



中 華 文 庫

初 中 第 一 集

植物病理學的基本知識

孫 少 軒 編



中 華 書 局 印 行



植物病理學的基本知識目次

	頁次
第一章 緒論	1—2
第一節 植病與人生.....	1
第二節 植物病理學之分科.....	2
第二章 植病之定義,症候及種類	3—11
第一節 植病之定義.....	3
第二節 植病之症候.....	3
第三節 植病之分類.....	9
第三章 生理病	12—20
第一節 不良環境造成之病.....	12
第二節 不良土壤造成之病.....	14
第三節 有害物質之中毒.....	18
第四章 寄生病	21—41
第一節 動物之寄生病.....	21
第二節 高等植物之寄生病.....	23
第三節 細菌之寄生病.....	25
第四節 真菌之寄生病.....	28
第五節 毒素病.....	40
第五章 植病之傳染	42—50
第一節 病原體之隱藏.....	42



第二節	病原體之傳佈	42
第三節	病原體之侵入	44
第四節	病原體寄生之方法	46
第五節	環境對病原體之影響	48
第六章	植物之抗病與免疫	51—56
第一節	植物抗病之構造	51
第二節	植物之免病性	54
第三節	植物之耐病性	55
第四節	植物之免疫	55
第七章	植病之防除	57—73
第一節	衛生法	57
第二節	藥劑法	59
第三節	木材防腐法	72
第八章	植物病理標本之採集與製作	74—75
第一節	採集	74
第二節	製作	75

植物病理學的基本知識

第一章 緒論

第一節 植病與人生

作物爲人類衣食之根本，侵害作物之病害，間接與直接皆與人類有關。故植病之害，小則個人受其損失，大則影響國民生計，社會安甯。今舉數件植病引起之災禍，作爲證例：

1. 1845至1846年，英國愛爾蘭地方發生馬鈴薯疫病，全島之馬鈴薯均受其害，以致一無收穫，造成空前之大災荒。

2. 1873年法國由美國輸入葡萄之新品種，而將露菌病帶入，因氣候之適宜，露菌之繁殖甚速，全國之葡萄園無一倖免。

2. 銹病乃爲害麥類之一重要疾病，世界各國每年因銹病所受之損失，爲數甚大，茲將各國所受麥銹病之損失抄錄於下，以明其重要性：

<u>中國</u> (每年損失)	\$21,130,945
<u>日本</u>	¥25,760,000
<u>印度</u>	R 3,000,000
<u>澳洲</u>	L 2,500,000
<u>美國</u>	\$18,000,000
<u>德國</u>	L10,000,000
<u>匈牙利</u>	L 900,000

此外 植物對於衛生方面亦有影響，如大小麥子房上所生之麥角

具收斂性質，人畜誤食後發生流產，又小麥子房上之腥黑穗菌含有毒汁，食下後可引起嘔吐，且因其易於著火，可引起製粉機之爆炸。

第二節 植物病理學之分科

植物病理學(Phytopathology)為研究植病之病原，症候發生情形，以謀其防治方法之學科，為一種應用植物學，乃農學之一分科。植物病理學本身又可分為若干分科，以作周詳之研究：

1. 病徵學(Symptomalogy) 以患病植物與健全植物比較其異點，而研究其病期中所起之變化者曰病徵學，為確定植病種類之一初步方法。

2. 病原學(Etiology) 病原學專門研究一切引起植病之病原體之形態、生理與外界條件之關係，以及其對於病變之關係，以進一步斷定這疾病種類，而謀適當防治方法。由於病原體種類之不同，病原學又可分為寄生性動物學、真菌學、細菌學等。

3. 病態植物解剖學(Pathological Anatomy) 以用顯微鏡研究患病植物內部組織所起變化為目的，而斷定植物因疫病而起之形態上之變化。

4. 病態植物生理學(Pathological Physiology) 專門研究被害植物內部生理所起之變化，而明瞭其因疫病所起之機能之障礙。

5. 植物治病學(Plant Surgery) 研究植病之治療與預防者，稱為植物治病學，為應用上一實際科目，而以上述各種學科作為基礎者。

第二章 植病之定義,症候及種類

第一節 植病之定義

所謂病害乃與健康相反之名詞,但兩者之間,並無明顯之界限,而植物更比動物難以區分。蓋植物器官之分化程度較低,雖某器官得病,其他器官可絲毫不受影響,而生長如故。且植物之再生力量甚大,其身體之一部雖因病死亡,若在植物生育旺盛之期,可生新組織以代之。又植物之循環器官不發達,病毒侵入其體,僅有局部之影響,不致傳至他處。

一般認為凡能使植物體某部死亡者謂之病,然冠瘿、粗皮諸症,其細胞非但不死,且分裂更速,故此說不能成立。又有謂凡機能變化而影響植物生活者為病,但梅之重瓣,雖為機能之變化,而不能稱之為病。故 Owen 氏之定義謂:“可擾亂植物全部或一部正常組織或非正常組織,而使其死亡或減低其經濟價值者,謂之植病”。

廣義之植病,對於一切動植物之加害均包括在內,但狹義言之,應將蟲害除外,又若干在植物本身上並不為病之現象,因與吾人之栽培不合,亦有認為病害者,如胡蘿蔔之本質化,此為其回復野生之狀態,因之與吾人栽培之目的不合,而認為一種植病。

第二節 植病之症候

認識植病之症候,為研究植物病理之先決條件,因為如此吾人方可區別何者為患病,何者為健康,然後設法防除之。

植物發病之後,其細胞內之原形質發生變化,構造上亦因之表現

不正常之狀態，是為病症。病症有內部病症與外部病症之區別，今將其詳細分述於下：

內部病症——內部病症之得病雖在體內，但亦有相當之外部表現可以察得。

1. **枯死** 植物受外界之影響，其細胞中失去水分，乃萎縮而枯死，此種多半為生理病。

2. **崩壞** 菌類寄生於植物，能分泌一種酵素，將細胞與細胞間之中間層溶解，植物遂失去支持力，而現崩壞之狀。

3. **變質** 病部之細胞因受外來侵入物之刺激，而木栓化，於是病部遂變硬，而色澤變深。

4. **變色** 陰暗之處，植物常呈蒼白色，此乃因缺乏日光之照射，葉綠素不能形成之故。但其他之因子亦可使植物變色，如低溫、缺鐵、缺鈣，以及微生物之寄生等。葉之變色，有時僅為局部之變化，而不擴大，是為葉斑。

5. **縮小** 環境不良與生物之寄生，皆為造成植物縮小之原因。發病若在植物幼小之時，則其影響可及植物體之全部，而使植物永久生長不良。

6. **腫脹** 與縮小相反者，乃植物發病後，其病部之細胞加速分裂，而使其數目增多，同時細胞本身亦特別加大，而使病部發生凸出之現象。

外部病症——植物之外部病症，種類甚多，大別可分為死亡，肥大，萎縮與流膠四類：

1. **死亡** 植物死亡之原因，概由於菌類之侵入，其病部之組織死亡而破壞，由其現象之不同，又可分為下列種種病症：

A. 腐爛 菌類之分泌物將植物之細胞殺死，而吸收之，病部遂現腐爛之狀。其現象又有種種：

- a. 乾腐 一稱硬腐，組織在腐敗時無液體流出，堅硬之組織多為乾腐。
- b. 濕腐 一稱軟腐，組織腐爛後，其細胞液流出體外，大部分軟而多汁之組織(如果實)多為濕腐，因其組織內多含水分之故。
- c. 心腐 植物得病後，其中心部分之組織先行腐爛，遂漸向外展延，故此種病症，在得病之初期，不甚顯明，不易察覺。
- d. 外腐 植物得病後，其表面之組織先行腐爛。
- e. 黑腐 植物腐爛後變成黑色之例甚多，如柑橘之黑腐病，其外表在臍部發現潮濕之褐斑，內部則完全腐敗成黑色，為柑橘之一重大之植病。
- f. 白腐 植物腐爛後變成白色。
- g. 基腐 此種病症發生於物之根與莖交界之處，植物因之倒伏。

B. 潰瘍 潰瘍者乃植物之組織因受寄生而木栓化，向外突起而開裂，加以細胞死亡後體積收縮，裂縫更為明顯。潰瘍有一年性與多年性之別，一年性者，在一年中即達其一定之大小，多年性者，則逐漸擴大其為害範圍，但有時可為植物之補傷組織所阻止，而告痊癒。一般言之，潰瘍之深入程度皆有限制，故不致使植物死亡，但其侵入甚深者，可使植物之生長減弱；而其裂縫又可



第一圖 葡萄之腐敗病

爲其爲害物侵入之孔道。

C. 萎凋 不論寄生病或生理病，皆可使枝葉死亡及脫落，此種凋萎有時僅限於葉部，而其他部分仍依舊健在，但有時全株之枝葉皆可脫落。低溫、水分不足，以及營養不足等，均爲造成植物萎凋之主要因子。

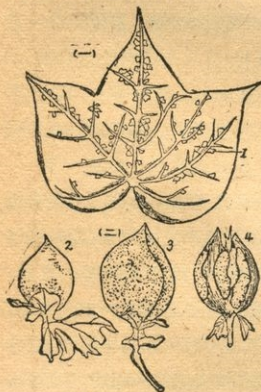
D. 枯萎 枯萎之現象與萎凋相似，但其病原由於莖內輸送水分之器官閉塞，或根內吸收水分之器官受傷。

E. 斑點 植物體上局部組織之死亡，死亡之部常改變其原有之色澤，外表觀之，成爲各種斑點。斑點之形式常有一定，有圓形，有多角形，有條狀，有網狀，有輪狀。最普通者爲焦斑，乃組織被強烈日光灼傷所致。

F. 條斑 葉上常可發見色澤較深之細綫，是爲條斑，亦由於微生物寄生所起。在禾本科植物中發見最多，因其葉脈平行，故病之發展亦爲平行。

G. 穿孔 由於局部受傷之組織脫落而成，一名射孔，但有時藥劑亦可造成同樣之穿孔，如硫酸銅、砷酸等，皆多少有此種藥害。

H. 脫落 環境之改變，或病菌之寄生，皆可使植物未成熟之器官脫落，如葡萄之落果，乃由於營養不足所致。過早或過濕之氣候，亦可使棉花發生落鈴。



第二圖 棉角點病

(一) 罹病棉葉

1. 角斑

(二) 受病菌侵害之棉鈴

2. 初期 3. 中期 4. 末期

I. 乾化 在果實中常易見到，其先普通皆經過一腐爛時期，此時組織內皆充滿菌絲，以後水分散失，菌絲遂與剩餘之寄主組織混合，同時生成孢子。乾化後之果實，或留於枝上，或脫落地上，經過一相當時期，再行腐爛。

2. 肥大 有時病菌侵入植物體後，非但不能殺死其組織，反使其細胞發生不正常之生長與分裂，而形成肥大症，此種生長大半為多餘或畸形。

A. 菌瘻 乃由於寄生物而起之局部肥大，另有一種由於昆蟲寄生所起者，四蟲瘻。茭白印為一種菌瘻。菌瘻因其外表形狀可分四種：

- a. 疤疹 表面平滑。
- b. 疣粒 非常細小。
- c. 根疣 較大，常聚生一處，作葡萄狀。
- d. 大疣 又有肉質與木質之別。

B. 雀巢 植物得病後發生不定芽，向上生出互相平行之細枝，形如雀巢。

C. 毛根 此種病症在果樹上發見最多，其支根特多，發生原因與雀巢同。

D. 多產 因病而產生新器官，大半由於生理之變化，如玫瑰或菊科植物，在其中心之花下，有時可再生一花，梨之萼端再生一梨。

E. 葉捲 蒸發過盛，植物所呼吸之水分不能與所失去者相抵，葉內之細胞張力減少，葉片遂捲縮，但蒸發少時，仍可恢復原狀。寄生病之葉捲如桃之縮葉病，被害之葉變成肥大，上有凸凹，外形不正，終至枯死。

F. 粗皮 氣候與寄生皆可造成表皮粗糙之症狀，如霜害使梨之果變粗，因寄生而起之粗皮，有時僅為局部，成圓形或帶狀。

G. 毛茸 葉面或果實表面發生毛茸，乃由菌類或動物之寄生而起。

H. 帶化 原來圓形之器官變為扁平之生長，同時使其組織纏繞，如桑之帶化病。有時園藝上有利用此畸形以供觀賞者，雞冠花花序之變扁即其一例。

I. 捻曲 直立之莖變為捻曲者，亦為一種畸形之病態，如油菜受露菌之寄生後，其花梗捲曲。

J. 果實之畸形 如蘋果之黑星病使果實變為畸形。

3. 萎縮 乃植物被寄生後停止生長之表現，或矮小之影響。蓋病原體所分泌之毒素，使病部細胞發生中毒現象，而病原體之吸收養分，又使寄主細胞營養不足，而影響於其正常之生育也。

A. 侏儒 全枝植物生育矮小，而呈萎縮之狀，此多半為生理病，如土壤不良、肥料不適、水分缺乏或過多等，皆可使植物發生侏儒。

B. 黃化 植物因生理的障礙，或環境之影響，其綠色組織不發達，而成黃色或白色，主要由於缺乏陽光，土中缺鎂及缺鐵所致。此種植物因綠色組織之缺乏，而影響於其食物之製造，因此其營養皆為不良，烈者可致死亡。

C. 嵌工 其一部分之綠色組織不發達，且成間斷狀，與正常之綠色組織相互排列，為毒素病中一種普遍之症候。其斑紋或粗或細，或點狀，或條狀，種種不一，園藝上常有利用此特點，加以繁殖，作為觀賞之用。嵌工病以茄科植物，如番茄、烟草等中發見最多。

4. **流膠** 傷口之流膠為一般植物之常態，與動物之出膿出血相同，其流出之物質，常可表示寄生物或被寄生植物之特性。

A. **出膿** 傷口流出一種膠狀之液，其中含有細菌及寄主組織之分解物，以後水分逐漸蒸發，乃成一層固體之物包於創口。

B. **膠液** 此專指一種液體狀或半液體狀之膠液，自傷口流出，但不凝固。此種膠液為細菌及真菌所愛好，故其傷口不易癒合。有時流膠時日較久，植物體內可形成液袋，作膠液之貯藏。

C. **流脂** 松柏科之植物，正常有分泌腺以分泌松脂，但若其分泌過多，即為一種病態，多半由於銹病菌之寄生所引起。

D. **流乳** 若干植物有乳腺可分泌乳液，但不正常之分泌亦為病態。

第三節 植病之分類

植病之分類，學者之立場各異，方式亦不同，普通皆根據(1)病原，(2)病症，及(3)寄主而分之。

1. **依病原而分者** 此種分類方法最合科學化，但須用多數儀器及優良設備方可斷定之。

(1)寄生病

(A)植物性寄生病

(a)細菌病

(b)真菌類

(c)高等植物之寄生病

(B)動物寄生病

(a)綫蟲寄生病

(b) 蟬類寄生病

(c) 昆蟲寄生病

(2) 毒素病

(3) 生理病

(4) 原因不明之病

2. 依病症而分者 此種分類方法便於認識，但植物之分業程度低，若有兩種病害發生於同一植物，而呈一種病症時，則頗難區別矣。其分類見第二節。

3. 依寄主而分者 此種分類便於檢查，但遇有多食性病菌時，則難以區分。

(1) 食用作物之病害

(a) 稻類病害

(b) 麥類病害

(c) 粟類病害……等。

(2) 特用作物之病害

(a) 棉病害

(b) 桑病害

(c) 麻病害

(d) 茶病害……等。

(3) 果樹之病害

(a) 仁果類病害

(b) 核果類病害

(c) 熱帶果實類病害

(4) 蔬菜之病害

-
- (a)葉菜類病害
 - (b)根菜類病害
 - (c)果菜類病害
 - (d)豆類病害
- (5)觀賞作物之病害
- (6)樹木之病害

第三章 生理病

第一節 不良環境造成之病

雪害——雪對作物之害，多半由於其重量之關係，蓋樹枝上積雪，可使樹枝折斷，尤其在春季積雪，日間融解，夜間再凍結，其融雪之下牽力可將枝折裂。在暖地之雪害反較寒地為烈，因暖地所積者為濕雪，重量較大，寒地所積者為乾雪，重量較小也。

雹害——雹害完全為機械之傷害，可將花、葉、果實等擊落地面。

霜害——霜害之原因，由於細胞液之凍結。因氣溫大降，使空氣中之水分於植物表面凝結成霜，而奪去植物體內大量之熱，使細胞之溫度突然降至冰點以下，細胞液乃凍結，而原形質呈脫水狀態。短期之凍結，尚無大害，但為時較久，細胞不能復原而死。

冬霜之為害不及春霜或秋霜之烈，因冬季嚴寒，植物有其自身之保護方法也。主要為將其生活降至最低限度，或入休眠狀態，其體內貯藏之澱粉，轉化為糖類，以增加細胞液濃度，使冰點降低，不易受害。春秋之際，植物或尚未入休眠之境，或已開始復蘇，此時之霜害，使彼無法保護，受害遂大。

植物體最易遭霜害者，為幼葉、幼苗、幼枝及花芽等幼嫩部分。霜後之低溫，可使葉綠素不能形成，而葉萎黃或變色。

霜害之防護方法有三：

(1) **保溫** 用玻璃罩、紙罩、布罩保護之，或用燻烟之法（以濕草或肥料燃之）以保溫。

(2) **加溫** 在果園中每隔相當距離，置一火爐

(3) 使空氣流動

凍害——嚴寒可殺死越冬之作物，或樹木之頂芽或枝之先端。

霧害——作物生長時期內若有霧，空氣中之濕度大而氣溫低，病蟲害最易猖獗。

雷害——體內油分含量高之樹木，最易遭雷擊，因油類易傳電也。以樹木年齡而言，年齡愈大之樹，愈易被雷所擊。以種類而言，針葉樹最易被害，闊葉樹中，白楊、梨、榆、柳等亦易受害，楓類則甚少被擊。雷害在森林之地尤為重要，因其可引起火災也。

風害——風害乃指暴風而言，暴風可折斷莖枝，吹落花果，甚至連根拔起，作物若在成熟期，花粉被風吹散，不能受精。多風之地，應於向風之處設防風林或其他遮風設備，方可種植。

日光害——日光缺乏，固然有礙植物之同化作用，但日光過強，對植物亦不相宜，其害有三：(一)強光使色素體分解，而同化作用發生妨礙；(二)助長蒸發，使植物凋萎；(三)增高植物體溫，發生日焦病。落葉樹受日光之害，冬季反較夏季為大，因冬季樹葉脫落，日光直射枝幹之上，使其發生日灼之病。

植物體表面附着之水滴，形似一凸透鏡，可能光綫聚集，造成局部之灼傷，而溫室玻璃棚上之水滴，亦有同樣之作用。日焦有時雖不能將組織殺死，但使其抵抗力減弱，其他之病原體得易侵入。

日害之防治，在蔬菜園可用遮光之設備；樹木方面，則可以石灰塗於樹身，利用其白色，反射日光。

熱害——植物之生長有一定之溫度範圍，在最適溫度 (Optimum temperature) 生育為最旺盛，過高或過低之溫度皆為有害。高溫之為害方式有六：

1. 生長不良，花與果實不能成熟。
2. 局部組織被殺死。
3. 葉之畸形或早落。
4. 形成熱潰瘍。
5. 果之不熟或早熟。
6. 植物全體之死亡。

濕害——水濕為植物生育上一重要之因子，不但土壤中水分多寡有關於植物之生長，大氣中之濕度亦相當重要。陰濕低溫之氣候，最易引起病菌之繁殖，幼苗幼芽多雨時均易腐爛，柑橘類之裂果亦由於雨水過多之故。

旱害——大氣過於乾燥，必奪去植物體內之水分，發生萎黃等旱害現象，若作用時間過久，可使全株植物枯萎而死亡。

第二節 不良土壤造成之病

土壤為植物生長之場所，故其性質與成分，對植物之生育上莫不有極大之影響。今將有關於植物生長之土壤因子分述於下：

土壤養分之缺乏 任何植物對於下述十種元素均為生長所必需，十者缺一，即致生育不良，此十種元素為：碳、氫、氧、氮、磷、硫、鉀、鈣、鎂及鐵。此十元素中，除氧與碳由呼吸作用得來，氫由水中得來，一部分氮氣由空中固定外，其餘均由土壤供給。

(一) **氮之缺乏** 除少數植物可利用其種子內之氮素以開花結實外，大半植物在生長期中均需多量之氮化物，以供發育。氮之供應缺乏時，植物之發育即受限制，其症狀與旱害相似，但其根特長(旱害無此現象)。若氮缺乏過多，則葉萎黃，果實不及成熟即先脫落，種子

不結實，或雖結實而其內容不充分，發芽力弱。

(二)鉀之缺乏 鉀對植物之製造碳水化合物有極大之關係，土中缺鉀，植物之生育即大為不良，其現象有四：(1)鉀之缺乏可使光合作用之力量減弱，於是碳水化合物之生產及貯藏均大見減少。(2)木本植物頂端之枝生育受障礙，甚至死去。(3)葉之邊緣發生黃色或白色之斑點，逐漸佈及全葉。(4)最烈時可使全株植物死去。此外，土壤中多施鉀肥，可增加其保水力，故多施鉀肥可減少旱害。

(三)其他元素之缺乏 鈣有關於葉之發育，磷、硫乃製造蛋白質之重要原料，鎂為葉綠素之成分，缺乏時葉綠素不能生成，植物遂黃化。鐵之需量極微，但絕不能缺乏，否則發生枯萎之現象。

土壤可溶性鹽類之過多 土壤中之鹽類，不論其為植物之養料與否，若其量過多，皆有害於作物。養分過多使植物之生長特別旺盛，葉色變深，而開花結實延緩；且生長過盛，抵抗力減弱，易被他物侵入寄生，及受氣候變化之影響。

(一)氮之過多——在自然狀態下，土中之氮絕無過多之現象，但施肥之結果，常使其量大為增加，反而有害作物。其影響有四：(1)使成熟延遲，而枝葉徒長，易受霜害及寒害。(2)使節間變長，而不能支持其穗之重量，穗遂倒下。(3)使品質降低，此在穀類及果樹上尤為顯著。(4)使植物體內生理發生變化，且使細胞膜變薄，因此減低其對疾病之抵抗能力。氮過多時，其病狀與鹼害相似。

(二)鈣與鎂之過多——土中鈣與鎂過多時，植物之葉綠素即不能形成，而生枯黃病。石灰過多，使鐵沈澱或成為膠質，植物不易吸收，因而光合作用停頓。鎂過多時，使石灰之吸收亦多，遂造成同樣之結果。

土壤之酸性 土壤反應對植物之營養甚為重要，不論其酸性或鹼性，皆為有害。酸性土多在多雨之區，其生成之原因有四：(1)施用酸性肥料，(2)腐植質之腐爛，(3)植物吸去鹼性養分(如鈣)，而將酸性留於土中，(4)雨量過多，將鹼性養分洗去。酸性土壤之為害，為使植物之生長延緩，綠色不深，葉脈間發生退色之斑點，體質纖弱，根部不發達，未成熟即死。

土壤之鹼性 鹼性土壤多在旱區，其主要之成分為氯化鈉(NaCl)，硫酸鈉(Na_2SO_4)，及碳酸鈉(Na_2CO_3)。鹼土對作物之影響有五：(1)減少或阻礙植物根部之吸收作用，(2)減少蒸發，(3)使生活細胞中毒，(4)妨礙光合作用，(5)影響土壤之物理性質及土壤微生物。

土壤之水分 水分對植物之功用有四：(1)為食料及養分運輸之溶劑，(2)為製造碳水化合物原料之一，(3)保持細胞之張力，(4)水分之蒸發可調節體溫。

植物之健康，與空中及土中之水分皆有關係，而其水分之需要，又受其他因子之支配，如溫度、日照及土壤之物理性質。土壤水分之突然降低，或蒸發過盛，使植物體內之水分大為減少，細胞間張力減弱，枝葉不能展開，而患凋萎之狀，惟水分供應充足時即可復原。長期之乾旱，則產生矮小身體或生長延緩。此外，水分之缺乏，又有下列各種症狀：

(1)葉色變黃、紅或其他色彩，木本植物落葉。

(2)葉邊或尖端發生焦斑。

(3)因水分缺乏而減少其他營養物之吸收，禾穀類之子實不充滿，根用作物之根不發達，果實不成長。

(4)在木本植物，其影響並不於當時發現，而於第二年產生弱枝。

土壤水分過多之害：

- (1) 土壤中水分過多，使空氣之容量減少，因此氧氣之供應不足，有礙呼吸。
- (2) 植物生長之處多水，易受病害之侵入及寒熱之影響。
- (3) 使植物體破裂，如馬鈴薯之空心病。
- (4) 使植物體上發生各種突出物。
- (5) 花、葉、果實早落。

土壤空氣之影響 植物之呼吸作用分地上與地下兩部行之，其地上部自空氣中直接取得其氧氣，而地下部則自土壤孔隙中吸取其氧氣，故土壤中空氣之不足，常形成各種病症，如種子不能發芽，根之發育不良，生長延緩，停止，甚或死亡。土壤水分缺乏之原因有四：

1. 土壤水分之過多，因土壤孔隙為空氣與水分所共占，若水分過多，空氣即被排出。
2. 土壤中微生物之生育旺盛，而使氧氣減少。
3. 土壤結構緊密，空氣不易流通。
4. 土壤表面之細泥結成硬盤，不通空氣，使土中之空氣與外界失却連絡。

植物對氧氣之需要，依其種類而不同，淺根者如赤松，需生長於輕鬆而通氣之砂質土壤，反之，深根者則可生於緊密而不通氣之粘土。又如柳之根部，完全不需氧氣，故可生於水中。

忌土病 若干作物不能數年連種於同一土地之上，此種連作之害，一方面固由於連作使同種之病菌得以繁殖，而作物本身之分泌物之中毒亦為一主要原因。又作物對某種養分特別愛好，吸收特多，結果造成此種養分之缺乏，如豌豆連種二三年，即有忌土病發見。

第三節 有害物質之中毒

烟害 隣近工廠之地，其作物之生長均甚不佳，蓋工廠中排出之烟煤，每每使植物中毒，輕則生育減弱，重則死亡。烟煤中未燃燒之炭粒，附着於植物體，可使其同化作用發生障礙，或塞閉其氣孔，使其呼吸不暢。

烟害中最嚴重者，為二氧化硫氣體之為害。植物對二氧化硫之抵抗力甚弱，如針葉樹在空氣中含有百萬分之一之二氧化硫時即可中毒；水稻、大豆、大麥等農作物則可耐二十萬分之一之濃度；陸稻、小麥、烟草等可耐十萬分之一之濃度。

二氧化硫所引起之病徵有三：

(一)急性中毒 空氣中二氧化硫之含量過多時，植物可被漂白，或發生色變。如針葉樹大半先變紅，而後變棕，再後脫落。闊葉樹則先在葉上發生棕斑，逐漸擴大，終及葉之全部，烈時可使全株植物死亡。

(二)慢性中害 慢性中毒之現象為：壽命減短，葉易脫落，生長不良，年輪狹小，早熟，產量減少等。

(三)間接中毒 二氧化硫可使植物之抵抗力減弱，易被其他病原侵入。且二氧化硫可溶解於水，使土壤變成酸性，減少石灰之效用，使土中有益之細菌(如硝化菌)之生長不良。

礦害 礦山附近或工場排出之水中，常有有害毒物夾雜其中，一旦混入土內，即有礙作物之生長。此種有害物多為鐵、氯化鈣、氯化鉀、氰酸化合物等。其防治方法為在排出處，設數個沈澱池，使其沈澱。

其他如汽車排出之不完全燃燒物質，海水飛沫中含有之鹽分，皆不利於作物之生長。

農用藥劑之害 一般用於防治植病或蟲害之藥劑，如波爾多

液(Bordeaux mixture)、石灰硫黃合劑、砷酸鉛、石油 石油乳劑、硫酸尼可丁等，若使用濃度不當，或作用時間過久，亦可發生藥害。其現象大別如下：

- (1)葉：斑點，黃化，或脫落。
- (2)枝：斑點，退色，潰瘍。
- (3)花：斑點，不結果實。
- (4)果：斑點，裂縫，縮小，脫落。
- (5)整株植物：枯死。

為防止此等藥害起見，施用時須注意其濃度，洒布須細而勻，水滴不宜過大。

此外種子消毒時所用之藥劑，有時亦有害植物本身。如以沸水消毒種子，常使其發芽率減少，發芽勢減低，發芽不整齊，幼苗生長較慢，產量減少。

硫酸銅雖為一最合理想之種子消毒劑，然其毒害亦不小。處理之時間及溶液濃度若不適當，則種子之發芽力大見減少，且銅之毒性，又可使幼苗生長延緩，發育不良，莖部彎曲而根稀少。此種受害之幼苗甚易被寄生菌侵入。甲醛(Formaldehyde)用作種子消毒劑時，雖然比較安全，但若處理後未經洗淨，亦可使發芽力減弱。

為減少此二種藥劑對種子之毒害起見，可用下列二法以謀補救。

(1)消毒前之處理 此法為將種子於消毒前浸於水中十分鐘，使其飽吸水分，藥劑不易侵入也。此法應用於大麥、小麥、燕麥、玉蜀黍等，不但可減輕其藥害，且可增進其發芽勢與發芽力。

(2)消毒後之處理 種子經消毒後,再浸於石灰水(十加侖水加一磅生石灰)中,亦可減輕藥害。

第四章 寄生病

第一節 動物之寄生病

綫蟲 (Round worm) 屬圓形動物門 (Nemathelminthes), 大部寄生於動物體, 但亦有一部分寄生於農作物。

綫蟲全體細長, 兩端較尖, 長者可達數尺, 小者僅數毫米, 體壁外被有一層幾丁質 (Chitin), 透明而堅韌, 是為表皮, 表皮下為肌肉層, 此種肌肉層皆生於背腹兩面, 側面無之。口器生於頭之前端, 其附近又有刺數對, 口之下為食管、胃、小腸及直腸。其排洩器開口於腹面, 無循環器及呼吸器, 神經組織非常退化。雌雄異體。雄性之生殖體為一單獨之精巢, 開口於體後之排洩腔, 雌性之生殖體為一對卵巢, 開口於腹面肛門之前。雄性之體均較雌性為小, 尾端彎曲成鈎形, 排洩腔中尚有兩個小刺, 乃交配時所用之器官。

綫蟲在動物界之地位:

圓形動物門 Phylum Nemathelminthes

綫蟲綱 Class Nematoda

真綫蟲目 Order Eunematoda

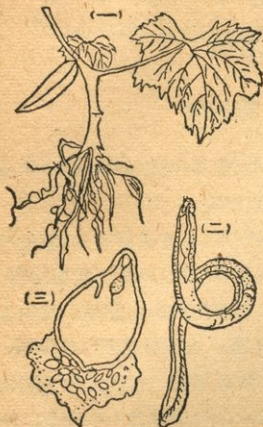
醋綫蟲科 Family Anguillulini

醋綫蟲亞科 Subfamily Anguillulinae

在醋綫蟲亞科中, 均為寄生於作物者, 最主要者為下列三屬:

Heterodera 屬 雌雄體形不同, 雄者細長綫狀, 雌者粗短作梨狀, 棲息於土壤中, 寄生於植物根部。

1. 根瘤綫蟲 (**Heterodera radicicola**) 寄生於胡瓜、大豆等



第三圖 根瘤綫蟲

- (1) 胡瓜根部因綫蟲寄生而生蟲瘻之狀
 (2) 雄蟲
 (3) 雌蟲及卵

之根部，幼蟲居於寄主之維管束內，寄主體受其刺戟，增殖極速，遂造成各種形狀之瘻，為害烈者可致枯死。幼蟲經四次脫皮，成為成蟲，在寄主體內交尾及產卵，每一雌性可產卵300—600。根瘤綫蟲之驅除，可用燒土法，熱湯灌注法，或施用甲醛百倍液或二硫化碳等藥劑。

2. 甜菜綫蟲 (*Heterodera schachtii*) 寄生於甜菜、馬鈴薯、甘藍、燕麥、豌豆等八十餘種植物。被害植物之根部生長受阻礙，地上部萎縮，變色或萎凋。

Tylenchus屬 雌雄體形均細長綫形。

1. 小麥綫蟲 (*Tylenchus tritici*) 寄生於小麥及其他禾本科植物，葉、桿、子實內皆可寄生，葉片被寄生後捲曲萎黃，子實被寄生後則呈瘻狀，內容物變成粉末狀物，穗之發育矮小。其卵與幼蟲寄住於子實內，隨種子佈於土中，至種子腐爛後，幼蟲即侵入健全之幼苗，隨之成長，由莖葉而達穗之子房部，侵入其中。此蟲之繁殖力甚強，每年可發生六七次，而每一雌性可產卵數百或數千個。本病既由種子傳佈，故其最主要之預防法為種子之選擇，或行冷水溫湯浸種，或二百倍稀釋之硫酸銅液浸種(二十四小時)。

2. 莖綫蟲 (*Tylenchus devastatrix*) 寄生於燕麥、馬鈴薯、

玉葱等二百二十餘種作物，被害植物之生長受阻礙，葉作波狀彎曲，變色。綫蟲分泌物又可刺激寄主細胞，造成局部之腫脹。幼蟲之生活力強，遇乾旱之時可行休眠。防治可施用硫酸鉀或硫酸銨，或行深耕。

Aphelenchus 屬 此類綫蟲之體形同上，非常微小，長僅 1 mm. 以下，由植物之氣孔侵入。主要寄生於園藝作物，引起變色，萎凋，以及萎縮。生活史甚短，每世代僅有二星期左右。防治法與其他綫蟲同。

1. 草莓綫蟲(*Aphelenchus fragariae*) 寄生於草莓之莖葉及花蕾，引起萎縮。

2. 菊綫蟲(*Aphelenchus ritzema*) 寄生於菊及其他觀賞植物之葉及花，造成變色及萎凋。

3. 椰子綫蟲(*Aphelenchus cocophilus*) 寄生於油椰子、棗椰子等椰子類之植物，使葉褪色枯凋，花凋落，幼果脫落，莖幹形成層變成赤色，故若將其莖折斷，其橫斷面有赤色之環，

第二節 高等植物之寄生病

高等植物大半均能自由生活，但其中之少數種類，其根葉之發育不全或退化，而須行寄生生活，最普通者如菟絲子、槲寄生等。

1. 菟絲子(*Cuscuta japonica*) 菟絲子屬旋花科 (Convulvaceae)，為一年生草本，全身黃白色，營寄生生活之結果，葉綠素不發達，葉退化，莖繞纏於寄主體，以吸盤附着，其吸器插入寄主體內吸取養分，花細小，黃白色，總狀花序，寄生於柳、楊及若干草本植物。被害植物之葉逐漸黃化枯萎，終至全株枯死。

2. 菟絲子之一種(*Cuscuta chinensis*) 一年生草本，體作黃

褐色，莖之前端成纖細之絹絲狀，花爲密聚繖形花序或總狀花序，寄生於大豆、藍、茄子等農作物，爲害甚大，見於吾國江浙一帶。

3. 槲寄生 (*Viscum album*) 槲寄生屬槲寄生科 (*Loranthaceae*)，多寄生於闊葉樹及松、唐檜等針葉樹，其寄主種類甚多，達數十種。槲寄生作灌木狀，全身黃綠色，葉倒篋形，甚厚，莖作叉狀分枝，花腋生，果實熟後淡黃色，富粘性，鳥類頗喜食之，其種子隨糞便排出，粘附於其他植物體而達傳佈之目的。種子發芽後，幼莖最先伸出，其先端發生吸根，附於寄主體之表面，藉機械壓力及分泌之酵素，將寄主之表皮破壞，而侵入形成層，發育至此暫時停止。至第二年春季，再在莖之頂端發生幼芽，芽延伸成第一節間，前端生一對葉片，以後每隔一年，即伸長一節，而生二葉，故由其節與葉之多少，可以推測其年齡之多寡。因其生長緩慢，故壽命甚長，普通可活六七十年。寄主植物之被害部，其組織變成非常疏鬆，甚易折斷。

4. 野菰 (*Aeginetia indica*) 野菰屬列當科 (*Orobanchaceae*)，一年生草本，體長五寸至七寸，全身淡紅紫色，莖退化短縮，葉簇生，退化成鱗片狀，花梗甚長，頂端之側面生一花，花具唇形花冠，色殊美麗。種子細小，發芽後先生絲狀之幼根，伸於寄主之根旁，在接觸面發生吸根，伸入寄主體內，吸取汁液。野菰之寄主甚多，如陸稻、玉蜀黍、甘蔗、黍、粟、芒等，以及其他之禾本科以外之植物，皆蒙受其害。

5. 肉蓯蓉 (*Boschniakia glabra*) 肉蓯蓉與野菰同科，宿根性草本，長五六寸至一尺餘，體黃褐色，莖硬直，葉密出，亦退化成鱗片狀，穗狀花序長三寸至六寸，花褐紫色。寄生於赤楊之根部。

6. 蛇菰 (*Balanophora japonica*) 蛇菰屬蛇菰科 (*Bala-*

nophoraceae), 多年生草本, 體橙赤色, 花穗頂生, 作橢圓形, 濃赤色, 莖短小多肉, 葉退化成鱗片狀, 在莖之表面作覆瓦狀排列, 地下莖肥大, 成爲不整齊之疣塊, 寄生於山地之林木。

7. 陰行草 (*Siphonostegia chinensis*) 陰行草屬玄參科 (*Scrophulariaceae*), 一年生草本, 長一二尺, 莖方, 花黃色, 穗狀花序, 寄生於禾本科植物。

第三節 細菌之寄生病

細菌一名裂殖菌 (*Schizomycetes*), 全體僅有一個細胞, 無葉綠素, 營寄生生活, 爲植物中之最下等者。細菌之基本形式有三:

1. 球狀 (*Coccus*) 體作球形或略帶橢圓形, 體積甚小, 單獨生活, 或若干個體連接成綫狀。

2. 桿狀 (*Bacillus*) 體作桿狀, 或粗短, 或細長, 兩端或平, 或尖, 或圓, 單生或連生。

3. 螺旋狀 (*Spirillum*) 體亦圓筒形, 但纏曲似螺旋狀, 兩端鈍圓。

細菌之身體內部爲原形質及核, 外包一層細胞膜, 細胞膜外常分泌有粘液, 將多數個體連成一羣。菌體之一端或四周, 常生有鞭毛 (*Flagellum*), 以便行動, 由鞭毛數目之多少可將細菌分爲無毛、單毛、雙毛、多毛等類。

細菌之繁殖行簡單之細胞分裂, 卽一細胞縱裂爲二, 由二再分爲四, 分裂時母細胞先吸水膨脹, 然後在體之中央部分逐漸凹入, 終於分裂爲二, 分裂之速度甚爲快速, 在溫度適宜時, 每隔二三十分鐘可分裂一次。

細菌在環境不良時(高溫或早乾),可將體中之水分排出,原形質收縮,而於細胞膜外產生一層厚膜,形成芽胞(Spore),以抵抗惡劣環境。至環境恢復原狀時,芽胞破裂,菌體又可自由活動。

細菌之分類,據 Migula 氏之方法,可分為五目:

1. 真正細菌目(Eubacteriales) 為最普遍之細菌,植物病原細菌多屬此目。

2. 硫黃細菌目(Thiobacteriales) 此種細菌體內含有硫黃粒,與植病無關。

3. 紅色細菌目(Rhodobacteriales) 此種細菌體內含有赤色或紫色之色素,與植病無關。

4. 粘液細菌目(Myxobacteriales) 此種細菌體外包有粘質,與植病無關。

5. 放綫狀細菌目(Actinomycetales) 此種細菌為介於細菌與真菌間之中間型,各個體連接成菌絲狀。其中之 Actinomyces 屬生活於土壤內,侵害植物之根部,馬鈴薯之粗皮病即由其引起。

與植物病害關係最為重要者,為真正細菌目,今將其分類與形態略述於下:

(一) 球狀細菌科(Coccaceae) 體球形,分裂後之新個體常連接一起,與植病無關。

(二) 桿狀細菌科(Bacteriaceae) 體桿狀或圓筒狀,由鞭毛之數目,又可分為三屬:

(甲) Bacterium 屬 體外生有不動性之鞭毛,本屬細菌與主要植病有關者有:

1. 棉之角斑病菌(Bacterium malvacearum)

2. 桃之穿孔病菌(*B. pruni*)
3. 瓜類斑點病菌(*B. lachrymans*)
4. 烟草立枯病菌(*B. solanacearum*)
5. 果樹根瘤病菌(*B. tumefaciens*)
6. 蠶豆細菌病菌(*B. phaseoli*)
7. 柑橘虎斑病菌(*B. citriputeale*)
8. 薑之腐敗病菌(*B. zigeri*)
9. 甜菜細菌病菌(*B. aptatum*)
10. 稻白葉枯病菌(*B. oryzae*)
11. 烟草之細菌性斑點病菌(*B. nicotianum*)
12. 甘藍腐敗病菌(*B. campestris*)

(乙) *Bacillus* 屬 本屬細菌周身生有可活動之鞭毛, 主要之

植物病原菌有:

1. 百合立枯病菌(*Bacillus lili*)
2. 馬鈴薯之黑腐病菌(*B. atrosepticus*)
3. 茶之赤燒病菌(*B. theae*)
4. 芸苔斑點病菌(*B. oleraceae*)
5. 烟草空洞病菌(*B. aroideae*)
6. 芝麻細菌病菌(*B. sesami*)
7. 蘋果腐敗病菌(*B. amylovorus*)
8. 瓜類青枯病菌(*B. trachophilus*)
9. 胡蘿蔔軟腐病菌(*B. carotovorus*)
10. 藕之腐敗病菌(*B. nelumbii*)

(丙) *Pseudomonas* 屬 本屬之細菌僅有體之一端或兩端

生有一根或數根鞭毛，主要之植物病原菌有：

1. 果樹腫根病菌(*Pseudomonas tumefaciens*)
2. 柑橘潰瘍病菌(*P. citri*)
3. 櫻桃樹脂病菌(*P. cerasus*)
4. 蠶豆葉燒病菌(*P. viciae*)
5. 玉蜀黍細菌病菌(*P. stewarti*)
6. 甘藍黑腐病菌(*P. campestris*)
7. 棉角斑病菌(*P. malvacearume*)
8. 桑縮葉病菌(*P. mori*)

(三)螺旋狀細菌科(*Spirillaceae*) 體彎曲作螺旋狀，與植病無關。

(四)絲狀細菌科(*Chlamydoacteriaceae*) 體圓筒形，各連接之個體外，包有一共同之鞘，與植病無關。

第四節 真菌之寄生病

真菌(*Fungus, Eumycetes*)一名絲狀菌(*Hyphomycetes*)，無葉綠素，概營寄生生活，其營養體由若干菌絲(*Hypha*)組成，並以各種孢子(*Spore*)繁殖。菌絲或為單細胞，或為多細胞，其功用為吸收寄生之汁液，孢子之形狀甚多，為分類上重要之根據。

真菌類中包括三大羣，即藻菌類，子囊菌類及擔子菌類，另附入生活史尚不甚明瞭之不完全菌類，計為四大類，皆與植物病害有重大之關係，今依分類程序將其形態、生活史等略述於下：

一 藻菌類(*Phycomycetes*)

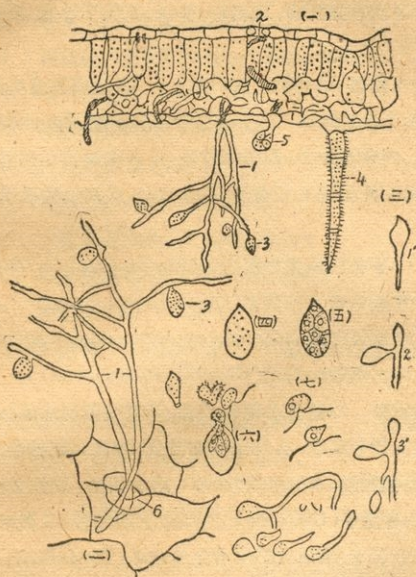
藻菌類之菌絲無隔膜，單細胞，多核。其最下等者，菌絲不完全或完全缺如。

A. 古生菌族 (Archimycetes) 古生菌族為真菌中最下等者，菌絲發達不良或缺如，其生殖器官為孢子囊(Sporangium)，生於菌絲之上，內藏游走子(Zoospore)，成熟後游走子破囊而出，藉鞭毛以運動。其有性生殖之接合子(Zygote)，為同形配偶子。為害植物者有：

1. 十字花科植物根瘤病菌(*Plasmodiophora brassicae*)
2. 甘藍幼苗立枯病菌(*Olpidium brassicae*)
3. 馬鈴薯疣腫病菌(*Synchytrium cudobioticum*)
4. 紫雲英結疣病菌(*Urophlyctis leperoides*)

B. 卵菌族 卵菌族之菌絲發達，其營養菌絲無隔膜，單細胞，僅在生殖體部分有隔膜，其有性生殖器官，雌性為藏卵器(Oogonium)，雄性為藏精器(Antheridium)，兩者相接，雄性之內容物注入藏卵器，或為卵孢子(Oospore)。其無性生殖器官，多為孢子囊，生活於水中者生游走子，生活於陸地者生分生子(Conidium)。主要之植物病原菌有：

1. 馬鈴薯疫病菌(*Phytophthora infestans*)
2. 蘋果之疫病菌(*P. cactorum*)
3. 葱之疫病菌(*P. allii*)
4. 烟草疫病菌(*P. nicotianae*)
5. 馬鈴薯腐敗病菌(*P. erythroseptica*)
6. 茄果斑腐病菌(*P. terestria*)



第四圖 馬鈴薯疫病

(一)病葉橫斷面菌絲蔓延於細胞之狀

1.由氣孔抽出之擔子柄 2.菌絲 3.分生孢子 4.葉表皮細胞之毛茸 5.腺毛

(二)由氣孔6抽出之擔子柄1.

(三)分生孢子生成之順序如圖中1,2,3

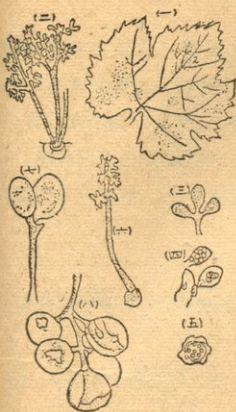
(四)(五)(六)(七)(八)示分生孢子發芽之順序

(四)未分裂之孢子 (五)游走孢子分裂

(六)胞膜破裂 (七)游走孢子

(八)游走孢子之發芽

7. 葡萄露菌病菌(*Plasmopara viticola*)



第五圖 葡萄露菌病

- (一)被害葉之內面 2. 病處
 (二)由氣孔抽出之擔子柄
 (三)分生孢子
 (四)游走孢子
 (五)休眠孢子
 (六)休眠孢子之發芽
 (七)秋季之分生孢子
 (八)罹病之果實

8. 胡瓜露菌病菌(*P. cubensis*)
 9. 葱類露菌病菌(*P. schleideni*)
 10. 白菜白銹病菌(*Albugo candida*)
 11. 稻苗腐敗病菌(*Achyla prolifer*)
 12. 玉蜀黍葉枯病菌(*Physoderma zea-maydis*)
 13. 蕁苔白銹病菌(*Cystopus candidus*)
 14. 粟白髮病菌(*Sclerospora graminicela*)
 15. 稻黃化萎縮病菌(*S. macrospora*)

C. 接合菌族(*Zygomycetes*)

接合菌族之有性生殖方法與卵菌不同，其兩性之配偶子同形，多核，生殖時兩配偶子延長而會合，接合成接合子。接合子

之內部行無性生殖，產生無數分生子。本族中大半為腐物寄生者，與作物之關係甚少，主要之病原菌有：

1. 百合腐敗病菌(*Rhizopus necans*)
 2. 甘藷軟腐病菌(*R. nigricans*)

二 子囊菌類(Ascomycetes)

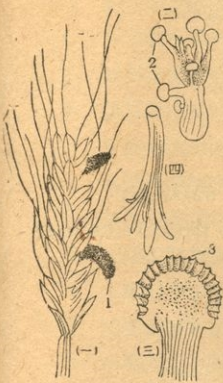
子囊菌之菌絲由多數細胞組成，分枝甚多，其生殖器為子囊(Ascus)，細長棒狀，內生子囊孢子(Ascospore)，其數目常有一定，通常為八個。子囊有各種形狀，頂端或閉塞，或開孔，孢子成絲後，子囊裂開而分散。其生殖時，先由菌絲上生出二粗短交叉之菌絲體，一具藏精器，一具藏卵器，二者相接而癒合成接合子，後者再分裂成子囊孢子。無性生殖產生分生孢子。

子囊菌類中包括二亞類：

A. 半子囊菌亞類(Hemiascomycetes) 其子囊似藻菌之孢子，囊內含無數孢子，與植病無關。

B. 眞子囊菌亞類 其子囊聚生一處，子囊孢子數為八，有性世代與無性世代皆發達，主要之病原菌有：

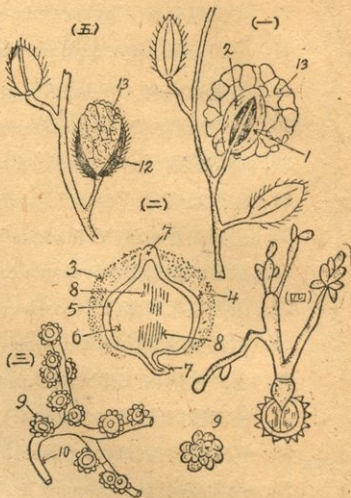
1. 桃縮葉病菌(*Taphrina deformans*)
2. 李縮葉病菌(*T. pruni*)
3. 梅縮葉病菌(*T. mume*)
4. 梨縮葉病菌(*T. bullata*)
5. 櫻天狗巢病菌(*T. ceras*)
6. 桑菌核病菌(*Sclerotinia shiraiana*)
7. 李灰星病菌(*S. fructigena*)
8. 油菜菌核病菌(*S. sclerotiorum*)
9. 大豆菌核病菌(*S. libertiana*)
10. 蘋果花腐病菌(*S. mali*)
11. 烟草菌核病菌(*S. nicotianae*)



第六圖 麥角病

- (一) 麥角寄生於麥穗之狀
- (二) 麥角發芽之狀
- (三) 子囊壳層橫切面
- (四) 孢子由子囊迸出之狀

- 1. 麥角
- 2. 子囊壳層
- 3. 子囊壳



第七圖 稻麩病

- (一) 稻麩之內面
- (二) 稻麩之斷面
- (三) 孢子發生之狀
- (四) 孢子發芽之狀
- (五) 稻皮張開之狀

- 1. 中央之稈之痕跡
- 2. 左右之薄被膜
- 3. 外層
- 4. 中層
- 5. 內層
- 6. 髓部
- 7. 穗之殘片
- 8. 種子之殘片
- 9. 孢子
- 10. 菌絲
- 12. 稻皮
- 13. 淡黃綠色肉塊狀物

- 12. 松落葉病菌(*Lophodermium pinastri*)
- 13. 柑橘青黴菌(*Penicillium italicum*)
- 14. 葡萄粉黴菌(*Uncinula necator*)
- 15. 瓜類白粉病菌(*Sphaerotheca fuliginea*)

16. 桑白澀病菌(*Phyllactinia colylea*)
17. 麥角病菌(*Blaviceps purpurea*)
18. 麥立枯病菌(*Ophiobolus graminis*)
19. 茄立病菌(*Nectria ipomoeae*)
20. 稻麴病菌(*Ustilaginoidea oryzae*)
21. 梨黑星病菌(*Venturia pyrina*)
22. 蘋果黑星病菌(*V. inaequalis*)
23. 莓葉斑點病菌(*Mycosphaerella fragariae*)
24. 蘋果硬化病菌(*Phacosclerotima nipponica* here)
25. 柑橘煤病菌(*Meliola perzigi*)
26. 桑芽枯病菌(*Gibberella moricola*)
27. 麥赤黴病菌(*G. saubinetii*)
28. 棉斑點病菌(*Mycosphaerella gossypi*)
29. 葱紫斑病菌(*Pleospora herbarum*)
30. 棉炭疽病菌(*Glomerella gossypi*)

三、擔子菌類(*Basidiomycetes*)

擔子菌爲菌類中最高等者，菌絲非常發達，有多數分隔，菌絲上生棒狀之擔子柄(*Basidium*)，上生孢子，有一定數目，普通爲四個。

擔子菌可分爲二亞類：

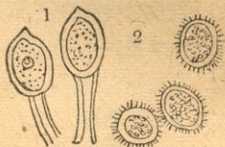
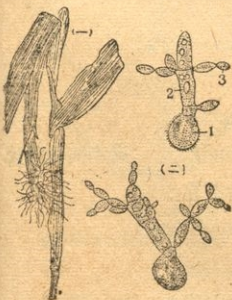
A. 半擔子菌亞類(*Hemibasidii*) 其擔子梗成囊狀，生厚膜孢子，菌絲分枝，有隔膜。半擔子菌類中僅有一目，即黑穗菌目(*Ustilaginales*)，專寄生於禾本科植物，爲農作上之大害。

1. 小麥黑穗病菌(*Ustilago tritici*)

2. 大麥黑穗病菌(*U. nuda*)
3. 大麥堅黑穗病菌(*U. hordei*)
4. 燕麥黑穗病菌(*U. avenae*)
5. 燕麥堅黑穗病菌(*U. laevis*)
6. 玉蜀黍黑穗病菌(*U. zea*)
7. 蜀黍絲黑穗病菌(*U. reiliana*)
8. 甘蔗黑穗病菌(*U. sacchari*)
9. 高粱小黑穗病菌(*U. sorghicola*)
10. 高粱紫黑穗病菌(*U. cruenta*)
11. 高粱黑穗病菌(*Sphacelotheca sorghi*)
12. 小麥腥黑穗病菌(*Tilletia tritici*)
13. 稻墨黑穗病菌(*T. horrida*)
14. 小麥圓腥黑穗病菌(*T. veais*)
15. 小麥桿黑穗病菌(*Urocystis occulta*)
16. 葱頭黑穗病(*U. cepulae*)



第八圖 大麥黑穗病
(一)罹病之穗 (二)孢子
(三)孢子發芽之狀



第九圖 菜豆葉盜病菌之孢子
1. 終局孢子 2. 蕃殖孢子

第十圖 蜀黍絲黑穗病

(一)罹病之蜀黍 (二)孢子之發芽
1. 孢子 2. 先菌子 3. 小子

B. 眞擔子菌亞類(Eubasidii) 具有真正之子囊,及一定數目之孢子。

b. 多胞擔子菌族(Protobasidiomycetes) 擔子柄之隔數有一定,孢子數亦有一定,普通爲四個,主要之植物病原體有:

1. 麥赤澁病菌(*Puccinia glumrum*)
2. 麥黑銹病菌(*P. graminis*)
3. 燕麥角銹病菌(*P. coronata*)
4. 葱赤澁病菌(*P. porri*)
5. 蓼銹病菌(*P. polygoni*)
6. 向日葵銹病菌(*P. helianth*)
7. 梨赤星病菌(*Gymnosporangium taponicum*)
8. 蘋果赤星病菌(*G. yamadae*)
9. 蠶豆赤澁病菌(*Uromyces fabae*)
10. 菜豆葉澁病菌(*U. appendiculatus*)
11. 松木癭病菌(*Cronartium quercum*)
12. 亞麻銹病菌(*Melampsora lini*)
13. 松葉銹病菌(*Coleosporium pini-asteris*)
14. 桑葉銹病菌(*Aecidium mori*)
15. 桑紫紋羽病菌(*Stypinella purpurea*)

b. 單胞擔子菌族(Autobasidiomycetes) 擔子柄無隔膜,裸於體外,或藏於菌體之被膜內,爲害作物者有:

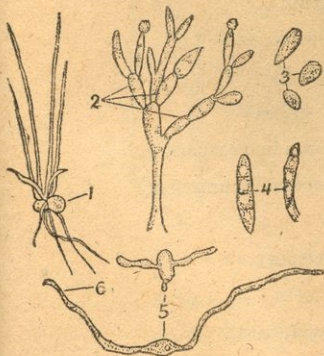
1. 瓜類白絹病菌(*Hypochnus centrifugus*)
2. 稻大粒白絹病菌(*H. sasakii*)
3. 松根赤色腐朽病菌(*Fomes annosus*)

4. 針葉樹腐朽病菌(*F. pinicola*)
5. 闊葉樹腐朽病菌(*F. ig*)
6. 芭蕉莖腐病菌(*Marasmius semiutus*)

四、不完全菌類(*Fungi Imperfecti*)

上述三種菌類，其生活史中有有性與無性兩世代，故稱為完全菌，反之另有一種菌類，僅有無性世代，有否有性世代，至今尚未明瞭，統稱之為不完全菌，致植物病害之種類甚多，主要有：

1. 稻葉切病菌(*Phyllosticta (phoma) oryzae*)
2. 桃葉穿孔病菌(*P. percicae*)



第十一圖 稻馬鹿苗病

1. 病苗根部示病菌寄生之胚葉
2. 擔子病
3. 孢子
4. 孢子之發育
5. 孢子發芽之狀
6. 菌絲

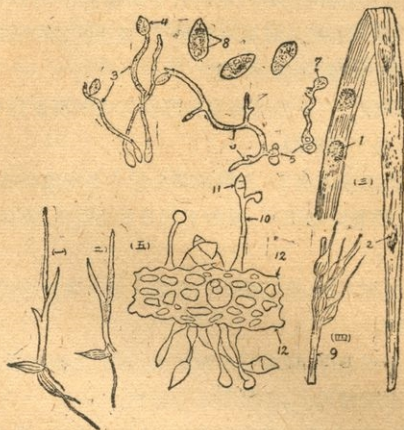


第十二圖 葡萄腐敗病

- (一) 被害之莖葉
1. 病斑
- (二) 被害果實
- (三) 擔子柄及分生孢子。

3. 茶白斑病菌(*P. camelliae*)
4. 茄斑點病菌(*P. hortorum*)
5. 棉褐斑病菌(*P. gossypina*)
6. 蘋果褐斑病菌(*P. solitaria*)
7. 蠶豆褐斑病菌(*Ascochyta pisi*)
8. 大麻斑點病菌(*Septoria cannabidis*)
9. 木瓜炭疽病菌(*Gloeosporium papayae*)
10. 葡萄腐敗病菌(*G. ampelophagum*)
11. 桃炭疽病菌(*G. fructigenum*)
12. 瓜葉紋病菌(*Colletotrichum lagenarium*)
13. 番茄炭疽病菌(*C. nigrum*)
14. 菜豆斑點病菌(*C. lindemuthiana*)
15. 茶赤斑病菌(*C. camelliae*)
16. 稻熱病菌(*Piricularia grisea*)
17. 稻馬鹿苗病菌(*Fusarium heterosporium*)
18. 桃葉穿孔病菌(*Cercospora circumscissa*)
19. 棉落葉病菌(*C. kaki*)
20. 葡萄斑點病菌(*C. byticola*)
21. 甜菜斑點病菌(*C. beticola*)
22. 落花生黑銹病菌(*C. personata*)
23. 麥斑葉病菌(*Helminthosporium gramineum*)
24. 麥斑點病菌(*H. teres*)
25. 稻熱枯病菌(*H. Oryzae*)
26. 馬鈴薯疫病菌(*Alternaria solani*)

27. 柑橘黑腐病菌(*A. citri*)
28. 番茄黑斑病菌(*Macrosporium tomato*)
29. 稻黑腫病菌(*Sclerotium phyllachoroides*)
30. 稻胡麻葉病菌(*Ectostroma oryzae*)



第十三圖 稻熱病

(一)健全之苗

(二)罹病之苗

(三)稻熱病發生於葉部之狀態

(四)稻穗

(五)病葉橫斷面

- | | | |
|----------|-----------|------------|
| 1. 葉裏面病斑 | 2. 葉表面病斑 | 3. 擔子柄 |
| 4. 孢子 | 5. 孢子發芽之狀 | 6. 菌絲 |
| 7. 休眠孢子 | 8. 中隔 | 9. 病菌侵入稻頸部 |
| 10. 擔子柄 | 11. 分生孢子 | 12. 葉之表皮細胞 |

第五節 毒素病

毒素病之發見，為現代植物病理學上一重要事蹟。所謂毒素(Virus)者，其病原體非常微小，一般之顯微鏡內皆不能見之，且可透過陶土或磁製之濾器(普通病原菌皆不能濾過)。已經發見之植物毒素病不下二百餘種，最易感染者為烟草、馬鈴薯、番茄、葫蘆科、十字花科、棉、水稻、甘蔗、小麥、桃等。

毒素病之病症 植物受毒素病原侵入後所現之病症，各種植物不同，大別可分下列數類：

1. 色素體之發達異常，在葉或莖上發生各種斑點或條紋，排列作嵌工狀，如馬鈴薯之嵌工病，或若干部分發生退色，亦作嵌工狀，如桃之萎黃病。
2. 全體發育不良，萎縮短小，常與上述之嵌工病同時發現，如馬鈴薯之雀巢病。
3. 枝葉發育過度，纖弱矮小而叢生，如稻之萎縮病。
4. 局部之組織死亡，和烟草之環紋病。
5. 莖、葉、花、果實之發育不平均，捲縮屈曲，歪形或畸形，如番茄之羊齒葉病。

關於毒素病病原之諸學說 毒素病之病原體既不能發見，故僅有各種假說推測，而無確實之證明。此種學說大別可分二類，即生理說與寄生說是也。

1. 生理說 毒素為生理病之說創立甚早，最初學者認為營養條件不合，或土壤中植物屍體腐敗時所產生之酵素，均可致病，但後來經種種實驗之證明，毒素病實非一種生理上之障礙。

2. 寄生說 毒素病由濾過性微生物所引起之說，在今日未能發見其真正病原體時，爲一最佳之假說。因若以患病植物之汁液塗於健全植物體上，後者即可感染，與一般之微生物傳染相同，故可認爲毒素之病原體實爲一種非常微小之生物，其直徑僅有 $1/3,000,000$ mm.，即現代最高倍之顯微鏡亦不能見之。故名視外生物 (Ultramicroscopic organism)，又因其體積之微小，而能透過一般微生物所不能濾過之陶土或磁製之濾器，故又名濾過性毒素 (Filterable virus)。



第五章 植病之傳染

第一節 病原體之隱藏

所謂病原體者，乃造成寄生性疾病之物也。有時，同一種病原體可以造成數種不同之疾病，因其寄生之地位有不同也。如稻熱病之病原體，在稻之莖與葉所產生之病害各異。反之，不同之病原體亦可造成相似之病症，如柑橘之痲癩病與潰瘍病之病原體絕不相同，但所產生之症狀皆為一樣（使果、葉、芽發生潰瘍）。

植物病原體在經過一定時間之寄生生活後，必產生一種休眠器官（孢子），藏匿於其他物體內，利用外界之力量分散之。隱藏病原體者，大半即為患病植物之本身或其屍體。

此種休眠器官隱藏於植物內，可以經久不起變化，而隨之傳佈至他處，至環境適當時，於是萌發成新個體，開始為害。例如麥類之黑銹病菌，其孢子隱藏於麥稈內，此種麥稈一般均用作包裝之材料，自一處運至他處，用過之後，即將其拋棄，於是病菌遂因此而傳佈。

病原體均為微小之生物，其潛伏之所在頗難查明，但在實際上甚為重要，因若在發病之前將其潛伏之場所毀滅，可以省却防治上不少麻煩也。

第二節 病原體之傳佈

病原體之傳佈乃指其自被害植物侵入其他健全植物而言，傳佈之方式各各不同，而與防治上有極大之關係，今將其逐一分述於下：

空氣之傳佈 空氣之流動為菌類孢子傳佈之一重大原因，因

此種孢子之重量極輕，其比重大半在1.02至1.21左右，故雖在輕微之空氣流動時，亦可分散甚遠。若干種病原菌有放射胞之特殊構造，如 *Discomycetes* 之子囊層並行排列，成熟後，在溫濕度合適之時，子囊之內部發生一種壓力，使子囊裂開，而將孢子射出，由空氣傳至他處。

水之傳佈 水亦為傳佈植病之主因，若干菌類，尤其低等者，均有生鞭毛之游走孢子以助其分佈，而細菌中桿菌類中之纖毛，亦為一種適應由水傳佈之構造。

雨對於菌類之分散甚有關係，如炭疽病、胴枯病、樹木之腐爛病，其分生孢子皆有粘性之物，可因雨水之沖洗，沿植物表皮流至他處，故微雨之時，此種病害傳佈甚速，然雨水過大，則將孢子沖至地上，失去效用。但強烈之雨，可使地上之孢子沖入土內，如馬鈴薯疫病之分生孢子，可被雨沖入土中，而寄生於塊莖內。

昆蟲之傳佈 昆蟲對於毒素病之傳佈最烈，因昆蟲吸取患病植物之汁液時，將病原體吸入體內，待其再刺吸健全之植物時，病原體即隨唾液而注入。細菌病大半由昆蟲體外傳佈之，如蚜蟲之傳佈火傷病，若干菌類能產生一種分泌物以引誘昆蟲，如麥角之分生孢子有蜜汁，引誘蠅類傳佈之。

其他動物之傳佈 綫蟲除本身為害植物外，又可傳佈病菌，如馬鈴薯之根腐病。蛞蝓與蝸牛亦為傳佈植病之媒介。鳥類身上常附帶病菌之孢子，傳佈他處，而家畜之身體或糞便亦可傳帶病菌。

種子之傳佈 病原體可粘附於高等植物種子之表面而傳佈，如小麥之黑銹病菌、大麥之堅黑穗病菌等，其菌絲或孢子附於種子表面，佈入土中以後，與種子同時發芽，而侵入幼苗。此外又如亞麻之炭

疽病菌、小麥之裸黑穗病菌，寄生於種子之內部而傳佈。附有病菌之種子不易發覺，而消毒處理亦不容易（寄生於種子內部者尤難生效），故在市場上購買種子，須要特別注意。

植物體之傳佈 生活之莖、葉、根等植物體，亦為傳佈植病之媒介，尤其如苗木、砧木、接穗等，而塊莖、球莖等亦可攜帶病原體。

其他 各種苗木、種子之運輸附有土壤，而其中常可攜帶病原體，應加以消毒。新鮮之堆肥亦附有大量病菌，但腐熟後則無病菌，因堆肥腐爛發酵時，其溫度可達 $60-80^{\circ}\text{C}$ ，且為時頗久，足可殺滅一切病菌。故傳佈植病者，主要為未腐熟之堆肥。

此外，耕作所用之農具、牲畜，甚至耕作者，亦可為植病之媒介，故在工作時，農具以及牲畜與耕作者之身上，應時常保持清潔。

第三節 病原體之侵入

病原體之侵入寄主組織之現象，名曰**接種 (Infection)**，其方法各種病原體不同，大別可分自然開口侵入，植物體表面侵入與傷口侵入三法。

自然開口侵入法 植物體表面之自然開口，如氣孔、水孔、皮目等，均為病菌侵入之孔道。

(1)**氣孔接種法 (Stomatal infection)** 銹菌及露菌多行此種接種法，其孢子萌發後，發芽管之先端在氣孔上膨大成**附着器 (Appressorice)**，分泌粘液，使其附着於氣孔上，再於附着器下發生菌絲，由氣孔穿入呼吸腔，吸取寄主養分，一面蔓延於細胞間隙，營其寄生生活。

(2)**水孔接種法 (Hydathode infection)** 如甘藍之腐敗病

菌，由寄主葉緣之水孔侵入，沿維管束而達寄生體之內部，皮目之接種法亦與此相同。

植物體表面侵入法 植物體之表面一般有發達之上皮組織，以便保護，但在幼嫩之部分，其上皮組織尚未發達，易被病原體貫通侵入，菌類均以此法接種。

(1) **上皮接種法 (Cuticular infection)** 如銹菌之分生孢子，在寄生體表面發芽，其菌絲逐漸伸長，分泌粘液，粘附於寄主體，尖端膨大成附着器，下面發生接種菌絲，利用附着器內發生之壓力，將菌絲鑽入表皮以下，但亦有以為菌絲之侵入並非由於機械之力量，而菌絲之尖端能分泌一種酵素，使植物之表皮細胞分解。上皮之接種多發生於幼嫩之時，如麥類之銹菌，其銹孢子與夏孢子均行氣孔接種法，其冬孢子則於擔子囊上形成小生子，由寄主之幼嫩部分侵入。又如稻之葉上，有所謂**機動細胞 (Motor cell)**，細胞膜較薄，為稻熱病菌侵入之良機。此外氮素肥料或有機物之過多，或氣候過於寒冷，上皮組織不發達，發病之機會較多。

(2) **柱頭接種法 (Stigma infection)** 黑穗病菌之侵入寄主體，多由花器接種。如麥類之裸黑穗病菌，其孢子於寄主穗上成熟後，隨風飛散，附着於雌蕊之柱頭上，發生菌絲，侵入柱頭組織，沿花柱而達子房，最後潛伏於種子中，待種子佈下發芽時，再開始活動，侵入幼苗，佔據其生長點部分，造成黑穗。

(3) **腺體接種法 (Gland infection)** 菌或細菌之侵入腺體，均有昆蟲作為媒介，蓋昆蟲採蜜時，將其身上附着之病菌傳至蜜腺，後者即在蜜汁中繁殖，而侵入腺體內部。

(4) **根毛接種法 (Root hair infection)** 由根毛侵入寄主體

者如亞麻之立枯病菌，此菌繁殖於土壤中，由幼根侵入寄主，方法與上皮接種相似。

傷口接種法 植物體表面之防護組織，一旦受外界之損害而破壞，內部無防護之組織曝露於外，此傷口為病菌侵入之門戶。如木樹折斷後，心材組織露出於外，易為木材腐蝕菌侵入，造成心材之腐朽。此外剪定、接木時，消毒不淨，或防護不周，常為病原體侵入，而酷寒之凍傷與烈日之灼傷，亦為侵入之門戶。

第四節 病原體寄生之方法

病原體依其營養方式之不同，可分為活物寄生與腐物寄生二大類。

活物寄生 (Parasite) 此種病原體皆以生活之物體為食料，否則不能生活。

(1) **純活物寄生 (Pure parasite)** 此種病菌完全以生活之部分作為營養之來源，故不常使寄主枯死，反常使侵入之組織特別肥大，多少帶有刺激生長之傾向，且使其生長發生畸形，而有利於菌之生活，故在健全部分老熟時，被害部分猶保持綠色。例如露菌、銹菌等。

(2) **半活物寄生 (Semi-parasite)** 此種病菌雖為活物寄生，但在適宜之條件下，在腐物上亦略可生長，惟不得完成其發育。被害之組織，在末期常變為完全枯萎。例如馬鈴薯之疫病菌。

腐物寄生 (Saprophyte) 此種病原體營養之來源，皆為失去生活力之有機物。

(1) **半腐物寄生 (Semi-saprophyte)** 此種病菌不論在生活

寄主或死亡寄主，皆可寄生。其對於組織之侵害力甚大，一經侵入植物體，則為害甚烈，可使組織破壞或枯死。因此種病菌原以無生命之物質為食料，故寄主細胞之死亡，非但與其無害，反而有利於其生活力，使其侵害作用增進，因此對生活組織作更進一步之侵入。此類之下包括大半之病原體，如稻熱病菌、胡麻葉斑病菌等。木材之腐敗病菌亦屬之，但其侵害寄主生活部分之力較弱，大半由傷口侵入。

(2) 純腐物寄生 (Pure saprophyte) 此種病菌對於植物之病害甚少關係，但植物體之全部並非全為生活之部分，如樹木之心材即為其失去生命之部分，故樹木折斷後，其心材露出，易為腐物寄生之菌侵入。又在死亡組織分解時，常產生有毒之物質，使隣近之生活細胞中毒。

病原體因其寄生之地位不同，而有外寄生 (Exoparasite) 與內寄生 (Endoparasite) 之分。外寄生者，其菌絲繞於寄主體之表面，並不侵入組織之內部，僅吸取其表皮細胞滲出之養分以生長，如桑之白粉病菌。內寄生者，其菌絲蔓延於寄主體內，吸取養分，其孢子生於寄主體外者如外子囊菌，其孢子藏於寄主體內者如擬球壳菌。

病原體之僅寄生於一種寄主者，稱之為單種寄生 (Monoparasitic)，如稻熱病菌、馬鈴薯之疫病菌、小麥之黑穗病菌等。其能寄生於多種植物者，稱之為多種寄生 (Polyparasitic)，如寄生於麥類之麥角菌，亦可寄生於其他之禾本科植物。寄主最多者如白澁病菌，可以寄生於百餘種血統極不相同之植物。

凡一病菌，其生活史中須更換數個寄主者，稱之為轉株寄生 (Alternate parasite)，例如小麥之黑銹病菌，其夏孢子與冬孢子寄生於小麥，其精子與銹孢子則寄生於藥，各世代輪流更換其寄主，

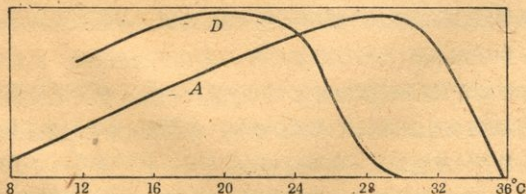
若其中缺一寄主，則其生活史不能完成，而歸死亡。

第五節 環境對病原體之影響

外界之溫濕度之不同，通氣之良好與否，光綫之情形，一方面可影響寄生物之生長，另一方面又可影響寄主之生長情形。二者相互之消長變化，結果造成病症之情況。故病原體生長之最優條件，未必為發病之最烈情況，因此時寄主植物之生長，亦在抵抗力最大之時也。

土溫 生長於土壤中之病菌，其生長受土溫之支配，在土溫最適之時，為害最盛。如甘藍立枯病菌，土壤溫度在 17°C 以下不能發病，土溫愈高，發病愈盛，至 $26-29^{\circ}\text{C}$ 時發病最烈， 30°C 以上則發病又漸減。然甘藍之生育在 20°C 時為最佳，在 14°C 亦可生長，在高溫下(38°C)又無妨礙，故病菌之為害，以幼苗期最甚，成長後受害甚微。

病原菌發育之溫度，與發病之溫度並不相同，如烟草之根朽病菌，其發育開始於 8°C 左右，在 $28-32^{\circ}\text{C}$ 時發育最盛，以後急銳下降，至 36°C 時完全停止。而根朽病發生於 15°C 左右，在 $17-23^{\circ}\text{C}$ 時最烈，至 30°C 則不發病。二者之關係，可作曲綫圖表示之(第十四圖)。



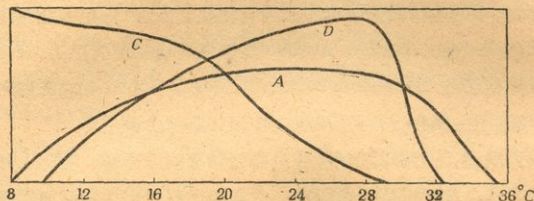
第十四圖 溫度對烟草根朽病發生及病原體發育之影響

A. 菌之發育曲綫

D. 發病曲綫

同一病菌在同一土溫時，在不同之作物上所產生之災害，有顯著

之相差。如立枯病菌對小麥與玉米之為害，絕不相同。此菌之發育最低溫度為 4°C ，最高為 34°C ，而以在 $24-28^{\circ}\text{C}$ 時生長最適。小麥喜愛低溫，在 $8-16^{\circ}\text{C}$ 生長最佳；玉米則喜高溫，在 $24-28^{\circ}\text{C}$ 最為合宜， 20°C 以下則生長不良。小麥之立枯病在 8°C 以下絕不發生，在 28°C 時最烈， 32°C 時則又不發病。但玉米之發病溫度完全不同，在 8°C 時發病力為百分之百，至 28°C 即完全不發病，而此溫適為小麥發病最烈之溫度。（第十五圖）



第十五圖 溫度對小麥立枯病與玉米立枯病原體發育之影響

A. 菌之發育曲線 C. 玉米之發病曲線 D. 小麥之發病曲線

土溫對於抗病品種之抵抗力有極大之影響，如亞麻之抗立枯病品種在 $10-16^{\circ}\text{C}$ 時抗病力最強，但在 $28-30^{\circ}\text{C}$ 時完全不能抗病，因此時病菌之生長最盛，其侵害力超出於抗病力之上也。

氣溫 大氣溫度對病害之消長甚有關係，一方面固由於其對孢子傳佈及發芽之影響，另一方面則為對寄主細胞生活作用之影響。如稻熱病在高溫多濕之時蔓延最烈，但若夏季清涼多雨，稻之生長不良，抵抗力弱，故稻熱病之發生亦甚猖獗。

濕度 土壤及空中之濕度，亦為一重要之環境因子。空中之濕度為孢子侵入前發芽所不能少之條件，而土壤濕度之大則為造成發

病之主要原因。如甘藍之根瘤病，土壤水濕愈重，其病愈烈，此乃因一方面孢子之發育需要水分，同時游泳孢子可在水中行動，而獲得其新寄主。與根瘤病相反者，如立枯病，在低濕時為害反盛。因立枯病之致死由於水分之缺乏所造成，故在低濕之狀態下，助長其造成立枯之症狀，故在空氣濕度低而溫度高之情況下，蒸發盛而吸收少，立枯病之發現乃多。

土壤微生物 土壤微生物包括細菌、真菌、藻類、放射菌、原生動物等，此等微生物在土中與病原菌有相互之關係，如燕麥之褐斑病菌可因非病原菌之 *Bacillus avenae* 之存在而增加其寄生力，反之烟草之立枯病若有 *Bacterium hyacinthi* (Wak.) Smith 存在時即可死亡。土壤環境之變化，常可造成微生物相互關係之變化。

上面所述，僅為單獨環境因子對植物發病之影響，實際上外界之環境乃由各種不同因子所組成，此種因子對於寄主及病原體雙方皆有相互之關係，而病害之發生乃為雙方複雜因子綜合之結果。僅就單獨因子之研究，不能明瞭其真相。故在氣候最適合於某病害之時，乃可釀成該種疫病之大流行。最顯著之例，和1845年歐洲之馬鈴薯疫病，是年歐洲全部夏季多雨，日照少，氣溫低，而濕度高，此種氣候對馬鈴薯之生長固然不良，同時又為疫病菌傳佈最宜之條件，於是形成大災。

第六章 植物之抗病與免疫

第一節 植物抗病之構造

植物因種類之不同，對病害之抵抗力亦異，其易受病害侵入者為感受性 (Susceptibility)，其不易受病害侵入者為抗病性 (Resistance)，即免疫 (Immunity)。

植物之所以能抗病，乃由於其構造上或生理上有特殊之處，可以避免病害之侵入也。今將其抗病之構造分述於下：

外部之抗病構造 植物之表層為其保護組織，發達之程度與抗病性甚有關係。

(1)氣孔 氣孔為病菌侵入之主要門戶，植物之氣孔大者，病菌之侵入易，氣孔數目多者，侵入之機會亦多。如咖啡銹病多發生於葉之背面，此乃因為背面之氣孔較正面多也。又如甜菜之白斑病，不發生於幼苗，而發生於成長個體，乃由於幼苗之氣孔較小之故。

(2)角皮 角皮之發達與否，與抗病力有關，角皮強韌者，抗病力必強。如番茄之黑斑病多發生於幼果，因幼果之角皮較薄之故。角皮之上常有蠟質或毛茸等構造，此亦為一種抗病之設備。

(3)木栓層 植物之木栓層皆為死亡之細胞，所含一般細菌所需之養分較少，故木栓層厚之植物，病菌雖侵入體內，行至半途，即因養分告終而告死亡，不能進入植物之生活部分而行繁殖。

(4)毛茸 植物表面有發達之毛茸者，雨水不易停滯，菌類不能發芽，如蘋果之多毛品種可抗黑星病，馬鈴薯之多毛者可以抗疫病。

內部之抗病構造 植物內部組織，亦有可以抗病之構造，多半與其細胞膜之性質有關。

(1) **細胞膜之溶解度** 菌類之侵入植物體，由於其分泌之酵素能將細胞膜溶解，故植物細胞膜不易為酵素溶化者，即能抗病。

(2) **細胞膜之厚度** 細胞膜厚者，病菌侵入不易，如小麥之細胞膜厚者，可抗銹病。

(3) **厚膜組織之發達** 小麥之厚膜組織發達者，抗黑穗病之力量。

(4) **局部構造之抗病性** 如麥之黑穗病乃由花期傳染，故此時小麥之開花若大，則黑穗病菌孢子之侵入容易，若其開花小，則侵入不易。又在幼苗時侵害之黑穗病菌，其侵入後必須達到生長點，但若寄主之生長迅速，則菌絲不及達到其生長點，結果無法形成其孢子，不能為害。又如梨之果實腐病菌由果心與果肉間之溝侵入，若溝淺則不易侵入。

生理上之抗病性 植物細胞內特殊之化學成分(主要為酸類)，有時可以抗病。

(1) **細胞液之酸度** 細胞液中若含有多量之有機酸，可以抗病。植物細胞液中所含之有機酸，普通為蘋果酸、枸橼酸、酒石酸，未熟之果實中含量尤多，此外又有草酸，大半為代謝作用之副產物，成為草酸鉀、草酸鈣等結晶存在於細胞中。因一般病菌在酸性狀態下，生長不良，故細胞液之酸度大者，可以抗病。

(2) **有毒物質** 植物體內之有毒物質，可以防止病菌侵入。如種子內含有氰酸，可以抗病，亞麻中合有配糖體 (Glucoside) 亦可抗病。

(3)單甯(Tannin) 單甯主要存在於樹皮內，含量多時，亦可抗病。植物體內單甯之來源由於酵素之作用，而酵素分泌量之多少又與年齡有關，如菜豆之炭疽病多發生於幼小之時，因此時之酵素量少，產生之單甯亦少，其濃度不足以阻礙病菌之生長也。

(4)含糖量 植物含糖量之多寡，對於病害之侵入亦有關係，含糖多者易受病害侵入，如甘蔗之赤腐病菌，其菌絲在幼莖時已存在，但須至甘蔗成熟後方表現其病症。又水稻之各品種中，其含糖量少者，對稻熱病之抵抗力較強，此乃因糖分為病菌生長所愛好也。

(5)氧化酵素(Oxidase) 氧化酵素之存在，與病菌之生長有互為消長之關係，酵素作用旺盛時，發病較少，酵素作用降低時，發病即多。

(6)發揮油(Volatile oil) 白樺之樹皮內含有樺皮腦(Betulin)，故不易腐敗。

(7)色素 植物體內之各種色素，有時對其抗病性有關，如洋蔥對炭疽病菌之抵抗力，紅色者之抗抵力最大，黃色者中等，白色者最弱。木材之心材內所含之色素，亦為防腐之物，如蘇木內之蘇木精(Hematoxylin)。

(8)拮抗作用(Antagonism) 拮抗作用者，病菌與寄主原形質發生之競爭現象也。寄主之原形質在病菌侵入時，可以分泌毒素將其殺死，否則即為病菌所殺。此外兩種細菌同時存在於一寄主體內時，亦可發生拮抗作用，如黴菌之生存競爭力甚大，可以殺死一切其他之病菌，故其存在於棉花時，可以減輕根腐病菌之為害。

(9)敏感性(Sensitiveness) 寄主細胞敏感者，一受病菌侵入，即告死亡，病菌遂隨之死亡，不能再進入內層，故有敏感性之小麥

能抗銹病。

(10)飢饉 病菌侵入植物體時，彼所分泌之毒素可將寄主細胞殺死，病菌遂因養分缺乏而死亡。

(11)滲透壓(Osmotic pressure) 病菌體內之原形質常較寄主細胞者濃，故可利用其滲透壓力吸取寄主之養分，故若寄主之滲透壓大於病菌時，菌即不能吸收。

(12)趨化性(Chemotropism) 菌絲之侵入寄主，常由於寄主細胞內含有特殊之化合物之故，如銹菌之侵入小麥，乃由於後者含有Glutein，故植物含有此等特殊化合物者，對病害為感受性。

環境之影響 環境可影響細胞液之變化，故有關於植物之抗病性，尤以土壤及肥料之關係最大。如葡萄之粉黴病最易發生於多鈣質之土壤，因土壤多鈣，可使細胞液成為鹼性，而適合於病菌之生長。又如麥類多施氮肥，易患銹病，因氮素充足，使細胞膜變薄，易被銹菌侵入也。

第二節 植物之免病性

植物組織之本無抗病力者，有時因環境關係，可以避免疾病之發生，是為植物之免病性。蓋病原體生長受氣候條件之限制，較寄主植物為嚴，故在某種狀態下，寄主植物尚可生活，而病原體已不能生存。如印度之馬鈴薯之疫病，在山地發生甚烈，但在平地則絕不發生，此乃由於疫病菌之發育需溫度較低，平原地方溫度較高，不適合於病原菌之生長也。但氣候不順之時，平原之氣溫比平時為低，疫病菌遂大發生矣。由此可知，植物之免病，並非其本身具有抵抗病原體之能力，實由於外界之環境使其能逃避疫病之加害也。

植物各品種對某種疫病之感受程度，有時並非由於其本身之抵抗力大小不同，而由於其生長所需之環境不同也。如落花生之葉斑病，在六月下旬至九月發生最盛，但落花生之早熟品種在七月即可收穫，在疫病發生之時，彼已完全成熟，受害遂輕。上述為植物生長期提早而免病之例，其生長期延遲而免病者，如馬鈴薯之晚生品種，其發芽較一般品種為晚，故可免去霜害。

植物之免病性完全由於外界之影響，故根本與免疫性與抵抗性不同。

第三節 植物之耐病性

植物在發育旺盛之際，有時雖罹疾病，而不致衰亡及枯死，是為其耐病性。但若其發育衰退，則疾病仍可進行，如咖啡之銹病，患病之樹，其葉均告脫落，但在樹勢旺盛之時，落葉反促進新葉之發生，樹勢仍可保持。發育不良之咖啡，則舊葉脫落後，無再生新葉之力，收穫遂少。又如茶之寄生藻一旦侵入茶枝，生育旺盛之寄主即可於被侵入部發生木栓層，以阻止其侵入，但衰弱之茶樹，無力形成木栓層，遂致枯死。由此可知植物之耐病力，完全由於其生長狀況之良否，故為增進作物之耐病性起見，須多施肥料或改良栽培方法

第四節 植物之免疫

免疫由於寄主與寄生者之原形質有不親和之關係，或由於寄主原形質能抵抗寄生者之侵入。植物免疫法之研究，為消滅植病之根本方法，而有自然免疫法與人為免疫法之別。

自然免疫法 自然免疫法之利用為抵抗性品種之選擇或育

成，爲植物防病上最合理想及經濟者，其利有四：

1. **效果正確** 如梨之火傷病，患者之樹幹發生潰瘍，醫治時祇可括去樹皮口行消毒，如能育成抗病品種，則可便利多矣。

2. **手續簡易** 用藥劑防治需相當之時間與工作，且須繼續施用數次，抗病育種則可一勞永逸，省却年年許多麻煩矣。

3. **無藥害之虞** 用藥不當即生藥害，反而多受損失，抗病育種無此弊病。

4. **有節省之益** 藥劑之價格較高，每年支出甚大，抗病育種較爲節省。

人爲免疫法 以人工方法改變植物之環境，或以藥品注射於植物體，變更其原形質之性質，亦可產生免疫性，是爲人爲免疫法。如取患有青黴病之柑橘，將其果汁濾過，加熱至 100°C ，汁內之菌完全殺死，僅取其中之毒汁，注射於腐敗之果實中，病即中止。此種方法頗似動物之血清注射法。

第七章 植物之防除

疾病之發生，主要有三大原因：

1. 主因——病菌
2. 誘因——環境
3. 植物本身之感病力

病之生成乃由三者之複雜關係，故對於一疾病之發生，必須先對其原因加以詳細之診斷，而後計劃其適當之防除方法。故對主因應知其病原體之形態、分類、生態、生理、接種方法，分散傳佈之狀況，病原性之強弱等。誘因則空氣及土壤之溫濕度，土壤之理化條件，日照與其他之氣象因子、施肥、耕耘方法等，寄主及寄生物雙方之作用，病害發生之消長等。感病力則為各品種之抗病力，免疫及耐病性之研究，疾病之徵候，被害植物之病理形態，病態生理，寄主細胞組織對寄生物之侵害之狀況，寄生物對寄主之反應等。以此若干研究作為基礎，方可得一適當之對策以作防除。

第一節 衛生法

凡一切合理之管理栽培，均可使植物有充分之抵抗性，以抗病蟲害，其中包括排水灌溉之設施，耕耘之操作，土壤反應之矯正，三要素之配合，特種養分之補給，適期之施肥，以及適宜之佈種、間拔、摘芽、摘心、剪定、中耕、除草等。今將其主要之應注意之點分述於下：

1. 圃場清潔 病菌常隱藏於患病植物，其越冬器官亦常殘留地面，若不除去則招致次年病害之猖獗。如稻熱病菌之孢子多在稈內越冬，蘋果之腐爛病菌，其子囊或分生子器藏於枝內，若不燒燬，即

可傳至健全植物上。落葉內常有隱藏之病菌，故應掃除。是故園場宜清潔，不僅對植物之生長有益，且可防止病害之蔓延，此點在果園內尤宜注意，早春與晚秋之清除為不可少者。

2. 中間宿主之清除 銹病為異種寄生之菌，其生活史非有二寄主不克完成，如梨與蘋果之赤星病菌，其另一寄主為西洋杉，白樺與白楊之銹菌，其另一寄主為落葉松，故為防止病害之發生起見，作為病菌另一宿主之植物，不宜栽種。

3. 輪作 多數作物(水稻除外)大半皆忌連作，蓋由於根之排洩物之毒害作用，與肥料補給之問題，輪作可以避免此種忌土病(Sick soil)，同時又有助於植病之防除。如大豆之菌核病、亞麻之立枯病、茄子之立枯病等，均可用輪作方法以避免之。

4. 堆肥、厩肥之腐熟 堆肥與厩肥之原料內，均藏有大量之病原體，為造成病原散布之一重大原因。但堆肥與厩肥發酵時之溫度可升至60—80°C，繼續數日，對殺菌確有效果，故發酵腐熟後之肥料，可以安全施用，不致再傳佈疾病。

5. 排水 土壤水分過多，空氣不能存留，溫度降低，植物根部之發育不良，易受病害，如烟草之立枯病、稻之冷稻病、番茄之青枯病，多發生於水濕過重之土壤，故唯有排水可為減輕病害之法。

6. 收穫物之處理 農產物之收穫貯藏、包裝、輸送等，均須十分注意，此為防除病害及維持品質不可少之條件。貯藏前應將被害物剔去，在貯藏期中或輸送中，所以釀成腐敗者，乃由於有被害物之混入(在蔬菜果實中尤甚)，致使整個品質降低。故無論貯藏室或輸送器具，其溫度與通風務須適當，且禁止有害物之混入。

7. 農用器具及工作者之清潔 為防止病菌之傳染起見，舉

凡所有之農具、家畜、及工作者，均應清潔，其他如接木、摘芽、摘心時之用具，以及工作者之手指均須消毒殺菌。

8. 傷口之消毒 植物體一旦受傷破裂後，病菌甚易自傷口侵入，故在發見植物受傷後，應用防腐劑塗抹傷口，或作其他適當之保護。

第二節 藥劑法

上述之衛生法僅可防止病害之發生，若一旦病害業已發見，唯有用藥劑將其驅除。藥劑之防除法，依疾病之性質及病害發生之狀況而異，其病原體侵害植物之地上部者，用藥劑撒布法，其有在於土中而侵害植物根部者，用土壤消毒法，其隱藏於種子內者，用種苗消毒法，今將此三種防除方法詳細分述於下：

一 土壤消毒

土壤為病原體隱藏之所在，欲殺滅此種病原體頗不容易，一般用土壤消毒之法為最有效。平時土壤耕耘之時，土塊翻起之後，經日光中紫外綫之照射，可以殺滅一部分病原體，但精細之消毒方法，應用熱或藥劑之處理。

熱之消毒 以高溫處理土壤，方法最為簡單，而較為經濟。

1. 表面燒土法 將枯草落葉等堆積地面，放火燒之，利用燃燒時發生之熱，透入地下以殺病菌。此法之手續非常簡單，而費用極省，但其熱力之透入不深，僅可殺死土壤表層之病菌，深處之病菌仍可存在，且燃燒時土中之有機質成分一同燒失，或使無機成分改變其性質，易被雨水沖失，對於地力未免有所損失。為避免土中有機質燒失起見，應於土中水分充足時燒土，降雨或融雪後行之最宜。

2. **土壤加熱法** 以長六至九尺闊三尺之鐵板，置土下加熱。此法多用於溫床、花壇或苗圃等規範較小之處，效力甚大。

3. **蒸氣消毒法** 以特殊之蒸汽罐產生蒸汽，由注入器送入土中，此法之利在效果顯著而無有機質損失之憂，但設備費用過大，為其缺點。

藥劑之消毒 土壤之殺菌藥劑種類甚多，但其價均甚昂，僅可作小規模之實施。

1. **甲醛(Formalin)** 甲醛俗名福馬林，其溶液無色透明，具特殊之刺戟性臭味，為殺菌之特效藥。甲醛除土壤消毒外，其溶液又可作種子消毒，其蒸氣又可作苗木燻蒸之用。消毒時，先將土壤鋤起，將甲醛以五十倍之水稀釋之，用噴霧器撒布，然後將土壤充分攪拌，將地面鎮壓並被覆之。甲醛之氣體瀰漫於土粒間，可以殺滅土中之病菌，約一二日，除去被覆物，將土翻鬆，使甲醛揮發。約經過二星期，甲醛完全發散，於是遂可栽植，否則甲醛殘留土中，對於作物之根部亦有毒害作用。本劑不但對真菌與細菌有極大之效果，對於綫蟲或其他之蟲類亦可殺滅，故一般之土壤病害，皆可以甲醛為防除之藥劑。

2. **二硫化碳(Carbon disulfide)** 二硫化碳為揮發性甚大之液體，普通用於林園，其法於病樹之四周掘穴，裝以竹筒，將二硫化碳自筒口泛入，以後以土覆住筒口，四周之土面均以紙被覆。二硫化碳對人體有毒害作用，可使神經麻木，故施用時須特別小心。

3. **硫黃粉** 以硫黃與土壤混和，其揮發時所發生之氣體，可以殺滅病菌。硫黃之揮發與日照及溫度有關，在晴天土溫 28—30°C，濕度 15% 時殺菌力最強。又因其不溶於水，故對作物之害甚少。

4. **石灰** 鈣質為植物必需之養分，故以石灰撒布土壤，一方

可以殺菌，一方又可當作肥料，並可改良土壤之酸性。土壤經石灰消毒後二日即可栽植，石灰之價格低廉，用法簡單，故用者頗多。

5. 木灰 草木灰具強鹼性，可以改良土壤之酸性，並可補給鉀質成分，其溶液有殺菌效力。

二、 種苗消毒

種子、塊莖、球根，或苗木、插木、接穗、砧木等，常為病原體潛伏之場所，並為病害傳佈之媒介。種苗之消毒，普通亦用熱及藥劑二法：

熱之消毒 高溫處理之消毒法，主要適用於種子等休眠器官，

但溫度及其作用之時間，限制極嚴，溫度過高或作用時間過久，皆可使種子之發芽力降低，而溫度過低或作用時間過短，則又不足殺死病菌。

1. **乾熱消毒法** 將馬鈴薯以 40°C 處理四小時，可以防止疫病之發生。將麥類種子以 35°C 處理六小時，不但可防止黑穗病，且可促進發芽。作用時間越久或溫度越高，則病害之發生越少。如將亞麻種子以乾熱消毒，以防黃疸病，其結果如下表：（表中數字係200粒種子中發病株數）

時 間 \ 溫 度	50°C	60°C	70°C
標準無處理		19	
三十分	19	13	2
一小時	7	15	0
二小時	5	9	0
三小時	6	5	0
四小時	7	8	0

以大量種子作乾熱消毒時，對於空氣之條件，應特別加以注意。

2. 溫湯浸種法 以麥類種子浸於 56°C 水中約五分鐘，可以殺死黑穗病菌之孢子。浸種之時，備桶二只，一桶內之水為 49°C ，另一桶為 56°C ，將種子盛於簍內，浸入 49°C 之溫湯中，攪拌之，將浮於水面之種子掬去。約數分鐘，移入 59°C 之桶內，浸五分鐘取出，時間不能過久。種子浸畢，應鋪平風乾之，否則容易腐敗。此法多用於麥類黑穗病、斑葉病，稻之胡麻葉枯病、稻熱病等之防治。

3. 冷水溫湯浸種法 溫湯浸種僅可殺死粘附於種子表面之孢子，其隱藏於種子內部者仍可存在，如黑穗病中花器接種者，其孢子附著於柱頭上，於粘液中發芽，其菌絲伸入柱頭而達子房，而潛伏於種子內，普通之溫湯浸種不能防除，應用冷水溫湯浸種法。是法將種子浸於冷水中六至八小時，再浸於溫湯（大麥為 $53-56^{\circ}\text{C}$ ，小麥 $54-56^{\circ}\text{C}$ ）五分鐘，取出風乾之。蓋浸於冷水時，使種子吸水，而內部休眠之菌絲開始活動，再利用溫湯殺死之。

4. 甲醛 以甲醛處理種子，其濃度與作用時間依作物及病害種類而不同。濃度最高者為稀釋五十倍，最低者稀釋二百倍，時間最短五分鐘，最長三小時。如稻之稻熱病、胡麻葉枯病、馬鹿苗病，或苗腐敗病等之預防，用稀釋五十倍之甲醛處理三小時，馬鈴薯之疫病或粗皮病，用一百倍者處理一小時半至二小時。以甲醛消毒之弊在其過剩作用，因附着於種子表面之甲醛，可使種子之發芽力減弱也。

5. 硫酸銅 硫酸銅之殺菌力強，其溶液可作種子之表面消毒，對於麥類之斑葉病、腥黑穗病、堅黑穗病等有特殊之效能。其濃度上處理時間，亦依作物及病菌之種類而異，其濃度均在1%以下，時間由數小時至二三天。如麥類以0.2—0.4%溶液浸三至五小時，稻以

0.05—0.1%溶液浸一、二天，以後以清水充分洗滌，或以同一濃度之石灰水浸漬五分鐘，以中和硫酸銅之過剩作用。

6. 碳酸銅 碳酸銅為防治麥類堅黑穗病之良劑，法將藥粉與種子置於拌種器拌和即成，唯須注意，碳酸銅對人體有害，拌種時不可吸入。

7. 氯化汞 氯化汞為白色之粉末，其水溶液無色透明，劇毒，能使生活細胞之原形質凝固，殺菌力甚強。普通用其千倍之水溶液消毒，浸種時間各種不同，如馬鈴薯浸一小時可防粗皮病，甘藍、花椰菜浸十五至二十分可防細菌病。果樹剪定之用具等亦常用氯化汞消毒。

8. 硫黃粉 以硫黃粉撒布於各種塊莖、鱗莖上，可防止腐敗病之發生。

9. 燻蒸劑 苗木、插木、接穗、砧木等之消毒，以用燻蒸法最為安全而有效，所用之藥劑主要為甲醛。法將種子密閉於燻蒸室內，將甲醛和以等量之水熱之，燻蒸時間依室之大小而定。甲醛蒸氣之藥效，在高溫多濕時最為顯著，低溫乾燥時效力甚微，故燻蒸時以華氏五十度，空氣濕度65%最合標準。而寒暖乾濕對於燻蒸時間亦有關係，如冬季低溫乾燥時，用藥量須多，作用時間須延長，夏季高溫多濕時，藥量可減少，作用時間可縮短。濕潤之苗木，在燻蒸時易受藥害，故須特別注意。

三、藥劑噴射

防除病害之藥劑種類甚多，大別可分為液劑與粉劑二種，但不論為何種藥劑，皆須具備有下列各點性質：

1. **殺菌力強** 撒佈藥劑之目的在撲滅病原體，殺菌力自為第一要點。

2. **無害作物** 藥劑須僅能殺滅病菌，而對作物本身無毒害作用。

3. **原料易得而價格低廉** 植病之防治須合乎經濟範圍，若干有效之物品，雖其效力卓越，但價格過昂，不宜採用。

4. **調製方法簡便而對人畜無害** 為求藥劑之普及於一般農民，其調製方法應力求簡單容易，務使人人能製。此項藥劑又須無害人畜，以免發生意外。

5. **具有相當之黏着力** 藥劑撒布於植物表面，易被雨力沖失，故須擇其具有相當粘着力者，尤其如禾木料植物，藥劑不易附着，故應加特種之粘着劑。

6. **不留殘跡** 此點對於觀賞植物及蔬菜果實尤為重要，藥劑須容易洗去，以免遺留污點於植物體上，以致使品質降低。

一般所用之殺菌劑不外二大類，一類之主要殺菌成分為銅，如波爾多液、硫酸銅銨液、碳酸銅銨液等，一類之主要殺菌成分為硫，如石灰硫黃合劑、硫化鉀液等，其中尤以波爾多液與石灰硫黃合劑應用最廣。

液劑 液劑或為溶液或為懸液，發明最早，應用亦最廣。

1. **波爾多液 (Bordeaux Mixture)** 波爾多液首創於法國波爾多市，故名，乃1885年 **Millardet** 博士所發明。本劑乃銅與石灰之混合物，價格甚廉，而少藥害，對於任何植病均有效力。

a. **配合量** 本劑之配合方法，有一斗式，二斗式，三斗式等區別，乃指其用水稀釋之倍數而言，普通常用之最適配合量如下：

硫酸銅結晶	一公斤
生石灰	一公斤至一公斤半
水	一二五公升

所用之材料，硫酸銅係綠色之結晶，含有五分子結晶水，普通工業上所用者即可應用。石灰須擇其優良者，水亦須潔淨。表面多毛或蠟層發達之植物體上，藥劑附着困難，故須加以若干粘着劑。普通加於波爾多液之粘着物，為砂糖、糖蜜、膠、肥皂等。

b. 調製法 準備桶三只，桶之大小視所製液體之多少而定，一桶可容全量，二桶各容半量。先將一小桶注少許熱水，將硫酸銅置於袋內，放入桶中，至硫酸銅完全溶解後，將水注滿。再以生石灰置入另一桶內，注入少許熱水，使其發熱粉碎，於是注滿冷水，用力攪拌，除去渣滓。於是將石灰液與硫酸銅液傾入大桶，攪和之即成。此劑須製後即刻使用，歷久則起沉澱，而減少殺菌力。

c. 噴射上注意之點

- 一 噴射之後若遇大雨，雨止之後，宜重行噴射。
- 二 應於發病前十餘日噴之。
- 三 以後每隔十日噴射一次。
- 四 果樹結果時，噴射本液，易發生污點。
- 五 噴射波爾多液時，不宜噴射石油乳劑。
- 六 波爾多液對蠶有毒，故噴射於桑葉時，應特別注意其噴射時期。

d. 波爾多液之檢定法 優良之波爾多液，均勻而帶蒼白色，富粘性，若粘性太小，則不久即起沉澱，此乃因游離酸過多之故，可用下列諸法檢定之。

一 石蕊試紙檢定法 以藍色之石蕊試紙浸於波爾多液中，若其品質優良，略具鹼性，試紙之色不變；若品質不良，帶有酸性，試紙即呈紅色，應再加石灰水，至試紙不變色時為止。

二 小皿檢定法 優良之波爾多液，粘性甚強，不良者缺乏粘性，可取少許置小皿中，以管吹氣於液面，若不生薄膜，即示其粘力不足，宜再加濃厚之石灰水。

三 小刀檢定法 以磨光之小刀或鐵片攪拌波爾多液，品質優良者，鐵面不附銅質，如品質不良，則現銅色，宜再加石灰水。

e. 藥害 銅之化合物對生活細胞有劇毒作用，若調製方法不慎，材料不純，濃度過高，或歷時過久，以及撒佈時環境不良，皆可發生藥害。其毒害之原因，乃由於可溶性銅化合物之生成，故調製時須嚴格遵守正規方法，製成後直接撒佈。撒佈須擇靜穩無風之清晨行之，強風或午時撒佈，易生藥害。蓋空氣流動或溫度升高，皆可使藥劑中碳酸氣溶解度增大，而呈微酸性，遂使游離之銅化合物增多。

2. 碳酸鈉波爾多液

a. 配合量

硫酸銅	五兩
碳酸鈉	六兩半
生石灰	半兩
水	二斗

此液之優點在液體清淨，而不污染作物，製法簡單，而殺菌效力甚大。

b. 調製法 以水一斗溶解硫酸銅，另外以水一斗溶解碳酸鈉，然後將二液混和，再以水少許溶解生石灰，加入液中，攪和之。

3. 硫酸銅銨液 此劑乃以銨(俗稱阿母尼亞)代替波爾多液中
之生石灰,故一名銨波爾多液,或瑠璃液,其配合量如下:

硫酸銅結晶	120克
強銨水	1—2合
水	5—25斗

銨水用以中和硫酸銅溶液,故呈弱鹼性,淡青色,透明。但粘着力小,容易流失,且在植物上遺留污點,故觀賞植物或蔬菜果實不宜施用。

4. 硫酸鐵波爾多液 本劑係波爾多液加硫酸鐵而成,為葡萄之黑痘病及炭疽病類之特效藥劑,其配合量:

硫酸銅結晶	120克
硫酸鐵結晶	120克
生石灰	120克
水	2—6斗

先將硫酸銅液與石灰水混和成波爾多液,然後加入硫酸鐵溶液,攪拌之。

5. 鈉波爾多液或鉀波爾多液 本劑乃波爾多液加氫氧化鉀或氫氧化鈉而成,青色,透明,略具粘性,其配合量:

硫酸銅結晶	120克
氫氧化鈉或氫氧化鉀	35克
生石灰	9克
水	3—4斗

氫氧化鈉或氫氧化鉀用以中和硫酸銅之酸性,碳酸鈉亦可代用,唯量須增加至180克。調製時先將硫酸銅與氫氧化鈉溶解於水,另以少許之水溶解生石灰,注入前液攪拌至完全透明為止。

6. 碳酸銅銨液 本劑乃將碳酸銅溶於氨水稀釋而成，呈弱鹼性，淡青色，透明。平時作成濃厚液，密封貯藏，用時稀釋之，其配合量：

碳酸銅結晶	四兩
氨水	一合
水	一斗

調製時，先將碳酸銅加以少許之水，調成糊狀，逐漸加入氨水，攪拌之，若有沉澱，則再加氨水，至完全溶解後，即可作濃厚液貯藏，用時再加水稀釋。

如遇碳酸銅缺乏時，可以硫酸銅及碳酸鈉代之，其配合量如下：

硫酸銅	50兩
碳酸鈉	60兩
強氨水	一合
水	一斗

調製時，先將硫酸銅與碳酸鈉分別溶解於少量之水內，加入氨水而攪拌之，再將水加滿即成。

本劑效力卓越，而無污染作物之弊，在美國農家施用最為普遍。

7. 銅肥皂液 本劑係硫酸銅與肥皂合成，青色，不透明，少藥害，但銅之成分甚易流失，然收穫期之蔬菓果樹多用此劑，蓋其不致污染作物也。配合量：

硫酸銅結晶	5—10克
肥皂	硫酸銅之3—4倍
水	1斗

調製時，將半量之水溶解硫酸銅，半量之水溶解肥皂，然後將肥皂液

徐徐注入硫酸銅液，攪拌混和之。有時可製成濃厚液，用時再稀釋之，其稀釋方程式如下：

$$\text{稀釋倍數} = \frac{\text{濃厚液濃度}}{\text{所需液濃度}}$$

8. 石灰硫黃合劑 石灰硫黃合劑本為殺蟲藥劑，但其殺菌力亦極強，施用之廣，不亞於波爾多液。

a. 配合量

硫黃粉	一斤
生石灰	二斤
水	十二斤

所用之材料·硫黃粉須用品質優良者，石灰須用新鮮無雜質者，所加之水必須沸熱，切忌冷水。

b. 調製法 先以少許熱水溶解生石灰，以布濾入釜內，加沸水二斤及硫黃粉，攪勻，煮沸四五十分鐘，至其色由黃變褐，再徐徐加入沸水，煮沸二十分鐘，濾過即成，是為原液，用時再依適當比例稀釋之。

c. 噴射上應注意之點

- 一 本劑主要用於植物休眠時期。
- 二 濃度過大，易生藥害。
- 三 使用時須用力攪拌之。
- 四 宜於晴天無風時噴射之。
- 五 冬季所用之濃度夏季所用者大。
- 六 沉澱應濾去，以免將噴射器具閉塞。
- 七 不可與石油乳劑合用。
- 八 於植物發芽前撒布，可以預防病害發生。

d. 稀釋倍數 石灰硫黃合劑之濃度關於其效力甚大，其稀釋倍數冬季與夏季不同，今將其加水倍數及與原液比重之關係列表於下：

原液度數 (布氏表)	與原液之比重	冬季用 (加水倍數)	夏季用 (加水倍數)
35	1.318	1:9	1:45
34	1.306	1:8 $\frac{3}{4}$	1:43
33	1.294	1:8	1:41
32	1.283	1:7 $\frac{3}{4}$	1:40
31	1.271	1:7 $\frac{1}{2}$	1:38
30	1.260	1:7	1:36
29	1.250	1:6 $\frac{3}{4}$	1:34
28	1.239	1:6 $\frac{1}{2}$	1:32
27	1.228	1:6	1:31
26	1.218	1:5 $\frac{3}{4}$	1:29
25	1.208	1:5 $\frac{1}{2}$	1:28
24	1.198	1:5 $\frac{1}{3}$	1:26
23	1.188	1:4 $\frac{3}{4}$	1:24
22	1.178	1:4 $\frac{1}{2}$	1:23
21	1.169	1:4 $\frac{1}{3}$	1:21
20	1.160	1:4	1:20
19	1.150	1:3 $\frac{1}{2}$	1:18
18	1.141	1:3 $\frac{1}{3}$	1:17
17	1.132	1:3	1:16
16	1.124	1:3 $\frac{2}{3}$	1:15
15	1.115	1:2 $\frac{1}{2}$	1:14

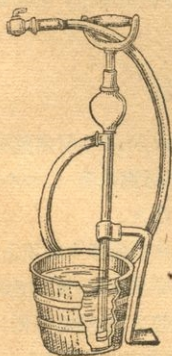
粉劑 粉劑乃一種不溶於水之粉末，普通所用者為硫黃或其混合物。以粉劑與液劑比較，其利有四：

1. 施用方法簡單，撒佈輕便。
 2. 效力較久。
 3. 水利不便處最為合宜。
 4. 液劑施用時須臨時調製或稀釋，粉劑則隨時可以施用。
- 然亦有其缺點：

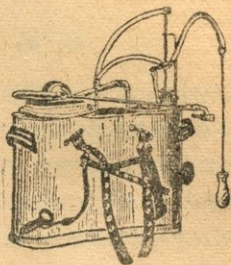
1. 價值較高。
2. 粘着力小，易被雨水冲失。
3. 強風時不能撒布。
4. 用量較多。

撒布藥劑之器具 液體之噴射，爲求其均勻分佈起見，必需噴或霧狀，一般農作上所用之噴壺，噴射力弱，不能向高處或遠處噴射，故必須用特殊之噴霧器。至於粉劑，則須用噴粉器將其平均撒布。

1. **手提桶唧筒** 由手提桶與唧筒合成，宜用於蔬菜花卉等規模較小之處。用時，將唧筒插入手提桶內，一手打氣，一手握住皮帶噴射（見第十六圖）。



第十六圖 手提桶唧筒

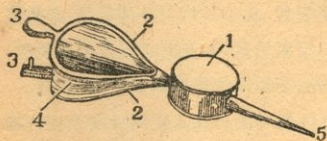


第十七圖 背囊式噴霧器

2. **背囊式噴霧器** 此種噴霧器狀似背囊，可負於背上，攜帶甚爲方便（見第十七圖）。

3. 大型噴霧器 此種噴霧器用於樹木及大規模之場地，噴射力甚強，有利用發動機打氣者。此外更有在裝藥劑之器皿中裝有攪拌器，使藥劑保持均勻之狀態。

4. 噴粉器 由容粉器與伸縮囊二部合成，使用時，將藥粉盛



第十八圖 噴粉器

1.貯粉器 2.木板 3.柄 4.伸縮器 5.噴射口

於容粉器中，用手開閉伸縮囊，即將藥粉自管口噴出（見第十八圖）。另有一種噴粉器，在容粉器後裝有旋風機，由旋風器之迴轉，將藥粉噴出。此種噴粉

器之力較大，如距離較遠或較高時，可於噴射管上接一附管。大型之噴粉器裝於車上，利用發動機之力量噴射藥粉。

第三節 木材防腐法

建築用之木材，受木材腐蝕菌之損害甚大，此種木材腐蝕菌之發育，在高溫多濕時最為旺盛，故木材之防腐以乾燥為第一。如不可能，則須在木材表面塗以防腐劑，以禁止病菌之侵入。

炙焦法 此種方法最為簡單，即將植物表面用火燒焦之，即可防腐，蓋炙焦可使附着於木材表面之腐蝕菌完全死滅，表面附近組織內之菌絲因高熱而死亡，而木材之外層經炙焦之後，完全炭化，一切有機質養分均告燒失，病菌雖侵入，亦因缺乏養分，不能發育。

防腐劑塗抹法 塗抹於植物體之防腐劑如柏油等，價格甚廉，而手續簡單，但日久其效力漸次消失或變性，宜再重新塗抹。

防腐劑注入法 防腐劑塗抹於木材表面，僅可防止病菌之侵

入，其已寄生於內部之病菌仍可發育，而造成木材之心腐，故應將防腐劑利用真空減壓法或滲透法注入木材內部，注入所用之防腐劑多為銅或錳之化合物。

第八章 植物病理標本之採集與製作

第一節 採集

植物病理標本之採集用具及方法，與普通植物之採集相同，其主要用具有：

(一)採集箱 用白鐵製成，圓筒形，一面裝以靈活之蓋，蓋下附有小紐，以便開閉，箱之兩端附有鉸鏈，可結皮帶。

(二)剪刀 修枝用剪與解剖剪各備一把，以便剪取有病之枝葉。

(三)小鋸 用以鋸斷植物堅硬之部分。

(四)舊報紙 採得之標本挾於報紙內，使不致混亂，又報紙略有吸水性，可以吸取標本內一部分水分。

(五)信封 小型嫩弱之標本可裝於信封內，信封外書以名稱、採集地點等。

(六)其他 移植鏟、解剖針、鉗子等。

採集時須注意之點如下：

(一)採取標本時，須選其呈有形狀者，如一種植物具有二種以上之病害者，則不宜取用。

(二)若須研究病害之經過情形，宜將自發病初期至末期所有各期標本分別採集之。

(三)葉部須採取完全者。

(四)枝部可切斷一尺以上而採之。

第二節 製作

果實之病害標本，應用浸製法保存，即將有病之果實浸於百份之九十五之酒精，或百份之十三甲醛（俗稱福馬林 Formlin），或上兩種與甘油之混合液即成。莖枝以及其他堅硬之部分，保存極易，毋須加工製作，僅須將標本放於盒內，四周舖以棉花即可。

蜡葉標本之製法，手續較煩。先須準備一標本挾，用木板製成，大小適中，厚約25耗。製作方法如下：

1. 將報紙裁分為二，再將各張互相褶合之。
2. 將脫脂棉展開作報紙一半大小之棉片。
3. 將標本挾入報紙中，寄主植物名稱、病原菌學名、採集場所、採集日期等均記入紙片，一同夾於其中。
4. 再將報紙挾於脫脂棉中。
5. 順次堆積，上下兩面以標本挾挾之。
6. 置於日光中乾燥之。但夏日高溫之時，對於多汁植物易遭不良影響，故對於易變色之標本可放入 30—45°C 乾燥箱內烘乾之，惟須時常更換箱內之空氣。
7. 最初數天中，宜每天更換報紙一次。第一次更換時，須注意標本之損壞，因病害標本與普通標本不同，病害部分如被破壞，即失去病理標本之價值，故加壓時務須注意，以不損其自然狀態為原則。
8. 充分乾燥之標本，可裝入紙袋內保存之，紙袋表面貼以標籤紙，紙上記載寄主名稱、病名、病原菌學名、採集地點、日期等，以便分類整理。

有以蜡葉標本直接貼於硬紙上者，對於陳列或展覽上雖多便利，

但空中之雜菌容易混入，故多不採用此法。

——完——



民國三十六年十二月發行
民國三十

中華文庫



發行

印刷者

發行處
各埠



臺灣省立虎尾女子中學



登記訖

中華民國二十九年