

# 벼 재배에서 imazosulfuron+fentrazamide 합제의 제형 및 처리시기에 따른 제초활성

강광식<sup>1</sup> · 원옥재<sup>2</sup> · 박수혁<sup>2</sup> · 엄민용<sup>2</sup> · 황기선<sup>2</sup> · 서수정<sup>2</sup> · 변종영<sup>3</sup> · 박기웅<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)동방아그로 기술연구소, <sup>2</sup>충남대학교 식물자원학과, <sup>3</sup>한국과학기술정보연구원

## Herbicidal efficacy of various formulations and application timings of imazosulfuron+fentrazamide mixtures in rice

Kwang Sik Kang<sup>1</sup>, OK Jae Won<sup>2</sup>, Su Hyuk Park<sup>2</sup>, Min Yong Eom<sup>2</sup>, Ki Seon Hwang<sup>2</sup>, Su Jeong Suh<sup>2</sup>, Jong Yeong Pyon<sup>3</sup>, Kee Woong Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dongbangagro, Technical Research Institute, Buyeo-gun, Korea

<sup>2</sup>Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>3</sup>ReSEAT Program, Korea Institute of Science and Technology Information, Daejeon 305-806, Korea

Received on 10 March 2014, revised on 26 March 2014, accepted on 31 March 2014

**Abstract :** This study was conducted to evaluate the efficacy of formulations and application timings of imazosulfuron+fentrazamide in rice field. Weeding efficacy of imazosulfuron+fentrazamide SC (75+300 g a.i./ha) was more than 95% except *Bidens tripartita*. The efficacy of this formulation was not related to its formulations but was highly related to application timing. Herbicide application before 5 days after transplanting was best timing to get a maximum weed control. Systemic application before and after transplanting was much higher than single application for weed control. Second leaf stage of *Echinochloa* spp. and sulfonylurea resistant *Monochoria vaginalis* was controled over 90% in the imazosulfuron+fentrazamide SC (75+300 g a.i./ha). Based on these data, imazosulfuron+fentrazamide can be applied to provide effective weed control especially in the field infested with herbicide resistant *M. vaginalis*.

**Key words :** Fentrazamide, Formulations, Imazosulfuron, Sulfonylurea-resistant

## I. 서론

단일포장에 동일 계통의 제초제를 지속적으로 처리 할 경우 선택압에 의하여 제초제 저항성잡초가 출현하게 된다. 제초제 저항성잡초는 1968년 트리아진(triazine)계 제초제에 저항성인 개쑥갓(*Senecio vulgaris* L.)이 처음 발견된 이후 발생량이 꾸준히 증가하기 시작하였으며(Ryan, 1970), 특히 1986년 Dupont사가 개발한 sulfonylurea (SU) 계의 bensulfuron-methyl의 등장으로 인해 acetolactate synthase (ALS) 저해 제초제 저항성 잡초들의 발생이 급격히 증가하였다(Heap, 2012). 이는 SU계 제초제가 작물에 대해 안전할 뿐 아니라 적은 양으로도 일년생잡초 및 다년

생잡초에 대한 방제효과가 탁월하며, 약효지속성이 다른 제초제에 비하여 상대적으로 길고, 선택성이 우수하여 많이 사용되었기 때문이다(Caroline, 1991).

국내의 경우 1998년도에 SU계 혼합제초제를 9년간 연속적으로 사용한 서해안 간척지의 담수직파 논에서 물옥잠(*Monochoria korsakowii*)이 처음으로 저항성잡초로 확인되었고(Park et al., 1999), 이후 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 미국외풀(*Lindernia dubia*), 마디꽃(*Rotala indica*), 강피(*Echinochloa oryzicola*) 등 13잡초종이 보고되었다(Lee et al., 2013). 이러한 저항성잡초의 초기발생은 주로 전북과 전남 및 충남의 태안에서 보고되었으나, 2005년 이후 경기도와 충북의 내륙 및 경상도 등으로 전국적인 발생양상을 보이고 있다(Park et al., 2011). 발생면적은 2008년 107,00 ha에서 2011년 167,081 ha로 급격히

\*Corresponding author: Tel: +82-42-821-5726

E-mail address: parkkw@cnu.ac.kr

증가하고 있는 추세다(Lee et al., 2012). 벼와 저항성 물달개비가 경합하게 되면 직파재배와 이앙재배의 경우 수수와 수당입수가 현저하게 감소하게 되며, 이를 방지하지 않을 경우 쌀 생산량은 직파재배에서 70%, 이앙재배에서 44% 정도 감소하게 된다(Kwon et al., 2002). 벼 기계이앙 논에서 물피(*Echinochloa crus-galli* var.)가 m<sup>2</sup>당 5본 내외 발생할 경우 쌀 생산량이 10% 감소했으며, 포장 전체에 다량 발생할 경우 쌀 생산을 거의 기대 할 수 없을 정도로 큰 피해가 발생하는 것으로 나타났다(Lee et al., 2006).

저항성잡초를 방지하기 위해서는 새로운 작용기작을 갖고 있는 신규제초제의 개발이나 혼합제초제에 대한 연구가 필요하다. 신규제초제의 경우 개발 시간이 오래 걸리고 비용도 많이 투입되어 현실적으로 어려움이 있는 반면 기존 제초제를 혼합하여 이용하는 경우 개발에 걸리는 시간 및 비용도 절감되며, 안정성을 지니고 있어 최근 많은 개발이 이루어지고 있다. 대표적으로 SU계 저항성 잡초를 방지 할 수 있는 benzobicyclon이나 carfentrazone-ethyl과 같은 제초제를 기반으로하는 혼합제초제의 연구가 활발히 이루어지고 있다. Imazosulfuron과 fentrazamide의 혼합제는 이앙재배시 처리시기의 폭이 넓은 제초제로 초기처리 시 일년생잡초와 다년생잡초 및 저항성 물달개비를 동시에 방제할 수 있는 수도용 제초제로 최근 개발되어 사용되고 있다. SU계 제초제인 imazosulfuron은 일년생잡초인 피와 다년생잡초인 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides*), 올미(*Sagittaria pygmaea*), 너도방동사니(*Cyperus serotinus*)와 가래(*Potamogeton distinctus*) 등에 뛰어난 살초효과를 나타내며(Won et al., 2012), tetrazolinone계 제초제인 fentrazamide는 SU계 제초제저항성 물달개비에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2003)

본 실험은 imazosulfuron과 fentrazamide 혼합제의 제형, 처리시기, fentrazamide 함량 및 체계처리를 통한 잡초방제 효과를 알아보고, 저항성잡초에 대한 방제가 가능한지 알아보자 수행되었다.

## II. 재료 및 방법

본 실험에 사용된 imazosulfuron (1-(2-chloroimidazo-[1,2-a]pyridin-3-ylsulfonyl)-3-(4,6-dimethoxy-pyrimidin-2-yl)과 fentrazamide (4-(2-chlorophenyl-5-oxo-4,5,-dihydro-tetrazole-1-carboxylic acid cyclohexyl-ethyl-amide)는 각각 Sumitomo chemical과 Bayer에서

제공받았으며, (주) 동방아그로 기술연구소의 제형연구실에서 imazosulfuron과 fentrazamide를 입제(Granule, GR), 액상수화제(Suspension Concentrate, SC), 수면부상성 입제(U-Granule, UG)로 제조하여 실험을 수행하였다.

### 1. Fentrazamide 함량, 제형, 처리시기 및 체계 처리에 따른 제초활성

본 실험은 (주) 동방아그로 실험포장에서 2005년 수행되었다. 벼 재배는 농가관행재배로 5월 21일 씨래질을 하였으며, 4일 후 2주간 육묘한 모를 이앙하였다. 시비는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 각각 110-70-80 kg/ha로 처리하였으며, 시험구는 3 m × 5 m에 난괴법 3반복으로 하였다. Fentrazamide 함량 변화에 따른 제초효과를 알아보기 위해서 imazosulfuron 75 g a.i./ha에 fentrazamide 210, 300, 375 g ai/ha의 혼합제 입제를 이앙동시 수면처리 하였고, 무처리와 비교하였다. 제형에 따른 혼합제의 제초효과를 알아보기 위하여 imazosulfuron+fentrazamide GR, SC, UG (75+300 g a.i./ha)의 제형을 이앙 15일 후에 처리하였으며, 무처리와 비교하였다. 처리시기에 따른 혼합제의 제초효과를 알아보기 위하여 imazosulfuron+ fentrazamide GR를 이앙 동시 및 이앙 5, 10, 15일 후에 수면처리 하였으며, 무처리와 비교하였다. 체계처리에 따른 제초효과를 알아보기 위해서 시험약제인 imazosulfuron+ fentrazamide SC를 이앙 3일 전 25+100 g a.i./ha와 50+200 g a.i./ha로 처리하였으며, 이앙 15일 후와 20일 후에 75+300 g a.i./ha와 150+600 g a.i./ha로 체계처리한 후, 무처리와 비교하였다. 제초활성 조사는 약제처리 45일 후 시험구내에 균일한 두께 지점에서 50 cm × 50 cm의 quadrat을 이용하여 발생한 잡초종별 지상부를 전량 채취하였다. 이후 70°C에서 48시간 건조한 후 건물중을 측정하였다.

### 2. Fentrazamide 함량에 따른 피의 엽기별 약효 및 저항성 물달개비에 대한 제초활성

본 실험은 (주) 동방아그로 유리온실에서 수행되었으며, 완전임의배치 3반복으로 실시하였다. 식물체는 0.2m<sup>2</sup>와 그너포트에 수도용상토를 넣고 관수하며 생육시켰다. Fentrazamide 함량 변화에 따른 강피와 물피의 엽기별 제초효과를 알아보기 위해 imazosulfuron+fentrazamide GR (75+210, 75+300, 75+375, 150+600 g a.i./ha)를 강

피와 물피 2, 2.5, 3엽기에 처리하였다. 제초활성 조사는 파종 30일 후 달관조사 하였다. 저항성잡초에 대한 imazosulfuron+fentrazamide SC의 함량과 엽기별 제초효과를 알아보기 위해서 imazosulfuron+fentrazamide SC (25+100, 50+200, 75+300 g a.i./ha)를 SU계 제초제 저항성 물달개비(발아전, 1.5엽기, 2엽기, 3엽기)에 처리하였으며, 무처리와 비교하였다. 제초활성 조사는 약제처리 후 10일, 20일, 30일에 달관조사 하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. Imazosulfuron+fentrazamide에서 fentrazamide 함량, 제형, 처리시기 및 체계처리에 따른 제초활성

시험포장에서는 일년생잡초인 가막사리(*Bidens tripartite*), 물달개비, 방동사니(*Cyperus amuricus*), 올챙이고랭이, 피와 다년생잡초인 너도방동사니, 벧풀(*Sagittaria trifolia*

L.), 여뀌바늘(*Ludwigia prostrata* ROXB), 올방개(*Eleocharis Kuroguwai* Ohwi)의 발생이 충분히 이루어 졌으며 무처리와 시험약제의 제초활성을 비교 분석하기에 적절하였다.

혼합제에서 fentrazamide 210, 300, 350 g a.i./ha의 함량에 따른 잡초방제효과는 98.0% 이상으로 함량에 따른 차이는 없었으나, 가막사리의 경우 fentrazamide의 함량에 상관없이 80.0%의 낮은 방제효과를 보였다(Table 1). 가막사리를 제외한 잡초를 방제 할 경우 fentrazamide 함량은 75+210 g ai/ha 이상이면 충분하며, 피와 물달개비를 완전히 방제하기 위해서는 75+300 g ai/ha로 처리해야 할 것으로 보인다.

Imazosulfuron+fentrazamide 혼합제의 GR, SC, UG의 제형에 따른 제초효과는 모든 제형에서 96.5% 이상의 방제효과를 보였으나, 가막사리의 경우 제형에 관계없이 62.4%로 낮은 방제효과를 보였다(Table 2). Imazosulfuron+fentrazamide의 제형별 약효가 나타나는 속도는 UG의 경우 가장 느렸으나 제초활성효과는 가막사리를 제외하고 모든 제형에서 우수하게 나타났다.

**Table 1.** Above ground dry weight of weed species as affected by dosage of imazosulfuron+fentrazamide granule.

Treatment	Application rate (g a.i./ha)	Above ground dry weight (g/m <sup>2</sup> )									
		EC <sup>1)</sup>	M.V	B.T	L.P	C.A	S.J	E.K	S.T	C.S	Total
Imazosulfuron+Fentrazamide GR	75+210	0.3a <sup>2)</sup>	0.7a	1.7a	0a	0a	0.3a	0.4a	0a	0a	3.4a
	75+300	0a	0a	1.7a	0a	0a	0.1a	0.3a	0a	0a	2.3a
	75+375	0a	0a	1.6a	0a	0a	0a	0.1a	0a	0a	1.7a
Untreated control	-	45.1b	43.9b	8.2b	2.6b	1.5b	27.7b	21.3b	4.4b	15.6b	170.3b

<sup>1)</sup>EC: *Echinochloa crus-galli* var, MV: *Monochoria vaginalis* var, BT: *Bidens tripartita*, LP: *Ludwigia prostrata*, CA: *Cyperus amuricus*, SJ: *Scirpus juncooides*, EK: *Eleocharis kuroguwai*, ST: *Sagittaria trifolia*, CS: *Cyperus serotinus* Rottb.

<sup>2)</sup>Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 2.** Effect of imazosulfuron+fentrazamide formulations on above ground dry weight of weed species.

Treatment	Application rate (g a.i./ha)	Above ground dry weight (g/m <sup>2</sup> )									
		EC <sup>1)</sup>	MV	BT	LP	CA	SJ	EK	ST	CS	Total
Imazosulfuron+Fentrazamide GR	75+300	1.7a <sup>2)</sup>	0.2a	3.1a	0a	0a	0.1a	0.8a	0a	0a	5.9a
Imazosulfuron+Fentrazamide SC	75+300	1.6a	0.1a	3.1a	0a	0a	0.1a	0.7a	0a	0a	5.6a
Imazosulfuron+Fentrazamide UG	75+300	1.7a	0.2a	3.2a	0a	0a	0.5a	0.9a	0a	0a	6.5a
Untreated control	-	43.9b	53.8b	8.5b	2.8b	1.7b	30.5b	23.5b	4.8b	17.2b	186.7b

<sup>1)</sup>EC: *Echinochloa crus-galli* var, MV: *Monochoria vaginalis* var, BT: *Bidens tripartita*, LP: *Ludwigia prostrata*, CA: *Cyperus amuricus*, SJ: *Scirpus juncooides*, EK: *Eleocharis kuroguwai*, ST: *Sagittaria trifolia*, CS: *Cyperus serotinus* Rottb.

<sup>2)</sup>Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 3.** Effects of application timing of imazosulfuron+fentrazamide granule on above ground dry weight of weed species.

Treatment	Dosage (g a.i./ha)	Application timing	Above ground dry weight (g/m <sup>2</sup> )										
			E.C <sup>1)</sup>	M.V	B.T	L.P	C.A	S.J	E.K	S.T	C.S	Total	
Imazosulfuron+ Fentrazamide GR	75+300	0DAT <sup>2)</sup>	0a <sup>3)</sup>	0a	1.7a	0a	0a	0a	0a	0.3a	0a	0a	2.0a
		5DAT	0a	0a	1.9b	0a	0a	0a	0a	0.3a	0a	0a	2.2a
		10DAT	1.5b	0.2a	2.9c	0a	0a	0a	0a	1.3b	0a	0a	5.6b
		15DAT	2.8c	0.3a	2.9c	0a	0a	0a	0a	2.1c	0a	0a	8.1c
Untreated control	-	-	39.9d	48.9b	8.0d	2.5b	1.5b	27.7b	21.3d	4.4b	15.6b	169.8d	

<sup>1)</sup>EC: *Echinochloa crus-galli* var, MV: *Monochoria vaginalis* var, BT: *Bidens tripartita*, LP: *Ludwigia prostrata*, CA: *Cyperus amuricus*, SJ: *Scirpus juncooides*, EK: *Eleocharis kuroguwai*, ST: *Sagittaria trifolia*, CS: *Cyperus serotinus* Rottb.

<sup>2)</sup>Days after transplanting.

<sup>3)</sup>Means followed by the same letter in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

**Table 4.** Dry weight of weed species as affected by herbicide treatments at 45 days transplanting.

Treatment	Application timing	Application rate (g a.i./ha)		Above ground dry weight (g/m <sup>2</sup> )										
		1st	2nd	E.C <sup>1)</sup>	M.V	L.P	S.J	A.I	E.K	S.T	C.S			
Imazosulfuron + Fentrazamide SC	3DBT <sup>2)</sup>	25+100		0.2a <sup>3)</sup>	0.1a	0a	0a	1.2c	10.3d	1.1c	0.2a			
		50+200		0a	0a	0a	0a	0.3b	8.9c	0.5b	0.1a			
	3DBT/15DAT	25+100		75+300	0a	0a	0a	0a	0a	1.0a	0a	0a		
		25+100		150+600	0a	0a	0a	0a	0a	0.5a	0a	0a		
		50+200		75+300	0a	0a	0a	0a	0a	0.7a	0a	0a		
		50+200		150+600	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a		
		3DBT/20DAT		25+100		75+300	0a	0a	0a	0a	0a	1.5ab	0a	0a
		3DBT/20DAT		25+100		150+600	0a	0a	0a	0a	0a	0.5a	0a	0a
	3DBT/20DAT		50+200		75+300	0a	0a	0a	0a	0a	0.9a	0a	0a	
	3DBT/20DAT		50+200		150+600	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	
Untreated control	-	-		32.5b	27.8b	2.3b	16.5b	4.3d	27.2e	15.8d	3.9b			

<sup>1)</sup>E.C: *Echinochloa crus-galli* var, M.V: *Monochoria vaginalis*, L.P: *Ludwigia prostrata*, S.J: *Scirpus juncooides*, A.I: *Aeschynomene indica* L, E.K: *Eleocharis kuroguwai*, S.T: *Sagittaria trifolia*, C.S: *Cyperus serotinus*.

<sup>2)</sup>DBT: Days before transplanting, DAT: Days after transplanting.

<sup>3)</sup>Means followed by the same in a column are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

Imazosulfuron+fentrazamide GR의 처리시기에 따른 제초효과의 경우 가장 늦게 처리한 이앙 후 15일 처리에서 95.2%의 방제효과를 보였다. 피와 올방개의 경우 이앙 후 10일부터 방제효과가 감소하였으며, 가막사리의 경우 이앙 직후 처리에서 78.8%의 방제효과를 보였고, 처리시기가 늦어짐에 따라 방제가는 낮아지는 것으로 나타났다(Table 3). 노 등(2000)은 imazosulfuron을 이앙 10일 후 처리 시 85.6%의 올방개 방제 효과를 보고하였으며 원 등(2012)은 이앙 15일 후 무인헬기를 이용하여 처리할 경우 물달개비를 89.2% 방제하는 것으로 나타났다. 종합적으로 볼 때 imazosulfuron+fentrazamide 혼합제의 처리시기는 이앙 5일 이내가 가장 적절한 것으로 나타났다.

체계처리에 따른 제초효과 조사의 시험포장에서 일년생 잡초인 물달개비, 올챙이고랭이, 자귀풀(*Aeschynomene indica* L.), 피와 다년생잡초인 벼풀, 여뀌바늘, 올방개의 발생이 충분히 이루어 졌으며 무처리 및 대조약제와 제초활성을 비교 분석하기에 적절하였다. Imazosulfuron+fentrazamide SC를 25+100 g a.i./ha와 50+200 g a.i./ha의 약량으로 단일 처리할 경우 올방개, 올챙이고랭이, 자귀풀의 경우 낮은 방제가를 보였다. 반면에 이앙 3일 전 25+100 g a.i./ha와 50+200 g a.i./ha 처리 후 이앙 15일과 20일에 75+300g a.i./ha와 150+600 g a.i./ha로 체계처리 할 경우 모든 처리에서 발생 잡초종에 대해 우수한 방제효과를 보였다(Table 4). 따라서 효과적인 잡초방

**Table 5.** Efficacy of imazosulfuron+fentrazamide granule on various growth stage of Echinochloa species.

Rate (g a.i./ha)	Herbicidal activity (%)					
	ECHOR <sup>1)</sup>			ECHCG		
	2nd <sup>2)</sup>	2.5th	3rd	2nd	2.5th	3rd
75+210	99	85	55	99	83	55
75+300	100	95	65	100	93	65
75+375	100	95	82	100	93	80
150+600	100	98	95	100	95	93

<sup>1)</sup>ECHOR: *Echinochloa crus-galli* beauv. var. *oryzicola* ohwi, ECHCG: *Echinochloa crus-galli* Beauv. Var. *caudata* Kitagawa.

<sup>2)</sup>Application timing (leaf stage).

**Table 6.** Weeding efficacy of imazosulfuron+fentrazamide suspension concentrate on sulfonylurea resistant *Monochoria vaginalis*.

Application timing (leaf stage)	Rate (g a.i./ha)	Herbicidal activity (%)		
		10DAA <sup>1)</sup>	20DAA	30DAA
0	25+100	100	100	100
	50+200	100	100	100
	75+300	100	100	100
1.5	25+100	90	95	95
	50+200	100	100	100
	75+300	100	100	100
2.0	25+100	80	70	70
	50+200	85	90	90
	75+300	95	100	100
3.0	25+100	30	40	40
	50+200	30	50	50
	75+300	30	50	50

<sup>1)</sup>Days after application.

제를 위해 imazosulfuron+fentrazamide SC의 단일처리 보다는 체계처리의 경우 보다 우수한 방제효과를 보여, 벼에 대한 약해가 발생하지 않는다면 개발 가능성이 높을 것으로 사료된다.

## 2. Imazosulfuron+fentrazamide에서 fen-trazamide 함량에 따른 피의 엽기별 약효 및 저항성 물달개비에 대한 제초활성

Imazosulfuron+fentrazamide GR을 강피에 기준량인 75+300 g ai/ha를 처리하였을 경우 2엽기에서는 100%, 2.5엽기는 95.0%의 방제효과를 나타냈으나, 3엽기에서는 65.0%로 낮은 방제효과를 나타냈다. 배량인 150+600 g ai/ha를 3엽기에 처리하였을 경우에는 95.0%로 방제효과가 증가하였다. 물피의 경우 기준량인 75+300 g ai/ha를 처

리하였을 경우 2엽기에서는 100%, 2.5엽기는 93.0%의 방제효과를 나타냈으며, 3엽기에서는 65.0%로 낮게 나타났다. 배량인 150+600 g ai/ha를 3엽기에 처리하였을 경우 93.0%로 방제효과가 높게 나타났다(Table 5). 이는 Ito 등 (2008)의 실험에서는 강피와 물피에 fentrazamide 250 g ai/ha를 3엽기에 처리 할 경우 90.0%의 방제효과를 보였다. 이러한 결과는 fentrazamide에 대한 피의 엽기별 반응이 상당히 민감하다는 것을 의미하며 효과적인 피 방제를 위해 3엽기 전에 imazosulfuron+fentrazamide GR 75+300 g ai/ha 이상 처리할 필요가 있다.

Imazosulfuron+fentrazamide SC는 저항성 물달개비의 발아 전 처리 시 100% 방제 효과를 나타냈으며, 1.5엽기에서도 95.0% 이상의 높은 방제효과를 나타냈다. 하지만 2엽기부터 효과가 떨어지기 시작하여 3엽기에는 방제효과가 현저하게 낮게 나타났다. 사용된 Imazosulfuron+

fentrazamide SC의 3가지 농도는 물달개비의 방제에 크게 영향을 미치지 못했으며 1.5엽기 이전에 혼합제의 처리가 절실하다고 판단된다(Table 6). 따라서 imazosulfuron+fentrazamide SC 혼합제로 저항성 물달개비를 방제하려면 2엽기 이내에 75+300 g ai/ha를 처리해야 될 것으로 사료된다.

#### IV. 결과 및 고찰

본 실험 결과 imazosulfuron+fentrazamide는 75+300 g a.i./ha에서 가장 높은 잡초방제효과를 보였으며, 제형에 관계없이 동일한 효과를 나타냈다. 처리시기에 따른 효과는 이앙 후 5일 이내 처리에서 가장 높았으며 단일 처리보다는 이앙 전과 후의 체계 처리의 경우 보다 높은 제초활성효과를 보여주었다. 피와 저항성 물달개비의 경우 75+300 g a.i./ha를 2엽기 이내 처리해야 90% 이상의 방제가 가능하다. 따라서 저항성 물달개비가 문제가 되고 있는 벼 재배지에서 imazosulfuron+fentrazamide 75+300 g ai/ha를 이앙 후 5일 이내 체계처리를 할 경우 효과적인 방제가 가능할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

이 논문은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2013R1A1A2007443).

#### 참고 문헌

Caroline S. 1991. Sulfonylurea herbicides. PJB publications. pp. 51-60.  
 Heap I. 2012. International survey of herbicide resistant weeds. Http : //www.weedscience.org/in.asp  
 Ito S, Ueno C, Goto T. 2008. Effect of fentrazamide on the growth, morphology and anatomy of *Echinochloa crus-galli* and *Echinochloa oryzicola*. Journal of Pesticide science

33(3):228-233.  
 Kwon OD, Kuk YI, Lee DJ, Shin HR, Park II, Kim YB, Guh JO. 2002. Growth and yield of rice as affected by competitive period of resistant *Monochoria vaginalis* biotype to sulfonylurea herbicide. Korean Journal of Weed Science 22(2):147-153 [In Korea]  
 Lee IY, Park JS, Seo YH, Kim EJ, Lee SG, Cho SH, Kwon OD, Kim SK, Chung WG, Park TS, Kim CS. 2012. Occurrence trends of herbicide resistant weeds in paddy fields in Korea. Korean Journal of Weed Science 32(2): 121-126 [In Korea]  
 Lee IY, Won TJ, Seo YH, Kim EJ, Yun YT, Cho SH, Kwon OD, Kim SK, Chung WG, Park TS, Kim CS, Lee JR, Moon BC, Park JE. 2013. Occurrence trends of herbicide resistant weeds in paddy fields in Korea. Weed & Turfgrass Science 2(3):318-321 [In Korea]  
 Lee SG, Yang ES, Lee JC, Chang CT, Shin CW, Woo IC, Pyon JY. 2003. Occurrence of sulfonylurea herbicide resistant-*Monochoria vaginalis* presl and it's effective weed control system in Chungnam region. Korean Journal of Weed Science 23(1):54-62 [In Korea]  
 Lee SG, Im IB, Kim DS, Pyon JY. 2006. Competition effects of *Echinochloa crus-galli* and *Monochoria vaginalis* on rice growth and yield. Korean Journal of Weed Science 26(3): 262-269 [In Korea]  
 Prak TS, Kim CS, Park JE, Oh YK, Kim KU. 1999. The occurrence of *Monochoria korsakowii* resistant biotype to sulfonylurea herbicides in reclaimed land of western sea, Korea. Korean Journal of Weed Science 19(1):60-63 [In Korea]  
 Park TS, Lee LY, Seong KY, Cho HS, Park HK, Ko JW, Kang UG. 2011. Status and prospect of herbicide resistant weeds in rice field of Korea. Korean Journal of Weed Science 30(3):119-133 [In Korea]  
 Rho YD, Lee MH, Kim YC, Kim HC. 2000. Studies on improved control of *Eleocharis kuroguwai* Ohwi by sulfonylurea herbicides. Journal of Institute of Life Sciences & Resources 21:15-21  
 Rayn GE. 1970. Resistance of common groundsel to simazine and atrazine. Weed science 18:614-616  
 Won OJ, Kim BY, Park KM, Park SH, Pyon JY, Park KW. 2012. Application of remote-controlled aerial application to control weeds on the paddy field using imazosulfuron · mefenacet. CNU Journal of Agricultural Science. 39(4): 473-476 [In Korea]