



## 농약제제용부자재

농약연구소 농업연구관  
농학박사 오 병 렬

과학의 발달과 함께 농약분야도 많은 발전을 거듭하고 있으나 농약은 병해충을 죽이는 화학제품으로 아직까지 농약의 독성을 완전히 배제하지 못하고 있다.

병해충에 대하여는 약효가 좋으면서 인축에는 피해가 적은 농약 개발의 한 방법으로 제형개발연구도 중요한 위치를 차지하고 있다.

이번호부터 「농약제형의 개발현황과 연구방향」에 관하여 ① 농약 제제용부자재, ② 주요 농약제형의 특성과 개선점, ③ 신제형 개발과 살포방법개선을 위한 최근의 연구방법으로 나누어 3회 연재한다. 〈편집자 註〉

농약은 작용특성, 물리화학적 인 성질, 생물활성, 안전성, 경제성등을 종합적으로 고려하여 방제하고자 하는 대상병해충 및 잡초의 종류에 따라 사용하기 편리한 제형으로 제조하고 있다. 농약으로서 이용할 수 있는 새로운 물질이 개발되면 제제(製劑)에 들어가기 전에 농약원제가 지니고 있는 생물활성을 충분히 발휘할 수 있도록 하기 위하여 원제의 제반 성질을 측정하게 된다.

제형을 설계함에 있어 필요한 원제의 성질과 사용면에서 추구하여야 하는 제반요인은 표 1 과 같다.

이들 정보는 제제에 의한 유효성분(有効成分)의 효과 증진, 효과지속성 부여, 약해경감, 독

성경감 등을 보강시키는데 매우 신중하게 검토되고 있다.

또한 농약제제에 사용되는 부자재도 효과발현에 직접적인 영향을 미치게 된다. 의류 산업에 있어서의 재단기술, 식품에 있어서의 요리기술에 따라 제품의 모양과 풍미가 상이한 것처럼 농약의 효과도 부재의 종류와 품질, 그리고 배합비율에 따라 크게 좌우되므로 유효성분의 활성을 극대화시킬 수 있고 부작용을 최소한으로 줄일 수 있는 자재의 선발 또한 중요한 과제이다. 따라서 농약제제에 사용되는 부자재의 종류와 그 특성을 살펴보고, 현재 사용되고 있는 주요한 농약제형의 제조방법, 물리적 특성, 효과 및 그의 개선점을 모색함과 동시에 농약의 신

표 1. 제형의 설계상 필요한 유효성분의 특성과 살포특성

구 분	특 성
물리화학적특성	외관, 색깔, 냄새, 용점, 비점, 비중, 점도, 용해도 (물, 유기용매), 분배계수, pH, pKa, 증기압, 가수분해성(산, 알카리), 열안정성, 광안정성, 부식성
생물활성	대상병해충 및 잡초, 대상작물, 유효농도 및 사용량, 약해특성, 작용기작에 관한 정보
안 전 성	급성독성, 어독성, 피부 및 안(眼) 자극성, 예상분해산물의 제반독성
살 포 성	살포방법, 살포기구, 희석배수, 희석방법, 혼용살포가능성

제형 개발과 관련된 최근의 연구동향에 대하여 기술하고자 한다.

**가) 증량제 (增量劑)**

분제, 수화제, 입제 등에 사용되는 분체 또는 입상물질로서 농약의 유효성분에 대하여 활성을 나타내지 않고 경제성이 있으면 어떠한 물질도 이용할 수 있으나 농약용 증량제의 구비요건으로서는 유효성분에 대한 안정성, 흡유능, 유동성, 입자분포, 가비중, 화학조성, 수분, 불순물, 경제성, 공급안정성 등이 검토되고 있다.

일반적으로 농약 증량제로 사용될 수 있는 물질을 분류하면

표 2 와 같다.

**산지·가공법따라 품질달라**

증량제는 대부분의 경우 혼합물의 상태로 존재하므로 산지가 가공방법에 따라서 그 품질이 상이하다. 우리나라에서 생산되고 있는 농약용 주요 증량제의 이화학적 특성을 조사한 바(표 3) 산지별로 큰 차이가 있음을 알 수 있다

증량제는 농약 유효성분과 경우에 따라 상호작용하여 안정성이 문제되는 경우가 있는데 이는 수분과의 반응, 수소이온이나 금속이온에 의한 촉매반응(觸媒反應), 증량제 표면상의 활성부위의 종류와 양이 관계하는 수

표 2. 농약제용 증량제

구 분	농약증량제로 사용될 수 있는 물질		
식물성분말	담배가루, 톱밥, 옥수수가루등		
광물성분말	원 소	유 황	
	산화물	규소	규조토
		석회	소석회, 고토석회
	인산염	인회석	
	탄산염	방해석, 백운모, 도석	
	황산염	석 고	
규산염	운모, 활석, 납석		
합 성 품	점토광물-카올린, 벤토나이트, 산성백토 saponite, nontronite, attapulgite 등		
	화이트카본, 규산석회, 요소, 유안, 유기중합체		

가 있다. 농약제품의 안정화를 기하기 위하여 상기 요인을 고려한 충분한 검토가 이루어져야 하지만 지금까지 체계적이고 계통적인 연구는 미진한 상태에 있다. 그러나 증량제의 종류나 산지에 따라 경험적인 지식을 통하여 실제 농약제조에 사용되는 증량제의 선택이나 안정성의 검토가 이루어지고 있는 실정이며 이러한 방법이 현실적으로는 가상 효율적이라고 생각된다.

증량제 입자와 농약원제의 상호작용은 증량제 자체의 유동성(流動性), 응집성(凝集性), 가비중(假比重), 흡유능(吸油能), 수중붕괴성(水中崩壞性) 등의 성질과 밀접한 관계가 있다. 특히 분제와 같이 제품 중 증량제의 점유율이 높은 경우에는 증량제의 성질이 제품의 성질에 직접

적인 영향을 미친다. 따라서 증량제의 특성을 충분히 파악하여 제제에 적극적으로 이용하여야 한다. 농약제제에 이용되는 대표적인 증량제의 특성을 열거하면 다음과 같다.

가비중 낮으나 가격은 비싸

**화이트카본** 조미립자로 흡유능이 우수하고 가비중이 낮으나 가격이 비싸다. 흡유제, 부유제(浮遊劑), 응결방지제(凝結防止劑), 유동성개량제로 사용된다.

유효성분과 상호작용 경미해

**규조토** 흡유능이 양호하며 소성품(燒成品: 고온으로 가열처리한 제품)은 표면 상의 수분과 Si-OH 기의 밀도가 적어 유효성분과의 상호 작용이 경미하여

표 3. 국내생산 비금속광물의 이화학특성 분포(농약연구소, '84~'85)

증량제	가비중	pH(1:5)	수분(%)	작열감량(%)	Fe(%)	C.E.C (me/100g)
활석	0.52~0.87	8.4~10.3	0.1~0.8	1.8~7.3	0.4~2.5	0.4~2.4
고령토	0.48~0.58	5.0~7.8	0.8~9.6	4.4~21.7	0.3~1.0	0.7~16.1
납석	0.51~0.73	5.4~9.1	1.0~8.0	0.7~6.5	0.2~1.2	0.6~31.8
벤토나이트	0.61~0.77	9.3~10.7	6.0~19.2	3.6~12.8	0.8~2.0	2.0~69.0
규조토	0.33~0.36	4.4~9.6	1.0~8.1	0.3~35.1	0.8~1.9	0.5~34.4
블석	0.47~0.72	4.2~9.8	3.0~10.0	2.6~5.3	1.1~1.7	13.0~64.8

화이트카본과 함께 수화제에 널리 쓰인다.

수중붕괴성 입제에 사용돼

**벤토나이트** 수중팽윤성(水中膨潤性), 염기흡착능(塩基吸着能), 점결성(粘結性)이 있어 입제의 접착제, 수중붕괴성 입제에 사용된다.

**활석** 층상구조로 되어 있어 유동성이 우수하고 증량제중 소수성이 강하여 분제의 증량제로 널리 사용된다.

**납석, 고령토** 유효성분에 대한 안정성이 우수하여 분제에 사용된다.

**나 용제 (溶劑)**

주로 유제에 사용되는 용제의

구비조건으로서는 ① 유효성분의 용해도가 클 것, ② 유효성분을 분해하지 않을 것, ③ 작물에 대한 약해가 적을 것, ④ 독성이나 자극성이 낮을 것, ⑤ 휘발성과 인화성이 낮을 것, ⑥ 유효성분의 약효를 저해하지 않을 것, ⑦ 경제성이 있고 공급이 안정되어 있을 것, ⑧ 유해한 불순물을 함유하지 않을 것 등이 검토되고 있다.

표 4는 흔히 유제농약의 용제로 사용될 수 있는 주요한 용매의 인화점, 수용성, 비중 및 비점을 나타낸 것으로서 xylene 등의 방향족 탄화수소(芳香族炭化水素)는 상기 조건에 적합하여 유제농약의 용제로서 가장 널리 사용되고 있다.

보조용제는 작물약해에 민감

표 4. 농약제제용 유제의 특성

용 제	비 점	인화점	수용해도	비 중
Xylene	138~144℃	30~34℃	0.05 (38℃)	0.861~0.880
Methylnaphthalene	245			1.025(14℃)
유 동 paraffin		> 150		0.83 ~0.89
Kerosene	175~325	65~85	0.007(23℃)	~0.80
Methylcellosolve	135	45		0.930(20℃)
Cyclohexanone	156	33	5(30℃)	0.950(15℃)
Dimethylsulfoxide	189	95	∞	1.101(20℃)
Dimethylformamide	15	68	∞	0.945(25℃)
Acetonitrile	82	13	∞	0.787(15℃)

유효성분의 용제에 대한 용해성이 우수하면 고농도의 제제가 가능하나 살균제나 제초제중에는 xylene등에 난용성인 것이 많아 유제로의 제제가 매우 곤란한 경우도 있다. 실제 처방에 있어서는 각종 alcohol류, ketone류, dimethylformamide, acetonitrile, phenol류 등의 보조 용제를 혼합하는 수가 있으나 이러한 경우에는 대부분의 보조용제가 극성과 전도율이 높아 유효성분과의 반응성이 강하여 유효성분을 분해하거나, 작물과의 상호작용도 강하여 약해의 우려도 있으므로 신중한 선택을 요하고 있다. 일반적으로 불휘발성의 용제는 유효성분의 잔효성, 침투성을 조장시키며 극성의 용매는 물에 대한 용해도가 높기 때문에 유제에 사용할 경우에는 유화제의 선정에 주의를 요한다.

용제의 종류에 따라서는 작물에 대한 약해반응이 상이하거나 나타나기도 한다. 약해발생의 정도는 작물의 생육상황이나 기상 조건 등 환경에 따라 크게 좌우되지만 이의 요인으로서서는 비점(沸點), 휘발성(揮發性), 침투성(浸透性), 관능기(官能基), 분자량, 점도(粘度), 표면장력(表面張力) 등이 고려된다. 대두에

대한 용제의 약해정도를 조사한 결과는 표 5와 같다.

분자량이 크면 약해발생쉬워

일반적으로 분자량이 큰 용제는 약해발생이 용이하고 alcohol, ether, ketone은 약해가 적으며 ester나 염소화 용제는 큰 편이다. 비교적 고농도로 살포하는 기계유 유제(油劑)에서는 기름 자체가 유효성분이므로 그 자체의 약해가 중요 하지만 일반 유제에서는 제품의 회석율이 높기 때문에 용제의 약해문제는 그다지 중요하지 않다.

물도 중요한 용제의 하나로서 수용성 원제의 용매나 액상수화

표 5. 농약용 용제의 대두에 대한 약해정도

약해	용 제
↑ 강           약	methylnaphthalene
	Xylene
	대 두 유
	Cyclohexanone
	Dimethylformamide
	Ethyl acetate
	Dioxane
	Isopropylalcohol
	Methylethylketone
	Acetonitrile
	Ethylcellosolve

제(현탁제제)의 분산제로 사용된다. 천연 상태의 물은 여러가지 불순물이 혼재되어 있으며 특히 양이온(Na, K, Ca, Mg, Fe 등)은 분산 안정성(分散安定性)에 영향을 미치고 계면활성제나 중점제의 효과를 감소시키는 경향이 있어 농약제형의 물성을 시험하는 데 있어서는 국제적으로 규격화된 표준수를 사용하고 있다.

### ㉑ 계면활성제(界面活性劑)

유제, 수화제, 입제, 액상수화제 등에 사용되는 계면활성제는 유화, 분산, 안정화, 조립촉진, 붕괴촉진, 가용화, 약해경감, 전착(展着) 및 고착(固着), 침투, 기포 유발, 증산 방지, 약제의 유동성 개량, 토양중 침투 이행촉진 등 여러가지 목적에 활용된다.

농약용 계면활성제의 구비 조건으로서는 ① 물리, 화학적으로 안정하여 유효성분을 분해, 변질시키지 않을 것, ② 사용 후에는 신속히 환경중에서 분해될 것, ③ 저독성으로 약해가 적을 것, ④ 경제성과 품질이 안정할 것 등이다.

### 비이온성제가 널리 사용돼

비이온성 계면활성제가 비교적 상기조건을 만족시키기 때문에 널리 사용된다. 또한 음이온 계면활성제와 혼합하여 사용하는 경우가 많다. 양이온 계면활성제와 음이온계면활성제와의 혼합은 계면활성능을 저하시키므로 양이온 계면활성제는 사용되는 예가 드물다. 그러나 4급암모늄 형태의 양이온계면활성제중에는 alkyldimethylbenzylammonium chloride와 같이 그 가치가 강한 살균작용을 지니는 것이 있어 특별한 목적으로 사용되기도 한다.

#### 유제에 사용되는 계면활성제

자기 유화성과 유화 안정성을 부여하기 위하여 사용된다. 유화제(유효성분과 용제)의 종류와 유화조건(물의 경도, 온도, 희석배수)을 고려하여 결정한다. 일반적으로 유제에 사용되는 계면활성제로는 다음과 같은 것이 있고 통상 이들 몇 종을 혼합하여 유화영역을 넓혀 가면서 사용한다.

가) 음이온 계면활성제 : Dodecylbenzene sulfonate(Na, Ca, Mg 및 amine염), Alkyl-naphthalene sulfonate, Dialkylsulfonate

succinate, Polyoxyethylene alkylphenylether sulfate 및 phosphate 등.

나) 비이온성 계면활성제 :

Polyoxyethylene alkylether, Polyoxyethylene dialkylphenylether, Polyoxyethylene sorbitan alkylate, Polyoxyethylene fatty acid ester, 기타 식물성기름등

**수화제에 사용되는 계면활성제**

제품에 수화성, 현탁(현수)성, 안정성 및 재분산성을 부여하기 위하여 사용한다. 수화제용 계면활성제로서는 Dodecylbenzene sulfonate, Alkyl-naphthalene sulfonate, Naphthalene sulfonate formaline 축합물, Dialkylsulfosuccinate, Ligninsulfonate, Alkyl sulfate, Polyoxyethylene alkylphenyl ether sulfate 및 sulfonate 등.

**입제에 사용되는 계면활성제**

습식조립법에 의한 입제 제조시 점결제로는 ligninsulfate 를, 수중붕괴제로는 lauryl sulfate 및 alkylbenzenesulfonate 등의 물에 용해하기 쉬운 계면활성제를 사용하고 유효성분의 용출량을 조절하기 위하여는 음이온계면활성제(용출촉진) 또는 발수성(撥水性) 양이온 계면활성제

(용출지연)를 사용한다. 피복법에 의한 입제제조시는 유효성분의 수중 이탈 촉진에 Polyoxyethylene oxide 형의 비이온성 계면활성제를 사용한다.

**액상수화제에 사용되는 계면활성제**

교질입자의 물리적 안정화의 목적으로 친수성이 강한 계면활성제를 사용한다. 분자량이 큰 음이온 또는 비이온성의 것을 병용한다. 또한 기포의 발생을 억제하기 위한 소포제로서 polyoxyalkylene block 중합체 등도 이용된다.

**(라) 기타보조제**

유효성분의 분해원인 제거

**분해방지제** 유효성분의 안정화를 위하여 산화 방지제, 광흡수제, 촉매활성점의 불활성화제 및 보호제를 사용하여 유효성분의 분해원인을 해소시킨다.

물속에서의 붕괴시간조절

**입제용 점결제** 각종 수용성 고분자나 bentonite와 같은 무기물을 사용하며 첨가비율에 따라서는 수중에서의 붕괴시간을 조절하기도 한다.



### 유효성분의 작물체부착 증진

#### 전착제 (고착제, 습전제)

유효성분을 작물의 표면에 균일하게 확산시켜 부착효과를 증진 시키는 목적으로 사용되며 Polyoxyethylenealkylarylether, lignin sulfonic acid, polyoxyethylene fatty acid ester 등이 이용된다.

비산 최소화로 이용효율 높여

**비산방지제** 농약살포시 비산을 최소화하여 경감시키고 농약의 이용효율을 상승시킴으로써 타생물에 대한 영향을 최소화하기 위하여 acry계 고분자 등을 사용한다.

그밖의 보조제로서는 소포제, (消泡劑), 고결방지제, 결정석출방지제, 대전 방지제 (帶電防止劑), 착색제, 증점제, 분사제 (噴射劑), 발열제 등이 있다.

