



# 식물 병의 진단 / 발병과 환경

충남대 응용생물학과  
유승헌 명예교수

교재 : 6장

식물 병의 진단

1

병징과 표징

2

병원체의 동정

3

식물 병의 진단방법

4

병원체의 분리 와 접종

# 1 병징과 표징

---

- **진단 (diagnosis)**은 병의 원인을 밝혀 정확한 병명을 결정하는 것.
  - 진단의 목적: 병해 종류의 판정, 그 병의 발생상황, 피해의 추정, 방제 여부 등 적절한 관리대책을 강구하기 위한 것.
  - 진단이 잘못되면 병의 방제를 위한 어떤 처치도 효과를 기대하기 어렵다.
- 
- **병징 (symptom)**은 발병에 의하여 육안으로 관찰되는 기주식물의 이상과 변화, 즉 기생자에 의한 **기주식물의 병적인 변화**를 말한다. 병징은 병을 진단하는 중요한 수단으로 이용된다.
  - **표징 (sign)**이란 병든 식물체 표면에 **병원균 자체**가 나타나 육안으로 식별되는 것으로, 병의 진단에 있어서 매우 중요한 지표가 된다.

## 1. 균류병의 병징

## (1) 전신병징

시들음(wilt): 토마토 시들음병, 바나나 시들음병

웃자람(elongation): 벼 키다리병

모잘록(damping-off): 채소류 모잘록병



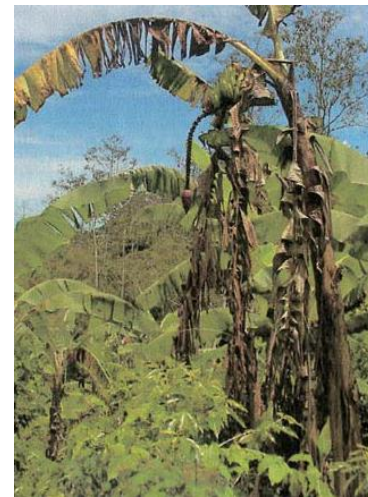
토마토 시들음병



벼 키다리병



고추 모잘록병



바나나 시들음병

## 1. 균류병의 병징

## (2) 국부병징

점무늬(leaf spot): 사과나무 점무늬낙엽병, 벼 도열병, 벼 깨씨무늬병

잎마름(leaf blight): 참깨 잎마름병

가지마름(dieback): 낙엽송 끝마름병, 뽕나무 가지마름병

줄기마름, 부란(canker): 사과나무 부란병

무름(soft rot): 고구마 무름병

탄저(anthraxnose): 고추 탄저병, 사과 탄저병

미라(mummification): 복숭아 잿빛무늬병

뿌리혹(clubroot): 배추 뿌리혹병, 포도 뿌리혹병

## 1. 균류병의 병징

## (2) 국부병징

혹 (gall): 소나무 혹병

빗자루 모양(witches' broom): 벚나무빗자루병

잎오갈(leaf curl): 복숭아나무잎오갈병,

녹병(rust): 배나무붉은별무늬병, 파녹병

깜부기병(smoot): 보리겉깜부기병, 옥수수깜부기병

노균병(downy mildew): 오이노균병, 배추노균병

흰가루병(powdery mildew): 오이흰가루병, 장미흰가루병, 딸기흰가루병



## 1. 균류병의 병징

## (2) 국부병징



벼 도열병



벼 깨씨무늬병



파 녹병



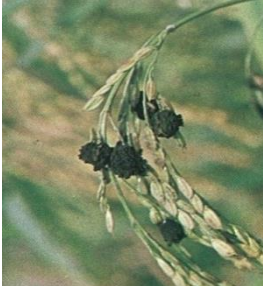
복숭아 잎오갈병



소나무 흑병



보리 겉깜부기병



벼 이삭누룩병



고추 탄저병



장미 흰가루병



벚나무 빗자루병



# 1 병징과 표징

## 1. 균류병의 병징

### (3) 내부병징

물관부 갈변: 토마토 시들음병

토마토 시들음병의 물관부 갈변



## 2. 군류병의 표징

표징: 병원균류의 포자, 균사, 균핵, 자실체 등과 같은 병원균 자체가 병든 식물체 위에서 관찰되는 것

균핵: 오이 균핵병, 벼 잎짚무늬마름병

균사속: 오이 흰비단병

분생포자 및 분생포자경: 딸기 잿빛곰팡이병, 장미 흰가루병, 사과 푸른곰팡이병

포자퇴: 파 녹병, 밀 줄기녹병

분생포자층: 고추 탄저병, 사과 탄저병

# 1 병징과 표징

## 2. 균류병의 표징



오이 균핵병



파 녹병



사과 푸른곰팡이병



딸기 잿빛곰팡이병

## 3. 세균병의 병징

시들음: 토마토 풋마름병

점무늬: 담배 들불병

잎마름: 벼 흰잎마름병, 담배 들불병

줄무늬: 옥수수 세균성줄무늬병

무름: 채소류 무름병

가지마름: 배나무 불마름병 (화상병)

기형: 뽕나무 위축병

이상비대: 포도 뿌리혹병

더덩이: 감자 더덩이병



토마토 풋마름병

## 4. 바이러스병의 병징

## (1) 외부병징

모자이크, 잎맥투명, 퇴록 반문, 퇴록 줄무늬, 황화,  
위축, 충생, 종양, 비대, 괴저, 겹무늬, 기형

## (2) 내부병징

세포내 봉입체: 담배 TMV

체관부 괴저: 보리 황화위축병, 감자 잎말림병



벼오갈병

## 2 병원체의 동정

---

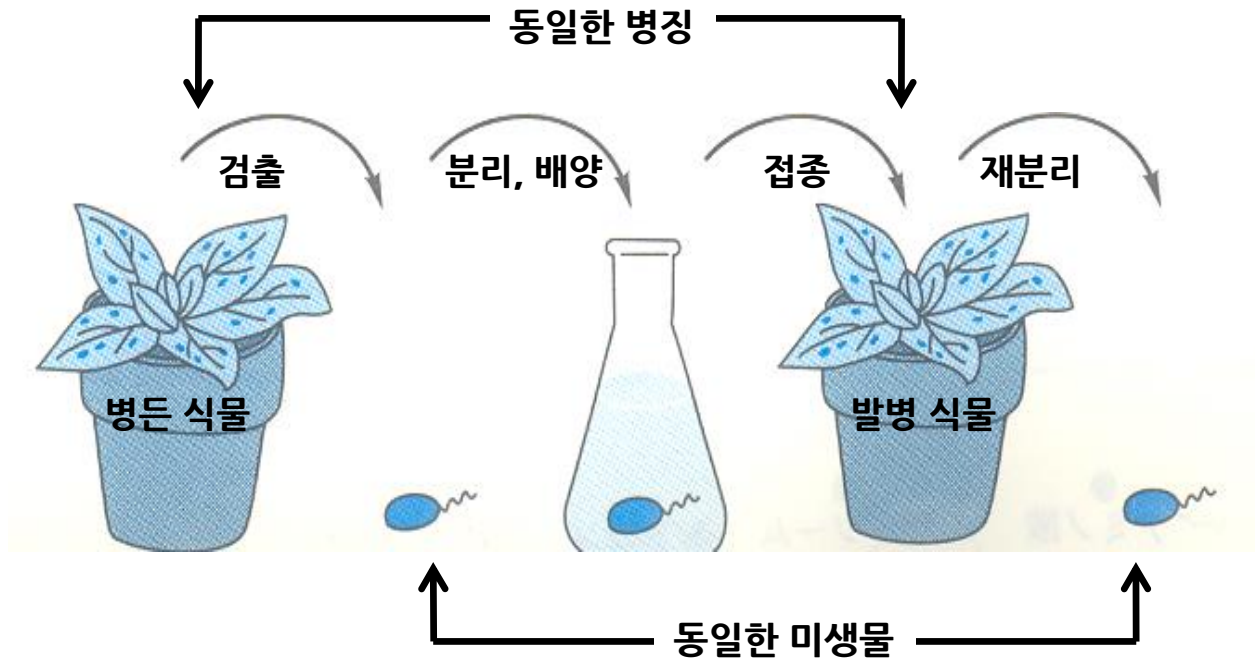


- 동정 (identification): 병원체의 정확한 종명(種名, species)을 결정하는 것
- 진단 (diagnosis): 정확한 병명을 결정하는 것
- 병원체를 동정하기 위해서는 코흐의 원칙(Koch's postulates)을 만족시키는 실험이 필요하다.

\* 코흐의 원칙:

- ① 동일한 병의 경우, 기주로부터 동일한 미생물이 검출되어야 한다.
- ② 그 미생물은 기주로부터 분리되어 순수 배양되어야 한다.
- ③ 순수 분리한 미생물을 건전한 기주에 접종하면 동일한 병징이 나타나야 한다.
- ④ 실험적으로 감염시킨 기주로부터 다시 동일한 미생물이 분리되어야 한다.





코흐의 원칙에 의한 병원체 동정의 순서

### 3 식물 병의 진단방법

---

## 1. 포장진단

- 병이 발생한 포장에 가서 병 발생실태를 파악하여 병의 종류를 종합적으로 판단.
- 상당한 경험과 숙련이 필요
- 정확한 진단을 위해서는 식물진단(개체진단)이 병행되어야 할 경우가 많음



벼 깨씨무늬병



벼 키다리병



수박 역병

## 2. 식물진단 (개체진단)

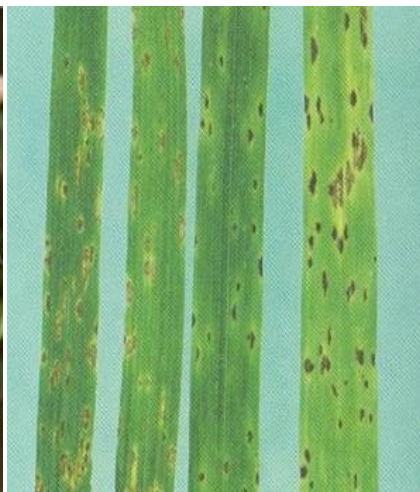
- 식물 개체를 대상으로 하는 진단, 포장진단과 병행하는 것이 원칙.
- 전염성 병인지 확인하고, 전염성 병이라면 균류병(?), 세균병(?), 바이러스병(?) 구분, 다음에 병원체의 종명과 병명을 결정한다.
- 병원체를 동정하기 위하여는 **코흐의 원칙**에 따라 실험하여야 함.

## 2. 식물진단 (개체진단)

## (1) 육안진단 (병징에 의한 진단)



벼 도열병



벼 깨씨무늬병



세균 누출



(일반형)

벼 흰잎마름병



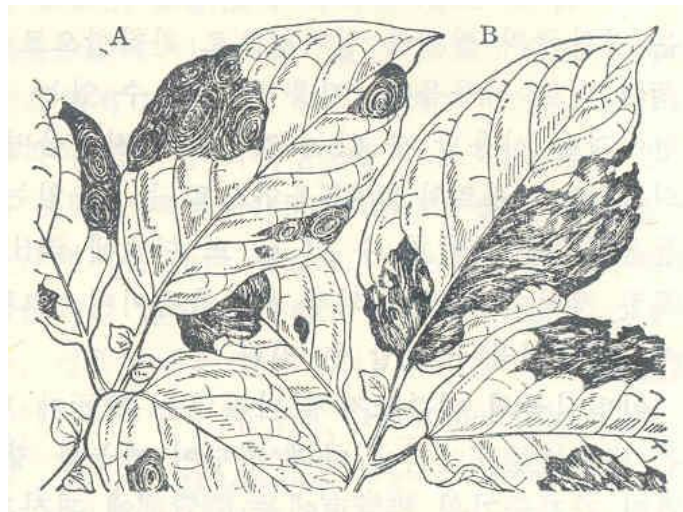
(급성형 Kresek)



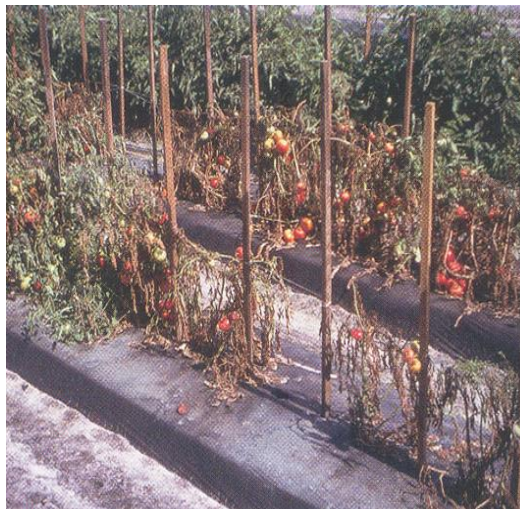
### 3 식물 병의 진단방법

## 2. 식물진단 (개체진단)

### (1) 육안진단 (병징에 의한 진단)



감자 겹둥근무늬병(A)과 역병(B)



토마토 시들음병



토마토 풋마름병

### 3 식물 병의 진단방법

## 2. 식물진단 (개체진단)

(2) 해부진단: 병든 식물의 내부 병징이나 조직 내의 병원체를 확인하기 위하여 육안이나 현미경 등으로 관찰하는 방법



토마토 시들음병



토마토 풋마름병



토마토 풋마름병 병든 줄기 조직의 세균 누출

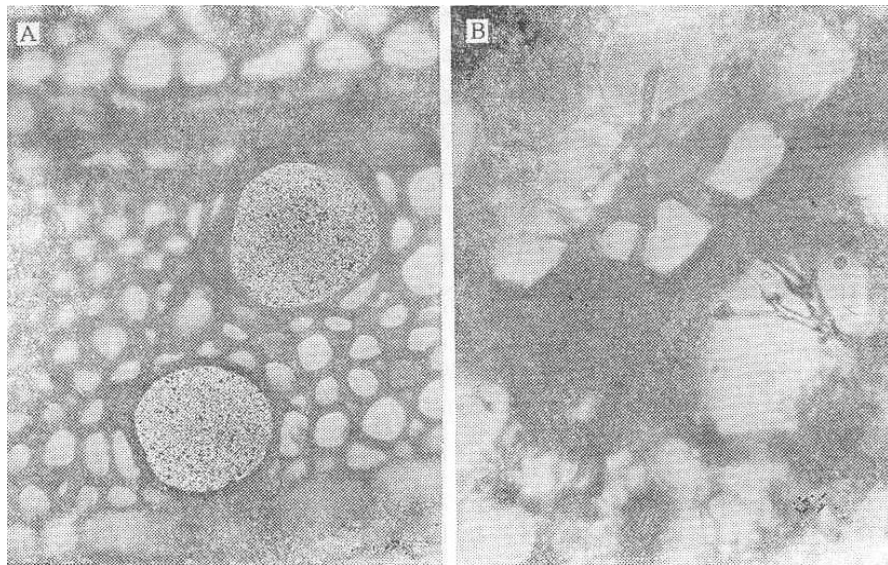
도관조직 갈변



### 3 식물 병의 진단방법

## 2. 식물진단 (개체진단)

### (2) 해부진단



참깨 풋마름병 (A)과  
*Fusarium* 시들음병(B)의  
해부학적 진단

## 2. 식물진단 (개체진단)

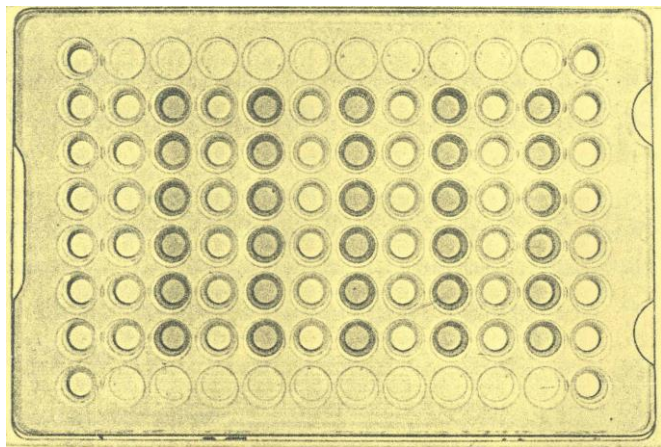
### (3) 혈청진단

- 항혈청(항체)을 시료와 반응시켜 침강반응이나 응집반응 등의 유무로 진단한다.
- 면역확산법, 형광항체법, 효소결합항체법 등이 있음
- **효소결합항체법(ELISA):** 검출감도가 높고 많은 시료를 비교적 단시간내에  
검정할 수 있으므로 병발생 조사나 종묘의 수출입 검사 등에 폭 넓게 사용되고  
있음

### 3 식물 병의 진단방법

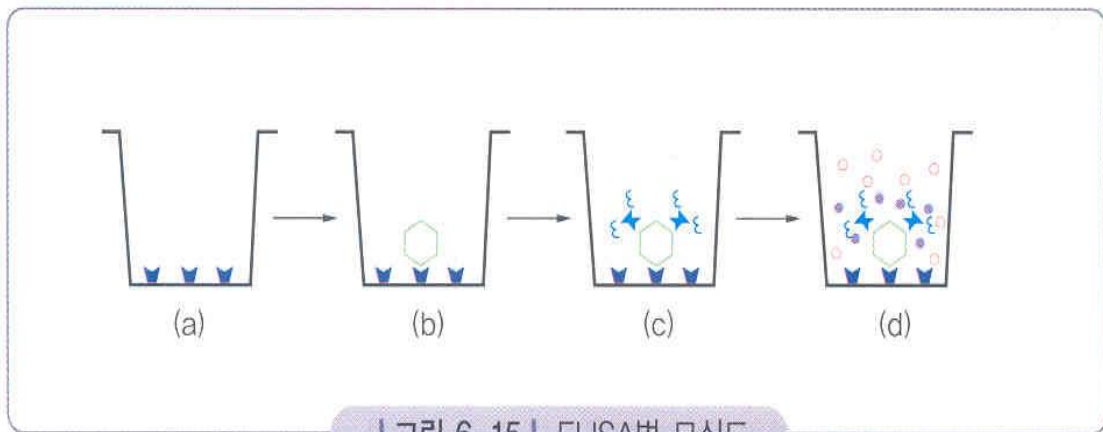
## 2. 식물진단 (개체진단)

### (3) 혈청진단



ELISA용 plate

### 효소결합항체법 (ELISA)



| 그림 6-15 | ELISA법 모식도

- (a) 바이러스 항원(항체)을 ELISA용 plate에 결합시킴
- (b) 항원(바이러스)을 첨가함
- (c) 효소로 표지한 항체를 첨가하여 항원에 결합시킴
- (d) 효소의 기질(○)을 첨가하여 발색시킴(●)

### 3 식물 병의 진단방법

## 2. 식물진단 (개체진단)

#### (4) 유전자진단 (분자생물학적 진단)

- 병원체에 특이적인 핵산 단편을 검출, 분석하는 방법으로 진단법 중에서 가장 감도가 높은 방법이다.
- **중합효소연쇄반응(PCR)**를 이용하여 낮은 농도로 존재하는 DNA 일부분을 증폭시킨 다음 증폭된 산물이 보여주는 염기서열의 다형성을 분석하여 동정.
- 균류의 종(species) 동정시 많이 사용하는 DNA영역: **ITS영역**,  $\beta$ -tublin, histone H3 등
- 다좌위서열 타이핑(multi-locus sequence typing, MLST): 다양한 유전자 사용.  
*Fusarium graminearum*, *Cercospora* 의 종 동정에 사용
- 모든 생물적 병원체는 각각 고유의 핵산 (염기서열)을 가지고 있으며 이의 검출은 병원균의 직접적인 검출과 같다.

### 3 식물 병의 진단방법

## 2. 식물진단 (개체진단)

#### (4) 유전자진단 (분자생물학적 진단)

##### 장점

- 모든 생물적 병원체는 각각 고유의 핵산 (염기서열)을 가지고 있으며 이의 검출은 병원균의 직접적인 검출과 같다.
- 병원체의 모든 유전정보가 검토의 대상이 되며, 반응이 대단히 예민하기 때문에 병원체의 동정을 위하여 병원체를 순수 분리할 필요가 없다.
- 생장이 느린 균이나, 무병징 감염시료와 같이 균체의 양이 매우 적거나, 유성세대를 형성하지 않아 형태적 종 동정이 어려운 경우에도 사용할 수 있다.

##### 단점

- 비용이 많이 소요되며, 고가의 장비가 필요.

## 2. 식물진단 (개체진단)

(5) 생물진단: 어떤 병원체에 대하여 특히 감수성이 강하거나 특이한 반응을 보여 주는 생물 또는 그와 유사한 작용체를 이용하여 병을 진단하는 것

## ① 지표식물법

- 야생담배(*Nicotiana glutinosa*)에 TMV접종하면 접종부위에만 국부 괴사 병징,  
CMV 접종하면 전신병징
- 천일홍에 감자바이러스X 접종하면 국부 병반
- 감나무 묘목 식재: 과수뿌리혹병균 (*Agrobacterium tumefaciens*) 유무 조사
- 토마토, 봉선화 식재: 뿌리혹 선충 유무 조사

## 2. 식물진단 (개체진단)

② 최아법 (괴경지표법): 감자바이러스병에 대한 무병종서 검출법

③ 박테리오파지 (bacteriophage) 이용:

박테리오파지: 세균에 기생하는 바이러스

박테리오파지는 대체로 기주특이성이 있어 혼재되어 있는 세균중에서  
기주세균만 공격한다



## 4 병원체의 분리와 접종

---

## 1. 병원체의 분리

## (1) 균류의 분리

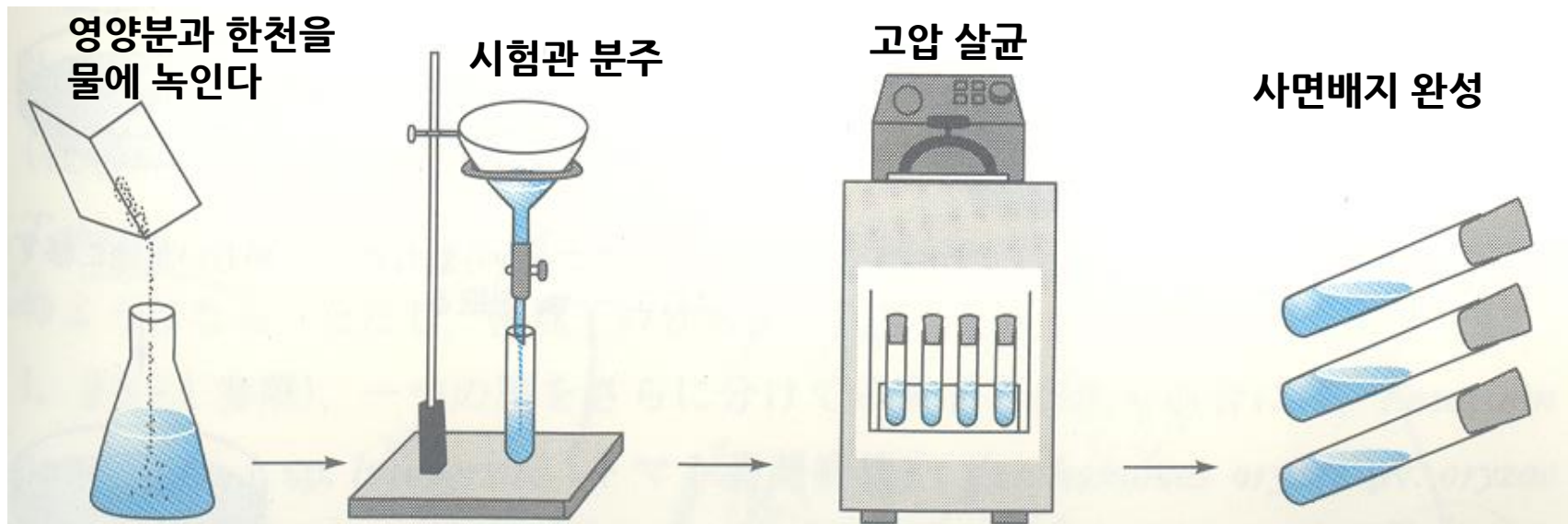
## 평판배지의 조제



## 1. 병원체의 분리

## (1) 균류의 분리

## 사면배지의 조제



## 1. 병원체의 분리

## (1) 균류의 분리

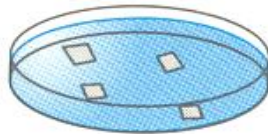
병반의 경계  
부분을 절취한다



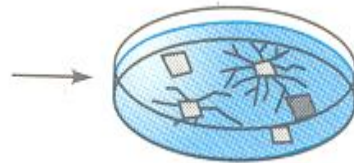
표면 소독



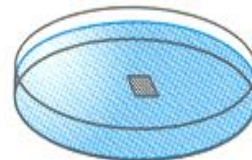
평판배지에  
올려놓는다



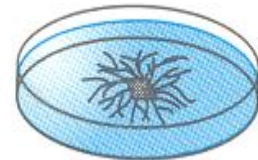
병원균류의 분리과정



신장하는 균사의  
선단부분을 배지  
채로 절취



새로운 배지  
에 옮긴다



분리 완성

## 1. 병원체의 분리

## (2) 세균의 분리

병반의 경계  
부분을 절취한다

표면 소독

마쇄액 조제

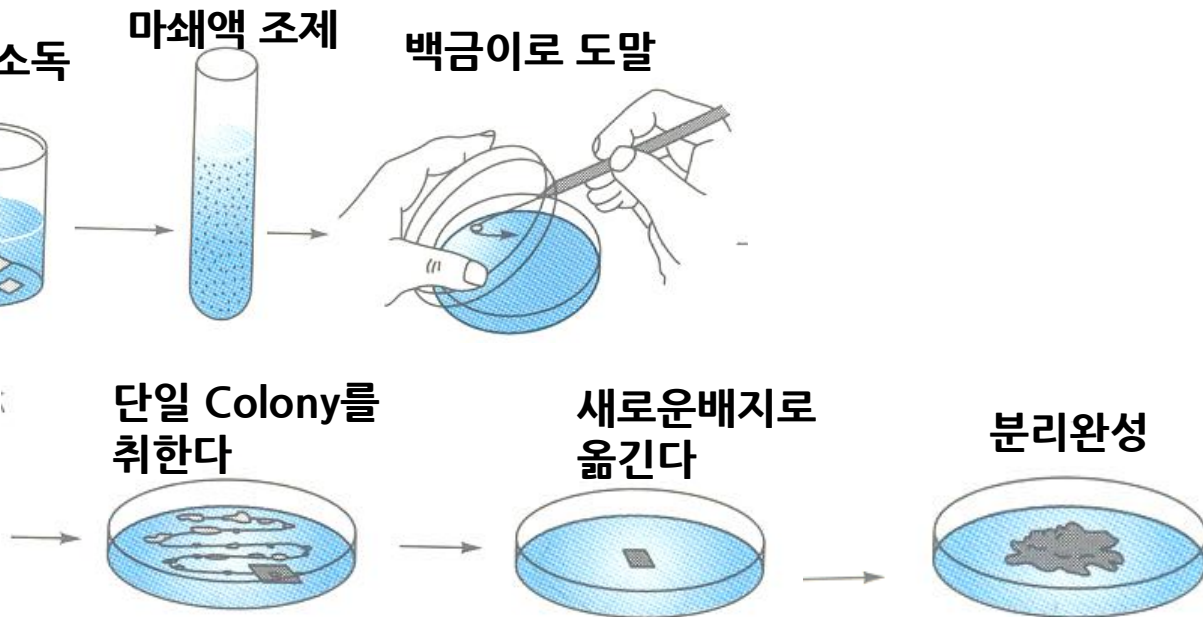
백금으로 도말

세균의 분리과정

단일 Colony를  
취한다

새로운배지로  
옮긴다

분리완성



## 2. 병원체의 접종

## (1) 균류 (포자를 형성하는 균류)

- ① 순수배양한 병원체의 배지에 살균수를 주입하여 **포자현탁액** (spore suspension)을 조제한다.
- ② **건전한 식물체에 포자현탁액을 분무접종한다.**
- ③ **접종한 식물체를 습도 100%의 접종상에 2-3일간 넣는다.**
- ④ **접종한 식물체를 온실이나 생육상으로 옮긴다.**

## 2. 병원체의 접종

## (2) 세균 (또는 상처침입하는 일부 균류)

- ① 순수배양한 병원체의 배지에 살균수를 주입하여 **세균현탁액**을 조제한다.
- ② **침으로 식물체에 상처를 준 다음 접종원을 분무하거나, 접종원을 묻힌 침으로 식물체를 찔러서 접종한다.**
- ③ 접종한 식물체를 습도 100%의 접종상에 2-3일간 넣는다.
- ④ 접종한 식물체를 온실이나 생육상으로 옮긴다.



## 4 병원체의 분리와 접종

### 2. 병원체의 접종

#### (3) 식물바이러스

어린잎 병반의  
경계부분을 절취

완충액을 가하고  
마쇄한다

카보랜담을 얇게  
뿌린다

마쇄 용액을 면봉  
으로 도말한다

병반이  
나타난다

식물바이러스의 즙액접종

교재 : 7장

발병과 환경

1

온도

2

수분 및 강우

3

일조량

4

바람

5

토양산도 및 비옥도

1

온도

**온도**는 병원체와 기주식물 양쪽에 작용하며 발병을 좌우하는 큰 요인이다

- **토마토 시들음병**, 발병적온 27-28 °C (병원균 *Fusarium oxysporum* 생장적온)
- **벼 도열병**, 26-28 °C (병원균 *Pyricularia oryzae* 생장적온)에서 잠복기간 짧고 병반 수도 많다. **냉도열병**: 저온일 때 더 많이 발생 (이유는?)
- 저온성 병: 벼 모싹음병(수온 15 °C 이하), 상추 노균병(8-15 °C), 감자 역병 (15-20 °C 전후), 포도 잿빛곰팡이병(15-20 °C)
- 고온성 병: 벼 흰잎마름병(30 °C 전후), 벼 잎집무늬마름병(30 °C 전후), 고추 탄저병 (25 °C 전후), 토마토 시들음병, 복숭아 잿빛무늬병
- **감자 바이러스병**: PVX, PVS (발병적온 14-18 °C, 병징음폐 25 °C)
- **담배 바이러스병**: PVX (발병적온 20-24 °C, 병징음폐 15 °C)

## 2 수분 및 강우

---

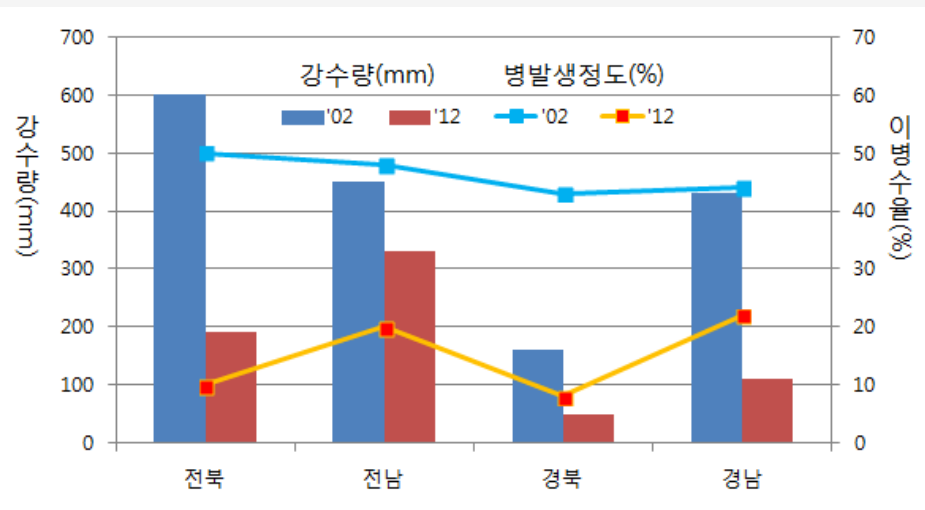
- 많은 병원균류의 포자 형성에는 95%이상의 상대습도가, 기주 침입에는 물방울 또는 100%에 가까운 상대습도 필요: **벼도열병균**의 포자발아와 기주체 침입, **고추탄저병균**, **강남콩탄저병균**의 기주체 침입.
- 비가 자주 오거나 **습도 높을 때** 많이 발생: 각 종 노균병, 역병, 잿빛곰팡이병, 탄저병, 벼 흰잎마름병 등.
- 비교적 **낮은 습도**에서 많이 발생: 각 종 흰가루병.
- 토양수분 과습할 때 발병 촉진: 감자 역병, 고추 역병, *Pythium*모잘록병.
- 토양수분 비교적 건조할 때 발병 촉진: 오이 덩굴쪼김병 (*Fusarium oxysporum*)



## 2 수분 및 강우

- **강우**: 병원균류 포자의 분산과 침입에 중요,
- 식물체 표면에 수막을 형성하여 균류의 기주체 침입이 용이
- 벼 출수 전후의 강우; **벼 이삭도열병** 발생의 원인
- 밀 출수 전후의 강우; **밀 붉은곰팡이병** 발생의 원인.

맥류 출수기 (4-5월)의 강수량과 붉은곰  
팡이병 발생과의 관계 (오, 2013)



### 3 일조량

---

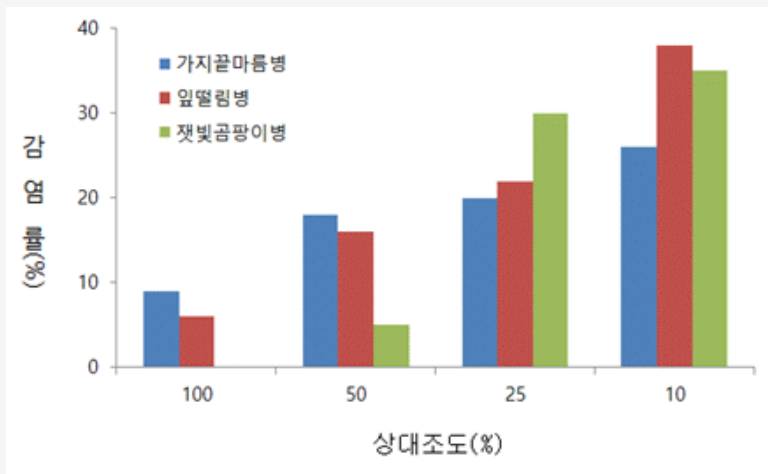
### 3 일조량

- 일조부족은 식물의 광합성을 저하시키고, 유리당, 아미노산 및 아마이드를 증가시키며, 일반적으로 식물의 병에 대한 저항력을 저하시킨다.

**벼 도열병**: 일조 부족할 때 많이 발생.

- 도열병균 (*Pyricularia*), 잿빛곰팡이병균(*Botrytis*), 토마토겍무늬병균(*Alternaria*): 분생포자 형성에 **광(근자외선광)**이 필요

낙엽송 묘목에서 햇빛 (상대조도)과 병 발생과의 관계 (Sato, 1978)



## 4 바람

- 바람은 **균류의 포자전반**에 영향을 주며, **식물체에 상처를 유발**하여 각 종 병의 발병을 촉진시킨다.
  - 벼도열병균, 맥류깜부기병균, 맥류녹병균 등 공기전염 균류의 포자 전반
  - 벼 흰잎마름병, 수목 목재썩음병: 태풍에 의한 상처가 발병 유인
- 비닐하우스 재배에서 적당한 바람과 환기는 상대습도를 저하시켜 **토마토잎곰팡이병** 발생을 억제.

## 5 토양산도 및 비옥도

---

## 1. 토양산도

- **배추 무사마귀병**: 산성토양 (pH 5근처)에서 발병이 심함.
- **토마토 Fusarium시들음병**: 산성토양에서 발병이 심함.
- **감자 더덩이병**: 토양 pH 5.2-8.0일 때 심하고, pH 5.2 이하에서 발병 감소.

## 2. 토양의 비옥도

- **질소질비료의 과용**: 벼 도열병, 맥류의 붉은곰팡이병, 녹병, 흰가루병, 각종 식물의 탄저병, 토마토 역병, 포도 잿빛곰팡이병을 유발
- **질소질비료의 부족**: 토마토의 겹무늬병, 잎곰팡이병, 시들음병, 무 흰가루병, 가지과작물 풋마름병 등을 유발
- **규산질비료 사용**: 벼 도열병 발생 억제.





다음시간에는

## 6강

**‘병원체와 기주의 상호반응’**

(최재을 교수)

입니다.