

특강 2 : 한국의 농약연구현황과 금후 발전방향

정 영 호

농업과학기술원 작물보호부장

식량의 안정적 확보는 인류가 추구하는 최대의 관심사로 이를 위하여 농업인들은 그 동안 여러 가지의 영농기술의 개발 즉, 고품질의 다수성 품종의 육성 및 재배기술, 지력증진을 위한 비배관리기술, 병해충.잡초로부터 농작물을 보호하는 기술 등 농업생산성 향상을 위한 각종 기술을 개발하고 실용화하여 왔다.

급증하는 인구의 식량문제를 해결하기 위하여 이들 기술중 어느하나를 소홀히 하여도 안되겠으나 그 중에서도 농업생산에 가장 큰 저해요인의 하나인 병해충.잡초의 효율적인 방제기술은 농업이 시작될 때부터 농민들에게 가장 큰 골칫거리로 되어왔다. 따라서 농작물 재배에서 병해충.잡초의 방제기술은 꾸준히 연구되어 왔으나 세계 제2차대전을 겪으면서 합성화학기술의 획기적 발달에 힘입어 유기합성농약이 개발되어 농업에 실용화되므로서 작물보호기술의 획기적 전기를 맞이하여 병해충 및 잡초의 효과적인 방제가 가능하여져 농업생산 증대에 크게 기여하였다.

그러나 농약의 사용이 보편화되면서 개방된 환경내에 농약이 대량으로 사용됨에 따라농약에 대한 환경생태계에 미치는 마이너스적인 영향에 대한 우려가 소비자나 환경학자들의 주요한 표적이 되었다. 이러한 상황에서 자연생태계에 보다 안전하고 인축에도 무해한 새로운 농약이 꾸준히 개발되어 왔으며 자연환경에 스트레스를 적게하는 체계적인 농약사용방법들이 연구되어 왔으나 절대안전을 원하는 소비자나 환경학자들은 아직까지 농약에 대한 거부감은 지속되고 있다.

따라서 본고에서는 우리나라에서의 농약의 연구현황을 살펴보고 앞으로 추구되어야 할 농약연구의 발전방향에 대하여 검토해 보고자 한다.

1. 한국의 농약연구 현황

농약의 연구는 개발 단계에서부터 사용방법 및 그 농약이 사용되었을 때 자연환경에 미치는 영향과 농약을 취급하는 농민들에 대한 안전성 등 많은 연구가 수행되어야 한다. 우리나라는 현재까지 독자적으로 새로운 화합물의 농약이 개발되지 못하고 외국에서 이미 개발되어 사용되고 있는 농약을 국내에 도입하여 국내 농업환경에 적용 가능성을 시험하여 실용화하는 것이 대부분으로 농약에 대한 기초적 연구는 미흡한 실정이다.

가. 신농약의 개발

한국에서의 농약사용 역사는 약 50여년이 되었으나 지금까지 사용되고 있는 농약의 대부분이 외국에서 개발된 농약에 의존하고 있는 실정이다.

그러나 다행하게도 그 동안 농약관련 연구소와 농업기업의 연구에서 꾸준한 합성기술의 축적으로 현재 국내에서 사용되고 있는 농약원제의 약 60%를 국내에서 합성되고 있으며, 특히 최근에는 그 동안의 축적된 기술을 바탕으로 국내에서 처음으로 유기인계 살충제인 Flupyrazofos(KH502)와 Benzoic acid계 제초제인 Pyribenzoxim이 자체 상표로 개발되어 우리 나라도 농약산업 선진국으로 발돋움할 수 있는 계기를 마련하였으며 국내 정밀화학공업의 발전과 함께 농약산업 기술 개발에 큰 전환점이 될 것으로 생각한다.

한편 최근의 안전성 농약개발과 관련하여 생물농약의 개발은 국내 각 대학 및 국공립연구소 등에서 많은 연구가 추진되고 있으나 아직 초보단계로 생물농약으로 이용가능한 미생물의 탐색단계이다. 그러나 각종 유용생

물의 활성 증대를 위한 유전자 조작기술이 확대단계에 있으며, 고추역병 방제를 위한 길항미생물이 개발되어 실용화 시험연구가 마무리 단계까지 추진되고 있으며 앞으로 생물농약의 개발 연구 범위도 확대될 전망이다.

농약의 제형개발에 있어서는 1960년대 이전까지는 외국에서 제제한 완제품을 수입, 분포장하여 농가에 보급하는 것이 고작이었으나, 그 이후 농약개발회사에서 제공하는 처방에 의한 제제기술의 도입 및 국내기술의 개발로 현재에는 몇몇 소품목을 제외한 대부분의 농약이 국내의 기술로 제제화가 이루어지고 있다. 특히 1981년 농약연구소가 발족되면서 혼합제 농약의 제제기술이 확립되었고 우리 영농방식에 적합한 연기농약, 비닐멀칭제의 새로운 제형이 개발 보급되는 등 국내 농약 제제연구가 활성화되므로서 농약의 제제기술은 선진국에 버금갈 정도로 기술이 축적되어 있다.

그러나 제제연구에서 가장 중요한 부자재에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 농약 제제에 필요한 부자재 중 광물질 증량제를 제외한 소재개발 연구는 거의 없는 상태이며, 광물질 자재의 경우에도 체계적인 조사가 미흡할 뿐만 아니고, 실제 사용되는 광물질의 산지별로 품질의 특성에 관한 연구가 이루어지지 않아 이용에 어려움이 있다.

또한 유제의 제제에 필수적인 용제의 경우에도 농약 자체의 이화학적 특성과 용제의 상호 화합성 등 많은 기초연구가 수행되어야 하나 이에 대한 연구는 되어있지 않다. 물론 농약을 개발한 외국에서 기 시험 연구된 자료를 토대로 제제하면 문제가 없을 것이나 이러한 경우는 농약자체의 수입뿐만 아니고 용제까지도 외국에 의존하여야 한다.

나. 병해충·잡초 방제

우리나라에서는 1980년도 이전까지의 사회적 환경이 식량의 자급이 지상목표였으므로 병해충·잡초의 방제는 완전 박멸을 위한 예방위주의 방제연구가 추진되었다. 그러나 식량자급이 어느정도 달성된 이후부터 안전 농산물의 생산 및 환경보전에 관한 사회적 관심이 고조되면서 병해충의 예찰정보에 따른 병해충·잡초 방제 체계

연구로 전환되었다.

한편 병해충·잡초 방제는 농작물 재배기술의 변천에 따라서도 다양화되어 가고 있다. 즉 벼의 경우 과거 손이앙 재배에서 어린모 기계이앙 재배로 변천되었으며 최근에는 직파재배로 변화되어 왔으며, 원예작물의 경우에는 노지재배에서 시설재배로 변천되어왔다. 따라서 재배양식의 변화에 따라 병해충 발생양상도 상이해지므로 방제방법도 이에 부합하는 연구가 병행되어 수행되어 왔다.

다. 농약의 안정성

농약의 안전성 연구는 1970년대에 들어와 관심의 대상이 된 것으로 우리나라에서는 연구역사가 일천한 분야로서 크게 나누어 농약이 환경 및 동식물 체내에서의 잔류성과 농약 자체의 인축 및 환경생물에 대한 독성으로 구분된다.

농약의 잔류성에 관한 연구는 1968년 구 식물환경연구소에서 사과중 비소화합물의 잔류량 조사가 시작된 이래 현재에도 각종 작물에 사용되는 농약의 잔류성 연구를 통하여 농약안전사용기준을 설정하여 안전 농산물 생산을 위한 기준으로 활용되고 있다.

한편 사용한 농약의 환경중 잔류에 대해서는 토양 및 수계중 잔류농약의 모니터링과 토양중 이동성에 대한 연구가 추진되고 있는 실정이다. 그러나 그동안 축적된 기술과 경험을 토대로 작물 및 환경중 농약의 잔류성 시험기준과 방법을 확립하였으며 잔류성 연구에 필수적인 잔류농약 분석방법의 개발연구도 추진하고 있다.

농약의 독성연구는 주로 제형농약의 독성구분을 위한 급성독성시험이 대부분이고 농약의 만성독성, 독성기전 등의 연구는 대부분이 개발회사의 연구결과를 토대로 안전성 여부를 평가하고 있으므로 현재까지는 연구의 필요성을 느끼지 않았기 때문에 이 분야의 연구가 낙후되었다. 그러나 1990년 이후 농약의 독성연구 특히 환경생물에 대한 독성연구는 우리나라의 환경내에서 서식하고 있는 생물에 대한 독성정도를 평가하여야하고 또한 국내에서의 신농약 개발에 대비하여 독성에 관한 기초연구의 필요성이 대두되면서 연구기법 확립에 대한

시험연구가 시작되고 있다. 한편 과학 특히 의학의 발달로 과거에 개발되어 사용되어온 농약에 대한 안전성에 문제가 제기되는 농약에 대해서는 안전성 종합평가연구가 추진되어 문제가 확인되는 경우에는 규제하고 있다.

2. 농약연구의 금후 발전방향

앞에서도 말한바와 같이 우리나라에서 사용되는 농약의 대부분이 외국에서 개발된 농약을 도입하여 사용하는 것으로 각 농약에 대한 기초적 연구가 미흡한 실정이었으나 앞으로 국내에서 새로운 농약의 개발이 활성화되면 농약에 대한 기초연구도 더욱 활성화될 전망이다.

가. 신농약개발

지금까지의 축적된 기술을 토대로 앞으로 국내에서 새로운 농약의 개발연구는 계속될 것으로 전망되고 있다. 유기합성기술의 축적으로 이미 밝혀진 leading compound를 활용한 신물질의 창출과 각종 식물자원으로부터 생리활성물질의 추출 및 정제기술의 축적으로 새로운 leading compound의 탐색 및 미생물이 분비하는 활성물질의 이용 또는 합성 등 보다 저독성이고 환경에 스트레스가 적으며 선택성이 높은 고효성의 새로운 안전한 농약 개발을 위한 연구가 활발히 추진될 것으로 전망된다.

농약의 안전성 면에서 유기합성농약과 차별화를 위한 생물농약의 개발연구는 지금까지 조사된 자료를 토대로 길항미생물 및 천적 미생물을 이용한 순수한 의미의 생물농약의 개발과 미생물의 배양과정에서 분비되는 항생물질 및 항균성 물질 등 생화학농약의 개발이 활발하게 추진될 전망이다. 이들 생물농약의 연구는 유전공학기술의 발달에 힘입어 보다 생물활성이 강한 미생물의 창제와 보다 활성이 높고 고수율의 항생물질을 생산하는 미생물의 창제에 관한 연구가 이루어질 것이다.

한편 농약의 제형개발 연구는 원래 제형개발의 목적이 말하는 것과 같이 농약 주성분의 장점(약효)을 극대화하고 단점(약해, 독성 등)을 최소화하며 환경친화적이

고 사용하기 편리한 성력적인 제형개발이 지속될 것이다. 따라서 농약 살포시 농민들이 농약성분과 접촉을 회피할 수 있는 캡슐제, 농약의 약효 지속기간을 조절할 수 있는 방출조절제, 약효뿐만 아니고 농약의 살포횟수 및 살포시간을 단축시킬 수 있는 제형 등 성력적인 제형 개발 연구가 활발히 추진될 것으로 예상된다. 또한 농약의 제제에 필요한 부자재의 소재개발 연구도 활성화될 전망으로 자원의 국산화 연구가 활발하게 추진될 것이다.

농약의 용기는 농약 제제와는 별개의 문제이나 농민들이 농약을 보다 안전하고 편리하게 취급할 수 있는 농약 용기의 개선에 관한 연구도 농약의 제제와 병행하여 중요한 연구과제로 등장할 전망이다.

나. 병해충·잡초의 방제

현재까지는 주로 농약에 의하여 병해충의 살멸 위주의 방제체계 연구가 추진되어 왔으나 앞으로는 병해충, 잡초의 종합관리 체계로 연구내용이 획기적으로 전환될 것으로 전망되고 있다. 즉, 농약위주의 방제체계에서 생물학적 방제를 위주로 한 IPM연구가 본격적으로 추진될 것이다. 한편 새로이 개발되는 약제의 작용기작 및 작용특성에 관한 연구가 불가피하게 수행될 전망이다.

다. 농약의 안전성

농약의 안전성 연구는 국내 신농약의 개발에 따라 농약의 독성에 관한 전반적인 시험이 수행되어야 하므로 지금까지와 같이 급성독성 시험의 차원을 넘어 만성독성, 발암성, 최기형성, 생식독성 등 연구의 대상이 넓어질 것이고 그 시험의 결과가 국내외적으로 인정받기 위해서는 GLP체제에서 시험이 수행되어야 할 것이다. 환경독성 연구의 경우에는 우리나라의 환경내에서 서식하고 있는 생물(어류, 조류, 야생동물 등)에 미치는 영향에 대한 시험은 물론이고 먹이사슬의 각 단계별 영향에 대한 연구도 수행되어야 할 것이다.

용제 등 농약제제시 부제로 사용되는 자재에 대한 안전성에 대한 문제점이 선진 각국에서 제기되고 있어 부제의 안전성에 관한 연구도 병행되어야 할 것이다. 특히

최근의 고효율성의 농약의 경우, 자연 생태계 내에 투여되는 부재의 양이 농약 주성분의 양보다 훨씬 많은 것을 감안하면 부재의 안전성 연구는 불가피할 것이다.

농약의 작물 또는 환경중 잔류농약의 분석기술과 기존 농약의 국내 적응을 위한 잔류성 시험은 선진국의 수준이나 사용된 농약의 이동성 및 대사, 분해 등의 기초적 연구는 미흡한 상태이므로 앞으로는 다음과 같은 기초적인 연구가 불가피하게 추진되어야 할 것이며 농산물 및 환경중 잔류농약의 모니터링은 지속적으로 추진될 것이다.

- 환경중 농약의 잔류(대사, 분해), 축적 및 이동성
- 농약의 대사, 분해산물의 환경생태계에 미치는 영향
- 잔류농약의 생물활성
- 잔류농약과 타 환경오염물질과의 복합오염
- 잔류농약의 안전성 종합평가기술

환경중 농약의 잔류성 연구에서 아직까지 추진되지 않고 있는 대기중 농약 잔류성 연구는 앞으로 항공방제가 늘어날 전망으로 이에 대한 연구도 전망되고 있다. 한편 농약에 의한 약해에 관한 연구도 농약의 안전성 차원에서 추진되어야 할 것이다. 현재까지는 약해를 증상만으로 확인하였으나, 약해 발생에 대한 원인 즉 환경적

원인, 작물의 생리적 원인, 농약자체의 이화학적 특성 등을 종합적으로 약해기작에 대한 연구와 그 대책에 관한 연구가 필요할 것이다.

결론

우리나라에서의 농약에 관한 연구역사가 일천하여 대부분의 연구자료가 농약의 개발국인 선진국의 연구결과를 활용하여 왔으나 외국의 연구결과를 농업환경과 자연생태계가 상이한 우리나라의 환경에 접목시킨다는 것은 곤란하다. 따라서 앞으로의 농약연구는 국내 농업환경내에서 병해충, 잡초를 효율적으로 방제할 수 있고 환경을 보전할 수 있는 다음과 같은 시험연구가 수행되어야 할 것이다.

- 방제를 목적으로 하는 병해충, 잡초에 선택성이 높고 생물활성이 높은 농약의 개발과 병해충을 종합적으로 관리하여 농업생산성을 지속시키면서 환경에 스트레스를 주지 않는 농약의 연구가 추진되어야 할 것이며
- 환경중에 투하된 농약의 이동성, 잔류, 축적성, 대사, 분해 등 생태계 내에서 농약의 행동을 면밀히 조사, 분석하고 이들 잔류농약 성분이 인축 및 환경생물에 미치는 영향에 관한 기초적 연구가 강화되어야 할 것이다.