

## 설폰닐우레아계 제초제 저항성 새섬매자기에 대한 신규 제초제 Pyrimisulfan+Mefenacet SC의 약제방제 효과

박민식<sup>1\*</sup>, 박용석, 김성민, 이정득

## Herbicidal Activity of New Rice Herbicide Pyrimisulfan+Mefenacet SC against Sulfonlurea-Resistant Sea Club Rush (*Scirpus planiculmis*)

Min Sik Park<sup>1\*</sup>, Yong Seog Park, Sung Min Kim and Jeong Deug Lee

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate the herbicidal activity against *Scirpus planiculmis* (SCPPL) which has been reported as resistant biotype on sulfonylurea (SU) herbicides at the west coast reclaimed area first and proliferated continuously at Hwasung and Pyeongtaek in Gyeonggi province, and some Chungnam province. In order to investigate resistance breakability against SCPPL, new rice herbicides containing tefuryltrione [p-hydrophenyl pyruvate dioxygenase (HPPD) inhibitor], pyrimisulfan and triafamone[actolactate synthethase (ALS) inhibitor] were tested. In both lab and field experiments, tefuryltrione GR, 4-HPPD inhibitor showed growth retardation with a bleaching on the young leaves of SCPPL at early time after treatment. However, it restored and regerminated with insufficient control effect. On the other hand, pyrimisulfan+mefenacet SC, triafamone+tefuryltrione GR, and ALS inhibitor showed excellent control effect on SU-resistant SCPPL with growth retardation and necrosis. In particular, pyrimisulfan+mefenacet SC showed excellent controlling effect on SU-resistant SCPPL in regional field experiments.

**Key words:** herbicidal activity; necrosis; pyrimisulfan+mefenacet SC; resistance; *Scirpus planiculmis*.

### 서 언

1999년도 충남 서해안 간척지 논에서 설폰닐우레아

(SU)계 제초제들에 대한 저항성 물옥잠(*Monochoria korsakowii*)이 최초로 보고된 이후 (Park 등 1999), 현재까지 물달개비(*Monochoria vaginalis*)(Kwon 등

<sup>1</sup> 바이엘 크롭사이언스 연구소, 451-864 경기도 평택시 진위면 동천리 532-6(Bayer CropScience Ltd. Development center, 451-864 Pyeongtaek, Korea).

\* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-31-610-7773, Fax) +82-31-611-8802, E-mail) minsik.park@bayer.com

(Received June 7, 2011; Examined June 13, 2011; Accepted June 17, 2011)

2000)와 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides*) (Kuk 등 2002) 그리고 최근에는 전남지역을 중심으로 많이 발생되고 있는 쇠털골(Kwon 등 2009), 서해안 지역과 전북지역을 중심으로 확산되고 있는 물피(Im 등 2009)와 강피(Park 등 2010)까지 총 11종의 잡초종이 제초제 저항성으로 보고되었다.

이들 저항성으로 보고된 잡초 중 서해안 간척지, 경기도 화성, 충남, 전남 등지에서 주로 발생하는 새섬매자기는 사초과 다년생잡초로서 종자와 괴경으로 번식하며 0.1~0.5%의 염분 농도에서 많이 발생하고 논, 수로, 알카리성 늪과 습지 등에서도 잘 자란다 (Guh 등 1999; Ryang 등 1978a, 1978b; Lee 등 1991). 포장조건 하에서 발생시기(Koyama 등 1993a)와 초기생육(Lee 등 1991; Hwang 등 1994; Choi 등 2000)이 매우 빠를 뿐 아니라, 번식기관인 괴경의 형성 또한 왕성하여 벼 생육에 큰 지장(Koyama 등 1993b; Lee 등 1991)을 초래한다. 서산 간척지에서 SU계 저항성잡초로 보고된 새섬매자기(Park 등 2006)는 m<sup>2</sup>당 1,000여 개체이상 발견되고 있는 (Kwon 등 2008) 등 농가에서는 잡초 방제에 큰 어려움을 겪고 있다.

최근에는 이러한 SU계 제초제 저항성 새섬매자기가 충남 서산 일대에서 점차 내륙지역인 충북지역과 경기도 지역은 물론 전남 해안지역까지도 전파, 발생되는 경향이 있어 이러한 저항성 새섬매자기의 방제에 대한 중요성이 점차 높아지고 있는 실정이다. 따라서 본 실험은 SU계 저항성잡초 방제 대책으로 바이엘크롭사이언스(주)에서 개발하고 있는 pyrimisulfan, tefuryltrione, triafamone을 함유하고 있는 제초제들의 SU계 저항성 새섬매자기에 대한 방제 효과를 확

인하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 식물 재료

온실시험에 사용된 SU계 저항성 새섬매자기는 2009년 충남 서산 간척지의 SU계 저항성 새섬매자기 다발생 지역에서 다량의 괴경을 채취하여 경기도 평택 소재 바이엘크롭사이언스(주) 기술연구소 포장에 이식하여 얻은 유묘를 사용하였다. 그리고 지역별 포장시험은 SU계 제초제 저항성 새섬매자기가 발생한 지역과 그렇지 않은 지역을 나누어서 실시하였으며, 해당 지역의 우점 정도, 사용 약제 이력 및 방제 정도를 조사하여 저항성 새섬매자기가 다발생하는 지역에서 포장을 선정하여 시험을 실시하였다.

### 새섬매자기 생육 억제 조사

2010년 5월 12일 이양 전의 포장에서 기발생된 저항성 새섬매자기의 지상부가 약 10cm 정도 출현한 유묘를 발취하여 0.0288m<sup>2</sup> 크기의 pot에 3cm 깊이로 2개체씩 이식한 다음 5일 후에 시험약제를 기준량으로 처리하였다. 물관리는 수심을 3cm 깊이로 유지하였다. 약효조사는 약제처리 후 5일 간격으로 30일간 새섬매자기의 초장을 측정하고 약효를 달관조사하였다. 처리된 약제는 새로이 개발된 pyrimisulfan+mefenacet 16% SC와 4-HPPD 저해제인 tefuryltrione의 단제 및 합제 등(표 1)이며 모든 실험은 5반복으로 진행되었다.

Table 1. Application timing and rates of the tested herbicides in the experiment.

Herbicide	Dosage (g a.i. ha <sup>-1</sup> )	Application time
Pyrimisulfan+Mefenacet SC <sup>1)</sup>	50+750	15 DAT <sup>3)</sup>
Triafamone+Tefuryltrione GR <sup>2)</sup>	50+200	15 DAT
Tefuryltrione GR	200	15 DAT
Pyrazosulfuron-ethyl+Pyriminobac-methyl GR	21+30	15 DAT

<sup>1)</sup>SC : Suspension Concentrate; <sup>2)</sup>GR : Granule; <sup>3)</sup>Days after transplanting.

### 토양 처리형 제초제의 살초효과

본 시험은 경기도 평택 소재 바이엘크롭사이언스(주) 수도권포장에서 실시하였으며, 추청벼를 5월 2일에 파종, 육묘하여 5월 13일에 이앙하였다. 시비량은 N, P, K를 10a당 15-7-8kg 수준으로 하였으며, 이앙 15일 후 새섬매자기 유묘기에 담수심을 5cm 상태로 유지하고 pyrimisulfan+mefenacet 16% SC와 대조약제 등을 처리하였다. 시험구는 1.2×1.2m이며, 난괴법 3반복으로 배치하고 시험을 수행하였으며, 제초제 처리 후 수심은 5cm 이상으로 20일 동안 유지하였다. 잡초방제효과는 약제처리 후 20일과 40일에 달관조사하였으며, 40일 후에 농약등록·시험담당자 교육교재(2010)를 참조하여 조사하였다.

### 새섬매자기 다발생 지역에서의 살초효과

본 시험은 SU계 제초제 저항성 새섬매자기가 많이 발생하는 지역으로 조사된 충남 당진, 서산과 경기 김포 지역의 농가 포장을 선정하였다. 그리고 저항성으로 보고되지는 않았으나 방제가 잘 안되는 경기 평택, 충남 아산, 전남 해남 등의 농가 포장을 선정하여 시험을 수행하였다. Pyrimisulfan+mefenacet SC에 대한 약제처리는 각 지역의 기상상황에 따라 이앙 12~17일 후에 약량을 500ml 10a<sup>-1</sup>의 수준으로 원액 수면 점적처리하였다.

## 결과 및 고찰

### 온실 조건에서 비SU제초제에 의한 새섬매자기의 생육 억제

온실 조사에서 pyrimisulfan+mefenacet SC를 처리 후 새섬매자기의 생육은 정지되어 더 이상의 성장이 없었고(세부성적 생략), 일부 반복 약제 처리구에서는 새섬매자기가 갈변하며 괴사하는 약효 증상(그림 1)을 보였다.

Tefuryltrione GR 단제는 4-HPPD 저해제의 전형적인 백화현상과 어느 정도의 생육을 억제시키는 약효 반응을 보였으나 시간이 흐를수록 재생, 재성장을 하는 것을 확인할 수 있었다. Tefuryltrione과 ALS 저해제

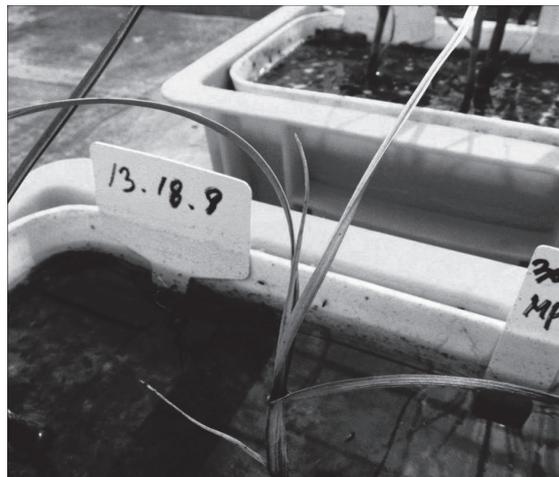


Fig. 1. Major symptom pattern, necrosis symptom, of ALS inhibition herbicide. Herbicidal activity of mefenacet+pyrimisulfan 16% SC against SU-R *Scirpus planiculmis*.

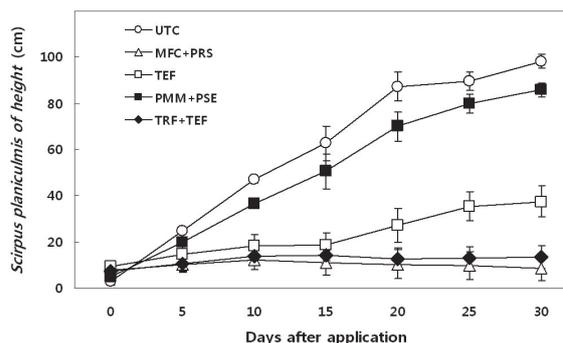
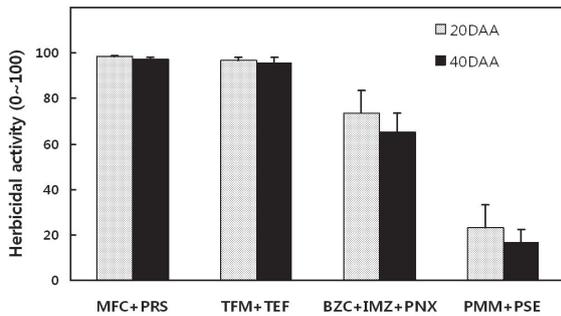


Fig. 2. Growth response of SU-R *Scirpus planiculmis* treated by each herbicide under 10cm height of SU-R *Scirpus planiculmis* on simple indoor test. UTC; untreated control, MFC+PRS; mefenacet+pyrimisulfan 16% SC, TEF; tefuryltrione 2% GR, PMM+PSE; pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 0.17% GR.

인 triafamone과의 합제 처리구에서는 pyrimisulfan+mefenacet SC의 반응과 비슷한 정도의 약효와 같변, 성장 억제 후 괴사하는 증상을 확인할 수 있었는데 이는 pyrimisulfan과 triafamone의 공통적인 작용기작인 ALS 저해의 기본적인 약효 발현 증상이다. SU계 제초제인 대조약제 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl GR은 약간의 생육억제가 있었다(그림 2).

**포장 조건에서 SU계 제초제 저항성 새싹매자기에 대한 약제 반응**

경기도 평택 소재 바이엘크롭사이언스(주) 연구소 포장에서 각 약제를 처리하여 20일 후와 40일 후에 달관조사 한 결과는 그림 3과 같다. Pyrimisulfan+mefenacet SC와 triafamone+tefuryltrione GR은 매우 효과적인 반응을 보인 반면에 tefuryltrione GR 단제는 온실 실험 결과와 마찬가지로 어느 정도의 생육억제와 다수의 개체수를 감소시키는 효과는 있었으나 68%의 낮은 방제효과를 보였다. 이런 결과는 약제처리 40일 후, 각 처리구별 저항성 새싹매자기의 생육조사 결과로 확인할 수 있다(표 2).



**Fig. 3.** Efficacy of several herbicides against hard-to-control weeds, *Scirpus planiculmis*, applied at 15 days after transplanting.

DAA : Days after application, MFC+PRS; mefenacet+pyrimisulfan 16% SC, TEF; tefuryltrione 2% GR, PMM+PSE; pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 0.17% GR.

앞서 언급한대로 pyrimisulfan과 triafamone 혼합제는 SU계 제초제 저항성 새싹매자기에 대해서 우수한 약효를 보여주었다. HPPD 저해제인 tefuryltrione 단제는 생육 초기의 SU계 제초제 저항성 새싹매자기에 대해서는 우수한 약효를 보였지만, 이후 재생 등으로 후발아하여 이들 잡초에 대한 방제 약제로는 적용이 어렵다고 판단되었다.

**새싹매자기 다발생 지역에서의 방제효과**

온실과 경기 평택소재 바이엘크롭사이언스(주) 연구소 포장에서의 시험 결과를 토대로 실제 새싹매자기 다발생 지역에서 pyrimisulfan+mefenacet SC를 적용해 본 결과, 표 3과 같이 전반적으로 매우 우수한 약효를 보였다. 다만, 충남 서산 대두리와 평택 송화리 포장에서는 다른 지역에 비해 약간 낮은 방제 효과를 나타냈는데, 이것은 시험 포장이 물빠짐이 심하여 불균일한 토양처리층이 형성되었기 때문으로 판단되었다. 일반적으로 괴경을 통한 영양기관으로 대량 번식을 하는 새싹매자기와 같은 다년생 잡초를 방제하기 위해서는 약제 처리층이 충분히 형성될 때까지 지속적인 담수상태 관리가 중요하다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 각 지역에서 pyrimisulfan+mefenacet SC 처리에 따른 새싹매자기의 고사증상은 ALS 저해제에서 나타나는 생육억제 후 갈변, 괴사하는 것으로 확인하였다. 그리고 포장조건 하에서 새싹매자기는 발생시기(Koyama 등 1993a)와 초기 생

**Table 2.** Control effect on resistant *Scirpus planiculmis* at 40days after application applied with post-emergent herbicides application at 15days after transplanting in Pyeongtaek.

Application		Herbicidal activity		
Herbicide <sup>1)</sup>	Dosage (g a.i. ha <sup>-1</sup> )	Number of Plant (Individual/m <sup>2</sup> )	Fresh weight (g/m <sup>2</sup> )	Weeding efficacy (%)
PRS+MFC SC	50+750	3.0	2.4	97.0
TFM+TEF GR	50+200	4.3	3.4	95.7
Tefuryltrione GR	200	32.0	25.2	68.3
PMM+PSE GR	21+30	79.7	66.4	16.7
Untreated control	-	95.0	79.7	-

<sup>1)</sup>PRS+MFC ; pyrimisulfan+mefenacet 16% SC, TFM+TEF ; triafamone+tefuryltrione 2.5% GR, PMM+PSE ; pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 0.17% GR.



Fig. 4. Slower action of pyrimisulfan+mefenacet SC against *Scirpus planiculmis* growth stage than other products with growth inhibition and necrosis on outdoor test.

육(Lee 등 1991; Hwang 등 1994; Choi 등 2000)이 다른 잡초에 비해 상대적으로 매우 빠르지만 pyrimisulfan+mefenacet SC를 SU계 제초제 저항성

새섬매자기의 생육상태에 따라 약제를 처리하면 이미 생육기에 접어든 새섬매자기도 본 약제로 충분히 방제할 수 있었다(그림 4).

## 요 약

서해안 간척지대를 중심으로 최근에는 경기, 충청 지역까지도 문제가 되고 있는 다년생의 난방제 잡초인 SU계 제초제 저항성 새섬매자기에 대하여 pyrimisulfan+mefenacet SC, triafamone+tefuryltrione GR와 HPPD 저해제인 tefuryltrione GR를 SU계 제초제인 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl GR와 대조약제로 하여 온실과 포장에서 확인하였다. 생육기의 새섬매자기에 대해서 온실 및 포장조건에서 pyrimisulfan+mefenacet SC와 triafamone+tefuryltrione GR은 SU계 제초제 저항성 새섬매자기에 대해 95% 이상의 방제효과를 보여주었다. 두 약제에 의해 새섬매자기는 생육이 억제되어 갈변, 괴사하였다. Tefuryltrione

Table 3. Biological response of pyrimisulfan+mefenacet SC against hard-to-control weeds, *Scirpus planiculmis* on 40 Days after application by traditional application on each regions.

Province <sup>1)</sup>	Location	Rice Variety	<i>Scirpus planiculmis</i> dominance (0-5) <sup>2)</sup>	Soil texture	Water leakage (cm/day)	Application time <sup>3)</sup>	Biological result	
							Efficacy against SCPL (A-F) <sup>4)</sup>	Phyto-toxicity (0-9)
GG	Daeyeok-ri, Kimpo	Koshihicari	5	Sandy clay loam	0.5	16 DAT	A	0
	Gojan-ri, Pyeongtaek	Choocheong	5	Silt loam	0.5	15 DAT	A	0
	Bujeong1-ri, Pyeongtaek	Choocheong	3	Silt loam	0.5	16 DAT	A	0
	Songhwa-ri, Pyeongtaek	Choocheong	3	Silt loam	1.0	15 DAT	B	0
CN	Gyoro-ri, Dangjin	Woonkwang	5	Silt loam	0.5	17 DAT	A	0
	Daedu-ri, Seosan	Junam	5	Sandy loam	2.0	13 DAT	B	0
	Sinnam-ri, Asan	Samkwang	4	Sandy clay loam	0.5	16 DAT	A	0
	Changyong-ri, Asan	Junam	4	Sandy clay loam	0.5	12 DAT	A	0
JN	Oeip-ri, Haenam	Hopum	4	Silt loam	1.0	12 DAT	A	0

<sup>1)</sup>GG : Gyeonggi, CN : Chungnam, JN : Jeonnam.

<sup>2)</sup>Weed dominance : 5 (hypergenesis), 4 (high density), 3 (middle density), 2 (low density), 1 (sectional density), 0 (no occurrence).

<sup>3)</sup>DAT : Days after Transplanting.

<sup>4)</sup>Herbicide efficacy : A (excellent), B (good), C (satisfactory), D (marginal), E (insufficient), F (no activity).

GR는 생육 초기에는 새삼매자기에 대해서 80% 내외의 약효와 백화 증상을 확인할 수 있었으나, 재생 및 후발아하는 새삼매자기에 대해서는 방제효과가 68%로 떨어졌다. 경기 김포, 평택, 충남 당진, 서산, 전남 해남 지역 등의 새삼매자기 다발생 지역에서도 pyrimisulfan+mefenacet SC는 발생 초기의 새삼매자기는 물론 생육기의 새삼매자기에 대해서도 우수한 방제효과를 보였다.

## 인 용 문 헌

- Choi Sung-Hwan, Young-Goel Shon and Jeung-Joo Lee. 2000. Effect of annual weed herbicides and sulfonylurea herbicides on sea club rush (*Scirpus planiculmis*). Kor. J. Weed Sci. 20(4): 297-302.
- Guh Ja-Ock, Jong-Yeong Pyon and Jae-Chul Chun. 1999. New manufacture of weed ecology. Hyang-mun-sa, Seoul. pp. 190-191.
- Hwang In-Taek, Jung-Sup Choi, Byung-Hoi Lee and Kwang-Yeon Cho. 1994. The initial growth of *Scirpus planiculmis* and its herbicide response for the screening. Kor. J. Weed Sci. 14(4):245-251.
- Im Su-Hyeon, Min-Won Park, Min-Jeong Yook and Do-Soon Kim. 2009. Resistance to ACCase inhibitor cyhalofop-butyl in *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* collected in Seosan, Korea. Kor. J. Weed Sci. 29(2):178-184.
- Kwon Oh-Do, Suk-Jin Koo, Jeong-Su Kim, Do-Jin Lee, Tae-Seon Park, Hui-Jae Lee, Yong-In Kuk and Ja-Ock Guh. 2000. Herbicidal response and control of sulfonylurea-resistant biotype of *Monochoria vaginalis* in paddy fields in Chonman province, Korea. Kor. J. Weed Sci. 20(1):46-62.
- Kwon Oh-Do, Yong-In Kuk and Byeong-Chul Moon. 2008. Economic threshold levels based on rice yield and rice quality as affected by densities of *Scirpus Planiculmis* in transplanting rice cultivation. Kor. J. Weed Sci. 28(3):255-263.
- Kwon Oh-Do, Yong-In Kuk, Seong-Hyeon Cho and Hae-Ryoung Shin. 2009. Alternative herbicide for *Eleocharis acicularis* resistant to sulfonylurea in Jeonnam, Korea. Kor. J. Weed Sci. 29(3):251-260.
- Koyama Y. 1993a. Tuber formulation of sea club rush (*Scirpus planiculmis* Fr. Schm.), a perennial paddy weed. Weed Research, Japan. 38(3):190-196.
- Koyama Y. 1993b. Effects of some environmental factors on tuber formulation of sea club rush (*Scirpus planiculmis* Fr. Schm.) a perennial paddy weed. Weed Research, Japan. 38(3):197-204.
- Kuk Yong-In, Oh-Do Kwon and Il-Bin Im. 2002. Sulfonylurea herbicide-resistant *Scirpus juncoides* Roxb. in Korea rice culture. Kor. J. Weed Sci. 22(3):296-305.
- Lee Kang-Soo Sook-Jong Ryu, Seok-Hong Park and Seon-Young Choi. 1991. Distribution of *Scirpus planiculmis* F. Schmidt on the ploder land of southwest seashore. Kor. J. Weed Sci. 11(1):19-25.
- Park Tae-Seon, Chang-Seok Kim, Jae-Eup Park, Young-Keun Oh and Kil-Ung Kim. 1999. Sulfonylurea-resistant biotype of *Monochoria kosakowii* in reclaimed paddy fields in Seosan, Korea. Kor. J. Weed Sci. 19:340-344.
- Park Tae-Seon, Byeong-Chul Moon, Chung-Kil Kang and Jae-Eup Park. 2006. Characteristic and management of sulfonylurea-resistance *Scirpus planiculmis* confirmed in reclaimed paddy fields, Korea. Kor. J. Weed Sci. 26(4): 375-383.
- Park Tae-Seon, Bon-Il Ku, Sin-Koo Kang, Min-Kyu

- Choi, Hong-Kyu Park, Kyong-Bo Lee and Jae-Kwon Ko. 2010. Response of the resistant biotype of *Echinochloa oryzoides* to ACCase and ALS inhibitors, and effect of alternative herbicide. Kor. J. Weed Sci. 30(3):291-299.
- Ryang Hwan-Seung, Jae-Chul Chun and Young-Hee Mun. 1978a. Control of perennial weed *Scirpus maritimus* L. in reclaimed paddy fields of west seashore. I. Distribution of *S. maritimus*. Korean J. of Crop Science 23(1):60-63.
- Ryang Hwan-Seung, Jae-Chul Chun and Young-Hee Mun. 1978b. Control of perennial weed *Scirpus maritimus* L. in reclaimed paddy fields of west seashore. II. Physiological and ecological characteristics of *S. maritimus*. Korean J. of Crop Science 23(1):64-73.
- 농촌진흥청. 2010. 농약등록 · 시험 담당자 교육교재. pp. 421-456.