

Oxyfluorfen 및 Bensulfuron 組合處理에 의한 벼 및 數種 雜草種間의 選擇反應相의 解剖學的 比較研究

具滋玉 · 千相旭 · 韓盛旭 · 鞠龍仁*

Anatomical Difference in Selectivity between Paddy Rice and Weed Species by Mixture Use of Oxyfluorfen and Bensulfuron

Guh, J.O., S.U. Chon, S.U. Han and Y.I. Kuk*

ABSTRACT

The study was conducted to find out synergistic effects by interaction on the basis on anatomical changes between paddy rice and weed species by mixture use of oxyfluorfen and bensulfuron at 0, 10⁻⁶ and 10⁻⁴M, respectively.

Tissues were sampled at 72 hrs after soaking treatment and prepared for light microscopic examination and sectioned longitudinally and transversely stem into 8μm thick. As the results of microscopic examination, the major response of treated plant involved rupture and constrict in mesophyll cells and epidermal cells, and shrinks in bundle sheath cells by oxyfluorfen and disorganization and swelling in meristems by bensulfuron.

Anatomical changes in rice was the least affected by even high concentration and two herbicide mixtures, whereas *Echinochloa crus-galli* was severely disorganized in meristem regions and ruptured in epidermal cells by mixture use. *Monochoria vaginalis* was completely ruptured by any treatment concentrations and mixtures. *Scirpus juncoides* was considerably tolerant to both herbicides and their mixture and was similar to those that occur in rice. Perennial weed, *Sagittaria pigmaea* was observed vacuolation, non-nucleation of cell, and irregular cell layering but in mixture injury was slight. *Cyperus serotinus* was severely shrunk and ruptured by mixture treatment. Eventually anatomical variations in all weed species was shown synergistic effect by use of herbicide mixtures.

緒 言

除草劑의 混合使用은 殺草 spectrum 增大, 藥害 經減 및 低藥量 使用에 의한 經費切減 등을 목적으로 하는 바 우리나라에서 混合劑 開發은 활발히 進行되고 있다⁶⁾. 현재 사용중인 amide系나 carbamate系 제초제들과 혼합사용으로 인한 高價格, 藥害, 毒性 등의 문제가 야기되고 있으며 현재 bensulfuron의 藥量을 줄이는 것이 곤란하

므로 벼에 대한 藥害誘發이 不可避하며 몇몇 雜草種(올방개, 벼풀 등)에 대한 雜草防除效果 역시 불만족한 상태에 있다. 따라서 피와 올방개에 대한 選擇作用力이 비교적 큰 동시에 水中接觸部位에서 peroxidation에 의한 植物體 表皮組織의 epicuticular層 破壞를 야기시켜 他藥劑 吸收를 增大시키는 것으로 기히 밝혀진 diphenylether系 제초제 oxyfluorfen과 현재 우리나라는 물론 동남아시아권 여러 나라에서 生理活性이 높고 殺草 spectrum이 비교적 큰 것으로 알려져 사용되고

* 全南大學校 農科大學 Coll. of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea.

있는 sulfonyleurea系 제초제 bensulfuron을 낮은 약량으로 혼합사용할 수 있는 가능성 탐색의 일환으로 벼와 몇가지 잡초종에 대한 두 化合物間的 相互作用에 의한 上乘效果를 解剖學的으로 밝히고자 한다.

일반적으로 제초제의 藥害發現⁷⁾은 藥劑의 作用機作에 따라, 植物體의 部位에 따라 달리 나타나는데, 莖葉에서는 外部形態的으로 黃化, 壤死, 脫葉, 奇形葉, 草長短縮, 藥斑形成 등이며 이는 葉綠素의 破壞, 細胞 破壞, 脫離層의 形成, 部分的 異常肥大, 表表面의 薄膜化 및 色素形成 抑制 등과 관련하며, 內部 細胞單位에서는 細胞分裂의 不規則化, 細胞의 液胞化 現象⁸⁾, 表皮, 柔組織 및 維管束細胞의 水平方向으로의 異常肥大現象^{13,14)}, 葉綠體의 崩壞¹⁸⁾, 葉肉細胞의 空胞部分의 增加, thylakoid의 膜破壞⁷⁾, 葉脈間의 葉肉細胞의 崩壞, 維管束 및 葉肉細胞의 萎縮現象^{2,3)} 등으로 설명될 수 있으며, 줄기의 경우는 頂端分裂組織의 細胞分裂 阻害 및 細胞伸張 抑制, 奇形細胞 發生 등이며, 뿌리에서는 外部的으로는 發根 阻害, 根長 및 根重의 減少, 奇形根 部位의 肥大 및 뿌리의 冠根發生 등이며⁷⁾ 內部細胞單位에서는 細胞肥大 現象을 들 수 있다.

최근의 연구에 의하면 植物體 葉表面은 cuticle 層으로 구성되어 있고 바깥쪽으로 epicuticular wax層이 있고 안쪽에는 cutin層이 있으며 이와 같은 植物體 表面 wax는 浸透物質에 대한 保護障壁이 되며 제초제에 대한 感受性 및 耐性도 이들과 밀접한 관련이 있음을 보고 하였다^{3,2)}.

oxyfluorfen은 藥劑特性이 表皮組織의 peroxidation에 의한 bleaching效果를 誘發시키므로써 epicuticular層과 膜構造의 破壞를 惹起시키며^{12,15)} bensulfuron은 그 選擇 作用機作이 ALS (acetolactate synthase)의 活性抑制에 의한 아미노酸 合成이 阻害되고 이에 生長抑制 現象이 수반된다¹⁾. 따라서 oxyfluorfen에 의한 表皮組織의 萎縮 및 破壞, bensulfuron에 의한 分裂組織伸張抑制 現象은 주요한 解剖學的인 變化가 된다²⁾. 이에 본 연구는 기본적으로 식물에 대해 非選擇的인 作用機作을 가지며 土壤 및 莖葉兼用 處理劑이고¹⁰⁾, 光要求性 接觸型 除草劑인⁹⁾ oxyfluorfen과 벼와 피에 安全한 高度의 生理活性을 지닌 移行型除草劑 bensulfuron에 대하여 이들 各各의 處理와 混用處理에 따른 벼와 雜草

種間的 反應差異를 解剖學的으로 밝히고 이들 供試藥劑의 組合處理가 갖는 相乘的 相互作用 效果의 根據를 解剖學的으로 밝히고자 하였다.

材料 및 方法

供試植物

본 試驗은 1991년에 實驗室 내에서 수행되었으며 植物材料는 1990년에 採種한 동진벼의 종자를 3일간 浸種·消毒 후 25일간 溫室內에서 (주간온도 $29 \pm 2^\circ\text{C}$, 야간온도 $22 \pm 2^\circ\text{C}$, 20,000lux 광하) 育苗箱子에서 栽培하였다. 育苗한 벼는 논토양 (clay loam) 이 충전된 trau ($45 \times 30 \times 13\text{cm}$) 에 1주 1본식으로 移秧하고, 雜草는 1年生은 피, 물달개비 및 올챙고랭이를 침종된 종자로 약 50粒씩 播種하고 1cm 두께로 覆土하였으며, 多年生은 올미, 너도방동사니를 최아된 地下繁殖體로 5본씩 3cm 깊이로 각각 栽培하여 10일간 實驗室內 (주간 $28 \pm 2^\circ\text{C}$, 1,000lux 광하)에서 栽培한 후 굴취·세척한 후 試料로 이용하였다.

供試藥劑

공시된 약제는 oxyfluorfen은 Goal 0.25% 粒劑가, bensulfuron은 Londax 0.15% 粒劑가 각각 0 , 10^{-6} 및 10^{-4}M 濃度로 組合處理되었다.

處理方法

이들 濃度로 組合된 溶液을 각기 50ml씩 test tube에 분주한 후 식물체를 각각 3본씩 3cm 길이로 72시간 浸漬시킨 후에 檢境試料로 이용하였으며 처리당시 溫度는 30°C , 광도는 2,000lux였다

檢鏡用標本製作^{11,16)}

除草劑 組合溶液에 浸漬된 식물체를 증류수로 세척한 후 줄기하단을 각각 8 mm 길이로 切斷한 후 FAA용액 (Formalin : Acetic acid : Ethyl alcohol : 증류수 = 2 : 1 : 10 : 7)에 12시간 固定시킨 후 Ethyl alcohol 30, 50, 70, 90, 100 및 100%로 각각 1시간씩 脫水시켰다. 그 후 Xylene 및 Ethyl alcohol을 1 : 3, 1 : 1 및 3 : 1 비율의 혼합용액에 각각 2시간씩 침지하여 clearing 시킨 후 paraplast에 3일간 침지(침투)시킨 다음 Paraf-

fin block에 埋沒 후 굳힌 다음, rotary microtome으로 8 μ m 두께로 橫斷 및 縱斷하여 슬라이드글라스위에 mounting시킨 후 dewaxing하였다. 染色은 Safranin O(1% aqueous solution)에 1시간 동안, Fast green FCF(0.5% in 95% ethyl alcohol)에 5초간 二重染色한 후 光學顯微鏡 하에서 組織部位에 따라 40배, 100배, 400배의 배율하에 表皮細胞, 維管束 通度組織, 葉內細胞 및 幼細胞 등을 그리고 頂端分裂組織 부위를 檢鏡 撮影하였다.

結果 및 考察

1. 벼에 대한 藥害 發現의 解剖學的 差異

筆者들은 이미 oxyfluorfen 과 bensulfuron 각각의 單劑處理에 대한 벼 품종간의 解剖學的 比較研究²⁾을 한 바 있다. 즉 oxyfluorfen 처리로 벼에서는 葉身의 두께가 얇아지며 表皮細胞의 崩壞, 消失, 維管束鞘細胞의 파손, 葉肉細胞의 위축, 牛頭象細胞의 消滅現狀 등을 확인할 수 있었는데, 품종에 따라 이런 현상은 oxyfluorfen 10⁻⁵M부터 나타나기 시작하였다. 한편 bensulfuron 10⁻⁵M에서 품종간에 根伸張 差異가 있었고 分裂組織의 伸張, 부피 膨脹에 차이가 있었으며 細胞配列의 不規則性, 液胞化, 細胞肥大化, 部分的인 細胞膜 破壞 및 收縮, 側根發生 現像까지도 확인할 수 있었다.

즉 bensulfuron이 單劑로 처리됨에 따라 分裂組織(Plate 1)의 伸張이 抑制되고 側生組織의 分化가 야기되었으며, 여기에 oxyfluorfen이 混用됨으로써 生長點 部位의 細胞가 不規則的으로 配列되거나 透明化(無核化) 및 細胞肥大 膨脹化[<6>]가 進전되었다. 뿐만 아니라 줄기橫斷組織(Plate 2)에서는 細胞萎縮現像[<3>, <4>] 및 表皮組織(Plate 3)에선 細胞膜의 破壞[<9>, <11>], 細胞모양의 非正常化와 無核化[<11>, <12>]現狀이 進展되며 나타났다. 다만 벼가 비교적 공시약제에 抵抗性을 지니고 있었기 때문에 저농도(10⁻⁶M)보다 고농도(10⁻⁴M)에서, 이들 현상이 주로 나타나고 있었으며, 비록 공시된 두 약제가 혼용되었을 경우라도 低濃度 混用에서는 藥害現狀 發現이 比較的 輕微하였다고 해석된다.

2. 雜草種에 대한 藥效發現의 解剖學的 差異

피는 벼와 屬間的 差異를 갖는 식물로서 벼보다는 oxyfluorfen이나 bensulfuron에 感受性을 띤다. 分裂組織帶의 40배 사진(Plate 4)으로 볼 때, 表皮組織의 破壞[<4>, <5>, <6>], 伸張組織의 twisting이나 kinking[<3>, <5>, <6>], 植物體의 屈曲[<2>, <3>, <4>, <5>, <6>], 無核化, 不規則한 細胞配列, 細胞의 肥大, 膨脹化를 확인할 수 있었고, 줄기조직의 cross section(Plate 5)에서는 조직의 萎縮現像(check의 전체), 細胞膜 破壞[<2>, <3>, <5>, <6>], 細胞 無核化, 通氣腔의 擴張 및 細胞統合現像(寫眞提示 안함)를 확인할 수 있었다. 앞의 벼에 대한 藥害에서와 差異가 있는 것은, 發現症勢에서는 유사한 특징이 있었으나 다만 피에서는 각 단계의 낮은 농도에서 더 민감한 반응을 보였을 뿐만 아니라 두 공시약제가 혼용되었을 경우 비록 낮은 약량에서라도 藥效발현이 급진적이었고 치명적으로 進전되었다는 점에 있다.

물달개비는 대표적인 一年生 廣葉植物로서 通氣組織이 잘 발달되어 있는 多濕性組織을 보유하고, 공시 약제 어느 것에 의하더라도 잘 방제되는 초종으로 알려져 있다. (사진제시는 안함.) bensulfuron 10⁻⁶M에서도 이미 分裂組織의 生長抑制에 따른 側生 shoot와 root의 誘導 또는 無核化와 細胞肥大 및 細胞膜 破壞를 볼 수 있었고 이러한 현상은 두 약제의 조합처리로 더욱 뚜렷하게 나타났으며, bensulfuron이 높은 수준(10⁻⁴M)으로 처리되거나 oxyfluorfen과 함께 높은 수준으로 혼용처리될 경우에는 더욱 극심한 非正常 및 組織破壞에 이르는 것을 확인할 수 있었다. 줄기 조직을 cross section으로 檢鏡한 결과(Plate 6)에서도 oxyfluorfen에 의하여 表皮組織의 萎縮[<2>], 破壞[<2>] 및 肥大[<3>]現像이 유도되었고 bensulfuron과 조합처리된 경우에는 配列細胞의 萎縮[<4>]과 破壞[<5>]現像이 유도됨을 관찰할 수 있었다.

울챙고랭이의 경우에는 分裂組織帶를 檢鏡하지 못하고 줄기조직을 cross section만 해서 본 결과 Plate 7에서 볼 수 있듯이, 울챙고랭이의 줄기조직은 oxyfluorfen 單劑 低藥量만으로도 表皮組織에의 部分的 破壞와 無核化[<4>]를 유도할 수 있었으며 bensulfuron 低藥量 混用으로 組織破壞와 萎縮 및 細胞肥大現像[<2>, <5>]을 초래할 수 있

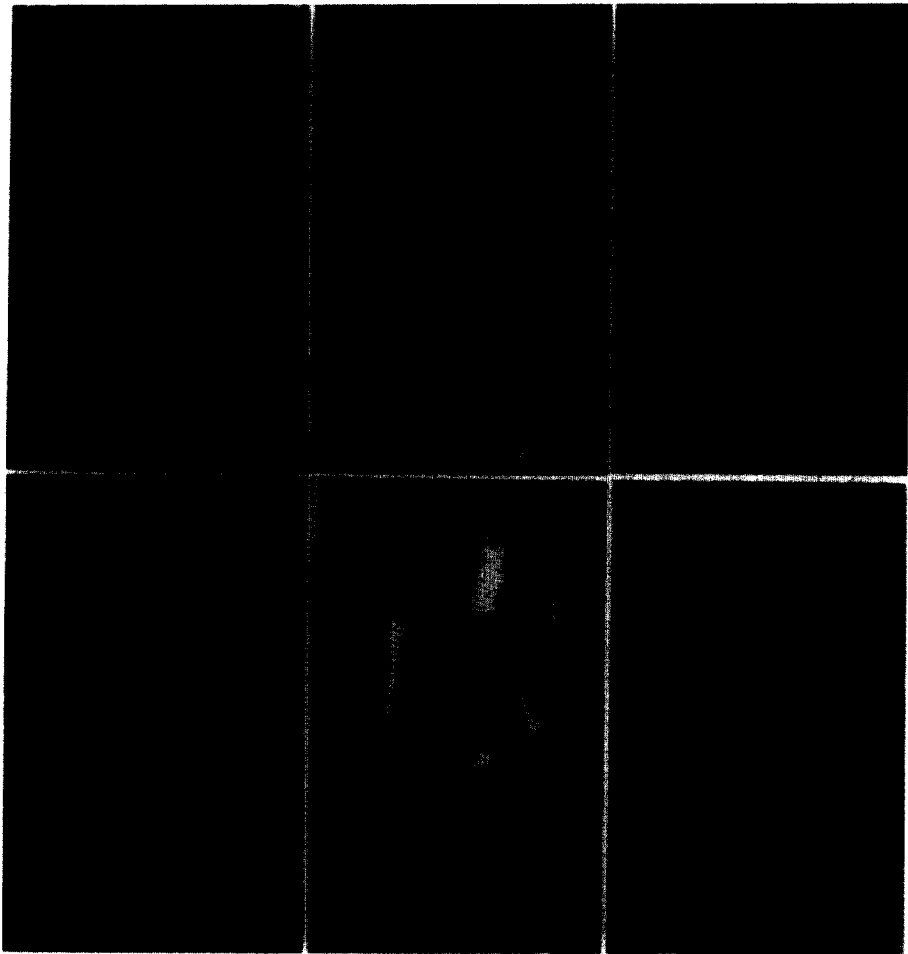


Plate 1. Longitudinal sections(x40-x400) of the apex of rice(cv. : Tongjin, Japonica) seedlings at 72 hrs after soaking in oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check, 2) : bensulfuron 10^{-6} M, 3) : oxyfluorfen 10^{-6} M, 4) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M, 5) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-4} M, 6) : nucleus-free cell by oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M treatment, arrows : anatomical symptoms.

었다. 그러나 완전한 組織의 破壞 및 壞死現像은 두 약제의 高藥量 組合處理[<3>, <6>]로만 유도될 수 있었다. 일반 논 조건하에서는 올챙고랭이의 oxyfluorfen 耐性이 관찰되고 있지만 pre-emergence로 처리되는 bensulfuron에 대하여는 感受性인 것으로 알려져 있는데, 본 시험은 이미 발아된 유묘를 대상으로 하였기 때문에 포장에서와 달리 두 약제 모두에 대한 耐性이 있는 것으로 표현되었다. 올미는 多年生 廣葉草種으로서 oxyfluorfen에 대한 耐性을 가지며, bensulfuron에 의하여도 生長停止 및 抑制作用을 받으며, 溫

도가 높아 가는 水中에서 呼吸이 增大되므로 오랜 시간을 경과 하면서 서서히 枯死하는 비교적 耐性이 큰 雜草種이다.

Plate 8에서 볼 수 있듯이, bensulfuron에 의해 分裂組織의 伸張抑制[<2>, <3>]와 奇形化[<4>]가 나타나며, 공시약제간의 조합 처리에 의하여 屈曲伸張, 無核化와 細胞配列 不規則 現像[<5>, <6>]이 뚜렷하게 나타났다. 또한 줄기조직의 cross section(Plate 9)에서도 藥劑處理에 의한 組織의 萎縮[<2>, <3>], 伸張抑制[<4>]現像이 나타나고, 두 藥劑의 組合處理에 의하여 이들 現

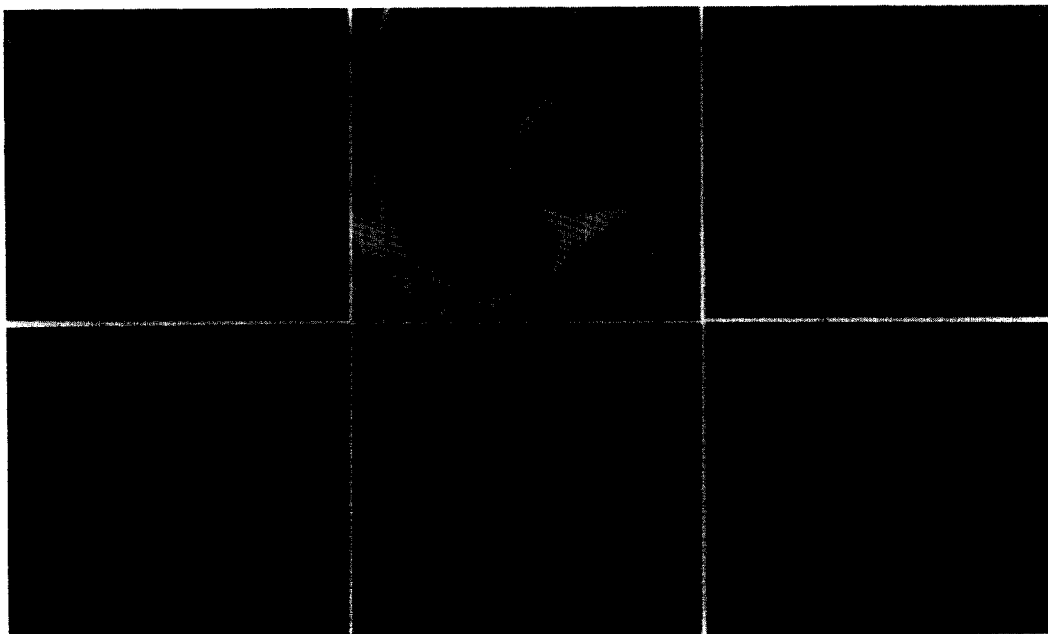


Plate 2. Cross sections(x400) of the shoot on rice seedlings at 72 hr after soaking in oxyfluorfen and bensulfuron solution. Rice cultivar : Tongjin(Japonica) . 1) : check 2) : oxyfluorfen 10^{-6} M, 3) : oxyfluorfen 10^{-6} M, 4) : bensulfuron 10^{-6} M, 5) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M 6) : oxy. 10^{-4} M+ben. 10^{-6} M, arrows : constricted cells.

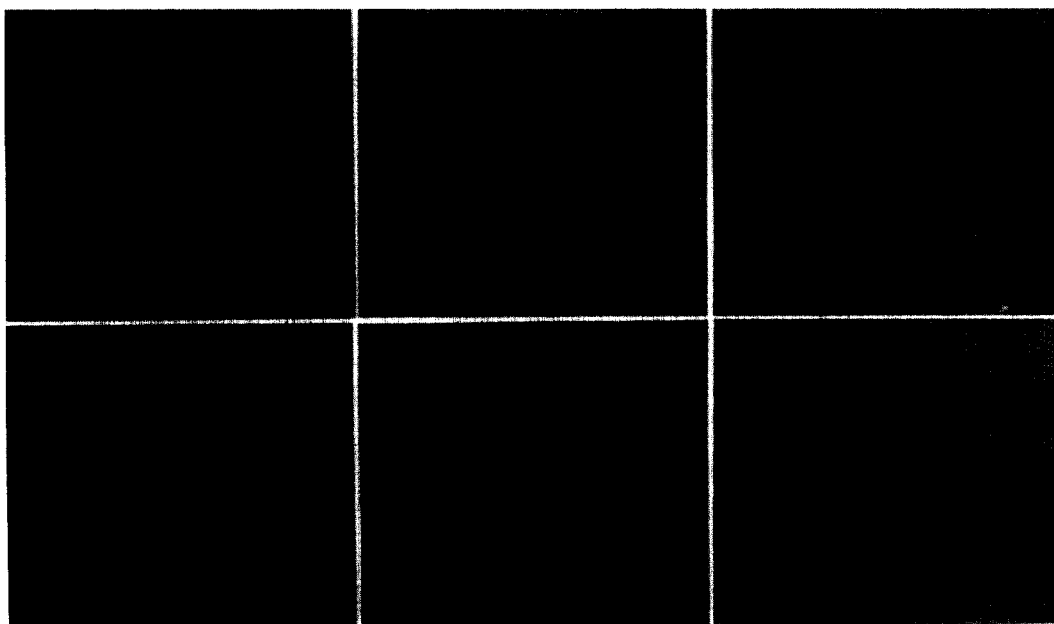


Plate 3. Cross sections(x400) of the cuticular cell layer on rice seedlings at 72 hr after soaking in oxyfluorfen and bensulfuron solution. Rice cultivar : Tongjin(Japonica) . 7) : check, 8) : oxyfluorfen 10^{-6} M, 9) : oxy. 10^{-4} M, 10) : bensulfuron 10^{-6} M, 11) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M, 12) : oxy. 10^{-4} M+ben. 10^{-6} M, arrows : ruptured cells.

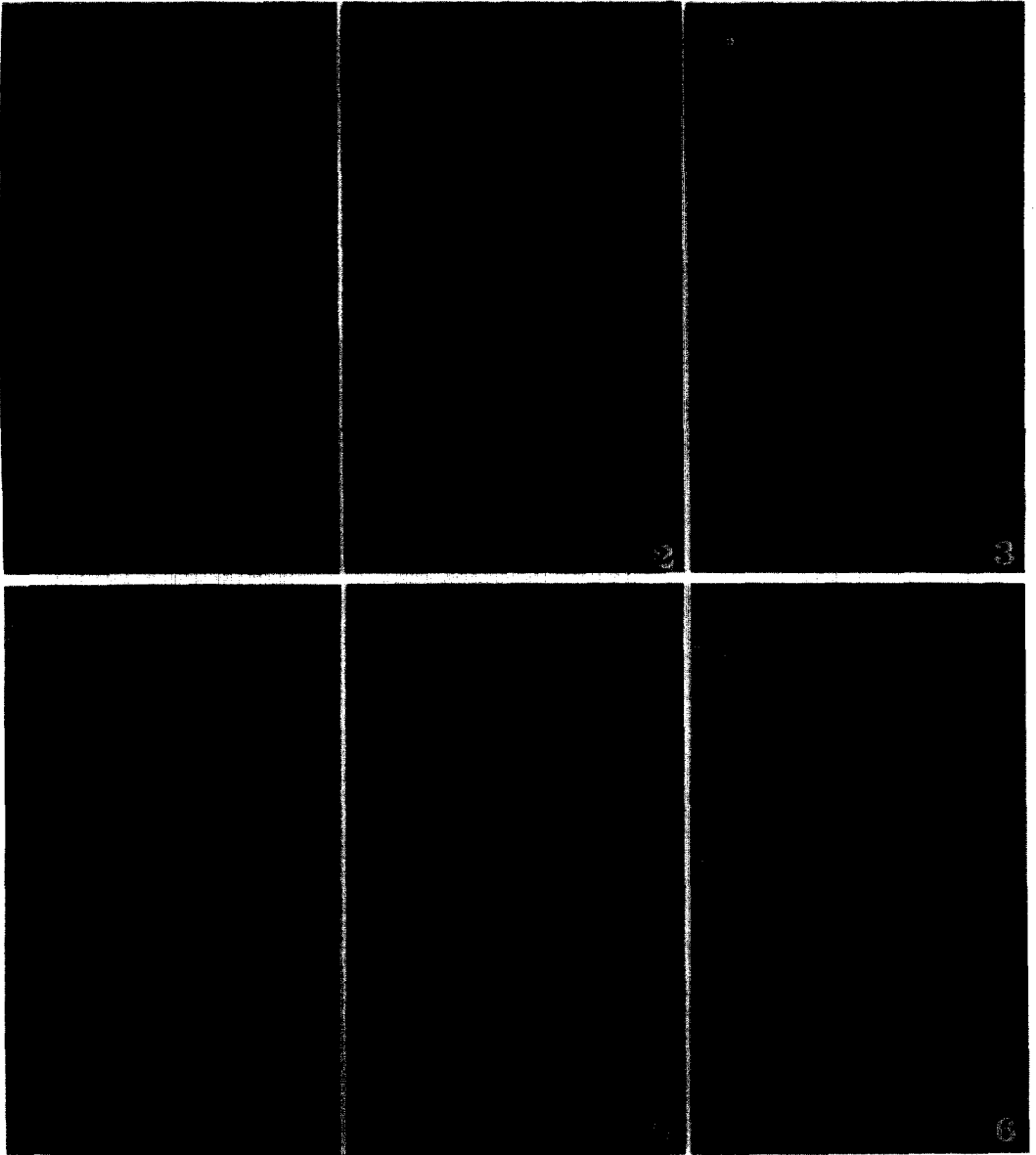


Plate 4. Longitudinal sections (x40) of the apex of barnyardgrass seedlings at 72 hr after soaking in oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check, 2) : bensulfuron 10^{-6} M, 3) : ben. 10^{-4} M, 4) : oxy. 10^{-6} M, 5) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M, 6) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-4} M, arrows : kinked cells.

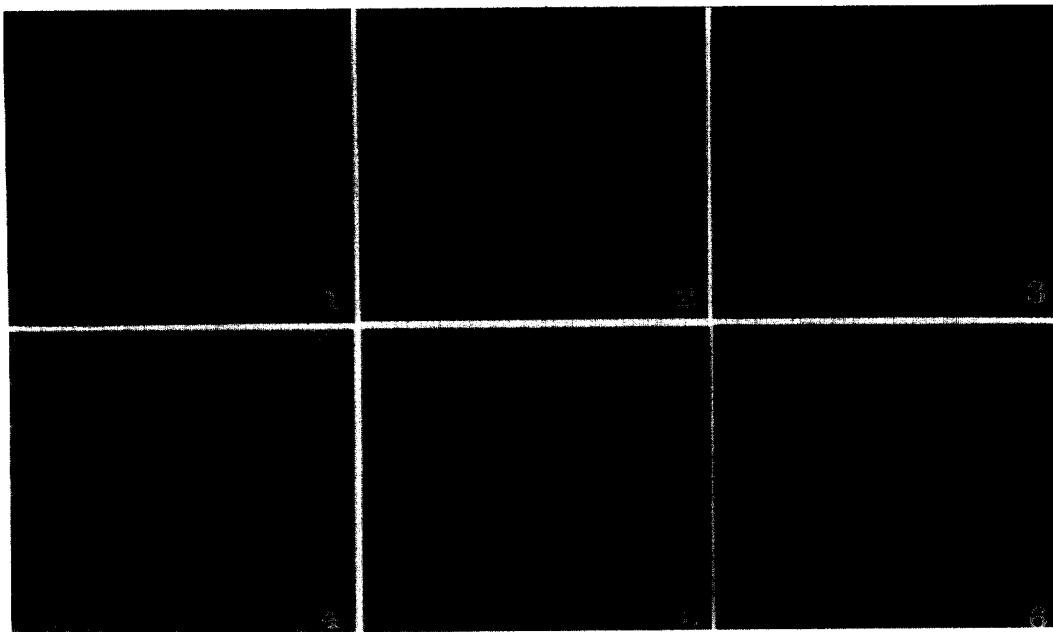


Plate 5. Cross sections (x100) of the shoot of barnyardgrass seedling at 72 hr after soaking in oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check, 2) : oxyfluorfen 10^{-6} M, 3) : oxy. 10^{-4} M, 4) : bensulfuron 10^{-6} M, 5) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M, 6) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M, arrows : ruptured cells.

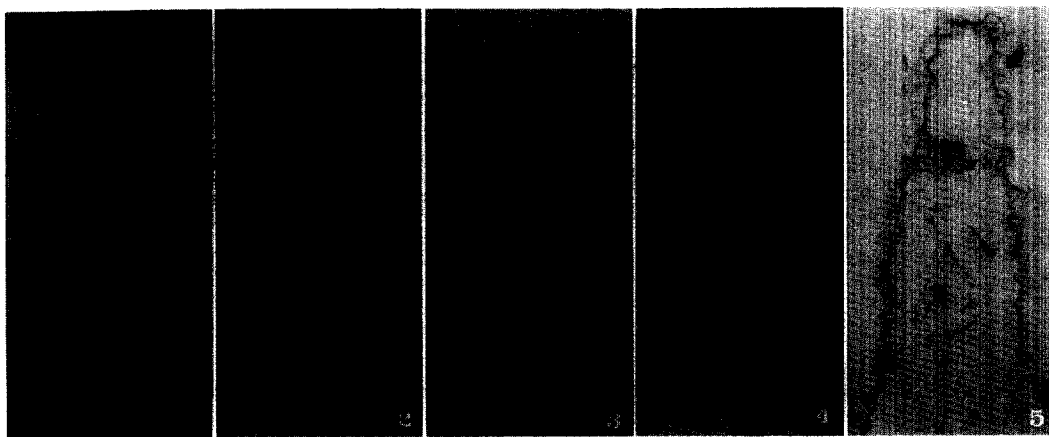


Plate 6. Cross sections (x100) of the leaf of *Monochoria vaginalis* seedlings after 72 hr soaking with oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check, 2) : oxyfluorfen 10^{-6} M, 3) : oxy. 10^{-4} M, 4) : oxy. 10^{-6} M +bensulfuron 10^{-6} M, 5) : oxy. 10^{-4} M+ben. 10^{-6} M, arrows : ruptured or constricted cells.

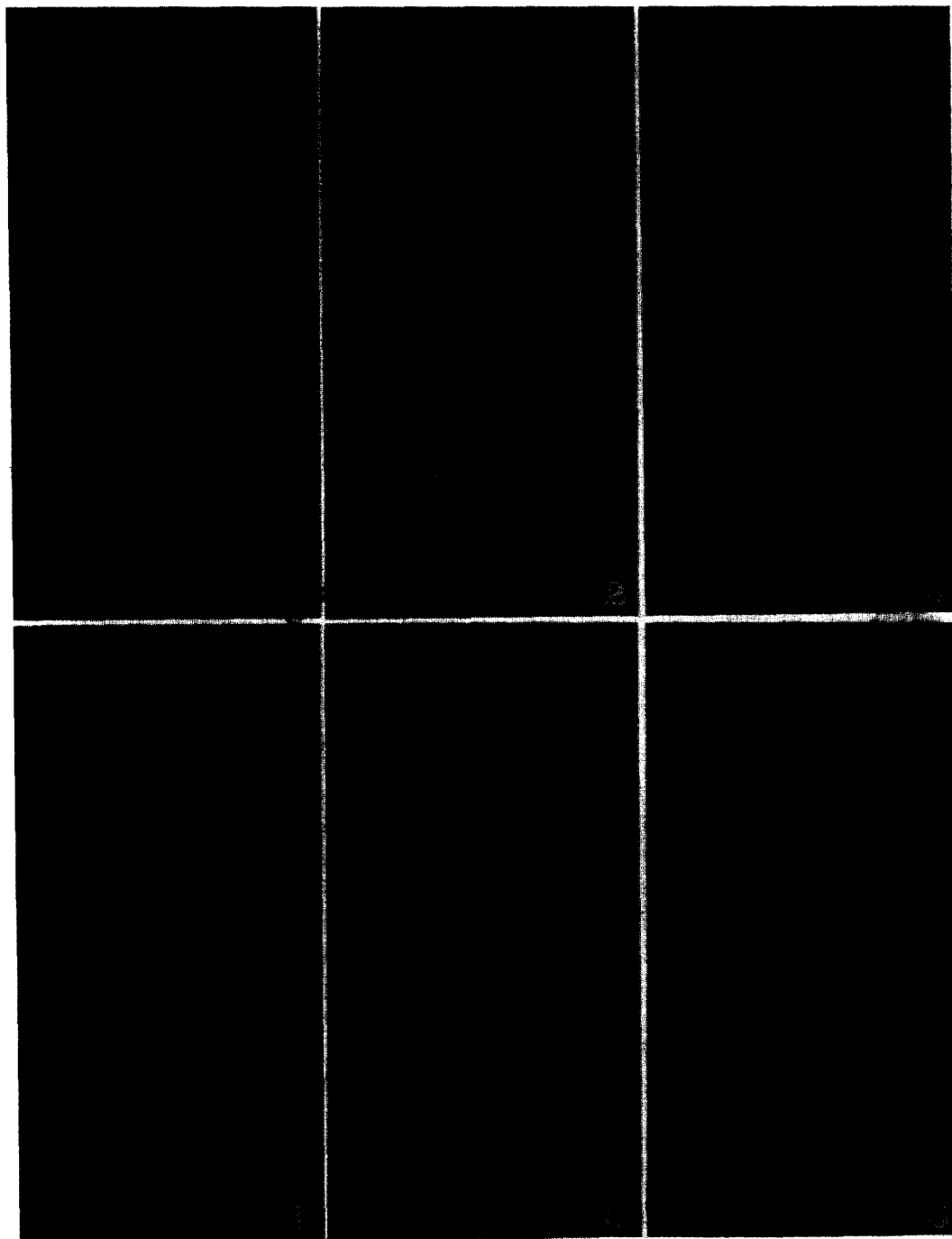


Plate 7. Cross sections(x400) of the shoot of *Scirpus juncoides* seedling after 72 hr soaking in oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check, 2) : oxyfluorfen 10^{-6} M+bensulfuron 10^{-6} M, 3) : oxy. 10^{-6} +ben. 10^{-4} M, 4) : oxy. 10^{-4} M, 5) : oxy. 10^{-4} +ben. 10^{-6} M, 6) : oxy. 10^{-4} M+ben. 10^{-4} M, arrows : ruptured cells.

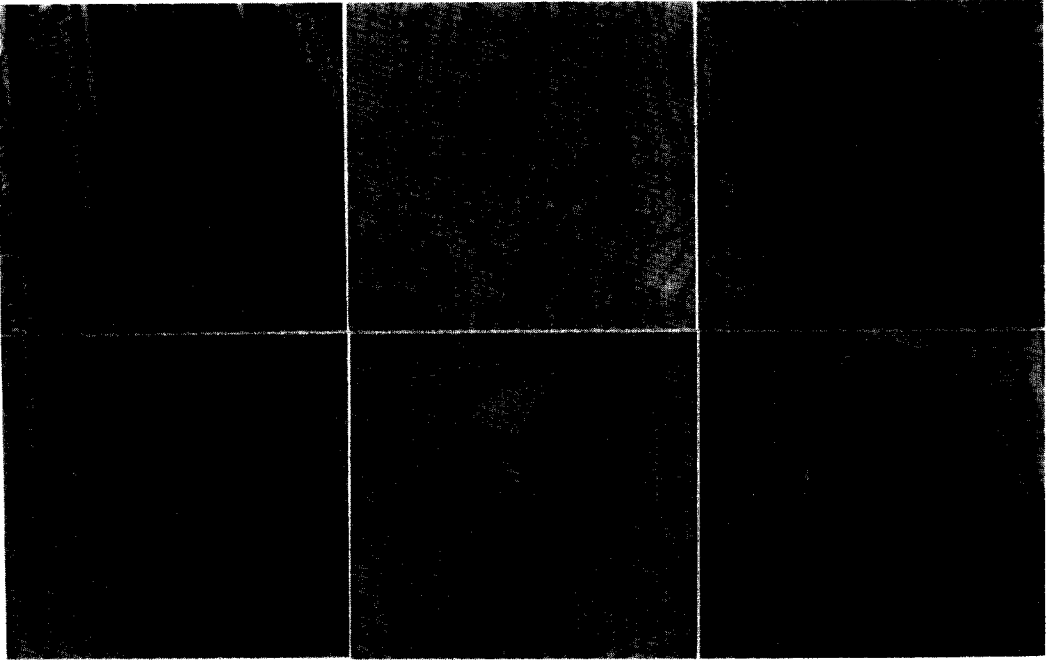


Plate 8. Longitudinal sections(x100) of the apex of *Sagittaria pigmaea* seedlings at 72 hr after soaking in oxyfluorfen and bensulfuron. 1) : check, 2) : bensulfuron $10^{-6}M$, 3) : ben. $10^{-4}M$, 4) : oxyfluorfen $10^{-6}M$, 5) : oxy. $10^{-6}M$ +ben. $10^{-6}M$, 6) : oxy. 10^{-6} +ben. $10^{-4}M$, arrow : cells lacking cytoplasm.

象은 綜合的으로 나타나고 있었다[〈5〉, 〈4〉]. 그러나 다른 어떤 초종에서 보다는 解剖學的인 耐性이 있는 것으로 보이며, 이는 圃場條件下에서 처리후 상당한 기간까지도 생존하거나 재생을 하기까지도 하는 내성 특성을 보이는 현상과 일치하는 것으로 판단된다. 너도방동산이는 논에 발생하는 다년생 사초과 잡초의 대표적인 초종으로서 rhizome에 의하여 쉽게 군체를 이루어가면서 벼에 치명적인 경합피해를 미치는 강력잡초종이다. 그러나 접촉형 제초제에 의하여 쉽게 기존조직의 파괴가 유발되는 대신 쉽게 재생하는 특성을 보이는 것으로 알려져 있다. 본 시험의 경우, 分裂組織帶를 검경한 결과(Plate 10), bensulfuron에 의하여 異常伸長을 하거나 伸張抑制가 되는 現像[〈2〉, 〈3〉]을 볼 수 있고 oxyfluorfen에 의하여 쉽게 表皮組織이 崩壞되는 樣相[〈4〉]을 볼 수 있었으며, 특히 공시된 두 약제의 혼용처리로, 처리농도에 따라 분열조직대가 치명적이며 급진적으로 붕괴 고사해 가는 현상[〈5〉, 〈6〉]을 인정할 수 있었다. 또한 너도방동산이의 줄기조직을 cross section하여 검경한 결과 bensulfuron

의 저농도($10^{-6}M$)에서는 상당한 정도의 내성을 보이고 있었으나 oxyfluorfen이 혼용되면서[〈3〉] 細胞配列이 不規則하게 흩어지고, 無核化가 진행되며, bensulfuron의 混用濃度가 증가함에 따라 [〈4〉] 줄기조직의 萎縮, 脫離現像이 진전되는 것을 확인할 수 있었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때, 이미 어느 정도 자란 雜草幼苗들, 특히 多年生 雜草의 경우에는 비록 공시약제가 혼용되더라도 상당한 耐性を 보이는 것으로 관찰되었다. 물론 1年生 草種에 대하여는 두 약제의 혼용으로 인한 相乘的 藥效가 나타났음을 인정할 수 있었다. 이와 같은 解剖學的 比較研究의 結果는 oxyfluorfen에 의하여 急進的이 되고 bensulfuron에 의하여 緩慢하게 나타났으나 이는 bensulfuron의 藥效가 生長停止나 抑制를 통한 呼吸消耗 및 水中枯死의 과정을 거치는 특성이 있기 때문이며, 본 시험과 같이 단기간에 진전되는 경우에는 bensulfuron의 특성을 포착하기 어려웠던데 기인하는 것으로 보인다.

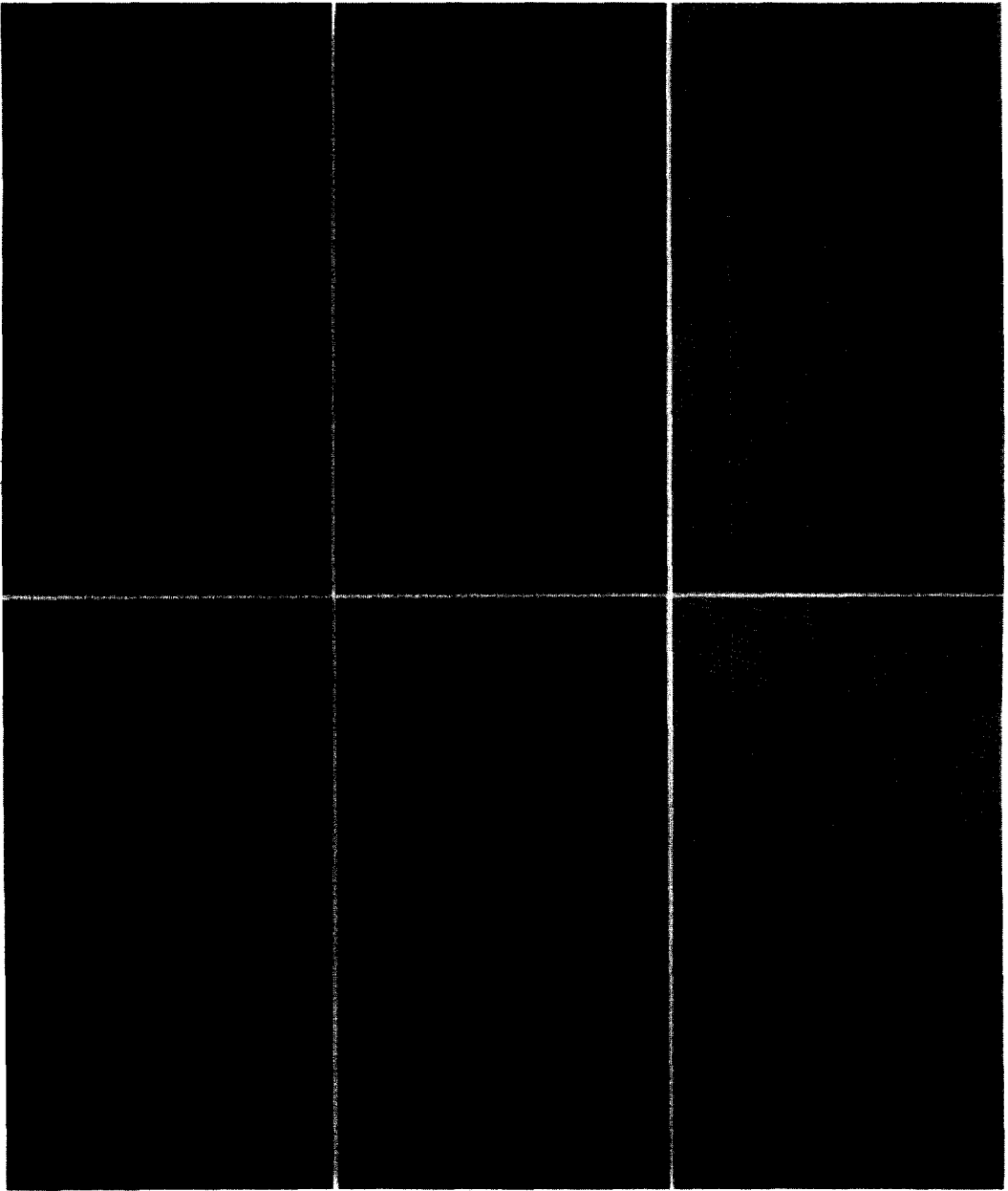


Plate 9. Cross sections(x100) of the shoot *Sagittaria pigmaea* seedlings after 72 hours soaking with oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check 2) : oxyfluorfen 10^{-6} M+bensulfuron 10^{-6} , 3) : oxy. 10^{-6} M +ben. 10^{-4} , 4) : oxy. 10^{-4} M, 5) : oxy. 10^{-4} +ben. 10^{-4} , 6) : oxy. 10^{-4} M+ben. 10^{-4} , arrows : ruptured cells.

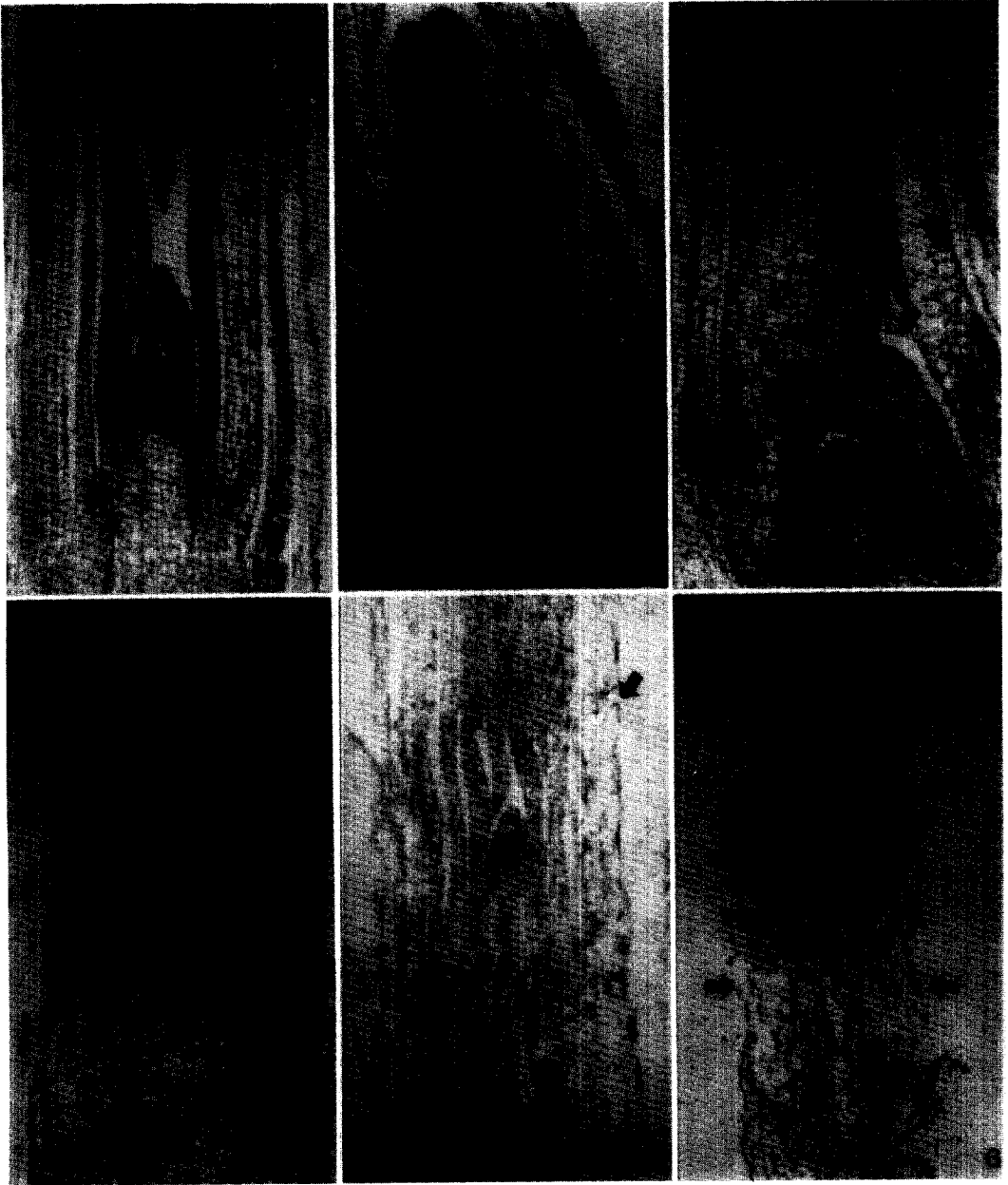


Plate 10. Longitudinal sections(x40) of the apex of *Cyperus serotinus* seedling after 72 hr soaking with oxyfluorfen and bensulfuron solution. 1) : check 2) : bensulfuron 10^{-6} M, 3) : ben. 10^{-4} M, 4) : oxyfluorfen 10^{-4} M, 5) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-6} M, 6) : oxy. 10^{-6} M+ben. 10^{-4} M, arrows : ruptured cells.

摘 要

本 研究은 oxyfluorfen 및 bensulfuron 두 化合物間의 相互作用에 의한 相乘效果를 解剖學的으로 究明하기 위하여 벼와 數種의 雜草種에 oxyfluorfen 및 bensulfuron을 組合하여 0, 10^{-6} 및 10^{-4} M 濃度로 만들고 각각 72시간동안 浸漬處理한 후 光學顯微鏡下에서 $\times 40$, $\times 100$ 및 $\times 400$ 倍率로 檢鏡·攝影하였다.

줄기의 表皮組織이나 分裂組織의 形態變化를 檢鏡한 결과, 두 農藥에 대하여 벼는 比較적 耐性을 보여서 形態變化에 큰 차이를 보이지 않았으나 다스간의 細胞配列이나 細胞形態變化는 인정되었다. 그러나 피는 分裂組織에서의 뒤틀림과 비틀림 현상이 야기되었고 橫斷面 檢鏡에서는 두 藥劑 組合處理로 인한 細胞膜 破壞나 表皮組織의 破壞가 極甚하였다. 물달개비는 두 약제 모두에 感受性이어서 어떤 草種보다도 側生 shoot의 誘導와 細胞의 完벽한 破壞가 있었다. 올챙고랭이는 比較的 耐性이 있어서 벼에 유사한 현상을 보였고 올미는 生長抑制와 細胞의 透明化, 無核化 및 不規則 配列이 있었으나 比較的 組合處理에 대한 反應은 耐性을 보였다. 너도밤동사니는 뒤틀림과 無核化 및 膜破壞가 심하였다. 따라서 모든 雜草種에서 두 藥劑의 組合處理로 인한 相乘效果가 인정되었다.

引用 文 獻

1. Amelunxen, F.K. Morgenroth, and T. Pick-sak. 1967. Untersuchungen ander epidemis mit dem stereoscan-electronenmikroskop. Z. Pflanzphysiol. 57 : 79-95.
2. 千相旭·具滋玉·李榮萬·李度鎮. 1988. Oxyfluorfen에 耐性 및 感受性 水稻品種에 대한 解剖學的 差異·韓雜誌. 8(2) : 187-198.
3. Hull, M.M. 1970. Leaf structure as related to absorption of pesticides and other compounds. Residue Rev. 31 : 1-1.
4. Hull, M.M, D. G. Davis and G. E. Stolzenberg. 1985. Adjuvant for herbicides. Weed Sci.

Soc. Ame. p 26-27.

5. 藤田 究·芝山秀次郎. 1988. 數種除草劑가 水稻に及傳す形態的 影響とミメビペレート의 藥害輕減 效果. 1. 펜스플론칠과 그의 미메비페르트混合劑의 形態的 影響. - 苗의 植付 深土 -. 雜草研究. Vol. 33(4) : 278-284.
6. 具滋玉·金吉雄·李啓洪. 1990. 雜草學 pp. 308.
7. 行本稜子·濱田處二. 1985. 作物의 藥害. 全國農村教育協會. pp.83-100.
8. 小林藤一郎·山林祐二·植物邦和. 1977. 形態組織的인 타엔바다콤기間における barban의 選擇性. 雜草研究 22 : 145-151.
9. Matsunaka, S. 1969. Acceptor of light energy in plate activation of diphenyhenylether herbicide. J. Agric. Food Chem. 17 : 171-175.
10. 農藥工業協會. 1991. 農藥使用指針書. pp. 560.
11. O. Brien, T. D., M. E. McCully. 1981. The study of plant structure principles and selected methods. pp.280.
12. Pendeville, G.N. and G. F. Warrren. 1977. Effect of four herbicides and two oils on leaf-cell membrane permeability. Weed Res. 17(4) : 251-258.
13. 清水正治, 石要義雄. 1964. 除草劑의 害毒에 關する 2, 3의 豫備的 實驗. 雜草研究.
14. 清水正治. 1963. DBN가 이네科植物의 生長과 分化에 及ぼす 影響. 雜草研究.
15. Sandmann, G. and P. Boger. 1983. Comparison of the bleaching activity of norflurazon and oxyfluorfen. Weed Sci. 2 : 338-341.
16. Sass, J.E. 1971. Botanical microtechnique. 3rd Ed. The Iowa State Univ. pp.228.
17. Takeda, S., T.B. Sweetser, D. L. Erbes and T. Yuyama. 1985. Mode of selectivity of Londax herbicide(DPX-F5384) in paddy rice. Proc. 10th APWSS Conf. 156-161.
18. Winston, K.T. 1986. Use of over-the-top graminicides for johnsongrass control : Their absorption and translocation patterns, and effects on ultrastructure. Oklahoma State Univ. Ph. D. Dissertation. pp.129