

除草劑 Bensulfuron methyl(DPX-F5384)의 作用特性에 관한 研究

第 1 報 機械移秧畝에서의 藥害 및 藥效 變動要因

梁桓承 · 張益鎭 · 馬祥堉 · 鄭修弦 *

Studies on the Herbicidal Properties of Bensulfuron methyl (DPX-F5384)

1. Variation of Phytotoxicity and Weeding Effect Caused by Herbicide Treatment in Mechanically Transplanted Paddy Field

Ryang, H. S., I. S. Jang, S. Y. Ma and S. H. Jeong*

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the herbicidal properties of bensulfuron methyl [methyl 2-[[[(4, 6-dimethoxy pyrimidine-2yl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl] methyl] benzoate].

No phytotoxicity was observed when bensulfuron methyl was applied at 3 and 6 g a.i./10a while the application rate 12 g a.i./10a slightly retarded the growth of rice. The phytotoxicity decreased as the application time was delayed. The effect of application rate, leaching grade, transplanting depth, soil type and temperature on crop injury was little. Japonica variety (Dong-Jin) was more sensitive to bensulfuron methyl than indica X japonica variety (Sam-Kang).

Bensulfuron methyl controlled effectively perennial weeds such as *Sagittaria pygmaea* Miq., *Potamogeton distinctus* A. Benn., *Cyperus serotinus* Rottb., *Sagittaria trifolia* L., *Eleocharis kuroguwai* Ohwi, including most annual weeds except *Echinochloa crus-galli* P. Beauv. The effect slightly decreased with lowering the temperature and increasing the leaching grade. Application time and soil type employed did not affect the weeding effect.

Key-word: Bensulfuron methyl, Phytotoxicity, weeding effect.

緒 言

Bensulfuron methyl (DPX-F5384) [methyl-2-[[[(4, 6-dimethoxy pyrimidine-2yl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl] methyl] benzoate] 는 美國 Du-pont 社에 의하여 最近 開發된 sulfo-

nyl urea 系 中에서 選拔된^{17, 18)} benzyl type 系水稻用 新規除草劑이다. 本劑는 1ha 當 40~75g (有效成分)의 낮은 藥量으로 一年生雜草中 禾本科를 除外한 廣葉雜草와 방동사니科 雜草에 優秀한 效果가 있고 多年生雜草의 數種을 同時에 防除할 수 있으며 벼에 대하여서는 매우 安全性이 높기 때문에 澁水直播와 移植栽培에 있어서 매우 有望視되는 除草劑로

* College of Agriculture, Jeonbuk National University, Jeonju 520, Korea.

報告되어 있다.^{5, 8, 17-21)}

Ray¹⁵⁾에 의하여 sulfonyl urea 化合物의 1 次的인 作用點은 植物體에서 枝鎖아미노산(valine, isoleucine) 合成過程에서 重要한 酵素인 acetolactate synthase 을 阻害한다는 것이 報告되었고 또 Takeda 등¹⁸⁾은 DPX-F5384 의 草種間 感受性差異는 벼와 같이 耐性인 作物은 벼에서 本劑가 급속히 代謝되어 無毒化(不活性化)된 것에 反하여 感受性草種인 *Alisma trivale*, *Cyperus difformis* 등은 잎에서의 代謝分解에 時間이 많이 所要된 데에 原因이 있음을 報告하였다.

著者 등은 本劑의 보다 安全하고 效果의인 使用方法을 究明하고자 환경 기타의 要因變化에 따른 藥害 및 藥效의 變動과 土壤中 行動 및 他劑와의 混合劑試驗 등을 實施한 바 그중 第1 報로서 處理時間 및

處理藥量, 品種, 移秧深度, 漏水量, 溫度, 土壤特性 등의 差異에 따른 藥害 및 藥效의 變動試驗結果를 報告한다.

材料 및 方法

1. 供試土壤 및 供試除草劑

實驗에 使用된 土壤의 理化學的 性質은 表1 과 같다.

土壤特性에 따른 藥害 및 藥效實驗에는 表1 에 나타난 3 種의 土壤을 使用하였고, 그 밖의 實驗에는 NO. 1 의 植壤土를 使用하였다.

供試除草劑로는 bensulfuron methyl (DPX-F5384) 2% 粒劑를 使用하였으며 그 理化學的 特性은 表2 와 같다.

Table 1. Main properties of soil samples used.

No.	Sampling place	Soil texture	Particle size distribution (%)			pH H ₂ O (1:5)	O.M (%)	C.E.C (me/100g)
			Sand	Silt	Clay			
1	Jeonju	CL	33.7	30.7	27.7	5.7	1.9	11.6
2	Jeonju	SCL	50.2	21.8	28.0	5.2	2.5	13.4
3	Okgu	SL	64.6	20.6	14.8	7.0	0.7	8.8

Table 2. The physicochemical properties of herbicide used.

Herbicide	Chemical name	Structural formula	Solubility
Bensulfuron methyl DPX-F5384 Londax®	Methyl 2[[[(4, 6-dimethoxy pyrimidin-2yl) amino] carbonyl] amino] sulfonyl] methyl] benzoate]		Water (25°C) 8 ppm

2. 水稻에 對한 安全性 및 除草效果 究明 實驗

本 實驗은 1985 ~ 1986 年度의 兩년에 걸쳐 實施되었다. 漏水量 試驗은 Wagner pot (表面積 : 500 cm², 높이 : 27 cm) 을 使用하였고 그 以外의 實驗은 plastic pot (表面積 : 580 cm², 높이 : 27 cm) 를 使用하여 任意配置法 3 反復으로 實施하였다. 各 pot 에 土壤을 一定量씩 채우고 모내기 2 日 前에 機械移秧條件에 알맞게 손으로 고른 다음 箱子育苗한 三剛벼 (3.5 葉, 草長 10.8 cm, 一本當 平均 乾重 34 mg, 但 品種間 試驗 除外) 를 各 pot 에 一株當 2 本植으로 4 株씩 2 cm 의 深度로 移秧하였다. 물 管理는 漏水量別 實驗을 除外하고는 全實驗期間 동안 無漏水條件으로 3 cm 를 始終 維持시켰다.

除草效果 變動實驗에서는 pot 를 灌水整地後 前年

度에 採取하여 休眠을 覺醒시킨 一年生 雜草의 種子, 多年生 雜草의 塊莖 및 鱗莖을 一定量씩 各種 또는 移植하였다. 多年生 雜草의 移植深度는 너도방동사니 0 cm, 울미 3 cm, 벼풀 7 cm, 가래와 올방개는 各 各 10 cm 深度로 各 各 移植한 後 所定量의 藥劑를 處理하였다.

供試除草劑의 處理藥量 및 處理時期를 달리한 實驗에서는 bensulfuron methyl 2% 粒劑를 3 藥量(3, 6, 12 g a.i./10a) 水準으로 處理하고 그 以外의 實驗에서는 6 g a.i./10a 의 單一藥量으로 移秧 5 日 後에 處理하였다.

施肥水準은 N : P₂O₅ : K₂O 를 15 : 10 : 10 kg/10a 의 比率로 施用하였으며 P₂O₅ 와 K₂O 는 全量을 基肥로 N 는 7.5 kg 을 基肥로 주고 나머지 40 kg

을 分藥肥로 주었다.

病蟲害 防除 및 其他 管理는 一般慣行法에 準하였다.

藥害變動實驗中 初期藥害調査는 移秧 後 經時的으로 11段階 評價法(0:無害, 1.0:完全枯死)으로 觀察에 의하여 調査하였고, 生育量中 草長 및 分藥數는 移秧 21日과 42日 後에 2次에 걸쳐 調査하였고, 地上部의 乾物重은 移秧 42日 後에 調査하였다.

除草效果 調査는 移秧 42日 後에 殘存雜草를 뽑아서 草種別로 分類하고 本數와 乾物重을 調査하여 無處理區와 對比하여 草種別 防除率을 求하였다.

各 要因別 實驗方法은 다음과 같다.

- 1) 處理時期와 藥量水準: 處理時期는 移秧 後 3, 5, 10日의 3時期로 하였고 藥量水準은 3, 6, 12 g a. i. / 10a로 하였다.
- 2) 品種의 差異: 土壤을 채운 pot에 日本型×印度型 交雜벼인 三剛벼(3.5莖苗)와 日本型 벼인 동진벼(3.3葉, 草長: 13.2 cm, 一本當乾重33.5 mg)를 移植한 後 藥劑를 處理하였다.
- 3) 移秧深度: 移秧深度를 0.5, 2, 3 cm로 各各 苗를 移植한 後 藥劑를 處理하였다.
- 4) 漏水量: 土壤을 채운 wagner pot에 澇水深을 3 cm로 하여 處理 24時間 後부터 3日 동안 日當漏水量을 0, 1, 3 cm로 調節하고 그 以後는 澇水深을 3 cm로 維持하여 無漏水狀態로 管理하였다.

5) 溫度: plastic pot에 雜草 및 移秧苗를 各各 移植하고 3 cm 澇水下에서 除草劑를 處理하였다. pot를 平溫條件의 경우는 野外에서, 高溫條件의 경우는 野外에서 비닐을 씌우고 그 안에서 벼의 生育을 持續시켰다. 野外條件과 비닐하우스條件의 晝夜間 氣溫은 各各 15~25°C, 18~36°C였다.

6) 土壤特性: 土壤特性이 다른 3種의 土壤을 plastic pot에 채운 다음 藥劑處理當時 澇水深을 3 cm로 하고 處理 24時間 後부터 3日 동안 日當 1 cm로 漏水量을 調節하고 그 以後는 無漏水狀態로 澇水深을 3 cm로 유지시켜 管理하였다.

結果 및 考察

1. 水稻에 對한 安全性

1) 處理藥量 및 處理時期의 影響

藥量 및 處理時期의 變化에 따른 藥害變動實驗結果는 表 3과 같다.

藥量이 增加될수록 初期藥害는 增大되는 傾向이기는 하나, 약해 정도가 매우 경미했기 때문에 經時的으로 回復되어 移秧 42日 後 生育量 調査時에는 最高處理藥量인 12 g a. i. / 10a의 移秧 3日 後處理에 있어서도 慣行區의 生育과 有意差가 없었다.

處理時期別 生育狀況은 同一藥量인 경우에는 處理時期가 늦을수록 藥害는 輕減되었다. 즉, 移秧 3日

Table 3. Effect of bensulfuron methyl on crop injury, plant height, tiller number and dry weight of rice at different application time.

Treatment	Application rate (g a.i./10a)	Application time DAT	Crop injury (0-10) ¹⁾		Plant height (cm)		Tiller number (No./hill)		Dry weight of vegetative part (g/pot) 42DAT
			21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	
Hand weeding	—	—	—	—	21.0	41.1a	4.5	15.2a	8.7a ³⁾
Weedy check	—	—	—	—	19.6	37.1b	4.1	12.8b	7.5b
Bensulfuron Methyl	3	3	0	0	20.0	40.9a	4.3	14.8a	8.4a
		5	0	0	20.3	41.0a	4.4	15.0a	8.7a
		10	0	0	20.3	41.1a	4.4	15.1a	8.7a
	6	3	0.8	0	19.7	40.0a	4.1	14.8a	8.4a
		5	0.5	0	20.1	41.1a	4.2	15.1a	8.5a
		10	0	0	20.3	41.1a	4.3	15.2a	8.6a
12	3	1.5	0	19.5	40.1a	4.0	14.7a	8.3a	
	5	0.5	0	20.0	40.9a	4.2	15.0a	8.5a	
	10	0	0	20.2	40.9a	4.2	15.0a	8.5a	

1) The degree of injury was expressed as ranged from 0 (no injury) to 10 (completely killed).

2) DAT: Days after transplanting.

3) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

後의 處理가 5日 또는 10日 後 處理보다 若干의 初期生育沮害가 있었으나 漸次 回復되었다. 따라서 處理適期는 後述하는 除草效果의 變動이 없는 移秧 5日 後 處理가 適合할 것으로 생각된다.

Takeda 等²⁰⁾은 有機物 含量이 5.9%인 填壤土 條件에서 2.2葉의 稚苗(Nihonbare)를 供試하여 100~200 g a. i. / ha의 雜草發生 前과 發生 後의 土壤 및 土壤兼莖葉處理를 한 結果, 벼에 輕度의 生育抑制

가 觀察되었으나 生育抑制는 比較的 短期間에 回復되었음을 報告하고 있는 바 本劑는 벼에 對한 安全性이 높고 處理藥量의 幅이 넓은 것이 本 研究에서도 確認되었다.

2) 品種間의 感受性의 差異

品種의 差異에 따른 藥害變動을 調査한 結果는 表 4와 같다.

表 4에 나타낸 바와 같이 統一系인 三剛벼는 初期

Table 4. Effect of bensulfuron methyl on crop injury, plant height, tiller number and dry weight of rice at different rice cultivars.

Treatment	Rice cultivars ¹⁾	Crop injury (0-10) ²⁾		Plant height (cm)		Tiller number (No./hill)		Dry weight of vegetative part (g/pot) 42DAT
		21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	21DAT	42DAT ³⁾	
Untreated	Sam-Kang	—	—	20.1	40.8a	4.5	15.3a	8.6a ⁴⁾
Check	Dong-Jin	—	—	28.6	47.6a	7.5	21.9a	10.9a
Bensulfuron methyl	Sam-Kang	0.3	0	19.6	40.0a	4.3	15.0a	8.4a
	Dong-Jin	1.5	0.5	24.4	46.7a	6.3	20.6a	9.9a

1) Rice cultivars: Sam-Dang (Japonica X indica), Dong-Jin (japonica).

2) The degree of injury was expressed as ranged from 0(no injury) to 10 (completely killed).

3) DAT: Days after transplanting.

4) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

에 藥害가 輕微하였기 때문에 短時日 內에 回復이 되었다.

그러나 日本型 벼인 동진벼는 初期에 藥害가 多少 더 컸기 때문에 回復까지의 期間이 길기는 하였으나 移秧 42日 後 調査時까지는 草長, 分蘖, 乾重 모두 回復되어 慣行區生育에 比하여 有意差가 없었다.

Peudapichi⁹⁾는 DPX-F5384는 湛水直播에서 특히 印度型 벼에 對하여 安全性이 높음을 報告하였고, 中山等⁵⁾은 DPX-F5384에 대하여 벼品種間(供試品種 24種) 感受性 差異를 湛水直播과 2葉苗의 移植栽培에서 ED₅₀(水稻根部重量 50% 沮害值) 또는 ED₂₀(移植栽培時根部重量 20% 沮害值)를 基準하여 調査한 바, 直播, 移植 다같이 地上部보다 根部의 生育抑制가 컸으며 水稻品種間에 DPX-F5384에 대한 感受性 差異가 있음을 報告하였다.

또 大野⁸⁾ 등은 DPX-F5384의 벼品種間 感受性 差異를 21品種에 대하여 發芽時에 行한 바, 一般으로 日本型 品種이 印度型 또는 印度交雜型보다 感受性이 높은 것을 보고하였고, 또한 3葉苗를 水耕試驗한 結果에 있어서는 10⁻⁷~10⁻⁶ M藥量에서는 兩品種間 뚜렷한 差異가 없었으나 10⁻⁵ M區에서의 發根 展葉 등은 印度型 또는 日印交雜型 벼에 比하여 日本

型 벼인 Nihonbare, Koshihikari 등이 보다 더 沮害됨을 報告하였다. 以上 實驗條件 등에 따라서 若干의 例外와 差異는 있으나 大體로 日本型 벼가 印度型 또는 日印交配型 벼보다도 感受性이 큰 結果임을 示唆한 바 本 研究結果도 品種間에 큰 差異는 아니나 初期生育에 있어서는 日本型 벼가 日印交雜品種보다 藥害가 多少 크게 나타났으나 經時的으로는 回復되었

다. Takeda^{17, 19)} 등은 草種間 感受性 差異는 植物葉에 있어서 DPX-F5384의 代謝速度의 差異가 있음을 밝혔는 바 벼 品種間의 抵抗性 差異도 代謝速度의 差異라 생각된다. 우리 나라에서는 simetryne 劑에 대하여 統一벼는 日本型 벼보다 感受性이 銳敏한 것이 報告¹³⁾되어 있는 바, 이와는 反對로 DPX-F5384는 日本型 品種이 統一系 品種보다 感受性이 銳敏함은 對照의 現象으로 興味있는 일인 바, 앞으로 보다 品種을 擴大하여 感受性의 差異를 究明하고 또한 그 選擇性機作을 究明이 要望된다.

3) 移秧深度의 影響

移秧深度를 0.5, 2.0, 3.0 cm로 조정하여 移秧深度가 藥害變動에 미치는 影響을 調査한 結果는 表 5에 表示된 바와 같다.

Table 5. Effect of bensulfuron methyl on crop injury, plant height, tiller number and dry weight of rice at differnt transplanting depths.

Treatment	Transplanting depths (cm)	Crop injury (0-10) ¹⁾		Plant height (cm)		Tiller number (No./hill)		Dry weight of vegetative part (g/pot)
		21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	42DAT
Untreated check	0.5	—	—	19.5	39.0a	3.7	14.1a	6.6a ³⁾
	2.0	—	—	21.0	40.0a	4.8	15.3a	8.9a
	3.0	—	—	22.3	41.6a	5.3	16.0a	9.4a
Bensulfuron methyl	0.5	1.5	0.5	17.3	37.4a	3.0	13.0a	6.2a
	2.0	0.5	0	19.9	39.9a	4.4	15.0a	8.7a
	3.0	0	0	21.3	41.6a	5.0	15.6a	9.3a

1) The degree of injury was expressed as ranged from 0 (no injury) to 10 (completely killed).

2) DAT: Days after transplanting.

3) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

慣行區의 生育狀態를 보면 3 cm > 2 cm > 0.5 cm의 順位로 生育이 좋은 傾向이었다. 處理區의 初期藥害는 0.5 cm > 2.0 cm > 3 cm의 順位로 藥害가 증대되었다. 生育狀態도 初期藥害와 同一傾向을 나타냈으나 經時的으로 回復되어 移秧 42日 後의 草長, 分蘖數 및 地上部의 乾重 등은 慣行區에 比하여 有意差가 없었다.

武富²⁾ 등에 의하면 DPX-F5384는 淺植과 異常 高溫 등에서 生育抑制과 藥害가 發現함을 報告하였다. 本 試驗에 있어서 藥害가 漸進的으로 回復된 것은 3.5 葉의 中苗를 使用하였고, 또한 藥量도 推薦藥量 (6 g a.i. / 10a)을 使用하였기 때문에 稻體內에서 本劑가 쉽게 解毒分解되므로써 回復이 可能한 것으로 생각된다.

根部에 對한 作用力이 강한 藥劑는 淺植區에서 藥

害가 增大됨이 알려져 있는 바^{2, 6, 10)} 本劑도 淺植區에서 특히 初期藥害가 增大되었으므로 機械移秧時 藥害輕減을 위해서는 正작업을 철저히 하여 淺植이 되지 않도록 留意함이 바람직하다.

4) 漏水量的 影響

漏水量(0, 1.0, 3.0 cm/日)의 差異에 따른 藥害變動을 調査한 結果는 表 6에 나타낸 바와 같다.

表 6에 나타낸 바와 같이 1 cm와 3 cm/日 漏水區에서는 初期부터 거의 藥害가 없었다. 그러나 無漏水條件에서는 初期에 輕微한 藥害가 있었으나 短時間에 完全히 回復되어 草長, 分蘖, 乾物重 모두 慣行區와 對比하여 有意差가 없었다.

一般的으로 土壤處理型除草劑 중 生理的인 選擇性이 없으면서 土中移動幅이 넓은 除草劑는 漏水量의 變化에 따라서 藥害變動이 매우 큰 現象을 나타냈는

Table 6. Effect of bensulfuron methyl on crop injury, plant height, tiller number and dry weight of rice at different leaching amounts.

Treatment	Leaching amount (cm/day)	Crop injury (0-10) ¹⁾		Plant height (cm)		Tiller number (No./hill)		Dry weight of vegetative part (g/pot)
		21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	21DAT	42DAT ²⁾	42DAT
Untreated check	0	—	—	20.7	40.0a	4.5	14.9a	8.6a ³⁾
	1	—	—	20.8	40.1a	4.6	14.8a	8.9a
	3	—	—	20.8	41.0a	4.5	15.1a	8.9a
Bensulfuron methyl	0	0.5	0	19.8	39.8a	4.3	14.7a	8.4a
	1	0	0	19.6	39.9a	4.4	14.6a	8.8a
	3	0	0	20.3	41.0a	4.4	15.1a	8.8a

1) The degree of injury was expressed as ranged from 0(no injury) to 10 (completely killed).

2) DAT: Days after transplanting.

3) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

데 本劑는 漏水量의 多少에 크게 關係없이 藥害가 輕微하였던 것은 水稻에 대한 安全性이 높음을 示唆한 것으로 생각된다.

5) 溫度의 影響

溫度의 差異에 따른 藥害變動을 調査한 結果는 表 7과 같이 bensulfuron methyl의 無處理區에 있어서 生育은 平溫區(15~25°C)보다는 高溫區(18~36°C)에서의 生育이 多少 앞서고 있다. 處理區에서 初期藥害는 平溫區에서보다 高溫區에서 多少 藥害가 增大되었으며 初期生育도 慣行區에 比하여 多少 뒤떨어졌으나 經時的으로 回復되어 二次調査時까지는 거의 完全 回復이 可能하였다. 高溫의 影響이 큰 藥劑로는 triazine 系의 simetryne 과 prometryne 등에 대한 報告^{1, 4, 13, 16)}가 있으며 武富²¹⁾ 등도 DPX-F5384의 藥害는 高溫, 淺植, 砂壤土 등에서 增大됨을 報告하였다. 이와 같이 平溫에서보다 高溫

에서 藥害가 크게 나타나고 있는 것은 高溫條件에서는 蒸散量이 많아짐에 따라 藥劑의 吸收量도 一時에 많게 된 데에 그 原因이 있는 것으로 생각된다.^{7, 16)} 그러나 本劑는 高溫의 影響이 triazine 系나 다른 종류의 urea 系에 比하여서는 크지 않은 것으로 생각된다.^{7, 13)}

6) 土壤特性的 影響

性質이 다른 3種의 土壤을 供試하여 同一의 藥量을 處理한 후 土壤種類間의 藥害反應을 調査한 結果는 表 8과 같다.

無處理區에서 生育은 砂質植壤土 > 植壤土 > 砂壤土의 順位를 보였다.

處理區 중 土壤種類間 藥害差異는 砂質植壤土 < 植壤土 < 砂壤土의 順으로 藥害가 增大되었으나 그 差異는 그다지 크지 않아 經時的으로 回復되어 移秧 42日 후 調査時에는 草長, 分蘖, 地上部乾重 모두 慣行

Table 7. Effect of bensulfuron methyl on crop injury, plant height, tiller number and dry weight of rice at different temperature.

Treatment	Day-night temperature (°C)	Crop injury (0-10) ¹⁾		Plant height (cm)		Tiller number (No./hill)		Dry weight of vegetative part (g/pot)
		21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	42DAT
Untreated check	18-36	—	—	24.6	41.2a	4.9	17.3a	9.1a ³⁾
	15-25	—	—	20.9	40.0a	4.5	14.9a	8.6a
Bensulfuron methyl	18-36	1.5	0	21.8	40.9a	4.4	16.8a	8.6a
	15-25	0.5	0	20.3	39.8a	4.3	14.7a	8.4a

- 1) The degree of injury was expressed as ranged from 0 (no injury) to 10 (completely killed).
- 2) DAT: Days after transplanting.
- 3) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 8. Effect of bensulfuron methyl on crop injury, plant number, tiller number and dry weight of rice at different soil types.

Treatment	Soil Types	Crop injury (0-10) ¹⁾		Plant height (cm)		Tiller number (no./hill)		Dryweight of vegetative part (g/pot)
		21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	21DAT	42DAT	42DAT
Untreated check	Sandy clay loam	—	—	23.9	42.5a	5.6	16.2a	12.7a ³⁾
	Clay loam	—	—	20.7	40.1a	4.3	15.1a	8.6a
	Sandy loam	—	—	17.6	37.9a	3.1	10.6a	5.9a
Bensulfuron methyl	Sandy clay loam	0	0	22.7	42.0a	5.3	16.0a	12.4a
	Clay loam	0.5	0	19.8	39.4a	4.1	14.8a	8.5a
	Sandy loam	1.5	0	16.0	37.2a	2.7	10.3a	5.7a

- 1) The degree of injury was expressed as ranged from 0 (no injury) to 10 (completely killed).
- 2) DAT: Days after transplanting.
- 3) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

區에 比하여 有意差가 없었다. 土性間에 藥害差異가 생긴 것은 有機物·粘土含量 등의 차이에서 오는 吸着能力的 差異에서 온 것으로 報告되고 있으나^{3, 4, 10, 14)} 本劑는 經時的으로 거의 完全히 回復이 可能한 것으로 보아 土壤特性的 差異에 따른 藥害變動은 比較的 작은 藥劑로 생각된다.

2. 除草效果

1) 藥量 및 處理時期的 影響

一年生雜草 5 種을 對象으로 한 bensulfuron me-

thyl 의 處理藥量 및 處理時期別 除草效果는 表 9 와 같다.

피를 除外한 마디꽃, 발뚝외뚝, 물달개비, 알방동사니 등은 處理藥量(3 g, 6 g, 12 g/10a)과 處理時期(3, 5, 10DAT)에 關係없이 100%의 完全防除效果를 나타냈다.

그러나 피는 3 g~6 g 藥量까지는 處理時期가 3 日후보다는 5~10 日후 處理區의 效果가 떨어져 有意差가 있었고, 12 g 藥量區에서는 處理時期間에 有意差가 없었다.

Table 9. Weeding effect oa annual weeds of bensulfuron methyl as affected by rate and time of application

Treatment	Application rate (g a.i./10a)	Application time DAT ¹⁾	Weeding effect (% of weedy check)				
			<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Rotala indica</i>	<i>Lindernia procumbens</i> 42DAT	<i>Monochooria vaginalis</i>	<i>Cyperus difformis</i>
Weedy check	—	—	(8.3g)	(0.2g)	(0.3g)	(0.5g)	(0.7g)
Bensulfuron methyl	3	3	90a	100a	100a	100a	100a ²⁾
		5	80b	100a	100a	100a	100a
		10	80b	100a	100a	100a	100a
	6	3	90a	100a	100a	100a	100a
		5	85a	100a	100a	100a	100a
		10	85a	100a	100a	100a	100a
	12	3	95a	100a	100a	100a	100a
		5	95a	100a	100a	100a	100a
		10	95a	100a	100a	100a	100a

1) DAT: Days after transplanting.

2) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMNT.

Table 10. Weeding effect of perennial weeds of bensulfuron methyl as affected by rate and time of application.

Treatment	Application rate (g a.i./10a)	Application time DAT ¹⁾	Weeding effect (% of weedy check)				
			<i>Eleocharis kuroguwai</i>	<i>Sagittaria trifolia</i>	<i>Sagittaria pygmaea</i> 42DAT	<i>Cyperus serotinus</i>	<i>Potamogeton distinctus</i>
Weedy check	—	—	(0.9g)	(0.5g)	(0.4g)	(6.4g)	(2.0g)
Bensulfuron methyl	3	3	81b	86b	98a	100a	100a ²⁾
		5	90a	94a	98a	100a	100a
		10	90a	94a	98a	100a	100a
	6	3	85b	92b	100a	100a	100a
		5	93b	100a	100a	100a	100a
		10	97a	100a	100a	100a	100a
	12	3	89b	96a	100a	100a	100a
		5	97a	100a	100a	100a	100a
		10	97a	100a	100a	100a	100a

1) DAT: Days after transplanting.

2) In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

除草效果는 最低 80~95%의 範圍로 最高藥量水準에서도 完全防除는 不可能하였다.

多年生雜草 中 가래, 너도방동사니는 處理藥量 및 時期에 關係없이 100% 防除率로 有意差가 없었고 (表 10) 올미는 3 g a. i. / 10a 處理區는 處理時期에 關係없이 98%의 防除率이고 6 g ~ 12 g 處理區에서는 處理時期에 關係없이 100%의 防除率로 有意差가 없었다.

벗풀은 3 g 처리구에서는 3日 후 處理區는 86%, 5~10日 후 處理區는 共히 94% 防除率을 나타내 處理時期에 有意差가 있었다. 6 g 處理區는 3日後 處理區에서 92%, 5~10日後 處理區에서는 100%

의 防除率로 亦時 處理時期에 有意差가 있었다. 12 g 처리구에서는 3日 후 處理區에서 96%, 그以後의 處理區에서는 100% 防除率로 處理時期가 늦어 지면서 效果가 上昇은 되고 있으나 有意差는 없었다.

올방개의 경우도 同一藥量의 경우는 3日後 處理區보다는 5~10日 후 處理區의 效果가 높아 有意差가 있었으나 除草效果는 81~97%의 範圍로 最高藥量의 最終處理區에서도 完全防除는 어려웠다.

2) 漏水量的 影響

漏水量的 差異가 除草效果 變動에 미치는 影響을 檢討하기 위하여 0, 1.0, 3.0 cm/日의 3段階로 漏水量을 調節하여 實施한 實驗結果는 그림 1과 같다.

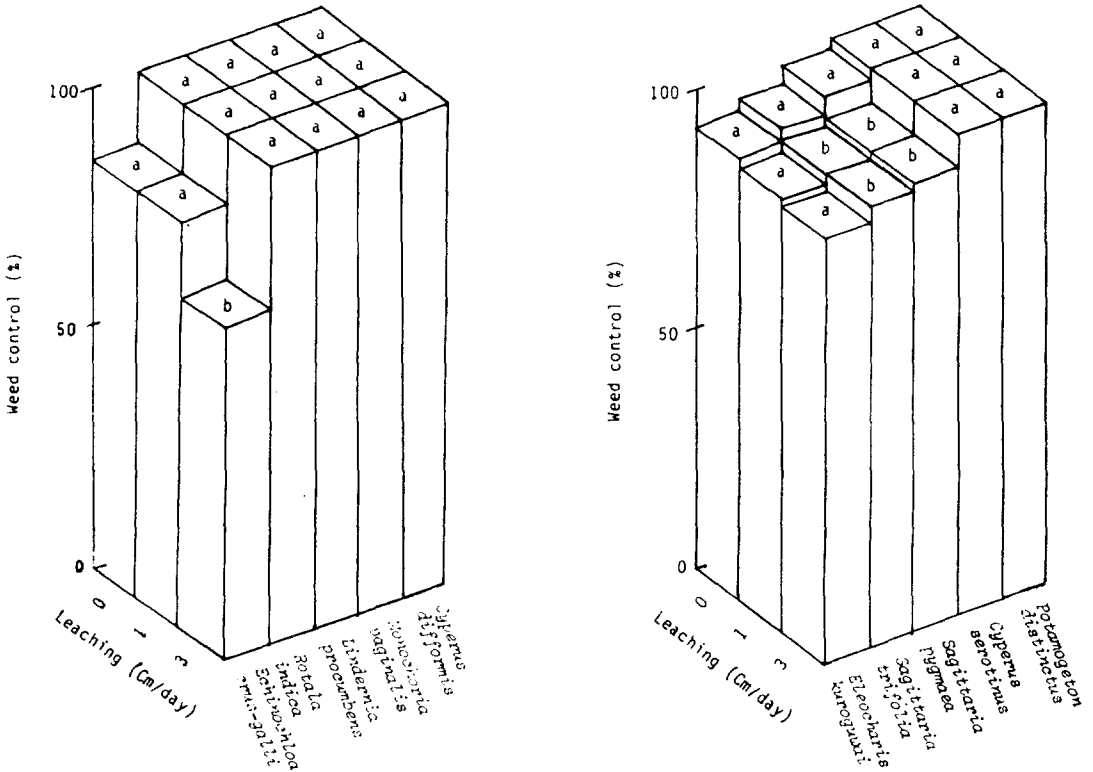


Fig. 1. Weeding effect of annual and perennial weeds of bensulfuron methyl at different leaching amount (In a weed species, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT)

마디꽃·밭둑의풀·물달개비·알방동사니는 漏水量의 多寡에 關係없이 100%의 完全防除效果를 나타내었으나, 피는 0, 1cm/日 漏水區에 對比하여 3cm/日 漏水區에서 效果가 떨어져 有意差가 있었다.

多年生雜草 中 가래, 너도방동사니는 漏水量에 關係없이 100%의 防除率을 나타내었고, 올미, 벗풀은

漏水量이 1cm/日 以上될 때 漏水量에 比例하여 殺草效果가 減少되어 有意差를 나타내었다. 올방개는 漏水量에 큰 差異없이 82~92%의 防除率을 나타내었다.

3) 溫度の 影響

그림 2에서 볼 수 있듯이 平溫 및 高溫 條件에서

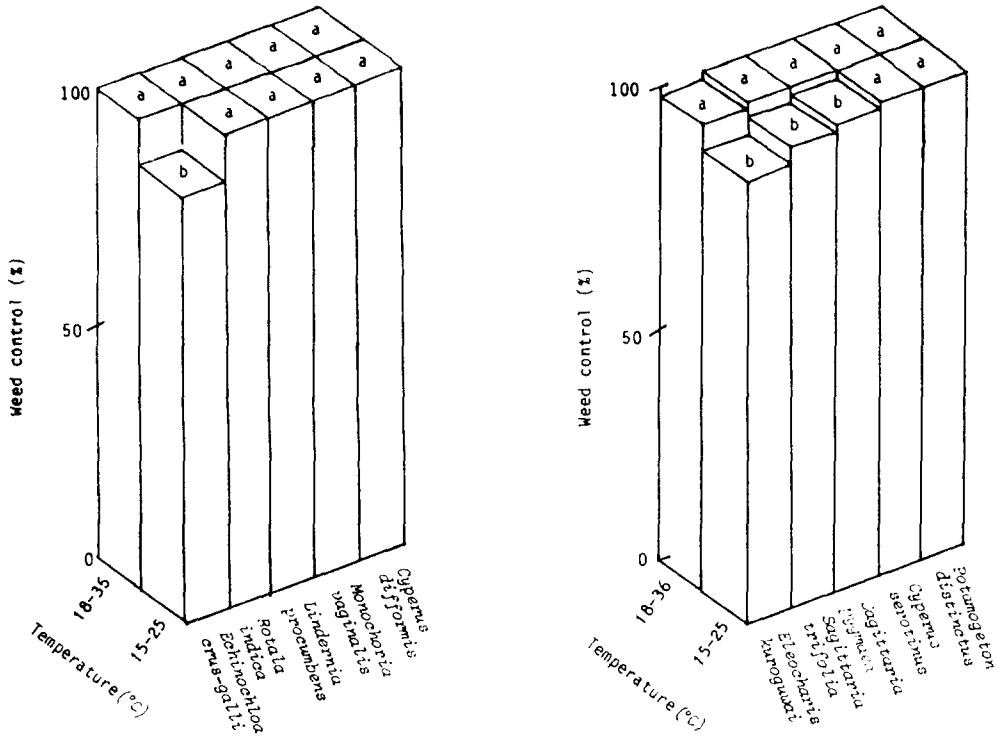


Fig. 2. Weeding effect of annual and perennial weeds of bensulfuron methyl at different temperature (In a weed species, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT)

一年生雜草인 마디꽃, 발톱외풀, 물달개비, 알방동사니 모두 100%로防除되어溫度別로有意差가 없었다. 그러나 피에 대한效果는平溫區(15~25°C)에서效果가高溫區(18~36°C)보다 떨어져有意差가 있었다.

多年生雜草인 너도방동사니, 가래에對해서는溫度에關係없이 100%의防除率을 나타내었고, 올미, 벼풀, 올방개는高溫區와對比하여平溫區에서效果가多少 떨어져有意差가 있었다.

野田 등⁷⁾과古谷 등¹⁾은溫度變動에 따라殺草力의差異가크게 나타나는藥劑群과差異가 없는藥劑群이 있음을報告한 바 있는데本劑도高溫일 때가低溫일 때보다草種에 따라서는多少 그效果가 높아지는傾向을 보였다.

4) 土壤特性的影響

理化學的性質이 다른 3種類의土壤을供試하여除草效果變動을알고져實施한實驗結果一年生雜草中 마디꽃, 발톱외풀, 물달개비, 알방동사니 등은土壤特性에關係없이 100%防除되었다. 피에對한防

除效果는土壤의種類間에有意差가 없이 85%内外의防除率을 나타내었다.

多年生雜草中 가래, 너도방동사니에對해서는土壤特性에關係없이 100%의防除率을 나타내었고, 올미, 벼풀, 올방개는 이에比하여 그效果가若干 떨어지는傾向이었으나,土壤의種類間에는有意差가 없었다. 따라서本藥劑는土壤의特性에 따른除草效果變動이 매우 적은藥劑로 생각된다.

綜合考察

新規除草劑 Bensulfuron methyl의合理的이고效果的인利用을 위하여 벼에 대한藥害를誘發시킬 수 있는 여러要因, 그리고除草效果變動을일으키기 쉬운 여러環境 및實驗方法的變化에 따른藥效的變動要因을究명한結果를總括하면 다음과 같다.

3.5葉의中苗(三剛벼)를使用하여植壤土條件(有機物含量 1.9%)에서處理藥量의差異(3g, 6g, 12g/10a)에 따른藥害的變動과處理時期의差異

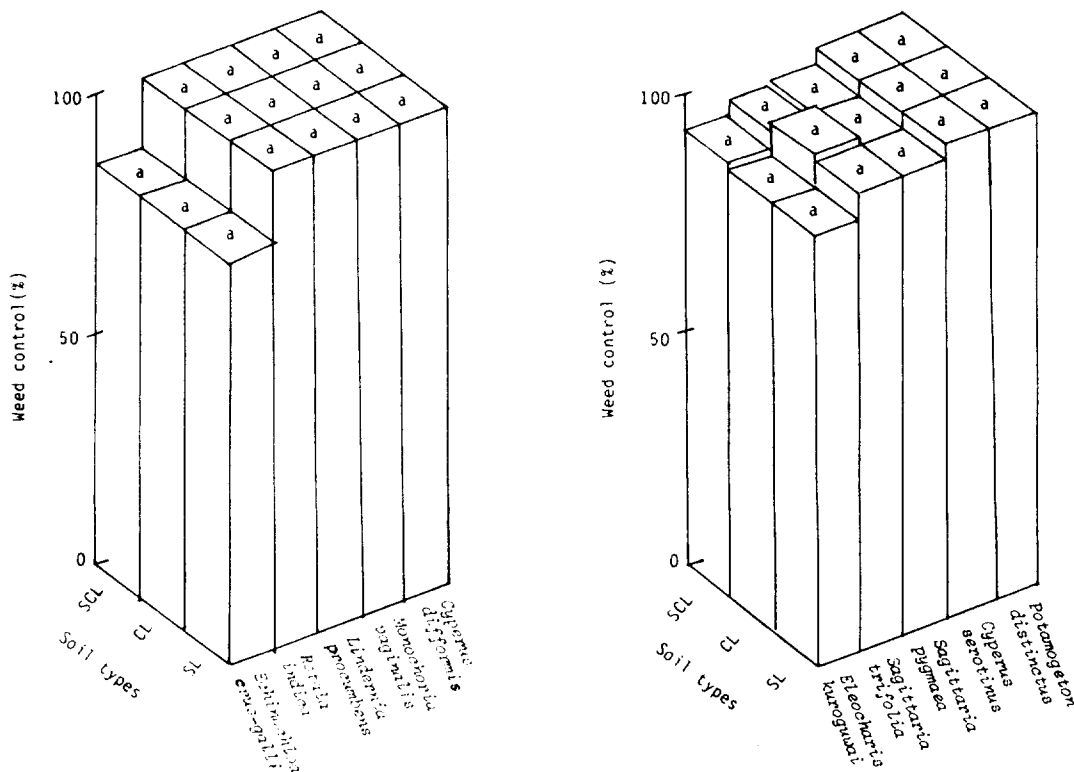


Fig. 3. Weeding effect of annual and perennial weeds of bensulfuron methyl at different soil types (In a weed species, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT)

(이양 후 3, 5, 10 日 후 처리)에 따른 藥害의 變動을 究明한 結果에 따르면 高藥量이 될수록 그리고 處理時期가 빠를수록 初期藥害는 若干式 增大되는 傾向을 보이고는 있으나 그 程度가 輕微하기 때문에 經時的으로 回復이 되어 移秧 42 日 後 調査時까지는 慣行區와 거의 差가 없는 結果를 보였다. 즉, 施用藥量의 幅도 넓고 處理時期의 幅도 比較的 넓은, 배에 대한 安全性이 높은 除草劑라 할 수 있다.

品種別 藥害差異 試驗 結果에서는 日本型인 동진버가 日×印交雜型인 三剛벼에 比하여 藥害가 多少 큰 傾向을 나타내었고 移秧深度別 試驗에서는 0.5 cm > 2 cm > 3 cm 順으로 藥害가 커지는 傾向이고, 溫度別 試驗에서는 異常高溫區가 平溫區에 比하여 多少 藥害가 增大되는 傾向을 보였으나 2次 調査時까지는 거의 回復이 되었다.

그 外 漏水量의 差異(0, 1.0, 3.0 cm/日) 試驗에서는 完全 無漏水區에서 藥害가 多少 컸고, 土壤特性別 試驗에서는 砂壤土 > 埴壤土 > 砂質埴壤土의 順位도 藥害가 若干式 커지는 傾向이기는 하나 그 程度는

크지 않아 經時的으로 回復되어 移秧 42 日 後 調査에는 거의 差가 없었다.

以上の 結果를 綜合할 때 著者 등이 行한 triazine 系¹³⁾ 나 sulfon amide 系 除草劑¹⁰⁾ 등에 比하면 벼에 대한 安全性이 매우 높고 pyrazol 系 除草劑 등^{11,12)} 과 거의 對等하게 安全性이 높은 除草劑라 할 수 있다.

除草效果의 變動을 보면 一年生雜草 중 마디꽃·밭둑의풀, 물달개비·알방동사나 등의 感受性 草種은 3 g a.i./10a 의 藥量에서도 處理時期에 거의 關係없이 完全防除가 되었으나 피만은 若干의 耐性이 있어 藥量의 增加와 더불어 效果가 增進되기는 하나 12 g a.i./10a 藥量에서도 若干의 殘草가 남았는데 同一藥量의 경우는 處理時期가 늦을수록 效果는 減少되었다.

多年生雜草 중 너도망동사나와 가래 등은 3 g a.i./10a 藥量에서도 處理時期에 關係없이 卓效가 있었고 올미는 6 g a.i./10a 藥量 以上에서는 處理時期에 거의 關係없이 거의 完全 防除가 可能하였다.

그러나 올방개와 벼풀은 藥量이 높아짐에 따라 그리고 處理時期가 5日 以上으로 늦을수록 防除效果가 높아진 傾向이다. 즉, 벼풀은 6g a.i./10a 以上の 藥量으로 5~10日 후 處理가 될 때는 거의 完全防除가 되었고, 올방개는 移秧 後 42日頃까지는 藥量에 따라서 90~97% 範圍의 防除效果가 있으나 그以後로는 再生되어 完全防除는 어려웠다.

漏水量的 差異에 따른 藥效變動을 보면 感受性草種(피를 제외한 一年生雜草 및 多年生雜草 중 가래, 너도방동사니)은 漏水量的 差異에 關係없이 效果의 變動이 없었고 올미, 벼풀의 경우는 漏水量的 增加와 더불어 若干이나마 效果가 減少되었고, 올방개는 漏水量에 關係없이 82~92% 範圍의 防除率을 보였다. 土壤中 移動幅이 넓은 除草劑 등^{10, 13)}은 漏水量的 差異에 따른 藥效變動이 큰데 本劑는 그 影響이 매우 적은 藥劑라 할 수 있다.

溫度的 高低에 따른 效果變動을 보면 前述한 感受性草種은 溫度的 高低에 關係없이 거의 影響을 받지 않았으며 피와 올미, 벼풀 및 올방개 등은 異常高溫區에서 效果가 多少 增大된 傾向을 보였다.

土性の 差異에 따른 各草種別 藥效變動은 거의 認定할 수가 없었다.

以上の 實驗結果를 綜合할 때에 bensulfuron methyl (DPX-F5384)는 매우 低藥量에서 一年生雜草 거의 大部分과 多年生雜草 數種에도 優秀한 殺草效果가 있으며 벼에 대하여도 여러 가지 條件變動下에서도 比較的 安全性이 높은 除草劑도 그동안 우리나라에 이미 導入된 pyrazol系의 pyrazolate 및 pyrazoxyfen에 버금가는 劃期的인 除草劑로 思慮된다. 따라서 weeding spectrum의 補完 또는 藥害輕減²¹⁾ 나아가서 cost 節減 등을 위하여 우리나라 實情에 맞는 混合劑가 開發될 때 成苗移秧은 勿論 機械移秧畝의 多年生雜草混生畝에서 效果的인 雜草防除에 크게 寄與할 수 있을 것으로 思慮된다.

摘 要

新規 除草劑 bensulfuron methyl (DPX-F5384)의 藥害 및 除草效果 變動要因을 究明하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

- 1) 移秧苗(3.5葉苗, 三剛벼)에 대하여 bensulfuron methyl 3~6g a.i./10a의 處理藥量 水準에서는 대체로 安全하고 그 以上으로 藥量이 增加되면서 藥害는 若干式 增大되었으나, 12g

a.i./10a 處理에서도 그 藥害는 輕微하였다. 處理時期, 漏水量, 溫度, 移秧深度, 土壤特性의 差異에 따른 藥害變動은 거의 없었다. 品種間에는 印度型×日本型(三剛벼) 벼보다 日本型(동진벼) 벼에서 藥害가 多少 增大되었다.

- 2) Bensulfuron methyl은 一年生雜草 大部分과 多年生雜草 中 너도방동사니, 가래에 대해서는 탁월한 防除效果가 있고 올미, 벼풀, 올방개에 대해서도 그 效果가 優秀하였다. 一年生雜草中 피에 대해서는 滿足스런 效果를 期待할 수 없었다.

本劑의 最適處理時期는 移植 5日後處理로 생각되지만 그보다 處理時期가 多少 빠르거나 늦어져도(3-10DAT) 效果의 變動은 적었다. 또한 土壤의 特性差異에 따른 效果變動도 크지 아니하였다.

그러나 漏水量이 增加될 때와 溫度가 낮을 때 草種에 따라서는 效果가 若干 減少되었다.

REFERENCE

1. 古谷勝司·片岡孝義. 1970. 數種除草劑の水稲あびノビエに對する殺草力の溫度變動. 雜草研究 10:28~36.
2. 片岡孝義·正垣優. 1975. 數種除草劑の水稲稚苗移植栽培の移植前處理にあける作用性. 雜草研究 19:69~71.
3. Kawamura, Y. and K. Hirai. 1975. Influence of soil properties on the herbicidal activity of oxadiazon under flooded condition of paddy field. Proceedings of the 5th APWSS 155~158.
4. 中澤秋雄·中山兼徳·水岩武·高橋哲二. 1968. S-トリアジン系除草劑の藥害について, 第1報土壤の遠いによる藥害發現様相の差異. 雜草研究 17:8~13.
5. 中山裕人·竹内安智·近内誠登·竹松哲夫. 1986. DPX-F5384に對する水稲品種間 感受性差異について. 雜草研究 31(別號): 107~108.
6. 西川廣榮. 1974. 水田稚苗移植栽培にあける雜草防除上の問題占. 雜草研究 17:8~13.
7. 野田健兒·茨木和典·水澤啓男. 1965. 除草劑の作用力の溫度による變動. 雜草研究 4:127~131.
8. 大野哲·石塚皓造·湯山猛·武田俊司. 1986.

- DPX-F5384 のイネ品種に対する作用とその吸収性. 雑草研究 31(別號):109~110.
9. Peudpaichit, S., G. S. Ide, C. Poola-O. R. and P. Tipyasothi. 1985. DPX-F5384 herbicide application flexibility for broadleaf weed control in direct seed rice. Proceedings of the 10th APWSS 156~157.
 10. 梁桓承・韓成洙. 1983. 數種多年生雜草混生畝에 있어서 除草劑에 의한 效果的인 雜草防除, - Perfluidone 의 作用特性究明을 中心으로 -. 韓雜誌 3(1): 75~102.
 11. 梁桓承・韓成洙・金慶炫. 1983. 除草劑 Pyrazolate 의 作用特性에 關한 研究. 韓雜誌 3(2): 174~189.
 12. 梁桓承・高成龍. 1984. 除草劑 SL-49 의 作用特性에 關한 研究. 全北大 論文輯 15:55~71.
 13. 梁桓承・金仁坤. 1986. 除草劑 Simetiyne 劑에 의한 統一벼의 藥害發生要因 究明에 關한 研究. 韓國雜草學會誌. 6(1): 48~58.
 14. 梁桓承・李碩榮. 1972. Saturn-S藥害發生要因 究明에 關한 研究, 第1報 土性の 差異에 依한 藥害要因. 全北大學校 農大 論文集 3: 28~34.
 15. Ray, T. B. 1982. The mode of action of chlorsulfuron a new herbicide for cereals. Pestic. Biochem. Physiol. 17:10~17.
 16. 佐合隆一・田中文隆・西諍雄. 1981. シメトリ
 ンの水稻對する藥害發現の機構, - 溫度條件と葉位別消長との關係. 雜草研究 26(3): 234~248.
 17. 武田俊司・湯山猛・D. I. Erbes. 1985. 新規除草劑 DPX-F5384 に関する研究, 2)數種スルホニルウレア化合物の生物活性. 雜草研究 31(別號): 99~100.
 18. 武田俊司・湯山猛・柳澤大介. 1985. 新廣範圍水稻除草劑 DPX-F5384 に関する研究, 1) 物理化學的性狀及び生物學的作用特性. 雜草研究 30(別號): 9~10.
 19. Takeda, S., P. B. Sweetser, D. L. Erbes and T. Yuyama. 1985. Mode of selectivity of Londax[®] herbicide (DPX-F5384) in paddy rice. Proceedings of the 10th APWSS 114~122.
 20. Takeda, S., T. Yuyama, R. C. Ackerson and R. C. Weigel. 1985. Herbicidal activities and selectivity of new rice herbicide DPX-F5384. Weed Research (Japan) 30: 284~289.
 21. 武富巖・石島藤夫・古澤裕和・山村宏榮. 1985. 水稻除草劑 DPX-F5384 に関する研究, 1) Dimetryrate (My93) による DPX-F5384 の水稻藥害輕減效果につひて. 雜草研究 31(別號): 105~106.