

奧妙無窮的 微生物世界

我們與自然界的各類微生物之間，

長久以來存在著密切且亦敵亦友的關係。

也許你不曾注意或仔細想過，但是從我們每個人出生的那一刻起，

微生物就透過種種方式與我們打交道，

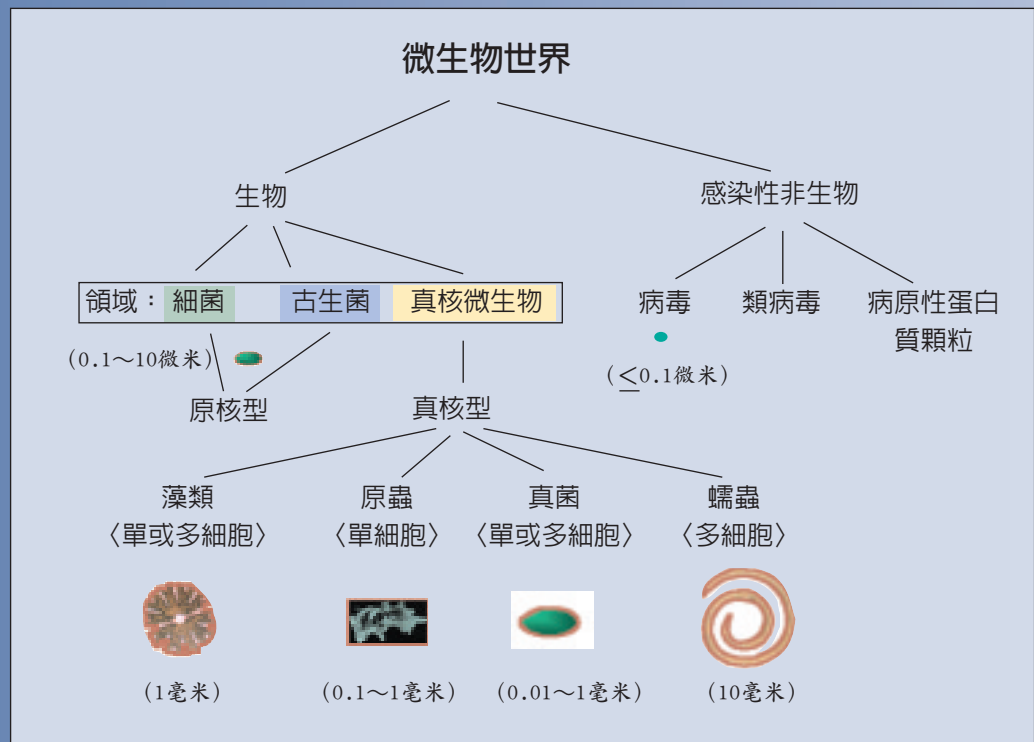
並從不同的層面影響著我們的生活。

■何漣漪

微生物與人類生活

「媽媽—」，正在廚房裡忙著用隔壁陳太太送給她的菌種處理廚餘的張太太，忽然聽到院子裡五歲的兒子小明傳來的驚叫聲。張太太丟下手邊的工作，急忙地奔往院子，發現小明坐在地上，雙手握著被生鏽的鐵釘扎到的左腳大哭。原先在客廳裡邊看晚報邊享受飯後一杯酒的爸爸，聽到屋外的動靜，也匆匆地趕到。夫妻倆趕緊抱起小明，將他送往附近的一家綜合醫院求診。醫師為小明的傷口消毒敷藥後，又給他打了一劑破傷風類毒素，並且開了一些敷料和三天份的抗生素，囑咐小明的父母按時給他換敷料和服藥。

在以上這一段小小的插曲中，顯露出我們與自然界的各類微生物之間長久以來密切且亦敵亦友的關係。也許你不曾注意或仔細想過，但是從我們每個人出生的那一刻起，微生物就透過種種方式與我們打交道，並從不同的層面影響著我們的生活。試著找找看上面這一段故事裡有哪些和微生物有關？處理廚餘的菌種和生鏽鐵釘上可以造成傷口感染的細菌，所牽涉的是活的微生物；而酒、破傷風類毒素、抗生素所含的則是微生物的產物。



微生物的分類

(Modified from E.W. Nester et al., *Microbiology: a human perspective*, 2001)

利用微生物製造的食品

細菌	酵母菌	黴菌
乳酪	各種酒類	醬油
優格	醋	味噌
養樂多	麵包	豆腐乳
泡菜		乳酪
酸黃瓜		
醃橄欖		

微生物是什麼？

微生物的世界主要是由一群肉眼看不見的單細胞生物所構成的，其種類之繁多，數目之龐大，超乎我們的想像。目前，微生物大致分類為細菌、真菌（包含酵母菌和黴菌）、藻類和俗稱為寄生蟲的原蟲和蠕蟲。病毒是一種只能在活的生物細胞中複製的簡單有機體，嚴格說來並不能視為一種生物，不過，也被歸屬於

微生物，其在醫學上的重要性並不亞於其他種類的微生物。

後來，科學家們發現甚至有比病毒更簡單的物體，如只含有核酸的類病毒，可以在活細胞內複製，而只含有蛋白質的病源性蛋白質顆粒，竟然也能在人體內造成可怕的慢性神經退化性疾病，真是不可思議。

微生物的發現

人類雖然自遠古時期就和微生物在地球上共處，並且不斷地遭遇微生物所引起的各種疫病，而且數千年前就會製造酒和麵包這類由微生物發酵後所產生的食物，但是卻至十七世紀中葉才由一位荷蘭布商李文虎（Antony van Leeuwenhoek）用自製的簡單顯微鏡，在從自己的蛀牙所取出的檢體中看到它們的形體。

十九世紀中葉，被後代尊稱為「微生物學之父」的巴斯德（Louis Pasteur），更進一步以科學實驗證明空氣中充斥著可以使得肉湯變濁酸敗，而藉著煮沸就可以使其失去活性的微小生物。這個發現改變了人們長久以來認為像「肉腐生蛆」一樣，生物可以從沒有生命的物質生出的錯誤想法，並且第一次顯示了微生物的發酵作用。由這個實驗所延伸出來微生物或許可以造成活體組織感染的觀念，透過如德國的柯霍（Robert Koch）和英國的李斯特（Joseph Lister）等人所進行的研究，終於在十九世紀末葉證實了微生物和疾病的關係。

人類與微生物間的戰爭

近代醫學一個重要的里程碑，就是對微生物與疾病之間關係的了解。知道微生物是許多疾病的元凶後，科學家們便著手發展各種殺菌和抗菌的方法，以避免或治療微生物感染的問題。由李斯特首先倡導的外科手術消毒步驟，經過大力推動以後，明顯減低了手術或婦女生產後因為感染而造成的嚴重死亡率。

英國的佛萊明（Alexander Fleming）偶然發現青黴菌可以生產一種殺死金黃色葡萄球菌的物質，這個物質經過科學家們的努力，終於以「青黴素」為名問世，並且及時在二次大戰中大量使用，挽救了數以萬計士兵的生命。這以後，有許許多多各類的抗生素相繼問世，用以治療各種細菌或真菌所造成的感染症。不過，抗生素對病毒或病源性蛋白質顆粒感染所造成的疾病是沒有效果的。

可怕的是，沒幾年人們便發現有些細菌很快就產生了抗藥性，造成醫療上極大的困擾。原來，細菌不但可以藉著突變產生抗藥性，也具有其他的抗藥機制，例如可以透過質體的傳遞，獲得破壞抗生素的酵素或者把抗生素打出細胞外等抗藥機制。

質體是一種細菌特有的染色體外遺傳物質，可以攜帶不同來源或性質的基因，在同類或不同類的細菌間傳遞。當抗藥性是藉著質體來傳遞的時候，它傳播的速度和廣泛程度是非常驚人的。這也是人們濫用抗生素以後，發生嚴重細菌抗藥性問題的主要原因。透過幾十年來的細菌遺傳學和近來蓬勃發展的微生物全基因體DNA序列的定序等方面的研究，讓我們了解群居一處的細菌能非常活躍地用不同的方式，交換彼此間的遺傳訊息。這樣的功能明顯增加了細菌適應環境的能力；因此，它們從不用擔心遭遇瀕臨絕種的問題。微小的單細胞生物——細菌——可真不能小看哪！

微生物與生物科技的發展

構造簡單、在培養基裡每二、三十分鐘就分裂一次藉以繁殖的細菌，在顯微鏡下被發現以後，很快地就引起科學家們的興趣。細菌，尤其是大腸桿菌，易培養且生長快速的特性，使它們成為極佳的研究材料。因此，有關細菌生理和遺傳功能方面的研究，從上一個世紀中葉起，便如雨後春筍般地大量冒出來。

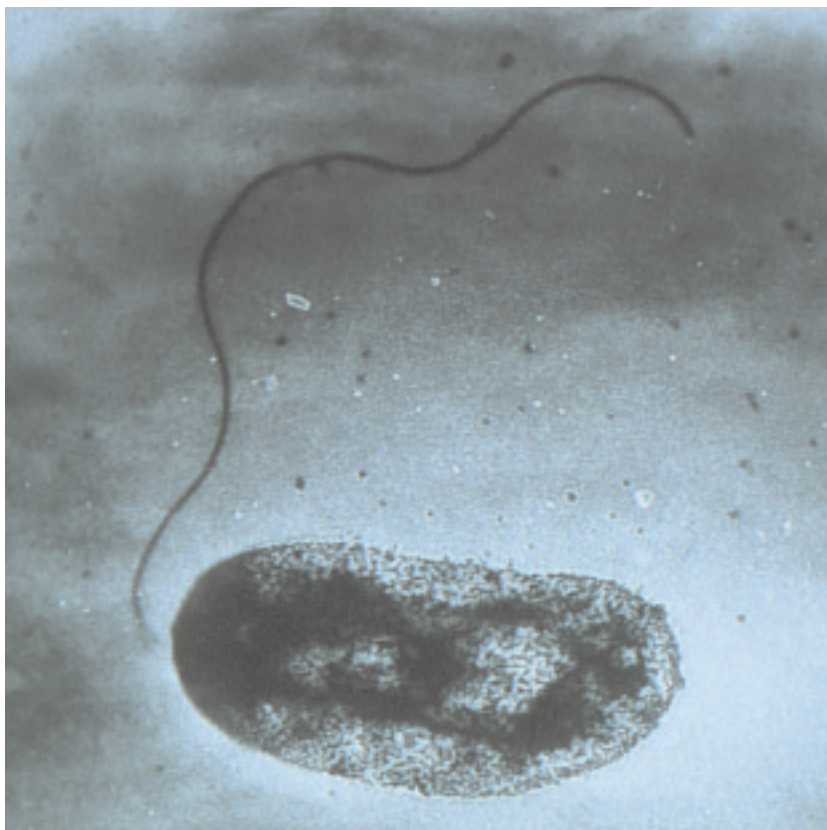
這當中許多重要的研究結果，如華生（James Watson）和克力克（Francis Crick）解開了DNA的螺旋形結構、雅各（Francois Jacob）等人發現細菌內基因的調控機制、和岱爾布魯克（Max Delbruck）等人發現噬菌體（寄生在細菌內的病毒）的遺傳物質及其複製方法等，分別在一九六二年、一九六五年及一九六九年獲得諾貝爾獎，為後來發展出的分子生物學打下了極佳的基礎。

透過對細菌各樣細胞功能的了解，以及在研究過程當中所發展出的各種技術，後來的學者得以進一步對動物和植物等高等生物的細胞功能進行研究，並發現動、植物雖然在構造和功能上比微生物複雜許多，但很多基本的細胞功能，其實是與微生物非常相似的。

一九八〇年獲得諾貝爾獎的研究，也就是伯格（Paul Berg）等人所發展的基因重組技術和吉爾伯特（Walter Gilbert）等人所建立的DNA定序技術，更開啓了遺傳工程技術的大門，以至於今日有所謂的基因改造食品、重組蛋白質藥物、疫苗和賀爾蒙，及基因轉殖動植物等產品，以及分子生物學診斷技術和基因治療等醫學方法。如果謹慎地應用這些新的生物科技，它們是可以大幅地提升全人類健康和生活品質的。

人體內共生的微生物

微生物可以造成疾病及用來製造各樣食物的印象，會讓我們誤以為微生物和動植物



弧菌的形態

弧菌屬細菌的菌體呈弧形，具有一根端鞭毛，而有極強的運動性；大多生存在海水環境中，可感染人類或魚、蝦類，造成疾病。屬於人類致病菌的有霍亂弧菌、腸炎弧菌、創傷弧菌，引起的疾病型態卻各不相同。

一樣，是生活在我們周遭的另一群生物。其實不然，由於形體微小，又充斥在環境裡的每一個角落，從我們出生的那一刻，各種微生物就藉著食物和空氣不斷地進入人體任何一個與外界相通的管道，如呼吸道、胃腸道、和生殖泌尿道的前端等，更不要說體表的肌膚了，直到占滿每一寸地盤為止。

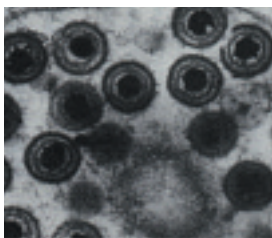
這些和我們緊密生活在一起的微生物通常對人體無害，甚至可以幫助我們消化食物和產生人體所需的物質，如維生素等。更重要的是，當有致病性微生物入侵的時候，人體往往還得靠這些共生菌一起將它們驅逐出去。只是當人體的免疫力因先天或後天的種種因素而變差時，有些共生菌就會立刻翻臉，露出猙獰的面目，進一步侵入宿主體內的組織和器官，造成致命的感染。因此，保持身體健康有一部分也意味著維持人體和共生菌之間的微妙平衡，而達到一種互利的關係。

環境中的微生物

微生物對人類的好處，除了製造食物和生產有用的物質外，環境中的微生物，其實是地球上所有生物所構成的食物鏈中極重要的一環。若不是微生物所扮演的分解者，忠心地把死亡的生物體不斷分解成活生物體成長所需的營養物質，地球上的生物很快就會面臨食物短缺而停止繁衍。此外，人類所製造的垃圾和各類毒性物質對環境造成的污染，如果不是靠著微生物的分解，對人類的危害將不只是現今的千百倍而已。

繼續探索奧妙的微生物世界

雖然經過約一個世紀和無數科學家的投入，上千種的微生物已經被發現和研究過。然而，據估計目前我們所知的微生物種類，尚不及自然界中存在的微生物種類的百分、甚至千分之一，而且多數屬於致病性的微生物。我們對於在各類環境中生存的微生物，特別是



感染人類和動物的病毒種類繁多，其型態、構造、和複製方式各異，所造成的疾病也各不相同。左上圖為乳頭瘤病毒，具二十面體形的外套，在人類可藉著性接觸而傳染生殖器官的乳頭狀瘤，並且與子宮頸癌的形成密切相關。左下圖為狂犬病毒，外形像子彈；透過患病動物帶病毒的唾液，經由咬傷傳播疾病給人類。病毒在患者腦部複製導致腦炎，造成發燒、流涎、吞嚥困難，並有喝水或甚至見到水，喉嚨就強烈抽筋的症狀，故又稱為恐水病，死亡率極高。右圖為伊波拉病毒，呈絲狀外形；是一種神秘且可怕的病毒，曾於一九七六年和一九九五年在蘇丹和薩伊造成數百人死亡的非洲出血熱流行病，所幸均立刻被控制下來。有關這個疾病曾被拍成一部膾炙人口的電影——「危機總動員 (The Outbreak)」。(Modified from Nester E. W. et al., *Microbiology: a Human Perspective*, 2001)



100奈米

那些生活在極端嚴峻的環境（如冰河、熱泉、深海、地底和火山口）、人跡罕至的地帶上的微生物——大多屬於古生菌——所知甚少。而這些微生物往往能生產工業上有用的酵素或化學物質，甚至新的抗菌或抗癌藥物。

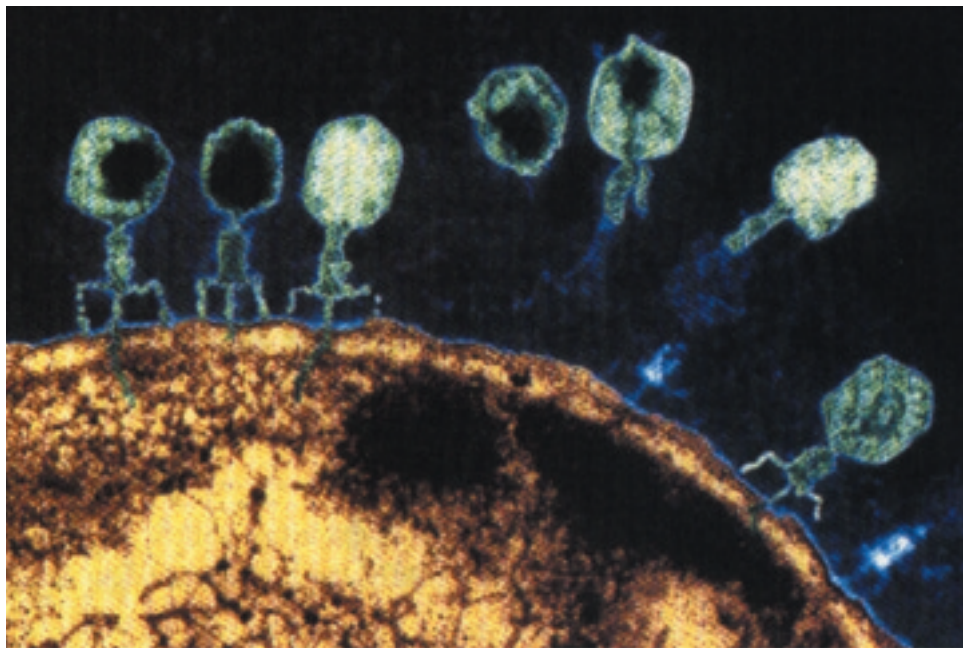
由於體認到微生物世界中所蘊藏無限的知識和寶藏，美國能源署今年初率先在一個稱為「從基因體研究了解生命」(genome to life, GTL)的計畫當中，發動以新的技術探討未知的微生物及了解微生物的多樣

性。的確，人們在向外探索浩瀚宇宙中的奧秘的同時，實在應該回頭來探索和我們一起生活在地球上，同樣浩瀚、奧秘的微生物世界。

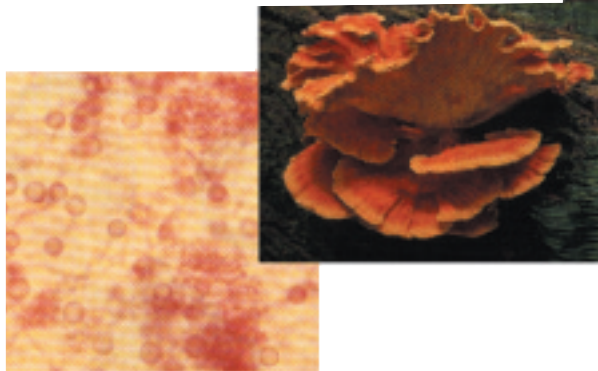
在寶島台灣，目前也有數十個實驗室在進行各類微生物的研究，並且有一些針對具本土性的感染性疾病，如病毒性肝炎、登革熱和各種細菌所引起的感染症，以及生物科技有關微生物等的研究團隊已經形成。這些實驗室和國外無數的微生物實驗室同步利用最新的知識和研究方法，一起探索微生物世界中所進行的各樣活動。期待透過這些研究，能夠幫助我們早日認識所有親愛的微生物朋友們！ □

何連漪

成功大學微生物及免疫學研究所



100奈米



屬於真菌類的微生物有小如單細胞的酵母菌者（左圖），要在顯微鏡下才看得清它的形體；也有大如多細胞的靈芝（中圖）和毒蕈者（右圖）。會讓麵包發霉，或者讓人患香港腳和其他皮膚的黴菌，也屬於真菌類。

(Modified from Nester E.W. et al., *Microbiology: a Human Perspective*, 2001)

寄生在細菌細胞內的病毒又稱為噬菌體，其外形各異。圖示之噬菌體具有二十面體型的頭部和尾部。感染細菌的時候，這種噬菌體藉著尾端的絲狀結構附著在細菌表面，宛如登月小艇停駐在月球表面一般。接著緊縮頭部，將其內所含的核酸注射入細菌細胞內，並開始其子代的複製過程。待複製完成後，便將其宿主細菌溶解，以釋放出上百個子噬菌體。每一個子噬菌體又找到一個新的宿主細菌，重複上述的複製過程，以產生更多的噬菌體。

(From Nester E. W. et al., *Microbiology: a Human Perspective*, 2001)