

Bensulfuron-methyl 處理에 따른 耐性選拔 水稻品種의 吸收 및 移行差異

具滋玉* · 卞鍾美** · 石塚皓造***

Differential Absorption and Translocation of Bensulfuron-methyl Between Selected Rice Cultivars

GUH J.O.,* J.Y. PYON** and K. ISHIZUKA***

ABSTRACT

A serial study on differential response in absorption and translocation of ¹⁴C-bensulfuron-methyl was conducted by use of a group of selected rice cultivars as the tolerant or the susceptible to bensulfuron-methyl.

Trial 1. Differential Response in Absorption and Translocation of Selected Cultivar Group.

The susceptible cultivar group has reached as higher rate as 102%, 113%, 115%, 127% and 113% of the tolerant cultivar group in root absorption per seedling, per unit dry weight, and the rate of translocation from bottom to shoot, respectively.

Trial 2. Differential Response in Absorption and Translocation of Selected Rice Cultivar as Affected by Exposed Time of Root Portion upto 48 hrs.

- Regardless of leaf stage of experimented plants, the amount of absorption per seedling and per unit dry weight has reached rather higher in the susceptible(cv. IR 1846) than the tolerant(cv. Chinsurah Boro II). However, separating by portions, the tolerant was realized higher rate of absorption in root but the susceptible in shoot, respectively.
- Translocation rate from root to shoot, namely the individual seedling based rate of radioactivity in shoot to total radioactivity, was significantly higher in the susceptible than the tolerant.
- Depending on higher rate of seedling growth at the time of chemical treatment, the susceptible(cv. IR 1846) was seemed more sensitive even at equivalent rate of absorption and translocation.

緒 言

本 研究은 앞의 Oxyfluorfen 試驗에서와 同一한 趣旨下에서 sulfonyl-urea系인 bensulfuron-methyl 에 대한 相異한 感受性의 두 品種벼를 供試하여, 感受性 差異의 根據를 藥劑의 吸收나 移行 및 代謝差異面에서 究明할 目的으로 遂行되었다.

材料 및 方法

試驗 1. 選拔品種群間의 吸收 및 移行 差異

Bensulfuron-methyl 에 대한 耐性品種으로는 H 93(3) FA, H 94(9) FA, Padilabou Alumbis, KH17854 및 IR 1846-284-1-1 의 5 品種, 感受性 品種으로는 群馬高砂早生, Fadah Pur, UCP 28,

*全南大學校 Chonnam Univ

**忠南大學校 Chungnam Univ

***日本筑波大學 Tsukuba Univ., Japan

Fukunohana 및 IR 14252-13-2-2-5의 5品種이
供試되었다.

^{14}C -bensulfuron-methyl은 phenyl環에 標識
한 化合物로서 specific activity는 相當 15 μCi
로서 幼苗의 根部와 下位莖部 1.5 cm까지를 2時間
에 걸쳐 1.3×10^{-6} M 藥濃度에 沈漬시키는 方法으
로 處理하였다.

植物材料의 育苗過程이나 藥劑處理方法 및 放射
線 測定은 Oxyfluorfen 處理의 試驗 1에서와 同一
하게 遂行되었다.

試驗 2. 選拔品種間의 藥劑沈漬時間에 따른 吸 收 및 移行 差異

代表的 耐性品種(Chinsurah Boro II)과 感受性
品種(IR 1836-284-1-1)을 2葉期苗과 4葉期苗로
나누어 供試하고 ^{14}C -bensulfuron-methyl 10^{-6}
M 溶液에 각각 3, 6, 12, 24, 48時間 뿌리部位
만 沈漬處理하였다. 苗의 生長條件은 앞의 試驗에서
와 同一하였다. 處理 및 沈漬時間이 經過된 苗는 乾
燥시킨 後 각각 莖葉部와 根部로 分割하고, sam-
ple oxidizer (packard tri-carb 306)로 試料를
酸化시켰으며, liquid scintillation counter(pack-
ard tri-carb 2000)를 利用하여 部位別 radi-
oactivity를 測定하였다.

Autoradiograph의 作成要領은 Oxyfluorfen 處
理 試驗 1에서와 同一하였다.

結果 및 考察

試驗 1. 選拔品種群間의 吸收 및 移行 差異

10^{-6} M의 ^{14}C -bensulfuron-methyl 溶液에 供
試植物의 뿌리와 下位莖部 1.5 cm까지를 24時間
沈漬處理한 後 個體當의 根部, 下位莖部 1.5 cm部
分, 1.5 cm 以上位의 莖部로 나누어 放射能(DPM)
을 測定한 結果, 表 1에 나타낸 바와 같았다.

즉, 앞의 Oxyfluorfen 試驗(試驗 1)에서와 마
찬가지로 幼苗 3個體當의 吸收, 移行量에 差異가
있어서 耐性品種群보다는 感受性品種群이 다소 높
은 數値를 나타내는 傾向이었다. 또한 類似한 傾
向을 單位乾物重(mg)當으로 換算된 數値에서도 認
定할 수 있었으나 두 選拔群間의 差異가 크지 않았
다. 즉 單位乾物重當으로 보아, 根部吸收量은 耐性
群보다 感受性群이 112.6%, 莖部吸收量에서는 127.3
%, 全體吸收量에서는 114.3%에 지나지 않는 程度

로 미미한 差異에 不過하였으며, 莖으로의 移行率에
있어서도 112.8%에 不過한 程度의 差異이었다.
Yuyama 등^{11,12}의 ^{14}C -bensulfuron-methyl 試
驗에 의하면, 吸收가 주로 뿌리에서 이루어지고 分
解는 莖葉에서 이루어진다고 하며, Foley²⁾나 Swi-
sher 등¹⁰⁾의 또 다른 sulfonyl-urea系 除草劑인
chlorsulfuron의 耐性實驗에 의하면 耐性品種은 吸
收移行보다 phenylring의 hydroxylation에 의한
體內澱粉에의 conjugation과 이에 따른 不活性能
의 差異에 따라 特性이 發現된다고 한다. 또한 Pyon
等⁸⁾은 bensulfuron-methyl에의 耐性 및 感受性品
種으로 hybrid系와 japonica系를 택하여 ^{14}C 試
驗을 遂行한 結果, bensulfuron-methyl에의 耐性
與否가 吸收能差異보다는 分解速度差異와 部分的인
移行性差異에 起因한다고 하였다.

이런 點들로 미루어 볼 때, bensulfuron-methyl
에의 水稻品種間, 혹은 品種群間의 耐性差異는 주어
진 時間內에서의 個體當 또는 乾物重當 吸收, 移行
이나 分解差異보다도 持續的으로 供給되는 環境下
에서 상당한 期間을 통하여 吸收, 移行하고 分解하며
生存 및 生長을 시키는 條件下에서의 總體的인 個
體當吸收能과 生長能에 의하여 差異를 評價하는 것
이 合理的인 것으로 判斷된다. 특히 bensulfuron-
methyl에 의한 植物體의 生育抑制反應은 valine
이나 leucine, isoleucine 등의 amino酸 合成
阻害에 따르며, 이들을 인위적으로 再供給해 주면
正常生育을 하게 되므로^{5,9)} 植物個體單位의 生長回
復力은 本藥劑에의 耐性反應을 左右하는 매우 중
요한 要因으로 作用할 것으로 생각된다.

試驗 2. 選拔品種間의 藥劑沈漬時間에 따른 吸 收 및 移行 差異

Sulfonyl-urea系의 除草劑가 禾本科植物에 吸
收 및 移行되는 問題에 관한 研究는 많다.^{1,2,8,9,11)}
그러나 이들 吸收·移行性에서의 品種間差異나 또는
이들 差異가 藥劑耐성과 關聯되었다는 確證은 不明
하다. 水稻에서의 bensulfuron-methyl에 대한 研
究例로는 Pyon 등⁸⁾의 japonica 및 hybrid系間
比較研究가 있어서 感受性인 japonica系보다 耐性
인 hybrid系가 뿌리吸收나 地上部移行率에서 다소
높았고, 또한 뿌리에서의 分解가 빠른 傾向이 있
다고 하였다. 그러나 實際的으로 이 藥劑의 分解는 葉
에서 이루어지는 것¹³⁾으로 밝혀져 있어서 品種의
耐性機作과 關聯하여 이에 따른 보다 면밀한 調査

Table 1. Variations in radioactivity of ¹⁴C-oxyfluorfen-methyl absorbed and translocated at each plant part of the selected rice cultivars.

Cultivar used	Root absorption	Shoot absorption	Total absorption	Translocation (%)
<i>Susceptible cvs.</i> DPM per three seedlings				
H 93(3) FA	64115.6	23924.7	88040.3	27.2
H 94(9) FA	80266.9	40391.4	120658.3	33.5
Padilabou Alumbis	50572.3	17246.0	67818.3	34.1
KH 17854	79797.5	27243.7	107041.2	25.5
IR 1846	58676.2	23382.8	82059.0	28.5
Mean	66685.70	26437.72	93123.42	29.76
<i>Tolerant cvs.</i>				
群馬高砂早生	59820.0	31069.9	90889.9	34.2
Fadeh Pur	72418.4	15778.6	88197.9	17.9
UCP 28	71911.5	29118.3	101029.8	28.8
Fukunohana	55691.1	13522.2	69213.3	19.58
IR 14252	68261.3	25707.3	93968.6	27.4
Mean	65620.46	23039.26	88659.72	25.56
<i>Susceptible cvs.</i> DPM per mg dry weight				
H 93(3) FA	2849.6	459.3	3308.9	13.9
H 94(9) FA	2691.0	505.7	3196.7	15.8
Padilabou Alumbis	2480.6	322.0	2802.6	11.5
KH 17854	3809.8	463.4	4273.2	10.8
IR 1846	2434.7	391.9	2826.6	13.9
Mean	2853.14	428.46	3281.60	13.18
<i>Tolerant cvs.</i>				
群馬高砂早生	2412.9	398.5	2811.4	13.9
Fadeh Pur	2712.3	317.0	3029.3	10.5
UCP 28	2588.7	384.1	2972.8	12.9
Fukunohana	2451.8	305.7	2757.5	11.1
IR 14252	2503.5	277.0	2780.5	10.0
Mean	2533.84	336.46	2870.30	11.68

연구가 이루어져야 할 것으로 생각되었다.

본 연구의 경우, 莖葉部와 根部를 合算하여 植物全體를 基準으로 한 植物個體當의 放射能과 單位乾物重當의 放射能 檢出量을 2葉期와 4葉期로 나누어 經時的으로 나타낸 것이, 각각 그림 1과 2 및 그림 3과 4이다. 處理後 24時間까지는 어느 경우에서라도 品種間 差異가 뚜렷하지 않았으나 處理後 48時間까지 時間이 經過함에 따라 耐性品種인 C-hinsurah Boro II가 感受性인 IR 1846 보다 더욱 吸收를 많이 하는 傾向이 있었다.

反面에 吸收한 總放射能에 대한 莖葉部에서의 放射能 比率(%)을 移行率로 하여 個體當 및 單位乾物重當으로 나타낸 것이 그림 5, 6, 7, 8이다. 대체로 보아, 移行率은 어느 경우에라도 吸收量에서보다 더욱 뚜렷한 差異로 感受性品種(IR1846)이 耐性

品種(Chinsurah Boro II)보다 높은 傾向을 나타내었다. 앞의 試驗 1에서는 吸收와 移行 모든 면에서 感受性品種群들이 耐性群보다 높은 傾向을 보임으로써 bensulfuron-methyl에 대한 水稻品種의 耐性機作이 吸收와 移行差異에 起因하는 것으로 解析될 수 있었다. 그러나 本 試驗 2에서는 處理部位를 地下部로만 局限하고 處理時間을 48時間까지 延長시켰는데 실제로 吸收 및 移行差異가 주로 24時間부터 48時間까지 經過하는 過程에서 이루어졌기 때문에 結果에서의 差異가 發生된 것으로 判斷된다.

Autoradiograph(寫眞 1)에서 볼 수 있듯이, 選拔品種間의 吸收 및 移行에 큰 差異는 期待하기 어려웠다. 즉 12時間 沈漬까지는 感受性인 IR 1846 보다 耐性인 Chinsurah Boro II의 葉에서 radio-

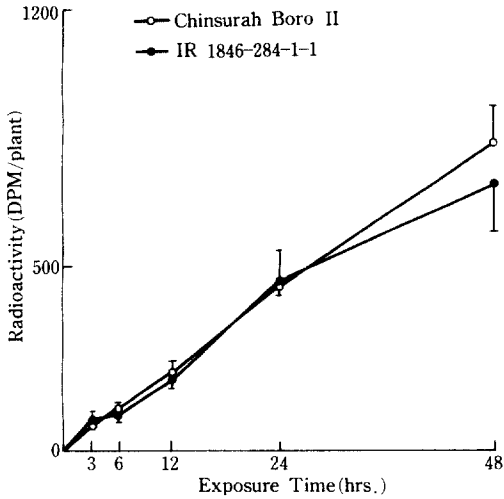


Fig. 1. Seedling based concentrations of ¹⁴C absorbed to rice cultivars at 2 leaf stage in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron methyl.

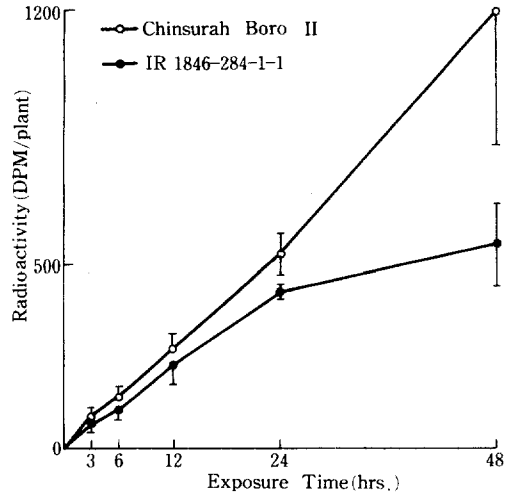


Fig. 2. Seedling based total concentrations of ¹⁴C absorbed to rice cultivars at 4 leaf stage in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron methyl.

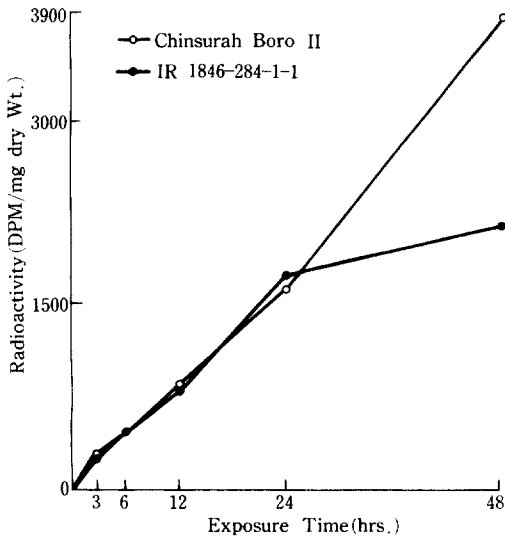


Fig. 3. Unit dry weight based concentration of ¹⁴C absorbed to rice cultivars at 4 leaf stages in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron-methyl.

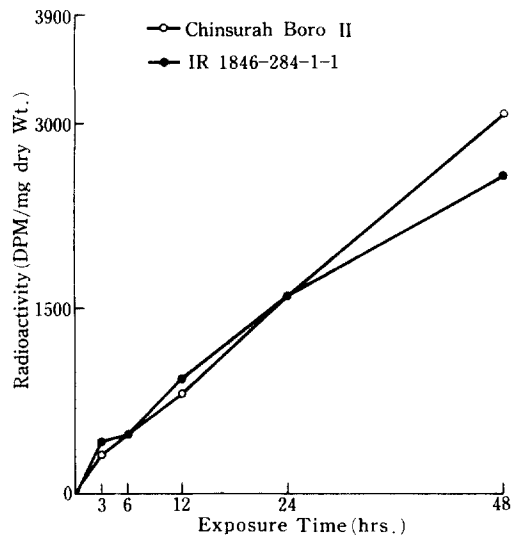


Fig. 4. Unit dry weight based concentration of ¹⁴C absorbed to rice cultivars at 4 leaf stages in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron-methyl.

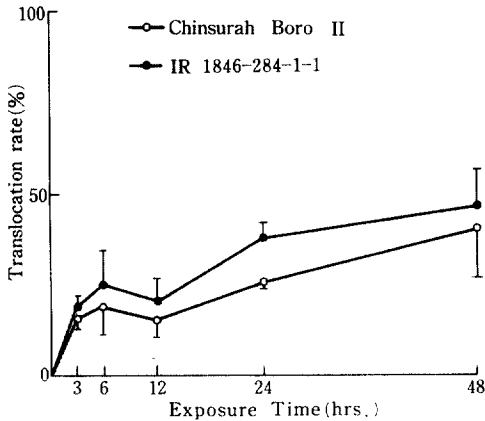


Fig. 5. Seedling based translocation rates of ¹⁴C absorbed to rice cultivars at 2 leaf stage in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron methyl.

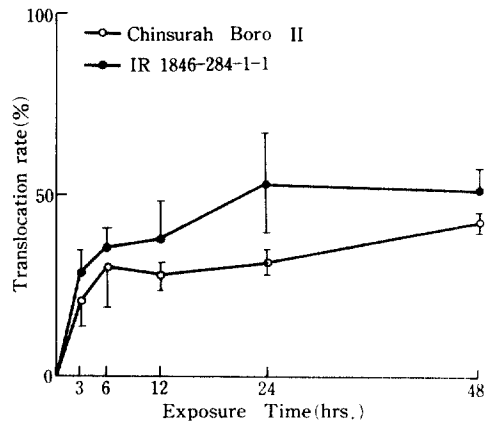


Fig. 6. Seedling based translocation rates of ¹⁴C absorbed to rice cultivars at 4 leaf stage in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron methyl.

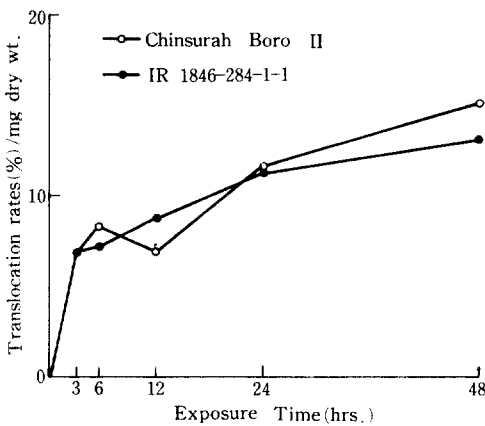


Fig. 7. Unit dry weight based translocation rates of ¹⁴C from roots to shoots of rice cultivars at 2 leaf stages in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron-methyl.

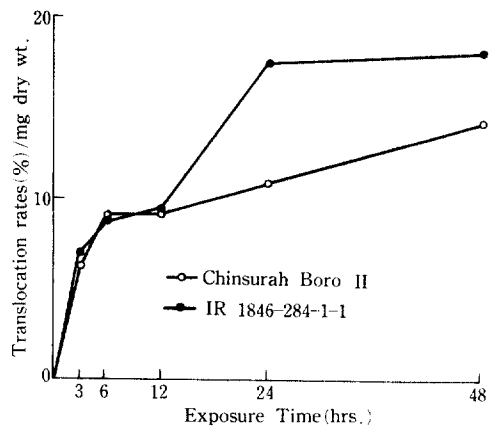


Fig. 8. Unit dry weight based translocation rates of ¹⁴C from roots to shoots of rice cultivars at 4 leaf stages in root treatment with ¹⁴C-bensulfuron-methyl.

activity가 낮게 나타나고, 특히 葉鞘部位의 感應溫度差異가 있었던 點으로 미루어 다소간 移行이 적었을 것으로 理解할 수 있었으나 以後 時間經過에 따라 差異는 소실되면서 오히려 耐性品種에서 높아지는 傾向이었다. 이를 보다 具體적으로 뒷받침하기 위하여 地上-地下部로 區分하여 沈漬時間別로 放射能을 測定한 結果를 表 2에 나타내었다.

Foley²⁾는 chlorsulfuron을 밀과 보리 등에 處理하여 耐性差異를 究明하고자 하였으나, 分明히 生長差異는 컸으면서도 吸收나 移行 및 代謝에 差異가 認定되지 않았다고 하였다. 또한 Matsumoto⁷⁾는 simetryne을 벼品種間에 適用하여, 耐性差

異가 作用點에의 到達量에 起因하는 것으로 報告한 바 있으며, Gawronski 等³⁾은 보리에 metribuzin을 處理하여 뿌리吸收와 移行差異를 調査하였으나 耐性差異는 있어도 이들 吸收나 移行差異는 없었다고 함으로써 대체로 類似한 現象들에 비롯된 結果로 理解가 되었다.

같은 期間의 生長量이지만 標本植物의 乾物重이나 體積은 耐性이었던 Chinsurah Boro II보다 感受性이었던 IR1846이 큰 편이었으며, 이는 bensulfuron-methyl과 關聯시켜 볼 때, 感受性品種이 보다 빠른 細胞分裂 및 生長段階에서 處理될 수밖에 없었음을 意味하며, 이런 理由로 보다 感受的일 수

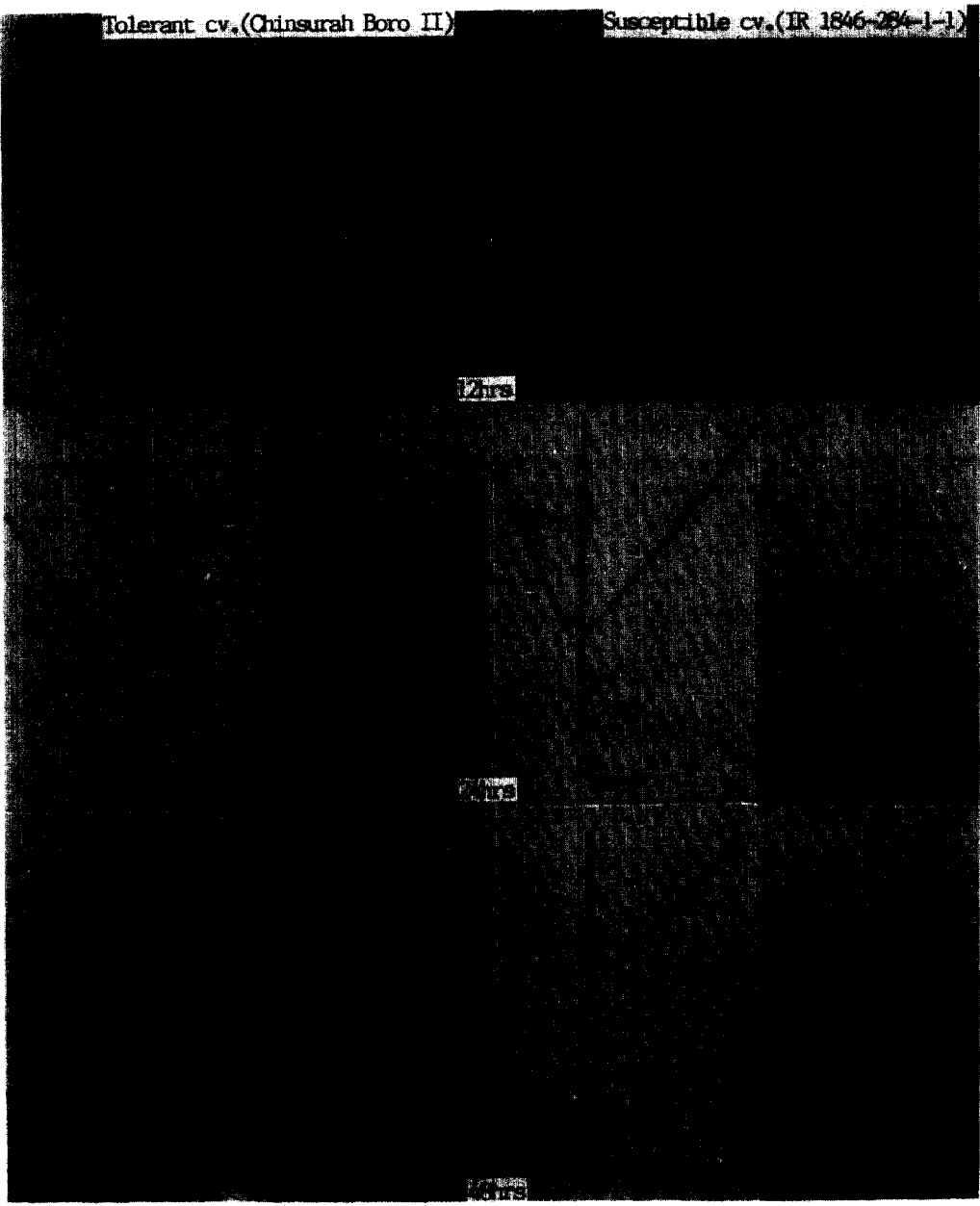


Photo. 1. Absorption and translocation of radioactivity of ^{14}C -bensulfuron methyl compared tolerant cv. to susceptible cv. which the roots were exposed at 10^{-6}M concentration for given hours, respectively.

있는 가능성을 나타낸다고도 解析될 수 있다. 그러나 藥劑를 直接 吸收하게 되었던 根部의 生長量에서는 品種間差異가 거의 없었던 點을 確認할 수 있었다. 또한 植物體 部位를 莖葉部와 根部로 나누어서 個體當의 放射能과 單位乾物重當의 放射能分布量을 比較해 볼 때, 根部에서는 葉齡에 關係없이 感受性

品種보다는 耐性品種이 높은 傾向이 뚜렷했다. 反面에 莖葉部에서는 2葉期 48時間을 除外하고는 모든 경우에서 耐性보다 感受性 品種이 높은 傾向을 나타내었다. 따라서 bensulfuron에 대한 水稻品種間의 耐性差異는 根部의 吸收差異보다는 地上部로의 移行이 적게 되므로 기인된 莖葉內의 蓄積量 減

Table 2. Variations in radioactivity of ¹⁴C-bensulfuron-methyl absorbed and translocated at each plant part by seedling leaf stage and exposure time of the selected rice cultivar.

Leaf stage	Exposure time (hrs.)	Shoot			Root			Total DPM /plant
		Dry Wt. (mg)	DPM/plant	DPM/mg	Dry Wt. (mg)	DPM/plant	DPM/mg	
..... Tolerant cv. (Chinsurah Boro II)								
2	3	7.6	152	20	3.1	805	273	957
	6	7.6	287	39	2.7	1151	426	1438
	12	8.0	492	61	2.3	2581	816	3073
	24	8.6	1630	190	3.3	4692	1441	6321
	48	8.2	4807	588	2.4	7932	3273	12739
4	3	20.7	430	21	5.2	1619	308	2050
	6	25.2	1114	44	6.1	2560	445	3673
	12	25.4	1871	75	6.4	4792	744	6663
	24	24.0	4428	184	6.2	9416	1526	13844
	48	29.2	12741	438	6.4	17113	2655	29854
..... Susceptible cv. (IR 1846-284-1-1)								
2	3	11.2	226	20	3.4	910	267	1136
	6	11.1	387	34	2.7	1109	443	1496
	12	10.9	726	70	3.7	2696	722	3423
	24	12.1	2368	197	2.7	3951	1552	6319
	48	13.1	4070	313	3.2	5006	2078	10743
4	3	29.3	824	30	5.5	2140	391	2964
	6	35.0	1426	43	6.1	2609	446	4035
	12	37.0	3211	89	6.5	5429	842	8641
	24	31.8	8394	302	6.0	8208	1422	16602
	48	51.6	22263	439	8.7	20471	2447	42736

少에 있거나, 또는 同等한 量이 移行되더라도 體內分解가 신속하게 이루어지는데 기인된 莖葉內의 蓄積量 減少에서 비롯될 것으로 判斷된다.

Bensulfuron-methyl은 稻體內에서 葉部位로 轉移된 다음 신속하게 分解되므로 다른 雜草種과의 사이에서 選擇性を 發見케 되는 것으로 알려져 있다.^{8, 11, 12)} 그러나 벼 品種間에 葉에서의 放射能에 差異가 나타나는 現象은 品種間에 葉에서의 分解力 差異가 있음을 뜻할 수 있으며,^{4, 6, 8)} 특히 本 試驗의 경우에는 感受性品種이 個體當 吸收量도 有意의으로 많았고, 이들의 보다 많은 藥成分이 葉內에서 發現되었던 점으로 미루어 이와 같은 解析을 할 수 있었다.

摘 要

Bensulfuron-methyl에의 耐性 및 感受性 品種(群)에 대한 生理的 背景을 理解하기 위하여 ¹⁴C-除草劑를 利用한 일련의 吸收·移行試驗을 遂行하

였으며 結果를 要約하면 다음과 같다.

試驗 1. 選拔品種群間的 吸收 및 移行 差異

24時間에 걸친 根部 및 莖葉下部 1.5 cm 沈漬處理 結果 耐性 選拔群 水稻品種들의 個體當 및 單位乾物重當의 根部吸收量은 感受性보다 각각 1.6%와 12.6% 높았고, 莖葉部에서는 각각 14.8%와 27.3% 높았으며 地上部로의 移行率에서도 13% 높은 程度의 差異를 보였다.

試驗 2. 選拔品種間的 藥劑沈漬時間에 따른 吸收 및 移行 差異

48時間까지의 根部沈漬處理 結果,

1. 供試植物의 葉齡에 關係없이, 植物個體當 및 單位乾物重當의 吸收量은 耐性보다 感受性 品種에서 높았으나, 뿌리의 경우는 耐性品種에서 높았고, 葉의 경우에는 感受性 品種에서 다소 높은 傾向이었다.

2. 個體當의 吸收放射能에 대한 葉移轉放射能의 比率, 즉 葉으로의 移行性은 耐性品種보다 感受性

品種에서 有意的으로 컸다.

3. 感受性인 IR 1846은 幼苗生長速度가 빠른 상태에 있었기 때문에 對等한 吸收·移行 水準에서라도 더욱 感受反應을 나타낸 것으로도 解析된다.

引用 文 獻

1. Ackerson R.C. and L.A. Davis. 1987. Metsulfuron methyl: A New Herbicide for Use in Rice and Plantation Crops. Proc. 11th APWSS : 137-143.
2. Foley M.E. 1986. Response Differences of Wheat (*Triticum aestivum*) and Barley (*Hordeum vulgare*) to Chlorsulfuron. Weed Sci. 34 : 17-21.
3. Gawronski S. W., L.C. Haderlie, and J.C. Stark. 1986. Metribuzin Absorption and Translocation in Two Barley (*Hordeum vulgare*) Cultivars. Weed Sci. 34 : 491-495.
4. Ishizuka K., H. Matsumoto and T. Imahase. 1984. Selective Mode of Action of Simetryn among Rice Cultivars. Weed Res. (Japan) 29-4 : 289-294.
5. 久光晴恵·渡邊博之·石塚皓造. 1988. Bensulfuron-methyl 耐性細胞における細胞内 amino 酸量の變動. (日) 雜草研究 33-別 : 209-210.
6. Matsumoto H. and K. Ishizuka. 1981. Herbicidal Selectivity of Root-Applied Simetryne : Its Absorption, Translocation and

Metabolism in Gramineous Plants. Weed Res. (Japan) 26-2 : 135-141.

7. Matsumoto H., S. Chinawong and K. Ishizuka. 1987. Differential Activity of Simetryn and Dimethametryn on Photosynthesis and Growth of Rice Cultivars and Barnyardgrass. Weed Res. (Japan) 32-2 : 123-128.
8. Pyon 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.
9. Ray T.B. 1984. Site of Action of Chlorsulfuron. Inhibition of Valine and Isoleucine Biosynthesis in Plants. Plant Physiol. 75 : 827-831.
10. Swisher B. A., and M.R. Weimer. 1986. Comparative Detoxification of Chlorsulfuron in Leaf Disks and Cell Cultures of Two Perennial Weeds. Weed Sci. 34 : 507-512.
11. Yuyama T., R.C. Ackerson, and S. Takeda. 1987. Uptake and Distribution of Bensulfuron Methyl (DPX-F5384) in Rice. Weed Res. (Japan) 3-3 : 173-179.
12. Yuyama T., S. Takeda, and R.C. Ackerson. 1987. Uptake and Distribution of Bensulfuron Methyl (DPX-F5384) in Paddy Rice. Proc. 11th APWSS : 145-151.