

植物病理學

吳文希

臺大植病系



茂昌圖書有限公司

植物病理學

臺大植病系

吳文希

茂昌圖書有限公司

版權所有 翻印必究

植 物 病 理 學

作 者：吳 文 希

出版及
發行者：茂昌圖書有限公司

地址：台北市新生南路三段 84-4 號

電話：3210698 · 3215311

郵政劃撥儲金第 0106171-3 號

新聞局局版臺業字第 0958 號

印刷者：通美彩色印刷有限公司

地址：台北市通河西街1段126號(百齡橋西端)

電話：812-0102 · 812-7623

中華民國七十五年九月再版

編號：1-230

序

凡是生物，均會遭受各種病原的感染，而發生各類病害；人們賴以維生的作物自亦不例外，病害所造成作物的損失，不僅發生於田間，而且也發生在採收後所存在的各種場所，病害不但造成作物生長的阻礙、腐敗，甚或可令作物幾無收成，因此根據國際調查資料顯示，病害對世界農作物所造成的損失，達總產量的 $\frac{1}{3}$ 至幾近 $\frac{1}{2}$ ，所以植物病害對現今世界之農業生產，極具重要性；亦即為免人們辛苦耕耘所將獲得的成果付諸東流，凡從事農業生產的人士，均應具有植物病理學的基本知識，因植物病理學乃探討引起植物生病的原因，植物病害與社會、經濟的關係，植物發病的原理，及防治植物病害的一門學問；正因如此，本書內容乃根據此原則而編寫，全書共分十八章，第一章概論，第二章討論植物病害的社會、經濟地位，第三至第九章討論各種病原，第十至第十六章討論病原為害植物的連續過程，第十七章討論植物對病原的抵抗性質，第十八章為學習植物病理學的最終目的，即植物病害的防治。

農業生產乃一整體性的工作，絕非單靠植物病理學家，或育種學家，或生理學家等，而可完成者，即需彼此配合，互相協助，於是方可達到理想之生產境界，亦因此故，所以凡從事農業生產的人員，均需具備相關各種農業生產的知識，如此始不至於對一項複雜的生產工作發生偏失或疏忽情事；所以不但在各級學校的農科學生們需研讀各種農業學科，而且實際從事農業生產輔導的推廣人員，甚或農民本身，均需廣習各類農業知識。因為目前植物病理學均為西文書籍，學生及其他有關人士為便於閱讀，對中文本之植物病理學要求甚殷，因此觸發著者寫作本書之動機，而於四年前開始執筆，於今完稿之際，甚盼本書之問世，有助於需要的人士對植物病理學有進一步之瞭解。

編排本書之際，承蒙何寶妍小姐協助繪圖，莊慶芳小姐、陳琴儀、吳孟芳、陳憶寧、劉安玲、任晶晶、曾文澤，及黃智興等同學協助校正，特申謝忱；尤為甚者，更是衷心感激內人及雙親的鼓勵及體諒。

植物病理學內容廣泛，牽涉生物學、農業科學，及基礎科學，況且現今科學日新月異，因此本書實難涵蓋全部植物病理學之資料，同時由於專有名詞尚未統一，所以詞彙解釋及索引，均採中英及英中對照方式；雖然編寫本書耗時四年，但付梓之際仍感倉促，所以內容及編排方面均恐有所缺失，因此尚懇請專家及賢能之士隨時不吝指教是幸。

植物病理學 目錄

第一章 概論	1
壹、緒言.....	1
貳、植物病理學的內涵.....	1
參、認識病害.....	3
肆、病害發生過程.....	5
伍、植物病理學與其他科學的關係.....	6
陸、台灣植物病害的特異性.....	7
柒、植物病理學簡史.....	8
第二章 植物病害的社會、經濟地位	11
壹、社會方面的情勢.....	11
貳、經濟方面的情勢.....	13
第三章 植物病原性真菌	19
壹、真菌的特性.....	19
貳、真菌的分類.....	21
參、病原性真菌的種類.....	26
肆、真菌的生長.....	40
伍、孢子的形成及釋放.....	41
陸、真菌的寄生情形.....	46
柒、真菌的腐生性.....	50
第四章 植物病原性細菌	55
壹、細菌的形態.....	55
貳、細菌的構造.....	55
參、細菌的分類與鑑定.....	57
肆、細菌的生長及繁殖.....	63
伍、細菌的生態情形.....	65

陸、植物寄生性細菌病害	67
柒、放射線菌類	69
捌、擬放射線菌細菌	72
玖、擬立克次體細菌	72
第五章 植物病原性濾過性病毒	77
壹、濾過性病毒的特性	77
貳、濾過性病毒的構造	80
參、濾過性病毒的類別	84
肆、濾過性病毒的合成	89
伍、濾過性病毒在植物體內的易位、分佈及相互間的關係	90
陸、濾過性病毒的傳播	92
柒、如何鑑定濾過性病毒	98
捌、擬病毒	99
第六章 植物病原性擬菌質體	103
壹、擬菌質體的特性	103
貳、擬菌質體的構造	104
參、擬菌質體的生長及繁殖	105
肆、擬菌質體在植物體內的狀態	106
伍、擬菌質體在媒介昆蟲體內的狀態	108
陸、防治擬菌質體病害	109
第七章 植物病原性線蟲	113
壹、線蟲的特性	113
貳、線蟲的構造	114
參、線蟲的分類及種類	123
肆、線蟲的生活及生態情形	125
伍、線蟲的寄生情形	127
陸、植物對線蟲感染的反應	131
柒、線蟲與其他微生物對植物生長的影響	132
第八章 植物病原性高等植物	139
壹、菟絲子	139

貳、樹寄生	143
參、獨脚金	149
第九章 非寄生性病原及對病害發生的影響	153
壹、土壤狀況	153
貳、氣候狀況	159
參、農業措施	161
肆、環境污染	163
伍、非寄生性因子對病害發生的影響	166
第十章 接種源的來源	177
壹、定義及重要性	177
貳、第一次感染源來源	177
參、第二次感染源來源	182
第十一章 接種源的散佈	185
壹、定義及重要性	185
貳、散佈或接種的先期狀態	185
參、病原散佈的方式	185
第十二章 侵入前之活動	197
壹、前 言	197
貳、環境因子的影響	198
參、附着器	199
肆、影響附着器形成之因子	200
伍、植物與病原間的識別作用	204
第十三章 病原侵入植物	211
壹、侵入與致病性的關連	211
貳、接 觸	212
參、侵入的途徑	213
肆、侵入的方式	214
伍、與致病過程相關的化學物質	216

第十四章 病原在植物組織內的定居及生長	233
壹、前 言.....	233
貳、定居及生長的種類.....	234
參、潛伏性感染.....	240
肆、全身性感染.....	241
伍、病原生長之障礙組織.....	244
第十五章 植物對病原感染之反應	247
壹、前 言.....	247
貳、植物結構上的病理變化.....	249
參、植物功能方面的病理變化.....	252
肆、植物代謝方面的病理變化.....	255
第十六章 病原對寄主植物的影響	277
壹、前 言.....	277
貳、病原對寄主植物影響種類.....	278
第十七章 植物對病原的抵抗	293
壹、前 言.....	293
貳、植物抵抗病原性質的種類.....	294
第十八章 植物病害的防治	319
壹、前 言.....	319
貳、流行性病害.....	319
參、病害預測.....	321
肆、植物病害防治之原則.....	323
伍、植物病害防治之方法.....	325
英中對照辭彙解釋	345
中英對照辭彙	361
中英對照索引	367
英中對照索引	387

第一章 概 論

壹、緒 言

地球上的生物主要是包括着植物及動物兩大類，一般而言植物是有機物質的製造合成者，而人及其他動物則是能量的轉變者，亦即動物需要直接或間接地依靠着植物提供維持生命的能量。在自然界中能量的轉遞情形，首先即綠色植物由太陽獲取能量而製造養份，而素食生物（herbivores）專門依靠植物供給養份及能量，但肉食性生物（carnivores）又以素食生物為其營養及能量的來源，高等肉食性生物（higher carnivores）則以肉食性生物為攝食對象，俟這些生物體皆死亡時，又會變作腐生生物（decomposers）的營養及能量來源。由以上的關係可知人與植物的關係實在是無法分隔的，目前世界上 80% 以上的農業工作都是用在生產糧食及飼料方面，其他包括着木材、纖維、飲料、調味原料、燃料等；雖然有 300 種植物當作食物在栽培中，但有 95% 的糧食生產，是以小麥、水稻、玉蜀黍、馬鈴薯、甘藷、甘蔗、樹薯、荳類、椰子及香蕉類等 12 種作物為主，現今的農業措施包含了所有的技藝及科學，使得有效的生產、製造及銷售糧食和其他材料、產品。由於人口膨脹的壓力，植物病理學在解決糧食問題方面扮演着積極的角色，另外亦可知植物病理學是以研究大面積栽種的植物為主要對象，並非調查、研究單一的病植物。

貳、植物病理學的內涵

人在利用自然資源之先，於許多場合中可見到腐損（deterioration）的現象，尤其當遺傳性質一致的作物，大規模地被栽種時，更容易遭受到重大的損失，就如人亦復如此，正如在擁擠的區域要特別注意流行性疾病一般。植物與致病的病原體經過多年的演變，彼此之間已建立一平衡共存（coexistence）的現象，這種現象乃由於“自然淘汰”及“適者生存”所累積的結果，這種結果也是需要植物及病原體雙方面經過一段演化過程來作遺傳方面的調整始能得到，故至今世上幾乎所有植物體上皆有它們特殊病害的問題。植物病理學（Plant Pathology）的原意，就是以生長不良、發育不全、發病的植物為研究對象的一門科學。

農業在社會經濟體制上佔有相當的地位，自然，植物病理的問題在社會經濟方面也有相關的重要影響作用，如本省的主要作物——水稻，約有 40 種以上的病害，以台灣省

2 植物病理學

農林廳的統計報告為例，單就民國六十八年五月份的病害所造成的水稻損失，即達新台幣三億二千餘萬元；反觀國外，以美國為例，根據美國農業部所發表的統計數字顯示，1950年時美國因作物遭受病害的損失為美金二十億，而至1970年時美國作物因病害的緣故而遭受到的損失增加到美金三十六億九千餘萬元；病害所引起的損失隨年代而增加，可能是由於，植物遭到比以往更多的病害，如以往蒜頭無菌核病的病例，但於1975年却發現此病；另外知識愈增加更能明確鑑定以往所不瞭解的病害，如最近擬菌質（MLO）等病原的被發現；感病品種作物的廣被栽植，如1940年代所栽種的維多利亞品種之燕麥及1970年代栽種的雄不孕性玉蜀黍；病原體的擴散，因為科技交流，交通便捷，更形快速及廣濶；以及耕作方式的改變，如不整地（non-tillage）等因素的影響。病害除直接令作物的量及質受到影響外，同時採收後的產品仍然繼續會受到不同或同種病害的困擾，如貯藏期的病害、食品被黴菌毒素（mycotoxin）或有名的黃麴毒素（aflatoxin）污染的問題，以及農地的利用價值等都會成為農民以及整個社會或國家的問題。

造成這些問題的原因，大致可分作三大類，第一類稱作生物體（biotic agents），其中包含了約8,000種真菌（fungi），180種細菌（bacteria），500種線蟲（nematode），2,500種高等寄生植物，及一些擬菌質及螺旋菌質（spiroplasma）等，這一類皆具有生命現象，可以繁殖，對植物體具有感染性（infectious），所引發的病害，許多會呈對數性的增加（logarithmic increase）；第二類為非生物體（abiotic agents），主要是土壤因子（edaphic factors），如營養要素的過多或過少，土壤水份的過多或過少，土壤溫度、酸鹼度的適宜情形，土壤緊密度及結構；及氣候因子（meteorological factors），如光線強弱，空氣污染程度等。這些非生物因子皆存在於植物生長的环境當中，其作用不但可以直接當作致使植物生病的因子，同時還可當作病害發生程度的限制因子，並且亦可成為決定病害散佈的因子，這類因子所引起的病害不會呈現對數性增加的現象；第三類是具有生物及無生物兩者現象的濾過性病毒（virus），這類病害約有300種，在多數自然環境下，此類病害亦會呈對數性的增加，並且也具感染性。

這些致病因子（causal agents）在栽培地區所造成的病害往往要比自然或野生狀況下所生長植物的病害嚴重，主要是因為栽培的作物，其遺傳性質一致，屬於同一品種；並且栽培的環境與天然環境截然不同，在栽培環境下所生長的作物，密度往往過大，土壤中亦添加了若干化學肥料，環境內存有若干化學藥劑，以致於人工栽種環境的各種物理、化學及生物情況與自然界未開發的環境，彼此之間存有差異。但不論如何，致病因子能造成兩種環境下的植物病害，病害的由來是由於植物細胞的內容物質被病原體吸收，植物細胞內的代謝作用被病原體所分泌的毒素（toxins）、酵素（enzymes）、生長激素（growth regulators）及多醣類（polysaccharides）干擾，植物細胞的內容物不斷的被消耗，或是植物體內之營養物的輸導被阻塞；因而導致植物體不協調、不規律地應用本身內既有之營養物質，而發生病害（disease）。

△作物發生病害，尤其大面積嚴重的發生病害，會造成莫大的損失，為防範此等損失，必須作好植物病害防治的工作。就以香蕉為例，正常葉片的壽命可長達 160 至 270 天，但當香蕉罹患葉斑病後，葉片壽命會縮短為 60 至 130 天，因而會造成減產現象；如 1966 年，台灣的香蕉平均每株只有五片葉片，產量不及十公斤，1968 年開始實施空中噴藥，於 1976 年，每株的平均存活葉片達到 10.7 片，而至 1977 年時，每株平均存活葉片又增至 12 片以上，如此一片多葉片的差異，使得每株產量增加 2.7 公斤，如以每公頃栽植 1,650 株為準，則可增加產量 4,355 公斤。如果防治得法，收益當更為提高，如表一顯示，經過指導的農田，不但防治次數比未經輔導的農田為少，而且收益反而增加。

故綜合而論，植物病理學乃包括研討植物病害與社會經濟方面的問題，致病的原因，發病的原理及病害防治等四方面的一門科學。

表一 稻作病蟲害經濟防治效益統計表

期 別	處理 種 類	防治次數	防 治 成 本 (元 / 公頃)	稻 穀 產 量 (公斤 / 公頃)	防治病蟲害收益 (元 / 公頃)
一 *	擴大示範田	4.0	3,222	6,731	74,384
	一 般 田	4.8	5,416	5,932	65,043
	比 較	減 0.8	減 2,194	增 799	增 9,341
二 **	擴大示範田	4.2	3,470.50	6,233.4	68,313.3
	一 般 田	4.9	5,429.50	5,429.7	58,132.5
	比 較	減 0.7	減 1,959	增 803.7	增 10,180.80

* 1976 年台灣五鄉鎮六村里之平均。

** 1976 年台灣十鄉鎮十二村里之平均。

叁、認識病害

生物的特徵在於具有繁殖的能力，觸化、氧化、還原作用及特定的構造等現象，亦即具有生命的能力；當如植物生命的現象表現出、細胞分裂、分化正常，維持生命力的各種過程、功用正常，如吸收、光合、輸導等作用，而且一切所有的生理化學反應均能導致本身正常地應用能量，如此之植物是謂正常健康；反之，如一植物體連續不斷地遭受到病原 (pathogen) 的刺激，致使植物與病原之間產生一連串的反應，而令植物不規則地運用能量，導致維持生命力的各種反應過程產生不協調的現象，這種現象的結果就是病 (disease)。病原是造成植物病害的原因，它包括着非寄生性 (non-parasitic agents) 或非感染性因子 (non-infectious agents) 及寄生性 (parasitic agents) 或感染性因子 (infectious agents)，後者所造成的病害有繼續發展的潛力，這類病原均須依靠植物體內的營養以維持生命，這種植物被稱作是寄主 (host)，而這種病原被稱作是寄生物 (parasite)，寄生物依靠寄主程度的差異，因此又可分作絕對寄生物 (obli-

4 植物病理學

gate parasite) (= biotroph)，即所需的營養均取自於有生命的組織，而且整個生活史 (life cycle) 也是在有生命的組織上完成，如銹病菌 (rust)、黑穗病菌 (smut)、白粉病菌 (powdery mildew)、露菌病菌 (downy mildew)、瀟過性病毒、植物寄生性線虫；殺生寄生物 (perthophyte)，即寄生物在侵入植物體之前，就將寄主組織殺死，然後以腐生的形態生存，如白絹病菌 (*Sclerotium rolfsii*)、紫紋羽病菌 *Helicobasidium purpureum*)、*Armillariella mellea*；半絕對寄生物 (hemibiotroph)，即亦需由寄主體中獲取營養，但當寄主死後，仍然可在死物上繼續生長及繁殖，如一般引起葉斑的病原體即是；而任意寄生菌 (facultative parasite) 是該寄生菌的生活是依賴着腐生生活，但亦可行寄生生活；而任意腐生菌 (facultative saprophyte) 是該菌依靠着寄生生活，但亦可行腐生生活；腐生物 (saprophyte) 是必須依靠着無生命的有機體來生活；於是可知寄生物即素食生物之一種。能使植物發生病害的寄生物被稱作是病原 (pathogen)，能被病原感染發病的植物則被稱作感病植物 (suscept)，病原具有使植物發病的能力稱爲致病力 (pathogenicity)，亦即某一病原必定具有一特殊的致病力，才能使一特定的植物產生病害；病原固然是導致病害的一項主要因子，而往後病害的發展程度往往依靠着其他因子的影響，亦即這些次要生物或非生物因子 (secondary factors) 就變成病害完全發展過程中，所包含複雜因子中的一部份，它們的作用程度會牽涉到病原造成植物病害的難易差異，病徵 (symptom) 的表現程度不同，作物品質及產量損失方面的變化，如環境中的營養、肥力條件就會影響到植物抵抗病原體侵害的能力，環境中的生物因子會在植物體上製造傷口，而成爲病原體侵入植物的主要途徑，或這些生物因子會先令植物生長不良而利於病原體感染植物；因此可知植物病害的發生並非是病原與植物間的單純關係，環境中的非生物及生物因子對病原，尤其是病原菌的致病力，及對植物抵抗病原的作用，均有直接的影響作用，亦即病害的發生實受病原、植物體、及環境因子三者之間互相影響、作用後所得到的結果；故欲認識某一病害，則必須瞭解植物本身的各方面知識，它對環境的反應，病原菌對環境的反應，病原的致病活性及植物體對侵害的反應等。

病害不同於傷害 (injury)，傷害是起因於瞬間的刺激，而導致植物體不規則地應用本身的能量，因而表現出不正常的細胞活性、不協調的生理反應及不正規的重要功能。病害及傷害皆能使植物產生病徵，病徵就是由於植物本身無法正規的使用本身的能量而導致細胞活性、組織功能及各種生理反應的不正常，以致於植物外形上表現出異乎正常形態的表現；病徵的表現並非自始至終地不變，病徵的一連串變化過程稱作併發症狀 (syndrome)，是鑑定病害時的重要依據；病原微生物 (pathogenic microorganism) 所引起的病徵，常常於一段時期過後，於此病徵上會顯現出原有的病原微生物，存在病徵上的病原微生物體，稱作是病兆 (sign)，病兆的存在也是鑑定病害時的重要憑證。但並非所有發病植物 (diseased plant) 都會表現出病徵，通常植物在剛被感染 (inci-

plant infection) 及潛伏感染 (latent infection) 的時期，不易表現病徵，但在劇烈及長期感染 (active and chronic infection) 後，植物體上會出現病徵。植物對病原體的感染並非全然不具抵抗力，發病的植物，只是因為抵抗力薄弱之故；使病原無法造成病害的植物，是謂抗病 (resistance)；而有的植物不能抵擋病原的侵入，但產量並不受到影響，此之謂耐病 (tolerance)；植物容易遭受感染而發病者，謂之感病性 (susceptibility)。植物發生病害有局部性 (local) 及全身性 (systemic)，而且植物的不同發育時期也會有不同的病害問題及受害影響 (表二)。

表二 植物發育階段及其功用

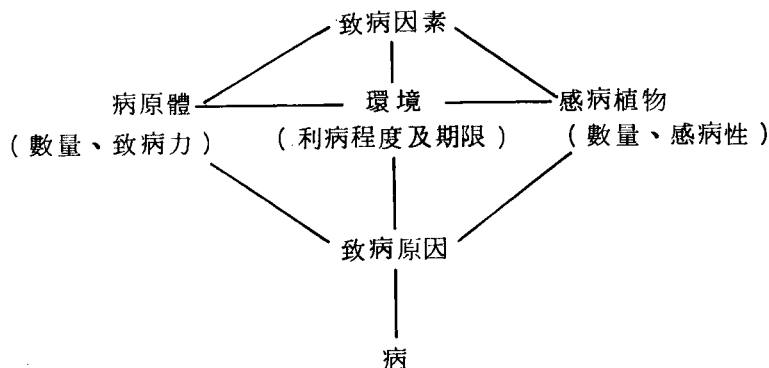
植 物 發 育 階 段	功 用
1.繁殖體 (propagative unit) ：如種子、貯存器官等	生存、養份貯存。
2.幼苗 (seedling)	引發生機、貯存養份的轉運。
3.發育 (development)	吸收、傳導、光合作用、細胞分裂、分化等。
4.成熟 (maturation)	繁殖
5.老化 (senescence)	

肆、病害發生過程

病害的發生一定有其根源，首先抵達植物體，能感染植物使之發病者，是第一次感染源 (primary inoculum)，它們可能來自於種子及其他繁殖體、土壤、植物殘體、野生植物、中間寄主 (intermediate host)、工具、器皿等，它們多以休眠體存在其間。當它們成功感染植物後，會在植物體中生長繁殖，而可產生另一群的感染源，是謂第二次感染源 (secondary inoculum)，再造成第二次感染。但並非所有病害皆如此，如梨銹病，此銹病菌所產生的夏孢子 (uredospore)，並不能造成另一次梨的感染。不論感染源是存在於植物體上或其他適當環境下，通常可以增殖以增加感染源的數量，感染源產生後，又必須依靠其他因子，如風、水、昆蟲、其他動物等來加以散佈 (dispersal)，散佈後，於抵達植物體上或鄰近環境中時，並不一定立即感染植物，有的病原需要休眠 (dormancy)，需要營養及特殊的刺激誘發物質以供發芽，此為侵害前 (pre-penetration) 階段所常見的現象；俟此一階段過後，病原則可利用自己本身的能力直接侵入植物體，或經由植物體上的自然開口 (natural opening) 及傷口侵入；如侵入後病原在植物體內已與植物體形成一特定關係，病原不但不會消除此種關係，而且會繼續地依靠這種關係以維持生長及發育，於是感染 (infection) 發生，但此時被感染的植物未必發生病害，經常的情況是感染後，植物經過一段潛伏期 (incubation)，才會表現出

6 植物病理學

病徵，到感染後期可見病原體會在植物組織內或表面生長、擴展及繁殖，因此病害才得以擴大，變成嚴重。病害發生過程時並非只是一連串病原體與植物之間的變化，而環境中的因子於病害發生時，對病原、植物、及兩者之間的關係，隨時都會發生影響。病原、植物、環境因子三者之間一系列的交互關係所演變成的病害發展過程稱為致病原因（pathogenesis），其關係如下圖：



有的病害一直在一地區連續不斷的發生，是謂風土病（endemic disease），由於發生呈規律性，故防治時不須預測（forecasting），到時定期作好防治措施即可。而流行性病害（epidemic 或 epiphytotic disease）的發生是在短期間之內可以造成大面積地區植物的病害，此乃由於環境利於植物病害的發生，植物品種十分感病，媒介昆蟲普遍存在，及病原菌的大量增長之故，如1978年先後發生於台灣的木瓜毒素病就是一例。偶發性病害（sporadic disease）的發生，於時間及地區方面均呈現不規則的現象，即一病害突然在某一地區發生，在此一地區重新栽種後，病害可能消失，經過若干季節後，同一病害又可能再度發生。

伍、植物病理學與其他科學的關係

根據植物病理學的內涵可知，植物病理學牽涉着基礎理論方面的科學，即生物科學，及技術方面的科學，即農業科學。生物科學，簡言之為研討生命的科學；因為植物病理學包含研究致病原因，所以必須探討真菌學（mycology）、病毒學（virology），線蟲學（nematology）、細菌學（bacteriology）、微生物學（microbiology）、昆蟲學（entomology）等，又因研究的主要受害對象是植物，故尚必須具備形態學（morphology）、分類學（taxonomy）、生理學（physiology）、生態學（ecology）及遺傳學（genetics）等方面的知識，而這些學科皆屬於生物科學範疇。農業科學廣義而言是舉凡有關生產有利於人類的植物、家禽、畜牧，以及農產品製作、產銷技術方面的科學，因為植物病理學的主要研究對象植物是農作物，故農業科學中所包含的作物學（crop science）、園藝學（horticulture science）、森林學（forestry）、食品科學（food science）、土壤學（soil science）、作物栽培（crop cultivation）、育種學（plant

breeding)、農場經營(farm management)、農業推廣(agriculture extension)及農業經濟學(agricultural economics)等都與之發生關連。又因為生物及農業科學中的許多學科與其他基礎理論科學如化學(chemistry)、物理學(physics)、數學(mathematics)、統計學(statistics)有關,而且氣象學(meteorology)及氣候學(climatology)直接與植物及病原體都有關係;因此這些理論科學與植物病理學亦有關連。

陸、台灣植物病害的特異性

赤道南北 30 度的地區被認為是熱帶地區,因此台灣自嘉義以南為熱帶區域,以北則屬亞熱帶地區;又因在熱帶地區,每增高海拔 325 呎,溫度會下降華氏 1 度,台灣約有 2/3 的土地是山地,故台灣植物所面臨的環境有熱帶、亞熱帶、溫帶的氣候。目前一般植物病理方面的書籍皆以溫帶植物的病害為討論對象,但實際上熱帶地區的面積佔全世界陸地之 40%,而且在此地已適於栽種作物的季節長至九個月以上,本省主要的糧食生產區域位於嘉義附近以南地區,故歐美學者所研討的植物病害內容,實難涵蓋台灣植物病害的問題,如香蕉葉斑病(sigatoka disease)在台灣是項十分嚴重的病害,香蕉萎凋病或黃萎病(panama disease)亦然,但在 J. C. Walker 及 E. C. Stakman & J. G. Harrar 所著的植物病理學書籍中,甚少介紹。

因為台灣的平均氣溫高於溫帶地區,所以在溫帶地區嚴重的病害在台灣反而不會成為一項問題,如小麥黑穗病(smut)及十字花科植物的根頭瘤腫病(club root of crucifers)在溫帶地區會成為植物生產的一項限制因子,但在台灣却非嚴重問題;馬鈴薯輪腐病(ring rot)及甘藷之根腐病或擬黑腐病(root rot)及黑斑病情形亦然。反之,由於媒介昆蟲(vectors)在台灣容易繁殖,所以一般濾過性病毒的病害容易發展蔓延,另外 *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani*, 細菌所引起之萎凋病, *Cercospora* spp., *Helminthosporium* spp. 所引起之葉部病害,炭疽病(anthraxnose)、銹病(rust)、及線蟲引起之根部病害都非常普遍;如瓜類、荳科植物的嵌紋病害,線蟲所引發的根瘤病,菸草的立枯病(damping-off)及捲葉病(leaf roll),甘藷的縮芽病(scab or bud atrophy)及炭化病或黑腐病(Java black rot)在台灣都是需要加以密切防範的病害。另外溫帶地區所發生的病害,也有在台灣需要嚴加防治的,如台灣北部地區於冬季時的平均氣溫為攝氏 15 度,所以菌核病菌(*Sclerotinia sclerotiorum*)所感染造成的許多植物腐敗、枯萎情形,屢見不鮮;但在南部冬季平均氣溫為攝氏 20 度以上,故這種病菌不能造成任何問題。又台灣的溫帶果樹如蘋果、梨、桃均栽種於海拔 2,000 公尺左右的山區,故溫帶地區的一些嚴重病害,於台灣的果園中亦容易被發現,如蘋果、梨的黑星病(scab)、桃的縮葉病(leaf curl)等皆是。

柒、植物病理學簡史

史上最早有關植物病害描述的可能是植物學之父，史發拉斯達斯 (Theophrastus)，在他於紀元前 300 年所著的 *Historia Plantarum* 一書中，該書主要是根據植物的不同形態作為 500 種以上植物的分類依據，史氏在描述植物時曾記載到一些病徵，如焦枯 (scorch)、腐敗、瘡痂 (scab)、及銹病。另外早期有關植物病害的記載就是聖經，如在舊約中的阿摩司書四章九節及哈該書二章十七節，都曾言及枯萎 (blast)、疫病 (blight)、焦枯、生霉 (mildew)，植物發生這些問題，聖經解釋是因為人犯了罪 (sin 而非 crime)，因此神降災禍於人。如早期羅馬人還特別膜拜銹病之神 Robigus，因為當時最普遍的災害就是禾本科植物，尤其是麥類的銹病，由於早期宗教的觀念，而避免了思考發病的原因，因此當時自然發生說 (spontaneous generation) 的觀念根深蒂固。於 16 至 19 世紀時，在德國及法國發生了好幾次的麥角中毒症 (ergotism)，此病是種癱爛及神經性方面的病症，如會引起手、趾、鼻、耳的癱爛，如繼續食用患有麥角病 (ergot) 的麥類，則會造成死亡。當時北美地區所發生的麥角中毒症並不如歐洲地區的嚴重，主要是因為在歐洲的麵包是由裸麥作原料，在北美是以小麥作原料，而裸麥要比小麥容易罹患麥角病之故。

西元 1807 年，瑞士教授普瑞沃斯特 (B. Prévost) 觀察到小麥腥黑穗病菌孢子 (bunt spore) 的發芽，而推出腥黑穗病菌侵入幼小的小麥是造成腥黑穗病發生的主要實際原因的學說，但此一學說，並未受到世人重視；直等到四十年後，即 1847 年巴黎的杜拉新二兄弟 (Louis & Charles Tulasne)，重新研究小麥腥黑穗病，而證實了普瑞沃斯特的發現，從此植物病害是由其他微生物引發的觀念才漸漸被接受；杜拉新兄弟同時還觀察了若干其他的黑穗病菌及銹病菌，發現真菌有多型性 (polymorphism) 現象。幾乎就在同時，愛爾蘭 (Ireland) 於西元 1845 年開始發生嚴重饑荒，因愛爾蘭人所食用的主要糧食，馬鈴薯，遭受到晚疫病 (late blight) 的侵害，以致幾無收成，因而導致島上 800 萬人民的厄運，據估計自西元 1845 至 1860 年間，愛爾蘭的人口損失了 1/3，其中包括餓死 100 萬人，移民 164 萬人。因為研究馬鈴薯晚疫病，西元 1853 年安東弟巴尼 (H. Anto de Bary) 發表報告，報導晚疫病的發生原因及致病情形，強烈支持普瑞沃斯特的病菌學說 (germ theory)，也就是因為這樣的一個悲慘事實，導致了對植物病害的認識，及揭啓了植物病理學的開端；也因為此一流行病害的緣故，病菌學說就正式取代了自然發生學說。西元 1878 年在歐洲地區又發生葡萄露菌病 (grape downy mildew)，因為葡萄減產之故，嚴重影響釀酒業者及一般消費者；西元 1882 年時米拉德 (Pierre Marie Alexis Millardet) 注意到一處未被露菌病感染的葡萄上所噴洒的硫酸銅，經過研究及試驗，在西元 1885 年推出波爾多液 (Bordeaux Mixture)，因而葡萄露菌病始得控制。西元 1888 年時，錫蘭 (現斯里蘭卡) 的咖啡發生銹病為害情形，安東弟巴

尼的學生瓦特 (Harry Marshall Ward) 着手研究，因為當時病情蔓延迅速，且無法防治，因而只能放棄栽植咖啡，求其次以栽種茶作為取代，瓦特對病害發生後的生理反應方面之研究頗有心得，是植物病態生理 (physiological phytopathology) 方面的先驅者。

自從病菌學說提出後，人們均逐漸接受真菌能夠促使植物發生病害的事實，而不知其他微生物亦可造成植物病害。直至西元 1877 年美國伊利諾大學 (Univ. of Illinois) 教授皮尼爾 (T. J. Burrill)，發現梨的火傷病 (fire blight)，並證實是由細菌所引起。於 1890 年間史密斯 (E. F. Smith) 證實好幾種病害皆由細菌所引起，如瓜類的萎凋病、瘤腫病 (crown gall)，由於史密斯研究的範圍廣泛，並且仔細深入，故史密斯可稱得上是研究植物細菌學的先驅者。

至於濾過性病毒的危害，始自於西元 1886 年荷蘭人梅葉 (Adolf Mayer) 的發表，梅氏將患有嵌紋病徵的煙草體中之汁液注射到健康植物體中，十天後，可見該健康的煙草表現出與病株上相同的病徵，而且在未經注射的幼葉上亦表現出相同的病徵，此為最早有關濾過性病毒傳染的研究報告；除此之外，梅氏並以不同溫度處理病株汁液，發現以華氏 141 度連續地處理，並不會改變其感染力，但在華氏 177 度下幾小時後，該病株汁液即失去感染力。西元 1891 年史密斯 (E. F. Smith) 發表報告云，桃黃化病 (peach yellow disease) 不能藉發病植物體中之汁液傳染，但是如將病株與健株互相嫁接，則健株會表現出病徵。西元 1892 年俄國人伊凡諾斯基 (Dmitrii Ivanowski) 利用細菌無法通過的過濾器 (bacteria-proof filter) 過濾患有嵌紋病的煙草體中之汁液，然後以通過過濾器的汁液再塗抹及注射到健康煙草體中，發現健康煙草亦會發生病害，故證明引起煙草嵌紋病的不是細菌，而是比細菌還小的微生物。西元 1898 年荷蘭人拜結零克 (Martinus Willem Beijerinck) 利用少量罹患嵌紋病的煙草體中汁液成功地使好幾株健康煙草發病，而命名為可傳播的濾過性病毒 (contagium fluidum vivum)，因此濾過性病毒一詞因而始用；拜氏並發現存在標本館中的乾燥病煙草葉仍然可保持感染力至少達二年以上。西元 1935 年諾貝爾獎得主史丹尼 (W. M. Stanley) 成功地將煙草嵌紋病毒 (tobacco mosaic virus) 作成結晶，而且此結晶可以連續十次的再結晶，並且結晶性質不會改變，同時此結晶仍具感染力，其感染力尚強於病株汁液之 100 倍，史氏深信此結晶的本質是蛋白質。西元 1967 年日本人士居 (Y. Doi) 發現以往許多被認為是濾過性病毒所感染的黃化型病害，實由擬菌質體 (mycoplasma-like organism) 所引起。

西元 1850 年前只有幾種植物寄生性線蟲為人們所知，但對植物的為害性鮮為人知。線蟲方面的研究起步較晚，西元 1914 年柯布 (Nathan A. Cobb) 報告了線蟲的形態、分類及分離技術，因為線蟲的真正研究始於柯氏，故柯布亦被譽為線蟲學之父。