

Bispyribac-sodium 처리에 의한 새포아풀(*Poa annua* L.) 방제

박남일^{1*} · 이인용² · 박재읍² · 김호준¹ · 전재철³ · 小笠原 勝⁴

¹한국잔디연구소, ²농업과학기술원 농업생물부, ³전북대학교 농업생명과학대학, ⁴宇都宮大學

Control of Annual Bluegrass(*Poa annua* L.) by Bispyribac-sodium

Nam-Il Park^{1*}, In-Yong Lee², Jae-Eup Park², Ho-Jun Kim¹,
Jae-Chul Chun³ and Masaru Ogasawara⁴

¹Korea Turfgrass Research Institute, Seongnam 463-840, Korea

²National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea

³College of Agriculture & Life Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

⁴Center for Research on Wild Plants, Utsunomiya University, 350 Mine-machi, Utsunomiya 321-8505, Japan.

ABSTRACT

This study was initiated to investigate herbicidal selectivity margin with annual bluegrass and bentgrass according to growth stages through herbicidal spectrum of bispyribac-sodium and therefore to examine application possibility to prevent annual bluegrass selectively. The herbicidal efficacy by pre-emergence application was generally low. But a high herbicidal efficacy was observed over 90% for Shephard's purse. Foliar treatment resulted in a higher herbicidal efficacy in all tested plants except dallisgrass, lovegrass, curled dock and bentgrass as compared with pre-emergence application. We found bispyribac-sodium could be used as a selective weeding chemical between annual bluegrass and bentgrass. In regard to dose-responses to the growth stage, annual bluegrass was more susceptible to bispyribac-sodium than bentgrass for the same dosage. Particularly, bispyribac-sodium application in inflorescence emergence stage showed a greater herbicidal selectivity margin of 6.8 times with annual bluegrass over creeping bentgrass after 28 days from the application. These data demonstrated that annual bluegrass was more sensitive to bispyribac-sodium over creeping bentgrass.

Key words: annual bluegrass, bispyribac-sodium, herbicidal selectivity, herbicidal spectrum

*Corresponding author. Tel: 031-781-6440

E-mail: pni2002@yahoo.co.kr

서 론

새포아풀(*Poa annua* L.)은 *Poa*속 식물에 속하는 일년생 또는 월년생 화분과 잡초로서 습지는 물론 운동장이나 공원 등의 다져진 토양, 밭둑, 과수원, 골프장, 길가, 공터, 주택가, 정원, 경사지 등 인간이 생활하는 공간이라면 어디든지 발생하는 잡초이다. 새포아풀은 내한성, 내습성, 내음성, 내답압성, 내예초성 등의 특성이 우수하여 잔디로써도 매우 이용가치가 높은 것으로 알려져 있다. 하지만 출수·개화에 백색의 이삭을 나타내기 때문에 잔디밭에 침입하게 되면 잔디 표면에 요철이 생겨 불 방향에 악영향을 줄 수 있다. 또한 녹색의 잔디밭 위에 흰색이 부각되어 시각적 품질을 떨어뜨리기 때문에 방제 대상 잡초이다(구 등, 2002; 안 등, 1992; Lin과 Harivandi, 1993). Tateno 등(2000)에 의하면 골프장의 벤틀그린에 발생하는 새포아풀 중에서 포복성이 강하고 마디에서 발근을 보이고 낮은 예고에서도 개화 및 결실하며 다년생 특성을 갖는 *Poa annua* var. *reptans* (Hausskn.)가 일년생인 *Poa annua* var. *annua* (Hausskn.)와 같이 발생하기 때문에 방제에 상당한 어려움이 있다.

잔디밭에서 새포아풀 방제는 pendimethalin, benfluralin, bensulide, flazasulfuron, asulam 등 수종의 발아 전·후 처리제가 사용되고 있으나 내습성, 내한성, 내답압성, 내예초성 등의 환경에 대한 내성이 강하여 방제에 많은 어려움이 있다(北村 등, 1997). 또한, paclobutrazol 및 flurprimidol과 같은 생장조절제를 처리하거나, 새포아풀만을 특이적으로 감염시켜 고사시키는 미생물 제제인 *Xanthomonas campestris* pv. *poannua* 균을 이용한 방제법 등이 보고 되어 있으나 보

관이나 사용상에 어려움이 있고 또한 고가인 관계로 널리 사용하고 있는 방제법은 아니다 (Imaizumi 등, 1998; Johnson과 Murphy, 1996, Zhou와 Neal, 1995).

최근에 예초 경감제로 개발된 bispyribac-sodium은 pyrimidinyloxybenzoate 계통의 화합물로 sulfonylurea(SU) 계통과 imidazolinone 계통의 제초제와 같이 acetolactate synthase(ALS) 효소의 활성을 저해하여 식물체 내 valine, isoleucine과 같은 분자아미노산 생합성을 억제하는 특성을 가진 화합물이다. 이것은 수도 재배지의 논둑, 산림지의 칩, 수목주위, 공원 및 법면 등의 일년생 및 다년생 잡초를 대상으로 잡초 생육기에 경엽 처리하여 잡초의 생육을 억제하여 길가나 법면 등의 잡초예초 횡수 경감을 목적으로 상품명 Grass short(3%) 액제로 등록되어 있다(化學工業日報社, 2006; Iori 등, 2001). 국내에서 bispyribac-sodium(상품명: 나마니[®] 액제)은 담수 직파 벼와 건답 직파 벼의 수도재배지내 일년생 잡초인 피, 바랭이, 물달개비, 사마귀풀, 가막사리 등과 다년생 잡초인 벼풀, 너도방동사니, 올방개, 올챙고랭이 등을 대상으로 이용되고 있는 경엽 처리제이다(한국작물보호협회, 2006; 황 2006).

잔디밭 제초제로 bispyribac-sodium을 이용시 살포량은 bispyribac-sodium 추천량의 1/10 수준의 저약량으로 3회 이상 체계 처리하여 새포아풀을 방제하거나 출수 및 개화를 억제하는 용도로서 사용 가능성이 있는 것으로 보고되고 있다(Iori 등, 2001; Ogasawara 등, 2003). 본 실험은 잔디밭에 자주 발생하는 잡초류를 대상으로 bispyribac-sodium을 토양처리(발아 전 처리) 및 경엽 처리하여 살초스펙트럼을 알아보고, bispyribac-sodium 처리에 따른 새포아풀과 벤틀그래스의 엽기별 살

초선택성 차이를 포트시험을 통하여 알아보고자 시작하였다.

재료 및 방법

Bispyribac-sodium의 살초스펙트럼

시험에 사용한 12종의 잡초종자는 2000년 봄부터 2001년에 걸쳐 채취하여 휴면 각성시킨 후 사용하였다(Table 1). 내경 9cm, 깊이 8 cm의 사기포트에 발 토양(식양토)을 채우고 100mg/m² 상당량의 입상 화성 비료(N-P-K: 8-8-8)를 첨가한 후 채취한 잡초종자를 일정량씩 파종하였다. 종자파종 후 살균제 hymexazol(상품명: 타찌가렌[®] 액제)을 1,000 배액(v/v)의 농도수준으로 토양표면에 처리하고 토양표면이 마르지 않도록 적당량의 관수를 수행하며 22±3℃의 자연광 하의 유리온실 내에서 생육시켰다.

약제처리는 파종 1일 후에 발아 전 토양처리를 수행하였고 각 잡초가 3~4엽기가 되는 시기에 bispyribac-sodium(Fig. 1)을 유효성분량으로 6mg과 10mg a.i./m² 농도로 조제하여

100ml/m² 분무수량으로 토양표면과 식물체 지상부에 충분히 분무되게 처리하였다. 약제처리 17일과 34일 후에 각 포트의 지상부 생육 상태를 관찰하여 무처리 대비 0(정상)~9(완전고사)로 약제반응에 대한 결과를 수치화하였다. 전 시험은 완전임의배치의 3반복으로 실시하였다.

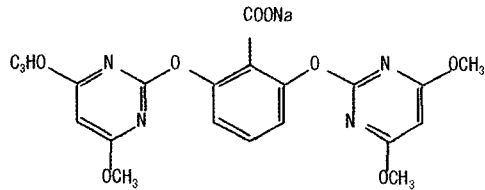


Fig. 1. Structure and physicochemical properties of bispyribac-sodium.

Chemical name: (Sodium 2,6-bis(4,6-dimethoxypyrimidine-2-yl)oxy) benzoate
Molecular formula: C₁₉H₁₇N₄NaO₈(452.4)
Melting point: 223~224℃
Vapor pressure: 5.04×10⁻⁹ Pa(25℃)
Solubility in water: 73.3g/L(25℃)
Mammalian toxicity: normal
Fish toxicity: A

새포아풀과 벨트그래스의 생육별 살초선택성

새포아풀과 벨트그래스(*Agrostis palustris* Huds. cv. penncross)를 각각 내경 9cm, 깊

Table 1. Lists of weed species in the study.

Type	Scientific name	Korean name	English name	Life ² cycle
Poaceae	<i>Setaria glauca</i> Beauv.	금강아지풀	Yellow foxtail	a
	<i>Digitaria ciliaris</i> Koeler.	바랭이	Crabgrass	a
	<i>Setaria faberi</i> Herrm.	가을강아지풀	Giant foxtail	a
	<i>Echinochloa crus-galli</i> Beauv. var. <i>praticola</i> Ohwi.	돌피	Barnyardgrass	a
	<i>Agrostis palustris</i> Huds. cv. Penncross	벨트그래스	Bentgrass	p
	<i>Poa annua</i> L.	새포아풀	Annual bluegrass	a, b
	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	큰참새피	Dallisgrass	p
	<i>Eragrostis ferruginea</i> Beauv.	그렁	Lovegrass	p
	<i>Commelina communis</i> L.	닭의장풀	Asiatic dayflower	a
	Broad leaf	<i>Taraxacum officinale</i> Weber.	서양민들레	Dandelion
<i>Rumex japonicus</i> Houtt.		소리쟁이	Curled dock	p
<i>Capsella bursa-pastoris</i> Medik.		냉이	Shepherd's purse	b

²a: annual, b: biennial, p: perennial

이 8cm의 사기포트에 밭토양(식양토)을 채우고 100mg/m² 상당량의 입상화성비료(N-P-K: 8-8-8)를 첨가한 후 종자를 일정량씩 파종하였다. 종자파종 후 살균제 hymexazol(상품명: 타찌가렌[®] 액제)을 1,000배액(v/v)의 농도수준으로 토양표면에 처리하고 토양표면이 마르지 않도록 적당량의 관수를 수행하며 22±3°C의 자연광 하의 유리온실 내에서 생육시켰다. 약제처리는 파종 1일 후(발아전 처리), 파종 18일 후(각 공시초종 2엽기), 파종 35일 후(각 공시초종 4엽기) 및 파종 49일 후(새포아풀: 출수기, 벤트그래스: 6~8엽기)에 약제를 처리하였다.

bispyribac-sodium을 도로변이나 법면의 생육중인 잡초종을 대상으로 잡초생육억제용으로 사용 시 처리되는 약량은 15~30 mg a.i./m²의 농도수준으로 처리되고 있어, 본 시험의 약제처리는 기준량의 10배 희석한 약량인 0.3mg부터 1, 3, 6, 10, 30mg a.i./m²의 6농도 수준으로 조제하여 100ml/m² 분무수량으로 식물체 지상부에 충분히 분무되게 처리하였다. 약제처리 14일과 28일 후에 각 포트의 지상부 생육상태를 관찰하여 무처리 대비 0(정상)~9(완전고사)로 약제반응에 대한 결과를 수치화하였다. 얻어진 데이터로부터 50% 생육을 억제시키는데 필요한 약량(50% growth reduction, GR₅₀)을 각

공시 초종의 생육기별로 구한 후, 같은 생육기의 새포아풀의 GR₅₀ 값으로 벤트그래스의 GR₅₀ 값을 나누어 bispyribac-sodium의 각 생육기별 살초선택성을 구하였다. 공시재료인 새포아풀은 2001년 봄에 채취한 종자를 휴면각성시켜 사용하였고 벤트그래스는 일본의 (주)설인종묘에서 구입하여 사용하였다. 전 시험은 완전임의배치의 3반복으로 실시하였다.

결과 및 고찰

Bispyribac-sodium의 살초스펙트럼

bispyribac-sodium의 살초스펙트럼을 알아보기 위해 잔디밭에서 자주 발생하는 12종의 잡초종을 선발하여 토양처리한 17일과 34일 후의 결과는 Fig. 2와 같다.

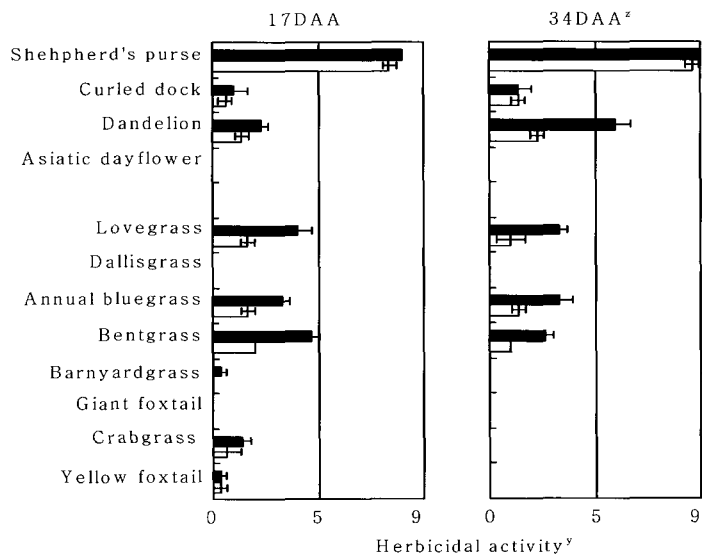


Fig. 2. Herbicidal activity of bispyribac-sodium(□: 6mg a.i./m², ■: 10mg a.i./m²) applied with the pre-emergence treatment. Data represent means±SE of three replicates.

²DAA: days after application

³The marks represent herbicidal efficacy as visual injury based on the scale of 0 to 9(0=no injury, 9=complete death).

약제처리 17일 후 결과는 가을강아지, 큰참새피, 닭의장풀을 제외한 모든 잡초에서 생육억제 효과가 나타났다. 새포아풀, 벤투그래스, 그렁 등 화분과 잡초와 광엽잡초인 소리쟁이에 대해서 무처리 대비 20~40%의 생육억제 효과가 나타났다. 금강아지풀, 바랭이, 피의 경우도 20% 이하의 생육억제효과를 보였으나, 34일 조사에서 그 약해정도가 더 이상 진전되지 않고 오히려 약간 또는 완전히 회복되었다. 그러나 광엽 잡초인 서양민들레의 경우 약제처리 34일 후에도 17일째보다도 무처리 대비 방제가가 2배 이상 높아졌으며, 냉이는 bispyribac-sodium 6mg의 처리농도에서도 출아 후 지상부가 전부 고사되는 높은 방제가가 나타났다. 즉 이것은 지금까지 bispyribac-sodium은 발아 전 처리제때서의 효과는 매우 낮은 것으로 생각되어져 왔으나, 냉이에 대하여 토양처리를

통한 제초효과가 있는 것으로 나타났다.

각 초종에 대한 bispyribac-sodium을 경엽처리 17일과 34일 후의 지상부 생육상황을 조사한 결과는 Fig. 3에 나타내었다.

금강아지풀, 바랭이, 돌피, 새포아풀, 닭의장풀, 민들레, 냉이에 대한 6mg 처리의 조사에서 70% 이상, 10mg 처리에서는 이보다 더 높은 90% 이상의 방제가가 나타났다. 약제처리 34일 후 방제가는 더욱 상승하여 bispyribac-sodium은 경엽처리에 의해 넓은 살초스펙트럼을 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 그렁, 가을강아지풀과 소리쟁이는 약제처리 34일 후의 조사에서 10mg 처리시 60~70%의 약해를 보이며 전체적으로 생육이 억제되는 현상을 보였다.

벤투그래스와 큰참새피는 10mg 처리에서 50%에 가까운 약해를 보였으나, 6mg 처리에서는 약간의 약해를 입은 후 바로 회복하여 약제 처리 34일 후 조사에서는 생육이 거의 회복하였다. 이와 같이 벤투그래스가 공시된 초종 가운데 큰참새피, 그렁, 소리쟁이 등 방제가 어려운 다년생 잡초와 같이 약제 6mg 처리에서 약제처리 초기에는 약간의 약해를 보이다가 생육이 완전히 회복되는 결과는 벤투그래스가 bispyribac-sodium에 대하여 선택성을 가지고 있고, 따라서 벤투그래스에 발생하는 새포아풀을 선택적으로 방제하는 방법 중 경엽 처리형 화학적 방제법이 이용가능하리라 사료되었다. bispyribac-sodium 경엽 처리에 의해 고사되지

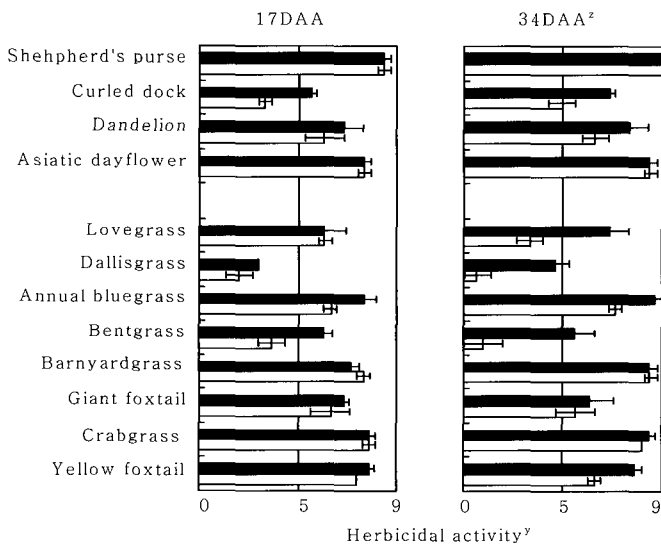


Fig. 3. Herbicidal activity of bispyribac-sodium(□: 6mg a.i./m², ■: 10mg a.i./m²) applied with the post-emergence treatment. Data represent means±SE of three replicates.

²DAA: days after application.

³The marks represent herbicidal efficacy as visual injury based on the scale of 0 to 9(0=no injury, 9=complete death).

않고 생육억제 현상을 나타내는 잡초종의 약해증상은 엽색이 약간 연해지거나 화분과의 경우 잎 선단부의 고사현상 등이 보였으나, 주로 왜화현상이 나타나 지상부의 생육이 전체적으로 억제되었다.

새포아풀과 벤트그래스의 생육기별 살초선택성

잔디밭에서 새포아풀은 발생초기부터 가을에 발생하여 겨울을 월동하는 월년생, 그리고 다년생의 특성을 가진 변종까지 다양한 생육기를 보이는 것으로 알려져 있다(Tateno 등, 2000). 벤트그래스에서의 bispyribac-sodium 이 용가능성을 알아보기 위한 목적으로 새포아풀과 벤트그래스의 생육기별 약제반응에 따른 선택성 차이를 시험한 결과, bispyribac-sodium의 유효성분량으로 3mg 처리부터 새포아풀과 벤트그래스의 약제반응 차이가 나타나 생육기별로 2엽기, 4엽기 및 출수후의 처리에서 3배 이상의 약제반응 차이를 보여 벤트그래스에 대하여 안전하다는 결과를 얻었다.

6mg 처리에도 2엽기인 생육초기 처리에서 벤트그래스의 50%의 생육저해를 보이는 것을

제외한 생육기별 벤트그래스는 20% 정도의 약해를 보이다 회복기를 보인 반면, 새포아풀은 생육에 있어 높은 저해효과를 보였다. 특히, 새포아풀과 벤트그래스의 생육이 진전된 출수후의 bispyribac-sodium 모든 처리에서 벤트그래스는 10% 이내의 약해를 보이다가 회복한 것과 비교하여 새포아풀은 6mg 이상 처리부터 50% 이상의 약해증상을 보여 새포아풀 방제에 유효하다고 판단되었다(Fig. 4).

Park 등(2002)에 의하면 벤트그래스에서 대부분의 새포아풀 방제는 주로 손제초에 의해 의존해 왔으나 bispyribac-sodium 단제 및 benfluralin과 pendimethalin과의 저약량 혼합처리가 벤트그래스에서 새포아풀의 피복밀도를 줄일 수 있다고 보고하였다. 따라서 벤트그래스의 새포아풀을 약제처리에 의해 선택적으로 제어 가능한 것으로 사료되었다.

새포아풀과 벤트그래스의 살초선택성 차이를 알아보기 위해 각 초종의 생육시기별 생육을 50% 억제하는 약제 농도인 GR₅₀을 조사하여 벤트그래스의 GR₅₀ 값을 새포아풀의 GR₅₀ 값으로 나누어 선택성 차이를 환산한 결과는 Table 2와 같다.

bispyribac-sodium 처리 14일 후 조사에서 새포아풀의 경우, 2엽기(5.1)~4엽기 처리(5.8) < 출수 후(10.2)와 발아 전 처리(11.4)의 결과를 나타내어 생육초기(2~4엽기)가 출수 후나 발아전보다 GR₅₀ 값에 있어 1/2에 해당하는 농도를 보였고, 처리 28일 후 조사에서는 보다 큰 약량차이를 나타내었다. 얻어진 GR₅₀ 값은 그 수치가 클수록 생

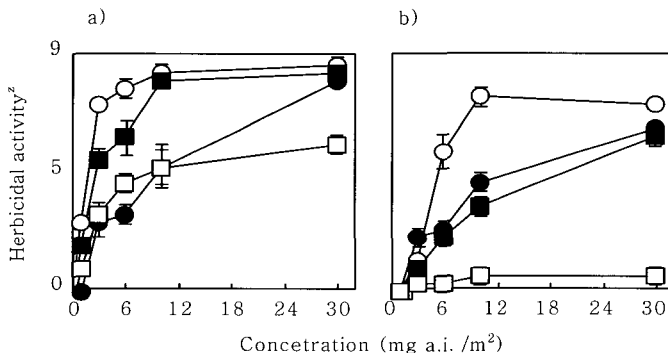


Fig. 4. Dose-responses of annual bluegrass (a) and creeping bentgrass (b) to bispyribac-sodium at the different growth stage of tested plant (●: pre-emergence, ○: 2-leaf stage, ■: 4-leaf stage, □: inflorescence emergence).

²⁾The marks represent herbicidal efficacy as visual injury based on the scale of 0 to 9 (0=no injury, 9=complete death).

Table 2. Values of 50% growth reduction(GR_{50}) for annual bluegrass and creeping bentgrass by bispyribac-sodium and their herbicidal selectivity index based on different methods.

Growth stage	GR_{50} (mg a.i. /m ²)					
	14 DAA			28 DAA ^z		
	Annual bluegrass	Creeping bentgrass	Selectivity index	Annual bluegrass	Creeping bentgrass	Selectivity index ^y
1.Pre-emergence	11.4	11.8	1.0	8.8	10.8	1.2
2-leaf stage	5.1	6.6	1.3	2.5	5.6	2.2
4-leaf stage	5.8	20.8	3.6	3.8	14.7	3.9
Inflorescence emergence	10.2	35.8	3.5	9.5	64.8	6.8

^zDAA: days after application.

^yHerbicidal selectivity index was calculated by dividing GR_{50} value of creeping bentgrass by that of annual bluegrass.

육의 50%를 억제하기 위하여 더 많은 bispyribac-sodium의 약량이 필요하게 되는 것으로 GR_{50} 값은 작을수록 저약량에도 대상 잡초가 약제에 대해 민감하다는 것을 뜻한다.

벤트그래스는 새포아풀에 비해 모든 생육기 별 처리에서 높은 GR_{50} 값을 보여 동일한 약량에서 새포아풀이 벤트그래스 보다 bispyribac-sodium에 대하여 감수성을 나타내었다. 특히, 새포아풀과 벤트그래스 간 출수후 처리 14일 조사에서 3.5배의 살초선택성을 보였으며 약제 처리 28일 후 조사에서는 14일 후 조사보다 약 2배 높아진 6.8배의 높은 선택성 차이를 보였다. 생육이 진전될수록 양 초종 간 선택성의 차이도 커져 새포아풀에 대해서 높은 살초활성을 나타내고 벤트그래스에 대해서는 약제 안전성을 나타내었다. 실제 완전히 조성되어 생육상태가 진전된 골프장 벤트그래스 조건이라면 생육중인 새포아풀과 벤트그래스 간의 살초선택성 차이는 더욱 크게 벌어질 것이므로 현 포트시험을 통해서 얻어진 결과보다 더 높은 살초 선택성 차이가 나타날 것으로 사료되었다. 또한 Iori 등(2001)과 Ogasawara 등(2003)에 의하면 bispyribac-sodium의 약해 증상으로 저약량 처리에 의하면 생육억제와 더불어 새포아풀의 개화 및 결

실을 특이적으로 저해하는 성질도 가지고 있는 것으로 알려져 장기적인 관점에서 새포아풀의 밀도는 벤트그래스와의 경합에 밀려 점점 감소될 수 있는 것으로 사료되었다.

이상의 결과로부터 bispyribac-sodium은 벤트그래스에서 생육초·중기의 새포아풀을 방제하기 위한 대상약제로써 매우 높은 적용 가능성을 가지며, 약제처리량을 1~3mg a.i./m²의 정도의 저약량으로 제조하여 당해연도에 걸쳐 2~3회의 체계처리를 수행한다면 보다 높은 방제가가 얻어지리라 사료되었다.

요 약

새포아풀을 선택적으로 방제하기 위한 약제로써의 적용 가능성을 조사하기 위해 bispyribac-sodium의 살초스펙트럼을 통한 새포아풀과 벤트그래스의 살초선택성을 생육기 별로 조사하였다. bispyribac-sodium 토양처리에 의한 공시 초종의 방제가는 전체적으로 낮았으나 특이적으로 냉이에 대해서는 90% 이상의 높은 방제가를 나타내었다.

bispyribac-sodium 경엽처리는 큰참새피, 그렁, 소리쟁이 등 다년생잡초와 벤트그래스를

제외한 공시초종에서 높은 생육억제 효과를 보여 화분과 및 광엽잡초 등 넓은 살초스펙트럼을 가지고 있고 벤투그래스와 새포아풀 간에 선택적인 방제제로써의 적용가능성이 있는 것으로 나타났다. 벤투그래스와 새포아풀의 생육기별 약제반응 차이를 조사한 결과, 벤투그래스는 새포아풀에 비해 모든 생육기별 처리에서 높은 GR₅₀ 값을 보여 동일한 약량에서 새포아풀이 벤투그래스보다 bispyribac-sodium에 대하여 감수성을 나타내었다. 특히, 새포아풀과 벤투그래스 간 출수후 처리 28일 후 조사에서는 14일 후 조사결과보다 약 2배 높아진 6.8배의 높은 선택성 차이를 보였다.

주요어: 벤투그래스, 비스피리백-소듐, 살초 선택성, 살초스펙트럼, 새포아풀, 제초활성

참고문헌

1. 구자욱, 김창석, 이도진, 임일빈, 권오도, 국용인, 천상욱, 한성욱. 2002. 한국의 잡초도감. 한국농업시스템학회. p. 247.
2. 안용태, 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재, 함선규. 1992. 골프장관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소. 유천문화사. pp. 545-547.
3. 한국작물보호협회. 2006. 농약사용지침서. 삼정인쇄공사. p. 691.
4. 황기환, 김도순, 이종남, 구석진. 2006. 피와 벼에 대한 피리벤족심과 비스피리백-소듐의 선택성. 한잡초지. 26(1): 10-18.
5. 北村文雄, 眞木芳助, 柳久, 大久保昌, 野間豊. 1997. 芝草·芝生 Handbook. 博友社. p. 237.
6. 化學工業日報社. 2006. 農藥の手引. 일본. p. 582.
7. Imaizumi, S., A. Tateno, and T. Fujimori. 1998. The significance of plant wounds in effective control of annual bluegrass(*Poa annua* L.) with *Xanthomonas campestris* pv. *poae*(JT-P482). J. Jpn. Soc. Turfgrass Sci. 26(2): 149-156.
8. Iori, S., N. Nakatani, and T. Miyazawa. 2001. Annual bluegrass control in some cool-season turfgrasses by bispyribac-sodium. J. Jpn. Soc. Turfgrass Sci. 30(1): 25-29.
9. Johnson, B.J. and T.R. Murphy. 1996. Suppression of a perennial subspecies of annual bluegrass(*Poa annua* spp. *reptans*) in a creeping bentgrass(*Agrostis stolonifera*) green with plant growth regulators. Weed Technol. 10: 705-709.
10. Lin, W. and A. Harivandi. 1993. Annual bluegrass ecology and management. Golf Course Mgt. 61(3): 100-106.
11. Ogasawara, M., N.I. Park, Y. Suto, S. Iori, N. Nakatani, and Y. Miura. 2003. Effect of bispyribac-sodium on heading and seed production of annual bluegrass(*Poa annua* L.). J. Jpn. Soc. Turfgrass Sci. 31(2): 132-134.
12. Park, N.I., Y. Suto, Y. Miura, N. Nakatani, S. Iori, and M. Ogasawara. 2002. Annual bluegrass(*Poa annua* L.) control in bentgrass(*Agrostis palustris* Huds.) green with sequential application of bispyribac-sodium combine with dinitroanilines. Weed Bio. Mgt. 2(3):

- 159-162.
13. Tateno, A., S. Imaizumi, and T. Fujimori. 2000. Classification and control of Japanese annual bluegrass(*Poa annua* L.). J. Jpn. Soc. Turfgrass Sci. 28(2): 35-45.
14. Zhou, T. and J.C. Neal. 1995. Annual bluegrass(*Poa annua*) control with *Xanthomonas campestris* pv. *poannua* in New York State. Weed Technol. 9: 173-177.