

신규합성된 N-arylphthalimide 화합물 KSC-35089와 Quizalofop-ethyl의 혼합처리효과

김태준* · 송재은 · 최정섭 · 김형래 · 변종영¹ · 조광연

한국화학연구원, ¹충남대학교

요약 : 온실조건에서 N-arylphthalimide계열의 신규 화합물 KSC-35089의 경엽 처리 활성을 조사하고, quizalofop-P-ethyl과의 혼합 경엽처리에 의한 상호작용성을 알아보았다. KSC-35089는 경엽처리에서 광엽 초종에 대한 제초활성이 화본과 보다는 상대적으로 강한 특성이 있어 화본과 특이적 제초활성을 지닌 quizalofop-P-ethyl과의 혼합처리에 의한 비선택적 제초제로서의 이용 가능성을 시사하였다. 경엽처리 실험에서 두 화합물의 상호작용은 서로 독립적으로 제초효과를 발현하는 상가적관계로 나타났으며, 이러한 상가적 작용은 19종의 화본과와 26종의 광엽초종을 이용한 다초종간 반응에서 확인되었다. 온실조건에서 KSC-35089 64g ai/ha와 quizalofop-P-ethyl 32g ai/ha의 혼합 경엽처리는 공시된 광엽과 화본과초종 모두를 90%정도 방제하여 비선택적 제초제로서의 사용가능성이 있는 것으로 판단되었다. 향후 이들 두 화합물의 상가적 상호작용에 대한 원인구명을 위한 추가 실험이 요구된다(2002년 7월 16일 접수, 2002년 9월 30일 수리).

Key words : N-aryl phthalimide, quizalofop-P-ethyl, tank-mixture, herbicide interaction, non-selective weed control.

서 론

농경지에서 광엽 및 화본과잡초를 동시에 방제할 목적으로 사용하는 대표적인 제초제로는 glyphosate와 paraquat가 있으며 이들은 상업화된 이후 약 30여년 동안 농경지 또는 비농경지에서 사용되고 있다. 특정제초제의 연용으로 인하여 시간이 경과함에 따라 저항성 잡초들이 출현하였으며 Heaps(1997)는 전 세계적으로 glyphosate에 대한 1종의 화본과를 포함하여 paraquat에 대한 광엽 20종과 7종의 화본과잡초에 대하여 저항성이 나타났다고 보고하였다. 특히, paraquat 저항성은 1990년에 8속 12종이었던 것이 1997년에는 7종이 증가한 것으로 나타났다(Heaps 등, 1977; Smisek 등, 1998). 이러한 저항성 잡초의 출현에 대한 해결책의 하나는 작용점이 서로 다른 제초제에 의한 혼합처리를 고려할 수 있다. 바람직한 혼합처리의 대상이 되는 제초제의 조건은 서로 다른 작용

점을 지녀야 한다는 점과 혼합처리에 의한 결과가 상호 보완적(additive) 또는 상승적(synergistic) 제초활성 특성을 지녀야 한다는 점 등 이다.

Aryloxyphenoxy propionate(AOPPs)와 cycloxydiones(ChDs)계열에 속하는 제초제는 식물의 엽록체 내 지방산 생합성에 관여하는 효소 acetyl-CoA carboxylase ACCase)를 저해하며, 화본과 식물만을 특이적으로 살초하는 화본과 전용제초제(GKs, grass-killers)이다. 따라서 화본과 특이적 제초활성을 지닌 GKs는 바람직한 혼합제의 대상으로 고려할 수 있다. 특히 화본과 보다는 광엽식물에 상대적으로 우수한 제초활성을 지닌 sulfonylureas(SUs)와 imidazolines(IMs) 및 diphenyl ethers(DPEs)계열 제초제들은 GKs와의 혼합처리를 통해 상호보완적 제초활성을 목적으로 관심의 대상이 될 수 있다. 하지만 이들 제초제와 GKs를 이용한 혼합처리 효과는 상승적 또는 상가적이기보다는 단계 처리의 경우보다 약효가 감소하는 길항적(antagonism)이라는 보고가 대부분이다(Myers와 Coble, 1992; Devine 등, 1993; Liebl 등, 1993;

*연락처

Baerg 등, 1996; 김 등, 1999). Devine과 Rashid(1993)는 메귀리(*Avena fatua*)를 이용한 실험에서 tralkoxydim(GK)과 metsulfuron-methyl(SU)의 혼합처리효과가 상호 길항적임을 보고하였고, Croon 등(1990)의 보고에서도 수수(*Sorghum bicolor*)에서 haloxyfop(GK)과 chlorimuron(SU)의 혼합처리의 결과가 길항적이라고 하였다. 한편, Holshouser과 Coble(1990)은 상대적으로 화분과 보다는 광엽식물에 높은 제초력을 지닌 diphenyl ethers(DPEs)계열 제초제인 acifluorfen과 GKs의 하나인 CHDs계열 sethoxydim과의 혼합처리시의 결과가 길항적임을 보고하였다. 하지만 아직까지 AOPPs계열의 GKs와 DPEs계열의 제초제와 동일한 작용점을 지닌 것으로 알려진(Vencill, 2002) N-arylphthalimide계열 화합물의 혼합처리효과는 조사된 바 없다.

본 실험은 한국화학연구원에서 합성된 새로운 N-arylphthalimide계열 화합물 KSC-35089를 대상으로 온실조건에서의 경엽처리 제초활성 특성을 알아보고, quizalofop-P-ethyl과의 혼합처리시의 상호 작용성을 조사하여 KSC-35089의 GKs와 혼합처리에 의한 비선택적 제초제로서의 사용 가능성을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험약제

일본의 Sumitomo에서 개발한 flumiclorac을 대조약제로 하여 한국화학연구원에서 신규 합성한 KSC-35089를 실험에 사용하였다. 혼합처리의 대상은 AOPPs계열의 quizalofop-P-ethyl이었으며, KSC-35089와 flumiclorac 및 quizalofop-P-ethyl의 구조식은 그림 1과 같고 실험에 사용한 각 화합물의 순도는 97% 이상이었다.

온실에서의 KSC-35089의 단독 경엽처리효과

표면적이 350 cm²인 플라스틱 사각포트에 적당한량의 사질양토를 채우고 옥수수, 벼, 밀, 수수, 돌피, 미국개기장, 바랭이를 포함한 화분과 7종과 어저귀, 도꼬마리, 자귀풀, 메꽃, 콩, 목화, 까마중을 포함한 광엽 8종(표 1)을 파종하였다. 파종 후 2주에 후드에서 스프레이건(Wider 61, Iwata, Japan)을 이용하여 KSC-35089와 flumiclorac을 4,000 L/ha로 경엽살포 하였

다. 처리시의 각 식물의 생육정도는 약 2-3엽기이었고, 생육기간 중 온실의 낮 최고온도는 30-35°C, 그리고 밤 최저온도는 20-25°C이었다. 각 화합물의 처리농도는 1,000, 250, 63, 16, 4 g ai/ha이었으며 처리용액은 0.1% Tween 20을 포함하는 60% acetone이었고 처리용액 자체의 식물체에 대한 약해는 없었다. 실험은 3반복으로 수행하였고, 처리 후 7일과 14일에 각 초종에 대한 살초력을 0-100(0, 무효과; 100, 완전조사)단위로 달관조사(visual rating)하였다.

Quizalofop-P-ethyl과의 혼합처리효과

기존의 AOPPs계열 제초제 중에서 살초력이 우수한 quizalofop-ethyl과 KSC-35089를 조합하여 경엽처리 하였다. 혼합처리의 농도는 단독처리시의 제초활성을 기초로 하여 KSC-35089와 quizalofop-P-ethyl 각각 4농도(16, 8, 4, 2 g ai/ha)를 교호로 하여 상기와 동일한 방법으로 경엽처리 하였고 처리 7일과 14일 후에 혼합처리에 의한 제초활성 정도를 달관조사 하였다. 실험은 3반복으로 온실에서 수행하였고, 두 화합물의 혼합처리에 의한 상호작용성은 실제값(Observed value)과 Colby방법(Colby, 1967)에 의한 계산된 기대값(Expected value)의 직선회귀관계를 분석하여 알아보았다.

혼합처리에 의한 다초종 반응

화분과 19종과 광엽 26종(표 1)을 대상으로 KSC-35089와 quizalofop-P-ethyl의 혼합처리 효과를 조사하였다. 처리농도는 KSC-35089는 64, 32 g ai/ha quizalofop-P-ethyl은 32, 16 g ai/ha를 조합으로 하여 혼합 경엽처리 하였다. 처리시 식물의 생육단계는 2-3엽기이었고 3반복으로 수행하였으며 기타는 상기된 실험방법에 준하였다. 자료는 각 각의 조합처리에서 화분과와 광엽초종에 대한 달관 방제력의 평균값으로 표기하였다.

결과 및 고찰

온실조건에서 KSC-35089의 제초활성

KSC-35089의 경엽처리 효과는 대조약제인 flumiclorac과 유사하거나 강한 경향이였다(표 2).

KSC-35089 63 g ai/ha의 경엽처리에서 공시된 광엽초종 모두를 방제하였으나 화분과 초종의 경우에는

Table 1. Test plants used for greenhouse experiments in this study

Classification	Abbr.	Scientific name	English name	Korean name
Grasses	AGRSM	<i>Agropyron smithii</i> Rydb.	Quackgrass	개밀
	ALOMY	<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.	Blackgrass	쥐꼬리뚝새풀
	AVEFA	<i>Avena fatua</i> L.	Wild oat	배귀리
	BRAPP	<i>Brachiaria platyphylla</i> (Griseb.) Nash.	Signalgrass	시그널그래스
	BROJA	<i>Bromus japonicus</i> Thumb.Ex Murr.	Bromegrass	참새귀리
	DACGL	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Orchardgrass	오차드그래스
	DIGSA	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L) Scop.	Large crabgrass	바랭이
	ECHCG	<i>Echinochloa crus-galli</i> P. Beauv	Barnyardgrass	돌피
	LEPCH	<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	Red sprangletop	드렁새
	ORYSA	<i>Oryza sativa</i> L.	Rice	벼
	PANDI	<i>Panicum dichotomiflorum</i> (L.) Michx.	Fall panicum	미국개기장
	PHACA	<i>Phalaris canariensis</i> L.	Canarygrass	카나리그래스
	POAPR	<i>Poa pratensis</i> L.	Meadowgrass	왕포아풀
	POASP	<i>Poa sphondylodes</i> Trin.	Anual Bluegrass	포아풀
	SETGL	<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.	Yellow foxtail grass	금강아지풀
	SORBI	<i>Sorghum bicolor</i> Moench.	Common sorghum	수수
	SORHA	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Johnsongrass	시리아수수새
	TRZAX	<i>Triticum aestivum</i> L.	Wheat	밀
	ZEAMX	<i>Zea mays</i> L.	Corn	옥수수
	Broadleaves	ABUTH	<i>Abutilon avicennae</i> Gaertn.	Velvetleaf
AESIN		<i>Aeschynomene indica</i> L.	Indian jointvetch	자귀풀
AMARE		<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Redroot pigweed	털비름
AMBEL		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Common Lagweed	돼지풀
ARTHI		<i>Arthraxon hispidus</i> (Thunb.) Makino	Kobuna-gusa	조개풀
BIDBI		<i>Bidens bipinnata</i> L.	Spanishneedles	도깨비바늘
BIDTR		<i>Bidens tripartita</i> L.	Bur-marigold	가막사리
CAGHE		<i>Calystegia japonica</i> (Thunb.) Miq.	Bindweed	메꽃
CASMA		<i>Cassia marilandica</i> L.	Wild senna	차풀
DATST		<i>Datura stramonium</i> L.	Common thornapple	독말풀
BILCO		<i>Bilderdykia convolvulus</i> Dum.	Soba-kazura	나도닭의덩굴
GALSP		<i>Galium spurium</i> L.	Cleaver	갈퀴덩굴
GLXMA		<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Soybean	콩
GOSHI		<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Cotton	목화
KUMST		<i>Kummerowia striata</i> Schindler	Common lespedeza	매듭풀
LAMPU		<i>Lamium purpureum</i> L.	Red deadnettle	광대나물
PERHY		<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	Water pepper	여뀌
PHYHE		<i>Physalis heterophylla</i> Nees	Groundcherry	그라운드체리
RUMAC		<i>Rumex acetosa</i> L.	Common sorrel	참소리쟁이
SENOB		<i>Senna obutusifolia</i>	Coffeeweed	커피위드
SIDAC		<i>Sida acuta</i> Burm. F.	Sida	시다
SOLNI		<i>Solanum nigrum</i> L.	Black nightshade	까마중
STEME		<i>Stellaria media</i> (L.) Vill./Cyr.	Common chickweed	쇠별꽃
TRFRE		<i>Trifolium repens</i> L.	White clover	토끼풀
VIOAR		<i>Viola arvensis</i> Murr.	Field pansy	제비꽃
XANSI		<i>Xanthium strumarium</i> L.ssp. Italicum	Cocklebur	도꼬마리

Table 2. Herbicidal effect of KSC-35089 and quizalofop-P-ethyl on several grasses and broadleaves through a post-emergence application under a greenhouse condition.

Chemicals	Rates (g ai/ha)	Broadleaves										Grasses															
		GLXMA ^{a)}	GOSHI	SOLNI	AESIN	ABUTH	XANSI	CAGHE	ZEAMX	TRZAW	ORYSA	SORBI	ECHCG	AGRSM	DIGSA	PANDI											
Flumiclorac	1000	100	100	100	100	100	100	100	83	73	67	100	97	100	100	100	100	100	100	97	90	73	93	93	77	43	27
	250	100	100	100	100	100	100	100	73	40	53	97	90	97	90	73	93	93	93	90	73	93	93	93	77	43	27
	63	100	100	100	100	100	100	100	50	27	33	67	57	37	37	87	77	77	77	57	37	87	77	77	43	27	
	16	97	100	100	93	100	100	100	30	23	27	47	40	17	67	43	43	43	43	40	17	67	43	43	77	43	27
	4	80	90	100	93	97	100	100	23	17	13	23	20	3	40	27	27	27	27	20	3	40	27	27	77	43	27
KSC-35089	1000	100	100	100	100	100	100	100	93	70	75	100	100	90	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	97	43	27
	250	100	100	100	100	100	100	100	67	40	53	77	93	53	100	100	100	100	100	93	53	100	100	100	97	43	27
	63	100	100	100	100	100	100	100	37	33	40	67	63	33	83	70	70	70	70	63	33	83	70	70	43	27	
	16	95	100	100	100	100	95	100	23	20	17	47	37	17	67	60	60	60	60	37	17	67	60	60	43	27	
	4	77	83	100	87	98	87	90	13	17	13	27	17	7	37	27	27	27	27	17	7	37	27	27	43	27	
Quizalofop-P-ethyl	250	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	43	27
	63	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	43	27
	16	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	43	27
	4	0	0	0	0	0	0	0	43	60	10	93	93	20	93	90	90	90	90	93	20	93	90	90	97	43	27
	1	0	0	0	0	0	0	0	17	20	7	7	0	0	20	17	17	17	17	0	0	20	17	17	97	43	27

The values represent averages of control efficacy with 3 replicates and was scaled visually by 0 (no injury) to 100(complete death) at 14 days after foliar application.

^{a)}See Table 1 for the scientific and common names of each abbreviation.

그 평균 방제력이 50% 정도로서 상대적으로 낮은 방제효과를 나타내었다(표 2).

광엽초종의 경우 KSC-35089 63 g ai/ha 처리 1주일 후 완전 고사되는 모습을 나타내었고, 16 g ai/ha의 경우에서도 95% 이상의 높은 방제력을 보였다. 하지만 상대적으로 내성인 화본과초종에 대한 방제력은 16 g ai/ha 처리에서 40% 미만으로 그 활성이 매우 저조하였다. 특히 화본과 중에서 개밀(AGRSM), 옥수수(ZEAMX), 밀(TRZAW), 벼(ORYSA) 등은 KSC-35089에 대해 상대적인 내성이 높은 초종으로 나타났다(표 2). 한편, quizalofop-P-ethyl 단독 경엽처리의 경우에는 공시된 광엽초종 모두에 대해 높은 내성을 보였으나, 화본과초종에 대하여는 높은 살초력을 보였다. Quizalofop-P-ethyl 16 g ai/ha의 처리에 의해 공시된 화본과 8종에 대한 살초력이 90% 이상으로서 만족할 만한 방제능력을 보였다(표 2). 토양처리의 경우 신규 화합물 KSC-35089는 경엽처리에 비해 제초활성도가 약하였고, 제초발현도 늦게 나타나는 특성이 있었다(자료 미제시).

KSC-35089는 경엽처리 1일 후 광엽과 화본과초종 모두에서 처리된 부위가 탈수(dessication)되는 증상을 보이기 시작하여 시간이 지남에 따라 고사하여 protoporphyrinogen oxidase(Protox)저해제의 전형적

인 특징인 신속한 살초증상이 나타나 그 작용점이 대조약제인 flumiclorac과 동일한 Protox(Vencill, 2002)임을 암시하였다. 화본과초종의 경우에는 처리부위는 고사되었지만, 새로이 신장하는 잎들은 약해 정도가 덜하여 전체적인 살초력은 시간이 지남에 따라 감소하는 특징이 있었다. Quizalofop-P-ethyl은 처리 약 6-7일 후에 화본과초종에서 신엽이 늦게 출현하거나 줄기 또는 잎이 탈색(chlorosis)되는 약효가 나타나기 시작하여 약 10일 후에는 식물전체가 뚜렷한 황화현상을 보이면서 고사되거나, 지상부가 절단되는 전형적인 화본과 전용제초제(GKs)의 살초증상을 나타내었다.

Quizalofop-P-ethyl과의 혼합처리 효과

표 2에서 신규 화합물 KSC-35089는 속효적 살초반응성을 지니며 광엽초종에 대한 살초력은 우수하지만 화본과초종에 대한 살초력은 상대적으로 낮은 특성이 있음을 알았다. 이러한 KSC-35089 화합물의 낮은 화본과초종에 대한 살초력을 보완하고자 quizalofop-P-ethyl의 혼합처리에 의한 광엽과 화본과 초종에 대한 방제력을 조사한 결과는 표 3과 표 4와 같다. KSC-35089와 quizalofop-P-ethyl의 단독처리의 경우 처리 농도가 높아질수록 광엽초종과 화본과초종에 대한 제초활성이 증가하여 두 화합물 공히 16 g ai/ha에서 광엽(표 3)과 화본과초종(표 4)에 대하여 95% 이상의 방제효과를 보였다. 이러한 KSC-35089의 광엽초종에 대한 방제력은 농도를 달리한 quizalofop-P-ethyl의 혼합처리에 의해 크게 영향 받지 않아 KSC-35089 단독처리에서의 광엽초종에 대한 방제력이 혼합처리에서도 유지되었다(표 3).

자귀풀(AESIN)과 메꽃(CAGHE)의 경우 KSC-35089 8 g과 2 g ai/ha 단독처리에서의 방제력이 quizalofop-P-butyl 혼합처리에 의해 다소 감소하는 경향이 있었지만 미약한 정도였고 KSC-35089의 농도가 높아짐에 따라 그 영향은 상쇄되었다. 화본과 초종에 대한 방제력에서도 quizalofop-P-ethyl 단독처리에서보다 농도를 달리한 KSC-35089와의 혼합처리에 의해 초종에 따라 약효가 다소 감소하는 경향을 나타내었다(표 4). 특히 밀(TRZAW)의 경우 quizalofop-P-ethyl 8 g ai/ha와 KSC-35089 16 g ai/ha의 조합에서 quizalofop-P-ethyl 8 g ai/ha 단독처리의 경우보다 제초활성이 감소하였고, 벼의 경우에도 quizalofop-P-ethyl 8 g

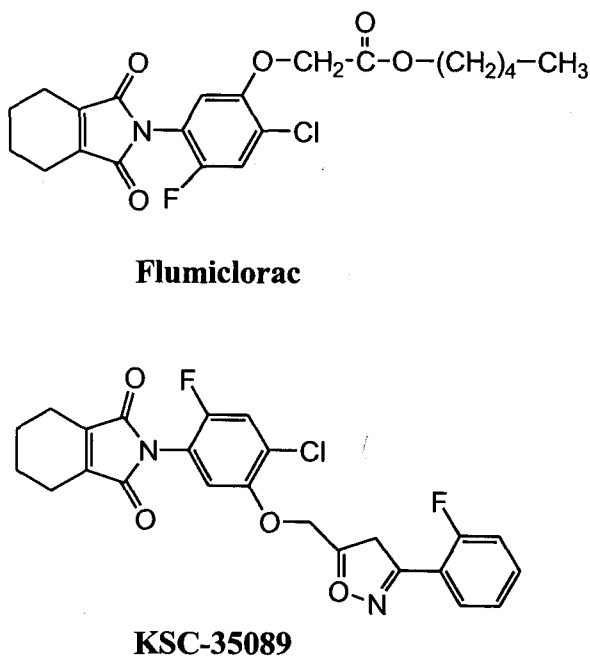


Fig. 1. Chemical structures of flumiclorac and KSC-35089 used in this study.

Table 3. Tank-mixture effect of KSC-35089 and quizalofop-P-ethyl on 7 broadleaves by a post-emergence application under a greenhouse condition.

Broadleaves	Quizalofop-P-ethyl (g ai/ha)	KSC-35089 (g ai/ha)				
		0	2	4	8	16
GLXMA ^{a)}	0	0	43	77	90	95
	2	0	40	70	97	97
	4	0	43	73	90	97
	8	0	43	73	97	100
	16	0	47	77	97	100
GOSHI	0	0	47	83	88	97
	2	0	43	80	90	97
	4	0	47	80	95	97
	8	0	40	87	90	97
	16	0	50	97	90	95
SOLNI	0	0	97	100	100	100
	2	0	100	100	100	100
	4	0	100	100	100	100
	8	0	97	100	100	100
	16	0	100	100	100	100
AESIN	0	0	47	63	85	100
	2	0	55	67	78	97
	4	0	43	67	90	100
	8	0	50	65	88	100
	16	0	47	62	67	100
ABUTH	0	0	100	100	100	100
	2	0	100	100	100	100
	4	0	100	97	100	100
	8	0	83	100	100	100
	16	0	100	100	100	100
XANSI	0	0	40	53	63	85
	2	0	43	55	63	82
	4	0	50	57	62	73
	8	0	47	55	77	87
	16	0	43	50	63	97
CAGHE	0	0	75	77	80	100
	2	0	37	60	80	100
	4	0	43	53	80	100
	8	0	60	53	88	100
	16	0	40	65	78	100

The values represent averages of control efficacy with 3 replicates and was scaled visually at 14 days after the foliar application by 0 (no injury) to 100 (complete death).

^{a)}See Table 1 for the scientific and common name of each abbreviation.

ai/ha 단독처리에서의 활성(73%)이 KSC-35089 16 g ai/ha과의 혼합처리에 의해 37%로 크게 감소하는 길항적인 양상을 보였다. 하지만, quizalofop-P-ethyl 16 g ai/ha의 농도 조합에서는 버를 제외한 화본과초종에서의 길항성이 상쇄되어 공시된 8종의 화본과초종에 대해 quizalofop-P-ethyl 단독처리 활성이 유지되

는 상가적 결과를 보였다.

따라서 KSC-35089와 quizalofop-P-ethyl의 혼합처리에 있어 특정의 농도조합과 초종에 따른 약간의 길항성이 있었지만, 두 화합물 모두 16 g ai/ha이상의 처리조합에서는 광엽 및 화본과초종에 대한 다소의 길항성이 상쇄되어 서로 독립적인 상가적(additive) 상

Table 4. Tank-mixture effect of KSC-35089 and quizalofop-P-ethyl on 8 grasses by post-emergence application under a greenhouse condition.

Grasses	KSC-35089 (g ai/ha)	Quizalofop-P-ethyl (g ai/ha)				
		0	2	4	8	16
ZEAMX ^{a)}	0	0	0	30	90	93
	2	10	7	33	87	93
	4	27	23	33	83	100
	8	30	27	37	83	100
	16	33	37	43	70	100
TRZAW	0	0	20	57	90	100
	2	0	20	57	87	100
	4	13	17	47	83	100
	8	30	0	53	80	100
	16	37	23	57	72	100
ORYSA	0	0	0	20	73	97
	2	0	10	20	65	97
	4	30	37	27	63	90
	8	30	43	33	60	77
	16	40	40	40	57	77
SORBI	0	0	50	97	100	100
	2	27	47	83	100	100
	4	37	47	73	100	100
	8	37	43	77	100	100
	16	50	47	87	87	100
ECHCG	0	0	75	100	100	100
	2	20	65	93	100	100
	4	33	62	100	100	100
	8	50	62	100	100	100
	16	60	63	90	100	100
AGRSM	0	0	0	27	70	80
	2	0	0	43	63	80
	4	13	0	40	65	83
	8	20	10	37	63	90
	16	30	23	40	62	90
DIGSA	0	0	50	100	100	100
	2	43	53	90	100	100
	4	40	50	90	100	100
	8	45	50	90	100	100
	16	57	47	95	85	100
PANDI	0	0	52	82	100	100
	2	30	50	90	100	100
	4	33	50	80	100	100
	8	37	57	80	98	100
	16	53	62	80	90	100

The values represent averages of control efficacy with 3 replicates and was scaled visually at 14 days after the foliar application by 0 (no injury) to 100 (complete death).

^{a)}See Table 1 for the scientific and common name of each abbreviation.

호작용이 있는 것으로 사료되었다.

그림 2는 광엽 및 화본과초종에 대한 혼합처리시의 상호작용을 Colby(1967)방법에 의해 조사한 결과이다. 광엽초종에 대한 혼합처리시의 상호작용은 실제값(observed value)과 기대값(expected value)이 기울기가 1.0이며 고도의 유의성이 있는 전형적인 상가적(additive)관계를 나타내었고, 화본과의 경우에는 초종에 따라 16 g ai/ha이하 저농도 quizalofop-P-ethyl과의 조합처리에서 다소 길항성이 있었지만 16 g ai/ha 이상의 농도 조합처리에서는 상가적으로 나타나 기울기가 0.9인 전반적인 상가적관계를 보였다(그림 2).

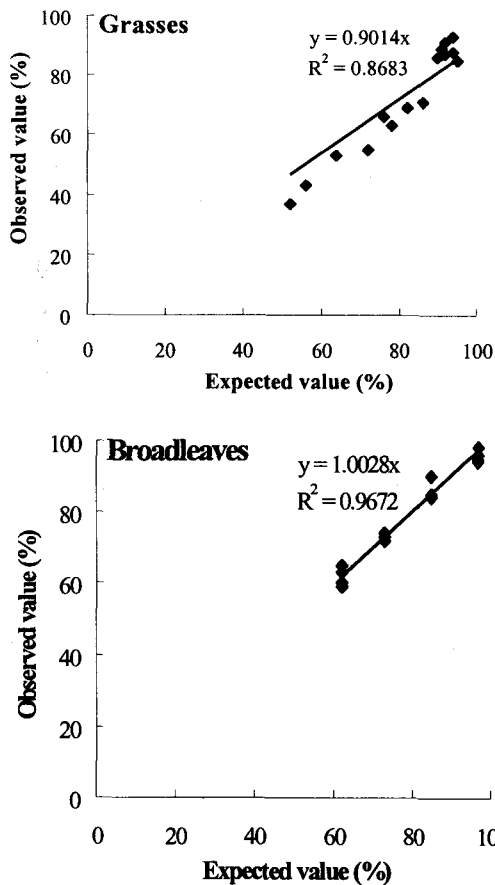


Fig. 2. Interaction between KSC-35089 and quizalofop-P-ethyl on grasses and broadleaves. Data points represent the average of control efficacy with 3 replicates on 8 grasses (top) and 7 broadleaves (bottom). Expected values were calculated by Colby's method, see materials and methods for more details.

혼합처리에 의한 다초종간 반응

신규 화합물 KSC-35089와 quizalofop-P-ethyl 16 g ai/ha이상의 혼합 경엽처리시의 상호작용은 19종의 화본과와 26종의 광엽초종(표 1)에 대한 방제력 비교 실험에서 상가적 특성이 있음을 확인하였다(그림 3). 표 4의 결과인 저농도 조합에서 일부 화본과와 광엽초종에 나타난 길항성은 quizalofop-P-ethyl 16, 32 g ai/ha와 KSC-35089 32, 64 g ai/ha의 조합처리의 경우(그림 3)에는 나타나지 않았다. 온실조건에서 KSC-35089 32 g ai/ha와 quizalofop-P-ethyl 16 g

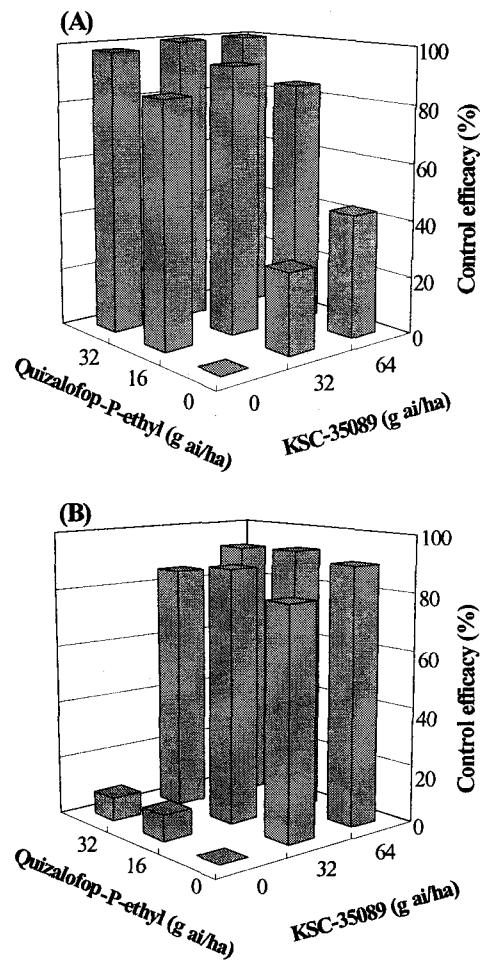


Fig. 3. Non-selective weed control through a foliar application with a tank-mixture of quizalofop-P-ethyl and KSC-35089 on diverse grasses (A) and broadleaves (B) under a greenhouse condition. The values of Y axis indicate control averages to 19 grasses and 26 broadleaves, which were scaled visually by 0 (no injury) to 100 (complete death).

ai/ha의 혼합 경엽처리에서의 광엽 및 화본과초종에 대한 평균 방제력이 각각 88%와 94% 수준이었지만 도깨비바늘, 도꼬마리, 토끼풀, 차풀 등을 포함한 광엽초종과 왕포아풀, 포아풀 등을 포함한 화본과초종에 대하여는 50%미만의 낮은 방제효과를 나타내었다(그림 3). 따라서 만족할 수준의 비선택성 제초발현을 위해서는 KSC-35089 64 g ai/ha와 quizalofop-P-ethyl 32 g ai/ha이 바람직할 것으로 생각되며, 이때 화본과와 광엽초종에 대하여 각각 92%와 100%의 평균 방제력을 나타내었다(그림 3).

따라서 N-arylpthalimide계열의 신규화합물 KSC-35089와 화본과 전용제초제 quizalofop-P-ethyl의 혼합 경엽처리는 광엽 및 화본과초종 모두를 방제하는 비선택성 제초제로서의 이용 가능성이 있는 것으로 판단된다.

이러한 결과는 KSC-35089와 동일한 작용점을 지닐 것으로 추정되는 DPEs계열 제초제인 acifluorfen과 화본과 전용제초제의 하나인 CHDs계열 sethoxydim과의 혼합처리시의 결과가 길항적이라는 보고(Holshouser과 Coble, 1990)와 상반되는 현상으로 본 실험의 결과인 상가적 상호작용성에 대한 원인구명실험이 추가되어야 할 것으로 사료된다.

인용문헌

- Baerg, R. J., J. W. Gronwald, C. V. Eberlein, and R. E. Stucker (1996) Antagonism of diclofop control of wild oat (*Avena fatua*) by tribenuron. *Weed Sci.* 44:461~468.
- Colby, S. R. (1967) Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations. *Weeds* 15:20~22.
- Croon, K. A., M. L. Ketchersid, and M. G. Merkle (1990) Effect of bentazon, imazaquin, and chlormuron on the absorption and translocation of the methyl ester of haloxyfop. *Weed Sci.* 37:645~650.
- Devine, M. D. and A. Rashid (1993) Antagonism of tralkoxydim activity in *Avena fatua* by metsulfuron methyl. *Weed Res.* 33:97~104.
- Heap, I. M. (1997) The occurrence of herbicide-resistant weeds worldwide. *Pestic. Sci.* 51:235~243.
- Holshouser, D. L. and H. D. Coble (1990) Compatibility of sethoxydim with five postemergence broadleaf herbicides. *Weed Technol.* 4:128~133.
- Liebl, R. and D. Woraham (1987) Effect of chlorsulfuron on diclofop phytotoxicity to Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*). *Weed Sci.* 35:383~387.
- Myers, P. F. and H. D. Coble (1992) Antagonism of graminicide activity on annual grass species by imazethapyr. *Weed Technol.* 6:333~338.
- Smisek, A., C. Doucet, M. Jones, and S. Weaver (1998) Paraquat resistance in horseweed (*Conyza canadensis*) and Virginia pepperweed (*Lepidium virginicum*) from Essex county, Ontario. *Weed Sci.* 46:200~204.
- Vencill, W. K. (2002) *Herbicide Handbook*. 8th ed., Weed Science Society of America, Lawrence, KS. pp.198~200.
- 김태준, 김진석, 조광연 (1999) 식용피에서 sethoxydim과 metsulfuron-methyl의 길항작용특성. *한잡지* 19:177~184.

Weed control efficacy of the tank-mixture between quizalofop-P-ethyl and KSC-35089, a newly synthesized N-arylphthalimide compound

Tae-Joon Kim*, Jae-Eun Song, Jung-Sup Choi, Hyoung-Rae Kim, Jong-Young Pyon¹, Kwang Yun Cho(Korea Research Institute of Chemical Technology, P. O. Box 107, Yusong, Taejon 305-606, Korea, ¹Chungnam National University, Taejon 305-764, Korea)

Abstract : Herbicidal effect of KSC-35089, a newly synthesized N-arylphthalimide compound, was examined, and its interaction with quizalofop-P-ethyl when foliar applied as a tank-mixture was evaluated under a greenhouse condition. KSC-35089 showed stronger herbicidal activity on broadleaves than grasses, suggesting that it would be an appropriate partner for non-selective weed control with quizalofop-P-ethyl, a strong grasskilling agent. In general, the interaction between KSC-35089 and quizalofop-P-ethyl appeared to be additive, which indicates each compound acts on whole plant level independently. This additive interaction was confirmed in a spectrum test using 19 grasses and 26 broadleaves. Under the greenhouse condition, all tested plants were controlled around 90% level through a foliar application with a tank-mixture of KSC-35089 at 64 g ai/ha and quizalofop-P-ethyl at 32 g ai/ha. Further study would be required on the action mechanism of this additive interaction.

*Corresponding author (Fax : 042-681-4913, E-mail : tjkim@pado.kRICT.re.kr)