

## Benzenesulfonylurea계 化合物 KSC-13906의

### 藥害發生要因 및 輕減方法

황인택\* · 최정섭\* · 홍경식\* · 유주현\* · 김진석\* · 조광연\*

## Phytotoxicity Inducing Factors and Its Safening Methods for Benzenesulfonylurea Compound KSC-13906.

Hwang, I.T.,\* J.S. Choi\*, K.S. Hong\*, J.H. Yoo\*, J.S. Kim\* and K.Y. Cho\*

### ABSTRACT

KSC-13906 [Erythro N-[(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yl)aminocarbonyl]-2-(2-fluoro-1-hydroxy-n-propyl) benzenesulfonamide, US Patent 5,461,025] was investigated how can control phytotoxicity fluctuation and what a good method apply to new rice herbicide. The growth inhibition was observed when the rice plants was transplanted at a shallow depth(0 - 1cm) and leaching was low(0 - 1cm/ day) from the paddy soil. KSC-13906 appeared to move readily down into the paddy soil with water by 3cm depth in the soil column(∅ 10cm) filled with loamy sand soil under 3cm/day of leaching condition. Artificial control releasing pattern, designed as treated with KSC-13906 of 9 or 18g ai/ha either at a once or daily treated dividing volume of 1/20, 1/25 and 1/30 of the total volume, increased the safety of KSC-13906 to direct seeded and transplanted rice. The safety of KSC-13906 was also enhanced when KSC-13906 was mixed with dymron. For example, the mixture of KSC-13906 and dymron effectively reduced injury of direct seeded rice plants at 18 and 500g ai/ha, respectively, treated 7 days after transplanting. However, combination of KSC-13906 and several herbicides didn't show any synergistic effect on herbicidal activity and safening effect on rice. However, the combination of KSC-13906+dymron (9~12+250~500g ai/ha) or KSC-13906+mefenacet+dymron(9+250+250g ai/ha) controlled almost all weeds in paddy field without causing any injury to rice and thus the combination would successfully be used as an oneshot herbicide in rice culture.

*Key words* : artificial control releasing pattern, combination, leaching, modes of phytotoxicity fluctuation, one-shot herbicide, transplanting depth.

\* 한국화학연구소 농약활성연구실, 대전광역시 유성구 장동 100번지, 305-606(Korea Research Institute of Chemical Technology, Jang-dong 100, Yusong, Taejon, Korea, 305-606.)

〈'98. 7. 8 접수〉

## 서 언

그 동안 농약은 식량 생산성 확보 및 증산을 위하여 잡초 및 병해충 방제에 크게 기여하였는데, 2,4-D로 시작한 제초제의 역사는 살초스펙트럼(대상 잡초의 초종)이 넓은 것, 안정된 효과가 있는 것, 사용 適期の 폭이 넓은 것 등 사용자의 요구에 부응하여 특징 있는 약제가 개발되어 왔다. 제초제에 의한 잡초 방제의 역사는 40여년에 불과하지만 최근 15년 사이에 등장한 새로운 제초제의 발전은 특이할 만하다. 이러한 새로운 제초제의 개발로 무경운 재배, 직파재배, 어린모 및 중묘 기계이앙재배 등 다양한 재배양식이 쉽게 이루어질 수 있도록 기여하기도 하였다. 그 동안 구조적으로 다양한 계열의 화합물들이 제초제로 개발되어 왔는데, 최근에는 低毒性, 低藥量, 低殘留라는 사회적인 요구 때문에 신규 제초제의 개발이 그만큼 더욱 어렵게 되었다<sup>1)</sup>. 또한 제초제 개발의 목표는 사용현장에 적합하게 이루어져야 하므로 잡초의 種類와 變遷에 관심을 가져야만 할 것이다<sup>2,3)</sup>. 그러나 그 동안 개발된 어떤 제초제도 손으로 뽑는 제조 작업과 같이 작물에는 피해를 전혀 주지 않으면서 모든 잡초를 균일하게 억제시키거나 방제할 수는 없다. 즉, 유기합성 제초제를 이용한 잡초 방제 체계에서 가장 중요한 구비 조건 중의 하나는 작물에 대한 선택성이지만, 개발된 제초제들 다수가 작물에 대한 약해를 隨伴하면서 사용되고 있다<sup>4,5)</sup>. 그러나 최근에 개발된 sulfonylurea계 제초제들은 人畜에 대한 독성이 작고, 매우 적은 처리량에서도 卓越한 잡초방제력과 선택성을 지니고 있음이 보고되어 있다<sup>6,7)</sup>. 우리나라에서는 sulfonylurea계 제초제로서 bensulfuron-methyl(BEN), pyrazosulfuron-ethyl(PYR), cinosulfuron, azimsulfuron 등을 사용하여 논에서 발생하는 주요 다년생 잡초를 방제하고 있지만 이들은 모두 피 방제력이 약하며, 불량 환경에서는 벼에 대한 약해를 발생하기도 한다<sup>8,9,10)</sup>. 따라서 피 전문 방제제 또는 약해 경감제와 2원

또는 3원 혼합제형으로 사용되고 있다. 우리나라에서 주로 사용되어 왔던 sulfonylurea(SU)계 제초제와의 혼합제 대상은 dithiopyr, esprocarb, pretilachlor, mefenacet, molinate, simetryn, butachlor, thiobencarb, thenylchlor, cyhalofop-butyl, dimepiperate, benfuresate, oxadiazon, propanil, anilofos 등이고 약해 경감제로서는 dymron과 thiocarbamate계 제초제들이 일부 사용되어 왔다<sup>11)</sup>. 그러나 이들 혼합제들도 직파벼 재배지에서는 사용이 제한적이며, 1 - 1.5엽기의 피를 대상으로 하고 있다. 그 동안 사용되어온 SU계 제초제들과 달리 신규 합성한 시험 화합물 KSC-13906은 다년생 잡초는 물론 2 - 3엽기의 피에 대한 방제력도 가지고 있음이 확인되었다.

따라서 한국화학연구소에서 합성한 benzene-sulfonylurea계의 시험 화합물 KSC-13906의 실용화를 위한 기본 실험으로 이앙심도와 누수 속도의 차이에 의한 약해 및 약효 변동, 토양 중 이동성 등의 효력 변동 요인과 인위적인 가상 용출조절, dymron 및 혼합 처리 등에 의한 약해 경감과 상호작용 특성 등을 온실에서 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 移秧深度에 따른 약해 조사

표면적이 150cm<sup>2</sup>인 플라스틱 포트에 곤죽한 논 토양을 충진시키고 2.5엽기의 어린 모를 0, 1, 3cm 깊이로 이식하였다. 이식 후 5일과 10일에 한국화학연구소 제초제 연구실에서 합성한 KSC-13906(KSC) 원제를 acetone(50% v/v)으로 용해시켜 12g ai/ha로 담수 표면에 點滴處理하고 3cm 灌水 상태로 온실에서 생육시켰다. 약해 조사는 약제 처리 30일 후에 지상부 초장을 측정하여 무처리와 비교하였다. 시험에 사용한 KSC와 대조 약제의 화학 구조는 Fig. 1에 나타내었다.

### 2. 漏水深에 따른 약해 및 약효 변화 조사

1/5000a의 와그너 포트에 각각 동진벼 어린

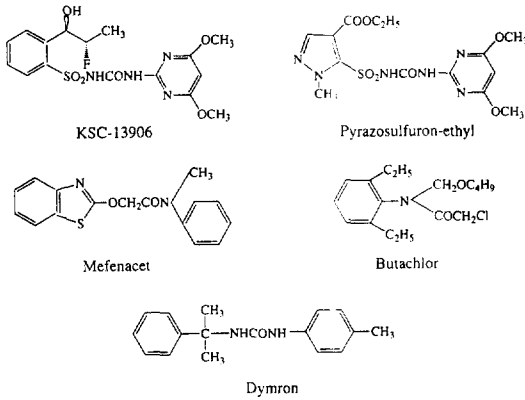


Fig. 1. Chemical structures of the herbicides used in this study

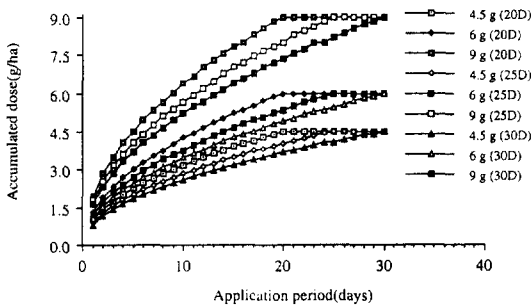


Fig. 2. Artificial control of releasing pattern of KSC-13906

모(2.5엽기)와 직파벼(최아종자), 피, 올챙이코랭이, 물달개비, 너도방동사니, 올방개, 벼풀을 동시에 파종하였다. 피의 생육이 2엽기에 달했을 때(파종 8일 후) KSC를 3, 6, 12g ai/ha씩 4반복으로 처리하였고, 누수 조건은 0-1cm/day(무누수 조건)과 3-5cm/day(누수 조건)이 되도록 하여 약제를 처리한 후 5일 동안漏水시켰다. 약해 및 약효는 파종 42일 후에 조사하였으며, 생존된 식물체 지상부의 생체중을 측정하여 무처리에 대한 무게의 감소율로 표시하였다.

### 3. 토양중 이동성 실험

직경 2mm의 토양체를 통과시킨 風乾土壤을 이동실험용 컬럼<sup>12)</sup>에 충전시키고 底面觀水하였다. 2일 후 KSC 원제를 acetone(50% v/v)으로 용해시켜 50g ai/ha부터 1/2씩 희석하여 6 농도

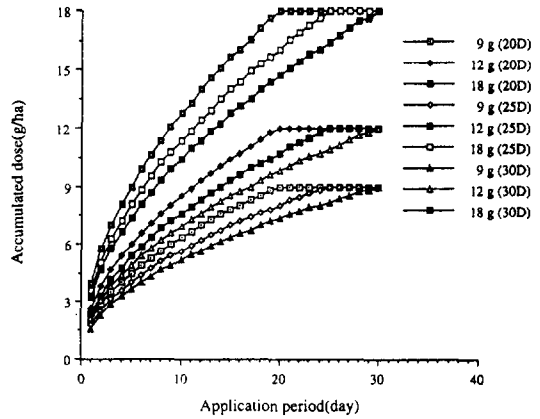


Fig. 3. Artificial control of releasing pattern of KSC-13906.

로 담수 표면에 點滴處理 하였다. 약제 처리 24시간 후부터 3cm/day의 속도로 용탈시켰다. 토양컬럼을 해체시켜 표층으로부터 두께 1cm씩 분할 채토하고 이를 소형 폼트에 담아 균질화시킨 다음 최아된 물달개비 종자를 지표 식물로서 표면에 파종하였다. 파종 21일 후에 물달개비의 생장여부를 달관으로 조사하여 약제의 이동 정도를 조사하였다.

### 4. 가상 용출 조절에 따른 약효 및 약해의 변화

표면적 500cm<sup>2</sup>의 사각 플라스틱 폼트에 곤죽한 논 토양을 담고 직파벼(최아된 종자), 이앙벼(2.5엽기), 피, 너도방동사니, 올미, 올방개를 파종 또는 이식하였다. 위에서와 동일한 방법으로 조절된 KSC를 제초 효과 시험을 위해 4.5, 6, 9g ai/ha씩 처리하였고, 약해 실험을 위해서는 2배량에 해당하는 9, 12, 18g ai/ha씩 처리하였다. 가상 용출 조절은 계획된 처리량을 일시에 처리하는 것과 계획된 처리량을 20, 25, 30일 동안 동일한 양으로 나누어 매일 처리하는 방법으로 하였다(Fig. 2, 3). 약제처리시 피의 생육 상태는 2엽기이었고, 실험은 3반복 임의배치법으로 실시하였다. 결과 조사는 약제 처리 30일 후에(약해 실험은 25일 후) 각 처리구의 지상부 생체중을 측정하여 무처리에 대한 감소율로 표시하였다.

## 5. Dymron 및 여러 가지 제초제들과의 혼합처리 효과

표면적 1,000cm<sup>2</sup>인 플라스틱 포트에 곤죽한 논 토양을 담고 직파벼(최아된 동진벼), 이앙벼(2.5엽기), 1년생 잡초 종자(피, 사마귀풀, 올챙이고랭이, 물달개비, 발뚝외풀)와, 다년생 잡초(올미, 벼풀, 올방개, 너도방동사니, 가래)의 영양 번식체를 파종 또는 이식하고 7일 후와 12일 후에 다음과 같은 조합으로 약제 원제를 용매에 용해시켜 담수 표면에 點滴處理 하였다. 약제 처리 조합은 KSC단제 6, 9, 12, 18g ai/ha, pyrazosulfuron-ethyl(PYR)단제 10, 20g ai/ha, KSC+dymron(DYM) 9+250, 18+500g ai/ha, KSC+mefenacet(MEF) 6+250, 12+500g ai/ha, KSC+MEF+DYM 6+250+250, 12+500+500, 18+500+500g ai/ha, PYR+butachlor(BUT) 10+375, 20+750g ai/ha, PYR+MEF 10+375, 20+750g ai/ha로 하였다. 기타 약제와의 혼합처리는 표면적 150cm<sup>2</sup> 플라스틱 포트에 곤죽한 논 토양을 충진시키고 직파벼(최아된 동진벼), 이앙벼(3엽기), 피, 올챙이고랭이, 물달개비, 사마귀풀, 너도방동사니, 올미 등의 잡초 종자와 피경을 파종 또는 이식하였다. 파종 또는 이앙 후 12일에 KSC과 thiobencarb, piperophos, diuron, 2,4-D, quinclorac 원제를 acetone(50% v/v)으로 용해 혼합시켜 담수 표면에 點滴處理 하였다. 혼합 비율은 KSC+thiobencarb(10+500, 20+1000), KSC+piperophos(10+500, 20+1000), KSC+diuron(10+500, 20+1000), KSC+2,4-D(10+250, 20+500), KSC+quinclorac(10+250, 20+500) 등으로 하였다. 약제 처리 30일 후 달관으로 제초 효과를 조사하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 移秧深度 및 漏水深에 따른 약해 및 약효 변화

移秧深度에 따른 약해 발생 양상을 처리시기에 따라 조사한 결과는 Fig. 4와 같았다. 즉, 0cm 또는 1cm로 이앙한 경우보다 3cm의 깊이로 이앙한 경우 안전하였고, 이앙 5일 후 처리

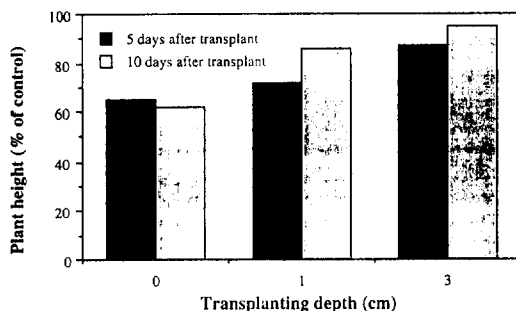


Fig. 4. Effect of transplanting depth on the growth of rice plant treated with KSC-13906 under submerged condition.

보다 10일 후 처리에서 약해가 감소되었다. 따라서 화합물 KSC에 대하여 안전한 처리 시기와 移秧深度는 10일 후 3cm가 바람직하였다. 감수심에 따른 약해와 약효 변화를 조사한 결과에서 직파벼의 경우 3-6g ai/ha 처리하면 감수심과 관련 없이 약해가 발생되지 않았으나, 12g ai/ha 처리 시에는 감수심 3-5cm/day보다 0-1cm/day에서 약해가 크게 발생되었다(Table 1). 이앙벼의 경우에도 감수심 3-5cm/day에서는 12g ai/ha 처리의 경우에도 통계적인 유의차가 없을지라도 감소되는 경향이였다. 일년생 잡초에 대한 방제 효과가 12g ai/ha 처리 시에는 감수심에 관계없이 우수하였으나, 3-6g ai/ha 처리에서는 누수에 의해서 방제 효과가 감소되었다. 다년생 잡초에 대한 방제 효과도 일년생 잡초의 경우와 동일하여 감수심이 클 경우 제초 효과가 감소되었다. 일반적으로 토양 처리형 제초제의 경우 누수심이 증가되면 뿌리 부위에 처리층이 형성되어 약해가 증가하는 경향을 보이는데 KSC의 약효와 약해는 감수심이 증가됨에 의해서 감소되었는데 이는 처리된 약제가 희석되기 때문에 나타나는 결과로 생각할 수 있지만 보다 면밀한 재검토가 요구되는 결과였다(Table 1).

식질 사양토(Table 2)를 대상으로 조사한 토양중 KSC의 이동성은 누수 속도와 관계가 큰 것으로 나타났다. 즉, 3cm/day의 누수 조건에서 약제처리량이 12.5g ai/ha까지 증가되어도 대부분이 2cm 이내의 표층부에 존재하였고, 25g ai/

**Table 1.** Effect of water leakage on the phytotoxicity and herbicidal activity of KSC-13906 to rice and several paddy weed species in the greenhouse.

Rate (g/ha)	Leakage (cm/day)	ORYSA <sup>a)</sup>		Herbicidal activity(% <sup>b)</sup>					
		DS	3LS	ECHOR	SCPJU	MOOVA	CYPSE	ELOKU	SAGTR
3	0 - 1	1	0	90	59	99	88	89	74
	3 - 5	2	0	29	6	15	79	40	30
6	0 - 1	0	1	100	88	100	98	96	97
	3 - 5	0	6	69	49	56	83	59	59
12	0 - 1	36	19	100	88	100	99	99	97
	3 - 5	24	6	96	78	100	99	97	81
LSD <sub>05</sub>		10.2	17.1	11.3	15.5	20.4	8.4	17.2	31.1
Control	0 - 1	2,158	2,537	3,654	79	287	5,770	571	642
F.W(g/cm <sup>2</sup> )	3 - 5	1,687	1,994	2,592	63	191	3,691	1,158	717

<sup>a)</sup> ORYSA : *Oryza sativa*, DS : direct seeded rice, 3 LS : transplanted 3 leaf stage of rice seedlings. Data recorded 6 weeks after treatment and values represented as % inhibition compared with fresh weight of the control.

<sup>b)</sup> Data recorded 6 weeks after treatment and values represented as % control compared with fresh weight of the check based on a scale of 0 to 100, 0=no control and 100=complete control.

ECHOR : *Echinochloa crus-galli*      SCPJU : *Scirpus juncooides*      MOOVA : *Monochoria vaginalis*  
 CYPSE : *Cyperus serotinus*      ELOKU : *Eleocharis kuroguwai*      SAGTR : *Sagittaria trifolia*

**Table 2.** Physico-chemical properties of the soil used in this study.

Soil type	pH	OM <sup>a)</sup> (%)	T-N <sup>b)</sup> (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex. Cation(me/100g)			
					K	Ca	Mg	Na
LS <sup>c)</sup>	5.42	0.92	0.06	13.75	136.0	175.0	74.6	72.0

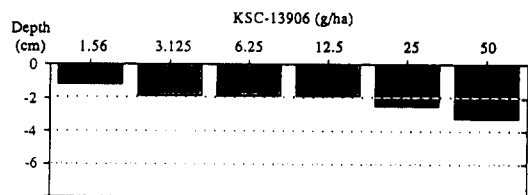
<sup>a)</sup> Organic matter contents in the soil

<sup>b)</sup> Total nitrogen contents in the soil

<sup>c)</sup> Loamy sand soil

ha 이상의 처리에서 2.5 - 3cm까지 이동되었다.

일반적으로 어린 유묘의 경우 외부 스트레스에 저항하는 힘이 약하다. 따라서 토양에 처리된 제초제가 대상으로 하는 작물에 약해를 유발시킨다는 것은 작물에 가해지는 화학적 스트레스가 상대적으로 크다고 할 수 있다. 즉, 작물의 根圈 주위에 형성되는 제초제 처리층에 노출되는 작물의 면적이 크거나, 처리층을 형성하는 제초제의 농도가 상대적으로 높으면, 이를 통하여 식물체에 흡수되는 제초제의 양이 많게 된다. 즉, 토양에 처리된 제초제의 주요 흡수 부위인 中莖, 葉鞘 및 뿌리가 약제處理層에 露出되면 상대적으로 흡수량이 증가되어 약해가 발생되기 때문에 안전성이 부족한 약제에 대해서는 깊게 심어 노출면을 감소시



**Fig. 5.** Vertical migration depth of KSC-13906 under 3cm/day leaching by the soil column chromatography method.

키는 것이 바람직할 것이다<sup>13,14,15</sup>). 또한 처리층에 溶存되어 있는 제초제의 유효 성분이 토양수의 溶脫과 함께 이동되거나 확산될 경우 흡수되는 제초제의 양은 그만큼 감소되어 약해 발생 가능성이 줄어들게 된다. 이때 뿌리를 통하여 흡수되는 제초제의 경우에는 溶脫에 의

하여 약해가 증가하기도 하는데, KSC는 溶脫이 증가됨에 의해 약해가 감소되는 것으로 보아 주요 흡수 부위는 심도가 깊은 뿌리 보다는 심도가 낮은 중경 또는 엽초부위일 것으로 추정할 수 있다. 그러나 작물에 대하여 생리-생화학적인 선택성을 보유한 제초제의 경우에는 처리층의 환경 변화에 영향을 크게 받지 않는다. 또한 처리된 제초제가 토양에 흡착되는 제초제의 경우 토양수의 용탈속도에 지배되지 않고 표층부에 존재하게 되지만, 토양에 강력하게 흡착되지 않는 제초제의 경우 토양수의 용탈속도에 크게 영향을 받게 된다<sup>12)</sup>. 이상의 실험 결과를 통하여 KSC는 어린 벼에 대하여 생리-생화학적인 고도의 선택성을 지니고 있는 것은 아니며, 토양중 이동성이 상대적으로 크기 때문에 기존의 SU계 약제와 유사하게 토양 환경 변화에 의한 약효 및 약해의 변동 가능성<sup>10,14,15,16)</sup>을 지니고 있음을 알 수 있었다.

## 2. 가상 용출 조절에 따른 KSC의 약효 및 약해 변화

처리할 제초제의 총량을 일정한 처리일수로 나누어 동일한 양을 分割處理하면 일시에

처리할 경우에 나타나는 약해를 경감시킬 수 있을 것으로 생각되어, 가상 용출 조절에 의한 약해 및 약효 변화를 조사하였는데, 전반적으로 일시에 처리한 것 보다 분할처리할 경우 약해가 뚜렷하게 감소되었으며 약효의 변화에는 큰 차이가 없었다. 보다 구체적으로 검토하면 KSC 9, 12, 18g ai/ha를 각각 일시에 처리한 것과 20, 25, 30일 동안 동일한 양으로 나누어 分割處理할 경우 직파벼에 대하여 KSC 9g ai/ha 처리에서는 KSC의 약해 발생 가능성을 크게 축소시킬 수 있었지만, 12 - 18g ai/ha의 처리량에서는 30일 동안 분할 처리한 경우에도 직파벼에 대한 약해가 40 - 50%로 크게 나타났다(Fig. 6, 7). 따라서 溶出調節을 이용한 製劑形態의 변화만으로는 직파벼에 대한 약해를 완전히 제거시킬 수는 없을 것으로 판단되었다. 한편, 이앙벼에 대해 KSC 12 - 18g ai/ha의 처리량을 일시에 처리하면 40 - 50%의 약해를 보이지만, 30일 동안 分割處理한 경우 20 - 30%의 약해가 발생되었으며, 점차 회복되어 25일 후에는 생체중 감소가 인정되지 않았다. 한편 溶出調節의 경우 4.5g ai/ha 처리에서는 제초 효과가 약간 감소되어 나타났는데, 특히 피에 대한 방제 효과가 93%에서 80%로 감소되었다

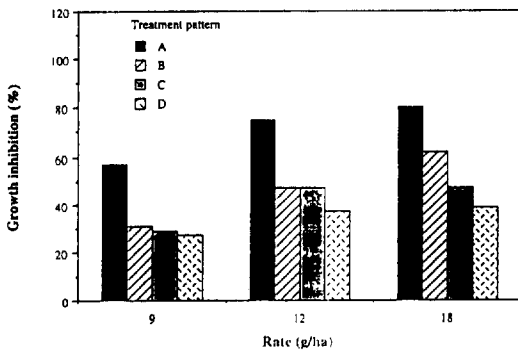


Fig. 6. Effect of artificial control releasing pattern of KSC-13906 on the injury of direct seeded rice under submerged paddy condition. Data recorded at 18 days after treatment. Treatment pattern designed as treated with KSC-13906 of 9, 12 or 18g ai/ha either at a once (A) or daily treated dividing volume of 1/20 (B), 1/25 (C), and 1/30 (D) of the total amount.

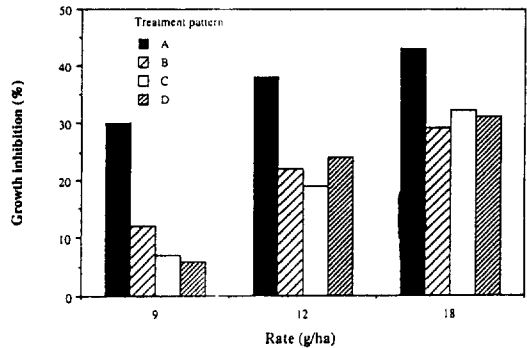


Fig. 7. Effect of artificial control releasing pattern of KSC-13906 on the injury of transplanted rice plant under submerged paddy condition. Data recorded at 18 days after treatment. Treatment pattern designed as treated with KSC-13906 of 9, 12 or 18g ai/ha either at a once (A) or daily treated dividing volume of 1/20 (B), 1/25 (C), and 1/30 (D) of the total amount.

**Table 3.** Effect of artificial control of releasing patterns of KSC-13906 on the herbicidal activity under submerged paddy condition.

Rate(g/ha)	Treatment <sup>a)</sup> pattern	Herbicidal activity(%) <sup>b)</sup>				
		ECHOR	CYPSE	SAGPY	ELOKU	SUM <sup>c)</sup>
4.5	A	93	93	80	81	92
	B	88	95	79	77	90
	C	78	94	73	84	85
	D	80	91	74	80	84
6	A	94	96	78	91	94
	B	96	97	74	84	95
	C	91	97	70	80	93
	D	93	96	74	84	93
9	A	99	98	78	94	98
	B	96	98	78	90	96
	C	98	97	68	93	97
	D	96	97	76	89	96
LSD <sub>.05</sub>		3.9	2.1	NS	5.0	1.8
Control(g f.w./m <sup>2</sup> )		1,360	1,244	72	190	2,866

a) Artificial releasing pattern, designed as treated with KSC-13906 of 4.5, 6 or 9g ai/ha either at a once (A) or daily treated dividing volume of 1/20(B), 1/25(C), and 1/30(D) of the total amount.

b) Data recorded 30 days after treatment and values represented as % control compared with fresh weight of the control.

ECHOR : *Echinochloa crus-galli*

CYPSE : *Cyperus serotinus*

SAGPY : *Sagittaria pygmaea*

ELOKU : *Eleocharis kuroguwai*

c) SUM was calculated by % inhibition, total fresh weight of treated plants compared with control.

(Table 3). 다년생 잡초에 대한 방제 효과도 감소되었지만 10% 이내이었으며, 9g ai/ha 이상의 처리에서는 제초 효과의 감소가 거의 없었다.

작물과 잡초가 혼생하는 상황에서 작물에는 피해를 주지 않으면서 잡초만을 선택적으로 방제하여야 하는 제초제는 기본적으로 작물에 대한 약해 가능성을 내재하고 있다. 이러한 약해 발생 가능성을 감소시키고 선택성을 증대시키기 위하여 여러 가지 방법이 동원되어 왔다. 예를 들어 처리 시기 또는 처리 부위의 조절, 약해 경감제의 사용, 제제기술의 이용 등<sup>17,18,19,20,21)</sup>의 방법으로 작물에 대한 선택성을 부여하여 왔으며, 최근에는 저항성 작물의 유전 공학적 접근 등의 내적인 방법이 동원되고 있기도 하다. KSC에 대해서도 작물인 벼에 대한 선택성을 증진시키기 위하여 제제기술을 이용할 가능성을 타진하기 위하여 바람직한 溶出調節 양상을 선정하고 이에 따라 인위적으로 약량

을 조절하여 처리하였는데 직파벼에 대한 약해 발생 가능성을 축소시키는데 매우 효과적이었다. 그러나 상대적으로 제초 효과도 감소되는 경향이였다. 따라서 실제 포장에서 발생될 수 있는 다양한 상황을 고려한다면 KSC는 제제기술과 함께 부가적인 처방이 필요할 것으로 판단되었다.

### 3. Dymron에 의한 약해경감효과

Dymron(DYM) 혼합처리에 의한 약해경감효과를 조사한 결과는 Table 4, 5와 같았다. KSC 단제를 파종 후 7일(7 DAS, days after seeding)에 처리하면 4.5g ai/ha 이상의 약량에서 직파벼에 대하여 약해가 발생하였고, 12 DAT 처리에서는 7 DAS 처리보다 약해가 작게 나타났는데, 특히 직파벼에 대한 약해가 감소되어 나타났다. KSC 단제 처리구에서 약해 30% 이하에 해당하는 처리 농도는 7 DAT에서 이앙벼

**Table 4.** Effect of KSC-13906 alone and combination of dyrmon, or/and mefenacet on the herbicidal activity and rice injury treated at 7 days after transplanting in the greenhouse.

Rate (g/ha)	ORYSA <sup>a)</sup>		Herbicidal activity (%) <sup>b)</sup>									
	3 LEAF	SEED	ECHOR	SCPJU	MOOVA	ANEKE	LINPR	CYPSE	SAGPY	ELOKU	SAGTR	PTMDI
<b>KSC-13906</b>												
6	10	30	90	100	100	0	70	100	95	100	100	90
9	20	50	100	100	100	0	100	80	95	100	100	100
12	30	50	100	100	100	0	100	100	95	100	100	100
18	40	60	100	100	100	0	100	100	95	100	100	100
<b>KSC-13906+Dymron</b>												
9+250	0	5	100	100	100	0	100	100	95	100	100	100
18+500	10	20	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100
<b>KSC-13906+Mefenacet</b>												
6+250	0	20	90	100	100	100	100	100	95	100	100	100
12+500	30	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>KSC-13906+Mefenacet+Dymron</b>												
6+250+250	0	0	100	100	100	100	80	90	90	100	100	95
12+500+500	10	0	95	100	100	100	100	100	95	100	100	100
18+500+750	20	15	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100
<b>Pyrazosulfuron-ethyl+Butachlor</b>												
10+375	0	5	60	100	100	50	100	95	100	100	100	90
20+750	5	0	100	100	100	70	100	100	100	100	100	100
<b>Pyrazosulfuron-ethyl+Mefenacet</b>												
10+375	0	0	90	100	100	100	100	100	90	100	100	100
20+750	5	70	100	100	100	100	100	95	95	100	100	100

<sup>a)</sup> ORYSA : *Oryza sativa*, 3 LEAF : Rice seedlings at 3-leaf stage were transplanted, SEED : direct seeded rice. Injury values presented as visual rating based on a scale of 0(normal) to 100(complete death).

<sup>b)</sup> Each data recorded 30 days after treatment and values presented as visual rating based on a scale of 0(no control) to 100(complete control).

ECHOR : *Echinochloa crus-galli*

SCPJU : *Scirpus juncooides*

MOOVA : *Monochoria vaginalis*

ANEKE : *Aneilema keisak*

LINPR : *Lindernia procumbens*

CYPSE : *Cyperus serotinus*

SAGPY : *Sagittaria pygmaea*

ELOKU : *Eleocharis kuroguwai*

PTMDI : *Potamogeton distinctus*

SAGRT : *Sagittaria trifolia*

12g ai/ha, 직파벼 5g ai/ha 정도이었고, 12 DAT에서는 이앙벼 18g ai/ha, 직파벼 12g ai/ha 정도이었다. 이상과 같은 약해를 경감시키기 위하여 DYM을 혼합처리한 결과는 아주 우수하였다. 7 DAT 처리에서 직파벼에 대하여 KSC 18g ai/ha까지도 안전하였고, 12 DAT 처리에서도 18g ai/ha까지 안전성을 보여 주었다. 그러나 DYM의 처리 효과는 처리량이 변화되어도 약해 경감 효과는 크게 변화되지 않았고, 일정량 이상에서는 유사한 약해 경감 효과를 보여 주었다. DYM 혼합처리시 피를 포함한 다년생

방제율 90% 이상의 처리 농도는 7 DAT, 12 DAT 처리 모두를 생각할 때 KSC+DYM의 혼합량은 9+250 또는 12+250g ai/ha이 바람직하였다. DYM 혼합처리시 KSC 18g ai/ha에서도 약해 경감 효과가 아주 우수하였기 때문에 KSC의 특징인 피 방제력을 장점으로 추진하면서, 포장에서의 제초 효과 보장을 위한 약량 조합은 KSC와 DYM을 각각 9g 및 250g ai/ha 사용하는 것이 가장 이상적이었다.

KSC+MEF 혼합 처리에서 MEF는 피, 사마귀풀, 발뚱외풀 방제력을 보강하기 위해서 처



**Table 5.** Effect of KSC-13906 alone and combination of dyrmon, or/and mefenacet on the herbicidal activity and rice injury treated at 12 days after transplanting in the greenhouse.

Rate (g/ha)	ORYSA <sup>a)</sup>		Herbicidal activity (%) <sup>b)</sup>									
	3 LEAF	SEED	ECHOR	SCPJU	MOOVA	ANEKE	LINPR	CYPSE	SAGPY	ELOKU	SAGTR	PTMDI
<b>KSC-13906</b>												
6	0	10	90	95	85	0	40	20	80	90	100	60
9	20	20	90	100	100	20	65	50	70	90	100	100
12	20	30	90	100	100	20	70	80	90	90	100	100
18	30	40	100	100	100	0	90	70	100	100	100	100
<b>KSC-13906 + Dymron</b>												
9+250	0	0	90	95	100	0	60	75	95	100	95	100
18+500	10	20	100	95	100	20	85	90	100	100	100	100
<b>KSC-13906 + Mefenacet</b>												
9+250	10	20	100	100	100	75	80	100	100	100	100	100
18+500	30	40	100	100	100	80	100	100	100	100	100	100
<b>KSC-13906 + Mefenacet + Dymron</b>												
9+250+250	0	20	95	100	100	65	85	90	100	100	100	100
18+500+500	10	20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Pyrazosulfuron-ethyl + Butachlor</b>												
10+375	0	0	60	100	100	10	100	100	100	100	100	100
20+750	0	10	60	100	100	40	100	100	100	100	100	100
<b>Pyrazosulfuron-ethyl + Mefenacet</b>												
10+375	0	0	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100
20+750	0	0	80	100	100	60	100	100	100	100	100	100

a) ORYSA : *Oryza sativa*, 3 LEAF : Rice seedlings at 3-leaf stage were transplanted, SEED : direct seeded rice. Injury values presented as visual rating based on a scale of 0(normal) to 100(complete death).

b) Each data recorded 30 days after treatment and values presented as visual rating based on a scale of 0(no control) to 100(complete control).

ECHOR : *Echinochloa crus-galli*

SCPJU : *Scirpus juncooides*

MOOVA : *Monochoria vaginalis*

ANEKE : *Aneilema keisak*

LINPR : *Lindernia procumbens*

CYPSE : *Cyperus serotinus*

SAGPY : *Sagittaria pygmaea*

ELOKU : *Eleocharis kuroguwai*

PTMDI : *Potamogeton distinctus*

SAGRT : *Sagittaria trifolia*

리했지만, 직파벼에 대한 약해가 7 DAT에서 강하게 나타나 12 DAT 이후 사용해야 할 것으로 보이고, 직파벼에 대한 안전성이 두 약제 모두 불완전하기 때문에 약간의 약해 경감 효과가 있었음에도 불구하고, 배량 약해를 고려할 경우 혼합량은 KSC+MEF 3+250, 4.5+125와 4.5+250g ai/ha 정도로 볼 수 있는데 이는 제초 효과가 약하기 때문에 실용적으로 사용하기에는 부적합 할 것으로 여겨진다.

KSC, MEF 그리고 DYM 3원 혼합의 경우 처리한 전 조합에서 약해 문제는 피할 수 있었다. 제초효과면에서도 아주 우수하여 대상초

종 모두를 훌륭하게 방제하였다. 따라서 피는 물론 발목외풀, 사마귀풀 등의 일년생 잡초와 5가지 다년생 잡초를 모두 방제하면서 2배량의 약해를 피할 수 있었던 조합은 KSC+MEF+DYM 혼합량이 6+250+500, 9+250+500g ai/ha인 것이었다.

#### 4. 여러 가지 제초제들과의 혼합처리 효과

또다른 혼합 가능 약제를 선별하기 위하여 KSC에 몇 가지 약제를 혼합하여 약해 및 제초 효과를 조사하였는데(Table 6), 먼저 thio-bencarb를 혼합할 경우 직파벼 및 이앙벼 모두

**Table 6.** Combination effects of KSC-13906 with several herbicides on injury and herbicidal activity treated at 12 days after seeding or transplanting in the greenhouse.

KSC-13906 + Herbicides(g/ha)	ORYSA <sup>a)</sup>		Herbicidal activity(%) <sup>b)</sup>					
	3LS	DS	ECHOR	SCPJU	MOOVA	ANEKE	CYPSE	SAGPY
<b>Thiobencarb</b>								
20/1000	35	45	100	95	100	95	100	100
10/500	20	30	100	100	90	50	100	100
<b>Mefenacet</b>								
20/1000	25	35	100	100	100	95	100	100
10/500	20	35	100	100	95	90	90	90
<b>Piperophos</b>								
20/1000	40	60	100	100	100	95	100	90
10/500	20	50	100	95	85	70	95	90
<b>2,4-D</b>								
20/500	30	70	100	90	95	65	100	100
10/250	0	0	100	90	85	70	100	90
<b>Diuron</b>								
20/1000	100	100	100	90	100	100	100	100
10/500	80	100	100	90	100	100	100	80
<b>Quinclorac</b>								
20/500	30	60	100	90	100	50	90	95
10/250	20	20	100	90	95	40	95	95

a) ORYSA : *Oryza sativa*, 3 LS : Rice seedlings at 3-leaf stage were transplanted, DS : direct seeded rice.

b) Data recorded 30 days after treatment and values presented as visual rating based on a scale of 0(no control) to 100(complete control).

ECHOR : *Echinochloa crus-galli*

SCPJU : *Scirpus juncooides*

MOOVA : *Monochoria vaginalis*

ANEKE : *Aneilema keisak*

CYPSE : *Cyperus serotinus*

SAGPY : *Sagittaria pygmaea*

에 대해 약간의 약해 경감 효과를 보였으며, 제초 효과 측면에서는 상가적 작용으로 사마귀풀에 대한 제초 효과가 증가되었다. 그러나 직파벼에 대한 약해 발생 가능성을 배제할 수 없었다. Piperophos를 혼합 처리한 경우 약해에 대한 영향은 거의 없었고, 제초효과면에서는 상가적으로 작용하였다. 2,4-D를 혼합 처리한 경우 낮은 농도에서는 약해가 증대되었고, 높은 농도 처리에서는 오히려 약해가 경감되는 상호작용성을 보였고, 광엽잡초에 대한 방제 효과가 증대되었다. Diuron 혼합처리시 직파벼에 심한 약해를 보이며 벼와 잡초를 모두 고사시켰고, 상호작용성 없이 거의 독립적으로 작용하였다. Quinclorac과 혼합 처리할 경우 약해의 감소보다는 낮은 농도에서 생육 촉진 효과가 관찰되었다. 제초 효과의 경우 각각이 상

가적으로 작용하여 피에 대한 방제력은 아주 우수하였으나 기타 잡초에 대한 제초효과의 증가는 없었다.

이상의 결과로부터 KSC를 단독 처리할 경우 직파벼에 대한 약해 발생 가능성이 높지만 DYM과 혼용되었을 때 약해 경감 효과가 우수하게 나타났다. DYM의 혼합 처리에 의한 약해 경감 효과는 PYR 또는 BEN에 대해서도 보고된 바 있으며<sup>17,19,20,21</sup>, 이외에 SU계 제초제에 대하여 1,8-naphthalic anhydride에 의한 약해 경감 효과도 보고되어<sup>22</sup> 있다. 따라서 KSC의 피 방제력을 장점으로 삼아 직파 및 이앙벼를 대상으로 9 - 12g ai/ha의 KSC와 250 - 500g ai/ha의 DYM을 혼합하여 사용한다면 수도용 일발처리제로서 가능할 것으로 판단되었다. 또한 KSC+MEF+DYM을 9+250+250g ai/ha의 조

함으로 사용할 경우 약해 및 약효면에서 우수하여 기존의 PYR+MEF+DYM 혼합제 기준량과 동일한 효과를 나타내었다. 따라서 이상의 제반 실험결과를 종합해 볼 때 약해 경감제 혼합처리 및 처리 시기의 조절과 移秧深度 및 누수 속도에 따른 약해 발생 요인을 회피하는 일 등이 복합적으로 적용된다면 아주 우수한 제초제로 개발될 수 있을 것으로 판단되었다.

## 요 약

시험 화합물 KSC-13906에 대하여 移秧深度와 減水深의 차이에 의한 약해 및 약효 변동, 토양중 이동성 등의 효력 변동 요인과 인위적인 용출 조절 처리, dymron 및 타 제초제와의 혼합 처리에 의한 약해 경감 효과와 상호작용 특성 등을 온실에서 조사하여 결과를 요약 정리하면 다음과 같다. 2.5엽기 어린 모의 경우 3cm 깊이로 이앙하고 이앙 10일 이후에 처리하는 것이 바람직하였다. 0 - 1cm/day의 무누수 조건보다 3 - 5cm/day의 감수심 조건에서 약효와 약해가 모두 감소되었다. KSC-13906는 3cm/day의 용출조건에서 2cm 정도의 이동폭을 가지고 있었다. 인위적인 溶出調節에 의하여 KSC-13906의 배량 약해 경감 효과가 뚜렷하였으나 직파벼에 대한 약해를 완전히 제거시킬 수는 없었다. 약해 경감을 위한 dymron의 혼합처리 효과는 아주 우수하여 7 DAT 처리 KSC-13906 18g ai/ha까지도 직파벼가 안전하였고, 12 DAT 처리에서도 18g ai/ha까지 안전성을 증대시켰다. KSC-13906과 mefenacet의 2원 혼합 처리에서는 약해 경감 효과가 나타나지 않았지만, KSC-13906과 mefenacet 그리고 dymron 3원 혼합의 경우 처리한 전 조합에서 약해 문제는 피할 수 있었다. KSC-13906를 thiobencarb, piperophos, 2,4-D, diuron, quinclorac 등과 혼합할 경우 약해 - 약효측면에서 실용적인 장점을 찾을 수 없었으나 9 - 12g ai/ha의 KSC-13906과 250 - 500g ai/ha의 dymron을 혼합하거나, KSC-13906+mefenacet+dymron을 9+250+250g ai/ha로 조합 처리할 경우 실용화 가능성이 인정되

었다.

## 인 용 문 헌

1. Andreas, Z. 1994. Towards reduced herbicide rates and adopted weed management. *Weed Technology* 8 : 376-387.
2. 최충돈·문병철·김순철·오윤진. 1995. 벼 전답직파재배에서의 잡초발생 및 효과적인 방제체계. *한잡초지* 15(3) : 175-182.
3. 김순철. 1992. 벼 직파재배의 잡초발생생태와 효과적인 방제법. *한잡초지* 12(3) : 230-260.
4. Fedtke, C. 1982. "Biochemistry and physiology of herbicide action." Springer-Verlag, Berlin and New York.
5. Kreuz, K. 1993. Herbicide safeners : Recent advances and biochemical aspects of their mode of action. *Brighton Crop Protection Conference(Weeds)* 9A-1 : 1249-1258.
6. Levitt, G. 1991. Sulfonylureas : New high potency herbicides. In "Pesticide Chemistry : Human welfare and the environment"(J. Miyamoto and P.C. Kerney, Eds.), Vol.1. pp.243-250, Pergamon, Oxford, UK.
7. 武田俊司. 1987. スルホニルウレア系除草劑の第一次作用點と選擇性機構. *日本雜草學會誌* 12, 759-768.
8. Takeda, S., T. Yuyama, R.C. Ackerson, R.C. Weigel, R.F. Sauers, W. Neal, D.G. Gibian and P.K. Teseng. 1985. Herbicidal activity of a new rice herbicide DPX-F5384. *Weed Research, Japan.* 30 : 30-35.
9. Suzuki, K., T. Nawamaki, S. Watanabe and T. Ikai. 1988. NC311, a new sulfonylurea herbicide in rice. *Proc. 11th Conf. APWSS.* 2 : 461-468. Taipei, ROC.
10. Caroline, S. 1991. Sulfonylurea herbicides. PJB Publications, Richmond, VA.
11. 농약공업협회. 1998. 농약사용지침서
12. 황인택·구석진·홍경식·조광연. 1990. 제

- 초제의 토양중 수직 이동성 검토. 한잡초지 10(1) : 30-36.
13. 이희재 · 황인택 · 조광연. 1996. 제초제와 식물생리(Herbicide and Plant Physiology. ed. A. Cobb). 서울외국서적, 서울.
  14. Blair, A.M. and T.D. Martin. 1988. A review of the activity, fate and mode of action of sulfonylurea herbicides. Pestic. Sci. 22 : 195-219.
  15. Brown, H.M. 1990. Mode of action, crop selectivity, and soil relations of the sulfonylurea herbicides. Pestic. Sci. 29 : 263-281.
  16. Hay, J.V. 1990. Chemistry of sulfonylurea herbicides. Pestic. Sci. 29 : 247-262.
  17. 최용석 · 김길웅 · 신동현. 1992. Cinosulfuron 과 Dymron의 혼합처리가 수도(*Oryza sativa* L.)의 초기생육에 미치는 영향. 한잡초지 12(2) : 110-123.
  18. Fedtke, C. 1982. "Biochemistry and physiology of herbicide action." Springer-Verlag, Berlin and New York.
  19. Kreuz, K. 1993. Herbicide safeners : Recent advances and biochemical aspects of their mode of action. Brighton Crop Protection Conference (Weeds), 9A-1 : 1249-1258.
  20. 황인택 · 최정섭 · 김진석 · 조광연. 1996. Pyrazosulfuron-ethyl과 Imazaquin의 살초작용 비교, 한잡초지 16(4) : 317-326
  21. Omokawa, H., J. Wu, and K.K. Hatzios. 1996. Mechanism of safening action of dymron and its two monomethyl analogues against bensulfuron-methyl injury to rice(*Oryza sativa*). Pestic. Biochem. Physiol. 55 : 54-63.
  22. Hwang, I.T., H.J. Lee, K.Y. Choi, J.C. Chun. 1997. Safening effects of 1,8-Naphthalic anhydride in corn plants treated with bensulfuron-methyl and imazaquin. J. Pesticide Sci. 22 : 6-11.