

# 식물병리학

## 001 - 식물병의 원인

### 01. 식물병리 일반

#### 1. 식물병리학

- (1) 식물의 병적 현상을 대상으로 하는 학문
- (2) 식물병리 증상이나 발병의 경과로 밝히며, 그 원인을 찾고 병든 식물의 형태적, 생리적 변화를 검토할 뿐만 아니라 예방, 치료의 원리 및 그 응용에 관해서 연구하는 학문

#### 2. 식물 병의 뜻

- (1) 부적당한 환경요건에서 병원과 기주가 서로 어울려 일어나는 상호반응
- (2) Horsfall, dimond(1959)
  - 끊임없는 자극에 의하여 식물의 영양, 성장 생식의 기능이 나빠지는 과정
- (3) 상대병 : 대나무는 60~120년 주기로 개화하고 죽는다
  - 대나무 : 정상적인 생리 현상
  - 재배자 : 경제적 손실을 주는 이상한 현상 인간의 주관으로 는 병이다
- (4) 절대병 : 식물체가 병들었음에도 재배상 이익을 주는 경우
  - 바이러스에 걸려 꽃색이 무늬로 나타나는 튜울립
  - 튜울립 : 바이러스 병에 걸린 병 증상,
  - 카네이션 : 이형적색체
  - 재배자 : 재배상 커다란 이익

#### 3. 식물병의 피해 및 중요성

- (1) 직접적 피해 : 농작물이 생산 감소의 원인이 되어 흉작을 초래하여 사회적으로 문제시 됨
  - 아일랜드의 기근 : 1945~1851년까지 6년간의 감자역병으로 백만명 이상 아사, 백오십만명 미국으로 이민
  - 인도의 흉작 : 1942년 벵갈지방에서는 벼개씨무늬병 발생 벼의 감소를 70%이상, 200만명 아사
  - 스리랑카 : 커피녹병
  - 미국 아이오와주 : 수박덩굴썩음병

#### \* 식물병리

- deBary(독일) : 감부기병이 식물에 기생함을 밝힘, 감자 역병균이 곰팡이(*phytophthora infestans*) 임을 입증
- Millardet(프랑스) : 보르도액을 포도노균병 방제약제로 개발
- Burrill(미국) : 배나무 불마름병(사과 화상병)이 세균명 임을 밝힘
- Mayer : 담배 모자이크병의 즙액전염을 밝힘
- Ivanowski(소련) : 담배모자이크병에 걸린 병 여액이 여과성임을 밝힘(바이러스병에 대한 기초 제시)
- Doi(일본) : Mycoplasma 유사 미생물(MLO) 발견  
뽕나무 위축병, 대추나무 빗자루병
- Needham : 밀 씨앗선충병에서 식물에 기생하는 선충 밝힘

### 02. 병의 성립

#### 1. 병의 원인

#### (1) 병원과 병원성

- 병원 : 식물에 병을 일으키는 원인  
생물,바이러스일 때는 병원체, 세균, 진균일 때는 병원균이라 한다.
- 협의의 뜻 : 기생성병을 유발시키는 생물성 병원체  
광의의 뜻 : 식물에 병 일으키는 생물적·비생물적 모든 요인

#### (2) 병의 요인

- 주인 : 병에 직접적으로 관여  
유인 : 주인의 활동 도와 발병 촉진시키는 환경요인  
ex) 질소질비료 과용→벼 도열병 발생 촉진  
질소질비료 과용은 유인이 됨  
고구마 무름병의 경우 병원균과 상처 중 어느 것을 주인으로 판단할지 어려운 경우도 있다.

### 2. 기주와 감수성

#### (1) 기주

- 기주 : 병원체가 이미 식물을 침해한 상태
- 소인 : 식물이 처음부터 병에 걸리기 쉬운 성질

종족소인	종, 품종이 가진 병에 걸리기 쉬운 유전적 성질
개체소인	같은 종·품종에서도 개체간 발병의 정도가 다른 성질

#### (2) 감수성=이병성(↔저항성)

- 식물이 어떤 병원체와 서로 접할 때 기주가 병에 걸리기 쉬운 성질
- 식물의 병 성립 조건 : 병원, 기주(감수성), 환경

### 03. 병원 종류 및 형태

#### 1. 생물성 병원

#### (1) 균류

- 진균, 세균, 점균
- 엽록소가 없어 무기물을 합성 할 수 없다.

#### 1) 진균=사상균(fungi)=곰팡이

- 8,000여종으로 가장 많다.
- 실모양의 균사체로 되어 있고, 가지의 일부분은 균사라 함
- 격막이 있는 것 없는 것이 있고, 균사외부는 세포벽으로 둘러 싸여 있고 주성분은 키틴,
- 세포벽 안쪽에 원형질막과 핵을 둘러싼 핵막, 핵질이 있고, 미토콘드리아, 리보솜, 소포체, 액포, 인지질 등이 있다.
- 고등식물처럼 잎, 줄기, 뿌리 등이 분화되지 않음.
- 영양체, 번식체로 구분 됨

영양체	개체 유지, 균사의 끝이 특수한 모양의 흡기를 세포 안에 박고 영양 섭취
번식체	종족 보존, 영양체가 발육하면 담자체가 생기고 포자형성(담자체 생성법, 포자의 모양은 진균을 분류하는 중요한 기준)

- 포자는 무성포자, 유성포자

무성포자	분생포자, 2차 전염원(개체를 반복 형성)
유성포자	수정의 의해 발생, 종족유지, 난포자, 자낭포자, 담자포자 등(1차 전염원:균사, 균핵, 자낭포자 등)

-진균분류

	①조균류	②자낭균류	③담자균류	④불완전균류
격막	x	o	o	o

①조균류

- 다수의 핵 있다, 유주자균류(난균류)와 접합균류로 구분

②자낭균류

- 균핵, 자좌 형성
- 유성생식, 자낭속에 8개의 자낭포자 만든다.
- 자낭균은 자낭포자(1차전염원)로 이루어지는

유성생식(완전세대) 과 분생포자(2차 전염원)로 이루어지는  
무성생식(불완전세대)으로 세대를 이루어 간다.

③담자균류

- 유성포자는 담자기 위에 생기는 담포자
- 광부기병균, 녹병균에서는 담자기를 전균사, 담포자를 소생자라 함, 겨울포자가 발아하여 4개의 단핵 소생자 형성, 녹병균은 겨울포자, 소생자 외에 녹병포자, 녹포자, 여름포자 형성

④불완전균류

- 유성세대 알려지지 않아 무성적인 분생포자세대 (불완전세대)만으로 구분, 병자각, 분생자좌, 분생자층, 분생자병속 등 분생포자의 형성법에 따라 구분
- 변이 기작으로 이핵현상이 있다.

# 진균 분류

진균부	균사체 형성, 변형체는 없다
유주자균아부	균사에 격막x, 유주자(무성포자) 가지며, 유성포자는 난포자
접합균아부	유성포자는 접합포자, 무름병 발생
자낭균아부	식물병균 중 가장 多, 유성포자는 자낭포자
담자균아부	유성포자는 담자기 위의 담포자 녹병, 광부기병, 목재무름병, 배적성병, 소나무뿌리혹병, 버섯
불완전균아부	유성포자 없다. 분생포자는 무성포자

2) 세균(bacteria)

- 가장 원시적 원핵생물, 하나의 세포벽 있다, 이분법으로 증식
- 전자현미경으로 관찰
- 단세포미생물, 균사체 형성하지 않음
- 종류

간균	구균	나선균	사상균
짧은 막대모양	공모양	나사모양	실모양
*세균병은 대부분 간균에 의한 병			

- 식물병원세균 수는 약 180개, 인공배지에서 배양 증식 가능
- 그람염색법에 의해 그람양성균(보라색으로 염색), 그람음성균(분홍색으로 염색)이 있다.
- 운동기관으로 편모를 가짐

단극모,	양극모	속생모	주생모
한쪽에 한 개	양쪽에	한쪽/양쪽에 여러 개	균체주위에

- Streptomyces균을 제외 모두 간상
- 종류

그람 음성균	Agrobacterium - 근두암종, 가지, 뿌리혹 Erwinia - 화상병, 시들음병, 무름병 Pseudomonas - 잎점무늬, Xanthomonas - 흰잎마름병
그람 양성균	Clavibacter(Corynebacterium) : 감자둘레썩음병, 토마토게양병 Streptomyces : 감자대영이병, 고구마썩음병

- 세균의 변이기작 : 접합, 형질 전환, 형질도입

3) 점균(끈적균, 변형균)

- 동물과 식물의 특징 가지고 있다.
- 영양체는 세포벽이 없는 원형질이며, 외파랑이(엽록소)없다.
- 포자에 의해 증식, 세포벽 있고, 발아하면서 유주자 형성

(2) 바이러스

- 핵단백질(핵산+단백질), 세포벽 없다.
- 핵산 대부분은 RNA (꽃양배추 모자이크바이러스 등은 DNA)
- 광학현미경으로만 관찰 가능
- 인공배양되지 않고 특정한 산 세포 내에서만 증식
- 이분법으로 증식하지 않음(세균은 이분법 증식)
- 숙주에 침입하여 살아있는 세포가 단백질을 만들어내는 방식으로 증식
- 약제를 이용한 화학적 직접방제가 어렵기 때문에 재배적이고 경중적인 방법이나 물리적 방제 사용
- 전염방법 : 종자, 접목, 충매, 즙액, 토양, 영양번식기관
- 종류와 모양

막대모양	담배모자이크 바이러스
실모양	감자 X바이러스, 감자 Y바이러스
공모양	오이모자이크 바이러스

(3) 파이토플라스마

- 바이러스와 세균의 중간 정도 위치한 미생물
- 대추나무오동나무 빗자루병, 뽕나무 오갈병의 병원체
- 세포벽 없다
- 여러 형태의 원핵생물 일종, 원형질막에 둘러싸여 있다.
- 감염식물의 체관부(사부)에만 존재, 곤충류에 의해 매개
- 인공배양 되지 않음
- 방제가 어려우나 테트라사이클린계의 항생물질로 치료 가능 (테트라사이클린에 대해 감수성)
- 스피로플라스마 : 나선형의 세포벽이 없는 미생물로 인공배양 가능, 감귤오갈병의 병원체

#바이러스와 파이토플라스마 공통점

:세포벽 없다. 인공배양 되지 않음

(4) 바이로이드

- 기주식물의 세포에 감염해서 증식, 가장 작은 병원체,
- 식물에만 병원성 보임
- 세포 체제를 갖추지 않음
- 핵부 단백질이 없는 핵산(RNA)만의 형태 (바이러스와의 차이는 단백질이 없다는 것)
- 분자량은 바이러스 RNA의 1/10 이하
- 바이러스와 비슷한 전염특성 - 접목·전정시 감염된 대목, 손, 작업기구 등에 의해 접촉전염
- 감자 갈죽병의 병원체

(5) 선충

- 식물에 기생하여 전염병을 일으키는 동물성 병원체
- 몸의 길이는 0.3~1.0mm
- 머리 부분에 있는 구침으로 식물의 조직을 뚫고 들어가 즙액을 빨아 먹으며 상처난 조직은 병원성 곰팡이나 세균에 의해 2차 감염되어 부패함.
- 선형동물과에 속하며 식물의 특정부위를 가해함(뿌리에 혹 만드는 것, 뿌리 썩게 하는 것, 잎에 반점 만드는 것, 줄기나 구근에만 사는 것, 종자를 해치는 것 등)
- 1년간 30cm정도밖에 이동하지 못하므로 물, 농기구, 묘목뿌리 등에 의해 전파
- 식물바이러스병을 매개하는 경우도 있다.

(6) 기생성 종자식물

- 다른식물에 기생하여 생활하는 식물로 모두 쌍떡잎식물이다.
- 종류

줄기에 기생	겨우살이과	겨우살이, 붉은/꼬리/참나무/동백나무/소나무/미국활엽수 겨우살이
	메꽃과	새삼
뿌리에 기생	열당과	오리나무더부살이

# 생물성 또는 바이러스성 병원체에 의한 병을 모두 전염성으로, 전염성병, 기생병이라 한다

# 식물병원체들의 크기 순서(작은 것부터)

바이러스<마이코플라스마<세균(bacteria)<곰팡이<선충

(2) 비생물성 병원

- 전염성이 없다. 비전염성 또는 비기생병, 생리병이라 한다.

1) 부적당한 토양조건

- a. 토양의 물리적 작용 : 습도의 과부족, 보수력, 통기성
- b. 토양의 화학적 작용 : 양분의 과부족, 유해염류, 토양반응

2) 부적당한 기상상태

광선, 기온, 습도, 바람, 비, 눈, 번개, 강하물

3) 영양장애 - 양분결핍증, 양분불균형

- 칼륨 결핍 : 벼 적고병, 보리 흰무늬 병
- 칼슘 결핍 : 토마토 배꼽썩음병, 셀러리 검은 썩음병
- 마그네슘 결핍 : 감귤대황병, 보리 흰립병
- 망간 과잉 : 사과 적진병(조피병)
- 망간 결핍 : 감귤류 위황병
- 붕소 결핍 : 사과 축과병, 무·배추 속썩음병, 갈색속썩음병

- 4) 농작업 - 농기구에 의한 상해, 농약에 의한 약해
- 5) 공업부산물 - 광독, 연기, 가스, 시멘트 가루
- 6) 식물의 대사산물 - 수송 저장 중 생기는 유해물질

01. 진단의 단서

1. 병징

(1) 병징

- 병원체가 감염 후 식물체의 세포, 조직, 기관에 이상이 생겨서 생육이상, 빛깔 이상 등의 변화가 나타나는 반응

국부병징	병징이 식물체의 일부 기관에 나타남 점무늬병, 흑병
전신병징	병징이 전식물체에 나타남 시들음병, 바이러스병, 오갈병, 황화병

- ex) 시들음병 : 뿌리의 갈변은 1차병징, 시들음은 2차병징
- 기본형 병징

괴사	세포나 조직이 썩거나 죽음
감생	발육이 불충분
비대	발육이 지나침 (장미 근두암종병)

- 색의 이상 : 황화, 은색화, 갈색화, 괴사, 청변
- 외형의 이상 : 시듦(위조), 위축, 탈엽, 비대, 빗자루 모양, 분비, 부패, 대화

- 세균병의 병징

- ① 무름병 : 상처 통해 침입한 병균이 펙티나아제(pectinase)효소 분비→기주세포 중층 분해→상투압 변화→원형질 분리→죽음 부패·악취의 무름현상(채소류 무름병)  
\* Erwinia에 의한 무름병은 감자, 당근, 무, 배추, 양상추에서 비슷한 병징으로 나타남
- ② 점무늬병 : 기공침입하여 세균증식→인접 유조직세포 파괴 (콩 세균성점무늬병)
- ③ 잎마름병 : 세균이 유관속 조직 도관부 침입(벼 흰빛잎마름병)
- ④ 시들음병 : 세균이 물관에서 증식→수분 상승 저해 (토마토 풋마름병)
- ⑤ 세균성혹병 : 세균이 기주세포 자극→병환부가 이상증식 (사과 근두암종병)

- 바이러스병의 병징

- \* 식물의 성장 감소에 따라 식물 전체가 왜소, 위축 됨
  - \* 대체로 전신병징이나 담배모자이크바이러스(TMV)를 글루티노사중 담배에 접종하면 접종한 잎에서만 국부반점 나타남
  - ① 외부병징 : 색소체 이상(모자이크, 줄무늬, 꽃얼룩) 기관발육이상(위축, 괴저, 기형, 왜화, 잎말림, 암종, 돌기)
  - ② 내부병징 : 세포 내 엽록체 수, 크기 감소, 내부조직 괴사, 불입체생성(결정성 봉입체, 비결정성봉입체(X체))
  - ③ 병징은폐 : 바이러스가 있지만 한계 온도 이상이하에서 병징이 나타나지 않음
- #리바비린(ribavirin)은 DNA와 RNA 바이러스에 작용하여 증식을 억제하는 항바이러스성 물질
- 파이토플라스마병 병징
  - \* 대추나무·오동나무 빗자루병, 뽕나무 오갈병 유행
  - \* 총생(도깨비집), 위축, 엽화(꽃·꽃받침·암술·수술이·잎으로 변함)

(2) 병징의 종류

- ① 외형·생육의 이상
  - 모잘목병(묘입고병) : 모종 줄기의 땅가 부분이 잘록해져 말라 죽음
  - 시들음병(위조병) : 침입한 세균이 물관에서 증식하여 수분 상승 억제(토마토 풋마름)

- 오갈병(위축병) : 식물체 전체가 충분히 발육하지 못한 초장이 짧고, 가지수가 많아지며, 때로는 잎에 무늬 마디사이가 짧아지고 잔 잎이 많이 생기는 것을 로젯(rosette)이라 함
- 빗자루병(천구소병) : 가늘고 잔가지가 밀집해서 빗자루 문지(총생)와 같이 보임(대추, 오동나무, 벚나무)
- 흑병(암종병) : 비대해지거나 흑처럼 이상 발육
- 구멍병(천공병) : 잎의 점무늬 부분에 구멍
- 잎말림병(권엽병)
- 잎오갈병(축엽병) : 잎이 오그라지거나 주름 생김
- 궤양병 : 식물 조직이 파괴되어 곰보처럼 됨

② 빛깔 변화

- 누렁이병(황위병) : 잎의 엽록소 형성 방해→누렇게 되고 오갈 현상 겸침 (파이토플라스마 감염), 질소결핍, 저온
- 모자이크병 : 진하고 옅은 녹색 무늬가 얼룩져서 생김
- 점무늬병(반점병) : 병든부위가 죽어 뚜렷한 빛깔의 작은 무늬
- 줄무늬병(조반병) : 잎(벼·보리) 엽맥에 줄 모양 긴 무늬
- 무늬마름병(문고병) : 얼룩무늬같은 큰무늬가 이어져 병반형성

③ 외형·빛깔 함께 변화

- 역병 : 갈색으로 변한 병반이 급속히 확대되어 표면에 흰가루
- 잎마름병(엽고병) : 병반이 많이 발생하여 잎이 마름
- 불마름병(엽소병) : 잎, 줄기, 꽃, 열매가 갑자기 말라 죽어 갈변
- 가지마름병(지고병) : 가지가 끝으로부터 아래쪽으로 말라죽음
- 줄기마름병(동고병) : 줄기나 가지의 겉껍질이 거칠어지고 전체가 말라죽음
- 탄저병 : 환부에 움푹 들어간 암색 병반 만들고 표면에 분홍색 점물질 생김
- 더듬이병(창가병) : 과실의 덩이, 줄기, 잎 등에 생김, 병든 조직의 둘레는 코르크화 되어 거칠어진다.
- 미라병 : 열매 등이 바짝 마르고 축소

<국부적 병징>

- ① 더듬이병(창가병) ② 궤양병 ③ 구멍병(천공병) ④ 점무늬병
- ⑤ 오반병 : 병반이 불규칙하게 퍼지며 더러워지는 병
- ⑥ 모자이크병 ⑦ 줄무늬병(조반병)

<전신적 병징>

- ① 시들음병(위조병) ② 오갈병(위축병) ③ 황화병(chlorosis)

(b) 부분적 병징

- ① 흑병 지는병 ② 빗자루병 ③ 가지마름병
- ④ 줄기마름병 ⑤ 불마름병 ⑥ 미라병
- ⑦ 썩음병 ⑧ 잎말림병

2. 표징

(1) 표징

- 표징(sign) : 병원체가 병든 식물의 표면에 나타나서 눈으로 가려낼 수 있을 때(진균(곰팡이), 균핵, 점질물, 이상 돌출물 등)
- 비전염성 병이나 바이러스, 바이로이드, 파이토플라스마에 있어서는 표징이 나타나지 않는다.
- 표징에는 병원체의 영양기관(개체유지)에 의한 것과 병원체의 번식기관(종족보존)에 의한 것이 있다.

영양기관	균사체, 균사속, 균사막, 근상균사속, 선상균사, 균핵, 자좌
번식기관	포자, 분생자병, 분생자퇴, 분생자좌, 포자퇴, 포자낭, 병자각, 자낭각, 자낭구, 자낭반, 세균점괴, 포자각, 버섯등

(2) 표징의 종류

영양기관	균사·균사속 : 대부분 균사를 기주식물의 세포내에 형성하여 영양을 섭취 (젓빛곰팡이병) 균사막 : 뿌리썩음병, 자춧빛날개무늬병 근상균사속 : 아밀라리아뿌리썩음병, 리지나뿌리썩음병
번식기관	균핵 : 벼 잎집무늬마름병, 미립 균핵병, 벚나무 균핵병 자좌 : 삼나무 붉은마름병 포자 : 가루, 점괴, 돌기모양 등 자실체

(3) 표징에 따른 병명

- 자춧빛 날개무늬병(자문우병) : 뿌리나 줄기의 땅가 표면에 자주색 실이나 그물 모양의 막
- 흰 날개무늬병(백문우병) : 뿌리가 썩으며 그 표면에 회백색 실이나 깃털모양의 것들이 엉켜붙는다.
- 그을음병(매병) : 잎, 가지, 열매 등의 표면에 더러운 그을음
- 매각병 : 벼과작물의 꽃으로부터 자흑색, 뿔 모양의 단단한 덩어리
- 균핵병 : 말라 죽은 조직 속·표면에 검은 쥐똥같은 덩어리
- 노균병 : 잎 뒷면에 흰 서리 또는 가루 모양의 곰팡이가 생기고 표면은 약간 누렇게
- 젓빛 곰팡이병 : 열매·꽃·잎이 무르고 표면에 쥐똥 같은 곰팡이
- 흰가루병(백분병) : 잎, 어린 가지 등의 표면에 흰가루 뿌린 듯
- 녹병 : 여름포자 세대에 잎에 황색, 적갈색 등의 가루가 나는 병반 多
- 광부기병(흑수병) : 이삭에 발병 多, 환부에서 검은 가루

02. 진단 방법 및 순서

1. 식물병의 진단

(1) 진단 및 동정

- 진단 : 병든 식물체를 정밀하게 검사하여 비슷한 병과 구별하고, 정확한 병명 결정하는 것
  - 발병상황, 환경조건, 식물의 종, 식물의 노유(老幼), 재배환경 등을 먼저 밝힘
  - 전염성 여부 결정 후 전염성이면, 동정하여 정확한 병명 결정
  - 동정 : 병원체 분리 배양하고 실험 거쳐 증명 결정
  - 병환부에 병원균외 다른 미생물도 존재하므로 병환부에서 검출된 미생물은 KOCH 원칙에 따라 증명(바이러스, 흰가루균, 녹병균과 같은 절대기생체는 만족할수 없는 것도 있다.)
  - KOCH 3원칙
    - ① 병원체는 반드시 병환부에 존재한다
    - ② 병원체를 순수배양하여 접종하면 같은 병을 일으킨다
    - ③ 접종한 식물로부터 같은 병원체를 다시 분리할수 있다.
- #미생물의 분리-배양-인공접종-재분리

(2) 포장진단

- 식물병진단의 첫단계는 병이 발생한 포장(땅)에 대해 조사

(3) 식물세균병의 진단

- 직접적 진단법 : 병징, 표징조사, 세균분리·동정, 병원성 검정, 현미경 관찰
- 간접적 진단법 : 항혈청이나 핵산이용
- 유출검사법(Ooze test) : 줄기를 잘라 물에 넣었을 때 단면에서 스며나오는 분비물(우즈)로 세균병 진단
- 병원세균 분리할 때 배지선택이 중요, 병든 식물체 조직에서 병원세균 분리할 때는 2~3종 배지를 함께 사용하는 것이 효과적
- 병원세균 분리 방법은 이병식물체의 종류, 형성된 병징, 감염도양 등에 따라 다양

#### (4) 식물바이러스병의 진단

- 먼저 육안 진단
- 면역학적 진단(혈청이용): 한천겔 면역확산법(AGID), 형광항체법, 효소결합항체법(ELISA), 슬라이드법, 직접조직프린트 면역분석법(DTBI), 적혈구 응집반응법
- 분자생물학적 진단 : 역전사 중합효소 연쇄반응법(RT-PCR), PAGE분석법, 닷 블랏법
- 물리·화학적 특성 조사 : 내열성(바이러스가 불활성화되는 온도), 내희석성(희석한계), 내보존성(확성을 얼마나 오래 하는지)
- 바이로이드병 진단 : 지표식물 검정법(눈접 통한 생물검정), RT-PCR (시간 소요 많고 정밀도 낮다)

#### (5) 파이토플라스마병 진단

- 체관부(사부)에만 존재, 전자현미경으로 사부내 세포 관찰
- 이병절편을 Dienes염색하여 광학현미경으로 관찰(푸르게 염색되고 집락 형태 유지되는 것을 파이토플라스마의 집락으로 판정)
- 이병 조직의 사부를 DAPI나 형광색소등으로 염색하여 형광현미경으로 관찰 후 이병 여부 진단
- 감염조직에 테트라사이클린이나 페니실린 접종하여 저항성 판단, 건전한 기주에 병든 기주의 가지 접목하여 전염성 봄

## 2. 식물병 진단법의 종류

### (1) 육안적 진단

- 병징이나 표징을 보고 병 이름을 판단하는 방법
- 육안적 진단에서 표징은 절대적, 진단에 결정적인 역할 함
- 습식처리 : 병환부가 마르거나 오래 되어 상대가 좋지 않을 때 물에 적신 신문지나 휴지를 넣어 포화습도의 상태유지(진균병 진단에 많이 이용)

### (2) 해부학적·현미경적 진단

- 현미경 이용하여 병원체의 유무, 병원균의 종류 및 형태, 병원균의 군사 모양 및 편모 수와 위치, 항체와 반응 시 나타나는 형광형상 등 조사하여 진단
- 담배 모자이크 바이러스(TMV)에 감염시 다각형의 결정 형성
- 감자 X바이러스의 경우 과립 봉입체(X-body)
- Potyvirus 감염시 풍차 모양의 봉입체 형성 (봉입체 정보가 몇몇 바이러스에 국한되어 있어 모든 바이러스에 적용 할 수 없다.)
- 그람염색법: 대부분 음성이므로 양성인 병원균 진단(감자 둘레 씌움병-그람양성)
- 침지법(DN) : 바이러스에 감염된 잎을 슬라이드 글라스 위에 올려놓아 염색하여 관찰, 간편하나 바이러스 감염여부만 판정
- 초박절편법(TEM) : 바이러스에 감염된 잎 조직을 고정, 포매하여 초박절편한 후 세포 내 바이러스 입자 및 봉입체의 존재 양상을 전자현미경으로 관찰, 전체 식물체 이병유무

판단에는 부적합

- 면역 전자현미경법 : 혈청반응을 전자현미경으로 관찰
- 병든 부분을 해부하여 조직속의 이상현상이나 병원체의 존재를 밝히는 방법

### (3) 물리·화학적 진단

- 병환부에 나타나는 물리·화학적 변화 조사
- 감자 바이러스병에 감염된 씨감자의 진단에는 감염된 즙액에 황산구리 첨가하여 즙액의 착색도와 투명도 검사

### (4) 병원적 진단

- 인공접종 등의 방법으로 병원체를 파악하는 방법 KOCH의 원칙에 따라 병든 부위에서 미생물분리→배양→인공접종→재분리
- 소나무류의 잎녹병은 중간기주식물에 대하여 접종시험을 하여야만 병원균의 정확한 동정이 가능
- Fusarium과 같이 병원성이 분류의 기준으로 중요시되는 경우에는 감수성이 높은 식물에 인공접종할 필요가 있다.

### (5) 생물학적 진단

- 최아법(괴경법) : 감자 바이러스병 진단 위해 미리 감자의 눈을 발아시켜 발병의 유무 검정
- 박테리오파지법 : 어떤 세균 계통에 대해 특이성 있는 박테리오파지를 이용하여 그 계통 세균의 존재 유무 및 월동장소 파악(벼 흰잎마름병균)
- 지표식물법 : 어떤 병에 고도의 감수성이거나 특이한 병징을 나타내는 식물을 병의 진단에 이용
  - ① 감자 X바이러스 - 천일홍
  - ② 뿌리혹선충 - 토마토, 봉선화
  - ③ 과수자줏빛날개무늬병 - 고구마
  - ④ 과수근두암종병 - 밤나무, 감나무, 뽕나무, 사과나무
  - ⑤ 바이러스병 - 명아주, 독말풀, 땅파리, 장두, 천일홍, 동부
- 즙액접종법 : 즙액접종이 가능한 바이러스를 여러 종류의 지표식물에 접종하여 특이적인 병징을 관찰함으로써 바이러스 감염여부 검정, 검정기간 길고, 넓은 공간 필요함 (오이노균병, 세균성점무늬병)

### (6) 혈청학적·면역학적 진단

- 병원체에 대한 혈청을 만들어 진단하는 방법으로 항원이 순수하면 그 반응은 특이하므로 다른 비슷한 병원체에서는 반응이 일어나지 않는다. (감자 X모자이크병·보리 줄무늬모자이크병의 간이진단법 벼 줄무늬마름바이러스병의 보독충 검정)
- 한천겔 면역확산법(AGID) : 바이러스 이병식물의 즙액에 대한 한천겔 내의 침강반응, 실험조작 복잡하여 연구소 등에서만 가능
- 형광항체법 : 항체와 형광색소를 결합하여 특이적인 형광으로 항원이 있는 곳을 알아내는 방법, 형광현미경 사용 (종자 표면의 바이러스, 매개충 체내의 바이러스, 토양 중 세균 검출)
- 효소결합항체법(ELISA) : 항체에 효소 결합시켜 바이러스와 반응시켰을 때 노란 색이 나타나는 정도로 바이러스의 감염여부 및 감염 양 알 수 있다. 빠른 시간내에 저렴하게 동정할 수 있다
- 직접조직프린트 면역분석법(DTBI) : 병원균에 감염된 식물조직의 단면을 염색액과 항혈청에 반응시킨 다음 발색시켜 결과 판정, 민감성, 수월성, 신속성, 정확성 뛰어나고 대량처리
- 적혈구 응집반응법 : 식물체에 적혈구를 처리했을 때 바이러스 등 세포응집소나 항체에 의해서 적혈구가 응집되는 현상 이용
- 슬라이드법

01. 식물병의 병환

1. 병환과 전염원

(1) 병환

- 병환 : 어떤 병이 다시 되풀이해서 발생하는 과정, 병원체가 기주식물에 병을 일으키는 일련의 과정
- 전염원→(전파·전반)→침입→감염→(장복기)→병징·표징→병사

(2) 전염원

1차 전염원	토양, 병원체의 월동한 균핵, 난포자, 자낭포자의 발아에 의해서 일어나는 일이 많으나, 식물의 조직속에서 후면상태로 있는 균사에 의해서 일어나는 경우도 있다.
2차 전염원	제1차전염 이후 새로 발병된 부분에 형성된 전염원에 의해서 계속하여 병이 발생하는 것 (비,바람,물,곤충 등이 원인)

# 밀, 비린깜부기, 보리 걸깜부기, 복숭아나무 잎오갈병 등은 1차전염만 함

- 전염원 종류 및 병원균의 월동 장소

병든 식물조직, 잔재전염	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 병든 법씨나 벧짚에서 수년간 생존 : 벼 도열병균</li> <li>◦ 병든 가지, 열매 전염 : 밤나무 검은별무늬병균 · 복숭아 탄저병균</li> <li>◦ 죽은 식물체에 생존 : 벼 노균병균의 난포자·유채 균핵병균의 균핵</li> </ul>
종자, 살아있는 식물체 전염	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 병원균이 종자에 섞여 있음 : 맥류 맥각병균 · 채소 균핵병균</li> <li>◦ 종자 표면, 종자 내부 전염 : 보리 속깜부기병균 · 밀 비린깜부기병균 · 벼 도열병균 · 벼 깨씨무늬병균</li> <li>◦ 종자의 배(어린포자체)에 침투 : 벼 키다리병균 · 보리 걸깜부기병균</li> <li>◦ 감자 표면, 조직 내부 전염 : 감자 역병균 · 감자 둘레씩음병균</li> <li>◦ 묘목 전염 : 과수근두암종병균 · 과수 자춧빛날개무늬병균</li> </ul> <p># 벼 키다리병은 고온에서 잘 발생</p>
토양 전염	배추 균핵병균, 오이 흰비단병균, 모잘록병균, 시들음병균, 가지과 풋마름병균, 과수류 자춧빛날개무늬병균, 맥류 오갈병균, 오이류 덩굴쪼김병균
잡초, 병균 전염	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 잡초 내 월동 : 벼 흰잎마름병균 · 벼 노균병균 · 오이 모자이크바이러스</li> <li>◦ 곤충 체내 월동 : 벼 줄무늬잎마름병균(애멸구 체내) · 오이류 풋마름병균(오이 잎벌레 성충 체내)</li> </ul>

- 바이러스병의 전염 : 공기, 물에 의해 전염원이 이동하지 X 스스로 식물체에 침입하여 감염 하지 X(진균, 세균은 가능) 곤충에 의해 타동적으로 전염(Comovirus:잎벌레, Fabavirus:진딧물, Nepovirus:선충)

- 라텍스 응집반응

# 식물항체: 동물유전자가 코딩(coding)한 항체를 식물의 생식 세포 등에 접종하여 식물에서 항체 생산, 동물 항체에 비해 비용 저렴, 생산량↑, 다른 질병 전염에 따른 위험성 없다.

# 단클론 항체 : 특정 단백질을 선별적으로 표적상기 위한 유도물질로 이용, 항원공급의 한계성 때문에 얻기 어려웠던 항체를 쉽게 만들어 낼 수 있다. 같은 항체를 반복적으로 생산가능, 동물의 복강에 주사해서 배양하여 얻는 방법과, 플라스틱 플라스크에서 조직 배양하는 방법 등이 있다.

(7) 분자생물학적 진단

\* 식물병의 핵산분석에 의한 진단방법

- 역전사 중합효소 연쇄반응법(RT-PCR) : DNA 대량 증폭 위해 개발된 PCR방법과 RNA에서 cDNA 만들기 위한 역전사 반응을 함께 연결하여 개발, 상대적으로 간단하고 단시간 내에 성공적으로 수행할 수 있다, 바이러스 계통을 분자수준에서 확인, 극소량의 바이러스도 쉽게 검정
- PAGE분석법 : ds-RNA를 분석하여 바이러스의 종류를 판단, 밤나무 줄기마름병의 저병원성 균주를 이용한 생물적 방제에도 이용
- 닷 블랏트법

(8) 진단시 주의사항

- 진단은 가능한한 현장에서 한다.
- 전신진단을 한다.(병징부분과 원인이 다를 수도 있으므로)

접목 전염	모든 식물바이러스에 해당 사과 고전병 등	
종자 전염	콩과식물 바이러스병에 <b>多</b> 담배 둥근무늬 모자이크병, 콩 줄무늬모자이크병, 보리 줄무늬모자이크병, 오이 녹반모자이크병	
영양번식 기관전염	바이러스 제거하지 않으면 영속적 전염 감자·마늘 바이러스병	
토양 전염	선충이나 진균 또는 직접 전염 담배 둥근무늬바이러스, 담배 왜화바이러스	
즙액 전염	병든 식물의 즙액으로 전염 토마토·담배 모자이크 바이러스, 감자 X바이러스	
총매 전염	비연속성 바이러스	바이러스가 곤충 체내에 들어가지 않고 구침에 머문 상태에서 전염 (진딧물) 오이·배추·순무 모자이크바이러스 #모자이크 바이러스는 진딧물류에 의해 매개
	연속성 바이러스	바이러스가 곤충 체내로 들어가 전염 (멸구, 매미충류) 감자 잎말림바이러스, 벼 오갈바이러스

- 채소류 병의 전염

공기	포자가 날려 전염 (잿빛곰팡이병, 흰가루병, 노균병, 탄저병, 세균성점무늬병)
종자	종자의 내·외표피, 배, 배유 속 병원균이 전염 (탄저병, 노균병, 실들음병, 덩굴쪄김병, 잎무늬병, 세균성점무늬병)
토양	역병, 시들음병, 균핵병, 밀동썩음병, 잘록병, 무름병, 풋마름병, 검은썩음병

(3) 병원체의 전파

- 전파 : 병원체가 병을 일으키기 위해 기주식물에 운반되는 것  
반드시 어떤 수단에 의해 전파 됨
- 균류는 포자·균사·균핵의 형태로 전파되는데 진균 중의 유주자는 스스로 운동하여 기주 식물에 도달하기도 함
  - 포자 : 균류의 번식체, 꽃에 해당
  - 균사 : 균류의 영양체, 잎·뿌리에 해당
  - 균핵 : 균사가 서로 엉켜 저항력이 강한 덩치로 된 것
- 전파 방법

바람	도열병균, 맥류 겉깜부기병균, 벼 키다리병균, 감자 역병균, 밀 줄기녹병균, 배나무 붉은별무늬병균, 잣나무 털녹병균, 밤나무 줄기마름병균, 밤나무 흰가루병균 # 배나무 붉은별무늬병균은 병원균이 배나무와 향나무 사이를 바람에 의해 왕복하면서 발생
물	유주자 형성(무배추 무사마귀병균, 벼 모썩음병균, 감자 암종병균, 모잘록병균, 역병균, 노균병균) 토마토 풋마름병균, 벼 흰잎마름병균, 벼 잎집무늬마름병균, 감자 역병균, 사과 화상병균, 근두암종병균, 향나무 적성병균
토양	근두암종병균, 묘목 잘록병균
곤충	매각병균, 배나무 화상병균, 참나무 시들음병균(광릉긴나무좀), 오이류 풋마름병균(오이잎벌레), 벼 오갈병균(끝동매미충, 번개매미충), 벼 검은줄오갈병균·벼 줄무늬잎마름병균(애멸구), 병균의 수정을 매개(배나무 붉은별무늬병균·밀 줄기녹병균), 오동나무 빗자루병균(담배장님노린재), 대추나무 빗자루병·뽕나무 오갈병(마름무늬매미충) - 보독곤충 : 바이러스를 전파할 수 있는 힘을 얻은 곤충 - 경란전염 : 벌레의 알을 통해서 바이러스가 대대로 전염(끝동매미충, 애멸구) - 사과, 배나무의 화상병균 : 파리, 개미, 꿀벌 등의 곤충
묘목	잣나무 털녹병균, 밤나무 근두암종병균, 포플러 모자이크병균
기타	소동물(고구마 검은무늬병균, 밤나무 줄기마름병균), 선충(시들음병균, 토마토 둥근무늬바이러스), 사람(담배 모자이크바이러스), 작업도구(감자 둘레썩음병)

2. 병원균의 침입 및 감염

(1) 병원균의 침입

1) 각피 침입

- 잎·줄기 등의 표면각피나 뿌리 표피를 병원체가 직접 침입
- 각피 관통 : 높은압력의 기계적 힘, 각피분해효소를 분비(벼깨씨무늬병균은 각피 아래의 펙틴질을 분해하는 효소를 분비)
- 벼 도열병균, 탄저병균, 벼 깨씨무늬병균, 각종 녹병균의 소생자(담자포자), 잿빛곰팡이병균 등은 단일 균사에 의해 침입
- 자춧빛날개무늬병균과 잘록병균 등은 균사집단으로 기주의 세포벽 침입

2) 자연개구부로 침입

- 기공, 수공, 피목, 밀선 등으로 침입

기공	녹병균의 녹포자·하포자, 사탕무 갈색무늬병균, 노균병균, 상나무 붉은마름병균, 소나무류 잎떨림병균, 소나무류 그으름잎마름병균
수공	양배추 검은썩음병균, 배·사과화상병균, 벼 흰잎마름병균
피목	감자 역병균, 감자 더덩이병균, 과수 잿빛무늬병균, 포플러 줄기마름병균, 뽕나무 줄기마름병균
밀선	사과 화상병균

3) 상처를 통한 침입

- 상처통해서만 침입 : 병원성 약한 목재 썩음병균, 고구마 무름병균, 감귤 푸른곰팡이병균, 바이러스

**4) 특수기관 침입**

꽃	직접	사과 꽃썩음병균, 배·사과 화상병균 등 암술머리
	간염	에 도달한 병원균이 직접 꽃을 부패
간염	간접	밀·보리 걸깜부기병균과 같이 꽃은 병원체를 받아
	간염	서 통과시킬 뿐 배 자체는 병 발생 X
모	보리 속깜부기병균, 밀 비린깜부기병균	: 모는 정상적으
간염	로 성장하고 균사가 꽃에 이르러서 병 일으킴	
뿌리	무·배추 무사마귀병균, 토마토 풋마름병균, 시들음병균,	
감염	담배 왜화바이러스 : 뿌리털, 근관의 세포간극에 침입	
눈		
간염	감자 암종병균, 벚나무 빗자루병	

**(2) 병원균의 감염**

- 감염 : 병원체가 감수성 식물에 침입하여 내부에 정착하고 식물로부터 영양섭취가 이루어졌을 때
- 발병 : 병원체가 기주체 내에 확산되고 반응하여 외관적으로 변색, 기형 등의 변화가 인식될 수 있을 정도로 되었을 때
- 잠복기관 : 병원체가 침입한 후 초기 병징이 나타날 때까지 소요되는 기관

**(3) 기주교대**

- 기주교대 : 이종기생균이 생활사를 완성하기 위해 기주를 바꾸는 것 (\*이종기생균 : 녹병균과 같이 생활사를 완성하기 위해서 전혀 다른 두 종의 기주식물을 옮겨가면 생활하는 병원균)
  - 중간기주 : 두 종의 기주식물 중 경제적 가치가 적은 쪽
- \* 동종기생균 : 같은 종의 기주에서만 생활사를 완성하는 것
  - 대개 녹병균은 살아있는 생물체에만 기생하는 순환물기생균이며 기주식물에서 녹병포자나 녹포자 세대를 거치고, 중간기주에서 여름포자나 겨울포자 세대를 거친다.
  - 이종기생하는 녹병균

병명	기주식물	
	녹병포자·녹포자세대	여름포자·겨울포자세대
소나무 잎녹병 Coleosporium asterum	소나무	참취(국화과)
소나무 잎녹병 Coleosporium phellodendri	소나무	황벽나무
소나무 흑병	소나무	줄참나무, 신갈나무
잣나무 잎녹병	잣나무	등골나무
잣나무 털녹병	잣나무	송이풀, 까치밥나무
배나무 붉은별무늬병	배나무, 모과나무	향나무 *여름포자세대없음
사과나무 붉은별무늬병	사과나무	향나무
포플러 녹병	낙엽송	포플러
맥류 줄녹병	불명	맥류
맥류 줄기녹병	매자나무	맥류
밀 붉은녹병	증평의다리	밀

- 밀 녹병균 : 밀에 기생하여 여름포자와 겨울포자 형성  
겨울포자는 마른 밀짚에서 월동→봄에 발아하여 소생자 형성→중간기주인 매자나무의 잎에서 녹병포자와 녹포자 형성→녹포자는 바람에 날려 밀 침해하고 여름포자를 형성→밀 수확기에 임박하면 줄기나 잎집에 겨울포자를 형성(\*중간기주 없어도 여름포자의 형태로 월동하면 다음해에 다시 밀 침해 가능하다)

**(4) 병원성의 기생성**

- 기생체 : 엽록소가 없어 스스로 양분을 합성하지 못하고, 녹색 식물·동물에 기생하여 양분섭취(진균, 세균, 바이러스 등)
- 부생체 : 죽은 조직이나 유기물에서 영양 섭취하고 생활
- 영양섭취법에 따른 분류

절대 기생체	순환물기생체(살아있는 조직에서만 생활) 녹병균, 흰가루병균, 노균병균, 무·배추 무사마귀병균, 배나무 붉은별무늬병균 *녹병균 중 맥류줄기녹병균, 목화 녹병균 등은 인공배양 가능
임의 부생체	반기생체(기생이 원칙이나 죽은 조직에서도 영양 섭취) 감자 역병균, 배나무 검은별무늬병균, 깜부기병균
임의 기생체	부생이 원칙이나 노쇠, 변질된 산 조직을 침해하기도 하는 것 고구마 무름병균, 잣빛곰팡이균, 모잘록병균
절대 부생체	순사물기생체 죽은 유기물에서만 영양섭취 목재 심부썩음병균

**(5) 보균식물**

- 병균은 나타나지 않지만 기주식물의 조직 속에 병원체를 가진 식물 (바이러스의 경우는 보독식물이라 함)
- 잠재간염 : 감염되었지만 일정기간 나타나지 않고 어떤 생육 단계에 이르러 발생(맥류의 깜부기병은 개화기에 이르러 병원균의 포자가 형성될 때까지는 감염식물을 판별할 수 없다)

**02. 발병환경**

환경조건은 ①병원체 ②기주 ③병원체와 기주의 상호작용에 영향한다

**1. 발병환경의 종류**

**(1) 온도**

- 벼 도열병균 : 생육적온인 26~28℃에서 잠복기관도 짧고 병반수도 多, 저온일 때 발생 多
- 벼 모썩음병 : 10℃ 이하의 저온에서 자란 모에만 발병
- 맥류 붉은곰팡이병 : 저온식물은 밀은 고온에서, 고온식물인 옥수수는 저온에서 발병 多
- 감자 모자이크병 : 저온에서 발병 多, 고온에 이를수록 저하, 높은 온도가 계속되면 병징이 은폐 됨

**(2) 수분**

- 많은 병원균의 포자가 발아하여 기주체 내에 침입할 때는 물 또는 90% 이상의 높은 상대습도가 필요
- 토양병원균은 습도가 높지 않고 통기가 잘되는 곳에 발생 多 (무·배추 무사마귀병은 토양의 보수력이 60%이상일 때 병 多, 45%이하에서는 발병하지 않음)
- 유주자를 형성하는 벼 모썩음병, 모잘록병, 역병, 노균병 등은 토양습도가 높을 때 발생
- 각종 채소류에 발생하는 잣빛곰팡이병은 비가 오거나 배수 불량 등으로 습도가 높을 때 발생 多
- 노균병, 감자 역병은 전염기의 습도가 높고 낮음에 따라 많이 발생하는 연도와 지역이 결정됨
- 배나무 붉은별무늬병은 비가 온 후 겨울포자되로부터 소생자가 날아가 병 일으킴
- 상추 흰가루병은 건조한 환경에서 발병 촉진되나 맥류 녹병, 포도나무 노균병, 감자 역병, 사과나무 검은별무늬병, 강낭콩 탄



저병 등은 건조한 환경에서는 발생이 심하지 않다.

**(3) 일광**

- 벼 도열병 : 일광이 부족하면 발병 多
- 인삼 : 음지식물이므로 일광 많으면 탄저병 발생
- 글루티노사종 담배 : 24~72시간 차광한 후 담배 모자이크바이러스 접종하면 병반 수가 현저히 증가

**(4) 비료**

- 질소질비료 : 벼에 과잉시비→벼가 연약해져 도열병균의 침입에 대한 저항이 약해지고, 벼가 무성하게 자라 잎집무늬병균이 확산되는 결과 초래
- 벼 깨씨무늬병은 지력이 낮은 논에 발생 多, 질소질비료 시비하면 병 발생 줄이고 등숙률 높일 수 있다.
- 규산질비료 : 벼의 잎의 표면에서 규질화 세포 형성하여 도열병균의 침입에 저항성 나타냄

**(5) 토양반응**

- pH로 반응표시, pH 1~14 의 수치로 표시,

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	산성					중성		염기성						

- 산성토양에서 작물의 생육이 나쁜 이유
  - ① 수소 이온 많으면 직접 작물의 뿌리로 침입
  - ② 산성토양에서 알루미늄이온·망간이온이 많이 용출되어 해작용
  - ④ 필수원소의 결핍 : 인, 칼슘, 마그네슘, 몰리브덴, 붕소 등의 유효도가 낮아져서 결핍 (\* 몰리브덴은 적은양을 필요로 하는 필수미량원소이지만 산성토양에서 용해도가 크게줄어 결핍이 쉽다)
  - ⑤ 토양 구조 악화 : 석회가 부족하고 토양미생물의 활동이 저해되어 유기물의 분해가 나빠지므로 토양의 입단형성 저해
  - ⑥ 유용미생물의 활동 저해 : 질소고정균·근류균 등의 활동 약화
- 산성토양 개량 : 석회물질 · 유기물을 사용, 근류균을 첨가
- 발병유리한 토양과 병

산성	목화 시들음병, 토마토 시들음병, 무·배추 무사마귀병
알칼리성	목화 뿌리썩음병
중성~알칼리성	감자 더듬이병

**(6) 이숙미생물**

- 이숙미생물은 기주 및 병원체와 여러 관계 맺으며 생활
- 길항현상 : 병원체의 작용 억제
- 협력현상 : 병원체의 작용 조장

**(7) 시설재배 환경**

- 저온병해 : 노균병, 잿빛곰팡이병, 균핵병
- 고온병해 : 시들음병, 풋마름병, 탄저병, 덩굴쪄김병

**004 - 병원성과 저항성**

**01. 병원성의 의의와 기작**

**1. 병원균의 생리적 분화**

**(1) 병원균의 레이스**

- 분화형 : 같은 종이면서 특정 식물, 품종에만 병을 일으키는 것  
ex) 맥류줄기녹병균은 기주의 범위에 따라 6가지로 분화  
f. sp. secalis, avenae, poae, poae, agrostidis, tritici
- 레이스(race) : 한 분화형 또는 변종(variety) 중에서 기주의 품종에 대한 기생성이 다른 것
- # 식물의 병원균의 레이스는 병원균의 병원성의 차이로 구분
- biotype : 변이체가 무성적으로 동일 형태의 개체를 생산하고 유전성이 균일한 단위
- 레이스 구별 기준품종 : 판별품종(판별품종의 식물체에 병원균 접종→식물체에 나타난 감염형 비교하여 감수성/저항성 판정)
- 레이스가 틀리면 형태는 같으나 기생성이 다르다.  
품종간 분화 일어날 때 병원균 레이스의 유전적 분화도 뒤따름
- 레이스는 주기적, 산발적으로 계속 분화하여 다양해진다.

**(2) 레이스 종류**

- ① 도열병균 : T품종(인도벼) C품종(중국벼) N품종(일본벼)
- ② 감자역병균 : 16개 레이스
- ③ 밀 줄기녹병균 : 12개 판별품종 중 감염형에 따라 약 300개

**(3) 병원성의 유전**

- 저항성이었던 품종을 침해하는 병원성의 변화는 레이스 분화의 시발점이고 새로운 레이스가 출현하면 어떤 작물 품종의 병저항성이 이병성으로 역전되기도 함
- 변이를 일으키는 기작

<b>돌연변이</b>	감자 역병균, 토마토 잎곰팡이병균, 옥수수 깨씨무늬 병균
<b>교잡</b>	녹병균, 광부기병균, 사과나무 검은별무늬병균
<b>이핵</b>	heterokaryosis 한 세포 내에 유전적으로 다른 핵 갖는 현상 *유성세대가 불확실한 불완전균에 있어서 변이균의 생성에 중요한 작용을 한다.
<b>준유성교환</b>	유성세대가 불확실한 불완전균류의 영양균사에서 마치 유성생식과 같은 유전적 재조합이 일어나는 현상 완두 시들음병균, 알팔파 줄기마름병균, 보리 점무늬병균

# 곰팡이의 분화형 : forma specialis

**2. 병원성과 효소**

**(1) 효소의 분비**

- 식물병원균이 기주에 침입→ 발병(효소분비)→세포벽관통
- 각피층 : 큐틴, 왁스  
중엽, 1차벽 : 펙틴질, 리그닌, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스  
2·3차벽 : 셀룰로오스

**(2) 세포벽 물질의 분해효소**

- ① 큐틴 분해효소 : 잿빛곰팡이병균, 모잘록병균, 보리 줄무늬병균, 보리 흰가루병균
- ② 펙틴 분해효소 : 세포벽 중층부의 열개, 조직의 연화, 시늬에 의한 물관부의 폐색
- ③ 셀룰로오스 분해효소 : 대부분 무름병균, 썩음병균은 펙틴·셀

플로오소 분해효소 함께 분비  
# 왁스 분해 효소는 알려져 있지 않다

(3) 기타

- 헤미셀룰로오스 분해효소는 채소·콩 균핵병균과 과수 잣빛 무늬병균 등에서 발견

- 담자균류인 목재 흰썩음병균은 셀룰로오스 분해효소와 함께 ligninase를 분비하여 리그닌 분해

### 3. 병원성과 독소

- 독소(toxin) : 병원균이 분비하여 기주식물에 병 일으키는 고탄 대사물질

#### (1) 기주특이성 독소

- 기주식물에만 독성 O, 병원성이 있는 균주만이 분비하는 독소  
- 병원균에 대한 기주품종의 저항성과 독소에 대한 반응은 일치-종류

- ① 귀리 마름병균 : victorin 25만배 희석액으로도 감수성 품종의 뿌리 생육을 억제하나 저항성 품종은 고농도에서도 지장 없음
- ② 배나무 검은무늬병균 : AK(Alternaria Kikuchiana)
- ③ 옥수수 깨씨무늬병균 : HTM
- ④ 옥수수 그을음무늬병균 : HC
- ⑤ 수수 Milo 병균 : PC
- ⑥ 사과나무 점무늬 낙엽병균 : AM
- ⑦ 토마토 줄기마름병 : AL

#### (2) 비기주특이적 독소

- 기주 이외의 여러 식물에 독성 일으키는 독소

- ① 점무늬병균 독소 : pyriculol - 벼 도열병균이 분비
- ② 물관병균 독소 : Fusaric acid - 시들음병균, 벼 키다리병균이 분비

## 02. 저항성의 의의와 기작

### 1. 저항성의 기작

#### (1) 저항성

- 저항성 : 병원체의 작용을 억제하는 기주의 능력 (저항성은 계속되지 않고 새로운 발병 요인에 의해 감수성으로 변하기도 함)  
- 비기주저항성 : 벼 도열병균이 있는 벼에는 병원성이 있으나 감자에는 병을 일으킬 수 없는 능력  
#감자는 벼 도열병균에 대한 완전면역성 갖고 있다.  
- 병에 대한 식물체의 대처

감수성	식물에 병에 걸리기 쉬운 성질
저항성	식물이 병원체의 작용을 억제하는 성질
면역성	식물이 전혀 병에 걸리지 않는 성질
회피성	식물이 적극적·소극적으로 병원체의 활동을 피하여 병에 걸리지 않는 성질
	# 한 품종이 숙기가 빨라서 병 발생 모면
내병성	식물이 감염되어도 실질적인 피해를 적게 받는 성질

- 저항성 구분

유전적 차이	전성저항성: 식물이 갖고있는 병저항 유전자에 의한 포장저항성: 환경에따른 감수성식물의 일시적저항성
병원체의 감염경로	침입저항성: 기주의 유전자에 의해 병원균 침입억제 확대저항성: 병원균 침입한 후 다음 병원균에 저항하는 기주식물의 저항성
병저항성 기작	감염전 저항성: 정적 저항성, 수동적 저항성 감염후 저항성: 동적 저항성, 능동적 저항성

- 식물병 발생은 식물의 저항성 유전자와 병원균 비병원성 유전

자간 상호작용에 의해 일어난다. 식물의 병에 대한 저항성은 병원균의 생육을 저해는 항균물질, 효소, 각종 저항성구조물질 등에 의해 발현된다.

### (2) 저항성의 기작

#### ① 감염전 저항성(수동적 저항성)

식물의 감염 전부터 기주가 지닌 성질, 식물체 자체의 생리·진체적 구조가 병원체의 침입 또는 진전을 억제

각과·표피 두께	표피에 규산이 축적된 규질화세포 많은 품종은 벼 도열병균에 저항성
기공 수 개폐정도	감귤 궤양병균은 기공이 좁게 열리는 만다린 품종에 저항성
침입전에 형성된 물질	페놀류(phenols) : 밀 줄기녹병균, 감자 더듬이병균, 벼 도열병균등에 저항성

#### ② 감염후 저항성(능동적 저항성)

- 병원체가 기주에 침입한 후에 양자의 상호작용에 의해 일어남  
- 과민성(hypersensitivity) : 병원체가 침입했을 때 기주세포가 급격히 반응하여 죽음으로써 양분의 결핍으로 침입 병원균의 생육을 저지시키거나 불활성화시키는 현상(녹병균, 흰가루병균과 같은 절대기생체와 벼 도열병, 감자 역병, 배나무 검은별무늬병)  
- 파이토알렉신(phytoalexin) : 병원체가 기주식물에 침입한 다음 양자의 상호반응의 결과 기주측에서 생기는 병원체의 발육억제하는 항균물질. 기주-기생체의 상호작용에 의해 형성. 식물에 따라 일정하나 병원체 종류와 관계 없다. 기주와 기생체 간 특이성 있으며 물리적 자극, 화학물질로 야기시킬 수 있다.  
- 파이토알렉신 종류

pisatin	완두
impomeamarone	고구마
rishitin	감자

- 감염특이적 단백질(PR-Protein) : 병원균의 침입에 반응하여 생성되는 저분자의 단백질, 전신획득저항성  
- 조직의 변화  
저항성 반응으로서 기주측에 기계적 방어벽 형성

코르크 형성	양배추 위황병
이층형성	소나무 잎떨림병
전종제 형성	유조직의 면적 증가→도관부 막음
감(수지)형성	수박 덩굴쪼김병에 대한 호박·박
칼로스 돌기형성 (callose papillae)	칼로스 돌기 형성→페놀화합물축적 알뿌리화해 달리아
HRGP	세포벽 내에서 셀룰로오스 집적과 관련되어 불용화된 형태로 물리적 장벽형성

# 식물병에 대한 화학적 저항성 :

Protocatechuic acid(프로카테쿠산), PR-protein, HRGP  
- 병원체의 생육지연 : 저항성품종에서는 병원균이 잘 자라지 못하므로 발병 안되는 경우 O (귀리 겉깜부기병, 토마토 시들음병)  
# 과사적 방어는 병원체의 침입에 대한 식물의 과민성 반응과 관계 깊다.

### (3) 저항성의 획득 및 유도

- ① 유도저항성(ISR) : 식물이 자체적으로 가지고 있는 저항성 반응을 활성화시켜 병에 대한 저항력을 유지시키는 것
- ② 전신획득저항성(SAR) : 병원균의 침입으로부터 유도된 저항성. 살리실산(SA)이 전달물질의 역할을 하고 저항성산물로 감염 특이적 단백질 생성

2. 저항성의 유전

(1) 저항성 유전의 원리

- 단일 우성인자 :
- 단일 열성인자 : 완두 흰가루병, 콩 세균성점무늬병

(2) 수직저항성

- = 레이스 특이적 · 단인자 · 주동유전자 · 진정 · 분화적 저항성
- 특정 레이스에만 효과적
- 유전양식 간단, 외부 환경에 안정
- 새로운 레이스 생길 때마다 저항성 무너진다
- 특정 레이스에 대한 고도의 저항성으로 과민성 반응 등 그 병징이 뚜렷하고 다른 레이스에서 병징 나타나지 않음
- 품종과 레이스 사이에 특별한 유전자 대 유전자의 상호작용이 존재하는 저항성
- 재배 환경 등의 영향을 받기 어려운 저항성

(3) 수평저항성

- = 레이스 비특이적 · 다인자 · 미동유전자 · 포장 · 비분화적 저항성
- 복잡하지만 수직 저항성보다 효과가 크지 X
- 발병에 알맞은 환경에서 저항성 무너진다.
- 수평저항성 식물에서는 병균의 포자형성, 감염, 병의 진전 등이 늦은 특징이 있다.

01. 방제 방법의 종류 및 특징

- 가장 효과적인 방제법 : 기주를 병원체의 감염 또는 발병에 알맞은 환경요인으로부터 보호하는 것
- 식물병의 종합적 방제 : 한 가지 병에 경종적·생물적·화학적·물리적 등 여러 가지 방제방법을 적용한다는 의미

1. 법적 방제

(1) 식물검역

- 식물에 해를 주는 병·해충이 국경을 넘어 유입되는 것을 방지

(2) 병해충관리제도

- 규제병해충

검역 병해충	금지병해충: 병해충이 붙어있는 식물수입을 금지 농림수산식품부장관이 고시
	관리병해충: 소독처리 식물검역원장
규제비검역 병해충	국내에서 규제되는 비검역병해충 식물검역원장

- 잠정규제병해충: 규제병해충에 준하여 잠정적으로 소독·폐기
- 비검역병해충: 국내에 널리 분포하여 수입농산물에도 검역적 조치를 취하지 않음

(3) 병발생예찰

- 벼 도열병, 벼 잎집무늬마름병, 맥류 붉은곰팡이병, 맥류 깜부기병 등의 기상, 병원체의 밀도, 작물의 생육, 체질검정등을 조사하여 피해를 추정
- 벼 도열병 발생예찰

기상요인	온도: 초관부 기온 24~25℃에서 5~6일이면 침해 저온에서 발생 多
	습도: 초관부의 평균습도 85%이상 지속될때 침입 강우량(이슬): 벼 잎이 젖어있는 시간이 길어질수록 침입 多
도열병균 포자 채집량	
도열병 발병상황 관찰	
기타	

2. 생물적 방제

- 병원균에 의한 식물의 저항성 유도시켜 병해충 방지
- 환경보존과 지속적 농업에 부합
- 교차보호(약독이용), 근권미생물, 길항미생물 →면역저항성 증진

(1) 교차보호

- 약독계통이 강독계통의 식물바이러스 병확산을 억제
- 토마토 담배 모자이크바이러스,  
박과작물의 오이녹반 모자이크바이러스,  
감귤트리스테자바이러스
- 약독바이러스 개발에 시간 소요 多
- 새 바이러스 계통의 의해 저항성이 쉽게 무너진다.

(2) 근권미생물에 의한 방제

- 식물근권에 살아가는 미생물들이 식물의 생육 촉진하고 항생물질, LPS, HCN, siderophore 분비하여 병원균의 생육 억제
- siderophore : 철이 부족한 환경에서 철과 킬레이트 결합으로 철 결핍을 일으켜 식물병원균의 생육을 억제하는 물질
- 생육촉진근권세균(PGPR) : 특정식물의 유도저항성 활성화
- 근권미생물

근권진균	Trichodermin, Gliotoxin, Gliovirin
근권세균	Bacillus, Pseudomonas, Burkholderia

### (3) 길항미생물 이용

- 병원균의 생육을 억제하거나 저지시키는 능력을 갖는 미생물
- 병원균에 직접기생, 용해, 영양분 획득시 병원균과 경쟁, 병원균에 해로운 항생물질 분비, 유도저항성을 인위적으로 조절·활용
- 종류

세균: Agrobacterium, Bacillus, Pseudomonas, Streptomyces

진균: Coniothyrium, Glicoladium, Trichoderma

- 다른 병원균에 기생하여 병을 방제하는 미생물

Trichoderma	Rhizoctonia에 기생
Sporidesmium	Glicoladium, Sclerotinia에 기생

- Agobacterium tumefaciens의 기생에 의해 발생하는 뿌리혹병(근두암종병)은 Agobacterium radiobacter의 균주 K84를 이용하여 방제

# 균주 K84가 항생물질인 Agrocin 84라는 박테리옌 생산

- 식물병 방제에 이용되는 길항미생물

흰가루병균	Streptomyces sp.
젓빛곰팡이병균	
균핵병균	Bacillus subtilis
토양전염성 병원균	Coniothyrium minitants
Sclerotinia, pythium,	Clicoladium virens
Rhizoctonia, Fusarium	Trichoderma harzianum
	streptomyces
	Bacillus

### 3. 경종적 방제

=재배적 방제

- 윤작, 혼작, 파종기조절, 포장위생(전염원, 중간기주 제거), 토양영양조건 개선, 저항품종개발, 토지 선정, 재배양식 변경, 수확물의 건조,

#### (1) 윤작

- 서로 다른 종류의 작물을 순차적으로 조합·배열
- 무배추 무사마귀병, 모잘록병, 자춧빛날개무늬병, 흰비단병 등은 기주의 범위가 넓고 기주식물이 없어도 오랫동안 생존이 가능하므로 윤작으로 방제하기에 비실용적
- 1년생 작물의 탄저병균, 점무늬병균 등 기주식물의 잔재물에서 생활하는 토양침입균에 의한 병은 비기식물을 2~3년간 윤작하여 전염원 제거

- 흰비단병균, 풋마름병균, 세균성무름병균 등 기주범위가 넓은 것은 벼과작물로 바꾸어 재배하는 것이 안전

#### (2) 파종시기 조절

- 벼 : 파종기 이양기 늦추면 도열병 ↑  
이양을 일찍하면 잎집무늬마름병 발생 多
- 맥류 : 파종 늦추면 비린깜부기병, 줄무늬병 多
- 무모자이크병, 배추 무름병 : 파종을 빨리하면 피해 ↑

#### (3) 포장위생

- ① 전염원 제거 : 1차전염원 제거 및 박멸  
벼 도열병 - 벧짚 제거, 소나무 잎떨림병 - 병든 낙엽제거
- ② 중간기주 제거  
잣나무 털녹병균 - 송이풀, 까치밥나무  
소나무 잎녹병균 - 황백나무 · 참취 · 잔대  
소나무 흑병균 - 참나무

배나무 붉은별무늬병균 - 향나무

#### (4) 토양조건

- 토양수분 많을 때 잘 발생: 유주자균류(무배추 무사마귀병균, 모잘록병균, 균핵병균 등)
- 알칼리성 토양 : 감자 더듬이병, 목화 뿌리썩음병
- 산성 토양 : 목화·토마토 시들음병, 무·배추 무사마귀병
- 미분해유기물 함유량이 많은 토양 : 자춧빛날개무늬병 (석회를 사용하여 미분해유기물을 신속히 분해)
- 유기물 사용, 객토, 심경으로 토양의 물리성 개선

#### (5) 영양조건

- 칼륨 성분 적으면 병 저항력 ↓
- 질소 성분 많아도 병 저항력 ↓
- 질소질 비료 과용→식물체가 약해지고 벼 도열병, 벼 잎집무늬마름병, 맥류녹병, 모잘록병, 흰가루병 발생 多

#### (6) 저항성 품종 개발

- 경제적·환경적 측면에서 병해충을 효과적으로 방제
- 특별한 경비, 자재를 소모하지 않고 농약의 잔류독성 등의 문제를 야기시키지 않음
- 면역법이며 가장 이상적 방제법
- 기주와 병원체의 두 유전적 요인과 상호작용을 고려하여 저항성 품종을 개발한다
- 저항성 품종은 병원균의 생리적 분화, 환경 및 기주와의 상호반응 등에 따라 감수성으로 변한다.

#### (7) 기타

- ① 오이, 수박은 내병성이 있는 호박종류의 대목에 접목하여 재배  
# 접목재배는 수박의 토양 전염성 방제에 효과적이다
- ② 딸기, 감자는 성장점을 배양하여 무병주를 생산
- ③ 고랭지에서는 바이러스병을 매개하는 진디물 수가 적어 바이러스병의 발생이 적다

### 4. 물리적 방제

- 간단한 기구나 기계 이용하여 병원균의 이동을 차단하는 방제
- 종자·모의 선택, 종자·토양 소독, 낙엽 소각, 토양의 담수, 과실 봉지씌우기, 비가림재배

#### (1) 종자·모 선택

- 비중선에 의해 병든 종자와 종자에 섞여있는 균핵을 제거한다
- 비중표준  
까락없이 몽근메벼 : 1.13  
까락있는 메벼 : 1.10  
찰벼, 발벼 : 1.08

#### - 비중선

- ① 성묘율과 건모율 높인다
- ② 한랭지에서 발아와 초기생육을 촉진시킨다.
- ③ 강한 염수선에서 모도열병, 입고병, 심고선충병에 방제효과 O

#### (2) 종자 소독

- 도열병, 모 썩음병, 깨씨무늬병, 키다리병, 잎마름선충병 방제
- 한 방법으로 두 가지 이상의 병균이 소독되는 경우 O
- 미생물의 길항작용 이용하여 논흙으로도 종자 소독 가능
- 냉수온탕침법  
① 종자를 20℃이하의 냉수에서 6~24시간 담갔다 50~55℃의 더운물에 담근 후 건져내는 방법  
② 시간과 온도를 엄수하지 않으면 효과 X  
③ 키다리병, 세균성벼알마름병, 잎마름선충병

#### (3) 토양 소독

- 고압·고온의 증기를 흙속에 통하여 소독하는게 가장 이상적
- 육모용 상토에 많이 이용

#### (4) 기타

- 병원균의 정상적 생리작용을 방해하거나 병원균이 견디기 어려운 환경 조성
- 저온, 고온, 습도, 방사선, 고주파 이용
- 간단한 기구로 포살, 유살, 차단

#### 5. 화학적 방제

- 농약 살포해서 병 방제

### 01. 식용작물병

#### 1. 벼의 병해

##### (1) 벼 모썩음병

- 진균(조균류)
- 난포자로 토양에서 월동, 유주자가 법씨 상처 통해 침입
- 기계이앙을 위한 상자육묘와 발묘자리에서 많이 발생
- 전파: 물
- 발병환경: 담수직파재배의 유모기, 파종기의 저온 및 발아까지 소요되는 일수 지연, 산소 부족, 미숙퇴비, 발효성 유기질 비료, 기계적 상처 입은 법씨 파종
- 법씨가 발아시 유백색의 교질물 생기고 백색의 균사가 생기며 배유가 액화되어 소실되고 껍질만 남는다.
- 건전한 종자 사용, 햇빛이 잘 드고 수온 높은 못자리에 설치, 발병한 못자리에서는 물 빼고 보르도액 뿌린 후 다시 물을 댈다.
- #상자육묘에서 발생 多: 모썩음, 모잘록병

##### (2) 벼 깨씨무늬병

- 진균(자낭균류)
- 포자나 균사의 형태로 병든 벼짚이나 종자에서 월동
- 분생포자로 바람에 의해 각피, 기공으로 침입하여 잎이나 벼알 등에 병반형성
- 발병환경: 사질논, 유기물 부족 논, 노후화답, 산성토양, 고온다습
- 암갈색 타원형의 참깨알과 같은 병반, 이삭목, 이삭가지 및 법씨 등은 암갈색으로 된다
- 종자소독, 질소질 비료를 알겉음으로 주면 병발생 줄이고 등숙률 높일 수 있다.

##### (3) 벼 키다리병

- 진균(자낭균)
- 초승달모양의 대형 분생포자와 자낭각 형성
- 분생포자 형태로 종자표면에서 월동
- 분생포자는 종자에 붙어서 2년간 생존, 벼의 개화기에 날아온 분생포자는 상처를 통해서 벼알 안에 침입
- 발병환경: 고온, 종자, 중간 정도 감염된 종자는 병원균이 분비하는 지베렐린(gibberellin)작용으로 키다리 증상 나타남
- 얇은 녹색으로 가늘고 길게 자라 건전한 모보다 2배이상 크다, 성장한 벼는 분얼이 적고 키가 크며 잎집에 분생포자와 자낭각 생긴다.
- 저항성품종, 건전 종자, 종자소독, 기계 탈곡한 종자 사용하지 않는다.

##### (4) 벼 이삭누룩

- 진균(자낭균)
- 병원균은 균사, 후막포자, 분생자, 분생자병, 자실체로 구분
- 균핵, 후막포자 상태로 토양에서 월동
- 균핵이 발아 후 자실체 형성하고 자실체에서 유출된 자낭포자가 바람에 의해 벼 꽃 통해 벼 알로 침입
- 발병환경: 저온다습, 금남벼, 화명벼
- 벼 알에서만 발생, 벼 알 표면에 황록색의 누룩 형성하여 육안으로 쉽게 구분, 벼 껍질이 열리고 황록색 돌출물 보이며 표면에 가루모양의 후막포자 형성되면 검은색으로 변한다
- 풍년병
- 건전종자,

**(5) 벼 잎집무늬 마름병**

- 진균(담자균류)
- 균핵, 담포자 형성
- 균핵상태로 땅위에서 월동
- 봄에 물 위에 떠서 잎집에 달라 감염
- 새로운 병반에서 균사에 의해 2차전염, 침입최적온도 30~32℃
- 만생종은 병 회피
- 발병환경: 고온다습
- 잎집의 표면에 암회색 부정형 점무늬가 얼룩무늬처럼 생겨 잎에까지 발전,
- 모내기 전 써레질 후 균핵을 제거하여 발병원 감소, 벼짚은 완전히 썩힌 후 사용, 칼륨질 비료 증시

**(6) 벼 도열병**

- 진균(불완전균류),
- 벼짚, 병든 종자에서 균사나 분생포자 상태로 월동
- 잎집표면에 생긴 병무늬에서 분생포자 형성→바람으로 전파
- 분생포자는 수분이 있으면 발아관을 내고 부착기를 형성하여 각피, 기공으로 침입 (발아온도 25~28℃, 침입소요시간 24℃에서 6시간, 32℃에서 10시간 \*34℃에서 침입 못함)
- 레이스 판별 품종: Indica형 Tetep, 통일형 태백벼, 통일벼, 유신벼, Japonica형 관동 51벼, 농백벼, 진흥벼, 낙동벼 (8개)
- 발병환경: 저온다습, 강풍, 낮은 토양온도(20℃), 질소과잉시비, 늦은 모내기
- 병징

모 도열병	갈색 병반
잎	암록갈색 작은무늬→긴방추형
이삭	이삭목에 암갈색 병무늬→이삭이 여물지 못하고 흰 이삭이 됨
	이삭이 팠 때 비 자주오면 이삭목에 병원균이 침입하여 발생 조생종은 병의 회피를 하나 중만생종에서 병의 발생이 우려된다
마디	줄기 사이의 마디에 병원균 침입→회색병무늬→흑색으로 변하여 부러진다

- 저항성 품종재배, 수온 높인다, 질소질비료 과잉 피함, 규소시비하여 저항성 키운다

**(7) 벼 모잘록병**

- 진균
- 난포자의 상태로 병든 조직 토양에서 월동, 직접 발아하거나 저온에서 유주자 형성
- 어린 각피 침입
- 전파: 물, 토양
- 발병환경: 저온, 과습, 통기불량, 알칼리성 토양, 질소질비료 과용, 파종 일찍한 못자리, 밤낮 큰 온도차, 보온 절충 못자리와 상자육묘에서 발생 多
- 종자가 발아하지 않거나 발아해도 땅위로 올라오지 못하고 죽는다. 모의 선단이 갑자기 시들거나 침상으로 말리면서 황백색되어 고사
- 건전 종자, pH4.5~5.5정도의 무병상토

**(8) 벼 흰잎마름병**

- Xanthomonas oryzae 세균
- 한 개의 단극모, 그람음성 간균, 황색의 원형 콜로니
- 잡초(겨풀류)나 벼의 그루터기에서 월동, 발육적온 26~30℃

- 물로 운반된 세균이 상처에 침입하여 대발생의 원인이 된다  
수공, 상처 침입→물관(도관) 증식 [전신병]
- K1 ~ K5 의 레이스 구분 (K1이 70%이상)
- 발병환경: 태풍, 침수, 심한 바람에 의한 잎의 상처 부위를 통해 세균 침입, 질소비료 과용
- 잎의 끝, 가장자리가 담황색, 회백색, 백색의 물결무늬가 생겨 확대되면서 회백색으로 되고 심하면 앞전체가 말라 죽는다.
- 저항성 품종, 기주식물(뽕새피, 겨풀, 줄풀)제거, 질소질 비료 과용 금하고 칼륨이나 규산질 비료 증시,

**(9) 벼 세균성알마름병**

- 세균
- 2~4 단극모, 호기성 그람음성 간균, 황록색 원형 콜로니
- 생육 최적 온도 30℃정도,
- 벼알의 기공을 침입하여 유조직의 세포간극내에서 증식
- 종자에서 월동
- 발병환경: 벼 출수 후 1주일간 고온(30~35℃)다습환경에서 많이 발생, 소나기에 의해서 쉽게 침입, 모판에서도 고온다습할 때 이병종자 주위로 유묘 부패현상 일어난다.
- 이삭 전체 또는 일부분이 말라죽거나 썩고 벼알은 담황갈색~청백색 띤다. 현미는 갈색의 줄무늬가 나타나고 쪽정이가 발생
- 건전한 종자, 고온다습 피함

**(10) 벼 줄무늬알마름**

- 바이러스
- 매개충인 애벌거에 의해 경란전염되어 체내에서 월동
- 1년에 4~5년 발생하며 보독충은 논두렁이나 제방 잡초, 밀밭, 자운영밭 등에서 유충의 형태로 월동
- 발병환경: 파종기, 이앙기 빠를 때, 파종량 많을 때, 질소질 비료 과용, 애벌거의 보독충 많을 때
- 어린 벼는 새 잎이 나올 때 속잎이 노랗게 되어 전개되지 못하고 말려서 늘어지며, 전개된 잎에서는 황록색 줄이 세로로 나타난다. 이삭은 출수되지 않거나 기형
- 발생후에는 치료 방법이 없으므로 논두렁의 잡초를 태워 월동하는 애벌거 구제, 집단못자리 설치, 애벌거 발생량에 따라 이앙 시기 조절, 저항성품종재배

**(11) 벼 오갈병**

- 바이러스
- 갈동매미충, 번개매미충
- 기계적 전염이나, 종자, 토양 등에 의한 전염 일어나지 않는다
- 바이러스는 매개충에 의해 경란전염되어 체내에서 월동
- 보독충은 잡초, 밀밭, 자운영밭 등에서 유충이나 성충의 형태로 월동
- 발병환경: 남부지방에 多, 이양후 본답에 발병 多
- 잎은 진녹색으로 변하고 많은 백색 반점, 생육상태 위축, 분얼 많아짐, 이삭패기 직전 초장이 건전한 벼의 절반정도이다.
- 저항성 품종, 못자리 중기부터 본답초기에 걸쳐 매개곤충을 구제, 논두렁 잔디 및 잡초 불태운다. 발생 상습지에는 맥류, 자운영 재배 피한다.

**(12) 벼 검은줄무늬오갈병**

- 바이러스
- 애벌거에 의해 매개, 경란전염하지 않는다.
- 애벌거 유충에서 월동
- 보독충은 잡초, 밀밭, 자운영밭 등에서 약충의 형태로 월동

- 발병환경: 애벌구에 의해 영속적으로 매개
- 옥수수, 보리, 밀, 호밀 등과 독새풀, 바랭이등 벼과잡초류도 발생
- 벼 오갈병과 같이 잎은 진녹색으로 변하고 현저하게 키가 작아지지만 오갈병과 달리 백색의 반점이 생기지 않고 잎 뒷면, 줄기에 갈색 또는 흑색의 줄무늬가 나타난다. 출수가 잘 되지 않고 이삭이 충실하지 않다
- 방제법은 벼 오갈병과 동일

**\* 벼의 종자소독**

① 종자 전염

- 진균류: 깨씨무늬병, 키다리병, 도열병
- 세균류: 세균성 알마름병

② 프로클로라즈 유제 사용시

- 물 20L(1말)+소독약 10mL+범씨 10kg(20mL)  
→24시간 소독 후 맑은 물로 2~3회 씻은 후 씨앗 담그기
- 벼 키다리병: 약액 온도를 30~35℃에서 24~48시간 소독하면 효과적
- 벼 세균성 알마름병: 소금물가리기하여 건전범씨 골라 종자처리 수화제로 소독, 무농약 재배시 냉수온탕침법으로 소금물 가리기 한 종자를 냉수에 4~5시간 침지한 후 55℃ 물에 10~20분간 침지하여 상온수에 담그면 효과적

[병원균에 따른 분류]

진균	조균류	모색응병
	자낭균류	깨씨무늬병, 키다리병, 이삭누룩병
	담자균류	잎집무늬마름병
	불완전균류	도열병
세균	흰잎무늬마름병, 세균성 알마름병	
바이러스	줄무늬잎마름병, 오갈병, 검은줄무늬오갈병	

**2. 맥류 및 기타 작물의 병해**

**(1) 담배역병**

- Phytophthora parasitica, 조균
- 땅속에서 난포자 형태로 월동, 분생포자 형성
- 포자는 바람에 의해 유주자는 물에 의해 전염
- 직접적으로 기주에 침입
- 발병환경: 이식 후 순지르기 무렵 고온 다우시
- 아랫잎부터 감염, 암록색 큰 병반 심하면 말라죽음, 죽기에 암록색 무늬가 생겨 커지면서 잎자루를 건너 잎으로 퍼진다.
- 저항성 품종, 토양 소독, 병든식물은 발견 즉시 제거하여 토양 깊숙이 묻는다.

**(2) 맥류흰가루병**

- Erysiphe, 자낭균
- 병든 잎에서 균사 또는 자낭포자의 형태로 월동
- 바람에 날린 분생포자가 직접 각피로 침입
- 4~5월 시작하여 수확기에 심하게 발생, 통풍 불량, 고습도, 질소질 비료 과용, 여름날씨가 서늘하고 흐릴 때 多
- 잎, 잎집, 줄기, 이삭 등에 발생하나 특히 잎에 심하다. 흰점에 생겨 점차 원형, 타원형으로 확대되면서 표면에 밀가루 뿌려놓은 것 같이 보인다. 나중에 담갈색으로 되고 검은색 자낭각 형성
- 질소질 비료 균형시비, 통풍, 배수 철저

**(3) 맥류 붉은곰팡이병**

- Gibberella zeae, 자낭균
- 병든종자, 밀짚 등에서 분생포자, 균사, 자낭포자의 형태로 월동
- 1차 전염원으로 중요한 것은 자낭포자이고 그 후에는 비, 바람에 의해 분생포자가 꽃 침해
- 발병환경: 온난, 고습, 출수기~유숙기 평균 18~20℃, 습도 95%이상, 연속 3일이상 강우
- 옥수수, 벼에도 발생
- 주로 출수 후의 이삭에 발생, 처음 일부 또는 전체가 갈색으로 변하고 껍질의 포함부에 홍색의 곰팡이 생긴다.  
곰팡이 독소 제랄레논(zearalenone)으로 인해 병든 종자가 10~20%이상 섞여 있는 것을 먹을 경우 사람이나 동물에게 중독 증상
- 무병지에서 채종, 종자소독, 이병식물 제거,

**(4) 호밀 맥각병**

- Claviceps purpurea, 자낭균
- 균핵이 기생식물의 이상에서 형성된 후 땅에 떨어져서 월동
- 봄에 자실체 형성
- 자낭포자가 바람에 의해 기주식물의 꽃에 달아 자방을 침해
- 분생포자가 곤충에 묻어 다른 꽃으로 이동하여 2차 감염
- 균핵속에 들어 있는 알칼로이드는 맥각독으로 불리는 에르고타민, 에르고 톡신
- 발병환경: 화분과 식물의 개화기에 전염되어 수확기에 발병, 맥각은 인축에 맥각중독을 일으킨다. 밀, 보리, 귀리에서도 발병
- 이삭에 분생포자가 들어 있는 황색의 끈끈한 단물분비 씨방은 균사에 의해 점점 커져서 자흑색 바나나 모양의 균핵형성
- 무병지에서 채종, 염수선 등으로 종자의 균핵 제거, 한 해 이상 생존하지 못하므로 땅속 깊이 묻히면 발하하지 않으므로 심경 하거나 비곡류 작물과 윤작

#아플라톡신(Aflatoxin)

맹독성의 곰팡이독소 땅콩, 보리, 밀, 옥수수, 쌀 등에서 검출, 동물에 대해 간암 유발, 최적조건은 수분 16%이상, 온도 25~30%, 상대습도 80~85%이상, 탄수화물이 풍부한 쌀, 보리, 옥수수 등의 곡류가 주요 오염원

**(5) 콩 탄저병**

- 자낭균
- 균사의 형태로 병든 종자에서 월동
- 파종하면 잎, 꼬투리 등에 옮겨서 성숙기에 분생자충 형성
- 발병환경: 수확기, 다우다습
- 줄기, 꼬투리, 잎자루 및 잎에 불규칙한 갈색병반, 병이 진전되면 감염된 조직은 흑색 소립(분생자충)으로 덮여진다.
- 무병지에서 종자 채종, 이병잔재물 제거, 연작피함

**(6) 보리·밀 결광부기병**

- 담자균
- 표면 거칠고 흑갈색 공모양의 후막포자는 바람에 의해 보리·밀 꽃의 암술머리에 달은 다음 발아하여 전균사 형성
- 전균사의 이형세포가 결합하여 2핵균사가 되고 씨방에 도달하여 균사상태로 월동하며 감염종자 형성
- 화기 감염인 동시에 전신감염
- 발병환경: 꽃에 가장 잘 침해되는 시기는 개화전부터 수분한 다음 3~4일까지 개화기 중에 공중습도 높고 기온이 서늘할 때↑
- 벼리의 씨알에 발생, 회색의 얇은 피막에 싸여 이 피막이 찢어지면서 그 속에서 흑색의 가루(후막포자) 비산

- 무병지의 포장에서 종자 채취, 냉수온탕침법, 병든이삭은 깎부기가 날기전에 제거하여 불에 태우거나 묻는다.

**(7) 보리 속깜부기병**

- 담자균
- 발육과정은 걸깜부기병균과 차이가 없으나 전염되는 과정에서 후막포자가 종자와 함께 발아하여 식물의 떡잎집을 통해 기주체에 침입
- 발병환경: 탈곡할 때 흩어진 후막포자는 종자에 붙어 파종시 발아, 떡잎집에 침입하여 생장점에 도달하게 되고 출수기에는 병원균이 어린이삭에 이르러 후막포자를 만든다.
- 병에 걸린 씨알은 백색의 피막에 싸여 있어 수확할 때까지 흑색분말의 비산은 없으나 탈곡할 때 후막포자가 흩어진다.
- 저항성 품종 재배, 무병지에서 종자채취, 분의 및 침지 소독,

**(8) 맥류 줄기녹병**

- *Puccinia graminis* 담자균
- 이종기생성, 겨울포자는 마른 밀짚에서 월동
- 봄에 발아하여 소생자 형성
- 바람날려 매자나무(매발톱나무)앞에서 녹병포자, 녹포자 형성
- 녹포자는 바람에 날려 밀 침해하고 여름포자 형성하여 계속 밀 침해
- 발병환경: 6월 중하순경이 최성기, 맥류 녹병 중 가장 늦게 발생, 만생중에 발생 多
- 잎, 잎집, 줄기, 이삭 등에 발생, 잎 표면에 원형, 타원형의 녹빛무늬가 생기고 이것이 성숙하면 표피가 찢어져서 단세포 타원형의 녹색 여름포자 노출
- 저항성 품종 재배, 질소질 비료의 과용 금하는 등 비배관리 철저히 한다.

**(9) 콩 자줏빛무늬병**

- 불완전균류
- 균사의 형태로 병든종자나 병든식물에서 월동
- 감염된 조직에서 형성된 포자는 바람과 빗방울에 의해 전파되어 떡잎 침해
- 종피에 자줏빛 병반형성되고 쭈글해지는 등 종자 외관 나쁘다, 앞에는 자흑색, 줄기와 꼬투리에는 적갈색의 병반
- 무병지에서 종자 채종, 이병잔재물 제거하고, 연작 피함

**(10) 콩 세균성점무늬병**

- *Pseudomonas glycinea*, 세균
- 한 개, 몇 개의 단극모, 그람음성 간균, 형광색 원형 콜로니
- 병든 종자의 표면에서 월동하여 다음해 봄에 종자의 발아와 함께 떡잎 침해
- 병원균은 식물체의 기공 통해 침입, 포장에서는 비, 바람, 농기구, 사람 등에 의해 전파
- 발병환경: 저온 다습, 어린 잎에서 多, 종자전염
- 다각형 병무늬, 검은색으로 변하고 후에 말라서 찢어진다. 병환부 주위에 달무리가 생기고 심할 때는 병반의 뒷면에 흰 점액 물질이 나온다
- 저항성 품종 선택, 무병지에서 채종한 종자 사용, 연작 피함

**(11) 담배 불마름병(담배 들불병)**

- *Pseudomonas tabaci*, 세균
- 1~6개 단극모, 그람음성 간균, 형광색 원형 콜로니
- 담배에서 분리된 병원균은 콩보다 담배에 병원성이 강하나 콩

에서 분리된 병원균은 콩과 담배에 같은 병원성을 나타낸다.

- 독소 생성, 병든 식물의 잎, 토양, 종자 등에서 월동
- 비바람, 농기구, 사람에 의해 담배잎에 전염
- 발병환경: 생육말기에 발생 多, 장마나 폭풍우 후에 격발
- 수침상의 작은 반점 생기고 반점 주위에 황색의 달무리, 잎이 찢어지고 들불이 일어난 흔적같이 된다.
- 저항성 품종, 건전한 종자, 종자 및 토양 소독, 유작

**(12) 담배 모자이크 병**

- 바이러스(TMV)
- 리보핵산을 함유한 간상(막대모양)의 안정된 바이러스
- 병든 잎에서 10년 이상 전염력 보유
- 토양내의 병든 잔재, 종자의 표면에서 월동
- 발병환경: 매개 곤충에 의한 전염이 아닌, 이식, 약제살포, 순지르기, 사람의 손 등 즙액의 기계적 접촉에 의해 쉽게 전염
- 잎맥은 투명해지고 잎은 진하고 엷은 녹색의 모자이크, 오그라들고 기형, 세포내에서 결정성, 비결정성의 봉입체 발견
- 1차감염의 예방이 중요, 포장의 위생관리, 식물 다루기전 비눗물로 손씻고 금연, 병든 모 제거, 저항성 품종

**3. 서류의 병해**

**(1) 감자역병**

- *Phytophthora infestans*, 조균
- 균사로 흙속의 병든 감자나 씨감자에서 월동(1차전염원)
- 병든 씨감자 심으면 병원균이 지상부에 나타남(2차전염원)
- 온도가 낮으면 유주자 형성
- 온도가 높으면 직접 발아하여 기공, 각피 통해 직접 침입
- 바람, 물, 씨감자에 의해 전염
- 우리나라에 11개의 레이스 있다
- 발병환경: 기온 20℃내외 다습, 냉랭한 시기, 격발시 자극성 냄새 발산, 19세기 아일랜드에서 대발생하여 신대륙으로의 이주를 촉진한 식물병리학상 중요한 병해
- 지표면에 가까운 잎끝이나 가장자리가 암갈색, 수침상의 부정형 병반 확대되면서 암갈색, 병반의 뒷면에 서리 모양의 공팡이 생기고 병든 잎은 위로 말리면서 말라 죽는다. 괴경에는 담갈색의 병반에 거지면서 썩는다.
- 건전한 씨감자 선별, 발병지는 다른 작물과 윤작하고, 수확시 괴경에 상처가 생기지 않도록 주의

**(2) 고구마 무름병**

- 포자낭포자, 접합포자를 형성하는 반부생균
- 공기토양 저장고 등에 무수히 존재
- 병원균은 상처를 통해 씨고구마에 침입하며 펙틴질 분해효소 분비하여 조직 부패, 습도가 높은 고온에서는 상처가 빨리 치유
- 발병환경: 저장이나 수송 중 발생 多, 냉해, 상처 있는 고구마에 큰 피해
- 딸기, 오이류, 복숭아 등에도 발생
- 고구마 괴근 상처에서 발생, 처음에는 병환부가 암색으로 변하고 물기가 많아짐, 괴근 내부는 연하게 썩고 표피 상처에서는 황색의 즙액이 나오고 알콜 냄새, 상처부위에는 백색의 털 같은 균사가 밀생, 그 위에 흑색 공팡이(포자낭)생긴다. 말기에 수분상실하며 말라서 딱딱해진다.
- 고구마에 상처가 나지 않도록 주의, 저장고 소독, 적기에 수확, 수확 후 큐어링(30~33℃, 습도90%, 5일간)처리하여 12~1



4℃정도의 저장고에 저장

### (3) 고구마 검은무늬병

- 자낭균류
- 균사의 형태로 병든 괴근이나 땅속에서 월동
- 씨고구마에서 싹으로, 싹에서 본밭으로 전염되어 병 일으킴
- 풍덩이, 거세미의 유충, 쥐 등이 갇아먹은 자리와 같은 상처 통해 침입
- 저장고, 사용기구 통해 전염
- 발병환경: 묘상 때부터 발생, 저장 중인 씨고구마에 피해 크다, 15~30℃에서 잘 감염, 10℃이하나 30℃이상에서는 감염되지 않음
- 저장 중 괴근의 측면에 2~3cm 크기의 원형 흑색병반이 생기며 병환부를 잘라보면 괴근의 내부까지 검게 변해 있다. 이 병반부를 이포메아마론(Ipomeamaron)이라 하며, 쓴맛이 나고 중독의 위험성 있다.
- 저항성 품종 재배, 건전한 씨고구마 선별, 상습 발병지는 유작하고 매개곤충 구제

### (4) 감자 더뎡이병

- Streptomyces, 세균
- 분지성 사상체, 그람양성 사상균, 백색, 황색 원형 콜로니
- 병든 씨감자와 흙속에서 월동
- 바람, 물, 오염된 흙 등 통해 전염
- 피목, 기공, 상처, 각피를 직접 침입, 더뎡이병에 감염된 씨감자 통해 실질적으로 토양에 유입
- 발병환경: 토양온도 25℃전후, 건조, 자갈섞인 알칼리성토양
- 감자 외관에 큰 영향 미치는 병해, 괴경에만 발생, 처음 갈색의 작은 점무늬가 생겨 점점 커지고, 병무늬의 표면은 거칠고 코르크화되어 부스럼 같이 변한다.
- 건전한 씨감자 선별하여 심거나 씨감자 소독, 토양습도 높게 유지, 토양을 산성을 개량, 윤작하고 수확 후 이병토양에 남은 줄기, 뿌리 등의 잔재물 철저히 제거

### (5) 감자 돌레씩음병

- Clavibacter michiganense, 세균
- 그람양성 간균
- 매우 다양하며 편모가 없어 운동성이 없다
- 감염된 씨감자에서 월동
- 주로 씨감자나 농기구 등을 통해 전염되지만 상처나 곤충의 흡즙에 의해서도 전염이 가능
- 발병환경: 18~22℃정도의 기온이 낮은 초여름에 다, 추운 지방에서는 병든 감자가 땅속에 남아 발생 다, 더운 지방에서는 저장중 발생 다
- 전신병, 지상부와 괴경에서 병징 관찰, 개화기 후 줄기가 시들고 잎이 안으로 말리며, 병든 괴경은 유관속에 부패하여 표피 누르면 유황색 분비액 나온다
- 건전한 씨감자 선별, 병든 감자가 발견되었을 때는 같은 포장의 모든 씨감자 제거, 농기구나 수확에 사용된 도구 소독

### (6) 감자 잎말림바이러스병

- Potato Leaf Roll Virus(PLRV), 바이러스
- 괴경에서 월동

- 복숭아혹진딧물과 감자수염진딧물에 의해 전염,
- 즙액전염하지 않는다.
- 매개충에 의해 전염되는 반영속성 바이러스병
- 앞은 딱딱하고 두꺼우며 앞의 아래에서부터 위쪽으로 말리면서 노랗게 변색, 줄기와 잎자루의 체관부에서 괴저가 나타나고 식물체가 왜소
- 저항성 품종 재배, 건전한 씨감자, 진딧물 구제
- \* 감자 바이러스병 종류

PVY(potato virus Y)	총매전염(복숭아혹진딧물), 즙액전염, 접촉전염
PVX(potato virus X)	즙액전염, 접촉전염
PVM(potato virus M-mosaic) PVS(potato virus S-mosaic)	carlavirus군에 속하는 바이러스병으로 최근 감자 재종지대에서 산발적으로 발생
PMTV(potato mop-top virus)	곰팡이와 토양선충에 의해 매개되는
TRV(tabacco rattle virus)	두 입자로 구성된 바이러스

## 02. 원예작물병

### 1. 채소의 병해

#### (1) 고추역병

- Phytophthora capsici, 조균
- 고추, 토마토, 수박, 호박, 가지, 멜론 등
- 난포자로 토양에서 월동
- 분생포자 내어 공기 통해 퍼지며 유주자로도 기주침해
- 토양전염성 병해, 저온다습 장마철에 피해 다, 물을 통한 전염 ↑, 매년 이어짓기하는 밭과 물빠짐이 나쁜 밭에 발생 다 모래땅에서는 발병 ↓,
- 잎, 줄기, 열매 등에 발병, 어린 모는 암록색으로 변하여 쓰러짐, 포장으로 이식한 후에 발병한 앞에는 암록색으로 병반이 생기고 점점 커져서 담갈색 반점을 된다.
- 무병토양에서 재배, 토양소독, 저항성품종 재배하거나 윤작, 시설의 경우 환기 잘하여 습도 낮추고 낮과 밤의 온도차가 심하지 않도록 한다. 병든 포기는 일찍 뽑아 버리고 약제 살포

#### (2) 오이류 노균병

- 조균
- 오이, 참외, 호박, 수박 등 박과작물
- 분생자병위에 담갈색의 분생포자 생기며 발아할 때 유주자형성
- 병원균은 난포자를 형성하나 기주에 따라 병원성이 다르고 주년재배지에서는 분생포자로 토양에서 월동
- 분생포자가 발아하여 기공침입, 분생포자는 바람에 의해, 유주자는 물에 의해 옮겨진다.
- 균사에서 분지되는 포자낭병의 형태와 양식이 독특하여 이를 균의 분류에 이용
- 오이의 병해중에서 피해가 가장 ↑, 저온다습한 장마철에 가장 ↑, 잎이 젖어 있거나 95%의 높은 습도와 15~22℃ 낮은 온도에서 발생 다, 시설재배의 경우, 하우스 천정에서 형성된 물이 튀어서 전파
- 앞에만 발생, 아랫잎부터 발병, 담황색의 작은 반점이 생기고 차차 커져서 담갈색의 다각형 병반형성, 병반의 뒷면에 회색의 곰팡이인 분생포자 생긴다.
- 저항성품종, 지표면에 짚깔아서 물방울 튀지 않도록, 윤작, 병

든 잎 제거, 통풍, 밤낮 온도차 줄인다.

### (3) 무배추 노균병

- 조균
- 무배추 등 십자화과작물
- 분생포자를 만들고 주로 병든 잎 난포자 형태로 월동
- 직접발아한 분생포자는 공기 중으로 쉽게 퍼져 기공으로 침입, 발병 최적온도는 10~25℃
- 평지에서는 봄이나 늦가을, 고랭지에서는 여름에 발생 多, 저온다습, 물빠짐 나쁘거나 너무 배개 심어 통풍 나쁜 포장, 비료 기 떨어지는 포장
- 주로 잎에 발생, 아랫잎부터 담갈색의 다각형 병반, 뒷면에 회색의 곰팡이
- 오이류 노균병에 중하여 방제

### (4) 고추·사과 탄저병

- 자낭균
- 사과, 고추, 포도 등
- 균사, 분생포자, 자낭각의 형태로 병든 열매나 나뭇가지에서 월동
- 아까시나무가 전염원으로 중요
- 빗물이나 바람, 곤충 등에 옮겨진 점액질의 분생포자
- 직접 각피로 침입
- 다우, 고온 다습한 성숙기 저장 중 발생
- 과실 표면에 연한 갈색무늬 생기고 커지면서 움푹 패어 검은 색 소립으로 동심원 모양의 겹무늬 이룬다. 습기 많으면 병무늬가 연분홍색 끈끈한 점액으로 덮인다
- 무병지에서 채종한 종자, 종자소독, 병든식물 제거, 윤작
- # 토양 전염아님

### (5) 균핵병

- 자낭균
- 오이, 감자, 배추, 토마토, 콩, 유채
- 균핵의 형태로 병든 식물이나 토양에서 월동
- 다음해 봄에 발아하여 자낭반과 자낭포자 형성
- 자낭포자는 잎, 줄기, 꽃잎 등 약한부위로 침입
- 균사는 식물체를 직접 침입
- 시설재배 특유의 다병성병, 개화기의 저온다습, 시설재배시 잿빛곰팡이병과 비슷한 환경에서 발생, 질소질 비료 많이 주어 작물체가 연약하게 자라거나 연작에 의하여 병원균 밀도가 높을 때 발생 多
- 줄기와 가지의 분지점에 침입하여 발생되며 윗부분의 줄기와 잎이 시들어 말라 죽는다. 잎의 병반이 담갈색으로 변해 썩으며 후에 흰곰팡이 자란다, 줄기는 내부의 속까지 썩고 송같은 곰팡이와 쥐똥같은 균이 많이 형성
- 병든 식물 소각, 적절한 환기와 보온으로 과습한 환경 피한다. 시설안의 온도는 20℃ 이상으로 유지, 약제이용하여 잿빛곰팡이 병과 동시 방제

### (6) 오이류 흰가루병

- 흰가루병
- 팔, 토마토, 참외, 오이 등
- 자낭구의 형태로 병든 조직에서 월동 자낭포자 방출

- 병든 잎의 분생포자가 바람에 날려 발생
- 생육말기에 발생 쉽고, 시설재배의 경우 잿빛곰팡이병, 노균병 등과 같이 낮과 밤의 일교차 크고 다습한 환경, 통풍 불량 한 곳, 질소질 비료 과용 한 곳에 발생 多, 병이 포장 전체로 만연, 노지재배에서는 가을 억제재배시 발생↑
- 잎, 줄기 등의 표면에 흰색 분말가루 같은 곰팡이(균사, 분생포자)가 생기고 미세한 흑색의 자낭구가 밀생, 잎 전체가 흰색 균체의 피해를 받아 말라 죽는다.
- 병든 식물체 소각, EB를 주로 살포하는데 자주 사용하면 병원균이 내성을 가지므로 연용을 피한다

### (7) 수박탄저병

- 불완전균류
- 오이, 참외, 수박, 멜론 등
- 균사, 분생포자 형태로 병든 부분이나 종자에 붙어서 월동
- 빗물, 바람, 곤충 등에 의해 분생포자가 직접 각피침입
- 비 많이 오는 6월경~수확기까지 계속발생, 배수 안되고, 과습할 때가 발병원인, 난지, 축성재배 지역에서 피해↑
- 잎, 덩굴, 열매에 발생, 잎에 갈색 둥근겹무늬, 열매에 흑갈색 점무늬에서 담홍색의 끈끈한 물질 분비, 덩굴에 회색 병무늬 생기고 말라 죽는다.
- 무병지에서 종자채종, 종자소독, 병든 식물 제거, 윤작

### (8) 오이류 덩굴쪼김병

- Fusarium oxysporum, 불완전균류
- 참외, 오이, 수박, 수수
- 기주에 따라 분화형 다르고, 초승달 모양의 대형 및 소형 분생포자, 후막포자 형성
- 균사나 후막포자의 형태로 땅속에서 월동 각종 포자나 균사가 종자에 붙어서 전염
- 오염된 흙, 병든 종자나 덩굴등에 의해 옮겨짐
- 뿌리의 각피 뚫고 물관부 침입
- 과실이 착과할 무렵 발생 多, 오이류를 연작할수 없는 원인이 되는 병(병원균이 토양내에서 5년이상 생존), 산성토양, 사질토에서 발생↑
- 줄기나 뿌리에 발생, 줄기의 땅가 부분 말라 죽고 갈색으로 변하여 전체가 시든다. 잔뿌리는 썩고 원뿌리만 남으며 줄기의 한 쪽에 발병하면 병든 부분은 세로로 길게 쪼개지고 물관은 갈변되어 송진같은 분비물 나온다
- 저항성 품종 재배, 종자소독, 5년이상 윤작, 토양소독, 저항성 대목 접목재배, 과습방지

#### \* 접목육모

- 오이, 수박 : 호박 종류의 대목에 접목육모
- 오이; 맞접
- 수박: 꽃이접
- 가지: 쪼개접
- 맞접: 접수종자먼저 파종→밭아 후 떡잎이 전개될 무렵 대목종자파종→접붙이기 후 15~18일에 접수의 뿌리 절단
- 꽃이접: 대목종자 파종→ 접수종자 파종

### (9) 토마토 시들음병

- Fusarium oxysporum, 불완전균류

- 토마토
- 오이류 덩굴쪄김병과 비숙
- 뿌리 침해→전체 식물이 시들게 된다
- 시설재배시 연작 등으로 피해 ↑
- 아랫잎이 누렇게 변하고 새순은 시들어 버린다, 줄기의 물관부가 갈변되는 등 풋마름병과 구별이 어려우나 줄기에서 고름같은 즙액이 나오지 않는다.

# Fusarium균에 의한 시들음병 방제

- 물관에서 자라고 퍼지기 때문에 표면 약제살포는 비효과적
- 토양서식균이므로 윤작, 경종적 방제법은 비효과적
- 각종 포자나 균사가 종자에 붙어서 전염하기도 함
- 저항성 대목의 이용은 효과적

(10) 잿빛곰팡이병

- 불완전균류
- 고추, 상추, 사과, 딸기, 오이, 토마토 등
- 균핵이나 분생포자 형태로 병든 식물이나 흙에서 월동
- 분생포자는 바람에 의해 균핵은 병든 식물이나 흙에 의해 전파
- 각피 침입
- 비교적 저온(15~20℃), 다습, 온도 변화 심한 봄과 가을, 장마기에 발생 ↑, 시설내에서는 연중 발생, 시설재배의 경우 자외선과 같은 특수 파장이 공급되면 포자가 많이 퍼지므로 자외선 차단필름 이용
- 꽃, 줄기, 잎, 열매에 발생하는 다범성병, 주로 개화무렵부터 피해 ↑
- 온도 높이고 습도가 높아지지 않도록 환기, 잎이 무성하지 않도록 밀식하거나 과다시비 하지 않는다.
- # 딸기의 병중 잎에만 발생 : 뽕눈무늬병, 갈반병, 그을음병

(11) 토마토 잎곰팡이병

- Fulvia fulva, 불완전균류
- 토마토
- 균사덩이의 형태로 종자의 표면에 부착, 기생하여 월동
- 온실내에서는 병든 잎에서 포자덩이, 균사, 분생포자의 형태로 생존
- 수시로 기공 침입
- 시설재배에서 상대습도가 80%이상으로 다습하고 환기가 나쁘며 온도가 20℃일 때 발생↑, 온도 10~15℃에서 발병 억제, 밀식하여 통풍 나쁘면 포기 내의 습도가 높아져 발생 ↑
- 잎에 발생, 아랫잎부터 발생 상위 잎으로 퍼져 나간다. 잎 표면에 담황색 반점, 뒷면에 회갈색 곰팡이의 분생포자가 생긴다. 열매는 꼭지를 둘러싸는 검은 무늬가 생기고 단단해지고 약간 움푹해진다.
- 무병주에서 채종, 종자소독, 저항성 품종 재배, 윤작, 시설의 환기 및 배수에 유의, 충분한 시비로 영양부족 현상이 나타나지 않도록 한다. 병든 식물체는 즉시 제거

(12) 무배추 무사마귀병(뿌리혹병)

- 점균(끈적균)
- 무, 배추, 양배추
- 일생 대부분을 뿌리세포 내에서 생활하며 휴면포자로 토양에서 월동, 휴면포자는 발아하여 유주자 형성하고 뿌리에서 끈적

아메바 되어 침입하고 증식하면서 변형체 된다.

- 관개수, 토양, 농기구 등을 통해 전파
- 뿌리에 크고 작은 혹 생기면서 지상부가 말라죽는 병, 준고랭지(표고 400m)일찍 심은 배추밭에서 많이 발생. 연작피한다. 토양이 다습하고 산성, 저온(16~21℃)일 때 잘 번식, 토양의 보수력이 45%이하거나 알칼리성 토양에서는 발육 X
- 병든 식물은 왜성이 되며 잎은 황변하여 늘어진다. 처음 작은 혹이나 뿌리가 비대되어 나타나고, 진전되면 지하부 전체가 큰 혹으로 형성, 잔뿌리가 없어 양분과 수분의 흡수 부족하여 왜소해지고 시드는 증상.
- 저항성 품종, 오염되지 않은 토양, 토양이 과습하거나 산성화되지 않도록 주의, 병원균의 생존기간이 6~7년 정도이므로 상습 발생토양은 십자화과 외의 작물로 윤작

# 벼에도 발생

# 경종적 방제법으로 배수가 잘 되게 한다.

(13) 가지과 풋마름병

- Ralstonia solanacearum, 세균
- 가지, 토마토, 감자, 담배, 고추
- 1개 이상 단극모 가진 그람음성 간균, 백색의 원형콜로니
- 병든 식물의 잔재에서 월동
- 식물 지하부의 상처 통해 침입, 감염
- 농기구, 곤충, 사람 등에 의해 운반
- 토양전염성 세균병, 고온다습 여름철 산성토양에서 발생 多
- 뿌리로부터 발병, 줄기, 잎에 이르는 전신병 급격히 시들어서 말라 죽는다.
- 뿌리는 갈변하고 썩어서 없어지며, 줄기는 물관부가 갈변하면 병반은 외부에 나타나지 않는다.
- 잎은 수분 상실하고 급격하게 푸른채로 마르게 때문에 풋마름병

토마토	세균이 물관에서 증식하여 수분 상승 저해, 유관속 폐색일어나 물관부 갈변, 흐린 액의 세균 점액이 흘러나온다
감자	어린 잎은 청동색으로 변하고 주름이 잡혀 말라죽는다.

- #시든줄기를 칼로잘라 깨끗한 물에 담갔을 때 절편에서 흘러나오는 희뿌연물질을 보고 진단할 수 있는 병- 토마토포마름병
- 저항성 품종 재배, 토양 소독, 윤작, 배수, 토양산도를 조절, 지온을 낮게 유지, 순치기는 고온건조시 한다.

(14) 오이류 풋마름병

- Erwinia tracheiphila, 세균
- 오이, 멜론, 호박
- 주생모, 그람음성간균, 백색 원형 콜로니
- 오이 잎벌레가 성충의 체내에서 월동, 오이 잎벌레의 상처 통해 침입, 기공감염은 X
- 오이가 가장 큰 피해 입고, 수박은 저항성 강하다
- 잎이 아래로 처지면서 급격히 시든다. 줄기가 마르며 줄기를 절단하면 세균 누출

(15) 채소 세균성무름병

- Erwinia carotovora, 세균
- 고추, 무, 배추, 참외, 토마토, 마늘 등
- 주생모, 그람음성 간균, 회백색 불규칙한 콜로니
- 이병식물의 잔재나 토양, 토양 속 곤충의 번데기에서 월동

- 상처, 피목 침입, 펙틴분해효소 분비하여 무름증상
- 다우, 고온다습, 무더운 여름철, 생육최적 온도 35℃내외
- 작은 수침상 반점, 급격히 확대되면서 조직 깊숙히 발전, 병든 부분은 물렁해지고 약취, 배추는 흰색음병이라고 함
- 포장내 식물잔재 제거, 해충 구제, 무병주 채종, 종자소독, 콩과 또는 화본과 작물을 3년이상 윤작'

#### (16) 오이모자이크병

- 매개곤충의 약제로 구제

#### (17) 배추흰무늬병

- 병원균은 주로 균사, 균사 덩어리로 병든 잎에 잠복하여 지표면에서 월동,
- 공기전염
- 강우기 및 시비량 부족시 병유발
- 잎에 발생, 잎표면에 갈색반점 생기며 후에 회백색, 백색 병반

### 2. 과수의 병해

#### (1) 사과나무 갈색무늬병

- 자낭균
- 사과나무
- 균사, 자낭포자의 형태로 병든 잎에서 월동
- 병반에 형성된 분생포자는 바람에 전파
- 각피 뚫고 체내 침입
- 저온다우 여름철 발생 多, 배수불량, 영양부족, 조기낙엽을 심하게 일으키는 병
- 잎에 불규칙한 황색 병무늬, 병반 주위에 진한 녹색의 얼룩무늬, 병무늬 위에 검은색의 포자층, 황색으로 변한 잎은 조기 낙엽 과실의 양분축적에 장애
- 수확후 잎모아 태운다. 비배관리 철저히, 거름충분히, 밀식 no

#### (2) 사과나무 부란병

- 자낭균
- 사과나무
- 병포자나 자낭포자의 형태로 병든 가지에 월동
- 포자는 빗물에 의해 전파, 새, 곤충 통해 상처부위로 침입
- 월동기간 중 동해입거나 나무 세력 약할 때 오래된 나무, 전정이나 일소 등으로 입은 상처 통해 감염
- 줄기, 나뭇가지, 껍질이 갈색으로 부풀어 올라 쉽게 벗겨지며 알코올 냄새가 난다. 병든 부위 움푹하게 드러나고 그 위에 검은 소립 밀생
- 수세 튼튼히, 상처 입지 않도록 주의, 병에 걸린 부위는 위아래를 충분히 제거하고 도포제 바른다.

#### (3) 사과나무 검은별무늬

- 자낭균
- 사과나무, 배나무
- 균사나 분생포자의 형태로 병든 잎이나 가지에서 월동
- 1차적 빗물에 의해, 2차적 바람에 의해 전파
- 포자는 발아 후 각피 침입
- 발병적은 20℃정도, 28℃이상에서 분생포자 발아하지 않음
- 비가 자주 오는 냉습한 5~6월경 질소질 비료 과용되어 가지가 무성한 과원에서 발생 多, 여름에는 일시중지
- 잎, 헛가지, 열매, 열매꼭지 등에 발생, 잎에는 그을음 모양의

병무늬, 과실에는 검은색 부정형 병무늬 생겨 코르크화, 열매꼭지가 병들면 열매는 일찍 떨어진다.

- 수세 튼튼히 하고 병든 가지 및 낙엽은 소각, 다비재배 no, 가지가 무성하지 않도록, 봉지씌우기 전에 약제살포
- # 발생한 이후에는 방제가 어렵다

#### (4) 복숭아나무 잎오갈병

- 자낭균류
- 복숭아나무
- 자낭각 형성 없이 자낭 노출, 8개의 자낭포자 형성
- 자낭포자는 분생포자 형태로 나무줄기나 눈위에서 월동
- 빗물에 의해 전파
- 어린 잎의 각피를 뚫고 직접 침입
- 이른 봄 한랭, 다우지방에서 발생 多, 20℃이상의 온도에 발병 어렵다
- 잎, 꽃, 새 가지, 열매 등에 발생(주로 잎), 아랫잎에 적색의 흑 또는 중기가 생겨 두꺼워지며 주름살이 생기고 오그라든다
- 병든 잎의 표면과 뒷면은 흰가루(자낭)로 덮이고 오래되면 갈색에서 흑색으로 변하여 낙엽된다
- 병원균은 세포 내에 증식하면서 효소 분비하여 세포의 이상비대 증상 야기
- 병든잎은 신속히 소각, 과습하지 않고 동해받지 않도록 함, 잎나오기 직전 약제 살포

#### (5) 포도나무 새눈무늬병

- 자낭균류
- 포도나무
- 균사의 형태로 병든 덩굴, 열매에서 월동
- 분생포자는 비바람에 의해 전파
- 어린 잎, 꽃밥 등의 각피 직접 뚫고 침입
- 5~6월 기온이 낮고 비가 많이 와서 연약하게 자랐을 때, 대립계 품종에서 발병↑
- 잎, 열매, 줄기, 덩굴손, 열매는 작고 둥근무늬 생기고 병반이 약간 움푹들어가며 안쪽은 회백색, 흑자색으로 변해 새의 눈처럼 보인다. 병든 과실은 딱딱하고 신맛, 잎은 작은 반점이 흑색 반점을 확대되어 구멍이 뚫리기도 하며 잎의 생장이 정지되고 기형화
- 건전한 묘목, 저항성 품종 재배, 질소질 비료의 과용 삼가고 수세 튼튼히 한다

#### (6) 배나무 붉은별무늬병(향나무 녹병)

- 담자균류
- 사과나무, 배나무, 모과나무 등(중간기주: 향나무)
- 향나무와 기주교대하는 순환기생균, 소생자, 녹병포자, 녹포자 형성하고 여름포자세대 없다
- 향나무에서 겨울포자되로 월동 → 4~5월 비를 맞으면 겨울포자가 발아하여 전균사가 형성, 그위에 소생자가 생긴다 → 소생자는 공기에 의해 배나무에 전파 → 기공통해 침입하여 병징 발현→녹병포자, 녹포자 형성→녹포자는 다시 비산하여 향나무로 날아가 침입하여 월동하고 겨울포자되가 형성된다.
- 향나무 녹병과 모과나무 녹병 등 유발
- 꽃이 진 후 4~5월의 강우가 발생정도 좌우, 비내리지 않으면 발병률↓

- 병원균은 4~6월 배나무에서, 6월 이후 향나무에서 기생
- 어린 잎, 열매 헛가지에 발생, 잎에 등황색 별모양의 녹병자기(과립체)생기고, 병반뒤에 담황색 녹포자기(털돌기)생김, 오래된 병든 잎은 황색으로 변하고, 심하면 잎전체가 붉게 물든다. 향나무는 잎의 일부가 황변하고 4~5월경 피라미드형의 겨울포자퇴가 형성되어 가지 및 줄기를 고사시킨다
- 디니코나졸 수화제(빈나리)살포, 배나무는 겨울포자가 발아하고 소생자가 비산하는 4~5월 강우 직후, 향나무는 4~5월, 7월

### (7) 배나무 검은무늬병

- 불완전균류
- 배나무
- 균사의 형태로 잎, 가지 등에 월동
- 4월경 분생포자 형성
- 분생포자는 바람, 비에 의해 옮겨지고 발아
- 각피, 기공, 피막 등 통해 침입
- 기주특이적 독소 AK독소 분비
- 배수불량 과원, 질소과다, 이십세기, 신수 품종에 발병 다
- 잎, 나뭇가지, 열매, 잎에 작은원형,부정형 흑색점무늬로 나타나 병반 확대 흑갈색 검무늬 생김, 열매는 큰 흑갈색 원형 병반이 생기고 중앙부에 흑색공팡이 밀생하여 갈라지고 낙과, 가지는 타원형의 움푹한 흑갈색 병무늬
- 감수성 품종의 재배 피하고 저항성 품종, 병든가지 잎 소각

### (8) 배나무 화상병(불마름병)

- 세균
- 배나무, 사과나무
- 주생모, 그람음성 간균, 백색 원형 콜로니
- 병든 나뭇가지나 줄기에서 월동
- 곤충에 의해 전파
- 기공, 피목, 상처 등으로 침입
- 최초로 발견된 세균성 식물병(Burrill) 이른봄 새가지의 생육과 더불어 발생 여름철 이후에 거의 발생 X
- 주로 새순에 발생, 잎은 시들고 검은색으로 말라죽는데 마치 불에 타서 죽은 것처럼 보인다. 꽃은 전체가 시들고 흑색으로 변한다, 과실은 수침상의 반점에 생겨 점차 암갈색으로 변하며 전체가 시들고 흑색으로 변한다
- 병든가지는 병환부로부터 10cm이상 아래쪽부터 잘라 소각 대목이용한 저항성 품종 선택, 매개곤충 구제, 옷자란 가지 제거, 인산,칼륨질 비료 충분히 시비하여 수세 강화, 옥시테트라사이클린계 항생제 살포, 전정도구는 매년 10%치아염소산용액으로 소독

### (9) 복숭아나무 세균성구멍병

- 세균
- 복숭아 자두, 살구 등
- 한 개 단극모, 그람음성 간균, 황색 원형 콜로니
- 나뭇가지 병환부에서 월동,
- 비바람에 의해 전파
- 상처, 기공 통해 침입
- 4월말부터 발생, 강한 바람이나 폭풍우 후에 6~7월경 대부분 잎과 과실에서 발병 심하다
- 잎, 나뭇가지, 과실, 잎에 수침상의 작은 무늬 확대되어 갈변

후 말라서 구멍 뚫린다. 과실도 수침상의 반점을 시작으로 후에 짙은 흑갈색의 반점이 되나 빠른 시기에 감염된 과실은 중심이 움푹 파이고 액 분출

- 무병묘목 심고 비배관리 잘하여 수세 튼튼히, 전염된 가지 제거, 질소질 비료 과다시비 지양

### (10) 사과탄저병

- 분생포자는 점액질이어서 빗물이나 바람, 곤충등에 의해 옮겨진다.

## 03. 수목병

### 1. 묘포의 병해

#### (1) 모잘록병

- Phythium dabaryanum · Phytophthora cactorum(조균류)  
Rhizoctonia salani · Fusarium oxysporum · cylindrocladium scoparium(불완전균류)
- 침엽수 중 소나무류, 낙엽송
- 활엽수 중 참나무류, 자작나무류, 가시나무류
- 난포자의 상태로 병든 조직, 토양에서 월동
- 4월초~5월중 파종상에 발생, 5월 초순~8월 초순에 반복감염
- Rhizoctonia · Phythium속은 토양습도 높을 때 피해↑  
Fusarium속은 건조한 토양에서 발생 다
- 땅속부패형, 도복형, 수부형, 뿌리썩음형, 줄기썩음형이 있다.
- 묘상의 과습피하고 통기성 좋게함, 토양 및 종자 소독, 인산질 비료, 완속한 퇴비사용, 병이 심한 묘포지는 윤작

#### (2) 뿌리썩이선충병

- 선충
- 소나무류, 낙엽송, 가문비나무, 분비나무류, 삼나무, 편백, 화백, 뽕나무 등
- 이동성 내부기생선충으로 뿌리 조직내 월동 묘목 통해 전파
- 주로 묘목에 나타나며 모잘록병과 함께 발생, 뿌리 양이 적은 삼목묘에 피해 다, 병든묘목은 생장 불량하거나 정지되면서 죽음
- 유근 통해 침입, 가는 뿌리속 이용하면서 조직 파괴, 병든 묘목의 세균은 점차 없어지며 근계는 기형이 된다
- 육묘관리 철저히 하여 묘목생장을 완성하게 함, 한 임지에 같은 수종을 연속하지 X, 피해발생 묘포지에 살선충제로 토양소독

#### (3) 뿌리혹병(근두암중병)

- Agrobacterium tumefaciens, 세균
- 밤 · 갈 · 포도 · 사과나무, 포플러류
- 2~4개의 단극모 가진 그람음성 간균, 백색원형콜로니
- 병환부에서 월동, 땅속에서 다년간 생존
- 지하부의 접목부위, 삼목의 하단부, 뿌리의 절단면 상처침입
- 토양에서 빗물, 농기구, 바람, 곤충, 동물 및 묘목의 이동 등에 의해 쉽게 건전식물로 전파, 접목과 삼목묘, 고온다습, 알칼리성 토양에서 발생 다
- 혹이 발생하며 크기는 수 mm이상, 초기 감염부위가 비대하고 흰색을 띠며 흑으로 발전하여 표면이 거칠어짐, 발생부위는 뿌리 및 지제부위의 줄기이나 지상부 줄기에 상처 통해 발병하기도 함
- 병든식물 발견시 소각, 비기주식물인 화분과작물과 3년이상 윤작, 밤·갈·뽕·사과나무등의 지표식물 식재 후 병원세균이 없는 곳에 식재, Agrobacterium radiobacter 의 균주 K84이용하여 방제

## 2. 침엽수의 병해

### (1) 소나무 잎떨림병

- 자낭균
- 소나무류
- 자낭포자 형태로 땅위에 떨어진 병든 잎에서 월동
- 5월경 병든잎에서 성숙된 자낭반 형성, 7월 하순까지 형성
- 잎의 기공 침입
- 5~7월 다우, 2차감염은 일어나지 X, 묘목, 성목에 모두 피해
- 4~5월경 병해 입은 잎은 갈색으로 변하고 성숙한 잎은 낙엽이 된다. 초가을 낙엽에 6~11mm 간격으로 검은 격막 O, 방추형의 흑색 병반(자낭반) 생긴다
- 유기질 비료 충분히, 비배관리, 활엽수의 하목 식재

### (2) 낙엽송 가지끝마름병

- 자낭균
- 낙엽송류
- 미숙한 자낭각 형태로 병든 가지에서 월동, 다음해 자낭포자 형성
- 자낭포자는 가지에 침입하여 병포자 생성
- 10년생 내외의 유령림에 발생 多, 당년에 자란 새순이나 잎을 침해하고 줄기나 죽은 가지에는 발생 X
- 새순 끝은 낙시바늘 모양으로 굽는것과 곳곳하게 서있는 것 O
- 매년 연속하여 피해 받으면 수고생장 못해 죽은 가지가 많아 빗자루 모양 되며 말라죽는다. 감염되면 잎이 거의 떨어진다.
- 묘포장 부근의 낙엽송 생울타리, 방풍림 없앤다. 맞바람 부는 장소는 조림을 피하거나 활엽수로 방풍림 조성

### (3) 소나무 잎녹병

- 담자균
- 소나무류(중간기주: 활백나무·잔대·참취)
- 소나무에 기생할 때는 녹병포자, 녹포자 형성, 중간기주에 기생할 때는 여름포자, 겨울포자 형성, 여름포자는 다른 중간기주에 다시 여름포자를 형성하는 반복전염한다.
- 8~9월에 중간기주의 잎에 겨울포자되 형성, 겨울포자가 발아하여 형성된 담자포자가 소나무의 침엽에 침입하여 월동
- 정상적인 나무보다 잎이 일찍 떨어져 생장에 손실주지만 급속히 말라죽지는 않는다.
- 4월 초순~약·1개월정도 소나무류 잎에 병징, 처음에 침엽에 황색,황백색 작은 주머니(수포자되)가 나란히 형성 후에 병든 잎은 부분적으로 퇴색하게 말라죽는다.
- 외곽 5~10m를 풀깎이 하고 중간기주식물 제거

### (4) 잣나무 털녹병

- 담자균류
- 잣나무, 스트로브잣나무(중간기주: 송이풀류, 까치밥나무류)
- 균사의 형태로 잣나무의 수피조직 내에 월동
- 4~5월경 녹포자 형성→녹포자는 중간기주에 여름포자 형성하고 반복전염→중간기주에 겨울포자 형성→겨울포자는 발아하여 소생자 형성→바람→잎 기공 침입→2~3년후 녹포자 형성→녹포자 분출(황색가루)→중간기주
- 5~20년생 잣나무에 발병 多, 장령목에서도 발생
- 병든 가지나 줄기는 황색으로 변하면서 부풀고 표면이 거칠어진다. 터지면서 녹포자 분출, 어린 나무는 그해에 말라죽는다.
- 병든나무, 중간기주를 지속적으로 제거, 초기에 가지치기, 8월 하순부터 보르도액 2~3회 살포하여 소생자의 잣나무침입을 막음

### (5) 소나무 잎마름병

- 불완전균류
- 소나무, 해송 등
- 균사의 형태로 병든 낙엽에서 월동
- 다음해 봄에 분생포자 형성
- 새로 침해받은 잎에 형성된 분생포자는 7월부터 2차 전염원이 되어 10월 하순까지 반복전염
- 7~8월 고온다습, 배수 불량, 칼슘부족시 발병 多, 특히 해송
- 봄에 띠 모양의 황색반점들이 침엽의 윗부분에 형성되고 후에 갈변, 잎 병환부에 작은 균퇴 형성

### (6) 푸사리움 가지마름병

- Fusarium circinatum, 불완전균류
- 소나무의 말라리아병
- 리기다소나무, 리기테다소나무, 테다소나무, 해송
- 균사의 형태로 병든 가지에서 월동
- 나무의 상처에 병원균의 포자로부터 발아한 균사가 침입
- 6~8월경 병든 가지의 구과, 당년생 신초의 엽흔에 노란색을 띤 분생포자되 형성
- 바람 및 바구미류 등의 매개충에 의해 다른 나무로 전파, 종피 및 종자내부도 병원균에 감염될 수 O,
- 많은 양의 송진이 흐르면서 어린 가지가 고사, 굵은 가지로 병원균 확산 병이 심해지면 나무 전체가 말라죽는다
- 양묘용 종자는 살균소독, 피해 심한 임지는 조기벌채, 질소질 비료 과용과 강한 전정은 가급적 억제, 천공성 해충(나무좀류, 바구미류 등)구제

### (7) 소나무 재선충병

- 선충
- 소·잣·젓나무, 낙엽송, 해송, 히말리아시다, 독일가문비
- 스스로의 이동능력이 없으며 주로 솔수염하늘소에 의해 전파, 솔수염하늘소는 소나무 속에서 번데기로 월동 후, 성충으로 우화
- 잣나무림 재선충 피해는 북방수염하늘소에 의해 전파
- 1년에 1회발생, 부산 금정산에서 처음 피해
- \* 소나무재선충: 크기 1mm내외 실모양 선충, 수분과 양분의 이동통로 막아 나무를 죽게 한다. 솔수염하늘소의 성충이 우화하여 탈출할 때 하늘소 체내(주로 1기문)로 들어가 하늘소가 소나무류의 신초를 섭식할 때 나무속으로 침입, 25℃에서 5일이면 1세대 경과, 온도가 높아지면 그 기간은 단축
- 소나무의 에이즈, 급속히 시들어서 감염된 해에 80%가 말라죽으며, 이듬해 봄까지 거의 100%가 죽는다.

5~7월	우화된 매개충(최성기:6월)의 성충이 소나무 신초를 갉아 먹을 때 생긴 상처부위를 통해 재선충의 전파감염
6~8월	전파감염된 재선충이 왕성한 번식력으로 급증하여 나무 전체로 퍼져나가 조직을 파괴함으로써 침엽이 시든다
6~10월	송진분비가 정지된 피해목, 고사목의 수피 속에 산란하여 부화된 유충이 수피 밑의 형성층 가해하며 성장
11월~ 다음해 5월	유충기를 지난 매개충은 목질부 속에 번데기집을 만들고 그속에서 번데기가 되며 재선충이 번데기 주위로 모여든 다음 우화하는 매개충 몸속으로 침입

- 수지의 유출 감소,정지→침엽에서 증산량의 감소,정지→수체함수율감소, 목질부 건조→침엽 황색~갈색으로 변하면서 말라죽음
- 소나무시들음병이라고도 한다
- 고사목에 메탐소듐 액제 뿌려 비닐씌우고 훈증하여 목질 내부에 있는 솔수염하늘소 유충이 성충으로 탈출하기 전에 죽인다.

### 3. 활엽수의 병해

#### (1) 참나무 시들음병

- 진균
- 참나무류(신갈나무에서 피해多, 졸참·갈참·굴참나무), 서어나무
- 병원균은 국내 미기록인 레펠리아속 신종 곰팡이
- 매개충인 광릉긴나무좀이 5령의 노숙유충으로 월동, 암갈색이며 암컷은 약 4.4mm 수컷은 4.2mm
- 광릉긴나무좀의 성충은 5월 중순 균낭 속에 병원균을 지니고 줄기와 가지에 주로 침입, 참나무 에이즈
- 해발 100~600m범위의 활엽수림 지역에서 발생 多, 가슴높이 지름이 20cm이상의 큰나무가 피해
- 매개충이 생입목에 침입하여 변재부에서 곰팡이 감염시키면 곰팡이가 침입경도 따라 많이 퍼지고, 도관을 막아 수분과 양분 상승 차단하면서 빠르게 시들어 죽는다.
- 2004년 8월 한국에 처음 보고, 감염되던 참나무류(주로 신갈나무)가 7월 말부터 빠르게 시들면서 빨갱게 말라죽음, 고사목은 겨울에도 잎이 지지 않음
- 외부증상: 7월 말경 줄기에 매개충이 침입한 구멍 많이 나있다. 구멍부위, 뿌리와 접한 땅위에 목분배출물이 많이 나와 있다.
- 내부 증상: 피해부위를 잘라보면 변재부에 매개충이 침입한 경도를 따라 불규칙한 암갈색의 변색부가 형성, 알코올 냄새
- 매개충이 우화하기 전인 4월 말까지 매개충의 피해를 받은 줄기 및 가지를 벌채하여 훈증, 침입 구멍에 페니트로티온 유제 100배액주사, 성충 우화 최성기인 6월 중순 전후하여 2주 간격으로 3회정도 페니트로티온 유제 200배 액 살포

#### (2) 밤나무 줄기마름병

- 자낭균류
- 밤·참·단풍 나무
- 균사, 포자 형태로 병환부에서 월동
- 봄에 비바람, 곤충, 새등에 의해 옮겨져
- 나뭇가지의 줄기의 상처부위로 침입
- 과거 미국 밤나무를 전멸, 한국 밤나무는 저항성, 역교배를 이용한 저항성품종 및 ds-RNA가 존재함으로써 병원성이 감소하는 저병원성(hypovirulence) 균주 이용한 생물학적 방제 연구
- 초기에 수피가 적갈색으로 변하고 6~7월경 수피 뚫고 소립자 밀생, 비오면 황갈색 포자덩어리인 포자각 분출
- 건조하면 병든 부분의 수피가 거칠게 갈라져서 터지고(부란), 수피 떼어내면 황색의 두툽한 균사층이 부채모양으로 나타남
- 병든 부분을 도려내어 도포제 발라준다. 상처 입지 않도록 백색페인트 칠, 해충 구제

#### (3) 빛나무 빗자루병

- 자낭균류
- 빛나무류(왕벚꽃나무에 피해 多)
- 균사의 형태로 병든 가지에서 월동
- 봄에 포자 형성하여 감염
- 초기에 가지의 일부분이 흑모양으로 부풀어 커지고 잔가지가 빗자루 모양으로 총생, 수피는 유연하고 이른 봄에 작은 잎이 밀생하게 되나 꽃이 피지 않는다. 병든 잎은 흑색으로 변하고 얼마 후에 말라서 낙엽이 된다, 가로수, 정원수로 식재되면서 피해 ↑
- 꽃이 진 후 보르도액, 만코제브 수화제 2~3회 살포
- # 대추·오동나무 빗자루병의 병원체는 파이토플라스마이다.

#### (4) 호두나무 탄저병

- 자낭균류
- 호두나무
- 자낭각의 형태로 병든 가지나 낙엽에서 월동
- 분생포자는 병반위에 형성되며 무색이고 단세포 원통형
- 호두나무 재배시 가장 문제가 되는 병
- 토양과습, 배수불량한 점질토양, 따뜻하고 다우지역에 발생 多
- 초기 잎에 암갈색 반점, 점점 검게 변하면서 고사, 과실에 불규칙적인 갈색병반이 나타나며 움푹 파인 형태로 암갈색 띠다.
- 베노밀 수화제 1,000배액 ·2주 간격 3회 살포, 매미충류, 박쥐나방 등의 해충 방제

#### (5) 포플러 잎녹병

- 담자균류
- 포플러류(중간기주: 낙엽송, 현호색, 줄꽃주머니 등의 낙엽송)
- 겨울포자의 형태로 병든 낙엽에서 월동
- 봄에 소생자 형성→소생자는 중간기주인 낙엽송으로 날아가 잎에 녹포자 형성→늦은 봄~초여름 포플러로 날아와 여름포자 반복전염하다가 겨울포자 형성
- 우리나라에서는 여름포자의 형태로 월동 가능하므로 중간기주 거치지 않고 직접 포플러에서 포플러로 전염하기도 함
- 정상적인 잎보다 1~2개월 일찍 낙엽되어 나무의 생장이 크게 감소하나 급속히 말라 죽지는 않는다.
- 잎 뒷면에 황색 작은돌기(여름포자)발생, 추가되면 황색가루 없어지고 잎 양면에 암갈색 편평한 작은돌기(겨울포자)형성
- 중간기주인 낙엽송의 잎에는 5~6월경 노란점(녹포자)생긴다
- 저항성 개량 포플러(이태리포플러 1호, 2호) 식재, 보르도액, 만코제브 수화제 6월 초순~9월 중순에 2주간격으로 살포

#### (6) 대추나무·오동나무 빗자루병

- 파이토플라스마
- 대추나무, 오동나무
- 대추나무 빗자루병은 마름무늬매미충  
오동나무 빗자루병은 담배장님노린재
- 전신병, 병든 모수로부터 접수채취하거나 포기나누기하면 감염
- 어린나무에 발병하면 2~3년 내에 말라 죽고, 큰나무도 열매가 맺지 않고 수년후 죽는다
- 황록색의 작은잎이 달려있는 가느다란 가지가 총생, 꽃눈이 잎으로 변해 개화결실이 되지 않고, 외부 표징이 나타나지 않는다.
- 병정보고 진단용이함
- 옥시테트라사이클린을 흉고직전에 수간주입,  
마름무늬매미충: 6월중순~10월중순, 담배장님노린재: 7월상순~9월 하순에 페노뷰카브 유제 페니트로티온유제 살포

#### (7) 뽕나무 오갈병

- 파이토플라스마
- 뽕나무
- 마름무늬매미충
- 점목전염 되기도하나 종자, 토양, 점목전염은 되지 않음
- 회복되기 어렵고 몇 년에 걸쳐 말라죽는다
- 잎의 성분변화 일어나 사료가치가 떨어진다
- 병든잎은 작아지고 푸글해지며 담록색~담황색, 잎의 결각이 없어져 둥글게 되며 잎맥 분포도 작아진다. 가지 발육이 약해지고 마디 사이가 짧아져 잔가지가 많이 나와 빗자루 모양이 된다.
- #파이토플라스마에 의한 병  
대추나무·오동나무 빗자루병, 아까시나무 빗자루병, 뽕나무오갈병, 밤나무 누른오갈병, 물푸레나무 마름병

#### 4. 공동병해

##### (1) 흰가루병

- 자낭균류
- 참나무류, 배롱나무, 포플러류, 가중나무, 단풍나무, 개암나무, 오리나무, 붉나무, 밤나무 등
- 자낭각(완전세대), 균사(불완전세대)의 형태로 병든 낙엽, 가지에서 월동
- 병든 부위에서 분생포자 형성, 가을까지 반복전염
- 임지수목의 경우 피해가 심하지 않으나 밤나무 묘목에서는 많이 발생, 큰나무도 어린 눈이나 새순이 침해를 받으면 위축되어 기형이 되고 나무 생육이 떨어진다. 주로 늦가을에 심하게 감염
- 장마철 이후부터 잎표면과 뒷면에 백색반점 생기고 점차 확대되어 잎을 하얗게 덮는다, 병환부의 흰가루는 균사, 분생자병, 분생포자 등 분생자세대의 표징이며, 가을철에 나타나는 흑색 알맹이는 자낭구로 자낭세대의 표징
- 봄 새순 나오기 전 석회유황합제, 여름에 만코제브·티오파네이트메틸 수화제 살포, 장마철 이후 반드시 예방위주의 살포

##### (2) 그을음병

- 자낭균류
- 대나무, 주목, 버드나무, 후박나무, 소나무류, 식나무, 낙엽송
- 암흑색 균사 가지며 자낭포자와 병포자 형성
- 깍지벌레, 진딧물 등의 분비물인 감로에서 발육하며 균사 또는 자낭각 형태로 월동
- 나무가 말라죽는 일은 없으나 그을음 병균이 기주의 표면을 덮어 동화작용 방해
- 깍지벌레, 진딧물 등 흡즙성 해충이 기생하였던 나무에서 흔히 볼 수 있다. 잎, 가지, 줄기, 과실 등이 그을음 발라놓은 것처럼 검게 보인다. 그을음은 균사 또는 포자등의 덩어리
- 진딧물, 깍지벌레 등을 구제한다.

##### (3) 아밀라리아뿌리썩음병

- 담자균류
- 침엽수, 활엽수
- 낙엽이나 다른 병든식물에서 부생생활
- 균사에 의해 상처로 침입
- 천연림, 인공림, 잣나무림, 과수원, 뽕나무밭 등에 발생 多, 침엽수, 활엽수 막론하고 침해하는 다범성인 병해
- 뿌리, 뿌리목 부위의 줄기를 침해하여 나무를 말라 죽인다
- 산성도양에서 발생 多, 알칼리성 토양에서는 거의 발생 X
- 봄에 잎은 피지만 6월경부터 가을에 걸쳐서 잎 전체가 서서히 노랗게 변하고 갈색으로 말라죽는다. 송진이 많이 흐르며, 하얗게 굳는다, 뽕나무버섯이 나타난다.
- 버섯은 발견즉시 없앤다, 감염된 수목 주변에 깊은 도랑파서 균사가 전파되는 것을 방지한다. 피해수종 이외의 수목 식재, 알칼리성 토양으로 개량한다

#### 5. 기생성 종자식물에 의한 병해

##### (1) 겨우살이

- 참나무 등 활엽수류
- 기주식물의 가지위에서 발아, 뿌리의 선단에 형성된 흡반으로 기주에 부착, 흡반의 중앙부에서는 다시 기생근이 생겨 기주체의 피층을 관통하고 침입하여 수목의 양분과 수분 흡수
- 가지에 기생하면 그 부위가 국부적으로 이상비대하고 병든 부

위의 윗부분은 위축되면서 말라 죽는다. 참나무류에 피해 多  
- 감염된 부위에서 나무줄기 30cm내외 자르고, 절단면이나 상처에는 지오판 도포제 바른다.

##### (2) 새삼

- 초본 공과식물
- 1년초로 몸이 철사갈고 황적색을 띠고 있으며, 잎은 삼각형의 비닐잎처럼 생기고 길이가 2mm내외, 흰꽃은 8~9월에 피어 덩어리처럼 되며 기주식물의 조직속에 흡근을 박고 양분 섭취
- 피해는 별 문제 안되고 아까시나무, 빛나무, 포플러 등에 기생, 오동나무의 줄기에 기생하면 흑이 생기기도 함
- 손으로 직접 제거, 제초제 사용



<벼 병해>

병명	병원균	전파(매개충)	월동형태·장소	특징
모썩음병	조균류	물	난포자로 토양에서 월동	상자육모에서 많이 발생
깨씨무늬병	자낭균류	바람(종자)	포자나 균사의 형태로 병든 벼짚이나 종자에서	사질논, 유기물 부족한 논, 노후화답, 산성토양
키다리병	자낭균류	바람(종자)	분생포자 형태로 종자표면에서 월동	지베렐린 분비
이삭누룩병	자낭균류	바람	균핵 또는 후막포자 상태로 토양에서 월동	일명 풍년병
앞짚무늬마름병	담자균류	물	균핵상태로 땅위에서	균핵과 담포자 형성
도열병	불완전균류	바람(종자)	벼짚, 병든 종자에서 균사, 분생포자 상태로	저온다습, 수온↑, 규소시비
모잘록병	진균	물, 토양	난포자의 상태로 병든 조직 또는 토양에서	상자육모에서 많이 발생
흰잎마름병	세균	물	잡초(겨풀류)나 벼의 그루터기	태풍과 침수 후 발생
세균성알마름병	세균	물(종자)	종자	종자 전염
줄무늬잎마름병	바이러스	애벌구	바이러스:매개충의 체내에서 매개충:잡초, 밀밭, 자운영밭 등에서 약충의 형태로 월동	경란전염
오갈병	바이러스	끝동매미충 번개매미충	위와 동일	경란전염
검은줄무늬 오갈병	바이러스	애벌구	위와 동일	경란전염 아님

<맥류 및 기타 작물 병해>

병명	병원균	전파(매개충)	월동형태·장소	특징
담배 역병	조균	바람, 물	땅속에서 난포자 형태로	고온 다우, 유주자
맥류 흰가루병	자낭균	바람	균사 또는 자낭포자의 형태로 병든 잎에서 월동	자낭각 형성
맥류 붉은곰팡이병	자낭균	비, 바람	분생포자, 균사, 자낭포자의 형태로 병든 종자, 밀짚 등에서 월동	곰팡이 독소 제랄레논
호밀 맥각병	자낭균	바람	균핵 형태로 땅위에서	유독 알칼로이드 생성
콩 탄저병	자낭균	빗물(종자)	균사의 형태로 병든 종자에서	다습한 수확기에 발생
보리·밀 겉깜부기병	담자균	바람(종자)	균사 상태로 종자에서	후막포자 발아
보리 속깜부기병	담자균	바람(종자)	균사 상태로 종자에서	떡잎집을 통해 침입
맥류 줄기녹병	담자균	바람	겨울포자는 마른 밀짚에서 (이종기생성)	중간기주(매자나무)
콩 자춘빛무늬병	불완전균	비바람(종자)	균사의 형태로 병든 종자나 병든 식물에서	종자 외관이 나빠짐
콩 세균성점무늬병	세균	빗물(종자)	병든 종자 표면에서	저온 다습, 종자 전염
담배 불마름병	세균	접촉전염	병든 식물의 잎, 토양, 종자 등에서	간상형 세균 독소 생성
담배 모자이크병	바이러스	접촉전염	토양 내의 병든 잔재 종자의 표면	이식, 순지르기 등 접촉 전염

<서류의 병해>

병명	병원균	전파(매개충)	월동형태·장소	특징
감자역병	조균	바람, 관개수, 씨감자	균사로 흙속의 병든 감자나 씨감자에서	식물병리학상 중요 병해
고구마 무름병	조균	공기, 토양, 씨고구마	공기, 토양, 저장고 등에 무수히 존재	포자낭포자와 접합포자 형성
고구마 검은무늬병	자낭균	씨고구마, 농기구	균사의 형태로 병든 괴근이나 땅속에서 월동	이포메아마론 독소
감자 더듬이병	세균	바람, 물, 오염된흙	병든 씨감자와 흙속에서	건조한 알칼리성 토양에서 병 발생
감자 둘레썩음병	세균	씨감자, 농기구, 곤충	병든 씨감자에서 월동	대표적 그림 양성세균
감자 잎말림병	바이러스	복숭아혹진딧물 감자수염진딧물	괴경에서 월동	즙액전염 아닌 매개충 전염

<채소류 병해>

병명	병원균	기주	월동형태장소	특징
고추역병	조균	고추, 토마토, 수박, 호박, 가지, 멜론	난포자로 토양에서	토양전염성 병해, 저온다습 장마철에 피해 <b>多</b> , 물을 통한 전염↑, 매년 이어짓기 하는 밭과 물빠짐이 나쁜 밭에 발생 <b>多</b> 모래땅에서는 발병↓
오이류 노균병	조균	오이, 참외, 호박, 수박 (박과작물)	주년재배지에서는 분생포자로 토양에서	분생자병위에 담갈색의 분생포자 생기며 발아할 때 유주자형성 분생포자가 발아하여 기공침입 분생포자는 바람에 의해, 유주자는 물에 의해 전염. 균사에서 분지되는 포자낭병의 형태와 양식이 독특하여 이를 균의 분류에 이용 오이의 병해중에서 피해가 가장 ↑, 저온다습 앞에만 발생 담갈색의 다각형 병반형성, 병반의 뒷면에 회색의 곰팡이인 분생포자 생긴다.
무배추 노균병	조균	무배추 (십자화과작물)	분생포자를 만들고 병든 잎 난포자 형태로	직접발아한 분생포자는 공기 중으로 쉽게 퍼져 기공으로 침입, 발병 최적온도는 10~25℃, 저온다습
고추·사과 탄저병	자낭균	사과, 고추, 포도	균사, 분생포자, 자낭각의 형태로 병든 열매나 나뭇가지에서	아까시나무가 전염원으로 중요 빗물이나 바람, 곤충 등에 옮겨진 점액질의 분생포자 직접 각피로 침입 다우, 고온 다습한 성숙기 저장 중 발생
균핵병	자낭균	오이, 감자, 배추, 토마토, 콩, 유채	균핵의 형태로 병든 식물이나 토양에서	봄에 발아하여 자낭반과 자낭포자 형성 자낭포자는 잎, 줄기, 꽃잎 등 약한부위로 침입 균사는 식물체를 직접 침입 시설재배 특유의 다병성병, 개화기의 저온다습, 줄기는 내부의 속까지 썩고 숨 같은 곰팡이와 쥐똥같은 균이 많이 형
오이류 흰가루병	자낭균	팔, 토마토, 참외, 오이	자낭구의 형태로 병든 조직에서 월동 자낭포자 방출	병든 잎의 분생포자가 바람에 날려 발생 시설재배, 저온다습 잎, 줄기 등의 표면에 흰색 분말가루 같은 곰팡이(균사, 분생포자)가 생기고 미세한 흑색의 자낭구가 밀생 EBI를 주로 살포하는데 자주 사용하면 병원균이 내성을 가지므로 연용을 피한다
수박탄저병	불완전균	오이, 참외, 수박, 멜론	균사, 분생포자 형태로 병든 부분이나 종자에 붙어서	빗물, 바람, 곤충 등에 의해 분생포자가 직접 각피침입 난지, 축성재배 지역에서 피해↑ 잎, 덩굴, 열매에 발생
오이류 덩굴쪄김병	불완전균	참외, 오이, 수박, 수수	균사나 후막포자의 형태로 땅속에서	각종 포자나 균사가 종자에 붙어서 전염 오염된 흙, 병든 종자나 덩굴등에 의해 옮겨짐 뿌리의 각피 뚫고 물관부 침입, 줄기나 뿌리에 발생 연작방지, 저항성 대목 접목재배, 과습방지
토마토 시들음병	불완전균	토마토	균사나 후막포자의 형태로 땅속에서	병원균 생애: 오이류 덩굴쪄김병과 비슷, 병징: 가지과 풋마름병과 비슷, 줄기 즙액 배출 없음
젓빛곰팡이병	불완전균	고추, 상추, 사과, 딸기, 오이, 토마토	균핵이나 분생포자 형태로 병든 식물이나 흙에서 월동	저온 다습, 꽃, 줄기, 잎, 열매에 발생하는 다병성병, 주로 개화무렵부터 피해 ↑
토마토 잎곰팡이병	불완전균	토마토	균사덩이의 형태로 종자의 표면에 부착, 기생하여 월동	기공 침입, 시설재배
무배추 무사마귀병	정균 (곤적균)	무, 배추, 배추	휴면포자로 토양에서 월동,	저온 다습, 산성토양
가지과 풋마름병	세균	가지, 토마토, 감자, 담배, 고추	병든 식물의 잔재에서 월동	토양전염성 세균병, 고온다습 여름철 산성토양에서 발생 <b>多</b> 뿌리로부터 발병, 줄기, 잎에 이르는 전신병
오이류 풋마름병	세균	오이, 멜론, 호박	오이 잎벌레가 성충의 체내에서 월동	오이 잎벌레의 상처 통해 침입, 기공감염은 X 오이가 가장 큰 피해 입고, 수박은 저항성 강하다
채소 세균성무름병	세균	고추, 무, 배추, 참외, 토마토, 마늘	이병식물의 잔재나 토양, 토양 속 곤충의 번데기에서 월동	상처, 피목 침입, 펙틴분해효소 분비하여 무름증상 다우, 고온다습, 무더운 여름철, 생육최적 온도 35℃내외

<과수류 병해>

병명	병원균	기주 (중간기주)	월동형태·장소	특징
사과나무 갈색무늬병	자낭균	사과나무	균사, 자낭포자의 형태로 병든 잎에서 월동	병반에 형성된 <u>분생포자는 바람에 전파</u> , 조기낙엽의 원인
사과나무 부란병	자낭균	사과나무	<u>병포자나 자낭포자의 형태로 병든 가지에 월동</u>	포자는 빗물에 의해 전파, <u>새, 곤충 통해 상처부위로 침입</u> 줄기, 나뭇가지, 껍질이 갈색으로 부풀어 올라 쉽게 벗겨지며 알코올 냄새가 난다.
사과나무 검은별무늬	자낭균	사과나무 배나무	균사나 분생포자의 형태로 병든 잎이나 가지에서 월동	냉습, 질소질 비료 과용이 원인
복숭아나무 잎오갈병	자낭균	복숭아나무	자낭포자는 <u>분생포자 형태로 나무줄기나 눈위에서 월동</u>	<u>빗물전반</u> 어린 잎의 각피 침입, 다우 20℃이상의 온도에 발병 어렵다 병든 잎의 표면과 뒷면은 흰가루(자낭)로 덮이고 오래되면 갈색에서 흑색으로 변화하여 낙엽된다 세포 내에 증식하면서 효소 분비하여 세포의 <u>이상비대 증상 야기</u> , <u>잎 나오기 직전 약제 살포</u>
포도나무 새눈무늬병	자낭균	포도나무	균사의 형태로 병든 덩굴, 열매에서 월동	열매는 작고 둥근무늬 생기고 병반이 약간 움푹들어가며 안쪽은 회백색, 흑자색으로 변해 새의 눈처럼 보인다.
배나무 붉은별무늬병	담자균	사과나무, 배나무 모과나무 (향나무)	<u>향나무에서 겨울포자되로 월동</u>	향나무와 기주교대하는 순활기생균, 소생자, 녹병포자, 녹포자 형성하고 여름포자세대 없다 <u>잎에 등황색 별모양의 녹병자기(과립체)생기고, 병반위에 담황색 녹포자기(털돌기)생김,</u>
배나무 검은무늬병	불완전균류	배나무	균사의 형태로 <u>잎, 가지 등에 월동</u>	분생포자는 <u>바람, 비에 의해 옮겨지고 발아</u> 각피, 기공, 피막 침입, <u>기주특이적 독소 AK독소</u> 분비 이십세기, 신수 품종에 발병 多
배나무 화상병	세균	배나무 사과나무	병든 나뭇가지나 줄기에서 월동	<u>최초로 발견된 세균성 식물병(Burrill)</u>
복숭아나무 세균성구멍병	세균	복숭아나무, 자두, 살구	나뭇가지 병환부에서 월동	<u>비바람에 의해 전파</u> <u>상처, 기공 통해 침입</u> <u>4월말부터 발생, 강한 바람이나 폭풍우 후에 6~7월경 대부분 잎과 과실에서 발병 심하다</u>

<수목류 병해>

	병명	병원균	기주	월동형태·장소	특징
묘포 병해	모잘록병	진균	소나무류, 낙엽송, 참나무류	난포자의 상태로 병든 조직, <u>토양에서 월동</u>	<u>hizoctonia · Phythium</u> 속은 토양습도 높을 때 피해↑ <u>Fusarium</u> 속은 건조한 토양에서 발생 <u>多</u> 땅속부패형, 도복형, 수부형, 뿌리썩음형, 줄기썩음형
	뿌리썩이 선충병	선충	소나무류, 낙엽송, 가문비나무, 분비나무류, 상나무, 편백, 화백, 벚나무	이동성 내부기생선충으로 뿌리 조직내 월동	묘목 통해 전파, 모잘록병과 함께 발생
	뿌리혹병 (근두암종병)	세균	밤 · 갈 · 포도 · 사과나무, 포플러류	병환부에서 월동, 땅속에서 다년간 생존	<u>지하부의 점목부위, 삼목의 하단부, 뿌리의 절단면 상처침입</u>
침 엽 수 병 해	소나무 잎떨림병	자낭균	소나무류	자낭포자 형태로 땅위에 떨어진 병든 잎에서 월동	잎의 기공 침입 2차감염은 일어나지 X <u>초가를 낙엽에 6~11mm 간격으로 검은 격막 O,</u> 방추형의 흑색 병반(자낭반)생긴다 활엽수의 하목 식재
	낙엽송 가지끝마름병	자낭균	낙엽송류	미숙한 자낭각 형태로 병든 가지에서 월동,	<u>당년에 자란 새순이나 잎을 침해하고</u> 줄기나 죽은 가지에는 발생 X <u>순 끝은 뉘시바늘 모양으로 굽는것과 킁킁하게 서있는 것 O</u>
	소나무 잎녹병	담자균	소나무류 (중간기주:황벽나무, 잔대,참취)	겨울포자가 발아하여 형성 된 담자포자가 소나무의 침엽 에 침입하여 월동	나무에 기생할 때는 녹병포자, 녹포자 형성, 중간기주에 기생할 때는 여름포자, 겨울포자 형성, <u>여름포자는 다른 중간기주에 다시 여름포자를 형성하는 반복</u> 전염
	잣나무 털녹병	담자균	잣나무, 스트로브잣나무 (중간기주: 송이플류, 까치밥나무류)	균사의 형태로 잣나무의 수피조직 내에 월 동	4~5월경 녹포자 형성→녹포자는 중간기주에 여름포자 형성하 고 반복전염→중간기주에 겨울포자 형성→겨울포자는 발아하 여 소생자 형성→바람→잎 기공 침입→2~3년후 녹포자 형성 → <u>녹포자 분출(황색가루)</u> →중간기주
	소나무 잎마름병	불완전균	소나무, 해송	균사의 형태로 병든 낙엽에서 월동	봄에 <u>띠</u> 모양의 황색반점들이 침엽의 윗부분에 형성되고 후에 갈변, 잎 병환부에 작은 균퇴 형성 해송에 발생 <u>多</u>
	푸사리움 가지마름병	불완전균	리기다소나무, 리기테다소나무, 테다소나무, 해송	균사의 형태로 병든 가지에서 월동	나무의 상처에 병원균의 포자로부터 발아한 균사가 침입 바람 및 바구미류 등의 매개충에 의해 전파
	소나무 재선충병	선충	소 · 잣 · 잣나무, 낙엽송, 해송, 히말리아시다, 독일가문비	<u>솔수영하늘소에 의해 전파</u>	소나무 에이즈, <u>고사목에 메탐소뿔 액제 뿌려 비닐씌우고 훈증하여 목질 내부</u> <u>에 있는 솔수영하늘소 유충이 성충으로 탈출하기 전에 죽인</u> <u>다.</u>

활 엽 수 병 해	참나무 시들음병	진균	참나무류 (신갈·졸참·갈참·굴참나무) 서어나무	매개충인 광릉긴나무좀이 5령의 노숙유충으로 월동	참나무에이즈 매개충이 우화 전인 4월 말까지 매개충의 피해를 받은 줄기 및 가지를 벌채하여 훈증,
	밤나무 줄기마름병	자낭균	밤·참·단풍 나무	균사, 포자 형태로 병원부에서 월동	비바람, 곤충, 새 전반 줄기의 상처부위 침입 ds-RNA가 존재로써 저병원성(hypovirulence) 균주 이용한 생물 학적 방제 연구 건조하면 병든 부분의 수피가 거칠게 갈라져서 터지고(부란), 수피 떼어내면 황색의 두툼한 균사층이 부채모양
	벗나무 빛자루병	자낭균	벗나무류 (왕벚꽃나무 多)	균사의 형태로 병든 가지에서 월동	대추·오동나무 빛자루병의 병원체는 파이토플라스마이다.
	호두나무 탄저병	자낭균	호두나무	자낭각의 형태로 병든 가지나 낙엽에서 월동	토양과습, 배수불량한 점질토양
	포플러 잎녹병	담자균	포플러류 (중간기주:낙엽송, 현호색, 줄꽃주머니 등 낙엽송)	겨울포자의 형태로 병든 낙엽에서 월동	봄에 소생자 형성→소생자는 중간기주인 낙엽송으로 날아가 잎 에 녹포자 형성→늦은 봄~초여름 포플러로 날아와 여름포자 반 복전염하다가 겨울포자 형성 잎 뒷면에 황색 작은돌기(여름포자)발생, 추가되면 황색가루 없어지고 잎 양면에 암갈색 편평한 작은돌기(겨울포자)
	대추나무· 오동나무 빛자루병	파이토플라스마	대추나무, 오동나무	나무 빛자루병은: 마름무늬매미충 오동나무 빛자루병: 담배장님노린 재	황록색의 작은잎이 달려있는 가느다란 가지가 총생 옥시테트라사이클린을 흡고직전에 수간주입, 마름무늬매미충: 6월중순~10월중순, 담배장님노린재: 7월상순~9월하순 페노뷰카브 유제 페니트로티온 유제 살포
	벚나무 오갈병	파이토플라스마	벚나무	마름무늬매미충	사료가치가 떨어진다
공통 병해	흰가루병	자낭균	참나무류, 배롱나무, 포플러류, 가목나무, 단풍나무, 개암나무, 오리나무, 붉나무, 밤나무	자낭각(완전세대), 균사(불완전세 대)의 형태로 병든 낙엽, 가지에서 월동	병원부의 흰가루는 균사, 분생자병, 분생포자 등 분생자세대의 표징이며, 가을철에 나타나는 흑색 알맹이는 자낭구로 자낭세대의 표징
	그을음병	자낭균	대나무, 주목, 버드나무, 후박나무, 소나무류, 식나무, 낙엽송	균사 또는 자낭각 형태로 월동	깎지벌레, 진딧물 등의 분비물인 감로에서 발육 나무가 말라죽는 일은 없으나 그을음 병균이 기주의 표면을 덮 어 동화작용 방해
	아밀라리아 뿌리썩음병	담자균	침엽수, 활엽수	낙엽이나 다른 병든식물에서 부생생활	균사에 의해 상처로 침입, 산성토양에서 발생 多

<병원 종류>

(1)진균에 의한 병

조균류	유주자균류: 벼 모식응병, 벼 노균병, 감자 암종병, 감자담배고추역병, 담배 노균병, 무배추 흰녹가루병, 각종 모잘록병, 가지 송털역병, 오이·무배추상추 노균병, 포도나무 노균병 접합균류: 고구마우름병
자낭균류	벼 키다리병, 벼 깨씨무늬병, 보리 줄무늬병, 맥류 붉은곰팡이병, 호밀맥각병, 콩 탄저병, 콩 미이라병, 고구마 검은무늬병, 오이류·장마·맥류 흰가루병, 오이류 덩굴마름병, 사과나무배나무 검은별무늬병, 사과나무 부란병, 사과 꽃썩음병, 사과나무 갈색무늬병, 사과 탄저병, 사과배 잿빛무늬병, 복숭아나무 잎오갈병, 포도나무 새눈무늬병, 감귤더듬이병, 감귤 그을음병, 소나무 잎떨림병, 낙엽송 가지끝마름병, 벚나무 빗자루병, 밤나무 줄기마름병, 호두나무 탄저병, 벚나무 갈색무늬구멍병
담자균류	벼 잎집 무늬마름병, 보리 속깜부기병, 보리·밀 겉깜부기병, 맥류 줄기녹병, 맥류 줄녹병, 옥수수 깜부기병, 배나무 붉은별무늬병, 과수 자줏빛날개무늬병, 향나무 녹병, 소나무 잎녹병, 소나무 흑병, 잣나무 털녹병, 포플러 잎녹병, 활엽수 목재썩음병
불완전균류	벼 도열병, 밀 겉질마름병, 참깨 잎마름병, 콩 갈색무늬병, 콩 자줏빛 무늬병, 감자 겹무늬병(Alternaria solani), 담배 검은 뿌리썩음병, 담배 붉은무늬병, 인삼 뿌리썩음병, 인삼 탄저병, 사탕무 뺨눈무늬병, 토마토 점무늬병, 토마토 잎곰팡이병, 토마토 겹무늬병, 토마토 시들음병, 딸기·토마토 잿빛곰팡이병, 수박 탄저병, 무배추 검은무늬병, 배추 흰무늬병, 오이류 덩굴썩음병, 아스파라거스 줄기마름병, 가지 갈색무늬병, 사과나무 점무늬낙엽병, 배나무 줄기마름병, 배나무 검은무늬병, 포도나무 갈색무늬병, 갈굴 푸른곰팡이병, 소나무 잎마름병, 삼나무 붉은 마름병

\* 시설재배의 경우 자외선과 같은 특수 파장이 공급되면 잿빛곰팡이병의 포자가 많이 퍼지므로 자외선 차단 필름이용한다

(2) 세균에 의한 병

- 벼 세균성줄무늬병, 벼 흰잎마름병(유관속 증식), 벼 세균성알마름병, 맥류 검은마디병, 콩 세균성점무늬병, 콩·담배 볼마름병, 감자 둘레썩음병, 감자 더듬이병(발병부위의 콜크화), 채소 세균성무름병, 토마토·감자·오이·고추 풋마름병, 토마토·감귤 궤양병, 무·배추 세균성검은무늬병, 무·배추 검은썩음병, 가지과 풋마름병(토양전염성세균, 윤작은 효과적이지 X) 복숭아 세균성구멍병, 사과·배 화상병, 과수 근두암종병(뿌리혹병: Agrobacterium tumefaciens-토양병원성세균)
- 세균성 식물병은 다른 식물병보다 방제가 어렵고 화학적 방제도 진균성 병해에 비해 효과가 적다.
- 분류

병명	세균속	편모	그람반응	한천배지 반응
벼 흰잎마름병	Xanthomonas	단극모	음성	황색 원형 콜로니
복숭아나무 세균성구멍병	Xanthomonas	단극모	음성	백색 원형 콜로니
벼 세균성 알마름병	Burkholderia	단극모	음성	황록색 원형 콜로니
콩 세균성점무늬	Pseudomonas	단극모	음성	형광색 원형 콜로니
담배 볼마름병	Pseudomonas	단극모	음성	형광색 원형 콜로니
가지과 풋마름병	Ralstonia	단극모	음성	백색 원형 콜로니
오이류 풋마름병	Erwinia	주생모	음성	백색 원형 콜로니
채소 세균성 무름병	Erwinia	주생모	음성	회백색 불규칙한 콜로니
배나무 화상병	Erwinia	주생모	음성	백색 원형 콜로니
뿌리혹병(근두암종병)	Agrobacterium	단극모	음성	백색 원형 콜로니
감자 더듬이병	Streptomyces	분지성 사상체	양성	백색, 황갈색 원형 콜로니
감자 둘레썩음병	Clavibacter	없음(운동성 없음)	양성	

**(3) 점균에 의한 병**

-감자 가루더듬이병, 담배 잿빛먼지곰팡이병,  
무·배추 무사마귀병(산성토양)

**(4) 바이러스에 의한 병**

- 벼 오갈병, 벼 검은줄무늬오갈병(애열구), 벼 줄무늬잎마름병  
(애열구), 보리 줄무늬모자이크병,  
담배·오이·콩 모자이크병(무병종자선택, 진딧물에 의해 비영속적  
전염),  
감자 X모자이크병, 감자 Y모자이크병(진딧물),  
배추순무 모자이크병(진딧물, 재배시기 조절로 방제가능)  
감자 잎말림병(건전한 씨감자심는다),  
사과나무 고점병(점목전염)  
\* 고령지는 바이러스를 매개하는 진딧물의 수가 적다

**(5) 파이토플라즈에 의한 병**

- 대추나무·오동나무 빗자루병, 아까시나무 빗자루병,  
밤나무 누른오갈병, 물푸레나무 마름병, 뽕나무 오갈병,  
-해충구제, 테트라사이클린계 항생물질 살포

**(6) 바이로이드에 의한 병**

- 감자 갈쪽병  
- 바이러스에 준한 방제

**(7) 선충에 의한병**

- 벼 이삭선충병, 콩 시스트선충병,  
뿌리혹선충병, 뿌리썩이선충병, 소나무 재선충병  
- 토양소독, 윤작, 약제살포

# 농림해충학

## 001. 곤충의 특성 및 형태

### 01. 곤충 일반

#### 1. 곤충의 특성

##### (1) 곤충의 진화

- 알려진 동물의 종류는 120여 만종에 이르며 동물계는 몇 개의 문으로 나뉠 수 있는데 이들 중 3/4을 차지하는 곤충류는 마디 동물문에 속하는 자연군이다. 이와 같이 다양한 곤충은 종수나 개체수에 있어서나 동물중에서 가장 번성한 부류라고 볼 수 있다.

중생대	쥐라기	최초의 조류 출현
	삼첩기	포유류
고생대	이첩기	근대곤충 출현(화석곤충소말)
	석탄기	유시곤충
	데본기	무시곤충
	실루리아기	유서동물
	오르도비스기	척추동물
	캄브리아기	절지동물(삼엽충)

# 고생대 석탄기에 최초의 유시곤충 출현

##### (2) 곤충의 변성원인

- ① 외골격이 발달하여 몸을 보호
- ② 날개가 발달하여 생존 및 종족의 분산에 커다란 힘이 됨
- ③ 몸의 크기가 작아 소량의 먹이에도 활동에 지장을 받지 않게 되었고 적을 피하는데도 유리한 조건이 되었다.
- ④ 몸의 구조적인 적응력이 좋다.
- ⑤ 변태를 하여 불량 환경에 적응을 한다.
- ⑥ 종의 증가 현상을 나타낸다.

# 날개는 곤충의 진화와 번영에 결정적인 역할을 함

## 02. 곤충의 형태 및 기능

### 1. 외부형태

- 머리가슴배 3부분, 다리3쌍, 5마디(기절,전절,퇴절,경절,부절)

#### (1) 체벽(피부)

- 크게 표피 · 진피 · 기저막으로 구성
- 배자발육에서 외배엽이 발달된 것이다
- 곤충의 피부를 외골격이라고도 함
- 곤충을 물리적으로 보호
- 운동 근육이 부착하는 부위가 된다.
- 크기에 비해 표면적이 크다

##### ① 체벽(피부)구조

표피	외표피	시멘트층/왁스층(지질층)/단백성 외표피
	원표피	외원표피층/중원표피층/내원표피층/슈미트층
진피	상피세포	
	피부선	
	특수세포	감각세포/인편/모생세포/와생세포/편도세포
기저막		

# 표피층(큐티클)이 체벽의 최외각에 위치한다

- ② 외표피: 단백질+지질, 최벽 체외각에 위치, 유기용매에 안정한 고분자물질로 구성, 수분증발억제
  - 시멘트층: 표피층의 최외각에 위치, 수분조절에 관여하는 수공성과 호흡성 기능함

- 왁스층(지질층): 표피통한 투과성, 곤충내부의 수분증발조절, 짝수 탄수화물을 가진 지방산과 알코올의 에스테르화합물

- 단백질 외표피층: 중합지질로 구성

# 외표피는 시멘트층-왁스층-단백성 외표피층 순으로 구성

③ 원표피: 진피세포에서 분비되어 생성,체벽의 대부분을 차지

- 외원표피층: 곤충의 체색을 나타내는 색소 함유

- 중원표피층: 외원표피와 내원표피의 사이

- 내원표피층: 미세섬유의 배열에 의한 박막층 구조

- 슈미트층: 섬유없지만 과립성인 무형의 층 (아큐티클층)

④ 진피층 : 단층세포조직, 표면에 미세한 융모, 단백질+지질+기타화합물 등을 합성 분비, 공간을 통하여 키틴질을 분비하여 표피를 형성하게 함

- 상피세포: 체벽 구성물질 및 탈피용액 분비, 키틴분해효소와 단백질분해효소 분비하여 재활용, 표피조직 파괴시 재생기능

# 곤충의 탈피는 표피세포가 표피로부터 분리되는 것이다,

- 피부선: 외표피의 시멘트층 형성

- 특수세포: 표피 외각의 각종 부속기관이나 체표돌기의 기능에 관여하는 각종 생물 분비작용

⑤ 기저막: 진피층 및 구조없는 얇은 막, 근육이 부착되는 곳과 연결, 혈구에서 분비한 점액성 다당류 함유

# 곤충 표피는 외표피-원표피(외원표피-내원표피)-진피순이다

### (2) 머리

- 입틀, 겹눈, 흘눈, 촉각 등으로 구성

#### ① 입틀

- 윗입술, 아랫입술, 큰턱, 작은턱, 혀로 구성

- 입틀이 밖에 고정되어 있다.

- 침샘은 입틀 속의 혀와 아랫입술 사이에 있다.

- 음식을 냄새와 맛을 보는 감각기관 많다.

- 큰턱은 식물조직을 뜯어서 부수는 자르는 역할

하구식	나비목의 유충
전구식	딱정벌레(유충먹이를 쫓거나 땅을 파는데 적합).
후구식	매미목, 노린재류의 흡입성 구기(아래,뒤로 움직임)

- 섭취방법에 따른 분류

저작구형	메뚜기, 풍뎅이, 나비류 유충 큰턱이 기주식물을 잘게 부수는 역할한다
저작 활능형	꿀벌, 말벌 큰턱은 먹이를 자르거나 씹기에 편리하게, 작은턱과 아랫입술은 긴 주둥이 모양으로 변형
흡취형 활아먹는형	집파리
여과구형	물속에 사는 곤충(미생물 여과)
절단흡취형	모기, 벼룩, 등애
자흡구형 찔러서빨아먹음	진딧물,벌구,매미충류,각지벌레류,모기,벼룩 윗입술, 큰턱, 작은턱들이 하나의 바늘모양으로 가늘고 길게 변형
흡관구형 빨아먹는형	나비,나방 큰턱의 기능은 별로없고, 작은턱의 외엽이 융합하여 대롱모양의 긴 주둥리로 변형

# 저작구에는 독제, 흡취구에는 접촉제를 하용한다

#### ② 눈

- 1쌍의 겹눈, 1~3개의 흘눈(흘눈 없는 것도 있다.)



출눈	수정체없고 구조가 원시적, 빛,어둠,움직임 등만 판단
겹눈	렌즈와 수정체를 가진 작은 날눈이 이루어진 복합눈 자외선과 같은 색 볼 수 있다.

### ③ 더듬이

자루(기부)마디	
흔들(팔굽)마디	존스턴씨기관으로 소리듣거나, 바람속도 측정
채찍마디	여러 마디, 냄새맡음

#### - 더듬이 모양 분류

실모양	딱정벌레 귀뚜라미	동근악대	딱정벌레 일종
빗살	잎벌, 나방	우류	수중다리종벌
깃털	모기수컷	곤봉	나비
잎	풍뎅이	툼니	비단벌레
채찍	바퀴벌레, 뽕하늘소	염주	흰개미, 잎벌

### (3) 가슴

- 키틴질, 털이 다
- 앞·가운데·뒷가슴 3구분, 날개, 다리, 기문 등의 부속기관있다.

#### ① 날개

- 대개 2쌍, 앞날개 가운데가슴에, 뒷날개 뒷가슴에 달려있다
- 파리목에 속하는 곤충은 날개가 가운데가슴에 부착되어 있다.
- 날개형상으로 곤충 목(目) 명칭 구분 많이 함
- 날개 변형

파리목	앞날개 발달, 뒷날개는 평균곤으로 변형되어 몸의 균형유지, 감각기능
노린재목	앞날개는 변형된 반초시로 반은 딱딱하고 끝부분은 막질로 구성
딱정벌레목	앞날개 변형되어 경화된 딱지날개(시초, elytra)
귀뚜라미	앞날개의 주맥을 변형시킨 비빔대로 소리냄

#### ② 다리

- 앞가슴, 가운데가슴, 뒷가슴에 하나씩 붙어 있다.
- 다리 마디 순서  
기절(밑마디)-전절(도래마디)-퇴절(넓적다리마디)-경절(종아리마디)-부절(발목마디)
- #곤충은 다시 3쌍 거미는 다리 4쌍
- 다리 변형

물매미	뒷다리가 헤엄치기에 편리한 모양으로 변형
사마귀	앞다리가 포획하기에 편리하게 변형, 다세포성 돌기
기생곤충	날카로운 발톱
메뚜기	도약하기에 편하도록 뒷다리 변형
땅강아지	땅파기에 편하도록 앞다리가 굴착형
꿀벌	앞다리 종아리마디(경절)에 더듬이척소가 있고, 뒷다리경절에 화분통

### (4) 배

- 보통10개 내외의 마디로 되어있고 기문·항문·생식기 등 있다.
- 기문: 기체가 출입하는 곳, 공기호흡, 약체가 이곳 통해 침투
- 항문: 소화기관의 끝, 보통 배 끝에 있다.
- 외부생식기: 수컷은 9복절의 부속지가 변형되어 파악기로 발달, 암컷은 8~9복절의 부속지가 산란관으로 변형

## 2. 내부형태

### (1) 소화계

- 소화관과 부속기관으로 구성
- 타액선, 장 및 말피기씨관(배설기관)이 중요
- 소화관 구분

전장	음식물 임시저장, 기계적 소화, 식도,모이주머니(소낭),전위 등으로 구성, 입과 식도사이를 인두라함, *전위는 전장과 중장사이에서 먹이의 역류를 막는 역할
중장	표피없는 대신 점액성 단백질의 위식막으로 음식물 감싸고 효소 분비, 소화·흡수작용, 보통 위의 기능을 한다,
후장	전소장과 직장 및 항문으로 구성 표피로 덮여있어서 탈피할 때마다 새로운 표피로 대체 *직장에서 염류와 수분의 흡수작용(흰개미의 경우 직장에 공생미생물있어 목재섬유인 셀룰로오스 분해할 수 있다.)

#### # 소화기 배열

입-인두-모이주머니(소낭)-위맹낭-중장-직장

- 전장, 후장: 외배엽의 함입에 의하여 생김

중장: 내배엽에서 생김

- 타액선: 식도·인두 및 구강 내에서 타액분비 하는 곳, 나비목과 벌목의 유충은 이곳에서 견사 분비하여 집만들고, 흡혈성인 파리목의 곤충은 피를 빨 때 혈액응고를 막는 액 분비
- 말피씨기관: 중장과 후장 사이에 위치, pH나 무기이온농도 조절(삼투압조절)하면서 비틀림운동으로 배설작용, 끝은 막혀있다.
- 침샘: 대부분 곤충 가슴에 1쌍있다.

# 지상곤충은 주로 질소대사산물인 요산의 형태로 배설한다.

### (2) 순환계

- 소화관의 배면에 있는 배관으로 되어있다.
- 개방순환계를 갖고 있으므로 피는 배관을 제외하고는 일정한 혈관 내를 지나지 않는다
- 등쪽에 대동맥이 있다
- 혈액은 혈림프(혈장)과 혈구로 구성, 산소운반하지 않아 헤모글로빈이 없어 투명한 색을 띤다. 혈림프는 투명한 점액이고, 녹색, 황색, 갈색, 호박색의 색소 함유

혈림프	혈액과 림프의 두 가지 작용
혈구	식균작용, 상처치유, 해독작용

- 곤충의 심실은 보통 9개로 각 심실 양쪽에 1쌍의 심문이 있다.
- # 혈림프로 방출되는 탄수화물의 저장대는 트레할로스(비환원성 이당류)

### (3) 호흡계

- 기관, 기문, 기관주간, 기관소지, 기관지, 모세기관 등의 구성
- 절족동물에서 볼 수 있는 특유한 기관계로 되어 있다.

기문	기체출입, 가슴에 2쌍 배에 8쌍 원칙이나 종에 따라 다르다. 양측면(옆판)에 존재
기관	기체통로, 내벽에는 기관의 압력이 낮을 때 기관의 위축을 방지하는 나선사가 있다. 외배엽의 함입에 의해 발생

- 기문은 기관통해 주관과 연결되며 기관으로부터 많은 기관소지가 몸속에 있는 각 기관의 조직으로 뻗어있다.
- 기관계는 산소를 여러조직으로 운반하고 조직에서 생긴 이산화탄소 운반역할 함. 대부분의 가스교환이 여기서 이루어짐
- 기문의 기능에 따른 분류

개구식	기문이 열려있는 기능적인 기관계 -쌍기문식: 파리목 유충 -전기문식: 파리목 번데기 -후기문식: 모기 유충
폐쇄식	기문이 없거나 그 기능이 없는 기관계 -무기문식: 물방개, 강도래, 실잠자리, 기생벌

### (4) 신경계

- **중추 · 전장(내장) · 말초신경계**

① **중추신경계**

# **뇌와 배신경절로 이루어진 신경계**

# **곤충의 감각기관은 중추신경계에 속하는 뇌의 지배를 받는다**

전대뇌	복잡한행동 조절하는 중추신경계 중심부, 시각각담당
중대뇌	더듬이로부터 감각 및 운동촉색 받으며 촉각각담당
후대뇌	이마신경절 통해 뇌, 위장신경계를 연결시 운동에 관여

- 뇌는 일반적으로 식도신경환에 의해 식도하신경절에 연결, 큰턱, 작은턱, 아랫입술을 나타내는 세개의 융합된 신경절로 구성

# 식도하신경절은 큰턱, 작은턱, 아랫입술의 운동을 촉진시키거나 억제시키는 작용

② **전장신경계(내장신경계):** 곤충의 교감신경계. 전장, 타액, 대동맥, 입의 근육 등을 지배, 주로 소화기관 주위를 감싸고 있는 근육에 작용하는 신경계

③ **말초신경계:** 중추신경계와 전장신경계에서 나온 모든 신경들

운동신경	근육이나 분비샘 등의 반응 기관등에 자극전달
감각신경	감각수용기들에서 중추신경절로 들어가는 신경

**(5) 생식계**

- **뱃속에서 발달, 원칙적으로 양성생식계의 자웅이체이나 이세리아각지벌레처럼 자웅동체도 있다.**

- **자성생식계:** 암컷생식기관으로 난소·수란관·수정란으로 구성, 난소의 몸의 좌우에 1개씩있고 수란관의 배벽에 연결된 수정란에는 정자가 저장

- **웅성생식계:** 수컷생식기관, 고환(정집)·수정관·사정관으로 구성, 고환은 정자생산. 수정관의 일부가 커져 저장낭으로 변한것도O, 파약기는 교미시 음컷을 붙잡는 기관으로 음경옆에 붙어 있다.

**(6) 근육계**

- 근육 분포에 따라 내장근육, 환절근육, 부속지근육

중주근	배면과 복면, 이 근육의 수축에 의해 몸전체가 수축되고 배면이나 복면으로 구부러지기도 함
배복근	몸마디의 배판과 복판을 연결, 측근과의 공동작업에 의해 몸마디를 압축시킴으로써 호흡작용 돕는다
측근	배판과 측판, 측판또는 기문과 복판 연결
익근	배판에 부관하여 배판의 수축과 팽창에 관여

# **근육섬유를 수축시키는 무기이온은 Ca<sup>2+</sup>로 근육이 수축할 때 농도가 높아지고 이완 될 때 농도가 낮아진다.**

**(7) 감각기관**

시각	겹눈, 홑눈이 작용
후각	촉각또는 입틀에 있는 감각기 작용
미각	입틀 각부분과 감각모작용, 다리감각기(파리·네발나비류)
청각	감각모, 고막기관(메뚜기목), 존스톤기관(모기·모기붙이 수컷의 촉각경절)이작용
촉각	각 부분에 분포하는 감각과 감각돌기가 작용

**(8) 분비계**

- 체벽의 각종 물질과 체내대사를 위해 혈액분비

① **외분비선:** 외부염성의 기원, 분비물을 체외나 내장에 보내고 곤충 체표면에 두루 퍼져있다

침샘	전장의 양쪽에 위치
표피샘	꿀벌에서 왁스 분비하여 벌집 짓는데 사용
약취선	노린재류에서 불쾌한 냄새 탄화수소 유도체분비
이마샘	흰개미류에서 곤적한 방어용 물질 분비
배끝마디샘	딱정벌레에서 불쾌한 물질 분비
여왕물질	여왕벌 큰턱마디 샘에서 분비, 일벌들의 여왕벌 생성억제
페로몬	냄새로 의사를 전달하는 신호물질

- **페로몬:** 같은종의 다른성, 같은종의 다른개체에 정보전달 목적으로 분비, 개체간에 특이한 반응이나 행동을 유발시키며, 자연적으로 발생하고 무독하며 환경오염 없다,

- 페로몬 종류

성페로몬	같은 곤충 종간 상대 성 개체유인
집합	나무좀,저곡해충,톡도기류 등이 먹이, 서식지 찾았을 때 알리기 위해
경보	사회생활(벌,개미),집단생활(진딧물,노린재류)하는 곤충이 위험을 알리기 위해분비, 휘발성 강해 빠르게 전파되고 빠르게 사라짐
길잡이	사회성 곤충(개미,흰개미)이 서식지로 이동하기 위한 길 표지 분비로 효과가 지속됨
분산	같은 곤충 종 개체들의 과밀현상 막기위해 분비, 다리의 감각기에 접촉하여 감지
계급	사회성 곤충에서 각각의 계급질서 유지위해 분비

- **성페로몬:** 여러 성분의 복합체로 미량으로 먼거리까지 작용, 보통 더듬이에 분포하는 화학수용기관에서 받아들여진다. 주로 나비목의 곤충 多, 대부분 암컷이 분비, 최초 성페로몬은 1959년 누에나방 암컷에서 분리 동정된 붐비콜

- 페로몬 트랩종류

깔대기형	담배거세미나방, 파밤나방
끈끈이트랩	굴나방, 잎말이나방
수반트랩	진딧물, 파밤나방
Pet병트랩	농가에서 간이제작하여 담배거세미나방, 파밤나방 등의 예찰용으로 이용

- 성페로몬의 이용분야와 목적

이용분야	목적
발생예찰	해충발생시기에 페로몬트랩 설치하여 죽은성충의 밀도를 보고 대상해충 발생예측하여 약제살포결정
대량유살	페로몬트랩에 의한 대상 해충의 대량포획으로 차세대 밀도 감소, 암컷을 유인하지 못하는 결점
교미교란	성페로몬 대상 해충의 교미를 교란
생물자극제	대상 해충의 활력을 조장하여 살충제에 접촉할 수 있는 가능성 높임

- 기타 통신용 화학물질: 같은 종 개체간 정보전달 목적의 분비 물질은 페로몬이라 하고, 다른 종 개체간 정보전달 목적의 분비 물질은 타감물질이라한다.

- 타감물질 구분

알로몬	생산자에게 유리, 수용자에게 불리한 방어물질
카이로몬	생산자에게 불리, 수용자에게 유리한 방어물질
시노몬	생산자 수용자 모두에게 유리

# 곤충의 방어물질은 총칭 알로몬이다.

② **내분비선:** 외부비선의 독립작용과는 달리 서로 긴밀한 관계를 유지하면서 호르몬 분비하여 혈액에 방출. 카디아카체, 알라타체, 앞가슴선(전흉선), 전대뇌, 식도하신경절, 환상선, 신경분비세포 등에서 분비, 해단 표적기관이나 조직에서만 작용

카디아카체	심장박동 조절에 관여
알라타체	성충으로서는 발육억제하는 유충호르몬(유약호르몬, 변태조절호르몬)생성, 성충기에 가까워짐에 따라 분비량이 줄어든다. 뇌신경 분지세포의 호르몬과 관계 있다.
앞가슴선	번데기 축진에 관여, 탈피호르몬(MH)엑디손과 허물벗기호르몬(EH), 경화호르몬분비
환상선	파리류 유충에서 작은 환상 조직이 기관으로 지지
신경분비세포	누에의 휴면호르몬 분비

**(9) 특수조직**

- 지방체: 노숙유충에서 많이 볼수 있는 백색조직, 곤충의 중간 대사에 관여, 체강 안의 각 기관 사이에 가득 차 있다, 척추동물의 간에 해당하는 영양분의 저장, 단백질의 합성, 해동작용, 배설 작용 등의 역할
- 편도세포: 탈피할 때 표피의 어떤 생성물질을 합성하는 특수작용에 관여하는 황갈색 띠 대형의 세포

**01. 곤충의 분류**

**1. 곤충의 분류**

**(1) 분류의 목적**

- 현재 지구상에 살고 있는 곤충과 예전에 살고 있었던 종 상호간의 유연 관계를 연구하여 곤충 전체의 계통을 조사하고 곤충과 다른 동물과의 유연관계를 밝히는데 있다.

**(2) 분류의 단위**

- 분류학상의 기본단위는 종에 두고 있다.
- 강, 아강, 목, 아목, 과, 아과, 속, 아속, 종, 아종, 변종 순
- 곤충의 목분류는 일반적으로 입과 날개의 진화정도, 날개의 모양, 변태의 방식 및 진화정도에 의하여 이루어짐.

**2. 각 목의 형태 특성**

<b>무시아강</b> (원래 날개 없다)	톡도기목-알톡도기 낫발이목-일본 낫발이 좀붙이목-좀붙이, 집게좀붙이 좀목-좀, 돌좀				
<b>고시류</b> (날개 접을수 없다)	하루살이목-하루살이 잠자리목-잠자리				
<b>유시아강</b> (날개 퇴화되어 없는 것도있다)	<table border="1"> <tr> <td><b>외시류</b> 불완전 변태</td> <td>털이목-뿔털이, 소털이 바퀴목-바퀴 강도래목-강도래 민벌레목-민벌레 이목-몸이, 사면발이 다듬이벌레목-민다듬이벌레 노린재목-육서, 반수서, 진수서군 집게벌레목-집게벌레 사마귀목-사마귀 총채벌레목-버총채벌레 대벌레목-대벌레 매미목-진딧물, 깍지벌레, 멸구, 매미충 메뚜기목-메뚜기, 여치, 귀뚜라미, 땅강아지</td> </tr> <tr> <td><b>신시류</b> (접을수 0)</td> <td>흰개미목-일흰개미, 병정흰개미 흰개미붙이목-흰개미붙이 갈르와벌레목-갈르와벌레 딱정벌레목-딱정벌레, 바구미, 소나무좀 풀잠자리목-풀잠자리, 개미귀신 뱀장자리목-뱀장자리 약대벌레목-약대벌레 벌목-벌, 말벌, 개미, 잎벌, 밤나무순혹벌 밀들이목-밀들이 부채벌레목-부채벌레 날도래목-날도래 파리목-모기, 파리, 각다귀, 등에, 흑파리 벼룩목-벼룩 나방목-나비, 나방</td> </tr> </table>	<b>외시류</b> 불완전 변태	털이목-뿔털이, 소털이 바퀴목-바퀴 강도래목-강도래 민벌레목-민벌레 이목-몸이, 사면발이 다듬이벌레목-민다듬이벌레 노린재목-육서, 반수서, 진수서군 집게벌레목-집게벌레 사마귀목-사마귀 총채벌레목-버총채벌레 대벌레목-대벌레 매미목-진딧물, 깍지벌레, 멸구, 매미충 메뚜기목-메뚜기, 여치, 귀뚜라미, 땅강아지	<b>신시류</b> (접을수 0)	흰개미목-일흰개미, 병정흰개미 흰개미붙이목-흰개미붙이 갈르와벌레목-갈르와벌레 딱정벌레목-딱정벌레, 바구미, 소나무좀 풀잠자리목-풀잠자리, 개미귀신 뱀장자리목-뱀장자리 약대벌레목-약대벌레 벌목-벌, 말벌, 개미, 잎벌, 밤나무순혹벌 밀들이목-밀들이 부채벌레목-부채벌레 날도래목-날도래 파리목-모기, 파리, 각다귀, 등에, 흑파리 벼룩목-벼룩 나방목-나비, 나방
<b>외시류</b> 불완전 변태	털이목-뿔털이, 소털이 바퀴목-바퀴 강도래목-강도래 민벌레목-민벌레 이목-몸이, 사면발이 다듬이벌레목-민다듬이벌레 노린재목-육서, 반수서, 진수서군 집게벌레목-집게벌레 사마귀목-사마귀 총채벌레목-버총채벌레 대벌레목-대벌레 매미목-진딧물, 깍지벌레, 멸구, 매미충 메뚜기목-메뚜기, 여치, 귀뚜라미, 땅강아지				
<b>신시류</b> (접을수 0)	흰개미목-일흰개미, 병정흰개미 흰개미붙이목-흰개미붙이 갈르와벌레목-갈르와벌레 딱정벌레목-딱정벌레, 바구미, 소나무좀 풀잠자리목-풀잠자리, 개미귀신 뱀장자리목-뱀장자리 약대벌레목-약대벌레 벌목-벌, 말벌, 개미, 잎벌, 밤나무순혹벌 밀들이목-밀들이 부채벌레목-부채벌레 날도래목-날도래 파리목-모기, 파리, 각다귀, 등에, 흑파리 벼룩목-벼룩 나방목-나비, 나방				

**1. 무시아강**

- 대개 기관 없고 변태하지 않고, 날개 발견 X
- 종류
  - 특도기목-알톡도기
  - 낫발이목-일본 낫발이
  - 좀붙이목-좀붙이, 집게좀붙이
  - 좀목-좀, 돌좀

**(1) 특도기목**

- 겹눈은 홑눈 모양으로 배열
- 저작구 입틀이 머리통 안에 들어 있다..
- 촉각은 짧고 5~6절이다. 날개는 없으며 배는 6절이내인데 제 1배마디에 복관있고 제4절에는 도약기가 1쌍 있다.
- 더듬이의 모든 마디에 근육이 있다.
- 외부생식기, 말피기씨관은 없다

**(2) 낫발이목**

- 백색, 더듬이, 겹눈 없다
- 입틀은 자흡구
- 12개의 마디가 뚜렷, 1~3절에는 1쌍씩의 다리
- 기관은 퇴화되었거나 없다
- 증절변태

#특도기목-저작형 입틀, 더듬이 있다  
 낫발이목-자흡구 입틀, 더듬이와 겹눈 없다

**(3) 좀붙이목**

- 겹눈, 홑눈 없고 발목마디는 1개, 대개 배마디에 배다리 있다.
- 저작구형 입틀이 머리 내부에 함입
- 더듬이는 여러 마디

**(3) 좀목**

- 저작형 입틀, 많은 마디의 더듬이
- 겹눈 있는 것과 없는 것 있다.
- 발목마디는 2~4마디, 배는 11마디, 배끝마디에 3개의 꼬리털
- 말피씨기관 있다

**2. 유시아강**

고시류 (날개 접을수 없다)	
신시류 (날개 접을수 0)	외시류 불완전변태
	내시류 완전변태

**(1) 고시류**

**① 하루살이목**

- 저작형 입틀, 퇴화 혹은 없다
- 더듬이 2마디, 짧다
- 날개는 거의 삼각형, 날개맥 많고 꼬리털은 2~3개
- 뒷날개가 앞날개 보다 훨씬 작고 때로는 없다.
- 약충은 수중생활은 한다
- 약충기와 성충기 사이의 아성충기에도 날 수 있고, 그 후 한번 더 탈피하여 완전한 성충이 된다.
- 불완전변태

**② 잠자리목**

- 저작형 입틀이며 식육성
- 겹눈 발달

- 아랫입술은 먹이를 잡기에 발달
- 불완전변태

**(2) 신시류**

**1) 외시류 - 불완전 변태류**

**① 털이목**

- 몸 납작 조류나 포유류의 외부에 기생하는 위생해충
- 입틀은 구조 변화 多, 더듬이는 3~5마디
- 겹눈은 작거나 없고, 홑눈은 없다

**② 바퀴목**

- 타원형 납작, 더듬이 매우 가늘며 길다.
- 입틀은 저작형, 겹눈 매우 발달
- 장티프스, 콜레라 옮기는 위생해충

**③ 강도래목**

- 저작형 입틀이나 성충에서 퇴화한 것도 多
- 더듬이는 길며 마디가 多
- 날개 2쌍, 뒷날개가 앞날개보다 크다
- 암컷은 산란관 없고 쌍꼬리는 길고 다수의 마디
- 발마디는 3마디, 약충은 물속에서 기관아가미로 호흡

**④ 민벌레목**

- 우리나라에서 발견 X

**⑤ 이목**

- 납작, 짐승, 사람에게 기생
- 발진티프스 매개하는 위생해충
- 입틀은 자흡구형, 겹눈은 퇴화 혹은 없고, 홑눈 없다
- 더듬이는 3~5마디, 가슴은 한 덩어리로 뭉쳐있으며 날개 없다
- 배 9마디, 쌍꼬리 없다
- 가슴의 숨문은 등쪽에 있다

**⑥ 다듬이벌레목**

- 몸 길이 0.5~10mm , 저장식품, 표본 등에 피해
- 저작형 입틀
- 더듬이는 여러마디, 발목마디는 2~3마디
- 날개 있거나 없다.
- 앞날개와 날개무늬 크고 쉴때 지붕모양으로 배위에 놓으며 쌍꼬리 없다.

**⑦ 노린재목**

- 머리는 자유롭게 부착
- 입틀은 자흡구형, 전구식,하구식, 아랫입술 길게 발달, 그 속에 큰 턱과 작은 턱이 겹쳐져 주사침 모양
- 더듬이 2~10마디(25마디),
- 겹눈 크고, 홑눈 있거나 없다
- 날개 2쌍, 앞날개는 반초시로 밑부분은 두터운 혁질이고 끝부분은 막질로 구성되어 매미목과 구별, 뒷날개는 전체가 막질
- 초식성, 포식성
- 구분

육서군	노린재과, 방패벌레과, 빈대붙이과
반수서군	소금쟁이과, 갯노린재과
진수서군	송장헤엄치게과, 물벌레과

- 특수한 냄새샘으로 몸보호
- 식물병의 매개충 역할도 한다

# 노린재목에 속하는 진달래방패벌레는 불완전 변태

⑧ 집게벌레목

- 저작형 입틀
- 날개 두쌍이지만 없는것도 있다. 앞날개는 짧고 두터우며 날개맥이 없고, 뒷날개는 반달모양이며 날개맥이 방사형을 달린다
- 발목마디는 3마디, 한쌍의 꼬리털은 집게로 변형
- 식육성

⑨ 사마귀목

- 중형~대형 식충성
- 앞다리 길고 퇴절과 경절 사이에 가시돌기
- 입틀, 내부기관, 생식기 등은 바퀴와 흡사
- 입틀은 저작형, 겹눈 발달
- 종마다 특이한 모양의 알덩어리로 월동
- 유익한 곤충

⑩ 총채벌레목

- 몸길이 0.6~12mm
- 입틀 좌우가 같이 않다, 왼쪽 큰턱이 한 개만 발달하여 먹이의 즙액 빨아 먹는다(흡취구형)
- 주로 양성생식이고 단위생식도 한다.
- 더듬이는 6~10마디
- 2쌍의 날개 가늘고 길며, 날개맥 없고 가장자리에 규칙적인 긴 털
- 아목에 따라 번데기의 과정을 거치기도 한다

⑪ 대벌레목

- 몸이 매우 가늘고 긴 막대기 모양, 나뭇잎 모양
- 3쌍의 다리는 크기가 거의 같고 행동 느리다
- 입틀은 저작형 날개 있는 것과 없는 것 있다.
- 식식성이어서 해충으로 간주

⑫ 매미목

- 0.3~8.0mm
- 머리는 후구식, 주둥이는 머리아래 또는 앞다리기절 사이에 나와있다.
- 입틀은 자흡구형, 겹눈 발달
- 앞가슴 등판은 작은편이고 밑도래마디는 대개 크고 다리의 부절은 1~3절
- 앞날개는 막질이거나 키틴화되어 있지만 전체적인 구조는 갖고 대개 쉬고 있을 때 날개를 지붕으로 접는다.
- 양성생식, 진딧물류와 같이 단위생식하는 것들 많고 번식력 ↑
- 깍지벌레 수컷은 1쌍의 앞날개만 발달하고 번데기 시기 갖고 있어 완전변태하나 암컷은 날개없고 불완전한 다리와 촉각 있다.
- 진딧물, 깍지벌레, 멸구, 매미총류, 온실가루이
- 구분

복문아문	나무이과, 가루이과, 진딧물과, 깍지벌레과
경문아문	멸구과, 매미과, 뽕매미과, 매미총과, 거품벌레과

- 농림작물의 중요 해충

⑬ 메뚜기목

- 입틀은 전형적인 저작형, 겹눈 발달, 광식성
- 날개는 두 쌍, 퇴화된 것도 있다. 앞날개는 두터운 가죽질의 복시, 뒷날개는 크고 날개맥 많으며 막질

- 암컷의 산란관은 잘 발달 되어 있고, 제7,8배마디에 숨겨져 있지 않고 수컷 생식기는 제9배마디 배판속에 숨겨져 있다.
- 쌍꼬리는 짧고 마디 없으며, 특별한 발음기관과 청각기관 발달
- 메뚜기, 여치, 귀뚜라미, 땅강아지 등 농림해충

⑭ 흰개미붙이목

- 우리나라에 거의 없다
- 제1발마디가 크고 넓적하며 그 아래부분에서 실을 토한다.

⑮ 흰개미목

- 사회생활을 하는 곤충
- 저작형 입틀
- 앞뒤 날개 모양과 크기 같고 쉴때는 등 위에 수평으로 놓는다.
- 발마디는 4마디 꼬리털은 한쌍
- 여왕·일흰개미·병정개미 등 여러 형 있다.
- 암컷은 변태하지 않고 수컷은 불완전 변태

16 갈르와벌레목

- 날개 없고, 겹눈 퇴화되었거나 없고, 흘눈 없다
- 더듬이는 긴편, 세쌍의 다리는 거의 같은 모양
- 암컷 산란관 발달, 수컷 생식기에 좌우가 다른 2개의 골편

2) 내시류 - 완전 변태류

① 딱정벌레목

- 저작형 입틀
- 머리는 전구식, 하구식
- 성충은 대개 외골격 발달
- 날개 있는 것 없는 것 있다.
- 크기, 식성, 서식장소, 가해특성, 더듬이 형태 등이 매우 다양
- 날개는 2쌍, 앞날개는 변형되어 경화된 딱지날개(시초,elytra)
- 번데기의 부속지는 몸에 꼭 붙지 않고 떨어져 있다(나용), 이런 나용이 때로는 고치속에 들어 있다.
- 딱정벌레, 풍뎡이, 나무좀, 바구미, 하늘소, 잎벌레, 무당벌레
- 곤충강의 40%차지, 가장 큰 목이다

② 풀잠자리목

- 저작형 입틀이지만 기능은 자흡구형, 큰턱이 길게 발달
- 여러개의 마디로 된 긴 더듬이
- 겹눈 크며 두쌍의 날개는 매우 얇다.
- 유충은 대개 육지에 살며 3쌍의 다리가 있고 배다리는 없다
- 유충과 성충이 모두 식충성
- 육서종은 진딧물, 개미 등의 천적

③ 뱀잠자리목

- 대형곤충
- 저작형 입틀
- 겹눈 크고, 두쌍 날개는 그 질과 맥상이 비슷, 날개맥이 많다.
- 유충은 물에 살고 성충과 번데기는 육지에 산다
- 유충도 저작형 입틀, 더듬이 있고 6개의 작은눈으로 된 겹눈 있고, 다리가 발달, 배의 각 마디에 쌍으로 된 기관아가미 있다.

④ 약대벌레목

- 저작형 입틀, 겹눈은 크고 앞뒷날개는 매우 흡사
- 두쌍의 날개는 투명하고 날개맥 많고 뱀잠자리목과 흡사하지만 목이 매우 길어 구분된다
- 암컷에는 긴 산란관있다.

- 유충은 육지 생활을 하며 여러 마디로 된 더듬이와 겹눈 있고 다리는 발달되어 있으나 배다리는 없다

⑥ 벌목

- 저작형 또는 활는 형 입틀
- 암컷에는 여러 가지 모양의 산란관 있다.
- 날개 있거나 없고, 앞뒤 날개는 모양 다르고 날개맥이 비교적 적고 막질로 구성
- 겹눈 발달, 다양한 모양의 촉각
- 잎벌아목과 벌아목으로 크게 구분
- 벌, 말벌, 개미, 잎벌
- # 잎벌과에 속하는 잎벌, 흰개미 등의 더듬이는 염주모양

⑦ 밀들이목

- 소형~중형 곤충
- 앞뒷날개는 그 모양과 맥상이 비슷
- 저작형 입틀은 주둥이 모양으로 길게 뻗은 얼굴 끝에 위치
- 겹눈은 크고 더듬이 길고 쌍꼬리는 짧으며 식육성
- 수컷은 배 끝에 교미기가 발달

⑧ 부채벌레목

- 입틀은 퇴화 또는 없다
- 암컷은 날개와 다리가 없는 유충모양, 겹눈과 더듬이도 없다
- 수컷에만 날개있고 앞날개는 몽둥이 모양으로 퇴화되고 뒷날개는 큰 부채모양
- 유충에서 번데기에 이르는 사이에 번데기 같이 쉬는 시기가 있는 과변태
- 대부분 벌목 멸구류 등 곤충에 외부기생

⑨ 날도래목

- 퇴화된 저작형 입틀이고 큰턱이 없다.
- 날개의 털이 있어서 나비목과 구별
- 더듬이는 길고 기관아가미로 호흡
- 2쌍의 날개는 쉴 때 배위에 지붕모양으로 놓는다
- 유충은 물속에 살며 흔히 실을 토해 굴뚝 모양의 집을 만들고 그 속에 배를 넣고 이동할때는 이것을 끌고 다닌다.

⑩ 파리목

- 앞날개는 정상적이지만 뒷날개는 평균곤으로 변형되어 몸의 균형 및 감각기능 나타낸다
- 빠는 형, 활는형의 입틀이나 자흡구형 입틀도 있다
- 앞날개가 있는 가운데가슴이 매우 발달하고 앞가슴은 작다
- 유충은 다리가 없는 구데기 모양 머리가 퇴화
- 번데기는 마지막 유충의 껍질속에 들어 있다(위용)
- 파리, 모기, 각다귀

⑪ 벼룩목

- 소형곤충, 날개 없고, 자흡구형 입틀, 겹눈 없고 홑눈2개
- 성충은 몸이 좌우로 납작, 다리의 밑마디가 매우크며 뒷다리가 커서 뛰는데 알맞다
- 짐승의 외부에 기생하여 피빨아 먹는다
- 유충은 몸이 길고 원통형, 눈과 다리가 없고 기생생활을 하지 않고 먼지를 먹고 산다
- 페스트, 발진열 매개

⑫ 나비목

- 성충의 입틀은 작은 턱이 길게 발달하여 관 형성
- 가슴에 3쌍의 다리와 2쌍의 날개
- 배안의 생식기관에는 교미를 하는 교미구와 산란을 하는 산란구 등 2개의 생식구 있다.
- 겹눈은 크고 몸에 털 多, 털이 변형한 가루도 덮여있다
- 날개는 잘 발달, 앞뒤 날개 모양 다르고 날개 없는 것도 있다
- 앞뒤 날개 사이에 비상시 서로 날개연결을 위한 특수장치
- 유충은 씹는 입틀 발달 몸은 원통형 다리가 3쌍, 배다리(복지) 2~5쌍, 다 자란 유충은 고치를 만들어 번데기가 되는 것 있다
- 번데기의 부속지는 몸에 꼭 붙어 있다(피용)
- 나비, 나방
- 딱정벌레목 다음으로 종수 많다

\* 거미강

거미는 절절동물문의 거미강에 속하므로 곤충을 보지않는다. 거미강에는 거미, 진드기, 응애, 전갈 등이 있다.

# 선충은 선형동물문에 속한다

II. 곤충의 생태

1. 생활사 : 알에서 부화되어 성충이 교미 후 알을 낳게 되는데, 1회전을 생활환이라 한다.

1) 곤충의 변태 : 알에서 부화한 유충은 여러 차례 탈피를 거듭한 후 성충으로 변하는데 이와 같은 현상을 변태라고 한다.

- 완전 변태 => 알에서 부화한 유충이 번데기를 거쳐 성충이 되는 것

- 과변태 => 가래과의 곤충에 있어서 유충이 다형인 경우

- 불완전 변태 => 알에서 부화하여 유충과 번데기라는 명백히 구분된 기간을 거치지 않고 곧 바로 성충이 되는 것. 이 때의 어린 벌레를 **약충**이라 한다.

① 부화 : 알껍질 속의 배자가 일정한 기간을 경과하여 완전히 발육하면 알껍질을 깨트리고 밖으로 나오게 되는데 이것을 부화라 함

② 유충의 성장  
탈피 => 유충의 몸은 자라지만 몸을 덮고 있는 표피는 늘어나지 않으므로 묶은 표피를 벗어야 하는데 이와 같은 현상을 말함

령기 => 부화 유충이 탈피할 때까지의 기간, 탈피한 후 탈피할 때까지의 기간, 마지막으로 탈피하여 번데기가 될 때까지의 기간

령충 => 각 기간의 유충  
1령충 => 1회 탈피할 때까지,  
2령충 => 1회 탈피한 것,  
3령충 => 2회 탈피한 것  
4령충 => 3회 탈피한 것

③ 용화 : 충분히 자란 유충은 먹는 것을 중지하고 유충시대의 껍질을 벗고 번데기가 되는데 이와 같은 현상을 용화

④ 우화 : 번데기(불완전 변태류의 경우에는 약충)가 탈피하여 성충이 되는 것

⑤ 교미 : 교미는 암컷의 생식기 속에 수컷의 정액을 주입하는 작용

⑥ 산란 : 곤충의 알은 암, 수의 교미에 의하여 수정작용이 이루어진 다음에 산출 되는데 이와 같은 현상을 산란이라 함.

2) 곤충의 경과

① 세대 : 알에서 유충 번데기(또는 유충)를 거쳐 성충이 된 다음 다시 알을 낳게 될 때까지를 1세대라고 하는데 이와 같은

변화를 생활사라고 한다.

- ② 산란 전기 : 암컷은 성장하면 교미하고 알을 낳게 되는데 우화 후 알을 낳게 될 때까지의 기간
- ③ 난기 : 낳은 알이 부화할 때까지의 기간을 난기라고 한다.
- ④ 유충기 : 알에서 부화한 유충이 번데기가 될 때까지의 기간을 유충기라고 한다.
- ⑤ 용기 : 번데기가 된 후 우화할 때까지의 기간을 용기
- ⑥ 성충기 : 번데기가 우화 되어 나온 성충의 시기
- \* 생식
- ㉠ 양성생식 : 암수 교미로 생김. 배추흰나비등 대부분의 곤충
- ㉡ 단위생식 : 암컷만으로 생식.  
밤나무 순혹벌, 민다듬이벌레, 진딧물류(여름)
- ㉢ 다배생식 : 수정 된 난핵이 분열하여 각각의 개체로 발육  
1개의 정핵난에서 여러개의 유충발생, 송충알좀벌
- ㉣ 유생생식 : 유충이나 번데기가 생식하는 것으로서 체파리

## 2. 곤충의 특성

1) 서식 장소 : 육서, 수서

2) 식성

(1) 식물질을 먹는 것

- ① 식식성-식물에서 영양을 섭취하는 것
- ② 균식성-균류를 먹이로 하는 것
- ③ 미식성-미생물을 먹는 것

(2) 동물질을 먹는 것

- ① 포식성-살아있는 곤충을 잡아먹는 것
- ② 기생성-다른 곤충에 기생생활을 하는 것
- ③ 육식성-다른 동물을 직접 먹는 것
- ④ 시식성-다른 동물의 시체를 먹는 것

3) 주성 : 동물이 어떤 자극을 받고 몸이 자극이 미치는 방향으로 움직이는 성질 및 물러나는 성질

① 주광성

곤충도 종류에 따라서 양성과 음성의 주광성을 가진다.

양성 주광성을 가진 것 - 나비, 나방

음성 주광성을 가진 것 - 구더기, 바퀴벌레

② 주화성(走化性) : 곤충은 종류에 따라서 특수한 식물에다 알을 낳고 유충이 특수한 식물만 먹는 것은 그 식물이 가지고 있는 화학 물질에 유인되기 때문이다.

③ 주수성 : 수서곤충에서 많이 볼 수 있다. 즉, 수서곤충을 잡아다가 땅 위에 놓아두면 언제나 물이 있는 방향으로 도망치려 한다.

④ 주촉성 : 다른 물건에 접촉하려는 주성을 말한다.

⑤ 주류성 : 물고기가 물이 흘러오는 방향으로 거슬러 올라가는 것과 마찬가지로 곤충도 물이 흘러오는 쪽을 향해서 운동

⑥ 주풍성 : 바람에 의한 영향을 받는 성질

⑦ 주지성(走地性) : 곤충이 앉을 때 머리쪽이 땅을 향하거나 반대로 앉는 성질

⑧ 주열성 : 주온성 이라고도 한다.

## III. 곤충의 형태

### 1. 외부구조

1) 피부

① 표피층

㉠ 외표피 : 단백질과 지질로 구성된 매우 얇은 층으로서 수분의 증발을 억제하는 기능

㉡ 원표피 : 성충 표피의 대부분을 차지하는 것으로서 단백질과 Chitin으로 만들어 진다.

- 외원표피 → quinone 등에 의하여 단단하게 되고, 일반적으로 빛깔도 어둡게 된다.

- 내원표피 → 안쪽의 그대로 남게 되는 대부분

내원표피는 다음번의 탈피과정 초기에 모두 소화 흡수되어 재활용되며 벗어 던져버린 껍질은 외원표피와 외표피로 전체표피의 약 1/3 이하만 소실한다.

② 진피세포 : 표피를 이루는 단백질, 지질, Chitin 화합물 등을 합성, 분해 해주는 한 층의 세포군으로서 탈피 시에는 내원표피를 소화시키는 탈피액을 분비한다.

### 2) 머리

① 입

㉠ 저작구 - 먹이를 씹어 먹는 형으로서 메뚜기, 바퀴, 딱정벌레, 나비, 나방류

㉡ 흡수구 - 액체성의 음식물을 빨아들이는 곤충들 액체를 빨아들이기 위한 펌프 발달

② 눈 : 대개 1쌍의 겹눈과 1~3개의 홑눈이 있지만 종류에 따라 홑눈이 없는 것도 있다.

③ 촉각(더듬이)

\* 촉각은 많은 마디로 되어 있으며 1쌍이다.

제1절은 병절(자루마디), 제2절은 경절(팔굽마디),

제3절은 편절(채찍마디)

\* 촉각의 여러 가지형 : 사상(실꼬), 편상(채찍꼬), 영주상(영주꼬), 거치상(톱니꼬), 줄치상, 곤봉상, 구간상, 새염상 등

3) 가슴 : 앞가슴, 가운데가슴, 뒷가슴의 3부분으로 되어 있다.

㉠ 날개-대개 2쌍이며 앞날개는 가운데 가슴에 뒷날개는 뒷가슴에 달려있다. 나비, 나방 따위는 앞날개의 폭이 넓고 연약하며 보통 삼각형으로 되어 있어 앞쪽을 정연, 바깥쪽을 외연. 파리목에 있어서는 뒷날개가 퇴화되어 평균곤을 이루고 있고 부채벌레목에서는 앞날개가 퇴화하여 작대기 모양의 의평균곤을 이룬다. 날개는 얇은 각질이며 날개 속의 기관이 변화하여 시맥이 된다. 메뚜기와 딱정벌레류는 뒷날개만이 있는데 이용되고 앞날개는 시초(초시)로 변형되어 뒷날개를 보호하는 역할

㉡ 기문 : 가운데 가슴과 뒷가슴에 1쌍씩 있는 것이 많다.

㉢ 다리 : 다리는 앞가슴, 가운데가슴, 뒷가슴에 1쌍씩 붙어 있는데 5마디로 되어있다. 기절(말마디), 전절(도래마디), 뒤절(넙적다리) 경절(종아리 마디) 부절(발마디)

4) 배 : 보통 10개 내외의 마디로 되어 있다. 피부는 연약하지만 단단한 시초 또는 많은 털에 의해 보호되고 있다.

① 외부 생식기 「씩은 ...」

② 쌍고리 : 배의 제일 끝마디의 부속기로 공기의 흐름을 탐지하는 감각털이 모여있다.

### 2. 내부의 형태

1) 소화계

소화계는 체강의 중앙을 세로 뺀 소화관 및 이것과 직접, 간접으로 연락되어 있는 부속선으로 구성되어 있는데, 주요한 것은 타액선, 장 및 말피기세포 등이다. 소화관은 전장, 중장 및 후장의 3부분이 주체가 되며 앞쪽은 입으로 끝나고 뒤쪽은 항문으로 끝난다. 전장과 중장 사이에는 분문판이 있으며 중장과 후장 사이에는 유문판이 있다.

2) 순환계

개방 순환계이며 심실은 보통 9개로 각 심실 양쪽에는 1쌍의 심문이 있다.

식세포 → 미생물, 기생성 생물 침입 시 제거

포낭세포 ⇒ 혈액 응고에 관여

3) 호흡계

(1) 기문 ⇒ 기문은 보통 가슴에 2쌍 배에 8쌍 도합 10쌍 있는 것이 원칙이다.

(2) 기관 ⇒ 표피를 덮고 있고 기관내부에는 나연사가 용기를 형성하여 기관에의 압력이 낮을 때 기관이 위축됨 위험을 방지하는 역할을 한다.

(3) 모세기관

산소는 모세기관의 벽을 통하여 확산되어 근육 등 여러 조직들에 공급되며 곤충의 탈피 시에도 모세기관의 표피는 그대로 남지만 그 밖의 모든 기관은 벗겨져 새로운 표피로 바뀐다.

기관새 ⇒ 수서곤충의 유충은 기관새라는 호흡기관이 발달되어 물속에 녹은 산소 흡수

(4) 개구식 기관계(완기문식 기관계) ⇒ 쌍기문식, 전기문식, 후기문식

(5) 폐쇄식 기관계 ⇒ 저장기관새

4) 신경계

(1) 중추신경계

뇌와 복신경색(배신경줄)으로 구성되며 몸의 각 마디에는 원칙적으로 1개의 신경구 및 다른 마디의 신경구와 이것을 연결하는 1쌍의 신경색이 있다.

식도상신경구 ⇒ 뇌가 식도 위에 위치하기 때문

막신경계 ⇒ 각신경구는 쌍으로 된 신경색에 의하여 연결되어 있으며 앞 가슴에서 나와 소화관 밑을 세로 뻗어 있다.

(2) 말초신경계

- 운동신경 - 근육이나 분비샘의 반응기관에 자극을 전달
- 감각신경 - 감각수용기에서 중추신경절로 들어가는 신경

(3) 내장신경계(전장신경계)

주로 소화기관의 주위를 감싸고 있는 근육에 작용하는 신경계

5) 생식계

**암-수의 생식기관의 비교**

암	컷	수	컷
1쌍의 난소(알집)		1쌍의 고환(정집)	
1쌍의 옆 수란관		1쌍의 수정관과 저정관	
중앙 수란관과 질		중앙 사정관	
부속샘		부속샘	
수정난과 부속샘		-	
교미낭		-	
산란관		교미기	

(1) 암 생식계

- ① 무영양실형(단순형) : 전문적인 영양세포가 없고, 각 알세포 무리를 감싸고 있는 난포세포 만이 관여한다.
- ② 단영양실형(단자양형) : 알집소관 끝에 영양세포들이 긴 세포질관을 통하여 각 알세포에 영양분을 공급한다.
- ③ 교호영양실형(교호자양형) : 각 알세포가 몇 개의 영양세포들을 독립적으로 가지고 있는 형태이다.

6) 근육계

근육의 구조는 근육의 종류에 따라 다르지만 일반적인 골격근육에서는 1개의 근육이 여러 개의 길고 다핵세포인 근육세포로 이루어지는데 근육섬유의 세포는 에너지를 생성하는 mito-chondria와 근육섬유로 채워져 있다.

① 종주근 : 이 근육의 수축에 의하여 몸 전체가 수축도 되고 또한 배면이나 복면으로 구부러지기도 한다.

② 배복근 : 각각 소속된 몸마디의 배판과 복판을 연결하며 측근과의 공동 작업에 의해서 몸마디를 압축시킴으로서 호흡작용을 돕는다.

③ 측근 : 배판과 측판, 측판 또는 기문과 복판을 연결하는 근육이다.

④ 의근 : 배판에 부착하여 배판의 수축과 팽창에 관여한다.

7) 감각기관

① 촉각 : 감각모 존스톤씨기관(모기와 모기붙이(수컷))

② 미각 : 입, 다리의 감각 기관(파리)

③ 후각 : 촉각 또는 입을 형성하는 기관에 있는 감각기

④ 청각 : 감각모, 고막기관, 존스톤씨기관

⑤ 시각 : 겹눈(복안) ⇒ 개안(個眼)의 집합체, 홑눈(單眼)

8) 특수조직

① 지방체 : 지방체의 주요기능은 영양물질의 저장 및 배설작용을 돕는다.

② 편도세포 : 탈피할 때 표피의 어떤 생성물질을 합성하는 특수작용에 관여

③ 알라타체 : 머리속에 있는 1쌍의 신경구 모양의 조직이며 변태호르몬을 분비

④ 페로몬 : 같은 종 내의 다른 개체간의 통신을 목적으로 사용되는 휘발성 화합물

**V. 병충의 방제**

**2. 해충의 방제법**

1) 농약사용

(1) 살충제의 종류

① 소화 중독제

해충이 먹었을 때 독제가 입을 통하여 먹이와 함께 소화관에 들어가 살충작용을 나타내는 것으로서 즙액을 빠는 입들을 가진 유충에는 사용불가

\*사용방법 :

① 작물의 잎, 줄기에 뿌려 해충이 먹을 때 입으로 들어가는 방법

② 독먹이를 만들어 유실하는 방법

③ 잔효성을 이용하여 해충이 지나는 곳에 뿌려두는 방법

② 접촉제 : 해충의 몸에 직접 또는 간접적으로 약제가 닿게 하여 숨구멍이나 표피를 통해 해충의 체내로 침투하여 죽게 하는 것.

· 직접접촉제 - 살포할 때 해충의 몸에 직접 닿았을 때 작용

· 간접접촉제 - 작물체에 남아 있는 것이 지나던 해충에 닿아서 죽게 됨.

· 직접접촉제 - 제충국제, 데리스제, 니코틴제

· 잔효성접촉제 - DDT, BHC, 유기염소제

③ 침투성 살충제 : 식물체의 뿌리, 줄기 또는 잎을 통하여 약제가 식물체 전체에 침투함으로써 흡수하는 멸구나 진딧물을 죽게 하는데 사용

· 식물성 침투제 - Systox, Curater

· 동물성 침투제 - Ronnel, Coral

④ 훈증제 : 약제가 가스체로 되어 해충의 숨구멍을 통하여 들어가 질식하여 죽게 하는데 사용

- Chloropicrin, methylbromide, 시안화 칼륨

⑤ 유인제 : 해충을 유인하는 물질로써 독먹이나 포충기와 같이 사용되며 방향성물질과 성유인 물질이 있다.

방향성 물질 - 효소 과즙, 당밀, Eugenol

성유인 물질 - 짝시 나방에 대한 Gyplure, 지중해 왕대파리에 대한 Medlure



⑥ 기피제 : 해충이 작물이나 인축에 접근하는 것을 방지하는 데 사용

- nuphtaleun, dimethyl phthalate, 장뇌

⑦ 불임제 : 해충의 생식세포 형성에 장애를 주거나 난자나 정자의 생식력을 잃게하여 알을 무정란으로 만드는 데 사용

- Apholate, Tapa, Metapa

⑧ 보조제 : 살충제의 효력을 충분히 발휘시킬 목적으로 사용

· 전착성 증가 - 비누, 카제인석회, 비해리성 계면활성제

· 효력증대 - piperonyl butoxide, piperonyl cyclonene, 황산아연

(2) 농약의 부작용

- ① 자연계의 평형 파괴 ② 약제 저항성 해충의 출현
- ③ 잠재적 곤충의 해충화 ④ 동물상의 단순화 ⑤ 잔류 독성

2) 천적 이용

(1) 척추동물 : 물고기, 개구리, 도마뱀, 새

(2) 무척추동물 : 선충, 거미류

(3) 병원미생물

- ① 곤충의 세균병 ② 곤충의 균병
- ③ 곤충의 바이러스병 ④ 곤충의 원생동물병

3) 내충성 이용

(1) 내충성 원인 및 기작

- ① 조생, 만생과 같은 시기에 관계있는 품종으로써 해충의 발생기를 회피하여 피해를 경감시킨다.
- ② 작물의 성상이 관계되어 산란을 방지한다.
- ③ 산란수는 반드시 적지 않지만 부화한 유충의 생육 또는 활동이 부진하다.
- ④ 해충의 발생 가능기는 반드시 적지 않지만 품종에 따라 가해 방법이 다르거나 보상작용이 현저하게 다르다.

4) 생태적 방제법 : 해충의 생태를 고려하여 발생 및 가해를 경감시키기 위해 환경조건을 변경하거나 숙주자체가 내충성을 지니게 하는 방법을 말한다.

(1) 환경의 개변

- ① 윤작 : 방아벌레와 같은 토양 곤충에 대해서는 윤작을 하는 것이 가장 적당한 방법이고 유연관계가 먼 작물을 윤작 대상 해충의 식성 고려
- ② 재배밀도의 조절 : 일반적으로 밀식 할 때보다 소식할 때 해충의 발생이 적다.
- ③ 혼작 : 서로 다른 작물을 적당히 배합하여 충해를 방지 ex) 무우 사이에 발벼
- ④ 미기상의 개변 : 해충이 서식하고 있는 포장내의 미기상을 개변함으로써 서식밀도를 낮추고 활동력을 저하
- ⑤ 잠복소의 제공 : 해충의 습성에 따라 번데기가 될 장소 또는 활동장소를 마련해주어 유인하여 포살한다.

(2) 피해 회피 : 식물의 재배시기를 조정하면 해충의 발생최성기를 피할 수 있다.

(3) 토성의 개량 : 주로 토양곤충(궁벙이류, 고자리파리)을 대상

5) 물리적 방제법 : 물리적 작용을 이용하여 방제하는 방법으로서 기계적 방제법도 이에 포함되며, 약제의 화학적 작용을 이용하는 화학적 방제법과 상대적인 방법이다.

(1) 포살 : 해충의 알, 유충, 번데기, 성충 등을 맨손이나 간단한 기구를 사용하여 잡아 죽이는 방법

(2) 등화 유살 : 곤충의 주광성을 이용하여 유아 등에 모이게 하여 죽이는 방법

(3) 온도처리

① 가열법

㉠ 태양열법 : 열대지방에서 효과적 우리나라 바구미 구제

㉡ 온탕침법 : 잠두경바구미 구제 70℃ 3분, 60℃ 5분

㉢ 증기열법 : 온실일 경우에는 51~55℃에서 10~12시간

㉣ 화열법 : 토양 중의 해충구제 ㉤ 적외선법

② 냉각법 : 연속적으로 하는 것보다도 저온→고온→저온의 식으로 처리하는 것이 사상률을 높임

(4) 기타방법 : 고주파법, 초음파법, 감입법, 침수법

6) 주화성 이용

(1) 유인물질 : 주성 중에서 화학물질에 대한 것을 주화성이라고 하는데 그 물질에 향하는 반응을 양주화성 이것을 이용한 것이 유인제 또는 기피하는 주성을 음주성이라 한다.

음주성 이용 기피제

① 먹이유인 물질 : 곤충의 먹이 식물을 발견하는 것을 숙주 선택이라 하는데 이때 관여하는 물질이다.

② 성유인 물질 ③ 집합물질(바퀴)

7) 호르몬 이용 : 곤충의 호르몬 중에서 유약호르몬은 곤충의 뇌 뒤쪽에 있는 1쌍의 생인 알라타체에서 분비되는 호르몬이며 곤충의 변태를 억제하는 구실을 한다.

(1) methopren : 상품명은 kabat이고 해충방제용 뿐만 아니라 그 작용기작의 특징으로 6령충 누에를 만들어 더 큰 고치 생산

(2) kinopren : 상품명은 Eustar이며 가류이류, 돌각지 벌레 상과, 진딧물, 버섯파리류에 적용

8) 페로몬 이용 : 페로몬이란 생물사회에서 정보매체가 되고 있는 화학물질 중 종내 정보 전달에 관여하는 것을 말한다. 호르몬과는 달리 체외로 분비되며 동일종의 다른 개체에 작용하는 생리활동 물질을 말한다.

9) 곤충 생장조절제 이용

(1) 대사 저해제 : 변태과정이 순조롭게 이루어지는 것을 방해하는 화합물 ex) 주론 수화제(Dimilin)

10) 불임법 이용 : 해충에 방사선을 조사하여 생식능력을 잃게 한 수컷을 다량으로 야외에 방사하여 이들을 야외의 건전한 암컷과 교미시켜 무정란을 낳게 하여 다음 세대의 해충 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지시키는데 그 목표

11) 유전학 이용

(1) 교잡불화합성의 이용 : 야외집단과 교잡하면 다음세대에서 불임이 되거나 또는 피사적 영향을 받는 유전인자를 지니고 있는 개체를 대량 생산하여 야외 방사함으로써 밀도를 낮추는 방법이다. ex) 열대 집모기

(2) 생태적 적응성이 없는 인자를 이용  
대개 기후적응성이 낮은 인자 도입하여 겨울에 동사케 함.

12) 법적방제

(1) 국제검역 : 모든 국가에서는 법을 정하여 새로운 해충의 침입을 방지하기 위하여 수출입 식물과 흙을 검사, 처리함으로써 국제간의 만연을 예방하고 있다.

(2) 국내검역 : 특정한 식물에 대하여 그 지역간 이동을 제약하거나 특정 병 해충을 대상으로 그것의 만연을 방지하고 나아가서는 완전한 제거를 위한 조치를 말한다.

### 3. 주요 해충의 방제

1) 수도의 해충

- ① 줄기 식입해충 : 이화명나방, 벼밤나방
- ② 식엽성 해충 : 열강나방, 벼잎벌레
- ③ 천엽성 해충 : 흑명나방
- ④ 잠엽성 해충 : 벼줄기굴파리, 벼애잎굴파리
- ⑤ 흡즙 및 virus병 매개 해충 : 벼멸구, 흰동멸구, 애멸구, 끝동

매미충, 벼총채벌레, 노린재

⑥ 근부 식해충 : 벼뿌리 잎벌레, 벼모기붙이

2) 맥류의 해충

① 식엽성 해충 : 보리잎벌      ② 잠엽성 해충 : 보리 꿀파리

③ 흡즙성 해충 : 보리 수염진딧물

④ 식근성 해충 : 아이노각다구, 애우단풍뎅이

3) 산림

솔나방 - 노랑알벌

흰불나방 - 흰불나방 고치벌

솔잎혹파리 - 지구상에 새로이 출현 천적이 적다.

사과혹진딧물 : 잎을 뒤쪽으로 말고 피해

포도 유리나방 : 유충이 포도의 잎을 가해

배나무 방패벌레 : 배나무의 잎 뒷면에서 흡즙

조방아 벌레 : 토양전염 윤작으로 방제

산란에 의한 피해 : 국화하늘소

왕뒷박벌레 붙이 : 괴경형성기에 영향

배추흰나비 월동태 : 번데기

※ 수도의 주요해충

1. 애멸구 : 줄무늬잎마름병(호엽고병) 매개, 검은줄오갈병

2. 벼멸구 : 비래해충

3. 흰등멸구 : 비래해충

4. 끝동매미충 : 수도오갈병 매개

5. 이화명나방 : 유충이 벼의 줄기속을 가해

6. 흑명나방 : 비래해충, 벼의 잎을 말고 가해

7. 벼애나방 :

8. 벼잎벌레 : 성충으로 월동

9. 벼줄기꿀파리 : 독새풀에서 유충태로 월동

※ 보리와 조의 해충

1. 조명나방 : 비래해충

2. 멸강나방 : 비래해충

3. 보리잎벌

4. 보리꿀파리

5. 보리수염진딧물 : 보리에서 알로

※ 콩과 팥의 해충

1. 콩나방 : 콩 꼬투내에서 콩알을 가해 , 당숙에서 유충태로

2. 콩진딧물

※ 감자와 고구마

1. 감자나방 : 우리나라에서 새로 침입되어 발생

2. 왕무당벌레붙이

※ 채소의 해충

1. 도둑나방

2. 거세미나방 : 줄기를 자름

3. 고자리파리 : 유충은 마늘의 지하부를 가해

※ 과수의 해충 - 사과면충, 사과꿀나방

# 잡초방제학

## 제1장 잡초의 정의·분류 및 분포

### §1. 잡초의 정의

- 가. 제자리에 발생하지 않는 식물
- 나. 인간이 원하지 않거나 바라지 않는 식물
- 다. 인간과 경합적이거나 인간의 활동을 방해하는 식물
- 라. 작물적 가치가 평가되지 않는 식물
- 마. 경지나 생활지 주변에서 자생하는 초본성 식물(Herbs)

### §2. 잡초의 기원

- 가. King ㄱ 재배식물
  - ↳ 야생식물 - 잡초의 기원
- 나. Muzik ㄱ 양면성 - 야생상태나 경작지 등 어디에서 발생
  - ↳ 절대성 잡초 - 경작지에서만 발생
- 다. 竹松 ㄱ 일반잡초 - 야생상태에서 발생
  - ↳ 농경지잡초 - 주로 농경지

### §3. 잡초의 일반적인 특성

- 가. 다산성이다 - 종자의 생산량(수)이 많다.
- 나. 휴면성이 있다 - 발아의 조건, 시기, 종자의 수명에 따라 발아 정도가 다르다.
- 다. 종자생산의 환경적응성이 크다 - 종자생산기구의 변이가 크다
- 라. 종자 전파력과 경합성이 크다.
- 마. 불량환경에서 생존력이 크다.
- 바. 탈립성이 크다. 사. 영양체 번식력과 재생력이 크다.
- 아. 간섭정도 즉 작물종류, 재배법, 잡초 방제시기와 방법 등에 따라 천이성이 있으므로 잡초문제는 항구적이다. (작물도 재배목적에 위배되면 잡초가 된다.)

### §4. 잡초로 인한 피해

- 가. 농경지의 피해
  - ① 경합해 - 수량과 품질의 저하 (작물과 축산물)
    - 잡초는 토양수분, 영양분, CO<sub>2</sub>, 광, 공간 등의 경합으로 작물의 분지수, 분얼수, 엽면적, 광합성량(건물생산량), 개화수, 과실수, 과실과 종실의 크기 등에 영향을 주어 수량을 감소시킴.
    - 경합의 양상은 작물과 잡초의 종류, 발생시기, 크기, 밀도 등에 따라 다르게 나타남.

ex) 벼

- 초기 경합 - 단위 면적당 수수감소(분얼수·수수) → 수량감소
- 중기 경합 - 수당 염화수 감소(화아 형성 저해) → 수량감소
- 후기 경합 - 등숙률 저하와 천립중 감소 → 수량감소, 품질 저하
  - 작물과 축산물에서 품질의 저하
    - 종자용과 식용의 화곡류에 잡초종자 혼입
    - 시금치에 잡초 혼입 · 기계수확에 콩과 꽃봉우리 혼입
    - 후기잡초의 발생으로 천립중 감소
    - 우유에서 마늘, 파 등의 냄새
- ② Allelopathy (상호대립억제작용, 타감작용)
  - 식물의 생체 및 고사체의 추출물이 다른 식물의 발아와 생육에 영향
- ③ 기생
  - 실모양의 흡기조직으로 기주식물의 줄기나 뿌리에 침입
- ④ 병해충의 매개 - 병원균과 해충의 중간기주 및 전파가 용이

- ⑤ 농작업 환경의 악화
  - 농작물의 관리와 수확이 불편하고 경지의 이용효율 감소
- ⑥ 사료에의 잡초해 - 도꼬마리, 고사리 (알칼로이드 중독)
- ⑦ 침입 및 부착해 - 품질손상, 작업방해, 잡초전파 등

### 나. 물관리상의 잡초해

- 급수 방해 · 관수 및 배수의 방해
- 유속감소와 지하 침투로 물 손실의 증가
- 용존산소농도의 감소, 수온의 저하 등
- 다. 조경관리상의 잡초해 - 정원, 운동장, 관광지, 잔디밭 등
- 라. 도로나 시설지역의 잡초해 - 도로, 산업에서 군사시설 등

### §5. 잡초의 유용성

- ① 지면을 덮어서 토양침식을 막아줌
- ② 토양에 유기물 제공 - 토양물리환경 개선
- ③ 곤충의 먹이와 서식처를 제공
- ④ 야생동물, 조류 및 미생물이 먹이와 서식처로 이용
- ⑤ 같은 종속의 작물에 유전자은행으로 이용 - 내성작물 육성
- ⑥ 구황식물로 이용
- ⑦ 무공해 채소 - 달래, 냉이, 쑥, 취 등
- ⑧ 공해제거 능력 - 물옥잠, 부레옥잠 등
- ⑨ 약료, 염료, 향료, 향신료등의 원료 - 반하, 쪽, 쪽두서니, 전주개꽃, 쑥 등
- ⑩ 미적인 즐거움
- ⑪ 조경식물 - 별개미취, 미국쑥부쟁이, 솔패랭이꽃 등
- ⑫ 대부분이 가축의 사료로 이용

### §6. 잡초의 분류

#### 가. 작물과 잡초와의 관계

- ① 잡초도 식물이기 때문에 식물분류에 준함.
  - ② 이용성이 있는 식물인 작물과 밀접한 관계가 있으므로 실용적인 분류를 조건에 따라 하기도 한다.
  - ③ 지구상에 있는 약20만종의 식물 중에서 약1%인 2,200종의 식물이 재배중인 작물이고 약 0.1% 정도인 250종 정도의 식물이 문제 잡초에 속한다.
- 20만종의 식물 중 잡초는 3만종 정도, 경제적 피해를 주는 잡초는 1,800 여종임
  - 피해를 주는 주잡초는 지역에 따라 다르나 15~200종 정도
  - 한포장에서 피해를 주는 주잡초는 5개종 이내임
  - 세계 203종의 문제 잡초 중 12과에 68%가 속하는 138종이 있고, 화본과, 국화과, 사초과 등 3과에 43%가 속하며 기타 47과에 32%인 65초종이 속한다.
  - 우리나라 461종의 잡초 중에서 12과에 63%가 속하는 288종이 있고 화본과, 국화과, 사초과 등 3과에 33%가 속하며, 기타 48과에 37%인 173초종이 속함
    - ※ 우리나라의 발생잡초
      - 논잡초 27과 82종 · 겨울 발잡초 28과 49종
      - 여름 발잡초 45과 279종(11종 논잡초와 중복)
- (27종은 겨울발잡초와 중복)  
계 72과 372종(한국식물보호학회 잡초명감 : 60과 461종)

#### 나. 식물학적인 분류

- 표기(이명법) : 속명 + 종명 + 명명자명
- ex) 피의 식물학적인 분류  
문 [門, phylum] - 유관속 식물

- 강 [綱, class] - 피자식물
- 목 [目, order] - 단자엽류
- 과 [科, family] - 화본과
- 속 [屬, genus] - 피속(Echinochloa)
- 종 [種, species] - crus-galli종

**다. 생활형에 따른 분류**

- 1) 일년생 - 1년 이내에 한 세대의 생활사를 끝마치는 식물  
하계 일년생 잡초 - 봄에 발아하여 여름동안 성장하고 가을에 결실한 다음 말라 죽음(바랭이, 피, 쇠비름)  
동계 일년생 잡초 - 가을 또는 겨울에 발아하여 겨울을 지나서 봄에 성장하고 봄이나 초여름에 결실하고 말라 죽음 (독새풀, 냉이)
- 2) 월년생 - 1년 이상 생존하지만 2년 이상 생존하지 못함 (엉겅퀴, 야생당근, 현삼속 잡초)
- 3) 다년생 - 2년 이상 또는 무한정 생존 가능한 식물, 대부분 영양기관에 의하 번식(올방개, 가래, 올미, 벚풀 등)

**라. 형태적 특성에 따른 분류**

- 1) 화본과 잡초 - 피, 바랭이, 독새풀, 강아지풀 등
- 2) 방동사니류 잡초 - 너도방동사니, 참방동사니, 향부자, 올방개, 매자기, 올챙이고랭이 등
- 3) 광엽류 잡초 - 물달개비, 비름, 가래 등

**마. 기 타**

- 1) 잡초발생시기에 의한 분류
  - 여름잡초(하잡초, 하생잡초, 여름형잡초) - 봄에 발생하여 여름에 피해가 많고 가을에 결실하는 것(바랭이, 여뀌, 명아주, 피, 강아지풀, 방동사니, 비름, 쇠비름, 미국개기장)
  - 겨울잡초(동잡초, 동생잡초, 겨울형잡초) - 가을에 발생하여 노지에서 월동하고 봄에 피해가 많고 늦봄과 초여름에 결실하는 것(독새풀, 속속이풀, 냉이, 벼룩나물, 벼룩이자리, 점나물, 개양개비)
- 2) 토양수분의 적응성에 의한 분류
  - 건생잡초(Xerophyte) - 수분 40~60%정도의 포장용수량인 발상태에서 발생하는 대부분의 발잡초(바랭이, 명아주, 쇠비름)
  - 습생잡초(Hygrophyte) - 수분 80~90%정도의 포장용수량인 포화수분구에서 잘자라는 많은 논·밭 잡초 - 독새풀, 황새냉이, 별꽃
  - 수생잡초(Hydrophyte) - 수심 6cm정도의 담수구에서 발생하는 대부분의 논잡초 (물달개비, 가래, 마디꽃)
- \* 부유잡초 - 물에 뜨는 논잡초(생이가래, 개구리밥, 쯤개구리밥)
- 3) 잡초발생지에 따른 분류
  - \* 작물이나 재배조건에 따라 잡초문제가 다르기 때문에 분류한 방법.
  - a. 경지잡초 - 논잡초, 밭잡초(콩밭잡초, 보리밭잡초, 옥수수밭잡초)
  - b. 곡물포잡초 c. 목야지잡초 d. 정원잡초 e. 과수원잡초
  - f. 잔디밭잡초 g. 폐경지잡초 h. 산야초
- 4) 잡초발생빈도에 따른 분류
  - \* 일정지역이나 포장내에서 개체수나 발생량으로 발생빈도나 발생양상을 기준으로 한다.
  - a. 우생잡초(우점잡초) : dominant species 매우 많이 발생
  - b. 차우생잡초(차우점잡초) : subdominant species 비교적 많이 발생
  - c. 광생잡초 : 적지만 널리 발생

- d. 산생잡초 : 드물게 발생 e. 희생잡초 : 매우 드물게 발생
- 5) 잡초산포기관형에 따른 분류
  - a. 비산형 : 떡썩, 억새, 민들레, 박주가리
  - b. 부착형 : 도깨비바늘, 가막살이, 진득찰
  - c. 산발형 : 제비꽃, 황새냉이, 꿩이밥, 물봉선
  - d. 유발형 : 바랭이, 닭의장풀, 석류풀
  - e. 영양체전파형 : 가래, 올방개, 메꽃
- 6) 잡초지하기관형에 따른 분류
  - a. 횡장형 : 삼백초, 쇠뜨기 b. 횡광형 : 띠, 거지덩굴
  - c. 단분지형 : 질경이, 망초, 억새, 뽕썩
  - d. 주출지형 : 바랭이, 뽕딸기
  - e. 단립형 : 냉이, 개비름, 방가지뚱
  - f. 구경단립형 : 꿩이밥
  - g. 구경부정아형 : 반하 h. 괴경부정아형 : 돼지감자
- 7) 잡초성장형에 따른 분류
  - a. 직립형(straight type) : 명아주, 가막살이, 썩부쟁이
  - b. 분지형(branch type) : 광대나물, 애기땅빈대, 석류풀
  - c. 총생형(bunch type) : 억새, 독새풀
  - d. 만경형(vine type) : 거지덩굴, 환삼덩굴, 메꽃
  - e. 포복형(creeping type) : 선피막이
  - f. 로제트형(rosette type) : 민들레, 질경이
  - g. 위로제트형(Pseudorosette type) : 개망초
  - h. 위로제트 + 포복형 : 꽃마리, 꽃바지
  - i. 로제트 + 포복형 : 쏘문바귀
  - j. 분지경 + 포복형 : 올미
- 8) 잡초번식법에 따른 분류
  - a. 종자번식잡초(S) : 피, 독새풀, 바랭이, 마디꽃
  - b. 영양번식잡초(V) : 가래, 올방개, 미나리
  - c. 종자영양번식잡초(SV) : 너도방동사니, 산딸기
- 9) 초장에 따른 분류
  - a. 극대 : 80cm 이상 - 갈대, 피, 너도방동사니
  - b. 대 : 60~80cm c. 중 : 40~60cm
  - d. 소 : 20~40cm
  - e. 극소 : 20cm이하 - 쇠털골, 마디꽃
- 10) 잡초방제의 실용면에서 본 분류
  - 가) 논잡초(답잡초)
    - ① 일년생잡초 - 피, 마디꽃, 물달개비
    - ② 다년생잡초 - 가래, 너도방동사니, 올미
    - ③ 부유생잡초 - 생이가래, 개구리밥, 쯤개구리밥
    - ④ 조류 - 이끼, 괴불, 갈조, 남조
  - 나. 밭잡초(전잡초)
    - \* 하작잡초(여름잡초)  
일년생잡초 - 바랭이, 쇠비름, 명아주  
다년생잡초 - 메꽃, 엉겅퀴
    - \* 동작잡초(겨울잡초)  
일년생잡초 - 독새풀, 냉이 다년생잡초 - 썩, 할미꽃

**§7. 우리나라 잡초의 분포**

- \*\*\*\*\* 우리나라 경지잡초 발생의 일반적 특성 \*\*\*\*\*
- \* 몬순기후대이므로 생태적으로 남방형 잡초의 분포가 많다.
  - \* 고온다습한 우계전후에 다발하고 생육이 왕성하다.
  - \* 7~8월의 하작물에 피해가 크다.
  - \* 화본과잡초보다 광엽잡초가 많은 편이다.
  - \* 중북부보다 남부지방에 발생이 많다.
  - \* 일모작답에서 이모작답보다 잡초의 발생이 많다.

- \* 춘경답이 추경답보다 잡초가 많다.
- \* 월동맥류에서는 독새풀이 우생잡초이다.
- \* 夏田작물에서는 바랭이가 우생잡초이다.
- \* 제초제의 보급으로 다년생(숙근성)잡초가 문제가 됨
- \* 귀화잡초의 발생이 증가하고 있다.
- \* 벼재배법의 변천으로 잡초발생양상이 변화하고 있다.

### §8. 잡초의 식별

- \* 방제대상인 잡초의 종류를 파악해야 한다.
- \* 특정잡초의 생육특성과 번식특성을 알아야 한다.
- \* 식물분류에서는 개화기나 성숙기의 식물체가 판별대상
- \* 잡초인 경우에는 유식물일 때 판별하여 방제해야 함으로 어려움이 있다.
- \* 그러므로 식물도감과 잡초도감은 성질이 다르다.
- \* 생육함에 따라 잎의 모양이 변하는 것도 있다.
- (예) 물달개비의 엽형(피침형 - 난상피침형 - 난상심장형)  
벼풀과 보풀의 잎(장타원형 - 심장상화살형)  
올미의 잎  
마디꽃의 엽서(대생 - 3~4매씩 윤생)  
방동사니의 잎(선형 - 삼능주형)

### §9. 잡초의 생리 및 생태

#### 가. 발아

- \* 발아 - 물을 흡수하여 종자 내에서 생리적과정이 일어나면서 배의 생장이 재개 되어 종피를 뚫고 나오는 것
- \* 맹아 - 괴경, 인경, 가지등의 영양체가 생육을 시작하는 것
- \* 출아 - 발아나 맹아한 싹이 지표를 뚫고 나오는 것
- \* 식물종자의 발아과정 : 흡수 -- 저장양분의 소화 --양분의 이동 --동화작용 --호흡작용 --배의 성장
- \* 종자의 발아에는 적당한 수분, 산소, 온도, (광) 등이 필요

#### (1) 온도

- \* 발아에 필요한 최적온도는 잡초의 종류에 따라 다르다.
- \* 그 범위는 대개 15~30℃ 정도이다.
- \* 발아 최저온도 0~15℃ 정도, 최고온도는 24~45℃ 정도
- \* 일반적으로 잡초종자는 항온보다는 자연조건과 같은 변온조건에서 발아가 촉진된다.

#### (2) 수분

- \* 식물의 종자가 발아하지 않는 것은 수분부족의 경우가 많다
- \* 작물의 종자는 수분조건의 조절로 보관이 가능하다.
- \* 벼종자는 22~23%의 수분을 흡수해야 발아가 가능하다.
- \* 일반적으로 담수상태에서 잡초종자가 잘 발아되지 않는 것은 수분보다는 산소결핍, 광 또는 온도 때문이라고 생각

#### (3) 산소

- \* 식물의 조직은 호기성 상태이기 때문에 종자발아에 충분한 산소가 필요하다.
- \* 일반적으로 수생잡초보다 발잡초가 산소요구도가 높다.

#### (4) 광

- \* 일반적으로 야생작물의 종자는 광발아종자이다.
- \* 경지의 잡토도 대부분이 발아할 때에 호광성이다.
- \* Kinzel에 의하면 독일의 964종의 야생식물종 70%가 광발아, 27%가 암발아, 3%가 광무관 종자이다.
- \* 광이 발아를 촉진할 때에는 피토크롬이 관여(광질).
- \* 일장조건도 잡초종자의 발아에 영향을 미친다고 한다.

#### (5) 종자발아의 주기성

- \* Crocker and Barton은 털비름종자의 발아특성에 대하여 조사해 본 결과 주기성(poeriodicity)가 인정된다고 한다.

### 나. 휴면

#### (1) 종자의 휴면성

- \* 발아에 필요한 환경조건(수분, 온도, 산소, 광)이 적당하더라도 배의 생장이나 대사작용이 일시적으로 정지되어 발아가 되지 않는 현상.
- \* 자발휴면 - 종자미숙이나 구조등과 같은 종자자체의 조건 때문에 발아할 수 없는 상태
- \* 타발휴면 - 외적조건이 발아에 부적당하여 종자가 발아할 수 없는 상태
- \* 휴면상태의 종자는 불량환경(건조, 저온, 고온)에 잘 견딘다
- \* 각 종자에서 휴면성의 발현정도는 유전성과 환경요인의 영향을 많이 받는다.
- \* 잡초는 동일종이라도 채종장소와 시기, 종자의 속도 및 대소 또는 보존 방법에 따라 휴면종자가 다르다.
- \* 잡초종자의 휴면이 다양한 것은 잡초의 생존력과 방제에 많은 영향을 준다.

#### (2) 휴면의 원인

- \* 1차 휴면 - 불안정한 배, 생리적으로 미숙한 배, 기계적 저항성을 지닌 종피, 발아억제 물질의 존재
- \* 2차휴면 - 고농도의 이산화탄소, 산소의 부족, 저온 및 고온, 발아에 부적당한 암조건

#### (3) 잡초종자의 휴면 타파

- \* 각 잡초의 휴면타파 방법을 밝히는 것은 합리적인 방제를 위하여 중요하다.
- \* 잡초종자는 휴면타파 방법이 다양하다.
- \* 일반적으로 자연 상태의 수분, 광, 저온, 고온, 산소조건 등이 유효한 환경조건이다.
- \* 황새냉이, 독새풀, 벼룩나물, 개보리병이 : 30℃의 고온에서 휴면타파
- \* 담수처리나 변온조건에서도 휴면타파가 촉진
- \* 경실종자는 파상법도 효과가 있다.
- \* 휴면타파에 화학물질을 사용하기도 한다  
(ethylene chlorohydrin, ethylene, chodorohydrin)

#### (4) 잡초종자의 수명

- \* 종자의 수명은 잡초의 종류나 조건에 따라 다르다.
  - ┌ 미생물에 대한 저항성
  - └ 휴면성
  - └ 발아특성
- \* 저온밀폐 저장이 수명을 연장시킨다.
- \* 경운하면 잡초종자의 발아력이 감소
  - 1년 동안에 잡초종자의 발아력이 무 경운이 20~30% 감소
  - 2회 경운이 약 40% 감소
  - 7회 경운이 약 50% 감소

### 다. 잡초의 발생과 생장

#### (1) 잡초의 발생 심도

- \* 잡초의 발생 심도는 잡초의 종류에 따라 다르다.
- \* 일반적으로 종자의 무게가 무거울수록 출아심도가 깊다.
- \* 같은 잡초라도 토양의 종류, 온도, 수분, 경도 등에 따라 발생심도가 다르다.

- \* 피 - 발상태 12cm, 담수상태 1cm정도  
가래 - 20cm  
올방개 - 큰 것은 깊고 작은 것은 얇다.  
너도방동사니 - 5cm 정도

(2) 토양환경과 잡초의 발생

- \* 잡초의 발생에 토양의 온도, 수분, 산소농도, pH, 비옥도 등이 영향을 미친다.
- \* 올방개 26℃, 가래 18~22℃, 올미 18~26℃가 발생적온
- \* 독새풀은 무인산구에서 발생이 감소한다.
- \* 발잡초는 논에서 발생이 감소한다.
- \* 간척지의 잡초발생양상이 다르다.

라. 잡초의 번식 및 전파

(1) 잡초의 번식방법

- \* 유성번식 = 종자번식  
- 일년생잡초  
이년생잡초(영양생장 1년 + 생식생장 1년)

\* 무성번식 = 영양번식

- 다년생잡초  
포복경 -- 번음씀바귀, 버뮤다그라스  
인경 -- 가래, 무릇, 아생마늘  
구경 -- 반하  
지하경 -- 띠, 쇠털골  
괴경 -- 향부자, 매자기, 올방개, 올미
- \* 종자 및 영양번식을 동시에 하는 잡초도 있다.

(2) 잡초의 전파

- \* 작물종자, 곡물사료, 건조, 짚 등에 섞여서 전파.
- \* 바람에 의한 전파( 민들레, 엉겅퀴속, 박주가리)
- \* 물에 의한 전파( 관수를 따라 전파 - 피 등)
- \* 인축에 의한 전파  
- 배설물이나 퇴구비에 의하여 전파 - 비름, 명아주  
- 옷이나 털에 붙어서 전파 - 도꼬마리, 진득찰, 도깨비바늘
- \* 농기구에 의한 전파
- \* 잡초선별 찌꺼기에 의한 전파

마. 잡초의 군락

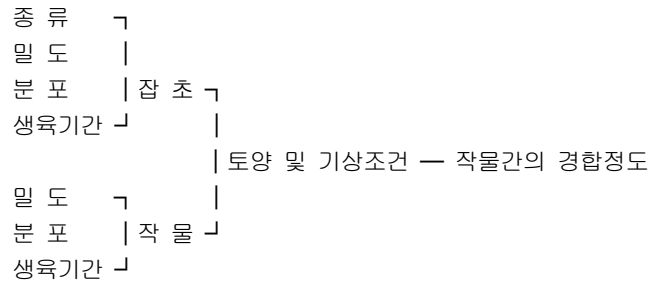
- \* 잡초군락은 각종 입지조건과 경종방법의 영향으로 자연천이에 의하여 일어난다.
- \* 군락은 대체로 생활형이 같은 것이 같은 시기에 군생한다.
- \* 잡초의 군생은 작물의 종류와 품종, 재배시기, 토양의 종류, 경운의 유무 및 방법, 시비조건 등에 따라 달라진다.  
- 작물 - 콩밭, 보리밭, 옥수수밭, 인삼밭, 논벼, 밭벼  
- 품종 - 통일벼, 일반벼  
- 재배시기 - 벼 조기재배, 보통기재배, 만기재배  
- 재배방법 - 밭벼, 직파벼, 어린묘이앙, 기계이앙, 관행이앙  
- 경운방법 - 우경, 경운기, 트랙터, 춘경, 추경  
- 시비조건 - 무인산구(무독새풀)
- \* 한가지 잡초방제법이나 한가지 제초제로 모든 잡초를 방제할 수 없다.
- \* 방제되지 않는 잡초에게는 오히려 생육에 유리한 조건 형성
- \* 일년생제초제의 연용으로 다년생잡초가 우점하는 경향

1) 잡초와 작물과의 경합

- \* 식물경합은 식물이 특정환경요인이나 필요한 물질(수분, 양분, 광, 탄산가스)과 공간에 대한 수요가 공급보다 많을 때에 일어난다.
- \* 종간경합 - 효과적인 잡초방제
- \* 종내경합 - 합리적인 작물재배(재식밀도)
- \* 잡초방제의 궁극적인 목적은 잡초보다는 작물의 경합력을 높이는 것이다.

(1) 작물과 잡초의 경합양상

\*\*\* 경쟁정도를 좌우하는 조건의 모식도 \*\*\*



- \* 잡초에 의한 해는 잡초의 종류와 양(수와 크기), 작물과 잡초와의 시기적 관계 또는 거리관계 등에 따라 다르다.
- \* 잡초의 종류에 따라 경합력에 차이가 있다.
- \* 일반적으로 잡초는 작물과의 경합에서 유리한 생태적 특성을 지니고 있다.
- \* 다년생잡초의 경우 번식력이 매우 왕성하다.
- \* 작물과 잡초간의 경합은 영양생장습성과 수분, 양분, 광, 토양 및 기후 조건에 대한 요구도가 거의 같은 때에 가장 심하다.(벼와 피)
- \* 일반적으로 잡초간의 광합성효율이 높은 C<sub>4</sub> 식물이 비능율적인 식물인 C<sub>3</sub> 식물보다 경합에 유리하다.
- \* C<sub>4</sub> 식물은 광포화점이 높고 광 및 탄산가스의 보상점이 낮으며 광호흡이 거의 일어나지 않는다.

(2) 잡초한계기간과 잡초허용 한계밀도

- \* 잡초경합한계기간 - 잡초의 경합이 없는 생육초기와 경합으로 인한 피해가 없는 성숙말기 사이의 기간을 말한다.
- \* 잡초허용한계밀도 - 잡초의 밀도가 증가하면 작물의 수량이 감소하고, 어느 밀도 이상으로 잡초가 존재하면 작물의 수량이 현저하게 감소하는 잡초의 밀도.
- \* 경제적 허용한계밀도 - 잡초허용한계밀도보다 높은 수준의 잡초를 제거하는데 소요되는 경비를 상쇄 할 수 있는 잡초의 밀도로, 수량상 허용한계 밀도보다 높은 잡초의 밀도

(3) 작물과 잡초와의 경합요인

- ① 양분의 경쟁 : 비료는 잡초와 작물의 성장을 촉진하지만 잡초는 작물보다 더욱 효율적으로 양분과 수분을 이용하기 때문에 작물의 수량을 감소시킨다.
- ② 수분의 경쟁 : 습한 토양에서 생장이 왕성한 식물은 수분결핍조건에서 경합에 매우 불리하고, 습한 토양에서 생육이 다소 불량한 식물은 건조한 토양에서 경합력이 강하다.
- ③ 광의 경쟁
  - \* 광에 대한 경합은 식물군락에서 가장 보편적인 형태의 경합
  - \* 작물재배시 광경합은 생육초기 외에는 전 생육기간에 걸쳐서 나타난다.
  - \* 잡초번무 - 작물차광 - 수광량제한 - 광합성저하 - 양분을 수장해 - 작물생육이 저해 - 작물수량이 감소하고 품질이

저하

- \* 일반적으로 광엽식물은 화본과식물보다 광의 경쟁에서 유리
  - \* 초장은 광에 대한 경합에서 가장 중요한 영향을 끼친다.
  - \* 나팔꽃, 메꽃, 박주가리 같은 덩굴성 식물은 기어 올라가서 뒤덮기 때문에 수광에 유리하다.
  - \* 단간종인 벼품종은 극대잡초인 매자기, 너도방동사니, 피 등에 의하여 피해가 많다.
  - \* 작물의 초관이 빨리 형성되어 차광능력이 큰 초형(감자)과 광합성기능이 왕성한 작물(고구마)등은 잡초에 대한 경합력이 크다.
- ④ 상호대립억제작용
- \* 식물체 내에서 생성된 물질이 다른 식물의 발아와 생육에 영향을 미치는 생화학적 상호반응.
  - \* 잡초와 작물간의 생화학적 상호작용은 촉진적인 경우보다 억제적인 경우가 많다.

(4) 잡초에 대한 작물의 경합력

① 작물의 품종

- \* 각 작물은 경합력이 서로 다르며, 결합력이 약한 작물에서는 일반적으로 더 쉽게 많은 종류의 잡초가 만연하게 된다.
- \* 콩에서는 단지형보다 분지형이 경합력이 강하다.
- \* 작물의 성장속도와 숙기도 경합력에 영향을 준다.
- \* 조숙종이 만생종보다 경합력이 강한 경우가 많다.
- \* 벼에서 단간형 신품종은 키 큰 잡초에 경합력이 약하다.

② 재배방법

작물이 잡초와 경합하는 능력은 일반적으로

- \* 직파재배보다 이식재배가 좋다.
- \* 소식재배보다 밀식재배가 좋다.
- \* 박파재배보다 밀파재배가 좋다.
- \* 어린묘 이양보다 기계이양이 좋다.

③ 토양비옥도

- \* 토양비옥도는 작물과 잡초의 활력에 영향을 준다.
- \* 전면 시용보다는 부분시용이 경합에 유리하다.

④ 윤작

- \* 연작보다는 윤작에서 잡초발생이 적다.
- \* 조파가 선파보다 방제작업에 유리하다.

2) 우리나라 작물별 잡초에 의한 평균 수량 감수율(%)

Transplanted rice - 20. 8%,	Directed seeded rice - 40%
Upland rice ----- 65. 0%,	Barley ----- 20%
Wheat ----- 22. 9%,	Soybean ----- 34. 2%,
Corn ----- 33. 2%,	Potato ----- 47. 6%,
Sweet potato ---- 13. 6%,	Peanut ----- 34. 2%,
Flax ----- 22. 0%,	Rape ----- 62. 9%,
Sesame ----- 28. 0%,	Cabbage ----- 43. 6%,
Onion ----- 45. 4%,	Strawberry ----- 24. 3%.

3) 초종별 수도수량에 미치는 영향

물달개비 ----- 30~40%,	사마귀풀 ----- 20~30%,
여뀌바늘 ----- 35~45%,	너도방동사니 ----- 28~34%,
가래 ----- 24~37%,	올방개 ---- ----- 24~30%.

- \* 수도의 간장은 장간종이 단간종보다 경합력이 강하다.
- \* 조기관행이양 --- 잡초의 다종혼합군락화
- \* 만기이양 ----- 잡초의 단순군락화

바. 예방적 방제법

- \* one year's seeds, seven year's weeds
  - \* 문제가 되는 잡초가 발생하거나 전파되는 것을 미리 방지하는 방제
  - \* 미생법 -- 청결 법수단
- (1) 잡초위생 - 농경지를 무잡초 상태로 청결하게 유지하고, 새로운 종자나 영양체가 생성되지 않도록 하는 것이나 휴면종자가 문제이다.
- 1) 재배관리의 합리화
    - \* 작물의 경합력을 증대시키는 재배적 조치.
    - \* 적기적량의 시비법으로 작물의 양분이용률 증대.
    - \* 작물생육에 긴요한 제한관계법과 제한경운법.
    - \* 작물의 병해충과 선충으로부터 보호.
    - \* 윤작체계에 의한 잡초발생 억제.
    - \* 잡초개화 이전에 경운과 예취로 번식억제
    - \* 이미 생성 유입된 잡초종자를 열처리에 의하여 제거
  - 2) 작물종자의 정선
    - \* 작물의 종자용에는 잡초종자의 혼입을 최소한 줄여서 잡초종자를 파종 하는 결과를 방지하여야 한다.
    - \* 작물과 잡초종자의 물리적 차이점을 이용하여 정선. (크기, 무게, 외형, 표면적, 비중, 부착성, 가락, 빛깔 등)
  - 3) 농기계의 청소
    - \* 파종, 경운, 수확, 종자조제 등의 농기계를 청결하게 유지.
  - 4) 가축관리의 합리화
    - \* 가축의 털에 부착되어 이동되는 것을 방지.
    - \* 가축의 분뇨와 기비를 완전히 부식시켜 이용.
  - 5) 관배수로의 관리
    - \* 수생잡초와 부유잡초 및 잡초종자의 유입방지
    - \* 걸음망을 설치
  - 6) 운반된 토양의 관리 : 객토, 모판의 상토, 복토, pot시험용 토양의 잡초종자는 소토 처리와 소중소독.
  - 7) 관상식물종자의 관리 : 수입되는 관상식물의 종자나 영양체에 묻어오는 잡초종자에 특히 유의.
  - 8) 비산형종자의 관리 : 민들레와 같은 날리는 종자는 종자의 결실을 미리 방지.
  - 9) 오염된 작물의 취급
    - \* 선별기를 부착하여 수확.
    - \* 우점잡초가 성수하기 전에 사료작물의 수확.
  - 10) 부산물의 사료와 퇴구비로 사용
    - \* 잡초종자가 섞인 선별찌꺼기를 잘 이용하여 종자의 생활력을 막아야 한다.

(2) 법적장치

- \* 수출입과정에서 검역 실시.
- \* 판매종묘에 잡초종자의 오염정도 검사.

사. 생태적 방제법 (재배적방제법 또는 경종방제법)

- \* 작물과 잡초의 생리 및 생태적 차이점을 기초로 한다.
- \* 경합특성이용법 -- 작물의 경합력증진을 위한 재배적 조치
- \* 환경제어법 ----- 잡초의 경합력약화를 위한 재배적 조치

1) 작물윤작

- \* 잡초 및 병해충의 발생억제
- \* 잡초 초종의 변화
- \* 제초제 연용피해로 부터 탈피

- \* 제초제 잔류독성문제 -- 일반적으로 유리하나 감수성작물에 불리

**2) 작물묘의 이식**

- \* 작물이 잡초보다 먼저 초관을 형성하여 경합에 유리하다.
- \* 우생적 출발이라고 한다.

**3) 재식밀도**

- \* 잡초보다 작물이 먼저 공간을 점유하여 우점성을 확보하게 하는 것.
- \* 적정의 재식밀도는 작물의 종류와 품종에 따라 다르다.
- \* 일반적으로 잡초와의 경합수준을 감소시키기 위한 작물의 재식밀도조절은 작물 자체의 종내경합의 특성이나 시비량을 고려하여 결정한다.

**4) 재 파종**

- \* 1차 파종후 잡초의 발생이 극심하거나 방제적기를 놓쳤을 때

**5) 파종상 reseedling 및 파종지 substitute sowing**

- \* 기존잡초의 철저방제
- \* 토양소독에 의한 영양체나 종자의 박멸

**6) 작목, 품종 및 종자선택**

- \* 잡초와의 경합에 유리
- \* 유묘의 생장력이 강할 것
- \* 발아율과 발아세가 강할 것

**7) 병해충과 선충의 방제**

- \* 유해생물에 의하여 결주나 왜화현상이 유도되면 잡초의 발생과 생장에 유리하게 된다.

**8) 초지의 관리**

- \* 작물과는 달리 혼파군락이 생태적 관리 방식에 의하여 다루어진다.
- \* 초지식물이 잡초보다 재생력이 크므로 자주 방목한다.

**9) 피복작물**

- \* 과수원이나 나지 상태로 방임된 곳에 재식하여 잡초의 발생을 억제한다.
- \* 전면살포법은 잡초가 이용하기 쉽다.
- \* 시비조건에 따라 잡초의 발생이 달라진다.

**10) 시비**

- \* 작물이 이용하도록 용비 또는 조간시비
- \* 전면살포법은 잡초가 이용하기 쉽다.
- \* 시비조건에 따라 잡초의 발생이 달라진다.

**11) 토양산도** : 토양반응에 따라 작물이나 잡초에 적합한 조건이 다르므로 작물이 생육에 유리한 산도는 잡초에 불리

**12) 관배수조절** : 잡초의 수분적용성을 이용하여 담수, 과습, 건조 등으로 생육을 저해시킨다.

**13) 설비고정** : 시설을 할 때에 잡초의 발생을 불가능하게 하는 것.

**14) 제한 경운법**

- \* 경운회수를 제한하거나 경운을 하지 않는 방법
- \* 장기적인 잡초발생의 잠재력을 감소시킨다.

**아. 물리적 방제법 mechanical control = 기계적 방제법**

- \* 생육중인 잡초를 가해하거나 사멸시키는 방법.
- \* 휴면중인 잡초의 종자나 영양번식을 발아억제 및 사멸을 유도한다.

1) 수치 = 손제초 hand pulling = hand weeding

- \* 묘판, 화단, 정원 등 특정의 잡초가 산생하는 경우

2) 호미질 hand : 심근성 잡초에서 수치보다 효과적

3) 경운 cultivation

- \* 파종기경운 - 무경운 또는 최소경운
- \* 조간경운 - 중경제초 - 제초제이용으로 산파밀식 가능

- \* 휴경지경운 - 비선택성 제초제 이용

4) 예취 mowing

- \* 잡초의 개화와 결실을 방지
- \* 일년생잡초의 예취적기 - 최대전엽기와 개화시기 사이
- \* 다년생잡초의 정아우세를 이용 - 예취로 타파

5) 피복 mulching

- \* 잡초의 발아심도가 깊어진다.
- \* 광과 산소의 공급이 차단된다.
- \* 주야온도차가 줄어 잡초종자의 발아에 지장.
- \* 물리적인 질식 - 이랑 비닐과 복시 남쪽 열사
- \* 출아억제의 효과

6) 열처리 hating

- \* 소거(취불) ---- 화전 ---- 기름, 건조이용
- \* 소토 \* reser
- \* 소증 fumigation ---- methy bromide 이용

7) 침수처리 flooding

- \* 침수상태 하에서는 일반적으로 잡초의 발아 및 생육이 억제되며, 피도 9cm 이상의 수심에서는 발아율이 저하하고 생육이 부진하여 경합력이 감소.

8) 기타처리

- \* 수중잡초 ---- 사슬끌기, 수중낚질, 수중예취
- \* 잡목방제 ---- 톱질, 환상박피, 사슬끌기

**자. 생물학적 방제법 biological control**

- \* 기생성, 식해성, 병원성인 생물을 이용하여 잡초밀도를 감소시키는 방법.
- \* 그 목적은 잡초를 박멸이나 멸종시키는 것이 아니고 경제적인 허용범위에서 생존하도록 밀도를 감소 또는 조절
- \* 즉 천적으로 이용되는 것은 특정의 잡초만을 가해하는 병원균, 곤충, 소동물, 어패류 및 상호대립 억제 작용력이 있다.
- \* 생물학적 방제를 위한 구비조건
  - a. 잡초의 분포 및 생태적 특성규명
  - b. 잡초에 서식 가능한 생물의 동정
  - c. 가장 적절한 천적을 선발하여 증식하는 법
  - d. 잡초군락 및 작물에 미치는 효과 등에 먼저 규명하여야 함.
- \* 생물학적 방제의 장점
  - a. 효과가 영구적 b. 방제비용이 적음 c. 환경에 대한 안전성
  - d. 방제법이 간단 e. 대규모로 효과
- \* 생물학적 방제의 단점
  - a. 합당한 천적을 찾기가 어렵다.
  - b. 사후문제가 불확실하다. c. 살포작용이 아주 늦다.
  - d. 잡초군락의 여러 초종의 방제는 어렵다.
  - e. 한 식물이 작물도 되고 잡초도 될 경우에 식물의 유용성을 분별 못한다.
- \* 생물학적방제는 휴면종자에 의하여 발생하는 잡초를 근절하지 못한다.
- \* 생물학적 잡초방제는 방제비용을 지출하기 어려운 지역에 잘 적응된다. (광범위한 목야지, 산림지역, 수생지역 등)
- \* 경작지에서는 보통 7~15종의 다른 잡초가 발생하므로 생물학적 잡초방제법의 적용이 힘들다.

1) 곤충을 이용한 잡초방제

- \* 생물학적 잡초방제에 이용되는 곤충은 기본적으로 식물을 먹는 식해성 곤충이다.
- \* 잡초방제에 이용될 수 있는 곤충의 구비조건
  - a. 잡초의 생장을 철저히 억제시키거나 죽일 것.



- b. 목표로 하는 잡초이외에는 피해가 없을 것.
- c. 목표로 된 숙주잡초에 옮겨 갈 수 있도록 충분히 이동성이 있을 것.
- d. 목표로 하는 잡초보다 더 빠르게 생식할 것.
- e. 잡초의 적응지역과 유사한 지역에 적용할 수 있을 것.
- \* 호주의 선인장속의 만연을 아르헨티나의 쯘벌레로 방제 (선인장과 쯘벌레 만연이 같이 반복 - 감소)
- \* 이서부에서 목초지의 유독잡초인 고추나물속을 투구풍뎅이로 방제
- \* 일본에서 5cm정도의 북미산의 갑각류가 개구리밥은 가해하고 벼는 해치지 않는다.

**2) 작물병원균을 이용한 잡초방제**

- \* 병원체는 잡초를 선택적으로 공격하고 필요한 식물은 해치지 않아야 한다.
- \* 병원체는 인위적으로 증식하였다가 필요한 때에 살포될 수 있어야 한다.
- \* 벼에서 자귀풀속은 콩과류 탄저병원균으로 방제
- \* 콩과류 포장의 양구슬냉이속은 *Peronpora camelinae*로 방제

**3) 어패류를 이용한 잡초 방제**

- \* 초어 --- 중국과 시베리아에 서식
- \* 해우 --- 아프리카해안의 강어구에 서식
- \* 흑색달팽이는 일본에서 강피, 물달개비, 사초과 잡초의 방제 효과가 있었으나, 실제 논에서는 농약 때문에 서식이 곤란

**4) 상호대립억제작용이 있는 식물을 이용한 잡초방제**

- \* 특정식물이 다른 식물의 생장권 안으로 어떤 화학물질을 분비함으로써 생존이나 생육상의 피해를 유발하는 현상이다.
- \* 캘리포니아에서 쇠털골을 수로에 밀생시켜 다른 수생잡초의 발생을 억제
- \* 논에서 조류나 개구리밥을 이용하여 물달개비를 방제
- \* 휴경지에 월동형 잡초 다량 발생 -- 여름형 잡초 발생경감
- \* 발잡초인 강아지풀과 미역취에 식물생장억제물질이 존재 -- 다른 잡초 방제
- \* 콜로라도주에서 엉겅퀴의 경엽과 뿌리는 비름과 강아지풀 감소
- \* 미시간주에서 수수와 수단그라스 유체는 바랭이 98%, 쇠비름 50%감소
- \* 위스콘신주에서 방동사니속의 유체는 옥수수과 콩의 생육을 억제(해로움)
- \* 전남진흥원에서 수수와 보리짚이 가래의 발새억제효과

**차. 화학적 방제법**

- \* 제초제를 사용하여 잡초를 방제하는 것
- \* 별도로 설명

**가. 종합방제체계**

- \* 협의 - 여러 가지 잡초방제법 중에서 두 가지 이상의 방제법을 사용하여 잡초 방제를 편리하게 하는 것
- \* 광의 - 잡초방제 뿐만 아니라 병과 곤충 등을 방제하기 위하여 두가지 이상의 방제법을 적절히 통합하여 이용하는 것
- \* 종합적 방제의 목적은 불리한 환경으로 인한 경제적 손실(경제적위험수준)이 최소가 되도록 유해생물의 군락을 유지시키는 데에 있다.
- \* 종합방제란 몇 종류의 방제법을 상호 협력적인 조건하에서 연계성 있게 수행해가는 방식이다.
- \* 종합방제의 장점

- a. 전체적인 잡초군락의 크기가 감소한다.
- b. 방제의 실패율이 감소하고 안정적인 결과가 기대된다.
- c. 약제사용기회와 사용량감소로 잔류독성문제 해소된다.
- d. 노동생산성이 향상된다.
- e. 종합적인 재배환경의 개선으로 단위 면적당 작물의 수량성의 향상 됨

**§10. 제 초 제**

**가. 농약관리법령 제2조(정의) 제1항**

농약이라 함은 농작물을 해하는 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 기지 농수산부령이 정하는 동, 식물의 방제에 사용하는 살균제, 살충제, 제초제와 농작물의 생리기능을 증진 또는 억제하는데 사용되는 생장조절제 및 약효를 증진시키는 자재

**나. 제초제의 구비조건**

- 1) 제초효과 클 것. (살초범위, 제초 및 잡초발생억제 기간)
- 2) 인축에 약해가 없을 것.
- 3) 자연환경에 오염이 없을 것.
- 4) 사용이 편리할 것. (제형, 혼용폭, 구입 및 취급용이)
- 5) 방제효과가 안전할 것. (온도, 습도, 광선, 경조조건이 변해도 약효와 약해에 변동이 없을 것)
- 6) 가격이 적당할 것. (생산자와 소비자의 입장을 고려)
- 7) 작물에 대한 약해가 없을 것. (생육, 수량, 품질 등)
- 8) 처리의 안정성. (저독성, 사용식, 약량 등)
- 9) 잔류문제가 없을 것. (토양수와 후작물)

**다. 미국환경보호문제가 제초제 제조회사에 연구하도록 연방법으로 요구하는 사항.**

- a. 약효 - 생산품이 인증지에 기재된 대로 효과가 있어야 한다 (EPA는 그 이상의 효과를 요구하지 않는다.)
- b. 독성 - 급성과 만성
- c. 식용작물과 사료작물에 대한 잔류독성유무 확인(만약 잔류독성이 있다면 내성 정도를 평가해야 한다.
- d. 자연계에서의 분해(토양, 유수, 지하수, 야생동물에의 잔류효과)
- e. 환경에 대한 영향(동물, 식물, 미생물의 자연군락변화)
  - \* 신제초제 --- 개발기간 ---- 6~10년
  - 개발연구비 --- 2~5천만 달러

**라. 독성 표시 용어**

- \* LD 치사약량
- \* LD50 중위치사량 - 동물 집단의 50%를 죽이는 약량
- \* LC 치사농도
- \* LC50 중립치사농도 - 동물집단의 50%를 죽이는 농도
- \* 호성경구 - 입으로 흡수 또는 섭취되는 약량, 경구독성 호성경지 - 피부에 직접 적용되는 약량(피부흡수), 경지독성
- \* 흡입 -- 호흡이나 섭취를 통한 노출
  - 비경구 -- 피부내로의 주입 혈관내로의 주입
  - 근육내로의 주입 피부처리로서의 주입
- \* 독성가는 시험동물의 체중 kg당 농약의 mg/kg으로서 LD50 (급성경구중위치사량)으로 표시 (가스나 증기의 양은 ppm 이나 공기 1당 안개나 먼지의 mg으로 흡입량 LC50을 나타낸다.)
- \* 어류 TLM - 48시간 후에 대사어류가 반수이상 죽는 농도

**1. 제초제의 분류**

- 1) 화학구조에 따른 분류
  - \* 무기제초제 --- 황산, 유산동, 소금, 석회질소
  - \* 유기제초제 --- 대부분의 제초제

- DNOC - 1932년 제초제로 사용(1892년 과수원 살충제)  
2,4-D - 1941년(미) Pokerny 합성 - 1944년(미) 제초제로 이용
- 2) 선택성에 따른 분류
- \* 비선택성 제초제 nonselective herbicide = total herbicide paequat, dequat, glyphosate
  - \* 선택성 제초제 -- 대부분의 유기제초제
  - \* 화분과 선택성, 광엽식물 선택성, 속간 선택성, 작물별 선택성이 되면 가장 이상적이다.
  - \* 작물과 잡초의 생육단계의 차이, 생태적인 차이, 생리적인 차이, 생화학적인 차이, 유전적 특성의 차이 등을 이용
- 3) 처리부위에 따른 분류
- \* 경엽처리제 --- 잎, 줄기에 사용
    - 작물의 생육 초·중기 --- - 잡초경엽처리
    - 작물의 성숙말기 ----- 잡초경엽처리
    - 작물의 예취 후 ----- 잡초경엽처리
    - 토양 경운 전 ----- 잡초경엽처리
  - \* 토양처리제 --- 대부분의 제초제
    - 작물의 파종(이식 또는 정식)전 ----- 토양혼화처리
    - " 전 ----- 금면토양처리
    - " 전 ----- 전면토양처리
    - 작물의 생육 초·중기 ----- 전면토양처리
  - \* 물처리제
  - \* 경엽 경 토양처리제
- 4) 처리시기에 따른 분류(잡초위주)
- \* 발아전(출아전)제초제 : 대부분의 토양처리용 제초제
  - \* 발아 후(출아후)제초제 : 대부분의 경엽처리용 제초제
- 5) 처리국면에 따른 분류(사용 또는 처리방법에 따른)
- \* 금면처리 \* 대상처리 \* 점처리
  - \* 국부처리 : 공간적인 관점에서 혼화처리, 표면처리
- 6) 생장반응에 따른 분류
- \* Horomon형 제초제 -- 2, 4-D
  - \* 비Horomon형 제초제 -- 대부분의 유기제초제
- 7) 이행성에 따른 분류
- \* 점착형제초제 -- paraquat, dequat, PCP
  - \* 이행형제초제 -- 대부분의 유기 제초제
  - \* 잔류형제초제
- 8) 제형에 따른 분류
- \* 유제 ec, 유탁액 \* 액체 lq \* 수용제 sp
  - \* 수화제 wp, 현탁액 \* 입제 g, 압출형, 흡착형
  - \* 미립제 mg \* 점보형 j
- 9) 제초제의 작용기작에 따른 분류
- \* 옥신작용의 교란 - 페녹시계 ----- 2, 4-D, MCP  
안식향산계 ----- Dicamba, TBA
  - \* 단백질합성저해 - 산아미드계 ----- alachlor, napropamide  
카르바마이트계 --- asulam  
디니트로아닐린계 - penoxalin, nitralin  
유기인계 ----- piperphe
  - \* 세포분열저해 - 카르바마이트계 ----- asulam  
페녹시계 ----- 2, 4-D  
디니트로아닐린계 -- penoxalin
  - \* 광합성저해 - 요소계 ----- linuron  
산아미드계 ----- proranil  
트리아진계 ----- simazine, atrazine  
기타 ----- benazon
  - \* 엽록소형성저해 - 피라졸계 ----- pyrazolate  
기타 ----- amitrole

- \* 광활성형 - 디페닐에테르계 --- nitrofen, chlornitrofen  
기타 ----- oxadiazon
  - \* 과산화물생성형 - 비피리딜리움계 --- paraquat, diquat
  - \* 호흡저해 - 페놀계 ----- PCP, NBP
  - \* 세포괴사 - 시안산소다, DSMA
2. 제초제와 작물
- 1) 제초제의 흡수와 이행
- \* 제초제는 식물체에 들어가서 작용부위에 도달하여야 살초작용을 나타낸다.
  - \* 작물체내에서 제초제의 흡수 및 이행정도는 제초제의 화학적 성질 뿐만 아니라 제초제의 처리부위 및 식물의 형태적 또는 생리적 특성에 좌우된다.
- (1) 제초제의 흡수
- a. 종자에 대한 제초제의 흡수 : 종자의 흡수과정은 집단류와 확산에 대하여 이루어지며 수동적과정 즉 비대사적 과정
- b. 뿌리에 의한 제초제의 흡수
- \* 토양에 처리된 제초제는 대부분 식물의 뿌리에 의하여 흡수
  - \* 제초제는 물관부와 체관부 등을 통하여 이동통로에 도달하고, 뿌리에서는 물관을 통한 흡수가 체관을 통한 흡수보다 중요하다.
  - \* 뿌리에서는 cuticle이 없기 때문에 극성의 제초제는 잘 흡수되지만, 비극성의 제초제는 흡수되기가 어렵다.
- c. 잎에 의한 제초제의 흡수
- \* 일부 제초제의 휘발성기체와 용액은 기공을 통하여 흡수되지만 대부분의 제초제는 잎의 표면으로 직접 침투하여 흡수
  - \* 습윤제는 계면장력을 적게 하며 제초제의 흡수를 증가시키고 cuticle의 납질이나 유성물질을 용해함으로써 엽면흡수를 증가
  - \* 극성의 제초제는 습윤제 첨가로 독성이 증가한다.
  - \* 선택성이 잎의 흡수정도에 따라 다른 것은 습윤제 첨가로 선택성이 감소한다.
  - \* 온도가 상승하면 제초제의 흡수가 촉진된다.
- d. 자엽초나 어린 줄기에 의한 제초제의 흡수
- \* 일부 제초제는 잡초가 발아한 다음 출아할 때에 자엽초와 어린줄기에 의하여 토양으로부터 흡수된다.
- e. 줄기에 의한 흡수
- \* 제초제를 경엽처리나 국부살포로 할 경우, 줄기에 의하여 흡수되기도 한다.
- (2) 제초제의 이행
- \* 점착형제초제를 제외하고는 대부분의 제초제가 식물체내로의 흡수점과 작용점이 다르므로 이행이 이루어져야한다.
  - \* 식물체내로의 제초제의 이행은 체관부계통, 물관부계통, 세포간극 등을 통하여 이루어진다.
  - \* 제초제는 뿌리에서 물과 같이 흡수되어 체관부를 통하여 잎에서 흡수되어 광합성 산물과 같이 물관부를 통하여 이행
- 2) 작물에서의 제초제의 대사
- \* 제초제의 분해는 분자의 화학구조가 변화됨에 따라 일어난다
  - \* 대부분의 제초제는 분해함에 따라 살초효과가 감소한다.
  - \* 어떤 제초제는 화학구조가 약간 변화함에 따라 살초효과가 증대한다.
- (1) 제초제의 분해반응
- a. 산화
- \* 전자의 이탈에 의하여 에너지가 방출되는 과정으로써 산소

의 첨가 또는 수소의 이탈을 통하여 전자가 산화된 화합물로부터 효과적으로 제거되고 에너지의 방출이 수반된다.

- \* 고등식물에서 phenoxy계 제초제는 베타-산화 한다.  
2, 4-DB ----- 베타 - 산화 ----- 2, 4-D  
MCPB ----- 베타 - 산화 ----- MCPA  
2,4, 5-TB ----- 베타 - 산화 ----- 2, 4, 5-T

b. 환원

- \* 전자가 첨가되어 환원된 화합물에 에너지를 결합시키는 반응
- \* 화합물에서 산소를 제거 또는 수소를 첨가
- \* 대부분의 생물에너지의 전환은 산화환원반응과 관련이 있고, 그 대부분은 탈수소 반응이다.

c. 가수분해

- \* 한 분자가 분리되어 물의 이온이 한 부분 또는 다른 부분에 첨가되는 반응으로 둘 이상의 새로운 화합물이 생성된다.
- \* 가수분해는 carbamate계, thiocarbamate계, triazine계, urea계, phenoxy ester 등의 분해에 관계한다.

d. 히드록시화 반응

- \* 한 원자 또는 기 대신에 OH기로 치환 시키는 반응.
- \* phenoxy, bezonic acid, triazine계의 유도체가 hydroozylation
- \* 트리아진계 제초제에서는 hydroozylation이 탈염소반응, 탈메톡시화반응, 탈메틸치오화 반응과 관련이 있다.

e. 탈카복시 반응 : R-COOH ----- RH + CO<sub>2</sub>

f. 탈알킬 반응

g. 작물체내 물질과의 결합반응

- \* 제초제는 식물체내에서 다른 화합물과 결합하여 복합화합물을 생성한다.  
\*\* 당, 아미노산등과 주로 결합한다.  
\*\* peptide, lignin, 지질 등과도 결합한다.  
\*\* 당 또는 아미노산과 결합한 제초제 복합체는 보통 추출 용매에 용해된다.

(2) 제초제의 분해경로

- \* 식물체내에서 제초제의 분해는 매우 복잡한 과정을 거쳐 이루어진다.

3) 제초제에 대한 작물의 형태적 반응

- \* 식물의 종류, 발육단계, 관련기관과 조직, 제초제의 종류, 환경조건 등에 따라 반응이 다르다.
- \* 제초제는 세포와 조직의 파괴뿐만 아니라 세포의 분열, 신장 및 분화를 변화시킨다.  
생장억제, 하변생장, 황화현상, 백자현상, 괴사, 세포의 미세기관과 막의 변형, 큐티클 형성의 저하 등

3. 제초제의 작용기구

1) 광합성의 저해

- \* 광합성의 명반응은 grana에서 암반응은 stroma에서
- \* 광합성저해제의 대부분은 명반응을 저해한다.
- \* 일부의 제초제는 힐반응을 저해한다

2) 핵산대사와 단백질합성의 저해

- \* 호흡작용의 과정중에서 해당작용은 조세포에서 시트르산해로, 산화적인산화, 전자전달은 미토콘드리아에서 이루어진다.
- \* 대부분의 호흡저해제는 미토콘드리아에서 작용한다.

3) 핵산대사와 단백질합성의 저해

- \* 단백질합성은 전달암호를 지니고 있는 DNA로부터 전달정보를 전달받는다.  
\* mRNA는 리보솜에서 단백질을 합성을 조절한다.  
\* 아미노산은 ATP 및 tRNA와 작용하여 amino-acyl tRNA를 형성하며 이것을 다시 mRNA에 부착하여 리보솜내에서 단백질

을 합성한다.

- 4) 지질대사의 저해 : 일부 제초제는 세포와 세포 미세기관의 막에서 중요한 구성성분이 되는 지질의 합성을 저해한다.

5) 작물의 생장 및 발육의 저해

- (1) 세포분열의 저해 : 주로 증기와 말기사이의 정상적인 유사분열과정이 방해된다.

(2) 조식발달의 저해

(3) 색소체형성의 저해

- \* 엽록소나 carotinoid색소의 형성을 저해
- \* 이들 제초제는 황화 또는 백화현상을 일으켜서 궁극적으로 광합성을 저해하여 식물체를 고사시킨다.

6) 효소작용의 저해

- \* 제초제의 의한 살초효과는 식물체 내에서 효소의 활동을 직간접적으로 변화시키기 때문이다.
- \* 제초제의 효소에 의한 대한 영향은 제초제의 농도와 식물의 생육단계에 따라 다르다.
- \* 저 농도는 효소의 활동을 촉진하지만 고농도는 저해한다.
- \* 어린 식물은 성숙한 식물보다 더 크게 영향을 받는다.

4. 제초제의 선택성

- \* 제초제의 선택성은 상대적이지 절대적인 개념이 아니다.
- \* 제초제의 선택성은 식물과 제초제 및 환경조건간의 상호작용에 의하여 결정된다.
- \* 바람직한 선택성은 식물, 제초제, 환경의 3가지 구성요인이 유리한 상호작용으로 나타날 때에 얻어진다.

1) 식물

(1) 식물의 연령, 성숙도 및 생장속도

- \* 제초제의 대한 반응은 식물의 연령에 따라 달라진다.
- \* 어린 식물은 일반적으로 제초제에 대한 저항성이 낮다.
- \* 생장속도가 빠른 식물은 제초제에 대한 저항성이 약하다.

(2) 식물의 저해

a. 뿌리의 분포상태

일년생잡초 ----- 얇은 뿌리조직  
다년생식물, 과수 및 목본식물 -- 뿌리가 깊고 넓게 분포

b. 생장점의 위치

쌍자엽식물 ----- 정아  
단자엽식물 ----- 엽의 기부

c. 발아 및 출아의 심도

d. 초장의 차이

e. 잎의 특성 : 털의 유무, 기공의 다소, wax층의 유무(납질) cutin층의 유무(cuticle층)

(3) 생리적 차이

- \* 제초제의 흡수량과 이동량은 식물의 생리적 차이에 의하여 달라진다.
- \* 제초제의 흡수와 이행은 제초제에 따라 다르지만 제초제와 식물이 같아도 환경에 따라 다르다.

(4) 생물리적 과정

- \* 식물세포의 구성분자가 제초제를 흡착하여 살초성 물질이 불활성화 한다.

(5) 생화학적 과정

- \* 많은 제초제가 내성인 식물체내에서 독성이 없는 화합물로 분해하거나 conjugate 형성으로 불활성화 한다.
- \* 그러나 감수성인 식물내에서 변화가 없거나 적어서 독성을 나타낸다.

a. 효소의 불활성화

b. 제초제의 활성화



토광물의 종류, PH, 양이온치환용량, 입단구조, 토양미생물의 종류 및 량

c. 작물의 유무, 종류와 품종, 경작방법

\* 이상의 인자들이 서로 연관되어 있기 때문에 단일 인자만으로 잔효 및 잔류성을 평가하기는 어려운 일이다.

\* 제초제의 사용에 대한 최선의 방법은 제초제의 잔효가 작물과 잡초의 경합한계 기간까지 지속되는 데 있다.

## 6. 제초제의 제형과 사용방법

1) 제초제의 제제 중의 증량제

(1) 희석제

a. 용제 : xylene, benzene, isophorone, DMF

b. 고체희석제 : 담체, 기제

\* 입도 30mesh(46u)이하 사용, 평균입도 10~15u

\* PH --- 중성에 가까운 것

\* 조성 --- 광물분말은 조성에 따라 그 용도가 다르다.

\* 가비중 --- 원광과 입도에 따라 다르다.

입 제 --- 비중이 가벼운 것

수화제 --- 비중이 무거운 것

(2) 계면활성제

\* 동일 분자 내에 친수성기와 친유성기를 가진 화합물로서, 물과 유기용매에 어느 정도 녹으면 계면의 성질을 변화시키는데 효과가 큰 물질

(유화제, 분산제, 전착제, 가용화제, 습윤제, 침투제)

\* 계면활성제가 갖추어야 할 성질

a. 유화력과 분산력이 커야 한다.

b. 활성제 자체도 안정되고, 동시에 주제를 변질시키면 안됨

c. 주제 및 기타 보조제와 친화성을 지니고 있어야 한다.

e. 경수에도 사용 할 수 있어야 한다.

2) 제초제의 제형

(1) 수용제

\* 유효성분이 수용성이므로 녹으면 투명한 액체가 된다.

\* 주제의 물에 대한 용해도가 최소한 10%이어야 한다.

(2) 유제

\* 유탁액 emulsion이 된다.

\* 주제의 유기용매에 대한 용해도는 15~50%이어야 한다.

\* 토양표면이 유막상의 처리층을 형성하나 가우시 유실해를 우려

\* 경엽처리에 부착력이 커서 효과적

(3) 수화제

\* 원제가 유기용매에 녹기 어려운 경우에 사용

\* 현탁액 suspension이 된다.

\* 가압식분무기를 사용하여 균일 살포를 요함.

\* 비산해를 주의

(4) 슬제

(5) 현탁제

(6) 입제

\* 물에 용해되지 않는 원제를 증량제(벤토나이트, 활석, 고령토, 재올라이트) 및 점결제와 혼합, 분해하여 조립한 것.

- 습식법 (조립법, 습출법) - 건식법

- 흡착법 - 피복법

\* 대개 수도용으로 유효성분의 농도가 낮다.

\* 수분요구가 크며, 사용이 용이하나, 운반, 보관, 균일살포가 어렵다.

\* 산립기 사용효과가 크며 비산해가 적다.

\* 건조한 곳이나 토괴가 크고 거친 경우에는 효과가 떨어짐  
(7) 분제

\* 유효성분에 활석, 고령토, 규조토 등과 같은 증량제를 혼합하여 분쇄한 것.

\* 분말도가 300~250 mesh(61~46u)인 미립의 분말이다

# 농 약 학

## 1. 총 론

### 1. 농약의 정의

- 재배 또는 저장중의 농임 작물을 보호하거나 증산의 수단으로 사용하는 약제 즉, 비료를 제외한 모든 농업용 약제
- 농작물을 해하는 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 잡초, 기타 달팽이, 조류, 야생동물, 이끼류, 또는 잡초의 방제에 사용되는 살균제, 살충제, 제초제, 기피제, 유인제, 전착제, 농작물의 생리기능을 증진하거나 억제 하는데 사용하는 약제

※ **농약학**이란 : 농약의 이화학적면(농약의 조제, 조성, 성질 등)과 생물학적인 면(농약의 약효, 약해의 작용기작, 사용법 등, 작물에 대한 방제에 관한 것)에 대하여 연구하는 학문

### 가. 농약의 중요성

- 농약은 병해충과 잡초 발생으로 인한 감수를 방지하고 품질을 향상시켜 식량의 안정공급을 해주며, 노동력 부족을 대체해 생력화를 기할 수 있어 경제적이고 빠른 효과를 나타내는 화학물질로서 근대 농업 발전에 큰 영향을 미치게 됨.

#### 1) 병해충 및 잡초방제와 작부체계의 변천

- 도열병 발병위험으로 질소질 비료 증시에 어려움이 있었으나 살균제의 개발로 약제방제 한계까지 질소질 비료 시비
- 유기합성 농약이 이화명나방의 방제에 공헌하여 조기재배 실시

#### 2) 병해충 및 잡초방제와 벼 감수방지의 효과

→ 다비, 밀식, 조식, 무대, 생력재배 가능.

#### 3) 생산비의 저하와 병해충 방제

### 나. 병·해충의 방제

- 농업 생산을 저해하는 가장 큰 요인의 하나는 병해충과 잡초의 발생으로서 이러한 요인을 감소시키기 위한 수단을 방제

#### ☞ 종합적 방제

- 몇 종류의 방제 법을 상호 협력적인 조건 하에서 연계성 있게 수행해 가는 방식을 말한다.

#### 1) 경제적 방제 : 작부 체계, 작물 선택(품종) 등으로 계획이 중요함

#### 2) 생물적 방제 : 병해충의 발생 밀도를 생물적 방제 요인을 이용하여 경제적 피해 수준 이하로 조절하는 방법

→ 菌根을 이용 소나무 묘목병과 목화시들음병 방제

→ 細菌으로 근두암증병 방제

→ *Agrobacterium radiobacter* strain 84의 배양액에 담금으로써 생물학적 방제

이 특정세균이 식물체 표면에 정착해 박테리오파지 아그리신84를 분비 해 이루어짐

cf) 박테리오파지 : 특정세균에 의해 분비되는 항세균성 물질

→ 천적류 : 잠자리목, 딱정벌레목, 사마귀목, 노린재목, 천적류 벌목, 파리목(기생목)

#### 3) 물리적 방제 : 물리적으로 직접 제거하거나 차단하는 방법 (노력이 많이 든다)

#### 4) 법적 방제 : 지역간 및 국가간에 법적으로 이루어진 방제

→ 국제 검역 : 모든 국가에서는 법을 정하여 새로운 해충의 침입을 방지하기 위하여 수출입물과 흙을 검사, 처리함으로써 국제간의 만연을 예방하고 있다.

→ 국내 검역 : 특정한 식물에 대하여 그 지역간 이동을 제약하거나 특정 병해충을 대상으로 그것의 만연을 방지하고 완전한 제거를 위한 조치를 말한다.

#### 5) 화학적 방제 : 농약을 사용한 방제법

→ 화학적 방제의 장점

- \* 효과가 뚜렷함      \* 응급적 구제가 가능함

\* 다수확을 위한 경제적 체계 확립이 가능함

\* 농작물에 감수방지 \* 생산비 저하 등 경제적으로 이익

### 다. 농약 구비 조건

- ① 적은 양으로 약효가 확실하다.
- ② 농작물에 대한 약해가 없을 것
- ③ 인축에 대한 독성이 낮을 것
- ④ 어류에 대한 독성이 낮을 것
- ⑤ 다른 약제와의 혼용 범위가 넓을 것
- ⑥ 천적 및 유해 곤충에 대하여 독성이 낮거나 선택적일 것
- ⑦ 값이 싸 할 것                      ⑧ 사용 방법이 편리할 것
- ⑨ 대량 생산이 가능할 것      ⑩ 물리적 성질이 양호 할 것
- ⑪ 등록 되어 있을 것 : 농촌진흥청에 등록

### 라. 화학적 방제와 생물적 방제의 장단점

구 분	화학적 방제	생물학적 방제
환경오염	상당하다	없다
생물상의 평형과 생태계의 파괴	생물상이 평형을 잃고 단순화하여 방제가 곤란해지며 생태계가 파괴된다.	생물상이 평형을 되찾고 생태계가 안정된다
치사율에 대한 저항성	심각한 문제이다	거의 없다.
방제효과의 지속	속효적이지만 일시적이다	효과 발현에 1-2년이 걸리지만 영구적으로 효력을 나타낸다.
적용범위	거의 해충에 유효하며 재 발생	이론상으로 모든 해충에 가능

### 마. 농약의 장단점

#### 1) 장점

- ㉠ 농림산물의 병해충 방제에 크게 기여
- ㉡ 인류의 보건 증진과 식량 증산에 크게 이바지
- ㉢ 살균, 살충으로 작물 수확

#### 2) 단점(부작용)

- ㉣ 자연계의 평형 파괴      ㉤ 약제 저항성 해충 출현
- ㉥ 인축과 야생 동물에 대한 독성      ㉦ 동물상의 단순화
- ㉧ 잠재적 곤충의 해충화      ㉨ 잔류 독성으로 인한 환경오염

### 바. 농약의 분해 방식

#### 1) 화학적 분해

- 산화, 환원, 가수분해, 결합 반응. 히드록시 반응
- 탈염소반응, 탈 카르복실반응, 탈알킬 반응, 환그림의 파괴

#### 2) 미생물에 의한 분해 - 유기농약은 탄소를 함유하므로 미생물의 에너지원

#### 3) 광분해 - 주로 자외선 의해

## 2. 농약의 분류

### 가. 농약의 사용 목적에 따른 분류

#### 1) 살균제 : 병원 미생물로부터 농작물을 보호하여 농산물의 질적 향상 및 양적 증대를 목적으로 사용되는 약제를 총칭하며 직접 살균제와 보호 살균제로 세분

##### ㉠ 살포용 살균제

- 보호용 살균제 : 병균이 식물에 침투하는 것을 예방하기 위한 약제 (⇒보르도액, 도제)

- 직접살균제 : 병균 침입의 예방은 물론 침입된 균을 죽이는데 쓰는 약제 ( ⇒ 석회유황합제, Blasticidin, 디폴라탄)

##### ㉡ 종자소독제 : 종자, 모종의 겉껍질에 묻어있는 병균을 살균시키기 위해 처리되는 약제 (비타박스, 침적용 유기수은제, 벤레이트티)

- ㉔ 토양 살균제 : 모판흙이나 그 밖의 토양을 살균시키기 위해 사용되는 약제  
(글로로피크린, 토양 소독용 유기수은제, 밧사미드)
- ㉕ 과일 방부제 (티오요소, 디페닐 등)
- ㉖ 농용 항생제 (agrimycine, blasticidin 등)
- 2) 살충제 : 농작물을 가해하는 해충의 방제에 사용하는 약제로 소화중독제, 접촉제, 침투성살충제, 훈증제, 기피제로 나눈다
- ㉗ 독제(식독제) : 약제를 구기를 통해 섭취 (대부분의 유기인계 살충제)
- ㉘ 직접접촉제 : 피부에 접촉 흡수시켜 방제  
직접접촉 독제 : 직접 살포시에만 살충 (제충국, derris제, 니코틴제, 기계유유제)  
잔효성 접촉 독제 : 직접 살포시는 물론이고 약제의 접촉시 살충 (대부분의 살충제)
- ㉙ 침투성 살충제 : 잎, 줄기 또는 뿌리의 일부로부터 침투되어 식물 전체에 이행케하여 살충효과를 거두는 약제 (슈라단, Pestox-3, Mestasytox)
- ㉚ 훈증제 : 유효성분을 가스로 해서 해충을 방제하는데 쓰이는 약제
- ㉛ 기피제 : 농작물 또는 기타 저장물에 해충이 모이는 것을 막기 위해 사용하는 약제
- ㉜ 유인제 : 해충을 유인해서 제거 및 포살하는 약제
- ㉝ 화학불임제 : 해충의 생식기관 발육저해 등 생식능력이 없도록 하는 약제
- 3) 살비제 : 곤충에 대하여는 살충 효과가 없고 응애류에 대해 효력이 있는 약제  
→ 응애 살충(Ovotran, kelthune, Phencapton)
- 4) 살선충제 : 식물의 뿌리에 기생하는 선충을 방제하는 약제
- 5) 살서제 : 농림상 해를 주는 쥐, 두더지 및 기타 설치류의 방제시에 사용하는 약제 (인화아연, 프라톨, 와르파린)
- 6) 제초제 : 농작물의 생육을 저해하는 잡초를 제거하는데 사용하는 약제를 말하며 살초기능에 따라 선택성, 비선택성인 것으로 구분하며, 사용 시기에 따라 토양 처리용, 생육 처리용으로 구분
- ㉞ 비선택성 제초제 : 약제가 처리된 전체식물 제거 (염소산소오다, TCA, TOK)
- ㉟ 선택성 제초제 : 화본과 식물에 안전하고 광엽식물만 제거 (2,4-D, MCP)
- 7) 식물 생장조절제  
- 식물의 생장을 증진 또는 억제하거나 개화 촉진, 착색 촉진, 낙과 방지, 낙과촉진 등 식물의 생육을 조절하기 위하여 사용되는 약제  
(지베렐린, 테테로 오옥신, α-나프탈렌초산, MH제)
- 8) 보조제: 살충제의 효력을 충분히 발휘시킬 목적으로 사용  
- 전착성 증가 : 비누, 카제인 석회, 비해리성 계면활성제  
- 효력증대 : piperonyl butoxide, piperonyl cyclonene, 황산아연  
· 보조제의 작용  
· 식독제, 보호살균제 : 고착성이 큰 것  
· 접촉독제 접촉형 제초제 : 습전성이 좋은 것
- ㊱ 전착제 : 주성분을 병해충이나 식물체에 잘 전착시키기 위해 사용되는 약제
- ㊲ 습윤성·확전성(습전성) : 골고루 퍼지고 널리 적시는 성질
- ㊳ 부착성·고착성 : 살포한 약액이 식물체나 충체에 붙는 성질
- ㊴ 현수성 : 수화제
- ㊵ 유화성

- O/W형 : 물속에 유분의 입자를 분산(농약에 사용)
- W/O형 : 유분 중에 물방울을 분산
- 유제의 안정성 : 유제는 일반적으로 분제나 수화제보다 안정 (말라티온에 epichlorohydrin(안정제)첨가하여 경시변화)
- ㊶ 전착제로서의 계면활성제  
· 표면장력을 감소시키는 물질  
· HLB : 계면활성제 분자내에 친유기와 친수기가 함유되어 있으며 이 양기가 적당한 평형을 이루었을 때를 HLB라 함 이때 계면활성을 보임  
· HLB8 : 18-O/W 유제 제조용에  
· 농용 보조제 : 음이온 및 비이온 활성제
- a) 구비 조건  
- 유화력이나 분산력이 커야 한다.  
- 主劑를 변질시켜서는 안된다.  
- 主劑 및 기타 보조제와 친화성을 지녀야 한다.  
- 작물에 약해를 일으키지 않아야 한다.  
- 경수에도 쓰일 수 있어야 한다.
- b) 종류  
- 농용 비누 - 황산화유 - 지방 알코올 황산 에스테르
- ㊷ 증량제 : 분제에 있어서 주성분의 농도를 낮추는 보조제
- a) 증량제의 구비 조건  
㉠ 분말도 ㉡ 가비중 ㉢ 분산성 ㉣ 비산성  
㉤ 고착성 또는 부착성 ㉥ 안정성  
㉦ 수분 및 흡습성 (수분을 많이 함유 또는 흡습성이 강하면 안됨)  
㉧ 액성(PH) 가급적 중성의 것을 선택  
㉨ 혼합성 증량제의 비중 형상 고려
- b) 증량제의 종류  
· 규조토 : 주성분은 규산(SiO<sub>2</sub>), 갑충류에 87% 살충력, 수화제 조제에 쓰임  
· 고령토 : 주성분은 규산 알미늄, 水和劑, 분제의 증량제로 쓰임  
· 탈크(talc : 활석) : PH는 알카리성이나 안전하므로 분제 제조용으로 널리 쓰임  
· 벤토나이트 : 유류의 유화제의 제조용으로 많이 쓰임  
· Pyrophyllite (납석) - 분제 및 수화제
- ㊸ 용제(매) : 약제의 유효 성분을 녹이는 약제  
- 물에 잘 녹지 않는 식물성 농약 및 유기합성 농약 등은 적당한 유기 용매에다 녹여서 유제의 형태로 사용
- a) 구비 조건  
· 농약에 대한 용해도가 커야 한다.  
· 농약의 약효 및 안정성을 저하시켜서는 안된다.  
· 농약의 독성을 증대시켜서는 안된다.  
· 용제 자신이 약해를 내서는 안된다.
- b) 크실렌 (대표적 용매)
- ㊹ 유화제 : 유제의 유화성을 높이기 위한 약제(계면활성제)
- ㊺ 협력제 : 유효 성분의 효력을 증진시키기 위한 약제 (Piperonyl butoxide, Sesamin)
- 9) 살균·살충제  
- 병해충을 동시에 방제하기 위하여 사용되는 약제로 단일 성분으로 살균·살충의 효과를 발휘하는 것과 살균제와 살충제를 혼합하여 만든 혼합제 농약

## 나. 농약의 형태별(사용 형태) 분류

### 1) 액체시용제

- ㉡ 유제(EC) : 불용성 주제 + 용제 + 계면활성제 = 유탁액

- 물에 녹지 않는 농약의 주제를 용제에 용해시켜 계면활성제를 첨가하여 제조한 것으로 물과 혼합 시 우유 모양의 유탁액이 된다. 수화제 보다 살포액의 조제가 편리하고 약효가 다소 높다. (불용성 약제 → xylene, toluene → 乳化劑)

a) 유제의 구비조건 : 유화성, 안정성, 확산성, 고착성

㉠ 액제(液劑) (비 가수분해 주제 + 응결방지제)

- 주제가 수용성인 것으로 가수분해의 우려가 없는 경우에 주제를 물에 녹여 응결방지제를 가하여 만든 것

㉡ 수용제 (가용화제 첨가 : SP)

- 제제와 형태는 수화제와 같으나 유효 성분이 수용성이므로 물에 넣으면 투명한 액제가 된다.

- 원제 + 가용화제 ⇒ 물에 녹이면 수용제가 됨

㉢ 수화제(불용성 주제 + 카올린.벤토나이트 + 계면활성제 = 현탁액)

- 물에 녹지 않는 주제를 카올린, 벤토나이트 등으로 희석한 후 계면활성제를 혼합한 제제로서 물에 희석하면 유효 성분의 입자가 물에 고루 분산되어 현탁액이 된다.

- 불용성 원제 + 점토광물의 증량제 + 계면 활성제 ⇒ 미분말화 ⇒ 수화제를 물에 풀면 ⇒ 현탁액

㉣ flowable(플로우어블)

- 용제에 녹기 어려운 고체의 유효성분을 액체화 한 것, 수화제의 효력의 증강보다는 취급상 이점에 주안점, 수화제에 비하여 살포하였을 때 병충이나 잡초의 내부나 표피의 이면까지 약제가 도달

- 수화제 : 10 - 20 $\mu$ m, 플로우어블 : 5 $\mu$ m이하

㉤ 미량살포제 (ULV spray) : 공중살포에 있어서만 이루어진다.

㉥ 유제(油濟, Oil solution)

- 유효성분을 고비등점의 유기용매에 녹인액제, 그대로 또는 유기용매에 희석하여 사용 살선충제, 수목의 나무줄기 방제제, 유인제 등

## 2) 고정시용제

㉦ 분제(dust:G) (주제 + 증량제 + 물리성개량제 + 분해방지제)

- 주제를 증량제, 물리성개량제, 분해방지제 등과 균일하게 혼합 분쇄하여 제조한 것

- 수도병해충 방제에 널리 사용

- 유제 수화제에 비해 고착성이 불량하므로 잔효성이 요구되는 과수의 병해 방제용으로는 부적합

㉧ 입제

- 유효성분을 담체인 고체증량제와 혼합분쇄하고 보조제로서 고합제, 안정제, 계면활성제를 가하여 입상으로 성형한 것 또는 입상의 담체에 유효성분을 피복시킨 것으로 토양시용, 수면시용의 경우가 많다.

- 농약에 있어서 입제는 근래 새로운 형태의 제제로서 등장하게 된 것으로 대체로 8~60매시(0.5~2.5mm) 범위의 지름을 가진 작은 입자를 말한다.

- 입제의 성질 : 수용성이나 증기압이 낮고, 휘발성이 있기 때문에 훈증적인 작용을 가지고 있으며, 토양흡착성이 있고 물로 유실되지 않으며, 작물체내에 침투 이행하는 성질, 수중 및 토양중의 유기물 및 미생물에 대하여 안전해야 되는 성질

㉨ DL분제

- 살포도중에 비산이 적은 약제 보통 분제에서 매우 가는 10 $\mu$ m의 미분을 제거하고 20 - 30 $\mu$ m의 부분이 중심이 되게 한 새로운 형태의 분제

- 수도 하부에 도달이 좋으며 하부에 발생하는 병해충에도 효과를 나타내는 등의 좋은 잇점이 있다.

㉩ 플로우더스트제(FD제)

- 미립제로된 분제(평균입경 2 $\mu$ m)로서 하우스내의 시설재배에 있어서 병해충 방제를 목적으로 하여 개발

- 농약의 미립자가 시설 내에 장시간 부유하고 균일하게 확산할 수 있도록 연구한 제제

- 보통분제의 10배 농도의 성분을 함유하는 고농도의 미분제

## 3) 기타 제형

㉪ 훈증제 : 비점이 낮은 농약의 주제를 액상, 고상 또는 압축 가스로 용기 내에 충전한 것으로 용기를 열어 대기 중에 가스 상태로 방출하여 병해충에 독작용을 하는 제형

㉫ 훈연제 : 유효 성분과 발열제를 동시에 흡착시키거나 강통에 넣은 것을 불을 붙이면 유효성분이 연기와 함께 공중에 분산(시설 원예 포장에서 많이 사용)

㉬ 연무제 : 유효 성분을 용제·분사제 등과 bombe에 충전시킨 것을 압력을 가하여 공기중에 분출(가정용 살충제로서 모기, 파리 등의 구제에 사용 BHC 연무제, OPP 연무제)

㉭ 모기향 : 정제(원제 + 증량제) : (찍어냄)

㉮ 가스제 ⇒ 시안화 석회, 클로로 피크린, 메틸 브로마이드

## 다. 화학적 조성(주성분)에 의한 분류

1) 무기농약 : 무기화합물을 주성분으로 하는 농약(동제, 유황제, 비소제, 알칼리제)

2) 유기농약 : 유기화합물을 주성분으로 하는 농약

㉯ 천연 유기농약(식물의 구성물질 중 살균 살충 성분을 이용한 농약)

㉺ 유기합성 농약

① 유기인계 : 인을 중심으로 각종 원자 또는 원자단으로 구성 (현재 사용하고 있는 농약 중 가장 많은 종류의 농약)

② 유기염소계 : 구조 중 염소(Cl)가 많이 함유

(DDT, BHC, 클로르덴, 헵타클로르드린제)

③ cabamate계 농약 : 카르바미산의 골격을 가진 화합물

④ 유기황계 : dithiocarbamine계를 가지는 화합물로서 dialkylamine계화합물과 alkylenediamine계 화합물로 나뉨

⑤ 유기비소계 : 구조에 As(비소)를 가지고 있음

⑥ 유기불소계

## 3 농약제제의 물리성

### 가. 살포액

- 1) 유화성 : 油粒자가 균일하게 분산하여 乳濁液으로 되는 성질
- 2) 습전성 : 살포한 약액이 작물이나 해충의 표면에 잘 적시고 퍼지는 성질
- 3) 수화성 : 수화제와 물과의 친화도
- 4) 현수성 : 현탁액에 있어서 고체 입자가 균일하게 분산, 부유하는 성질과 안정성
- 5) 부착성·고착성 : 식물체나 충체에 붙는 성질
- 6) 침투성 : 약제가 식물체나 충체에 스며드는 성질
- 7) 표면장력 : 공기와 접촉하는 계면의 장력으로 살포후의 표면장력이 적은 경우 살포가 용이하다.
- 8) 접촉각 : 정지액체의 자유표면에 고체와 접하는 점에 액면과 고체면이 이루는 각 접촉각이 크면 적셔지기 어렵고, 적으면 적셔지기 쉽다.

### 나. 분제(입제)가 갖추어야 할 물리적 성질

(물리적 성질의 양부가 약효에 크게 좌우됨)

1) 입자의 크기(유효 성분의 효과를 발휘하는 기본적인 성질)

㉯ 분말도 : 분제나 수화제의 입자의 크기를 나타낸 것

· 분 제 : 250~300mesh이상( $\mu$ m 이하)



- 수화제 : 330mesh이상 가는 것이 양호
- ㉔ 입도 : 분체, 미립제, 입제 등에서 입경의 범위
  - 분 제 : 10 $\mu$ m 중심으로 그 전후
  - 수화제 : 297~1,680 $\mu$ m
- 2) 분산성 : 살포시 분체가 널리 균일하게 분산하는 성질
- 3) 비산성 : 분체의 입자가 살포기의 풍력에 의해 목적 장소까지 날아가는 성질
- 4) 부착성·고착성 : 목적하는 작물 및 해충 등에 잘 달라붙는 성질
- 5) 응집력 : 각 입자가 집단을 만드는 힘, 크면 분체가 불록상으로 되거나 살포기에서 토출이 않됨, 작으면 비산은 좋지만 부착한 것이 떨어지기 쉽다.
- 6) 토분성 : 살포기에서 토출 정도
- 7) 안정성 : 저장 중에 주제가 분해되거나 변하지 않는 성질
- 8) 경 도 : 입자의 단단한 정도
- 9) 용적 비중(가비중) : 단위 용적당 무게 (제제의 살포시 비산성, 보존, 포장, 수송 시 좌우)
- 10) 수중분괴성 : 시용된 제제가 토양 표면 및 수면에서 서서히 유효 성분이 용출하는 성질

#### 4. 농약의 시험법

##### 가. 물리적 시험법

- 농약의 효과에 영향을 주는 물리적 인자를 측정하여 제품의 특성 우열을 조사하는 방법
- 1) 분말도(분체 입자의 크기)
  - ㉔ 물에 녹지 않는 분체 : 시료 50g을 비이커에 넣고 물을 가한 후, 고루 풀어서 일정한 크기의 체에다 통과시킴 → 체에 남은 부분을 건조 후 무게를 달아 백분율로 환산
  - ㉔ 물에 녹는 분체 : 체속에 시료 50g을 넣고 1분간 50회의 속도로 두드린 후 → 체에 남은 것을 무게를 조사하여 백분율로 환산
- 2) 용적비중(가비중)
  - 분체를 100cc원통 20cm 위에서 80mesh 체에 비벼서 쳐서 100cc로 만든 후 무게 측정 (물 100cc와 비교) ⇒ 분체로서의 가비중은 0.4~0.6이 양호
- 3) 현수성
  - 시료 0.5~1.0g를 메스실린더에 넣고 경도 3의 20℃의 물로 100cc 채운다.
  - 30회 거꾸로 잘 섞은 후, 중간에서 정확히 25cc를 취해서 주성분을 정량한다.
- 4) 유제의 안정성 : -5℃의 항온기에 72시간 정치하여 약액의 침전유무조사(액의 분리나 침전물이 생기면 안됨) 침전물이 생길 경우 10℃에서 흔들어 완전히 원상태로 되어야 함.
- 5) 유제의 유화성 : 경도 3의 20℃물로 사용 농도를 희석한 후 액 100cc를 메스실린더에 옮겨 1분간 30회씩 세게 섞는다 → 20℃항온기에 2시간 방치 후 유탁액의 균일성을 조사 (응고물이 분리되어서는 안됨)
- 6) 표면장력 : 각 농도의 희석액에 대하여 Du Noüy의 표면장력계를 사용하여 측정
- 7) 부착성 : 파라핀을 칠한 10cm<sup>2</sup> 유리판을 45°옆으로 기울여 놓고, 50cm 거리에서 15파운드 압력으로 약제를 분무시켜 부착 상황 조사
- 8) 고착성 : 부착성 측정 방법에 의하여 분무시킨 유리판을 4시간 물 속에 담갔다 꺼내 붙어 있는 약제의 양
- 9) 비중 (약액의 희석 시 사용 농도를 정확하게 하는데 필요)
  - 표준비중계와 Baume(보오메) 비중계가 있는데 농약은 보오메 비중계를 가지고 측정한다 (보오메도: Be'환산법)

- ㉔ 물보다 무거운 액체 ⇒ 비중 = 145/145-Be'(145 = 144.385)
- ㉔ 물보다 가벼운 액체 ⇒ 비중 = 145/145+Be'
- 10) 접촉각 (습전성을 조사하는데 필요)
  - 파라핀을 칠한 10cm<sup>2</sup>유리판을 수평으로 놓고 주사침으로 일정 농도의 약액을 적하 → 측면에서 수평 방향으로 광선을 비추 렌즈의 인화지 위에도 확대 투영하여 현상 후 접촉각을 측정
- 11) pH : 증류수를 삼각프라스크에 넣고 10분간 끓인(CO<sub>2</sub>를 제거) 후 20℃로 냉각시켜서 80cc를 100cc 메스실린더에 넣고 시료 20g을 넣어 1분간 혼합하여 5분간 정치 후 pH값을 측정.

#### 5. 농약의 독성

- 농약은 병해충이나 잡초 등의 유해한 생물로부터 농림 작물을 보호하는 것이지만, 반면에 인간이나 가축 및 무해한 환경 생물에 대하여 해를 입히는 성질
- 가. 인축에 대한 독성
  - 특히 살충 효과가 큰 유기인제, 비소제, 유기수은제 등은 독성이 크다
  - 1) 투여(섭취) 경로에 따라
    - 흡입 독성 : 호흡기를 통해 흡수 시(독성이 가장 큼)
    - 경구 독성 : 입을 통해 섭취 시
    - 경피 독성 : 피부에 부착한 경우(피부염, 알레르기 등)
  - 2) 독성의 속도에 따라
    - 급성 독성 : 직접 독성으로 흡입독성 > 경구독성 > 경피독성
    - 만성 독성 : 간접 독성으로 농축산물 및 식품에 잔류하는 농약 성분을 인간이 계속 섭취하여 나타나는 중독증상 → 주로 유기염소계 살충제
    - ㉔ 만성독성 실험법
      - 아급성독성 : 수주 - 수개월간에 걸쳐서
      - 아만성독성 : 쥐생쥐의 경우 전생애, 개, 원숭이 등은 수명의 1/10기간동안 실험
  - 3) 독성의 강도에 따라
    - 보통 독성 : 저독성 농약
    - 고독성 : 유독성 농약(잔류성 농약 포함)
    - 맹독성 : 별도 취급
    - 특수 독성 : 발암성, 최기형성, 신경독성, 생식독성

##### ㉔ 농약의 독성 구분

구 분	반 수 치 사 량(mg/kg)				흡입독성 (mg/lair) 4시간 1회 노출시
	경 구		경 피		
	고 체	액 체	고 체	액 체	
맹 독 성	<5	<20	<10	<40	0.5 <
고 독 성	5~50	20~200	10~100	40~400	0.5~2.0
보통독성	>50	>200	>100	>400	2 >

##### ㉔ 분류

- LD<sub>50</sub> 30mg/kg 이하의 것을 독약
- LD<sub>50</sub> 50~300mg/kg의 것을 극약
- LD<sub>50</sub> 300mg/kg 이상의 것을 보통약
- 극약과 보통약에 속하는 것을 저독성 농약
- ① 급성 독성 실험에서는 흰쥐, 생쥐, 몰모트, 토끼 등의 경구, 경피에 의한 LD<sub>50</sub> (반수치사량)으로 표시
- ② 유기인계 살충제는 대체로 독성 강하지만 동물체 내에서 비교적 빨리 분해되어 무독화 되므로 ⇒ 급성 중독
- ③ 무기염소계 살충제는 대부분 안정한 화합물로서 동식물체

내에서 거의 분해되지 않고 동물의 지방층이나 뇌신경 등에 용입 축적되어 만성 중독을 일으키는 경우 많음.

**나. 환경 생물에 대한 독성**

1) 어독성

- 살포한 농약이 강우나 관개수 등에 의하여 하천, 호수와 직결되어 각종 어류에 독성을 일으키는 경우
- 잉어반수치사농도 : 48시간 후에도 50%가 견뎌내는 약제 농도로 TLm으로 표시

☞ 어류에 대한 독성

구분	잉어반수치사농도 (ppm, 48시간)	사용제한
I (C급)	0.5ppm 미만	하천에 용입시켜서는 안됨
II (B급)	0.5 ~ 2.0ppm	일시에 광범위하게 사용 금지
III (A급)	2.0ppm 이상	통상 방법으로 영향 없다
*D급	수질오염농약	규제, 금지 지대에서는 사용 금지

- ㉠ 벤드린은 가장 어독성이 강한 약제
- ㉡ 제제의 형태에 따른 독성의 크기 유제 > 수화제 > 분제

2) 유용 곤충에 대한 독성

㉢ 꿀벌에 대한 독성

- 비소화합물을 살충제로 사용하면 주목이 되어 유기염소제, 유기인제와 같이 강력한 살충제의 출현되면서 심각함(양봉업자, 농작물의 화분 매개를 방해 농업자에게 영향)

㉣ 누에에 대한 독성

- ㉣ 천적군의 파괴(해충 방제를 위한 살충제가 천적군의 균형을 파괴함) → 기생벌, 기생파리, 잠자리 등의 피해

3) 기타 어류에 대한 독성(먹이 연쇄에 의하여 피해)

☞ 맹독성 농약

- 파라치온 유제 : 과수 이외의 모든 작물에 사용금지 (공급 : 산림청, 전매청, 농협, 조달청)
- 테막입제 : 소나무 이외의 모든 작물에 사용 금지 (공급 : 산림청)
- 호리마트 입제 : 과수원 살충제
- 슈라단 : 침투성 살충제

**6. 농약의 잔류성과 안전사용 기준**

- 잔류 농약이란 정상적인 사용방법으로 살포된 농약이 자연 환경 중(주로 농작물과 토양)에 존재하는 것

**가. 잔류 농약의 구분**

- 1) 작물 잔류성 농약 : 수확한 농산물중의 잔류량이 잔류허용기준을 넘을 위험이 있는 농약
- 2) 토양잔류성 농약 : 농약을 사용한 농경지(토양)에 그 성분이 잔류되어 후작물에 잔류되는 농약 (토양 중 농약의 반감기가 1년 이상인 농약으로 사용한 경우  
cf) 반감기 ⇒ 토양에 처리한 농약 중 절반이 분해되는데 걸리는 시간)
- 3) 수질 오염성 농약 : 수도용 농약으로 어독성에 관여함  
☞ 잔류 : 동식물체내 또는 표면에 잔류하는 농약 및 보조제

**나. 농약의 식품 잔류 허용기준**

- 최대 무작용량 × 안전계수 = 1 일 섭취 허용량

- 1) 인체 1일 섭취 허용량(ADI ; Acceptable daily in take)
  - 인간이 농약을 함유하는 식물을 일생 동안 섭취하여도 현재까지 알려진 지식으로는 아무런 장애가 일어나지 않는 양
  - 무작용량 (최대 무작용량, 최대 무영향수준) : 실험 동물에게 장기간 투여해도 이상이 없는 농약의 양(NOEL)

- 안전계수 : 실험동물과 사람과의 차이를 감안하여 약 1/100을 적용
- 2) 식품계수 : 전 식사에 대한 농약의 잔류가 문제되는 식품의 비율
- 3) 허용최대한계
  - 생선 식품 중에 잔류 허용될 수 있는 농약량의 최대량계
  - 허용한계(ppm)=ADI(mg/kg/1일)×국민체중/적용 농산물의 섭취량(kg/1일) 이다.

**다. 안전사용기준**

- 수확한 농산물중의 농약잔류량이 허용기준을 넘지 않도록 농약 사용 방법을 법으로 하는 기준 (안전한 농산물을 생산하도록 농약 사용법을 정함)

1) 설정기준

- 적용 대상 작물, 농약의 사용할 때, 살포농도 및 양, 살포 횟수, 살포 후 수확 및 식용시 까지의 기간

2) 관계 법규(사람 + 환경 + 작물에 대한 안전을 종합적으로 관리하는 법률)

농약관리법 식품위생법 환경보전법 폐기물관리법 산업안전보건법

**라. 우리나라 농약 품목 개발 과정**

- 1) 농약 관리 위원회의 심의 의결을 거쳐 농촌진흥청장이 고시하는 품목의 농약을 제조, 수입, 판매함
- 2) 농약 시험 기관 - 농촌진흥청, 농약 연구소
- 3) 시험 실시 기관 - 농촌진흥청 산하기관 및 국공립 연구 검사 기관, 농약제조 회사, 부설 연구소 및 농업계 대학

☞ 용어 설명

- ㉠ LD -- 치사량
- ㉡ LD<sub>50</sub> -- 각 실험동물 50%를 죽일 수 있는 약량 (mg/kg)
- ㉢ LC -- 치사농도
- ㉣ LC<sub>50</sub> -- 각 실험동물 50%를 죽일 수 있는 농약 농도
- ㉤ TLM -- 각 실험동물 50%가 생존 할 수 있는 농약 농도
- ㉥ ADI -- 1일 농약섭취 허용량

**7. 농약의 약해**

- 농약의 살포에 의하여 작물의 생리 작용을 방해 억제하여 정상적인 생육을 저해하는 것 주로 조직의 파괴, 증산작용·동화작용·호흡작용 등의 생리작용 방해로 경제적 피해를 줌

**가. 약해의 종류**

- 1) 급성 약해 : 약제 살포 후 1주일 이내에 증상이 나타나는 것  
· 증상 : 발아·발근 불량, 엽소, 반점, 잎의 위조, 낙엽, 낙과  
· 식물의 옆면에 침투하여 세포의 원형질의 생육을 저해(수용성 비소계, 수용성 동제)  
· 약제의 강한 알칼리성으로 표피 세포의 각피가 상해(송지황제, 석회유황합제)
- 2) 만성 약해 : 약제 살포 후 1주일 이후 또는 수확 후 증상이 나타나는 것  
· 증상 : 영양 장애, 화아형성 불량, 과실 발육 지연, 수량 감소  
· 효소 작용의 변화(석유유제)
- 3) 2차적 약해 : 약제 살포 후 토양에 잔류하여 후작물에 약해를 일으키는 것
- 4) 일시적 약해 : 환경 조건에 따라 회복되거나 더욱 심한 경우

**나. 약해가 나타나는 원인**

- 1) 약제의 이화학적 성질(농약 자체에 의해서)
  - 주제의 물리화학적 성질에 의한 것
  - 보조제 및 용매에 의한 것
  - 약제의 사용 농도와 사용량에 의한 것
  - 2종 이상의 약제를 섞어 쓸 때 일어나는 것(혼용 시)

· 약제를 조제할 때 사용하는 물에 의하여 주제의 분해에 의한 것

일반적으로 무기농약이 유기합성 농약보다 약해가 일어나기 쉬움

⇒ 무기농약이 물에 대해 가용성이며 화합물의 분자가 작아서 식물체내 침투가 용이하기 때문이다(보르도액 또는 비산연) + (소석회) → 불용성 화합물 → 약해 안 일어남

2) 작물의 감수성(작물의 종류와 생육 상태)

- 식물의 특성, 특히 즙액의 수소 이온 농도에 의한 것
- 식물의 종류, 품종, 생육 및 노유의 감수성 차이에 의한 것

㉔ 보르도액의 유효 성분인 염기성 황산동은 산성에 잘 녹기 때문에 pH가 낮은 작물인 복숭아 앞에는 살포 불가능 단, 감자 잎처럼 중성인 앞에는 살포 가능.

㉕ 대체로 저온이며 발육이 왕성하지 않은 시기에는 약해를 입지 않으나 고온, 다습하여 발육이 왕성한 시기에는 약해를 입기 쉽다.

㉖ 약제저항성 ⇒ 휴면기 > 영양 생장기 > 생식 생장기 > 유묘기 cf) 아주 어린잎에서는 표면에 털이 밀생했으므로 약물이 부착하기 어려워 약해 발생이 없다.

- ㉗ 동제에 약한 것 ⇒ 복숭아, 살구, 자두, 배
- ㉘ 비소제에 약한 것 ⇒ 복숭아, 자두, 두류
- ㉙ 유기 염소계(DDT, BHC) ⇒ 어린 오이류

3) 환경조건에 의한 약해(기상 조건 등)

- 약제의 처리를 전후하여 기상 조건과 살포 방법에 의한 것

㉔ 약제 살포 전후의 강우는 특히 약해의 큰 원인  
- 습도가 높으면 오랫동안 약제에 젖은 상태로 있기 때문에 식물체에 침투량이 많아 약해 발생

㉕ 고온과 강한 일사도 원인  
- 고온에서는 작물의 농약흡수가 높다. 2,4-D 등의 Phenoxy계 제초제는 저온에서 약해 발생

㉖ 잎의 뒷면(기공 多)에 약제 살포시 약해 큼

4) 토양조건

- 경엽처리 할 때 일부 토양에 떨어지므로 해당되지만, 주로 토양처리제(입제)인 경우에 일어남, 토양에 처리된 농약을 작물체가 흡수되는 정도와 토양에 의한 흡수 정도에 따라 결정된다.

다. 농약에 의한 약해를 받기 쉬운것

구리제에 의한 약해를 받기 쉬운 것 ⇒ 복숭아나무, 살구나무, 감나무

·비소제에 의한 약해를 받기 쉬운 것 ⇒ 콩류, 복숭아나무, 살구나무, 감나무

석회황합제에 의한 약해를 받기 쉬운 것 ⇒ 복숭아나무, 살구나무, 감자, 토마토, 파

·DDT에 의한 약해를 받기 쉬운 것 ⇒ 오이류

BNC제에 의한 약해를 받기 쉬운 것 ⇒ 오이류, 토마토, 가지, 배추

8. 농약의 사용법

가. 농약 살포 전 후(농약 사용 시) 유의 사항

1) 약제의 선정(각 지방의 방제지침, 방제력을 참고한다)

- \*방제 대상 작물과 병해충을 정확히 파악
- \*농약의 안전사용 기준을 확인
- \*포장 상태를 점검 \*가격과 포장 단위를 고려
- \*방제 기구 및 보호 장비를 확인
- \*사용 방법과 주의 사항 등을 숙지 후 사용
- \*농약 혼용 관계를 반드시 확인 \*운반 상 문제를 고려

\*주변 여건을 고려(대상 작물의 주변)

2) 저장중의 주의

- \*냉암소에 저장 및 보관(자외선 접촉 시 분해우려)
- \*건조한 장소(고형제는 흡습되면 분해 촉진)
- \*화기 주변을 피할 것(유제 등은 인화 위험성)
- \*제초제는 다른 약제와 구분 거리 보관(유효 성분의 전이)
- \*시건 장치(어린이 등의 손에 닿지 않도록)

3) 사용상의 주의

- \*사용자의 살포 전 건강 상태
- \*임산부 및 노약자의 작업 중지
- \*살포액의 조제 및 작업 시에 보호 장비 착용 후 실시
- \*제품 및 포장을 개봉할 때 특히 주의(제품 취급 시 마스크, 방제복, 고무장갑 등 착용과 수화제, 분입제 개봉 시 약봉지 추스려 가위나 칼등으로 유제 병뚜껑 개봉 시 속마개는 걸마개의 나사 홈으로 개봉할 것 (특히 약액이나 가루가 호흡 시 흡입되지 않도록 주의)
- \*희석물은 깨끗한 물을 선택한다(공장폐수, 알카리성물, 부패한 물은 농약의 주성분이 분해 우려 : 약효가 떨어지거나 오염 물질이 농약과 반응하여 작물에 약해 우려)
- \*물타는 배수(농도)를 지켜야 한다(희석 배수는 병해충 방제 효과 및 약해와 밀접한 관계)
- \*조제 작업은 바람을 등지고 하고, 인축의 접근을 막을 것 (감시자가 없을 때 작업장을 떠나지 않을 것)
- \*약액이 튀거나 약가루가 바람에 날지 않도록 고려(취급시 튀거나 옆질러지지 않도록 깔때기 사용, 수화제 퍼낼 때 뭇쓰는 국자 등을 이용)
- \*동시에 2가지 이상의 약제를 섞지 않도록 고려(한 약제가 완전히 섞인 후 차례로 추가 혼합)
- \*작업이 끝나면 모든 기구는 반드시 깨끗이 씻어 둔다(사용 시 용기나 도구는 다른 목적으로 사용하지 않도록 “농약용” 표기하여 안전한 장소에 보관한다.)
- \*빈 병이나 빈 포장지는 반드시 회수 한다.

☞ 농약의 사용상의 주의점

- \* 기상 조건은 약제 살포에 영향을 끼치므로 충분히 고려
- \* 혼용하면 약해가 일어나거나 효력이 없어지는 것이 많으므로 주의
- \* 작물에 약해를 일으킬 수 있으므로 주의
- \* 연용하면 약해가 일어나는 것이 있으므로 주의
- \* 천적과 방화 곤충에 유의하여 살포

나. 조제법

1) 살포액의 조제

- \* 알카리성 물은 쓰지 않음 \* 경도가 낮은 맑은 물 사용
- \* 수온은 낮은 것이 좋음 \* 전착제는 조제가 끝난 다음 가함

㉔ 용액

황산니코틴, TEPP같은 용액은 물에 소요량을 붓고 잘 저어서 사용

황산니코틴은 비누액과 혼합해야 하므로 미리 소량의 뜨거운 물에 비누를 녹여서 이것을 소요량의 물에 넣은 다음 니코틴을 가함.

㉕ 수화제

① 소량의 물에 소량의 수화제 분말을 작은 그릇에 넣고 휘저어 풀같이 한 다음 다시 소요량의 물을 부어 살포액을 만든다.

② 자루에 소요량의 분말을 넣고 물 속에서 비벼 살포액을 만든다.

- ③ 수화제의 분말을 조금씩 물의 표면에 뿌리고 가라앉은 것을 기다려 잘 저어서 살포액을 만듦
- ㉔ 유제 : 유제 원액과 같은 양의 물에다 조금씩 넣으면서 잘 저어 유탁액을 만들어 이것을 소요량의 물에다 조금씩 넣으면서 강력히 저어 준다.

2) 수화제 · 유제 · 수용제의 조제법

- ㉔ 수용제 조제 : 수용제의 살포액을 조제할 때 우선 일정량의 물에 필요한 농약을 섞어주면서 저어주면 투명한 용액의 희석액이 됨
- ㉔ 수화제의 조제 : 살포액은 먼저 작은 그릇을 준비하고 소량의 물에 필요한 양의 농약을 넣어 풀과 같이 만들고 그 다음에 희석에 필요한 전량의 물을 넣어 잘 저어 푼다.
- ㉔ 유제의 조제 : 유제 원액에 소정량의 물을 넣어 잘 저은 다음 희석에 필요한 전량의 물을 넣어 살포액을 만들거나, 필요한 전량의 물에 농약을 조금씩 부어 잘 저어서 살포액을 만듦

다. 약제의 희석법

비중이 1에 가까운 약제를 희석 할 때에는 용량계로 취해서 희석해도 좋으나 비중이 큰 액체는 이렇게 하면 주제의 함유량이 많아지므로 중량으로 환산해서 희석해야 한다.

1) 액제의 희석법

희석에 소요되는 물의 양 = 원액의 용량(cc) × (원액의 농도 / 희석하려는 농도 - 1) × 원액의 비중

[예] 25% DDT유제(비중1.0) 100cc를 0.05%의 살포액을 만드는데 소요되는 물의 양은 위의 식에 따라서  
 $100 \times (25 / 0.05 - 1) \times 1 = 49,900\text{cc}$

2) 분제의 희석법

희석에 소요되는 증량제의 양 = 원분제의 무게(g) × (원분제의 농도 / 원하는 농도 - 1)

[예] 12% BHC분말 1kg을 1% BHC 분말로 만들려면  
 $1\text{kg} \times (12/1-1) = 11\text{kg}$

라. 농약의 조제법

1) 배액 조제법 (일반농민에게 추천)

소요약량 = 단위면적당 사용량 / 소요 희석 배수

2) 퍼센트액 조제법

일정한 농도의 원액을 %액으로 희석할 때 희석에 필요한 물의 양

희석에 필요한 물의 양 = 원액의 용량 × (원액의 농도 / 희석할 농도 - 1) × 원액의 비중

3) 분제의 희석법

희석할 증량제의 중량 = 원분제의 중량 × (원분제의 농도 / 희석할 농도 - 1)

☞ 석회황합제 농약의 조제 방법

- 생석회와 황을 1 : 2의 중량비로 배합하여 가압술에 넣는다
- 소요량의 물을 가하여 2기압으로 120~130℃에서 1시간 가열 반응
- 30분간 숙성 냉각 후에 불용물을 가압여과기로 걸러 낸 후 공기와 차단해서 둔다
- 조제가 끝난 것은 적갈색의 투명한 액체로 강한 알칼리를 나타낸다

마. 약제의 혼용

약제의 혼용 시 약해 및 인체에 유해 여부 조사 : 농약 혼용적 부표 참고

1) 혼용에 의한 화학변화

알칼리에 의한 분해(Bordeaux액, 석회유황합제, 유기인제, 카바메이트제, 유기비소제 등) ⇒ 분해 속도와 관계

2) 금속염의 치환에 의한 분해

동제와 디치오카바메이트제의 혼용은 난용성물질생성  
 → 알칼리 농약+유기황계⇒유황계 금속 부분과 석회와 치환 ⇒ 약해, 약효저하, 근접 살포시 위험

3) 혼용에 의한 물리성 변화

- 각종 유제와 보르도액, 석회유황합제 혼용 : 안전성 변화(보르도액은 알칼리성 약제인 석회유황합제, 송지합제, 비누 등과 혼용 시 약해 일어남)
- 수화제와 유제의 혼용 시 : 수화제의 현수성 악화, 고농도 혼용 시 점도 증가

4) 혼용에 의한 활성의 변화

- ① 파라티온과 BHC와의 혼제에서 파라티온과 같은 유독성 약제의 독성을 감소시키기 위해서
- ② DDT와 파라티온과의 혼제(유기합성 농약은 알칼리에 의해서 분해 변질되는 것이 많고) → DDT, BHC, 비산염, 클로르덴, 파라티온 등은 알칼리에 불안정  
 DDT - 지효성, 잔효성  
 파라티온 - 속효성, 잔효성 짧음.
- ③ BHC + NAC(세빈) ⇒ 살충작용에 있어서 상승적 효과
- ④ EPN + PMC(염화페닐수은) ⇒ 살충과 동시에 살균 효과

바. 농약의 혼용 시 주의 할 점

- 1) 사용 설명서를 읽고 혼용 부가표를 반드시 확인
- 2) 표준 희석 배수 준수, 고농도 희석 금지, 다중 혼용 피함
- 3) 동시에 2가지 이상의 약제를 섞지 말고, 한 약제를 물에 천천히 섞은 후 차례대로 추가하여 희석
- 4) 유제와 수화제의 혼용을 피한다 (액제 = 수용제 → 수화제 = 액상시용제 → 유제 순으로)
- 5) 침전물이 생긴 혼용 살포액은 사용 금지
- 6) 다중 혼용 시 과량 살포 피함

9. 농약의 사용기구(사용법)

1) 분무법

다량의 액제 살포시 분무기를 이용하는 법(유제, 수화제, 수용제 같은 약제를 물에 탄 약제를 분무기로 가늘게 뿜어내어 살포)으로 비산이 적으며, 작물에 부착성 및 고착성이 좋다.  
 입자의 지름 0.1~0.2 mm  
 (액제 처리법) 분무공의 구경 0.7~1.0 mm  
 분무기 내의 압력은 28.2 kg( $\text{cm}^2$ / 200Lb/ inch<sup>2</sup>) 정도로 한다.

2) 미스트법

·약제를 분무법보다 적은 물로 진하게 희석하여 미스트기로 소량 살포  
 입경 0.035~0.1 분무법보다 농도 3~5배 약 1/3~1/4로 줄여서 살포 가능  
 ·용수가 부족한 곳에 적합 살포시 시간, 노력, 자재 절감

3) 스프링클러법

스프링클러를 사용하여 살포하는 방법으로 과수원에서 노력을 절감시키기 위해 개발한 방법(관수, 시비 등을 포함한 다목적 스프링클러시설도 널리 사용됨)

4) 살분법 : 분제를 살분기로 살포하는데 분제가 농작물의 줄기나 잎을 손으로 문질러보아 손에 물을 정도면 충분하다

- 장점 : 작업이 간편, 노력이 적게 들며 용수가 필요치 않음
- 단점 : 단위면적당 주제의 소요량이 많고 방제 효과가 떨어짐
- 갓추어야 할 물리적 성질 : 분산성, 비산성, 부착성 및 고착

성, 안정성

·살포량 : 10a 당 3~4Kg 정도

5) 연무법

미스트 보다 미립자인 주제를 연무질로 해서 처리하는 방법 : 고체나 액체의 미립자(입경 20 μm 이하)를 공기 중에 부유 분무법이나 살분법 보다 잘 부착하나 비산성이 커 주로 하우스 내에서 적용 ⇒ 연무기와 풍압,

비점이 낮은 용제에 주제와 비휘발성 기름을 용해 가압 충전

6) 훈증법 : 저장 곡물이나 창고에 넣고 밀폐시킨 후 클로로피크린 등으로 가스를 발산시켜 병해충을 구제한다.

7) 훈연법 : 약제를 연기의 형태로 해서 사용하는 방법으로 주로 산림 해충을 구제에 사용(창고나 온실에서도 사용) : 모기향

8) 침지법 : 종자 또는 묘를 약제 희석액에 일정 시간 담가서 소독하는 방법

9) 도말법 : 종자를 소독하기 위해 분제나 수화제로 건조한 종자에 입혀 살균, 살충하는 방법(주로 종자 소독이나 해충 방제나 조류에 대한 기피제도 사용됨)

10) 도포법 : 나무의 수간이나 지하에서 월동하는 해충이 오르거나 내려가지 못하게 끈끈한 액체를 발라서 해충을 방제하는 방법

11) 독이법 : 쥐나 해충 등이 잘 먹는 모이에 농약을 가하여 야외에 살포하여 유해 동물을 구제하는 방법

12) 수면시용 : 담수 상태의 눈에 모내기 전후의 잡초나 해충 방제용으로 입제 등을 살포

13) 관주법 : 토양 병·해충의 방제를 위하여 약제희석액을 토양 중에 사용하는 방법

14) 공중액제살포 : 항공기에 약액을 싣고 넓은 면적에 능률적으로 살포하는 것(풍압에 의해서 약액을 미립자로 만들어 분출)

·다량살포(3ℓ/10a) ·소량살포(0.8ℓ/10a) ·미량살포(0.6ℓ/10a)

10. 농약의 중독 원인과 방지책

가. 농약 중독의 원인

장기간 살포, 복장 미비, 고독성 농약 사용, 취급 부주의, 살포작업 미숙 등

나. 중독 방지 대책

농약의 운반 및 보관시 주의 : 농약의 표기 내용을 확인  
·방제 기구, 방제복 사전 점검 : 건강한 상태에서 살포  
·살포 농약 조제시 특히 주의 : 장시간 연속 작업 금지  
·남은 농약 안전하게 보관 : 작업 후 온몸을 깨끗이 함

다. 농약 중독 시 응급 처치 요령

중독환자는 극히 중요되기 쉬우므로 환자를 절대 안정시켜야 한다. 특히, 유기인계 및 카바메이트계 농약일 경우 중요하면 더욱 악화되므로 환자의 안정에 각별히 주의해야 한다.

- 1) 피부오염 시 약액이 묻은 옷을 벗기고 비눗물로 목욕
- 2) 눈오염 시 맑은 물로 눈을 뜨고 15분 이상 반복하여 씻어 냄
- 3) 음독에 의한 중독 시

·환자를 앉히거나 일으켜 세운다  
·따뜻한 소금물을 1~2컵 마시게 함 (토해 냄)  
·황산나트륨, 황산마그네슘, 황산소다복용 (설사약)  
·활성탄 복용 (중화제)  
☞ 주의 : 무의식 상태의 환자에게는 아무것도 먹이지 말아야 하고, 환자를 본래 누워있는 자세로 편안하게 유지

4) 환자가 호흡이 약해지면 인공호흡 실시

5) 환자가 경련을 일으킬 때는 숨이나 혀길 등을 이 사이에 끼워주어 자해 행위가 이루어지지 않도록 해야함 (강압적

으로 해서는 안 됨)

6) 흡입에 의한 중독 시 환자를 공기가 맑고 그늘진 곳에 옮겨 단추와 허리띠를 풀어 호흡하게 하여 쉬도록 하고 걸지 않게 한다

7) 피부염이 일어날 정도면 물로 잘 씻고 올리브유 등의 식물성 기름이나 항히스타민 연고를 바르며 중증일 때는 부신피질 호르몬 연고를 바른다

- ☞ 주의 : 환자가 담배를 피우거나 술을 마시게 해서는 안 됨, 농약은 장으로부터 흡수를 빠르게 하기 때문에 우유를 마시게 해서는 안된다. 기타 음료수는 마실 수도 있다
- ☞ 의사의 치료를 받거나 가까운 병원으로 신속히 옮길 것

라. 농약 중독에 따른 해독제

농 약	치 료 제
유기인계	황산 아드로핀, 팜(PAM)
카바메이트계	황산 아드로핀
디티오카바메이트계	항히스파틴, 스테로이드제
칼탐제	SH계 해독제 (BAL, 구르타티온)
브롬메틸계	BAL, 항경련제 (디아세팜)
유기염소계	항경련제
유기비소계	BAL

마. 피부 접촉 시(농약) 응급 처치

- 옷을 벗기고 피부를 비눗물로 씻는다.
- 중환자는 인공호흡을 먼저 실시
- 피부염이 일어날 정도면 식물성유, 항히스타민제를 바르고, 중증은 부신피질 연고 바름

사. 유기인계 농약 중독의 경·중상 증세와 치료법

- ☞ 중독 증상
- 1) 경증 : 두통, 현기증, 흥부압박감, 구역질, 구토, 침을 과다 분비, 설사, 복통
- 2) 中症 : 동공축소, 보행 장애, 언어 장애, 시력 감퇴, 맥박수 감소
- 3) 重症(중증) : 의식 혼탁, 대광반사 소실, 혈압 상승, 전신 경련, 폐수종
- ☞ 치료법
- 황산 아드로핀 : 경증에 의거 약량을 조절하여 정맥주사 투여하고 눈동자의 상태를 관찰하여 정맥주사 또는 피하 주사 투여
- PAM : 위와 같은 방법으로 주사하고 상태가 진전되지 않을 때에 황산아드로핀을 주사한다

II. 각 론

1. 농약의 이화학적 특성(농약의 작용 : 약효)

가. 살균제

- 1) 살균제의 작용
- ① 보호 살균제 ⇒ 보르도액, 동제  
부착성 크고, 잔류성 커야 하며, 물에 녹아서(포자의 발아는 물과 밀접한 관련) 포자에 접촉되고 포자의 세포막을 통과하여서 살균 작용
- ② 직접 살균제 ⇒ 균사의 발육, 병반의 형성, 병반상에서 포자의 형성 과정 등을 저지시키는 작용을 갖춘 약제  
세포 내의 원형질과 접촉함으로써 균세포의 생리 기능을 상실시키는 작용을 가진 것
- 2) 주요 약제의 특성
- 가) 동제(구리제) : 구리 이온이 강한 살균력이 있어서 19세기 초에 황산구리를 살균제로 사용 함
- ① 특징

- 광범위한 병해에 유효 · 작물에 따라 약해 발생 우려
- 어류에 독성이 있어 주의
- 알칼리성이므로 유기인제와 혼용 불가
- 구리 화합물을 작물체 위에 미립자로 고착, CO<sub>2</sub>나 유기산 등에 의해 구리이온 방출 → 살균 효과

② 기구

- 염기성 유산동, 염기성 염화동, 염기성 인산 유산동, 수산 화두2동, 옥신동 등이 유효성분)
- Cu<sup>++</sup>이온이 세포막 또는 세포내 단백질의 Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, H<sup>+</sup> 등 양이온과 치환 생리작용 변화를 야기
- 탈수소 효소의 SH기와 결합 균의 생리 작용 저해

③ 보르도액 (황산구리 : CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O → 98.5% 이상의 순도 + 생석회 : CaO → 90% 이상 순도를 지닌 것)

**석회보르도액**

- ㉠ 보르도액의 원료로 사용하는 황산구리는 강력한 살균력을 지니고 있으나 물에 잘 녹기 때문에 살균뿐만 아니라 심한 약해 작용을 일으키므로 석회와 반응시켜서 불용성인 동염으로 사용
- ㉡ 황산구리 450g보다 **적은** 량의 소석회를 가지고 만든 것 → 소석회 **보르도액**  
황산구리 450g보다 **같은** 량의 소석회를 가지고 만든 것 → 석회 **보르도액**  
황산구리 450g보다 **많은** 량의 소석회를 가지고 만든 것 → 과석회 **보르도액**
- ㉢ 대개 보르도액을 살포한 후에 바로 비가 내리게 되면 가용성 동량의 증가로 약해가 일어나게 됨
- ㉣ 보르도액 사용법  
조제 즉시 사용 오래 두면 염기성 황산동의 입자가 커져 약효 저하  
· 발병 전에 사용(2~7일 전)  
· 살포액이 건조 → 피막 형성해야 함  
· 파라티온, 말라티온, PPN 같은 ester제와 혼용 금지

㉤ **보르도액의 종류**

- ① 황산구리 450g에 배합되는 생석회의 양에 따라 석회반량·석회등량·석회배량 보르도액
- ② 물의 양에 따라 4두식 보르도액 · 6두식 보르도액 · 8두식 보르도액
- ㉠ 4두식 석회반량 보르도액(소석회 보르도액)  
황산구리 450g(기준량) + 생석회225g + 80l (4두)
- ㉡ 6두식 석회등량 보르도액(석회 보르도액)  
황산구리 450g + 생석회 450g + 120l (6두)
- ㉢ 8두식 석회배량 보르도액(과석회 보르도액)  
황산구리 450g + 생석회 900g + 160l (8두)
- ③ 물1ℓ속에 황산구리와 생석회의 g수에 따라 6-6식 보르도액, 6-3식 보르도액, 8-8식 보르도액이 있다

☞ 6-3식 보르도액 조제법

- 비금속제 통 2개 준비
- 한 통에는 전소요량의 80%에 1ℓ당 황산구리 6g을 녹여 묽은 황산구리용액을 만들고 · 다른 한 통에는 나머지 물1ℓ당 생석회 3g을 넣고 전소요량의 물 20%중 소량의 물로 소화 시킨 다음 나머지 물을 전부 넣어 석회유를 만든다
- 완전히 냉각된 석회유를 잘 저으면서 여기에 황산구리 용액을 조금씩 넣어 주면 6-3식 석회보르도액이 된다
- ☞ 석회보르도액 조제 시 주의 사항

- 12~24시간이 경과한 후에 사용하면 약해가 발생하므로 제조 즉시 살포
- 반드시 비금속제 통을 사용
- 약해 방지를 위해 황산아연을 황산구리 정량의 1/2를 첨가
- 황산구리통에 석회유를 붓지 말 것

**나) 동수화제(구리 수화제)**

구리수화제는 번거러운 보르도액의 조제를 생략하고 용이하게 보르도액을 만들어 쓰도록 제제 된 것으로 보르도액의 유효 성분인 염기성 황산동을 주제로 한 동제이다.

- ㉠ 염기성 황산구리제  
염기성 황산구리 + 증량제 및 안정제  
감자의 역병에 유효
- ㉡ 염기성 염화구리제

**다) 수은제(승흥 : HgCl<sub>2</sub>)**

예로부터 보리 종자, 감자 묘목 등의 소독용으로 사용되어 왔지만 식물에 심한 약해와 인축에 독성이 있어 거의 사용되지 않음

- 1) 무기수은제 : 무기수은제는 염화제2수은(승흥)이 주성분으로 살균력이 강하고 인축에 독성이 강하여 작물에는 잘 사용되지 않음 (잠실기구의 소독, 토양소독 등에 사용)
- 2) 유기수은제  
처음 판매 → 독일의 Bayer사에서 Uspulun이란 이름 미나마타 → 유기수은이 원인  
유기수은 일반식 → R·Hg·X  
R기는 liquid에 친화성인 친수성기가 있고 X기는 음이온의 산기나 수산기 또는 할로겐기 등의 친수성기가 된다.
- ① 화학구조와 살균작용  
X의 부분보다는 R의 부분에 의해 살균 작용 일어 남.  
· R기에 있어서 지방족 보다는 방향족이 살균력이 더 크다.  
수은중독 치료제 → BAL
- ② 종자 소독제로써 침적용 유기 수은제가 갖추어야 할 특성  
살균력이 강력해야 한다.  
낮은 온도에서 살균력을 발휘해야 한다.  
비교적 물에 대한 용해도가 커야 한다.  
약간의 농도 차이에 있어서도 효과가 일정하여야 한다.  
병균에 대한 선택성이 적어야 한다.
- ③ 페닐 초산 수은 (PMA)  
우리나라에서 가장 오래 전부터 사용된 유기수은제이며 가장 다량 생산 소비, 1962년 이래 도열병 방제용으로 세례산 석회 or PMA유제라 불림

**라) 유허제**

- ① 무기유허제  
유허의 살균 작용
- ㉠ 유허의 승화에 의하여 생성된 가스체유허 및 유허 자체의 작용에 의한다.
- ㉡ 유허의 산화에 의하여 생성된 아황산가스:유허, pentothion 같은 황의 산화물에 의한다.
- ㉢ 유허의 식물이나 균의 생조직에 접했을 때 환원되어서 생기는 황화수소에 의한다.
- ㉣ 유허의 살균력은 균포자 중의 lipid 질 함량에 비례한다 (친유성의 유허이 쉽게)
- ㉤ 유허의 독성은 유허 입자의 크기에 좌우되며 입자가 작을수록 살균력이 크며 식물체에 대한 부착력도 크다.
- ㉥ 수화성 유허제 : 석회유허합제 보다 살균 효과는 약간 떨어지나 과수나 채소에 대하여 여름철에도 약해없이 사용할 수 있고 보르도액 유기염소제 파라티온 블라티온 같은

유기인제와 혼용 가능

㉔ 석회 유허합제 : 값이 싸며 살균력뿐만 아니라 살충력도 지니고 있으므로 과수, 보리의 병해 방제용으로 널리 쓰이고 있으나 약해를 일으키기 쉬운 결점이 있다.

㉕ 석회 유허합제의 작용

·살균작용 ⇒ 다황화석회가 공기 중의 산소에 접촉을 때 생기는 활성화 된 유허의 작용에 의한.

강한 알칼리성은 균체 또는 환부 조직을 부식시켜서 균체의 조직을 기계적으로 파괴시키고 유허을 용이하게 균체내로 침입

⇒ 균체내의 유허 ⇒ 탈산소작용, 산화물 또는 황화수소의 살균 작용

·온도와 습도가 높으면 높을수록 분해가 빨리 되어 효력이 빨리 저하

·기온이 낮을 때는 높은 농도로 기온 높을 때는 낮은 농도

㉖ 고형 석회유허합제 : 물에 대한 생석회 및 유허의 배합을 높이고 여기에 환원제 가하여 진한 석회유허합제를 만든 다음 냉각시켜서 황화태 유허을 주체로 한 결정체를 형성시켜 이것을 모아서 만든 것

② 유기황제

· 디티오카르바민산기를 가지고 있다.

· 동제나 유허제의 무기 살균제에 비해 약해 작용이 적고 지효성이나 효과가 확실한 것이 특징이다. 그러나 살균 작용에 있어서 선택성을 지니고 있는 것이 결점

㉗ dialkylamine계 화합물의 살균 기구

㉘ alkylene diamine계 화합물의 살균 기구

㉙ 석회유허합제처럼 작용이 극렬하지 않고 완만 ⇒ 살균 효과와 지효성

알칼리제를 제외한 모든 약제와 혼용 가능 ⇒ 과수 채소에 널리 사용

결점 ⇒ 저장중 흡수에 의하여 분해되기 쉽고 무기유황제보다 고가이다.

㉚ 종류 : 지람(백색), 파아밤(흑색), 티람, 나밤, 지법

③ 유기비소제

· 주성분은 다황화칼슘(CaS<sub>3</sub>), 티오 황산칼슘(CaS<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

· 강한 알칼리성이 화의 체내 침투 보조

· 탈수소 효소저해, 황산화물, 황화수소에 의해 효과

· 약해 및 유기인제와의 혼용에 주의(잎집무늬마름병에 효과)

㉛ 종류 : 우루바지드 → 튜제트 = Thiram 40% + Urabazid 20% + ziraun 20%

아소진, 네오아소진제

④ 유기 주석제

사탕무우 갈반병에 특효, 감자 역병, 콩 탄저병에 효과

살균력이 강하고 살충 제초 작용도 있으나 약해와 약취가 있음

극물로 어독성이 높아 사용에 주의

수산화물(TPTH), 염화물(TPTC), 초산염(TPTA) 등

바) 농용 항생제

① 의의 : 미생물이 생성하는 화학 물질로서 다른 미생물의 발육 또는 대사 작용을 억제시키는 생리작용을 지닌 물질을 만든다.

② 분류

항세균성 - 스트렙토 마이신, 클로람 페니콜제

항곰팡이성 - 식물 병해의 주요인, 마이클로 핵시아미드제, 셀로사이딘제항 Virus성

③ 구비조건

㉑ 식물 병원균에 대하여 살균력을 갖추어야 한다.

㉒ 일광이나 공기에 의해서 분해 되어서는 안 된다.

㉓ 식물에 대해 약해 없고 압축에는 가급적 독성이 없어야 함

㉔ 가격이 싸야 한다.

사) 침투성 살균제

① 의의 : 침투성 물질은 자체가 스스로 살균력을 갖고 있는 것이 아니라 식물체내로 침투 이행되어 식물의 대사를 변화시키는 물질로 변하거나 기생 식물과 기생균간의 생화학적 상호관계에 작용하거나 기생균이 분비하는 독소(효소)를 불활성화 시키는 물질로 변하거나 하여 식물 자체의 저항성을 높여 주는 특성을 지님.

② 종류

· 비타박스제 슈라단 (Pestox-3), Metasystox

· 벤레이트제 시스톡스

· 톱신제 · 피라카블리드제

아) 살균제의 작용기구

① 병해 방제제(살균기작)

· 병원균의 포자를 죽이는 것

· 병원균의 포자 발아를 억제시키는 것

· 식물체내에 침입한 독소를 중화하여 발병을 피하는 것

② 작용기작

㉑ 다작용점 저해

SH基, Hydroxyl基(-OH기), Amino基(-NH<sub>2</sub>), 산Amid基(-CONH<sub>2</sub>)등과 반응, 균의 생리 교란

· SH基 : 생리상 필수적으로 단백질 분자 중 증산기능을 지배(탈수소)

· SH효소 : 균의 에너지대사 과정 중 관여하는 부분이 많다. 균체 구성 성분의 대사에 관여 탈수소, 효소내 산화촉진(동제, 유기수은제, 디치오카바메이트제(dithiocarbamate) ⇒ Captan, TPN제 등)

㉒ 호흡 저해

· 산화적 인산화 반응 및 전자전달계를 저해 ⇒ 휘나진, 황제, 옥사이드 등 호흡 및 해당작용 저해로 균은 급격히 사멸 ⇒ 옥시카르복산 등 (주로 담자균류 일부 세균(백엽고병균)에 효과 ⇒ 선택성이 강하다

㉓ 균체 성분성 합성저해

균체 성분생합성의 특이적 부분을 저해

· protein 합성 저해제 : Blasticidin-s, Kasugamycine, 스트렙토마이신 등

· chitin 합성 저해제 : 세포벽 형성 저해 ⇒ 균체 선단구화

· 지질 합성 저해제 : Steroid 생합성을 저해(세포막 구성요소) 조균류엔 무효, 지베릴린 생합성도 저해, 다량처리 시 왜화

· 핵산성 합성 저해 : 메타락실제에 의해 가능성이 지적

㉔ 증식저해

자낭균 : 염색체사(방추사)를 이루는 미소관이라고 불리는 세관상의 단백질과 결합 세포분열저해, 사상균의 주베린 중합을 방해

㉕ 세포막 기증의 저해

양이온 계면활성제 중 일부 막의 물질이동의 지배기능을 저해, 세포 내용물 누출 또는 물질의 세포 내 흡수저해

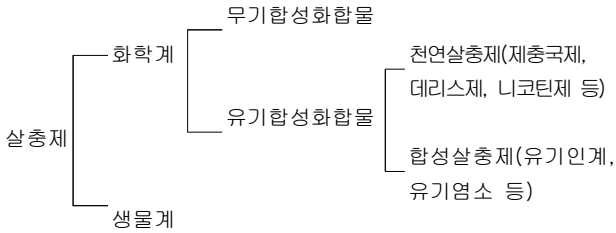
㉖ 작물의 병해 저항성 증대

체내 항균성분 증가 : α-Lynoleic산, 오리지메트, 인돌초산

**나. 살충제**

**1) 살충제의 분류**

**가) 화학적 분류**



**나) 체내 투입경로(사용법)에 따른 분류**

- ① 접촉제    ② 식독제    ③ 침투성 살충제    ④ 훈연제

**2) 살충제의 종류**

① 접촉제 : 해충의 몸에 직접 또는 간접적으로 약제가 닿게 하여 숨구멍이나 표피를 통하여 해충의 체내로 침투하여 죽게 하는 것.

직접 접촉제 : 살포할 때 해충의 몸에 직접 닿았을 때 살충 작용

간접 접촉제 : 작물체에 남아 있는 것이 지나던 해충에 닿아서 죽게 됨.

직접 접촉제 : 제충국제, 데리스제, 니코틴제

잔효성 접촉제: DDT, BHC, 유기염소제

② 식독제 (소화 중독제) : 해충이 먹었을 때 독제가 입을 통하여 먹이와 함께 소화관에 들어가 살충 작용을 나타내는 것으로서 즙액을 빠는 입들을 가진 딱정벌레 벌 메뚜기 나방 등의 유충에 사용되며, 멸구나 진딧물과 같이 즙액을 빠는 입들을 가진 해충에는 사용할 수 없다

④ 사용방법 : 작물의 잎, 줄기에 뿌려 해충이 먹을 때 입으로 들어가게 하는 방법

독먹이를 만들어 유실하는 방법

잔효성을 이용하여 해충이 지나는 곳에 뿌려 두는 방법

③ 침투성 살충제 : 식물체의 뿌리, 줄기 또는 잎을 통하여 약제가 식물체 전체에 침투함으로써 흡수하는 멸구나 진딧물을 죽게 하는데 사용

식물성침투제 - Systox, Curater

동물성침투제 - Ronnel, Coral

④ 훈연제 : 약제가 가스체로 되어 해충의 숨구멍을 통하여 들어가 질식사하여 죽게 하는데 사용

(Chloropicrin, methylbromide, 시안화 칼륨)

⑤ 유인제 : 해충을 유인하는 물질로써 독먹이나 포충기와 같이 사용되며 방향성 물질과 성유인 물질이 있다.

·방향성 물질 : 효소 과즙, 당밀, Eugenol

·성유인 물질 : 짚시나방에 대한 Gyplure,

지중해 왕대파리에 대한 Medlure

⑥ 기피제 : 해충이 작물이나 인축에 접근하는 것을 방지하는데 사용(nuphtaleun, dimethyl, phthalate, 장뇌)

⑦ 불임제 : 해충의 생식세포 형성에 장애를 주거나 난자나 정자의 생식력을 잃게 하여 알을 무정란으로 만드는 데 사용하는 것(Apholate, Tapa, Metapa)

**3) 침투성 살충제**

식물의 잎, 줄기 또는 뿌리에 처리하였을 때 이곳으로부터 흡수, 이행되어 살충에 필요한 양의 약제가 식물체 전체에 퍼지게 되고 이로 말미암아 살충 효과를 거두게 되는 성질의 약제

**가) 침투성 살충제의 특징**

① 처리시 급속히 식물체 내에 흡수, 이행되어 식물체 전체에

퍼진다.

② 효력이 2~6주 동안 지속    ③ 천적을 살해하지 않는다.

④ 잔류성의 위험이 크다.

⑤ 개체가 작은 흡즙 해충에는 유효하나 식해충, 식입해충에는 유효하지 않다.

**나) 종류**

- ① 슈라단(Pestox-3)    ② 시스톡스    ③ 메타시스톡스

**다) 살충제의 작용**

① 작용부위에 따라

㉠ 신경독 - DDT, BHC, pyrethrin, 유기인계, Sevin

㉡ 원형질독 - 비소제, 유기 수은제

㉢ 피부독 - 알카리제, 기계유 유제

㉣ 호흡독 - 클로로피크린, 청산가스

㉤ 근육독 - 데리스제(로데논)

② 작용특징

㉠ 접촉 독제는 주로 피부나 환절간막 등으로 침입

㉡ 접촉독제의 화학 구조 중에는 친유성기를 함유 or 소오다 합제 함유    예] DDT-클로로포름기(친유성기),

㉢ 살충제 독성 부분에도 유용성과 침투성을 부가시 살충력 증가

③ 식독제

㉠ 비산연은 액성이 알카리성 용액에 잘 녹음 → 나비목, 유충충 장액, 알카리성 → 유효

㉡ 비산석회 산성액에 잘 녹음 → 딱정벌레목의 유충 충장액 산성 → 유효

㉢ 일반적으로 유제가 수화제나 분제보다 약효 큼 (접촉에서 유제는 친유성기를 가짐)

④ 총체내에서의 해독 작용과 저항성(발생 횟수가 많고 잔류성이 길면 저항성 빨리 생김)

·DDT저항성 곤충 → 피부의 조직에 지질분이 많아서 작용점 이르기 전에 지질분에 축적

저항성 집파리 → DDT가수분해 → 무독성인 DDE로 만드는 활성화 수소화효소 활성도 높음

교차 저항성 → 어떠한 약제에 의해 저항성이 생기게 되면 종류가 다른 약제에 대해서도 저항성을 나타내는 경우

**4) 주요 살충제의 특성**

**가) 유기인제 살충제**

① 특징 : 살충력이 강력하고 해충에 대한 적용 범위가 넓으며 접촉독가스독 및 식독작용 외에 심달성 또는 침투성을 지니고 있으며 종래의 약제로 방제가 곤란하였던 벼의 이화명충이나 과수의 응애, 심식충 등을 비롯한 각종 해충에 대하여 탁월한 효과를 나타내고 있어 농산물 증산에 기여함

② 적용상의 특징

① 유기인제는 살충력이 강하고 적용 해충의 범위가 넓다. (심달성이 큰 까닭으로 봄)

② 동식물 체내에서 분해가 빠르다.

③ 야외 살포에 있어서 광선 그 밖의 것에 의하여 소실되기 쉬운 경향

④ ㉠, ㉡에 의하여 일반적으로 잔효성이 짧다. 그러나, DDT, 드린제 같은 염소계 살충제는 잔효성이 길며 따라서 내성을 나타내기 쉽다.

⑤ 인축에 대한 독성이 강하다.

⑥ 알카리에 대하여 분해되기 쉽다.

⑦ 약해는 적고 기온이 높으면 효과가 크고 낮으면 효과가 감소되는 경향이 있다고 한다.



㉔ 작용기구

CHE(Choline esterase)의 작용을 저해하기 때문에 정상적인 신경의 자극 전달이 방해되어서 생리작용의 변질로 말미암아 죽음

㉕ 분류

Phosphoric acid형 ⇒ TEPP제, DEP제, DDVP제  
thiophosphoric acid형 ⇒ EPN(최초 사용), 파라티온, 메틸파라티온, 슈미티온

dithiophosphoric acid형 ⇒ 말라티온, PAP(cidial), 이미단

㉑ EPN제 ⇒ 최초의 유기인제, 파라티온과 같이 CHE의 작용을 저해시켜 살충작용이 이루어 짐

특징

- 이화명충에 대해 파라티온과 비슷
- 파라티온이나 메틸파라티온 보다 지효성
- 벼 줄기굴파리에 대해서는 파라티온보다 우수하다.
- 응애에 대해 살충충, 살유충은 물론 살란 작용도 있다.
- 식탈성은 파라티온보다 떨어진다.

㉒ 파라티온 : 적당한 약제 방제법이 없었던 이화명충을 비롯한 각종 해충에 탁월한 효과 세계에서 가장 널리 보급

㉓ 메탈파라티온제 : 파라티온의 동족체로 파라티온보다 저독성

㉔ 말라티온제(dithiophosphoric acid)

CHE의 저해 작용으로 살충 효과 유발

살충력은 파라티온 EPN보다 약하나 속효성이며 침투성과 이행성은 강하다.

조직 내에서의 분해가 빠르므로 잔효성이 짧다.

극히 저독성의 유기인제

㉕ PAP(cidial)      ㉖ 이미단(PMP)

나) 카르바메이트系 살충제

CHE(Choline esterase) 저해제로서 인축에 대한 독성이 일반적으로 낮다

화학적으로 안정하여 빨리 체내에서 대사 되므로 유기염소제 처럼 가축 체내에 축적되어 만성 중독을 일으키지 않음.

살충작용이 선택적이나 적용범위는 넓다

식물체내 침투력은 강하나 약해는 적다

제조제와 살균제로도 개발

☞ 작용기구 : CHE의 활성을 저해(N-methyl Carbamate산 ester CH<sub>3</sub>NHCOOK이 기본 골격으로 이루어 짐)

㉑ 종류

- ① 니크제 ② PHC제 ③ 밧사제 ④ 파단제 ⑤ Furadan제

다) 유기염소계 살충제

㉑ 잇점

- ① 우수한 살충력과 광범위한 해충 방제 및 저렴한 생산비
- ② 간편한 취급, 화학적인 안정성과 잔효성이 길다.
- ③ 인축에 대한 급성 독성이 비교적 낮고 다양한 종류(살균제, 제조제)의 제제를 만들 수 있다.

㉒ 단점

- ① 어독성과 곤충에 대한 저항성유발 및 다소의 약해
- ② 잔류 독성 문제로 인해 Drin제를 비롯하여 DDT제, BHC제의 사용 금지 조치

㉓ 종류

- ① DDT제
- ② BHC제  
광범위의 해충에 유효,  
BHC제법 - 광선법(주로 이용), 알카리법

독성 - 살충력이 큰 반면 인축에 독성이 작은 이유는 피부를 통한 침투성이 약하기 때문 또한 체내에서의 대사 물질이 수용성으로 되어 배변이 빨리 됨

Y-BHC(살충력 가장 강함)

린덴 - 99%이상의 Y-BHC

③ 드린제 : Diel Alder반응을 이용하여 만들

④ 헵타클로르제

라) 천연산 살충제

㉑ 식물성 살충제 : 접촉제로써 속효성이며, 다른 합성 농약에 비하여 식물에 대한 약해 작용이 적고 또한 인축에 대한 독성도 낮으며, 유효 성분이 분해하기 쉬워서 잔효성이 짧고 오랫동안 저장 할 수 없으며, 자원적 제한을 받아야 하는 결점이 있다.

① 제충균제 - 가정용 방역 살충제로 널리 사용

·페르시아 지방에서는 살충분말이라 불림(Pyrethrin의 협력제 → piperonyl butoxide)

유효성분 → Pyrethin I, II, Cinerin I, II으로 곤충의 숨구멍, 피부를 통해 침입, 곤충의 체내에 지방분해효소 Lipase에 의해 분해 효력 상실

유효성분은 경엽부에는 아주 적고 대부분 꽃에 들어 있으며 특히 지방부에 가장 많음

② Derris제(또는 로테논제) - 어류에 극히 유독

공과 식물인 derris의 뿌리에 함유된 rotenone이 유효 성분 1911년 미국에서 살충제로 첫 사용

Pyrethrin의 협력제 → piperonyl butoxide Pyrethrin의 협력제 → piperonyl but oxiderotenone은 온혈동물은

경구적으로 취하면 그대로 배설하나 냉혈동물은 극히 유독, 접촉제, 소화 중독제로 작용

·Pyrethrin에 비해 마비 작용은 약하나 효과는 확실하다 지효성이며 잔효성이 적고, 어독성이 크다.

③ 니코틴제 : 니코틴은 담배에 함유된 유기산의 염류인

Alkaloids 합성 니코틴 보다 살충력이 강하다.

주로 휘발된 가스 상태의 니코틴이 곤충의 기문을 통해서 침입 중추신경에 작용하여 흥분, 경련, 마비 일으킴.

속효성이나 잔효성은 없다

식물에 약해 없고 인축에는 유해

누에에 유해하여 뽕나무 밭 근처에 사용 금지

㉒ 광유유제(석유류 유제) : 유제용 광물유가 갖추어야 할 성질 (광유유제의 살충력은 화학성보다도 물리적 성질에 의한다.)

① 점도 : 광유유제를 해충에다 처리하였을 때 해충체에 피막을 오래도록 형성해서 해충을 질식사시켜야 한다.

② 비등점(boiling point) : b.p는 분자의 크기가 관계되는 것으로 점도에도 관계된다. 적당한 b.p를 갖추어야 함.

③ 설폰가(Sulphon value) : 불포화 탄화 수소의 양을 표시하는 것으로 광유의 정제도를 표시

④ 응고작용 : 기계유는 동계 살포제로 이용되는데 응고하면 피막 형성이 불량하므로 -5℃이하의 저온에서 적어도 5시간 이내에 응고물이 생기지 않는 광유를 사용

마) 생물농약 : 생물을 주제로 병·해충의 방제를 목적으로 만들어진 농약으로 사용 방법의 개량, 사용범위의 확대, 새로운 생물 농약의 계속적인 연구

㉑ 세균제제 : ·Bacillus, poplliae, Bacillus lentimorbus (풍뎅이에 기생하는 아포세균, 50여종 풍뎅이에 작용) Bacillus charingiensis(나비목 곤충에 소화 중독 효과, 미생

물 살충제중 가장 속효성, 단백질 독소의 혼합물)  
Bacillus moritai(집파리에 유효, 누에 및 인축에 무독)

- ㉒ 사상균 제제
- ㉓ Virus 제제 : 병든 벌레를 마쇄한 후 증량제 참가 (벤티나이 트, 탈크, 카올린 등)  
속주 특이성과 안정성  
·양산이 어렵고 잠복기간이 길다  
·담배 나방과 송충이 방제에 이용  
·경구적이거나 번데기, 성충에는 효과가 적다

㉔ 천적 곤충 살충제 : 천적 곤충을 대량 생산하여 시판  
기생벌, 암종벌, 풀잠자리 등

**바) 훈증제 :** 주로 청소 온실 내의 병해충을 가스의 모양을 해서 방제하는 방법으로 이때 사용되는 약제를 훈증제라 한다. 훈증제가 가추어야 할 성질은 휘발성이 강해야 하고, 비인화성이어야 하고, 침투성이 커서 작은 틈에까지 약제가 도달해야 하며 물리·화학적 변화가 없어야 한다.(가스 상태로 하여 병충해에다 접촉시켜 방제효과를 거두는 약제)

㉑ 청산제 : 청산가스의 유독성을 이용해서 훈증용 살충제로 이용

- ① 액체 청산 ② 흡착 청산제 ③ 청화 석회 ④ 청화 소오다

㉒ 클로로피크린 : 피크린산 + 염소가스 또는 표백분

㉓ 메틸브로마이드      ㉔ 이산화 탄소

㉕ 인화 알루미늄제      ㉖ 아조 벤젠

㉗ 훈증제 방제

- ① 해당 해충 : 쌀바구미, 화랑곡나방, 깍지벌레류
- ② 종류 : 메틸브로마이드, 클로르 피크린, 인화알루미늄, 청산가스 등

③ 주의

약액이 피부에 닿으면 해를 입으므로 주의  
약액이 생육 중의 작물에 닿으면 약해 발생하므로 주의  
약량의 증가나 고온일 때 약해 발생하므로 주의  
수분이 많으면 약해 발생하므로 생 과물에 사용 금지  
종자용 곡실류에는 발아 장애를 일으키므로 사용 금지

**사) 훈연제 :** 열을 가하면 가열작용에 의하여 유효 성분을 연기 모양으로 미세한 입자로 되어 공기 중에 확산되는데, 이것이 물체의 표면에 부착되어 접촉 및 훈증 작용으로 효력을 나타내는 약제로서 주로 창고의 저장 곡물, 원예 시설, 실내 등의 해충을 방제하는데 사용 됨

☞ 특징 : 액체나 분체의 살포작업이 곤란한 시설의 재배지에도 작업이 간편하고, 미세한 고형 입자가 표면에 부착되어 잔효성은 길지만 곡립 사이에 약제의 침입이 어려워 작용력이 약하고, 창고 내 잠복한 해충이나 외부에서 이동해 오는 해충방제에 효과적임

훈증제와 같이 완전 밀폐가 필요 없고, 약제 처리 후 바로 작업 할 수 있다

**아) 화학불임제 :** 곤충의 불임화란 방사선이나 화학물질을 이용하여 곤충의 정자 또는 난자 중의 유전물질만을 파괴하는 등 해충의 번식을 정지시키는 것

**자) 곤충 성장조절제 이용(·대사 저해제)**

번태 과정이 순조롭게 이루어지는 것을 방해하는 화합물

종류 : ① 송지합제 ⇒ 루비깍지벌레에 가장 유효

② 분말송지합제 ③ 소오다합제 ex)주론 수화제(Dimilin)

**차) 기타 유기합성 살충제**

1) 비소제 : 농용 살충제로 쓰이는 비소제는 아비산이나 비산의 금속염으로 만들어 불용성인 화합물로 해서 사용하고 있는데, 일반적으로 비산염은 아비산염보다 물에 대한 용해도가 낮고 또한 동물에 대한 독작용이 크므로 주로 비산염의 비소제가 제조 판매되고 있다.

㉑ 비산염

① 식독제 중에서 가장 많이 사용되고 있을 뿐만 아니라 효과가 확실하다.

② 산성비산염 ⇒ 살충력이 강하고, 비교적 약해가 적음.

중성비산염      염기성비산염

③ 탄산암모니아를 함유한 용수나 雨露는 약해의 원인 복숭아, 자두처럼 엽액의 PH가 작은 식물은 약해 심함.  
수용성 비소 0.5%이하만 농약으로 사용

④ 중장액의 소화액이 알칼리성에 속하는 나비목 해충에 유효.

⑤ 접촉독 작용이 없으므로 천적에 대한 해작용이 없고 식물 체내 흡수 안되므로 농산물에 부착된 약제 쉽게 제거 곤충에 대한 기피제의 효과도 기대

㉒ 비산석회 : 산성 용액에 잘 녹음, 소화액이 산성인 딱정벌레류에 유효하고, 주성분은 물에 거의 녹지 않는 중성 비산석회와 염기성 비산석회이다.

고착성이 불량하므로 반드시 카제인석회와 같은 전착제를 가용.

㉓ 유기불소제 : 불화소오다(NaF)가 대표적으로 살충력이 강함.(라이얼라이트)

㉔ 알칼리제 : 가성소오다에 습전성을 부가시키기 위하여 적당한 보조제를 배합한 것으로 약제 중의 유리 알카리로 하여 금 깍지벌레류의 체외피를 구성하는 견고한 왁스를 부식시켜 깍지벌레의 외피 조직을 파괴시키거나 또는 깍지벌레를 질식사시키는 접촉제이다.

**타) 기타 살충제 :** 유인제, 기피제 등

**다. 살비제 :** 곤충에 대하여는 살충 효과가 없고 응애류에 대해 효력이 있는 약제 ⇒ 응애 살충

1) 구비조건

㉑ 성충, 유충, 알에 대한 살해 작용을 지녀야 함.

㉒ 용액의 발생기간이 길므로 잔효성이 길어야 한다.

㉓ 여러 종류의 응애에 유효해야 한다.

㉔ 작물에 대한 약해 작용이 없어야 한다.

2) 종류

㉑ 디니프로페놀제 ① DN제 ② DNBP제 ③ 아크리피드제

㉒ 유기염소계 살비제 ① 테디온제-중요한 살비제 ② CCS제

③ 아라마이트제-살비력 가장 강함

**라. 살선충제 :** 식물의 뿌리에 기생하는 선충을 방제하는 약제

1) 구비조건(토양훈증제)

㉑ 약제의 친유성기가 있어야 한다.

㉒ 토양 중에서 잘 확산되어야 한다.

㉓ 토양 중에서 빨리 소실되어 작물에 약해를 일으켜서는 안됨

㉔ 휘발되지 않고 일정 기간 체류되어야 한다.

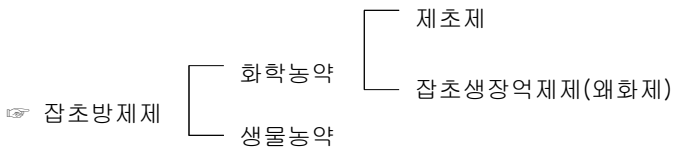
㉕ 인체에 대해서 심한 자극성이나 유독성을 지녀서는 안된다.

2) 종류 ㉑ D-D제      ㉒ EDB      ㉓ DBCP제

· 유효성분은 주로 가스체로 되어 있다.

**6. 제초제**

잡초목의 살상 또는 정상생육을 저해할 목적으로 사용되는 화학 물질



**가. 제초제의 대사 과정**

- 1) 제1단계 : 제초제의 산화 환원 또는 가수분해를 통해 독성이 완화되는 과정
- 2) 제2단계 : 제1단계에서 분해 산물이 식물체내의 여러 물질과 결합 반응으로 보인다.
- 3) 제3단계 : 동물에서는 나타나지 않고 식물체에서만 나타나는 반응으로 결합 물질이 다른 물질과 결합하여 제2의 결합 물질을 만든다.

**나. 제초제의 선택성**

- 1) 생태적 선택성 : 생육시기가 서로 다르기 때문에 나타나는 제초제에 대한 감수성의 차이.
- 2) 형태적 선택성 : 성장점의 노출 여부에 따라 나타나는 선택성 차이.
- 3) 생리적 선택성 : 제초제 성분이 식물 체내에 흡수 이행되는 정도의 차이.
- 4) 생화학적 선택성 : 식물의 종류에 따라 다른 감수성을 나타내는 현상

**다. 제초제의 분류**

- 1) 선택성 및 비선택성 제초제
  - ㉠ 선택성 ⇒ 2.4-D, MCP, MCPB, DCPA,
  - ㉡ 비선택성 ⇒ CAT, CMV, PCP, DNBP, Paraquat, Glyphosate
- 2) 이행형 및 접촉형 제초제
  - ㉠ 이행형 ⇒ 식물 체내에 이행되어 식물의 생리 작용 저해 호르몬 제초제 ⇒ 2.4-D, MCP 비호르몬 제초제 ⇒ CAT, CMV, ATA
  - ㉡ 접촉형 ⇒ 약제가 부착된 곳의 생세포 조직에만 직접 작용해서 이 부분을 파괴 PCP, DNBP, 염소산소오다, 청산소오다
  - ㉢ 처리 방법에 따라 ⇒ 토양처리제 (발아전 처리제) ⇒ 잡초처리제 (발아후 처리제)
  - ㉣ 처리시기에 따라 ⇒ 파종전 처리제 ⇒ 파종후 처리제 ⇒ 생육기 처리제

**라. 제초제의 종류**

- 1) 무기 제초제
  - ㉠ 염소산 소오다 : 비선택성 접촉형 제초제로서 개간지, 임야 등의 비농경지의 제초제로서 지하경이 깊은 다년생 화본과(갈대) 식물에도 효과가 있다. 염소산 석회 ⇒ 염소산 소오다의 폭발성을 개선 효과 동일
  - ㉡ 청산 소오다 청산칼리 : 비선택성 접촉형
  - ㉢ 설파민산제 : 비선택성 접촉형
- 2) 유기 제초제
  - ㉠ 페녹시계 제초제(호르몬형 제초제)
    - ① 2.4-D CI-IPC-2.4-D와 반대의 선택성을 지닌 카르바메이트계 제초제 선택성의 제초제로서 화본과의 식물에는 비교적 안전하나 광엽식물에 대해서는 유해하다. 작용 기구는 분열조직을 현저하게 활성화시켜서 여러 가지 기형을 만들며 엽록소의 형성저해, 호흡작용의 이상증대 등으로 생리적 균형 파괴

하여 말라죽음

- ② MCP : 2.4-D보다 약해 적고 한빙지대에서의 제초제 또는 조기재배의 제초제로 사용
- ③ 2.4-DB      ④ MCPB
- ㉡ 기타 호르몬형 제초제
  - ① 페녹시 초산      ② IAA      ③ NAA      ④ 페닐초산
  - ㉢ 페놀계 제초제

PCP제 : 논벼의 제초제로 이앙 후 PCP를 처리 벼의 생장점은 흙 속에 있어 PCP와 접촉되지 않지만 토양표층으로부터 3cm이내에 발아하는 잡초는 PCP와 접촉 표피조직 파괴

**마. 제초제(예. 상표명)**

- 1) 잡초발생 전 토양 처리용 제초제 : 마세트, 매끄란, 모다운, 에라인 입제, 마끼새
- 2) 토양 처리용 제초제 : 아비로산, 풀자비, 사단
- 3) 잡초 경엽처리제 : 엠시피 액제, 푸란나, 2.4-D아민염
- 4) 일년생 및 다년생 잡초 발생 전 토양 처리용 제초제 : 노느풀, 싱그란, 푸마시, 벤셀입제, 메나

**7. 식물 성장조절제 :**

식물의 병충해 방제와는 관계없이 식물의 생육을 촉진 또는 억제 시켜서 식물의 이상 발육을 유발 시키는데 쓰이는 약제

**가. α-나프탈렌 초산(NAA)**

- 1) 감자의 발아 억제    2) 발근 및 활착 촉진    3) 낙과 방지

**나. β-인돌 초산(IAA) : 발아촉진, 발근 및 활착촉진**

**다. MH**

- 1) MH-30 ⇒ 주성분이 30% 함유
- 2) 성장 억제제 ⇒ 담배의 결순(액아)성장 억제, 양파의 맹아 억제, 감자의 발아 억제

**라. 2.4-D 및 그 유사 화합물**

- 1) 2.4-D : 선택성 제초제로서 사용 농도가 낮으면 생장 촉진 효과(10-25만 배액)
- 2) 2.4-TP

**마. 콜리친 : 배수체를 만들어 씨 없는 과일 만듦**

**바. 지베렐린 : 벼의 키다리 병균의 추출액에서 분리**

잎, 줄기의 신장을 촉진하는 효과

- 1) 신장 촉진 작용    2) 종자의 발아 촉진
- 3) 개화 촉진      4) 착화 및 착과 촉진
- 5) 과실의 성숙 촉진

**III. 기 타**

**1. 최근 병해 방제제의 문제점**

- 가. 시용 기술상의 문제
- 1) 최근의 선택적 특효 약제는 작용점이 한정
  - 2) 병해와 약제 양면에 대한 지식 부족

**나. 비중요 병해의 부상, 중요도 증대**

- 1) 약제의 유효범위가 한정    2) 약제 개발에 거액 투자

**다. 약제 내성균의 출현**

- 1) 유효 범위 이외에는 살균효력이 없는 선택적 약제 등장
- 2) 단일 유전자의 변이에 의해 작용점이 변이

**2. 해충의 방제법**

☞ 식물 병해충의 종합적 방제

식물 병해충의 방제법은 예방법, 면역법, 치료법의 세 가지로 구분할 수 있는데 식물 병해충에 있어서는 한 가지 방법으로는 큰 효과를 얻기 어려운 경우 위의 여러 가지 복합적으로 이용

**가. 생태적(경종적) 방제법 : 해충의 생태를 고려하여 발생 및**

가해를 경감시키기 위해 환경 조건을 변경 하거나 숙주 자체가 내충성을 지니게 하는 방법을 말한다.

1) 환경의 개변

- ① 윤작 : 방아벌레와 같은 토양 곤충에 대해서는 윤작을 하는 것이 가장 적당한 방법이고 유년관계가 먼 작물을 윤작 대상 해충의 식성 고려
  - ② 재배 밀도의 조절 : 일반적으로 밀식 할 때보다 소식할 때 해충의 발생이 적다.
  - ③ 혼작 : 서로 다른 작물을 적당히 배합하여 충해를 방지 (예, 무우 사이에 발벼)
  - ④ 미기상의 개변 : 해충이 서식하고 있는 포장 내의 미기상을 개변함으로써 서식 밀도를 낮추고 활동력을 저하시키는 방법
  - ⑤ 잠복소의 제공 : 해충의 습성에 따라 번데기가 될 장소 또는 활동 장소를 마련해 주어 유인하여 포상한다.
- 2) 피해 회피 : 식물의 재배시기를 조정하면 해충의 발생기를 피할 수 있다.
- 3) 토성의 개량 : 주로 토양 곤충(굴뚝이류, 고자리파리)을 대상으로 한다.

**나. 물리적 방제법** : 물리적 작용을 이용하여 방제하는 방법으로서 기계적 방제법도 이에 포함되며, 약제의 화학적 작용을 이용하는 화학적 방제법과 상대적인 방법이다.

- 1) 포살 : 해충의 알, 유충, 번데기, 성충 등을 맨손이나 간단한 기구를 사용하여 잡아 죽이는 방법을 말한다.
- 2) 등화 유살 : 곤충의 주광성을 이용하여 유아등에 모이게 하여 죽이는 방법
- 3) 온도 처리
  - ㉠ 가열법
    - ㉡ 태양열법 : 열대지방에서 효과적 우리나라 바구미 구제
    - ㉢ 온탕침법 : 잠두경바구미 구제 70℃ 3분, 60℃ 5분
    - ㉣ 증기열법 : 온실일 경우에는 51~55℃에서 10~12시간
    - ㉤ 화 열 법 : 토양 중의 해충 구제 ㉥ 적외선법
  - ㉦ 냉각법 : 연속적으로 하는 것보다도 저온→고온→저온의 식으로 처리하는 것이 사상률을 높임
- 4) 기타 방법
  - ㉧ 고추파법 ㉨ 초음파법 ㉩ 감입법 ㉪ 침수법

**다. 생물적 방제**

- 1) 천적이용
  - ㉠ 척추동물 : 물고기, 개구리, 도마뱀, 새
  - ㉡ 무척추동물 : 선충, 거미류
  - ㉢ 병원 미생물 : 곤충의 세균병, 균병, 바이러스병, 원생동물병
- 2) 내충성 이용
  - ㉠ 내충성 원인 및 기작
    - ① 조생, 만생과 같은 시기에 관계있는 품종으로써 해충의 발생기를 회피하여 피해를 경감시킨다.
    - ② 작물의 성상이 관계되어 산란을 방지한다.
    - ③ 산란수는 반드시 적지 않지만 부화한 유충의 생육 또는 활동이 부진하다.
    - ④ 해충의 발생 가능기는 반드시 적지 않지만 품종에 따라 가해 방법이 다르거나 보상작용이 현저하게 다르다.
- 3) 주화성 이용
  - ㉠ 유인물질 : 주성 중에서 화학 물질에 대한 것을 주화성이라고 하는데 그 물질에 향하는 반응을 양주화성 이것을 이용한 것이 유인제 또는 기피하는 주성을 음주화성이라 한다. 음주성 이용 기피제
    - ① 먹이 유인 물질 : 곤충의 먹이 식물을 발견하는 것을 숙주

선택이라 하는데 이때 관여하는 물질이다.

- ② 성유인 물질 ③ 집합물질(바퀴)
- 4) 호르몬 이용 : 곤충의 호르몬 중에서 유약 호르몬은 곤충의 뇌 뒤쪽에 있는 1쌍의 생인 알라타체에서 분비되는 호르몬이며 곤충의 변태를 억제하는 구실을 한다.
  - ㉠ 메소프린 : 상품명은 kabat이고 해충 방제용뿐만 아니라 그 작용기작의 특징으로 6령충 누에를 만들어 더 큰 고치 생산
  - ㉡ 키노프린 : 상품명은 Eustar이며 가류이류, 돌깍지 벌레 상과, 진딧물, 버섯파리류에 적용
- 5) 페로몬 이용 : 페로몬이란 생물 사회에서 정보 매체가 되고 있는 화학물질 중 종내 정보 전달에 관여하는 것을 말한다. 호르몬과는 달리 체외로 분비되며 동일종의 다른 개체에 작용하는 생리 활동 물질을 말한다.
- 6) 불임법 이용 : 해충에 방사선을 조사하여 생식능력을 잃게 한 수컷을 다량으로 야외에 방사하여 이들을 야외의 건전한 암컷과 교미시켜 무정란을 낳게 하여 다음 세대의 해충 밀도를 경제적 피해 수준 이하로 유지시키는데 그 목표
- 7) 유전학 이용
  - ㉠ 교잡불화합성의 이용 : 야외 집단과 교잡하면 다음 세대에서 불임이 되거나 또는 피사적 영향을 받는 유전인자를 지니고 있는 개체를 대량 생산하여 야외 방사함으로써 밀도를 낮추는 방법이다.(예, 열대 집모기)
  - ㉡ 생태적 적응성이 없는 인자를 이용
    - 대개 기후 적응성이 낮은 인자 도입하여 겨울에 동사케 함.
- 8) 유약 호르몬과 변태와의 관계
  - 탈피와 변태를 일으키는 기작은 앞가슴 샘에서 분비되는 탈피 호르몬인 ecdysterone과 알라타체에서 나오는 유약 호르몬의 상대적인 농도에 따라 결정
    - 유약 호르몬의 함량이 높으면 유충 또는 약충이 다음 영기의 유충으로 탈피하고 유약 호르몬의 함량이 감소되면 번데기가 되고 유약 호르몬이 없어지면 성충이 된다.

**3. 해충의 예찰방법**

가. 생물학적 예찰 : 해충의 발생 시기와 발생량의 예찰이 추가됨  
나. 경제적 예찰 : 앞으로 있을 피해량을 추정하는 “

**4. 병진단법**

- 가. 육안 진단 : 육안으로 볼 수 있는 병징에 의하여 병의 종류를 판정
- 나. 해부학적 진단 : 현미경을 사용하여 조직의 내외부에 있는 병원균의 형태 또는 조직내의 병변을 관찰하여 진단
- 다. 이화학적 진단 : 식물이 병에 걸려 나타나는 이화학적 변화를 조사하여 병을 진단
- 라. 혈청학적 진단 : 혈청반응을 이용하여 병을 진단
- 마. 생물학적 진단 : 어떤 병원체에 대하여 특히 감수성이 강하거나 특이한 반응을 보여 주는 생물 또는 그 유사한 작용체를 이용하여 병을 진단
- 사. Gram염색법 : 그람양성과 음성을 구별하여 병을 진단

**7. 농약의 발달사**

19세기 전반 : 담배(1788), 제충국, 데리스, 비석, 비누, 황산동  
현대농약 : 석회유황합제, 보르도액(1852 프랑스), 청산가스(1886 미국), 비산연(1882 미국)  
1935 : 무기농약 : 비소제, 동제, 유황제, 알카리제  
유기농약 : chloropicrine, formalin, uspulun(1915)  
- 제충국의 유효성분인 pyrethrin과

데리스의 유효성분인 rotenone의 화학적인 구명

1940 : DDT발견으로 유기합성농약의 기틀마련

- Agrimycin, Blastocidin과 같은 농용항생제 등장

1) 살포 전에 지켜야 할 일

포장지에 설명된 농약 설명서를 읽은 후에 사용한다.

살포 기구나 보호 장비는 사용 전에 점검한다.

농약 살포 작업중이라는 것을 주변에 알려 피해를 방지한다.

건강이 좋지 않거나 피로한 사람은 살포 작업에 임해서는 아니 된다.

·규정된 농도와 사용량을 꼭 지켜서 사용한다.

2) 살포 작업 중 지켜야 할 일

약액이 피부에 묻지 않도록 보호 장비를 반드시 착용하고 살포한다.

살포 작업은 아침저녁에 서늘하고 바람이 적을 때

바람의 방향에 따라 방향을 등지고 한다.

한 사람이 계속하여 2시간 이상 살포하는 것을 피해야 한다.

휴식 시 담배를 피거나 식사를 하고자 할 때는 노출 부분을 닦는다

3) 살포 후 지켜야 할 일

살포작업 후 살포 기구를 그대로 두면 기구의 노후화는 물론 다음 약제 살포시 약해 발생의 원인이 되므로 깨끗이 닦는다.

사용한 농약 빈 병은 농약빈병 수집상에 안전하게 모아 둔다.

쓰다 남은 농약은 보관 상자를 만들어 어린이의 손에 닿지 않고 직사광선을 피할 수 있는 서늘하고 건조한 곳에 보관

몸을 깨끗이 한 후 충분한 휴식