

어떻게 하면 안전한가

농약과 농산물의 안전성을 생각한다

鈴木啓介

일본 잔류농약연구소, 농학박사

일본은 고온다습한 기후조건에 있으므로 농작물 병해충과 잡초의 발생이 많고 그 피해도 아주 크다. 국토가 밀천인 근대농업을 영위하기 위해 농약이 없어서는 안될 농업자재라는 것은 새삼 말할 필요도 없다. 그러나 농약은 생리 활성물질이어서 사용방법이 적절하지 못하면 식품잔류, 환경문제 등 원치않는 영향을 초래할 우려도 있다. 때문에 농약에 대한 올바른 이해가 필요한 것이다.

농약은 왜 필요한가

과거

자연생태계는 어떤 특정 환경하에서 다양한 생물체가 균형을 이루고 있다. 농작물처럼 단일식물을 재배하는 것은 이 균형을 깨뜨리게 된다. 농사는 깨어진 균형을 원상으로 회복시키려는 자연의 힘에 상당한 위협이 된다.

옛날 우리 선조들은 신(神)이 노하여 병해충이 발생하는 것으로 생각했다. 신을 진정시키기 위해 벌레(蟲)를 배웅하는 행사를 가졌다. 손에손에 횃불을 받쳐들고 징을 치고 벌레제거 주문

을 외면서 논 사이를 계속 걸었다. 벌레제거를 기원하는 말(馬) 그림의 액자를 걸어놓거나 팻말을 논밭에 세워 전원(田園)의 진혼(鎮魂)에 노력해왔다.

그런데도 불구하고 1732년에, 특히 서일본을 내습한 멸구 때문에 기근이 발생하여 1백만명이 굶어죽고 2백60만명이 굶주림에 시달렸다. 博多에서는 인구의 30%가 굶어죽는 처참한 상황이었다고 전해지고 있다.

굶어죽은 사람의 영혼을 위로하기 위해 아사만령탑(餓死萬靈塔), 아사망령탑(餓死亡靈塔) 등의 공양탑과 공양비, 주먹밥, 지방보살 등이 세워져 있다. 후쿠오카시 博多의 기인지장(飢人地藏)에서는 매년 8월말 공양제가 행해지며 공화선향(供花線香)이 끊이지 않는다.

이처럼 옛 선조들은 병해충과 치열한 싸움을 계속해왔다.

현재

〈표1〉에는 벼농사에서 방제구에 대한 무방제구의 감수율을 나타냈다. 시험기간 10년동안 감수율 85%이상이 3년, 98%인

표1. 벼농사에 있어 방제구에 대한 무방제구의 감수율

	수량(kg/10a)		감수율 (%)
	방제구	무방제구	
1971	551	508	7.8
1972	365	50	86.3
1974	627	198	68.4
1975	309	27	91.3
1976	577	267	53.7
1977	473	471	0.4
1978	515	482	6.4
1979	579	423	26.9
1980	98	2	98.0
1982	563	488	13.3
평균			45.2

(青森農試·植防委託試驗결과)

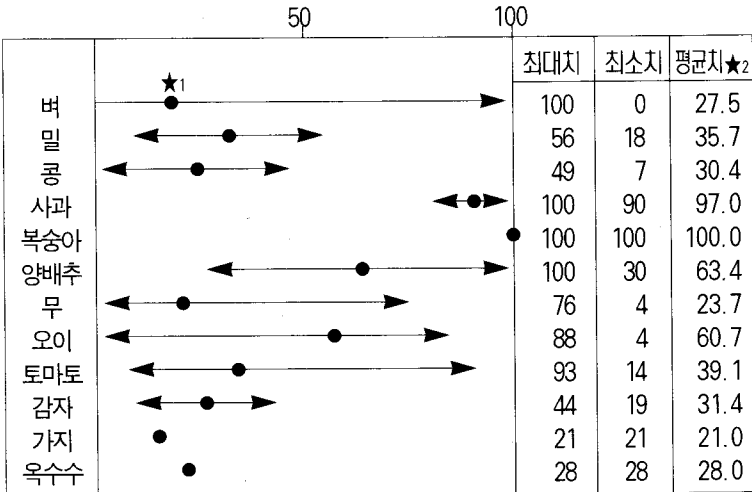
해도 있으며 평균감수율은 약 45%였다.

〈그림1〉에서는 91~92년의 작물에 있어 방제구에 대한 무방제구의 감수율을 나타냈다. 평균 감수율은 벼가 11예에서 27.5%, 밀이 4예 35.5%, 사과 3예 97.0%, 복숭아 1예 100%, 양배추 10예 63.4%, 오이 5예 60.7% 등으로 뚜렷이 나타났다.

〈표2〉는 농약살포 유무에 따른 수확량과 농가소득을 나타낸것으

어떻게 하면 안전인가

그림1. 각종 작물의 방제구에 대한 무방제구의 감수율



★1: 평균치, ★2: 출하기능품의 감수율(%)

일본식물방역협회(1993년 7월)

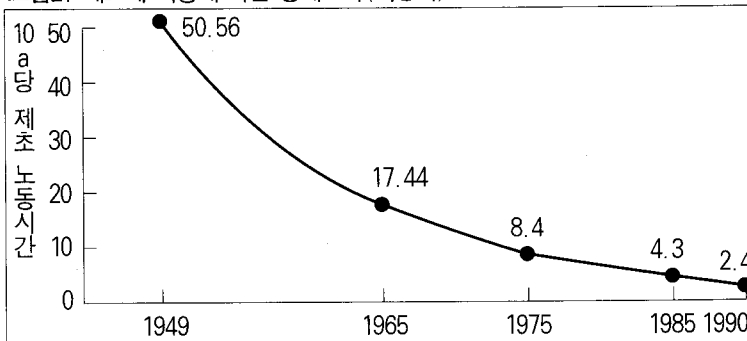
표2. 농약살포 유무에 따른 수확량, 생산·출하경비 및 농가소득 (¥/10a)

작물	구분 종류	출하개수	농약비	기타생산비	출하경비	조수익	농가소득
가지	약제방제구	3,186個	23,220	748,670	849,611	3,034,324	1,412,821
	무방제구	2,459個	0	710,670	666,943	2,381,938	1,004,325
양배추	약제방제구	3,445個	30,452	30,662	92,644	272,484	118,726
	무방제구	579個	0	23,032	6,532	19,213	-10,351

일본농약학회 공개세미나(1992년 5월)

그림2. 제초제 이용에 따른 경제효과(벼농사)

일본식물조질제연구협회



로 가지의 방제구에 대한 무방제구의 감수율은 약 23%이지만 양배추의 감수율은 약 83%로 10a당 약 1만엔의 적자였다.

〈그림2〉는 10a당 논외 잡초 제거에 드는 노동시간의 경감상황을 나타낸 것으로 1949년에 약 50시간이던 것이 약 40년후에는

3시간 미만이 되어 48시간이상 줄어든 것이다. 이와같이 농약을 사용함으로써 농작물의 안정적 증산 뿐만아니라 농작업 노력을 경감시키는 것도 가능하게 되었다.

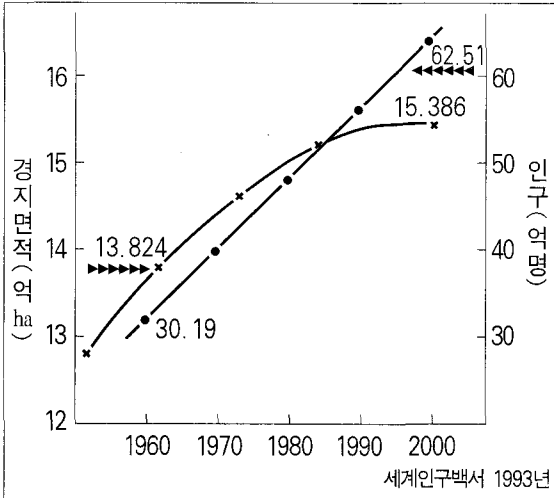
미래

1993년도 「세계인구백서」에 의하면 현재 세계인구는 약 56억명인데 2050년에는 1백억명을 돌파할 것이라고 한다. 또한 1960년부터 2000년까지 40년간 세계의 인구는 두배로 불어났지만 경지면적은 10%정도의 증가에 그쳤다. 그러나 60년대 중반부터 세계적으로 농업기술이 많이 개발되고 녹색혁명이 시작된 것을 계기로, 특히 개발도상국에서 농업개혁이 크게 달성됨으로써 농업생산성이 제고되었다. 덕분에 인구의 급증에도 식량사정이 어느 정도 향상되었다. 하지만 이와는 관계없이 개발도상국(중국 제외)의 3억5천만 내지 5억1천만명이 현재 심각한 영양부족 상태에 있다고 한다. 금후로도 인류를 기아에서 구하기 위해서는 농업의 생산성을 향상시키는 것이 아주 중요하다. 농약은 앞으로 더욱 중요한 농업용 자재가 될 것이다.

농약의 안전성 평가

농약을 제조하거나 수입하여

그림3. 세계의 인구와 경지면적 변화 및 예측



판매할 경우 농림수산성의 등록을 받지 않으면 안된다. 등록시에는 농약의 독성과 잔류성이 엄격히 체크되며 등록을 위해 이루어지는 시험은 다음과 같다.

가. 인축독성에 관한 시험

① 급성독성: 농약을 한번에 다량으로 동물에 투여했을 때의 영향을 시험한다. 랫드(rat)와 마우스(mouse) 등 2종류 이상의 실험동물에 의한 경구(經口), 1종류의 실험동물에 의한 경피(經皮), 흡입독성 등의 시험을 한다. 이들 시험 결과에 따라 농약의 독성등급이 정해진다.

② 자극성: 자극성과 영향을 받는 증상 또는 알레르기성 유무를 조사하기 위해 눈 1차자극, 피부 1차자극, 피부감작 등의 시험이 이루어진다.

③ 아급성: 연속 투여했을 때의

독성성질과 강도를 조사하기 위해 랫드와 마우스 등 2종류 이상의 실험동물에 3개월에 걸쳐 농약을 경구투여하여 동물의 행동, 혈액과 뇨(오줌) 검사, 조직에 대한 각종시험을 한다.

④ 만성독성·발암성: 농약이

농산물에 잔류하여 그것을 매일 섭취할 때의 영향을 조사하기 위한 시험이다. 실험동물의 거의 일생에 걸쳐 농약을 경구 투여하여 발암성 유무와 전혀 영향이 인지되지 않는 농약의 양(최대무작용량) 등을 구한다. 실험동물로써 랫드를 사용하는 경우 24개월간 시험한다.

⑤ 번식독성: 농약이 다음세대에 미치는 영향을 조사하기 위해 실험동물에 2세대 이상에 걸쳐 농약을 매일 투여하여 임신율, 생육이상 등을 조사한다.

⑥ 최기형성: 실험동물이 기관분화를 일으키는 시기에 농약을 경구투여하여 모체에 미치는 영향을 체크하고 동시에 태아의 생존수, 외견 등에 이상이 없는지를 시험한다.

⑦ 변이원성: 발암성과 유전성에 영향을 미칠 가능성을 알기 위해

세균과 포유동물을 사용하여 시험한다.

⑧ 생체기능에 미치는 영향: 농약에 의해 중독된 경우의 치료법과 해독법을 조사하기 위해 생체의 기능에 미치는 영향, 예를 들면 뇌파, 혈압, 순환기계 등에 대한 작용을 시험한다.

⑨ 생체내 운명: 동물체내에서의 흡수·배설·장기(臟器)분포·분해, 식물중의 흡수·이행·분포, 토양중에서의 이행·분해 등에 대해 시험한다.

나. 잔류성에 관한 시험

① 작물잔류: 식용작물에 사용하는 농약에 대하여 적용 작물마다 2개소 이상에서 시료를 조사분석한다.

② 토양잔류: 비식용작물에 적용하는 것에도 시험한다. 포장시험(2개소)과 용기내(容器內) 시험(2종류의 토양)을 실시한다.

③ 수중잔류: 논물에서의 농약소실을 조사하여, 하천수 등에서의 영향을 예측하기 위해 2종류 이상의 농도양을 이용한 시험논에서 농약의 경시적(經時的) 농도를 분석한다.

잔류성시험은 친화합물(親化合物)의 주요 분해물도 분석대상으로 한다.

다. 기타 독성시험

① 어류에 대한 독성: 잉어 48시간, 물벼룩 3시간 TLm(공서어

류 반수가 치사하는 농도).

②누에, 꿀벌, 조류등에의 독성.

이들 시험의 대부분에 대해서는 상세한 실시지침이 표시되어 있다. 이것들은 과학의 발달에 따라 계속 개정되고 있다. 또한 독성시험에 대해서는 그 신뢰성을 확보하기 위해 GLP제도(농약 독성시험의 적정실시에 관한 기준, 즉 독성시험 성격의 신빙성을 제3자가 체크하고 확인하는 시스템)가 도입되고 있다.

식품과 천연의 농약樣 물질

사람은 모기에 물리지 않으려면 쫓아버릴 수 있지만 식물은 스스로 외적으로부터 자신을 지킬 수 없다. 그러나 많은 식물에는 외적에 대한 방어 시스템으로써 외적을 방제할 생리 활성물질(천연의 농약樣 물질이라고도 한다)의 존재가 알려지고 있다.

예를 들면 담배에는 니코틴이 있으며 담배 한포기는 유아의 치사랑에 상당하는 니코틴이 들어 있다. 바닷(투구꽃, 초오)의 뿌리에는 맹독의 알칼로이드가 있는데 이 독물은 고대인의 독화살로 사용되었다고 한다. 이밖에 디기탈리스, 수선, 붓순나무, 복수초, 흰독말풀류, 소철의 종자 등은 유독식물로 알려져 있으며 이것들에 의한 중독사고도 보고되고 있다.

또한 위와 같은 강한 독성은

아니더라도 일상의 식탁에 오르는 보통의 채소중에도 많은 생리 활성물질의 존재가 알려져 있다. 예를 들면 양배추에는 이런 생리 활성물질이 49종류가 있으며 적어도 5종류는 발암성에 관한 물질로 보고되어 있다.

또한 미국 FDA(식품의약품국)는 PCB와 같은 공업제품을 함유한 인공화학물질이 식품으로부터 1일 0.09mg 섭취되는 것과 비교하여 식탁을 통한 생리활성물질의 섭취량은 1.5g이라고 보고하고 있다. 즉 농산물로 섭취되는 잔류농약량은 이 생리활성물질의 1일당 섭취량의 「15,000분의 1」 이하인 것이다.

커피 한잔의 리스크(risk)는 농산물중의 잔류농약 1년분보다 많다고도 한다. 물론 이것은 커피의 안전성을 의심하는 것은 아니며 잔류농약의 리스크가 그만큼 적다는 것을 나타내고 있다.

또한 체내에서도 니트로소아민(nitrosoamine)과 같은 발암물질이 생성된다. 그러나 사람의 체내는 마치 커다란 화학공장과 같이 이들 생리 활성물질과 발암성물질을 쉬지않고 계속 배설·해독작용을 촉진하며 암의 발생을 억제한다. 예를 들면 비타민 C는 발암물질인 니트로소아민 생성을 억제하며 녹황색 채소중의 비타민A와 우유·계란의 비타민E는 암발생을 억제하고, 녹차중의 카테킨(catechin)류는

세포의 돌연변이와 염색체 이상을 억제한다고 한다.

이와같이 농산물에는 식물의 외적을 방어하기 위한 다수의 생리 활성물질과 발암성물질이 잔류농약에 비하여 많이 함유되어 있으며, 동시에 이들 물질을 배설·해독하는 작용도 있다.

암 역학자들은 암발생 요인으로 제일 먼저 일상의 식품을 꼽는다. 다음으로 담배, 바이러스 등등이다. 농산물중의 잔류농약이 특히 문제되는 것은 아니라고 생각하고 있다.

또한 「국립암센터」는 암예방에 유효한 12개 조항을 제창하고 있다. 이에 따르면 ①식탁은 여러가지로 풍성하게 ② 매일 변화 있는 풍부한 메뉴를 ③식사량은 80%, 지방은 약간만 ④술은 정도껏 ⑤ 담배는 삼기하고 ⑥비타민과 섬유질식품은 충분히 ⑦염분은 적게, 뜨거운 것은 식혀서 ⑧태운 음식은 먹지 말고 ⑨곰팡이 쓴 것은 주의. 그밖에 과도한 일광욕을 피할 것, 적당한 운동, 몸은 청결하게 유지할 것을 권하고 있다.

이와같이 암전문가는 암예방을 위해서는 일상의 식사내용의 균형을 중시하고 있다. 무농약 채소를 먹도록 주장하지 않는다.

지금까지 살펴본 것처럼 농산물중의 잔류농약은 안전성에 있어서 문제될 것이 없다고 이해해 주었으면 한다. **농약정보**