

제조방식을 달리한 chlomethoxyfen과 butachlor 혼합입제의 물리성, 수중용출도와 생물효과 비교

정봉진* · 연재흠¹

동부한농화학 농업기술연구소, ¹구미공장

요약 : 각기 다른 종류의 입상담체(extruded pellets, sands, zeolites)를 이용하여 보조제의 종류와 조성을 달리하고 주성분을 피복 또는 흡착시켜 제제한 제제품과 조립흡착식으로 제조된 butachlor + chlomethoxyfen(3.5 + 7.0%, 부로트 입제) 혼합입제의 부유성, 수중확산 또는 붕괴성, 수중용출도 및 생물효과를 비교하여 우수한 물성 및 효과를 갖는 용출제어형 입제 제조법을 개발하고자 하였다. 물성이 다른 원제를 이용하여 입제를 제조하기 위해서 여러 제조방식을 이용하는데 원제 2개 이상 혼합된 입제를 제조하기 위해서 고상인 원제와 증량제 및 보조제를 첨가시켜 조립한 뒤 여기에 액상 원제를 흡착시켜 제조한 입제는 우수한 부유성과 수중붕괴성, 안정된 수중용출도를 나타내었으며, 생물효과도 안정적으로 발휘시킬 수 있었다. 기립입자를 담체로 이용하여 피복 또는 흡착시킨 기립피복식 입제들은 부유성, 수중붕괴성 및 생물효과면에서 기존 입제와 대등하거나 우수하였지만 불안정한 수중용출 경향을 나타내었다. 그러나 모래피복형의 경우 기립피복식이나 지오라이트피복식과 달리 액상의 binder가 비교적 안정적으로 주성분들의 수중용출에 도움을 주었고 분상의 dispersing agent보다 액상이 부유성, 수중붕괴성 및 생물효과 면에서 기존과 비슷했거나 좋았던 결과로 볼 때 적절한 binder와 액상의 dispersing agent를 선택하여 제조한다면 기존 조립흡착식 입제와 대등하거나 우수한 물성 및 생물효과를 발휘하는 입제를 개발할 수 있는 제조방식인 것으로 판단되었다.(1998년 8월 12일 접수, 1998년 12월 1일 수리)

Key word : pellet-coated, sand-coated, zeolite-coated, pellet-extruded.

서론

수도용 제초제는 일년생에 효과적인 성분과 다년생에 효과적인 성분을 혼합하여 개발되고 있으나 원제의 종류와 특성이 다양하므로 기존의 입제 제조법을 이용하여 개발하기에는 부족한 점이 많았다.

입제는 주성분(active ingredients), 결합제(binder), 증량제(carriers), 붕괴제 및 분산제(dispersing agent) 등을 이용하여 제조되는데(日本植物防疫協會, 1997) 제조방식은 원제 특성에 맞고, 유효성분의 경시변화 안정성, 수중붕괴성 등의 물리 안정성과 유효성분의 용출제어 정도 등을 고려하여 선정되어야 하고 제조방식에 적절한 부재와 양이 선정되어야 한다. 입제의 제조방식은 압출조립식, 피복식, 흡착식이 알려져 있는데(Backman 등, 1978; 日本植物防疫協會, 1997) 용출제어형 입제를 개발할 경우 물

성이 서로 다른 원제를 입제로 제조하기 위해서 여러 제조방식을 복합적으로 이용하는 것이 필수적이며, 압출조립식과 피복식, 피복식과 흡착식, 압출조립식과 흡착식으로 조합하여 제조하는 것이 유리하다. 특히 용출제어형 입제는 실험실에서 간편하게 평가할 수 있는 수중용출도, 수중확산성(西 등, 1986; Tanizawa, 1988) 등 물리화학적 특성을 검토하여 선발하고 있지만 이와 동시에 생물시험을 수행하여 얻어진 결과를 비교 검토하여 적절한 처방을 선정하는 것이 중요하다.

본 연구에서는 조립흡착식으로 제조된 수도용 제초제인 butachlor와 chlomethoxyfen(3.5+7.0%, 부로트 입제) 혼합입제와 기립 입자(extruded pellets), 모래(sands), 지오라이트(zeolites)의 서로 다른 담체, 각기 다른 보조제 및 보조제의 조성에 따라 피복식과 흡착식을 혼합한 제조법을 적용하여 제조된 입제를 사용하였으며, 기존 제형과 각 입제들과의 부유성, 수중붕괴성, 유효성분의 용출제어 정도 및 생물효과를 비교 확인하고, 이 결과를 기초

*연락저자

로 하여 생산비용이 저렴하면서도 기존 제형과 비교하여 대등하거나 우수한 물성 및 생물효과를 갖는 처방을 선별하고 용출제어형 입제를 제조하는데 필요한 기초 지식을 얻고자 하였다.

실험방법

공시된 입제들의 제조방식

본 실험에 사용된 입제들의 제조방식을 설명하면 그림 1과 같다. 그림 1에서 보듯이 본 시험에 공시된 입제의 제조방식은 크게 피복식, 압출조립식 및 흡착식을 혼합하여 적용하였다. 피복식의 경우 담체의 종류를 기립입제, 모래 및 지오라이트로 달리하였고 액상인 butachlor는 피복식 또는 흡착식으로, 고상인 chlomethoxyfen은 피복식으로 제조하였다. 이렇게 제조된 입제를 기립피복식 입제(pellet-coated granules), 모래피복식 입제(sand-coated granules), 지오라이트피복식 입제(zeolite-coated granules)로 구분하였고 대조구로 기존 조립흡착식

입제를 공시하였다. 기존 조립흡착식 입제는 고상 원제인 chlomethoxyfen을 증량제와 보조제를 혼합하여 분쇄한 뒤 조립하여 입상화한 후 액상인 butachlor 원제를 흡착시킨 방식인데 반해 기립피복식 입제는 bentonite와 talc 및 보조제를 혼합 분쇄한 후 입상화된 기립에 액상인 butachlor를 흡착시키고 분상 원제를 피복시킨 방식이다(표 1).

공시된 입제들의 제조처방

본 시험에 공시된 입제들의 제조처방은 표 1에서 보는 바와 같다.

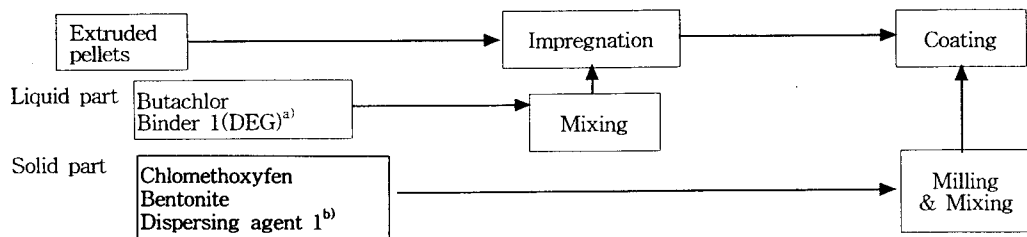
전 처방 모두 원제의 경시분해안정성을 고려하여 사 입치를 butachlor의 경우 3.5%보다 높은 3.73%로, chlomethoxyfen은 7%에서 7.75%로 높게 설정하여 제조하였다. 기립피복식 입제는 입상화 된 기립을 달리 제조하였는데 No. 2는 No. 1과 달리 dispersing agent 4가 3.4%, friction reducer가 0.16% 첨가되었다. 모래피복식 입제에서 No. 2는 dispersing agent 1이 1.0% 첨가된 점이 No. 1과 다르다. 또한 지오라이트피복식 입제는 액상인 binder

Table 1. Formulation recipes of tested granule mixtures of chlomethoxyfen and butachlor formulated by different methods

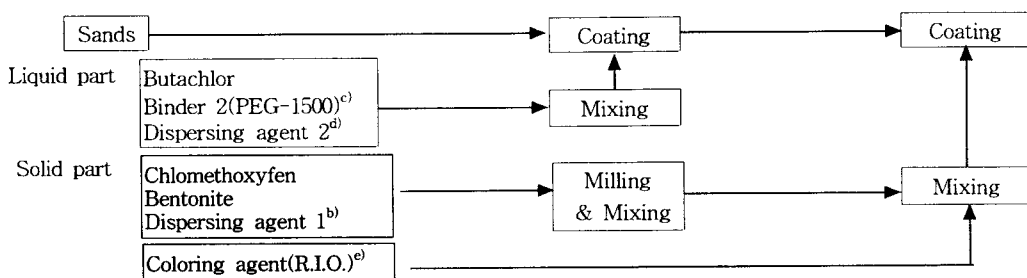
Items	Pellet-coated		Sand-coated		Zeolite-coated		Pellet-extruded
	No.1	No.2	No.1	No.2	No.1	No.2	Commercial
Liquid part							
Butachlor	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
Binder 1(DEG) ^{a)}	4.00	4.00	-	-	2.00	1.50	-
Binder 2(PEG-1500) ^{b)}	-	-	1.50	1.50	-	-	-
Binder 3 ^{c)}	-	-	-	-	0.50	1.00	-
Dispersing agent 2 ^{d)}	-	-	1.00	-	-	-	-
Solid part							
Chlomethoxyfen	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75	7.75
Bentonite	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	25.00
Dispersing agent 1 ^{e)}	1.00	1.00	-	1.00	1.00	1.00	-
Coloring agent ^{f)}	-	-	0.10	0.10	-	-	-
Dispersing agent 3 ^{g)}	-	-	-	-	-	-	3.00
Wetter	-	-	-	-	-	-	2.00
Carriers	79.52	79.52	81.92	81.91	81.02	81.02	58.52
	(Pellets)		(Sand)		(Zeolite)		(Talc)
(Recipes of pellets for pellet-coated granules)							
Dispersing agent 3 ^{g)}	3.30	3.30					
Dispersing agent 4 ^{h)}		3.40					
Wetter ⁱ⁾	1.10	1.10					
Friction reducer ^{j)}		0.16					
Bentonite	28.00	28.00					
Talc	67.60	64.04					
Water	2.30	2.30					
Sub-total	100.00	100.00					

^{a)}Binder 1(DEG) : Diethylene glycol, ^{b)}Binder 2(PEG-1500) : Polyethylene glycol, ^{c)}Binder 3 : Sodium dialkyl sulfosuccinate, ^{d)}Dispersing agent 2 : Polyoxyethylene alkylarylether special anionic surfactant, ^{e)}Dispersing agent 1 : Naphthalene sulfonate soda formaldehyde concentrate, ^{f)}Color agent : R.I.O., ^{g)}Dispersing agent 3 : Lignosulfonate, ^{h)}Dispersing agent 4 : Polyacrylic acid type high molecular anionic surfactant, ⁱ⁾Wetter : Alkyl alcohol aryl sulfonate.

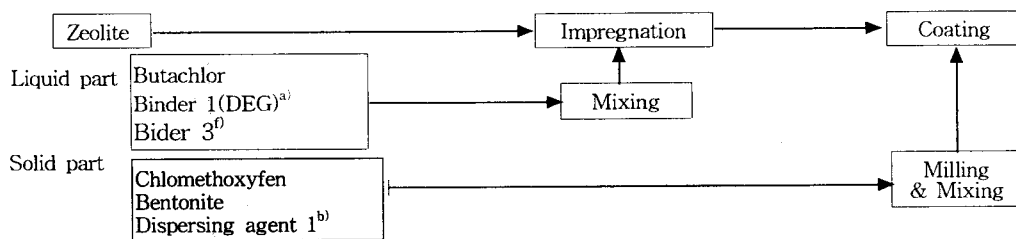
Pellet-coated granules



Sand-coated granules



Zeolite-coated granules



Pellet-extruded granules

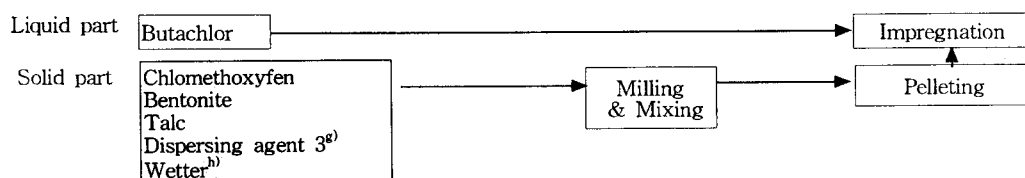


Fig. 1. Formulation schemes of granule mixtures of chlormethoxyfen and butachlor formulated by different methods.

^{a)}Binder 1(DEG) : Diethylene glycol, ^{b)}Dispersing agent 1 : Naphthalene sulfonate soda formaldehyde concentrate, ^{c)}Bider 2(PEG-1500) : Polyethylene glycol, ^{d)}Dispersing agent 2 : Polyethylene alkylarylether special anionic surfactant, ^{e)}Coloring agent : R.I.O., ^{f)}Bider 3 : Sodium dialkyl sulfosuccinate, ^{g)}Dispersing agent 3 : Lingnosulfonate, ^{h)}Wetter : Alkylalcohol aryl sulfonate.

1 (DEG)과 분상인 binder 3의 양을 달리하여 No. 1, No. 2로 구분하여 제조하였다. 기존 조립흡착식 입제는 분상인 chlomethoxyfen 원제, dispersing agent 3, bentonite와 wetter 등을 첨가시켜 조립한 뒤 액상인 butachlor를 흡착시켜 제조한 것으로 현재 판매되고 있는 부로트 입제의 제조처방이다.

물리화학적 특성 조사

공시 입제 제형들의 처리

바닥 직경이 10 cm인 1 l 유리 비이커에 증류수 1 l를 넣고 초기에 유효성분이 많이 용출되어 입제간 차이가 크게 나타나도록 300 평당 수심 5 cm일 때 담수량에 3 kg(일반 추천량)를 처리되는 것을 고려하여 1 g씩 평량하여 비이커 바닥에 균일하게 분포되도록 처리하였다.

부유성 및 수중확산(붕괴)성

비이커 수표면에 처리한 후 0, 1, 2, 4시간 및 1일까지 부유성(floatability)과 수중확산성(dispersibility) 또는 수중 붕괴성(collapsability)을 달관 평가하였다.

부유성은 0~5 등급으로 평가하였는데 등급 "5"는 입자들이 모두 수면에 100% 부유되어 비이커 바닥에 가라앉지 않은 상태를 나타내며 "0"은 100% 비이커 바닥에 가라앉은 상태를 의미한다.

수중확산성 또는 붕괴성은 처리 후 바닥에 침전되어 있는 입제들이 비이커 바닥에서 붕괴 또는 색소들이 확산된 정도를 평가한 것으로 "0"은 확산 또는 붕괴가 전혀 되지 않고 입자 그대로 가라앉아 있는 상태를 의미하고 "5"는 100% 확산 또는 붕괴된 상태를 의미한다.

유효성분의 수중용출도

수중용출도 측정은 목적에 따라 시험방법을 달리하고 있다(오 등, 1986; 西 등, 1986). 본 시험은 제조방식이 틀린 입제들간 기존 제품과 물리화학적 특성과 생물효과를 비교하여 입제 처방을 선발하는 것이 목적이므로 자체 내에서 수십 년간 적용되고 있는 수중용출도 측정법을 이용하였다.

증류수가 들어있는 1 l 비이커에 달리 제조된 입제들을 처리한 후 1, 3, 16시간과 1, 3, 7, 11, 21일에 비이커 바닥으로부터 0.5 cm 부위 5지점에서 0.5 ml씩 2.5 ml

를, 비이커 중앙부 5지점에서 0.5 ml씩 2.5 ml를 피펫을 이용하여 바닥에 분포된 입자들이 요동되지 않도록 조심스럽게 채취하였다.

이 두 용액을 혼합하여 15 ml의 캡튜브에 넣고 benzene 5 ml와 포화 NaCl 용액 2 ml를 넣고 1분간 격렬하게 흔든 뒤 두 상이 완전히 분리된 후 상등액을 1 ml씩 취하여 5~7배로 희석하였다. 용액 중 유효성분은 electron capture detector (ECD)가 부착된 Varian 3000(U. S. A) GLC를 이용하여 분석하였으며 기기 분석 조건은 다음과 같았다.

Column :	3% OV-225(80~100mesh) 3 mm×2 m	
Temperature	Injector	240℃
	Oven	230℃
	Detector	280℃
Gas flow rate	N ₂	30 ml/min

생물효과 시험

1/2000a 의 플라스틱 wagner pot를 준비하고 누수처리를 위해 누수장치를 부착하였고 논흙을 체로 쳐서 pot에 균일하게 충전하였다. 누수처리는 1일 1 cm 감수심으로 3일간 하였고, 그 후 시험 완료까지 3~5 cm의 담수심으로 되도록 물관리를 하였다.

45일된 태백벼를 풋트당 1 주 2 본씩 6월 1일에 이앙하였다. 이앙 2일전에는 미리 최아된 잡초종자를 선별하여 일년생 잡초들은 각각 10립씩 풋트당 파종하였으며 다년생 잡초들은 최아된 괴경을 풋트당 3개씩 이식하였다.

공시된 일년생 잡초는 피(*Echinochloa crus-galli*), 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 올챙이고랭이(*Scirpus junco-ides*)였으며 발독외풀(*Lindernia procumbens*)은 자연 발생된 잡초를 이용하였고, 다년생 잡초는 올방개(*Eleocharis kuroguwai*), 올미(*Sagittaria pygmaea*)였다. 시비는 풋트당 N-P₂O₅-K₂O가 0.9-0.8-0.8 g 씩 되도록 하였으며 그 외 관리는 농가 관행에 준하여 도열병 및 해충 등을 방제하였다.

달리 제조된 입제들은 각각 3, 6 kg씩 이앙 후 3일에 균일하게 풋트에 전면처리 하였다.

생물효과 조사에서 약효는 풋트당 발생 잡초 수와 초장을 이앙 후 40일차에, 지상부 생체중은 50일차에 조사하였고 약해는 초장, 엽수, 분얼수를 이앙 후 40일차에, 지상부 생체중은 이앙 후 50일차에 조사하였다.

시험구 배치

본 시험은 완전임의배치법 3반복으로 수행하였고 수중용출도는 분석반복을 각 처리의 반복당 3반복으로 실

시하였다.

결과 및 고찰

수중용출도, 부유성 및 수중확산(붕괴)성 비교

그림 2는 공시된 부로트 입제들에 대해서 분상 원제인 chlomethoxyfen의 수중용출도를 조사한 결과이며, 액상 원제인 butachlor의 용출도를 측정한 것은 그림 3과

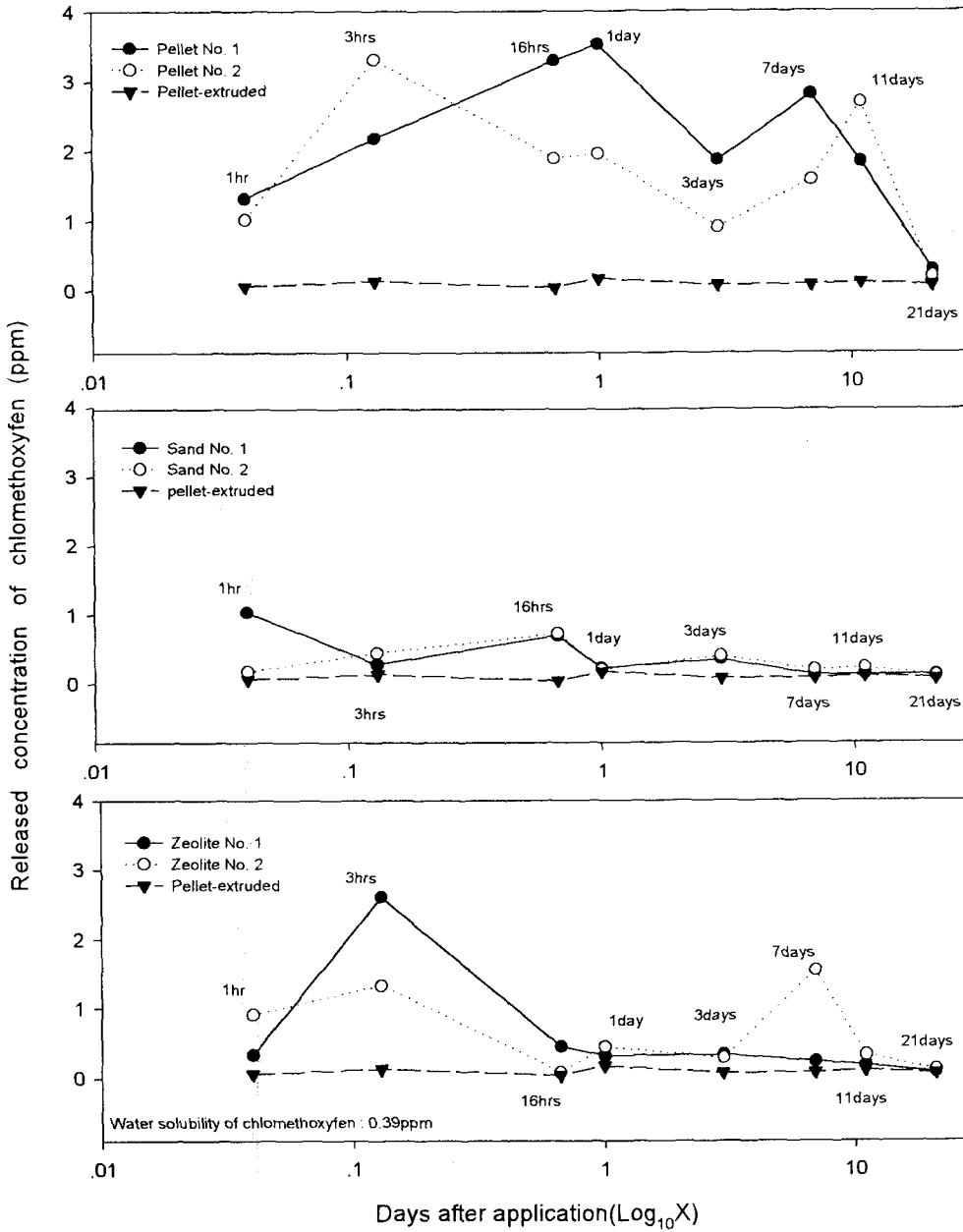


Fig. 2. Released concentration of chlomethoxyfen from tested granule mixture of chlomethoxyfen and butachlor in water.

같았다. 기존 조립흡착식 입제에서 chlomethoxyfen의 경우 전 기간에 걸쳐 수용해도 이하 농도로 안정적으로 용출되었고 butachlor의 경우도 수용해도 이하에서 용출이 누적적으로 증가하여 안정적으로 용출됨을 알 수 있었다. 이 결과로 보아 본 시험에 적용했던 수중용출도 분석법은 제조방식을 달리하여 제조된 입제들간 용출 특성을 비교하기 위해 적용 가능한 방법이라고 판단되었다.

기립피복식 입제에서 chlomethoxyfen의 경우 처방에 관

계없이 수중에 용출되는 정도가 수용해도 이상으로 많았고 변이가 심했는데 이는 제조처방이 불안정하여 기립입자에 피복된 분상원제 입자들이 수중으로 분리되어 나온 것이 시료채취시 혼입되어 분석된 것으로 분상원제를 기립입자에 피복시키는 방식은 적절하지 못하다고 판단되었다. 액상인 butachlor의 경우 처리 후 용출된 양은 기존 입제와 비슷했지만 No. 2의 경우는 처리 후 16시간부터 기존 제형보다 오히려 낮았고 그 정도는 공시된 입제들 중에서 제일 낮았다. 이 결과로 볼 때 기립입

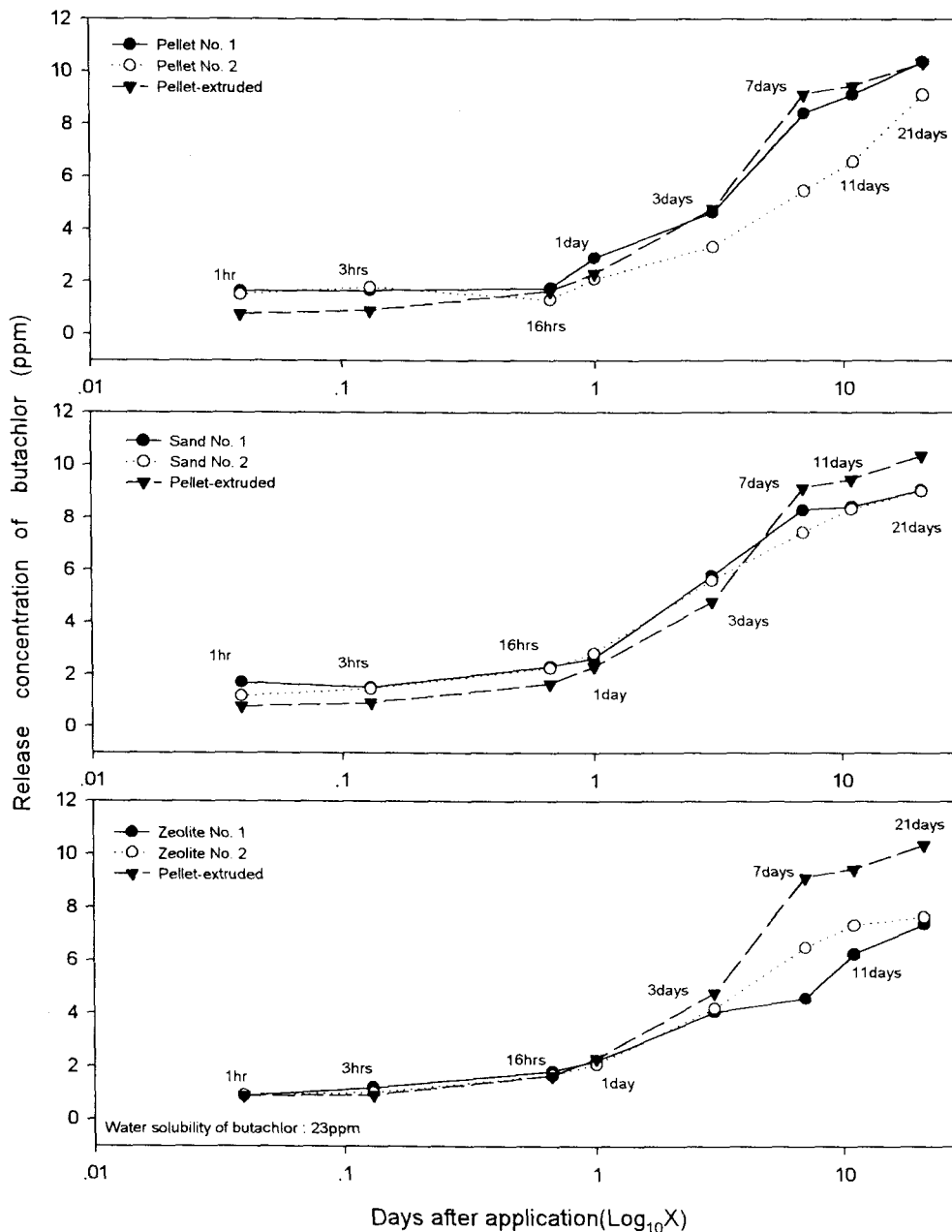


Fig. 3. Released concentration of butachlor from tested granule mixtures of chlomethoxyfen and butachlor in water.

자 제조시 첨가되는 friction reducer와 액상의 dispersing agent가 액상인 butachlor의 용출에 영향을 주었던 것으로 판단되었다(표1).

모래피복형 입제에서는 chlomethoxyfen의 경우 기립피복식과 달리 수중용출이 기존 조립흡착식과 비슷하게 안정적이었으며 액상인 butachlor의 경우도 No. 1과 No. 2 간 차이 없이 안정적이었다. 그러나 처리 후 7일부터 기존 입제보다 용출도가 다소 낮아졌는데 이것은 binder 2의 영향으로 수중용출량을 변화시킬 수 있는 기능이 있을 것으로 판단되었다. 지오라이트피복식 입제에서 chlomethoxyfen의 용출은 분상 주성분 입자의 분리 정도가 덜하기 때문에 기립피복식보다 변이가 덜했지만 적절한 제조방식이 아니라고 판단되었다. Butachlor의 용출은 처리 후 3일 이전까지 기존 입제와 비슷한 경향이 었지만 이후부터 용출량이 적어졌던 것으로 보아 첨가된 binder 3 때문으로 판단되어 용출제어 기능이 있음을 알게 되었다.

공시된 입제들의 수중용출도를 보면 분상인 chlomethoxyfen은 수중용출도가 불안정한 피복식보다는 기존의 조립식으로 제조하는 것이 유리하였고 액상인 butachlor는 담체 종류에 상관없이 흡착 또는 피복식으로 제조할 수 있다고 판단되었다. 또한 butachlor 수중 용출량을 볼 때 수용해도보다 30% 정도에 미치지 못했던 것은 사용된 담체의 흡유가나 binder에 의해 용출이 제어되었던 결과로 판단되었다.

입제가 눈에 처리될 때 생물효과에 영향을 준다고 알

려져 있는 물리성(Tanizawa 등, 1987) 중에 수표면에 입제가 부유되는 정도와 수중에서 확산 또는 붕괴되는 정도를 시간에 따라 관찰한 결과는 표 2와 같았다. 기존 조립 흡착식 입제와 비슷한 부유성과 수중확산 또는 붕괴성을 보여준 입제들은 기립피복식 No. 1, No. 2, 모래 피복식 No. 1이었으며 지오라이트 피복식은 부유성이 1 정도로 부유된 입자들이 다소 있었고 수중붕괴는 거의 이루어지지 않았는데 이는 지오라이트 담체의 입도가 불균일했고 쉽게 붕괴되지 않는 특성 때문이라고 판단되었다. 특히 모래피복형 No. 2의 경우 No. 1과 달리 부유되는 정도가 심했고 수중붕괴성도 불량했는데 이는 분상의 dispersing agent 1에 의한 것으로 분상보다 액상 dispersing agent가 모래피복식에 적절할 것으로 판단되었다.

생물효과 비교

제조방식과 처방이 다른 입제들에 대한 잡초 방제 효과 및 벼 생육에 대해 조사한 결과는 표 3과 표 4와 같았다.

잡초방제 효과는 기존 제형과 대등한 약효를 발현한 입제는 기립담체를 이용하여 흡착 피복시킨 기립피복식 No.1 과 No. 2 및 액상 dispersing agent가 첨가된 모래피복식 1번이었고 지오라이트피복식 입제들은 처방에 관계없이 모두 효과가 떨어졌다. 효과가 좋았던 3종 처방의 입제들이 부유성과 수중확산 또는 붕괴성이 기존 입제와 비슷하거나 우수했지만 수중용출도는 불안정하여

Table 2. Floatability and dispersability or collapsability of tested granules of mixture of chlomethoxyfen with butachlor in water

Formulated granules	Floatability(0~5) ^{a)}						Collapsability ^{b)} /Dispersability(0~5) ^{c)}					
	0hr	30min	1hr	2hr	4hr	24hr	0hr	30min	1hr	2hr	4hr	24hr
Pellet-coated	No.1	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	5.0
"	No.2	1.0	0.5	0.5	0	0	0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.0
Sand-coated	No.1	1.0	0	0	0	0	0.0	2.5	3.0	3.0	4.0	5.0
"	No.2	4.0	1.4	3.0	3.0	3.0	0.0	0.5	1.0	1.0	2.0	5.0
Zeolite-coated	No.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
"	No.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Pellet-extruded		0	0	0	0	0	2.0	3.0	3.0	3.0	4.0	5.0

^{a)}Floatability : 0 - No floating, 1-1~20% floating, 2-21~40% floating, 3-41~60% floating, 4-61~80% floating, 5 - 81~100% floating, ^{b)}Collapsability : 0 - No collapsed, 1-1~20% collapsed, 2-21~40% collapsed, 3-41~60% collapsed, 4-61~80% collapsed, 5 - 81~100% collapsed, ^{c)}Dispersability : 0 - No dispersed, 1-1~20% dispersed, 2-21~40% dispersed, 3-41~60% dispersed, 4-61~80% dispersed, 5 - 81~100% dispersed.

변이가 많았다.

벼 생육을 비교해 보면 다소 복잡한 양상을 보이고 있어 주당 엽수와 주당 분얼수의 경우 공시입제들 모두 대조인 기존 조립흡착식 입제들보다 크게 억제되었다. 그러나 지상부 생체중으로 본 생육을 비교해보면 약효가 좋았던 기립피복식 No. 1, No. 2와 모래피복식 No. 1들이 기존 입제와 비슷했거나 좋았고 약효가 떨어졌던 지오라이트피복식도 좋았다.

이 결과들은 수중용출도가 불안정하더라도 부유성이나 수중확산 또는 붕괴성이 약효 및 약해 발현에 영향을 미칠 수 있다는 보고(Tanizawa 등, 1987)와 부합됨을 알 수 있었다. 또한 용출제어형 입제는 생물효과를 발현하는데 필요한 유효성분의 수중농도와 지속기간을 조절하는 기술과 처방 개발이 필요한데 아직까지 약제별 수중유지 농도와 지속기간을 실험실에서 간편한 화학분석

방법이 미지한 상태이므로 우선 평가 지표로 수중용출도를 적용하면서 부유성이나 수중확산 또는 붕괴성을 평가하고 이와 연계하여 생물효과를 평가하여 적당한 처방을 확립하는 과정이 필요하다고 사료된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 물성이 다른 원제를 이용하여 입제를 제조하기 위해서 여러 제조방식을 이용하는데 원제 2개 이상 혼합된 입제를 제조하기 위해서 고상인 원제와 증량제 및 보조제를 첨가시켜 조립한 뒤 여기에 액상 원제를 흡착시키는 것이 부유성과 수중붕괴성이 좋았을 뿐만 아니라 안정적인 수중용출도와 생물효과를 보였다. 기립입자를 담체로 이용하여 피복 또는 흡착시킨 기립피복식 입제들은 부유성, 수중붕괴성 및 생물효과면에서 기존 입제와 비슷했거나 좋았지만 수중용출도에서 불안정한 용출 양상을 보여 적절하지 못한 방식이었다. 그러나 모래피복형의 경우

Table 3. Weeding efficacy of tested granules formulated by different methods

Formulated granular types	Top fresh weight of weeds(g/pot)							
	Annuals		Perennials		Total		C.V.(%) *	
	3 kg	6 kg	3 kg	6 kg	3 kg	6 kg	3 kg	6 kg
Pellet-coated No. 1	0.5	0.8	3.5	3.1	4.0	3.9	98.2a	98.2a
" No. 2	3.1	0	4.1	0.1	7.2	0.1	95.3a	99.9a
Sand-coated No. 1	2.6	0.6	2.8	0.2	5.7	0.8	97.6a	99.7a
" No. 2	11.7	2.2	16.6	0.2	28.3	2.3	87.5b	99.0a
Zeolite-coated No. 1	10.6	2.5	26.3	9.0	37.0	11.5	83.7b	96.3b
" No. 2	20.5	5.0	10.1	3.5	30.9	8.4	86.5b	96.3b
Pellet-extruded	1.2	0	1.3	1.9	2.4	1.9	98.9a	99.1a
Untreated control	(182.8)		(38.5)		(221.3)		-	

* C.V. is calculated as follows:

$$\frac{\text{Top F.W. of the untreated control} - \text{Top F.W. of the treated}}{\text{Top F.W. of the untreated control}} \times 100$$

Means followed by the same letters in a column are not significantly different at 5% level by LSD.

Table 4. Rice growth of tested granules formulated by different methods

Formulated granular types	Growth as percent to pellet-extruded type							
	Shoot length		No. of leaves		No. of tillers		Top fresh weight	
	3 kg	6 kg	3 kg	6 kg	3 kg	6 kg	3 kg	6 kg
Pellet-coated No. 1	101.7	95.6	72.1 c	62.6 d	73.3 d	64.5 d	99.9 b	82.6 c
" No. 2	103.2	105.9	80.1 b	67.0 c	82.0 c	70.9 b	107.8 a	95.2 a
Sand-coated No. 1	99.0	97.5	86.0 b	81.0 a	83.5 c	77.3 a	99.8 b	90.3 b
" No. 2	99.0	97.5	82.1 b	65.9 cd	74.9 d	64.5 d	98.0 b	94.0 a
Zeolite-coated No. 1	99.1	101.2	82.2 b	76.0 b	83.3 b	70.9 b	100.2 b	95.9 a
" No. 2	103.4	102.4	87.8 b	74.8 b	87.5 b	70.9 b	103.0 b	93.5 a
Pellet-extruded	100.0	104.9	100.0 a	69.0 c	100.0 a	67.8 a	100.0 b	85.4 c
Untreated control	59.3 cm		150.7		42.3		172.5 g	

Means followed by the same letters in a column are not significantly different at 5% level by LSD.

기립피복식이나 지오라이트피복식과 달리 액상의 binder가 비교적 안정적으로 원제들의 수중용출에 도움을 주었고 분상의 dispersing agent보다 액상이 부유성, 수중분괴성 및 생물효과 면에서 기존과 비슷했거나 좋았던 결과로 볼 때 적절한 binder와 액상의 dispersant agent를 선택하여 제조한다면 기존 조립흡착식 입제와 비교할 때 대등하거나 다소 우수한 물성 및 생물효과를 발현하는 입제를 개발할 수 있는 제조방식인 것으로 판단되었다.

- Tanizawa, K., T. Honma, F. Kasai, K. Kawakubo and T. Nakamura (1987) Influence of the dispersion in paddy water on the herbicidal efficacy of pyrazolate. *J. Japan Pesticides*. 12:643-649.
- 西 康司, 和田 讓 (1986) 메フナセット 粒劑의 溶出機構. 日本農藥學會第11回大會 講演要旨集. 112.

인용문헌

- 日本植物防疫協會 (1997) 농약제제 가이드. 14~16.
- Backman, P.A. (1978) Fungicide formulation:relationship to biological activity. *Ann. Rev. Phytopathol.* 16:211~237.
- 吳秉烈, 朴英善, 沈載玩, 姜昌植, 李炯來 (1986) 製劑方法別 混合粒劑 農藥의 特性和 藥效. *한국농화학회지*. 29(1):90~95.

Physical properties, released patterns and bio-efficacy of granular mixtures with chlomethoxyfen and butachlor formulated by different methods

Bong-Jin Chung* and Jae-Heum Yeon¹(*Agricultural Technology Research Institute, DongBu Hannong Chemicals Co. Inc., #175-1, BoTong-Ri, JeongNam-Myun, HwaSung, KyungGi, 445-960, Korea, and ¹Kumi Factory, DongBu Hannong Chemicals Co. Inc., #323 GongDan-Dong Kumi, KyungSangNam-Do, 730-030, Korea*)

Abstracts : To develop cost-effective new granular formulation of mixture with 7.0% chlomethoxyfen and 3.5% butachlor, this study was conducted by investigation of floatability, dispersibility or collapsability and released concentration of active ingredients in water and bio-efficacies of the granules formulated by different formulation methods compared to commercial pellet-extruded granules. They were formulated by coating on or impregnation into extruded pellets, sands and zeolites with two active ingredients, binders, friction reducer, dispersing agents and bentonite. Pellet-coated method showed similar floatability, collapsability and bio-efficacy to the commercial pellet-extruded one or better than that but unstable patterns of released concentration of chlomethoxyfen because of easy isolation of coated technical particles from the surface of granules. Sand-coated methods showed similar physical properties, released pattern of two active ingredients, and bio-efficacy to the commercial one. Liquid binders and/or dispersing agents are more important than powdered ones to control released concentration of active ingredients from the granule mixtures, to improve the floatability and dispersibility, and to show good bio-efficacy. Sand-coated one might be a suitable method if types and amount of liquid binders and dispersing agents are selected.

*Corresponding author (Fax : +82-339-354-6820, E-mail : chungbj@dongbuchem.com)