

農 業 概 論 講 義

“ 作 物 病 害 ”

一、緒言

1. 植物病害與農業生產

農民在栽植各種農作物之時，不可避免的會遭受各種不同的病害之為害，這些病害的為害有些不明顯，而容易被人們忽略。有些則會對植物造成重大的傷害，而引起作物之產量或品質的嚴重損失。當農作物產量出現嚴重損失或甚至沒有收成時，則可能造成農民的重大損失，甚至發生飢荒或社會經濟破產。

2. 歷史上重要的植物病害

在歷史上有許多發生重要的病害，例如：在 1845 年間，在歐洲發生的馬鈴薯晚疫病（potato late blight，病原為 *Phytophthora infestans*），由於發病嚴重，馬鈴薯歉收而造成大飢荒，據估計在歐洲約有三百萬人以上因之死亡，而在發病最嚴重的愛爾蘭地區，死亡人口即達一百萬以上。在 1870 年代，錫蘭種植的咖啡發生銹病（coffee rust，病原為 *Hemileia vastatrix*），使得咖啡沒有收成，造成錫蘭的社會經濟破產，其影響並波及印度南部。1900 年於中南美洲大規模種植橡膠樹時，因為葉枯病（leaf

blight，病原為 *Microcyclus ulei*) 發生猖獗，使得橡膠樹的栽培失敗，因而橡膠樹的栽培重心轉到熱帶亞洲，因為此地區沒有葉枯病的病原菌。1942年，於現今的孟加拉地區因為水稻胡麻葉枯病 (brown spot of rice，病原為 *Cochliobolus miyabeanus*) 發生嚴重，導致水稻歉收而出現大飢荒，因之而死亡的人數約達二百萬之多。

由於作物病害的發生會直接或間接造成農民、消費者、社會、國家，甚至於整個世界的重大損失。所以在栽培農作物時，有必要採取一些有效的防治措施，以避免病害發生而造成種種的損失。為了達到此目的，對於病害的發生生態必須有充分的了解，方能發展出適當而有效的防治對策。

二、植物病害之定義

疾病(disease)之定義有很多種，在此以簡單之語句來定義之“當植物受到某一因素之持續影響而致生理或功能發生變化，即是發生疾病”。因此病害是一動態的變化，而傷害 (injury)則為植物體遭受外在因子影響而致一部份遭受損失，係為靜態的變化，並不引起生理上的變化。

事實上，當植物的生理呈現不正常之狀態時，即可稱之為發生了疾病。當從植物的立場來看，植物發生了疾病係為一“純正病”(absolute disease，絕對病、真正病)。然而從人的立場來看，當植物發生的疾病造成人們在經濟上或其他方面的損失時，是為“相對病”(relative disease，關係病、實用病、比較病)，亦即一般所稱之“病害”。例如茭白筍即為一著名之例子。

三、病原

引起植物疾病的因子可分為非生物性病原(abiotic causal agents) 及生物性病原(biotic causal agents) 兩大類。生物性病原所引起的疾病因具有傳染性，故稱為傳染性疾病(infectious diseases)。而非生物性病原所引起的疾病，因不具有傳染性，因此稱為非傳染性疾病(non-infectious diseases)。

1、非生物性病原 (Abiotic causal agents)

引起植物疾病的非生物性因子很多，大致上有以下幾類：

- (1) 高溫(Heat)：包括氣溫或土溫過高，日光太強引起的日焦(sunscald)等。
- (2) 低溫(Low temperature)：包括氣溫過低，霜害，冰雹，雪等。
- (3) 風(Wind)：強風造成枝葉折斷，或樹幹倒伏。
- (4) 光線(Light)：光線過強或過弱，都會引起植物的不適。
- (5) 雷(Lightning)：落雷擊中植物會造成傷害甚至死亡。
- (6) 土壤水份(Soil water)：土壤水份的過多或過少。
- (7) 營養(Nutrients)：營養成份之過多或過少。
- (8) 空氣汙染(Air pollution)：包括氣體性汙染(如二氧化硫)，及塵粒(dusts)

等。

(9) 鹽類(Salts)：高濃度的鹽類對植物會造成毒害作用。

(10) 化學藥品(Chemicals)：包括重金屬，農藥等。

2、生物性病因(Biotic agents)

引起植物疾病的生物性因子也有很多，大致上有以下幾類：

(1)病毒(Virus)

(2)擬菌質(Mycoplasma-like organisms)

(3)細菌(Bacteria)

(4)黏菌(Slime molds)

(5)真菌(Fungi)

(6)藻類(Algae)

(7)種子植物(Seed plants)

(8)線虫(Nematodes)

(9)其他：如昆蟲 (Insects)，蟎類 (Mites) 及其他寄生性小動物。

四、病徵與病兆

病徵 (symptom) 係指罹病植物體所表現出外部形態學的變化、以及內部器官或組織之病變，而與健康植物可分辨者。病兆 (sign) 又稱病灶，標徵或標兆，係指病原生物於罹病植物的罹病部位上或內部所形成之構造，亦即病兆是指病原本身形成的構造，而肉眼可見者。

由於每一種病害所引起的病徵和出現的病兆有所不同，所以病徵和病兆往往是診斷病害的重要指標，同時也是植物病害命名的主要依據。

五、植物病害與生態系

在自然的生態系中，由於生態系中的生物物種繁多，以及遺傳基因的多樣性等諸多因子之存在，使得植物病害的傳染源 (inoculum) 要成功的到達寄主植物，會受到許許多多的阻礙，因此在自然生態系中，病害之發生及蔓延都會受到限制，而少有病害大發生的情形出現。

反而植物病害的存在，可避免生態系中有某種生物發展出過大的族群而破壞生態系之平衡，因之病害的存在事實上維持了生態系中的生物多樣性。所以植物病原菌在自然生態系中，係和植物以及其他生物共同存在，相互之間共同演化，而呈現一種動態的平衡。換句話說，植物病害是維持生態系穩定平衡的重要因子。

人類自從開始農耕以來，為了滿足人們的需求，會選擇性的栽植某種植物，甚至經由各種手段，以選擇具有某些人們所需求性狀的單一品種來

種植，而逐漸形成與自然生態系不同的農業生態系。在農業生態系中，大面積種植單一作物，由於物種單一、遺傳基因的基礎單純而狹窄，作物的栽種時間也一致，而造成其脆弱的體質，使得病害一旦發生，其產生的病原接種源很容易到達其寄主上，使得病害能在短時間之內大量蔓延，造成農作物的多數植株被病害為害，並引起作物在產量上及品質上的重大損失。所以農業生態系是一非常不穩定的生態系，很容易因為病害的發生，而造成極大的衝擊，並可能引起嚴重的經濟及社會問題。

六、病原體之傳播

植物病原體如何分散，並傳播到寄主植物上，包括從一顆罹病植物傳播到鄰近或遠處的健康植物，甚至從一個地區到遠處的其他地區，為植物病理學及防治學上之重要研究項目。一般常見的植物病原傳播方式有以下幾種：

1. 空氣（氣流）散佈：

經由空氣及氣流傳播之病害稱為空氣傳播性病害（air-borne diseases），主要為真菌類病原。

經由空氣傳播之真菌，其孢子在脫離菌體時，常以其特殊之釋放機構，將孢子釋放出。例如子囊菌在適當溫度、濕度下，在子囊內形成高壓而後將孢子射出。而擔子菌則其擔孢子在釋放前，在基部之 hilum 形成小水滴，而使孢子脫離擔子柄之小柄，稱為 ballistospore discharge。而很多乾性孢子，如灰黴病菌、白粉病菌及許多不完全菌等之分生孢子、銹病菌之夏孢子等，則係經由風力之作用使孢子脫離，而後經由風及氣流帶往他處。

釋放出的孢子可經由上昇氣流帶往高空，而進行長距離之飛行。最著名之例子，即為銹病菌之傳播。例如小麥桿銹病（*Puccinia graminis* f. sp. **tritici**）的夏孢子可經由氣流從美國南部及墨西哥飛往美國北部及加拿大等地區，同樣夏孢子也可經由氣流由美國北部及加拿大地區飛往美國南部及墨西哥等地區。同樣的情形也發生於印度及蘇聯等地區。

2. 水散佈（water dispersal）

Pythium、*Phytophthora* 等病原菌之游走子有鞭毛可在水中游動至目的地。根頭癌腫病菌（*Agrobacterium tumefaciens*），也有鞭毛可在水中分散。但是主動游動之距離有限。長距離之散佈仍需靠流水攜帶至遠處，而達到散佈之效果。此外真菌的菌核、孢子以及線蟲等，也可經由流水散佈至下流處。

炭疽病菌（*Colletotrichum*、*Gloeosporium*）、瘡痂病菌（*Sphaceloma*）等病原真菌或是病原細菌，由於孢子具有粘性，無法直接經由風力傳播，需先經由雨水浸潤後分散成乳液狀，再經由雨水撞擊產生飛濺的小

水滴飛散開來，而造成孢子之散佈。有時也可經由水滴流動而感染下方的枝葉。

3. 由昆蟲及其他媒介散佈

有許多植物病害是經由昆蟲或其他媒介 (vectors) 而散佈。最典型的例子即為荷蘭榆樹病菌 (*Ophiostoma ulmi*) 係經由甲蟲 (*Scolytus scolytus*, *S. multistriatus*, *Hylurgopinus ruginus* 等) 所傳播；木瓜輪點病毒經由蚜蟲傳播；柑桔黃龍病則經由柑桔木虱來傳播。

4. 種子及花粉

很多植物病害可經由種子而傳播，此類病害稱為種子傳播性病害 (Seed-borne disease)。經由種子傳播的例子很多，例如引起幼苗猝倒病菌之 *Fusarium* spp.; 十字花科蔬菜黑斑病菌 (*Alternaria brassicicola*)。

花粉也能傳播一些植物病害，例如核桃褐色腐敗病 (*Xanthomonas juglandis*)、榆樹嵌紋病 (elm mosaic disease)、櫻花壞疽性輪點病 (cherry necrotic ringspot virus) 等。

5. 苗木及接穗傳播

由罹病苗木或接穗將病原體傳播至新地方的例子很多。一種病害被引進到未曾發病過的地區時，常迅速蔓延而造成嚴重的為害。國際上著名的例子有從歐洲引進松樹苗木而帶進病原菌，使北美嚴重發生白松泡銹病 (*Cronartium ribicola*)。從亞洲引進栗樹苗木，帶入 *Cryphonectria parasitica* 而使得美國嚴重發生栗枝枯病。

6. 其他方式

植物根部發生的病害，可經由罹病根與健全根之接觸而傳染，例如：蜜環菌 (*Armillaria mellea*)、褐根腐病菌 (*Phellinus noxius*)、白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix*) 等引起的樹木根腐病，皆可以此方法傳染。

另外土棲性病原 (真菌、細菌、線虫等) 可經由土壤運搬而傳染至他處，例如香蕉黃葉病 (panama disease) (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*)，可經由耕耘機的輪胎將土壤搬運到無病之地區而散佈本病。

耕作使用的農具也會傳染多種病害，採筍時使用之鋤頭或採筍刀等會傳播竹類嵌紋病 (bamboo mosaic virus)。

七、病害發生與環境

農作物病害的發生，除了與病原菌的存在與否有關，也和外界環境因子有關。環境因子會影響到植物的生長勢，因而影響到植物對病害的抵

抗能力，進而影響到病害發生之程度。另外環境因子也會影響到病菌之生長、繁殖及活力，當然也會響到病害發生的程度。環境因子可分為生物性與非生物性兩大類，生物性因子即為寄主植物及病原菌以外的生物，而非生物性因子主要指溫度、濕度、光線、日照等氣象因子，以及土壤之結構、酸鹼值、肥料要素等。環境因子對病害發生的影響，是一相當複雜的研究課題。一般說來，高溫有利於病害的發生，而潮濕較有利於真菌性或細菌性病害的發生。光線不足時，對病害的發生也較為有利。

另外一個影響病害發生的重大因素，即是人類的活動。在自然的生態系中，寄主植物與病原菌等共同存在，而形成一種動態的平衡。但是近年來，由於交通發達，人們的活動頻繁，常把自己喜歡的植物攜帶到世界各個角落，也在有意無意間，將病原菌帶到各處，打破了寄主植物與病原菌之間的平衡關係，如此使得病害發生更為猖獗，經常造成嚴重的禍害。

八、防治策略

自從十九世紀中葉以後，對於植物病害的防治開始受到重視，經由相關人員長久的研究發展，而有各種的防治技術被開發出來，主要目的就是希望經由採取各種的防治措施，來減輕農作物病害的發生程度，使得農作物的產量及品質能夠提高。

在討論病害防治方法之前，先要瞭解病害防治的幾項原則：(1) 預防重於治療，(2) 早期防治效果好，(3) 要考慮經濟效益，(4) 要注意對環境的衝擊。

植物病害的防治策略可分為四種，即 (1) 排除病原，(2) 撲滅病原，(3) 保護寄主植物，(4) 抗病育種。所有的防治方法都是基於以上四種策略來執行。現分別論述於下：

1. 排除病原

依據對病原菌之地理分布的研究和了解，可以知道病原菌的分布的情形，即可利用法規或防疫處理，而將病原及排除於某些地區之外。又可分作兩方面來說：

(1) 植物檢疫

為了避免植物病害從國外引進，或是從發病地區傳到未發病地區，世界各國都訂有植物檢疫的法規，針對病害做檢疫工作。例如，禁止從有發生重大病害的國家或地區進口種子、苗木或農產品等，以避免這些病害被帶入國內，而造成病害的問題。

所有進口的種子、苗木或農產品，為了避免帶入病害，也必須做檢疫工作，必要時，應先經過隔離處理，觀察一段時間後再決定

是否放行。商業上之農作物繁殖體（包括種子、球莖、苗木、接穗等），在賣給農民以前，也應先經過檢疫，確定其為不帶病害的健康種苗，以避免將病害帶到新植地區，因而導致農民的損失。我國以往因為政府及民間的漠視，以致有許多重要病害從過外被引進台灣，因而造成作物栽培上之重要問題，每年造成農民的損失。

(2) 植物體的處理

植物繁殖體，例如種子、塊莖、球莖、切枝或苗木等，可能會攜帶有病害或被其感染，在種植以前以熱處理或化學處理，可以殺死其所帶有之病原，如此可以避免病害侵入新種植的地區。

2. 撲滅病害

當發現有植物病原存在時，可以採取撲滅被感染植物、輪作、熱處理或化學處理以及生物防治等方法來撲滅病原，以避免病害之發生或蔓延。

(1) 撲滅被感染植物或清除枯枝落葉等植物殘體

直接撲滅被病害感染的植物，或是撲滅其中間寄主，都可達到撲滅病害的目的。在美國的佛羅里達等州，曾立法撲滅被潰瘍病感染的柑橘樹，而達到撲滅柑橘潰瘍病（Citrus canker, 病原菌為 *Xanthomonas campestris* pv. *citri*）的目的。有些病原菌，例如灰黴病菌（*Botrytis cinerea*），其寄主範圍廣泛，除了農作物或花卉外，還可以感染許多雜草、雜木等，所以田間或園圃附近的清除雜草，可以減少感染的機會。

許多植物病原菌或害蟲可以潛伏在植物的枯枝、落葉等枯死的殘體上，當環境適合時，再出來感染寄主植物，因此清除枯枝落葉等植物殘體，是農作物栽培上非常重要的一環。

(2) 輪作

在沒有寄主植物存在時，許多病原菌或害蟲只能存活一段很短時間，這類病原菌或害蟲在輪作非寄主植物時，會因飢餓而死，如此輪作即可減輕病害之發生，但非所有病害皆可以輪作來防治。

(3) 熱處理或化學處理

利用乾熱、蒸氣、熱水、浸水以及藥劑熏蒸處理等方法，可以殺死土壤中之植物病原。這些方法比較適用於溫室或苗床，至於對大面積的農田，則通常效果較差。

在植物生長期間若受到病原菌感染，可以噴灑系統性藥

劑，將侵入植物體內的病原殺死，從而達到防治的目的。

(4) 生物防治

在自然界中，有許多生物會與植物病原競爭食物或地盤，或是分泌抗生物質或有毒物質殺死它們，或寄生於植物病原身上，或是捕食它們。我們即可繁殖這些拮抗生物，利用它們來防治植物病害。

3. 保護寄主植物

施用保護性藥劑於植物表面，可保護其不被病原菌為害，這是一般常使用的方法。但是施用時，要注意施用的方法、時間及濃度等，以確保良好的效果，以及避免發生藥害或導致病原產生抗藥性。

環境因子會影響植物的生長及發育，也會影響病原的生長及繁殖，從而影響到病害之發生，所以改善環境因子，可以減輕植物病害之發生。例如：改善光照、改善給水設施、改善排水設施、避免密植、適時適量施肥等，皆可增加植物的抵抗力或是不利於病原的生長繁殖等，從而達到保護的目的。

4. 採用抗病品種

在同種植物族群中，不同個體之間對於病原的抵抗能力會有差異的現象，因此可經由選種或雜交育種的方式，來獲得具有抗病能力，而其農藝性狀又符合人們需求的品種。採用此種抗病害的品種，就可以避免病害的發生，或使其發生輕微而不至影響到農民之收益。