

## Flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 합제의 다년생 사초과 및 sulfonyleurea계 저항성 잡초 방제효과

황기환\* · 김도순 · 이종남 · 구석진

(주)LG생명과학 기술연구원

**요약** : 본 연구는 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 합제의 다년생 사초과잡초인 올방개, 새섬매자기에 대한 경엽처리시 제초활성 및 sulfonyleurea계 저항성 잡초인 물달개비, 올챙이고랭이의 효율적 방제를 위한 bentazone, 2,4-D와의 혼합 경엽처리효과를 구명하고자 수행되었다. Flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 추천량의 올방개 방제효과는 처리 29일차에 75%로 bentazone+MCPA의 95%보다 낮았지만 처리 60일차에는 90%로 bentazone+MCPA의 78%보다 현저히 높았으며, penoxsulam에 비해서는 전시기에 걸쳐 높았다. 새섬매자기에 대한 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 합제의 방제효과는 bentazone+MCPA 보다는 낮았지만 penoxsulam보 다는 높았다. 제초제 경엽처리시 수심 조건에 따른 올방개와 피의 제초효과를 비교한 결과 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl은 담수심 조건에 관계없이 높은 올방개 및 피 방제효과가 확인되었다. 그러나 penoxsulam, bentazone+MCPA, cyhalofop+bentazone의 경우는 완전배수조건에서는 평가한 제초제 모두 높은 제초효과를 보인 반면 5 cm 담수조건에서는 제초효과가 현저히 감소되었다. Flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl은 sulfonyleurea계 저항성 물달개비와 올챙이고랭이를 충분히 방제하지 못하였으나 bentazone과 2,4-D를 각각 추천량의 2/3약량 이상 혼합하여 살포하였을 때 효과적으로 방제하였다. (2006년 11월 14일 접수, 2006년 12월 23일 수리)

**색인어** : 다년생 잡초, 저항성 잡초, 올방개, 새섬매자기, 물달개비, 올챙이고랭이, fluceto-sulfuron, pyrazosulfuron-ethyl, sulfonyleurea

### 서론

Flucetosulfuron(N-[[[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)amino]carbonyl]-2-[2-fluoro-1-(methoxy-methylcarbonyloxy)propyl]-3-pyridinesulfonamide)은 식물체내의 분지 아미노산 생합성에 관여하는 효소인 acetolactate synthase의 활성을 저해하여 제초활성을 나타내는 sulfonyleurea계 제초제로서(Hwang *et al.*, 2003), 광엽 및 사초과잡초 뿐만 아니라 화본과잡초인 피에 대해 방제효과가 매우 우수하여 벼 및 밀, 보리용으로 사용 가능하며, 특히 토양처리와 경엽처리가 모두 가능한 제초제로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2003, Koo *et al.*, 2003).

Pyrazosulfuron-ethyl은 약효와 선택성이 우수하여 국내에서 bensulfuron-methyl과 더불어 화본과 전용 제초제들과의 혼합제로 광범위하게 사용되고 있는 sulfonyleurea계 제초제이다(박 등, 2003).

Sulfonyleurea계 제초제를 핵심으로 한 일발처리제의

보급으로 효율적인 잡초방제가 가능하게 되었지만 최근 다년생 잡초인 올방개(*Eleocharis kuroguwai*), 새섬매자기(*Scirpus planiculmis*)와 sulfonyleurea계 저항성 잡초가 발생하여 사회적인 문제로 대두되고 있는 실정이다. 올방개의 경우 우점대에서 제초제 1회 관행 처리시 일정기간 동안 생육을 억제하지만 개체가 재생되어 높은 방제효과를 얻지 못하는데(임 등, 1990), 이는 올방개가 다른 잡초들보다 출아시기가 늦고 지속적인 피경이 잘 발달되어 쉽게 재생하기 때문이다. 따라서 올방개를 효율적으로 방제하기 위한 다수의 체계처리 연구가 진행되고 있다(박 등, 2002; 임 등, 2003).

새섬매자기는 주로 간척지 논에서 우점하는 잡초로서 다른 잡초종들에 비해 출아시기가 빨라 휴면 각성된 근경이 3월 상순경부터 출아하기 시작하여 20일이 경과하면 약 50% 가량이 출아하는 특성을 지니고 있다(Chiba and Kawashima, 1992). 새섬매자기도 올방개와 마찬가지로 지하부의 영양번식기관이 발달하여 제초제의 효력이 미약하면 재생하는 특성이 있어 완전

\*연락처

방제에 많은 어려움을 겪고 있다.

1990년대 중후반 이후 한국과 일본에서 특히 sulfonyleurea계 저항성 잡초가 매우 빠른 속도로 확산되고 있는데, 한국의 경우 1999년 충남 서산 간척지답에서 저항성 물옥잠(*Monochoria korsakowii*)이 처음 보고된 이래 현재까지 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides* var. *ohwianus*), 새섬매자기 등 총 7 초종이 발생한 것으로 보고되었다(박 등, 2001; 박 등, 2003; Park, 2004). 저항성 잡초의 출현은 bensulfuron-methyl과 pyrazosulfuron-ethyl과 같은 sulfonyleurea계 제초제들이 molinate나 mefenacet과 같은 화분과 전용 제초제들과 혼합되어 광범위하게 연용되었기 때문으로 알려져 있다(박 등, 2003). 또한 잡초가 저항성으로 변하는 평균 연용기간이 제초제의 계열 중 sulfonyleurea계 제초제가 가장 짧다는 것도 주요 원인이라 할 수 있다(Lebaron *et al.*, 1992; Lovell *et al.*, 1996). 특히 한국에서는 저항성 물달개비와 알방동사니(*Cyperus difformis*), 일본에서는 올챙이고랭이와 물달개비가 가장 광범위하게 확산되고 있으며(박 등, 1999; Kohara *et al.*, 1999; 권 등, 2001; Koarai, 2001), 최근 한국의 전라도 지역에서도 저항성 올챙이고랭이가 확산되고 있다(Kuk *et al.*, 2004). 권 등(2003)은 저항성 물달개비와의 경합시 직파재배 벼는 약 70%, 이앙재배 벼는 약 44%의 수량감소가 발생한다고 하여 저항성 잡초방제의 필요성을 보고하였다.

Sulfonyleurea계 제초제 성분으로 이루어진 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 합제는 식물체내 이행이 용이하고 토양 및 경엽처리시 모두 고효성을 보이는 제초제이기 때문에 기존의 경엽처리제보다 다년생 잡초에 대한 방제효과가 높을 것으로 기대되나, sulfonyleurea계 저항성 잡초의 방제력은 미흡할 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 합제의 다년생에 대한 약효와 담수조건에 따른 약효 특성을 파악하고, 저항성 잡초에 대한 방제 대책을 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 LG생명과학기술연구원의 유리온실 (35/20±5°C, 낮/밤)에서 실시되었다. 대전에서 수집된 올방개 괴경 및 물피, 서산 간척지에서 수집된 새섬매자기 근경, 전남 나주에서 수집된 sulfonyleurea계 저항성 물달개비 및 올챙이고랭이 종자를 식양토가 충

진된 플라스틱 포트에 파종 또는 이식하여 각 실험에 사용하였다. 제초제는 8002E flat fan 노즐이 장착된 track sprayer(R&D Sprayer, USA)를 이용하여 살포약량이 1000 L ha<sup>-1</sup>이 되도록 경엽처리하였으며, 각 실험은 3반복 완전임의 배치법으로 진행되었다.

### 다년생 잡초의 생육 및 제초제 처리

올방개의 괴경은 박피한 후 150 cm<sup>2</sup> 크기의 포트에 토심 3 cm 깊이로 이식하였으며, 이식 30일 후 초장이 14~20 cm, 주당 11~13엽일 때 제초제를 경엽 처리하였고, 처리 29일, 60일 후 약효를 평가하였다. 올방개 방제효과를 위한 시험에 사용된 제초제는 후기 경엽처리제로 상품화되어 있는 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl(템플리<sup>®</sup>, FMT Korea), penoxsulam(살초대첩<sup>®</sup>, 한국삼공), bentazone+MCPA(밭사그란염60<sup>®</sup>, BASF)이었으며, 각 제초제의 추천량은 40+30 g, 30 g, 930+138 g a.i. ha<sup>-1</sup>이었다. 처리약량은 추천량의 0.5, 1, 1.5, 2배량이었다. 증류수에 희석한 제초제는 포트의 물을 완전배수한 후 경엽처리하였으며, 약제 처리 3일 이후부터 수심 5 cm를 유지시켰다.

새섬매자기는 근경을 약 5 cm 간격으로 절취한 후 토심 3 cm 깊이로 이식하였고, 이식 50일 후 초장 34~45 cm, 5~6.5엽기일 때 제초제를 경엽처리하였으며, 처리 25일 후 경엽부 4 cm를 남기고 절취하여 생체중을 측정된 뒤, 제초제 처리 50일에 재생된 경엽부의 생체중을 다시 측정하여 제초제간 재생정도를 비교하였다. 새섬매자기 방제효과를 평가하기 위한 실험에서는 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl, penoxsulam, bentazone(밭사그란<sup>®</sup>, 성보화학)을 증류수에 희석하여 각 제초제의 추천량과 2배량을 살포하였는데, 이 때 bentazone의 추천량은 1600 g a.i. ha<sup>-1</sup>이었다. 제초제 경엽처리하는 포트의 물을 완전배수한 후 실시하였으며, 약제 처리 3일 이후부터 수심 5 cm를 유지시켰다.

### 수심별 제초제 처리

플라스틱 포트(200 cm<sup>2</sup>)에 올방개와 물피를 각각 이식 및 파종하여 실험에 이용하였다. 올방개 이식 10일 후 2일간 침종한 물피의 종자를 파종하였다. 물피 파종 23일 후, 수심별 약효를 비교하기 위하여 포트 내 수심을 0 cm와 5 cm를 각각 유지하여 제초제를 살포하였으며, 수심 0 cm 조건에서 처리된 포트는 3일 이후부터 수심을 5 cm로 유지하였다. 제초제 처리 25일 후 물피의 제초효과를 평가하였으며, 올방개

Table 1. Herbicidal efficacy of three commercial herbicides against *Eleocharis kuroguwai* at 29 and 60 days after foliar application

Herbicides	Rate (g a.i. ha <sup>-1</sup> )	Herbicidal efficacy (%)	
		29 DAA <sup>a)</sup>	60 DAA
Flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl WG	20+15	68.3 ± 7.6	75.0 ± 8.9
	40+30	75.0 ± 5.0	90.3 ± 6.5
	60+45	90.0 ± 13.2	98.3 ± 2.9
	80+60	96.0 ± 3.6	100 ± 0.0
Penoxsulam SC	15	50.0 ± 7.1	38.0 ± 2.8
	30	56.0 ± 6.6	48.0 ± 5.6
	45	70.0 ± 7.1	66.0 ± 5.7
	60	77.5 ± 17.7	76.5 ± 9.2
	465+69	38.3 ± 16.1	18.3 ± 16.1
Bentazone+MCPA SL	930+138	95.0 ± 8.7	83.3 ± 0.9
	1,395+207	100 ± 0.0	92.7 ± 2.3
	1,860+276	96.7 ± 5.8	93.7 ± 3.2

<sup>a)</sup>days after application

는 40일 후 평가하였다. 본 실험에 사용된 제초제는 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl, penoxsulam, bentazone+MCPA, cyhalofop+bentazone (정일품®, 동방아그로) 이었으며, 이 때 cyhalofop+bentazone의 추천량은 300+1650 g a.i. ha<sup>-1</sup>으로 모든 제초제는 추천량의 0.5, 1, 1.5, 2배량을 살포하였다.

#### 저항성 잡초 생육 및 제초제 처리

Sulfonylurea계 저항성인 물달개비와 올챙이고랭이 종자를 150 cm<sup>2</sup> 크기의 포트에 파종하였으며, 파종 40일 후 제초제를 경엽처리하고, 처리 25일 후 제초 활성을 평가하였다. 제초제 처리시 물달개비는 7~9엽기(본엽 1~3), 올챙이고랭이는 4~6엽기로써 초장은 19~24 cm이었다. 본 실험에서는 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl, bentazone, 2,4-D(이사디아민염®, 한국삼공)가 사용되었는데, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl은 추천량의 0.5, 1, 2, 4배량, 그리고 bentazone과 2,4-D(추천량: 280 g a.i. ha<sup>-1</sup>)는 추천량의 1/3, 1/2, 2/3, 1배량을 각각 살포하였다. 또한 혼합살포시험으로 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl의 추천량에 bentazone과 2,4-D 추천량의 1/3, 1/2, 2/3, 1배량을 각각 tank-mix하여 살포하였다. 약제 처리시 포트의 물을 완전 배수한 상태에서 살포하였으며, 약제 처리 3일 이후부터 5 cm로 유지시켰다.

## 결과 및 고찰

### 올방개 방제 효과

올방개는 제초제 1회 관행 처리로 방제하기 어려운 특성을 지니고 있는데, 방제가 어려운 주 원인으로 출아기간이 긴 생태적 특성과 괴경 측아로부터의 지속적인 재생을 들 수 있다(임 등, 1991; 김 등, 1997; 임 등, 2003). 현재까지 연구된 올방개의 효과적인 방제방법으로 체계처리를 들 수 있는데, 특히 초, 중기에 토양 일발처리제를 처리한 뒤 후기에 경엽처리제인 bentazone을 처리하는 것이 올방개를 효과적으로 방제할 수 있다고 보고되어 있다(임 등, 1989; 임 등, 2003).

올방개에 대한 방제효과를 비교하기 위하여 추천량의 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl, penoxsulam, 그리고 bentazone+MCPA를 경엽처리하여 29일 후 제초 활성을 평가한 결과, 올방개의 방제효과는 각각 75, 56, 95%로써 bentazone+MCPA의 방제효과가 가장 우수하였다(표 1). Bentazone+MCPA의 경우 추천량의 1.5배 약량 이상에서는 완전방제 수준을 보였으며, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl의 경우 또한 추천량의 1.5배인 60+45 g a.i. ha<sup>-1</sup> 이상의 약량이 처리되었을 때 실제적으로 방제 가능한 90% 이상의 방제효과를 보였다. 반면, penoxsulam 액상수화제의 경우는 추천량의 2배가 처리되었을 때에도 약 77%의 방제효과를 보여 실험에 사용된 제초제 중 가장 낮은 방제력을 나타냈다.

제초제 처리 60일 후 올방개의 방제효과 및 재생정도를 평가한 결과, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl이 처리된 올방개에서는 약효가 지속되어 재생이 거의 없이 추천량 처리에서 방제가가 90%로 증가한 반

Table 2. Fresh weight of *Scirpus planiculmis* treated with three commercial herbicides at 25 and 50 days after foliar application

Herbicides	Rate (g a.i. ha <sup>-1</sup> )	Fresh weight (% of control)	
		25 DAA <sup>a</sup>	50 DAA
Flucetosulfuron+ pyrazosulfuron-ethyl WG	40+30	43.9 ± 13.5	46.1 ± 3.8
	80+60	26.0 ± 4.8	7.4 ± 1.8
Penoxsulam SC	30	60.0 ± 7.8	57.8 ± 5.7
	60	48.3 ± 2.6	22.4 ± 6.6
Bentazone SL	1,600	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	3,200	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

<sup>a</sup>) days after application

면, bentazone+MCPA의 경우에는 경엽부의 재생이 진행되어 추천량에서 95%이었던 방제가 83%로 감소되었다(표 1). Penoxsulam이 처리된 올방개에서는 1.5 배량 이상의 농도에서는 큰 차이는 없었으나, 추천량 이하의 농도에서 재생으로 인해 방제효과가 감소하는 경향을 보였다. 위와 같은 결과로부터 bentazone은 접촉형 제초제로서 경엽부만을 고사시키며, 경엽부로 침투된 약제가 경엽의 하단부나 괴경에까지 이행하지 못하여 올방개의 재생이 진행된 반면, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl의 두 제초제 성분은 뿌리와 중경을 통한 흡수가 용이하고 식물체내에서 이행이 용이하기 때문에 경엽부에서의 살초작용과 더불어 토양으로 직접 살포된 성분이 올방개의 재생을 억제한 것이라고 유추할 수 있다.

이상의 결과로부터 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl이 올방개에 경엽처리되었을 때 추천량에서 초기에는 완전방제하지 못하나 bentazone과는 달리 경엽부를 고사시킬 뿐만 아니라 재생을 억제하기 때문에 장기적인 방제 측면에서는 더욱 효과적임을 알 수 있었다.

#### 새싹매자기 방제 효과

간척지 답에서 주요 우점초종인 새싹매자기의 방제 효과를 알아보기 위한 실험에서 제초제 처리 25일 후 생체중을 측정된 결과, 추천량 처리에서 무처리 대비 생체중은 각각 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl은 44%, penoxsulam은 60%, 그리고 bentazone은 0%로 bentazone이 처리된 새싹매자기만이 완전방제되었을 뿐 다른 두 제초제는 낮은 방제력을 보였다(표 2). Bentazone의 새싹매자기에 대한 높은 방제효과에 대해서는 보고된 바 있는데, 황 등(1994)은 500 g a.i. ha<sup>-1</sup> 이상의 약량에서, Chiba와 Konnai(1989)는 1000 g a.i. ha<sup>-1</sup> 약량에서 새싹매자기를 효과적으로 방제한다

고 하였다. 제초제가 살포된 새싹매자기의 약효증상을 살펴보면, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl과 penoxsulam이 처리된 경우 약제처리 약 5일 이후부터 경엽부에서 황화증상이 보이기 시작하였으며, 약 12일 이후부터 갈색으로 변하며 부분적으로 고사되는 것이 관찰되었다(결과 미제시). 반면 bentazone이 처리된 새싹매자기의 경우 약제처리 2일 후부터 엽색이 얼어지기 시작하여 6일 이후에는 완전 고사하여 위의 두 제초제와 달리 bentazone은 속효적인 살초작용을 나타냈다.

제초제 처리 25일 후 지면으로부터 4 cm를 남기고 경엽부를 절취하고 50일 후 생체중을 측정된 결과, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl과 penoxsulam은 2배량 처리에서도 일부 재생이 진행되고, 추천량 처리에서는 재생이 활발하여 이들 제초제들은 새싹매자기에 대한 장기적인 방제측면에서도 약효가 미약할 수 있다고 판단되었다(표 2). 그러나 bentazone이 처리된 새싹매자기에서는 재생이 전혀 관찰되지 않았는데, 이러한 결과는 최 등(2001)의 연구에서 bentazone 처리 30일 이후부터 120일까지 재생되는 경우가 없이 95% 이상의 약효가 지속된다는 결과와 유사하였다.

이상의 결과로부터 본 실험에 사용된 제초제들 중 bentazone만이 추천량에서 새싹매자기에 대한 완전방제 수준을 보였고, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl과 penoxsulam은 살초효과가 낮은 경향을 보여 bentazone을 제외한 다른 두 제초제로 새싹매자기를 방제하기에는 불충분한 것으로 판단된다.

#### 제초제 처리시 수심 조건별 제초활성

기존의 후기 경엽처리용 제초제, 특히 이행성이나 토양처리효과가 낮은 bentazone은 잡초 생육성기에 논의 물을 완전 배수한 상태에서 처리해야 잡초를 효과적으로 방제할 수 있다. 그러나 flucetosulfuron+

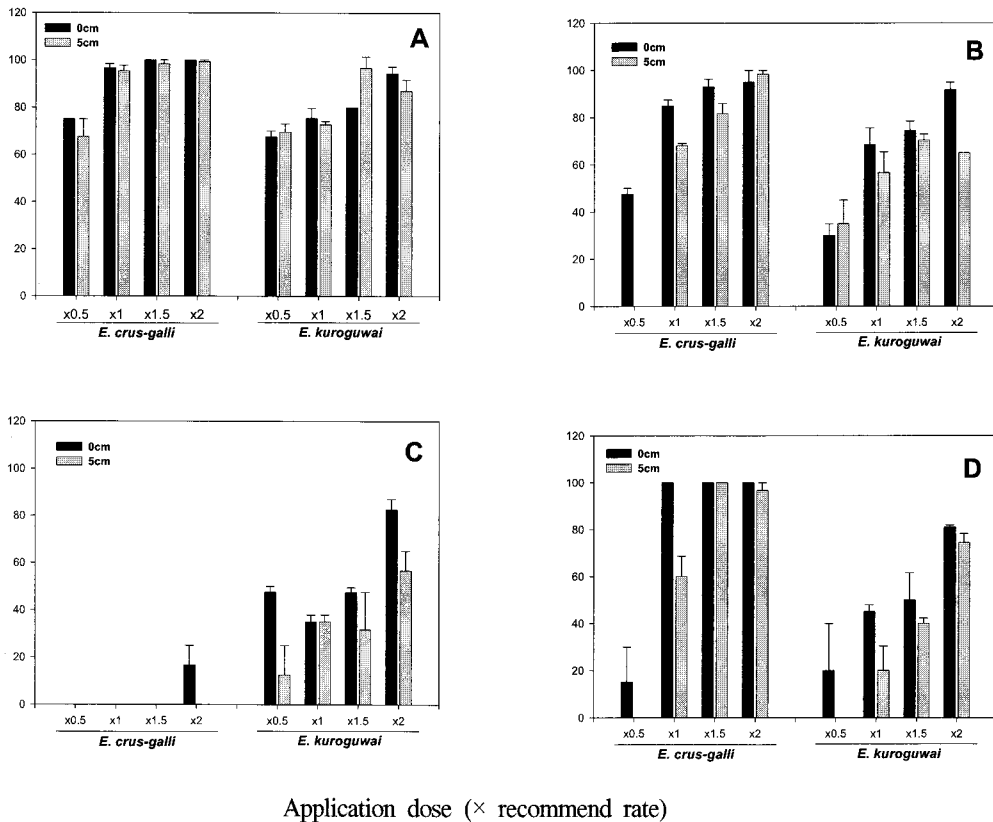


Fig. 1. Herbicidal efficacy of flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl WG (A), penoxsulam SC (B), bentazone+MCPA SL (C), and cyhalofop+bentazone ME (D) against *Echinochloa crus-galli* and *Eleocharis kuroguwai* in different water depths at 25 DAA for *E. crus-galli* and 40 DAA for *E. kuroguwai*.

pyrazosulfuron-ethyl은 sulfonyleurea계 제초제의 합제로서 토양처리제로도 사용되는 이행형 제초제이므로 담수심에 의한 약효의 차이가 비교적 적을 것으로 예상되었다. 따라서 본 실험에서는 flucetosulfuron+ pyrazosulfuron-ethyl을 완전배수한 조건과 5 cm의 수심 조건에서 경엽처리하여 penoxsulam, bentazone+MCPA, cyhalofop+bentazone과 그 약효를 비교하였다. 그 결과 penoxsulam, bentazone+MCPA, 그리고 cyhalofop+bentazone은 완전 배수한 상태에 비해 5 cm의 담수조건에서 살포되었을 때 물피와 올방개에 대한 약효가 현저히 감소되었으나 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl의 경우는 완전배수 조건과 5 cm 담수조건간의 약효에 차이를 보이지 않았으며, 다른 제초제들보다 물피와 올방개에 대해 모두 높은 제초활성을 나타냈다(그림 1).

Flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl은 추천량 처리에서 담수조건과 무관하게 98% 이상의 피 방제효과와 약 80% 수준의 올방개 방제효과를 보였다(그림 1A). 경엽처리뿐만 아니라 토양처리 제초효과가 있다고 알

려진 penoxsulam의 추천량 처리의 경우 완전배수 조건에서 85%의 피 방제효과를 보였지만 5 cm 담수 조건에서는 68%로 감소하였으며, 올방개 방제효과는 담수조건에서 약량에 무관하게 약효 감소가 확인되었다(그림 1B).

이상의 결과에서처럼 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl이 penoxsulam에 비해 수심에 무관하게 약효가 높은 이유는 경엽처리에 의한 제초활성이 상대적으로 높을 뿐만 아니라 경엽처리시 수중에 직접 살포된 제초제에 의한 약효가 비교적 높고 잔효력이 길었기 때문으로 추론된다.

Bentazone+MCPA는 제초제의 특성상 물피에 대한 약효는 없었으며, 올방개에 대한 약효는 전반적으로 방제효과가 낮았으며, 담수조건에서 현저한 약효감소가 관찰되었고 2배량 처리에서는 완전배수 조건에서 85% 억제효과를 보였으나 5 cm 담수조건에서는 60% 수준으로 약효가 현저히 감소하였다(그림 1C). 이는 담수상태하에 존재하는 올방개의 경엽부에 bentazone 성분이 충분히 접촉하지 못하여 살초작용이 일어나지

못하고, 살초작용이 없었던 올방개 경엽부의 재생이 빠르게 진행되었기 때문으로 생각된다. Cyhalofop+bentazone은 완전배수 조건에서 살포되었을 때 추천량 이상에서 물피에 대해 100%의 높은 방제가를 나타내었으나, 담수 조건에서는 추천량에서 방제가가 60%로 매우 낮았다. 올방개에 대한 방제효과는 bentazone+MCPA와 같이 추천량에서도 50% 미만의 방제효과를 보였으며, 담수조건에서 약효가 현저히 감소되었다(그림 1D).

이상의 결과로부터 실험에 사용된 후기 경엽처리제 중 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl을 제외한 제초제의 제초효과는 담수상태에서 경엽처리할 경우 현저한 약효감소가 확인되었으며, 이러한 차이는 제초제 유효성분의 부착량 및 흡수, 이행과 밀접한 연관이 있을 것으로 판단된다. Flucetosulfuron은 뿌리 및 경엽으로 흡수, 이행되는 것으로 보고되었으며, 경엽처리의 경우 glyphosate나 pyribenzoxim보다 이행속도가 빠른 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2003). 또한 pyrazosulfuron-ethyl도 토양 및 경엽처리제로 광범위하게 사용되어온 사례로 이 또한 뿌리 및 경엽으로 흡수, 이행되기 때문에 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl은 수심에 관계없이 제초활성이 높은 반면 bentazone은 경엽으로 주로 흡수, 이행되며 잎에서 주로 작용하는 광합성 저해제이므로 담수조건은 약제의 부착 및 흡수, 이행을 감소시키므로 현저한 약효감소가 야기된 것으로 판단된다.

저항성 물달개비, 올챙이고랭이 방제

최근 우리나라의 논에 sulfonyleurea계 저항성 잡초인 물달개비와 올챙이고랭이의 문제가 심각해짐에 따라

저항성 잡초를 방제하기 위해 작용기작이 다른 제초제들을 단독으로 사용하거나 sulfonyleurea계 제초제와 혼합하여 사용하고자 하는 연구가 진행되어 왔다(Hwang et al., 2001; 이 등, 2003; Kuk et al., 2004; 임 등, 2004; 박 등, 2005). 본 실험에 사용된 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl의 flucetosulfuron과 pyrazosulfuron-ethyl은 모두 sulfonyleurea계 제초제로서, 저항성 물달개비와 올챙이고랭이에 대한 방제효과가 추천량의 경우 각각 약 43, 0%였으며, 추천량의 4배량 처리에도 각각 73, 68% 수준으로 완전방제가 되지 않았다(그림 2, 3). 본 실험의 결과와 같이 sulfonyleurea계 제초제인 azimsulfuron, bensulfuron-methyl, cinosulfuron의 추천량 및 2배량 처리로도 저항성 물달개비는 방제되지 않고, 감수성과 저항성 생태형 물달개비에 대한 pyrazosulfuron-ethyl의 I50이 각각 2.5와 40 g a.i. ha<sup>-1</sup>, flucetosulfuron의 I50이 각각 4.5와 300 g a.i. ha<sup>-1</sup>이라는 결과(Kwon et al., 2000)와, 저항성 올챙이고랭이에 대한 azimsulfuron, bensulfuron-methyl, imazosulfuron, pyrazosulfuron-ethyl의 GR<sub>50</sub>값이 감수성에 비해 약 53~88배에 이른다는 결과(박 등, 2005)가 보고된 바 있다. 따라서 이들 sulfonyleurea계 저항성 잡초를 효율적으로 방제하기 위해서는 살초기작이 다른 제초제를 사용하여야 하는데, 본 실험에서는 Kwon 등(2000)의 연구결과에서 경엽처리제로서 저항성 물달개비에 대한 방제율이 높은 것으로 보고된 bentazone과 2,4-D를 각각 단제와 flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl과 혼합 처리하여 그 약효를 비교하였다.

저항성 물달개비에 대한 실험 결과 bentazone과 2,4-D는 매우 높은 방제력을 보였는데, bentazone의 경우 추천량의 2/3배량에서도 100%의 방제가를, 2,4-D의

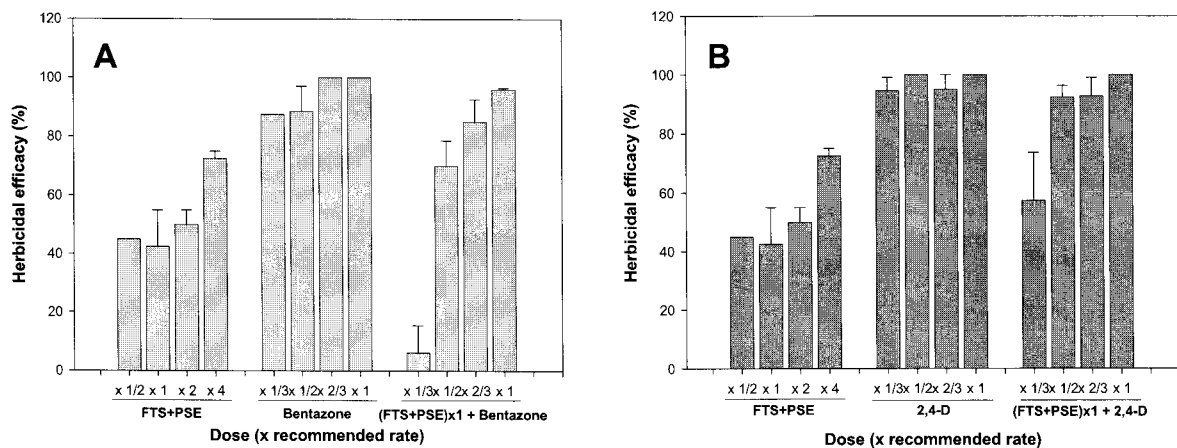


Fig. 2. Herbicidal efficacy of flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl WG and its tank-mix with bentazone SL (A) and 2,4-D SL (B) against sulfonyleurea-resistant *Monochoria vaginalis* at 25 DAA.

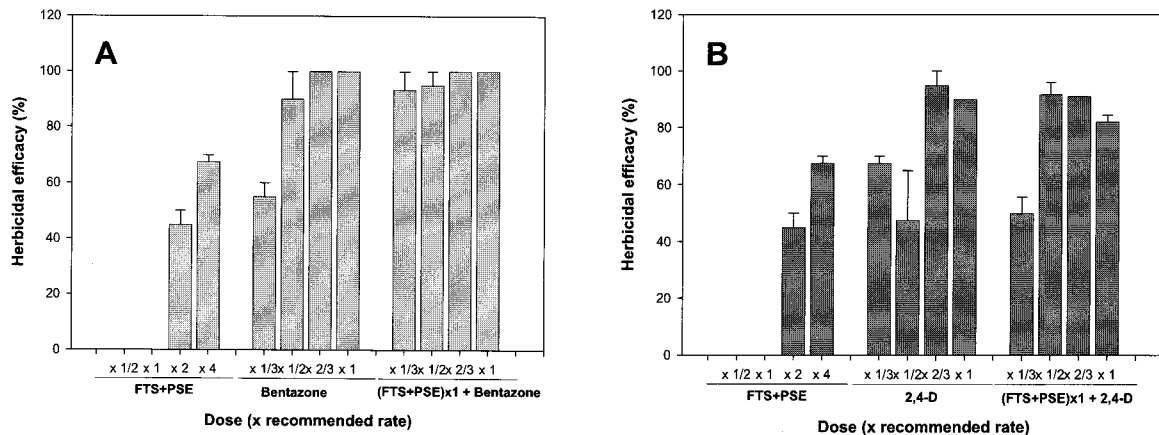


Fig. 3. Herbicidal efficacy of flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl WG and its tank-mix with bentazone SL (A) and 2,4-D SL (B) against sulfonylurea-resistant *Scirpus juncooides* at 25 DAA.

경우는 1/3배량에서도 95% 이상의 방제가를 나타내었다(그림 2). Flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 추천량을 bentazone 2/3배량과 혼합하여 살포한 결과, 저항성 물달개비를 90% 이상 방제하며, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 추천량 처리의 방제효과인 42% 보다 현저히 개선됨을 확인하였다(그림 2A). 2,4-D와의 혼합처리에서는 2,4-D를 1/2배량 이상과 혼합처리할 경우 90% 이상을 방제하였다(그림 2B). 비록 저약량의 bentazone 또는 2,4-D와 혼합시 이들의 단독처리보다 약효가 감소하는 길항효과가 관찰되었지만, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 추천량에 bentazone 2/3배량, 2,4-D 1/2배량의 혼합처리로 만족스러운 저항성 물달개비 방제가 가능한 것으로 판단되었다.

저항성 올챙이고랭이의 경우, bentazone은 추천량의 1/2배량 이상의 단독처리에서 90% 이상의 높은 방제 수준을 보였으며, 2,4-D의 경우는 2/3배량 이상의 처리에서 90% 이상의 제초효과를 나타내었다(그림 3). Flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl과의 혼합처리 경우, bentazone 1/3배량, 2,4-D 1/2배량 이상에서 저항성 올챙이고랭이를 90% 이상 방제하였다. 이러한 혼합처리에 따른 저항성 올챙이고랭이 방제효과는 저항성 물달개비의 경우와 달리 길항적인 효과는 보이지 않았다.

이상의 결과를 종합하면, flucetosulfuron+pyrazosulfuron-ethyl 합제 단독처리는 2배량에서도 sulfonylurea계 저항성 물달개비와 올챙이고랭이의 완전한 방제가 어려워 bentazone 또는 2,4-D와의 혼합처리가 필요하며, 저항성 물달개비의 경우 bentazone 2/3배량, 또는 2,4-D 1/2배량과, 저항성 올챙이고랭이의 경우 bentazone 1/3배량, 또는 2,4-D 1/2배량과 혼합살포함으

로써 이들 저항성잡초를 효과적으로 방제할 수 있을 것으로 판단된다.

## 인용문헌

- Chiba K. and C. Kawashima (1992) Ecological studies on the emergence of tubers of sea club rush (*Scirpus planiculmis* Fr. Schm.) under natural conditions. *Weed Res. (Japan)*. 37:129~133.
- Chiba K. and M. Konnai (1989) Studies on the control of the paddy perennial weed *Scirpus planiculmis* Fr. Schm. IV. Control with herbicides. *Weed Res. (Japan)*. 34:146~153 (in Japanese)
- Hwang, I. T., K. H. Lee, S. H. Park, B. H. Lee, K. S. Hong, S. S. Han, and K. Y. Cho. (2001) Resistance to acetolactate synthase inhibitors in a biotype of *Monochoria vaginalis* discovered in Korea. *Pest. Biochem. Physiol.* 71:69~76.
- Hwang, K. H., D. S. Kim, J. N. Lee, and S. J. Koo (2003) Crop and weed selectivity to a new sulfonylurea herbicide LGC 42153. *Proceedings of the 19th Asian Pacific Weed Science Society Conference, Manila, Philippines*. pp.689~693.
- Kim, D. S., J. N. Lee, K. H. Hwang, T. Y. Kim, S. J. Koo, and J. C. Caseley (2003) Flucetosulfuron: a new sulfonylurea herbicide. *Proceeding of the BCPC International Congress, Crop Science & Technology, Glasgow, UK*, pp.87~92.
- Koarai, A. (2000) Diagnosis of susceptibility of sulfonylurea herbicides on *Monochoria vaginalis*, and annual

- paddy weed in Japan. J. Weed Sci. & Tech. Suppl. 45:40~41.
- Kohara, H., K. Konno and M. Takekawa (1999) Occurrence of sulfonyleurea resistant biotypes of *Scirpus juncooides* Roxb. Var. *ohwianus* T. Koyama in paddy fields of Hokkaido Prefecture, Japan. J. Weed Sci. & Tech. 44:228~235.
- Koo, S. J., D. S. Kim, K. G. Kang, T. Y. Kim, J. N. Lee, K. H. Hwang, G. H. Cho, Y. W. Kwon, and D. W. Kim (2003) LGC 42153: A new generation sulfonyleurea herbicide. Proceedings of the 19th Asian Pacific Weed Science Society Conference, Manila, Philippines. pp.662~667.
- Kuk Y. I., O. D. Kwon, and I. B. Im (2004) Effective herbicides by application timing for control of sulfonyleurea resistant *Monochoria vaginalis*, *Lindernia dubia*, and *Rotala indica* in wet seeding and machine transplanting rice culture. Kor. J. Weed Sci. 2:30~42.
- Kwon, O. D., S. J. Koo, J. S. Kim, D. J. Lee, T. S. Park, H. J. Lee, Y. I. Kuk, and J. O. Guh (2000) Herbicide response and control of sulfonyleurea resistant biotype of *Monochoria vaginalis* in paddy fields in Chonnam province, Korea. Kor. J. Weed Sci. 20:46~62.
- Lebaron, H. M., J. Gressel, B. B. Smale and D. M. Horne (1992) International organization for resistant pest management (IOROM) a step toward rational resistance management recommendations. Weed Tech. 6:765~770.
- Lee, J. N., D. S. Kim., K. H. Hwang, and S. J. Koo (2003) Rapid measurement of herbicide translocation and the effect of climatic conditions on the translocation of LGC 42153. Proceedings of the 19th Asian Pacific Weed Science Society Conference, Manila, Philippines, pp.845~850.
- Lovell, S. T., L. M. Wax, D. M. Simpson and M. McGlamery (1996) Using the *in vivo* acetolactate synthase (ALS) assay for identifying herbicide resistant weeds. Weed Tech. 10:936~942.
- Park, T. S. (2004) Identification of sulfonyleurea resistant biotype of *Scirpus planiculmis* in reclaimed paddy field. Korea. Pesticide Sci. 8:332~337.
- 구연충, 정승근 (1993) 올방개(*Eleocharis kuroguwai* Ohwi)의 생장과 괴경형성에 미치는 환경요인. 한국잡초학회지 13:14~54.
- 권오도, 국용인, 이도진, 신해룡, 박인진, 김을배 (2003) Sulfonyleurea계 제초제 저항성 물달개비 생태형의 경합 기간별 벼의 생장 및 수량. 한국잡초학회지 22:147~153.
- 권오도, 국용인, 정하일, 이도진, 구자욱 (2001) Sulfonyleurea계 제초제 저항성 마디꽃(*Rotala indica*)의 방제. 한국잡초학회지(별) 21:33~38.
- 김길웅, 권순태 (1985) 올방개(*Eleocharis kuroguwai* Ohwi)의 맵아 및 괴경형성에 관한 연구. 한국잡초학회지 5:43~49.
- 김희동, 박중수, 박경열, 최영진, 유창재, 심상우, 노영덕, 권용웅 (1997) 올방개 괴경형성 특성에 관한 연구. 한국잡초학회지 17:10~23.
- 박중수, 한상욱, 조영철, 김영호, 노영덕 (2002) 벼 이앙답 올방개, 벼풀 우점시 제초제 체제처리를 통한 방제효과. 한국잡초학회지 22:108~115.
- 박태선, 강동균, 김길웅 (2005) Sulfonyleurea계 제초제 저항성 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides* Roxb.)의 제초제 반응과 방제. 한국농약과학회지 9:250~261.
- 박태선, 권오도, 김창석, 박재읍, 김길웅 (1999) 한국수도답에서 sulfonyleurea 제초제에 대한 저항성 물달개비 출현. 한국잡초학회지(별) 19:71~73.
- 박태선, 권오도, 이동진, 변종영 (2001) Sulfonyleurea계 제초제 저항성 잡초 연구 현황과 전망. 한국잡초학회지 21:99~109.
- 박태선, 이인용, 박재읍 (2003) 한국에서 제초제 저항성 잡초 발생현황과 대책. 한국잡초학회지 23:1~10.
- 이순계, 양의석, 이재철, 정종태, 신철우, 우인식, 변종영 (2003) 충남지역에서 제초제저항성 물달개비의 발생 및 효과적인 잡초방제체계. 한국잡초학회지 23:54~62.
- 임일빈, 강종국, 경은선 (2003) 벼 기계이앙 논에서 올방개 방제와 괴경형성 특성. 한국잡초학회지 23:213~220.
- 임일빈, 강종국, 김선 (2004) Sulfonyleurea계 제초제 저항성 물달개비 생육시기별 방제 특성. 한국잡초학회지 24:87~92.
- 임일빈, 강종국, 김선, 나승용, 경은선 (2003) 논에서 sulfonyleurea계 제초제에 대한 저항성 올챙이고랭이의 방제. 한국잡초학회지 23:92~99.
- 임일빈, 박석홍, 구자욱 (1991) 올방개(*Elocharis*



- kuroguwai*)의 괴경형성 억제 및 방제에 관한 연구. 한국잡초학회지 11:60~67.
- 임일빈, 전병태, 박석홍, 구자옥 (1990) 올방개 (*Eleocharis kuroguwai*)의 휴면과 출아에 관한 연구. 한국잡초학회지 10:186~191.
- 임일빈, 심이성, 이선용, 박석홍 (1989) 올방개 (*Eleocharis kuroguwai*)의 괴경형성 시기와 방제에 관한 연구. 한국잡초학회지 9:34~38.
- 최성환, 손영걸, 이증주 (2001) 새섬매자기 방제에 미치는 토양 및 경엽처리 제초제의 효과. 한국잡초학회지 21:15~21.
- 황인택, 최정섭, 이병희, 홍경식, 조광연 (1994) Screening을 위한 새섬매자기(*Scirpus planiculmis*) 초기생육 및 제초제 반응성. 한국잡초학회지 14:245~251.

---

**Herbicidal efficacy of flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl in controlling perennial sedges and sulfonylurea resistant weeds**

Ki-Hwan Hwang\*, Do-Soon Kim, Jong-Nam Lee, Suk-Jin Koo (*R&D Park, LG life Sciences Ltd., 104-1, Moonji-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-380, Korea*)

**Abstract :** This study was conducted to evaluate the herbicidal efficacy of flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl against *Eleocharis kuroguwai* and *Scirpus planiculmis* and to investigate tank-mix of flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl with bentazone and 2,4-D to control sulfonylurea resistant *Monochoria vaginalis* and *Scirpus juncooides*. In controlling *E. kuroguwai*, flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl showed 75% control, lower than that (95%) of bentazone + MCPA, at 29 DAA (days after application), while at 60 DAA it showed 90%, greater than that of (78%) of bentazone + MCPA, with greater control than penoxsulam at all times. In case of *Scirpus planiculmis* control, flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl showed lower activity than bentazone + MCPA but greater than penoxsulam. Flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl showed consistently high activities against *Echinochloa crus-galli* and *E. kuroguwai* regardless of soil flooding condition, while penoxsulam and bentazone + cyhalofop showed significantly lower activity in 5 cm flooding condition than 0 cm flooding condition. Flucetosulfuron + pyrazosulfuron-ethyl did not control sulfonylurea resistant *Monochoria vaginalis* and *Scirpus juncooides*, while its tank-mix with bentazone or 2,4-D at 2/3 or 1/2-folds of their recommended rates, respectively, provided > 90% control.

**Key words :** *Eleocharis kuroguwai*, flucetosulfuron, *Monochoria vaginalis*, pyrazosulfuron-ethyl, *Scirpus planiculmis*, *Scirpus juncooides*, sulfonylurea-resistance.

---

\*Corresponding author (Fax : +82-42-863-0239, E-mail : khwang@lgls.co.kr)