

栽培樣式에 따른 벼와 피의 生長 및
解剖形態學的 差異

II. 栽培樣式에 따른 벼와 피間的 解剖學的 差異
千相旭·具滋玉·朴相珍**

**Morphological Characteristics of Growth of Rice and
Barnyardgrass under Various Cropping Patterns**

II. Difference in Anatomical Characteristics.
Chon, S.U., J.O. Guh*, and S.J. Park**

ABSTRACT

At 5 DAS/T, leaf primordia of rice stems that were grown under dry condition in transverse sections were strongly stained while those under water condition had many aerenchyma cells well developed. On the other hand, leaf primordia and large air spaces in stem of transplanted rice were well developed. Rice in leaf anatomy had small and fine epidermal cells, chlorophyllous mesophylls, and bulliform cells but had no chlorophyllous vascular bundle sheath cells, while barnyardgrass leaf had large, rough and irregularly arranged epidermal cells, chlorophyllous vascular bundle sheath cells, and non-bulliform cells but had no chlorophyllous mesophylls. Epidermal cells of transplanted rice, however, were well developed, differentiated and sclerified. Cross sections of rice root under dry condition showed cell contents, regularly arranged cells, non-intercellular spaces and non-aerenchyma while under water condition had well-developed intercellular spaces, aerenchyma cells, small and densely arranged epidermis, sclerified exodermis and sclerenchyma cells. But root anatomy of transplanted rice consisted of finely, regularly arranged epidermis, well-developed intercellular spaces and nucleous cells.

Key words : cropping pattern, rice, barnyardgrass, anatomical characteristics

緒 言

식물은 다양한 재배환경에 따라서 外部의 形態와 内部의 解剖學的 構造相의 차이를 나타내며 재배환경 중에서도 水分은 특히 식물체의 구조와 형태에 영향을 미치는 중요한 요인으로서 土壤內의 酸素와 같은 가스공급을 좌우하는 通氣條件과

직결된다고 볼 수 있다. 식물체의 조직에는 살아 있는 세포인 柔組織으로 구성된 부분으로서 줄기의 髓와 皮層, 뿌리의 皮層, 葉柄의 基本組織 그리고 잎의 葉肉들이 있기 때문에 식물체의 基本組織系를 이루며 生長과 分裂能力을 가지게 됨으로써 주어진 환경변화에도 보다 효과적으로 適應한다³⁾.

건조한 조건의 잎은 組織의 分布密度가 높고

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

** 慶北大學校 農科大學(Coll. of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea)

<1994. 3. 28 접수>

잎의 형태는 작으며 細胞間隙이 협소하고 잎 構成自體 細胞가 小型이며, 表皮細胞壁이 심하게 肥厚되고 모용이 잘 발달되어 있는 것으로 알려져 있다. 담수조건의 잎構造는 通氣組織과 細胞間隙이 많으며 잎의 中央에 柔細胞의 殘有物로 둘러싸인 葉腔(cavity)이 존재한다. 뿐만 아니라 지상부에서 지하부로의 연속적인 통로가 형성되어 확장된 通氣腔(Air spaces: aerenchyma)이 있으므로 산소공급을 용이하게 하며 이러한 조직의 기능에 의존하여 着根을 효과적으로 수행할 수 있다고 한다^{4,7)}.

通氣組織은 皮層細胞의 崩壞에 의해서 형성되는데⁴⁾, 이는 湛水된 토양에서 식물체 조직이 해부학적으로 적응하는 대표적인 수단이다. 中山⁹⁾은 벼와 피의 葉部組織에 관한 해부학적 특성차이의 비교연구에서 벼는 表皮組織이 작고 치밀한 모양의 세포로 되어 있고, 피층이 있으며 同化組織이 정교하고 작는데 반하여 피는 표피조직이 크고, 細胞配列이 불규칙하며, 피층이 없고, 同化組織이 거칠고 크다고 보고하였다.

葉身の 解剖學的 特性은 잠초방제기술의 방법이나 除草劑 活性和 관련되며, 雜草種間에도 상당히 다르다. 벼와 피는 같은 禾本科라도 植物學的·生理生態的으로 상당한 차이를 보여 주는데, C₃植物인 벼와 C₄植物인 피의 잎구조를 고찰해 보면, C₃植物의 벼는 유관속초세포가 未發達한데 반하여, 葉肉細胞가 잘 發達되어 葉綠素가 葉肉細胞에만 존재하며, 非Kranz型을 갖으며 維管束間 距離는 멀다. 그러나 C₄植物인 피는 葉肉細胞가 非發達되었고 잘 發達된 유관속초세포만에 葉綠素가 存在하는 Kranz型을 이루며 維管束間의 距離는 짧다^{3,6,9)}고 하였다.

따라서 本 研究에서는 乾畚條件과 湛水條件下에서 벼와 피 그리고 移秧벼의 生長 및 外部形態의 差異를 解剖學的으로 확인 정리함으로써 雜草防除 要點의 差異를 糾明하고 栽培樣式 變遷에 따른 雜草防除體系 確立에 基礎資料를 提供하고자 수행하였다.

材料 및 方法

播種 및 移秧後 3, 5, 10 및 20일에 各 樣式別로 栽培된 벼와 피를 部位別로 줄기는 基部部位를, 잎은 第1葉의 中央을, 그리고 뿌리는 根端 10mm 部位를 각각 8mm 길이로 切取한 후 FAA溶液에 12시간 동안 固定시켰다. 일련의 濃度別 ethanol溶液으로 脫水시킨 후 xylene과 ethanol이 配合된 溶液에서 透明화시킨 다음, paraplast에 5일 동안 浸透시킨 후 embedding하였다^{6,10)}. 組織切片은 8mm 두께로 rotary microtome을 이용해 植物體 部位에 따라 縱斷 및 橫斷하였고, dewaxing한 후 0.5%(w/v) safranin 水溶液과 0.5%(w/v) Fast-green FCF 95% 알콜溶液으로 對照染色하여 光學顯微鏡下에서 ×100 및 ×400 倍率로 檢鏡하였다.

調査時期는 栽培樣式에 따라서 差異가 형성되는 시기가 각기 다르므로 각 組織部位別로 달리 이루어졌다. 줄기의 경우는 橫斷에 의한 細胞配列 및 通氣細胞의 發達程度와 縱斷에 의한 分裂組織의 伸張程度와 葉原基의 分化程度가 播種 및 移秧後 3일째에 조사되었으며 파종 및 이앙후 5, 20일째에 잎을 橫斷하여 植物解剖學的 特徵과 파종 및 이앙후 10일째는 表皮, 유관속초 및 葉肉細胞를 總括하는 葉身の 두께, 維管束 通道組織의 數 그리고 파종 및 이앙후 5일째에 根部의 橫斷에 의한 表皮, 外皮 및 皮層 細胞層을 檢鏡하였다.

結果 및 考察

1. 벼와 피間的 줄기構造 差異

벼의 줄기縱斷構造는 크게 葉으로 分化 및 展開될 葉始原體(leaf primordia: LP)와 分裂組織의 最上端의 生長點(shoot apex: SA), 그리고 이들의 組織을 機械的으로 保護하며 外廓을 둘러싸는 엽초(Leaf sheath; LS)로 構成되었으며 피는 벼와 類似한 構造를 가지고 있다. 한편으로 줄기의 橫斷構造는 벼와 피 모두가 葉의 內部組織이 차지하고 있으며 葉原基(LP)와 함께 生長하며 줄기 속에 있는 葉의 維管束은 求基的으로 分化發達하며 外部엔 엽초(LS)가 몇 겹으로 둘러싸여 있다.

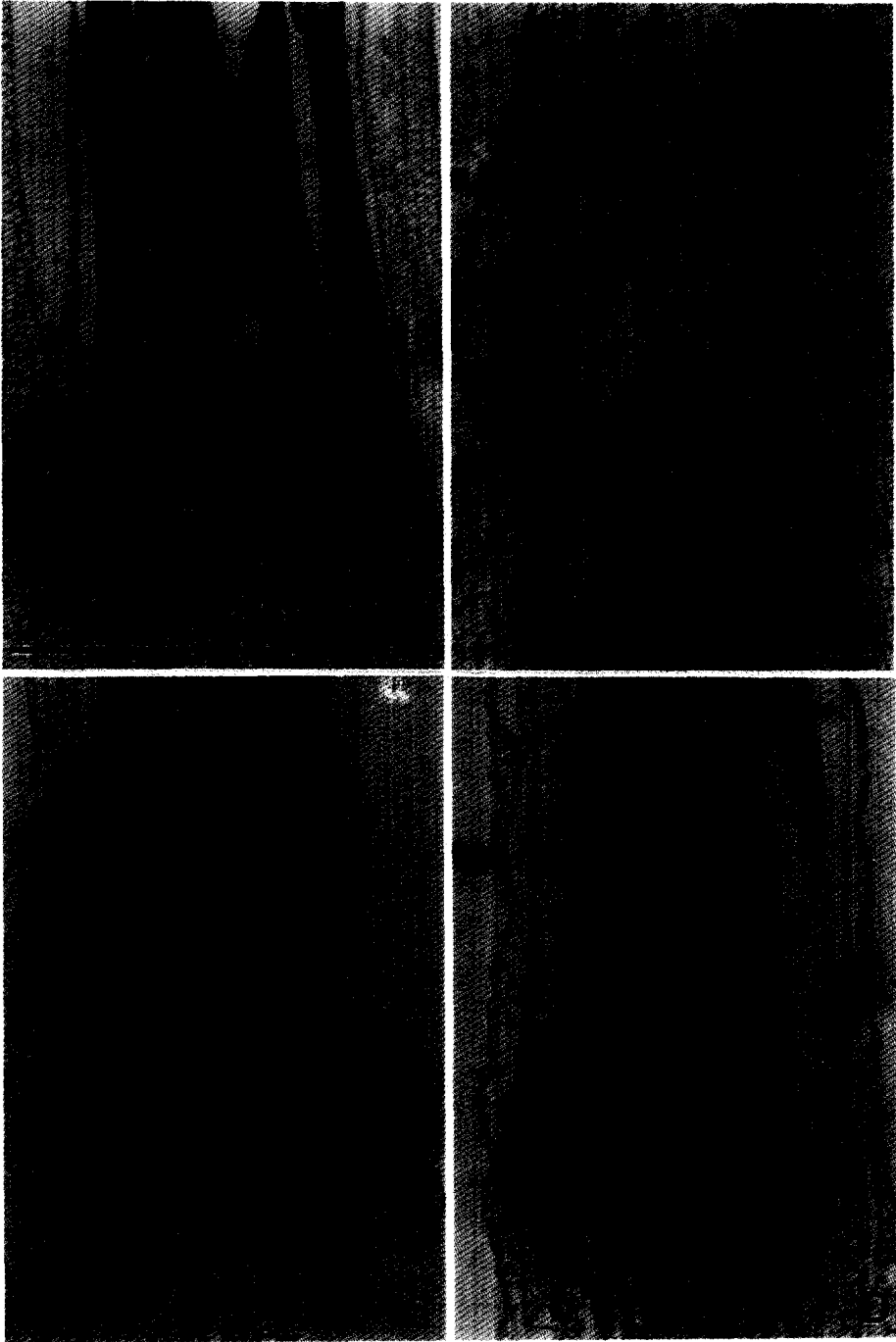


Plate 1. Longitudinal sections showing meristem (shoot apex) of rice (A, B) and barnyardgrass (C, D) under dry (A, C) and water (B, D) condition at 5 DAS. AP : shoot apex, LP : leaf primordium, BM : bud meristem and FL : first leaf. The bar represents 100 μ m

播種 및 移秧後 3日된 벼와 피의 줄기를 縱斷한 結果 乾畚과 湛水條件의 差異는 生長程度의 差異에 基인한다고 볼 수 있다. 乾畚條件에서의 벼는 湛水條件보다 分化된 葉始原體가 많았으며, 湛水條件에서 자란 잎의 分化는 未熟한 狀態에 있었다. 한편 乾畚에서 자란 피의 1차 分化, 側根 및 側芽(Bud meristem; BM)發生이 이루어진데 비해 湛水條件에서의 피는 地上部의 1차 分化가 比較的 旺盛하였지만 側根 및 側芽의 出現은 확인되지 않았다(사진 1). 따라서 葉始原體의 分化程度로 보아 乾畚 및 湛水 모든 조건에서 피가 벼보다 빠른 生長과 分化를 보여주었고, 湛水보다는 乾畚에서 旺盛한 生長을 하는 것으로 나타났다. 또한 줄기의 橫斷面을 檢鏡·攝影한 結果에서는 乾畚과 湛水條件의 가장 특징적인 差異가 通氣細胞의 發達程度에 있었다.

乾畚直播條件에서 벼(사진 2-A, B)와 피(사진 2-C)는 稠密하고 작은 細胞들로 構成되며 規則적인 細胞配列을 하고, 細胞內容物이 있기 때문에 染色되는데 반하여 湛水直播條件에서의 벼(사진 2-E, F)와 피(사진 2-D)는 非定型의 細胞配列과 細胞內容物이 없고 通氣細胞들이 풍부하게 發達되는 것을 觀察할 수 있었다. 또한 移秧條件에서 자란 8日(사진 2-G) 및 25日苗(사진 2-H)의 橫斷組織은 乾畚條件과 類似한 細胞配列과 發育分化를 나타내며 커다란 通氣腔이 形成되는 점에서 앞의 乾畚·湛水直播條件에서의 構造와 다른 특징을 나타내고 있었다(사진 2-G, H).

乾畚直播條件에서는 벼 과중위치가 달라지더라도 檢鏡結果는 대체로 類似하였으나 乾畚表面直播벼(사진 2-A)는 最外部 表皮組織이 土中直播벼(사진 2-B)보다 더 精巧하고 緻密한 細胞配列을 하며, 두꺼운 葉초에 둘러싸여 있는 점에서 피와 다르며, 피는 不規則한 細胞配列과 거칠고 非定形인 細胞나 얇은 葉초가 관찰되었다(사진 2-C). 湛水直播栽培條件에서는 大部分의 細胞內容物이 없는 通氣細胞가 發達되어 있으며 그 정도는 피(사진 2-D)보다 벼가, 土中벼(사진 2-F)보다 表面벼(사진 2-E)가 더 컸다. 移秧栽培條件에서는 큰 通氣腔을 가지고 있었으며 8日苗(사진 2-G)보다는 25日苗(사진 2-H)의 分化程

度가 더 큰 傾向이었다. 乾畚直播條件下에서는 土壤通氣가 比較的 양호하기 때문에 組織이 잘 分化 발달되어 分布密度가 높고, 특히 生長點 部位가 地上으로 露出되는 表面벼가 地下에 있는 土中벼보다 더 精巧하고 緻密하게 되는 것은 地上部의 水分不足 環境에 따른 植物體의 過多한 水分蒸發을 抑制키 위하여 植物體의 外部形態가 適應하기 위한 特殊化현상을 유발한 原因으로 解析된다¹²⁾. 또한 湛水條件下에서 過多한 水分이 土壤通氣를 不良케 하여 植物體는 酸素不足으로 줄기나 뿌리의 通氣組織(Aerenchyma cell)에 貯藏된 酸素를 供給받게 되도록 適應하게 된다^{2,13)}고 하였다. 그러나, 移秧後 3日째된 8日苗나 25日苗는 비록 湛水條件에 처해 있더라도 地上部가 水面위로 露出되어 空中의 酸素가 地上部로부터 通氣組織을 통하여 供給되며, 通氣腔(Air spaces)은 皮層細胞가 崩壞된 후 形成되는 것(사진 3)으로 보고되어 있다¹³⁾.

줄기의 橫斷直徑은 乾畚의 경우 피보다는 벼에서 더 컸던 반면 湛水條件에서는 벼와 피가 서로 類似한 直徑을 이루고 있었다. 그러나 移秧벼는 직파된 어느 경우보다 直徑이 크게 발달하였으며 大部分의 分裂組織의 直徑도 줄기의 直徑과 類似한 정도에 이르렀다. 5DAS/T에서 20DAS/T로 生育일수가 進전되면서 각 栽培樣式간의 直徑差異는 점차 적어지는 傾向을 나타내었다.

2. 벼와 피의 잎의 解剖學的 特性 差異

벼의 잎構造는 크게 葉身(Leaf blade; LB)과 葉초(Leaf sheath; LS)로 大別되며 本 研究에서는 葉身為主의 解剖學的 觀察 및 調査가 遂行되었다. 벼의 葉身은 上表皮와 下表皮的 表皮組織(Epidermal cell; EP), 氣孔(Stomata; ST), 葉肉細胞(Mesophyll cell; MC), 牛頭狀細胞(Bulliform cell; BC), 維管속초세포(Vascular bundle sheath cell; VBS) 및 그 內部的 篩部(Phloem; PH)와 木部(Xylem; XY)로 構成되어 있다. 잎의 表面에는 높고 낮은 隆起가 있으며 높은 곳에는 大維管束이 낮은 곳에는 小維管束이 있다. 上下表皮細胞는 細胞壁이 두껍게 矽質化되어 있으며 各各의 細胞는 突起모양으로

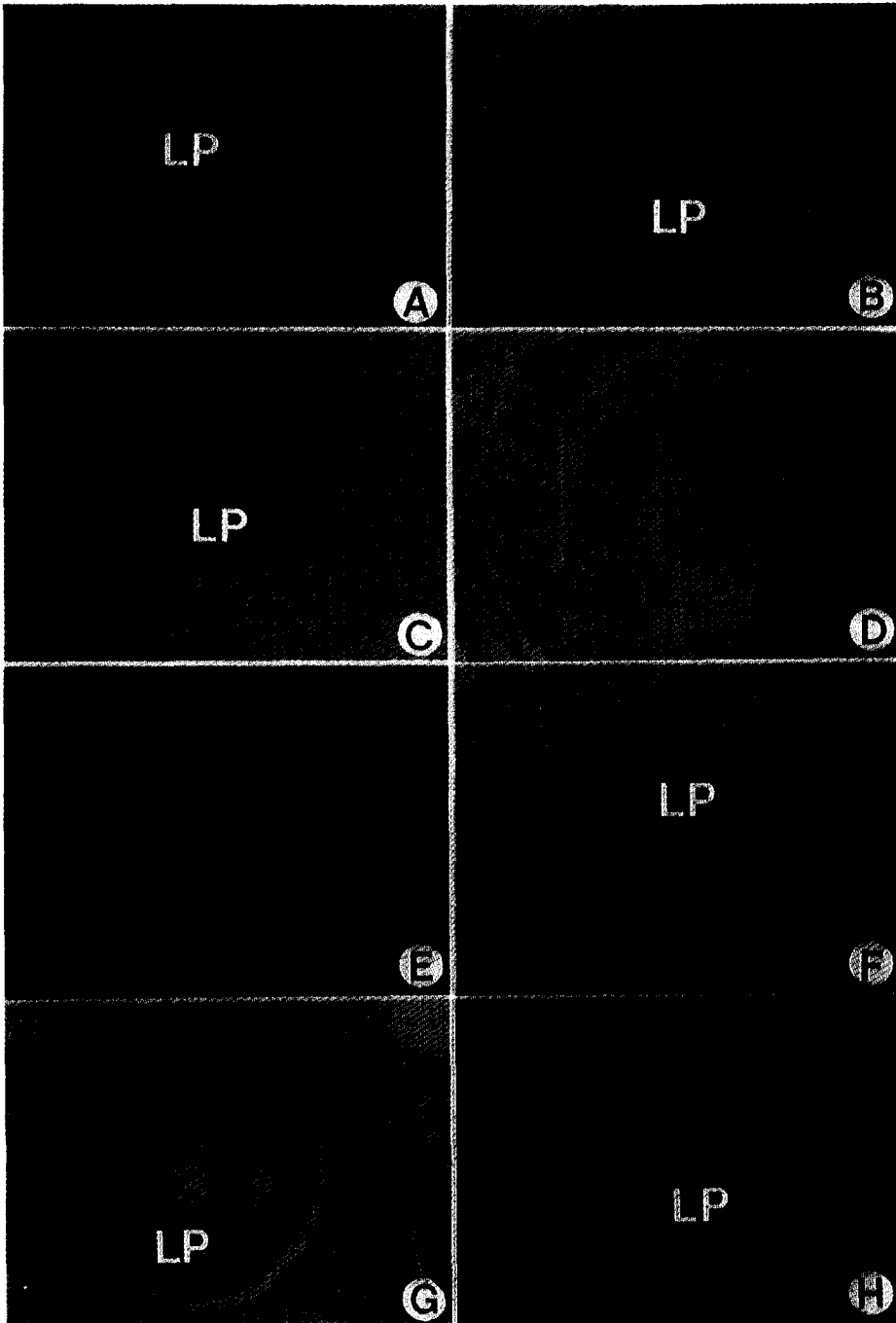


Plate 2. Cross sections through stems of rice and barnyardgrass grown under different cropping patterns at 3 DAS/T. Broadcast rice on soil (A), drilled rice in soil (B) and barnyardgrass (C) in soil under dry seeded condition, broadcast (E), drilled (F) rice and barnyardgrass (D) under water seeded condition, and 8-day (G) and 25-day (H) seedling under transplanting condition. LP : leaf primordium, AS : Air spaces. The bar represents 100 μ m

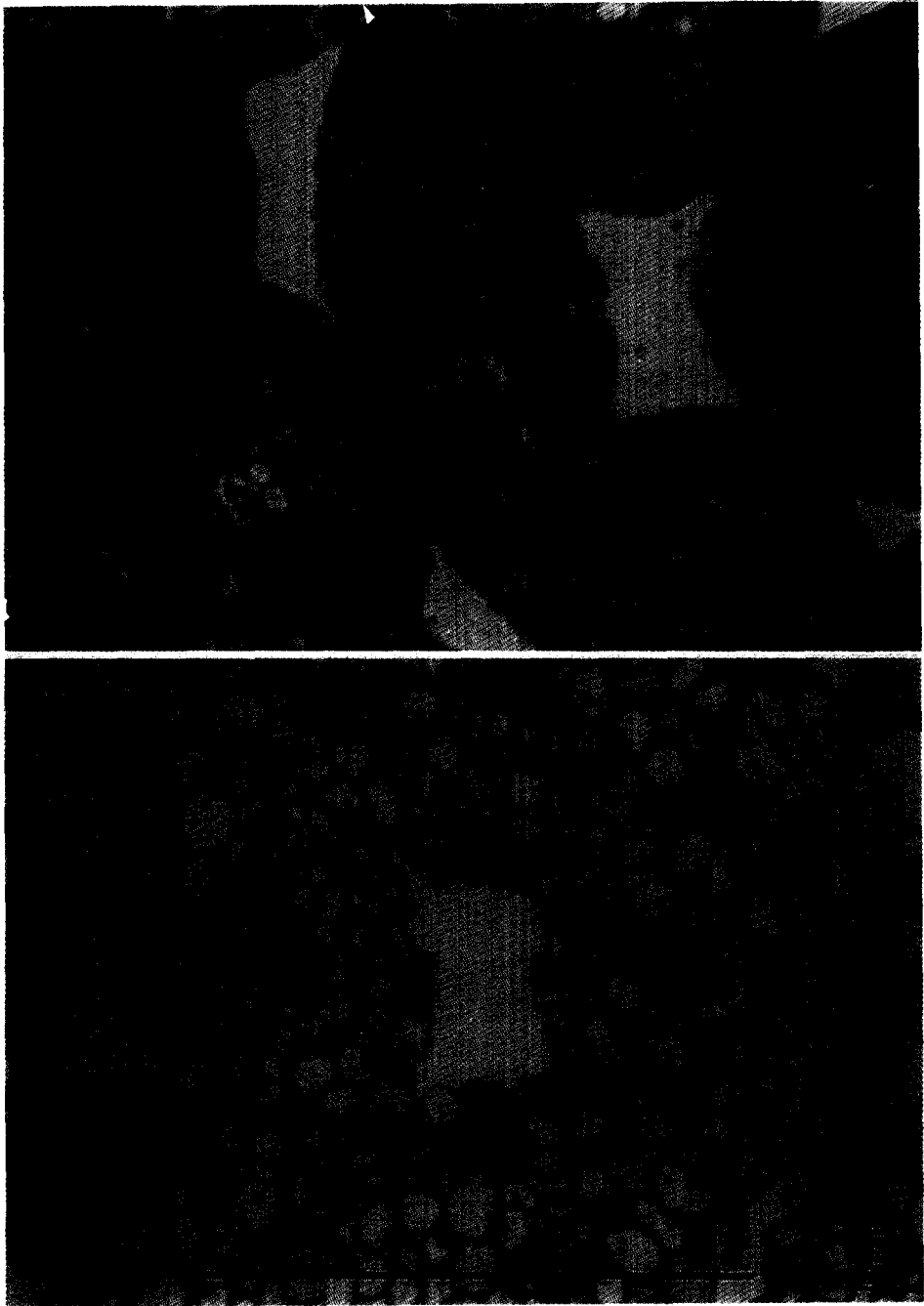


Plate 3. Close-up of the cross sections on stems of rice grown under various cropping patterns at 3 DAS/T. (In dry condition (A), plant meristem cells were filled with cell contents, but in water condition (B) empty (arrow)). LP : leaf primordium. The bar represents $5\mu\text{m}$.

Table 1. Anatomical characteristics comparing the difference of rices and banyardgrass grown under various cropping patterns 5 days after seeding or transplanting.

Anatomical traits	Rice	Banyardgrass
Thickness	thick	thin
Epidermal cell	small, compact	large, irregular
Mesophyll cell	compact	irregular
Vascular bundle	chlorophyll presence	chlorophyll absence
	chlorophyll absence	chlorophyll presence
sheath cell	non-Kranz type	Kranz type
Bulliform cell	presence	absence
Assimilation tissue	small, fine, compact	large, rough, irregular

隆起되어 있다. 葉身이 隆起된 斜面에는 氣孔이 있고 谷間部分에는 큰 牛頭狀細胞가 硅質化 및 木化되어 있으며 葉의 水分과 膨壓을 調節하는 機能을 한다^{14,15}. 유관속초가 未發達되고 葉綠體가 거의 없으며 上表皮側엔 木部가 있고, 下表皮側엔 篩管部가 存在하며 壁이 木化된 導管들은 細胞內容物이 消失된 狀態로 되어 있었다. 維管束과 維管束사이에는 光合成 同化組織인 葉綠體가 풍부하게 내포된 葉肉組織으로 3-5層씩이 잘 發達되어 있으며 葉肉細胞들 사이엔 氣孔으로 通하는 呼吸腔과 細胞間隙이 發達되어 있었다.

반면에 皮는 大部分의 構造가 벼와 類似하나 벼보다 表皮組織이 크며, 配列이 더 不規則적이고 성기게 되어 있으며 유관속초가 비교적 잘 發達된 Kranz型으로서 葉肉細胞는 未發達되었고 牛頭狀細胞가 없는 점에서 벼와 다른 特徵을 보였다(표 1).

播種 및 移秧後 5日째 葉身の 構造는 乾畚이 湛水보다, 移秧벼가 直播벼보다 葉展開 및 分化가 잘된 양상을 보였고 表皮組織이 큐티클화 되어 있고 屈曲을 形成하였으며 20DAS/T 以後에 이르러서는 그 差異가 적어지는 傾向이었다. 播種 및 移秧後 5日째 葉身の 두께는 벼와 皮의 食 물 종 간에 보 일 수 있는 根 本 的 인 差 異 도 있 지 만 乾 畚 條 件 과 湛 水 條 件 간 의 差 異 가 유 의 적 으 로 인 정 되 었 다. 즉 湛 水 條 件 에 서 의 葉 身 두 께 보 다 는 乾 畚 의 葉 身 두 께 가 더 컸 으 며 (사 진 4), 이 러 한 差 異 는 20DAS/T에 이 르 러 서 는 消 失 되 는 傾 向 이 었 다 (사 진 5).

乾畚條件의 葉身두께에 있어 벼와 皮 間 의 差 異 는 인 정 되 지 않 았 으 며, 엽 육 세 포 의 두 께 는 벼 가

피보다 두껍고 表皮細胞는 피가 벼보다 더 컸 으 며, 湛 水 條 件 에 서 의 葉 身 의 兩 겹 는 벼 가 피 보 다 두 겹 고, 벼 라 도 表 面 벼 와 土 中 벼 간 에 차 이 없 이 類 似 하 였 으 며, 葉 肉 細 胞 는 벼 가 피 보 다 훨 씩 컸 으 나, 表 皮 細 胞 는 피 가 벼 보 다 컸 다. 한 편 移 秧 8日 苗 와 25日 苗 의 葉 身 兩 겹 는 類 似 하 였 으 며 이 들 移 秧 벼 는 直 播 벼 보 다 더 적 은 傾 向 이 었 다.

따라서 葉身の 두께는 피보다는 벼가, 移秧벼 보 단 直 播 벼 가 컸 고, 初 期 엔 湛 水 벼 보 다 乾 畚 벼 가, 後 期 엔 乾 畚 벼 보 다 湛 水 벼 가 더 컸 으 며 皮 역 시 湛 水 피 보 다 乾 畚 피 가 더 큰 傾 向 이 었 으 나 後 期 엔 차 이 없 이 類 似 한 兩 겹 을 보 였 다.

葉身の 單位 길이당 維 管 束 數 는 C₃植物인 벼 보 다 C₄植物인 피가 더 많 으 며 (표 2), 벼 끼 리 의 有 意 的 인 差 異 는 인 정 되 지 않 았 다. 따 라 서 維 管 束 의 數 에 있 어 서 벼 끼 리 는 湛 水 및 乾 畚 間 의 差 異 가 인 정 되 지 않 고 다 만 皮 의 乾 畚 과 湛 水 條 件 의 差 異 만 인 정 되 었 다. 光 合 成 組 織 인 葉 肉 組 織 과 유 관 속 초 세 포 는 乾 畚 과 湛 水, 그 리 고 벼 와 皮 간 의 解 剖 學 的 差 異 만 인 정 할 수 있 었 다 (사 진 6).

3. 栽培樣式에 따른 벼와 皮 間 의 뿌리 의 解 剖 學 的 特 性 差 異

벼의 뿌리 構造는 吸 收 및 機 械 的 保 護 功 能 을 갖 고 皮 層 의 水 分 喪 失 을 調 整 하 는 表 皮 細 胞 (Epidermal cell ; EP)가 있고, 그 아 래 에 는 皮 層 最 外 層 部 位 에 1-2層 이 發 達 되 어 있 어 表 皮 가 脫 落 되 면 最 外 部 層 으 로 代 置 되 는 外 皮 (Exodermis ; EX)가 있 으 며 이 들 은 살 아 있 는 柔 細 胞 로 되 어 있 다. 細胞 間 隙 과 液 胞 化 된 細胞 들 로 된 皮 層 (Cortical cell ; CO)과 그 아 래 카 스 파 리 안 帶

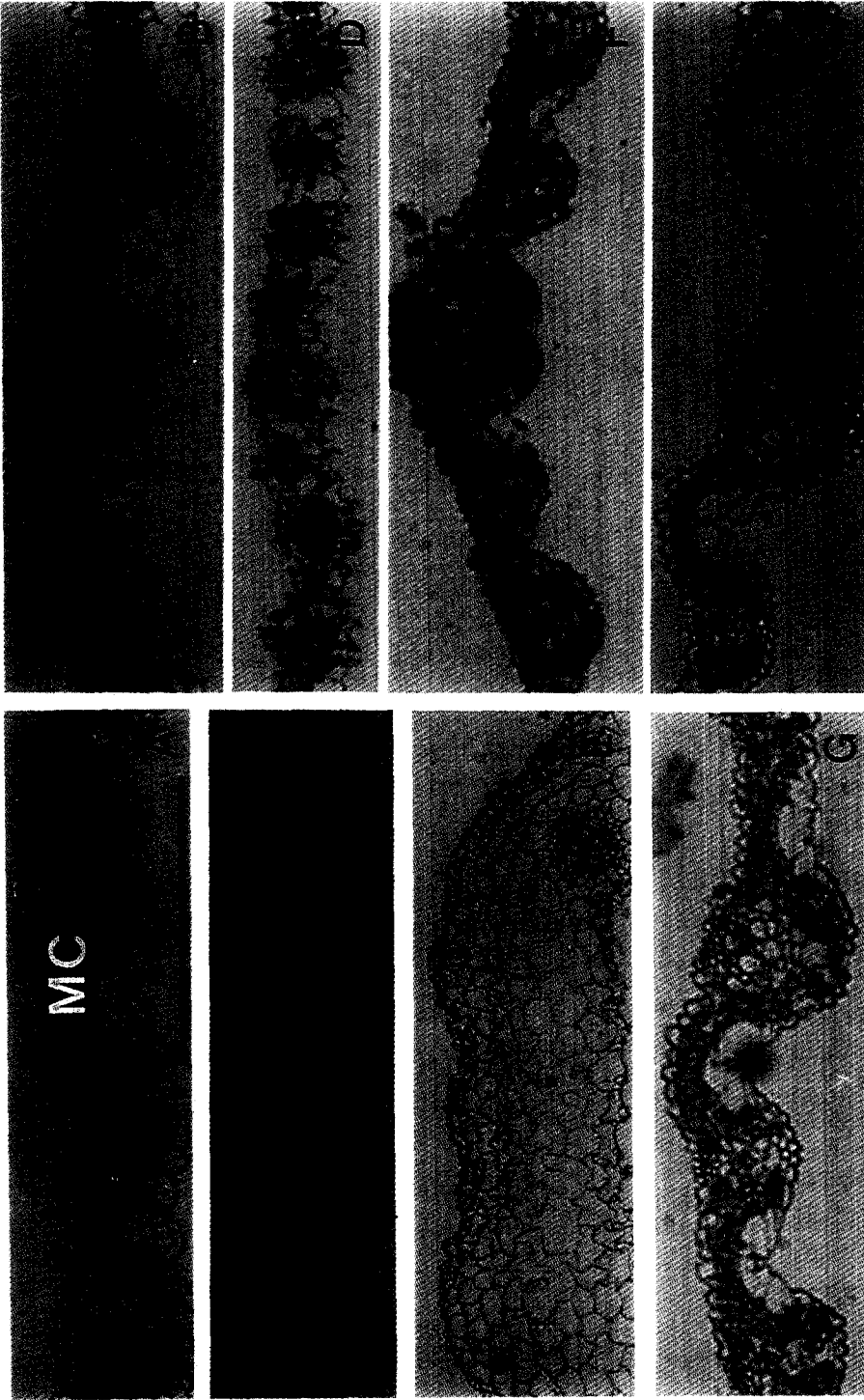


Plate 4. Transverse sections showing the thickness of rice and barnyardgrass leaves cultivated various cropping patterns at 5 DAS/T. Broadcast rice on soil (A), drilled rice in soil (B) and barnyardgrass (C) in soil under dry seeded condition, broadcast (E), drilled (F) rice and barnyardgrass (D) under water seeded condition, and 8-day (G) and 25-day (H) seedling under transplanting condition.

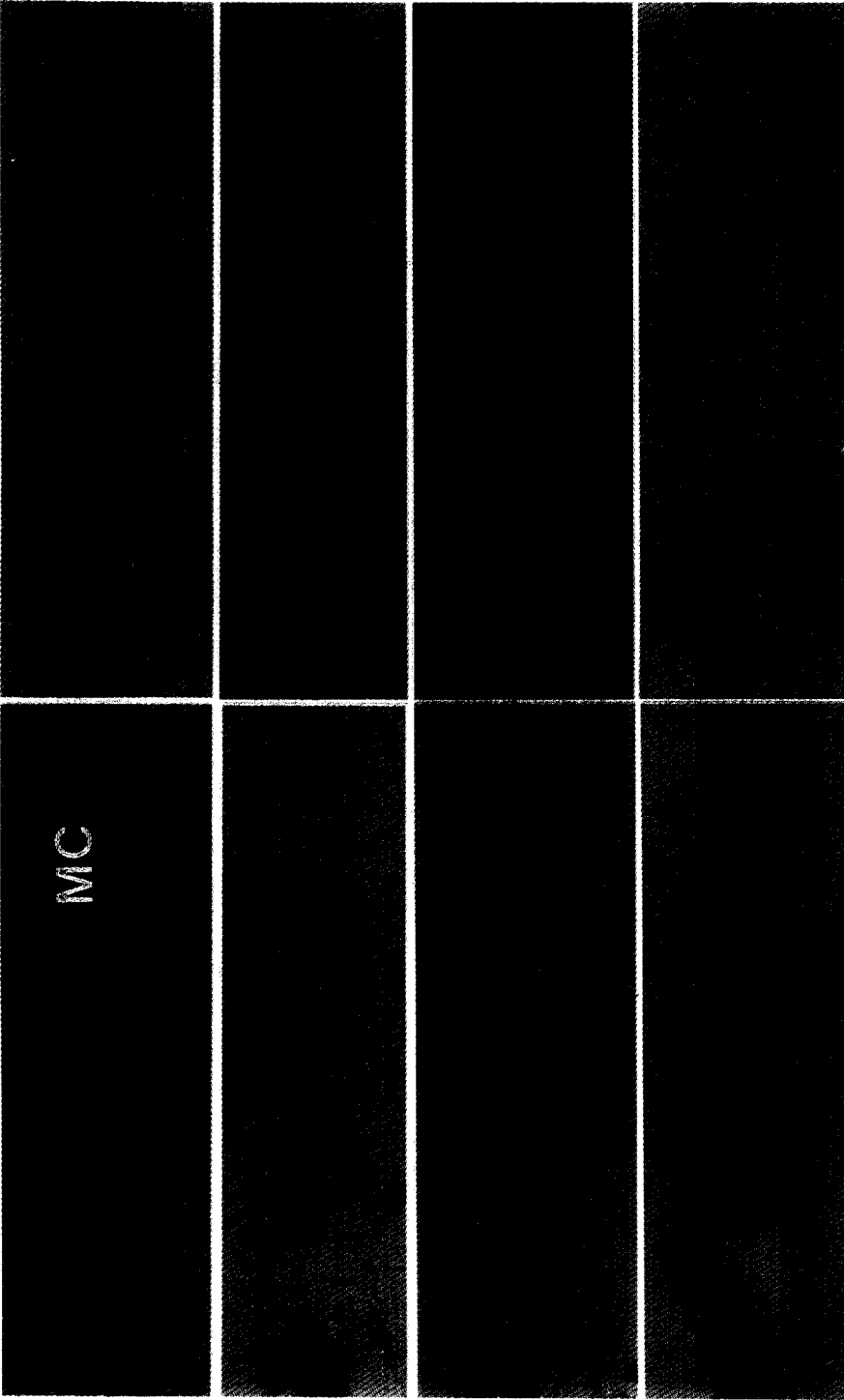


Plate 5. Transverse sections showing the thickness of rice and barnyardgrass leaves cultivated various cropping patterns at 20 DAS/T. Broadcast rice on soil (A), drilled rice in soil (B) and barnyardgrass (C) in soil under dry seeded condition, broadcast (E), drilled (F) rice and barnyardgrass (D) under water seeded condition, and 8-day (G) and 25-day (H) seedling under transplanting condition.

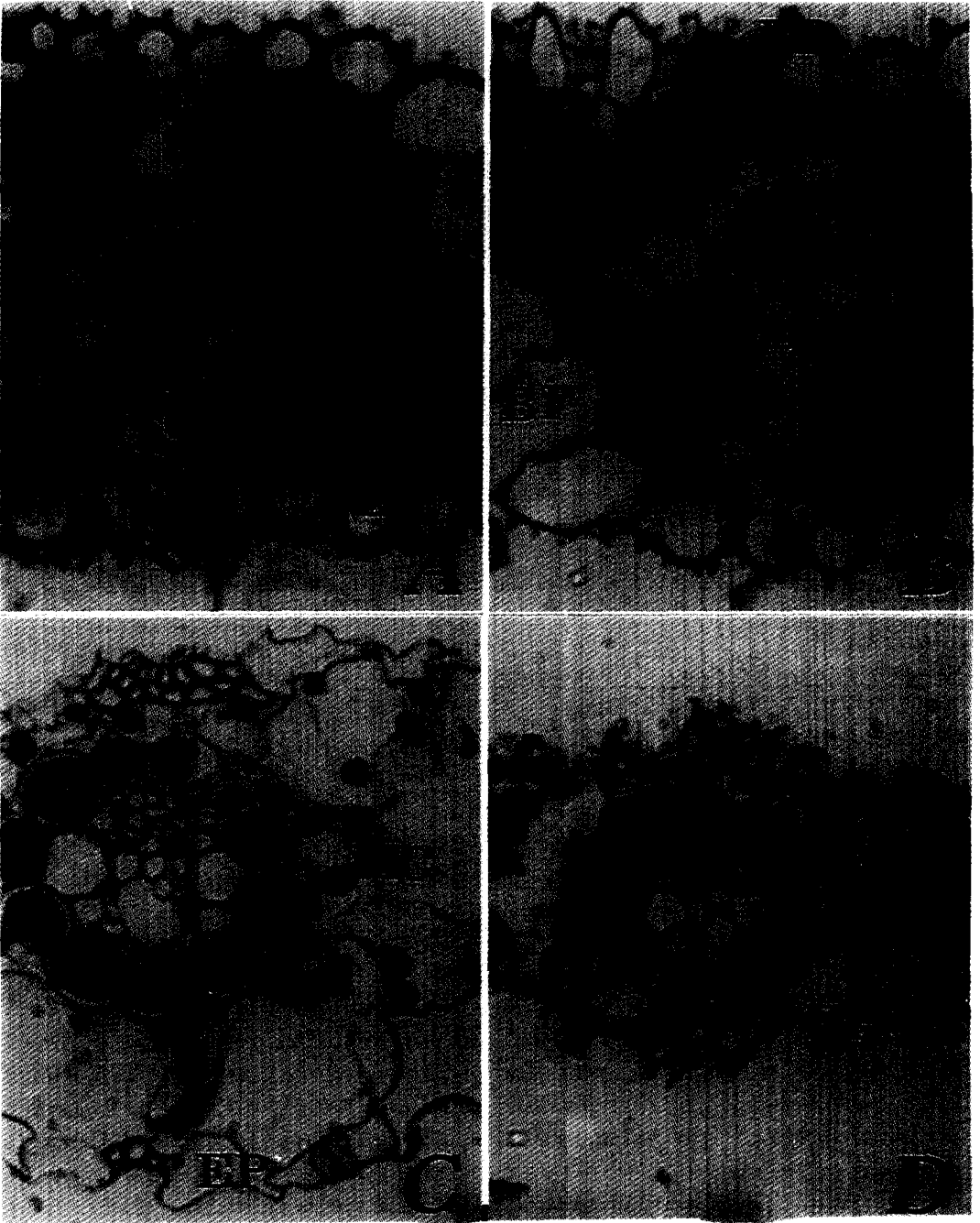


Plate 6. Close-up of the cross sections showing the difference of anatomical characteristics between rice (A, B) and barnyardgrass leaf (C, D) grown under different cropping patterns (dry condition (A, C) and water condition (B, D)) at 5 DAS/T. EP : epidermal cells, MC : mesophyll cell, VBS : vascular bundle sheath cell, BF : bulliform cell. The bar represents $5\mu\text{m}$.

Table 2. Anatomical characters in leaf blade of rice and barnyardgrass under various cropping patterns 10 days after seeding or transplanting.

Cropping pattern	Number of vascular bundles*	Mesophyll thickness	Epidermal cell thickness	Total thickness leaf blade
Dry condition :				
Broadcast rice on soil	8.4 c**	2.1 bc	1.7 abc	3.8 bc
Drilled rice in soil	8.4 c	3.0 a	1.2 abc	4.2 ab
Barnyardgrass in soil	11.2 b	1.6 c	2.0 a	3.6 c
Water condition :				
Broadcast rice on soil	5.6 e	2.9 ab	1.7 ab	4.7 a
Drilled rice in soil	5.6 e	2.9 ab	1.9 a	4.8 a
Barnyardgrass in soil	14.0 a	2.0 bc	1.7 ab	3.8 bc
Transplanting condition :				
8-day-old seedling	8.4 c	1.7 c	0.9 c	2.7 d
25-day-old seedling	7.0 d	2.8 ab	1.0 bc	3.8 bc
Barnyardgrass in soil	14.0 a	2.0 bc	1.7 ab	3.8 bc

* Number of vascular bundles per 100μm of leaf width.

** Means within a column followed by a common letter are not significantly different at the 0.05 level according to Duncan's multiple range test.

Table 3. Anatomical difference in root of rice and barnyardgrass under various cropping patterns 5 days after seeding or transplanting.

Anatomical characteristics	Dry condition		Water condition		Transplanting
	Rice	Barnyardgrass	Rice	Barnyardgrass	Rice
Cortical layer	compact	rough	rough	rough	compact
Intercellular space	absence	presence	presence	presence	presence
Contents in pith	presence	presence	presence	presence	presence
Cell shape	compact	rough	rough	rough	compact
Cell size	small	large	large	large	small
Cell arrangement	regular	irregular	irregular	irregular	regular
Exodermis cell	presence	absence	presence	absence	presence

(Casparian strip)가 있고 코르크질 벽으로 된 내피(Endodermis; EN)가 둘러싸여 있으며 그 아래 통조직인 벽이 肥厚化되고 水分通導 및 貯藏, 植物體 支持機能을 하는 木部(Xylem; XY)와 物質移動 및 貯藏機能을 가진 篩部(Phloem; PH)가 散在해 있다. 한편 피는 表皮 아래 곧바로 皮層細胞가 있는 것이 特徵的이고 그 밖의 組織들은 벼와 類似하였다^{14,15)}.

播種 및 移秧後 5日째 栽培樣式차이에 따른 벼와 피의 뿌리구조 특징을 보면 表皮組織 아래 形成된 外皮層과 厚壁細胞의 形成 有無, 細胞配列, 細胞間隙의 有無, 髓의 通氣組織 發達程度 差異 등으로 大別될 수 있다(사진 7, 표 3).

根端으로 부터 1mm 附近의 벼와 피의 解剖學的 的 뿌리구조 차이를 보면 벼는 直徑이 피보다 크고 表皮組織이 좁으며 긴 타원형의 細胞列로 形成되어 있고 表皮 아래에 外皮層과 厚壁細胞가 形成되어 있었으며 細胞가 빽빽하고 稠密하게 形成되어져 있는(사진 7-A, C) 반면 피는 크고 둥근 타원형의 細胞로 된 表皮細胞가 있고 外皮細胞가 없으며 細胞가 성기게 되어 있는 것이 특징이었다(사진 7-B, D).

또한 乾畚벼와 澁水벼의 解剖學的 差異를 보면 벼와 피의 根本的인 형태의 組織差異가 確認되었다(사진 7-A, B, C, D). 乾畚條件에서의 細胞配列은 規則的이고 整列된 모양이며 細胞間隙의 形

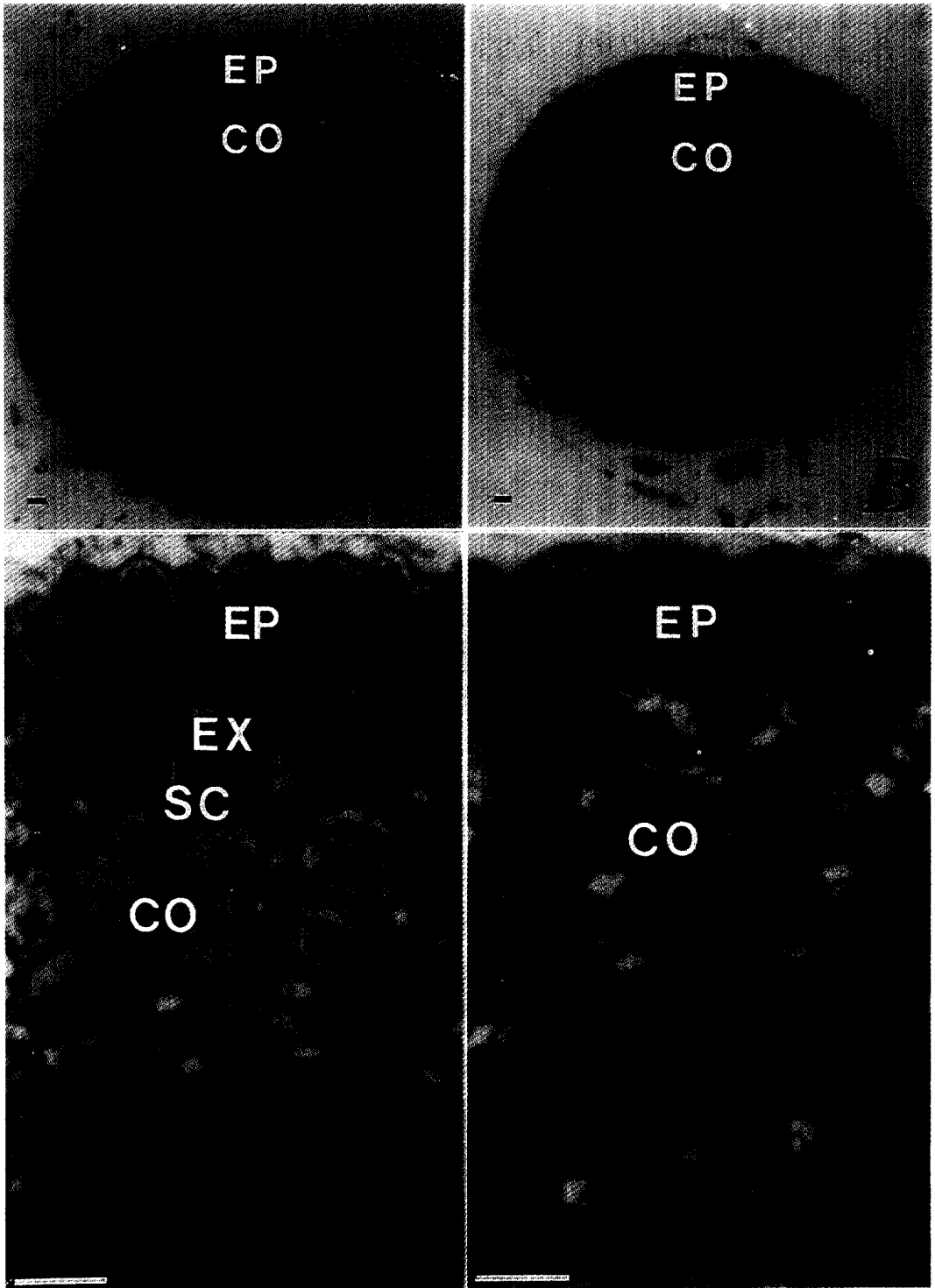


Plate 7. Cross sections of rice(A and C) and barnyardgrass(B and D) roots grown under dry condition 5 days after seeding (3mm of root tip) . EP ; Epidermal cell, CO ; Cortical cell . Bars represent 1 μ m .

成 또는 通氣組織의 細胞들을 발견할 수 없는(사진 8-A, B) 반면 湛水條件에서는 不規則적이고 非正形인 細胞들이 많고 細胞間隙 및 通氣組織이 발달되어 있는 것이 特徵이었으며 表皮細胞는 아주 작고 稠密하게 配列되었고 아래 層에 外皮層

이 형성되어 있는 것이 特徵的이었다(사진 8-E, F). 한편 移秧栽培된 苗에서의 根端部細胞들은 緻密하고 鱗狀하게 配列되었으며 細胞間隙도 잘 發達되어 있었다(사진 9). 이러한 解剖學的 變化는 湛水條件에서 酸素缺乏에 기인한 酸素供給이

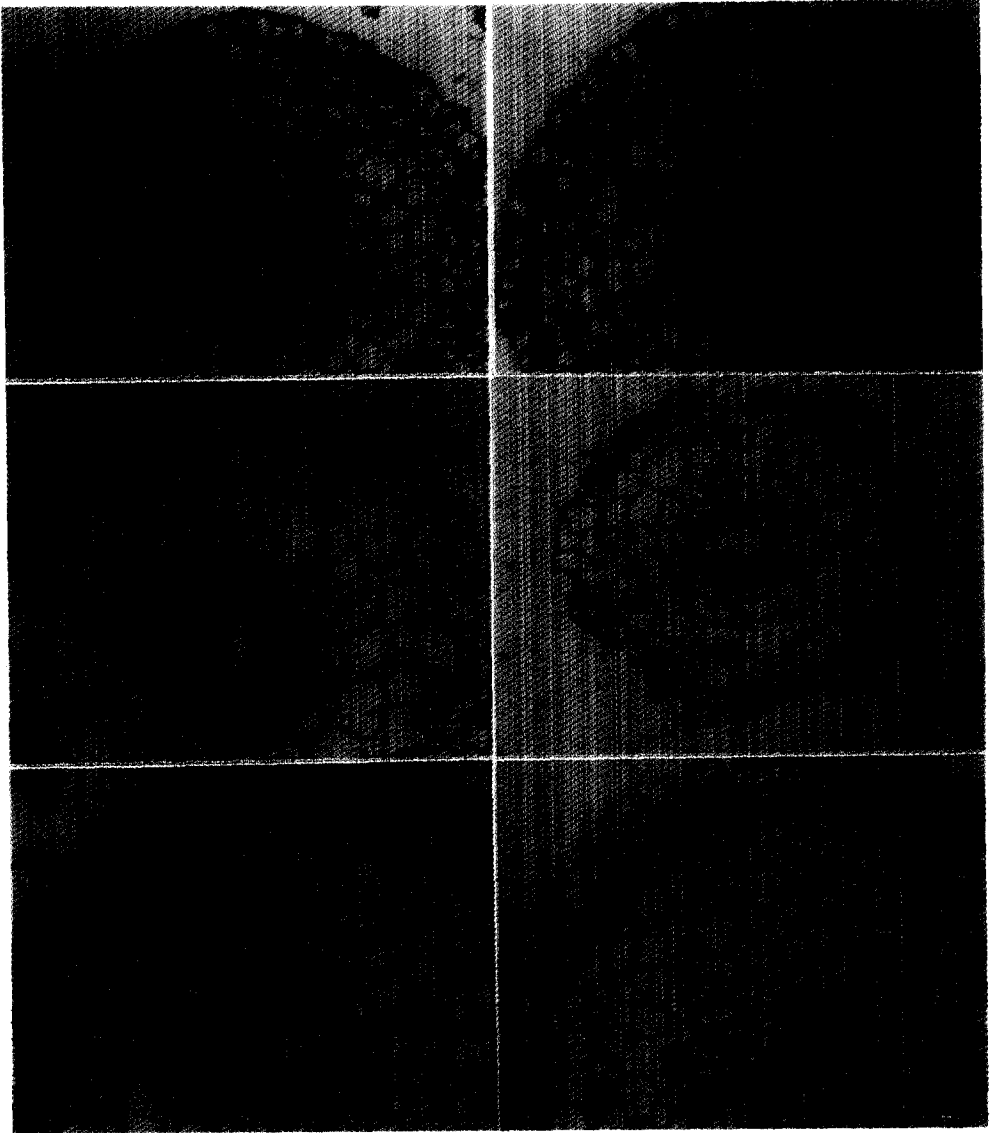


Plate 8. Transverse sections showing roots of rice(A, B, E, F) and barnyardgrass(C, D) grown under different cropping patterns, broadcast rice in soil(A), drill seeded rice in soil(B) and barnyardgrass in soil(C) under dry direct condition, broadcast rice in soil(E), drill seeded rice in soil(F) and barnyardgrass in soil(D) under water direct condition. EP : Epidermal cell, CX : Cortex, AC : Aerenchyma cell, EX : Exodermis cell. All magnification are 100x

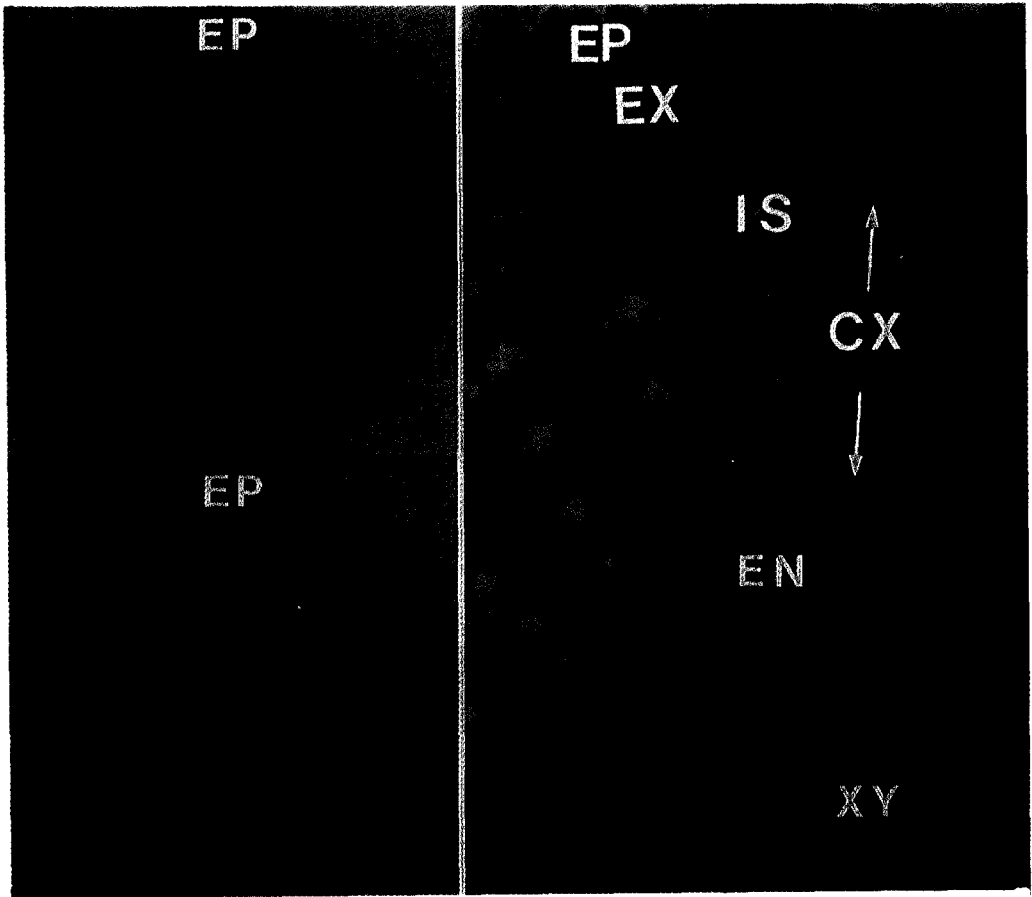


Plate 9. Transverse sections showing root of 25-day seeding in transplanted condition 5 days after transplanting. A : root 1mm behind the tip of root cap, B : root 5mm behind the tip of root cap, C : Close-up of plate 9-A. IS : Intercellular space, EX : Exodermis cell, EP : Epidermal cell, CX : Cortex. Bars represent 3 μ m.

나 貯藏場所로서의 細胞間隙 및 通氣組織으로 발달되어 適應하려는 현상에 기인한 것으로 解析된다⁸⁾. 위와 같은 解剖學的 差異는 몇몇 다른 報告^{2,11,13)}에서 밝혀진 바 있다. 그러나 이들의 解剖學의 特性 差異는 除草劑 反應에 어떠한 影響을 미칠지는 알 수 없으며, 그러한 報告도 밝혀진 바 없다.

同一한 條件下에서 피는 벼보다 더 빠른 生長을 하게 되며 解剖學的 調查에서도 葉의 分化程度와 分裂組織의 伸長程度의 差異 등으로 확인 검토될 수 있었다. 벼와 피는 줄기에서도 그 根本的인 差異를 볼 수 있었으며, 내용인즉 葉초의 두께, 細胞의 精巧性 및 分布密度의 差異로 大別

되며, 앞은 表皮細胞의 모양, 分布 및 配列, 葉肉과 유관속초세포의 葉綠體 有無, Kranz型의 有無, 牛頭狀細胞의 有無 등으로, 그리고 뿌리는 表皮 및 外皮細胞와 후벽조직의 유무나 皮層細胞層의 細胞間隙의 發達 與否 등으로 各各 區別되며 이는 이미 밝힌 報告들^{3,6,9)}에서도 밝혀진 類似한 結果였다.

또한 乾畚과 澁水條件間의 解剖學的 差異에 있어서도 乾畚條件下에서는 土壤通氣狀態가 좋으나 水分不足環境에서 生育하므로 過多한 水分蒸發을 抑制키 위해서 解剖形態의인 特殊化로 대처하는 반면 澁水條件下에서는 水分過多에 따른 不良한 通氣條件에 適應하려는 構造로 各各 分化, 發達

되어감을 알 수 있었다. 이러한 分化 및 發達は 生長 및 分裂能力이 있는 줄기와 뿌리의 皮層細胞, 잎의 葉肉을 構成하는 柔組織³⁾들에서 이루어진 것으로 보고되어 있다.

本 研究에서 벼와 피의 基本的인 解剖學的 差異의에도 乾畚條件下에서는 組織細胞의 分布密度가 높거나 뻣뻣하며, 細胞가 小形이고, 表皮細胞壁이 肥厚됨을 觀察할 수 있었고 湛水條件下에서는 組織細胞의 分布密度가 낮고, 성기게 配列되며 細胞間隙이 잘 發達되어 있었음을 觀察할 수 있었고 이런 결과도 다른 報告들^{4,7)}과도 類似하였다. 따라서 벼와 피의 根本的인 解剖學的 構造差異에 의한 벼와 피간의 除草劑 作用機作 수용상의 選擇性 차이는 물론 인정되지만 이외에도 同一植物이면서 乾畚 및 湛水狀態間에 構造差異를 갖는데 따른 除草劑 活性反應은 다르게 반영될 수 있을 것으로 기대되며 따라서 작부양식을 달리할 경우에는 이에 따른 적절한 除草劑 選擇도 반드시 고려되어야 할 것으로 생각된다.

摘 要

多様な 栽培樣式하에서 播種 및 移秧한 5, 10, 15, 20일간 生長한 벼와 피를 굴취하여 解剖學的 特性差異를 檢討하고자 光學顯微鏡으로 줄기, 잎, 뿌리의 構造를 各各 觀察하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 줄기의 解剖學的 特性 差異

- 가. 5DAS/T제 벼와 피의 줄기縱斷을 통한 解剖學的 差異는 벼는 피보다 葉의 分化가 느리고 側芽形成도 적었으며, 分裂組織 伸長도 피보다 적었다.
- 나. 湛水條件보다 乾畚에서 生長速度가 빨랐고 줄기縱斷에 의한 벼는 葉초가 두껍고, 最外層 細胞가 精巧하며, 規則的으로 配列되어 있으나 피는 葉초가 얇고 거칠며 성기고 큰 細胞들이 不規則的으로 配列되어 있는 것이 특징이었다.
- 다. 乾畚벼에서의 葉始原體는 細胞內容物이 있었던 반면 湛水條件에서는 細胞內容物이 없는 通氣細胞가 발달하였다.

라. 移秧벼에서는 直播벼에 비해 많은 葉始原體가 分化되었고 큰 通氣腔들이 발달하였다.

2. 잎의 解剖學的 特性 差異

- 가. 벼의 表皮細胞는 작고 緻密한 配列을 하며 牛頭狀細胞가 存在하고 葉肉細胞에 葉綠素가 있는 반면, 피는 表皮細胞가 크고 성기게 配列되어 있으며 유관속초세포에 葉綠素가 있고 牛頭狀細胞는 없었다.
- 나. 葉身의 單位길이當 維管束數는 벼끼리는 差異가 인정되지 않으나 피는 벼보다 더 많았고, 피는 乾畚보다 湛水가 더 많았다.
- 다. 5DAS/T제 葉身의 두께는 移秧벼보다는 直播벼가, 乾畚條件보다는 湛水條件에서 피보다 벼가 더 컸으며 直播벼에 비하여 移秧벼는 表皮細胞와 세포벽이 肥厚化되었고 葉身이 牛頭狀細胞(機動細胞) 부위에서 屈曲되어 展開되었다.

3. 뿌리의 解剖學的 特性 差異

- 가. 벼와 피의 根構造의 基本的인 차이는 根端으로부터의 거리에 따라 보면 1mm 부위는 直徑이 피보다 벼가 크고, 벼의 表皮細胞는 좁고 긴 橢圓形 細胞로 配列되어 있고, 表皮 아래層에 外皮層이 존재하며 厚壁細胞가 形成된 것이 特徵이고 各 細胞가 稠密하게 配列된데 비해 피는 크고 둥근 타원형세포로 된 表皮細胞가 있고 外皮層과 厚壁細胞가 없으며 성기게 配列되어 있었다.
- 나. 栽培樣式에 따른 차이에 있어서 根端 5mm 部位의 乾畚벼의 뿌리는 細胞內容物이 있고 細胞配列이 規則的이며 細胞間隙이나 通氣細胞가 관찰되지 않았으나, 乾畚 및 湛水피는 核이 없고 細胞配列이 不規則的인 京鄉이었다.
- 다. 湛水벼는 細胞間隙과 通氣細胞가 잘 發達되고 表皮細胞가 아주 작으며 稠密하게 配列되고 그 아래엔 外皮層이 形成되어 있는 것이 특징이었다.
- 라. 移秧벼의 뿌리는 같은 湛水狀態의 直播벼

와도 달리 緻密하고 規則적인 表皮細胞 配列과 細胞間隙의 發達, 核이 있는 旺盛한 細胞들로 構成되어 있었다.

引用 文 獻

1. Abernathy, J.R. 1981. Estimated crop losses due to weeds non-chemical management. pp.159-167. In D. Pimental, ed. Handbook of Pest Mangement in Agriculture. Vol. 1. CRC. Press, Inc. Boca. Raton. FL.
2. Bayer, D.E. and J.E. Hill. 1989. Weed control practices and problems in direct-seeded rice. Proc. 12th APWSS. Conf. 53-56.
3. Esau, K. 1977. Anatomy of seed plants. p. 550.
4. Fitter, A.H. and R.K.M. Hay. 1987. Environmental physiology of plants. p.423.
5. Hull, H.M., D.G. Davis, and G.E. Stolzenberg. Action of adjuvants on plant surfaces. 26-66.
6. 金純哲. 1992. 벼 直播栽培의 雜草發生 生態와 效果的인 防除法. 韓雜誌. 12(3) : 230-260.
7. Kramer, P.J. 1983. Water relations of plants. Academic Press. p.489.
8. 三石昭三·井村光夫. 1982. 水稻の湛水直播における諸問題 I. -湛水土壤中 直播法を中心にして-. 農業および園藝 57(10) : 1265-1388.
9. 中山治彦. 1968. 比エの葉部組織について. 雜草研究 No.7 46-49.
10. 卞鍾英·吳世鉉·金昭年. 1988. 水稻 湛水直播栽培에서 除草劑의 安全性에 關한 研究. 韓雜草誌. 8(1) : 59-63.
11. Sabri Gamil Almed, A.E.W., H. Shibayama and H. Watanabe. 1989. Variation in the growth of plants of weed species in dry-seeded fields and their control. Proc. II 12th APWSS Conf. : 465-470.
12. 延圭輻·金吉雄·申東賢·李仁中·鄭鐘宇·金鶴基. 1991. 벼 直播栽培의 雜草와 作物間의 競合 및 防除. 韓雜草誌. 11(3) : 178-186.
13. Zhang, Z.P. 1989. Phytotoxicity of trifluralin on rice and its use in direct seeded rice (dry sown rice). Proc.I 11th APWSS Conf. : 113-118.
14. 星川清親. 1975. 解剖圖說イネの生長. 社團法人 農産漁村文化協會. p.137.
15. 松尾孝嶺. 1990. 稻學大成 第1卷. 形態編 p.670.