

Echinochloa屬의 初期 生育 및 除草劑에 대한 感受性 差異

全載哲* · 金成恩* · 朴南一*

Difference in Early Growth of *Echinochloa* Species and the Differential Susceptibility to Herbicides

Chun, J.C.* , S.E. Kim* and N.I. Park*

ABSTRACT

Seed size and days required to reach specific growth stages were determined for *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. varieties which are major grass species found in Korean paddy field and the results were compared with *E. frumentacea* (Roxb.) Link. In addition, responses of the *Echinochloa* species on preemergence herbicides (molinate, esprocarb, and mefenacet) were investigated with respect to time of application. One thousand seed weight of *E. crus-galli* var. *oryzicola* was about 3 times heavier than that of var. *praticola*, but was not significantly different that of *E. frumentacea*. Days required to reach the 2.5 leaf-stage (LS) were 11, 13, and 14 days after seeding for *E. frumentacea*, *E. crus-galli* var. *oryzicola*, and *E. crus-galli* var. *praticola*, respectively. *E. crus-galli* var. *praticola* was more sensitive to molinate, esprocarb and mefenacet than var. *oryzicola* and the sensitivity of both the varieties decreased as the time of application LS was delayed. However, there was no great difference in the response for *E. frumentacea* when applied between 1.5 and 3.0 LS. In thiocarbamate herbicides esprocarb was more active to *Echinochloa* species than molinate and the higher the active ingredient of the herbicides, the greater was the activity to *Echinochloa* species. Differential susceptibility of *Echinochloa* species to the herbicides was not related to the seed size, but to the early growth stages at the time of herbicide application which were affected by the seed size.

Key words : *Echinochloa*, seed size, early growth, differential susceptibility to herbicides

序 言

피屬(*Echinochloa* spp.)은 벼 栽培에서 가장 問題視되고 있는 禾本科 雜草로서, Holm 등³⁾

은 世界 農耕地 雜草 중 크게 被害를 주는 雜草의 順位로서 피(*E. crus-galli*)를 세 번째, 또 *E. colona*를 네 번째로 定하였다. 前者는 우리나라의 논에서는 發生되고 있는 雜草 중 가장 被害를 크게 주는 雜草로써 인정되고 있는데,

* 全北大學校 農化學科(Department of Agricultural Chemistry Chonbuk National University, Chonju, 561-756, Korea)
<1996. 5. 30 접수>

특히 최근에 들어와서는 벼 直播 栽培地에서 移秧栽培에서 보다 防除上 더욱 큰 문제점을 가지고 있는 雜草로서 看做되고 있다. 그러나 後者의 경우는 熱帶 및 亞熱帶 地域의 발 條件에서 發生되는 雜草로서 우리 나라의 農耕地에서 發生되고 있다는 報告는 아직 없다. 한편, 우리 나라 논에서 發生되는 皮種은 變種 중 논피(var. *oryzicola*), 돌피(var. *praticola*) 및 물피(var. *caudata*) 등이 있는데, 이들은 地域에 따라서 生態型 등이 報告되어 있다.

除草劑에 대한 雜草의 感受性 差異는 種間에 差異를 보임은 물론 동일 種內에서도 變種 또는 亞種間에도 差異를 나타낸다. 더욱이 같은 種內에서도 個體間에는 生育 段階에 따라 感受性이 달라질 뿐만 아니라, 個體의 種子 크기 등에 따라서도 感受性 差異가 있음이 報告되고 있다^{1,2,4,5}). 全 等²⁾은 우리 나라 논에서 發生되는 皮屬 蒐集種들 사이에서 發芽抑制型 除草劑에 대한 耐性 差異가 發芽率 및 發芽速度에서 있음을 報告한 바 있다. 한편, Chun과 Moody¹⁾는 *E. colona* 生態型 간에는 除草劑의 種類에 따라 感受性에 差異를 나타내었으나, 이러한 感受性 差異가 生態型的 種子 크기 또는 熟期와는 相關性이 없다고 하였다.

除草劑에 대한 雜草의 種內 感受성에 變異가 있음은 感受性 草種으로 알려진 草種에 대한 殺草力이 期待 效果에서 벗어나는 結果를 나타낸다. 즉 皮에 대하여 殺草 效果가 큰 것으로 알려진 除草劑에 대하여 보다 耐性을 나타내는 生態型 또는 變種이 있음에 따라 전체적으로 除草 效果가 떨어지게 된다. 때때로 이러한 結果는 使用 除草劑로 부터 由來되는 문제로서 誤認되는 수도 있다. 따라서 本 研究에서는 현재 우리 나라에서 廣範圍하게 사용되고 있는 thiocarbamate계 및 acetanilide계의 皮 防除用 除草劑를 對象으로 皮屬에 대한 感受性 差異를 검토하여 이들 除草劑의 精確한 皮 防除 效果를 判定하기 위한 基礎 資料 提供을 目的으로 하였다.

材料 및 方法

1. 實驗 種子와 育苗

實驗에 사용한 皮는 *Echinochloa crus-galli* 種 가운데 變種인 논피(var. *oryzicola*)와 돌피(var. *praticola*), 그리고 식용피인 *E. frumentacea*로, 이들 種子是 前年度에 蒐集하여 休眠을 覺醒시킨 후 사용하였다. 皮屬 種子 무게는 精確한 種子를 肉眼 選別하여 水洗한 후 表面의 水分을 종이 타월로 除去하였다. 이 種子を 室溫(28°C ± 1)에서 3일 동안 陰乾하고 千粒의 種子에 대한 무게를 測定하였다. 測定數는 10반복으로 하였다.

種子 發芽 後 生長 速度는 一定 葉期까지의 到達 日數로 調査하였다. 즉 乾燥시켜 채로 친 마른 논 土壤을 複合肥料과 잘 混合(肥料 1g/ 토양kg)하고, 이 土壤을 물과 반죽한 후 사각 프라스틱 포트(10×10×7cm)에 담았다. 그 후 土壤 表面이 마르기 전에 포트당 皮 種子 50粒을 播種(5월 23일)하고 가볍게 鎮壓하면서 0.5cm 정도로 覆土하고 약 1cm로 湛水시켰다. 播種 後 포트는 溫室 內에서 필요시 灌水하면서 湛水深을 常時 약 1cm 정도로 維持하였다. 葉期 到達은 全 播種 種子が 發芽 後 50% 정도가 該當 葉期에 도달한 日數로 하였고, 該當 葉期의 決定은 1.5 및 2.5葉期는 각각 제2엽 및 제3엽의 葉身이 앞서의 葉身과 동일할 때를, 또한 2.0 및 3.0葉期는 각각 第3葉 및 第4葉이 伸長하기 直前으로 하였다. 實驗은 4반복으로 하였다.

2. 除草劑 處理 및 調査

實驗에 사용한 除草劑는 thiocarbamate계인 molinate와 esprocarb, acetanilide계인 mefenacet로서 1.5-2.1kg ai/ha에서 土壤 處理하였다. 處理 時期는 皮屬 別로 1.5-3.0葉期 사이(播種 後 8-16日)에서 該當 葉期에 따라 處理하였다. 皮에 대한 防除 效果는 播種 後 27日에 포트 別로 殘存 皮를 뽑아 水洗한 후 종이 타월로 水分을 除去하고, 生體重을 測定하였다. 實驗은 4반복으로 實施하였다.

結果 및 考察

1. 피 屬別 千粒重 差異 및 初期生育

우리 나라의 논에서 發生하는 代表的인 피屬 중 논피와 돌피의 千粒重은 큰 差異를 나타내어 논피 千粒重은 돌피의 약 3배에 달하였으나, 식용피는 논피와 거의 비슷하여 差異를 나타내지 않았다(그림 1). 한편, 發芽 後 生長은 피屬 種子의 크기에 따라 달라서 千粒重이 무거운 큰 種子일수록 生長이 빨라 一定 葉期에 도달하는데 要하는 日數는 짧았다(그림 2). 논피와 돌피가 1.5葉期에 도달하는데 播種 後 9日이 所要된 반면, 식용피는 8일이 所要되었으며, 2.0 葉期까지에는 논피와 식용피가 10日이 所要된 반면에 돌피는 이들 보다 1일이 더 所要되었다.

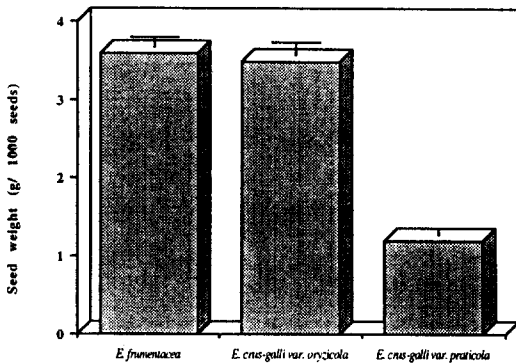


Fig. 1. Seed size as determined by seed weight of *Echinochloa* species.

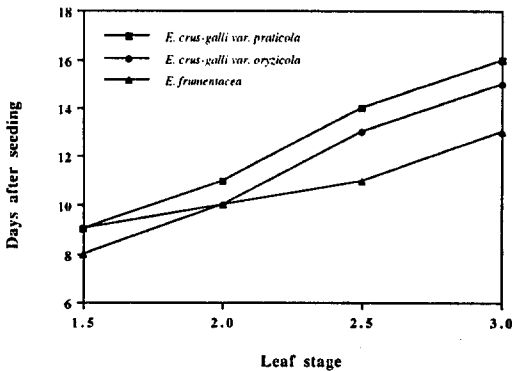


Fig. 2. Days required to reach the leaf stages of *Echinochloa* species.

生育 段階가 더욱 진전됨에 따라 一定 葉期의 所要 日數 差異는 더욱 크게 벌어져서, 2.5葉期 到達까지에 식용피는 11日, 논피는 13日 돌피는 14日이 所要되었는데 이러한 差異는 이 以後의 葉期 進展에도 變化가 없었다.

種子의 크기는 初期 生長 程度를 決定하는 重要한 要因 중의 하나이다. 同一 屬 또는 種에 있어서 種子의 크기가 크다는 것은 初期 生長에 있어 種子의 크기가 작은 것에 비하여 相對的으로 有利한 條件을 차지한다. 즉 同一 深度에서 發芽할 경우 크기가 큰 種子是 土壤 表面까지 到達하는데 보다 짧은 時間이 所要되거나, 또는 出芽 後 初期 生育에 있어서도 種子內 營養分의 供給이 보다 많기 때문에 生長에 優位를 지킬 수 있다. 피屬 種子의 크기에 따른 生長 速度의 差異도 이러한 種間 또는 變種間에 差異를 보여, 벼와의 競合에 있어서도 差異를 보이게 된다. 더욱이 이러한 生長 速度의 差異는 除草劑에 의한 化學的 防除時 處理 時期의 決定에 있어서 중요한 因子이다. 除草劑 특히 發芽 抑制型 피 防除劑에 대한 피屬의 反應性은 피의 生育 段階 進展과 함께 다르기 때문에 水稻 移秧 後 特定 日字에 除草劑를 處理 할 경우에 피屬에 대한 效果는 피屬의 種類에 따라 同一하지 않을 수 있다.

2. 피 葉期別 除草劑에 대한 反應性

Thiocarbamate계 및 acetanilide계 除草劑의 논피에 대한 殺草力은 處理 時期 즉 논피의 生育 段階에 따라서 뿐만 아니라 處理 藥劑간에도 差異를 보였다(그림 3). 즉 피 草長에 대한 影響을 보면 實驗 3 藥劑 모두 논피 葉期의 進展에 따른 藥劑 處理와 함께 草長 伸長에 대한 影響이 減少되는 傾向을 보였다. 한편, 處理 藥劑間에도 差異를 나타내어 mfenacet를 2.0葉期 以內에 處理할 경우에 논피는 완전히 枯殺되어 殘草가 없었던 반면에 molinate와 esprocarb 처리는 無處理 對比 약 40-50%의 草長 抑制 效果를 보였다. 그러나 이러한 差異는 藥劑 處理를 피 2.5葉期 以後에 處理할 경우에는 큰 差異를 보이지 않았다. 한편 藥劑의 殺草力은 molinate

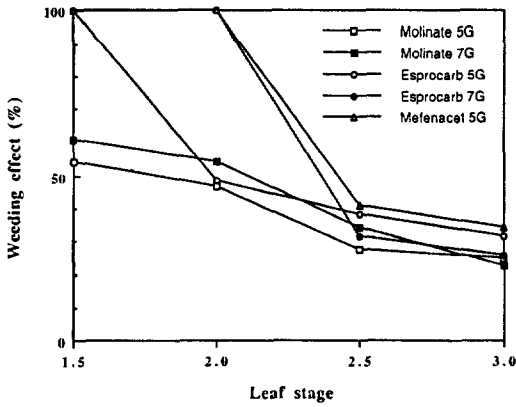


Fig. 3. Weeding effect of annual herbicides on *Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola* as determined by plant height.

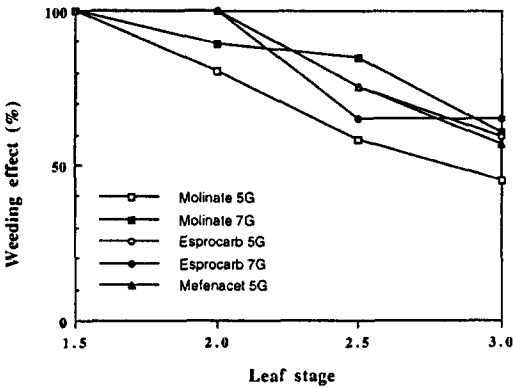


Fig. 4. Weeding effect of annual herbicides on *Echinochloa crus-galli* var. *praticola* as determined by plant height.

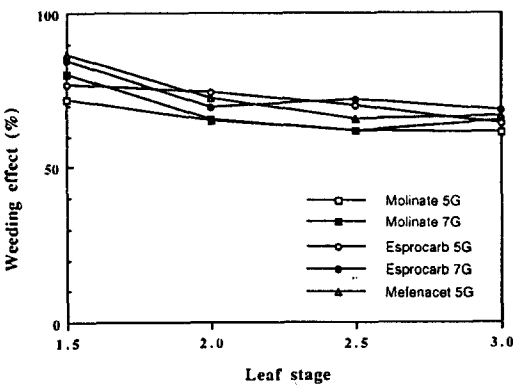


Fig. 5. Weeding effect of annual herbicides on *Echinochloa frumentacea* as determined by plant height.

의 경우 處理 濃度의 增加로 약간 增加되었으나, esprocarb은 2.0葉期 處理時에 크게 높아지는 傾向을 나타내었다.

돌피에 대한 實驗 3 藥劑의 影響은 논피에 대한 影響 보다는 크게 나타났다가(그림 4). 藥劑 處理 時期인 피 葉期가 늦어짐에 따라 草長 抑制에 미치는 影響은 減少되었지만, 그 抑制 程度는 논피에 비하여서는 큰 傾向을 나타내었다. 또한 實驗 藥劑에 대한 돌피의 感受性도 差異를 나타내어 돌피 2.0葉期에 處理된 esprocarb과 mefenacet는 돌피 生長을 완전히 抑制하였으나, molinate 處理는 無處理 對比 약 80% 草長 抑制를 보였다. 이러한 草長 抑制 傾向은 2.5葉期 處理에서도 뚜렷한 差異를 보였지만, 3.0葉期 處理에서는 藥劑 間 差異가 減少되었다. 한편 藥劑 濃度의 增加에 따른 殺草力의 增大는 葉期가 進展된 경우에 보다 뚜렷하게 나타났다.

식용피의 實驗 3 藥劑에 대한 感受性은 處理 葉期에 따라 또 處理 藥劑 間에 큰 差異를 나타내지 않았다(그림 5). 식용피 1.5葉期 處理에서 實驗 3 藥劑 모두 약 70-85%의 草長 抑制를 보였고, 2.0葉期 以後 處理에서는 약 65-75% 草長 抑制를 보여 앞서의 논피 및 돌피의 경우와는 달리 葉期の 進展에 따라서도 草長 抑制 減少 幅이 크지 않았다. 또한 2.0葉期 以後 處理에서 藥劑 間에 草長 抑制의 差異가 약 15% 정도이었는데, 이러한 差異도 각 處理 葉期別로 같은 傾向을 보이지도 않았으며, 藥劑 處理 濃度의 增加도 殺草 效果의 큰 增大를 가져 오지 않았다.

한편, 藥劑 處理 後 殘草量에 의한 防除率에 있어서도 藥劑間 또는 處理 葉期別로 草長 抑制에서 보였던 傾向에서 크게 다르지 않아(표 1), 논피와 돌피에서는 處理 時期가 빠를수록 또 同一 藥劑에서는 有效成分 含量이 높은 處理에서 防除 效果가 크게 나타났다. 또한 식용피에 대하여서도 類似한 傾向을 나타내었지만, 處理 葉期別 防除 效果의 差異 및 藥劑別 有效成分 含量 差異에 따른 效果 增大幅은 크지 않아 논피 및 돌피에서 나타나는 傾向과는 다른 樣相을 보였다.

Table 1. Weeding effect of preemergence herbicides on *Echinochloa* species as determined by fresh weight

| Herbicide | Weeding effect(%) | | | |
|---|------------------------------|------|------|------|
| | Application time(Leaf stage) | | | |
| | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i> | | | | |
| Molinate 5G | 50.7 | 41.9 | 25.8 | 19.4 |
| Molinate 7G | 80.5 | 58.1 | 45.2 | 41.9 |
| Esprocarb 5G | 100 | 58.1 | 54.8 | 48.4 |
| Esprocarb 7G | 100 | 100 | 45.2 | 43.5 |
| Mefenacet 5G | 100 | 100 | 59.7 | 48.4 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>praticola</i> | | | | |
| Molinate 5G | 100 | 80.3 | 58.3 | 44.9 |
| Molinate 7G | 100 | 89.3 | 85.0 | 60.6 |
| Esprocarb 5G | 100 | 100 | 75.6 | 59.1 |
| Esprocarb 7G | 100 | 100 | 65.4 | 65.4 |
| Mefenacet 5G | 100 | 100 | 75.6 | 56.7 |
| <i>Echinochloa frumentacea</i> | | | | |
| Molinate 5G | 72.2 | 65.2 | 62.0 | 61.5 |
| Molinate 7G | 80.2 | 65.8 | 62.0 | 65.2 |
| Esprocarb 5G | 77.0 | 74.3 | 70.1 | 64.2 |
| Esprocarb 7G | 84.5 | 69.5 | 72.2 | 68.4 |
| Mefenacet 5G | 86.6 | 72.7 | 65.8 | 66.8 |

移秧畚에서의 피 防除를 위한 初期除草劑 處理는 일반적으로 移秧 後 5-7日(또는 씨레질 후 7-9日) 以內에 行하며, 中期除草劑의 경우에는 移秧 後 15日(씨레질 후 17日) 以內에 處理한다. 이것은 單劑의 경우나 또는 混合劑 중에 포함되어 있는 피 防除劑의 효과를 피 發芽 및 生育 정도를 고려하여 가장 感受性이 높은 時期에 處理함으로써 높은 防除 效果를 얻기 위한 것이다. 그러나 이와 같은 除草劑 處理를 曆日에 따라 處理할 때에는 發生되는 피 種類가 多様な 경우 바람직한 效果를 얻을 수 없다. 즉 移秧 後 10日의 時點은 씨레질을 移秧 2日前에 한 경우 피 發芽 開始 日時로부터 算定할 때에는 씨레질 후 12日이 되는데, 이 時期에 돌피는 2.0葉期가 바로 지난 반면 논피는 2.5葉期에 近接되어 있고, 더욱이 식용피는 2.5葉과 3.0葉의 中間期에 도달되어 있어(그림 1), 각각의 피들이 除草劑에 대하여 나타내는 感受性에 差異를 보이게 된다. 이러한 葉期에 따른 感受性 差異는 표 1에서 볼 수 있는 바와 같이 molinate

5G 처리를 예로 들어 볼 때 논피 防除는 2.5葉期 處理에서 약 28%, 돌피 防除는 2.0葉期 處理에서 약 80%인 반면에 식용피에서는 2.5-3.0葉期 處理에서 약 62%의 防除 效果를 나타내기 때문에 移秧 後 10日 處理에서 피 變種 間에 약 50%의 防除 效果 差異를 보이게 된다. 除草劑 處理가 이루어진 時期에 피 屬이 나타내는 이와 같은 感受性 差異는 處理 當時의 피 屬의 生育 段階와 關聯되어 있고, 이들 初期 生育 段階의 差異는 또한 피 屬 種子 크기에 따라 크게 影響을 받는다고 할 수 있다. 그러나 Chun과 Moody¹⁾가 밝힌 바와 같이 種子 크기와 除草劑에 대한 피 屬의 感受性과는 關聯성이 없기 때문에, 피 屬間 除草劑에 대한 感受性 差異는 處理 當時의 生育 段階 즉 葉期가 보다 중요한 役割을 하는 것으로 생각된다.

以上の 結果에서 본 바와 같이 除草劑 處理에 의한 防除 效果의 差異는 本質적으로 除草劑 處理 方法이 移秧 後 曆日에 따른 生育 段階에 따르는 반면, 나타나는 除草 效果는 피의 生理的인 葉期 差異에 따라서 나타나기 때문이다. 따라서 除草劑 處理에 따른 보다 精確하고 바람직한 除草 效果를 얻기 위하여서는 移秧 後 日數에 따른 處理 日字를 정하기 보다는 除草劑에 의한 피의 生理的 反應을 고려한 處理 葉期의 選擇이 더욱 重要하다.

摘 要

우리 나라 논에서 發生되는 논피와 돌피 그리고 식용피에 대하여 種子 크기와 初期 生育 差異를 比較하고, 이들에 대한 피 防除用 除草劑 molinate, esprocarb 및 mefenacet의 效果를 處理 葉期別로 檢討하였다. 논피 種子의 千粒重은 돌피의 약 3배 정도 무거웠으나 식용피의 千粒重과는 有意差가 없었다. 播種 後 2.5葉期에 도달하는데 식용피는 11日, 논피는 13日, 그리고 돌피는 14日이 所要되었다. Molinate, esprocarb 및 mefenacet의 處理에 대하여 돌피는 논피에 비하여 보다 感受性을 나타내었는데, 處理 葉期의 進展과 함께 感受性이 減少되었다.

한편 이들 除草劑들에 대한 식용피의 反應은 1.5葉期와 3.0葉期 사이의 處理에서 큰 差異가 없었다. Thiocarbamate系의 esprocarb은 同系의 molinate에 비하여 皮屬에 대한 보다 강한 活性을 보였으며, 두 藥劑 모두 有效成分 含量이 높은 7G 劑型이 5G 劑型에 비하여 높은 活性을 보였다. 皮屬間 除草劑에 대한 感受性 差異는 種子 크기에 따른 差異와는 關聯이 없지만, 種子 크기는 初期 生育 段階에 影響을 미치며 이 初期 生育 段階 즉 處理 當時의 葉期에 따라 感受性 差異를 나타낸다.

引用文獻

1. Chun, J.C. and K. Moody. 1990. Ecotypic variation in *Echinochloa colona*. II. Intraspecific variations in sensitivity to herbicides. Kor. J. Weed Sci. 10(4) : 338-343.
2. 全載哲·申鉉承·金鐘奭. 1988. 皮屬 雜草 蒐集種의 外部形態의 差異와 除草劑에 대한 耐性 差異. 韓雜草誌. 8(1) : 9-14.
3. Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho, and J.P. Herberger. 1977. The World's Worst Weeds. Distribution and Biology. East-West Center, Honolulu, Hawaii. 609p.
4. Lebaron, H.M. and J. Gressel. 1982. Herbicide resistance in plants. John Wiley & Sons, New York. 401p.
5. Roche, B.F. and T.J. Muzik. 1964. Ecological and physiological study of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and the response of its biotype to sodium 2,2-dichloropropionate. Agron. J. 56 : 155-160.