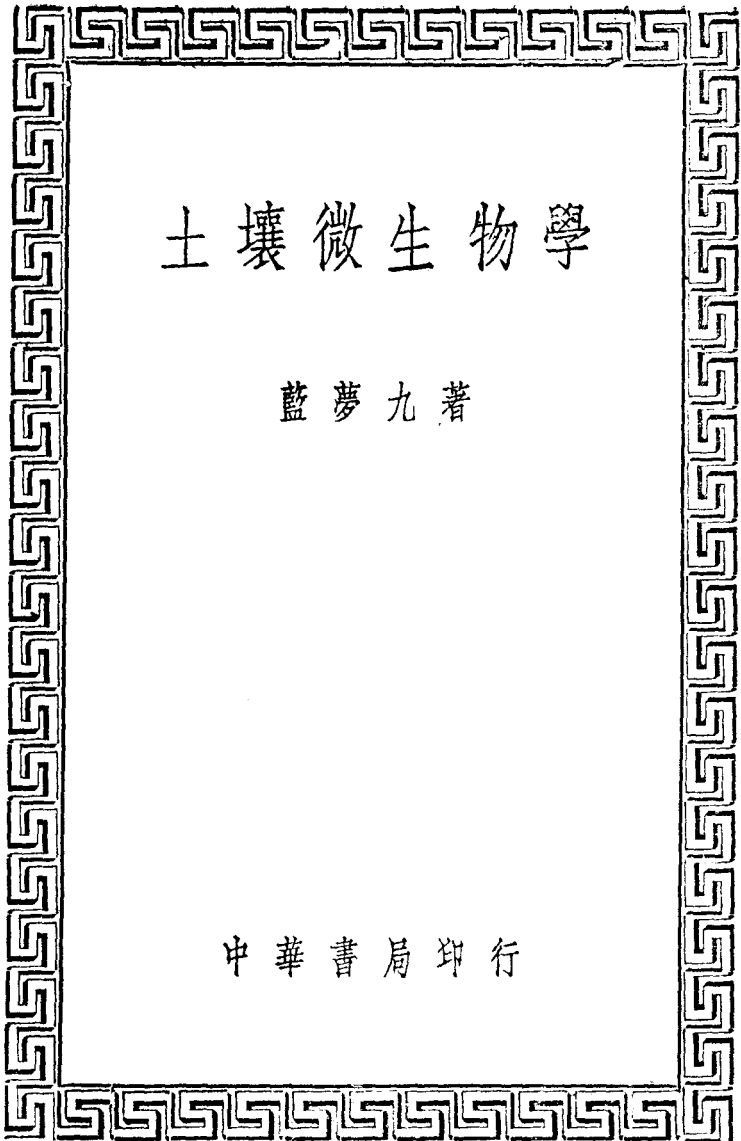


土壤微生物學





土壤微生物學

藍夢九著

中華書局印行

序

民國二十一年，余任北平大學農學院教授，擔任土壤肥料學科，二十三年任四川重慶大學農學院長，兼授土壤學，關於土壤微生物部份，曾編印講義；二十五年任廣西土壤調查所所長，得有餘暇，從事補充整理，以成此書。

竊農業爲衣食住之根源，土壤乃農業之基礎，吾人對土壤之利用雖極早，但土壤學之發達則甚晚，此因土壤學之發達非僅有待於土壤理化學之進步，且更有待於土壤微生物學之進步故也。

從來一般觀察土壤者，皆視土壤爲靜止之無生物，自土壤之理化學的研究進步，乃知土壤之外形及內部構造，俱時時變動不居者，洎輓近土壤微生物學研究之進步，更至認土壤爲具有動力之活體矣。即土壤中棲息有鉅量之微生物，由其激烈活動之結果，土壤之組織及成分，進行無間斷之變化，土壤之能生長植物者，亦以此也。

土壤學成爲獨立之科學，乃最近二三十年事，以土壤微生物學成爲獨立科目之研究，自屬更爲幼稚。在歐美是項專書，已早有 Russell 所著之 *The Microorganisms of*

the Soil, Waksman 所著之 Principles of Soil Microbiology 等,在日本於三年前,方有板野新夫著土壤微生物學以獻於其國,我國土壤學已有甲農、高大等用書,惟土壤微生物專書,尙無人編印,此書之出,或亦可供同好者之參考也。

學術進步,日新月異,本書內容,自非完美,後有材料,尙冀加入增訂,此所貢獻於國人者,乃儘心力之所能者耳。

著者記於南京中華農學會

土壤微生物學

目 次

序

第一章	土壤微生物之分佈.....	1—18
第一節	土壤中微生物之概數.....	1
第二節	土壤微生物之種類.....	4
第三節	土壤微生物之數量的變化.....	10
第二章	無氮素有機物分解菌類.....	19—30
第一節	纖維素分解菌之種類及其作用.....	19
第二節	半纖維素分解菌之種類及其作用.....	24
第三節	Lignin 及 Pectin 分解菌類之作用.....	25
第四節	脂肪屬化合物及樹膠質物分解菌類之作用.....	27
第五節	芳香屬化合物分解菌類.....	27
第三章	含氮素有機物分解菌類.....	31—45
第一節	蛋白質分解細菌類之作用.....	31
第二節	尿素、尿酸、馬尿酸及其他含氮素有機物分解細菌之作用.....	41
第四章	硝酸化成細菌類.....	46—57

第一節	硝酸化成細菌之種類	46
第二節	硝酸化成作用之進行	48
第三節	硝酸化成量與各種環境之關係	50
第五章	硝酸還元細菌類	58—66
第一節	硝酸還元細菌之種類	58
第二節	硝酸鹽還元作用之進行	63
第三節	土壤中硝酸鹽還元與環境之關係	64
第六章	游離氮素固定細菌類	67—93
第一節	單獨的固定游離氮氣之細菌種類	68
第二節	土壤中單獨的氮素固定菌對於游離氮素之固定	72
第三節	共棲的游離氮素固定細菌之種類	76
第四節	共棲的游離氮素固定細菌類之生理	82
第五節	植物體內共棲的游離氮素之固定	86
第七章	作用於無機物之細菌類	94—109
第一節	作用於硫黃之細菌類	94
第二節	鐵細菌類	99
第三節	作用於磷酸之細菌	103
第四節	作用於鉀之細菌	105
第五節	作用於石灰之細菌	107
第六節	作用於錳之細菌	108

第八章	土壤放射狀菌類	110—117
第一節	放射狀菌之種類	110
第二節	放射狀菌之作用	114
第九章	土壤菌類	118—130
第一節	土壤絲狀菌	118
第二節	絲狀菌之生理	123
第三節	Mycorrhiza 菌	128
第四節	土壤酵母菌	129
第十章	土壤藻菌類	131—138
第一節	主要之土壤藻菌類	132
第二節	土壤藻菌類之分布	136
第三節	土壤藻菌類之生理	137
第十一章	土壤原生動物	139—146
第一節	土壤原生動物之種類	140
第二節	土壤中原生動物之分布	143
第三節	土壤原生動物與土壤微生物之關係	144
第四節	原生動物與環境之關係	145
第十二章	土壤微生物之應用	147—166
第一節	土壤肥沃度與微生物之作用	147
第二節	土壤微生物之接種	154
第三節	肥料醱酵與微生物接種	158

第四節	土壤之部分的殺菌.....	160
第五節	植物對土壤微生物之影響.....	164
第六節	土壤微生物間之相互關係.....	165

土壤微生物學

(Soil Microbiology)

第一章 土壤微生物之分佈

第一節 土壤中微生物之概數

土壤中有無數之微生物與多數之小動物棲息繁殖,其主要者爲細菌、絲狀菌、放射狀菌、藻菌、原生動物、線蟲類、多足蟲類、昆蟲類及蚯蚓等,其中細菌、絲狀菌、放射狀菌、藻菌、原生動物等微生物,形態極小,地球上幾無處不有,而數量特鉅,但其繁殖與活動能力,頗受環境之限制,例如土壤之種類、土壤之處理、季節、溫度、水分、栽培作物等,均足以影響其數量。1922年英國 Rothamsted 農事試驗場研究該場土壤中微生物之概數如下表:

種 類	土壤 1 克 中之數量	約 1 英畝中之重量 (磅)			
		生存之微生物	微生物中之乾固物	微生物中之氮素量	
細菌	表面	45,000,000	50	2	0.2
	下面	22,500,000	25		
原生動物	纖毛蟲類	表面	1,000	—	—
		下面	100		
	Amoeba	表面	280,000	12	1.2
		下面	150,000		
	鞭毛蟲類	表面	770,000	7	0.7
		下面	350,000		

藻 菌(不含藍藻)	100,000	125	6	0.6
藻 菌(藍藻)	(未知)	—	6	0.6
絲狀菌 { 表面	1,500,000	1,700	60	6.0
{ 下面	70,000	800	93	9.3

又土壤中之小動物據同場調查如下表:

1 英畝中之數量(深 9 吋, 重量約 1,000,000 Kg)				
	線 蟲 類	多 足 蟲 類	昆 蟲 類	蚯 蚓
施 肥 地	3,609,000	1,781,000	7,727,000	1,010,000
不 施 肥 地	794,000	879,000	2,475,000	458,000

一般土壤中之微生物概數, Fred 與 Waksman 兩氏有下表之記載:

種 類	由扁平法所得土壤 1 克中之數量	由顯微鏡法所得土壤 1 克中之數量	微生物之體長(μ)
細 菌 { 最 少	100,000	10,000,000	0.3—2×0.4—10
{ 最 多	100,000,000	10,000,000,000	
絲 狀 菌 { 最 少	1,000	僅 少	3—10×3—100
{ 最 多	20,000,000	50,000,000	
放射狀菌 { 最 少	0		0.5—2.0×0.5—50
{ 最 多	40,000,000		
原生動物 { 最 少	10,000		2—10×5—200
{ 最 多	2,000,000		
藻 菌 { 最 少	僅 少		1.5×2—50?
{ 最 多	500,000		
無脊椎動物(除原生動物外—英畝之數)			100—2,000

此等結果,雖由檢定法不同而有相當差異,然微生物以如何之巨數存在土中,可以推知矣。日本板野及荒川兩氏調查彼邦旱地與水田中之微生物概數如下表:

土 壤 微 生 物	水田土壤(1克)	旱地土壤(1克)
細 菌	10,000,000	7,000,000
放 射 狀 菌	2,000,000	1,500,000
絲 狀 菌	20,000	20,000

土壤中之微生物,以土粒間之空隙爲其住所。據 Richter 氏之報告:球狀菌、短桿狀菌及氮氣菌型之細胞,常附着於膠質狀態之土粒,以粘質莢膜包被之聚落形態存在;長桿狀菌普通在土壤溶液內,而呈塊狀聚落。

欲證實土壤中某種微生物之存在,應依據下列各條項:

(1) 土壤中依微生物而起化學變化時,則該土壤必有活動態之微生物存在。

(2) 如此之供試土中,應較不起化學變化之土中,有多量微生物棲息。

(3) 將該微生物從土壤中純粹分離培養而研究之。

(4) 將此純粹培養之微生物接種於土壤,應惹起同樣之化學變化。

(5) 接種後之土壤中,應發見同樣之微生物。

第二節 土壤微生物之種類

土壤微生物之種類，非常複雜，其系統的分類殊非易事。從來分類法係以形態學的特徵為基礎。最近研究進步，有主張用生理的性質，尤其是生物化學的作用為基礎者。用形態學的特徵為基礎之分類法，發案於1872年 F. J. Cohn 氏，初係注意於外部形態，其後1883年 Van Tieghem 氏，1884年 De Bary 氏，1886年 Hueppe 氏等，相繼注意於孢子之有無及孢子形成之性狀等，1890年 Messia 氏注意於鞭毛之有無、數目及形狀等，1895—1897年時 Migula 氏更注意其發育史，而將從前混沌之分類法加以整理。1930年美國細菌學會分類委員 Bergey 氏出版之 *Manual of Determinative Bacteriology*，其分類方法，遂較從前側重於生理的性質，茲示其例如下：

第一類 真正細菌類 Eubacteriales

第一科 硝酸菌科 Nitrobacteriaceae

第二科 球狀菌科 Coccaceae

第三科 螺旋狀菌科 Spirillaceae

第四科 無孢子桿狀菌科 Bacteriaceae

第五科 有孢子桿狀菌科 Bacillaceae

第二類 Actinomycetales 類

第一科 Actinomycetales 科

第二科 Mycobacteriaceae 科

第三類 絲狀細菌類 Chlamydobacteriales

第一科 絲狀細菌科 Chlamydobacteriaceae

第四類 硫黃細菌類 Thiobacteriales

第一科 Rhodobacteriaceae 科

第二科 Beggiatoaceae 科

第三科 Achromatiaceae 科

第五類 粘液細菌類 Myxobacteriales

第一科 粘液細菌科 Myxobacteriaceae

第六類 Spirochaetales 類

第一科 Spirochaetaceae 科

1909 年 Orla-Jensen 氏以生理的作用爲基礎,發表土壤細菌分類法如下:

1. 單純營養細菌及通性單純營養細菌 (Autotrophic and facultative Autotrophic bacteria)

細菌類攝取碳素之單純化合物或無機物爲其勢能源,依氧化作用而得勢能以營生活者.

a. 攝取氮素化合物爲勢能源之細菌,

(一) 亞硝酸化成菌,

(二) 硝酸化成菌.

b. 攝取硫黃及硫化物爲勢能源之細菌.

c. 攝取鐵化合物(或錳化合物)爲勢能源之細菌.

d. 攝取單純碳素化合物爲勢能源之細菌,

(一)一氧化碳氧化菌,

(二)沼氣氧化菌.

e. 攝取氫氣爲勢能源之細菌.

2. 複雜營養細菌(Heterotrophic bacteria)

細菌類從各種有機化合物攝取勢能源而生活者.

a. 固定空氣中游離氮素之細菌,

(一)單獨的游離氮素固定細菌(氮素菌),

(1)嫌氣性型: 包含 *Clostridium*, *Granulobacter* 等,
酪酸菌類(*Bac. Amylobacter*)

(2)好氣性型: *Azotobacter*, *Radiobacter*, *Bact. aerogenes*, *Bact. Pneumoniae* 等.

(二)共棲的游離氮素固定細菌(根瘤菌).

b. 攝取氮素化合物之好氣性細菌,

(一)孢子形成菌,

(二)無孢子形成菌.

c. 攝取氮素化合物之嫌氣性細菌.

d. 纖維素分解菌.

e. 尿素及尿酸菌.

f. 硝酸還元菌.

土壤菌類普通包含絲狀菌(Molds)與酵母菌(Yeasts)等,其分類法常隨研究者而異,茲依 Waksman, 而就其重要者記載如次:

A. 藻狀菌門(Phycomycetes)

I. 卵菌族(Oomycetes)

II. 接合菌族(Zygomycetes)

(1) Mucoraceae 科

Rhizopus, Absidia, Mucor, Zygorhynchus.

(2) Chaetocladiaceae 科

Cunninghamella, Piptocephalis.

B. 子囊菌門(Ascomycetes)

I. 原始子囊菌族(Protoasci)

(1) 酵母菌科(Saccharomycetaceae)

Willia, Saccharomyces, Zygosaccharomyces, Schizosaccharomyces.

II. 真正子囊菌族(Euasci)

(1) 不正囊菌類(Plectascineae)

麴菌科(Aspergillaceae), Penicillium,

(2) 核菌類(Pyrenomycetineae)

Chaetomium, Sordaria

C. 不全菌門(Fungi imperfecti)

I. 絲狀菌族(Hyphomycetes)

(1) 淡色菌科(Mucedinaceae)

Oidium, Monilia, Trichoderma, Aspergillus, Penicillium, Sporotrichum, Monosporium, Botrytis, Peticillium,

Acrostalagmus, Spicaria, Trichothecium.

(2) 黑色菌科(Dematiaceae)

Torula, Dematium, Cladosporium, Alternaria.

(3) 束狀菌科(Stilbaceae)

Tilachlidium, Stysanus.

(4) 瘤狀菌科(Tuberculariaceae)

Fusarium

II. Melanconiales 族

III. 殼菌族(Sphaeropsidales)

IV. 裸生菌族(Sterile Mycelium)

Sclerotium, Rhizoctonia.

D. 擔子囊菌門(Basidiomycetes)

I. 黑穗菌類(Ustilagininales)

II. 銹病菌類(Uredinales)

III. 帽菌類(Hymenomycetes)

土壤藻菌類爲含有葉綠素之微生物,既屬於葉狀植物,但在系統上亦有屬於原生動物之關係,例如伸出偽足,攝取食物等. Bristol 氏謂土壤微生物而有造葉綠素之機能者,稱爲土壤藻菌類,其對土壤藻菌類之分類法如下:

I. 分裂藻(藍藻)(Myxophyceae or Cyanophyceae)

(1) 顫藻科(Oscillatoriaceae)

(2) 念珠藻科(Nostocaceae)

II. 矽藻(Bacillariaceae or Diatomaceae)

(1) Naviculoideae 科

III. 綠藻(Chlorophyceae)

(1) 原藻類(Protococcales)

(2) Ulotrichales 類

(3) 接合藻類(Conjugatae)

(4) 不等毛類(Heteroconta)

土壤中原生動物可分下列四綱目及一亞綱:

I. 根足蟲類(Rhizopoda)

A. 變形蟲類(Amoebina)

II. 鞭毛蟲類(Mastigophora)

A. 眞鞭毛蟲類(Euflagellata)

B. 有襟鞭毛蟲類(Choanflagellata)

C. 二鞭毛蟲類(Dinoflagellata)

D. 囊鞭毛蟲類(Cystoflagellata)

III. 浸滴蟲類(Infusoria)

IV. 孢子蟲類(Sporozoa)

V. 纖毛蟲類(Ciliata) (亞綱)

A. 全毛蟲類(Holotricha)

B. 異毛蟲類(Heterotricha)

C. 貧毛蟲類(Oligotricha)