

인공안개처리에 따른 콩의 雜草競合 樣相 및 除草劑反應 特異性

具滋玉* · 權五道** · 千相旭* · 鞠龍仁*

Specificity in Weed Competition and Herbicide Response of Soybean under Foggy Condition

Ja Ock Guh*, Oh Do Kwon**, Sang Uk Chon* and Yong In Kuk*

ABSTRACT : Greenhouse experiment was carried out to investigate the specifics in growth, weed competition, and herbicide response of soybean(*Glycine max*) under foggy condition.

Plant height and leaf stage of soybean under foggy condition were greatly increased through all growing stage comparing with non-foggy condition. At 100 days after seeding, plant height of soybean also was increased by 14% while number of pods, number of grains per pod were reduced by 16, 24 and 23%, respectively comparing with non-foggy condition.

On the other hand, plant height of soybean under foggy condition was reduced with increasing the duration of competition and this tendency was similar to non-foggy condition. Plant height was reduced by above 60-day competition. Number of pods per plant of soybean was reduced regardless of foggy condition.

Among the herbicides treated, quizalofop caused slightly crop injury under foggy condition, but the other herbicides did not affect growth of soybean. Number of pods and 100-grain weight of soybean by treatment of herbicides were similar to that of the untreated control but those of soybean under foggy condition were significantly reduced. At 40 days after herbicide application, weeding efficacy (based on shoot fresh weight) of herbicides treated under foggy and non-foggy condition, released excellent data(above than 97%) in all regardless foggy condition.

Key words : Foggy condition, Soybean, Weed competition, Herbicide response.

우리 나라의 경우 다목적댐들의 축조지역이 대부분 농림축산지대와 인접해 있으므로 인공 담수 호에 따른 기후변동의 직접적이고 가시적인 영향을 받게 됨은 물론, 지표특성변화 및 局地的인 기후변화가 초래되며⁷⁾, 이에 따른 인접지역의 농작물 및 임업 생태계에 대한 영향상의 우려가 가중

되고 있다. 주변지역에서 가능한 기상변동 요인들로서는 안개일수의 증대¹²⁾, 다습조건, 저온화 및 일조부족현상 등¹⁶⁾을 들 수 있으며 이에 수반되는 작물의 병·해충 발생 조장, 작물생육의 徒長, 開花와 稔實 및 登熟의 장애를 초래할 뿐만 아니라 출수기 遲延과 果肉의 色澤不良 및 백엽고병 다

* 全南大學校 農科大學(College of Agriculture, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea)

** 全南農村振興院(Chonnam Administration of Rural Development, Naju 520-930, Korea)

*** 本論文은 농촌진흥청이 시행한 농업특정연구개발 사업의 일환으로 수행된 연구결과의 일부임.

〈'95. 9. 6 接受〉

말, 유실수의 초기 落葉, 落果, 果肉軟化 및 晩霜 被害 증가 등의 사례들이 발생되고 있다^{7,16)}.

콩은 비교적 생육 및 개화·결실에 있어서 온도 및 일장의 영향을 크게 받는 작물중 하나인 전형적인 단일식물로서 꽃눈의 분화 및 발달, 개화, 결협 및 종실의 비대 등이 모두 단일조건에서 촉진되는 작물이다. 古谷¹⁴⁾은 온도(25℃) 및 일장이 알맞는 조건에서 재배하면 어떠한 품종이라도 20~30일에 개화하고 품종간 생육일수에 큰 차이가 없다고 하였다. 자연포장에서 花成 및 開花가 유도·촉진되는 한계일장이 긴 품종일수록 일찍 일장반응이 일어나며 개화도 빨라진다. 또한 일장감응은 자엽의 경우 거의 감응하지 않고 조생엽은 感應度가 낮으며 정상복엽만 감응도가 높다고 하였다.

Shibel 및 Weber²⁰⁾에 의하면 植物生長率(C-GR)은 受光量의 증대에 따라 거의 직선적으로 증대되는데 95%의 受光을 위하여 요구되는 葉面積指數는 재식밀도나 잎의 공간적 배열에 따라 3.1~4.5정도가 된다고 했다. 콩은 수분이나 광선 및 각종 비료분의 부족 등 불량영양조건에 의해 結莢率을 저하시킨다고 하였다.

그러나 전체적인 植生遷移 또는 변동과 함께 작물과 잡초간에 상이한 유리성 및 불리성을 취하는 生態特性이 나타날 것이며 특히 안개조건하에서는 작물별 雜草競合樣相에 있어서 큰 차이가 유발될 뿐만 아니라 雜草防除 목적으로 살포된 除草劑의 약종별 藥害·藥效反應의 변동이 수반될 것으로 예상된다.

일반적으로 除草劑의 기상관련 藥害誘發要因은 여러가지가 있으나 상당부분에서 처리당시의 기상상태^{5,6,10)}에 좌우되며 특히 안개상습지역에서의 過濕條件 및 日照不足으로 인한 除草劑의 藥害 및 藥效反應은 달리 나타나게 될 것으로 본다.

본 연구에서 공시된 Ethalfluralin의 작용기작은 잡초종자 發芽와 연관되는 생리적 생장에 영향을 주는 것으로^{18,22)}, 토양혼화처리 除草劑로서^{4,18,22,23)} 콩에 비교적 안전^{4,9,17,23,24)} 것으로 알려지고 있으며 Trifluralin은 Ethalfluralin과 동일한 계통의 Dinitroaniline계 대표적 除草劑로서^{9,18,22,24)}, 1년생 화본과 및 수종 광엽잡초에 유효하며²⁵⁾, 작

용특성으로 種子發芽에 직접적인 영향은 주지 않으나, 種子發芽와 연관되는 생리적 생장에 영향을 주는 것으로 알려지고 있다^{18,19,22,24)}. Sethoxydim은 광엽작물에 적용하여 一年生 및 多年生 화본과 잡초에 효과적인 除草劑로서^{24,25)} 경엽을 통해 쉽게 흡수, 이행하여¹⁾ 지질대사를 억제하는 작용특성을 갖는다고 하였다^{8,21)}. Quizalofop는 역시 고도의 화본과 선택성, 발생 후 경엽처리 除草劑^{9,17,24,25)}로서 잎표면을 통해 흡수되며, 浸透性을 갖는 除草劑로 알려지고 있다^{9,24)}.

본 연구는 콩을 공시하여 안개 및 비안개조건을 인공적으로 처리하여 콩의 기본적인 생육반응 차이를 검토하고 전형적으로 발생하는 주요 잡초종과의 競合樣相을 구명하는 동시에 상이한 작용특성을 갖는 數種除草劑 處理에 따른 藥害 및 藥效反應의 特異性을 확인함으로써 안개상습 발생지에서의 콩의 생산피해의 최소화 및 콩밭 雜草防除을 위한 기초자료를 제공할 목적으로 수행되었다.

材料 및 方法

본 연구는 1993년 6월부터 9월까지 全南大學校 農科大學 溫室內(온도 : 주간 30±2℃, 야간 20±2℃)에서 pot시험으로 수행되었으며 공시된 콩의 품종은 “팔달콩”이었고 파종량은 8l/10a로 하였으며 사용된 토양은 밭토양(양토)으로서 시비는 N-P₂O₅-K₂O = 4-13-11kg/10a을 전량기비로 사용하였다. 공시잡초종은 바랭이(*Digitaria sanguinalis* : DIGSA), 피(*Echinochloa crus-galli* : ECHCG), 미국개기장(*Panicum dichotomiflorum* : PANDI), 쇠비름(*Portulaca oleracea* : POROL), 흰명아주(*Chenopodium album* : CHEAL) 및 한련초(*Eclipta prostrata* : ECLPR) 등이었다. 파종된 콩에 1~2cm로 복토한 후 자동인공안개분무장치인 Auto Foggy System (Saeki RTN Co.)을 사용하여 하루중 안개 발생이 가장 많이 예상되는 04:00시부터 10:00까지 매일 6시간씩 처리하였다. 조사는 파종 후 10일부터 80일까지 10~20일 간격으로 콩의 草長 및 엽령을 측정하였고, 파종 후 100일째에는 草

長, 株當莢數, 莢當粒數, 100粒重을 각각 측정하여 비안개조건과 환산비교하였다. 競合期間에 따른 콩의 생장 및 수량 변화를 검토코자 競合期間을 0, 20, 40, 60 및 80일 처리하여 20일 간격으로 草長變化 및 株當莢數를 측정하였다.

또한 안개조건하에서 除草劑反應을 검토코자 토양처리제로서 Ethalfuralin 및 Trifluralin을 파종 후 5일째에 각각 35% 유제를 210g 및 44.5% 유제 178g a.i. /ha를 각각 처리하였다. 공시약제들에 대한 일반적인 제원은 표 1에 요약하였다.

처리 후 40일째는 초종별 개체수 및 생체중을 측정하여 무처리에 대비한 雜草防除價를 산출하였다. 모든 시험 pot배치는 완전임의배치법에 의한 3반복으로 수행되었으며 통계처리는 t-test에 의해 비안개 및 안개처리간에 차이를 검정하였다.

結果 및 考察

1. 콩의 生長量 및 收量性

파종 후 10일째부터 80일까지의 콩의 草長 및 葉齡은 조사한 결과, 안개조건에서는 전기간을 통하여 비안개조건보다 증가하였으며 草長보다는 葉齡에서 더 크게 증가하였다(그림 1). 콩은 초기 생장에 있어서 비안개조건보다는 안개조건에서 發芽 및 生長·發育이 앞섰기 때문으로 해석되며 光 또는 日照不足과 무관하게 보였고 營養生長期의 안개로 인한 콩의 생육은 徒長되었을 것으로 보아진다³⁾. 한편 안개조건에 따른 콩의 수량 관련 형질에 있어서 최종적인 草長은 안개조건에서 14% 증가하였으나 주당 협수는 16%, 협당 입수

Table 1. Information of herbicides used in the experiment^{9,17,24,25)}

Ethalfuralin	- Compound : Dinitroaniline - Chemical name : <i>N</i> -Ethyl- <i>N</i> -(2-methyl-2-propenyl)-2,6-dinitro-4-trifluoromethyl aniline - Vapor pressure : 8.2×10^{-5} mmHg at 25°C - Solubility : 2.4ppm - Formulation : 30% EC - Rate(g a.i. /ha) : 210
Trifluralin	- Compound : Dinitroaniline - Chemical name : 2,6-Dinitro- <i>N,N</i> -dipropyl-4-trifluoromethyl alanine - Vapor pressure : 1.99×10^{-4} mmHg at 30°C - Solubility : 1ppm - Formulation : 44.5% EC - Rate(g a.i. /ha) : 178
Sethoxydim	- Compound : - - Chemical name : 2-(<i>N</i> -ethoxy butyrimidoyl)-5(2-ethyl thiopropyl)-3-hydroxy-2-cyclohexen-1-one - Vapor pressure : 1×10^{-6} mmHg - Solubility : 24.5ppm(water at 25°C) - Formulation : 20.0% EC - Rate(g a.i. /ha) : 60
Quizalofop-ethyl	- Compound : Phenoxy - Chemical name : Ethyl 2-[4-(6-Chloro-2-quinoxalnyloxy) phenoxy] Propionate - Vapor pressure : - - Solubility : 0.44ppm - Formulation : 10.0% EC - Rate(g a.i. /ha) : 25

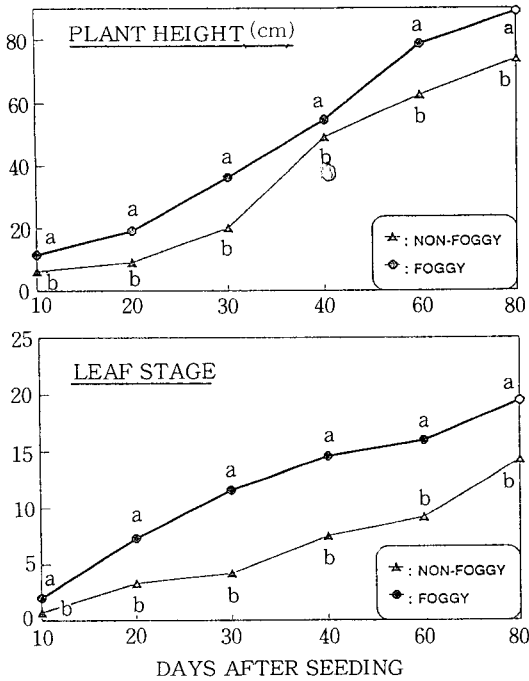


Fig. 1. Change in plant height and leaf stage of soybean under non-foggy and foggy condition.

는 24%, 100粒重은 23% 각각 감소하였다(표 2). 이는 안개조건에서의 실제적인 생장이 식물체 종적생장 위주로 이루어졌음을 의미하며³⁾, 근본적인 수량 관련형질에 있어서는 안개로 인해서 日照不足, 過濕 등으로 인하여 생식생장기로의 전환능력이 떨어져 출수 및 개화결실에서는 저해를 받았을 것으로 판단된다^{11,15)}. 개화 후의 粒의 발육은 광합성량에 의해 크게 지해를 받게 되고 수량은 粒의 등숙속도와 연관되는 것으로 보아 안개로 인한 粒의 登熟速度는 지연되었을 것으로

본다. 따라서 안개로 인한 콩의 성장 및 수량반응에 있어서 비록 草長을 비롯한 기본영양생장은 증가하였으나 日照不足, 水分의 過多에 의한 장애, 酵素活性 低下, 체내물질대사 이동의 이상 등이 초래되어 不稔率 증가 및 登熟, 結實의 감소 등으로 발전되었을 것으로 본다.

2. 雜草競合樣相

안개조건하에서 잡초와의 競合을 0일간(무잡초유지), 20, 40, 60 및 80일간 처리하여 20일 간격으로 草長變化를 조사한 결과 파종 후 일수별 草長은 全競合期間에서 공히 비안개조건과 비교하여 안개조건에서 더 높게 나타났으며 競合期間이 연장될수록 절대적인 草長은 안개처리와 무관하게 감소하였으며 이는 안개처리가 잡초와의 競合에 연관되지 않고 잡초와의 競合期間에 따른 차이로 표현되기 때문으로 해석된다(그림 2).

파종 후 100일째 競合處理 기간별 草長은 60일

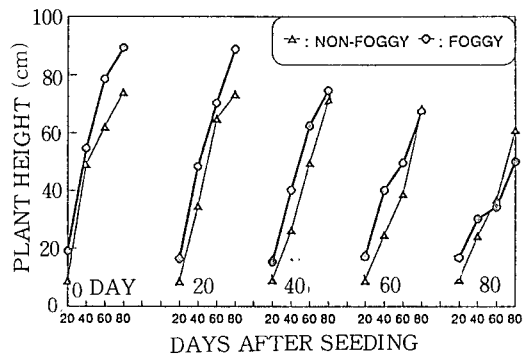


Fig. 2. Change in plant height (cm) of soybean as affected by different competition durations under non-foggy and foggy condition.

Table 2. Comparison in yield of soybean between foggy and non-foggy condition at 100 days after seeding

Yield components	Non-foggy condition	Foggy condition
Plant height(cm)	97.0(100)	110.5(114)*
No. of pods per plant	71.0(100)	59.3(84)
No. of grains per pod	2.1(100)	1.6(76)
100 grains weight(g)	29.4(100)	22.7(77)

* Figures in parentheses are relative number(%) against non-foggy condition.

까지 競合期間에서 비안개조건에 비해 증가되거나 대등한 草長을 보였으나 80일 이상 競合處理에서는 비안개조건에 비해 낮게 나타났다. 그러나 주당협수는 全 競合期間에서 비안개조건에 비해 감소하는 경향을 얻었다(그림 3). 잡초와의 競合은 안개로 인한 영향보다는 競合期間 차이로 달리 콩의 생장에 영향을 주었을 것으로 판단되며 안개 조건하에서 콩의 생장은 잡초와의 競合자체의 영향보다는 競合期間 또는 競合時期에 따라서 영향을 받지만 콩의 수량요소들은 안개로 인해 감소되며 競合期間이 길수록 그 정도가 커지게 되는 상반성이 있다. 결국 잡초와의 競合處理期間에 따라서 콩의 피해유형은 달라지며 그중 競合時期가 중요한 지표가 됨을 확인할 수 있었다¹³⁾.

3. 除草劑 反應

비안개조건下에서 콩의 草長에 대한 除草劑反應은 경엽처리된 Sethoxydim과 Quizalofop는 무처리와 유사하였으나, 토양처리된 Ethalfuralin 및 Trifluralin은 감소되었다. 이는 토양처리가 경엽처리보다 먼저 처리되어 藥害發生 기회가 더 컸기 때문으로 해석되며 안개조건下에서는 이와 달리 비안개처리보다 증가하거나 대등하게(Quizalofop의 경우) 나타나, 무처리와 같은 樣相을 보였다(그림 4). 이는 공시除草劑가 안개조건하에서도 콩의 생장은 비교적 안전하게 반응했다

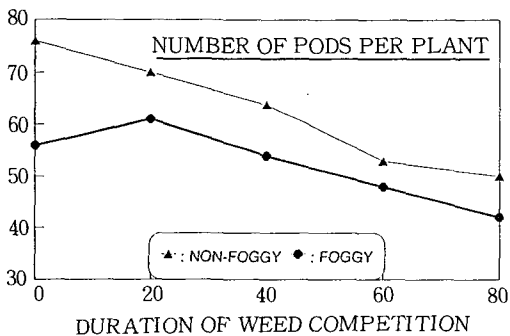


Fig. 3. Difference in plant height and number of pods of soybean between non-foggy and foggy condition as affected by different durations of weed competition.

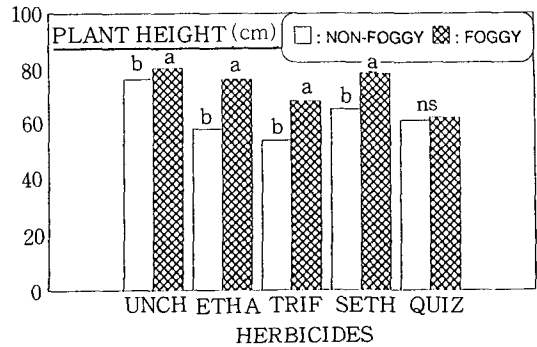


Fig. 4. Comparison in plant height(cm/plant) of soybean as affected by different herbicide applications between non-foggy and foggy condition at 80 days after seeding.

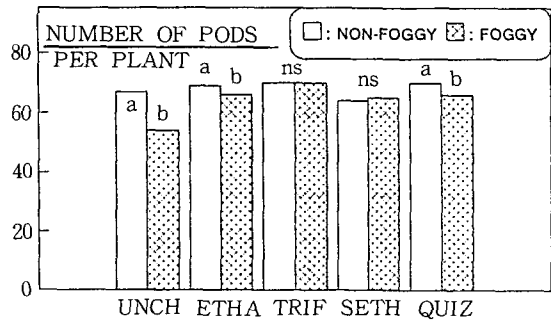


Fig. 5. Comparison in number of pods and 100-grain weight(g) of soybean as affected by different herbicide applications between non-foggy and foggy condition at 80 days after seeding.

Table 3. Number of individuals and shoot fresh weight(g/pot)of emerged weeds under foggy and non-foggy condition at 40 days after application

Herbicides	DIGSA		ECHCG		PANDI		POROL		CMEAL		ECLPR		Total	
	NF*	FO**	NF	FO	NF	FO	NF	FO	NF	FO	NF	FO	NF(%)***	FO(%)
..... No. of individuals g per m ²														
Untreated	6.4	27.3	6.2	15.4	11.6	9.0	4.3	1.0	3.0	2.1	3.2	18.4	34.7(0)	73.2(0)
Ethalfuralin	1.5	2.1	0.0	3.1	1.0	0.0	0.5	1.1	0.0	1.1	0.4	0.8	3.4(90)	8.3(89)
Trifluralin	1.8	0.1	0.8	0.3	3.0	2.1	1.0	1.8	0.0	2.0	0.0	2.0	5.8(83)	6.4(91)
Sethoxydim	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.5	2.0	1.5	6.2	8.4	10.8(69)	12.4(83)
Quizalofop	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.6	4.5	4.0	7.5	15.2	12.8(63)	20.6(72)
..... Shoot fresh weight (g /m ²)														
Untreated	48.9	166.4	27.9	128.7	74.3	75.7	43.9	13.7	21.4	27.9	10.2	51.8	226.6(0)	464.2(0)
Ethalfuralin	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	0.7(99)	1.7(99)
Trifluralin	2.1	2.1	1.1	2.1	1.0	1.0	1.2	1.0	0.0	1.3	0.0	1.3	5.4(100)	8.6(98)
Sethoxydim	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.5	0.4	2.0	1.6	1.2	2.6(99)	4.7(99)
Quizalofop	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.2	1.3	2.0	1.9	6.0	5.3(98)	12.4(97)

* Non-foggy condition, ** Foggy condition, *** Weeding efficacy(%).

는 다른 보고들^{1,4,8,19,23,24}) 과 유사한 결과로 생각되었다. 한편 파종 후 80일째 주당협수는 草長과는 달리 전 除草劑에서 무처리에 비해 유의적인 차이가 없었으며 안개처리에 따른 차이는 무처리에 비해 더 증가하거나 유사한 樣相을 보였다. 또한 100粒重은 전 除草劑에 대해서 무처리와 유사하였고 안개처리에 의해서도 무처리와 유사한 경향으로 감소하였다(그림 5).

除草劑 처리에 따른 공시除草劑의 藥害反應은 콩의 수량으로는 크게 나타나지 않았고 안개로 인한 藥害변동도 인정되지 않았다. 이는 약제처리 당시의 기상에 따라서 藥害반응이 달라진다는 보고들²⁷)과는 상이하게 다른 결과였다.

처리 후 40일째 잡초발생은 무처리구에서 비안개조건의 경우 총개체수가 34.7개, 총생체중이 226.2g인데 반해 안개조건에서는 각각 73.2개 및 464.0g으로 약 2배의 발생량 차이를 나타냈고 주요한 발생초종은 화분과인 바랭이, 피, 미국개기장과 광엽초종인 쇠비름, 흰명아주 및 한련초 등이었다. 생체중을 근거로 한 총방제가는 안개처리 및 약제와는 무관하게 전처리에서 97%이상의 우수한 방제가를 보였으며 그 약제특성에 따른 선택성도 뚜렷이 나타났다(표 3). 이상의 결과로 볼 때 안개로 인한 콩의 藥害 및 雜草防除效果 변동은 인정되지 않았다.

摘 要

안개처리에 따르는 콩의 생육·잡초와의 競合 樣相 및 除草劑반응을 검토하여 안개상습지에서 작물피해 최소화 및 雜草防除體系 설정을 위한 기초자료를 제공코자 온실내 포트 시험으로 수행하였다. 안개조건에서 콩의 草長 및 葉齡은 전 성장 기간에 걸쳐서 비안개조건에 비해 증가되었으며 파종 후 100일째 최종 콩의 수량은 초장이 14% 증가한데 반해 수당협수, 협당 입수 및 100립중이 각각 오히려 16, 24 및 23% 감소하였다. 주요발생초종은 바랭이, 피, 미국개기장, 흰명아주 및 한련초 등이었으며, 비안개조건보다 안개조건에서 그 발생량이 훨씬 컸다. 안개조건에서 競合期間別 콩의 草長變化는 競合期間이 길수록 감소 정도가 컸으나 비안개처리와의 차이는 경미하였다. 안개 조건에서 競合期間別 콩의 草長은 40일 競合期間까지에서는 비안개조건에 비해 증가하였으나 60일 이상의 競合期間에서부터 감소되는 경향이였다. 그러나 안개조건에서 수당협수는 競合期間處理와 무관하게 감소하였다. 除草劑別 草長을 근거로 한 藥害는 다소 인정되나 안개로 인해서 Quizalofop를 제외한 除草劑들에서는 무처리와 유사

하게 증가한 草長을 각각 보였다. 수당협수 및 100粒重은 무처리와 유사하게 나타났으나 안개조건하에서는 비안개조건에 비해 유사하거나 감소되는 경향을 보였다. 처리 후 40일째에 생체중을 근거로 한 雜草防除價로 볼 때 토양처리된 Ethalfluralin 및 Trifluralin과 경엽처리된 Sethoxydim 및 Quizalofop는 안개유무에 관계없이 모두 97%이상의 방제가를 나타냈다.

引用文獻

1. Asare-Boamah, N. and R. A. Fletcher. 1983. Physiological and cytological effects of BAS 9052OH on corn(*Zea mays*) seedlings. *Weed Sci.* 31 : 49-52.
2. Chang, W. L., and S. K. De Datta. 1974. Chemical weed control in direct seeded flooded rice in Taiwan. *PANS.* 20 : 425-428.
3. 趙載英, 李殷雄. 1986. 栽培學汎論. 鄉文社. pp 64-65.
4. Cobb, W. T. 1978. Ethalfluralin, a new herbicide for podded crops. *Proc. WSWS* 31 : 98-101.
5. Coble, H. D. and J. W. Schrader. 1973. Soybean tolerance to metribuzin. *Weed Sci.* 21(4) : 308-309.
6. Fortino, J. R. and W. E. Splittstoesser. 1974. Response of tomato to metribuzin. *Weed Sci.* 22 : 460-463.
7. 具滋玉外 11名. 1992. 人工湖(住岩湖 中心)의 湛水가 周邊地域의 農業氣候 및 農業生態界에 미치는 影響 評價 및 對策 樹立에 관한 研究. pp 40.
8. Hatzois, K. K. and P. A. Moon. 1985. Physiological interactions of sethoxydim and bentazon in studies with isolated sorghum protoplasts and soybean cells. *WSSA Abstracts*, pp. 81-82.
9. Hodogaya Chemical Co. Ltd. 1990. Short Review of Herbicides & PGRs. Hodogaya Chemical Co., Ltd. pp 377.
10. Iwasaki K. 1985. Physiological and ecological studies on the control of paddy field scirpus weeds. So-called "Hotarui". *Jap. Weed Res.* 30-2 : 93-106.
11. 池永鱗. 1971. 新稿水稻作. 鄉文社. 193-196.
12. 住岩觀測所. 1990. 局地氣象研究資料.
13. Kawatei, K. 1966. Meanings of competition in agricultural production. *Jap. Weed Res.* 5 : 10-15.
14. 古谷義人. 1952. 大豆の機械的 障害による不稔の發生 農業及園藝 27(2) : 277-278.
15. 李鐘薰. 1982. 日長과 溫度가 벼 出穗에 미치는 影響. 作試研報 : 572-587.
16. M. L. Parry, T. R. Carter, and N. T. Konjin. 1980. The impact of climatic variations on agriculture, Kluwer Acad. Pub. by the international institute for applied systems analysis /United Nations Environment Program. (Vol. 1. pp 876. Vol. 2. pp 764).
17. 農藥工業協會. 1994. '94農藥使用指針書 pp 576.
18. Parka, S. J. and Q. F. Soper. 1977. The physiology and mode of action of the dinitroaniline herbicides. *Weed Sci.* 25 : 79-87.
19. Probst, G. W., T. Golab, R. J. Herberg, F. J. Holzer, S. J. Parka, C. Van der Schans, and J. B. Tepe. 1967. Fate of trifluralin in soils and plants. *J. Agr. Food Chem.* 15 : 592-599.
20. Shibles, R. M. and C. R. Weber. 1965. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop. Sci.* 5 : 575-577.
21. Swisher, B. and F. T. Corbin. 1982. Behavior of BAS 9052 in Soybean (*Glycine max*) and Johnsongrass(*Sorghum halepense*) plant and cell cultures. *Weed*

- Sci. 30 : 640-650.
22. Vandeventer, J. W., W. F. Meggitt, and D. Penner 1979. Absorption, translocation, and metabolism of ethalfluralin and trifluralin in *Solanum* spp. Abstract Weed Sci. Soc. Amer. p. 95.
 23. Waldrep, T. W. and H. D. Porter. 1977. Ethalfluralin, a new selective preplant incorporated herbicide. Proc. SWSS 30 : 400.
 24. Weed Science Society of America. 1989. Herbicide Handbook. 6th Ed. WSSA pp 301.
 25. 梁桓承, 具滋玉, 卞鍾英, 權容雄. 1987. 新制雜草防除學. 鄉文社. pp 389.