

Two-Dimensional Ordination 分析法에 의한 除草劑殺草 Spectrum 分類와 效果的인 使用法

金 純 哲

A New Approach for Practical Classification of Herbicide and for Effective Use by Two-dimensional Ordination Analysis

Soon Chul Kim

ABSTRACT

In general, herbicides have been classified according to selectivity, mobility, time of application, methods of application, mode of action and chemical property and structure. However, there was no generally accepted classification system for practical use in the field.

The primary processes affected by the majority of herbicides are the growth process through cell elongation and/or cell division, the photosynthetic process specifically the light reaction, the oxidative phosphorylation and the integrity of the membrane systems. The usual approach in the study of the mechanism by which herbicides kill or inhibit the growth of plants is to initially determine the morphological phototoxicity systems. The mechanism by which a herbicide kills a plant or suppresses its development is actually the resultant effect of primary and secondary(or side) effects. In most instances, the death of the plant is due to the secondary effects.

To induce the desired response, a herbicide must be able to gain entry into the plants and once inside, to be transported within the plant to its site(s) of activity in concentrations great enough. Obstacles to the entry and movement of herbicides in plants are generally classified by leaf and soil obstacles, translocation obstacles and biochemical obstacles, and these obstacles are also strongly influenced by plant species and by environmental factors such as light, temperature, rainfall and relative humidity. And hence, in most instances, results obtained from laboratory or greenhouse vary from those of field experiment.

Author attempted to classify herbicides from the field experiment using the two-dimensional ordination analysis to obtain practical information for selecting effective herbicides or to choose effective herbicide combinations for increasing herbicidal efficacy or reducing the chemical cost. Based on this two-dimensional diagram, desired herbicides or combinations were selected and further investigated for the interaction effects whether these combinations are synergistic,

嶺南作物試驗場(Yeongnam Crop Experiment Station)

additive or antagonistic.

From the results, it was concluded that these new approach could possibly be give more comprehensive informations about effective use of herbicide than any other systems.

緒 言

1941年 Pokorny⁸⁾에 의해 2, 4-D가 합성되고, 1944年 Marth와 Mitchell⁹⁾에 의해 2, 4-D의 廣葉雜草에 對한 選擇의 殺草效果가 報告된 以來 除草劑가 雜草防除手段으로서의 主役을 操當하게 되었고, 雜草防除學도 本格的으로 發展하게 되었다. 現在 世界的으로 市販되거나 基礎化合物(Basic compounds)로 利用되는 除草劑는 150種이 넘고 있고 試驗中에 있는 除草劑도 數百種에 이르고 있다.¹⁾

우리나라에서는 1955年頃 [(2, 4-Dichlorophenoxy) acetic acid]가 除草劑로서 처음으로 試驗되기 始作하였으나 1970年代初 水稻用除草劑인 nitrofen(2, 4-Dichlorophenyl p-nitrophenyl ether)과 butachlor[N-(Butoxymethyl)-2-chloro-2', 6'-diethylacetanilide]가 開發, 普及되기 以前에는 研究活動이 그다지 活發하지 못하였다. 그러나 nitrofen과 butachlor가 水稻用 除草劑로 農家に 普及되면서부터 除草劑使用面積이 急速度로 增加되었고 市中에 販賣되는 除草劑도 約 45種에 이르고 있다. 이와같은 除草劑의 使用面積增加에 比해 除草劑에 關한 基礎的研究가 뒤따라지 못하여 充分한 試驗을 거치지 못한채 農家に 普及된 變遷가 간혹 있어 農民의 잘못使用, 不注意, 不適地使用 등으로 除草效果低下 또는 作物에 對해 藥害를 誘發하였던 例를 가끔 볼 수 있다.

最近의 研究方向中的 하나는 除草劑를 보다 實用的이고 體系的인 分類方法 改善으로 使用者 또는 研究者로 하여금 보다 쉽게 目的에 맞는 除草劑를 選定할 수 있게 할 뿐만 아니라 新除草劑開發을 爲한 基礎資料로 利用할 수 있게 하는 試圖가 進行되고 있다. 이와 같은 趨勢에 맞춰 筆者는 植生分析(Vegetation analysis)에 利用되는 Two-dimensional ordination 分析法을 利用하여 除草劑의 殺草 Spectrum을 그림으로 分類하여 特定雜草에 效果가 높은 除草劑의 選定 또는 殺草 Spectrum幅을 넓히거나 藥價格을 낮출 수 있게 하는 除草劑組合 選定을 可及的 쉽게 할 수 있도록 試圖하였고 이들의 組合이 實際 어떠한 反應을 보이는가를 檢討하였다.

除草劑 分類方法

除草劑는 使用目的에 따라 여러가지 方法으로 分類

되는데 이 中에서 가장 널리 利用되는 方法들은 一般名(Common name) 또는 商品名(Trade name)을 알파벳順(Alphabetically)으로 分類하는方法, 化合物의 化學的性質에 依한 區分(Grouping), 目的에 맞는 結果를 얻기爲해 處理되는 處理方法에 依한 分類等으로 나눌 수 있다.

除草劑를 使用한다는 것은 結局 가장 바람직한 結果를 얻는데 있기 때문에 使用目的에 따라서 除草劑는 여러가지 Category로 나눌 수 있게 되는데 주로 除草劑의 生理, 生態的 特性에 依해 定해진다. 除草劑를 分類하는 主要 生理, 生態的 特性으로는 化學的特性, 構造 및 親和性(Chemical property, Structure and Affinity), 選擇性>Selectivity), 移行性(Translocatability), 作用性(Mode of action)等인데¹⁾²⁾³⁾¹²⁾, 이들 特性들에 依한 主要 除草劑分類方法은 다음과 같다.

化學的 特性(Chemical property)

- 無機除草劑(Inorganic herbicide)
- 有機除草劑(Organic herbicide)

選擇性>Selectivity)

- 選擇의 除草劑>Selective herbicide)
- 非選擇의 除(Non-selective herbicide)

移行性(Translocatability)

- 接觸型除草劑(Contact herbicide)
- 移行型除草劑(Translocated herbicide)

使用時期(Time of application)

- 出現前處理劑(Pre-emergence herbicide)
- 出現後處理劑(Post-emergence herbicide)

使用方法(Methods of application)

- 莖葉處理劑(Folia applied herbicide)
- 土壤處理劑(Soil applied herbicide)

作用性(Mode of action)

<Overbeek, 1964¹⁷⁾>

- Hormone型除草劑
(非正常的의 生育誘發, Growth abnormalities)

- Triazine 및 置換 Urea系除草劑

(光合成阻害, Inhibit photosynthesis)

<King, 1966⁹⁾>

- 接觸劑(Contact)
- 細胞分裂 및 伸長 阻害劑
- 生長調節劑
- 生育 및 趨性 阻害劑(Inhibitors of growth and tropic responses)
- 葉綠素形成 및 光合成阻害劑(Inhibitors of chlorophyll formation and of photosynthesis)
- 〈Moreland, 1967¹⁴⁾〉
- 呼吸 및 Mitochondria內 電子傳達體系妨害劑(Modification of respiration and mitochondrial electron transport)
- 光合成 및 Hill反應阻害劑(Inhibition of photosynthesis and the Hill reaction)
- 核糖代謝 및 蛋白質合成阻害劑(Interference with nucleic acid metabolism and protein synthesis)
- 〈Matsunaka, 1982¹⁵⁾〉
- 光合成阻害劑(Inhibition of photosynthesis)
- 藥害發現에 있어 光關與劑(Light contribution to phytotoxicity)
- 植物 hormone行動阻害劑(Disturbance of phytohormone action)
- 呼吸代謝阻害劑(Inhibitory to energy respiratory metabolism)
- 肥大生長 및 非正常細胞分裂(Mulformation and abnormal cell division)
- 其他(Others)

大體로 같은 群(Chemical group)內에서는 除草劑의 一般的인 生理, 生態의 特性이 비슷하여 그 群에 屬하는 除草劑의 行動과 使用法을 豫見할 수 있으나 극히 細小한 化學構造上의 差異나 製劑(Formulation) 및 使用法 等의 差異에 따라 除草劑의 選擇性 또는 殺草力이 크게 달라지게 되는 경우가 많다.

이와같은 例로서 製劑差異에 있어서는 butachlor를 들 수 있는데, 表 1과 같이 세가지 製劑(Extruded,

Impregnated, Sand coated types)을 同-時期, 同-處理方法으로 使用하였을 때 벼에 對한 藥害는 Sand coated type) Impregnated type) Extruded type)順으로 크게 나타났고, 處理時期差異의 例에서는 表와 같이 butachlor와 thiobencarb[[s-[(4-Chlorophenyl)methyl] diethyl carbamothioate]]는 水稻移秧前處理가 水稻移秧後處理보다 水稻生育을 크게 低下시키고 있음을 알 수 있다.

除草劑가 作用性을 나타내기 爲해서는 우선 充分한 量이 植物體內로 들어가야 하고 그런 다음 다시 作用點까지 移行되어야 하고 마지막에는 作用性을 나타낼 때까지 充分한 時期 作用을 하여야 하는데, 이와같이 除草劑가 處理에서부터 作用性이 發現할때까지는 여러 가지 障害要因이 있는데 이들을 要約하면 그림 1과 같다.¹⁵⁾ 그림에서 보는바와 같이 除草劑에 依한 植物體의 反應은 여러 要因들의 複合的인 結果에 依한 發現이므로 實驗室內 또는 溫室內에서 얻어진 結果가 實際 除草劑가 使用되는 圃場狀態에서 같은 結果가 얻어지지 않는 경우가 허다하다. 이밖에도 除草劑의 作用性은 對象雜草種類에 따라서도 크게 變動되므로 實際圃場狀態에서 目的하는 雜草群落型狀態에서 얻어진 結果를 上으로 한 除草劑群을 分類하는 것도 바람직하다.

Two-dimensional ordination 分析法에 依한 分類

植物生態學에서 植生分析(Vegetation analysis)의 한 方法으로 Two-dimensional ordination analysis^{7) 15) 18)}가 많이 利用되고 있는데, 이 方法은 쉽게 植生群落型種類(Community type)를 結定지을 수 있는 利點이 있다.

우리나라 耕地에 發生하는 雜草種類는 68科 425種 程度인데, 이中 논과 그 주위에 發生되는 것이 100餘種, 밭과 그 주위에는 300餘種으로 推定되고 있다. 그러나 優占的으로 發生되는 主要雜草는 作物栽培法變化에 依해 漸次 變化되어 가고 있다. 例를 들면 우리나라 논에 發生되는 雜草分布調査를 1970年과 1981年에 實

Table 1. Effect of formulation of butachlor on rice phytotoxicity. YCES, 1980.

Formulation Type	Phytotoxicity (0~9)	Relative leaf area (%)	Relative dry weight(%)	Weed suppression ratio(%)
Untreated Control	0	100	100	100
Extruded	1	90	100	100
Impregnated	4	36	53	100
Sand Coated	7	23	33	100

*Dosage of butachlor=2.4kg ai/ha

*Variety=30-day-old, Cheongcheongbyeon

Table 2. Effect of time of application of butachlor and thiobencarb on rice^{a)} growth. YCES, 1981.

Herbicide ^{b)}	Time of application ^{c)}	Plant height (cm)	Tiller number per hill	Phytotoxicity (0~9)	Dry weight total	Leaf number	Weed suppression ratio(%)
butachlor	2 DBT	31.6	6.2	2.5	19.5	17.2	99
	5 DAT	36.0	9.2	1.5	21.4	25.6	99
thiobencarb	2 DBT	32.3	6.7	3.0	17.9	19.2	100
	5 DAT	35.4	9.5	1.5	20.6	24.8	100
Untreated control	—	30.6	7.3	0	15.0	21.9	0
Hand weeding	15,30 DAT	38.4	10.1	0	21.8	25.3	100

a) Variety; 35-day-old, Milyang 23.

b) Dosage; butachlor=1.8kg ai/na thiobencarb=2.1kg ai/na

c) DAT=day after transplanting DBT=day before transplanting

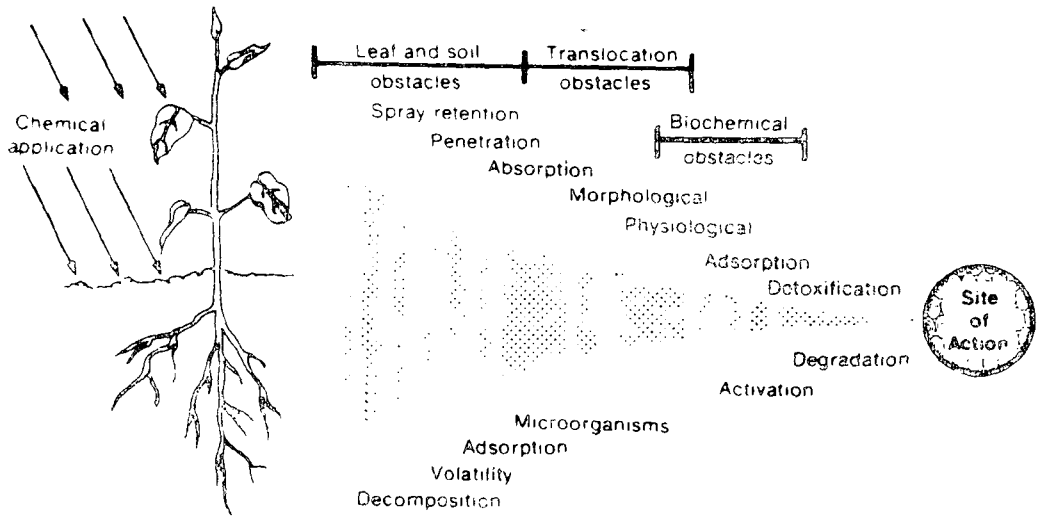


Fig. 1. Obstacles to the absorption and movement of herbicides to site(s) of action in plants following soil or foliar application. (Shaw, W.C., J.L. Hilton, D.E. Moreland, and L.L. Jansen, 1960).

Table 3. The percentage of weed distribution by weed group in Yeongnam region. YCES, 1976~1981.

Year	Annual				Perennial			
	Broad leaf weed	Grasses	Sedges	Sub-total	Broad leaf weed	Grasses	Sedges	Sub-total
1976	78.2	2.7	6.0	87.1	0.2	0	12.7	12.9
1981	48.2	2.2	8.5	58.9	31.4	0.5	9.2	41.1

施하였는데 嶺南地方의 경우 表 3에서와 같이 1970년에는 多年生雜草의 發生比率이 12.9%였던 것이 1981년에는 41.1%로 增加되고 있었다. 主要增加된 草種으로는 그림 2에서 보는바와 같이 1970년에는 一年生廣葉雜草인 마디꽃(*Rotala indica* Koehne)이 全體發生量의 70%를 차지하였는데 1981년에는 마디꽃의 發生量은 顯著히 減少된데 反해 같은 一年生雜草인 물달개

비(*Monochoria vaginalis* Presl.)가 全體發生量의 畧 30%를 차지하고 있었다. 그밖에 增加된 主要多年生雜草로는 벼풀·울미(*Sagittaria* spp.), 가래(*Potamogeton distinctus* Benn.), 너도방동산이(*Cyperus serotinus* Rottb.) 등으로 1970년에 比해서는 雜草種類가 많이 多樣해졌다는 것을 意味한다. 이와같이 雜草發生狀態가 多樣하다는 것은 除草劑에 對한 要求도 그만큼

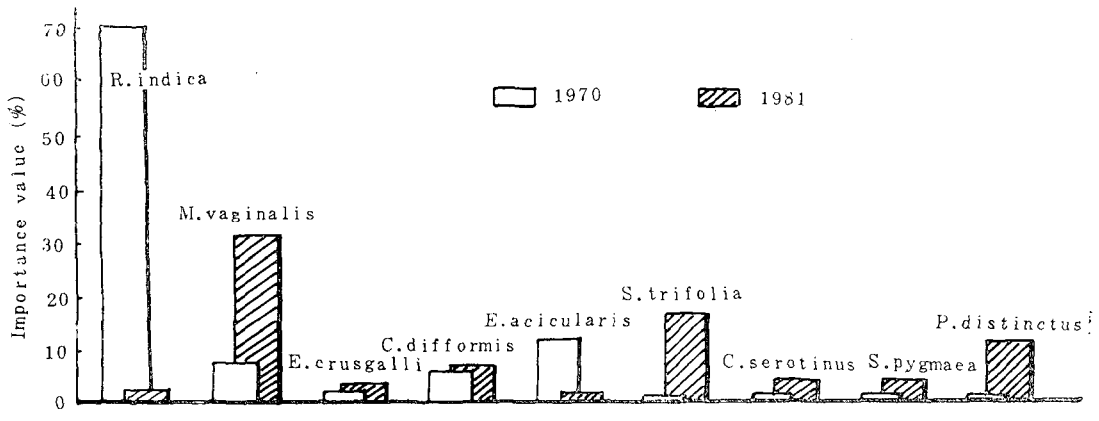


Fig. 2. Importance values of major problem weeds in 1970 and 1981. YCES, 1981.

있다는 것이 된다. 또한 이와같은雜草發生狀態에선
한가지 除草劑만으로는 만족할만한 結果를 얻기란 대
단히 어려운 문제이다.

大部分의 경우 單 除草劑使用은 防除가 困難한 雜
草의 相對的 增加를 招來하기 때문에 除草劑 性質에
따라 發生되는(남아 있는) 雜草의 種類가 같을수도 달
라질수도 있게 된다. 이와같은 原理를 利用하여 個個
의 除草劑를 別個의 雜草群落型으로 看做하여 Two-
dimensional ordination 分析法으로 除草劑의 殺草 Spe-
ctrum 分類를 試圖하였다.

Two-dimensional ordination 分析法을 要約하면 다음
과 같다.

首先 各除草劑 處理區에서 發生되는 雜草의 優占度
(Importance value - I.V., Summed dominance ratio -
SDR)를 求하여야 하는데 이러한 優占度는 一般의으로
相對的 發生本數(Relative density) 또는 相對的 乾物
重(Relative dry weight)으로 表示하나, 雜草種類에
따라서는 水分含量이 相當히 差異가 있기 때문에 어느
한가지 要因(Parameter)만 使用할 경우 特定草種에 偏
重의으로 有利 또는 不利하게 作用될 수 있기 때문에
本報告에서는 發生數와 重量을 同時에 考慮한 Two-
factor SDR(Numata, 1971)¹⁰을 使用하였다.

$$SDR = \frac{\text{Relative density} \cdot \text{Relative dry weight}}{2}$$

여기에서 Relative density -

$$\frac{\text{Absolute density of a given species}}{\text{Total absolute density of all species}} \times 100$$

Relative dry weight -

$$\frac{\text{Dry weight of a given species}}{\text{Total dry weight of all species}} \times 100$$

다음 段階로는 除草劑相互間 草種構成類似性係數
(Similarity Coefficient)를 求하여야 하는데, 이것은

除草劑相互間 雜草發生狀態가 서로 어느程度 비슷한가
또는 비슷하지 않는가를 나타내는 指表가 된다.

$$\text{Similarity coefficient} = \frac{2w}{a+b} \times 100$$

여기서 w = Sum of the lower SDRs of species
shared by two herbicides

a = Sum of the SDRs of the SDRs of all
species in the first herbicide

b = Sum of the SDRs of all species in the
second herbicide

한편 類似性係數로부터 非類似性係數(Dissimilarity
coefficient)는 아래 公式에 依해 얻어진다.

$$\text{Dissimilarity coefficient} \\ = 100 - \text{Similarity coefficient}$$

Two-dimensional ordination system이라는 것은 X
軸과 Y軸線에 除草劑의 位置를 精定하는 것이므로
먼저 X, Y軸線에 X, Y값이 各各 0(Stand A, N)와
100(Stand B, B')을 가지는 基準除草劑(reference
stands)를 定하여야 한다.

X軸線에서 stand A를 찾기 위해서는 各各의 除草
劑의 非類似性係數를 모두 합친 다음 非類似性係數의
합이 가장 높은 수치를 가지는 除草劑가 Stand A가 되
고 X값 0가 주어진다. 한편 stand B는 Stand A와 非
類似性係數가 가장 높은 除草劑가 Stand B가 되고 X
값 100이 주어진다. 이때 Stand B는 반드시 다른 除
草劑와의 類似性係數가 50%以上인 것이 最少限 3個以
上인 것을 選擇하여야 하는데 이것은 다른 除草劑와의
關係가 全的으로 無關(Totally dissimilar)한 것을 避
하기 爲함이다.

나머지 除草劑의 X값은 다음과 같이 求해진다.

$$X = \frac{(L)^2 + (DA)^2 - (DB)^2}{2L}$$

여기서 L =Dissimilarity value between stand A and stand B.

DA =Dissimilarity value between stand A and the stand in question.

DB =Dissimilarity value between stand B and the stand in question.

다음은 Y 軸線上에서 Stand A'를 찾기 위해서 各除草劑의 Poorness of fit(e)값을 계산하여 그 값이 가장 높은 수치를 가지는 除草劑가 Stand A'가 되고 Y 값 0가 주어진다.

$$Poorness\ of\ fit(e) = \sqrt{DA'^2 - \bar{X}^2}$$

여기서 DA =Dissimilarity value between A and the stand in question.

X =Computed distance of the stand in question with reference to stand A and stand B.

Y 軸線上에서 Stand B'는 X 軸線上에서 Stand B를 定하는 方法과 같으며 各除草劑의 Y 값은 다음과 같이 求해진다.

$$Y = \frac{(L')^2 + (DA')^2 - (DB')^2}{2L'}$$

여기서 L' =Dissimilarity value between stand A' and stand B'

DA' =Dissimilarity value between stand A' and the stand in question.

DB' =Dissimilarity value between stand B' and the stand in question.

各除草劑의 X 값과 Y 값이 結定되면 除草劑相互間의 距離(Distance)와 草種構成非類似性係數와의 關係를 究明하여 이 關係가 統計的인 有意性이 認定되어야만 雜草群落型을 規定지을 수 있게 된다. 除草劑相互間의 距離는 다음과 같이 求할 수 있다.

$$S(\text{Distance}) = \sqrt{DX^2 + DY^2}$$

여기서 DX =Difference of stands in a random pair on the X -axis

DY =Difference of stands in a random pair on the Y -axis

以上과 같은 方法으로 分析한 結果, 除草劑相互間의 距離와 草種構成非類似性係數와의 關係가 有意性이 認定되면 理論的으로 除草劑와 除草劑사이의 距離가 서로 가까울수록 草種構成이 서로 비슷해지고 反對로 除草劑相互間의 距離가 멀수록 草種構成狀態가 달라지게 된다는 것을 뜻한다. 따라서 비슷한 草種構成을 가진 除草劑들(즉, 除草劑間의 距離가 가까운 것)은 같은 群으로 包含시킬 수 있게 된다. 그러나 이와같이 除草劑群으로 나눌 때 除草劑間 草種構成程度(또는 草種構成類似性係數)를 어느 水準으로 하느냐에 따라 除草劑群(즉 그림에서는 圓으로 表示)의 크기가 달라진다. 즉 除草劑間 草種構成類似性係數를 높일수록 圓의 크기는 작아지고 反對로 草種構成類似性係數를 낮출수록 圓의 크기는 커지게 된다. 또 한가지 考慮하여야 할 點은 Two-dimensional ordination 分析法에는 다만 雜草發生狀態를 나타낼 뿐 發生量은 表示되지 않기 때문에 別途로 雜草防除率(또는 雜草發生量)을 添加하여

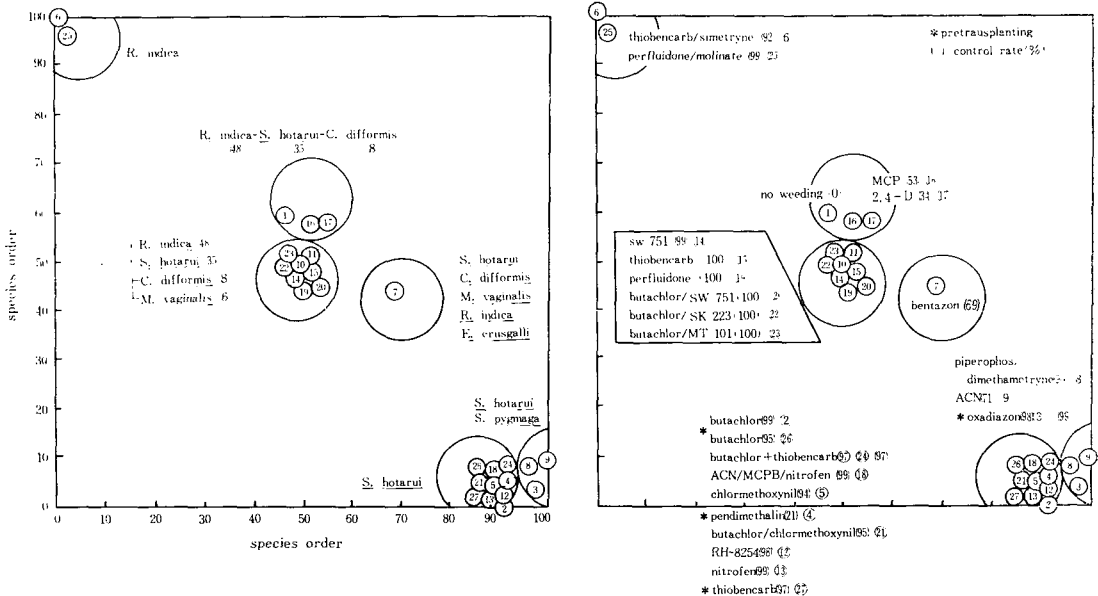


Fig. 3. Classification of herbicides by the two-dimensional ordination analysis in *R. indica*-*S. hotarui*-*C. difformis* community type (YCES, 1981).

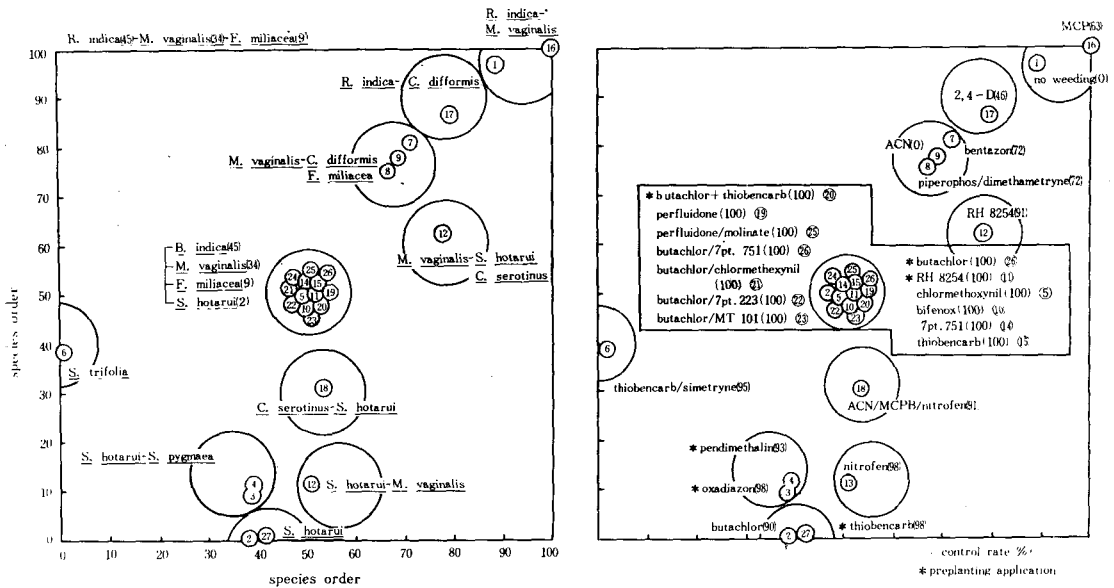


Fig. 4. Classification of herbicides by the two-dimensional ordination analysis in-R. indica-M. vaginalis-F. miliacea community type(YCES, 1981).

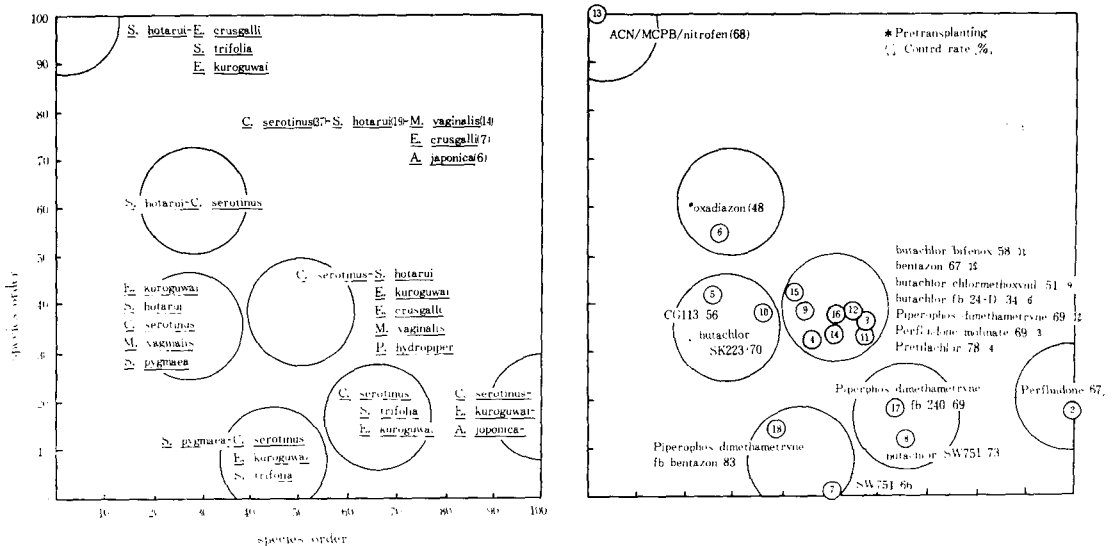


Fig. 5. Classification of herbicides by the two-dimensional ordination analysis in C. serotinus(37)-S. hotarui(19)-M. vaginalis community type(YCES, 1980).

表示해줄 필요가 있다.

本報告에서는 除草劑群을 結定할 때 除草劑群의 雜草群落型優占度(Degree of dominance)를 80%以上으로 하여 規定하였다.

實際의 試驗結果를 例로 보면 그림 3,4는 27種의 除草劑를 Pot試驗으로 處理한 結果를 Two-dimensional ordination分析法으로 分類한 것으로서 雜草群落型 I 마디꽃 (48%)—울릉고랭이 (35%)—알방동산이 (8%)

에서는 6個群, 雜草群落型 II (마디꽃 (45%)—물달개비 (34%)—바람하늘치이 (9%))에서는 10個群으로 나눌 수 있었다. 그림에서 보는바와 같이 이들 試驗은 Pot 狀態에서 實施된 關係로 大部分의 除草劑가 90%以上의 높은 殺草力을 보여주고 있다. 한편 圃場狀態에서 얻어진 結果를 보면, 그림 5(1980), 그림 6(1981)와 같다. 그림 5는 1980年度에 너도방동산이 (73%)—울릉고랭이 (19%)—물달개비 (14%)가 優占적으로 發生된

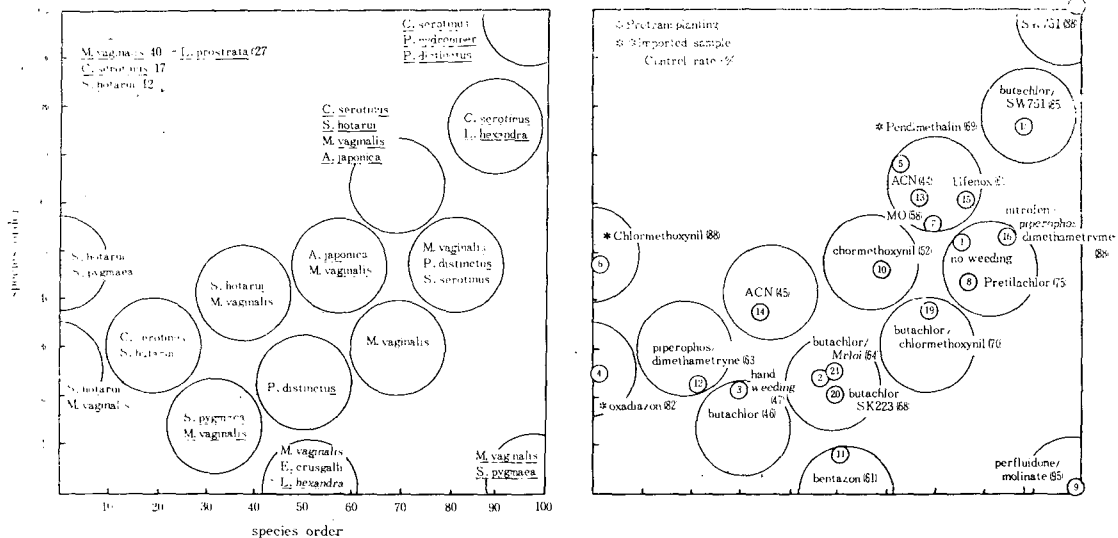


Fig. 6. Classification of herbicides by the two-dimensional ordination analysis in *M. vaginalis*-*L. prostrata*-*C. Serotinus*-*S. hotarui* community type(YCES, 1981).

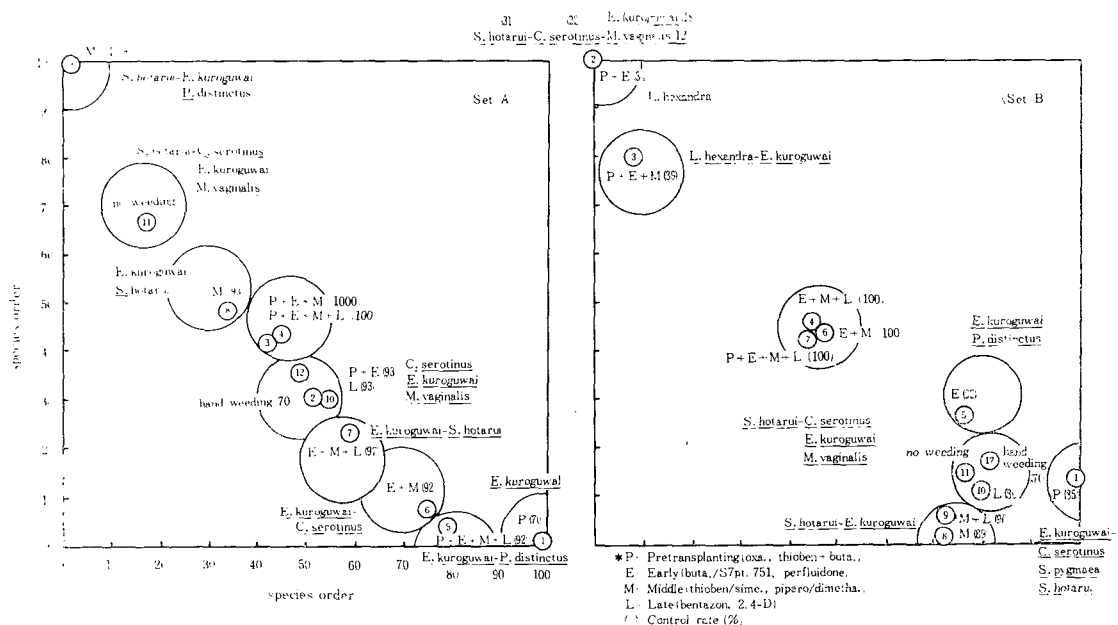


Fig. 7. Classification of vegetation by the two-dimensional ordination analysis as affected by herbicide application(YCES, 1981).

圃場에서 18種의 除草劑를 處理한 結果로서 7個의 除草劑群으로 分類되었고 그림 6은 1981年度에 물담게비 (40%)—여뀌바늘(27%)—너도방동산이(17%)—우쟁고랭이(12%)가 많이 發生된 土壤에서 21種의 除草劑를 處理한 結果 14個의 除草劑群으로 區分되었다. 以上の 그림에서 보는 바와 같이 圃場狀態에서는 大部分 除草劑의 殺草力이 Pot 試驗에 비해 크게 낮아지고 除草劑

群數도 雜草群落型 種類에 따라서 달라지게 되는 것을 보여준다. 따라서 이와같은 分類方法은 目的하는 對象 雜草가 種類別로 고르게 分布된 圃場에서 試驗할 必要가 있다.

이와같은 除草劑의 殺草 Spectrum 分類는 除草劑뿐 아니라 除草劑를 處理方法 및 處理時期를 달리할 때 雜草發生狀態가 서로 어떻게 달라지게 될 것인가에

對해서도 알 수 있다. 예를 들면 그림 7은 水稻作除草劑를 處理時期別로 2種類의 除草劑로 固定하고 處理時期를 12組合으로 만들어 울랭고쟁이(31%)—너도밤동산이(22%)—울랑개(18%)—물날개비(12%)가 優占된 土壤에서 處理한 結果인데, Set A(移秧 2日前—oxadiazon, 移秧 5日後—butachlor/SW 751, 移秧 15日後—thiobencarb/simetryne, 移秧 25日後—bentazon)에서는 9個의 雜草群落型이, Set B(移秧 2日前—thiobencarb—butachlor, 移秧 5日後—perfluidone, 移秧 15日後—piperphos/dimerhametryne, 移秧 25日後—2,4-D)에서는 7個의 雜草群落型으로 나누어졌는데 이것은 除草劑處理方法에 따라서도 發生되는 雜草構成이 달라지게 된다는 것을 보여준다.

지금까지 말及된 結果로부터 特定 除草劑를 處理하면 어떤 雜草가 防除하기 쉽고, 어느 雜草가 살아남는지를 쉽게 알 수 있고, 또는 目的에 맞는 除草劑를 組合할 때 除草劑를 쉽게 選定할 수 있는 情報를 얻을 수 있게 된다. 예를 들면, 除草劑組合處理에 있어서 殺草 Spectrum을 넓히고자 할 때는 除草劑相互間 距離가 멀면서 殺草率이 높은 것을 組合하는 것이 바람직하고 藥劑價格을 낮추기 爲해서는 同 除草劑群內에서 防除率(殺草率)이 높으면서 藥劑價格이 낮은 것과 組合하는 것이 바람직하다. 그러나 여기서 除草劑를 選定하는 것 만으로는 優秀組合選定이 끝나는 것이 아니다. 왜냐하면 두 種類 以上의 除草劑를 混合한 경우에는 共力的反應(Synergism)을 보일 수도 있고, 相加的反應(Additive response) 또는 拮抗的反應(Antagonism)을 보일 수 있기 때문이다. 그러므로 有聲한 除草劑組合이 選定되면 이들 除草劑의 相互作用性과 가장 經濟的인 混合比率를 究明하기 爲해 混合效果에 對한 反應을 論述할 必要가 있다.

除草劑의 混合效果

除草劑를 混合할 때는 우선 混合目的이 뚜렷하여야 한다. 單純히 어떤 反應을 보이느냐를 判定하는 것은 比較的 쉬운나 가장 經濟的인 混合比率를 結定하기 爲해서는 더욱 複雜해진다. 相互作用性 檢定은 여러가지 方法이 있으나 等效果線(Isobole)¹²⁾에 依한 混合效果檢定이 最善하지만 여러段階의 藥量水準으로 試驗을 하여야 하기 때문에 處理區數가 많아야 하는 어려움이 隨따른다. 그러나 單純히 어떤 反應을 보이느냐를 알기 爲해서는 보다 簡便한 方法으로 Gowing(1966)⁹⁾, Limpel et al.(1962)¹³⁾, Colby(1967)³⁾ 方法 등이 많이 利用되고 있다. 두 種類의 除草劑를 混合할 때 나타날 수 있는 反應을 Fryer와 Makepeace(1977)⁵⁾는 그림 8

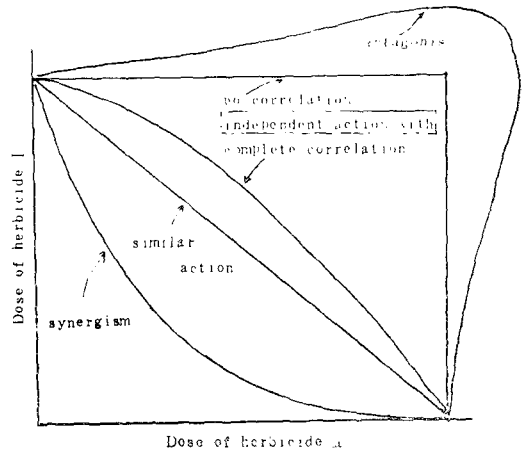


Fig. 8. Types of behaviour which may be given by mixtures of herbicide.(Fryer, J.D. and R.J. Makepeace, 1977).

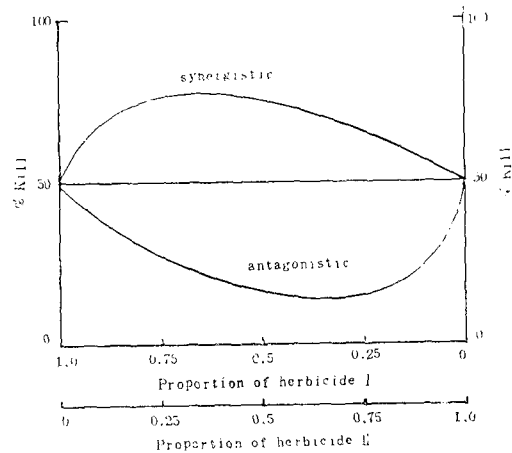


Fig. 9. Diagrammatic representation of synergism and antagonism(Fryer, J.D. and R.J. Makepeace, 1977).

과 같이 5個 類型으로 要約하였다. 萬若 두 種類의 除草劑가 殺草率이 50%程度 期待되는 藥量水準을 알 수 있다면 그림 9와 같은 方法으로도 相互作用性을 알 수 있으나, 實際 除草劑의 最終行動은 여러가지 要因들이 複合적으로 作用하기 때문에 正確히 殺草率이 50%程度 期待되는 藥量을 찾는다는 것은 매우 어려운 問題이다.

實際, 移秧番에 使用되는 除草劑들의 單純한 混合效果를 究明하여 殺草幅增大 또는 藥價節減을 爲한 情報를 얻기 爲해 現在 市販 또는 試驗中에 있는 優良除草劑 14種을 91組合으로 混合處理하여 Limpel et al. 方法으로 相互作用性을 피(63%)—물날개비(16%)—울랭고쟁이(10%) 雜草群落型에서 調査하였던 結果 38個

Table 4. Herbicide-herbicide interactions shown by antagonistic responses. YCES, 1982.

Antagonistic response		
3~5%	6~10%	above 11%
chlormethoxynil+perfluidone	butachlor+SL49	chlormethoxynil+naproanilide/ benthiocarb
chlormethoxynil+CG113/naproanilide	bifenox+nitrofen	chlormethoxynil+naproanilide
chlormethoxynil+piperophos/ dimethametryne	perfluidone+nitrofen	butachlor+nitrofen
	SW751+CG113/ naproanilide	bifenox+naproanilide/benthiocarb
butachlor+perfluidone	SW751+ACN/MCPB/ nitrofen	bifenox+S47/bifenox
bifenox+perfluidone	SW751+nitrofen	bifenox+naproanilide
perfluidone+SW751	naproanilide/benthiocarb+ benthiocarb	bifenox+ACN/MCPB/nitrofen
SW751+naproanilide	CG113/naproanilide+ benthiocarb	perfluidone+naproanilide/benthiocarb
naproanilide/benthiocarb+CG113/ naproanilide	CG113/naproanilide+ naproanilide	perfluidone+naproanilide
naproanilide/benthiocarb+S47/ bifenox	SL49+naproanilide	perfluidone+ACN/MCPB/nitrofen
benthiocarb+ACN/MCPB/nitrofen	benthiocarb+naproanilide	S47/bifenox+naproanilide benthiocarb+piperophos/ dimethametryne naproanilide+piperophos/ dimethametryne piperophos/dimethametryne+ACN/ MCPB/nitrofen

Table 5. Herbicide-herbicide interactions shown by additive responses. YCES, 1982.

Additive response	
-2 ~ +2%	
chlormethoxynil+S47/bifenox, chlormethoxynil+SW751, chlormethoxynil+SL49, butachlor+bifenox, butachlor+SW751, butachlor+benthiocarb, butachlor+naproanilide/benthiocarb, butachlor+piperophos/dimethametryne, butachlor+CG113/naproanilide, bifenox+benthiocarb, bifenox+SW751, bifenox+CG113/naproanilide, bifenox+SL49, bifenox+piperophos/dimethametryne, perfluidone+CG113/naproanilide, perfluidone+S47/bifenox, perfluidone+benthiocarb, perfluidone+piperophos/dimethametryne, perfluidone+SL49, SW751+naproanilide/benthiocarb, SW751+SL49, SW751+S47/bifenox, SW751+benthiocarb, SW751+piperophos/dimethametryne, naproanilide/benthiocarb+SL49, naproanilide/benthiocarb+piperophos/dimethametryne, naproanilide/benthiocarb+naproanilide, naproanilide/benthiocarb+nitrofen, CG113/naproanilide+SL49, CG113/naproanilide+piperophos/dimethametryne, CG113/naproanilide+ACN/MCPB/nitrofen, CG113/naproanilide+S47/bifenox, CG113/naproanilide+nitrofen, SL49+S47/bifenox, SL49+piperophos/dimethametryne, SL49+benthiocarb, SL49+ACN/MCPB/nitrofen, S47/bifenox+piperophos/dimethametryne, S47/bifenox+benthiocarb, piperophos/dimethametryne+ACN/MCPB/nitrofen	

합이拮抗的反應을 보였는데(表 4), 이中拮抗的反應이 2~5%에 該當하였던 組合은 chlormethoxynil+per-

fluidone外 10組合, 6~10%에 該當된 組合은 butachlor+SL49外 11組合, 11% 以上이었던 組合은 chlormet-

Table 6. Herbicide-herbicide interactions shown by synergistic response. YCES, 1982.

Synergistic response		
3~5%	6~10%	above 11%
chlormethoxynil + benthocarb	chlormethoxynil + nitrofen	chlormethoxynil + butachlor
chlormethoxynil + ACN/MCPB/nitrofen	butachlor + naproanilide	chlormethoxynil + bifenox
butachlor + S47/bifenox	butachlor + ACN/MCPB/nitrofen	ACN/MCPB/nitrofen + nitrofen
naproanilide/benthocarb + ACN/MCPB/Nitrofen	naproanilide + nitrofen	
benthocarb + nitrofen		
naproanilide + ACN MCPB/nitrofen		

Table 7. Suppression ratio of weed growth as affected by single or combination treatment of benthocarb or/and oxyfluorfen. YCES, 1982.

Herbicide	(kg ai/ha)	Oxyfluorfen					
		0	0.0125	0.025	0.05	0.1	0.2
Thiobencarb	0	0	50	70	85	90	98
	0.175	56	70	80	85	92	95
	0.35	63	85	90	92	95	97
	0.7	77	95	96	97	98	99
	1.4	96	98	98	99	99	100
	2.8	97	98	99	100	100	100

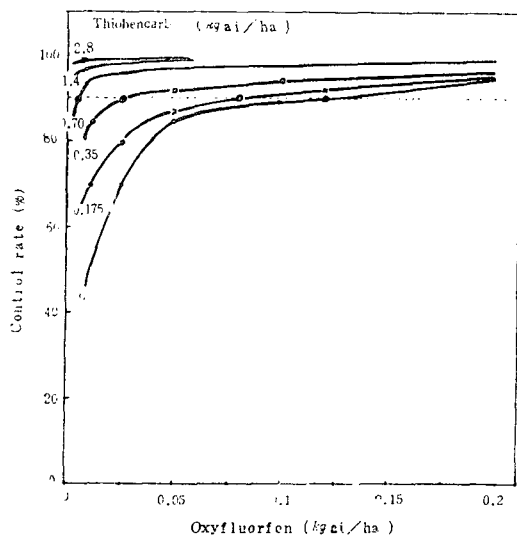


Fig. 10. Dosage response curve of thiobencarb in association with oxyfluorfen(YCES, 1982).

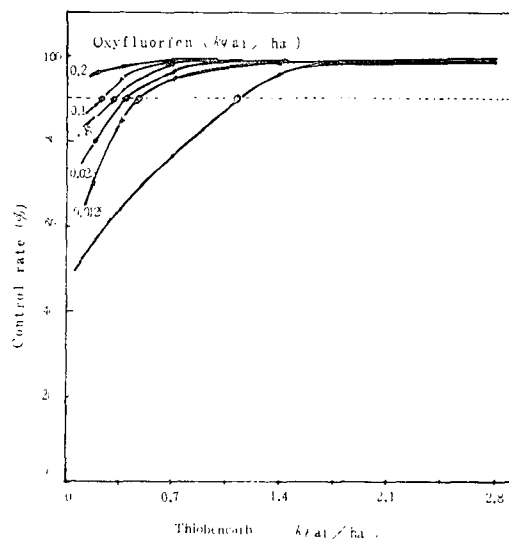


Fig. 11. Dosage response curve of oxyfluorfen in association with thiobencarb(YCES, 1982).

hoxynil+naproanilide外 14組合이었다. 이와같이拮抗의反應을 보인 組合들은 特別한 目的이 없는 限 可及의 混合을 避하는 것이 바람직하다. 한편 相加的反應을 보인 組合(反應率±2%)은 chlormethoxynil+SW751外 39組合이었다(表 5). 이 群에 屬하는 組合은 藥劑價格을 줄이고자 할 때는 바람직한 組合이라 볼 수 있다. 다음으로 共力的反應을 보인 組合은 모두 13組合이었다. 이中 共力的效果가 11% 以上이었던 組合은 chlormethoxynil+butachlor, chlormethoxynil+bifenox, ACN/MCPB/nitrofen+nitrofen 組合이었다(表 6). 이들 組合에 對해서는 가장 經濟的인 混合比率를 찾기 爲해서는 다시 等效果線을 利用한 混合效果試驗을 遂行할 必要가 있다.

等效果線을 利用한 例로서 carbamate系 除草劑인 thiobencarb와 diphenylether系 除草劑인 oxyfluorfen과 의 混合效果는 表 7과 같다. 表 7에 依해 두 除草劑 混合時 90% 殺草率이 期待되는 藥量水準을 그림 10, 그림 11에서 찾아 그림 12와 같은 結果를 얻을 수 있다.

그림 12에서 보는 바와 같이 이들 두 除草劑의 混合處理는 共力的反應(Synergism)을 보이고 있음을 알 수 있고, 90%의 殺草率을 얻는데 必要한 最少量의 混合比率는 P點에서 찾을 수 있다. 이때의 混合比率는 oxyfluorfen의 경우 0.012kg ai/ha였고, thiobencarb의 경우는 0.45kg ai/ha였다. P點에서의 相互作用指數는 2.1이었는데 이것은 相加的의效果로 90%의 殺草率을 얻는데 必要한 藥量의 1/2.1만큼으로 90%의 殺草率을 얻을 수 있다는 뜻이 된다.

또한 萬若 두 除草劑의 藥價格을 알 수 있다면 그림 13으로부터 가장 經濟的인 藥劑價格을 찾을 수 있는데 이때 藥劑價格은 thiobencarb의 경우 a點, oxyfluorfen의 경우 b點에서 各各 찾을 수 있게 된다.

한편 作物의 藥害를 考慮하면서 對象雜草가 2種類일 때, 雜草殺草率이 90% 以上 維持하고 作物에는 藥害가 없는 混合藥量組合을 結定하고자 할 때는 그림 14와 같은 方法으로 찾을 수 있다. 그림 14에서 빗금친 부분이 바로 두 除草劑의 混合이 2種의 雜草를 同時에 90% 以上 防除하고 作物에는 藥害를 招來하지 않는 混合比率이 된다. 萬一 對象雜草가 3種 以上일 때도 같은 原理가 適用된다.

以上 報告한 一連의 試圖는 除草劑를 보다 効率的으로 評價하고 보다 體系的으로 目的에 맞는 除草劑를 選定할 수 있도록 試圖한 것을 紹介한 것인데, 除草劑의 行動은 雜草種類에 따라 다르기 때문에 目的하는 雜草에 對해 위와 같은 一連의 試驗이 이루어져야 할 것으로 본다.

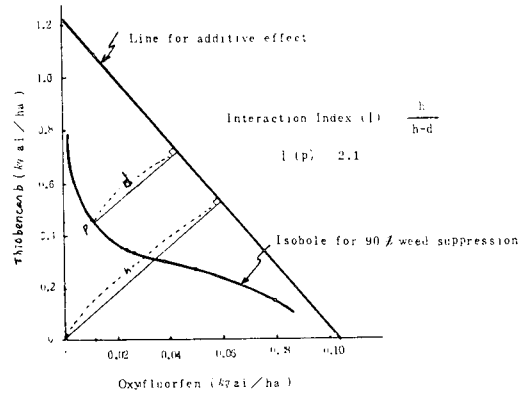


Fig. 12. The isobole for 90% weed suppression by the treatments of thiobencarb and oxyfluorfen mixtures, and the line on the assumption that two chemicals show the additive effect(YCES, 1982).

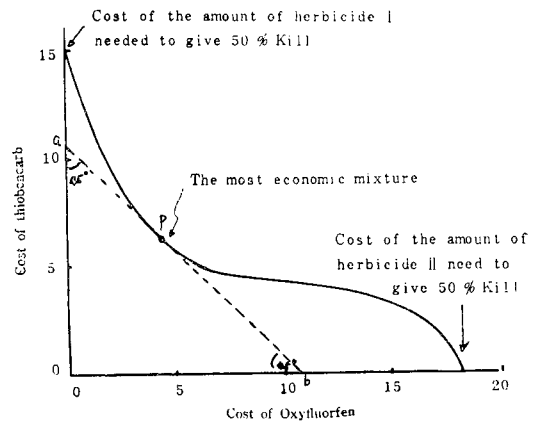


Fig. 13. Determination of financially most economic mixture(Fryer, J.D. and R.J. Makepeace, 1977)

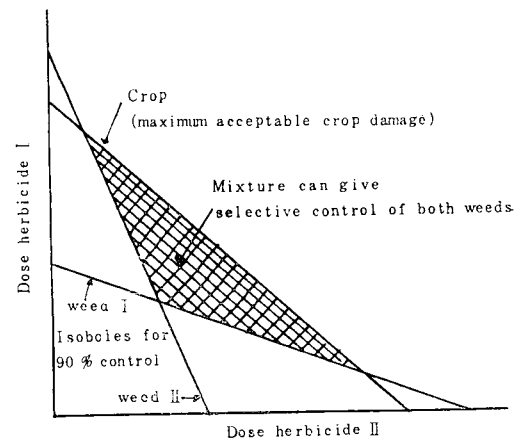


Fig. 14. Selectivity of mixtures of two herbicides. (Fryer, J.D. and R.J. Makepeace, 1977).

結 論

除草劑使用量의 急速한 增加에 比해 除草劑에 關한 基礎的研究가 未洽하여 아직 效果的인 除草劑使用體系가 確立되어 있지 못한 實情이다.

本報告에서는 除草劑의 效果的이고 體系的인 使用을 爲해 除草劑의 殺草 Spectrum을 Two-dimensional ordination 分析法으로 分類하고, 分類된 除草劑를 基礎로 하여 一連의 效果的인 評價方法改善을 試圖하였다.

처음 試圖한 것이기 때문에 아직 補充하여야 할 課題가 많이 있으나 除草劑를 實質的으로 目的에 맞게 合理的인 배치 體系的으로 使用할 수 있는 可能性은 充分히 있는 것으로 結論지을 수 있다.

따라서 作物別로 對雜草를 分類하여 本報告에서 試圖된 一連의 評價過程을 거쳐 體系的으로 除草劑를 區分하고 效果的인 除草劑使用法을 찾아내는 것이 今後 課題로 생각된다.

引用文獻

1. Ashton, F.M. and A.S. Crafts. 1981. Mode of action of herbicides. 2nd Ed. A Wiley-Interscience publication. John Wiley & Sons. New York: Chichester. Brisbane; Toronto. 525 pp.
2. Audus, L.J. 1976. Herbicides(Physiology, Biochemistry, Ecology). 2nd Ed. Volume I. Academic Press. London; New York. Sanfrancisco. 547 pp.
3. Colby, S.R. and G.F. Warren. 1963. Herbicide-Combinations enhance selectivity. Science. 141 : 362.
4. Common Rice Weeds of Korea. 1978. Crop Improvement Research Center, Office of Rural Development. Suweon, Korea. 152 pp.
5. Fryer, J.D. and R.J. Makepeace. 1977. Weed Control Handbook Vol. 1. Principles including plant growth regulators. Sixth Ed. Blackwell scientific publications. Oxford. London. Edinburgh. Melbourne. 510 pp.
6. Gowing, D.P. 1960. Comments on tests of herbicide mixtures. Weeds. 8 : 379-391.
7. Kim, S.C. and K. Moody. 1980. Types of weed community in transplanted lowland rice and relationship between yield and weed weight in

- weed communities. The Korean Soc. Crop. Sci. Vol. 25(3) : 1-8.
8. Klingman, G.C. and F.M. Ashton. 1975. Weed science; Principles and Practices. A. Wiley-Interscience publication. John Wiley & Sons, New York. London. Sydney. Toronto. 431 pp.
9. King, L.J. 1966. "Weeds of the World: Biology and Control," Leonard Hill, London. Interscience Publ. Inc. New York. 526 pp.
10. Limpel, L.E., P.H. Schuldt and D. Lamont. 1962. Weed control by dimethyltetrachloroterephthalate alone and in certain combinations. Proc. NE Weed Control Conf. 16 : 48.
11. Matsunaka, S. 1982. Weed control and plant toxicology. special lecture presented at the annual meeting of Korean Weed Sci. Soc. Conf., 10 July, Suweon, Korea.
12. Mercado, B.L. 1979. Introduction to Weed science. Southeast Asian Regional Center for Graduate study and Research in Agriculture. Philippines. 292 pp.
13. Methods in Pesticide Science. 1981. Vol. 3. Soft. Science. Inc. Tokyo. 499 pp.
14. Moreland, D.E. 1967. A. Rev. Pl. Physiol. 18, 365-386.
15. New some, R.D. and R.L. Dix. 1968. The forests of the cypress hills, Alberta and Saskatchewan, Canada. Am. Midl. Nature. 80(1) : 118-185.
16. Numiata, M. 1971. Methodological problems in weed-ecological research. Biotrop Bull 2 : 41-58.
17. Overbeek, J. Van. 1964. In. "The Physiology and Biochemistry of Herbicides"(L.J. Audus, Ed.), Academic Press, London and New York.
18. Sajise, P.E., N.M. Orlido, J.S. Lales, L.C. Castillo and R. Atkabay. 1976. The ecology of philippine grasslands. I. Floristic Composition and Community dynamics. Philipp. Agric. 59 : 317-334.
19. Shaw, W.C., J.L. Hilton, D.E. Moreland, and L.L. Jansen. 1960. Herbicides in plants. In The nature and fate of chemicals applied to soils, plants and animals. pp.119-133, Illus. 129 pp. Agr. Res. Serv., USDA, AR S20-9.