

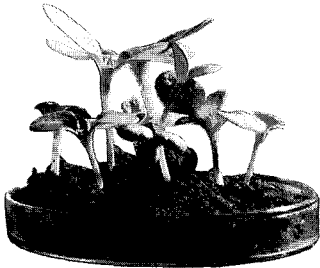
농약

그 안전성의 본질은 무엇인가?

上

오늘날 화학물질에 대한 지나친 거부감은
그 옛날 인류가 '박테리아'라는 생물의 존재를 발견하고
그것이 전염병의 원인임을 알았을 당시에 가졌던
'미생물공포증'과도 흡사하다.

1. 안전성과 위험성
2. 안전성평가는 어떻게 이루어지나?
3. 잔류농약은 정말 안심해도 좋은가?
4. 환경오염에는 문제없나?
5. 왜 '무농약'이라야만 하나?
6. 미래를 향한 길



後藤眞康

일본잔류농약연구소 이사
화학부장



우리는 곧잘 「안전한 농약」이라든지 「안전성의 평가」라는 표현을 쓰고 있다.

사실, 「안전성」이란 단일의 성질은 있을 수 없다. 오히려 「안전성」의 반대인 「위험성」쪽이 비교적 분명한 성질이며 「안전」이란 「위험하지 않은 상태」라고 할 수 있다. 다만 「위험성」도 단일성질의 것은 아니며 여러가지를 들 수 있다. 예를들면 「농약살포에 따르는 살포자의 중독위험」 「농작물 가축 물고기 등의 유용동식물이 직접 피해를 받을 위험」 「농작물 등의 잔류농약에 의한 소비자의 건강상의 피해위험」 「토양·물·대기 등의 환경오염에 의하여 인간이나 동식물이 피해를 받을 위험」등을 들 수 있다.

우려의 大小, 확률의 多少

이와같이 써내려가면 농약이란 정말로 ‘위험’한 물질인 것 같은 인상을 받을 것이다. 그러나 사실은 그렇지 않다. 위험성이란, 물

위험성이란 본래 양적인 성질이다.

질이 본래 가지고 있는 성질이 아니라 그 물질을 인간이 사용함으로써 처음으로 나타나는 것이며, 절대적인 것은 아니고 양적으로 폭이 있는 성질이다. 즉, 어떤 물질을 인간이 사용했을 경우 인간이 피해를 받을 우려의 大小, 인간에게 ‘마이너스’가 되는 현상을 일으키는 확률의 多少를 위험성이라 한다.

이와같이 위험성이란 본래 양적인 성질이며 그 大小의 추정이 가능하다. 또 사용방법등을 조절함으로써 위험성을 줄일 수도 있다. 그런 점에서, 일반적인 사용상태에서의 피해 우려의 大小를 판단하여, 피해를 일으킬 우려가 작으면 「안전」, 피해받을 확률이 크면 「위험」으로 평가한다. 이것이 「안전성의 평가」다.

그런데 위험성이 갖는 양적인 성질을 무시하고 「안전이나, 위험이나」로 양분하고 싶어하는 사람

이 많다. 이같은 오해를 피하기 위하여 위험성이란 말 대신에 「안전성의 평가」라 하고 있다. 이 글에서도 그런 의미에서 안전성이란 말을 쓰기로 한다.

앞서 적은 바와 같이, 위험성(피해의 우려)에는 여러가지가 있고 그들사이에는 일반적인 관계는 없다. 예를들면, 어떤 종의 곤충이나 병원균에는 강한 독성을 가지면서 다른 생물에는 독성이 매우 약한 농약은 많이 있다. DDT는 살포자의 중독 면에서는 안전하지만, 식품잔류나 환경오염의 위험성은 크다. 따라서 안전성의 평가는 피해 우려의 종류에 따라 각각 따로 행하지 않으면 안된다. 그 때문에 농약에 관해서는 개발 단계에서 여러가지 독성시험이나 잔류독성시험이 실시되고 그 성적을 바탕으로 각종의 안전성 평가가 이루어지는 것이다.

2. 안전성 평가는 어떻게 이루어지나?

☐. 무엇이 '독성'인가?

농약뿐 아니라 모든 화학물질은

생물이 섭취하거나 접촉한 경우 그 생물에게 무엇인가 영향을 미친다 해도 좋을 것이다. 그중 생물에게 '마이너스' 영향을 끼치는 성질을 「毒性」이라 한다. 따라서 모든 화학물질은 독성을 갖고 있다고 보아야 한다.

그러나 독성은 대상생물의 종류, 섭취경로, 섭취량, 섭취기간 등에 따라 나타나는 모습이 다르다. 예를들면, 피부로 접촉된 경우 강한 염증을 일으키는 물질이라도 입으로 섭취한 때는 내장을 강하게 해치지 않는 경우가 있다. 그래서 이런 점을 고려한 각종의 독성시험이 실시된다.

독성시험에서 먼저 문제가 되는 것은 독성의 質이다. 예를들면 혈액의 생화학적 수치가 변화한다든가, 어떤 종의 내장조직에 변화를 일으키거나, 단지 체중이 줄어드는등 그 증상은 여러가지이다. 많은 독성시험에 있어서 어떤 영향이 나타날 때까지 가능한 한 약물의 양을 늘려 시험한다. 독성의 질을 모르면 그 強度를 비교할 수 없기 때문이다. 따라서 독성시험의 일부만 끄집어내어 투여약량이나 투여기간을 무시하고 독성증상



중요한 것은 독성의 「강한 정도」이다.

만 열거해 보이면 정말로 유독물 질인 것 같은 인상을 주게 된다. 이런 경우는 분명히 악의에 찬 꼭 해라해도 좋을 것이다. 중요한 것은 독성의 ‘강한 정도’이다.

한편, 실제로 일어날 수 없는 양까지 동물에 투여하여 시험하는 것은 무의미하지 않는가 하는 의견도 듣게 된다. 그러나 이것도 독성시험에 대한 물이해에서 오는 것이며, 독성의 질을 알기 위하여 일부러 대량 투여한다는 것을 알아야 한다.

독성평가에서 중요한 것은 독성의 質과 強度이다. 일반적으로 생물이 多量의 농약을 섭취할수록 독성은 강하게 나타난다. 또 독성이 나타나려면 생물이 어느 양 이상의 약물을 일시에 섭취하거나 일정량 이상을 장기간에 걸쳐 섭취하지 않으면 안된다. 그러므로 어느 정도의 약량을 섭취했을 때 독성이 나타나는 지를 비교함으로써 독성의 강도가 평가된다.

Ⅳ. 급성독성 : 사용자의 안전성 평가

일시에 다량의 약물을 섭취하면 독성은 빠르게 나타난다. 이 경우의 독성이 「급성독성」이다. 급성독성이 나타나지 않을 정도의 미량의 약물이라도 일정량 이상을 장기간¹ 섭취하면 나타나는 또다른 형태의 독성이 「만성독성」이다. 어느 쪽이든 독성이 나타나는 양의 多少에 의하여 독성의 강도를 비교할 수 있다.

급성독성의 강도와 만성독성의 강도는 직접 관계가 없다. 급성독성은 강해도 만성독성은 약한 것이 있으며 그 반대의 경우도 있다. 또 만성독성은 동물체에서의 약물의 축적성과도 관계가 없다. 오늘날 사용되고 있는 농약의 거의 모두는 동물체에서 쉽게 배출되어 DDT와 같은 축적성은 없으나 만성독성은 나타나는 것이다.

안전성 판단의 지표 ‘LD₅₀’

급성독성의 강도를 비교하는데 사용되는 것이 「반수치사량(LD₅₀)」이다. 이것은 시험에 제공된 실험동물의 반수(半數)를 사망시

키는 양을 체중 kg당의 mg로 산출한 것이다. 이 수치는 실험치이기 때문에 절대적인 것은 아니다. 동물의 종이나 계통에 따라 서로 다르며 같은 약물, 같은 동물종에서도 실험자에 따라 값이 다른 경우도 있을 수 있다.

또 LD₅₀ 치사량일뿐 그 이하의 양으로도 중독은 일어날 수 있다. 중독을 일으키는 최소약량과 LD₅₀은 직접 관계가 없다. 따라서 LD₅₀이하의 약량이라도 안전하다고 판단할 수는 없다. LD₅₀은 어디까지나 약물 상호간을 비교하기 위한 수치다. 그러나 이 점을 고려하면 안전성을 판단하는 지표로서 LD₅₀은 유효하게 이용할 수 있다.

농약살포중의 중독사고는 주로 다량의 약물을 일시적으로 섭취함으로써 일어나기 때문에 급성독성 시험의 성적은 농약사용자의 안전성을 평가하는 기초로써 유용하다. 예를들면 일본의 「독물극물취체법」에서는 LD₅₀이 30mg/kg 이하인 것은 독물로 지정한다. 30mg/kg은 사람에게는 1.5g에 상당한다. 그 10분의 1의 약량이라도 중독은 일어날 수 있을 것이다. 꽤 위험한 수준이다. 한편 LD₅₀이

300mg/kg이상인 약물은 극물로도 지정되지 않는다. 30과 300사이가 극물이다. 300mg/kg은 인간에게는 15g에 상당한다. 이 정도의 약량을 일시에 섭취하는 것은 자살 등 상당히 특별한 경우 외에는 있을 수 없다. 따라서 통상의 취급에서는 위험이 없다고 판단해도 좋을 것이다.

농약이 자, 타살에 사용되기 때문에 위험하다는 사람도 있다. 그러나 이것은 별개의 문제다. 그렇게 본다면 ‘안전면도날’로도 자살은 가능한 것이다. 단지 안이하게 다루거나 아이가 잘못 마시지 않도록 독물, 극물은 물론 그 외의 농약도 보관관리를 철저히 하는 것이 최선의 방법이다.

안전한 사용은 가능한 것

농약사용자에 대한 안전성평가의 기초가 되는 것은 급성경구독성 시험성적만이 아니다. 경피독성, 피부나 눈의 자극성, 흡입독성, 기타의 시험성적도 사용된다. 또 사용자의 안전은 농약의 독성뿐만 아니라 사용방법 즉, 사용자가 살포중 실제로 농약과 접촉하는 양에 따라서도 달라진다. 예를

들면 입제를 눈에 뿌리는 등 제제나 사용법 개선에 의해서 약물과의 접촉을 최소화할 수 있다. 또 사용자는 라벨을 읽음으로써 주의사항등 필요한 정보를 얻게 되고 그에 따라 방제복이나 보호안경을 착용하는등 적절한 보호수단을 강구할 수 있다. 따라서 급성독성이 강한 농약이라도 곧 위험하다고는 할 수 없으며 안전한 사용이 가능한 것이다. 다만 그러기 위해서는 사용상의 주의사항을 반드시 지키는 것이 전제이며, 또 주의사항은 무리없이 지킬 수 있는 것이라야 한다.

▣. 만성독성 : 잔류농약의 안전성 평가

농약은 사용된 후 환경중에서 햇빛, 공기, 미생물등에 의한 분해, 동식물에 의한 대사등 여러가지 요인에 의하여 변화, 소실된다. 그러나 일부는 수확물 등에 잔류한다. 또 농약의 변화생성물 중에도 잔류성이나 독성 면에서 무시할 수 없는 것도 있다. 그래서 이하, 이런 변화생성물까지 포함하여 「잔류농약」이라고 표현하기로 한다.

만성독성의 지표 「無作用量」

농작물중 잔류농약의 양은 많아 야 수 ppm이므로 이것을 1kg 먹었다해도 그 섭취량은 수mg에 지나지 않는다. 따라서 급성독성을 지닌 농약이라도 이로 인해 중독을 일으킬 염려는 없다. 그러나, 잔류농약은 식품과 함께 일생에 가까운 장기간에 걸쳐 섭취된다. 이 경우에 문제가 되는 것은 만성독성의 강도이다.

만성독성의 강도를 나타내는 지표로 사용되는 것이 「無作用量(NOEL)」이다. 만성독성 시험에서는 몇군(群)의 동물에 등비급수적(等比級數的)으로 몇단계로 농도를 바꾸어 공시약물을 혼합한 사료를 각각 매일 주며 일정기간 사육한다. 그다음 혈액검사, 병리조직검사등 엄밀한 각종 검사를 실시하여 어떤 군에 어떤 중독증상이 나타나는지를 조사한다. 이렇게해서 동물의 건강에 전혀 아무런 영향을 미치지 않는 약량으로 「무작용량」을 결정한다.

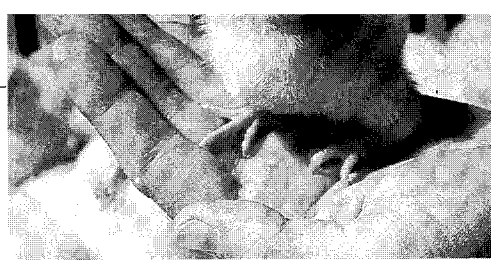
무작용량은 1일(日) 체중 kg당 의 약량 mg으로 표시된다. 당연히 동물의 종류나 투여기간에 따

라 그 값은 다르다. 발암성에 대하여는 무작용량을 설정할 수 없다는 주장도 있다. 그러나 최근에는 발암기구의 연구가 발전되어 발암성 물질의 종류가 예상외로 많고 널리 존재함을 알았기 때문에 물질에 따라서는 무작용량을 설정하는 쪽이 실제적일것 같다.

일생을 고려한 「잔류기준」

잔류농약의 안전성 평가는 마우스, 랫드는 거의 일생, 개는 1년 간에 걸친 독성시험 성적으로 얻은 NOEL중 가장 낮은 값을 바탕으로 이루어진다. 그리고 NOEL에 적당한 안전율을 곱한 양을 사람의 「1일섭취허용량(ADI)」으로 삼는다. 안전율은 사람과 동물간의 감수성의 차이, 사람들간의 감수성의 차이를 고려한 것으로 독성의 질동에 따라 다르지만 보통 $\frac{1}{100}$ 이하를 쓰고 있다.

ADI도 체중 kg당의 값이므로 일본의 경우 이것을 50배한 값을 1인당 1일 섭취허용량으로 하고 있다. 이것은 매일 일생에 걸쳐 섭취해도 건강에 전혀 지장이 없는 약량이다. 사람은 이 약량을 갖가지 식품을 통하여 섭취하는



ADI는 일생동안 섭취해도 건강에 지장이 없는 약량이다.

것이므로, 이 양을 그 농약이 잔류할 염려가 있는 농작물등에 분배하여 농작물당 농도로 환산하는데 이것이 「잔류기준」이다.

잔류기준은 ADI 뿐아니라 잔류시험 결과도 참고해서 정한다. 즉, 각종 농작물에 실제의 사용방법으로 농약을 사용하여 수확물의 잔류농약량을 조사한다. 그 결과 잔류량이 비교적 많은 작물은 잔류기준치를 크게 잡는다. 일본에서는 현재 농작물을 몇군으로 나누어 각군마다 기준치를 정하고 있다. 각군의 기준치에 그 농작물군을 하루에 섭취하는 표준적양(Food factor)을 곱한 값의 총량을 구한다. 이 값은 그 농약이 사용되었을 경우 사람이 농작물을 통하여 섭취할 가능성이 있는 잔류농약의 최고량의 추정치이다(편의상 Σ 值라 부른다).

그런데 이 값이 $ADI \times 50$ 의 값보다 작으면 잔류농약에 의한 피해를 우려는 없다고 할 수 있다. 일부



사용자가 정해진 방법으로 사용하면 잔류농약의 안전성은 확보된다.

농작물군에서 잔류량이 많고 Σ 치를 $ADI \times 50$ 이하로 낮출 수 없는 경우 그 농작물군은 그 농약의 사용대상에서 제외한다. 또 농작물에서의 잔류량이 낮은 경우에는 충분히 농약을 썼을 때의 잔류량에 약간의 여유를 둔 값을 기준치로 하고 있다. 이 경우에는 Σ 치와 $ADI \times 50$ 치 사이에 상당한 차가 생긴다. 따라서 잔류기준이 낮다고 해서 만성독성이 강하다고는 할 수 없다. 그 밖의 경우에도 실제로 Σ 치는 $ADI \times 50$ 의 70~80%인 것이 많다. 이것은 농작물 이외의 경로로부터의 농약섭취를 고려한 때문이다.

㉔. 식품의 안전성 확보

식품중의 잔류농약을 정량(定量)하는 것은 쉽지 않으므로 기준치를 설정한 것만으로는 식품의 안전은 확보되지 않는다. 오히려 중요한 것은 잔류량을 기준치 이

하로 억제하도록 사용방법을 정하는 것이다. 그러기 위해서는 잔류성시험이 필요하다.

잔류성시험에서는 여러가지 사용방법으로 농약을 사용하여 잔류량이나 그 감소속도를 측정한다. 그리고 사용횟수나 사용후 수확때까지의 일수(日數)에 따라 잔류량이 기준치를 초과할 염려가 있으면 사용횟수나 사용시기등에 제한을 둔다. 이 제한은 방제에 지장이 없고 준수하는데 무리가 없어야 한다. 예를들면 토마토나 오이와 같이 매일 수확하는 작물의 수확기에 사용되는 농약은 사용한 다음날 수확하더라도 기준치를 넘지 않는 농약이 아니면 사용이 허용되지 않는다. 이렇게 하여 안전성이 확인된 사용방법만이 농약에 표시되어 사용자에게 전해진다. 따라서 사용자가 정해진 방법으로 사용하면 잔류농약의 안전성은 확보되는 것이다.