

(신) (년) (논) (단)

방제법없는

중산(中)농(農)투입은

병해충발생조장



# 農藥과 食糧增産



서울대학교 농과대학교수 최

승

윤

인류가 오늘날까지 살아온 역사는 굶주림과 각종 질병과의 싸움이었다고 해도 과언이 아니다. 근대문명을 자랑하는 현실에서도 그 싸움은 계속되고 있으며 앞으로 이 문제만은 인류의 생존권이 요구되는 한 지워버릴 수 없는 숙명적인 과제가 될 것이다. 특히 세계의 식량사정은 날이 갈수록 어려운 사정에 접어들고 있어 폭발적으로 증가하고 있는 인구를 먹여 살리기 위해서는 보다 획기적이고, 보다 혁신적으로 농업의 생산성을 제고치 않으면 인류의 불행은 모면할 길이 없다.

인류가 존재하는한 식량문제는 계속될 것이고 이 식량문제를 해결하기 위해 농업은 발전을 해야하며 온갖 농업기술을 투입해서 생산성이 제고되고, 안전성이 정착되어야 한다. 근대농업에 있어서 병해충문제와 관련시켜 농약의 중요성을 인식하기 위해서는 농약이 적극적으로 사용하게 된 배경을 이해하는 일이 무엇보다도 중요하다고 본다.

## 근대농업과 병·해충 발생요인

### 1. 식생의 변화와 병해충 발생

원래 병해충의 발생량은 구성하고 있는 식생(植生)의 종류와 밀접한 관계가 있다. 일반적으로 식물의 종류가 다양하게 구성된, 즉 식생이 복잡하게 구성되어 있을수록 곤충의 종류가 많아지나 한 종류의 곤충개

◇ 농약과 식량증산 ◇

체 수는 적어지고 반대로 식생이 단순해질 수록 곤충의 종류 수는 적어지지만 특정한 곤충의 개체 수는 크게 증가하는 것이 보통이다. 그러므로 인위적으로 식생을 단순화시키는 일은 특정 병해충의 발생량을 증가시키는 결과가 된다.

**단순식생은 특정병해충 유발**

근대농업의 형태는 바로 식생을 단순화 시킨 것이다. 즉, 한 종류의 농작물을 광대한 면적에 걸쳐 재배하는 일은 식생을 단순화시킨 결과가 되기 때문에 병해충의 종류는 적지만 특정한 병해충의 발생량이 많아 결국은 그들에 의한 피해도 크게 나타나게 마련이다.

표 1은 개간을 하지 않은 처녀지(處女地)와 개간 2년 후 밀(小麥)을 재배하였을 때 그들 식생 사이에 있어서 발생한 곤충의 종류 수와 개체군 밀도의 변화를 나타낸 결과이다.

즉, 처녀지에 있어서 곤충의 종류 수는 41종이고, 개체군 밀도는 199마리인데 비하여 밀재배지에서는 곤충의 종류 수는 19종이고 개체군 밀도는 351마리로서 처녀지와 큰 차이

표 1. 미개간 처녀지와 개간 2년 후 밀 재배지에 있어서 곤충상의 변화

곤충의 목명	곤충의 종류 수	
	처녀지	밀재배지
매미목	35	12
노린재목	38	19
딱정벌레목	93	39
벌목	37	18
기타	137	54
계	340	142
m <sup>2</sup> 당곤충개체수(A)	199	351
우점종 수	41	19
우점종의개체수(B)	112.2	331.6
비율(B/A)(%)	54.4	94.2

를 보이고 있다. 표 1에서 곤충의 우점율(優占率)을 보면 처녀지인 미개간지에 있어서는 54.5%인데 비하여 개간지 밀 재배지에서는 94.2%로서 월등히 높음을 알 수 있다. 그러므로 현재의 농업은 식생을 단순화시킨 결과이므로 어느 특정한 해충의 발생이 커지고 피해가 많아지는 것은 당연한 현상이라고 볼 수 있다.

**2. 농업의 구조적 변화와 병해충 발생**

근대농업은 식생을 단순화시켜 병해충의 발생이 유리하여졌을 뿐만

근대농업...한 종류의 농작물을 광대한 면적에 재배하는 것은 植生을 단순화시킨 결과가 돼 병해충의 종류는 적지만 특정병해충의 발생량이 많아 결국 그 피해도 크게 나타나게 된다.

아니라 조기재배(早期栽培), 밀식재배(密植栽培), 다비재배(多肥栽培)가 적극적으로 이루어지기 때문에 병해충의 발생은 더욱 유리하게 되었다. 이와 같이 농법이 집약적으로 추진되고 있기 때문에 병해충의 발생은 더욱 더 이상발생(異常發生), 또는 격발현상(激發現象)을 낳아 병해충에 의한 피해를 줄이는 문제는 더욱 중요하게 되었다.

### 집약농법 발전으로 병·충증가

신품종의 적극적인 도입, 조기재배, 밀식재배, 다비재배의 수행은 농업의 생산성을 제고하는데 큰 역할을 하고 있음은 잘 아는 일이다. 그러나 근대농업에서 이들의 기술을 도입한 결과는 기주식물의 생화학적 변화(生化學的 變化), 기주식물의 구조적 변화(構造的 變化), 병해충 쪽에서 본 생태계(生態系)의 질적, 양적 향상을 통하여 병해충의 발생에 유리한 방향으로 변하고 있다.

병해충이 가해하는 기주식물에 유리한 생화학적 변화는 기주식물 자체에 유리한 조건이 되었을 뿐만 아니라 그 생태계 내에서 살고 있는 병해충의 번식에도 유리하게 작용하고 있다. 그 대표적인 예로서는 옛날에 비하여 최근 벼재배에서는 새 벼품종들이 많이 보급되어 많은 공

헌을 하고 있다. 이들 새 벼품종들은 많은 비료를 요구하고 있다. 또한 증산을 꾀하기 위해서는 많은 비료를 사용해야 하는데 특히 질소질 비료의 증시(增施)는 병해충의 발생에도 유리한 조건이 되고 있다. 수도재배에 있어서 벼멸구, 흑명나방, 도열병과 같은 병해충의 발생은 질소질 비료를 많이 사용한 논에서 발생이 많고 피해가 크다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 여기에다가 특정 병해충에 대하여 저항성을 지닌 신품종들이 적극적으로 보급되고 있는데 이와 같은 일은 새로운 생태형(生態型)을 유발시킬 가능성이 높을 뿐만 아니라 잠재병해충(潛在病害虫)을 주요병해충으로 만드는 유리한 조건이 된다.

### 많은 비료량은 병·충발생 촉진

근대농업에 있어서 농작물은 두가지 측면에서 구조적 변화를 가져왔는데 그 하나는 농작물 자체의 형태적 변화이고 다른 하나는 단위면적당 재식밀도의 증대에서 온 생태계의 구조적 변화이다.

농작물 자체의 형태학적 변화는 품종개량을 통한 변화와 비료사용을 통한 변화가 많다. 벼 잎의 폭이 넓고 직립형(直立形) 벼는 흑명나방의

◇ 농약과 식량증산 ◇

표 2. 우리나라에 있어서 벼 이앙시기, 재식밀도 및 비료사용량의 시대적 변천  
(이승찬, 1982)

연 대	이 앙 시 기	평당재식밀도	비료사용량(kg/ha)		
			N	P	K
>1900	6월하순~7월상순	약 40	—	—	—
1900~1940	6월중순~6월하순	49~64	—	—	—
1940~1960	6월중순	64~72	52	16	3
1960~1970	6월상순~6월중순	약 72	80	40	16
1970~1980	5월중순~6월상순	78~89	131	65	44

발생에 유리하고 벼출기가 빠른 벼는 이화명나방 발생에 유리하며 벼의 규산함량은 이화명나방, 도열병 발생과 밀접한 관계가 있다.

일반적으로 새품종의 육종목표는 생산성의 향상과 품질향상을 지표로 삼고 있기 때문에 이의 조건은 병해충에 대해서도 유리한 조건이 되고 있다. 많은 비료의 사용은 농작물의 영양조건을 향상시키는 일인데 이 조건도 병해충의 발생과 밀접한 관계가 있다.

단위면적당 재식밀도의 증가는 수량성 증대와 밀접한 관계가 있기 때문에 이 문제도 주시해 볼만하다(표 2참조). 특히 질소질비료의 증시와 재식밀도의 증가가 뚜렷한데 농약이 없었다면 이와 같은 적극적인 농법의 도입은 불가능하였을 것이다.

그림 1은 벼의 재식거리를 10×

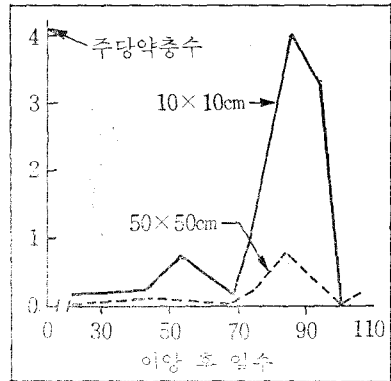


그림 1. 벼 재식거리에 따른 벼밀구의 발생밀도

10cm, 50×50cm로 하였을 때 벼밀구 밀도의 변화를 본 것이다. 재식거리 50×50cm에 비하여 10×10cm재식거리에서 벼밀구 밀도가 엄청나게 증가하고 있다. 이와 같은 현상으로 미루어 볼 때 현대 농법에서 농약의

단위면적당 재식밀도의 증가는 수량성 증대와 밀접한 관계가 있는데 농약이 없었다면 이같은 적극적인 농법의 도입은 불가능하였을 것이다.

적극적인 사용은 불가피하다.

### 3. 병해충에 의한 농산물의 감소

병해충의 피해로 인한 감수율(減收率)을 정확히 수치로 나타내기는 대단히 어렵다. 그 감수율은 농작물의 종류, 병해충의 발생 정도, 해에 따른 년차변동등 여러가지 요인에 따라 차이가 있기 때문에 정확한 추정은 어렵다. 우리나라에서도 정확한 성적은 없다. 일본에서 추정한

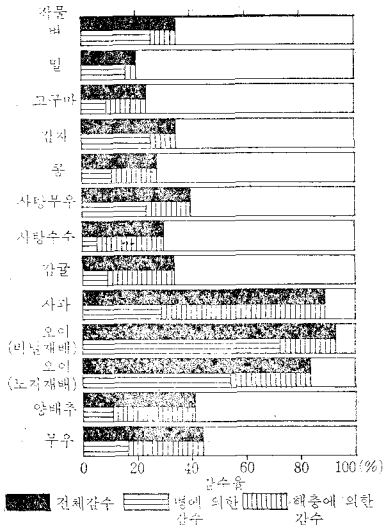


그림 2. 병해충에 의한 각종 농작물의 감수율(일본)

내용을 보면 그림 2에 나타낸 바와 같다.

### 원예작물 40~90% 손실추정

대개 우리나라에도 일본 수준이 된다고 볼 때 식량작물인 경우는 20~40%, 원예작물에서는 40~90%로 추정된다. 여기에다가 앞에서 언급한 바와 같이 적극적인 집약재배가 불가피하다고 볼 때 병해충에 의한 손실은 결코 줄어들지 않을 것이다. 그러므로 현시점에서 병해충의 방제가 농약을 사용하지 않으면 이루어질 수 없다고 볼 때 근대농업에 있어서 농약의 사용은 불가피하며 지속적인 증산을 피하기 위해서는 더 많은 농약이 사용되어야 한다고 본다.

### 4. 농업생산성 제고의 안정화 방황

근대농업에 있어서 생산성을 높이는 길은 경지면적을 넓혀 총생산량을 올리는 길과 단위면적당 생산성을 높여 총생산량을 증대시키는 두 길 밖에 없다. 경지면적을 넓히는 길은 세계 어느 나라를 막론하고 이미 한계점에 이르고 있어 단위면적당 생산성을 높이는 길에 온갖 힘을

우리나라에서의 정확한 통계는 없으나 일본과 비슷한 수준이라고 볼 때 병·해충의 피해로 인한 감수율은 식량작물 20~40%, 원예작물은 40~90%로 추정된다. ...따라서 농약사용은 불가피하고 더 많이 사용돼야 한다.

## ◇ 농약과 식량증산 ◇

기술이고 있다, 우리나라도 그렇고 이웃 일본의 경우도 마찬가지이다.

### 단위면적당 증산효과 160%

일본의 예를 보면 근래 약 80여년 사이에 있어서 쌀농사의 총생산량 관계를 보면 논면적의 확대에서 온 수량증가는 12%에 불과한데 비하여 단위면적당 수량성의 증대에서 온 수량의 증가는 160%에 달하고 있다. 이와 같은 경향은 우리나라에 있어서도 다른 바 없다.

### 증산기술 발전, 병·충 증가

단위면적당 생산성의 제고(提高)는 지력증진(地力增進), 수리시설의 확충, 품종개량, 새로운 경종기술의 도입 및 병해충방제를 통한 감수방지(減收防止) 등을 들 수 있다. 이미 앞에서 언급한 바와 마찬가지로 병해충방제기술을 제외한 나머지 농업기술의 투입은 병해충발생을 조장하는 길이 되기 때문에 농약을 이용한 병해충방제가 따르지 않으면 소기의

목표를 달성할 수 없을 뿐더러 생산성의 안정화는 이룩될 수 없다. 특히 최근 우리나라 쌀농사에서 그 예와 교훈은 직접 체험하고 있기 때문에 병해충방제의 중요성을 재론할 필요는 없다.

최근 우리나라 벼농사에서 획기적인 수량성 증대를 가져오게 된 배경은 다수성 신품종의 도입, 다비재배, 조식재배에 있었음은 누구도 부인할 수 없지만 신희농약에 의한 병해충의 방제가 가능하였다는 점 또한 빼놓을 수는 없다. 옛날 사람들이라고 해서 수량성이 높은 새로운 품종을 가지고 비료를 많이 주고, 일찍 심으면 수량이 올라가는 것을 몰랐던 것은 아니다. 그와 같은 조건하에서 농작물을 재배하게 되면 병해충의 발생과 피해가 심하여 그를 감당할 수 없었기 때문이다.

현재는 선진국이건, 후진국이건 세계 어느 나라를 막론하고 농약의 사용량이 급격히 증가하고 있는 이유는 농산물의 증산이 그 나라마다 증대한 과제로 되어 있고 농약을 사용하지 않고서는 그 목표달성이 이룩될 수 없기 때문이다.

일본은 근래 80여년 사이의 쌀총생산량을 보면 논면적 확대에서 온 수량증가는 12%인데 반해 단위면적당 수량성 증대에서는 수량증가는 160%에 달한다.……병해충방제기술을 제외한 나머지 농업기술의 투입은 병해충 발생을 조장하는 길이 되기 때문에 농약을 이용한 병해충 방제가 없이는 소기의 증산 목표를 달성할 수 없다.

## 5 근대농업에서의 농약의 공헌

근대농업에 있어서 농약의 사용이 농업생산에 끼친 영향은 크게 셋으로 나누어 생각할 수 있을 것 같다.

## (1) 병해충 방제와

## 신작부체계의 도입

근래 획기적인 식량증산을 이룩하게 된 것은 조기재배, 밀식재배, 다비재배를 실시한데도 있지만 이와 같은 작부체계를 안심하고 도입할 수 있었던 것은 무엇보다도 신농약의 개발과 이용에 있다고 본다. 옛날에는 질소질 비료의 사용을 마음 놓고 높일 수 없었다. 질소질 비료의 증시는 도열병을 유발하는 결과가 되었기 때문에 그 사용을 제한하여 왔다. 그러나 지금은 사정이 많이 달라졌다.

## 이화명충 피해 늦이앙권장도

그리고 현재 벼의 이앙은 20여년 전에 비하여 약 1개월이나 빨라졌다. 옛날에는 이화명나방의 피해를 줄이기 위해서 벼를 늦게 심도록 권장하였고, 출무늬잎마름병의 피해를 덜기 위하여 가능하면 벼의 이앙을 늦게 심도록 권장하였다. 그렇다고 해서 그와 같은 병해충이 없어진 것

도 아니다. 이와 같은 조기재배법의 도입도 문제되는 병해충을 쉽게 방제할 수 있게 되면서 가능해진 것이다.

## (2) 병해충에 의한

## 감수방지 효과

앞에서 조기재배·밀식재배·다비재배의 도입은 농약의 사용이 뒤따라 주었기 때문에 가능하였다는 점은 이미 지적하였다. 물론 병해충방제법은 여러가지 방법이 있지만 농약을 사용하는 화학적 방제를 능가할만한 방법은 흔치 않다. 농약을 사용하는 방법 이외에도 생태적방제, 생물적방제, 기계적방제, 물리적방제 및 기타 여러가지 방법이 있으나 화학적방제법에 미치지 못하고 있다. 현재 농약을 사용한 화학적방제는 전체방제효과의 60~80%를 차지한다. 물론 농작물의 종류, 또는 병해충의 종류에 따라 차이가 있지만 농약사용만큼 병해충에 의한 감수방지를 쉽게할 수 있는 방제법은 없다.

## 농약방제효과

## 능가할 방법 없어

1945년 미국에서는 처음으로 유기합성살균제 나밤(Nabam)과 유기합

성 살충제로 DDT를 처음으로 사용하게 되었는데 그 후 9년간 단위면적당 생산성이 크게 향상되었음을 보고한 바 있다. 즉, 감자에서 90%, 밀에서 20%, 채소류에서 61%, 콩류에서 42%의 증수를 보았다. 이것은 농약이 병해충을 방제하여 감수를 방지한 셈이다. 이와는 대조적으로 농약을 사용하지 않은 곳에서는 새로운 농업기술을 도입하였지만 9년간 증수효과는 전작물에서 4~6%, 채소류에서 3~6% 증가하는데 불과하였다. 이와 같은 측면에서 볼 때 농약의 사용이 얼마나 큰 공헌을 하였느냐에 대해서 쉽게 이해할 수 있다고 본다. 1967년 전세계의 농산물 증 해충에 의한 감소율은 목화에서 18%, 쌀에서 39%, 맥류에서 5%, 옥수수에서 22% 등으로 추산하고 있다. 그리고 앞에서 주요 농작물별 병해충에 의한 감수율을 식량작물에서 20~40%, 원예작물에서 40~90%로 예시하였는데 농약을 사용해서 감수방지를 70~80%로 하였을 때 생산성이 얼마나 제고될 것인가는 누구나 쉽게 계산해 낼 수 있을 것으로 본다.

### (3) 농약사용과 생산비 절감

농작물의 생산과정에 있어서 병해충 방제에 드는 비용만큼 적게 드는 것은 없다. 특히 맥류 또는 몇몇-밭작물에서와 같이 현재 병해충의 방제가 실시되고 있지 않은 곳에서는 약간의 농약만 사용해도 싼값으로, 적은 노동력으로 쉽게 생산성을 크게 높일 수 있다. 한 예로서 보리나 밀밭에 석회황합제를 1~2회정도 살포하면 30~50%의 증수는 쉽게 이룩할 수 있다고 본다. 품종이나 시비법 개선만으로 이와 같은 수준의 증수는 불가능할 것이다. 그러므로 농약에 의한 병해충 방제는 단위면적당 수량을 쉽게 높일 수 있을 뿐만 아니라 품질을 향상시켜 실질적인 생산비 저하를 꾀할 수 있다는 점에서도 농약의 사용이 중요하다. 신농약의 개발과 더불어 농약살포기구의 발달은 병해충의 방제를 더욱 용이하게 하여 노력절감에 큰 공헌을 할 수 있게 하였다.

---

1945년 미국에서 처음으로 Nabam과 DDT를 사용한 후 9년간 단위면적당 생산성이 감자 90%, 밀 20%, 채소류 61% 및 콩류에서 42%의 증수를 얻었다. ……그러나 농약을 사용하지 않은 곳에서는 같은 기간중 새로운 농업기술을 도입하였지만 전작물에서 4~6%, 채소류에서 3~6% 증가한데 불과하였다.

---



## 생산비 및 노력절감효과 지대

또한 여기에도가 과실 생산에 있어서 봉지씌우기는 과실 생산비 증 큰 몫을 차지해 왔는데 우수한 방제 효과를 낼 수 있는 농약이 사용되면서 봉지를 씌우지 않는 무대재배(無袋栽培)가 급격히 보급되어 생산비 절감에 큰 공헌을 하고 있다. 제초제가 사용되기 전에는 농작물재배에서 가장 많은 노동력을 요구하는 분야가 제초작업이었다. 과거 이양 후 논매기라든지, 밭에서의 제초작업은 과중한 노동을 요구하였고 많은 노동비를 요구하던 것인데 제초제가 많이 사용되고 있는 현재는 과중한 노동을 면할 수 있게 되었고 노동비를 크게 절감할 수 있어 농업생산비를 절감할 수 있게 되었음은 농약의 큰 공헌이라 하지 않을 수 없다. 이와 같은 노동력 절감은 생산비를 절감하였을 뿐만 아니라 이로써 남는 노동력은 각종 도시산업에 돌릴 수 있었다는 점도 과소평가해서는 안된다.

### 현명한 사용만이 부작용 막아

이상에서 살펴본 바와 마찬가지로 근대농업은 식생을 단순화시킨 결과 가 되기 때문에 병해충의 발생은 점차 증가하고 있다. 더우기 신품종의

도입, 조기재배, 밀식재배 조건은 병해충 발생에 유리한 조건이 되고 있어 병해충의 이상발생 또는 병해충의 격발현상이 자주 일어나고 있다. 그렇다고 해서 현재의 적극적인 농법을 후퇴시킬 수는 없다. 근대농업에 있어서 생산성의 제고와 안정화는 병해충방제만 따른다면 언제나 가능하다고 본다. 병해충의 방제수단은 여러가지 있지만 농약을 사용하는 것이 가장 쉽고 그 효과 또한 가장 크다고 본다. 그렇다고 해서 농약은 아무렇게나 마구 사용해도 좋다는 말은 아니다. 잘못 쓰면 독(毒)이 되는 것이 농약이다. 농약은 식량증산에 필수적인 자재임에 틀림없다. 보다 현명한 농약사용이 따르지 않으면 오히려 유해한 물질이 되어 농업증산에 기여도는 낮게 평가되기 쉽다. 농약의 현명한 사용이란 농업생산에 유해한 동식물을 방제하는 데만 사용되고 쓸데 없는 부작용을 최소한으로 줄이는데 있다고 본다. 이의 목표에 달성하려면 대상 병해충별 정확한 농약의 선정, 정확한 사용량의 준수, 적기사용등 지켜야 할 일이 많다. 정확한 발생예찰 정보를 통한 농약의 남용방지도 농약을 현명하게 사용하는 길이다. 농약의 그릇된 사용은 농업의 생산성을 오히려 저해하는 예도 있다.