

### 除草劑의 使用法 開發을 위한 研究

#### X. 晩播大豆의 雜草防除를 위한 Acifluorfen과 Haloxyfop-methyl의 混用效果 解析研究

吳滋玉\* · 李權\* · 金東均\*\* · 洪性珩\*\*\*

### Improvement of Herbicide Use in Crop Production.

#### X. Interpretations in Tank-mix Use of Acifluorfen and Haloxyfop-methyl for Weeding on Late-season Cropped Soybeans(*Glycine max L.*)

Guh, J. O.\* , Lee, K.\* , Kim, D. K.\*\* and S. H. Hong\*\*\*

#### ABSTRACT

25 tank-mixed combinations between Haloxyfop-methyl at 0, 0.05, 0.1, 0.15 and 0.2 kg ae/ha and Acifluorfen at 0, 0.082, 0.163, 0.245 and 0.326 kg ai/ha were applied at post-emergence on the late-season cropped soybean(*Glycine max*) fields predominated by grasses and assessed on the weeding efficacy. A most abundant weed species on the experimented fields were found at September (25 species). The broadleaved weed species and sedges were successively and proportionately emerged by the control rate of grass species. From the mono-treatment of each herbicide, Haloxyfop-methyl was recognized as a highly selective one between grasses and soybean, and Acifluorfen between broadleaf weeds and soybean, respectively. By combined application with both herbicides a synergistic weeding efficacy was detected on total weed species, however antagonistic or additive on each weed groups. Among other traits of soybean, stem dry weight was influenced by weed competitions during October, number of pods per plant during August and seed yields during whole periods. For most effective and reasonable weeding, no less than 0.4 kg ai/ha of each herbicides should be applied in combinations.

Key words: tank-mixture, haloxyfop-methyl, acifluorfen, succession, synergism, antagonism, additive effect, competition periods

#### 緒 言

田作物에 대한 除草劑研究는 특히 우리나라의 경우 늘어서 最近 數年以來 關心이 높아지고 있다.<sup>13, 14, 18, 36)</sup> 우리나라의 田地는 立地條件이 매우 粗惡하

고, 生産力은 낮으며, 生産經營의 集團化나 集約化가 안되어 있는 實情에 있다.<sup>9)</sup> 따라서 田作除草劑分野의 學問·産業發達은 물론 生産現地의 技術收容狀態가 더욱 뒤떨어지게 되었다.

1970年代 以來로 우리나라 田作除草劑는 Alachlor 粒劑와 乳劑 및 Butachlor 乳劑가 대중을 이루어 왔

\* 全南大學校, \*\* Rohm & Haas Asia, \*\*\* Dow Chemical.  
\* Jomnam National University, \*\* Rohm & Haas Asia, \*\*\* Dow Chemical.

으며, 1983년에는 Alachlor가 전체 시장의 66.26%를 점유하기에 이르렀다.<sup>14)</sup> 즉 우리나라의 田作除草劑는 Alachlor 단일약제에 의하여 雜草發生前 土壤處理劑에 대한 經驗을 쌓아 왔을 뿐이라 하여도 과언이 아니었다.

이에 따라서 筆者들은 前報<sup>9,10,11,12,13)</sup>를 통하여 雜草發生後 莖葉處理劑의 使用妥當性에 관한 基礎資料를 發表한 바 있다. 특히 우리나라의 밭토양은 砂質 및 砂礫質의 分布가 절반이 넘고 있어서<sup>14)</sup> 토양 처리용 除草劑의 使用이 制限될 뿐만 아니라, 토양 잔류, 土性 및 土壤條件別 藥効變動, 雜草의 發生豫測誤差에 따른 藥劑 및 藥量選定の 困難, 土壤水分에 따른 藥効 및 藥害變動, 投藥量增大로 인한 生産費增加 등의 問題點들을 根本的으로 극복하는 길은 莖葉處理用 除草劑의 轉換使用에 있기 때문이다.<sup>15)</sup>

筆者들은 前報<sup>13)</sup>에서 우리나라 南部 晚播大豆栽培의 제초제 使用法을 究明할 目的으로 Acifluorfen과 Haloxyfop-methyl의 混用에 의한 莖葉處理可能性을 檢討하였다. Acifluorfen은 Rohm & Haas 會社에서 開發한 莎草科 및 廣葉雜草의 選擇性殺草劑<sup>5,20)</sup>로서 잎에서 흡수되어 光酸化作用에 의한 殺草機作을 나타내는 것<sup>3,5,28)</sup>으로 알려져 있으며, Haloxyfop-methyl은 Dow Chemical 會社에서 開發한 禾本科雜草의 選擇性殺草劑<sup>16,19,20,30)</sup>로서 잎과 뿌리에서 대사활성이 높은 生長點으로 移行함으로써 殺草機作을 나타내는 것<sup>1,25)</sup>으로 알려져 있다. 그러나 각 藥劑의 單獨處理에서는 雜草의 遷移에 따라 單一群의 集中發生이 되었고, 이들 두 藥劑의 組合處理에서는 禾本科雜草에 대한 拮抗의 防除價를, 廣葉雜草에는 相加의 防除價를 나타내는 傾向이었으며<sup>13)</sup>, 이와 유사한 報告들<sup>19,20)</sup>에서도 發見되고 있다.

따라서 本研究은 禾本科雜草가 先優占하는 耕地에 이들 두 藥劑의 組合處理를 함으로써 雜草의 遷移傾向과 禾本科雜草에 대한 拮抗의 防除傾向을 再確認하고, 組合藥量의 變動에 따른 이들 反應傾向을 精密하게 解析하기 위하여 試圖되었다.

## 材料 및 方法

本 試驗은 1984년도에 全南 光州市 所在의 全南大 農大 田作圃場에서 遂行되었다. 供試作物 品種은 晚播用 大豆 “短葉콩”으로서 7月 4·5 兩日에 栽植距離 60cm×10cm로 3粒點播하며, 施肥量은 播種前 15日에 40kg/10a의 石灰를 施用하고, 播

種前 2日에 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 2-5-7 kg/10a 가 되도록 全量基肥로 施用하였다.

供試藥劑는 Acifluorfen 2L, [5-(2-chloro-4-(trifluoromethyl) phenoxy)-2-nitrobenzoic acid]의 20.4%(w/v)와 Haloxyfop-methyl, [Methyl 2-(4-(3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridinyl) phenoxy) propanoate]의 24.6%로서, 두 藥劑의 混用組合에 使用된 處理藥量은 各各 Acifluorfen 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 kg ai/ha와 Haloxyfop-methyl 0, 0.125, 0.25, 0.37 및 0.5 kg ae/ha의 25組合이었다.

試驗區는 區當面積 15m<sup>2</sup> (3m×5m), 25處理, 3反復의 난괴법으로 配置하였고 藥劑處理는 大豆 3復葉期에 해당하는 7月 20日(播種後 15日)에 5 litre用的 solo Honjet-455 분무기에 φ--0.8의 1頭口 노즐을 부착하여 撒布하였다. 藥劑의 희석은 一律的으로 800ℓ/ha로 고정하였다.

諸般의 圃場管理는 作物試驗場의 麥後作大豆 標準栽培法에 準하였으며, 作物收穫期까지 月別로 雜草種의 發生數 및 生體重을 測定하였고, 收穫期의 作物生育 및 收量性を 調査하여 藥効變異를 評價하였다.

藥効評價는 藥劑處理後 10日의 作物體外症에 대한 遠觀調査와 雜草發生 및 收量調査值을 15日의 獨立變量으로 構成되는 Multiple regression polynomial 함수관계로 固定하여 각 약제 단독처리에 따른 月別, 雜草群別 發生變動과 作物生育 및 收量性變動의 表面反應을 해석하였고, 偏微分法에 의하여 두 藥劑組合의 相互作用效果를 解析하였다. 두 藥劑間의 協力性은 다시 Colby의 相對協力係數 分析法에 의하여 評價하였으며, 曲線回歸 및 決定係數 分析에 의하여 月別 雜草發生量과 作物競合害의 相互關係를 評價하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 圃場의 雜草發生條件

試驗期間중에 發生되었던 雜草는 總 29種으로서 禾本科가 3種, 莎草科가 2種, 廣葉數가 24種이었고, 夏季一年生이 18種, 冬季一年生이 7種, 多年生이 4種으로 分布하고 있었다(表 1). 季節別로는 7월에 16種, 8월에 19種, 9월에 25種, 10월에 18種으로서 9월에 가장 많은 雜草種이 出現하고 있었다. 그러나 優占性은 피>명아주>비름>여귀>

**Table 1.** Weed species emerged on the after-barley cropping soybean fields during the experimentation.

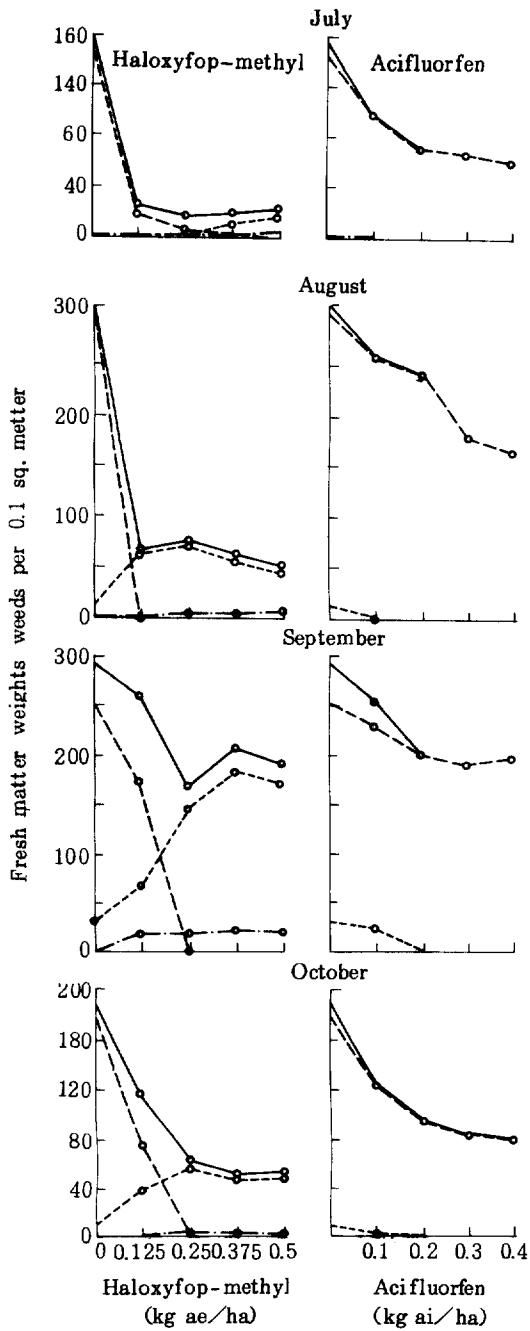
Common name	Scientific name	Life form *	Observed seasons			
			July	Aug.	Sept.	Oct.
Grasses						
피	<i>Echinochloa crusgalla</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , t	+	+	+	+
바랭이	<i>Digitaria adscendens</i>	Th, R <sub>4</sub> , D <sub>4</sub> , t	+	+	+	+
강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , t	+	+	+	+
Sedges						
알방동산이	<i>Cyperus difformis</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4.1</sub> , t	+	+	+	+
바람하늘죽이	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4.1</sub> , t	+	+	+	+
Broad-Leaves						
여뀌	<i>Polygonum hydropiper</i>	Th, R <sub>4</sub> , D <sub>4</sub> , e	+	+	+	+
여뀌바늘	<i>Ludwigia prostrata</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , e	+	+	+	+
석류풀	<i>Mollugo stricta</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , b	+	+	+	+
한련초	<i>Ecilpta prostrata</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4.1</sub> , e	+	+	+	+
깨풀	<i>Acalypha australis</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , e	+	+	+	+
명아주	<i>Chenopodium album</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , e	+	+	+	+
개비름	<i>Amaranthus adscendens</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , e	+	+	+	+
쇠비름	<i>Portulaca oleraces</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , b	+	+	+	+
자귀풀	<i>Aeschynomene indica</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , e	+	+		
털진륙찰	<i>Sigesbeckia pubescens</i>	Th, R <sub>5</sub> , D <sub>2</sub> , e			+	
마디꽃	<i>Rotala indica</i>	Th, R <sub>4</sub> , D <sub>4</sub> , e			+	
고마피	<i>Polygonum thunbergii</i>	Th, R <sub>4</sub> , D <sub>4</sub> , e			+	
닭의장풀	<i>Commelina communis</i>	Th, R <sub>4</sub> , D <sub>4</sub> , b		+		
중대가리풀	<i>Centipeda minima</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , b	+	+	+	+
냉이	<i>Capsella bursa-pastoria</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , ps	+	+	+	+
망초	<i>Erigeron canadensis</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>1</sub> , pr		+	+	+
지칭개	<i>Hemistepta lyrata</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>1</sub> , pr		+	+	+
벼룩나물	<i>Stellaria alsine</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , b				+
보리쟁이	<i>Youngia japonica</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>1</sub> , ps				+
주름잎	<i>Mazus japonicus</i>	Th (w), R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , ps			+	+
소리쟁이	<i>Rumex obtusifolius</i>	H, R <sub>5</sub> , D <sub>4</sub> , ps			+	+
토끼풀	<i>Trifolium repens</i>	Ch, R <sub>4</sub> , D <sub>4</sub> , p			+	+
괭이밥	<i>Oxalis corniculata</i>	Ch, R <sub>4</sub> , D <sub>3.2</sub> , p-b			+	
거지덩굴	<i>Cayratia japonica</i>	G, R <sub>2.3</sub> D <sub>2.5</sub> , l			+	

\* Life forms. 1. Dormancy forms. Th: Therophyte (summer annual), Th(w): Therophyte (winter annual), H: Hemicryptophyte, Ch: Chamaephyte, G: Geophyte. 2. Radicoid forms. R<sub>2</sub>: Widest extent of ryzomatous growth, R<sub>3</sub>: Moderate extent, R<sub>4</sub>: Narrowest extent, R<sub>5</sub>: Clonal growth by stolons and struck root, R<sub>5</sub>: Non-clonal growth (monophyte), 3. Dissemimule forms. D<sub>1</sub>: Disseminated widely by wind and water, D<sub>2</sub>: Disseminated attaching with/or eaten by animals and man, D<sub>3</sub>: Disseminated by mechanical prouision of dehiscence of of fruits, D<sub>4</sub>: Having no special modification for dissemination, D<sub>5</sub>: Not producing seeds. 4. Growth forms. t: Tussock form, e: Erect form, b: Branched form, pr: Partial-rosett form, ps: Pseudo-rosett form, p-b: b form with procumbent stem, and l: Climbing or liane form, respectively (Followed by Weed Flora of Japan, edited by Makoto Numata and Nagata Yoshiyawa).

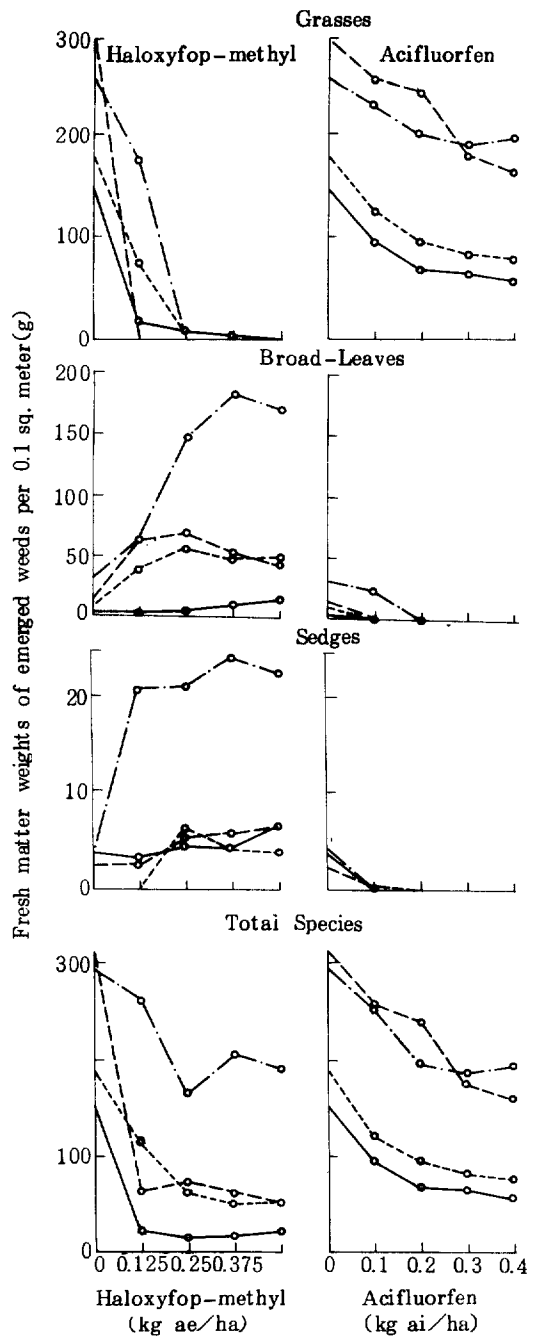
바랭이 > 깨풀 > 쇠비름 > 알방동산이 順으로 컸으며, 피가 全期間을 통하여 最優占하는 草種이었다. 유사한 결과를 Takashi (1964)<sup>32)</sup>도 報告한 바 있다.

## 2. 供試藥劑의 除草特性

두 供試藥劑의 各 單劑 効果를 月別 및 雜草群別로 살펴 본 結果는 圖 1 및 圖 2와 같았다. Haloxypop-methyl 의 경우, 禾本科雜草가 先優占하



**Fig. 1.** Changes in fresh matter weights of emerged weeds per 0.1 sq. meter by each weed class and assessed seasons, as affected by various rates of Haloxyfop-methyl and Acifluorfen (○—○ : Total species, ●—● : Grasses, △—△ : Sedges, and ▲—▲ : Broad-leaves).



**Fig. 2.** Changes in fresh matter weights of emerged weeds per 0.1 sq. meter by each assessed seasons and weed classes as affected by Haloxyfop-methyl and Acifluorfen (○—○ : July, ●—● : Aug., △—△ : September and ▲—▲ : October, respectively).

는 圃場條件이었기 때문에 7월과 8월까지全體雜草의發生을 效果的으로 防除하였으나 9월에는 廣葉雜草 및 莎草科雜草의發生増大로 0.5 kg ae/ha 處理下에서도全體雜草의 30%에 不過하는 防除效果를 나타내었을 뿐이었다. 그러나 Acifluorfen은 7·8월에도全體雜草의 30~50%를 防除하는效果를 보였으며, 9월에는 廣葉 및 莎草科雜草를 完全히 防除하였음에도 不狗하고全體雜草種에 대한 防除效果는 30% 内外에 지나지 않는 傾向이었다.

10월의發生量減少는 自然的인 雜草枯死가 藥劑效果에 加勢되었기 때문일 것으로 생각이 된다. 따라서 禾本科雜草가 優占하는 圃場條件下에서는 Haloxypop-methyl 과 같은 藥劑의 單劑處理로도 相當期間에 걸쳐 높은 防除效果를 期待할 수 있었으나 作物生育後期の 廣葉 및 莎草科雜草의 遷移的發生 때문에 雜草競合被害를 回避할 수는 없었다. 반면에 Acifluorfen 과 같은 藥劑는 全期間에 걸쳐서 廣葉 및 莎草科雜草의發生을 抑制할 수 있었으나全體雜草에 대한 防除效果는 저조한 편이었다. 그러나 Acifluorfen 單劑處理로도 相當한 程度의 禾本科雜草를 防除하는 效果가 있음을 알 수 있었다.

Haloxypop-methyl 의 單劑處理가 되었을 경우에 試驗全期間을 통하여 禾本科雜草는 宗全히 防除할 수 있었으나 廣葉雜草와 莎草科雜草는 특히 9월에 藥劑處理量이 增加할수록 發生量이 늘어 가는 現象이었다. 이는 Haloxypop-methyl 의 藥量增加로 禾本科雜草의發生은 減少되었으며, 이에 대한 遷移特性 때문에 莎草科나 廣葉雜草의發生은 增加되었던 것으로 判斷이 된다. 따라서 Haloxypop-methyl 의 單獨處理에서는 9月中의 廣葉 및 莎草科雜草에 대한 추가적인 방제수단이 요구된다고 하겠다.

反面에 Acifluorfen 의 경우에는, 試驗圃場의 優占種이 禾本科로서 充分한 防除를 하지 못했기 때문에 廣葉 및 莎草科雜草로의 遷移現象도 나타나지 않았고, 또한 藥劑에 의한 廣葉 및 莎草科雜草의 殺草效果 때문에 이들 雜草群에 대한 問題는 全期間을 통하여 완전 해결이 되었다. 따라서 Acifluorfen 의 單獨處理條件下에서는 특히 8·9월의 禾本科雜草에 의해 競合害가 問題로 남으며, 이에 대한 추가적인 방제수단이 요구되는 것으로 判斷이 되었다.

### 3. 藥劑 組合處理의 效應表面

Haloxypop-methyl 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 kg ae/ha 의 5水準과 Acifluorfen 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4,

0.5 kg ai/ha 의 5水準을 組合으로 하는 25個處理의 除草效果를 0.1m<sup>2</sup>當의 發生雜草 生體重으로 每月 調查하여 多項多重回歸式으로 數式化한 結果 다음과 같았다(단, H: Haloxypop-methyl, A: Acifluorfen).

$$\begin{aligned} \text{Fresh wt/July} = & 153 - 1536H - 789A + 5113H^2 \\ & - 2432A^2 - 5134H^3 - 2610A^3 + 8517HA \\ & - 2707HA^2 + 28669HA^3 - 30561H^2A \\ & + 100420H^2A^2 - 107484H^2A^3 + 30892H^3A \\ & - 101346H^3A^2 + 107497H^3A^3 \\ (R^2 = & 0.9911) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fresh wt/Aug.} = & 305 - 2836H - 343A + 9905H^2 \\ & - 388A^2 - 10516H^3 + 959A^3 - 1980HA \\ & + 59014HA^2 - 94720HA^3 - 2124H^2A \\ & - 216950H^2A^2 + 371378H^2A^3 + 10314H^3A \\ & + 220246H^3A^2 - 396478H^3A^3 \\ (R^2 = & 0.9847) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fresh wt/Sept} = & 301 - 591H - 456A + 676H^2 \\ & - 373A^2 + 200H^3 + 2282A^3 - 11170HA \\ & + 95665HA^2 - 169324HA^3 + 34257H^2A \\ & - 372958H^2A^2 + 691324H^2A^3 - 29624H^3A \\ & + 387454H^3A^2 - 740425H^3A^3 \\ (R^2 = & 0.9427) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fresh wt/Oct.} = & 190 - 730H - 844A + 1056H^2 \\ & + 2364A^2 - 273H^3 - 2323A^3 + 5439HA \\ & - 10423HA^2 + 4816HA^3 - 12416H^2A \\ & + 4384H^2A^2 + 21597H^2A^3 + 8815H^3A \\ & + 13774H^3A^2 - 42258H^3A^3 \\ (R^2 = & 0.9896) \end{aligned}$$

이들 數式에 의한 效應表面을 圖式한 것이 圖 3이며, 圖上의 點線은 零未滿의 反應을 意味하지만 雜草生體重에 零未滿의 數値는 實際하지 않으며, 數値에서 誘導되었기 때문에 算出된 것으로 完全除草인 霧으로 解析해야 할 것이다.

單位面積當의 雜草發生量이 季節의으로 差異가 있어서 8·9월에 많고 10월과 7월에는 적었다. 따라서 그림이 나타내는 曲面의 높낮이는 동시에 비교될 수는 없겠으나, 대체로 보아서 7·8월에는 Haloxypop-methyl 의 單獨處理 效果는 認定되는 反面에 Acifluorfen 의 單獨處理 效果는 거의 認定되지 않는 傾向이었다. 그러나 9·10월에는 두 藥劑 모두에서 單獨處理 效果가 거의 認定키 어려운 傾向이었다. 그림 가운데서 點線으로 表現된 곳의 組合處理에서 宗全防除가 이루어졌던 것으로 解析을 하면,

7月中에는 Haloxypop-methyl 0.2kg ae/ha 이상과 Acifluorfen 0.2kg ai/ha 이상의 組合에서 비교적 만족스런 除草效果가 期待되었으나 8月에는 Haloxypop-methyl의 組合量이 적어도 0.3kg/ha

는 되어야 했으며, 9月과 10月에는 Haloxypop-methyl 0.3~0.4 kg ae/ha와 Acifluorfen 0.3~0.5 kg ai/ha의 組合은 되어야 持續的인 除草效果를 維持시켜 갈 수 있었다.

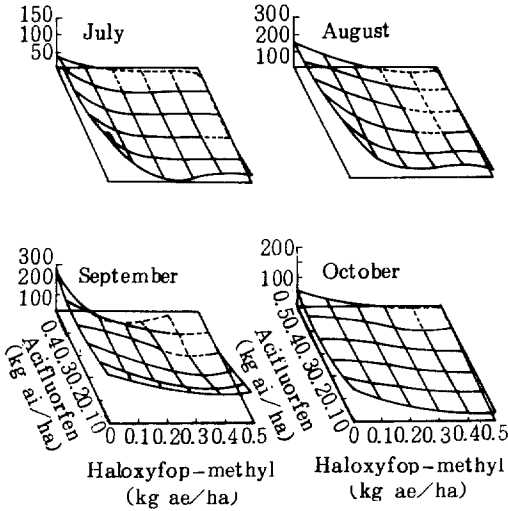


Fig. 3. Response surfaces of total weeding efficacy by combined treatments of Haloxypop-methyl and Acifluorfen by each assessed season.

#### 4. 藥劑間的 相互作用效果

藥劑間的 相互作用效果는 Drury (1980)<sup>2)</sup>와 Campbell 등 (1981)<sup>2)</sup>의 方法에 의하여 前項에 提示하였던 바, Haloxypop-methyl과 Acifluorfen의 處理 組合을 근거로 하는 15個 獨立變量, 즉 H, H<sup>2</sup>, H<sup>3</sup>, A<sup>2</sup>, A<sup>3</sup>, HA, ... H<sup>3</sup>A<sup>2</sup> 및 H<sup>3</sup>A<sup>3</sup>으로 構成되는 Multiple regression polynomial 數式을 算出하였다. 이들 數式으로부터 aH<sup>m</sup>A<sup>n</sup>로 表記된 變量을

$$\begin{aligned} \delta(aH^m A^n) / \delta H &= mH^{m-1} A^n, \\ \delta(aH^m A^n) / \delta A &= nH^m A^{n-1}, \text{ 및} \\ \delta^2(aH^m A^n) / \delta H \delta A &= mnH^{m-1} A^{n-1} \end{aligned}$$

로 偏微分함으로써 두 藥劑의 組合處理 反應으로부터 Haloxypop-methyl의 作用效果 [ $\delta f(H, A) / \delta H$ ], Acifluorfen의 作用效果 [ $\delta f(H, A) / \delta A$ ] 및 Haloxypop-methyl × Acifluorfen의 相互作用效果 [ $\delta^2 f(H, A) / \delta H \delta A$ ]를 求하여 解析하였다(圖 4).

Haloxypop-methyl과 Acifluorfen의 組合處理에 따른 除草效果에 있어서 Haloxypop-methyl의 作用

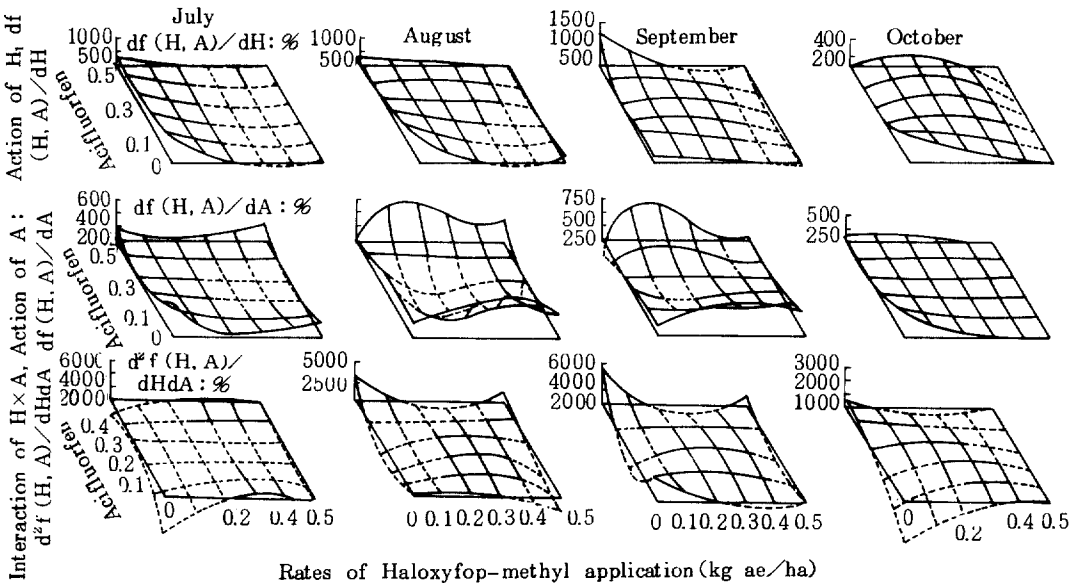


Fig. 4. Changes in action [ $df(H, A)/dH$  and  $df(H, A)/dA$ ] and interaction [ $d^2f(H, A)/dHdA$ ] of Haloxypop-methyl(H) and Acifluorfen(A) on the percent weed control of the untrated check at different seasons.

효과, 즉 Haloxyfop-methyl의藥량이 한 단위 증가함에 따른除草作用效果는點線이 이루는 지점의藥量限界까지陽性을 보인다. 즉 7月에는 Acifluorfen의藥量에關係없이 Haloxyfop-methyl 0.25kg ae/ha까지陽性效果를 보이나 8月에는 Acifluorfen의藥량이 높아질수록陽性을 나타내는 Haloxyfop-methyl의限界藥量도 0.4kg ae/ha까지增大됨을 알 수 있었다. 이러한現象은 9月을 거치면서 점차 완만해짐으로써 10月에는 다시 Acifluorfen의藥量과無關하게 Haloxyfop-methyl의陽性反應限界가 0.4kg ae/ha로 나타나는傾向이었다.

반면에 Haloxyfop-methyl의藥량이各水準으로固定된狀態下에서 Acifluorfen의藥량이 한單位增大하는 데 따른 Acifluorfen의作用效果,  $\delta f(H, A)/\delta A$ 는, 7月의 경우 Haloxyfop-methyl의藥량이 0.2kg/ha 이상으로 높고 Acifluorfen이 0.2~0.35kg ai/ha인條件下에서 Acifluorfen의作用力이陰性을 나타내었으며, 8月에는 두藥劑 모두 더욱幅넓은藥量組合下에서 Acifluorfen의陰性作用力이發現되는傾向이었다. 그러나 9月을 거치면서 이들 Acifluorfen의陰性作用力은 점차 사라져서 10月에는 두藥劑組合의全域에서 Acifluorfen의作用力을 나타내게 되었다.

이와 같은 두藥劑의作用效果變動은前記 2項에서檢討하였던 바와 같이本圃場의雜草發生條件이禾本科에 의하여強하게先優占하며, 廣葉 및莎草科雜草는禾本科雜草의防除程度에比例하여 8~9月에遷移의으로發生을 하기 때문에 빚어진結果로解析이 된다.<sup>13)</sup> 즉禾本科雜草에 대하여選擇殺草性인 Haloxyfop-methyl<sup>16,19,30)</sup>은經時的으로陽性反應限界藥量이增大되었고, 8~9月에 Acifluorfen의藥量에 따른作用效果의變動이 야기되었다. 또한莎草 및廣葉雜草에選擇殺草性인藥劑로 알려진 Acifluorfen<sup>17,26,29,34)</sup>의作用力은특히 7~8月의前半期 동안에 Haloxyfop-methyl의藥量에 따른陰性反應이 심하게 나타났으며, 廣葉出現이 많았던 9月부터 Haloxyfop-methyl의 영향을 벗어나서 전반적인陽性反應을 보이게 되었다.

한편 두藥劑가同時에 한單位씩의藥量增加를 하는 데 따른相互作用效果는 7月의 경우 대체로陰性的인效果를 보였으나 8月以後부터는 두藥劑의大部分供試範圍下에서陽性的인相互作用效果를 나타내는傾向이었다. 그러나 10月에 이르러서는 두藥劑가同時에 높거나 낮지 않은組合에서만

陽性的의相互作用效果를 나타내었다.

類似한報告들로 Hunter等(1983-1, 2)<sup>19,20)</sup>과筆者等(1984)<sup>18)</sup>을 들 수 있으나原因解析은不充分하며, Dow-Chem社(1984)<sup>6)</sup>에 의하면 Haloxyfop-methyl과 Acifluorfen 및 Bentazon 등의高度選擇的인藥劑間混用에서 흔히 두藥劑間的界面活性問題로部分的인拮抗的相互作用이誘發될 수 있다고 하여檢討가要求된다.

### 5. Colby의相對協力係數

前項의相互作用分析結果를對比하여檢討할目的으로 Colby等(1965)<sup>3)</sup>이提示한相對協力係數를算出하였다. 이들係數는 Colby(1967)<sup>4)</sup>가提示했던 두藥劑混用에서의期待效果( $E_1=100-(X+Y/100)$ )에 대한觀測效果의比率로서係數의크기가 1.0 이상인 경우를協力的, 1.0未滿인 경우를拮抗的 및 1.0인 경우를相加的으로解析하였다.<sup>15)</sup>(表 2).

表 2에 나타낸 바, 陰數가算出된 것은廣葉 및莎草科雜草의發生이禾本科雜草의防除效果에比例하여遷移의으로 이루어지는傾向이었기 때문에期待效果算出에逆方向이있었던 데기인된다. 대체로 보아 7·8·9月에는 Haloxyfop-methyl의藥量이 0.264kg ae/ha 이상인組合에서全體雜草種에 대한協力的인防除效果가認定되었고, 雜草群別로는廣葉과莎草科에 대한부분적인組合에서만協力的의效果가認定되었을 뿐이다. 雜草群別防除效果는拮抗的인傾向이라 할 수 있었다. 원래 Colby등(1965)<sup>3)</sup>은 한種의植物에 서로 다른作用機작을 갖는藥劑間的效果에 대한相互作用을 설명하는 데本方法을利用하였다. 따라서本研究의 경우,全體草種을構成하는 3個雜草群에 대하여藥劑別로相異하게殺草效果를 나타내었으므로 비록雜草群別로는藥劑間에拮抗的의殺草效果를 나타내었다더라도全體雜草種에 대한除草效果는各藥劑의單獨處理에 대한協力反應을 나타내었을 것이다.

### 6. 大豆의生育 및收量反應

Haloxyfop-methyl과 Acifluorfen의 25組合處理에 따른除草效果를大豆의莢數, 種實收量 및莖乾重의多重多項式으로回歸關係를算出하였다(단, H: Haloxyfop-methyl, A: Acifluorfen)

$$y_{\text{pod No.}} = 61 + 981H - 83A - 3178H^2 + 632A^2 + 3088H^3 - 777A^3 + 27HA - 16497HA^2$$

**Table 2.** Changes of relative coefficients of synergism in combined weeding efficacy of Haloxypop-methyl and Acifluorfen by each assessed season and weed species.

Haloxypop-methyl : Acifluorfen (kg ai/ ha)	July				August			
	Grasses	Sedges	Broad-L	Total	Grasses	Sedges	Broad-L	Total
0.132 : 0.1	0.944	0.963	1.419	0.973	0.834	0.944	0.408	0.989
0.132 : 0.2	0.959	0.989	0.998	0.980	0.754	0.856	0.789	0.906
0.132 : 0.3	0.965	0.989	0.960	0.984	0.585	0.991	0.856	0.683
0.132 : 0.4	0.987	0.963	0.992	1.004	0.590	0.900	1.027	0.680
0.264 : 0.1	0.976	0.940	2.008	1.016	0.986	1.503	0.233	1.191
0.264 : 0.2	0.969	0.992	1.027	0.999	0.982	0.476	0.770	1.196
0.264 : 0.3	0.978	0.967	0.966	1.006	0.946	0.476	0.823	1.092
0.264 : 0.4	0.977	0.992	0.966	1.002	0.896	1.047	0.958	1.033
0.396 : 0.1	0.980	0.996	-12.238	1.046	0.988	0.734	0.367	1.150
0.396 : 0.2	0.973	0.996	1.079	1.019	0.988	0.092	0.666	1.157
0.396 : 0.3	0.958	0.913	0.789	1.024	0.986	0.916	0.741	1.104
0.396 : 0.4	0.979	0.913	0.754	1.013	0.986	0.870	0.948	1.102
0.528 : 0.1	0.983	0.998	-1.289	1.080	0.988	2.858	0.234	1.106
0.528 : 0.2	0.977	0.893	1.210	1.045	0.988	0.276	0.661	1.115
0.528 : 0.3	0.971	0.998	1.033	1.040	0.986	0.413	0.735	1.076
0.528 : 0.4	0.967	0.998	1.000	1.026	0.986	0.459	0.889	1.075
Haloxypop-methyl Acifluorfen (kg ai/ ha)	September				October			
	Grasses	Sedges	Broad-L	Total	Grasses	Sedges	Broad-L	Total
0.132 : 0.1	1.213	-0.181	-0.216	1.903	0.738	0.497	0.986	0.882
0.132 : 0.2	0.640	1.033	0.905	0.967	0.689	0.993	0.806	0.799
0.132 : 0.3	0.703	0.956	0.961	0.998	0.703	0.993	0.894	0.800
0.132 : 0.4	0.950	0.775	0.963	1.200	0.706	0.894	0.905	0.796
0.264 : 0.1	0.989	1.034	-0.255	1.606	0.987	-2.821	-12.621	0.913
0.264 : 0.2	0.988	0	0.357	1.284	0.848	-1.149	-1.502	0.870
0.264 : 0.3	0.960	1.034	0.719	1.486	0.874	0.731	0.438	0.952
0.264 : 0.4	0.964	0.827	0.877	1.540	0.776	0.940	0.686	1.020
0.396 : 0.1	0.989	-1.433	-0.484	1.734	0.987	-2.454	6.436	0.953
0.396 : 0.2	0.983	-0.511	0.238	1.608	0.986	-0.818	1.844	0.972
0.396 : 0.3	0.988	0.800	0.407	1.709	0.984	0.204	0.716	1.025
0.396 : 0.4	0.988	0.844	0.711	1.816	0.985	0.511	0.109	1.064
0.528 : 0.1	0.989	-0.052	-0.664	1.505	0.987	-0.815	6.534	0.971
0.528 : 0.2	0.988	-0.597	0.889	1.506	0.986	-0.815	2.238	0.953
0.528 : 0.3	0.988	0.519	0.667	1.547	0.985	0.510	0.555	1.040
0.528 : 0.4	0.988	1.038	0.331	1.642	0.985	0.815	0.076	1.057

\* Relative coefficient of synergism were computed as followed by colby, S. R. (1965 and 1967).

RCS=ratio of observed toxicity to expected toxicity, and expected value,

$E = 100 - (x + y - xy / 100)$ .

If,  $>1.0$  : synergism,  $1.0$  : additive, and  $<1.0$  : antagonism, respectively.

$$+29108HA^3 + 10242H^2A + 4265H^2A^2$$

$$-100784H^2A^3 - 19142H^3A - 14252H^3A^2$$

$$+ 69669H^3A^3 \quad [R^2=0.9832]$$

$$y_{seed\ wt.} = 11 + 80H + 9A - 194H^2 - 37A^2 + 144H^3$$

$$+ 88A^3 - 208HA + 788HA^2 - 1777HA^3$$

$$+ 3804H^2A - 16443H^2A^2 + 25303H^2A^3$$

$$- 5904H^3A + 27252H^3A^2 - 40899H^3A^3$$

$$[R^2=0.9935]$$

$$y_{stem\ wt.} = 7 + 27H - 4A + 30H^2 + 65A^2 - 82H^3$$

$$-100A^3 - 215HA + 1298HA^2 - 1988HA^3$$

$$+ 1669H^2A - 10811H^2A^2 + 17490H^2A^3$$

$$- 2324H^3A + 15607H^3A^2 - 24894H^3A^3$$

$$[R^2=0.9972]$$

이들 數式에 의한 効應表面을 그림으로 表示한 것

이 圖 5이다. 大豆의 個體當莢數는 Haloxypop-

methyl 0.3kg ai/ha 以上の 組合處理에서 大體로

비슷한 水準의 確保가 되는 傾向이었다. 그러나 個

體當 莢乾重은 두 藥劑의 組合藥量이 增加할수록



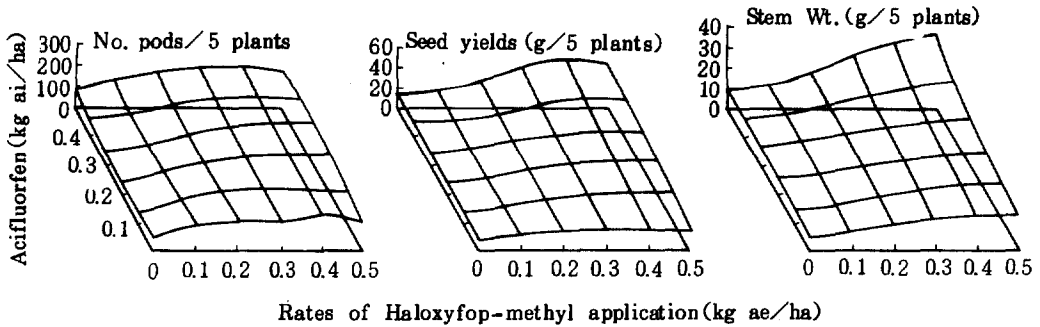


Fig. 5. Response surfaces of crop growth, yield component and yields by combined treatments of Haloxyfop-methyl and Acifluorfen at harvest.

Table 3. Second degree polynomial regression equations and correlation coefficients between crop growth, yield component, yields and weeding efficacies at different seasons.

Weeding efficacies at different seasons	Stem Wt. (g/5 plants)		No. pods per 5 plants		Seed yields (g/5 plants)	
	Regression equations	R <sup>2</sup>	Regression equations	R <sup>2</sup>	Regression equations	R <sup>2</sup>
Jl *	$7.76 - 0.17x + 0.003x^2$	0.62	$66.42 - 1.51x + 0.03x^2$	0.79	$12.99 - 0.35x + 0.005x^2$	0.74
Ag	$7.65 - 0.07x + 0.002x^2$	0.72	$61.62 - 0.34x + 0.02x^2$	0.94	$13.03 - 0.22x + 0.004x^2$	0.90
Sp	$7.35 + 0.11x + 0.0004x^2$	0.65	$75.71 + 0.92x + 0.005x^2$	0.76	$10.93 + 0.16x + 0.001x^2$	0.84
Oc	$6.99 - 0.09x + 0.003x^2$	0.90	$60.70 - 0.03x + 0.02x^2$	0.80	$10.98 - 0.12x + 0.004x^2$	0.88
Jl + Ag	$8.10 - 0.15x + 0.003x^2$	0.72	$68.25 - 1.26x + 0.23x^2$	0.93	$13.91 - 0.34x + 0.005x^2$	0.89
Jl + Sp	$6.44 + 0.001x + 0.002x^2$	0.71	$54.91 + 0.29x + 0.01x^2$	0.86	$10.65 - 0.07x + 0.003x^2$	0.90
Jl + Oc	$7.58 - 0.19x + 0.004x^2$	0.88	$60.89 - 1.09x + 0.03x^2$	0.90	$12.0 - 0.31x + 0.006x^2$	0.93
Ag + Sp	$6.11 + 0.06x + 0.001x^2$	0.74	$48.82 + 1.03x + 0.006x^2$	0.91	$10.07 + 0.03x + 0.002x^2$	0.94
Ag + Oc	$7.38 - 0.10x + 0.003x^2$	0.87	$54.83 - 0.13x + 0.02x^2$	0.94	$11.66 - 0.18x + 0.004x^2$	0.97
Sp + Oc	$6.52 + 0.05x + 0.001x^2$	0.77	$62.30 + 0.70x + 0.01x^2$	0.81	$10.33 + 0.04x + 0.002x^2$	0.90
Jl + Ag + Sp	$6.69 - 0.03x + 0.002x^2$	0.75	$54.24 + 0.09x + 0.02x^2$	0.92	$11.32 - 0.13x + 0.004x^2$	0.94
Jl + Ag + Oc	$7.80 - 0.16x + 0.003x^2$	0.85	$61.05 - 0.81x + 0.03x^2$	0.95	$12.60 - 0.29x + 0.005x^2$	0.96
Jl + Sp + Oc	$6.58 - 0.03x + 0.002x^2$	0.79	$55.67 + 0.13x + 0.02x^2$	0.87	$10.67 - 0.10x + 0.004x^2$	0.93
Ag + Sp + Oc	$6.33 + 0.02x + 0.002x^2$	0.80	$50.46 + 0.70x + 0.01x^2$	0.90	$10.22 - 0.02x + 0.003x^2$	0.95
Jl + Ag + Sp + Oc	$6.76 - 0.05x + 0.002x^2$	0.81	$53.92 + 0.04x + 0.02x^2$	0.92	$11.08 - 0.14x + 0.004x^2$	0.96
Crop stem Wt./5 plants			$-55.28 + 19.55x - 0.36x^2$	0.86	$-4.23 + 2.32x - 0.003x^2$	0.89
No. pods/5 plants					$9.62 - 0.008x + 0.001x^2$	0.96

\* Jl : July, Ag : August, Sp : September, and Oc : October, respectively.

은水準이었으며, 個體當 種實收量은 이들 두 特性의 中間傾向을 나타내었다. 이와 같은 現象은 大豆의 生長發育特性이 開花直後の 雜草競合程度에 의하여 莢數가 결정되는 反面, 莢乾重은 種實의 登熟期를 통하여 持續的으로 雜草競合의 影響을 받아 가며 增加함을 뜻하는 것으로 보인다. 즉 季節別 除草效果의 效應表面(圖 3)과 關聯시켜 大豆의 生育 및 收量特性을 考察할 때, 大豆의 莢數反應은 7·8月, 種實收量은 9月, 莢乾重은 10月の 除草效果를 逆數로 表現한 것과 類似的한 現象을 나타내었다.

이들 雜草競合時期와 作物生育 및 收量構成特性의 相互關係를 밝히기 위하여 兩者關係를 曲線回歸 및 決定係數分析法로 整理한 結果(表 3), 앞에서와 마찬가지로 莢乾重은 10月の 雜草發生量과 가장

密接한 關係를 갖는 反面에, 莢數는 8月이나 7月の 雜草發生程度에 의하여, 그리고 種實收量은 Iwata 등(1980)<sup>22)</sup>의 結果와 마찬가지로 生育全盛期間의 雜草發生程度에 의하여 明確한 回歸關係를 說明할 수가 있었다.

Kato 등(1966)<sup>23)</sup>은 大豆開花盛期の 除草가 가장 重要하며, 그 前後의 除草效果는 認定되지 않는다고 하였고, Iwata 등(1980)<sup>24)</sup>은 大豆生育의 後期에 雜草發生도 많고 제조효과도 높다고 함으로써 서로간에 다른 結果를 發表하였으나, 이는 雜草發生條件에 따른 結果일 뿐이다. 本研究은 Lee 등(1982)<sup>27)</sup>, Takemura 등<sup>28)</sup>이나 Takabayashi 등<sup>31)</sup>이 발표한 전형적인 밭의 잡초발생조건과 달리 畝間과우점현상이 강하였고, 발생량도 훨씬 많았으며 作期가 晚播

였기 때문에 다소의 차이는 있었던 것으로 보인다. 결과적으로 大豆에 대한 대부분의 研究들과 收量構成上的 雜草競合性間的 相互關係에는 數似性이 있었으며, Keisling 等(1984)<sup>24)</sup>의 結論과 같이 大豆의 收量은 잡초발생량과 競合期間의 相互關係에 의하여 決定되는 것으로 解析이 된다. 따라서 本研究의 結果, Haloxyfop-methyl 과 Acifluorfen의 組合處理에 의하여 晩量大豆의 雜草競合害를 防除하기 위해서는 各各 0.4kg/ha 程度의 藥量處理가 되어야 할 것으로 判斷되었다.

摘 要

南部地方 晩播大豆圃場의 雜草防除를 위한 Acifluorfen 과 Haloxyfop-methyl 의 組合處理反應을 調査·分析한 結果, 다음의 몇가지 結論을 얻었다.

1. 禾本科雜草가 先優占했던 晩播大豆圃場에서 9월에 가장 많은 雜草種(25種)이 出現하고 있었으며, 廣葉 및 莎草科雜草의 發生을 禾本科雜草의 防除程度에 比例하여 遷移의으로 이루어지고 있었다.

2. Haloxyfop-methyl 의 單獨處理에서는 9月中의 廣葉 및 莎草科雜草에 대한 防除手段이, Acifluorfen 의 單獨處理에서는 8·9月の 禾本科雜草에 대한 防除手段 補充이 要求되었다.

3. 9·10月까지의 持續的인 除草를 위하여 Haloxyfop-methyl 은 0.3~0.4kg, Acifluorfen 은 0.3~0.5kg ai/ha 의 組合處理가 要求되었다.

4. 組合處理時의 Haloxyfop-methyl 의 作用力은 藥量에 關係없이 0.25~0.4kg ai/ha 까지 陽性反應이었으나 Acifluorfen 의 作用力은 7·8월에 대체로 陰性反應을 보였고 이후에 서서히 陽性反應으로 轉換하였으며, 陽性的인 相互作用反應이 實用的 組合水準에서 認定되었다.

5. Colby 의 相對協力係數 分析結果로는 두 藥劑 組合處理로 各 草種群에 대한 結果는 拮抗的이었으나 全體草種에 대한 防除效果는 協力的인 것으로 解析이 되었다.

6. 大豆의 莢數는 7·8月, 種實收量은 9月, 莖乾重은 10月の 除草效果와 關係가 깊은 것으로 解析되었고, 유사한 結果를 曲線回歸分析 結果로도 認定할 수 있었다.

7. 本研究와 類似한 條件下에서는 Haloxyfop-methyl 과 Acifluorfen 을 각각 0.4kg/ha 程度의 水準에서 組合處理됨이 妥當할 것으로 判斷되었다.

1. Buhler, D. D. and O. C. Burnside. 1984. Effect of Application Factors on Postemergence Phytotoxicity of Fluazifop-buthyl, Haloxyfop-methyl, and Sethoxydim. Weed Sci. 32:574-583.
2. Campbell, T. A., Centner W. A. and L. L. Danielson. 1981. Evaluation of Herbicide Interactions Using Linear Regression Modeling. Weed Sci. 29:378-381.
3. Colby, S. R., T. Wojtaszek and G. F. Warren. 1965. Synergistic and Antagonistic Combinations For Broadening Herbicidal Selectivity. Weeds 13:87-91.
4. Colby, S. R. 1967. Calculating Synergistic and Antagonistic Responses of Herbicide Combinations. Weeds 15:20-22.
5. Doane Agric. Service. 1976. 1976 Harbicide Effectiveness Ratings. Agric. Report/Crop Section 39-13:5-8.
6. Hong, S. H. 1984. Personal Communications. Dow Chemical.
7. Drury, R. E. 1980. Physiological Interaction, Its Mathematical Expression. Weed Sci. 28: 573-579.
8. Guh, J. O. and K. Y. Park. 1978. Upland Weed Control in Korea Situation. J. Kor. Crop. Sci. 23-3:55-65.
9. \_\_\_\_\_ and D. K. Kim. 1984. Improvement of Herbicide Use in Crop Production. V. Compatible Use of Acifluorfen at Different Crop Stages in Soybean(*Glycine max.*). Jonnam Univ. Thesis (Ag. & Frs.) 28:(in printing).
10. \_\_\_\_\_, S. C. Son and D. K. Kim. 1984. Improvement of Herbicide Use in Crop Production. VI. Response of Soybeans(*Glycine max*) Cropped at Different Seasons as Affected by Foliar Spraying of Acifluorfen in Various Rates. (in printing)
11. \_\_\_\_\_, K. S. Lee and D. K. Kim. 1984. Improvement of Herbicide Use in Crop Production. VII. Weeding Effects in Sequential Use of

- Some Herbicides on Late Cropped Soybeans (*Glycine max*). Kor. J. Weed Sci. 4-2: (in printing).
12. \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1984. Improvement of Herbicide Use in Crop Production. VIII. Systemic Use of Alachlor and Acifluorfen for Weeding on Full-season Cropping Soybeans (*Glycine max*). Jonnam Univ. Thesis (Ag. & Frs.) 28: (in printing).
  13. \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1984. Improvement of Herbicide Use in Crop Production. IX. Tank-mix Use of Acifluorfen and Haloxyfop-methyl for Weeding on Late Season Cropped Soybeans (*Glycine max*). Kor. J. Weed Sci. 4-2: (in printing).
  14. \_\_\_\_\_. 1984. Status and Remedy for Herbicide Development to Improve Contribution Potentials on Agricultural Productivity. Proc. Symp. by Assoc. Kor Ag. Sci. Soc. '84: (in printing).
  15. \_\_\_\_\_, Y. W. Cho, K. S. Lee and W. Z. Lee 1984. Interactions in Model of Herbicide Combination Using Oxyfluorfen to control of Orchard Weeds. Kor. J. Weed Sci. 4-1: 88-95.
  16. Handy, J. V. and L. E. Hammond. 1983. Annual Grass Control in Soybeans with DOWCO 453 ME Herbicide. Down to Earth. 39-2: 10-14.
  17. Harrison, S., L. R. Oliver and D. Bell. 1977. Control of Texas Gourd in Soybeans. Proc. 30th Ann. Meet S. Weed Sci.
  18. Hong, E. H. and K. Y. Park. 1982. Changes in Variety and Cultural Practices of Soybean, Sweet Potato and Corn Since 1962 in Korea. Kor. J. Crops Sci. 27-4:462-469.
  19. Hunter, J. H. and M. J. Barton. 1983. Control of Annual Grasses in Soybeans and Cotton with DOWCO 453 MB Herbicide. Down to Earth. 39-2: 15-21.
  20. Hunter, J. H. and M. J. Barton. 1983. Rhizome Johnsongrass Control in Cotton and Soybeans. Down to Earth. 39-2:22-24.
  21. Iwata, I. and S. Takayanagi. 1980. Studies on the Damage to Crops Caused by Weeds. I. Competition between Upland Crops and Weeds. Jap. Weed Res. 25: 30-35.
  22. Iwata, I. and S. Takayanagi. 1980. Studies on the Weed Damage to Upland Crops Caused by Weeds. II. The Effects of Weed Competition on the Growth and Yield of Crops. Jap. Weed Res. 25: 36-42.
  23. Kato, T. and W. Sunohara. 1966. Competition between Main Upland-Crops and Weeds. Jap. Weed Res. 5: 23-33.
  24. Keislibg, T. C., L. R. Oliver, R. H. Crowley and F. L. Baldwin. 1984. Potential Use of Response Surface Analysis for Weed Management in Soybean (*Glycine max*). Weed Sci. 32:552-557.
  25. Kim, Jae Cheol. 1983. A Study of the Mode of Action of CGA-82725 and DOWCO 453. Dissertation for PhD in Ohio St. Univ. pp. 103.
  26. Ladlie, J. S. and W. F. Meggitt. 1972. Herbicide and Application Combinations for Weed Control in Soybeans. Proc. N. Central Weed Control Conf. 27: 27-28.
  27. Lee, K. H. and E. W. Lee. 1982. Studies on the Occurrence of Upland Weeds and the Competition with Soybeans. Kor. J. Weed Sci. 2-2: 75-113.
  28. Ritter, R. L. and H. D. Coble. 1984. Influence of Crop. Canopy, Weed Maturing, and Rainfall on Acifluorfen Activity. Weed Sci. 32: 185-190.
  29. Rohm & Haas. 1979. Blazer, Sodium Salt of Acifluorfen, A Selective Soybean Herbicide. Company Brochure. pp. 5.
  30. Ryder, J. C., E. S. Saunders, R. D. Vatne. and W. G. Wright. 1983. Tandem and DOWCO 453 ME, Post Emergence Grass Herbicides of the Future. Down to Earth. 39-2: 1-4.
  31. Takabayashi, M. and K. Nakayama. 1981. The Seasonal Change in Seed Dormancy of Main Upland Weeds. Jap. Weed Res. 26: 57-60.
  32. Takashi U. 1964. Ecological Studies of Weeds in Upland Fields. - On the Component Species of Weed Communities, Seasonal Change of Their Ecotype, and Continuous Life Cycle of Winter Weeds-. Jap. Weed Res. 3: 101-111.

33. Takemura, S., Y. Nagase and Yoshinari Saito. 1964. Studies on the Ecological Changes of Weeds in Upland Field. - On the Seasonal Variation -. Jap. Weed Res. 3: 96-101.
34. Wax Lyod, M. 1977. Evaluation of Herbicides in Soybeans, 1976. Index Outline for Research Reports: 13.
35. Weed Sci. Ann. 1983. Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America. 5th Ed: 3-7.
36. 梁桓承・具滋玉・權容雄・卞鍾英・金吉雄. 1979. 雜草防除技術體系 確立에 關한 研究. 産學協同 研究報告. 農村振興廳.