

농약! 올바로 알고 사용합시다 1



농약 살포시 알아야 할 사항



농학박사
오 병 렬

〈농약연구소
농업연구관〉

“ 농약은 그 특성을 알고 사용하면 병해충 방제 목적을 충분히 얻을수 있지만 그렇지 못할 경우에는 시간적·경제적 낭비는 물론 약해를 입거나 중독사고를 당하는 경우 까지도 발생하게 된다.

농약 성수기를 맞아 농약의 올바른 사용법과 선택요령 등 농약을 취급할 때 알아야 할 사항을 몇회에 걸쳐 전문가를 통해 알아본다.

〈편집자 註〉

”

올바른 사용은 방제의 기본

농약을 사용하는 목적은 병해충이나 잡초를 방제하여 농업생산성을 증대시키는데 있음은 주지의 사실이나 농약을 사용하여도 병해충이나 잡초를 효과적으로 방제하지 못하고 오히려 작물에 피해를 일으키는 경우를 간혹 듣게 된다. 이와같은 경우 사용한 약제가 불량품이 아닌지, 대상병해충에 저항성이 발달된 것은 아닌지를 의심하게 되나 실제로 있어서는 사용시기가 부적당하거나 방제에 필요한 부위에 약제가 충분히 도달되지 못하여 야기되는 경우가 많다.

대상병해충에 유효한 농약을 올바르게 사용하는 것은 방제의 기본적인 요소이고 약제의 효력을 극대화하기

위하여는 병해충의 서식부위에 도달할 수 있도록 사용하는 것이 무엇보다 중요한 일이다. 병해충 방제에 필요한 농약유효성분의 양은 10a당 수g 내지 100g 내외이다. 이와같은 극소량의 농약성분을 광범위한 면적에 균일하게 살포하여 대상병해충의 서식부위에 도달시키기 위하여 적절한 방법으로 희석 또는 희석하기 쉬운 상태로 전환시킨 여러가지의 농약제제(農藥製劑)가 사용되고 있다.

제형에 맞는 살포법 선택이 중요

그러나 이러한 농약의 제제도 대면적에 살포할 경우 작물체에 도달되는 양은 매우 소량에 불과하다. 유제(乳劑)나 액제(液劑)에 있어서 수도의

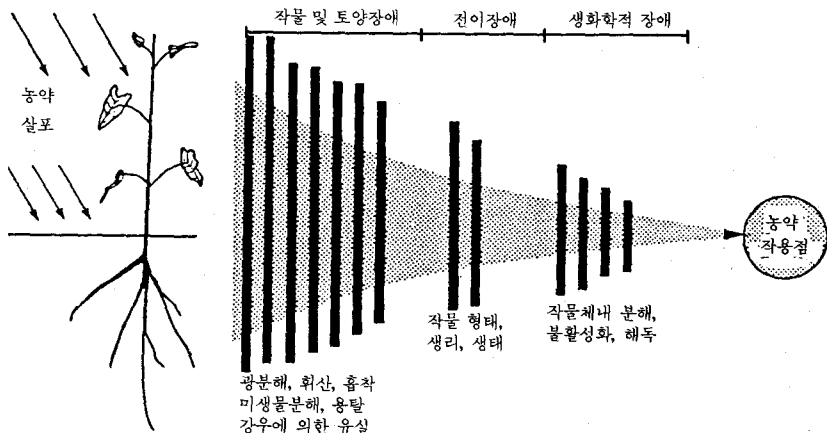


그림 1. 살포농약의 작용점 도달에 영향을 미치는 요인(Shaw, 1960)

표 1. 살포농약의 병해충 및 잡초방제 이용율

(Graham, 1985)

농 약 명	살 포 방 법	병해충 및 잡초명	방제이용율(%)
Demeton-S-methyl	경 업 살 포	사탕무우진딧물	8×10^{-6}
Chlortoluron	토 양 처 리	일년생잡초	0.02
Ethirimol	중 자 분 의	보리흰가루병	2.20

경우 본답초기에는 살포약량의 2~5%, 중후기에는 30~40% 정도만이 수도체에 부착된다는 보고가 있다. 작물체에 부착된 농약도 그 전체가 병해충 방제에 이용되는 것은 아니고 그림 1에서와 같이 여러가지 장애요인에 의하여 병해충 체내의 농약 작용점에는 극소량만이 도달하게 된다.

시험결과에 의하면 살포농약의 병해충 또는 잡초방제 이용율(표 1)은 경엽처리형 살충제에서는 0.000008%에 불과하고 토양처리형 제초제나 중자분 의형 살균제에서도 0.02~2.2%로서 사용농약의 대부분은 환경에 노출되어 부작용을 일으키게 된다.

살포농약의 병해충방제 이용율을 극대화하기 위하여 새로운 농약의 제형개발에 대한 연구가 국내외적으로 활발하게 진행되고 있다. 기존의 농약제형에 있어서도 효과를 최대한으로 발휘할 수 있도록 각 제형에 적합한 방법에 따라 사용하여야만 우수한 방제효과를 거둘 수 있다.

1. 농약의 화학적 성질

농약은 대부분 안정한 것이 많으나 광선, 온도, 습도 등에 영향을 받기 쉬운 농약도 있다. 알칼리에 비교적 약한 농약이나 공기중의 탄산가스를 흡수하여 변화하는 것도 있으므로 이들 농약은 보관시에도 혼용할 때 주의가 필요하다.

서늘하고 건조한 곳에 보관토록

일반적으로 유기인계(有機燐系) 농약은 직사광선이나 온도가 높고 습기가 많은 장소에 보관하면 경시변화를 일으켜 효과가 떨어진다는 약해를 일으키는 경우가 있으므로 가능한 서늘하고 건조하며 햇빛이 들지 않는 곳에 보관하는 것이 좋다.

포장지에 표시되어 있는 약효보증기간은 보통의 보관상태에서의 기간을 나타낸 것이므로 불량한 환경에서 보관할 경우에는 주의가 필요하다. 기타의 농약에서도 약효보증기간이 1~2년인 농약에 대하여는 유기인계와 같이 보관상 주의가 필요하다.

석회유황합제(石灰硫黃合劑)는 공기와 접촉하게 되면 산화되어 유황과 유산석회의 결정(結晶)이 석출

(析出) 되는데 이들은 치오유산석회로 변하여 효과가 떨어진다.

개봉제품은 완전히 밀봉하도록

지네브수화제 등의 유기유황계(有機硫黃系)는 습기를 흡수하면 분해가 매우 신속하게 일어나므로 포장지를 개봉한 제품을 보관할 경우에는 완전하게 밀봉하여 건조한 장소에 보관하여야 한다.

보호살균제로 널리 사용되고 있는 보르도액은 지속적으로 장기간에 걸쳐 미량의 동(銅)이온을 용출하여 보호작용을 나타내는 특징을 지니고 있으나 산성이 되면 동이 일시에 다량으로 용출되어 약해를 유발한다. 따라서 식물즙액이 산성인 작물(복숭아, 살구, 자두 등)에서는 약해가 심하므로 사용할 수 없다.

농약살포액 조제시 사용하는 희석용수의 경도(硬度)도 살포액의 물리성에 영향을 미치는데 경수(硬水)는 유제의 유화성(乳化性), 수화제의 수화성(水和性)을 저하시킬 수 있으므로 사용하지 않는 것이 바람직하며 오염된 물이나 썩은 물은 약효를 감소시키거나 약해의 원인이 되므로 가능한 사용을 금한다.

2. 살포입자의 크기

농약살포액의 분무입자 또는 분제

농약의 입자 크기는 농약살포에 있어 약제의 행동에 밀접한 관계를 지니고 있다.

입자가 크면 살포입자는 낙하하기 용이하고 비산(飛散)도 적어지나 균일한 살포는 기대하기 곤란하다. 반대로 입자가 미세하면 균일한 살포를 기대할 수 있으나 비산에 의하여 인축에 대한 위·피해 문제를 수반하게 된다.

분제농약의 입자 크기와 살충효과와의 관계를 보면(표 2), 입자가 미세할수록 효과가 높으며 이와 같은 현상은 수화제, 액상수화제 등에서도 다수 보고된 바 있다.

표 2. 나크 2% 분제의 입자 크기별 애멸구에 대한 효과 (井上, 1969)

입자크기 (mm)	중위치사량 (μg/g)	살충률(%)	
		2일 후	4일 후
0.020	120	37	11
0.017	70	63	19
0.008	50	88	42
0.005	40	100	60

접촉면적 확대로 약효증대

농약입자의 직경이 커지면 용적은 3제곱에 비례하여 증대되기 때문에 일정용량당 살포입자의 수는 매우 적어지게 된다. 반대로 입자의 크기가 작아지면 단위중량당 입자의 수는 입자직경의 3제곱에 반비례하여 증가하

게 되어(표3) 전체입자의 표면적이 확대되고 대상병해충 또는 잡초와의 접촉면이 넓어지게 됨으로써 약효가 증대되는 것이다.

표 3. 입자의 크기와 단위중량당 입자수
(辻孝三, 1984)

입자크기(mm)	단위중량당 입자수
0.005	15, 279, 000, 000
0.05	15, 279, 000
0.1	1, 909, 000
0.2	238, 730
0.4	29, 841
0.6	8, 842
0.8	3, 730
1.0	1, 910

* 진비중이 1.0인 물질의 경우.

농약살포입자의 크기는 분무기에 의한 분무에서는 0.1~0.6mm, 미스트기에 의하여는 0.04~0.15mm, 연무법에서는 0.05mm 이하, 분체에서는 0.06mm 이하(0.01mm 이하도 다량함유), 입제에서는 0.5~1.2mm로서 각 살포방법 또는 농약제제에 따라 상이함을 알 수 있다.

살포기구 불량하면 약제손실 많아

분무기나 살분기가 불량하면 미세한 입자라 할지라도 살포시 거대한 입자로 변하게 되며, 입도분포가 넓어지게 되면 약제 살포시 손실이 많

아지므로 가능한 입자의 크기를 균일하게 하여야 한다. 분체는 단일입자의 크기가 커지면 작물체에의 부착량(附着量)이 감소하게 되고, 입제인 경우에는 부착은 거의 없게 된다. 미세한 입자가 서로 응집하여 덩어리를 형성하여 커다란 입자로 변환되면 작물체에의 부착은 감소하지 않는다.

3. 농약 살포입자의 행동

농약 살포입자가 작물체에 부착하려면 작물표면에 일단 충돌하여야 한다. 작물표면에서의 농약입자 부착은 풍속, 작물표면의 넓이, 입자의 비중 및 크기에 따라 좌우된다. 일반적으로 작물표면이 넓을수록, 풍속이 강할수록, 입자의 비중 및 크기가 클수록 충돌능률은 증대된다.

살포기의 풍속을 10배로 증가시키면 부착능률도 8배정도 상승하고, 입자의 크기를 2배로 하면 충돌능률은 4배정도 증가한다. 0.1~0.6mm 정도의 분무입자는 작물체 표면에서의 충돌에 큰 문제가 없으나 분체 또는 미스트와 같이 미세한 입자가 되면 농약부착성에 세심한 주의가 필요하다.

수도나 양배추의 잎은 농약살포액이 부착하기 어렵기 때문에 분무입자는 작물체에 충돌하지만 부착하지 않고 낙하하게 된다. 이와 같이 작물체에 실제로 부착되는 농약 살포입자

의 양은 충돌능력과 부착비율을 곱한 것이 된다.

분제와 같이 입자가 미세하면 입자의 비중이 가벼워 충돌효율이 저조하므로 능률을 증진시키기 위한 노력을 기울여야 하고 살포액을 분무하는 경우에는 부착되는 비율을 증대시키기 위하여 전착제의 혼용 등을 생각하여야 한다.

전착제 첨가로 부착량 증가

작물체는 물에 젖지 않는 표면특성을 지니고 있는 것이 많기 때문에 약액이 균일하게 부착되기 어렵고 반점(斑點) 상태로 부착한다. 전착제를 첨가하는 의미도 부착이 잘되고 반점상태가 되지 않도록 하는데 주안점을 둔 것이므로 수도나 양배추와 같이 농약살포액의 부착이 어려운 표피구조를 가지고 있는 작물에서는 전착제의 혼용으로 부착량을 증가시킬 수 있지만 모든 작물에서 반드시 부착량이 증대되는 것은 아니다.

반대로 감소하는 경우도 적지 않다. 살포약량을 많게 하여 약액이 흘러내릴 정도로 살포하면 전착제의 혼용에 의하여 오히려 부착량은 감소하게 된다. 그러나 작물체 전면의 균일살포는 기대할 수 있는 것이다.

기존의 분무기로 살포할 경우 분무된 입자의 증발은 전혀 문제시 되지 않았으나 분무입자가 미세하거나 공

중살포에서와 같이 높은 곳에서 살포할 경우, 또는 미스트와 같이 미세한 입자가 먼거리까지 비산되는 경우에는 증발로 인하여 입자의 크기가 문제시된다.

이러한 경우에는 증발을 예상하여 살포입자를 크게 한다든지, 증발 방지 수단을 강구하여야 한다. 분무입자의 증발은 입자의 크기, 풍속, 온도, 습도, 액체의 성질 등에 영향을 받는다.

4. 농약살포시 기상조건

저녁에 바람 없을때 살포토록

바람은 농약살포에 있어서 불리한 조건이 된다. 한낮에는 지표면의 온도가 높고 대기의 온도는 낮기 때문에 상승기류(上昇氣流)가 발생하여 분제나 미스트의 미세한 입자는 표류비산(漂流飛散)하게 된다. 반대로 석양녘에서부터 해뜨기 전까지는 지표면의 온도가 낮아 상승기류는 가라앉고 오히려 하강기류(下降氣流)가 생성된다.

따라서 농약살포는 가능한 석양에 바람이 없는 상태에서 살포함으로써 작물체와의 농약부착성을 최대로 할 수 있다. 바람이 있을 경우에는 필히 바람을 등지고 살포함으로써 농약의 피부부착량과 흡입량을 최소화하여야 한다.

경작지를 스치는 바람은 작물에 저항을 받아서 산란되고 이 바람의 산란은 분제나 미스트의 살포입자 행동에 영향을 미친다. 바람의 산란효과는 일반적으로 밭에서 보다 논에서 더 크다. 바람의 영향을 받기 쉬운 분제나 미스트의 살포시에는 초당 풍속이 2m 이하인 조건하에서 살포하는 것이 바람직하다.

비도 농약살포에 있어서는 장애요인이 된다. 약제살포는 주로 여름철에 행하여지고 이 시기는 우기에 속하여 많은 비가 내리게 된다. 비의 영향도 강우량, 강우강도, 사용하는 농약에 따라 미치는 효과가 다르다.

유제, 액제 등은 살포후 약액이 건조하면 분제살포시 보다 작물체에의 고착성(固着性)이 강하지만 살포후 건조하기 전에 비나 이슬을 맞게 되면 유실되기 쉽다.

이화명충을 방제하기 위하여 분제나 유제를 살포한 후 소량의 비가 내리면 약액이 염초에도 흐르게 되어 방제효과가 높아지는 수도 있다.

수화제 농약의 입자크기별 작물체 중 내우성(耐雨性)은 농약의 입자크기가 미세할수록 작물체 표면에서의 고착성이 증대되어 비에 의하여 유실되는 양이 적어지며(표 4), 따라서 농약살포 후 비가 내리더라도 소기의 병해충방제 효과를 기대할 수 있다(그림 2).

표 4. 테디온수화제의 입자크기별 내우성(Maas, 1978)

입자크기 (μ m)	강우된 후의 내우성 (%)		
	0mm	25mm	49mm
0.02	100	24	13
0.005	100	60	49
0.001	100	92	84

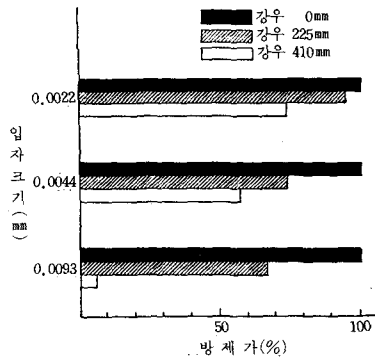


그림 2. 지네브수화제의 입자크기와 강우강도별 오이탄저병 방제효과 (坂本彬, 1974)

살포농약의 습윤·고착·유실에 영향

이슬도 살포농약의 효과에 영향을 미치는 기상요인이다. 이슬은 작물의 증산(蒸散)에 의하여 기공을 통하여 배출되는 물방울과 외부의 수분이 응축하여 생성되는 물방울에 의하여 생성된다. 이슬은 병균의 발아, 번식에 적절한 영양원을 공급하기도 하며 살포농약의 습윤, 고착, 유실 등에도 영향을 미친다. 이슬의 양은 기후조

건, 작물의 생육상태, 바람의 유무에 따라 변화하지만 살포농약의 이슬에 대한 습윤과 낮동안의 건조가 반복됨으로써 약제의 효과를 상승시키고 분제에서는 작물체에의 고착성을 증진시키는 효과도 나타낸다.

5. 농약살포량 및 살포시기

작물의 생육단계에 따라서 농약의 살포량도 조절해야 한다.

수도에 있어 이화명충 제 2 세대의 벼는 제 1 세대에 비하여 잎면적이 약 50배정도 증가한다고 한다. 따라서 제 2 세대에 있어서의 농약살포량은 이론적으로 제 1 세대에 비하여 50배로 증량하여야 하나 살포약액의 수도체 부착성을 보면 제 1 세대에는 부착효율이 3%, 제 2 세대에서는 30~40%로 그 효율이 10배에 달하므로 통상 제 2 세대의 방제에 있어서는 제 1 세대의 2~6배를 살포하더라도 충분한 방제효과를 거둘 수 있다.

일반적인 회석제농약(유제, 수화제, 액제, 수용제 등)의 작물생육단계별 분무기에 의한 적정살포량은 표 5와 같다.

방제적기 지켜야 최대효과 거둬

농약의 살포시기는 농약의 종류 및 병해충의 종류에 따라서 결정된다. 예방효과를 나타내는 보호살균제 농약

표 5. 작물의 생육단계별 농약살포량

작물	생육단계	살포량
수 도	이양후 1개월	80~100
	생육중기	120~140
	출수후	140~160
벼	생육초기	50~90
	생육최성기	180~270
유수도	성 목	180
	성 목	270~450

은 병원균의 포자가 날아오기 전에 살포하고 치료효과가 있는 직접살균제의 경우에도 발병초기에 살포하여야 최대의 방제효과를 거둘수 있다.

직접살균제는 적기방제시기(발병초)를 일실하여 살포하면 방제효과가 현저하게 감소한다.

살충제의 경우에는 일반적으로 성충이 되면 약효가 저하하므로 발생초기에 살포하는 것이 바람직하다. 또한 병해충의 발생부위에 약제가 충분히 도달되도록 살포시 세심한 주의가 필요하다.

문고병이나 이화명충 제 2 세대에 있어서의 약제방제시에는 엽신부위에 약제가 다다르도록 살포하여야 한다. 일반적으로 병원균은 해충과 달리 이동성이 없기 때문에 살균제를 살포할 경우에는 작물체표면 전체를 피복시킬 수 있도록 살포하는 것이 바람직하다.