

수목해충의 화학적 방제(1)

Chemical control of tree insect pest



신상철
국립산림과학원 농학박사

◆ 살충제의 구비조건과 종류 ◆

1. 수목해충의 화학적 방제

수목병해충을 구제하고자 화학약품을 사용하여 방제하는 방법을 화학적 방제 또는 약제방제라고 한다. 화학적 방제법 (Chemical Control)은 다른 방제법에 비해 적용범위가 넓고, 정확하고 빠르며, 이용하기 쉽다는 특징이 있다. 해충의 화학적 방제에 사용되는 약제는 살충제(Insecticide)이지만, 살응애제(Acaricide) · 살선충제(Nematicide) · 살서제(Rodenticide) · 살균제(Fungicide) · 제초제(Herbicide) · 식물생장조절제(Plant growth regulator)등을 총칭하여 농약(農藥, agricultural chemicals, Pesticides)이라고 한다. 이러한 농약을 한마디로 정의하기는 쉽지 않은데 우리나라의 농약관리법에서 정의한 것을 소개하면 “농약이라 함은 농작물(수목 및 농림산물을 포함)을 해하는 균(菌), 곤충(昆蟲), 응애(蟬), 선충(線蟲), 바이러스, 잡초, 기타 농림부령이 정하는 동식물(動物; 달팽이, 조류 또는 野生動物, 植物; 이끼류 또는 잡목)의 방제에 사용되는 살균제(殺菌劑), 살충제(殺蟲劑), 제초제(除草劑), 기타 농림부령이 정하는 약제[기피제(忌避劑), 유인제(誘引劑), 전착제(展着劑)]와 농작물의 생리 기능을 증진하거나 억제하는데 사용되는 약제를 말한다”라고 정

의하고 있다.

수목해충을 방제하는 살충제는 유인제 기피제 등 일부를 제외하고는 직접적인 살충을 목적으로 개발되었으며, 그 효과는 사용방법, 약제의 성질, 곤충의 특성, 환경조건 등에 의하여 좌우된다. 그러나 이러한 외적 조건들이 다소 변한다고 해도 살포농도나 살포량을 달리하여 방제목적은 달성할 수 있다. 단, 살충제의 과다한 사용은 생태계의 단순화, 해충의 살충제에 대한 저항성 발달, 인축에의 독성, 유용천적의 감소로 인한 특정 곤충의 불활발생, 살충제의 잔류로 인한 환경오염 등 여러 가지 문제를 야기하므로, 생태계에 대한 안정성을 최우선적으로 고려하여 환경에 나쁜 영향이 미치지 않도록 합리적으로 사용하는 것이 필요하다.

수목해충의 화학적방제는 살충제의 구비조건과 종류, 살충제의 제형과 사용방법, 살충제 사용상의 주의사항, 작용기작, 독성, 저항성, 약해, 생물검정 등이 있으나 금번에는 살충제의 구비조건과 종류에 대하여 기술하고자 한다.

2. 살충제의 구비조건

살충제인 농약은 농림산물의 양적, 질적향상을 위하여 사용되는 중요한 농업 자재로서 이 자재의 좋고 나쁨에 따라 농림산물의 수량 및 품질이 크게 영향을 받게 되므로 다음과 같은 구비 조건을 갖추어야 한다. 이들 구비 조건을 어느 정도 많이 충족시키느냐에 따라 살충제로서 좋고 나쁨이 결정되며 이들 구비조건은 시대에 따라서 변화될 수도 있으며, 조건에 다소 미비한 것은 사용방법의 개선 등에 의해서 보완되어야 한다.

2-1. 소량으로 약효 확실

살충제는 소량으로 약효가 확실하여야 한다. 약효가 없든지 불확실하면 살충제로서의 가치는 없다. 약효는 가능한 광범위하게 발현되는 것이 바람직하나 천적 또는 유용생물에 영향이 미쳐 서는 안 되며 방제대상이 되는 해충만을 죽이는 선택성이 높은 약제일수록 가치가 있다.

2-2 인축 및 생태계에 안전

수목해충을 방제하기 위한 살충제는 수목을 가해하는 해충을 살멸하는 약제이므로 정도의 차이는 있으나 독성이 있는 물질이다. 그러나 그 독성 정도가 너무 높거나 잔류 기간이 너무 길어 농약을 사용하는 사람을 중독시키거나 가축, 수생생물 등 환경생물에 피해를 줄 우려가 있는 것은 이상적인 살충제로 평가되기 곤란하다.

2-3. 약해로부터 안전

해충으로부터 나무나 열매를 보호하기 위하여 사용되는 살충제에 의하여 이들 나무가 약해를 심하게 받아 생육에 이상이 생기면 아무리 약효가 우수한 약제라 하더라도 살충제로서의 가치는 떨어진다.

2-4. 농약의 안전성

농약은 생산된 직후 전량이 한꺼번에 소비되는 것이 아니고 보관되는 것이 일반적이므로 제품의 약효 보증기간 이내에는 주성분 함량의 변화 등 물리화학적 변화가 없어야 하며 약효의 변화나 약해가 유발되어서는 안 된다.

2-5 기타

우리나라의 경우에는 농약관리법에서 국내에서 사용하기 위한 농약은 일정한 구비요건을 갖추어 반드시 정부에 등록되어야 한다는 법적인 규정이 있으며 등록되지 않은 농약은 사용할 수 없다.

3. 살충제의 분류

3-1. 사용목적에 따른 분류

3-1-1. 소화중독제(Stomach poison)

소화중독제는 해충의 먹이가 되는 식물의 잎이나 줄기에 살포하여 부착시킴으로써 해충이 먹이와 함께 약제를 섭취하게 하여 농약이 소화기관내로 쉽게 들어가 독작용을 나타내는 약제를 말한다.(예 : 유기인계, Carbamate계, Bt제)

3-1-2. 접촉독제(Contact poison)

살포된 약제가 해충의 표피에 직접 접촉되어 체내로 침입되므로 독작용을 나타내는 약제로 직접 충체에 약제가 접촉하였을 때에만 독작용을 나타내는 직접 접촉독제(direct contact poison)와 충체에 약제가 직접 접촉되었을 때에는 물론이고 약제가 살포된 장소에서 해충이 접촉되어 살충효과를 나타내는 잔류성 접촉독제(residual contact poison)로 구분할 수 있다. (예 : 유기인계, carbamate계 등)

3-1-3. 침투성 살충제(Systemic insecticide)

약제를 식물의 잎이나 줄기 또는 뿌리에 처리하여 식물체내에 흡수, 이행시켜 식물체 각 부위로 이동 분포시키므로 흡즙(吸汁)해충을 죽이는 약제를 이른다.(예 : 유기인계, carbamate계 등)

3-1-4. 유인제(Attractant)

해충을 일정한 장소로 유인하여 살멸시키는 약제를 유인제라고 한다.(예 : oryzanone, arylisothiocyanate)

3-1-5 기피제(Repellent)

기피제는 유인제와는 반대로 수목이나 종자 등 임산물에 해충이 접근하지 못하게 하는 약제를 말한다. (예 : lauryl alcohol, N,N-dimethyl-m-toluamide)

3-1-6. 불임화제(Chemosterilant)

해충을 불임시켜 자손의 번식을 못하게 하여 해충을 멸종시키는 약제이다.(예 : amethopterin, tepa)

3-1-7. 혼합제(混合劑, Combined pesticide)

사용목적 또는 작용특성이 서로 다른 2종 또는 그 이상의 약제를 혼합하여 하나의 제형으로 제제한 약제를 말한다. 예를 들어 병원균과 해충을 동시에 방제하는 살균·살충제를 혼합하여 사용하는 경우 등을 말할 수 있다. (이소피유제 : isoprothiolane + fenobucarb, 하나로수화제 : pencycuron + isoprocarb)

3-1-8. 보조제(補助劑, Supplemental agent)

농약 주제의 효력을 증진시키기 위하여 사용되는 물질을 총칭하며, 보조제 그 자체는 약효가 없는 것이다.

전착제 : 농약의 주제를 해충이나 식물체 표면에 잘 확산, 부착시키기 위하여 사용되는 약제로 살포용 보조약제이다. 현재 사용하고 있는 유제농약에는 제제할 때 전착제의 역할을 하는 계면활성제를 첨가하여 제조하는 것이다.(spreader-sticker, polyoxy ethylenealkyl aryl ether + sodiumligno sulfonate)

증량제 : 입제, 분제, 수화제 등과 같이 고체농약의 제제시에 주성분의 농도를 저하시키고 부피를 증대시켜 농약의 주성분을 목적물에 균일하게 살포하여 농약의 부착질(附着質)을 향상시키기 위하여 사용되는 재료를 말한다. 증량제로 사용되는 재료는 주로 활석(tale), 카오린(kaoline), 벤토에이트(bentonite), 규조토(diatom earth)등의 광물질이 사용되나 수용제의 증량제로서는 수용성의 설탕이나 유안 등이 사용되며 유제나 수용제 등의 농약을 희석할 때 사용되는 물도 일종의 증량제라고 말할 수 있으나 일반적으로는 광물질의 증량제만을 말한다.

용제 : 유제나 액제와 같이 액상의 농약을 제조할 때 주제(원제)를 녹이기 위하여 사용하는 물질을 말한다. 주로 xylene, benzene 등이 사용되나 주제의 특성에 따라 각종 유기용매가 사용되며 액제의 경우 물이나 methanol이 용제로 사용된다.

유화제(Emulsifier) : 유제의 유화성을 좋게 하기 위해 사용되는 물질로 주로 계면활성제

가 사용된다.

협력제 : 유효성분의 생물학적 활성을 증대시키기 위하여 사용되는 물질로서 효력증진제라고도 한다. 협력제로 사용되는 물질로는 Piperonyl butoxide 등이 있으나 최근에는 일부 pyrethroid 화합물이 다른 약제에 협력제적인 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

3-2 유효성분 조성에 따른 분류

수목해충을 방제하기 위하여 사용되는 농약의 화학적 활성기(活性基)의 기본구조에 따라 분류하는 방법이다. 현재 사용되고 있는 유기합성농약의 경우에 그 구조가 복잡하고 각종 원자단 또는 원자로 구성되어 있으나 그 구조중에 생물 활성에 직접 관여하는 기본 화학골격 또는 작용기가 무엇이냐에 따라서 분류한다.

3-2-1. 유기인계(organophosphorus)

현재 사용되고 있는 농약 중 가장 많은 종류가 있으며 유기인계 농약의 구조는 인(인, P)을 중심으로 각종 원자 또는 원자단이 결합되어 있다. 유기인계 농약은 결합된 산소(O) 및 유황(S)의 위치 및 수에 따라서 phosphate, phosphorothioate, phosphonate 등 여러 가지로 세분화 된다.(예: parathion, chlorpyrifos, diazinon)

3-2-2. 카바메이트계(carbamate)

카바메이트계 농약은 carboxylic acid와 amine과의 반응에 의하여 얻어지는 화합물인 carbamic acid의 유도체로서 주로 살충제로 사용된다.(예: carbaryl, carbofuran, methomyl)

3-2-3. Pyrethroid계

제충국(Chrysanthemum cinerariaefolium)의 살충성분인 pyrethrin과 관련한 chrysanthemic acid과 방향환 또는 이성환을 가지는 alcohol과의 ester화합물이다(예: fenvalerate, deltamethrin, biphenthrin 등)

3-2-4. 유기염소계

화합물의 분자 구조내에 염소원자를 많이 함유하고 있는 농약으로 BHC나 aldrin과 같이 환상구조를 가지는 cyclodiene 화합물, 그리고 DDT와 같이 diphenyl구조를 가지는 화합물로 나누어진다. (예: endosulfan, heptachlor, DDT 등)

3-2-5. Benzoylurea계

benzoylurea계 살충제는 요소($H_2N-CO-NH_2$)를 기본으로 하여 2,6-difluorobenzoyl기를 가진 화합물로서 해충의 chitin생합성 저해를 통해 살충제로서 작용한다(예 : diflubenzuron, teflubenzuron, hexaflumuron 등)

3-2-6. Nereistoxin계

바다갯지렁이의 독소인 nereistoxin과 유사한 화합물군으로 식독 및 접촉독제로 작용한다 (cartap, bensultap)

3-3. 농약의 작용특성에 따른 분류

살충제의 사용목적이 해충을 죽이는데 있으며 이때에 어떤 부위에 어떻게 작용하여 활성을 나타내느냐가 작용특성이라고 할 수 있다. 살충제의 화학구조가 아주 다양하기 때문에 해충에 대한 작용점도 다양하게 나타난다.

3-3-1. 곤충의 신경기능 저해

- Acetylcholinesterase(AChE)활성 저해 : 유기인계, carbamate계 화합물
- 신경전달물질 수용 저해 : nicotinoid계, nereistoxin계 화합물
- Synapse 전막 저해 : γ -BHC, cyclodiene계 화합물
- 신경축색(axon) 전달저해 : DDT, pyrethroid계 화합물

3-3-2. 곤충의 에너지대사 저해 : 2,4-dinitrophenol계 화합물

3-3-3. 곤충의 생합성 저해

- Chitin합성 저해 : diflubenzuron, buprofezin

3-3-4. 곤충 호르몬 기능의 교란 : mesoprene, juvenike hormon(JH), 길항제

3-4. 농약의 형태에 따른 분류

살충제의 제제형태, 제품의 외관에 따라서 분류하는 방법으로 우리나라에서는 그동안 주로 외국에서 이미 개발한 유제(乳劑), 수화제(水和濟), 액제(液劑), 수용제(水溶濟), 액상수화제(액상수화제), 분제(분제), 입제(입제) 등의 살충제가 사용되어 왔으나 제제 기술의 발달로 대부분의 제형이 우리나라의 기상, 토양 등 자연환경과 살포용 기계, 활용상태 등에 적합한 제형으로 개선되어 사용되고 있다.

현재 국내에서 사용되고 있는 제형을 직접살포제, 희석살포제 및 기타 제제 등으로 분류하면 직접살포제로는 분제, 입제, 미립제, 세립제, 미분제, 미탁제, 저비산분제, 수면부상성입제, 액상수화제가 있고, 희석살포제로는 액제, 분산성액제, 유제, 수화제, 수화성미분제, 유탁제, 종자처리수화제, 종자처리액상처리제, 캡슐제, 캡슐현탁제, 과립수화제 등이며, 기타 제제로는 훈증제, 훈연제, 도포제, 판상줄제, 과립훈연제, 농약함유비닐멀칭제, 연무제, 오일제, 정제 등이 있다.

이상에서와 같이 이번호에서는 수목해충의 화학적방제 중에서 화학적방제에 대한 전반적인 소개와 농약의 구비조건 및 살충제의 사용목적, 유효성분, 작용특성 등에 대한 분류에 대하여 소개하였고 이어서 다음호에 화학적인 방제에 대하여 기술토록 하겠다. 🌿

