blue plastic filter, Mitsubishi Jushi製: maximum peak at 460nm), 赤色光(Red fluorescent lamp: Single emission peak at 660nm), 遠赤外線(4개의 infra-red tungsten bulbs 125W, Toshiba製: above 700nm)이며 遠赤色光은 熱을 제거하기 위해 깊이 15cm 水槽를 설치하였다. 각 單色光의 에너지는 發芽箱 위에서 평균 약 $3,000 \text{ erg cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ 로 통일하였다.

結果 및 考察

發芽時 低溫條件을 15°C에서 부터 40°C까지 달리하여 發芽에 미치는 光의 影響을 調査한 結果는 表1에서 보는 바와 같이 大部分의 供試한 雜草種子는 10% 미만의 낮은 發芽率만을 내는데 비하여 텔비름, 개비름, 쇠비름, 피, 강아지풀, 바랭이 等은 85%以上 높은 發芽率을 나타냈다.

이와 같은 結果는 暗所에서 텔비름은 50%, 피는 7% 밖에 發芽하지 않았으며 까마중은 전혀 發芽하지 않았다는 報告와 一致했으며,^{1,9,11,16)} 光이 있는 條件下에서는 피의 發芽率은 20-30°C 變溫에서 가장 좋았고 쇠비름도 發芽에 光이 必要하며,⁸⁾ 왕바랭이는 질산處理를 하여 休眠打破을 하지 않았을 때 光이 必要하고¹⁸⁾ 雜草種子의 發芽에 있어서 光은 發芽에 不適當한 條件인 低溫 및 休眠打破가 되지 않은 種子에서 더욱 必要하다고 報告한 것과 같은 傾向을 보였다.¹⁹⁾

이와 같은 結果로一般的으로 栽培作物의 種子가 栽培週期에 맞추어 低溫下에서도 發芽할 수 있도록 育成되어 지는데 비하여 野生雜草는 低溫下에서도

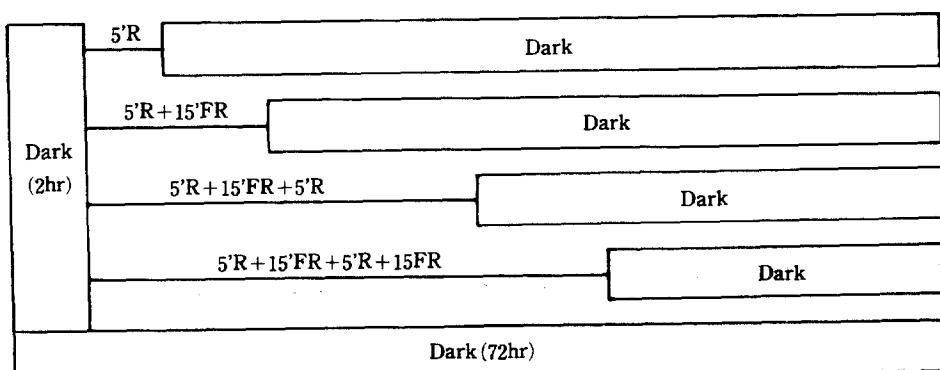


Fig. 1. Red and far-red light treatment.

Table 1. Germination of weed seeds under continuous light and dark conditions at various temperatures 9 days after treatment.

| Temp. (°C) | Weed species | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|---|----|---|----|----|----|---|----|----|-----|---|-----|---|----|---|----|---|----|---|
| | Ei | | Cb | | Ar | | Al | | Po | | Cal | | Ec | | Sn | | Sv | | | |
| | L | D | L | D | L | D | L | D | L | D | L | D | L | D | L | D | L | D | L | D |
| (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 3 | 0 | 23 | - | 54 | - | 28 | - | 9 | - | 67 | - | 0 | - | 78 | - | 48 | - |
| 25 | 14 | 0 | 1 | 0 | 89 | 31 | 82 | 0 | 85 | 50 | 6 | 0 | 85 | 5 | 0 | 0 | 67 | 4 | 85 | 3 |
| 30 | 12 | - | 1 | - | 88 | - | 86 | - | 83 | - | 5 | - | 100 | - | 0 | - | 70 | - | 93 | - |
| 35 | 12 | - | 1 | - | 85 | - | 76 | - | 61 | - | 0 | - | 52 | - | 0 | - | 13 | - | 91 | - |
| 40 | 4 | - | 0 | - | 91 | - | 1 | - | 73 | - | 1 | - | 52 | - | 1 | - | 17 | - | 57 | - |

L : light

Ei : *Eleusine indica*

Ar : *Amaranthus retroflexus*

Po : *Portulaca oleracea*

Ec : *Echinochloa crus-galli*

Sv : *Setaria viridis*

D : Dark

Cb : *Capsella bursa-pastoris*

Al : *Amaranthus lividus*

Cal : *Chenopodium album*

Sn : *Solanum nigrum*

Ds : *Digitaria sanguinalis*

光條件만 주어지면 높은 發芽率을 보인다는 것을 알 수 있어 夏節期 作物栽培時 雜草의 防除가 問題되리라 想料되었다.

한편, 이들 雜草種子의 光發芽 特性을 誘導한 白色光은 混合光으로서 發芽促進 및 發芽를 抑制하는 모든 光의 波長이 포함되어 있는 것으로 알려져있기 때문에 이들 白色光 效果를 보다 자세히 光質의 效果로서 알아 보기 위하여 赤色光(Red) 및 遠赤色光(FR), 青色光(Blue) 등의 單色光 連續照射를 통하여 알아본 결과 表2에서 나타나듯 처럼 텔비름, 캐비름, 쇠비름 種子는 赤色光에 의하여 發芽가 促進되었으나 왕바랭이와 피는 오히려 白色光보다 發芽率이 떨어졌으며 특히 왕바랭이는 青色光에서 오히려 促進되었다. 그러나 大部分의 種子는 遠赤色光下에서 發芽가 抑制되었다. Kadman-Zahavi¹³⁾도 텔비름이

완전히 發芽하는 데는 赤色光이나 白色光이 必要하다고 報告한 것과 一致하였다.

이러한 單色光 連續照射에서의 發芽反應은 種子內 Phytochrome이 그 單色光에 포함되어있는 光質에 따라 光平衡狀態(Photo equilibria)에 到達하여 種子內에 일정한 比率(Pr/Pfr)의 種子 Phytochrome이生成되기 때문에 發芽促進 및 抑制의 값이 어느 정도의 水準에서 一定해지는 것으로 알려져 있다.

이러한 反應은 Phytochrome의 HIR(High irradiation reaction) 反應이라하여 單色光에 의한 短期間照射(short time irradiation)에 의한 LER(Low energy reaction)과는 전혀 다른 反應이라는 것이 알려지고 있다.¹¹⁾

한편 表2의 結果는 播種後 3일 까지의 結果로서 表1의 結果와 比較하여 보면 캐비름과 쇠비름에 있어서

Table 2. Germination of weed seeds under continuous monochromatic light irradiation at 25°C.

| Light Condition | Weed species | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|--|
| | Ei | Cb | Ar | Al | Po | Cal | Ec | Sn | Sv | Ds | (%) | |
| White | 16 | 0 | 74 | 34 | 67 | 1 | 26 | 0 | 4 | 3 | | |
| Blue | 20 | 0 | 52 | 9 | 64 | 0 | 7 | 0 | 1 | 1 | | |
| Red | 11 | 0 | 82 | 37 | 75 | 0 | 17 | 0 | 1 | 0 | | |
| Far-red | 16 | 0 | 19 | 0 | 42 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | | |
| Dark | 0 | 0 | 31 | 0 | 50 | 0 | 5 | 0 | 4 | 3 | | |

Ei : *Eleusine indica*

Ar : *Amaranthus retroflexus*

Po : *Portulaca oleracea*

Ec : *Echinochloa crus-galli*

Sv : *Setaria viridis*

Cb : *Capsella bursa-pastoris*

Al : *Amaranthus lividus*

Cal : *Chenopodium album*

Sn : *Solanum nigrum*

Ds : *Digitaria sanguinalis*

Table 3. Effect of red/far-red reversible treatment on the germination of weed seeds at 25°C

| Treatment | Weed species | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| | Ei | Cb | Ar | Al | Po | Cal | Ec | Sn | Sv | Ds |
| 5'R ²⁾ | 9 | 0 | 69 | 18 | 68 | 0 | 3 | 0 | 2 | 8 |
| 5'R + 15'FR | 0 | 0 | 54 | 0 | 41 | 0 | 5 | 5 | 1 | 0 |
| 5'R + 15'FR + 5'R | 0 | 0 | 78 | 19 | 69 | 1 | 6 | 0 | 0 | 1 |
| 5'R + 15'FR + 5'R + 15'FR | 0 | 0 | 60 | 5 | 15 | 0 | 8 | 0 | 1 | 1 |
| Dark (control) | 0 | 0 | 31 | 0 | 50 | 0 | 5 | 0 | 4 | 3 |

¹⁾ Red/far-red irradiation was given after 2 hours dark period which was maintained thereafter.

²⁾ Irradiation time : R ; 5 minutes, FR ; 15 minutes

Ei : *Eleusine indica*

Ar : *Amaranthus retroflexus*

Po : *Portulaca oleracea*

Ec : *Echinochola crus-galli*

Sv : *Setaria viridis*

Cb : *Capsella bursa-pastoris*

Al : *Amaranthus lividus*

Cal : *Chenopodium album*

Sn : *Solanum nigrum*

Ds : *Digitaria sanguinalis*

는 赤色光에 의한 發芽促進이 3일만에 거의 9일間의 發芽率까지 到達할 수 있는 것으로서 光에 의한 發芽促進 現象은 發芽誘起 뿐만 아니라 發芽速度에도 크게 作用하고 있으며 특히 赤色光이 效果的임을 알 수 있었다.

한편 이들 雜草種子내에 Phytochrome system의 作用機作의 존재여부를 보다 상세히 알아보기 위하

여 行한 光可逆的 實驗(Photoreversible reaction)의 결과 表 3에서 보는 바와 같이 뚜렷한 피토크롬계에 의한 發芽調節 機構가 있다는 것을 알 수 있었다.

한편 개비름, 쇠비름, 왕바랭이 等의 種子는 赤色光 및 白色光은 물론 青色光의 連續照射下에서도 發芽率을 나타내어 이들 種子의 光發芽 特性은 Phytochrome 色素系이외에도 長期間 照射에 관하여는 青

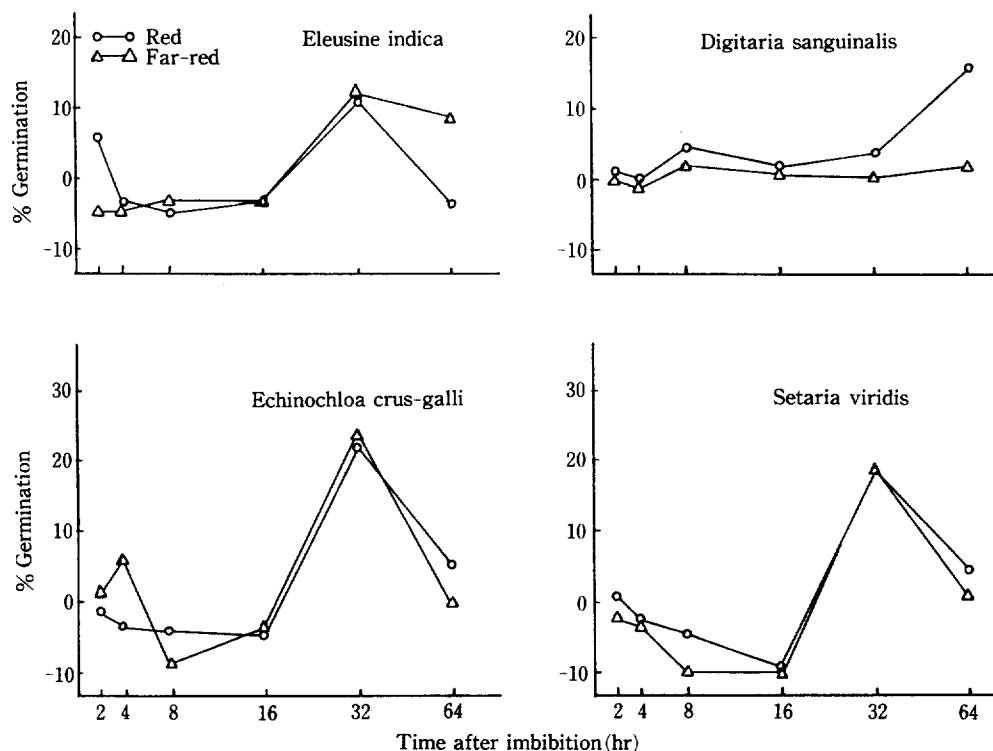


Fig. 2. Effect of red or far-red irradiation on germination of grasses

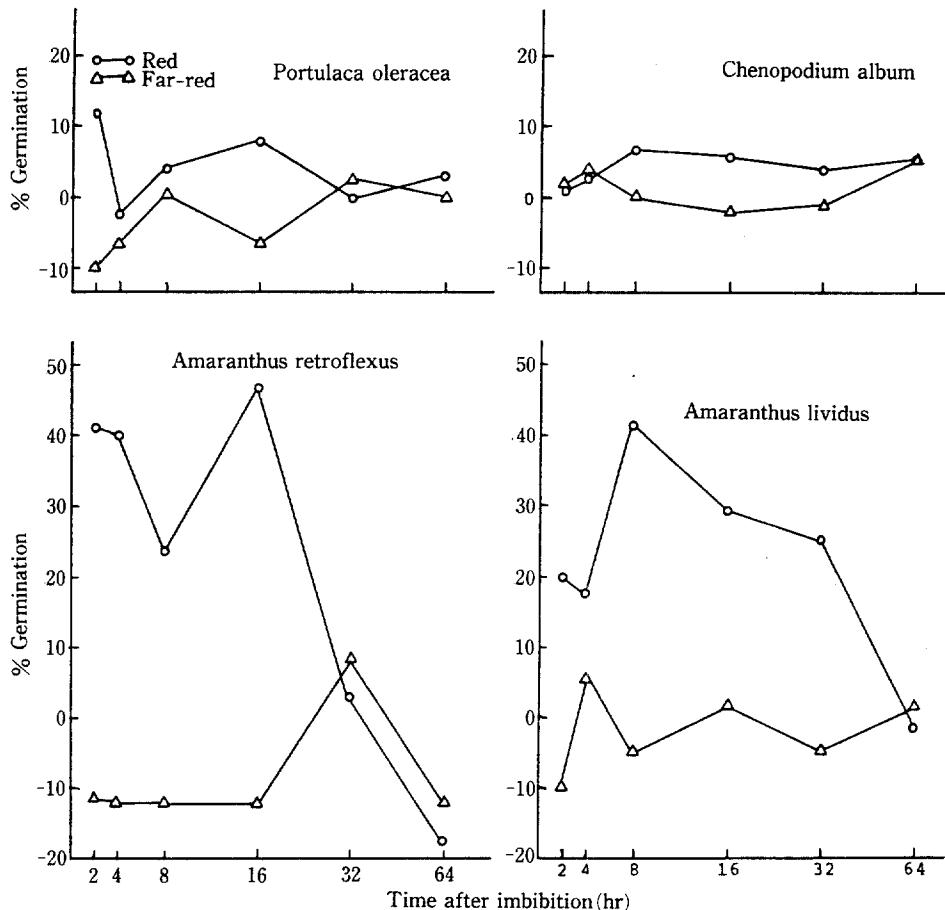


Fig. 3. Effect of red or far-red irradiation on germination of broadleaf weeds.

色光色素系(HIR反應)가 관여하는 것으로 测定되었다.

지금까지 報告된 論文을 보면 명아주도 發芽에 Phytochrome이 관여한다고 하였으며¹⁷⁾ 遠赤色光은 發芽에 滞害의으로 作用하고 赤色光은 促進의으로 作用했다고 報告하였다.³⁾ Hilton과 Bitterli¹⁷⁾는 메구리 種子發芽에 Phytochrome이 관여하는데 完全休眠이 없는 種子는 光의 效果가 없으며 完全히 休眠이打破되었거나 部分的으로 休眠하는 種子에는 促進의으로 作用한다고 報告하였다.

한편 種子가 暗所에서 吸水後 언제부터 赤色光, 遠赤色光에 대하여 反應을 보이는 가를 알기 위하여 暗所 播種後 2, 4, 8, 16, 32, 64時間에 각각 5分鐘 赤色光과 15分鐘 遠赤色光을 照射한 結果, 表 1에서 光에 敏感한 反應을 보였던 텔비름, 개비름, 쇠비름, 피, 강아지풀, 바랭이등의 光感受時期(Photo sensi-

tive)가 서로 매우 달라서 텔비름, 개비름, 種子는 吸收 初期부터 赤色光에 의한 高은 陽性 感受性(Positive sensitivity)를 나타내는데 비하여 피와 강아지풀은 吸水初期에는 赤色光이나 遠赤色光에 모두 陰性 感受性(Negative sensitivity)를 나타내고 있었다 (그림 2, 3). 그러나 피, 강아지풀은 吸水가 進行됨에 따라 천천히 感受性이 나타나기 시작하여 吸水後 32時間이 되면 매우 敏感한 生理的 狀態에 到達하여 初期의 光에 대한 陰性感受性이 後期에 가면 陽性感受性으로 바뀐다. 이와 같은 사실은 개비름, 텔비름, 쇠비름 種子內에 피토크롬은 吸水 初期부터 赤色光吸收色素系(Pr)를 많이 함유하고 있는데 비하여 피, 강아지풀, 바랭이 種子는 吸水後 서서히 Pr형의 Phytochrme이 생성된다고 假定할 수 있었으나, 정확하게는 이들 種子의 吸水 Pattern과 함께 檢討해야 할 것으로 사료되었다. 또한 이러한 傾向은 鄭·崔

가¹¹⁾發表한 結果와 비슷하다. 一般的으로 光感受性이 매우 敏感한 상치, 소나무등의 種子는 乾燥狀態에 서도 赤色光照射에 의한 영향을 받고 있으나, 大部分은 吸水後 약 3時間이지나 70% 이상의 加水和(hydration)가 進行된 후 光感受性을 갖는 것으로 알려지고 있다. 따라서 강아지풀, 바랭이등의 種子는 다른 種子에 비하여 물 透水性(Water permeability)이 떨어지는 것으로 생각되었다.

摘 要

雜草種子 發芽에 미치는 光의 影響을 究明하기 위하여 王바랭이, 냉이, 텔비름, 개비름, 쇠비름, 명아주, 까마중, 강아지풀, 바랭이를 供試하여 試驗을 違行하였다.

1. 대부분의 供試草種은 25°C 以上에서 強한 光發芽性을 보였으며 낮은 温度下에서는 發芽가 低調하였다. 그러나 王, 강아지풀, 바랭이는 대체적으로 發芽率이 떨어진 반면, 텔비름, 개비름, 쇠비름은 높은 發芽率을 維持하였다.
2. 개비름, 쇠비름, 텔비름은 赤色光下에서 發芽가 促進되었으며 遠赤色光에서는 發芽가 현저히 抑制되었다.
3. 텔비름, 개비름, 쇠비름은 red/far-red 光에 의한 可逆反應을 나타내는 것으로 보아 種子發芽時 Phytochrome이 관여하고 있음을 알 수 있었고 王, 王바랭이는 赤色光 및 白色光과 青色光連續照射下에서도 높은 發芽率을 보여 Phytochrome 이외에도 長期間照射에 관여하는 青色光 色素(HIR 色素)가 관여하는 것으로 推定되었다.

引 用 文 獻

1. Anderson, W.P. 1977. Weed science, Principles, West Publishing Co. pp. 19-20.
2. 安壽泰, 1978. 水稻作 雜草防除 體系의 展望. 韓作誌, 23(3) : 47-54.
3. Bautley, M.R. et al. 1985. Effects on phytochrome controlled germination produced by far-red irradiation of seed before and during rehydration. J. Experimental Botany 36(162) : 149-158.
4. 卞鍾英·金啖來. 1978. 大豆와 1年生 雜草와의 競合에 관한 研究. 韓作誌 23(3) : 150-153.
5. Canada Agriculture Research Station. 1981. Weed physiology : Seed dormancy in prickly lettuce. Regional Report, Agriculture Canada : 309-316.
6. Forsyth, C. and J. Van Staden. 1983. Germination of *Tagetes minuta* L. I. temperature effects. Annals of Botany 52(5) : 659-666.
7. Hilton, J.P. and C.J. Bitterli. 1983. The influence of light on the germination of *Avena fatua* L. (Wild oat) seed and its ecological significance. New Phytologist 95(2) : 325-333.
8. Hocombe, S.D. 1961. Simple experiments on the green house germination of some East Africa weed species. Solonal Pesticides Res. Unit (Arusha, tanganyikia) Misc. Rep. 285 : 8.
9. Horowitz, M. and A. Givelberg. 1982. Effect of high temperatures on germination and dormancy of *Solanum nigrum* seeds. Phytoparasitica 10(4) : 279.
10. 현재선. 1978. 植物保護의 當面課題와 展望(作物害蟲). 韓植保護誌, 17(4) : 201-215.
11. 정장희·최관삼. 1987. 바름과(*Amaranthus* sp.) 식물의 재배종과 야생종간의 생리학적 특성 비교. 충남대 농기연보 14(1) : 38-50.
12. Kadman, J.L. 1982. Some effects of overwinter burial on *Polygonum pensylvanicum* L. achenes. Annals of Botany 49(3) : 417-419.
13. Kadman-Zahavi, A. 1960. Effect of short and continuous illuminations on the germination of *Amaranthus retroflexus* seeds. Israel Res. Councl. Bull., D.P. : 1-20.
14. 李揆洪·李殷雄. 1982. 田地와 콩밭에 있어서 雜草의 發生 및 競合에 관한 調查研究. 韓雜草誌 2(2) : 75-113.
15. Roche, B.F., Jr. and T.J. Muzik. 1964. Ecological and physiological study of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and the response of its biotypes to sodium 2,2-dichloro-propionate. Agron. J. 56 : 155-160.
16. Rogers, B.J. and F.W. Streams. 1955. Preliminary studies on the germination of weed seeds. MCWCC Proc. 12 : 7.

17. Smith, H. 1986. The perception of light quality in photomorphogenesis in plants. Dordrecht, Netherlands, Martinus Nijhoff : 187-217.
18. Toole, E.H. and V.K. Toole, 1940. Germination of seed of goosegrass, *Eleusine indica*. J. Amer. Soc. Agron. 32 : 320-321.
19. 渡邊泰. 1977. 一年生畑雜草發生生態に關する研究. 6. 埋土種子の發芽に及ぼす光の影響. 雜草研究 22 : 80-82.
20. 梁桓承・具滋玉・權容雄・金吉雄・卞鍾英・安壽奉. 1979. 雜草防除技術體系確立에 관한 研究. 農村振興廳.