

# Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 처리시기가 제초활성 및 벼 생육에 미치는 영향

원옥재<sup>1</sup> · 정종휘<sup>2</sup> · 송재은<sup>2</sup> · 박수혁<sup>1</sup> · 황기선<sup>1</sup> · 한성민<sup>1</sup> · 변종영<sup>3</sup> · 박기웅<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 식물자원학과, <sup>2</sup>한국삼공(주) 농업연구소, <sup>3</sup>한국과학기술정보연구원

## Effects of formulation types and application timing of benzobicyclon-mixture on weed control and phytotoxicity of rice

Ok Jae Won<sup>1</sup>, Jong Hee Jeong<sup>2</sup>, Jae Eun Song<sup>2</sup>, Su Hyuk Park<sup>1</sup>, Ki Seon Hwang<sup>1</sup>, Sung Min Han<sup>1</sup>, Jong Yeong Pyon<sup>3</sup>, Kee Woong Park<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>2</sup>Hankooksamgong Agricultural Research Center, Gimje 576-942, Korea

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

Received on 2 December 2013, revised on 23 December 2013, accepted on 23 December 2013

**Abstract :** This study was conducted to evaluate the efficacy of two different formulations and application timings of benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl (BPP) in rice field. BPP granule (GR) and tablet (TB) controlled more than 90% of four weed species 10 and 15 days after sowing in direct seeding when compared with untreated control. BPP TB was highly effective to control herbicide resistant *Scirpus juncoides* and *Monochoria vaginalis* both 10 and 15 days after transplanting (DAT). BPP GR controlled 94.0 and 96.5% of *S. juncoides* and *M. vaginalis*, respectively 10 DAT, but its efficacy decreased to 88.5 and 49.8% respectively 15 DAT. When compared with untreated control, no visual injuries were detected at 255 and 510 g a.i./ha of BPP. The yield of rice increased in both BPP GR and TB in transplanting and direct seeding rice cultivation when compared with untreated control. Based on these data, early application (10 DAT) of BPP GR and TB can be applied to provide effective weed control, especially in the field infested with herbicide resistant weed species.

**Key words :** Benzobicyclon, Herbicide resistance, Formulation type

## I. 서 론

국내 농업인구의 감소와 가구당 재배면적의 증가는 필연적으로 농업의 기계화 및 농약사용량의 증가를 초래하고 있다. 벼(*Oryza sativa L.*) 농사에서 농기계의 보급과 제초제의 개발로 생력화 재배가 증가하고 있는 실정이다. 최근 주로 사용되고 있는 수도용 제초제는 sulfonylurea (SU) 계로서 1986년 bensulfuron-methyl이 최초로 국내에 소개된 이후 지금까지 꾸준히 사용되어 왔다. 이는 SU계 제초제가 소량의 약량으로 선택성과 지속성이 뛰어난 장점을 갖고 있기 때문이다(Caroline, 1991). 하지만 수도용 제초

제로 SU계 제초제를 여러 해 동안 계속해서 사용함으로서 저항성 잡초발생의 원인이 되었다. 제초제 저항성 잡초란 잡초를 방제하기 위하여 제초제를 잡초 군락 내에 정상적으로 살포해도 방제 되지 않고 생존하여 종자를 형성하고 후대에도 계속 이러한 능력이 유전되는 것을 말한다. 최근에는 농가에서 SU계 제초제들에 대한 저항성 잡초와 이들의 발생면적이 급증하고 있다(Lee et al., 2012). 우리나라에는 1999년에 충남 서산 간척지 논에서 SU계 제초제들에 대한 저항성 물옥잠(*Monochoria korsakowii*)이 처음 보고된 이후 현재 물달개비와 올챙이고랭이를 포함한 12개 종에서 SU계 제초제 저항성이 보고되었다(Park et al., 2011). 특히 국내에서 발생하는 SU계 제초제 저항성 잡초 중 물달개비(*Monochoria vaginalis*)와 알방동사니(*Cyperus*

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

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

*difformis* L.)가 가장 광범위하게 확산되고 있는 반면 일본에서는 올챙이고랭이(*Scirpus juncoides* Roxb)와 물달개비가 가장 광범위하게 확산되고 있다(Hiroshi et al., 1999; Uchino et al., 2000; Park et al., 2001; Lee et al., 2013).

제초제 저항성 잡초가 작물과 경합할 경우 양분 및 광경합에 의한 식물광합성 관련 요소인 엽록소 및 가용성 단백질 함량 등의 부족으로 광합성 효율이 낮아지기 때문에 작물 생산력이 감소하게 된다. 특히 국내 논에서 가장 우점하고 있는 SU계 제초제 저항성 물달개비가 담수직파 및 어린모 기계이양 논에서 발생할 경우 벼 수량이 각각 70.0%와 44.0%정도 감소한다고 알려져 있다(Kwon et al., 2002). 벼의 밀도를 일정하게 하고 저항성 올챙이고랭이 밀도를 달리한 종간경합에서 벼의 생육은 저항성 올챙이고랭이 밀도가 증가할수록 감소하였으며 벼의 광합성과 광합성 관련 형질인 엽록소 및 가용성 단백질 함량이 뚜렷하게 감소함을 알 수 있었다(Park et al., 2005).

최근 국내에서는 SU계 제초제 저항성 잡초를 방제하기 위해 SU계 제초제와 다른 작용기작을 갖고 있는 제초제와의 혼합제 개발이 활발히 진행되고 있다. 주로 개발 시험 중인 약제로는 benzobicyclon, mesortione, tefuryltione, carfentrazone-ethyl과 bromobutide 등이 있다. 이들 약제는 SU계 제초제 저항성 잡초를 방제하는데 효과적이며, 특히 bromobutide는 사초과인 올챙이고랭이, carfentrazone-ethyl은 광엽잡초인 물달개비, benzobicyclon은 올챙이고랭이와 물달개비에 효과적인 것으로 알려져 있다(BCPC, 2009).

Benzobicyclon은 흡수 이행형 수도용 제초제로, p-hydroxyphenyl pyruvate dioxygenase (HPPD) 효소활성을 억제하고, 최종적으로 carotenoid의 생합성을 저해하여 백화현상을 야기하며 결국 식물체를 고사시킨다(Keisuke, 2002).

본 연구는 SU계 제초제 저항성 올챙이고랭이와 물달개비에 대한 benzobicyclon 혼합제의 제형별 특성에 따른 제초활성과 벼의 생육에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험재료

Benzobicyclon은 한국삼공(주) 농업연구소에서 분양받

았으며, 입제의 경우 perl mill을 이용한 습식분쇄(wet mill) 후 증량제로서 talc를 사용하였고, 정제의 경우 air mill을 이용한 건식분쇄(dry mill) 후 증량제로서 cellulose를 사용하였다. 실험에 사용한 benzobicyclon 혼합제의 입제 및 정제의 조성 및 함량비율은 다음과 같다. Benzobicyclon+penoxsulam+pyrazosulfuron-ethyl: 입제(0.7+0.08+0.07%), 정제(8.4+0.96+0.84%)

### 2. Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 처리시기에 따른 잡초종별 방제효과

처리시기에 따른 잡초종별 방제효과를 알아보기 위해 전북 김제포장에서 실험을 수행하였다. 써레질은 2007년 5월 8일에 수행하였고, 써레질 2일 후에 담수상태에서 벼씨를 직접 파종(50 kg/ha)하였다. 시험약제 처리는 파종 10일과 15일 후에 수면처리 하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 각각 90-45-57 kg/ha 수준으로 사용하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 약효조사는 시험구내 50 cm × 50 cm의 방형틀을 이용하여 잡초종별 본수 및 건물중을 조사한 후 1 m<sup>2</sup>로 환산하여 무처리 건물중에 대한 시험구 건물중의 비율로 방제가를 계산하여 약효를 평가하였다.

### 3. Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 처리시기에 따른 SU계 제초제 저항성 올챙이고랭이와 물달개비의 방제효과

전북 김제의 SU계 제초제 저항성 올챙이고랭이와 물달개비가 발생하는 포장에서 실험을 수행하였다. 2008년 5월 18일에 써레질을 하였으며, 모의 생육이 부진한 관계로 7일 후인 5월 25일에 이양 하였다. 재식본수는 4본, 재식거리는 30 cm × 14 cm에 이양심도는 3 cm 깊이였다. 입제는 30 ka/ha, 정제는 2.5 kg/ha를 이양 10일과 15일 후에 수면처리 하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 100-70-80 kg/ha 수준으로 사용하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 약효조사는 시험구내에 발생한 SU계 제초제 저항성 올챙이고랭이와 물달개비를 50 cm × 50 cm의 방형틀을 이용하여 본수 및 건물중을 조사한 후 1 m<sup>2</sup>로 환산하여 무처리 건물중에 대한 시험구 건물중의 비율로 방제가를 계산하여 약효를 평가하였다.

#### 4. Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 재배방법이 벼 생육에 미치는 영향

벼 어린모 기계이앙답과 담수직파답에서의 benzobicyclon 혼합제의 제형이 벼 생육에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 어린모 기계이앙은 경기도 평택포장에서 수행되었으며 2009년 5월 18일 써레질을 하고 2일 후에 이앙하였다. 당시 이앙 묘소질은 초장 12.0 cm, 엽수 1.5엽, 건물중 1.21 g/100본인 벼를 재식거리 30 cm × 14 cm로 이앙하였다. 약제처리는 이앙 15일 후에 입제는 기준량 30 kg/ha, 배량은 60 kg/ha으로, 정제는 기준량 2.5 kg/ha, 배량 5.0 kg/ha으로 수면처리 하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 110-70-80 kg/ha 수준으로 사용하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 생육조사는 이앙 후 10일부터 40일까지 10일 간격으로 4회 초장과 분蘖수를 조사하였고, 수량조사는 이앙 후 156일에 간장, 수장, 수수, 수량을 조사하였다. 담수직파의 경우 전북 김제 포장에서 2009년 5월 12일 써레질을 하고 2일 후에 50 kg/ha의 양으로 파종하였으며, 파종 15일 후에 약제를 수면처리 하였다. 담수심은 5 cm 정도로 유지하였고, 본답시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 90-45-57 kg/ha 수준으로 사용하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 생육조사는 어린모 기계이앙의 경우와 동일하게 이루어졌다.

#### 5. 통계분석

본 시험에서 얻어진 모든 결과는 SAS (2002)의 GLM (Generalized linear model) program (two way ANOVA procedure)을 이용하여 분석하였으며, 각 처리구간의 평

균값을 Tukey's Honestly Significant Difference 검정을 이용하여 95% 신뢰수준에서 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 처리시기에 따른 잡초종별 방제효과

Benzobicyclon 혼합제 입제의 경우 파종 10일 후 처리에서는 모든 초종에 대해서 100% 방제 효과를 보였고, 파종 15일 후 처리에서는 사마귀풀(*Aneilema keisak* Hassk.)과 피(*Echinochloa crus-galli*)는 100% 방제가 되었으며, 올방개(*Eleocharis Kuroguwai* Ohwi.)와 자귀풀(*Aeschynomene indica* L.)은 각각 98.7%와 95.0%이상의 우수한 방제효과를 보였다. Benzobicyclon 혼합제 정제의 경우 파종 10일 후 처리에서 사마귀풀과 피는 100% 방제가 되었고 올방개와 자귀풀은 각각 95.1%와 94.7%이상의 효과를 보였으며, 파종 15일 후 처리에서는 피만 100% 방제가 되었고 사마귀풀, 올방개, 자귀풀은 각각 93.9%, 98.7%, 97.4%의 방제효과를 보였다(Table 1). Benzobicyclon 혼합제 입제와 정제를 파종 10일 후와 15일 후 처리하였을 경우 발생 잡초종에 대하여 우수한 방제효과를 보였다.

#### 2. Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 처리시기에 따른 SU제 제초제 저항성 올챙이고랭이와 물달개비의 방제효과

Benzobicyclon 혼합제 입제의 경우 이앙 10일 후 처리에서 저항성 올챙이고랭이와 물달개비에 대해 각각 94.0%

**Table 1.** Herbicidal efficacy of benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl formulations (255 g a.i./ha) on four paddy weed species 10 and 15 days after direct seeding.

Herbicide formulation	Application timing (DAS <sup>2)</sup> )	% of untreated control		
		EC <sup>3)</sup>	AK	AI
BPP GR <sup>1)</sup>	10	100a	100a	100a
BPP GR	15	100a	100a	98.7a
BPP TB	10	100a	100a	94.7a
BPP TB	15	100a	93.9b	97.4a

<sup>1)</sup>BPP: Benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl, GR: Granule, TB: Tablet

<sup>2)</sup>Days after sowing

<sup>3)</sup>EC: *Echinochloa crus-galli*, AK: *Aneilema keisak*, AI: *Aeschynomene indica*, EK: *Eleocharis kuroguwai*

<sup>a-b</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

96.5%의 우수한 방제 효과를 보였으며, 이앙 15일 후 처리는 올챙이고랭이는 88.5%의 방제효과를 보인 반면 저항성 물달개비의 경우 49.8%로 방제가 되지 않았다. 이와 같은 입제의 효과 감소는 제제 가공 과정에서 증량제로 쓰인 talc의 영향으로 저항성 물달개비에 활성을 보이는 benzobicyclon의 유효성분의 용출 정도에 영향을 주어서 이앙 15일 후 처리에서 저항성 물달개비에 대한 저조한 방제 효과가 나타난 것으로 사료된다. Benzobicyclon 혼합제의 정제를 처리하였을 경우 이앙 10일 후와 15일 후 처리 모두 저항성 올챙이고랭이와 물달개비에 대해서 91.7% 이상의 효과를 보여 처리시기에 관계없이 안정적인 제초활성을 보였

다(Table 2).

### 3. Benzobicyclon 혼합제의 제형 및 재배방법이 벼 생육에 미치는 영향

기계이앙답에서의 benzobicyclon 혼합제 입제와 정제의 약제처리 10일 후 약해조사에서 두 제형 모두 기준량과 손제초 사이의 초장과 분열수의 차이는 없었으나, 배량과 손제초 사이의 초장과 분열수에 대해서는 입제의 경우 각각 2.0%와 6.6%, 정제의 경우 6.2%와 10.9%로 생육이 억제되었다. 이후 약제처리 20일 후 조사에서 입제와 정제

**Table 2.** Herbicidal efficacy of benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl formulations (255 g a.i./ha) on herbicide-resistant weed species 10 and 15 days after rice transplanting.

Herbicide formulation	Application timing (DAT <sup>2)</sup> )	% of untreated control	
		SJ <sup>3)</sup>	MV
BPP GR <sup>1)</sup>	10	94.0a	96.5a
BPP GR	15	88.5b	49.8b
BPP TB	10	99.2a	91.7a
BPP TB	15	98.4a	95.3a

<sup>1)</sup>BPP: Benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl, GR: Granule, TB: Tablet

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

<sup>3)</sup>SJ: *Scirpus juncoides*, MV: *Monochoria vaginalis*

<sup>a-b</sup>The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

**Table 3.** Phytotoxicity of benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl formulations on plant height and tiller number in the transplanting rice field.

DAA <sup>1)</sup>	Rate (g a.i./ha)	Plant height (cm)		Tiller (no.)	
		BPP GR <sup>3)</sup>	BPP TB	BPP GR	BPP TB
10	255	23.8±0.9	25.8±0.7	10.7±0.3	11.8±0.2
	510	23.3±1.1	24.0±0.9	9.9±0.4	10.9±0.5
	HW <sup>2)</sup>	23.8±1.0	25.6±1.0	10.6±0.3	12.2±0.3
20	255	36.1±1.2	38.2±0.9	18.9±0.7	26.7±0.8
	510	35.2±1.3	38.0±1.5	18.9±0.6	26.2±0.4
	HW	34.9±1.1	38.0±1.4	19.2±0.9	26.1±0.8
30	255	46.5±1.4	52.2±1.5	30.5±1.2	35.9±1.1
	510	46.9±1.2	51.7±1.1	29.9±0.9	36.0±1.0
	HW	47.2±1.3	52.2±1.5	30.2±0.9	36.0±0.8
40	255	56.6±1.4	67.2±1.2	34.0±1.0	30.2±0.9
	510	57.3±1.6	68.6±1.7	33.6±0.9	31.0±0.7
	HW	59.0±2.0	68.1±2.1	34.2±1.4	30.4±1.3

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

<sup>2)</sup>HW: Hand weeding

<sup>3)</sup>BPP: Benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl, GR: Granule, TB: Tablet

**Table 4.** Phytotoxicity of benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl formulations on plant height and tiller number in the direct seeding.

DAA <sup>1)</sup>	Rate (g a.i./ha)	Plant height (cm)		Tiller (no.)	
		BPP GR <sup>3)</sup>	BPP TB	BPP GR	BPP TB
10	255	12.7±0.5	14.2±0.4	1.0±0.0	1.0±0.0
	510	12.6±0.9	13.0±0.8	1.0±0.0	1.0±0.0
	HW <sup>2)</sup>	13.0±0.4	15.2±0.8	1.0±0.0	1.0±0.0
20	255	24.2±0.6	26.5±0.6	2.6±0.5	2.8±0.0
	510	23.9±0.4	26.3±1.9	2.5±0.5	2.4±0.5
	HW	24.3±0.6	27.5±0.5	2.9±0.5	3.0±0.8
30	255	39.1±1.3	42.2±0.9	5.0±0.5	5.1±0.4
	510	39.9±0.6	43.0±2.0	4.9±0.5	5.1±0.5
	HW	39.0±0.9	42.3±1.1	4.8±0.7	5.3±0.6
40	255	50.0±0.8	52.0±1.0	8.1±0.6	8.3±0.5
	510	50.2±1.1	51.7±0.7	8.0±0.5	8.5±0.4
	HW	49.9±0.9	52.1±1.0	8.2±0.7	8.6±0.5

<sup>1)</sup>Days after application<sup>2)</sup>HW: Hand weeding<sup>3)</sup>BPP: Benzobicyclon+penoxsulam+pyrzaosulfuron-ethyl, GR: Granule, TB: Tablet**Table 5.** Effects of BPP GR and BPP TB at 255 g a.i./ha on the yield and yield components of rice cultivated with transplanting and direct seeding.

Treatment <sup>1)</sup>		Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number (no./m <sup>2</sup> )	Yield (kg/ha)
Transplanting	BPP GR	80.1a	19.7a	398a	5600a
	BPP TB	79.8a	20.3a	396a	5570a
	HW	79.2a	19.8a	389a	5520a
	UC	74.8b	17.5b	314b	3140b
Direct seeding	BPP GR	78.9a	19.8a	380a	4670a
	BPP TB	79.0a	20.2a	385a	4710a
	HW	79.0a	20.0a	375a	4580a
	UC	57.0b	13.8b	226b	1720b

<sup>1)</sup>BPP: Benzobicyclon+Penoxsulam+Pyrzaosulfuron-ethyl, GR: granule, TB: tablet, HW: Hand weeding, UC: Untreated control.

a-b) The symbols with the different letters in the same column denote a significant difference at the 5% level by Tukey's Honestly Significant Difference test.

모두 증상이 회복되어 수량에 영향을 미칠만한 약해 반응은 보이지 않았다(Table 3).

담수직파의 Benzobicyclon 혼합제 입제와 정제의 약제 처리 10일 후 조사에서 입제의 경우 손제초 대비 기준량과 배량은 각각 2.3%와 3.1%로 생육이 억제 되었고, 정제의 경우 손제초 대비 기준량과 배량은 각각 6.6%와 14.5%로 생육억제 반응을 보였다. 이러한 현상은 처리 20일 후 조사에도 이어졌으나, 30일 후 조사에 와서 그 증상을 모두 회복하였다(Table 4).

기계이앙답과 담수직파답에서 benzobicyclon 혼합제 입제와 정제의 처리에 따른 생육 및 수량조사는 제형에 상관없이 모든 생육조사에서 손제초와 유사한 결과를 보였으며, 수량의 경우 손제초 보다도 우수하였다(Table 5).

#### IV. 결 론

본 실험은 benzobicyclon 혼합제 입제와 정제의 처리시기에 따른 잡초종별 제초활성과 벼의 생육에 대해서 알아

보고자 시험을 수행하였다. Benzobicyclon 혼합제 입제와 정제를 담수직파재배에 활용할 경우 두 처리 모두 93.0% 이상의 우수한 방제효과를 보였으며, 처리시기가 빠른 파종 10일 후 처리에서 보다 우수한 효과를 보였다. 이는 박 등의 결과 benzobicyclon 혼합제 정제를 파종 15일 후 처리 결과 잡초 종에 대해 91.8% 이상의 방제효과를 보인다는 결과와 유사하였다(Park et al., 2013). 또한 benzobicyclon 혼합제 입제와 정제를 기계이앙답에서 발생하는 SU계 제초제 저항성 올챙이고랭이와 물달개비의 방제에 이용 할 경우 이앙 10일 후 처리에서 두 제형 모두 저항성 올챙이고랭이과 물달개비에 대해 91.7%이상의 방제효과를 보였고, 이앙 15일 후 처리의 경우 정제는 저항성 잡초종에 대해 95.0%이상의 우수한 방제효과를 보였으며, 입제의 경우 저항성 올챙이고랭이는 88.5%의 방제효과를 보인 반면 저항성 물달개비의 경우 49.8%로 방제가 되지 않았다. 이러한 입제의 효과 감소는 제형을 만드는 과정에서 중량제로 사용된 talc에 의해 저항성 물달개비에 활성을 보이는 benzobicyclon의 유효성분의 용출 정도에 영향을 주어서 파종 15일 후 처리에서 저조한 방제가 나타난 것으로 사료된다. 이는 송 등의 실험 결과 benzobicyclon 혼합제 입제를 이앙 후 10일 후 처리 시 저항성 올챙이고랭이에 대해 94.0%의 제초활성을 보인다는 결과와 유사하였다(Song et al., 2011). 기계이앙답과 담수직파 시 벼 생육의 경우 benzobicyclon 혼합제 입제와 정체 모두 생육 초반 생육저해 현상이 발생되나 시간이 지남에 따라 그 증상은 모두 회복되며, 수량에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 위 결과 benzobicyclon 혼합제의 입제와 정제 모두 처리시기에 상관없이 잡초종에 대하여 우수한 방제효과를 보이며, SU계 저항성 잡초를 방제하기 위한 benzobicyclon 혼합제 입제의 처리는 이앙 10일 이내 처리해야하며, 정제의 처리는 이앙 15일 이내 처리해야 방제가 가능하다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- British Crop Production Council (BCPC). 2009. Pesticide Manual. 15<sup>th</sup> ed. Latimer Trend & Co., Plymouth 96p.  
 Caroline S. 1991. Sulfonylurea herbicide. PJB publication. Kte., London 179p.

- Hiroshi K, Kazuo K, Masakazu T. 1999. Occurrence of sulfonylurea-resistant biotypes of *Scirpus juncoides* Roxb. var. *ohwianus*. T. Koyama in paddy fields of Hokkaido prefecture, Japan. Journal of Weed Science and Technology 44(3):228-235. [in Japanese]  
 Keisuke S. 2002. Discovery study of new herbicides from the inhibition of photosynthetic pigments biosynthesis. Journal of Pesticide Science 27(4):388-391. [in Japanese]  
 Kwon OD, Kuk YI, Lee DJ, Shin HR, Park IJ, Kim EB, Guh JO. 2002. Growth and yield of rice as affected by competitive period of resistant *Monochoria vaginalis* biotype to sulfonylurea herbicides. Korean Journal of Weed Science 22(2):147-153. [in Korean]  
 Lee IY, Park JS, Seo YH, Kim EJ, Lee SG, Cho SH, Kwon OD, Kim SK, Chung WG, Park TS, Kim CS, Lee JR, Moon BC, Kang CK, Park JE. 2012. Occurrence trends of herbicide resistant weeds in paddy fields in Korea. Korean journal of Weed Science 32(2):121-126.  
 Lee IY, Won TJ, Seo YH, Kim EJ, Yun YT, Cho SH, Kwon OD, Kim SK, Chung WG, Park TS, Kim CS, Lee J, Moon BC, Park JE. 2013. Occurrence trends of SU-herbicide resistant weeds in paddy fields in Korea. Weed & Turfgrass Science 2(3):318-321. [in Korean]  
 Park SH, Heo YR, Won OJ, Hwang KS, Eom MY, Han SM, Park KW. 2013. Herbicidal efficacy of benzobicyclon-mixtures and carfentrazone-ethyl mixtures in direct-seeding flooded rice. CNU Journal of Agricultural Science 40(3): 183-189. [in Japanese]  
 Park TS, Kim CS, Moon BC, Lee IY, Lim ST, Park JE, Kim KU. 2001. Occurrence and control of *Lindernia dubia* (L.) pennell var. *dubia*, sulfonylurea resistant biotype in paddy fields in southern areas of Korea. Korean Journal of Weed Science 21(1):33-41. [in Korean]  
 Park TS, Kang DK, Moon BC, Cho JR, Kim KU. 2005. Physiological and ecological characteristics of rice by density of sulfonylurea-resistant *Scirpus juncoides* Roxb. Korean Journal of Weed Science 25(3):179-184. [in Korean]  
 Park TS, Lee IY, Seong KY, Cho HS, Park HK, Ko JK, Kang UG. 2011. Status and prospect of herbicide resistant weeds in rice field of Korea. Korean Journal of Weed Science 31(2):119-133. [in Korean]  
 Song JE, Park MS, Jeong JH, Park EH, Heong CK. 2011. Herbicidal efficacy affected by different formulation of benzobicyclon-mixtures herbicides in paddy rice field. Korean Journal of Weed Science 31(4):384-393. [in Korean]  
 Uchino, Wang GX, Itoh K. 2000. Sulfonylurea resistant biotypes of *Lindernia* species in the Tohoku region and their response to several herbicides. Journal of Weed Science and Technology 45(1):13-20. [in Japanese]