

## Bensulfuron에 對한 耐性 및 感受性 水稻品種의 電氣泳動 表現型 差異

鞠龍仁\* · 具滋玉\* · 金永柱\* · 李度鎭\*

### Difference in Electrophoretic Phenotypes of rice Cultivars Selected to Bensulfuron

Kuk, Y. I., J. O. Guh, Y. J. Kim and D. J. Lee

#### ABSTRACT

The study was intended to know any relations between the rice tolerance to bensulfuron and varietal speciation in seed protein composition or any enzymatical alleles with or without chemical treatment. Rice varieties used were UCP-28, Chinsurah Boro II, Fukunohama, Fadehpur-2, IR 14252-13-2-2-5 as the tolerant group, and HP 93(3)FA, HP94(9) FA, Padilabou Alumbis, KH-17854, and IR 1846-2841-1 as the susceptible, respectively. Electrophoretic methods used were SDS-PAGE for seed protein, 7% PAGE for isozymes (acid phosphatase, peroxidase, malate dehydrogenase, and esterase from rice seedling) and variation in isoenzyme profiles (malate dehydrogenase, peroxidase, and esterase) as affected by different concentrations of bensulfuron(0,  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$  and  $3 \times 10^{-5}$ M) was also studied.

The results are summarized as follows.

- Among 16 bands separated in seed proteins, two different rice groups selected in terms of tolerance to bensulfuron were clustered in dissimilarity, which was based on relatively larger area in whole peaks and higher activities in N, O, P bands for the tolerant group.
- Among isozymes obtained from rice seedlings without chemical treatments, the following specificities were obtained. The tolerant varieties had the relatively higher activity in D band out of 4 peroxidase bands. Malate dehydrogenase was separated into 3 bands and only tolerant varieties had A band and higher activities in B and C bands. Esterase was separated into 3-4 bands with higher activities in A and B bands for tolerant varieties. There were one major band accompanied by 2-3 minor bands for acid phosphatase in which only tolerant varieties had the B band.
- The effect of Bensulfuron concentration on the isozyme activities showed that the activity of C band in peroxidase was not present in tolerant varieties which was contrary to the increased activities in susceptible varieties. However, D band was gradually disappeared only in susceptible varieties as the concentration of bensulfuron was increased. For malate dehydrogenase in the susceptible varieties, major bands D, E and F kept consistantly higher activities while minor bands A, B and C disappeared sensitively. Among 5 bands of esterase separated, D band was present only in the tolerant varieties while E band only in the susceptible. The activities in A, C, E bands were sharply decreased in the susceptible varieties as the concentration of bensulfuron was increased.

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

## 緒 言

Bensulfuron은 sulfonyl-urea 系의 새로운 水稻用 除草劑로 開發되기에 이은 植物로서 吸收, 移行 및 體內代謝를 거치면서 amino酸 가운데 valine, isoleucine 등의 合成에 關여하는 酵素의 生成을 抑制하는 것으로 알려지고 있다.<sup>9,20)</sup> 뿐만 아니라 1 Ha 당 50 g 前後의 微量으로도 대부분의 雜草가 防除될 수 있는 高度生理活性을 갖기 때문에 많은 관심을 모으고 있다.<sup>3,21,22,25,26,27)</sup>

Bensulfuron에 대한 水稻의 보다 완전히 選擇性 發現과 安全使用方法을 具體化하기 위하여 水稻品種에 대한 耐性情報를 얻으려는 努力이 기울어지고 있다. Nakayama 등<sup>13)</sup>이나 Ohno 등<sup>14)</sup>은 벼 品種 가운데 indica型이나 indica × japonica型이 japonica型보다 bensulfuron에 대하여 相對的인 耐性을 보인다고 하였으며, Pyon 등<sup>16)</sup>은 이들에 대한 耐性機作을 吸收·移行 및 代謝面에서 比較檢討한 바가 있다.

本 試驗은, 이들과 같은 맥락에서, 앞의 選拔을 하였던 bensulfuron에의 耐性 및 感受性 品種들을 資料로 하여, 이들 品種群 및 品種間의 遺傳의 種特異性을 밝힐 目的으로 種實蛋白質과 數種 同位酵素의 造成差異를 比較한 것이다.

## 材料 및 方法

### 1. SDS-Polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE)에 의한 種實蛋白質의 電氣泳動 樣相

供試品種은 既히 400 水稻品種 가운데 bensulfuron에 가장 耐性을 보였던 UCP-28, Chinsurah Boro II, Fukunohana, Fadehpur-2, IR 14252-

13-2-2-5의 5品種과 가장 感受性이었던 HP 93 (3) FA, HP 94 (9) FA, Padilabou Alumbis, K II-17854, IR 1846-2841-1의 5品種이었다.

이들 10品種의 種實蛋白質을 電氣泳動에 供試한 節次(試料準備, 發色, 展開, 計算 및 解析)는 前報의 oxyfluorfen에 대한 試驗<sup>9)</sup>에서와 同一하게 하였다.

### 2. 7% Polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE)에 의한 同位酵素의 電氣泳動 樣相

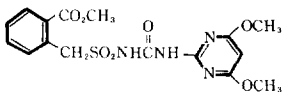
供試品種은 앞의 試驗 1에 供試하였던 耐性 5品種과 感受性 5品種이었으며, 이들 種實을 3日間 沈種하고 催芽시킨 後에 plastic製 育苗床子(57 × 28 × 2 cm)內의 vermiculite에 播種하고 硝子室內에서 5일간 育苗하였다. 이들 5日齡의 幼苗로부터 試料를 採取하여 esterase, acid phosphatase, malate dehydrogenase 및 peroxidase를 電氣泳動한 諸般節次와 方法은 前報의 oxyfluorfen에 대한 試驗<sup>9)</sup>에서와 同一하게 하였다.

### 3. Bensulfuron 處理에 따른 同位酵素 電氣泳動의 差異

供試品種은 bensulfuron에 대표적 耐性과 感受性 反應을 보였던 Chinsurah Boro II와 IR 1846-2841-1이었으며, 앞의 試驗들에서와 마찬가지로 沈種 및 催芽된 種實을 無處理를 포함하여 서로 다른 濃度로 bensulfuron이 處理된 agar培地에 播種하고, 生長箱內 置床한 後 5日間 育苗된 幼苗의 地上部를 採取하여 電氣泳動의 試料로 하였다. 供試藥劑의 處理濃度는 無處理,  $10^{-6}$  M,  $10^{-5}$  M 및  $3 \times 10^{-5}$  M의 4水準이었다. 이들 試料의 準備 및 同位酵素 電氣泳動의 諸般 節次와 方法은 前報의 oxyfluorfen에 대한 試驗<sup>9)</sup>에서와 同一하게 하였다.

供試藥劑에 대한 情報는 대략 다음 表에 提示한 바와 같다.

#### Chemical information of bensulfuron used.

Common & tradename	: Bensulfuron & Londax
Chemical name	: Methyl-2-[(4,6-dimethoxy pyridin-2-yl) amino carbonyl] aminosulfonylmethyl benzoate
Structural formula	: 
Formulation	: 0.15 G
Solubility	: 8 ppm(water, 25°C)

## 結果 및 考察

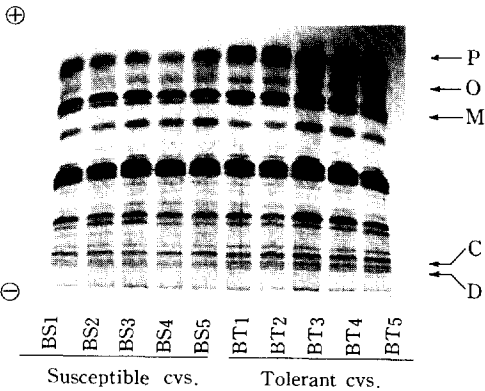
### 1. SDS-Polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)에 의한 種實蛋白質의 電氣泳動 樣相

種實은 榮養生長에 이어서 生殖生長으로 轉換된 以後에 生成되기 때문에, 種實蛋白質은 環境的으로 比較的 安定된 狀態를 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>10, 23)</sup> 따라서 bensulfuron에 이미 耐性 및 感受性反應을 보였던 選拔品種群의 群異性을 遺傳的 背景下에서 밝히기 위하여 이들 種實蛋白質의 電氣泳動 pattern을 分析하는 일은 意味가 있을 것이다.

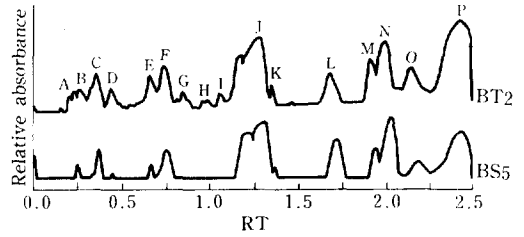
SDS-PAGE에 의하여 이들 品種群의 種實蛋白質을 電氣泳動시킨 結果, 그림 1에 나타낸 바와 같이, 대략 16個 程度의 band를 얻을 수 있었다.

鮮明하지 않은 minor band를 除外하고는 두 品種群間에 band의 種類는 일치하는 것으로 보였으며, 다만 bensulfuron에 耐性이었던 群의 品種들이 M, O, P band에서 活性이 높게 나타나는 傾向임을 알 수 있었다.

따라서 이들에 대한 量的情報를 얻기 위하여 densitometer로 scanning하여 判讀한 結果(例示: 그림 2), 各群이 보인 peak面積의 경우, 耐性品種群이 感受性品種群보다 平均 37%程度 크게 나타났



**Fig. 1.** Banding patterns of SDS-PAGE of proteins in 10 rice cultivars selected to bensulfuron [BS1: HP 93(3)FA, BS2: HP94(9)FA, BS3: Padilabou Alumbis, BS4: KH17854, BS5: IR1846, BT1: UCP 28, BT2: Chinsurah Boro 2, BT3: Fukunohama, BT4: Fadehpur-2, and BT5: IR14252].



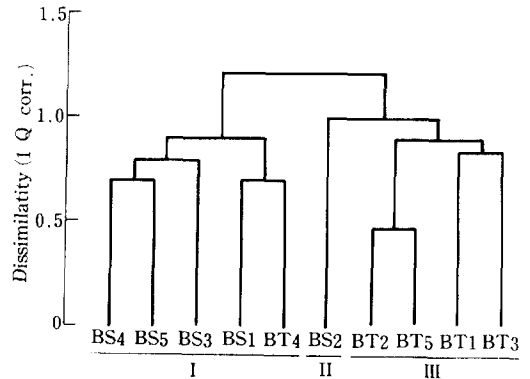
**Fig. 2.** Densitometer scans of protein bands in selected rice cultivars to bensulfuron. Scans taken from gels illustrated in Fig. 1.

으며, 耐性群은 感受性群보다 많은 minor band들(A, G, H, I)을 保有하고 있었다.

따라서 種實蛋白質의 電氣泳動 pattern이 單純하다는 報告<sup>4)</sup>와는 다소 差異가 있으나 84개 band를 얻을 수 있었다는 Comas 등<sup>5)</sup>의 報告보다는 훨씬 단순한 分離結果였다. 그러나 本 結果의 平均 peak, 面積에서 보인 差異는 活性蛋白質의 差異이며, 크고 작은 각 band는 種實內的 蛋白質과 濃分相互間에 質的一量的으로 變化한 結果이므로<sup>2)</sup>, bensulfuron에 耐性이었던 品種들은 根源的으로 代謝活性이 높은 特性을 갖는 것으로도 解析이 된다.

각 品種의 densitometer scanning 結果로부터 16 band의 peak面積을 얻고, 이를 根據, 즉 變量으로 하여 각 品種間 1-Q 相關을 計算하고, 이를 dendrogram으로 作成分類한 結果는 그림 3에서와 같았다.

즉 band pattern의 品種相互間 非類似系數로 보아 대략 I, II, III群으로 分類될 수 있었으며, ben-

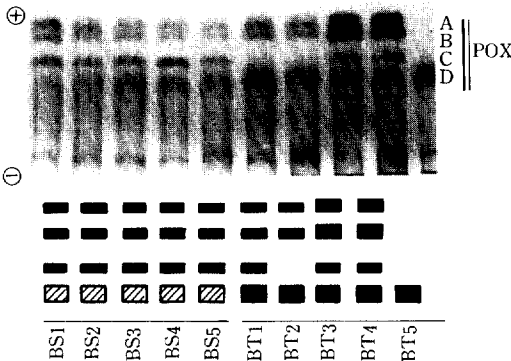


**Fig. 3.** Dendrogram in dissimilarity among 10 rice cultivars computed by 16 band areas from SDS-PAGE scans [Cultivars: Refer to Fig. 1.]

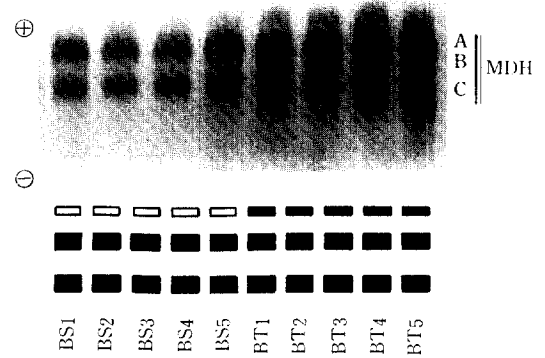
sulfuron에 感受性이었던 BS1, BS3, BS4, BS5 가 서로 類似性이 있어서 I群을 形成하였고, BS2는 이들 群과 달리 特異性을 보여 單獨으로 II群을 形成하였으며 耐性이었던 BT1, BT2, BT3, BT5가 III群을 形成하였다. 따라서 耐性氣質을 갖지 않은 BS2가 單獨群으로 分類된 것은 어느 程度 이해될 수 있겠으나 耐性이었던 BT4가 오히려 I群에 分類된 점은 試驗이나 分析誤差에 의한 例外的인 結果일 것으로 받아들여진다. I群과 II群의 分析特性은 특히 P band에서의 量的差異와 A, G, H, I 등의 여러 minor band 有無 및 全體 peak 面積의 大小 등에 特異性이 있었던 데 起因된 것으로 보인다. Dormency 등<sup>6)</sup>도 種實蛋白(prolamine)의 電氣泳動 結果로 simazine에 대한 耐性差異가 주로 band 面積의 量的變異에 있으며, 이에 있어 品種群間 差異도 밝힐 수 있었다고 報告한 바 있다. 뿐만 아니라 Mastenbroek 등<sup>13)</sup>이나 Oard 등<sup>18)</sup>, 또는 Wallace 등<sup>24)</sup>도 種實蛋白의 電氣泳動이 幼苗酵素보다 多樣하고 安定的이기 때문에 clustering하는데 合理的이고 또한 地理的, 形態的 特性과 一致된 分類可能性이 있음을 報告한 바 있어 本 結果의 보다 면밀한 研究가 뒤따르는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

## 2. 7% Polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE)에 의한 同位酵素의 電氣泳動 樣相

耐性差異로 選拔된 두 水稻品種群의 幼苗로부터 peroxidase를 分離시켜 本 結果는 그림 4에 提示한



**Fig. 4.** Zymogram of peroxidase(POX) isozyme variation from 10 rice cultivars selected to bensulfuron(upper) and diagrammatic representation of band patterns in POX locus (lower) [Cultivars: Refer to Fig. 1.]

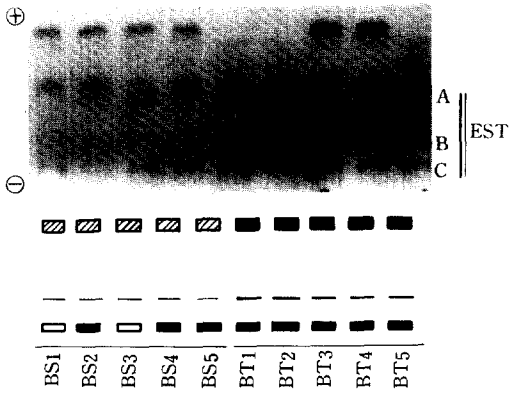


**Fig. 5.** Zymogram of malate dehydrogenase (MDH) isozyme variation from 10 rice cultivars selected to bensulfuron(upper) and diagrammatic representation of band patterns in MDH locus(lower) [Cultivars: Refer to Fig.1.]

바와 같았다.

즉 peroxidase에서 대략 4개의 band가 確認되었는데, BT5(cv. IR14252)의 경우, A, B, C band가 나타나지 않았기 때문에 耐性群이 갖는 band pattern 特異性은 D band의 活性이 感受性群보다 컸다는 점에 있었다. 生理的으로 보아 peroxidase는 脂肪酸의 分解로 過酸化물을 제거하고, 體內的 IAA를 消去시키며 地上部 生長을 抑制시키므로써 生體膜을 環境으로부터 保護하는 役割을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>7)</sup> 즉 生體膜의 構造破壞에 의한 浸透性 增大을 막는다. 이런 관점에서 볼 때, D band의 活性差異는 peroxidase의 이들 技能과 연관이 되어 bensulfuron 吸收差異에 따른 品種群間 耐性差異를 誘發할 수 있는 것으로 解析된다.

Malate dehydrogenase(MDH)의 경우, A, B, C의 3개 major band와 그의 여러개의 minor band를 識別할 수 있었다. Bensulfuron에 耐性이었던 品種群은 感受性群과 달리 A band를 가질 뿐만 아니라 B, C band의 活性도 多少 높은 것으로 判讀되었다(그림 5). Gottlieb<sup>8)</sup>도 MDH의 電氣泳動으로 3~4개 band가 確認된다고 함으로써 本 分析과 대체로 一致하는 것으로 보였으며, MDH가 體內에서는 TCA 回路나 呼吸 및 glyoxylate 回路, 또는 CO<sub>2</sub> 固定에 役割을 하는 點<sup>11)</sup>으로 미루어 A band의 活性은 곧 耐性品種의 bensulfuron 作用機作에 對應하는 技能과 관련되는 것으로 推定된다. 이는 Longo 등<sup>12)</sup>이 報告한 바와 같이, MDH가 주로 旺盛한 發育期로서 어린 時期에 민감하게 달라지며 나

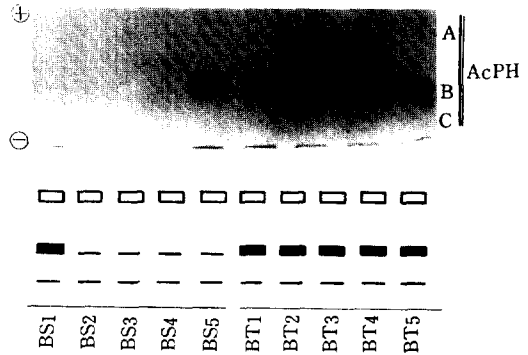


**Fig. 6.** Zymogram of esterase(EST) isozyme variation from 10 rice cultivars to bensulfuron(upper) and diagrammatic representation of band patterns in EST locus(lower) [Cultivars : Refer to Fig.1.]

타나는 點으로서도 이해가 된다.

한편, 脂肪酸의 加水分解酵素인 esterase의 電氣泳動 結果로는 3~4개의 major band를 비롯한 두 개의 minor band를 얻을 수 있었다. 이들 가운데 A band와 B band 活性는 bensulfuron에 耐性を 보였던 品種들에서 共通的으로 높게 나타났으며, C band는 一定한 傾向을 나타내지 않았다(그림 6). Esterase는 外部의 環境에 대처하여 生體膜의 脂肪構造를 變化시킴으로써 植物體를 保護하는 役割을 하기 때문에<sup>7)</sup> bensulfuron에 耐性を 보였던 것은 이들 物質의 體內吸收에 대처한 esterase의 活性增大에 起因했을 것으로 解析된다. Bensulfuron에 대한 水稻品種의 耐性要因中 하나가 吸收差이에 있음을 報告한 例<sup>17)</sup>가 있다. Ohno 등<sup>15)</sup>도 耐性인 RD-1이 感受性인 벼 品種 Koshihikari 보다 吸收량이 相對的으로 높았음을 報告한 바 있다. 이와 관련된 esterase의 役割을 주목해 볼 필요가 있을 것이다.

Acid phosphatase는 수많은 研究에서 特異的인 反應을 보이는 것으로 報告되고 있으며, 生理的인 役割은 아직도 不明한 點이 많다<sup>11)</sup>. 이들 同位酵素는 細胞壁과 細胞質에 分布하며<sup>12)</sup>, 發芽後 數日間の 幼苗에서 急増하는 것으로 알려져 있다.<sup>16)</sup> 本 分析에서는 하나의 major band와 2~3의 minor band가 確認되었으며, bensulfuron에 感受性이었던 BS 1(cv. HP 93(3) FA)을 除外한다면 두 品種群間에 耐性群은 major band B를 갖고 感受性群은 B band를 갖지 않는 것으로 明確히 區分지을 수 있었다. 또한 C band도 B band와 類似한 傾向으로 追



**Fig. 7.** Zymogram of acid phosphatase(AcPH) isozyme variation from 10 rice cultivars selected to bensulfuron(upper) and diagrammatic representation of band patterns in AcPH locus(lower) [Cultivars : Refer to Fig.1.]

跡되었다(그림 7).

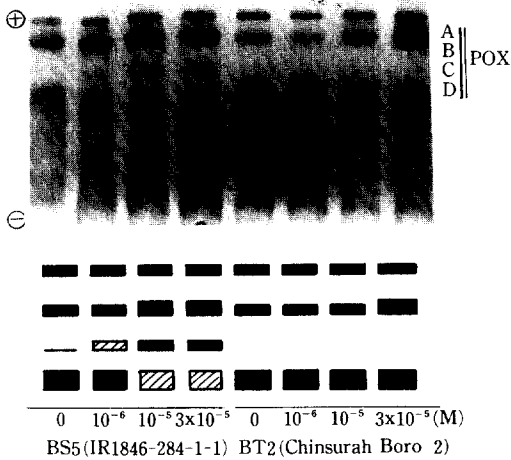
이상의 同位酵素 分析結果로 볼 때, bensulfuron에 대한 耐性 差異의 두 品種群間에 주요 生理機作에 참여하는 이들 同位酵素의 表現型은 어느 程度 合理的으로 判別될 수 있는 것으로 생각되었다.

### 3. Bensulfuron 處理에 따른 同位酵素 電氣泳動的 差異

供試品種(耐性은 Chinsurah Boro II, 感受性은 IR 1846-284-1-1) 幼苗에 bensulfuron을 0,  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $3 \times 10^{-5}$ M 濃度로 處理된 agar 培地에서 5日間 자란 幼苗의 peroxidase 電氣泳動 pattern은 그림 8에서와 같이 表現되었다.

品種 및 處理濃度에 따라 3~4個 band를 確認할 수 있었으며, 無處理에서는 두 品種間 差異가 없었으나 處理濃도가 높아짐에 따라 感受性 品種에서는 B 및 C band의 活性가 생겨 漸増하는 반면 D band는 점차 消失되는 樣相이었다. 그러나 耐性 品種에서는 處理와 無關하게 C band가 없었고, A, B, D band의 活性變化도 나타나지 않았다. 앞에서 考察했듯이, peroxidase는 脂肪酸 分解酵素로서 生體膜의 外部物質 浸透를 막는 役割을 하기 때문에<sup>7)</sup>, 本 分析 結果에서도 D band가 이들 役割과 관련되는 것으로 보이며, B 및 C band의 生成 및 增大은 bensulfuron의 吸收에 따른 새로운 分子構造의 生成에 原因이 있는 것으로 보인다.

Malate dehydrogenase(MDH)의 경우에서는 대략 6個의 band를 確認할 수 있었는데, major band

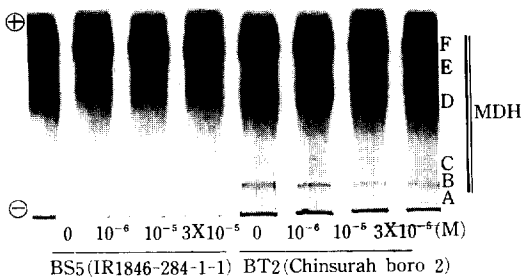


**Fig. 8.** Zymogram of peroxidase(POX) isozyme variation as affected by treatment of bensulfuron(upper) and diagrammatic representation of band patterns in POX locus(lower)

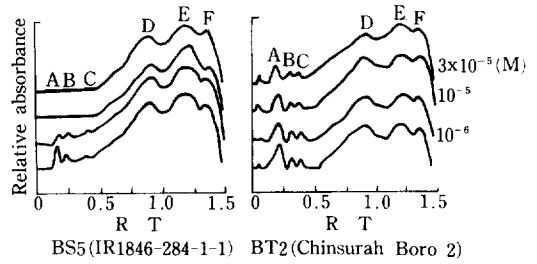
인 D, E, F는 전반적으로 耐性보다 感受性에서 높게 나타난 반면, 藥處理 濃度에 따른 變化는 크지 않은 傾向이었다(그림 10).

그러나 minor band인 A, B, C allele에서는 品種間에 藥處理濃度에 따라 다른 樣相을 나타내었다. Bensulfuron에 耐性이었던 Chinsurah Boro II의 경우, 藥處理濃度가 增加되더라도 이들 band의 變化는 거의 없는 現象이 있으나 感受性이었던 IR 1846에서는  $10^{-6}$  M에서 이미 거의 消失되는 傾向을 나타내었다.

Bensulfuron에 대한 耐性差異는 MDH의 D, E, F band가 나타내는 活性差異(量的差異)와 A, B, C band가 나타내는 活性變化(消失特性)을 중심으로 하여 보다 깊은 研究가 뒤따라야 할 것으로 생각되



**Fig. 9.** Banding patterns of malate dehydrogenase (MDH) isozyme variation as affected by treatment of bensulfuron.

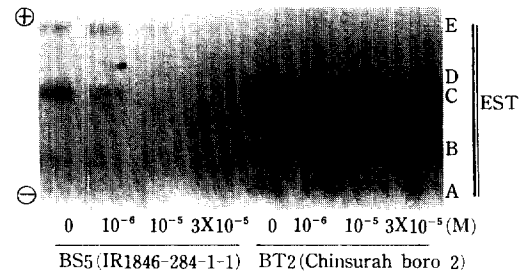


**Fig. 10.** Densitometric scans of malate dehydrogenase(MDH) isozyme variation as affected by treatment of bensulfuron. Scans taken from gels illustrated in Fig. 9.

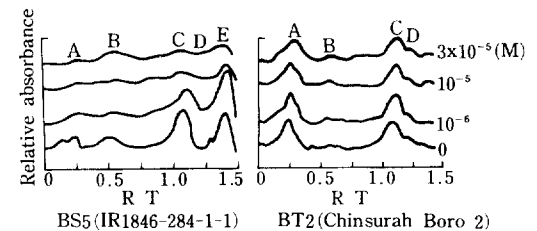
었다(그림 10).

또한 外部環境에 대한 植物生體膜의 保護役割을 하는 酵素 가운데 빼놓을 수 없는 것이 esterase 이다.<sup>7,10</sup> 本 分析에서는 대략 5개 程度의 band가 確認되었다(그림 11).

耐性品種에서는 A, B, C, D의 4個 band가 나타났으나 感受性에서는 A, B, C, E의 4個 band만 確認되는 差異를 보였다. 또 藥處理 濃度增大에 따른 각 band의 變化特性에 있어서는, 耐性品種의 경우, A와 C band가 活性을 높게 維持하며 持續되는 傾向을 보인 반면에 感受性 品種에서는 A, C, E



**Fig. 11.** Banding patterns of esterase(EST) isozyme variation as affected by treatment of bensulfuron.



**Fig. 12.** Densitometric scans of esterase(EST) isozyme variation as affected by treatment of bensulfuron. Scans taken from gels illustrated in Fig.11.

band의 활성이 민감하게消失되는 様相을 나타내었다(그림 12). 本 試驗의 供試藥劑인 bensulfuron은 sulfonylurea系의 化合物로서 벼와 같이解毒力이 있는 植物은 다소의 生長抑制 現象을 나타내는 程度로 藥害를 輕微하게 받을 뿐이며, 枯死하는 일은 거의 없는 것으로 알려져 있다.<sup>3,17,20,27</sup> 本 試驗에서도 試料의 枯死는 惹起되지 않았기 때문에 本 分析에서 esterase의 A, C, E band가 消失된 것은 藥害에 따른 結果의 産物에 起因된 것이 아니라 두 品種間의 遺傳的 背景 差異에 起因한 藥劑反應의 差異와 이들 現象의 表現差異로 나타난 것으로 解析된다.

즉 두 品種間에 esterase 活性에서의 遺傳的 差異로 bensulfuron의 吸收와 反應에 差異가 나타난 것이고, 이들 結果로 esterase band profile의 差異를 나타내게 되었을 것으로 생각된다.

## 摘 要

Bensulfuron에 대표적인 耐性群(UCP-28, Chinsurah Boro II, Fukunohama, Fadehpur-2, IR 14252-13-2-2-5)과 感受性品種群(HP 93(3) FA, HP94(9) FA, Padilabou Alumbis, KH-17854, IR 1846-2841-1)을 供試하여 種實 蛋白質(SDS-PAGE)과 幼苗 同位酵素(malate dehydrogenase, acid phosphatase, peroxidase, esterase: 7% PAGE)의 電氣泳動 profile을 分析하고, bensulfuron 0,  $10^{-6}$ ,  $10^{-5}$ ,  $3 \times 10^{-5}$  M 용액에서 生長한 두 대표 品種(cv. Chinsurah Boro II와 cv. IR 1846)의 5日齡 幼苗의 同位酵素 profile 變化 様相을 比較하므로써, bensulfuron에의 耐性差異와 이들 電氣泳動 profile 差異가 갖는 聯關性을 알고저 하였다.

結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 種實蛋白質의 電氣泳動으로 16個 band를 確認할 수 있었고, 이를 根據로 clustering한 結果, 耐性에서의 M, O, P band가 높게 나타났고 또한 전체 peak面積이 크다는 特異性에 起因하여 두 品種群間에 非類似性이 認定되는 程度로 分類되었다.

2. 無處理된 幼苗의 同位酵素 가운데, peroxidase로는 4個 band가 얻어졌고, 耐性群의 特異性은 D band에서의 活性이 높은 데 있었다. Malate dehydrogenase는 3個 band로 分離되었고, 耐性群만이 A band를 나타내며 B 및 C band도 耐性

群에서 선명하였다. Esterase는 3~4個 band로 區分되었고 耐性群이 A 및 B band에서 높은 活性을 보였다. Acid phosphatase는 하나의 major band와 2~3個의 minor band로 나타났으며 耐性群만은 B band를 갖는 傾向이었다.

3. Bensulfuron의 處理濃도에 따라, 同位酵素 가운데 peroxidase는 感受性에서만 C band의 生成과 D band의 消失現象이 惹起되었고, 耐性品種에서는 C band가 나타나지 않았으며, 다른 band에서의 變化도 없었다. Malate dehydrogenase의 경우, major band인 D, E, F는 感受性에서 活性이 컸고 變化는 없었으며, minor band인 A, B, C는 感受性에서만 敏感하게 消失되었다. Esterase는 5個 band로 表現되었으며 耐性에서는 A, B, C, D 感受性에서는 A, B, C, E만 나타났으며, 藥處理濃度增加로 感受性品種은 A, C, E band의 活性이 敏感하게 消失되었다.

## 引 用 文 獻

1. Bieleski, R.L. (1973). Phosphate pools, phosphate transport and phosphate availability. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 225-252.
2. Bietz, J.A. and G.C. Sharma (1983). Differences in endosperm proteins between yellow berry and normal triticales. *Crop Sci.* 23: 704-708.
3. Chiang, Y.J. and L.S. Leu (1987). Effect of application timing and residual period of londax on main paddy weeds in taiwan. *Proc. 11th APWSS*: 223-231.
4. Choi, J.S., J.H. Ryu, H.B. Park and H.M. Kim (1988). Electrophoresis techniques for identification of callus induced from *Pinella ternata* (Thunb.) Breit. 1. Analysis of protein and enzymes of callus induced from *Pinella ternata* (Thunb.) Breit. *Kor. J. Crop Sci.* 33-2: 122-125.
5. Comas, C.I., J.H. Hunziker, and J.V. Crisci (1979). Species relationships in bulnesia as shown by seed protein electrophoresis. *Biochem. Syst. Ecology* 7: 303-308.
6. Darmency, H., J. Landry and J. Mosse. (1981). Biochemical data on blackgrass

- prolamines and their importance for taxonomic purposes. *Biochem. Syst. Ecology* 9-213 : 171-174.
7. Devlin R.M. and F.H. Witham (1983). *Plant physiology*, Willard Grant Press, Boston.
  8. Gottlieb, L.D. (1982). Conservation and duplication of isozymes in plants. *Science* 216 : 373-380.
  9. Kuk, Y.I, J.O. Guh, D.T. Lee and Y.J. Kim (1989). Difference in electrophoretic phenotypes of rice cultivars selected to Oxyfluorfen. *KJWS* 8(2).
  10. 許文會 (1986). 벼의 遺傳과 育種. 서울大學校 出版部.
  11. Kim, H.J. and H.G. Park (1984). Application of electrophoresis in testing the genetic purity of  $F_1$  hybrid seeds of radish (*Raphanus sativus*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 25(4) : 256-262.
  12. Longo, C.P. and J.G. Scandalios (1969). Nuclear gene control of mitochondrial malic dehydrogenase in maize. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 62 : 104-111.
  13. Mastenbroek, I., C.E. Cohen and J.M.J. Dewet (1981). Seed protein and seedling isozyme pattern of zea mays and its closest relatives. *Biochem. Syst. Ecology* 9 : 213 : 179-183.
  14. Nakayama, H., M. Konnai, Y. Takeuchi and T. Takematsu (1986). Difference in susceptibility of rice cultivars to DPX-F 5384. *Jap. Weed Res.* 31(Suppl.) : 107-108.
  15. Ohno, A., K. Ishizuka, T. Yuyama, and S. Takeda (1986). Activity and absorption of DPX-F 5384 among rice cultivars. *Weed Res. (Jap.)* 31(Suppl.) : 109-110.
  16. Presley, H. and L. Fowdon (1965). AcPh and Isocitrate Production during Seed Germination. *Phytochem.* 4 : 169-170.
  17. Phon, J. Y., A. Ohno, K. Ishizuka, and H. Matsumoto (1987). Selective mode of action of root-applied bensulfuron-methyl among rice cultivars, *Proc. 11th APWSS* : 99-107.
  18. Qard, M. and J.M.J. Dewet. (1983). Electrophoretic variation of seed proteins among U.S. Populations of *tripsacum dactyloides* var. *dactyloides*. *Biochem. Syst. Ecology.* 11-1 : 41-45.
  19. Takeda, S., D.L. Erbes, P.B. Sweetser, J. V. Hay and T. Yuyama (1986). Mode of herbicidal and selective action of DPX-F5384 between rice and weeds. *Weed Res. (Japan)*. 31-2 : 157-163.
  20. Takeda, S., P.B. Sweetser, D.L. Erbes, and T. Yuyama (1985). Mode of selectivity of londa herbicide (DPX F5384) in paddy Rice. *Proc. 10th APWSS* : 156-161.
  21. Takeda, S., S. Yuyama, R.C. Ackerson, R. C. Weigel, R.F. Saners, W. Neal, D.G. Gibian and P.K. Tseng (1985). Herbicidal activities and selectivity of a new rice herbicide DPX-F5384. *Weed Res. (Jap.)* 30-4 : 284-289.
  22. Takeda, S., T. Yuyama, R.C. Ackerson and R.C. Weigel (1985). Selection of rice herbicide from several sulfonylurea compounds. *Weed Res. (Jap.)* 30-4 : 278-283.
  23. Tateoka Tuguo (1983). *Plant speciation and Taxonomy*. 養賢堂.
  24. Wallace, R.S. and D.E. Fairbrothers (1986). Isoelectrically focussed seed proteins of populations of *opuntia humifusa* (Raf.) Raf. (Cactaceae). *Biochem. Syst. Ecology* 14-4 : 365-369.
  25. Yuyama, T., P.B. Sweetser, R.C. Ackerson, and S. Takeda (1986). Safening of DPX-F5384 on rice by combination with thiocarbamate herbicides. *Weed Res. (Japan)* 31-2 : 164-170.
  26. Yuyama, T., R.C. Ackerson, S. Takeda and Y. Watanabe (1987). Soil and water relationships on the behavior of bensulfuron Methyl (DPX-F5384) under the paddy field condition. *Weed Res. (Japan)* 32-4 : 282-291.
  27. Yuyama, T., S. Takeda, H. Watanabe, T. Asami, S. Peudpaichit, J.L. Malassa and P. Heiss (1983). DPX-F5384-A New broad spectrum rice herbicide. *Proc. 9th APWSS*.