

## 잔디용 제초제 Flupoxam 과립수화제의 생물특성 소개

이인용<sup>1\*</sup>, 김창석<sup>1</sup>, 이정란<sup>1</sup>, 문병철<sup>2</sup>, 이관섭<sup>3</sup>

### Biological Characteristics of Flupoxam under Registration

In-Yong Lee<sup>1\*</sup>, Chang-Seok Kim<sup>1</sup>, Jeongran Lee<sup>1</sup>  
Byung Chul Moon<sup>2</sup> and Kwan-Sup Lee<sup>3</sup>

**ABSTRACT** The water dispersible granule flupoxam showed over 95% of weeding effect on the annual weeds of Poaceae such as *Poa annua* L., *Digitaria ciliaris* (Rets.) Koel and broad-leaf weeds. Efficacy of treatment had been lasted over 120 days in the 2kg ha<sup>-1</sup> when it was treated from March to April while lasted over 180 days when it was treated from September to October. Because the flupoxam has a high soil absorptivity, a perfected herbicide layer is formed. This results in perfect weeding effect regardless of the presence or absence of thatch. Because the flupoxam has a different mechanism of action from the conventional herbicides such as dinitroanilines, pyridines, and carbamates, it is very effective with the alternative spray. Phytotoxicity symptoms was not observed and/or produced antocyan in new leaves in the landscape trees around the lawngrass by flupoxam treatment.

**Key words:** flupoxam; lawngrass; thatch.

### 서 언

잔디에 발생하는 잡초는 70~100여종이 되나 답압(踏壓)하는 조건하에서 발생할 수 있는 잡초는 약 40여종으로 알려져 있다(Kim과 Shin 2007). 그러나 예취빈도가 많아지면 키가 큰 잡초들은 발생 및 생장이

억제되어 전체적인 잡초의 종류는 감소되고, 예초빈도가 적어지면 잡초의 종류가 증가되며 토끼풀, 팽이밥, 별꽃, 애기땅빈대, 중대가리풀 등의 키가 작고 포복성인 잡초가 번성한다고 한다(Guh 등 2010). 이들 잡초를 효과적으로 방제하기 위하여 등록된 제초제는 62종으로 토양처리제 34종, 경엽처리제 28종이다(KCPA

<sup>1</sup> 국립농업과학원 농업생물부, 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150번지(Department of Agricultural Biology, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea).

<sup>2</sup> 국립농업과학원 농산물안전성부, 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 150번지(Department of Crop Life Safety, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea).

<sup>3</sup> 닛소코리아(주), 135-712 서울시 강남구 대치동 889-5 상제리빌딩 A동 1401호(NISSO KOREA Co., Ltd. A-1401, Champs Elysees Center B/D, Seoul 135-712, Korea).

\* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-31-290-0418, Fax) +82-31-291-0503, E-mail) leeinyong@korea.kr

(Received May 25, 2011; Examined June 8, 2011; Accepted June 15, 2011)

2010). 그러나 이들 제초제의 일부는 개발된 지 오래 되어 방제효과가 떨어지거나 저항성이 유발되었다.

잔디는 생육환경에 따라 난지형(暖地形) 잔디와 한지형(寒地形) 잔디로 분류되며, 난지형 잔디는 따뜻한 지역인 25~35℃에서 잘 자라고, 한지형 잔디는 서늘한 15~25℃에서 잘 생육한다. 난지형 잔디로는 한국잔디로 불리는 들잔디(Korean lawngrass, *Zoysia japonica*), 금잔디(manila grass, *Zoysia matrella*) 등이 있으며, 버뮤다그래스(bermudagrass)도 여기에 속한다. 한지형 잔디는 서양잔디라고도 불리우며 켄터키 블루그래스(Kentucky bluegrass), 퍼레니얼 라이그래스(perennial ryegrass), 툴 페스큐(tall fescue), 크리핑 벤틀그래스(creeping bentgrass) 등이 있다 (Kim과 Shin 2007).

잔디의 뿌리는 그물모양으로 얽혀 있고 그 위에는 부식층이 생기며, 일년생잡초는 이 부식층에서 발생한다. 따라서 토양처리용 제초제를 살포하면 부식층에서 주로 흡착되는데 온도변화가 적고 약제분해가 늦어지므로 제초효과가 높게 지속되는 경향을 보인다고 한다 (Guh 등 2010). 또 경영처리제를 살포할 경우에는 잔디 사이에서 잡초가 발생하기 때문에 잡초가 비교적 세장(細長)하고 연약하여 제초제에 접촉되기는 어렵지만 저항성이 거의 없으므로 10a당 150~200L 정도의 물량으로 살포하는 것이 좋다고 하였다(Guh 등 2010).

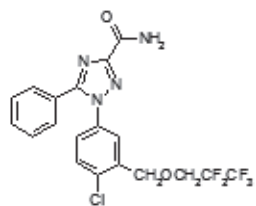
잔디에서 문제되는 잡초로는 새포아풀, 바랭이, 애

기땅빈대 등이다. 이들 문제잡초 중에서 한지형 잔디에 새포아풀을 특이적으로 방제할 수 있는 메티오졸린(methiozolin)이 농약으로 등록되어 사용 중에 있다(Koo 등 2010). 앞에서 언급한 바와 같이 예초하는 횟수에 따라 발생하는 잡초의 양상은 달라지겠으나 키가 작고 포복성이 강한 잡초가 번성하는 것이 문제이다. 이들 잡초를 효과적으로 방제할 수 있는 잔디용 토양처리제인 플루폭삼(flupoxam)이 농약등록과정 중에 있어 이 약제에 대한 생물특성을 소개하고자 한다.

### 일반적인 특성

플루폭삼(flupoxam)은 1980년대 후반에 吳羽化學工業(株)가 개발한 트리아졸환을 가진 새로운 골격의 제초제로 화분과 작물의 광엽잡초를 토양처리 및 경영처리 두 가지 방법으로 방제 가능한 것이 확인되었다. 그 이후 맥류밭 광엽잡초 방제로 유럽에서 吳羽化學工業(株)와 몬산토(주)가 공동 개발하여 1991년 British Crop Protection Conference에서 그 결과를 발표하여 1993년 프랑스에서 임시등록되어 사용되었으나 도복약해가 발생되어 판매가 중지되었다. 그 후 2002년 大日本イキ化學工業(株)가 잔디밭 신규 제초제 검토과정에서 재발견하여 폭 넓은 연구가 진행되었다. 일본에서는 식물조절제협회에서 2002년부터 시험을 실시하여 2009년 5월에 잔디밭 잡초방제제로 등록되었다(Nippon Soda 2010).

### 이화학적 성상

구조식	
일반명	플루폭삼 Flupoxam (ISO)
화학식	1-[4-chloro-3-(2,2,3,3,3-pentafluoropropoxymethyl)phenyl]-1H-1,2,3-triazole-3-carboxamide (IUPAC)
분자식	C <sub>19</sub> H <sub>14</sub> ClF <sub>5</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>
분자량	460.78
성상	백색고체
융점	137.7~138.3℃
증기압	7.85×10 <sup>-5</sup> Pa
용해도	2.42mg/L(20℃)

**Table 1.** Lawngrass weeds control by flupoxam (dosage 0.2g m<sup>-2</sup>, Nippon Soda 2010).

Family name	Scientific name	Korean name	Weeding effect <sup>1)</sup>
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>	바랭이	●
	<i>Digitaria violascens</i>	민바랭이	●
	<i>Poa annua</i>	새포아풀	●
	<i>Eleusine indica</i>	왕바랭이	●
	<i>Cassia obtusifolia</i>	강아지풀	◎
	<i>Alopecurus aequalis</i>	뚝새풀	●
	<i>Paspalum thunbergii</i>	참새피	□
Brassicaceae	<i>Cardamine flexuosa</i>	황새냉이	●
Lamiaceae	<i>Lamium purpureum</i>	광대나물	●
Asteraceae	<i>Conyza sumatrensis</i>	큰망초	●
	<i>Erigeron philadelphicus</i>	봄망초	●
	<i>Erigeron annuus</i>	개망초	●
	<i>Senecio vulgaris</i>	개쑥갓	●
	<i>Taraxacum officinale</i>	서양민들레	●
	<i>Sonchus oleraceus</i>	방가지뚥	●
	<i>Gnaphalium peccatum</i>	풀숨나물류	●
	<i>Erigeron canadensis</i>	망초	●
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	●
	<i>Trifolium dubium</i>	애기노랑토끼풀	◎
	<i>Kummerovia striata</i>	매듭풀	●
	<i>Vicia angustifolia</i>	살갈퀴	●
Caryophyllaceae	<i>Sagina japonica</i>	개미자리	●
	<i>Stellaria media</i>	별꽃	●
	<i>Cerastium glomeratum</i>	유럽짐도나물	●
Scrophulariaceae	<i>Veronica persica</i>	큰개불알풀	●
	<i>Veronica arvensis</i>	선개불알풀	●
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	쇠비름	●
Plantaginaceae	<i>Plantago asiatica</i>	질경이	●
Polygonaceae	<i>Persicaria lapathifolia</i>	흰여뀌	●
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia supina</i>	애기땅빈대	●
Cyperaceae	<i>Cyprerus microiria</i>	금방동사니	●

<sup>1)</sup>Weeding effect : ● 100%, ◎ 99~95%, ○ 94~90%, □ 89~80%, △ 79~60%, × 59%~.

### 방제 가능 잡초

플루폭삼 과립수화제가 잔디밭에 발생하는 잡초를 방제할 수 있는 스펙트럼은 표 1과 같다. 잔디밭에 발생하는 31종의 잡초를 대상으로 시험한 결과, 참새피를 제외한 나머지 30초종은 95~100%의 방제효과를 보였다(Nippon Soda 2010). 화본과는 바랭이 등 7초종 중에서 참새피만 80%내외인 반면에 다른 초종은

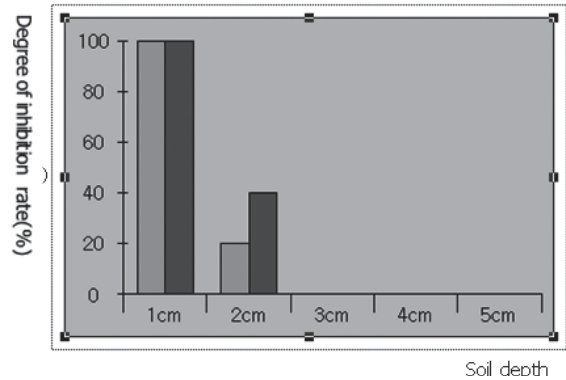
95~100%, 국화과는 큰망초, 개망초 등 8초종 모두 100%, 토끼풀, 살갈퀴 등 콩과 4초종은 95~100%, 석죽과, 현삼과 등 나머지 잡초종 모두 100% 방제되었다. 잡초방제효과는 플루폭삼 과립수화제를 토양처리하여 얻어진 결과로서 산이 많은 우리나라 잔디 특히 골프장에서 유용하게 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

**살초 및 작용기작**

플루폭삼은 잡초의 근단, 유아부분 조직에 접촉하여 작용하는 것으로 알려졌다. 또한 세포분열시 세포벽 생합성을 저해(셀룰로스 생합성 저해)해서 고사시키나 식물체내에의 이행은 거의 없는 것으로 알려져 있다 (Nippon Soda 2010). 그러나 펜디메탈린과 같은 디니트로아니린계의 작용기작은 세포분열시 방추사(紡錘糸)의 형성을 저해하므로 약제를 교호살포할 경우에는 잔디밭에 잡초를 효율적으로 방제할 수 있을 것이다.

**토양이동성**

플루폭삼 과립수화제를 유기물함량이 0.6%인 토양에 0.3g m<sup>-2</sup> 처리하고 강우량 30mm 5hr<sup>-1</sup> 처리한 후 약제의 토양이동성을 칼럼을 이용하여 확인하였다(그림 1). 그 결과, 플루폭삼은 토심 2cm 이하로는 이동하지 않는 것으로 확인되었다. 즉 생물검정 대상인 바랭이와 피 종자를 토심별로 발아시킨 결과, 1cm에서는 모두 100% 억제시킨 반면에, 2cm에서는 바랭이는 20%, 피는 40% 생육을 억제시켰으나 3cm 이하에서는 전혀 억제되는 양상을 보이지 않았다. 즉 플루폭삼



**Fig. 1.** Downward movement of flupoxam under soil (dosage 0.3g m<sup>-2</sup>, Nippon Soda 2010). Blue bars indicate *Digitaria ciliaris*, red bars indicate *Echinochloa crus-galli* var. *oryzoides*.

은 토심 1~2cm에 분포하여 토양이동으로 인한 지하수 오염 등은 우려하지 않아도 될 것으로 사료된다.

**잔디에 대한 안전성**

*플루폭삼 약량별 한국잔디에 미치는 영향*

플루폭삼이 한국잔디에 미치는 영향을 봄, 가을처리로 각각 나누워서 비교하였다(표 2). 플루폭삼은

**Table 2.** Effect of increasing dosages of flupoxam on the lawngrass (Nippon Soda 2010).

o Spring treatment (April 2004)

Dosage (g m <sup>-2</sup> )	Korean lawngrass		Manila grass	
	Inhibit of growth <sup>1)</sup>	Chlorosis <sup>2)</sup>	Inhibit of growth	Chlorosis
0.2	-	-	-	-
0.4	-	-	-	-
0.6	-	-	-	-
Control	-	-	-	-

o Fall treatment (September 2005)

Dosage (g m <sup>-2</sup> )	Korean lawngrass			Manila grass		
	Inhibit of growth	Chlorosis	Afforestation of next year	Inhibit of growth	Chlorosis	Afforestation of next year
0.2	-	-	No problem	-	-	No problem
0.4	-	-	No problem	-	-	No problem
0.6	-	-	No problem	-	±	No problem
Control	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>Inhibit of growth : -(nothing), +++(completed death).

<sup>2)</sup>Chlorosis : -(nothing), ±(slightly chlorosis), +(chlorosis), ++(chlorosis-necrosis), +++(necrosis).

0.2~0.6g m<sup>-2</sup> 살포한 결과, 4월 봄처리에서 들잔디와 금잔디에 어떠한 영향도 미치지 않았으며, 그런 경향은 가을 9월 처리에서도 같았다. 다만, 9월에 0.6g m<sup>-2</sup>을 처리하였을 때 금잔디에서 가벼운 황화현상이 관찰되었으나 3~4일내 회복되었다. 또 가을에 처리하였을 경우 익년도 봄철 신초생육에 미치는 정도는 약량이 증가되어도 아무런 영향을 주지 않았다.

#### 플루폭삼 연용처리에 의해 잔디에 미치는 영향

플루폭삼 연용처리에 의해 잔디에 미치는 영향은 표 3과 같다. 즉 플루폭삼 0.3g m<sup>-2</sup>(물량 200~250ml)을 같은 해 3~4월, 9~10월 2회를 2년 동안 살포한 결과, 들잔디에 어떠한 영향을 미치지 않았다. 이 결과는 잔디에 발생하는 잡초를 방제하기 위해 연속적으로 살포하여도 무방하다는 것을 의미한다. 그러나 이 처리가 저항성잡초 유발에 어떤 영향을 미칠지는 더 많은 연구 검토가 수행되어야 할 것이다.

**Table 3.** Effect of flupoxam treatment for consecutive 2 year on the lawngrass (dosage 0.3g m<sup>-2</sup>, Nippon Soda 2010).

Species of lawngrass	Date of soil application	Phytotoxicity
Korean lawngrass	2005. 4.21, 9.21	None
	2006. 4.28, 9.20	
	2005. 3.29, 10. 7	None
	2006. 4. 3, 10.24	
Manila grass	2005. 3.29, 10. 4	None
	2006. 4.28, 10.10	
	2005. 4.18, 9.28	None
	2006. 4.20, 9.22	

#### 잔디 활착전에 플루폭삼 살포가 잔디뿌리 신장에 미치는 영향

잔디 활착전 약제살포가 잔디 뿌리 신장에 미치는 영향은 표 4와 같다. 표 4에 의하면 들잔디와 금잔디를 0.15~0.3g m<sup>-2</sup> 처리한 결과, 잔디 활착 전에 근장이 정상보다는 다소 떨어지는 경향을 보였으며, 잔디 뿌리끝 생육억제는 무처리에 비하여 다소 발생하는 것으로 확인되었다. 즉 잔디 뿌리 활착 전에 뿌리에 대해 영향을 미치기 때문에 플루폭삼은 잔디 활착 후에 살포하는 것이 상대적으로 안전할 것으로 사료된다.

#### 약효변동 요인

##### 약제살포시기별 잡초방제효과 지속기간

토양처리 형태로 플루폭삼 과립수화제 표준약량(0.2g m<sup>-2</sup>)을 3~4월에 처리할 경우 바랭이, 민바랭이, 애기땅빈대 등은 120일 이상 100% 방제되었고, 매듭풀은 95%이상 방제효과를 유지하였다. 9~10월에 처리하면 새포아풀, 망초류, 큰개불알풀, 황새냉이, 개미자리, 유럽점나도나물 등이 180일 이상 100% 방제가 억제되었다(그림 2).

##### 잔디 찌꺼기(대취, thatch) 유무에 따른 제초효과

대취란 예초 후 남는 잔디의 찌꺼기나 고사한 줄기와 뿌리로 이루어진 단단한 혼합층으로서 잎과 토양 표면 사이에 발생한다. 이런 대취를 제거하기 위해 경종적 방법 및 대취 분해제를 사용하기도 한다(Ahn 등 2005).

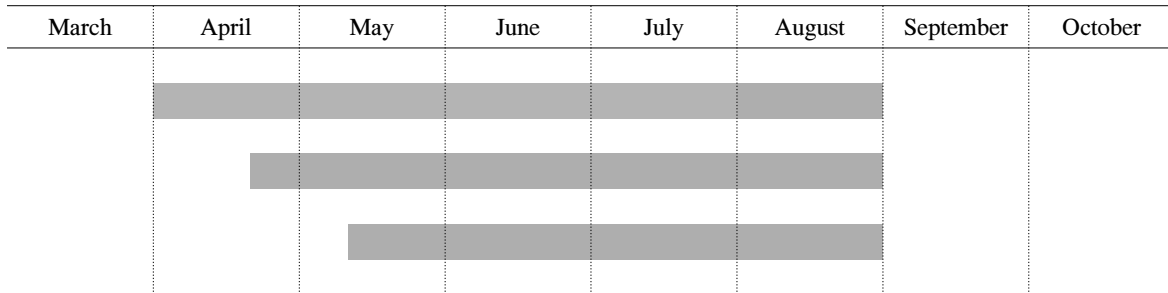
잔디는 조건에 따라 다르지만 골프장의 경우 한국잔

**Table 4.** Effect of flupoxam treatment on the lawngrass growth before rooting (Nippon Soda 2010).

Dosage (g m <sup>-2</sup> )	Korean lawngrass		Manila grass	
	Amount of root <sup>1)</sup>	Root apex inhibition	Amount of root	Root apex inhibition
0.15	◎~○	Occurrence	◎~○	Occurrence
0.2	◎~○	Occurrence	◎~○	Occurrence
0.3	○	Occurrence	○	Occurrence
Control	◎	None	◎	None

<sup>1)</sup>Amount of root : ◎(normal) > ◎~○ > ○ > ○~△ > △ > △~×(the minimum).

o Spring treatment<sup>1)</sup>



o Fall treatment<sup>2)</sup>

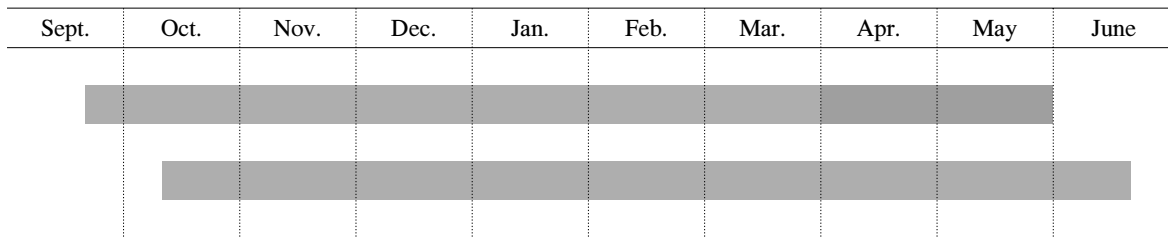


Fig. 2. Duration of weeding effect by treated time (dosage 0.2g m<sup>-2</sup>, Nippon Soda 2010).

<sup>1)</sup>Date of treatment : 29th March, 21st April, 9th May.

<sup>2)</sup>Date of treatment : 25th September, 17th October.

디는 주 1~2회, 공원 등에서는 1년에 2회정도 예초한다. 또한 예초기 종류에 따라 다르겠으나 일반적으로 예초 후 잔디 찌꺼기(thatch)는 기존 잔디를 덮어 버려 토양처리형 제초제에 영향을 미칠 수 있다. 큰망초, 새포아풀, 바랭이를 대상으로 대치 유무에 따라 플루폭삼 과립수화제의 방제효과를 시험한 결과는 표 5와 같다. 즉 플루폭삼 과립수화제의 처리 효과는 대치 유무와 관계없이 100% 방제효과를 보였다. 이는 플루폭삼 과립수화제는 잔디예초 전후에 살포하여도 충분한 잡초방제효과를 나타낼 수 있다는 것을 의미한다.

플루폭삼이 잔디주변 조경수에 미치는 영향

플루폭삼을 잔디에 처리하였을 때 그 주변 조경수 20종에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 6과 같다. 일본철쭉, 철쭉 등 12종의 조경수는 아무런 영향이 없었으나 신초에 화청소(antocyan) 증상이 나타난 조경수는 예덕나무, 산호수, 후피향나무 등 3종, 신엽이 갈변 피사되는 조경수는 속나무, 배롱나무, 애기동백, 벚꽃 등 5종으로 확인되었다(Nippon Soda 2010). 이런 결과는 주변 수목에 플루폭삼이 비산하면 이른 봄 신초 전개시에 영향을 받을 수 있으므로 사철나무나 애기동백 등의 주변에는 살포에 주의하여야 한다.

Table 5. Weeding effect of flupoxam treatment in the with or without thatch (Nippon Soda 2010).

Dosage (g m <sup>-2</sup> )	Weeding effect (%)					
	Conyza sumatrensis		Poa annua		Digitaria ciliaris	
	thatch present	thatch not	thatch present	thatch not	thatch present	thatch not
0.15	100	100	100	100	100	100
0.2	100	100	100	100	100	100

**Table 6.** Phytotoxicity symptoms appearing in the landscape trees around the lawngrass by flupoxam treatment<sup>1)</sup> (Nippon Soda 2010).

Scientific name (Korean name)	Phytotoxicity Symptoms	Scientific name (Korean name)	Phytotoxicity Symptoms
<i>Rhododendron indicum</i> (일본철쭉, 연산홍)	NO <sup>2)</sup>	<i>Myrica rubra</i> (속나무, 소귀나무)	brown necrosis in new leaves
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	NO	<i>Acar palmatum</i> (단풍나무)	NO
<i>Mallotus japonicus</i> (예덕나무)	produced antocyan in new leaves	<i>Ternstroemia gymnanthera</i> (후피향나무)	produced antocyan in new leaves
<i>Ardisia pusilla</i> (산호수)	produced antocyan in new leaves	<i>Lagerstroemia indica</i> (배롱나무)	brown necrosis in new leaves
<i>Oriental arborvitae</i> (측 백)	NO	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (노송나무, 편백)	NO
<i>Enkianthus campanulatus</i> (등대꽃)	NO	<i>Camellia sasanqua</i> (애기동백)	brown necrosis in new leaves
<i>Salix koreensis</i> (버드나무)	NO	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> (벚꽃)	brown necrosis in new leaves
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	NO	<i>Buxus koreana</i> (회양목)	NO
<i>Cupressus macrocaipa</i> (골드 크레스트)	NO	<i>Ficus caria</i> (젓꼭지나무, 무화과)	NO
<i>Ilex cornuta</i> (호랑가시나무)	NO	<i>Euonymus japonicus</i> (사철나무)	brown necrosis in new leaves

<sup>1)</sup>Dosage : 0.3g m<sup>-2</sup>(amount of water 200ml m<sup>-2</sup>).

<sup>2)</sup>NO : not observed.

## 요 약

플루폭삼(flupoxam) 과립수화제는 새포아풀, 바랭이 등의 일년생 화본과 및 광엽잡초에 대해 95% 이상의 방제효과를 나타냈다. 약효는 2kg ha<sup>-1</sup>에서 3~4월 처리의 경우 120일 이상, 9~10월에 처리할 경우 180일 이상 지속된다. 또한 토양흡착성이 높기 때문에 안전한 처리층이 형성되고 예초후 잔디 찌꺼기(thatch) 유무에 관계없이 잡초방제 효과가 100%이었다. 기존의 잔디용 제초제(디니트로아니린계, 피리딘계, 카바메이트계) 등과는 다른 새로운 작용기작을 가지고 있어 약제의 교호살포에 효과적이다. 주변 조경수에는 일부를 제외하고는 이상증상이 없었다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 : PJ007798022011)의 지원에 의해 이루어졌습니다.

## 인 용 문 헌

Ahn, Sang Hyun, Geun Mo Yang and Joon Soo Choi. 2005. Effects of cultural practices and thatch decomposing materials for thatch control in Zoysiagrasses (*Zoysia* spp.). Kor. J. Hort.

- Sci. Technol. 23(2):237-243.
- Guh, Ja Ok, Jong Yeong Pyon and Jae Chul Chun. 2010. New theory and practices of weed control. Hyangmoon Press. Seoul. pp. 300-301.
- Kim, Kil Ung and Dong Hyun Shin. 2007. New theory and practices of weed control. Kyungpook National University Press, Daegu. pp. 414-421.
- Koo, Suk-Jin, Ki-Hwan Hwang, Man-Seok Jeon, Sung-Hun Kim, Jongsoo Lim, Dong-Guk Lee, Kun-Hoe Chung, Young-Kwan Ko, Jae-Wook Ryu, Dong-Wan Koo and Jae-Chun Woo. 2010. Development of new turf herbicide methiozoin. Kor. J. Weed Sci. 30(4):323-329.
- Korea Crop Protection Association (KCPA). 2010. 2010 Guide book of using the agrochemicals. Sam Jeong Press Co., Seoul. pp. 733-1071.
- Nippon Soda. 2010. Technical Report of flupoxam.