

植物病理学の基礎知識

東海大学 農学部
吉田 政博

§ 1. 植物病理学の定義

1. 「植物病理学」 Plant pathology とは？

「**植物の病気**に関してその原因と経過を明らかにし、
防除の方法を研究する学問」

= 「植物の健康と生産性に関する科学」

↓
農作物・植物の保護 ⇒ **食料の安定生産**
⇒ **地球環境の保護**

2. 植物の病気 (Disease) とは？

健康でない状態 (正常ではない)

「ある種の**連続的な刺激**が原因となって、形態的または
生理的に**正常ではない状態**を示した場合を病気という」

Horsfall & Dimond: 1959

3. 病害(Disease injury)とは

「**病気の結果**、**経済的**あるいは**社会的**に何らかの
損害を与える場合」

↓
病気による被害 = 病害

4. 病害の主観と客観

チューリップ斑入り (17世紀ヨーロッパ, チューリップ狂時代)



(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cc/Semper_Augustus_Tulip_17th_century.jpg)

:客観的には**病気(ウイルス病)**

:主観的には**健全**

マダケの開花病



(約100年周期で開花して枯れる
=マダケの寿命)

:客観的には**健全(自然枯)**

:主観的には**病気**

§ 2. 病気の原因：病原

1. 伝染性病原

- a) ウイルス(virus)
 ウイロイド(viroid) } 非細胞性
- b) 細菌(bacterium)
 放線菌(actinomycete)
 モリキュート(mollicute) } 原核生物
- c) 菌類(fungus)
- d) 線虫(nematode)
- e) 原生動物(protozoa)
- f) 昆虫・ダニ(insect·mite)
- g) 寄生高等植物(parasitic
 higher plant) } 真核生物

(病気の原因：病原)

2. 非伝染性病原

- a) 土壌条件：水分・養分の過不足，物理構造の悪化，有害物質の蓄積，pHなど
- b) 気象条件：日照，温度，湿度，風雨，霜など
- c) 農作業：作業傷害，薬害など
- d) 産業・生活公害：鉱毒，自動車排気ガス，大気汚染，水質汚濁

伝染性病原(病原体)が
原因となる病気

↓
植物の成分を利用して増殖(感染)
し，次から次へと同種の植物を侵す

↓
伝染病
(Infectious disease)



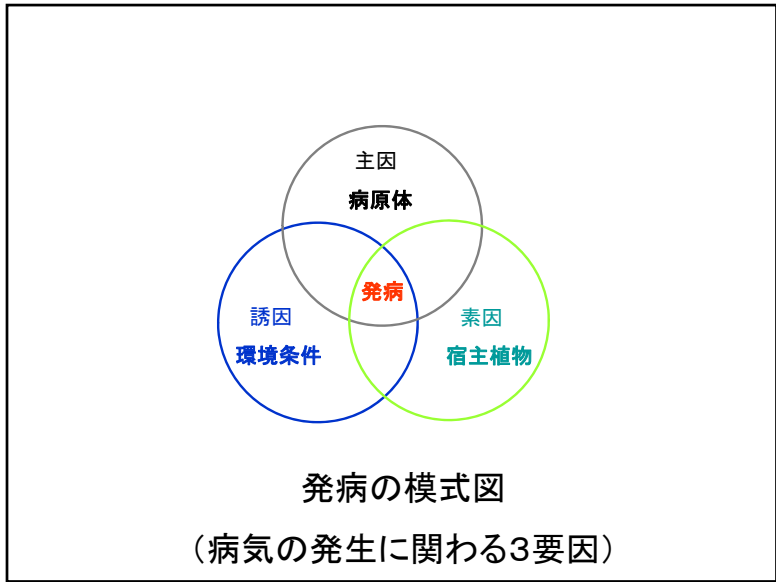
生理病

(Physiological disease)

↑
非伝染性病原が原因

§ 3. 病気の成立(発病の条件)

1. 主因：**病原体**(最も直接的な原因，要因)
2. 素因：**宿主植物**(病気になる植物)
 - ・種族素因：その植物の種が特定の病原体に侵されやすい性質
(例)イネいもち病菌→イネ⇒病気になる，
トマト⇒病気にならない
 - ・個体素因：個々の植物が病気にかかりやすい性質
→(例)植物の発育時期によって病気に
罹ったり罹らなかったりする性質
→ 苗立枯病
3. 誘因：**環境条件**(間接的，二次的要因)



病気の三角形

病原性のある
病原体(主因)

好適な環境
条件(誘因)

病気の
発生量

感受性のある宿主植物(素因)

* 防除法

- ・主因と素因のいずれか一方、あるいは両者を小さくする
- ・誘因を主因と素因のいずれか一方、あるいは両者に不都合なように制御する

§ 4. 人間生活との関わり

植物(作物)の病気→量の減少, 質の低下
自然環境の破壊

1. 大発生で人類の歴史を変えた例:

- ・1845年 アイルランドのジャガイモ疫病
- ・1970年代 セイロン島のコーヒーさび病

・ ジャガイモ疫病 (*Phytophthora infestans*)

1845~1846年 アイルランドのジャガイモ飢饉
(人口: 約800万人)
100万人以上: 餓死者
20万人: イギリスへ移住
150万人: 北米大陸へ移住

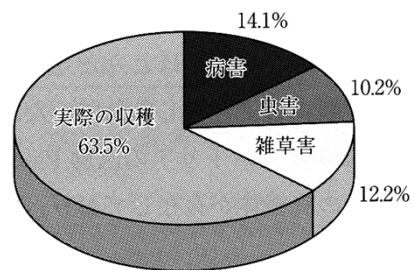
↓
人口の約35%が国から消滅

・ コーヒーさび病 (*Hemileia vastatrix*)

19世紀後半まで インド地方, 東南アジアでコーヒー生産
1870年代 セイロン島でコーヒーさび病発生

↓
コーヒーの産地が中米, 南米大陸へ
セイロン島, インドのアッサム地方で茶の栽培

2. 病気による被害



世界の作物生産における病虫害雑草害による損失
G. N. Agrios Plant Pathology 5th ed. より作成

(白石友紀他, 新植物病理学概論より)

イネ・ムギ等穀類の
推定収穫量:
28億トン

↓
病害による損失
約2.6億トン

↓
10億人分の食料

日本における植物の病気とその病原

作物	ウイルス・ウイロイド	菌類	細菌	ファイトプラズマ	線虫	その他・生理的・不明	合計
食用作物	94	513	60	11	59	39	788
野菜	156	831	166	18	114	23	1,308
果樹	73	797	60	4	39	64	1,076
特用作物	42	525	58	3	51	23	706
牧草・芝草	44	554	32	11	30	4	678
草花・野草	229	1,398	158	23	308	3	2,128
樹木・きのこ	44	3,209	79	10	168	64	3,654
合計 (%)	682 (6.6)	7,827 (75.7)	613 (5.9)	80 (0.8)	769 (7.4)	220 (3.7)	10,338 (100)

* 日本植物病名データベース(2012.9.7更新)より作成

日本におけるイネの病害

病原体の種類	病害の数
ウイルス・ウイロイド	9
菌類	73
細菌	16
線虫	6
ファイトプラズマ	1
その他(生理的・不明)	16
合計	121

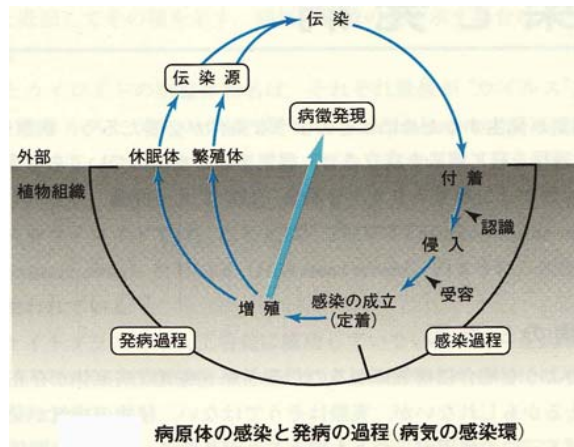
* 日本植物病名データベース(2012.9.7更新)より作成

病気によるイネの被害(日本)

年次	すべての病気の合計		いもち病	
	被害量(t)	被害率(%)	被害量(t)	被害率(%)
1993	725,800	6.8	597,800	5.6
2001	164,400	1.9	85,200	1.0
2002	174,400	2.0	92,200	1.0
2003	390,000	4.5	317,500	3.6
2004	170,900	2.0	89,100	1.0
2005	167,800	1.9	79,000	0.9
2006	199,000	2.3	116,600	1.4
2007	177,200	2.0	93,000	1.1
2008	141,000	1.6	67,000	0.8
2009	147,000	1.7	81,700	1.0
2010	138,900	1.6	66,500	0.8
2011	135,200	1.6	73,200	0.9
2012	123,700	1.5	56,800	0.7

被害率は、(被害量/平年収量)×100とした。

§ 5. 感染と発病



(大木 理, 植物病理学より)

1. 感染(infection)

1) 感染の過程

- ① 病原体と植物の接触, 病原体の付着から始まる
- ② 病原体と宿主に親和関係(親和性)がある
- ③ 病原体が宿主体内に侵入
- ④ 病原体と宿主間に栄養の授受が成立: 定着

・親和性 (compatibility):

本質的にある病気に罹る病原体(寄生者)と宿主の関係

・病原体と植物の親和関係は一定

→ 病原体は一定の範囲の植物にしか病気を起こさない

・宿主範囲 (host range)

・「単犯性」⇔「多犯性」

(侵入方法)

- 1) 傷口からの侵入: 有傷侵入(傷口感染, 傷感染)
ウイルス, 細菌, 一部の菌類(カンキツ緑かび病菌, サツマイモ黒斑病菌)
- 2) 自然開口部(気孔, 水孔, 皮目)からの侵入
細菌: 水孔(イネ白葉枯病菌, ソサイ軟腐病菌)
: 皮目(ジャガイモそうか病菌)
一部の菌類: 気孔(うどんこ病菌, ベと病菌, さび病菌)
- 3) クチクラや細胞壁からの直接侵入(角皮感染)
多くの菌類
- 4) 花器からの侵入

2. 増殖

1) 内部寄生

細胞内, 細胞間: 多くの菌類

維管束系: *Fusarium*

細胞間隙, 維管束系: 多くの細菌

師管柔細胞: ファイトプラズマ

2) 外部寄生

表皮上(表面), 内部に菌糸, 吸器:

うどんこ病菌

表皮下(表皮細胞壁のクチクラ層下):

リンゴ・ナシ黒星病菌 (*Venturia*属菌)

3. 発病

1) 発病と病徴

・病徴 (symptom):

感染の結果, その細胞, 組織, 器官に異常を起こし,
内部・外部形態的に示される病気の症状
= 宿主の異常, 変化

→ 宿主上に病原体の一部が肉眼で見られる場合
⇒ 標徴 (sign)
菌類病が多い

2) 病徴とその種類

病徴はその病原菌と植物の間でほぼ決まっている
⇒ 病徴学 (診断上重要)

病原体の種類によるおもな病名	
病名	おもな病気
白さび病	表面に白い粉状の胞子層をつくる。Albugo 属菌
べと病	灰色の分生子柄・分生子をつくる。Peronosporaceae 科菌
疫病	組織が急激に壊死して、水が浸み込んだようになる。Phytophthora 属菌
うどんこ病	うどんこ状の分生子柄・分生子をつくる。Erysiphales 目菌
黒穂病	おもに穂に黒い胞子層をつくる。Ustilaginales 目菌
さび病	さび色の胞子層をつくる。Pucciniaceae 科菌
もち病	組織がもち状に腫れ、表面に白い繁殖体をつくる。Exobasidium 属菌
炭疽病	円形の斑紋ができる。Collectotrichum 属菌
いもち病	紡錘形の淡褐色から灰色の壊死病斑ができる。Pyricularia 属菌
菌核病	菌糸が密集して塊となった菌核を形成する。Sclerotinia 属菌

(大木 理, 植物病理学より)

植物病原体によるおもな標徴

標徴の種類	標徴とおもな病気
粉状のかび	植物体の表面に菌類の胞子が粉状に集積する。うどんこ病, さび病など
綿ほこり状のかび	植物体の表面に菌類の菌糸などが綿ほこりのように繁殖する。イチゴ灰色かび病, キュウリべと病など
小さい黒点状構造物	罹病部に菌類の子のう殻などが微小な黒点として観察される。うどんこ病, 炭疽病, つる枯病など
菌核	感染部位やその周辺に菌類菌糸が絡み合ってきた黒色あるいは褐色のケシ粒状ないしネズミ糞状の粒子がみられる。白絹病, 菌核病など
菌泥	感染部位から細菌集塊を含む漏出物がみられる。イネ白葉枯病, ナス科植物青枯病など

(大木 理, 植物病理学より)

3) 病徴が現れない感染

: 潜在感染 (latent infection) (= 無病徴感染)

→ 種子, 苗木で特に問題

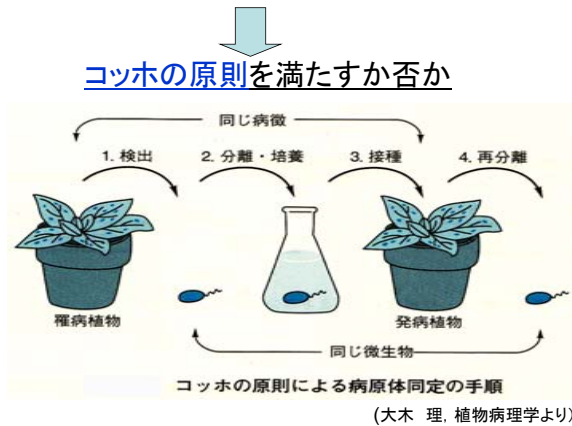
⇒ 伝染源 (保毒植物: carrier) となる

・マスキング (masking): 植物の生育段階や環境条件によって病徴が現れない

・潜伏期間 (incubation period): 感染後発病までの期間

§ 6. 病原体であることの証明

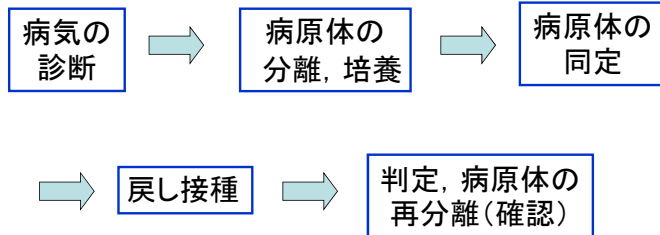
罹病植物の病気の種類と原因を決定する過程



1. コッホの原則(Koch's Postulates)

- ① 同じ病気には同じ微生物が必ず存在しなければならない。
- ② 病気の宿主からその微生物が分離され、純粋培養されなければならない。
- ③ その純粋培養された微生物を健康な感受性の宿主に接種して、同じ病気が発病しなければならない。
- ④ 感染させた生物から再びその微生物が分離されなければならない(再分離の法則)。

2. 病原体であることの証明過程



1) 病気の診断

(⇒病気の種類と病原体の推定)

- ・植物(宿主)の種類
 - ・病徴(標徴)の特徴
 - ・発生状況
- } の明確化

↓

病気の種類と病原体の推定

2) 病原体の分離・培養

分離:罹病植物から病原体を得る(取り出す)操作

- ・人工培養できる菌類, 細菌: 培地→**選択分離培地**
- ・絶対寄生菌, ウイルス等: **宿主植物**(=培地)
- ・培養不可能, 分離精製困難な病原(ファイトプラズマ, カンキツグリーンング病原体)

→ **特異的遺伝子の確認**

3) 病原体の同定


病原菌の属, 種(所属)を決定する.

4) 病原菌の接種(戻し接種)

接種: 健全な植物に病原体を付着させる
⇒植物と病原体の接触

病原体の侵入(感染)方法
病気の成立条件(誘因)
伝染様式

} の理解が必要



発病再現(最初と同じ病徴)

5) 病原菌の再確認

最初に分離された病原体の確認⇒**再分離**

I. 病害診断方法(診断は以下の順序で行う)

1. 実際の圃場での被害状況を調査する
病気の発生時期, 推移, 栽培品種, 種苗の来歴, 栽培管理状況, 環境条件, 作付体系, 圃場での発生分布, 周辺環境の変化等.
2. 発病株の観察
 - ①病気の症状は常に典型的に現れるとは限らない. 品種, 気象条件, 生育状況栽培管理により変動することに注意する.
 - ②同じ植物によく似た症状を示す異なった病原菌があることに注意する.
3. 発病した植物個体について診断する
発現している病気の症状などから病原体を推定し, 顕微鏡的, あるいは各種手法により確認する.

II. 病害診断の要点

1. 病気は生き物である
病気の症状は, 発病の初期から終末にかけて変化していく.
また, それらは品種や栽培環境などの条件で相違がある.
2. 早期診断が重要である
防除対策は早ければ早いほど高い効果が得られる.
3. 診断は全体的に見て実施する
変色した葉を1枚, 枯れた穂を1本見て診断しても, 正しい診断はできにくい. 病気になった植物の株全体を見て診断を行う.

Ⅲ. 病気の症状

症状には、①植物が外部形態的な異常を示す:病徴、②病原体自体が病気の部分に肉眼で見られる:標徴の2種類があります。これらの症状が、病害診断の重要な指標となります。

①主な病徴

- ・変色:植物は生きてはいるが本来の色が褐色や黄色などに変わる。
- ・萎ちよう:植物の通導組織が侵されて、局部的あるいは全身的にしおれる。病状が進展すると枯死する。
- ・枯死:植物の全体あるいは部分が枯れて死滅する。どのような病気でも激しく発病すると末期には枯死する。
- ・腐敗:植物組織が部分的あるいは全体的に崩壊して腐る。
- ・病斑:植物の組織が部分的に破壊されて死ぬため、外観的に斑紋状になる。
- ・萎縮叢生:植物全体が萎縮し、時に叢生状になる。
- ・肥大:植物の組織が異常に肥大あるいは増生する。
- ・穿孔:病気の組織に穴があく。
- ・分泌:病気の部分から分泌物を出す。
- ・その他、帯化、ミイラ化、離脱など

②主な標徴

- ・粉状物:糸状菌の胞子がたくさん集まっている。
- ・かび状物:病患部に菌糸、胞子、担子梗などが集団として露呈している。
- ・黒粒点:病患部に黒色の小粒点がみられる。これは、病原菌の柄子殻、子のう殻、胞子堆などである。
- ・菌核:病患部あるいはその周辺に菌糸の塊が形成される。形、色、大きさは様々である。
- ・異常突出物:病患部に大型の突出物が形成される。これは、病原菌の繁殖器官が発達したものである。
- ・きのこ:病患部あるいはその周辺にきのこ、またはきのこ状の子のう盤を形成する。
- ・粘質物:病患部に病原菌胞子の粘塊や細菌がうみ状に漏出する。
- ・香臭:病患部から特有の香臭を発する。

*植物病害の診断

病気の防除対策を立てるには、病気の正しい診断が必要です。診断を間違えれば、どんなに薬剤を散布しても病気を治す(予防)することはできません。診断の目的は正しい病名を決定するだけでなく、その後の病状の進展予測、被害の予測、防除の要否、防除対策の指示なども含まれます。

したがって、正確な病気の診断のためには、診断の要点、診断方法、病気の症状などを十分に理解しておくことが大切です。