제초제 리포트

알고 쓰면 더욱 만족

■ 제초제의 계통별 작용특성과 효과적 안전사용 요령 (上)

전남대학교 농과대학
교수 구 자 옥

무릇, 모든 농약에 있어서 마찬가지의 이야기가 되겠지만, 제초제가 구비해야 할 특성으로 요구되는 내용으로는 작물과 잡초간에 방제상의 고도선택활성차이(高度選擇活性差異)가 있어야 하며, 또한 식품이나 환경에 대한 오염의 위험성이 철저하게 배제되어야 한다는 점을 들 수 있다. 참으로 어려운 조건일 수 밖에 없으며, 경우에 따라서는 하나의 이상론(理想論)적 요구에 지나지 않을 수도 있다. 더우기, 제초제를 사용하게 되는 현실은, 현재의 포장조건(圃場條件)에서 농가의 장비여건(裝備與件)과 농민의 지식에 의하여 결정되는 국면(局面)임을 생각지 않을 수 없다. 다른 어떤 부류(部類)의농약보다도 제초제의 선택적인 안전사용기술이 까다롭다는 사실은 이미 잘 알려진 바이거니와, 이는 선택반응(選擇反應)의 대상체(對象體)가 곧 서로 동일한 식물이기 때문이다. 이런 관점에서, 제초제에 대한 사전지식(事前知識)과 이의 사용에 따른 기술내용 및 안전수칙을 정리하여 숙지(熟知)한다는 사실은 매우 의의가 있는 일이라 하겠다.

1. 화학조성에 따른 제초제의 계통분류

흔히 제초제를 분류하거나 그 작용특성을 설명하기 위하여는 약제의 주성분이 갖는 화학조성을 먼저 밝히게 된다. 즉 제초제의 화학적인 계통은 모핵화합물(母核化合物)의 구조와 이들이 갖는 생리활성의 특징에 따라 구분을 짓게 되며, 이런 방식(方式)에도 실용성은 인정되지만 결코 절대성(絶對性)이나 일률성(一律性)이 있다고만 할 수는 없다. 어떤 제초제는 화학구조로 보아 서로 다른 모핵화합물의 특징을 동시에 여러 개를 구비한 경우도 있다. 예로서 Karbutilate는 카바메이트계로 볼수 있고 요소계(尿素系)로도 볼 수 있을 것이다. 따라서, 비록 어떤 제초제의 화학조성에 따른 계통이 동일한 것으로 분류된다고 하더라도 그 작용특성이 동일할 것으로만 해석을 하는 데는 무리가 따를 것이다.

모핵화합물의 공통구조에 유래

또한 제초제의 명칭에도, 흔히 개발회사명이나 화학조성 또는 약제의 작용성을 짐작케하는 경우가 많다. 농약을 지칭(指稱)하는 제도(制度)로는 하나의 고유성분, 즉 한 주성분에 대하여 계통명(系統名)이 있고, 또한 화학명(化學名)·시험명(試驗名)·일반명(一般名)과 상품명(商品名)이 있으며, 우리나라에서의 경우에는 이들에 더하여 고시상(告示上)의 품목명(品目名) 및 농약명(種類名)이 병행되어 사용되고 있다. 따라서 계통명은 앞서 설명하였듯이, 화학명과 함께 다소의 일률성이 없는 경우가 있을 수는 있겠으나 대체로는 모핵화합물이 갖는 공통구조에 유래하는 명칭을 부여케 된다.

또한 시험명은 개발회사의 첫자에 약종의 상징문자(예로 제초제는 Herbicide의 "H"나 또는 Weed-killer의 "W")와 선택번호를 부여하는 수가 많다.

일반명은 모핵화합물의 기본구조를 암시하는 어미(語尾)를 부여하는 경우가 많은 즉, 요소계의 화합물에 "-uron"이 붙는다거나 디페닐에텔계에 "-fen", 디니트로아닐린계에 "-lin", S-트리아진계 가운데, 염소치환(塩素置換)된 것에는 "-zine", 메톡시치환된 것에는 "-ton", 메칠메르캅토치환된 것에는 "-tryn"을 붙여 부르는 경우가 모두 그러하다. 뿐만 아니라 4급 암모니움계인 디피리딜계에 "-quat"을 붙이거나 피리다지논계에 "-razon", 또는 우라실계에 "-cil"을 붙이는 예가 모두 그러하다.

국내 신규농약, 국제일반명 사용키로

우리나라의 품목명은 이들 일반명

을 암시하는 글자를 단순화시킨 예들이 많다. "부타클로르"를 "부타"로, "퍼플루이돈"을 "퍼플"로, "부타클로르"와 "피라졸레이트"합제(合劑)를 "부타졸"로 명명(命名)한 경우가 그러하다. 그러나 농약관리제도의 일부 개선으로 금년부터 고시되는 신규농약은 국제적으로 통용되는 완전한 일반명을 표기하도록 하고 기고시된 것은 당분간 계속 사용키로 했다.

상품명은 약제의 작용성이나 기능(機能), 또는 선전목표를 암시케 한 경우가 많아서 "글라이포세이트"의 체내이행성(體內移行性)과 비선택성(非選擇性)및 강력활성(強力活性)을 암시하도록 "근사미(根死尾)"라 명명한 것이나 "모다운" (모두 다운), "푸마시"(품앗이), "풀자비"(풀잡이), "푸란나"(풀안나), "만드리"(만두레), "모드메"(모두매) 등이 예로 들어질 수 있을 것이다.

그러나 본고(本稿)에서는, 현재 우리나라에서 등록 및 시판중인 제초제들을 대상으로 국한하고, 주로 화학조성에 따른 분류 및 공통작용성을 중심으로 하여 설명해 나가기로 하겠다. 따라서 분류계통은 페녹시계, 산(酸)아미드계, 카바메이트계, 디페닐에텔계, 옥사디아졸계, 피리미딘계, 디니트로아닐린계, 피라졸계, 요소계, 트리아진계, 벤조산계, 유기인계, 비피리딜계, 나프톡시계 및 기타계로 분류하고자 한다.

2. 계통별 작용특성과 안전사용요령

가. 페녹시계 제초제

우리나라에 고시되어 있는 페녹시계 제초제로는 논에서 사용되는 이사디액제, 이사피 수화제, 이사피 입제, 엠시피 액제가 있고, 밭제초제로는 엠시피피 액제와 지호프 유제가 있으며, 타계통(他系統)약제와의 혼합제로는 수도용인 모리스엠 입제와 과원용인 메타벤콤비 수화제가 있다.

기초대사 교란으로 잡초 고사시켜

이들 계통의 제초제들은 값이 싸고 인축에 대한 독성이 낮은 편이며, 구조적으로는 아세트산의 수소원자가 페녹시기로 치환되어 있는 전형적 호르몬(옥신) 타입의 약제이다.

따라서 이 계통의 약제가 식물의 체내에 흡수되면 유전암호(遺傳暗號)를 전달받는 RNA와 단백질의 합성이 증가되며, 이런 결과로 조직의 과도한 증식과 기형발생이 유도된다. 흔히는 흡수된 약성분이 체내에서 가장 에너지소모활성이 높은 분열조직이나 세근형성부위(細根形成部位)로

이동되며, 여기에서 선택적인 옥신 활성으로서 식물체의 기초대사를 교란시킨다. 특히 세포분열의 촉진에 의한 이상비대(異常肥大)와 형태이상화(形態異常化)를 일으키고, 호흡증대나 엽록소형성의 저해 및 세포막의 삼투압을 증대시키거나 측근(側根)의 형성을 저해하기도 한다. 결국 이들 비정상 생육과 대사로 양·수분(養水分) 흡수 및 전이기능(轉移機能)을 억제시키고, 저장양분의 일방적인 소모를 통하여 기아 고사케 한다. 이런 현상은 15℃ 이상의 고온에서 현저하므로 작물약해까지도 염려가 된다.

논물 빼고 잡초경엽에 살포토록

흔히 페녹시계의 제초제는 페닐환(環)의 산소(⬡—O—)에 붙는 지방족산(脂肪族酸)의 탄소수에 따라 포름산(1개), 아세트산(2개), 프로피온산(3 개), 부틸산(4개) 등으로 불리우고, 페닐환에의 염소(Cl)수와 위치, 또는 지방족산에의 치환기에 따라 제초제로서의 성질과 독성 및 형태가 달라지게 된다. 2.4-D의 경우, 카르복실기의 치환내용에 따라 약제는 유액산(乳液酸), 아민염, 무기염 또는 에스태르로 만들어진다. 원래의 지방족산의 형태로도 제초제의 성질은 있는 물질이지만 실용적으로 수용성이 낮고 식물에 흡수가 떨어져서 문제가 되기 때문에 여러 모양으로 만들게 된 것이며, 따라서 여러 제형(製型) 가운데 선별하여 사용하는 기술이 요구된다. 일반적으로 Na염이나 K염, NH_2염 등의 제제로 만들어진 것들은 수용성이 높아서 식물체에 흡수는 잘 되는 반면에 토양에서의 이동성이 커지는 단점이 있다. 따라서 이들 약제를 논에 사용할 경우에는 논 물을 완전히 뺀 다음, 노출된 잡초의 경엽(莖葉)에 살포하고, 2~3일쯤 경과된 다음에 물을 대어 주는 요령이 필요하다. 살포시에는 비산해(飛散害)가 없도록 유의하여야 하며, 토양에 떨어진 약제의 토양이동폭(土壤移動幅)은 에스테르보다 커서 3~7cm 범위에 이르므로 특히 유기물이 적은 사양토(砂壤土)에서는 사용에 주의를 요한다.

에스테르 제제는 심수면에 살포

한편 메틸, 에칠, 또는 알릴 등의 에스테르제제로 만들어진 것들은 석유류(石油類) 이외의 물에는 잘 녹지 않으므로 토양처리가 가능하며, 유화제(乳化劑)를 첨가하면 어떤 비율로도 물에 혼합이 가능케 되므로 식물흡수력이나 살초력(殺草力)을 높혀 사용할 수 있다. 페녹시계에 저항성을 보이는 잡초나 목본성잡목(木本性雜木) 방제에 효과적으로 이용될 수 있다. 논에 이들 제제를 사

용할 경우에는 논 물을 빼지 않고 심수면(湛水面)에 그대로 살포한다. 우리나라에서의 이사피 수화제나 이사피 입제는 2.4-D 에틸에스테르의 제형들이다. 또한 엠시피의 경우에도, 2.4-D에 비하여 수도에 대한 약해가 적고, 저온에서의 피해가 감소하는 대신에 제초력은 오히려 증대되는 경향인 외에 여러가지 제제형(製劑型)에 따른 기본성질의 차이는 2.4-D의 경우와 유사하다.

식물 성숙도에 따라 감수성 달라

일반적으로 페녹시계에 대한 식물의 감수성(感受性)은 성숙도(成熟度)에 따라 현저하게 달라지며, 감수정도(感受程度)는 발아기>발아직후>유묘기>수잉기≒출수기≫기타시기의 순인 것으로 알려지고 있다. 특히 이들 약제의 선택활성이 단자엽(單子葉) 식물에 낮고 쌍자엽(雙子葉) 식물에 높은 것으로 통용되고 있으나, 실제의 경우, 단자엽류인 화본과식물도 발아기부터 유묘기에는 감수성이 크고, 쌍자엽류인 광엽(廣葉)의 가래, 네가래, 개구리밥은 내성(耐性)이 큰 편이다. 벼의 경우는 열기 이전과 수잉기부터 출수기까지의 두 시기에 감수성이 커지므로 이 시기를 피하여 유효분얼종기부터 유수형성기까지의 기간에만 사용토록 하여야 한다.

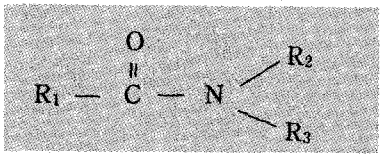
한편, 밭작물의 페녹시계 제초제인 엠시피피 액제는 쌍자엽 가운데서도 두과(豆科)잡초의 재생(再生)을 방지하는 효과가 극히 크므로 잔디밭에 발생하는 클로버, 피막이, 질경이 등의 생장기 처리제로 사용된다. 반면에 지호프 유제는 일반적인 페녹시계와 달리 광엽초종(廣葉草種)보다 단엽초종(單葉草種)에 대한 선택적 제초활성이 크므로 콩밭의 화본과 잡초 방제용으로 쓰인다. 그러나 비교적 효과발현이 늦기 때문에 부주의하기 쉬우나 사용주변(使用週邊)의 화본과 작물에 대한 비산해(飛散害) 가능성이 크므로 주의하여야 한다.

저농도 소량 반복사용이 효과적

또한 이들 페녹시계의 화합물 가운데 엠씨피가 혼합제의 형태로 논에서의 중기처리제(모리스엠 입제), 또는 과수원용(메타벤콤비 수화제)으로 개발되어 사용되고 있으며, 이들 경우에도 앞에서 설명한 단제(單劑)의 경우와 근본적인 작용기작이나 이에 따른 사용상의 주의요령에는 차이가 없다. 아울러서, 페녹시계의 이행성(移行性) 제초제는 식물체내에 흡수된 이후, 체관부를 통하여 분열조직이 있는 부위나 지하부위로 이행이 되어야 비록 효과발현은 늦더라도 안전하고 완벽한 살초효과를 기

대게 되므로, 일시에 높은 농도의 다량처리보다 낮은 농도의 소량반복시용을 하는 것이 특히 다년생잡초의 방제에 효과적이다.

나. 산(酸)아마이드계 제초제



이 계통의 제초제는 3 유형으로 분류될 수 있는데, 첫째는 여러 계열로부터 유도된 경엽처리용의 아마이드체인 아실아마이드, 둘째는 R_1 위치에 염소가 하나인 메틸치환체로서 토양처리용인 클로르아세트아마이드, 셋째는 R_1에 최소 한 개의 벤젠환을 갖는 토양처리용의 아마이드들이다.

타계통 약제와 근접살포 금해야

아실아마이드의 제초제로는 아닐라인의 아마이드체인 프로닐 유제가 논제초제로 소개되어 있으며, 이들은 광합성 과정중 명반응단계(明反應段階)에서의 힐반응을 억제함으로써 식물체의 탄수화물 기아를 유도하여 고사(枯死)케 한다. 따라서 이들 제초제는 페놀계통의 약제들(이옥시닐, 디엔오씨등)과 같은 광합성 저해성의 탈공역제(脫共役劑)인 셈이다. 실제로 프로닐은 잡초에 경엽처리할 경우, 광합성저해와 엽록소 파괴에 이어 황화(黃化)에 기인한 암갈화 고사작용(暗褐化枯死作用)을 일으킨다. 특히 벼에는 안전하면서도 같은 화본과 잡초인 피는 치명적인 피해를 받기 때문에 논에서 피를 경엽처리하여 방제하기 위한 약제로 사용된다. 이같은 이유는 벼에 있는 아실아릴아미다제라는 효소가 약성분을 체내에서 무독한 성분으로 분해시킬 수 있기 때문이다. 다만 프로닐은 잡초의 유묘기(1~3엽기)에 처리되어야 하며, 사용시에는 물을 완전히 빼어서 벼나 잡초 모두가 물에 젖어 있지 않은 상태로 만들어 주어야 한다. 밭상태라 하더라도 이슬에 젖어 있지 않은 시간을 선택한다. 또한 인근에 있는 감수성 작물에 비산되지 않도록 주의하여야 하며, 유기인계나 카바메이트계의 다른 농약이 1주일 이내에 근접살포가 되면 벼 안의 효소작용이 억제되어 벼에 약해를 일으킬 염려가 있어서 인접살포를 금해야 한다.

핵산, 단백합성 억제로 잡초고사

클로로아세트아마이드의 제초제로는 부타 유제, 부타300 유제, 프레티입제 등의 단제와 부로트 입제, 부푸러 입제, 부타졸 입제, 부타벤설 입제, 피크로 입제 등의 「부타」혼합제 및 프레낲 입제, 피조레 입제 등의 「프레티」혼합제가 1년생 및 다년생

잡초의 동시방제를 위한 논제초제로 사용되고 있다. 이들 약제들은 발아된 잡초유묘의 줄기(화본과의 경우)와 뿌리(광엽잡초의 경우)에서 흡수되어 생장점 부위(특히 뿌리)에서 핵산이나 단백합성(蛋白合成)을 억제시켜 고사케 한다. 약제가 단제이든 또는 혼합제이든 대차없이 이들의 작용성은 비슷하며 프레티가 부타보다 다소 토양이동성이 크기 때문에 유묘인 벼나 천근이앙시(淺根移秧時), 또는 사양토에서의 사용에 주의를 기울여야 한다. 또한 밭제초제인 알라유제, 알라 입제, 메토프 유제의 혼합성분인 메톨라클로르 등도 기본적인 작용성은 서로 유사하며, 다만 약제 이용에 수분요구도 (水分要求度)와 휘발손실도가 낮기 때문에 콩·옥수수·감자·유채·배추·무우·메밀·생강·참깨 등을 포함한 폭넓은 밭작물 종(種)에 적용이 된다. 토양잔류성이 50~60일 정도이므로 후작물에 주의를 요한다. 메톨라클로르는 콩·옥수수·해바라기 등이 내성인 작물이다.

후작물 재배에 주의 기울여야

마지막으로 기타의 토양처리용 아마이드인 제초제로는 파미드 수화제·파미드 유제·디파나 수화제등의 밭제초제와 퍼플 입제·바이퍼 입제(퍼플혼합제) 등의 논제초제가 알려져 있다. 이들 약제는 발아된 잡초유묘의 유아(幼芽)나 유근(幼根)에서 흡수되면 광합성에서의 광인산화(光燐酸化)를 억제시키는 탈공억제(脫空役劑)로 작용하기 때문에 RNA합성이 감소하여 세포분열을 방해하거나 단백합성억제에 의한 생육억제를 초래하며, 퍼플은 싸이토카이닌을 처리한 증상과 흡사하게 정아우세성이나 휴면성을 타파시키는 작용까지도 나타낸다. 약제간에는, 파미드가 고추나 가지과 작물 또는 잔디에서 체내분해에 의한 내성이 있으므로 선택사용이 가능하지만 토양잔류성(50~60일) 때문에 후작물에 주의를 기울여야 한다. 디파나도 가지과 작물을 중심으로 한 딸기·콩·목화·담배 등의 포장에서 화본과 잡초들을 선택방제할 수 있는 반면에 토양이동성이 크고 토양잔류성이 길므로 오이과나 화본과 작물 또는 시금치 등과 같은 감수성의 작물들을 후작으로 하지 않는 것이 좋겠다. 퍼플의 경우에도 토양잔류성이 35~80일 정도로 인정되며 토층에서의 용탈이 쉽게 이루어지므로 누수가 심한 논이나 치묘를 이앙한 경우, 또는 고온기 처리시에는 극히 주의를 기울여야 한다. 방동사니 종류의 잡초나 일년생의 화본과 잡초를 방제하는 데 효과가 있으므로 논에서 단제로 쓰이거나 또는 혼합제로 이용이 되고 있다.

〈다음호에 계속〉