

3652
2012.5.7

(3)

童潤之編
劉圻

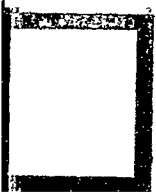
師範學校
教科書

勞

作

農業
第一冊

商務印書館發行



MG
S-43
4.

劉童
同潤
圻之
編

師範學校
教科書
勞

作
第農
一冊業

商務印書館發行



3 1761 3082 5

編 輯 大 意

(1) 本書依照教育部最近公佈的師範學校課程標準農業教材大綱編制而成。

(2) 本書共分五冊，每學期講授一冊。第一冊為農學大意，分植物生理、土壤、肥料、病害、蟲害、氣象等六編，共計三十八章；第二冊為作物汎論與各論，分汎論、禾穀類、豆菽及油料類、糖纖維類、糖料與染料類、嗜好品與藥料類等六編，共計三十章；第三冊為園藝，分繁殖、果樹園藝、蔬菜園藝、花卉園藝、造庭園藝等五編，共計二十五章；第四冊為蠶桑與畜牧，分栽桑、養蠶、畜牧通論、畜牧各論等四編，共計二十四章；第五冊為造林，分造林學原論、造林學本論、造林學各論等三編，共計二十三章。教材內容悉照教育部農業課程標準的規定；惟分量則較規定的為多，以便教師根據本地情形有所選擇。

(3) 第一冊教材較他冊為多；如學生對於植物學已有基礎，則第一編植物生理可以從略；其餘各冊內容未必盡合各地需要，教師須就地方情形略加增刪；教材順序亦可根據地方需要或教學便利而有變更。

(4) 本書每冊之末附有實驗與實習若干則，內容超過一學期所能做完的教材，以便教師有所選擇。

(5)多數實驗與實習決非一小時內可以做完；有需數小時始能做完的；有須每日觀察至一定期間的；有須長期工作至數月之久的。如發芽實驗，需時十餘日，養蠶實習需時數十日，氣象觀測實習則每日行之，分地種植作物或管理苗圃則需數個月的時間。教師於開學前即須斟酌地方情形及學校設備的多寡，以規劃學生的實驗與實習工作，以免臨渴掘井之苦。第一冊實驗與實習內的練習三十，第二冊的練習十，第三冊的練習二十一，第四冊的練習六，第五冊的練習一，尤須及早規劃。如學校農場狹小，不敷分配與學生作實習之用，則須向附近農家租用，由學生農田實習的收入內撥付租金。

(6)本書於每章之末以及一部份的練習後面，附有問題若干則，以便學生溫習及討論之用。教員除於書中所列問題外，仍須根據地方情形及補充教材，提出其他具體問題，以供討論與研究之用。

(7)本書每冊之末附有中西名稱對照表，以備教師及學生檢查之用；書內專門名稱，俱附英文或拉丁原名，以使教師參考西文書籍時有所依據。

(8)本書於每冊之末，附有參考書若干種，以便教師及學生參考之用。

(9)本書雖為師範學校而編，但農業職業學校，普通中學的

農業勞作科，以及簡易師範學校，俱可採爲教本之用。又鄉村小學教師，農民教育館職員，各縣農事指導員，從事鄉村改進的工作人員，以及受過相當教育的農民，均可採取此書爲參考之用。

(10) 本書採用標準度量衡制，舉凡斗、升、尺、寸、斤、畝等名稱，除特別標明者外，均指市制而言。書中有引證外國實例的，則仍保持其本國的度量衡制，以免混亂。

(11) 本書第一冊的內容，經薛萬鵬、王作薪、賴毓燾三位先生校正或補充之處甚多；又本書於付印前得熊鵬君幫同整理并覆閱全部材料，均此誌謝。

(12) 本書倉卒付印，遺漏或錯誤勢所難免，尙希用此書者隨時指正。

童潤之
劉同圻同識

目 錄

第一編 植物的構造及生理.....	1
1. 植物與農業.....	1
2. 植物的類別.....	1
第一章 植物各部組織的基本單位 細胞與組織.....	3
3. 細胞.....	3
4. 組織.....	4
第二章 植物各部的形態與構造(一).....根、莖、葉.....	7
5. 根.....	7
6. 莖.....	9
7. 葉.....	11
第三章 植物各部的形態與構造(二)花、果實、 與種子.....	15
8. 花.....	15
9. 果實.....	17
10. 種子.....	17
11. 植物的營養體繁殖.....	18
第四章 植物如何生長.....	20
12. 生長的因素.....	20
13. 生長的程序.....	21
14. 細胞分裂與植物生長.....	22
15. 植物生長的動向.....	23
第五章 植物如何吸收與輸送養分.....	25
16. 滲透作用.....	25

17. 根的滲透作用.....	25
18. 運輸作用.....	28
第六章 植物如何製造與貯藏食物	30
19. 製造所需的原料.....	30
20. 製造所需的工廠與機器.....	30
21. 製造所需的動能.....	31
22. 光合作用.....	32
23. 植物如何貯藏食物.....	32
第七章 植物如何呼吸與蒸騰.....	35
24. 呼吸作用與光合作用的不同.....	35
25. 呼吸作用的重要.....	36
26. 植物呼吸的孔道.....	36
27. 蒸騰作用.....	37
第二編 土壤.....	39
第八章 土壤的成因與類別.....	40
28. 土壤的成因.....	41
29. 土壤的類別.....	43
第九章 土壤的物理組織與結構.....	45
30. 土壤組織.....	45
31. 土壤的種類與性質.....	46
32. 土壤組織與保水力.....	47
33. 土壤結構.....	48
34. 土壤結構的變更.....	49
35. 土壤的比重.....	50
第十章 土壤中的水分.....	52
36. 土壤水的來源.....	52

37. 土壤水量的變更	52
38. 土壤水的分類	52
39. 土壤水量的多寡	55
40. 土壤水的喪失	55
第十一章 土壤中的空氣與溫度	58
41. 土壤何以需要空氣	58
42. 土壤空氣的成分	58
43. 土壤空氣的容量	58
44. 土壤空氣的自然變換	59
45. 土壤溫度的重要	59
46. 調節土壤溫度的三大原則	59
第十二章 土壤中的植物養分	62
47. 植物養分中的三大要素	62
48. 可用與不可用的養分	62
49. 如何增加植物養分的可用性	62
50. 植物需要多少養分	63
51. 土壤中含有多少植物養分	64
52. 如何補充養分的不足	65
第十三章 土壤中的微生物	66
53. 土壤生物的類別	66
54. 細菌	66
55. 土壤中細菌的數量與種類	67
56. 細菌如何生長	67
57. 細菌與腐植土的構成	68
58. 細菌與氮的供給	69
第十四章 特殊土壤問題——鹼性土與酸性土	72
59. 鹼性土	72
60. 酸性土	74

第三編 肥料	77
61. 肥料的分類	77
第十五章 人糞尿	78
62. 成分與產量	78
63. 人糞尿的處理	79
64. 人糞尿的施用	80
第十六章 厩肥及其他動物質肥料	83
65. 家畜糞尿的成分	83
66. 厩肥的成分與產量	84
67. 厩肥的處理	85
68. 厩肥的功效與施用	86
69. 其他動物質肥料	87
第十七章 堆肥及其他混合肥料	88
70. 堆肥的製造	88
71. 堆肥的成分及效用	89
72. 堆肥的施用	89
73. 其他混合肥料	90
第十八章 綠肥及其他植物質肥料	92
74. 綠肥的功效	92
75. 綠肥植物的成分	93
76. 綠肥的施用	94
77. 其他植物質肥料	95
第十九章 礦物質肥料(一)	97
78. 來源	97
79. 氮質肥料	98
80. 磷質肥料	100

第二十章 礦物質肥料(二)..... 102

81. 鉀質肥料.....102

82. 和合人造肥料.....102

83. 間接肥料.....104

第四編 植物的病害.....107**第二十一章 植物病害的意義和重要**..... 107

84. 植物病害的意義.....107

85. 植物病害的重要.....107

第二十二章 植物病害的原因和傳染方法..... 112

86. 植物病害的原因.....112

87. 病害的傳染方法.....117

第二十三章 植物病害的防治方法(一)..... 120

88. 拒病.....120

89. 除病.....123

第二十四章 植物病害的防治方法(二)..... 125

90. 保護.....125

91. 抗病及免疫.....127

第二十五章 穀類的重要病害..... 129

92. 稻作的重要病害.....129

93. 麥類的病害.....131

94. 雜穀類的病害.....137

第二十六章 果樹及桑棉的重要病害..... 139

95. 果樹的重要病害.....139

96. 桑樹的病害.....142

97. 棉作的病害.....	143
第五編 植物的蟲害.....	147
第二十七章 植物害蟲的種類、重要、變態與習性.....	147
98. 昆蟲的種類.....	147
99. 昆蟲的重要.....	147
100. 昆蟲的變態.....	149
101. 昆蟲的習性.....	149
第二十八章 昆蟲的形態及生理.....	152
102. 昆蟲的外部形態.....	152
103. 昆蟲的內部形態及其生理.....	153
104. 感覺與運動.....	155
第二十九章 害蟲的防除法(一).....	157
105. 防除以前的準備.....	157
106. 農業的防治法.....	157
107. 人工器械的防除法.....	158
108. 生物的驅除法.....	159
第三十章 害蟲的防除法(二).....	161
109. 化學的驅除法.....	161
第三十一章 普通作物的害蟲.....	165
110. 飛蝗.....	165
111. 螟蟲.....	166
112. 浮塵子.....	168
113. 甲頭蟲.....	169
114. 夜盜蟲.....	170
第三十二章 特種作物的害蟲.....	172

115. 紅鈴蟲.....	172
116. 金鋼鑽.....	173
117. 桑天牛.....	174
118. 桑尺蠖.....	175
119. 桑蟻及其他害蟲.....	176
120. 茶樹害蟲.....	177
第三十三章 果樹與蔬菜害蟲.....	179
121. 果樹害蟲.....	179
122. 蔬菜害蟲.....	181
第六編 氣象.....	187
第三十四章 氣象學的普通原理.....	188
123. 大氣的現象.....	188
124. 氣壓.....	188
125. 氣溫.....	189
126. 溫度與降水.....	191
127. 大氣的流動.....	194
第三十五章 氣象與農業的關係.....	197
128. 氣候與農業.....	197
129. 溫度與農業.....	197
130. 地溫.....	198
131. 雨量與農業.....	199
132. 日光與農業.....	199
133. 風與農業.....	200
第三十六章 如何適應氣象.....	202
134. 天氣預報.....	202
135. 如何預防霜害與凍害.....	202
136. 如何調節溫度.....	203

137. 如何適應風暴.....	204
138. 如何適應水旱.....	204
第三十七章 我國的節令.....	206
139. 二十四氣節七十二候.....	206
140. 勸用陽曆歌.....	208
第三十八章 我國的氣候與農作.....	210
141. 氣候區域及其農業.....	210
142. 季候風與我國農業.....	212
143. 大旱與大水.....	213

第一冊實驗與實習

植物生理實驗與實習.....	217
練習一 植物細胞的察視.....	217
練習二 根、莖、葉內部組織的觀察.....	218
練習三 花之各部份的研究.....	219
練習四 種子蕃殖的研究.....	220
練習五 植物生長的開始.....	221
練習六 植物如何吸收食物.....	223
練習七 植物的蒸騰作用.....	225
土壤實驗與實習.....	226
練習八 檢閱各種土壤的重要物理性狀.....	226

練習九 利用離心力的土粒分析法	227
練習十 土壤真假比重的測定及其空隙的計算....	229
練習十一 測驗各種土壤微管水的上升率.....	231
練習十二 測驗土壤的酸性與鹼性法.....	232
肥料實驗與實習.....	235
練習十三 生理實驗法.....	235
練習十四 土壤之肥料三要素檢定法	237
練習十五 肥料之有害物質鑑定法.....	239
練習十六 試驗肥料的酸性與鹼性.....	241
練習十七 肥料價值計算法.....	242
病蟲害實驗與實習.....	243
練習十八 田間觀察與採集.....	243
練習十九 病原菌的觀察.....	245
練習二十 冷水溫湯浸種法的實習.....	246
練習二十一 波爾多液的調製及使用法.....	248
練習二十二 穀類病害的認識.....	249
練習二十三 果樹及桑棉等重要病害的認識.....	250
練習二十四 昆蟲外部形態的觀察.....	251
練習二十五 昆蟲口器的觀察.....	253
練習二十六 昆蟲的採集及製作.....	254

練習二十七 除蟲菊石油乳劑的製法.....	256
練習二十八 毒餌的製法.....	258
氣象觀測與實習.....	259
練習二十九 測候用具的使用.....	259
練習三十 觀測本地氣候.....	261
練習三十一 氣候與農業的關係.....	264
附錄.....	267
附錄一 本冊參考書.....	267
附錄二 中西名稱對照表.....	270

師範學校教科書

勞作第一冊(農業)

第一編 植物的構造及生理

1. 植物與農業 農業是在土地上面經營的生產工作。生產物大體分爲兩類：一是植物及其副產；二是動物及其副產。植物是土地的直接生產物，動物是土地的間接生產物，動物的飼料大都取之於植物生產，所以農業的根本對象，還是植物，因此經營農事的人，對於植物的形態及生理，不能不有清切的認識！

2. 植物的類別 植物的構造有的簡單；有的複雜。簡單的如各種黴菌是由一個或數個細胞組織而成；複雜的如吾人常見的花木，是由無量數的細胞組成各種器官，再由各器官組織而成植物個體。植物通常依簡單至複雜而演進的順序，可分爲四大部：

第一部分是藻菌植物(Thallophytes)：此部構造最簡單，爲植物的最下層，又分爲二類：一是藻類植物(Algae)：有葉綠素，生於淡水或海水；二是菌類植物(Fungi)：無葉綠素，不能自營養料，

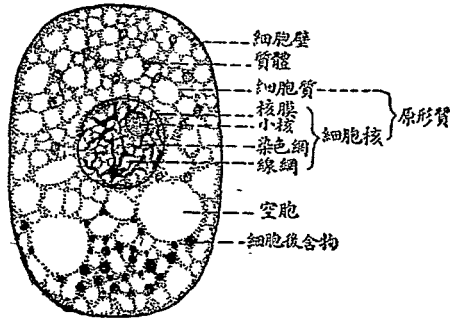


只能寄生於活的動植物身上（活物寄生）或寄生於死的有機物上（死物寄生）。第二部是苔蘚植物 (Bryophytes)：分苔植物 (Hepaticae) 與蘚植物 (Muscae) 二類，體小而生長密，為藻類植物所演進。第三部是蕨類植物 (Pteridophytes)：有維管束及葉綠素，能自營食物，但無種子。第四部是種子植物 (Spermatophytes)：又稱有花植物；由種子發生，組織完全，包括根、莖、葉、花、果實各部分，為植物界之最高等者，所以又稱為高等植物。農家所經營的作物園藝，大半屬於此類。

第一章 植物各部組織的基本單位

細胞與組織

3. 細胞(Cell) 植物的組織雖有簡單與複雜之分，但組織及生理的基本單位都是細胞。組織是由多數構造相同功用相同的細胞聯合而成；合數組織而成一器官，合數器官而成一植物體。植物雖有許多形狀不同，性質各異的細胞組織而成，但各種細胞的本身結構則差不多。細胞的最外面有一層含保護功用的膜壁，

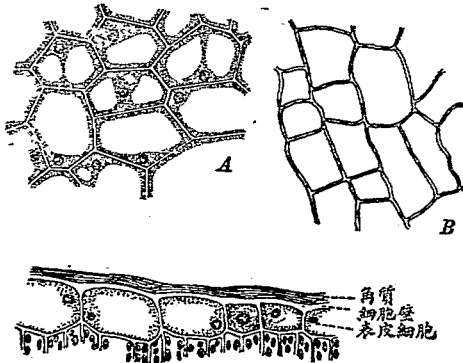


第一圖 模式細胞的構造

稱為細胞壁 (Cell wall)；次為一層薄膜，稱細胞質膜 (Plasma membrane)；再次為半透明而能流動的物質如蛋白狀的，稱為細胞質 (Cytoplasm)；細胞質裏面有一緊密的物質，稱為細胞核 (Nucleus)；核內往往有核仁 (Nucleolus)，並有染色質 (Chromatin)。多數細胞又有許多質體 (Chromatophore or plastids)，是一羣較

細胞核爲小的物體；通常分爲三種：一綠色，二白色，三其他，如紅、褐等色。葉之所以爲綠；花果之所以爲紅、黃、褐等色，就是因爲細胞內有色質的緣故。長成的細胞內又含有空胞(Vacuole)佔據細胞中央的大部分；空胞內充滿溶液，稱爲細胞液(Cell sap)。細胞液中含有各種養分。細胞膜以內的各部分，除細胞液外，皆由原形質(Protoplasm)組成；原形質是有生命的物質，爲植物的生命之源。植物的生長即賴細胞的擴大或分裂；細胞數量增加，則植物生長；大部的細胞死亡，則植物之全體或一部亦即死亡。

4. 組織 (Tissue) 組織是由同形體同機能的細胞密切聯合而成；動植物的各器官，俱由許多組織聯合而成。植物的根、莖、



第二圖 保護組織的細胞

A. 葉面的表皮細胞。 B. 馬兜鈴莖裏的木栓細胞。

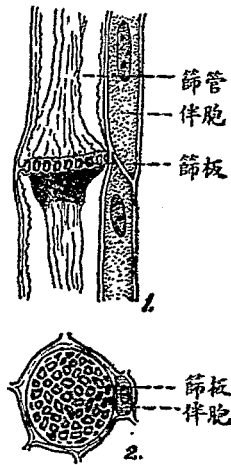
上圖是正面，下圖是橫切面。

葉、芽、花、果實、種子，各有若干的組織組成，分營各種不同的功

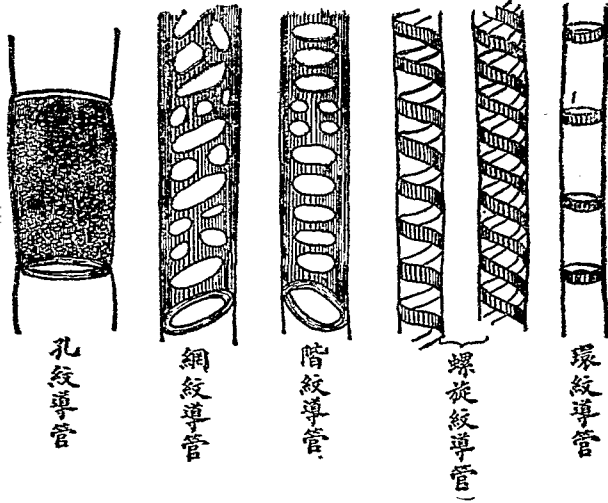
用；如水分的吸收，澱粉與糖分的製造，食物等貯藏等功用，皆有各種特殊的組織擔任。按着組織的功用分類，可得以下幾種：

(1)生長組織 (Meristems) 如植物根端，枝端，及根莖的形成層；(2)保護組織 (Protective tissue) 包括各部的表皮組織 (Epidermis) 及樹皮中之木栓組織 (Cork tissue)；(3)機械組織 (Mechanical tissue) 包括莖中的厚角組織 (Collenchyma)、厚膜組織 (Sclerenchyma) 及堅韌不易摧折的韌皮纖維 (Bast fibre) 和木質纖維 (Wood fibre)；(4)輸導組織 (Transporting tissues) 其最主要的為根、莖、葉中的維管束 (Vascular bundles)。

維管束中有導管 (Tracheids) 以輸送水分及礦物鹽類，有篩管 (Sieve tubes) 以輸送蛋白質；(5)營養組織 (Nutritive tissues) 為綠色細胞所組成，營製造食物的功用，如綠葉和嫩莖中的綠色組織 (Chlorenchyma)；(6)儲藏組織 (Storage tissues) 由薄壁細胞所組成以儲藏水分及食料，如種子、根、莖內可儲藏的薄壁組織 (Parenchyma) 等是也。



第三圖 運輸食物的細胞。
1.縱切面，2.橫切面。



第四圖 各種運輸水分的細胞。

問 題

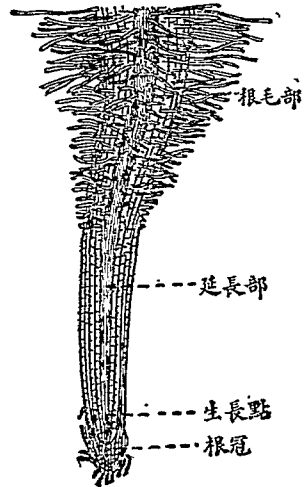
- (1)植物的四大類何名?其主要的分別何在?
- (2)試述細胞的構造及細胞各部的功用。
- (3)組織與細胞的區別何在?
- (4)簡述各類組織的功用。
- (5)植物學何以是農學的基本科學之一? 試列舉其他與農業有關係的學科。
- (6)農業的定義為何?試參考各書而作一簡明定義。

第二章 植物各部的形態與構造

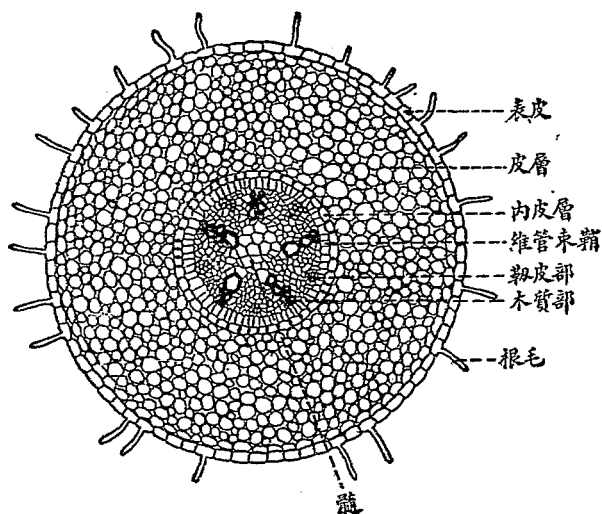
(一)……根、莖、葉

高等植物的形態，大別分爲六部，就是根、莖、葉、花、果實與種子。前三者是營養的器官，後三者是繁殖的器官。他們各有特殊的構造和專門的功用；我們想要研究牠們的生理，就非要先明瞭牠們的構造不可。現先略述根、莖、葉的構造於下：

5. 根 根的主要功用是吸收土壤中的水分及溶解於水中的礦物鹽類。這種吸收作用，只有根的幼嫩部分纔能做到，所以根最重要的部分是根尖。如將新自土中小心掘出的根，把泥土輕輕洗淨後，就可以看見許多白色的根尖。將這種根尖用切片機切一極薄的縱切面，用顯微鏡觀察之，則可看見下列四部：(1)根冠 (Root cap) 在根的尖端，爲柔嫩的薄膜細胞所組成以保護後端的組織；(2)生長點 (Growing point) 爲一羣排列甚密的分生細胞所組成，根即賴此生長；(3)延長部在



第五圖 根尖的構造。

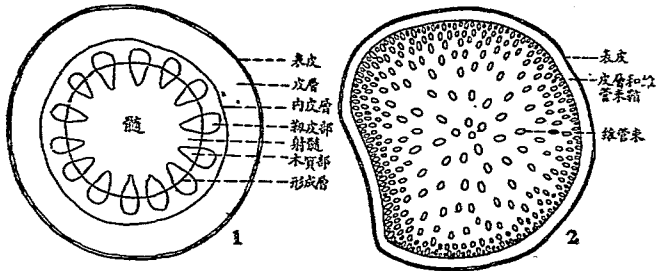


第六圖 雙子葉植物根的橫切面。

生長點之後，凡生長點所分裂成的細胞，都在此處擴大及延長；
 (4) 根毛部，是在延長部之後，表面滿生纖細白嫩的根毛 (Root hairs)。根毛長短不一，但大多很纖短，約一分左右，係由表皮細胞的一部向外伸出而成，牠的細胞壁很薄，裏面還有一層原形質膜浸在土粒間的水液內，能發生一種物理作用，名『滲透作用』 (Osmosis)，以吸收土粒間的水分及所溶解的鹽類而輸入於根內，經過薄壁細胞所組成的皮層 (Cortex) 而滲透入中部維管束內的導管，然後上升入莖。

(Internode)，葉及芽皆自節上生出。莖可分草本與木本兩類；草本莖質軟而不含木質，如稻、麥、豌豆等；木本莖質堅，而含木質，如各種灌木與喬木。

莖的構造(參閱第三圖) 自外至內可分四部：(1)表皮，表皮細胞的外胞膜，有角質層，以保護莖內的水分使不蒸騰，亦有氣孔以通空氣；(2)皮層(Cortex)，大都由數層薄壁細胞所組成；(3)維管束，維管束在皮層以內，在雙子葉植物如向日葵、大豆、桃裏面許多維管束排成一個圓輪。每一個維管束的構造，由三部組



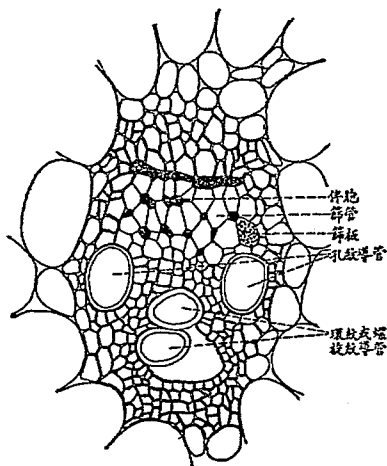
第八圖 雙子葉和單子葉植物莖的橫切面，示維管束的排列。

1. 雙子葉植物。 2. 單子葉植物。

織而成；外部是韌皮部(Phloem)，內部是木質部(Xylem)，中間是形成層(Cambium layer)。在單子葉植物，如玉蜀黍的莖裏面，則許多維管束不排成一圓輪，而係無規則的散布於薄壁組織之中。每一維管束中亦僅有韌皮與木質兩部，而無形成層，所以單子

葉植物的莖的直徑都不能增大，韌皮部中主要的組織，叫做篩管 (Sieve tubes)。篩管是由許多細胞質及細胞核的管形細胞所成，細胞上下相接的隔膜穿有多數小孔，其形如篩，所以叫篩管。篩管的功用，是運輸蛋白質。木質部主要的組織，是導管與管胞。松柏等裸子植物祇有管胞，而無導管；被子植物，則導管極為發達。

導管是由許多長管狀細胞上下相通連而成，管內亦無細胞質與細胞核以便運輸水分。導管的細胞壁多層厚而現環紋、孔紋、或螺旋紋，使管可以堅固，形成層是由幾層緊密長方形充滿原生質的細胞組織而成。此層是生長組織，其細胞分裂時外面成韌皮部新

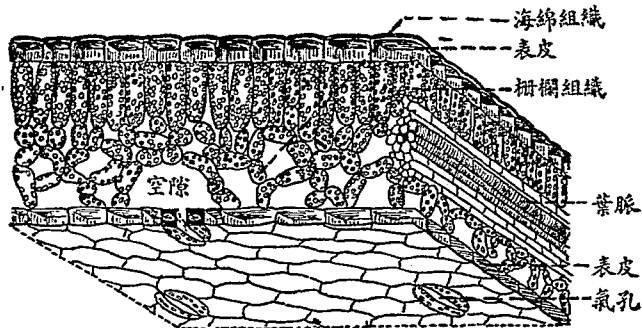


第九圖 單子葉植物的維管束。
(玉蜀黍)

細胞，內面成木質部的新細胞，兩部中間為形成層。(4)髓(Pith)佔莖的中心部分，是由較大的薄壁細胞組織而成。其功用為儲藏水分及醣類，並有導水的功用，惟甚遲緩。

7. 葉 葉的外部形態可分為三部：綠色扁平的部分叫做葉

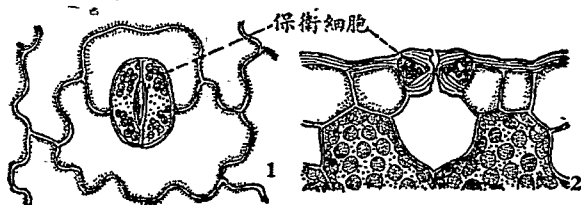
片，支持葉片的柄叫做葉柄，葉柄的下面常有二綠色小片，叫做托葉。如杏梅的葉三部具備，稱為完全葉；黃瓜、紫蘇則僅有葉片及葉柄，無托葉，稱為不完全葉；禾本科的植物如稻、麥、玉蜀黍的葉柄，抱合在莖上稱為葉鞘。葉片上滿佈粗細不均的條紋，叫做葉脈，葉脈有網脈和平行脈兩種。葉的形狀大小等，差別很大，



第十圖 葉的切面。

然而內部構造，大致相同，顏色多為綠色，這是因葉的功用均為吸收日光而營光合作用的緣故。

葉的構造 我們若用切片刀，切一極薄之葉的切面，放在顯微鏡下觀察，就可看到葉的構造；上下面的最外層均為表皮，由扁平的細胞組織而成；散佈於表皮之間，有許多通氣的小孔叫做氣孔 (Stomata)。氣孔的數目，上表皮少而下表皮多。氣孔是一狹長的裂縫，介於兩個半月形的保衛細胞 (Guard cells) 之間，



第十一圖 氣孔。

1. 氣孔的表面。 2. 氣孔的切面。

葉中水多的時候，保衛細胞吸收水分而膨脹，向兩面的屈度加增，氣孔於是放大，而蒸騰加快；葉中水分缺乏的時候，則保衛細胞收縮而伸直，於是氣孔縮小，水分蒸騰亦遲緩。兩層表皮之內是綠色組織，係由許多含有葉綠粒(Chloroplasts)的綠色細胞駢列而成，此種組織的功用，是製造食物。綠色細胞，普通排列為二層；上層緊密，駢列如柵欄狀，稱為柵欄組織；下列排列很鬆，空隙很多，稱為海綿組織。下層的排列對於空氣及二氧化碳之透入，極為便利。微細的葉脈，遍佈於綠色組織之間，以便於水分及養料的運輸。

問 題

- (1) 說明根尖的構造及其各部的功用。
- (2) 根毛如何構成？根毛的大小是否與植物本體的大小成正比？

-
- (3) 單子葉植物與雙子葉植物的莖有何區別？
 - (4) 詳述維管束的構造及其各部的功用。
 - (5) 何謂完全葉與不完全葉？葉脈分為那兩種？
 - (6) 詳述氣孔的構造及其功用。
 - (7) 何謂柵欄組織與海綿組織？

第三章 植物各部的形態與構造

(二)……花、果實、與種子

種子植物除上章所述根、莖、葉三種營養器官以外，還有花、果實、與種子三種繁殖器官來做繁殖的工作。花的功用是專用傳粉作用 (Pollination) 及受精作用 (Fertilization)；果實的功用是利用牠的本身各種不同的構造，來散佈種子；種子的功用是在散佈的時期內，可以長久保持牠的生機，以便得到適宜的環境時，然後發為一株新的植物，現在把牠們的構造摘要的簡述於下：

8. 花 花的形態與構造差異極大，惟我們普通所看見美麗的花係由下列四部構成：(1)花萼 (Calyx) 在花的最外輪，由數綠色小片所成。(2)花冠 (Corolla) 在花的第二輪，由數片較大而顏色鮮美的花瓣 (Petal) 集合而成，花冠花萼總稱花被 (Perianth)。花冠之內是(3)小蕊 (俗稱雄蕊 Stamen)，小蕊之數多寡不定，惟常排列為一輪或二輪。每小蕊有一細長的花絲，絲的頂端有一囊形的花藥，內有黃粉叫做花粉粒。(4)大蕊 (俗稱雌蕊 Pistil) 在花的中央部，大蕊的頂端叫柱頭，往往膨大或分為數枝，柱頭下面細長的部份稱為花柱，下面的膨大部份叫做子房。子房大都為圓形，如杏、梅等；有的頗長如蠶蠶，豆等。大蕊的構造，有單複之別；單大蕊的子房是一片綠色葉狀物名叫心皮 (Carpel)；複大

的子房，全部開始發育，子房發達而成果實，胚珠成果實中的種子，卵細胞成種子中的胚，而胚乳細胞成種子中的胚乳。

9. 果實 卵細胞受精後，花之其他部分通常均枯萎脫落；惟子房則發育而成果實，所以果實的構造與形態，大概視其所自生成的子房而定，大別可分為二類：一曰乾果如豌豆的莢，罌粟的蒴果等；一曰肉果如葡萄、桃、梨、蘋果等。肉果又可分為數類：(1)漿果(Berry)例如葡萄，其子房通體柔軟多汁；(2)核果(Drupe)例如桃、梅、杏、李，其子房的外層柔軟可食，而內層堅固成核以保護種子；(3)梨果(Pome)例如梨、蘋果等。果實大都有特殊的構造，來適應環境以散佈種子，例如(1)鳳仙花的種子，利用果實本身的彈力；(2)海島邊的椰子，利用厚而輕軟的外殼來漂浮海面，而散佈到別的海島上去(在淡水裏漂流的例如蓮)；(3)鬼針草有銳刺，利用動物攜帶；(4)桃、杏、葡萄等果外有美色，內有甜漿，以引誘鳥類啄食，而遺棄其種子於別處。

10. 種子 成熟種子的構造，可分為三部：(1)種皮(Seed coat)，(2)胚(Embryo)，(3)胚乳(Endosperm)。胚為一尙未發育的細小植物，有子葉胚莖及胚芽。胚莖之下端，為生根的基本組織。雙子葉植物的種子，有子葉二枚；單子葉植物的種子則僅有一枚。子葉的厚薄相差很大，有薄如膜的，如蓖麻子、柿子等；有肥厚似半球形的，如胡桃、蠶豆等。子葉薄的種子大多有豐厚的

胚乳，以供給萌發時所需的養料，這類就叫有胚乳種子；子葉肥厚的種子，大都無胚乳，因胚乳內的養料在種子未成熟前，已全部被子葉所吸收，而胚乳亦消耗殆盡，這類就叫無胚乳種子。

11. 植物的營養體繁殖 植物除種子外，其他的營養部份，即根、莖、葉、芽，大都是可以做繁殖用的。例如甘藷的栽種是用塊根；馬鈴薯用塊莖；竹用地下莖；秋海棠及落地生根（*Bryophyllum* 屬景天科）是可以利用葉來繁殖的。許多植物可用莖的一小段，用扦插法或接枝法繁殖；許多果樹並可用接芽法來繁殖，農業上用營養體來繁殖有兩種顯著的利益：（1）可以縮短栽種時期；（2）可保持優良變種；如許多優美果品，起初為普通果樹上一變種的枝或芽。此種優點，各經種子種植，多易失去；故園藝家用接枝法或接芽法來繁殖果木，以產生大量的佳果。

問 題

- （1）傳粉作用與受精作用有何不同？
- （2）完全花的各部，各有何功用？
- （3）雌蕊與雄蕊長短的比較，對於花的傳粉與受精作用有何關係？
- （4）詳述子房及胚的構造。
- （5）果實如何分類？果實如何利用其特殊的構造而達到其

傳播或蕃殖的目的？

(6) 成熟的種子其構造分爲那幾部？

(7) 何謂有胚乳種子與無胚乳種子？其子葉有何不同？

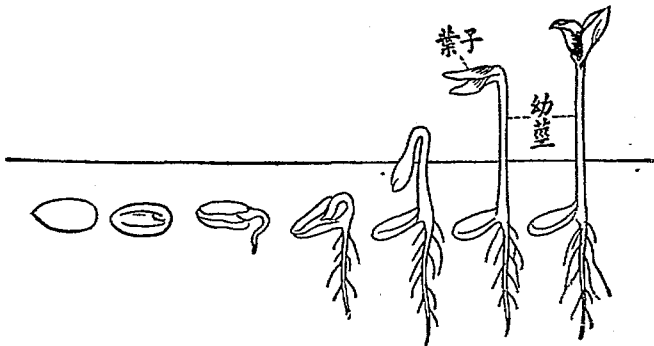
(8) 植物除藉種子蕃殖外，尙有其他蕃殖方法否？藉植物本身的營養體以司蕃殖，有何利益？

第四章 植物如何生長

12. 生長的要素 植物生長的條件是：(1)土壤中的水；(2)溶解於水中的礦物質；(3)空氣中的氧與二氧化碳；(4)為製造食物用的日光；以及(5)適宜的溫度。土中的水分經根吸入，由導管傳至植物的各部。植物體內大部分是水分。化學家曾經化驗菽草的種子，乾後仍含水分百分之六·四；乾的黃豆含百分之一二·五；蘋果的青枝含水分百分之五〇；山芋含百分之八〇；菽草的頂部含百分之八五。水分既佔植物各部組織的大部，可見其對於植物生長關係的重要。如將植物的莖、葉、根等部燒成灰，用化學方法分析，則可得氮、硫、磷、鉀、鈣、鎂、鐵等礦物質。這些礦物質的化合物在土中經水溶解後被吸入植物中而構成植物的各部。氧對於植物生命的關係，正與動物的關係同。根部呼吸作用所需的氧，係根部由土壤中吸收；地上部呼吸所需的氧，則係由莖葉的氣孔內透入而被植物的各細胞所吸收；故土壤中的水分如過多，空氣缺乏，植物往往因此枯黃而死，空氣中如缺乏氧，則植物亦必因呼吸作用停止而死。二氧化碳與日光為同化作用的基本要素，植物雖因呼吸作用吐出二氧化碳，但同時則由氣孔吸收空氣中二氧化碳，藉日光的能力，在葉的綠色細胞內製造食物。又適宜的溫度亦為植物生長的必要條件；過冷與過熱俱不相宜。

各種植物需要不同的溫度；麥宜於較低的溫度，但棉與稻則需較高的溫度。

13. 生長的程序 動植物的生長俱可分為三個時期，一是發育時期；二是長大時期；三是成熟時期。發育時期的情形，可從種子發芽中看出。種子發芽需要水、空氣、與適宜的溫度，並須經過七個步驟：(1)種子因水的吸收而特別膨大；(2)種皮破裂；(3)種子內所藏食物開始消化；(4)胚莖的一端漸向外生，出種皮後即表現屈地性向下生長而成爲根；(5)根穩固後，胚莖乃向上生長，但因仍緊緊繫於種子，故成一環曲形態，漸漸破土而出；(6)子葉和胚芽等見日光後即生葉綠素而自營食物，此時種子內原有儲藏的食物已消耗殆盡；(7)胚莖子葉及胚芽因吸收水分而展放至充分發達爲止，根在土中已堅定，萌芽的時期乃告完畢。萌

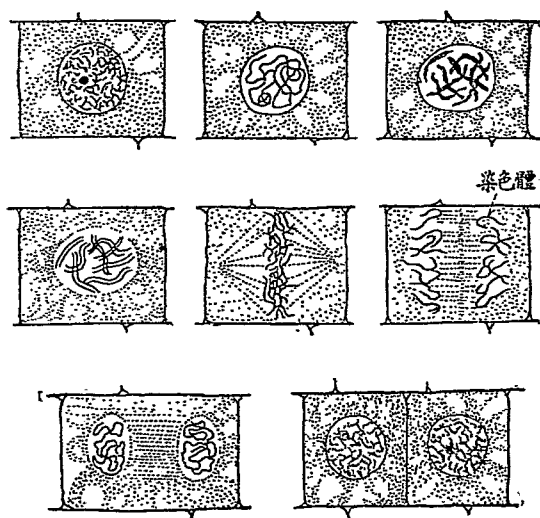


第十三圖 種子的發芽

發時期完畢後，第二個時期植物即開始長大，幼莖漸向上長，其下部不久即達成熟時期而不再長，兩節之間亦不再伸長，但上部新生的部份則繼續向上生長；如玉蜀黍莖的各節，下部節間短，上部節間長。木本植物如各種樹木的幹與枝，一面向上長，一面因形成層的活動，而使體圍的直徑加大。植物至成熟時則開花結果，是為第三期。

14. 細胞分裂與植物生長 植物自發育以至成熟，體積逐漸增大，新器官時時發生，生長的方法是細胞分裂。植物成熟以後，其體積雖不增大，但新陳代謝的作用，無時停止，這種作用亦由於細胞分裂。因為植物的全部組織，即由多數細胞集合構成，每一個細胞，外有細胞膜，內含細胞質，中間有一細胞核，核內還有一個或兩個細胞仁。植物體內各個細胞生長到一定限度時，即開始分裂。一細胞分裂為二。新細胞雖較原細胞為小，但不久即增大至與原細胞無異。細胞分裂始於胞內之核，核內的染色質先集成為染色體，（染色體的數目視生物的種類而異，其數可自二至二百，例如小麥細胞的染色體為十六，番茄為二十四。）次染色體縱裂為二半，每一半沿紡錘線向一端行動，而成為兩團，分居母細胞的兩極。其後每團染色體又聯合成核網與染色質；核膜與核仁亦復顯現，而成為兩個新的胞核；母細胞中央生一新胞膜，而成為兩個新細胞。此二新細胞之胞核內，其染色體的數量各與母

細胞之胞核內的數量相同。



第十四圖 細胞間接分裂的程序。

15. 植物生長的動向 植物生長的動向是適應外界各種刺激的結果。植物富於感應性，在地面以上的莖枝等部份有向光性及背地性；地下的根則有向地性及向水性。置於窗旁之盆花盆草，因向陽光方向生長，致使全身向一面傾斜。如將一幼小植物放在木盒內盒僅開一孔，使陽光射入，則不數日即可見該植物向小孔方面傾斜，或竟穿孔而出。植物的莖除有向光性外，又有背地性。城牆及懸崖上面生出的喬木，其莖受地性吸力的刺激，背其方向

而向上生長。植物的根則爲向地性，受地心吸力的刺激而向下生長，故種子發芽後無論種子在土中的位置怎樣，生出後根部總是屈轉向下生長。惟根亦有向水性，向化學物質性等，故土壤中水分及肥料充分之處，支根的生長動向即羣趨該處。

問 題

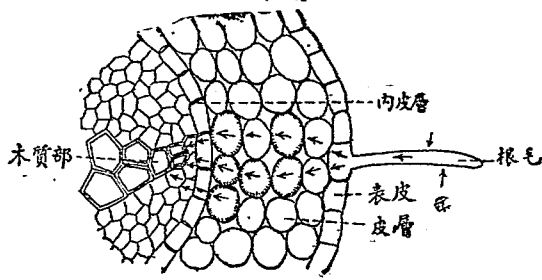
- (1) 植物生長的要素如何？種子發芽可以缺少那幾種要素？
- (2) 植物體中含些什麼礦質元素？由何處得來？
- (3) 種子發芽須經過那幾個步驟？
- (4) 繪圖以說明細胞分裂的情形？
- (5) 何謂生長的動向？如將玉蜀黍的種子倒置土中，則根部是否向上生長？
- (6) 植物生長與動物生長的條件有何異同？

第五章 植物如何吸收與輸送養分

植物製造食物所需的原料，是土中的水與礦物質及空中的二氧化碳。二氧化碳是由葉面的氣孔進入植物體中，此點前面已經說過，惟水及溶解於水中的礦物質，如何進入根部而達於植物的莖葉，此點尚待說明。

16. 滲透作用 將糖溶解於清水中，盛在一長玻璃管內，管的下端緊接一羊皮紙或豬之膀胱胞，然後將此管安置於淡水中，經數十分鐘至數小時，則見管中的溶液逐漸上升。又如將此管置於較管內溶液為淡的糖液中，則發現同樣的現象，不過管內液體上升較緩。再如盛清水於管中，將管放在糖液中，則可見管中的水向外滲透而逐漸下降，這種現象叫做滲透作用 (Osmosis)。所謂滲透作用，根據上面試驗的結果，就是一種淡的溶液與一種較濃的溶液中間如隔一半滲透性質的薄壁，則水的分子常由淡的溶液滲透薄壁而入於較濃溶液，直到兩種溶液體的濃度相等為止。其滲透之速率，則視二溶液濃淡相差之程度而定。

17. 根的滲透作用 根能吸收水分及礦物質，完全由於滲透作用。種子發芽後開始生根，根端上的許多細毛是由於根端表皮細胞向外伸出的部份而成。根毛為管狀，管內的細胞質緊附胞壁而成一層極薄的半滲透膜。細胞內細胞液的濃度較細胞外水分



第十五圖 水的吸收和運送。箭頭表示水流行方向。

的濃度為高，所以土壤中的水分因滲透作用而透入根毛內。水中雖含有礦物質而成為溶液，但此液恆較植物內的溶液為淡，所以根能將土中的液體吸入根內。但若土中溶液太濃，則植物往往因體內液體向外滲透而枯黃，所以農家最忌施肥過濃或過重，以免土中溶液太濃而生相反的作用。

植物由根所吸收的物質，除水分外，尚含有氮、硫、磷、鉀、鈣、鎂、鐵等無機鹽類。氮、硫、磷是蛋白質必需的原質，是細胞原形質必含的要素。鉀是碳水化合物造成及移運時所必需的。鎂是葉綠素的成分，鐵雖非葉綠素的成分，但無鐵則葉綠素不能造成。鈣為根葉正常發達所必需，並可消除鎂鹽過量的毒；亦為植物所不可少的物質。根之吸收土中物質，並無選擇作用，有時亦吸入有害物質，但凡植物所需要的物質，往往易於吸入，尤以水分為然。

18. 運輸作用 水分及溶液由根的外部透入內部，會集於導

管內，上升至莖，再經莖內導管輸至枝葉等部，在葉內與二氧化碳相遇，藉日光的能而發生光合作用，以造成葡萄糖，由葡萄糖再縮合成澱粉，並與氮、硫、磷等鹽類化合而成蛋白質。然後此類食物再由輸管向下輸送，並經莖內射髓(Medullary rays)，向四圍輸送，所以食物運輸的道路可說有三：一是自一細胞直接經細胞壁滲透至另一細胞。食物在葉之綠色細胞內製成後輸入鄰近的維管束內，及由維管束輸入各部的細胞內，就是用這個方法；二是根中或植物下部所儲藏的食物，於春季經射髓而入導管，再隨水液之上升而入於葉；三是維管束中的篩管，是葉中食物向下輸送的道路。

水液向上運輸的道路為維管束中的導管，這可用下法試驗之；如置草本植物的莖於一紅色水液中（可用曙紅 Eosin 的水溶液）歷數小時後將其取出，用一快刀縱切或橫切之，檢視其切面，即可見祇有維管束中的木質部（即導管所在的地位）充滿紅色，而其他各部均無。

導管一日間所輸送的水量極多，因為除了供給光合作用的原料外，還要供給葉部的蒸騰(Transpiration)之用。大樹一日間蒸騰的水量常有數噸，此大量之水的惟一來源，均係由根部經一二百尺高的莖部以運輸至樹頂的葉（如美國紅木大樹高至三百尺以上的）。水的通行既逆地心力而上，且導管甚細，復多阻力；

所以這樣大量的水經過這樣高的距離，一定需要極大的力量來推動此水流，自無疑義。究竟此水流用如何可以上升至數百尺高？推動之力量，又自何而來？這是植物生理學上極複雜而極有興味的問題，吾人現在雖未完全明瞭，然可以很簡單的知道一點。依據英國植物生理學家迪格生(Dixon)氏的學說(1930年)，植物的導管或管胞內的水，由根部莖部至葉係成許多連續不斷的『水柱』；此微細而極長的『水柱』在植物中有多種力量使之上升；在根部有滲透壓力及根壓做起點的推動力；在導管或管胞內有毛細管作用的助力；而最主要的力量，則為葉部水分蒸騰時所發生的一種向上吸引的力量；因水柱頂部的分子當蒸騰至空氣中時，即將其後面的分子向上拉引。這種分子間互相拉引的力量極大，據物理學家的推算，水之分子與分子間的內聚力(Cohesive force)有十至一百五十氣壓(10—150 Atmospheres)之大，而迪格生氏亦云樹莖中水液的內聚力至少有一百氣壓；故此種由葉部水分蒸騰而發生的一種內聚力，可使高大樹木所需的大量之水，升高二三百尺而綽綽有餘。

問 題

- (1) 何謂滲透作用？用何法試驗之？
- (2) 動物體內亦有滲透作用否？

-
- (3)施用濃厚肥汁何以與植物有害？
 - (4)土壤中的無機鹽類，各與植物本體有何關係？
 - (5)土中的養分如何運輸至體內各部？
 - (6)如何試驗植物體內的運輸作用？
 - (7)說明迪格生氏的學說。

第六章 植物如何製造與貯藏食物

植物能自土壤中及空氣中攝取原料，而自行製造食物，一面維持自己的生活；一面供給動物及人類的食物。動物則不能，牠們必須依賴植物所造成的食料或植物的本身為生，這是動植物在生活能力上的一個主要區別。植物製造食物的情形，有如工廠所採取的方法，所以植物常被喻為工廠。工廠製造物品，必須有原料，機器與動能。製造的結果除產品外，並有副產物，植物製造食物亦需要同樣的條件。並且也有產品及副產物之別。茲分別說明如下：

19. 製造所需的原料 植物製造食物所需的原料，約有三種：
(1) 水分：陸生植物由根毛從土中吸收，水生植物則因全體浸沉於水中，吸收甚易；(2) 二氧化碳：係得自燃燒及動植物的呼吸，存在於空氣中，為量極微，祇佔空氣體積萬分之三，然已足夠植物製造食物的需用。此種氣體隨空氣經葉面的氣孔擴散入葉內，而被綠色細胞所吸收。水生植物則由水中吸收溶解之二氧化碳；
(3) 無機鹽類：如鉀、鈉、鈣、鎂、鐵、銨(NH_4)等硝酸鹽，硫酸鹽或磷酸鹽等均存在於土壤中，先被水溶解，然後與水同被根毛吸入，隨水由導管輸送至枝葉各部。

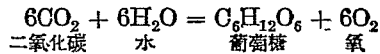
20. 製造所需的工廠與機器 植物能夠製造食物的地方，是

葉中綠色細胞內的葉綠粒(Chloroplasts)。葉綠粒由二種物質組成：一爲質體(Plastid)；一爲葉綠素(Chlorophyll)。葉綠素是含有氮、氫、氧、碳、及鎂等原質的一種色素，化學構造非常複雜。葉綠素可自葉綠粒中抽取而出。如置一綠葉於酒精中，加熱至沸度，少頃，葉綠素即溶解於酒精成一清潔綠色的溶液，葉則褪成白色。植物製造醣類時，質體及葉綠素皆爲必要，凡運用原料與製造步驟皆在葉綠粒中行之。如植物的葉爲一個工廠，則葉綠粒爲製造的機器，葉綠素則等於化學工業機器中所應用的接觸劑。

21. 製造所需的動能 工廠中必有發動機，應用電力或蒸汽推動機器方能從事工作。植物亦何嘗不然，蓋製造之初其原料如水分及二氧化碳皆爲極穩定的化學分子，必須有一種能先將此等分子分解，然後再與葉綠素化合而起一種化學變化，以造出最簡單的蟻醛(Formaldehyde H_2CO ，其反應式爲 $1. CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$ ， $2. H_2CO_3 \longrightarrow H_2CO + O_2$)。六分子的蟻醛，再經凝聚作用而化成葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)。這種能從何而來呢？我們知道綠色植物製造碳水化合物必須在日光中，若於夜間或移至暗室，則此作用完全停止。如將葉片一部份上下用木栓遮蓋，然後置於日光中則被遮蓋的部份即無澱粉的製成，視此可知製造食物的能，無疑地來自日光。蓋太陽的光線能起種種光化作用(Photochemical action)，例如使銀的鹽類分解；照片的底片起

反應；布帛的顏色淡褪等等，則生活的葉綠粒能吸收日光中的能，使二氧化碳分解而化合成食物，亦並非神奇的事。

22. 光合作用 綠色植物於日光，依照上述情形，將水與二氧化碳化合為葡萄糖，這種作用叫做光合作用(Photosynthesis)。其化合的步驟很複雜，非初等學者所能詳知，然可用簡單的化學方程式來表示其結果如下：



二
水
葡
萄
糖
+
六
氧

氧是光合作用的副產物，由氣孔排出，葡萄糖則為植物最基本的食物，葡萄糖的功用非常重要；分述如下：

(1) 葡萄糖與硝酸鹽類化合成蛋白質，多種蛋白質再互相合併，並加入硫、磷等元素而組成原形質。

(2) 植物體內各部構造 如細胞壁纖維素，木質等及體中有機物，如澱粉、油類、分泌物與生物鹼 (Calkaloids) 等，皆可由葡萄糖或由葡萄糖所造成之蛋白質略經化學變化而成。

(3) 呼吸作用：光合作用所造成的糖，大部分用於呼吸作用，以釋放得自日光的位能(Potential energy)，而供給維持生命及工作所需的能量，這種作用非常重要，另於下章詳細討論。

23. 植物如何貯藏食物 植物因光合作用所製造的糖一部份為植物各部所消耗，但一部份則變為貯藏食物，而積蓄於根、莖、果實、種子之中。儲藏植物可分三種：一是醣類，包括糖、澱粉

與半纖維素 (Semi-cellulose) 三種；二是油類與脂肪；三是蛋白質。糖是植物最重要的食物，而且儲藏甚富；甘蔗的莖，甜菜的圓錐根，儲糖最富，為吾人製糖的主要原料，餘如各種水果的果肉，花中的蜜腺，以及許多植物的根，無不貯藏糖分。糖不獨為植物的主要食物，亦為動物及人類的精美食物。澱粉由糖變成，其化學式為 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 。澱粉不能溶解於胞液，留存於植物各部內為固體狀態，常成有紋理粒狀。許多種子（如稻麥等穀類）塊根（如番薯）、塊莖（如馬鈴薯）中，均含澱粉甚富，為吾人主要的食糧。半纖維質為纖維質的變形，常成厚層，積貯於細胞壁的裏面；熱帶棕櫚植物的種子常有之，此物在植物體內頗易消化，在動物體內則不然，所以不為人所重視。

油類與脂肪亦為葡萄糖經多種化學作用變化而成。多數種子貯油極富，大豆、花生、棉子、菜子、芝麻等尤多，是人類重要食油的原料。油類與脂肪的功用，在增加體溫。其化學成分極為複雜，種類亦多，但都由碳、氫、氧三種元素化合而成。蛋白質亦為最重要的貯藏食物，常為粒狀固體，貯於植物各種細胞之內；但以貯於種子者為最多。豆類種子的蛋白質分貯於全部細胞內；穀類種子則貯於種子皮下的一層，名蛋白質層 (Aleurone layer)。

問 題

- (1) 動物能自營本身所需要的食物否?植物能否?
- (2) 植物製造食物所需的原料為何?各從何處得來?
- (3) 葉綠粒的構造如何?對於製造食物有何功效?
- (4) 說明日光對於製造食物的功用?
- (5) 糖、澱粉、與半纖維素的來源與在植物體內的處所各有何不同?
- (6) 脂肪與蛋白質如何造成?儲於何處?

第七章 植物如何呼吸與蒸騰

24. 呼吸作用與光合作用的不同 呼吸作用 (Respiration) 與光合作用正相反,前章已經說過。從前人皆以為植物葉內所吐出的氧是由於植物的呼吸作用,這種誤解直到十七世紀之末纔經荷蘭人英根豪斯(G. Ingenhousz)氏糾正。植物的呼吸作用與動物的呼吸作用完全相同;係由葉的氣孔或莖枝的皮孔,吸入氧而吐出二氧化碳,適與光合作用相反。光合作用是由水與二氧化碳化合而成糖與氧,呼吸作用是由氧與糖化合而成二氧化碳與水,其化學方程式,適為光合作用的倒寫: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$,下表是這兩種作用分別的對照:

<u>呼吸作用</u>	<u>光合作用</u>
(1) 動植物都有此種作用。	(1) 惟有綠色植物有之。
(2) 白日與夜間都有此作用。	(2) 惟在日光中纔有此作用。
(3) 凡體內有生命的原形質都 有此作用。	(3) 祇葉綠粒能行之。
(4) 消耗養料。	(4) 製造養分。
(5) 吸收氧。	(5) 吐出氧。
(6) 吐出二氧化碳。	(6) 吸收二氧化碳。
(7) 化糖為水和二氧化碳。	(7) 化水及二氧化碳為糖。

- (8)減輕植物的體重。 (8)增加植物的體重。
 (9)發放能量以供各部細胞的工作。 (9)儲藏能量為動植物所有能量之來源。

25. 呼吸作用的重要 動植物生活中最大的需要是氧。植物雖能自營食物，但食物不能直接發生熱與能，必須藉著呼吸，經過氧化後始發生能量。有能量纔有工作，有工作纔能生長。呼吸作用實為一種有節制的遲緩的燃燒作用。食物中的碳質與自空氣中所吸收的氧化合，而成二氧化碳；同時發出能量，以供各細胞原形質的工作。工廠裏的煤經燃燒後即生熱，熱變成能量，以推動機器做工，在生物體中亦是如此。食物好比是煤氧，與食物中的碳化合（氧化）就與煤燃燒一樣。細胞得此能量而工作，與機器的做工一樣。細胞之能生長、分裂、活動，以及表現其他有關生活的種種現象，無不藉呼吸作用所發放的能；由此可知呼吸作用，對於植物生活的重要，完全與動物相同。

26. 植物呼吸的孔道 高等動物及人類都具有特殊的呼吸器官，下等動物與一般的植物則沒有此種特別的器官。植物體內各細胞的原形質，都能營呼吸作用。氧至細胞內開始行破壞作用，而發放能量，破壞的部份，由新的食物及水來補充。物質經燃燒或破壞後，餘剩的廢物如二氧化碳與水分之類，則由氣孔被排出於植物體外。

植物所需的氧大半由葉及嫩莖上的氣孔吸入。老莖則有皮孔及裂隙，以通空氣，但幼根、花、果實、種子亦都能呼吸。棉株生於過溼的土中，往往因土中缺乏空氣而窒息，摘下的水果如藏於空氣不流通的室內，必易腐壞；又如置種子於閉塞的瓶內，僅有水分與適當的溫度，終必因缺乏氧而停止萌發；又如於水面上澆油一層以阻塞空氣，則浸在水中的種子萌發異常遲緩；反之，如水面上無油，則萌發迅速。

27. 蒸騰作用 植物體中的水分被蒸騰而散於空氣，這種作用叫做蒸騰作用(Transpiration)。植物葉部的細胞內充滿水分，同時又暴露於氣道的空氣中，氣道又經氣孔而與外界的大氣相連，所以向空氣中蒸騰，乃是一種必然的現象。蒸騰作用的速率是與空氣中的溫度、濕度、風速等有密切關係。如欲試驗蒸騰作用可取一盆多葉的植物置於一清潔而乾燥的玻璃罩之下，數小時後即可見玻璃罩內壁佈滿水滴。

植物蒸騰作用的功用有二：一是調劑體溫。暑天烈日之下，如無蒸騰作用，則植物必因體溫過高而枯死。蒸騰可以減低體溫以禦烈日的高熱。二是促進礦物質的輸送。植物維管束內的水，必須上升不息方可將礦物質繼續不斷的輸送至於葉部。蒸騰愈快，則水的上升愈快，而礦物質的輸送亦愈速。不過水的蒸騰雖與植物有益，但蒸騰過甚，以致高過土中所能吸收的水量，則植

物必受大害。通常植物的蒸騰量頗大，玉蜀黍必須蒸騰三百公斤的水，始能得着一公斤的生長；麥則每增一公斤的重量，須蒸騰五百公斤的水；溫室中的植物每一平方公尺的葉面，於二十四小時內約失十分之七公斤的水，每季失水的總量，約一百零八公斤。作物經久旱必死，就是因為蒸騰作用的關係。

問 題

- (1) 植物與動物的呼吸作用有何異同？
- (2) 光合作用與呼吸作用有何區別？
- (3) 光合作用夜間停止；呼吸作用亦有時停止否？
- (4) 植物的呼吸作用對於植物生命有何關係？
- (5) 植物呼吸的孔道除葉面的氣孔外，尚有其他處所否？
- (6) 蒸騰作用對於植物本身的生長有何利弊？
- (7) 試舉例說明植物蒸騰的水量甚大。
- (8) 葉面的大小對於蒸騰量有無關係？

第二編 土壤

土壤是地球表面上的疏鬆部分，植物生長在上面可以吸收水分及養料，以維持生命。沒有土壤，就沒有農業，也沒有人類，所以土壤不獨是農業的根本，而且是人類財富之源。土地的佔有與爭奪，是人類歷史中最早亦是最長久的事實。不過土壤有肥瘠之分：肥土最宜栽培，但如管理不善，亦易變成不可耕的土地；瘠土為農家所最忌，但如用適當的方法加以改良，亦可變成可耕之地。土壤的肥瘠程度固可決定牠在農業經營上價值的高低，但管理與使用方法的好壞，亦可增加或減低土壤的農業價值。凡經營農事的人，必先明瞭土壤的各種性質，始知如何耕作。本編的目的，即在使學者能了解土壤的各種性質，及其對於植物栽培的種種關係。

第八章 土壤的成因與類別

土壤的組織，異常複雜，其來源頗難決定。土粒是由岩石經過多次的分解而成，內容都是礦物質，但許多土壤中亦含有有機物質，即動植物的腐爛部份。礦物質的種類很多，構成土粒的礦物質，大抵有下列數種：(一)長石 (Feldspars, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$) 佔地面土壤成分百分之四十八；(二)石英 (Quartz, SiO_2) 佔百分之三十五；(三)雲母 (Mica, $(\text{KH})_2(\text{MgFe})_2(\text{AlFe})_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ 白雲母 黑雲母) 佔百分之八；(四)滑石 (Talc, $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 佔百分之五；(五)碳酸鹽類 (Carbonates) 佔百分之一；(六)角閃石 (Hornblende, Ca, Mg, Fe, Aluminum silicates), 這是全球地面土壤成分的平均估計。各地方的土壤成分當然不能一致，有的土壤中含石英百分之九十。石英為一不可溶解的物質，由矽 (Silicon) 與氧化合而成，普通所常見的砂粒就是這種礦物質。此種物質對於植物無直接功用，但有使土壤疏鬆透氣的效力。長石是含矽酸與鋁、鉀、鈉、鈣等物質的酸化合物。此質易於分解，為黏土 (Clay, $\text{AlO}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 與碳酸鉀 (Potassium carbonate, K_2CO_3) 的來源。角閃石是由石灰、鎂酸、鋁酸、及鐵與矽酸的化合物組織而成。雲母的成分與角閃石相差無幾，但不易溶解。石灰為土中重要的分子，是碳酸與鈣的化合物，在含碳酸或植物酸素的水中頗易溶解。

28. 土壤的成因 土壤既含以上的種種礦物質，而各種礦物質又自各種岩石而來，則巨大的岩石如何可分解為細小的土粒？茲述其主要原因如下：

(1) 溫度的驟變 在高燥的地方，石之破裂往往由於溫度的驟變。岩石經過白晝烈日的曝曬，入夜天氣驟寒，往往易於破裂。岩石空隙內的水，夜間結凍時，發生壓力亦能使巨大的石塊裂為兩半，因水在結冰時體積增加百分之九，每平方尺的冰能發出壓力一百五十噸，此項壓力能使極堅硬的岩石破碎。岩石破碎到極小的土粒時，仍受到水的凝結影響而繼續分解。

(2) 水的力量 水為土粒最要的成因，牠兼有物理的及化學的作用。雪溶解後或雨後的水，自山上流下，將巨石衝落而成小塊，小石壓成碎粒，一石之分子每能散布於數畝面積之上。又如江河的流水，磨削兩岸及河底，使岩石破碎，石塊互相摩擦，而更加細碎；大塊停滯於河底，小的則被衝至河岸或流至更遠的地方。水除機械作用外，尚有化合與溶解的作用。水中含二氧化碳，此種氣體溶解力頗大。碳酸(H_2CO_3) 有時與岩石中幾種礦物化合而成極易溶解的物質，石灰石就是二氧化碳與鈣化合的(Calcium carbonate, $CaCO_3$)。水中碳酸與石灰石中的石灰化合而成酸性碳酸鈣 [Calcium bicarbonate, $Ca(HCO_3)_2$]，再經水溶解而去其餘剩的石質，則變成石灰石土壤。他如岩鹽(NaCl)、石膏

($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)、方解石(CaCO_3)、磷灰石($3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8\text{Ca}(\text{Cl or F})_2$)等，皆易溶解。凡含此類礦物的岩石，每因水的溶解作用而成多孔的石塊，再經其他風化作用而裂成小塊或碎粒。

(3)冰的作用 冰的主要作用是將巨石裂碎或壓成細粉。高山的雪，每結成大塊向下傾滑，凡經過的地方，土石草木皆被磨成粉狀，并被攜至他處。有冰山的地方，則凡冰山流過之地，大石亦盡變成細粒，再被溶解的冰輸送到各地。在冰山時代，即溫帶亦多冰山；亞歐美洲北部之地，每易發現冰山所造成的土壤。

(4)空氣的作用 空氣對於土壤亦有物理的與化學的兩種作用。風的作用是物理的，植物生長不盛的乾燥地方，其砂粒每易被風捲攜至遠地。我國北部的土壤，由風造成的，每有深至千尺以上者。又空曠之地，童山之岩石經多年大風的吹蝕，風中砂粒及雨點的打擊，終必至破裂而成細粒。至於空氣的化學作用，則多歸功於氧與碳酸；碳酸溶於水後，激增水的溶解力，此層前面已經說過。氧能使多數礦物質起氧化作用。凡含鐵質的岩石，一經氧化，則必疏散；長石一經氧化，則成陶土。初經氧化的岩石，每呈雜色的斑紋，此種氧化作用，隨處俱可看見。

(5)植物的作用 植物亦有破碎岩石以造成土粒的作用。石塊表面上每易生長苔蘚植物，此種植物的液汁含有植物酸，頗富溶解性，能剝蝕石塊的表面，或造成裂隙，以便水的侵蝕，或使

較大的植物能夠生長。高等植物的根一經插入石的孔隙內，能生極大的壓力。根在每方寸的面積上，能生出二三百磅的壓力。植物細小的根伸入土中，經物理與化學的作用，更能促進優良土壤的造成。

(6) 動物的作用 動物如蚯蚓爬蟲之類，無時不在土中工作，使土質混合與鬆疏，或將地下之土移至地面。已死的動植物之遺體，則增加土中的有機成分。此種有機物不獨可供食物生長的養分，且有促進土粒之破壞及使土質鬆軟的功用。

29. 土壤的類別 土壤的種類很多，非經適當的分類，不足以明瞭各種土壤的特性。若按土壤的來源分類，則可分為靜成壤 (Sedentary soil) 與動成壤 (Transported soil) 二類。靜成壤又可分為二類：凡由岩石的風化而成仍留於原岩山之上的，叫做剩餘壤 (Residual soil)；由堆積在沼澤或溫地之上的有機物質而成的，叫做堆積壤 (Muck or Cumulous soil)。動成壤視移動土壤的媒介之性質而分類：凡由水挾持物質聚積而成的，叫做水成壤 (Alluvial soil)；由冰塊挾載聚積而成的，叫做冰成壤 (Glacial soil)；由風捲挾聚積而成的，叫做風成壤 (Æolian soil)；洋海的水沖積而成的，叫做海成壤 (Marine soil)。每種土壤各有其特質，但其內容則視其由何種岩石變成以為定。動成壤往往與其原來的岩石大異，因風水等媒介含有選擇的作用，土粒大小與重量

相仿的每為風水所選擇而聚於一地。土壤又可按其物理的性質分類，此點將於下章討論。

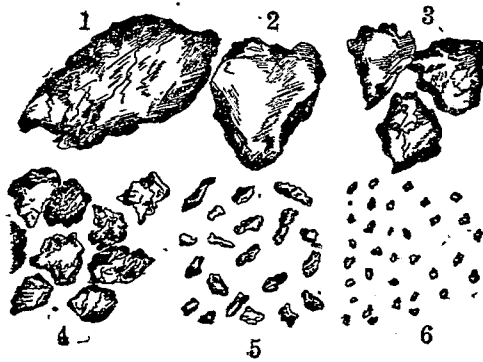
問 題

- (1) 構成土壤的礦物質有那幾種？各由何種元素組織而成？
- (2) 溫度的驟變何以能使巨石破裂？
- (3) 試述水對於土壤造成的能力。
- (4) 冰對於土壤造成的作用如何？
- (5) 風力如何造成土壤？試舉例說明。
- (6) 舉例說明動植物對於土壤造成的作用。
- (7) 土壤如按來源分類可分為幾類？各有何不同？

第九章 土壤的物理組織與結構

土壤組織是指土粒的大小而言；結構是指土粒集合的形式而言。組織每為土壤分類的根據，結構的情形，往往可以決定耕作的方法。土壤中水分，與空氣及溫度之保存與消失，以及植物養分之能否為植物所利用，皆與組織及結構有關。

30. 土壤組織 將小塊濕土搓揉於拇指與食指之間，即可辨別土粒有大小不同的體積，大的如粗砂，直徑大於一公厘；小的



第十六圖 顯微鏡下的土粒。

1. 中砂×150 2. 細砂×150 3. 極細砂×150
4. 濇土×325 5. 細濇土×325 6. 黏土×325

如極細的黏土，為肉眼所不能見。多數的土壤由大小不同的土粒組織而成，如用機械將土粒按其大小分類，則可得以下諸種：

名 稱	土 粒 直 徑	每公分(gram) 重量中所含的粒數
1. 細石礫(Fine gravel)	2.000-1.000公厘(mm.)	252
2. 粗砂(Coarse sand)	1.000-0.500	1,728
3. 中砂(Medium sand)	0.500-0.250	13,500
4. 細砂(Fine sand)	0.250-0.100	132,600
5. 最細砂(Very fine sand)	0.100-0.050	1,687,000
6. 滓土或稱細土(Silt)	0.050-0.005	65,100,000
7. 黏土(Clay)	0.005以下	45,500,000,000

31. 土壤的種類與性質 土壤得按其土粒的大小分爲若干類。含砂粒多的稱爲砂土；含黏土多的稱爲黏土。農家通常稱其土爲砂土或黏土或壤土；但砂土不盡是砂而有黏土，黏土中亦有砂。砂土黏土之間，亦可分爲若干種，若照美國通常的分類法，則有八種：(1)粗砂土；(2)中砂土；(3)細砂土；(4)砂質壤土(Sandy loam)；(5)壤土；(6)滓壤土(Silt loam)；(7)黏壤土；(8)黏土。日本的通常分類法則有六種：(1)礫土；(2)砂土；(3)黏土；(4)壤土；(5)石灰土；(6)墟土。茲依日本的土壤分類法，依次述其特性於後：(1)礫土：含石礫百分之五十以上餘爲砂土與黏土，性質鬆疎，保水力弱，養分太少，不適於農業之用；(2)砂土：含百分之八十以上的砂粒，粒體雖較石礫爲小，但保水力弱，養分亦少，除非用客土法，加入黏土與有機肥料，則不能作栽培之用；(3)黏土：含有百分之六十以上的細微土，其餘多爲

砂土，組織緊密，黏着力強，惟空氣不易流通，耕耘困難，改良的方法在用石灰；或行客土法或燒土法（將草灰插在土中）以增加土壤的鬆疎性，便於空氣的流通；（4）壤土：含細微土與砂土各半，砂質較多的叫砂質壤土；細土較多的叫黏質壤土，土質鬆緊適宜，吸收及保養力均佳，養分亦多，極合栽培之用；（5）石灰土：含石灰質百分之三十以上，餘為砂粒與細土，土質頗佳，但化學的成分過少，須多施有機肥料，並用客土法移入黏土與砂土，以使其肥沃；（6）埴土又稱腐埴質土：含腐埴質百分之二十以上，富有養分，吸水力亦強，但每缺乏礦物質，且濕氣過重，應行排水，並施用石灰及礦物肥料，以增加其生產力。

32. 土壤組織與保水力 土壤保持水分的多寡，視土粒與空氣接觸面積的大小而定；土粒與空氣接觸面積的大小，又須視土粒的體積之大小而定。在一定的容積之內，土粒愈大，則粒間的面積愈小，反之則愈大。水在土中每成一極薄的膜，包圍於土粒的表面。土粒愈細，所呈的面積愈大，則保持水分愈多；土粒愈粗，面積愈小，則所保持的水量愈少。下面的表是美國某土壤專家所做，用以說明各種土壤土粒間的空隙地位；及每方尺土壤所含土粒的

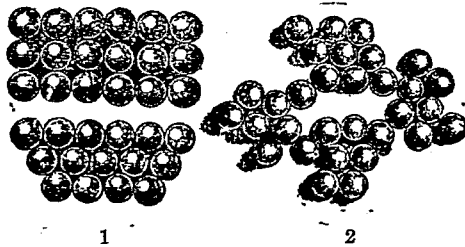


第十七圖 水膜與空氣的空隙。

總面積。砂土的粒體大，每立方尺的粒面，僅及極細黏土粒面的二十分之一，所以通常砂質土所保持的水量，不及砂土本身重量百分之十五，而黏性土則能保持水量百分之三十五至四十五。

土壤種類	所採用土粒的粒徑	粒間空隙的百分率	每立方英尺(=28.3公升)土粒的總面積
最細黏土	0.0050公厘	52.92	173,700方英尺
細黏土	0.0077	45.69	129,100
深紅黏土	0.0111	44.15	91,980
壤質黏土	0.0140	45.32	71,316
黏質壤土	0.0181	47.10	53,490
壤土	0.0220	44.15	46,510
砂壤土	0.0304	38.83	36,880
砂土	0.0756	34.45	15,870
粗砂土	0.1432	34.91	8,318

33. 土壤結構 土壤結構 (Soil structure) 就是土粒如何排列的意思。土壤中空隙的多寡，全視土粒排列的方法如何。如排



第十八圖 1.緊實的排列。 2.顆粒的排列。

列很緊，空隙太少，則空氣不易流通，極不宜於耕植，黏土每有排列太緊之虞，乾後每呈龜裂的現象；如細土中雜以砂土及有機物體，則大小不同的粒體每集成一團，土壤疎鬆，空氣易於流通，保水量亦大，極宜耕植，通常壤土多有此現象。所以土壤結構有緊實結構 (Puddle structure) 與顆粒結構 (Crumb or Granular structure) 的分別。工程師於建築時需要第一種結構，而農家種植則以第二種結構為有利。

34. 土壤結構的變更 土壤的結構情形對於植物生長的影響頗大，但不良的結構未嘗不可變更。影響土壤結構的因子很多，而主要的則有以下幾種：(1) 耕作；(2) 根的生長；(3) 結凍與



第十九圖 土壤龜裂的情形。

溶解；(4)乾濕的交替；(5)有機物質；(6)可溶性的無機鹽類；(7)動物的生存；(8)風雨。適當的耕作可以改良土壤的結構。根能使土壤疎鬆，死後還能變成土壤中的有機物質。黏土經過多次的冰凍與溶解，能改變其原有的緊實狀態。乾濕的更替亦可增加土壤的顆粒結構。有機物質富有吸水性，體積易於伸縮，影響於土壤的結構頗大。可溶解的無機鹽類能增加水的表面張力；並助土粒的聚集。動物如蚯蚓、松鼠之類，每使地下與地面土混雜，而改變其結構。暴雨每使地面呈緊實現象，所以雨後應當鬆土，以恢復原有的耕作狀態。

35. 土壤的比重 一定容量土壤的重量，與同容量水的重量相比，叫做土壤的比重。通常土粒的比重是二·七，但含有有機物質特多的腐植土，則比重尙小於〇·五。多數宜於耕種的土壤，其比重在一與一·七五之間，黏土的比重一至一·三，壤土是一·二，砂土是一·三至一·七。

問 題

(1)土壤如按土粒大小分類可分為那幾類？其直徑各為若干？

(2)依實際的情形分類，普通栽植作物的土壤約可分為那幾種？

-
- (3) 礫土與砂土有何區別?
 - (4) 黏土與壤土有何不同?
 - (5) 石灰土有何利弊?如何改良?
 - (6) 何謂鹽土?有何優點與缺點?
 - (7) 土壤如何能保持水分?土粒大小與保水力的關係為何?
 - (8) 土壤結構與土壤組織有何不同?有何關係?
 - (9) 顆粒結構為何優於緊實結構?
 - (10) 如何改良土壤的結構使適於植物的生長?
 - (11) 何謂土壤的比重?何種土壤為最重,何種為最輕?

第十章 土壤中的水分

土壤中水分的性質與功用，前兩章已有提及，因為特別重要，本章再詳加討論。

36. 土壤水的來源 土壤水的主要來源是雨量。雨量充足的地方，植物生長茂盛，耕種簡易；雨量少的地方，植物生長困難，耕作艱苦。我國西北大部區域，因雨量太少，不適於耕種，近來政府頗注意該地水利及造林工作。又北方諸省因雨量少，多掘井以引地下水為灌溉之用。大凡雨量每年在二十寸以下的，如無適當的灌溉方法，則耕作幾不可能；每年雨量在四十寸左右的，則頗宜於農業。

37. 土壤水量的變更 土壤中的水量時有變更，各季水量固有不同，即每日的水量亦有差異，剛在降雨之後，土中充滿水分，但不數小時大部份即可喪失。喪失的方法甚多，須視各時各地的特殊情形而定。土壤水即在不喪失與不增加之時，亦流動不息，以冀能達到平衡狀態，但實際上此種狀態決不能達到。影響土壤濕度的因子很多，且各地的情形不同，頗難規定若干通則或定律，以解釋各地土壤濕度變更的原因。

38. 土壤水的分類 土壤水的分類是根據土壤中水量的多寡而定。土粒祇能保持一定限度的水分，多則滲透流去。水量愈

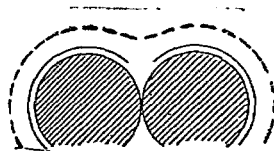
少，則土粒的表面張力愈大。砂土較之黏土含水少。在飽和狀態時，各種土壤中的水量頗不一致。根據上項說明，土壤水可分為三類：(1)重力水(Gravitational water)；(2)毛細管水或薄膜水(Capillary or film water)；(3)吸濕水(Hygroscopic water)。

(1)重力水(又稱滲透水)：土壤吸水的能力限於土粒的表面張力；此種張力的吸水量有一定限度，超過此限度的水則受地心吸力的支配。土粒的空隙如完全充滿了水即達到飽和程度時，則必排除土中所有的空氣，使植物逐漸閉塞而死。大雨之後，地面上完全充滿了水，但重力水逐漸滲透而下，使土壤留有百分之四十到五十的空間。如重力水距地下水(Ground water)太遠，以致滲透過緩，則空氣之地位太少，植物必易於淹死。

(2)毛細管水(又稱微管水)：重力水滲透完畢後，餘剩下來不受地心吸力支配的水，就是毛細管水。水在極細的管內，管壁的張力(Surface tension)勝過地心吸力，管壁四圍的張力施諸管內的水，水即上升。依同理，土中細粒的空間，構成無數的細管，粒體即管壁，水自一粒被吸至他粒，總是自較濕的土粒被吸至較乾的土粒所經過的道路有如毛細管，因此就稱為毛細管水。植物根部所能吸取的水，就是這種水。此水包被在土粒表面時，為一極薄之膜，其厚僅及一公厘的四分之一至千分之一。各土粒的水膜有求與其他土粒水膜厚薄平均的傾向，所以較薄的水

膜，對於較厚的水膜，施以引力；又管愈細，則水的上升愈高，所以細土的毛細管水上升高。不過管細則阻力大，上升的時間慢。據梅心樓 (Meisener) 氏試驗各種土壤之毛細管力，得結果如下表：

土壤種類	間	水之上升高度			
		30分鐘後	5時30分後	6時30分後	21時30分後
萍土	土	34cm.	110cm.	115cm.	200cm.
腐植土	土	40	110	114	177
園土	土	29	95	98	161
石英砂	砂	44	92	97	117
泥炭土	土	26	50	57	114
砂	土	25	62	66	90



第二十圖 微管水與吸濕水。

由此表可知砂土之毛細管水，最初三十分鐘之上升速度甚快，然漸後則不如萍土、腐植土、園土等上升之高。

(3) 吸濕水毛細管水膜的厚度逐漸減小，行動亦逐漸加緩，至不能行動時為止，此時各土粒仍有水分緊附其上。地面灰塵表

面雖似極爲乾燥，但如加以熱力，仍可發出若干的水氣，遇冷即凝結可見。這種最後的水分，爲土粒所保存的稱爲吸濕水。此種水不能爲植物根部所利用，因爲其水膜的厚度，不到一公厘的萬分之一，不能成爲毛細管水，所以與農作無關。

39. 土壤水量的多寡 土壤水量的多寡，一面須看水的來源之充分與否；一面須看土壤保持水分的力量如何而定。乾旱之區，雨量極少，土壤水當然亦少；雨量多的地方，土壤甚至終年潮濕。此外土粒愈細，含水愈多，關於此點，曾有人作一試驗以決定各種土壤最高保水力的程度，結果是：(1)砂土保水力爲百分之八；(2)瘠壤土是百分之二十五；(3)黏土是百分之四十，由此可知黏土的保水力比砂土要大五倍。如土中有腐植物，則保水力更大。至於毛細管水的多寡，亦視土粒的大小而定。在砂土中毛細管水的重量等於砂土本身重量的百分之七至十二；壤土則爲百分之十至十五；黏土則爲百分之十五至二十；腐植土則往往在百分之六十至八十之間。

40. 土壤水的喪失 雨水降落地面後逐漸喪失殆盡。喪失的方法有三：一是由地面即刻流出；二是向地下滲透；三是蒸發。地面流出太多，有傷土質，極不相宜。土面如係斜形，則須耕成梯形。蓋防細土被地面水洗刷過多。防止滲透的方法在增加土壤的保水力，其法在疎土或加有機物於土內皆可。

土壤因蒸發所喪失的水量極大，即在雨量多的區域，亦不能令地內的水任意蒸發，旱乾區域的土地，尤須設法防止。所以蒸發的阻止，為旱地農作最重要的工作。旱區或半旱區的自然蒸發量，在作物生長時期共有九百至一千五百公厘，但每年雨量僅有八十至八百公厘。若每次雨後任其自由蒸發，則栽培事業為不可能，故必須設法防止。防止蒸發的方法，在阻止毛細管水上升地面。毛細管水在乾燥土粒內行動極緩，每次降雨之後，如將地面二三寸的土壤略行掀動，則掀動的部分經日光曝曬，水分喪失甚速，而成一層乾土，以使下面的毛細管水不能升出土面，則蒸發於是阻止。此層乾土謂之覆蓋土(Mulch)。如覆蓋土經再度降雨而變潮濕，則喪失其阻止蒸發的作用，必須重行掀動曬乾後，始可發生效力。覆蓋土不宜過細，因細粒土壤不易乾燥，且有與覆蓋土下面土粒重行組成毛細管的危險。乾旱區域亦有因地面蒸發特快，而能自行造成覆蓋土，無須用人力耕耨地面的，故雨後地面之應否掀動，須視地方情形而定。又在蔬菜栽培區域，或在極細土內育花菜幼苗時，有不用覆蓋土的方法，而用油紙乾草等物以行覆蓋的作用，以防止水分的蒸發，亦很有功效。

問 題

(1) 土壤水由何而來？

-
- (2) 土壤水大別分爲那三種?各有何不同?
 - (3) 植物所利用的水是那一種水?此種水如何上升?
 - (4) 比較各種土壤的保水力?
 - (5) 沙漠之土,縱然雨量很多,亦難種植作物。何故?
 - (6) 如何阻止水分的蒸發?

第十一章 土壤中的空氣與溫度

41. 土壤何以需要空氣 土壤中必須含多量的空氣，因為空氣是種子發芽，根的生長，微生物的活動，以及土壤本身的改造所不可少的條件。空氣的主要成分是氧與氮。種子發芽與根的生長必須有氧，已死植物必須氧化始可腐爛而變成土壤的成分。土壤中的黴菌與細菌，有促成有機物分解的功用，若無氧則不能生活。土中之氮對於植物生長及土壤構成亦極有關係。此外尚有二氧化碳經水吸收後，有溶解植物養分的功效，所以亦為土壤中不可少的氣體。

42. 土壤空氣的成分 土壤中的空氣與地面上的空氣略異；土中含碳酸較多，氧較少，其他如沼氣、氮等亦較地面為多，此係有機物腐爛的緣故。但各種成分的多寡，亦因土壤的性質不同而有異，如砂質心土含碳酸頗少，綠肥沃土則碳酸頗多；黏土中的氧甚多，而綠肥沃土的氧則較少。

43. 土壤空氣的容量 土中空氣對於植物生長及土壤構成既有密切關係，則空氣容量的多寡自為農家所當注意。影響空氣容量的因子有以下幾種：（1）組織細緻的土，空隙少，含空氣亦少；（2）結構疎鬆的土壤容積大，空隙多，空氣亦多；（3）有機物質愈多，則土質愈鬆，空氣的容積愈大；（4）土壤含水愈多則空

氣愈少；(5)土壤溫度降低時空氣容量略增；(6)空氣容量的大小視耕作的勤惰而定；常經耕耨之地，空氣容量大，否則土質堅實而容量小。

44. 土壤空氣的自然變換 土中空氣如久不變換，則對於植物生長及土壤改造皆有阻礙。變換的方法是藉着五種自然的力量：(1)空氣自身的滲散(Diffusion)；(2)水的流動；(3)大氣壓力的變更；(4)溫度的改變；(5)風力的吸取。除第一與第三兩種自然力外，其餘皆可為人力所統制。耕耨，排水與灌溉等方法，可以調節水的流動；施肥或加增有機物，可以提高土壤的溫度及保水力；防風林以及粗糙土面，可以減低風力的影響。

45. 土壤溫度的重要 種子發芽，根的生長，以及土壤中的化學作用，與微菌的活動，俱有賴於適當的溫度。多數植物不能生長於長在攝氏四度以下的土壤中；玉蜀黍及瓜類在溫度降至十度以下時即停止生長；溫度降至冰點，則多數微生物停止活動，化學作用亦失其功效；種子在濕氣中必須吸收適當溫度，方能發芽；麥類在攝氏五度時雖可發芽，但在二十八度時生長最快；玉蜀黍在攝氏十度時可以發芽，而最適宜的溫度則為三十三度，辣椒、茄、黃瓜等作物，俱須在攝氏二十六度左右始可發芽迅速。

46. 調節土壤溫度的三大原則 溫度對於植物生長之重要，既如上述，但如何調節土溫，以利作物的生長，實為一重要問題。

調節土溫的原則有三：(1)空氣容量與溫度有關，所以調節溫度應改良空氣的容量；(2)土壤中水分的多寡，影響土溫極大，節制水量，即所以節制土溫；(3)土壤顏色的深淡與其吸熱的程度有關，變更土色亦可調節土溫。

(1)空氣容量與溫度 空氣容量愈大，土壤溫度愈高，春季地面上空氣的溫度，較之土壤溫度為高，所以地上的空氣或雨水流入地下，可增加土溫；但如空氣容量太小，則雖有較熱的空氣與雨水，亦難流入，土溫亦即不能提高。又疎鬆的土壤多有機物質，而有機物富有吸收熱度的能力，土溫的增高，往往是此種物質較多的緣故。

(2)濕氣與溫度 潮濕之地，溫度必低，春季尤然。要想保持土溫，須防止土中水量的過多。此外土中水分蒸發時，溫度亦能降低，夏日地下溫度較地上為低，就是因為蒸發的關係。土中如含水太多，蒸發作用繼續不斷，則溫度上升甚緩，此種土稱為冷土或晚土。砂土含水少，蒸發快，溫度上升易，所以稱為暖土或早土。

(3)土色與溫度 土壤的顏色愈深，則反射日光的力量愈小，而吸收日光熱度愈多；反之，如顏色愈淡，則反射愈強，而吸收熱量愈少。富於腐植物的土壤，顏色黑暗，吸收熱量特多；砂土多呈白色或淡黃色，吸熱特少。顏色太淡的土壤，應加灰肥或其

他有機物質，以增加其熱度。據英人旁若喀斯 (Bonyoucos) 氏的試驗，將石英砂土染成各種色澤而計算其吸收熱量的多寡，結果：黑色與白色土壤吸熱量，有攝氏六度之差；如將各色土壤按吸熱量的多寡排列，則其順序如下：a 黑，b 藍，c 紅，d 綠，e 黃，f 白。

問 題

- (1) 土壤中何以須有多量的空氣？
- (2) 土中的空氣與地面上的空氣有何不同？
- (3) 什麼叫做沼氣？由何而來？
- (4) 影響土壤空氣容量的因子如何？試分述之。
- (5) 土壤中的空氣何以亦須流通？如何可以促進流通？
- (6) 土壤溫度不宜過低其故安在？
- (7) 如何調節土壤的溫度？
- (8) 潮濕土壤何以溫度不高？
- (9) 旁若喀斯氏的試驗為何？證明何事？

第十二章 土壤中的植物養分

47. 植物養分中的三大要素 植物除自土中吸收水分外，尚吸取其他七種養分，即鉀、磷、鈣、鎂、鐵、硫與氮，其中最重要的而常為土中所缺乏的是鉀、磷及氮，所以這三種養分，嘗被稱為植物養分中的三大要素。鉀與磷是礦物質，植物不能直接吸收，祇能在溶解於水的化合物中取得。氮雖為空氣的主要成分，但在土壤中則成分較少，多數植物不能直接自空氣中取得氮肥，亦必須藉氮化合物溶解於土壤水後，方可由根部吸入。

48. 可用與不可用的養分 植物養分之能溶解於土壤水中而為根部所吸收的，稱為可用的食物(Available plant food)；凡不能溶解於水，因此不能為根部所吸收的，則稱為不可用的食物(Unavailable plant food)。土壤中所含的礦物質，大部是不可溶解的。土壤管理的主要目的，在如何使不可溶解的食物變成可用的食物。但溶解太快亦不相宜，如土壤中的食物養分盡屬於於溶解的可用食物，則不久必為雨水濾盡，而使土壤無栽種的可能。土壤保留植物養分的能力，視土粒的大小及組織而異；黏土保持力大，肥分不易消失；砂土保持力小，一經雨水洗濾，則失其大部分的養料，所以砂土必須常常施肥，方可供植物生長其中。

49. 如何增加植物養分的可用性 土壤管理中的一個主要

問題，是如何於植物需要時，將不可用的養料，變為可用的養料。其法甚多，但主要的有四種：(1)及時耕作，使土壤疎鬆透氣，以利風化及微生物的活動，而促進植物養分的可溶性；(2)排水，其功用與第一種相同；(3)將有機物耕入土內，不獨可以改良土壤的組織，且可供給食物，以促進土壤微生物的活動；(4)施用化學肥料，特別是石灰，不獨可以改良微生物的生活環境，而且可以發生各種有益的反應，造成可用的食物。土壤中的細菌(Bacteria)與植物養分的可用性極有關係；細菌活動的結果，往往發出一種碳酸液，又能造成各種有機酸類，這兩種酸都可以溶解植物的養分。

50. 植物需要多少養分 各種作物所需要養分的分量不同，從下面的表內，可以看出一個大概情形。(此表是美國某土壤專家所製。)

作物名稱	每英畝產量	灰分(磅)	氮(磅)	碳酸鉀(磅)	石灰(磅)	磷酸(磅)
小麥	30 斛	172	48	28.8	9.2	21.1
大麥	40 斛	157	48	35.7	9.2	- 20.7
雀麥	45 斛	191	55	46.1	11.6	19.4
玉蜀黍	30 斛	121	43	36.3	—	18.0
牧草	1½ 噸	203	49	50.9	32.1	12.3
車軸草	2 噸	253	102	83.4	90.1	24.9

山 芋	6 畝	127	47	76.5	3.4	21.5
菜 蔬	17 畝	364	192	148.8	74.0	33.1

〔註〕每英畝約合我國市畝七畝，每市畝約等於舊制 1.1 畝，每磅等於 0.453 公斤，每公斤等於二市斤。

51. 土壤中含有多少植物養分 植物養分的多寡，視各種土壤而異。磷的分量往往較鉀與氮為少，但植物需要磷質亦較鉀與氮為少。黏土含鉀較他種土壤為多。最肥美的土壤在地面一尺之內，所含的氮質，可供玉蜀黍生長八十次，所含的磷質，可供此類作物生長二百次；所含的鉀質，可供此類作物生長一千次，但植物的根往往長至地下土，以吸取食物，地下土（即一尺以下之土）含磷與鉀頗多；黏質土的地下土含鉀質尤為豐富，但含磷則較少，所以土壤中須時時施以磷質肥料，始可維持其生產力。

生長一石玉蜀黍，約需二公斤的氮；一公斤的鉀；三分之一公斤的磷。土壤中每季可用的氮為百分之二，磷為百分之一，鉀為萬分之二十五，所以一季中如須收穫一石糧食土壤中必須含有一百公斤的氮；一百公斤的磷；一百三十三公斤的鉀。最優良的土壤，每畝地表面一尺之內，含有五百至六百公斤的氮；一百七十至二百四十公斤的磷；二千五百至三千六百公斤的鉀。但經過多次作物的栽植，雨水的洗刷與滲濾，所以多數土壤中含有的氮、鉀、磷等肥分，遠不及以上的數量。

52. 如何補充養分的不足 植物生長及雨水洗滌，是消失土壤養分的兩大原因。土壤養分，如不設法補充，則不久必成爲荒地，鉀與磷是礦物質，但除非因風化及微生物的作用而溶解於水內，則不能爲植物所利用。有機物亦含鉀與磷，有機物若腐爛於土中即可供給作物所需的鉀與磷；並能發生分解出之氮肥。植物所需的氮，大半來自土壤中腐爛的有機物，所以補充土壤養分的主要方法，即在增加土壤中的有機肥料。

問 題

- (1) 植物所需的養分不限於氮、鉀、磷，何以這三種稱爲植物養分中的三大要素？
- (2) 何謂可用與不可用的養分？
- (3) 如何使不可用的變爲可用的養分？
- (4) 根據美國某土壤專家所製的作物吸出礦物養分表計算我國小麥每市畝消耗各種養分的市斤數。
- (5) 一季玉蜀黍每石收穫約消耗土中養分若干？
- (6) 最良土壤在表土一尺之內約含各種養分多少？
- (7) 如何補充土壤中植物養分的不足？

第十三章 土壤中的微生物

土壤裏充滿了許多微小的動植物，使土內腐敗植物體變成植物可用的食物，間接增加土壤的生產力。地上一切的生命，直接或間接的依賴土內微生物的活動而維持。土內植物遺體或其他有機物質，如無微生物活動於中，則於土壤改良及植物生長，無絲毫的價值。所以微生物的種類及其功用，是土壤學者及經營農事的人，所不可忽略的一件事。

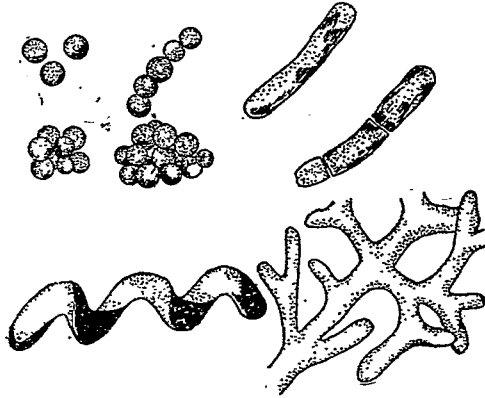
53. 土壤生物的類別 生長於土中的生物種類頗多：大的如地鼠一類的動物，穿鑿泥土，有使土壤混合的功用；次如蚯蚓，能使土質疎鬆，并使礦物質與有機物質混合，以增加土中養分的可用性。蚯蚓特多的地方，每年由蚯蚓自下向上搬移的土壤，約有一寸的十分之一至五分之一。硬性的潮濕土壤，尤賴於蚯蚓的活動以利空氣的流通。再次如高等植物的根，伸張於土中各部，亦可使空氣流通，并遺留有有機物質於土內。又如少數的高等菌類植物，有助長有機物腐敗的功效，最要緊的土壤生物是肉眼所不能見而常爲人所忽略的微生物，即細菌。牠們對於植物生長的供獻極大，有分節申述的必要。

54. 細菌 細菌(Bacteria)是單細胞植物，爲植物界中最簡單的份子。種類很多，身體直徑僅六千分之一公厘，惟生長極速。在

適當的生活環境中，每菌每半小時內，可以分裂為二；一日之內，可以蕃殖至不可勝數。每公分之土壤中可以發現細菌一百萬至一千萬個。許多細菌是動植物各種疾病的根源，但細菌並不都是有害的。有的是無害亦無益；而有許多是有益的。土壤中之細菌多數是有益的，惟在水分充塞的土壤中特別活動的細菌，以及其他非常態的細菌，則往往為有害的微生物。

55. 土壤中細菌的數量與種類 細菌數量因土質及土中養分的多寡而異。砂土及水分充塞的土壤中，細菌較少；但壤土及施肥後的土壤中，細菌特多。通常每立方公厘的土壤中，含有一百萬至一千萬的細菌。如生活環境優良，其數目可增至一萬萬。土壤的濕度，溫度，有機物質等以及其他的種種因素皆足以影響細菌的數量，但通常對於植物生長愈適宜的土壤，所含的細菌亦愈多。細菌的種類很多，形狀不一，有圓形的；有圓柱形的；有螺旋形的；有樹枝形的；有二三細菌聚在一起的；有連接成鏈形的；或堆積成立方形的。分裂的時候，有在任何一面分裂的；有就一端分裂的；種種形態，不一而足，下面圖形表示常見的幾種。

56. 細菌如何生長 細菌無葉綠素，所以不能藉日光以自營食物，這是與普通植物不同而與動物相同的地方。有的細菌生長於已死的動植物屍體上面；有的則寄生於活的動植物的體內；亦有少數細菌賴礦物質而生存的，所以有使崖石分解的功效。多數



第二十一圖 幾種形狀不同的細菌。

細菌需要氧，否則不能生長。此類細菌，大都有益的，稱為好氣細菌 (Aerobic bacteria)。有些細菌祇能生存於無氧的地方，稱為嫌氣細菌 (Anaerobic bacteria)。此類細菌對於植物生長，常為無益或有害。除空氣外，溫度亦為細菌生長條件之一。溫度太高與太低，俱不相宜。攝氏二十度至三十五度，是多數細菌生長最適宜的溫度，但亦有細菌須高至六十度，始克生長迅速的。若高至攝氏七十度以上，則多數細菌不能生存，惟其孢子雖至沸點，還能生存若干時間。多數細菌的主要食物，是糖類，其排泄物或由其製造出來的物質，則頗有害，耕耨土壤以通空氣，可消除一部份有害的排泄物，間接有益於作物之生長。

57. 細菌與腐植土的構成 土壤中的植物遺體有留在土中

不變的；有完全腐爛成爲氣體飛散於空氣中而僅留礦質部份於土中的，但多數土壤中的植物遺體，皆經變化而成土壤的一部份，即所謂腐植土。腐敗作用始於菌類植物的活動，最後則經細菌的作物而成腐植土。植物腐爛時，碳與氧化合而成二氧化碳及其他種種碳酸化合物。這些化合物能使礦物質溶解而成植物的可用養分。植物腐爛後的遺積物（即腐植土）含碳甚少，含氮則甚多，並能多於植物原來所含之氮，乾燥土壤中尤然。氮質的多寡，一面視原植物體所含分量的多寡；一面須視其對於細菌所需他種化合物的關係而定。

58. 細菌與氮的供給 空氣中雖含氮甚多，但植物多不能直接利用，須賴土中細菌將空氣中之氮與他種物質化合而變爲植物可用的食物，此種作用稱爲氮之固定作用(Nitrogen fixation)。除此種直接化合氮素的細菌以外，尚有他種細菌能將腐敗動植物體中的氮素變爲植物可用的氮化物（即硝酸化合物），此種作用稱爲硝化作用(Nitrification)。硝酸化合物如經分解而成氨(Ammونيا)或氮，則又成爲植物不可用的物質，此種作用稱爲硝酸還原作用(Denitrification)。此種作用，與作物不利，故農家須設法防止。

氮之固定作用發生於荳科植物的根部。荳科作物如豌豆、黃豆、苜蓿、車軸草之類，其根鬚上附生若干圓粒狀的小瘤，叫做根



第二十二圖 大豆根及
其根瘤。

瘤。根瘤是由於細菌寄生於根部而發生的，內部液體中充滿了無數的細菌。此類細菌能吸取氮素，與其本身所含的有機物化合而成植物可用的養料。豆科植物所需的氮，三分之二是從這種細菌的氮之固定作用而來的；其餘的三分之一則來自土壤中。如將此類植物全部耕入土內，則可增加土壤中的氮質不少，對於下季作物的栽培頗有利益，所以作物輪作 (Crop rotation) 中往往少不了豆科作物。特別缺乏氮質的土壤，更宜栽種豆科作物，以充綠肥。

硝化作用另由兩種細菌擔任：一是從氨之氧化而成亞硝酸 (Nitrous acid, HNO_2) 的細菌；二是從亞硝酸再氧化而成硝酸的細菌，這兩種細菌互相聯合，纔完成硝化作用的工作。司硝化作用的細菌，需要適當的生長環境，最重要的是氧及適中的溫度。如土壤水分太多，空氣不通，則反硝化作用的細菌開始活動，將植物可用的硝酸鹽還原為不可用的氨與氮素；同時司硝化作用的細菌則停止活動，結果：土中氮質逐漸消失，所以排水

與耕耘以促進硝化作用而防止硝酸還原作用，是土壤管理中很切要的一件事。

問 題

- (1) 土壤中有些什麼生物？各有何功用？以何種為最重要？
- (2) 試述土壤中細菌的種類與數量。
- (3) 細菌生長的條件為何？
- (4) 細菌如何促進腐植土的構成？
- (5) 何謂氮氣固定作用，硝化作用與硝酸還原作用？
- (6) 詳述細菌對於以上三種作用的關係。
- (7) 如何防止硝酸還原作用？

第十四章 特殊土壤問題……

鹼性土與酸性土

土壤的問題很多，上面幾章已經說了一個大概，此外還有幾個特殊的問題，有單獨提出討論的必要。

59. 鹼性土 鹼性土是含易於溶解鹽類特多的土壤。除少數耐鹼植物尚能生長外，多數作物不能生長。此種土壤大都發現於乾旱區域及沿海各地。旱區雨量太少，土壤中的鹽分因蒸發關係漸漸停積於地面數寸土壤之內，愈聚愈多，遂使土壤變為鹼性。沿海之地，因海潮關係，常受海水的氾濫，待水退去，土面蒸發後，遂留多量鹽質於土中，以致經年累月而變為極富鹼質的土壤，稱為鹹土。

(1) 鹼性土的種類 鹼土所含的鹽類不限於氯化鈉（即食鹽 NaCl ），此外如硫酸鈉（ Na_2SO_4 ）、碳酸鈉（ Na_2CO_3 ）、硫酸鉀（ K_2SO_4 ）、氯化鈣（ CaCl_2 ）、硝酸鈉（ NaNO_3 ）等，都常發現於鹼質土壤中。食鹽對於植物生長的危害程度較輕於其他鹽類，碳酸鈉為害最大。此種鹽類原為白色，但能溶解有機物質而成為黑色，並且使地面土壤結成硬蓋，以杜塞空氣流通的道路，遂使植物閉室而死。氯化鈉、硫酸鈉等化合物都是白色，凝結在地面，使土呈白色，所以稱為白鹼土。我國江蘇沿海各縣的鹽墾區域，大都是

這種土質。碳酸鈉、硝酸鈉等溶解有機物而成黑色，含這種物質的鹼土，稱為黑鹼土，我國東北沿海各地，往往發現此種土壤。

(2) 鹼性土的成因 鹼性土的來源不外乎四種：一是由岩石分解而成；二是由鹹水蒸發而成；三是因乾旱之區域雨水少蒸發多逐漸堆積而成；四是久施含鹼質甚多的肥料而成。有的岩石含鹹質鹽類很多，分解後積在土中，如缺乏雨水將其滲去，則成鹹土；我國西北及蒙古一帶的鹼土，就是這種成因。海邊之地，鹹水蒸發而成鹹土，這是我國沿海各地鹹土的來源。至於青海新疆等地的鹼土，是由於鹹水湖的蒸發而成。我國北部天氣乾旱，雨量少而蒸發多，地下鹽質經久而帶至地面，因此而成爲鹹土的爲處亦不少。至因使用化學肥料如智利硝等太多，經久而成鹼土的，最近在我國亦可見到。

(3) 鹼性土對於植物生長的影響 按根部的滲透作用，是根外較淡的溶液滲透根細胞的薄壁而入於根內較濃的溶液。鹼土因含鹽類特多，經水溶解後，其密度較高於根內的溶液，遂使根內之液反滲透根膜而向外流，此種相反的滲透作用，再加上鹼土的結蓋作用，以阻止土中空氣的流通，遂置植物於死地。鹼土爲害的大小，視其所含鹽質種類及分量而定。各種植物抵抗鹼質的能力亦有不同。白鹼土如含鹽質不超過土壤成分千分之四，則大麥、小麥、雀麥等俱可生長而有相當的收成；但玉蜀黍則難望

有收穫。黑鹼土的含鹽量如超過萬分之六，則除幾種野草外，多數作物難有收穫。葡萄一類的果物，亦有能耐鹼性而生長者，但栽植其他果木或蔬菜則絕對無益。甜菜能耐千分之五的白色鹼土，但其糖量必受影響。

(4) 鹼性土的改良 改良鹼性土最妥善的辦法，是用排水法以減少土中的鹼質。灌溉太多，每使土下水位提高，以致蒸發太快而增加地面的鹼質。如行排水法以降低水位，使地面鹽質經水溶解而排出，則土中鹼性必減。同時亦須設法阻止過量的蒸發；耕耘、種植、施肥、皆足以減少蒸發的速度。耕耘可以造成覆蓋土，種植可以遮蔽日光，都有減少蒸發的作用。施肥可以增加水分保持力，使鹼液變淡，并可吸收為害最大的碳酸鈉，所以功用亦很大。黑色鹼土非排水法所能改良，因為碳酸鈉是不能溶解於水的；必須加石膏於土中，使碳酸鈉變為硫酸鈉中和後始能溶解於水而被排除。

60. 酸性土 酸性土是第二個特殊的土壤問題。此種土壤大都發現於潮濕區域，因土中礦物質的鹽基部份被水濾去，而留剩其酸質部份。又湖沼之地，因多量有機物的腐敗，而造成許多有機酸素。又如繼續施用硫酸銨一類的化學肥料於土中，亦可使土質變為酸性。試驗酸性土的方法，是將藍色試紙(Blue litmus paper) 放在玻璃杯內，大覆一吸水紙，放土壤於其中，再加蒸餾

水，過一二小時，如紙色變紅，則為酸性無疑。但最簡單的測定法是看地面上所生長的植物種類。覆盆子與紅莓台子，必須酸性土始能生長茂盛；他如草莓、西瓜、紫苜蓿、番薯、大豆、燕菁、紅蘿蔔等主要作物，亦可生於酸性土中，不過多數作物不能生長，故須改良，始可種植。

酸性土的改良 酸性土之有害於植物的原因頗多：(1)酸素不宜於多數植物的生理；(2)酸性過甚，石灰質缺乏，土壤結構不良；(3)酸質多易生各種有害毒質；(4)酸質多則因氮菌與硝化菌不能生存；(5)酸土病菌甚多，每使作物受害太甚，以致不能生長。改良酸性土最好的方法，在增加石灰以消除酸性。低濕的土地，如含有機物太多，以致酸性太重時，若使用大量石灰，殊不經濟；不如栽植喜酸或耐酸的植物為妙。此外用腐植土亦可矯正酸性。腐植土含有鹼性，鹼與酸化合而得中和土質，酸性因此消除。至用綠肥，則頗不相宜，因綠肥分解時發出多量有機酸素，及足以增加土壤的酸性程度。

問 題

- (1) 鹼性土如何構成？
- (2) 何謂白鹼土與黑鹼土？
- (3) 按成因分類，鹼土約可分為那幾種？分佈於我國何處？

-
- (4) 鹼土何以對於植物有害?
 - (5) 如何改良鹼性土使適於作物的生長?
 - (6) 酸性土的成因如何?
 - (7) 如何測驗土壤的酸性程度?
 - (8) 何種作物可以抵抗酸性?
 - (9) 如何改良酸性土,使適於作物的生長?

第三編 肥料

肥料可以補充土壤中植物養分的不足，並且可以改良土壤的物理性質，此點在前編已經述及。惟肥料的種類很多，所含成分各異，處理及施用的方法亦必因土壤及植物種類而有不同；而且肥料對於植物生長的關係極大，施用亦極普遍，凡農家無不施用肥料，所以本書不得不另設一編，分章討論之。

61. 肥料的分類 肥料的種類甚多，分類的方法亦有幾種，如按肥料的效用分類，則凡直接供給植物養分的謂之直接肥料；不能直接供給養分，而能改良土壤，促進土中已有養分之效用的，謂之間接肥料。若依肥料的原質分類，則可分為植物質肥料，動物質肥料與礦物質肥料三種。若依肥料的主要成分分類，則有氮質肥料、磷質肥料、鉀質肥料三種。此外如能依其來源分類，則有天然肥料與人造肥料之分。如依收效遲速分類，則有速效肥料與遲效肥料兩種。總之分類方法不一而足，本編不依據任何分類方法，僅擇最重要而最常用的肥料加以說明。

第十五章 人糞尿

人糞尿屬於直接肥料，為動物質肥料之一，歐美農民向不喜用，但在我國則利用極廣；因其所含養分頗多，施用方法亦頗簡便，故農民多喜用之。

62. 成分與產量 人糞尿的成分及產量，因人的年齡、性別、食物、及職業而異。茲據渥爾夫 (Wolff) 與列曼 (Lehmann) 兩氏的報告，歐洲人每人每日的糞尿產量及其重要成分有如下表：

	糞	氮	磷 酸	尿	氮	磷 酸
成年男子	150公分	1.74	3.23	1500	15.00	6.68
成年女子	45	1.02	1.08	1300	10.73	5.47
男 童	110	1.84	1.62	570	4.72	2.16
女 童	25	0.57	0.73	350	3.68	1.75

又據美國馬太 (Mathews) 氏的調查，美國人每日糞尿產量如下：

	產 量	水 分	蛋 白 質	脂 肪	碳 水 化 物	灰	氮	碳	氫	氧
糞	289.7公分	191.3	11.3	12.2	15.8	9.1	1.8	26.8	4.07	6.66
尿	1142.5公分	1039.2				10.7	12.32	12.75	3.2	11.09

又按芮布雷 (Rubner)、額夫曼 (Uffelmann) 等人的研究，所食食物不同的人，糞便中的乾物量亦異，其比重如下：

乳 兒	肉 食 者	食 黑 麵 包 者	食 馬 鈴 薯 者	食 豌豆 者	混 食 者
15	27.5	15	15	13.4	26

我國乾糞成分的比較有如下表：

	氮	磷	酸	氫	化	鉀
北平乾糞(一)	2.00	1.90				0.796
北平乾糞(二)	2.60	2.33				0.70
山東乾糞	2.25	1.17				0.58

再據德國人凱勒爾 (Kellner) 所調查日本人糞尿混合物所含各種成分之百分比如下：

	水	分	氮	磷	酸	鉀	石	灰	食	鹽	有機物
農	95.29		0.55	0.12	0.295	0.01	1.16	3.03			
商	95.31		0.59	0.13	0.288	0.02	0.91	3.18			
中	94.51		0.57	0.15	0.240	0.02	1.00	3.89			
兵	94.41		0.80	0.30	0.207	0.03	0.84	4.07			
士											
學											
生											
平	95.00		0.57	0.23	0.270	0.02	1.02	3.40			
均											

由以上數表看來，可知成人的糞尿所含肥分較兒童為多；男子較多於女子，食肉者的糞較重於食蔬菜的；兵士學生的糞，含氮與磷酸較多，而鉀與食鹽的成分則較少。

63. 人糞尿的處理 新鮮人糞尿，如不經過適當的處理即行施用，往往有妨礙植物生長及傳播疾病的危險。新鮮糞尿不能供植物之利用，必經細菌的分解作用，始有效能。且尿素〔CO(NH₂)₂〕不能為土壤所吸收，滯留土中反增土中養液的濃度，致根部發生相反的滲透作用，而使植物枯死。且糞尿中的氮質，一經雨水沖

洗即行消失，既然主要肥分喪亡，肥料的價值亦必減低。處理之法，在於儲藏。將人糞尿置於缸或糞坑內，加水二三倍攪拌之，上覆以蓋，以免日光的曝曬及雨水的侵入，任細菌工作其中，使之腐爛，一兩週後糞尿腐熟成褐色或綠色，尿之酸性變為鹼性，有機物完全分解，氮素化合為碳酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 可供植物之用。此時即可施用而無虞。

人糞尿是病菌最良的媒介，而且臭氣甚大，應經適當的處理，以殺滅病菌而消除臭氣。最好的方法是用細土堆蓋於糞尿之上，既防病菌的傳播，且可免臭氣之飛散；其次是用石灰，石灰殺菌能力頗大，但石灰水與碳酸銨化合，則含氮的氮易於疏散，故必須用在糞尿未經腐敗之前，綠礬 (FeSO_4) 的功用在於防臭，且可保持氮素，亦有殺菌能力，但非大量施用不為功。

64 人糞尿的施用 人糞尿既經腐熟後，其所含之養分即可供植物的直接利用，尤以其中所含之氮素已成為氮狀態，經久即消失殆盡，故必須作追肥或補肥之用。人糞尿含有機物甚少，故無改良土壤物理性質的效用。含氮多而含磷酸較少，促進枝葉發達的效用頗大，用作蔬菜、桑葉等作物的肥料最為合宜。稻、麥等穀類作物如用人糞尿，須加磷酸，蓋免枝葉叢生，籽粒減少，或遲熟的危險。施用人糞尿時須注意以下事項：

(1) 缺乏有機物的砂質土壤，不宜單獨施用人糞尿，蓋有使

土壤硬化之虞；如與廐肥、堆肥等混合施用可免此病。

(2) 須加水二三倍使成稀薄之漿，分數次施用，每次不宜過多，多則土壤一時不能吸收，超過植物的需要，因而喪失無用。

(3) 人糞尿是氮質肥料，含鉀磷頗少，凡非以莖葉為收穫的作物，須與磷酸及鉀配合施用，方不致有枝葉生長過甚，籽粒反而減少的現象。

(4) 稻田中施用人糞尿作為追肥時，須先排水，施用後須隔一兩日始能灌水，以免肥料的損失。

(5) 人糞尿施下後，最好用土蓋覆，以免惡臭四散，氮消失，或傳播病菌。尤忌將糞漿澆潑於作物葉面之上，致阻礙葉的呼吸作用而使作物枯黃。

(6) 經過消毒後的人糞尿，其養分較少，用時須多施數次方可收效。

(7) 施用人糞尿的時間因作物而異；豆穀作物施肥須在花苞未放之前；洋莓則在果已摘完之後；白菜則無一定，須分數次施用；瓜類作物則尤宜多施數次。

問 題

(1) 肥料如何分類？

(2) 人糞尿內包括什麼肥料成分？

- (3) 糞與尿的成分各有何不同？
- (4) 新鮮的人糞尿何以不能施用？
- (5) 試述細菌對於人糞尿的腐熟作用有何關係？
- (6) 人糞尿的特殊功效何在？
- (7) 施用人糞尿時應注意何種事項？

第十六章 厩肥及其他動物質肥料

厩肥是家畜糞尿與蘆草的混合物，含氮、磷、鉀三種要素，且富於有機物，為極完全的肥料，任何作物及土壤俱可施用，各國農民無不重視之。厩肥之外，亦有用骨粉、魚肥、蠶渣等動物質肥料的，但不如畜糞之廣，茲先說明家畜糞尿的成分。

65. 家畜糞尿的成分 家畜糞尿的成分因家畜的種類與年齡及其食物的性質而異。根據列默門 (Lemmermann) 氏的分析結果，各種家畜糞尿的主要成分如下：

	馬			牛			豬			羊		
	糞	尿	混合	糞	尿	混合	糞	尿	混合	糞	尿	混合
水分	75.8	90.0	77.9	83.5	93.8	86.8	79—84	97.5	82—87	65.5	87.5	68.0
有機物	22.0	7.0	19.0	14.6	3.2	11.0	10—15	15—2.8	9—14	31.4	8.0	28.0
氮	0.44	1.5	0.6	0.29	0.6	0.4	.6—7	.3—4	.5—6	0.6	1.9	0.9
磷酸	0.32	0	0.3	0.17	0	1.3	.1—4	0.1	.1—2	0.3	痕跡	0.4
鉀	0.35	1.6	0.5	0.1	1.3	0.6	0.3	.7—8	0.5	0.15	2.3	1.0

由上表可知水分佔家畜糞尿的大半，次為有機物，再次則為氮、鉀與磷酸。如將水分除去而比較乾體糞尿所含植物養分的數量，則得下表：

	馬		牛		豬		羊	
	糞	尿	糞	尿	糞	尿	糞	尿
氮	2.20	13.50	2.65	12.50	2.75	13.00	1.80	9.00
磷	0.52	0.60	0.00	0.60	1.10	1.75	0.55	0.15
鉀	1.33	10.40	0.54	14.10	0.95	11.60	0.95	11.60

由上表可知尿的乾體所含養分，較糞中所含的為多，惜我國農人往往棄尿而留糞，尤以北方農人為然，此不知尿的肥料價值之大。若因運輸或施用困難而任意捨棄之，則殊為可惜。

66. 厩肥的成分與產量 厩肥是家畜糞尿與厩草的混合物，通常農家所養牲畜不止一種，故厩肥實包括各種家畜的糞尿。厩草或稱寢蓐，為家畜之臥牀，通常以稻麥稈、落葉、草等物充之。此類厩草能吸收并保持家畜之尿，本身亦富含養分。成分中最多的是有機物，佔百分之八十左右；次為水分，約佔百分之十四；他如氮、磷、鉀三種要素成分雖不多，但皆有之。至厩肥的成分則如下表所示：

	水 分	有 機 物	氮	磷	鉀	鈣
馬	71.30	25.40	0.58	0.23	0.53	0.21
牛	77.50	20.30	0.34	0.16	0.40	0.31
羊	64.00	31.80	0.82	0.23	0.67	0.33
豬	72.40	25.00	0.45	0.19	0.60	0.03

厩肥的產量包括糞尿與厩草二者。據學者的研究，厩肥中的

乾物量平均約為家畜所食飼料中乾物量之半；蘆草之量則相當於飼料中乾物量的四分之一。又新鮮廐肥中的乾物量，僅佔全量的四分之一，水分則佔四分之三，故計算產量的方法，可用以下的方程式：

$$\left(\frac{\text{飼料中的乾物量}}{2} + \frac{\text{飼料中的乾物量}}{4} \right) \times 4 = x (\text{新鮮廐肥量})$$

如以 y 代替乾物量，代入上列公式內，則 $x=3y$ ，換言之，即新鮮廐肥，約等於飼料乾物量的三倍。

此外又可以家畜的體重為標準，而計算廐肥的產量。體重一千公斤的役用牛，每日所食飼料的乾物量為二十四公斤，而蘆草與飼料所含乾物量又相等，則可按下列公式計算此牛的產量得一四四公斤：

$$\left[\frac{24}{2} (\text{乾物量}) + 24 (\text{蘆草乾物量}) \right] \times 4 = 144$$

如以廐肥產量與上述家畜體重（1000公斤）相比，則為百分之一四·四，換言之，即家畜每日廐肥產量等於其體重的百分之一四·四。

67. 廐肥的處理 廐肥不論新陳俱可施用。新鮮廐肥富含有機物質，可作基肥，腐爛後的肥料容易施用，奏效迅速，通常為便利起見，仍以堆積二三月，俟腐爛後再行施用為最適宜。但如堆積不得法，損失之量必有可觀，故須注意以下各點：

(1)堆積之處宜在畜舍的北面或陰涼不甚通風之處，以避日光的曝曬。

(2)堆積的地面須用磚石或水泥砌成，以防肥料的滲透。東南西三面須砌牆圍繞之，以防肥液的流失。北面出口處作一深淺適宜的溝，以保存流出的液汁。

(3)下面須先墊乾土，然後堆積廐肥一層，注水踏緊後再堆再注再踏，并覆以細土，堆至四五尺後，即以草覆蓋之，以避風日。

(4)堆積之後漸次腐敗發酵而生熱，應時時注水壓緊以防氨的飛散，并阻止溫度上升過高。

(5)堆積的廐肥應不時翻動，使堆積物內外更換，以便各部同樣腐熟。

68. 廐肥的功效與施用 廐肥除直接供給作物養分外，且有以下三種功效：(1)間接的使他種養分變為可用性；(2)增進土壤的溫度；(3)改良土壤的物理性質。施用時須注意以下各點：

(1)腐熟廐肥須於播種時或移植前撒於地面，耙土覆蓋，以防損失；新鮮廐肥須於播種一月以前施下，亦須用耙覆土。

(2)新鮮廐肥入土須淺；腐熟廐肥入土須深。

(3)砂質土宜用新鮮廐肥，黏土則用腐肥。

(4)廐肥含磷質特少，遇必要時須加過磷酸鈣或骨粉以補充之。

(5) 生育期短的作物宜用腐肥，不宜用新鮮廐肥。

(6) 新鮮廐肥不宜與硝酸性肥料同施，蓋恐引起硝酸的還原作用，而生游離的氮素。

69. 其他動物質肥料 吾人除取動物的排泄物作為肥料外，亦有取動物的本體作肥料的，如骨肥、血粉、肉粉、魚肥等，其中以骨粉為最重要。骨粉為磷質肥料，其成分的多寡視種類而異，普通約有三種：一粗骨粉，二蒸骨粉，三脫膠骨粉，皆富含磷質，第三種含量尤多，惟因缺氮質，故肥效不若第一、第二兩種之大。施用骨粉最好與其他肥料配合，或先攪雜在廐肥或堆肥內，使之發酵。骨粉效用遲緩，作為基肥尚稱適宜。

問 題

(1) 廐肥的特點何在？其肥料的成分較之人糞尿如何？

(2) 北方農民的習慣往往棄尿而留糞，試述其利弊？

(3) 如何計算廐肥的產量？

(4) 今有耕牛重八百公斤，每日所食飼料中的乾物量為二十公斤，假如蓐草與飼料所含乾物量為相等，則此牛的肥料產量為幾公斤？佔其體重百分之幾？

(5) 廐肥如何處理？

(6) 施用廐肥時應注意何種事項？

(7) 試述他種動物肥料的性質與功效。

第十七章 堆肥及其他混合肥料

堆肥是指各種廢物雜質堆積而成的肥料而言。厩肥亦為堆肥之一種，但堆肥的材料不限於動物的排泄物與蓐草，凡動物質、植物質、礦物質的各種廢物，有肥料的價值者，皆可混合堆積，經過適當的處理，使之腐熟，以作肥料之用。

70. 堆肥的製造 製造堆肥的材料極不一致，全視各農場所能取得廢物的種類以爲定。動物質方面有人糞尿、家畜糞尿、動物屍體、骨粉、血塊、羽毛、蠶糞、鳥糞、魚滓、角皮、肉粉、廚房棄物等；植物質方面有各種草稈、麩糠、豆莢、藻苔、落葉、綠草、鋸屑、根株、油粕等物；礦物質方面則有草灰、煙煤、河泥、溝泥、污水、細土等。材料齊全後，即可堆積。堆積時宜緊不宜鬆，鬆則材料易於分解而生高熱，氮質肥料有易於喪失之弊；實則不易分解，發熱不致過高，氮質得以保存。土法堆積是在田的一隅掘一數尺深的坑，直徑一丈餘，將各種廢物傾入，表面用河泥糊蓋經一二月後，取出施用。在地面堆積：第一須用草稈鋪於底面，高四五寸；次將四周積高一尺，將材料填於中央，踏實後加水分若干，并加細土一寸，然後依法再堆一層，高至五六尺即可，頂上面須覆土三四寸。堆積材料須事先切碎，粗大的放在下面，細小的放在上面。堆積之後，如在夏季，每隔四五日須注水一次，冬季則每

十日注水一次，以免內部發熱太高或太乾燥。注水時四周須多注，中部較少，又每隔二三星期須翻堆一次，因中部易於腐爛，外部較難，翻動可以使各部腐爛均勻，而無局部腐敗程度不齊之弊。其他應注意之事項與腐肥的儲藏相同。

71. 堆肥的成分及效用 堆肥既由各種物質堆積而成，故其所含成分亦不一致。大抵肥料的三要素都有，氮約千分之一至百分之三，磷約千分之二至百分之五，鉀約千分之二至百分之一。惟堆肥的效用除供給植物養分外，尚能改良土性，其利益與腐肥同，有時尚且過之。其主要的效用有以下數點：(1)含腐植質多，可以增加土壤黑色而提高其溫度；(2)含有機物多，施於缺乏有機物的砂土中頗為相宜；(3)能增加土壤的保水力；(4)使黏重之土疎鬆通氣使輕鬆之土增加黏性；(5)施入土中可以促進原有肥質的溶解；(6)肥效甚長，作基肥培肥俱可；(7)肥料的三種要素都有，非至必要時無須與他種肥料配合；(8)堆肥中不含有害成分，施用後毫無危險。

72. 堆肥的施用 堆肥須腐熟後，始可施用，惟上中下三層腐熟程度不齊；每次取用時不可單取上層，應直切至底以求均勻，施用時應注意以下數點：

(1)富有腐植物的壤土無須施用堆肥，但瘠薄土、砂土、重黏土俱可大量施用。

(2)施用時須先開溝用土覆蓋，但不宜過深；然後播種其上。如作菓樹肥料，須在樹的四週，依照樹冠之大小作溝傾肥其中，覆之以土。

(3)堆肥收效較遲，用作基肥最爲適宜，對於生長期短的作物，須用極腐熟的堆肥。

(4)堆肥施用的分量，因作物的種類而異；大約棉每畝需八百斤，茶四百斤，煙草九百斤，桑六百斤，大麻九百斤，花生四百斤，水稻六百斤，大麥九百斤，小麥七百斤，高粱八百斤，豆類一百五十至三百斤，各種蔬菜約八百斤至一千二百斤。

73. 其他混合肥料 除堆肥外，尚有他種混合肥料，如燒土肥料、河泥、污水等。燒土肥料是將各種有肥料成分的物質如藁稈、稻殼、竹片、刈株等物，與泥土混合，徐徐燻燒，若火勢旺盛，則加以濕潤的藁稈，待燻燒後澆以人糞尿或污水，施於圃場以作肥料。此種肥料含氮及有機物少，但磷酸和鉀則甚富；施於土中可以增加土壤溫度，而提高其生產力，并能促進土中原有物質的溶解。

河池的泥土，是天然的混合肥料，其中有各種有機物質，如水生動物的屍體及排泄物，腐爛的水草等，而且土質極細，色澤深黑，故可視作肥土。秋冬之交，就河底及塘底，將泥取出，雜以草稈，堆積於適當地點，以待應用，我國南方農民多喜用之。其中

含肥質雖不多，但三要素都各有若干，若與他物混合即成良好肥料，施用於淺色砂質土，尤為適宜。

污水如廚房浴室以及污水溝所流出的廢水，皆含若干植物之養分。任其流去不知利用，不獨無益反礙衛生，故可取之用為液肥，或用以稀釋豆餅與糞尿或腐敗其他濃厚肥料，皆有相當功效。廢物利用為我國數千年來農作的特點，習農者不可不加以注意。

問 題

- (1) 堆肥與廐肥有何分別？
- (2) 製作堆肥的材料如何？
- (3) 如何製作堆肥？
- (4) 堆肥的效用何在？
- (5) 施用堆肥應注意何種事項？
- (6) 何為燒土肥料？其肥效如何？
- (7) 河泥有何特點？應於何時掘起施於田間？

第十八章 · 綠肥及其他植物質肥料

綠肥是將生長的植物鋤入土內以作肥料。可充綠肥的植物很多，但大概可分為二大類：一是氮質固定綠肥，如苜蓿、紫雲英、大豆、蠶豆、金花菜等，此類植物的根有固定游離氮素的功效，此點前面已經說明；二是氮質吸收綠肥，如蕎麥、燕麥、芥子菜、蕓薹等植物，其根部能吸收土中氮質而保存之，以免被水洗去。通常所用的綠肥，大都屬於第一類即豆科植物的一種，目的在補充土壤中的氮素，以供給下季作物生長之用。

74. 綠肥的功效 綠肥如施用得宜，能使作物的收穫增加一倍至五倍之多，其功用不僅在氮素的供給，且可改良土壤，分析言之，可得九項利益：

(1) 增加土壤中的氮素，因豆科植物的根，附有根瘤菌，可以直接吸取空中氮素。

(2) 能吸收土中氮質的植物之根，可以保持土中氮素不使消失。

(3) 綠肥植物的根生長較深，可以吸取地下層的養分，其功效等於深耕。

(4) 綠肥富有有機物質鋤入土中可以增加腐植質，而能改良土壤的物理性質。

(5) 豆科植物的根可以分解土壤，使不可用的養分溶解，而為可用的養分。

(6) 綠肥耕於土壤中後，微生物必因食料增加而繁殖特速，可助土壤養分的分解。

(7) 綠肥植物的根吸取土中各部分的養料，使集中於表層土內，以便於作物的利用。

(8) 傾斜地面，表土易被雨水沖洗，如種綠肥則無此虞，故綠肥可以保存表土。

(9) 綠肥植物可充菓樹園內的覆蓋作物之用，藉以調節菓樹之養料供給，並能使雜草不生，果樹生長良好。

75. 綠肥植物的成分 綠肥植物通常於其新鮮時耕入土內，或刈下撒布於上面再行耕入，但有時須俟其乾燥稍為腐敗後，再行施用。新鮮之綠肥植物柔軟多汁，易於腐爛，但含養分較少；乾燥者含水分甚少，但養分較多，茲舉重要綠肥植物數種以比較其新鮮時與乾燥後所含養分的不同：

	水分	灰	氮	磷酸	鉀
紫雲英鮮草	82.00	0.98	0.48	0.09	0.37
紫雲英乾草	16.70	4.42	2.25	0.41	1.70
大豆開花後鮮草	80.00	1.69	0.58	0.03	0.73
大豆乾草	14.00	7.35	2.49	0.38	3.13

豌豆鮮草	81.50	1.39	0.51	0.15	0.52
豌豆乾草	16.70	6.24	2.29	0.68	2.32
蠶豆鮮草及莢	—	—	0.55	0.12	0.45
苜蓿	75.95	—	0.78	0.11	0.40
蕎麥開花時鮮草	85.00	1.24	0.39	0.08	0.38
蕎麥乾草	16.00	7.00	2.14	0.42	2.14
蕁麥開花時鮮草	87.00	1.30	0.46	0.12	0.35
蕁麥乾草	16.00	6.90	2.99	0.76	2.26

76. 綠肥的施用 綠肥有兩種施用方法：一是先充飼料，再取牲畜的糞尿以作肥料，此係間接利用法；一是直接耕入土中以作肥料，此係直接施用法。間接利用無須重說，直接施用則須注意以下事項：

(1) 含腐植質特多的土壤不宜施用綠肥。

(2) 施用的時期應在播種或移植以前的二三星期。

(3) 綠肥須切細後，平均撒布於田面而耨入之，或直接就生長之地耕入亦可。

(4) 砂土中耕入宜較深，黏土中則耕入較淺；濕潤之土宜淺，乾燥之土宜深。過於乾燥的土壤，則不宜栽種綠肥，蓋恐水分之易於喪失。

(5) 綠肥分解時每易發生各種酸素，遇必要時須加石灰少許以中和土壤；綠肥每一百斤，約加石灰三斤至五斤。

(6) 綠肥成分中磷質特少，如同時施用磷肥則效用更大。

(7) 綠肥之施用量每畝約一千二百斤。

(8) 菓樹園中宜栽綠肥植物，除增加土壤養分外，且可作覆蓋作物之用。

(9) 綠肥後的作物，必須價值較高而需要有機物較多的作物，否則得不償失。

77. 其他植物質肥料 綠肥為植物質肥料的一種，其他如油粕、草木灰、各種農產製造搾滓等，亦皆係植物質肥料。油粕種類甚多，主要的有豆餅、菜餅、棉子餅、花生餅、胡麻餅等，富含有機物。三種要素中以氮為最多，磷較少，而以豆餅含磷尤少。如不與磷酸肥料同時施用，有使莖葉生長茂盛，籽粒遲熟之虞。施用油粕時，須先將餅切碎，浸於水中使之腐敗發酵後，再行施用。冬季在播種或移植兩週以前施下；夏季在一週以前施下。草木灰含鈣鉀磷特多，惟無氮質，對於豆科植物，烟草、根葉類等，功效頗大，為我國唯一之鉀質肥料。酸性的腐植土應用草木灰，使之中和。又油粕一類的肥料，易使土壤變為酸性，如與草木灰混合，可使酸性中和。此外各種農產製造搾滓如豆渣、醬油渣、酒糟等，無論新鮮的或風乾的俱可作肥料之用。此類肥料含氮甚多，麥酒滓尤富磷酸，惟施用上不甚經濟，最好先充飼料，再取動物的排泄物以作肥料，則較為有利。

問 題

- (1) 綠肥分那兩大類?各有何功用?
- (2) 列舉綠肥的利益。
- (3) 新鮮的與乾燥的綠肥其所含養分有何不同?
- (4) 施用綠肥的方式有那幾種?
- (5) 如行直接施用,則應注意何種事項?
- (6) 如何使用油粕?
- (7) 油粕往往須與草木灰同施,何故?

第十九章 礦物質肥料(一)

礦物質肥料俗稱人造肥料或化學肥料，包括一切由礦物而成的肥料。我國市場所銷售的各種肥田粉，都是礦物質肥料。此類肥料原係天然物產，但必須經過人工製造，始可供植物的利用。通常因其用途之不同，而有直接肥料與間接肥料之分。直接的化學肥料又可因其所含植物養分的不同，而分為氮質肥料、磷質肥料與鉀質肥料三種。氮質肥料中最重要的是硫酸銨 [Ammonium sulphate, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] 與硝酸鈉 (Sodium nitrate, NaNO_3)。磷質肥料中最重要的是過磷酸鈣 [Calcium acid phosphate, $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$]。鉀質肥料是硫酸鉀 (Potassium sulphate, K_2SO_4)。所謂肥田粉就是上述肥料的一種或數種的混合品。間接的化學肥料最主要的是石灰 (Calcium oxide, CaO) 與石膏 (Calcium sulphate $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。

78. 來源 我國農民一向依賴天然肥料以營農作，近來才有人知道施用人造肥料。我國雖富有各種礦產，但尚未知道利用礦質以造肥料，所以市場上所售的各種肥田粉，都是由外國輸入的。根據海關報告我國每年購買外國的人造化學肥料，漏卮甚鉅。民國十五年輸入數量為一百三十三萬餘担，值銀五百九十二萬九千餘兩；至民國十九年則增至三百十九萬餘担，值銀一千八百五

十萬餘兩；二十一年大水爲患，但亦輸入化學肥料一百九十一萬餘担。我國政府鑒於化學肥料的施用漸廣，且皆來自外國，特於各地設肥料檢驗所，自十八年六月至十九年七月，計被檢驗的肥料商品有四十餘種，代表外國公司十餘家，其中尤以卜內門及愛禮司兩公司爲最著，其營業亦最廣，各公司所售肥料則來自英德美日比法荷智利加拿大等國，銷售地點則華南以粵閩兩省爲最多，約佔全國百分之五十五，華東以江浙兩省爲最多，華北以山東河北兩省爲多，其他沿江沿海各省，亦有漸知施用的。

79. 氮質肥料 氮質肥料有智利硝石 (Chili sodium nitrate, NaNO_3)、印度硝石 (Potassium nitrate, KNO_3)、硝酸鈣 [Calcium nitrate, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$]、硫酸銨、石灰氮 (Calcium cyanimide, CaCN_2)等種。通常銷售於我國的是硫酸銨及智利硝石。智利硝石產於南美洲的智利秘魯等國，每年開採甚多，大部銷於歐美市場，輸入我國的有華善洋行的牛頭牌智利肥料，及安利洋行的醒獅牌氮素肥料。我國甘肅黃河以北之地，據俄人調查有硝石礦區長約三百公里，硝石成分與智利硝石相似，如經大規模的開採，則國庫收入必多。按智利硝石的主要成分是硝酸鈉，可作肥料之用。最純粹的硝石含有百分之九十以上的硝酸鈉，此種物質易溶於水，植物可以隨意吸收，藉得其中的氮質養分；所以宜用作速效肥料，以促進植物的生長；惟因富於吸濕性，每使土

壤易於固結，水田及潮濕之地最不相宜，乾旱之地，施用尚可。但旱田在降雨多的地方，硝酸肥料往往易於流失，所以使用的時期應注意下列幾點：第一、在降雨的時候不能施用；第二、須在植物盛行生長的時期施用；第三、對於蔬菜花卉的施用，應以發育時為宜；第四、應分期施用，每次施用之量，每畝不得超過二十斤。施用的方法是：(1)須與少量土壤或堆肥混合，於離根三四寸之處施用之，且用時須先溶解於水中；(2)儲藏或裝運時，須避免濕氣；(3)智利硝石略帶鹼性，如與磷質或鉀質肥料配合，最好須擇帶酸性的磷鉀肥料。

硫酸銨在我國使用較廣，如卜內門公司的蛾眉月牌、愛禮司洋行的獅馬牌、新利公司的鳳凰牌等肥田粉，其原料都是硫酸銨。此種肥料含氮素（即氨）約有百分之二十，係製造煤氣時的一種副產物；一噸之煤可得硫酸銨十五六斤。純粹的硫酸銨是無色透明的結晶體，如混有雜質則呈灰青紫等色。肥效以純粹的為最高，普通所銷售的硫酸銨僅含雜質百分之五，純粹的硫酸銨除百分之二十的氮素外，尚有硫酸百分之五十八，水分百分之四，矽酸百分之三，其他等質約百分之二。此種肥料可作基肥，但亦可作補肥之用，惟使用過多，對於植物反有妨害。如作基肥，則施用量可多；如作補肥，則須較少，每畝以十餘斤至四十斤為度。施用時尤應注意下列各點：(1)單獨施用有使植物枝葉生長太盛

結實不良之虞，故應與磷鉀肥料混合施用；(2)不含有機物，施用次數過多，有使土壤物理性質變劣之虞，所以須與廐肥堆肥等混用；(3)桑葉、果木等植物，需要多量的養分，以施用大量硫酸銨爲宜；(4)施用時不得與植物根部或種子接觸。旱田內須耙開土壤作條施下；水田內須與乾土拌和而撒佈之。

80. 磷質肥料 磷質肥料有過磷酸鈣、湯姆斯氏磷肥 (Thomas slag, $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$)、磷酸銨 [Ammonium phosphate, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ or $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$] 等種，以第一種爲最普遍。我國施用此項肥料不多，但近年來亦有輸入，如安利洋行的鷹牌磷酸肥料，禮和洋行的鹿牌骨精等，都是過磷酸鈣。此種肥料以磷爲主，由骨粉或磷礦等製成。磷礦與骨粉內所含之磷，是磷酸三鈣 [Tricalcium phosphate, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$]，不能溶解，必須與硫酸化合成爲可溶性磷酸鈣即過磷酸鈣 [Superphosphate of lime, $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$] 始能爲植物所吸收。此種肥料是白色粉末，含磷質約百分之十五，爲磷質肥料中最有效的一種。其功用不獨可以促進作物的成熟，且所含之鈣有間接肥料的功效。施用時應注意以下數點：(1)各種作物皆可施用，對於穀類、豆類、根菜類等作物尤爲相宜；(2)充作補肥與基肥均可；如與含有機物質的肥料一同施下，則更有效；(3)磷酸既爲不完全肥料，則與任何天然肥料如人糞尿、廐肥、堆肥等混合施用，無不相宜；(4)此種肥料係

屬酸性，不可與任何其他酸性肥料同用，亦不可與植物之根莖葉種子各部接觸，恐防礙其生長；（5）施用時須先與土拌和，或混合於天然肥料內，因其容量頗小，單獨施用，既不均勻，且有過量之虞；每畝以二十斤至四十斤為度；（6）砂質土壤吸收力弱，如施磷肥宜分數次施之，以免流失。

問 題

- （1）礦物質肥料如何分類？
- （2）常用的化學肥料有那幾種？
- （3）試述我國因輸入外國化學肥料所受的金錢損失。
- （4）氮質肥料以何種為最普遍？其特點何在？
- （5）硝酸肥料因如何施用？在何時施用為最宜？
- （6）硫酸銨的來源為何？其功效何在？
- （7）施用硫酸銨時應注意何種事項？
- （8）過磷酸鈣的來源及功效為何？應如何施用？

第二十章 礦物質肥料(二)

81. 鉀質肥料 我國農民向用草木灰以爲鉀質肥料，歐美各國自一八三九年德國開採斯塔斯斐特 (Stassfurt) 鉀礦後，即開始採用礦物質的鉀質肥料。近年來輸入我國的漸多，如上海禮和洋行的鹿牌灰精以及駐華鉀質肥料聯合公司的耕牛牌肥料，都是鉀質肥料。鉀質肥料的主要成分是硫酸鉀，由斯塔斯斐特鉀礦直接精練而成。其功用除供給植物的鉀質養分外，尚有以下兩種間接效能：(1)有吸濕性，能保持土壤水分，使作物可以耐旱；(2)有使土中不可溶的物質，變爲可溶的物質之能力。但施用不得法，亦可以發生幾種有害的間接作用。(1)使土粒固結；(2)於土壤中生成碳酸鹽酸等遊離酸類，以致爲害植物；(3)減少土壤中的石灰含量；(4)施用過多，有害於作物的品質。欲矯正以上缺點，不得不於施用時注意下列事項：(1)須與他種肥料配合施用，但不得與酸性肥料如過磷酸鈣配合；(2)施用時固體或液體均可，每畝以二十五斤至四十斤爲限；(3)與石灰同用，可以中和酸性；(4)應於播種或移植之前施用。

82. 和合人造肥料 植物的生長需要氮、磷、鉀三種養分。上述的人造肥料都是不完全的肥料，祇能供給植物的一部份需要，農家必須善爲配合，始可收施肥之效。肥料商人爲便於農家應用

起見，往往將各種單質肥料配合爲完全肥料，稱爲和合人造肥料。如卜內門公司娥眉月牌一、二、三、四、五、六、七等號肥田粉，即係根據各種作物的需要，以配成含氮、磷、鉀各若干成分的和合肥料。又德國愛禮司洋行獅馬牌的和合肥田粉亦有數種，俱含氮、磷、鉀三種要素，其成分亦各有不同。我國農民因不慣於配合，故以施用和合人造肥料爲最便利。經我國政府檢驗合格准予銷售的和合肥田粉，除卜內門公司第四號肥田粉，美國亞盧牌肥田粉等數種僅含氮與磷質外；其餘的和合肥田粉則三種要素都有。

總括肥田粉的利益有以下數點：（1）肥田粉含三種要素甚富，肥效較天然肥料爲大；（2）肥田粉功效頗速，用作補肥或追肥最爲適宜；（3）容量不大，攜用便利；（4）隨買隨用，節省農人的時間；（5）各種成分的多寡均有註明，可分用亦可合用，全視植物的需要及土壤的情形而定，不若天然肥料的成分不明，農家施用毫無標準。肥田粉雖有以上數利，但亦有若干弊端：（1）肥田粉都是外國貨，我國尙少製造，施用愈廣則漏卮愈大；（我國永利公司現製硫酸銦應市，可以杜塞漏卮的一部份。）（2）天然肥料多係農場廢物，農民不必費錢購買，施用肥田粉不合我國農家經濟；（3）肥田粉不含有機物質，施用太多，每使土壤物理形態變壞，而不宜於耕植；（4）我國農民不慣於施用肥田粉，施用不當，往往害多利少。爲矯正以上弊端起見，我國政府或工商界

應利用我國礦質及原料，設法自製人造肥料，以杜絕此項漏卮，並須指導農民施用，以免傷及土性。

83. 間接肥料 主要的間接肥料是石灰（氧化鈣）與石膏（硫酸鈣）兩種。鈣雖為植物養分之一，但土中已含有不少，足敷植物之用。施用石灰與石膏的目的，不在養分的供給，而在土壤物理性質的改良，及不可用性養分之變為可用性的養分，所以此種肥料稱為間接肥料，其功用不在直接肥料之下。石灰的功效除上述者外，尚可中和土壤酸性，並能促進有益細菌的蕃殖；但施用過多，反使土壤肥分溶解太快，消失過易，土壤變為瘠薄，吸收肥料的能力變弱，且使作物品質不良，莖稈脆弱。故施用時須注意土壤是否呈現酸性，含有機質肥料是否太多。如無酸性，且有機物質不多，則不必施用石灰。如須施用，應於播種或移動以前一二星期撒於土面而鋤入之，每畝以一担至二担為限，隔三四年施用一次。至石膏的功用，除改良土壤物理性質及促進養分溶解外，且可改善黑色鹼性土壤，並可抑制土壤水分的蒸發。每畝施用量以五十斤至二百斤為限，須在朝露未乾或降雨前撒布於地面而耩入之。

問 題

(1) 硫酸鉀的效能為何？

-
- (2) 如施用不當則發生何種弊害?
 - (3) 施用時應注意何種事項?
 - (4) 何謂和合人造肥料?
 - (5) 肥田粉的利益何在?其弊端如何?
 - (6) 何謂間接肥料?
 - (7) 間接肥料有那兩種?各有何功用?
 - (8) 如何施用石灰?
 - (9) 如何施用石膏?

第四編 植物的病害

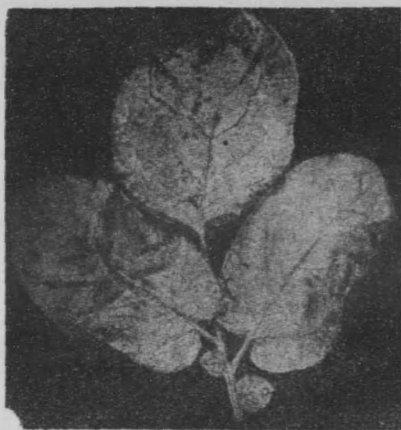
第二十一章 植物病害的意義和重要

84. 植物病害的意義 植物在生育期中，受到外界和內部各種刺激，正常的生理作用，如營養、生長、及繁殖等，漸進的發生障礙，使植物的正常形態亦跟着有了異狀，這就叫做病害。例如小麥田中有許多小麥因為受了一種下等植物叫菌類的寄生，牠的穗部就變成一蓬黑灰的樣子，叫做黑穗病。這種病害的結果，在我們所栽培的經濟植物方面（農作物與園藝森林等植物）發生三種影響：（1）減少產量，（2）損壞品質，（3）減損園藝植物的美觀，所以病害是農業上很重要的一個問題。

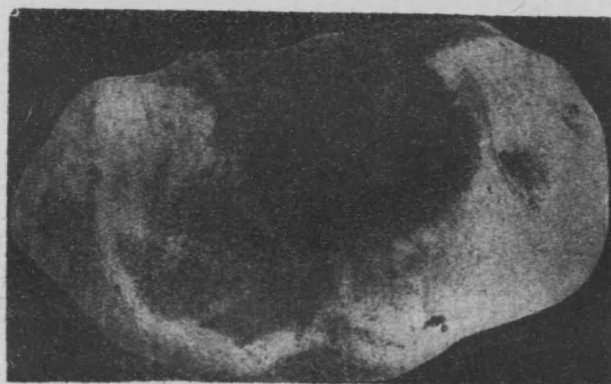
85. 植物病害的重要 普通從事農業的人，常受植物病害很大的損失，大都是任其自然，不去想法防除。迷信者以為這是天降的災殃，無可防治；粗心者，也以為這種損失很輕，可以不必注意。其實病害非特每年損失很大，並且有時氣候及環境特別適於某一種病害的蔓延時，常可造成很嚴重的荒歉。茲舉國內外幾個實例和統計，以說明植物病害的重要性：

（1）1845年愛爾蘭的馬鈴薯晚疫病：馬鈴薯在歐洲是一般人的日常食品，有如東亞的米飯一樣。馬鈴薯有一種重要的病害，

叫晚疫病(第二十三圖),是由於一種藻狀菌學名叫 *Phytophthora*



A



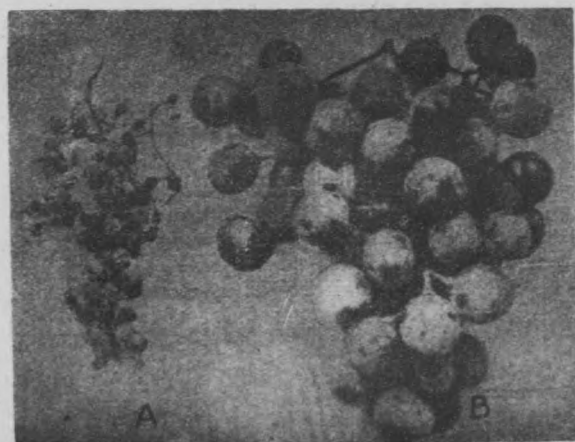
B

第二十三圖 馬鈴薯晚疫病。

A.病莖。 B.病塊示腐爛狀。

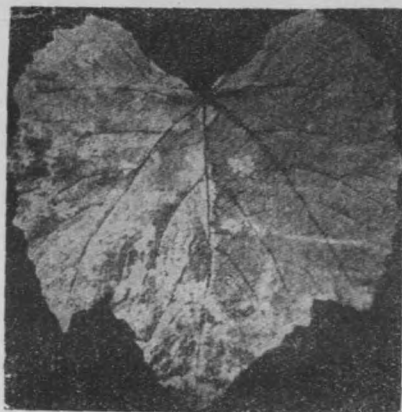
infestans 寄生所致的。當1845年時，歐洲氣候和往年不同，陰雨連綿多日，最適於這種病菌的蔓延，於是此病非常劇烈，使有名產地愛爾蘭的馬鈴薯，僅兩星期而收穫全無。歐洲其他各國，亦均歉收，造成絕大饑饉。若干飢民多流徙美洲英國。有名的詩人哥德斯密 (Goldsmith) 氏之荒村吟 “Deserted Village” 就是有感於這次飢民的流離而作。

(2) 1873年法國的葡萄露菌病：法國素以釀造葡萄酒著名於世，所以葡萄是該國農民的重要作物。1873年因美國葡萄露菌病(第二十四圖及第二十五圖)的傳入，使法國所有的葡萄園，



第二十四圖 葡萄露菌病果與健果之比較。

A. 罹病果實縮而堅硬，且都開裂。 B. 健全者果面豐滿色豔而多，
漿汁。
(Holman and Bobbing 氏原圖)



第二十五圖 葡萄露菌病。
葉上之白斑示病原菌之分佈處。(Heald 氏原圖)

均罹重害，全法釀酒事業，幾全部停頓。

(3) 民國二十三年我國河北全省的麥銹病：是年春季氣候失常，致北方麥銹病大發（北方土名黃疸病）。據南京實業部中央農業實驗所調查：河北全境，均有此病發生，其中為害最烈幾無收穫者，有大名、通縣、平山及東明四縣，其餘如贊皇、新安等數十縣，每畝收穫量亦祇有數升至數斗。

(4) 民國二十一年山東的梨銹病：山東、青島、李村八千畝之產梨區域於二十一年因發生梨銹病（土名梨白毛病）損失至九十萬元以上之多。下面幾個統計，更顯示植物病害的損失，足以影響國民經濟：

中	國	麥銹病	每年損失約	21,130,945元
匈	牙	利	小麥銹病	每年損失約 900,000金鎊
美	國	燕麥散黑穗病	每年損失約	18,000,000金元
美	國	蘋果苦腐病	每年損失約	10,000,000金元
錫	蘭	咖啡葉斑病	每年損失約	17,000,000金鎊

上表第五項錫蘭的咖啡葉斑病，和我們中國還發生了特別關係：因為錫蘭從前是種咖啡的，自從一八九五至一九〇五年，咖啡葉斑病為害甚烈，每年要損失一千七百萬金鎊，所以他們就改種茶葉。現在錫蘭茶佔世界茶葉市場的重要位置，我國一部份的茶葉市場，可說是被咖啡葉斑病所奪去的。

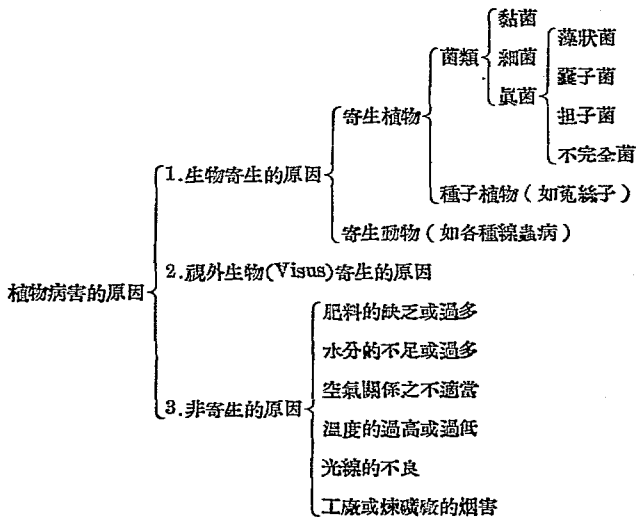
問 題

- (1) 何謂植物病害？
- (2) 在你的家鄉，有何種重要的植物病害？試詳述其受病植物名、病名、病徵、被害部分、及損失狀況等。
- (3) 植物病害的損失，用什麼方法估計得到的？

第二十二章 植物病害的 原因和傳染方法

我們想要找出植物病害的防治方法，非要研究植物病害的原因和傳染方法不可，茲分述於下：

86. 植物病害的原因 病原的種類很多，現在爲簡明起見，將各種病原列表於下：



從這表上，可知植物病害的原因，是很多的。從前研究的人，大都僅注意於真菌類所致的病；近幾十年來，知道除此以外，還有許多別種原因。這許多原因，要逐項細說，勢所不能，茲僅舉數

例說明：

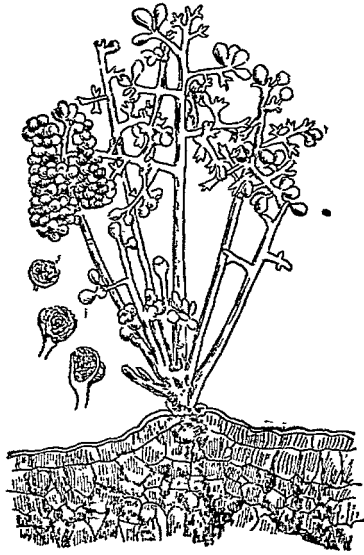
(1)寄生生物：菌類：植物大多數的病害，是菌類寄生所致的，而菌類中間，以真菌類爲害最多，細菌類次之，黏菌致病的很少。菌類屬於下等植物，全體成於一個細胞（細菌），或許多細胞（真菌類）。真菌類的特徵，是許多細胞連接成菌絲（Hyphae），寄生於寄主組織中，以吸收營養料；繁殖時發生各種孢子及菌核等，飛散空氣中，或附着於其他的媒介物上以傳播。菌類與其他植物最不同的地方，就是所有的細胞，均無葉綠粒，所以非營寄生不可。有的寄生在活的植物組織中，就妨礙寄主的生理作用而致病；有許多死物寄生的菌類，亦能使各種在儲藏中的果實，如馬鈴薯、百合等得病，所以牠們所致的病，種類非常之多；爲害非常大，現在各舉例如下：

黏菌——十字花科植物的根癌腫病（Club-root）。

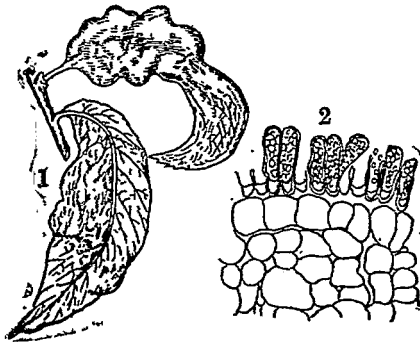
細菌——棉葉角斑病等。

真菌	{	藻狀菌——如葡萄露菌病（第二十六圖）。
		囊子菌——如桃縮葉病（第二十七圖）。
		担子菌——如麥類的銹病與黑穗病等。
		不完全菌——如稻熱病等。

種子植物：有少數的種子植物，其葉綠素不很發達或竟完全退化，亦營一種寄生的生活於其他種子植物之上。例如菟絲子的



第二十六圖 葡萄露菌病原菌。



第二十七圖 桃縮葉病。

1. 縮葉之外形。 2. 病原菌為害之狀。

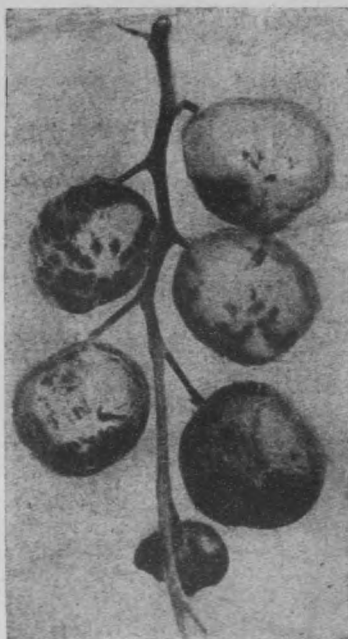
蔓莖，能生出許多的吸根，插入多種寄主的組織中，吸收養料，如大豆菟絲子，爲害於我國的大豆即非常厲害。

線蟲：有幾種很微小的線蟲等，專門寄生於數種植物的組織中致病。例如小麥線蟲病(第三十七圖)能使受病穗的麥粒，完全變成褐色的蟲癭，在我國各地爲害很大。

(2)視外生物(Virus)：視外生物爲遠小於細菌的微妙生物，即用現有最精巧的顯微鏡亦無法窺見其形體；然吾人可以用間接方法，來證明牠們具有生物的特性，如營養增殖等，所以稱爲「視外生物」。此類生物現在尚在研究之中，尙無定論，故爲別於他種寄生物起見，另列一項。植物視外生物病的種類很多，如茄科植物(烟草、馬鈴薯、番茄)及錦葵科植物(棉等)之嵌工病(第二十八圖及第二十九圖)，而其特徵則爲葉發生黃白斑點，反捲、凋萎、過綠色、矮生及枝條過多等狀。病毒的傳播，大都由於吸取口器的昆蟲，先吮吸有病植物的汁液，然

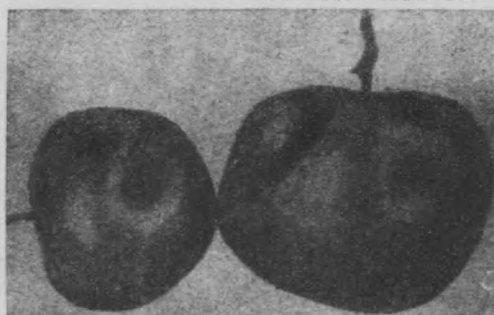


第二十八圖 棉花捲葉病。(爲嵌工病之一)



後再吮吸健康植物的汁液，於是將病傳染進去。

(3)非寄生的原因：此類病因，大都是受不良環境的影響，使植物生理上起一種不正常的順序，然後再隨以形體上的變態。例如馬鈴薯因土中缺乏鉀素，或少施鉀肥，則莖葉萎黃；良好的蘋果，一經高熱的日光晒射，常發生厚斑，狀如蕨病。蘋果的縮果病(Bitter pit) (第三十圖)係由於水分供給的失其平衡，此類非寄生的病害，均



第三十圖 蘋果縮果病。此病因生理上不適所引起的病害，故稱生理病。(中田覺氏原圖)

不傳染，所以防治也比較容易。

87. 病害的傳染方法 上面所講的這些病原，除去非寄生的病原不能傳染外，其餘都能夠傳染的，所以這些病原所致的病害，多稱之為傳染病(Epidemics)。牠們傳染的方法很多，不過一種病害，大都有數種媒介作用協同而傳染的，主要的有下面幾種：

(1) 空氣傳染：病菌的孢子隨風四散，遇着適當的寄主和環境，即萌發寄生，例如麥類銹病的夏孢子。

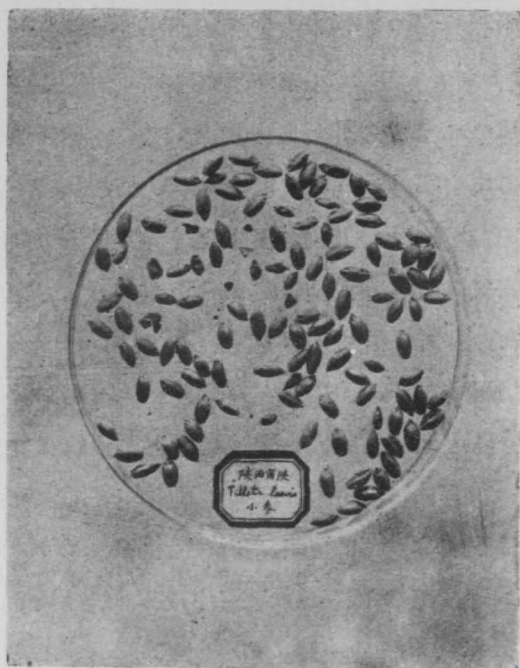
(2) 接觸傳染：健全的作物，與有病作物的病部相接觸，則病菌由病株蔓延到健株上去。如紫雲英菌核病，由接觸莖葉而傳染。

(3) 種子傳染：病菌的孢子、菌絲、菌核等常附着於種子外面，或潛伏種子內部，又或混雜於種子中，跟着種子播下致病，例如小麥腥黑穗病（第三十一圖）和線蟲病等。

(4) 土壤傳染：病菌潛伏土壤中，侵害植物，例如棉苗青枯病菌(*Rhizoctonia solani*)的侵害棉苗。

(5) 昆蟲傳染：許多視外生物病，幾全靠着昆蟲的傳染，尤以吸收口器的昆蟲為甚。此已詳述於上節中。其他病害，亦有為昆蟲所傳播者，例如柑橘的煤病等。

其他如苗木、農具、肥料、交通工具等，均可為傳播病害的媒介。病害傳染方法既如此之多，所以我們對於病害的防治，應當



第三十一圖 小麥腥黑穗病孢子塊於種子中之狀。

詳細研究，纔可達到防治的目的。

問 題

(1) 植物病害的原因有幾類？那幾類是要傳染的？那幾類是不傳染的？

(2) 植物病害的傳染方法有幾種？

(3) 視外生物是怎樣的一種生物？

(4) 視外生物病的特徵是什麼？傳染的媒介是什麼？

第二十三章 植物病害的防治方法(一)

廣義言之，凡能治療罹病植物，或預防植物病害的方法，都可稱之曰防治法。惟狹義言之，除有治療或預防的功效外，尚須於經濟上合算，有實用的價值，方能稱之謂良好的防治方法。

防治植物病害的方法很多，不勝枚舉，惟根據防治原理而言，則可分為下列四類：(1)拒病，(2)除病，(3)保護，(4)抗病。茲分述於下：

88. 拒病 拒病(Exclusion)就是在未被某種病害所侵入的地方，或病原體已入而尚未繁殖的區域，預防其侵入及繁殖的手段。這有兩種方法：

(1)施行檢查 拒病中最有效的方法，是在一國的進出口岸，施行植物生產物的檢查。如有病害，即禁止其輸入，或強迫其消毒。這種方法，須有政府辦理在海口或植物生產物集散之地，設立植物病害檢查所，製定取締條例，由合格的檢查員執行之。

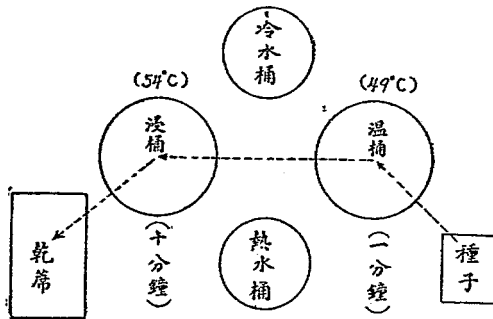
(2)種子消毒 植物病害的病原體，常附着於種子外表，或潛伏於種子內部，或混雜在種子一起，所以種子消毒，對於農作物的除病，是非常重要的，常用的方法有下列數種：

鹽水選種：健全的種子比重大而下沉，有病的或病原體輕而上浮。例如線蟲病的蟲癭比麥粒輕，經過鹽水選種，蟲癭均可

浮出而除去。

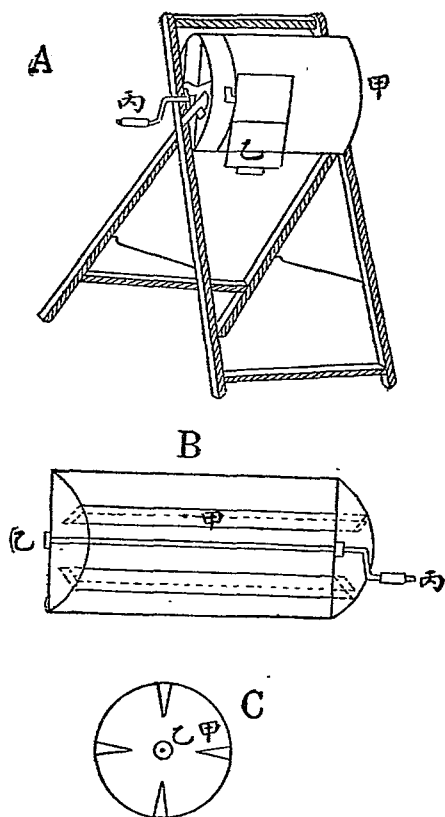
冷水溫湯浸種：凡病菌的菌絲或孢子潛伏種子內部或附着於外部，如用藥劑消毒恐傷發芽力者，可利用溫湯的熱度，在適當的時間之內，殺死病菌，而同時不致傷害種子的發芽力。凡穀類的各種黑穗病均可用此法防除。其詳細的手續如下：

先將種子浸在冷水中約四至六小時，使種子完全潤濕；取出，置於麻袋或竹筐內浸入攝氏四十九度(49°C.)的水中一分鐘，這是提高種子的溫度，使浸入第二桶溫湯時不致降低溫湯的溫度。



第三十二圖 冷水溫湯浸種圖解。

然後浸入攝氏五十四度 (54°C.) 的溫湯內十分鐘，須使溫湯保持攝氏五十四度，這是很要緊的；取出，立即再浸入冷水內一分鐘，以停止熱力的作用，曬乾後或直接播種，或十分乾燥後儲藏待用。



第三十三圖 拌種器。 淨鐵桶側剖圖。 淨鐵桶橫切圖。

A. 全形爲一圓柱形的淨鐵桶或木桶(A. 甲), 橫架於木架上, 桶側面有一門(A. 乙), 以便放入麥種與藥粉, 桶中有橫木隔之(B. 甲), 中心有軸(B. 乙), 軸端接一握柄(A. 丙), 持而旋轉之, 則桶中之種子因橫木的阻隔, 遂與藥粉拌勻。

每次浸於水中的種子，須時時加以攪拌，使各種子所受溫度一致。除 a 項手續外，並須隨時用寒暑表測驗溫度。又溫湯的溫度與浸入時間須視作物的種類及品種而異；最好須先經過試驗，然後再實行浸種。上述 54°C. 的溫度與十分鐘的時間是普通浸小麥用的；大麥為 52°C.，浸十三分鐘；粟為 57°C.，浸五分鐘。

碳酸銅粉拌種：碳酸銅粉為藍綠色之粉末。近年試驗結果，知道對於防除小麥的腥黑穗病；稈黑穗病；大麥的堅黑穗病；高粱、小米的粒黑穗病均很著效果。用法亦甚簡單。種子每十斤，須拌以碳酸銅粉八錢，一同放在拌種器（第三十三圖）內拌和即可。此器在我國北方推廣的成績很好，不過有二缺點：（a）此器完全是外國貨；（b）不能防治麥類的散黑穗病。

89. 除病 除病 (Eradication) 是就某一地方或某一場圃，某一作物，甚或某一植物的部份除去病原體的手段。這類的方法很多，現在擇幾種最重要的略述於下：

（一）除去發病植物或被害部分：如病已發生，而受害者尚少時，宜用此法：

- （1）在播種栽植，或移植之前，剔除發病之植物；
- （2）自圃場除去發病之植物，或其被害部分；
- （3）除去圃場附近病菌的中間寄主及寄生雜草；
- （4）收集罹病植物的殘骸，如枯枝落葉等而燒却之。

(二)中耕:中耕的作用有二:

(1)鋤去病菌所寄生的雜草;

(2)防止病菌的生長;因中耕時土壤翻出或覆入,土面的菌類覆入土中,土中的菌類翻出土面,如此則土壤乾濕情形反常,病菌即不適於生存而死亡。

(三)輪作:行一年或一年以上的作物輪栽制,換種病菌所不能寄生的作物,如是則病菌大部可以餓死。

(四)消毒:用藥劑消毒,撲除病菌,此項方法與「保護」方法一項使用殺菌劑相同,詳下章第三節中,茲不多贅。

問 題

(1)植物病害的防治法在原理上可分幾類?

(2)除病的方法有幾種?以那一種為最有推廣的價值?並述其理由。

(3)試述冷水溫湯浸種法的詳細手續及應注意之點。

(4)碳酸銅粉拌種對於那幾種病害有效?此法有無缺點?

第二十四章 植物病害的防治方法(二)

90. 保護 保護 (Protection) 是於病菌及植物之間, 放置一種障礙物, 使植物不受病菌的侵害。這類方法有三: (一) 改變環境; (二) 除去受病媒介物; (三) 噴射殺菌劑。茲分別述之於下:

(一) 改變環境這類的方法很多, 現舉一二重要的於下:

(1) 改變水分: 如病害因空氣中濕氣太多而發生, 則可於久雨後, 疎拔幼苗; 如係樹木則行適當的剪枝, 使疏隔通風, 易於急速乾燥。又如棉苗青枯病 (Damping-off of cotton seedlings) 等係因喜棲息於潮濕土壤中的病原菌侵襲所致, 則須注意土壤中的排水, 以保護幼苗。

(2) 改變溫度: 保存果實蔬菜須用冷藏法, 以免除腐爛等病害。

(3) 防止接觸: 如果實上包以透氣的薄紙袋等。

(二) 除去授病媒介物: 如許多視外生物病, 常為葉跳蟲等所傳播; 又如柑橘類的煤病病菌係寄生於介殼蟲或蚜蟲等所分泌的蜜液內, 須先噴射殺蟲劑以驅除或殺滅害蟲, 則病害可隨之而免。

(三) 噴射殺菌劑: 殺菌劑 (fungicide) 的噴射, 不僅行之於保護法, 並且常行之於除病法。這種方法的收效既速, 手續又復

簡單，所以爲植物病害上最常用的方法。惜殺菌藥品耗費較大，所以在園藝植物，栽培的面積較小而利息較厚時，很可應用；不過在農作物方面，如稻、麥等，栽培的面積既大，而利息又很薄，行殺菌劑噴射法，反而得不償失，所以在稻麥方面，除作試驗用的田以外很少，應用殺菌劑的。現再將殺菌劑的條件、種類、配製法與使用法等分述於下：

(1) 殺菌劑的條件 殺菌劑必須具備的要素有六：

1. 殺菌力強而同時不致傷害被噴射的植物；
2. 不易被水溶解；
3. 有黏着性；
4. 價格低廉；
5. 調製及使用方法簡便易行；
6. 可與殺蟲劑混合使用。

(2) 殺菌劑的種類 殺菌劑的種類繁多，不能詳述，但常用的，不外下列數種：

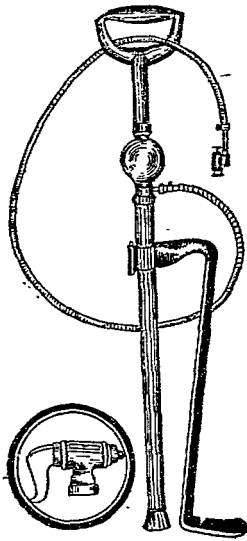
1. 銅劑 如波爾多合劑（硫酸銅與石灰）、銅皂液、碳酸銅錫液等；
2. 硫劑 如石灰硫黃合劑、硫黃粉等；
3. 汞劑 如昇汞、譚藍丁(Tilantin)等；
4. 有機藥劑 如福爾馬林液等。

(3) 殺菌劑的配製法及使用法 各種殺菌劑的配合方法，不能一一詳述；今就最常用的波爾多合劑的配合方法略述於下：

1. 波爾多液的調製法很簡便。先備三只木桶（器具不可用金屬製的），二小一大；大桶的容量，須能合二小桶的容量而有餘。如果要配製 0.5% 式的濃度，先用市秤秤硫酸銅五兩，生石灰五兩，水一千兩。於是把硫酸銅溶在一百兩的溫水內，盛在一小桶內，又把石灰放在另一小桶內加水少許，攪拌成糊狀然後加水百兩，使成石灰乳，濾去渣滓。再將兩小桶各加水四百兩，拌和，然後將兩桶溶液同時緩緩傾入大桶內，隨時用木棒不斷地攪拌，待兩液完全混合，取出少許，用磨光的鐵製小刀，浸在液內數分鐘，如刀上現有銅色，係表示硫酸銅太多，必須繼續加石灰乳，以調和至小刀不現銅色方可。應用波爾多液以新鮮的為最好，所以最好是隨用隨配，不可貯藏。

2. 殺菌劑使用的方法 殺菌劑使用方法不外兩種：如為液體（如波爾多液）即用噴霧器噴射（第三十四圖）；如為粉末（如硫黃粉），則用噴粉器撒佈。噴射的次數以每隔二週噴射一次為原則，但須視植物和病菌生長的情形及氣候的變化而定。如噴射後天降大雨，則宜重噴一次，萬不可拘泥不變。

91. 抗病及免疫 抗病及免疫 (Resistance and Immunity) 的原理就是利用植物的抵抗性及免疫性的遺傳因子，應用選種



第三十四圖 單管強力噴霧器。

此器用時需二人同時工作，一人抽引，一人噴射。射力甚強，經久耐用，對於果樹的噴射，尤為合宜。橡皮管分十尺十五尺二十尺等種，每尺洋一元。

美國貨 每具洋三十元。

國貨 每具洋二十四元。

試舉其名稱及所用的原料。

(3) 育種抗病的方法何以是最基本的防治方法？

(4) 你家鄉對於植物的各種病害，有什麼防治的土法？如有，試分別詳述之。

或育種的方法，育成有抵抗性及免疫性的新品種。育成之後，就可以不必費事而坐收防治之效，這實是最根本最合理的治病方法。惟這種育種方法所費時期很長，其他的困難亦很多，但現在經過許多植物病理學家和育種學家的共同努力和研究，對於多種重要病害，已漸告成功，這是很可欣幸的事。

問 題

(1) 有實用價值的殺菌劑，必需具備些什麼條件？試列舉之。

(2) 重要的殺菌劑有幾種？

第二十五章 穀類的重要病害

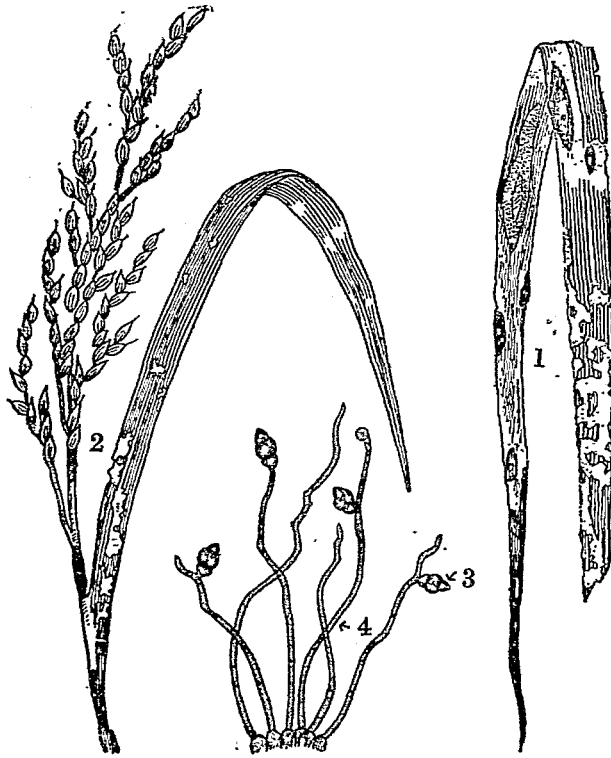
農作物病害的種類很多，發生普遍而為害劇烈的亦不少，所以各種作物病害，都有專著紀述。此處僅能就主要穀類及果樹桑棉等病害各擇二三種簡述於后。

92. 稻作的重要病害

(一) 稻熱病 (1) 病徵：稻熱病是稻作上為害最烈的一種病害，從秧苗起一直到成熟止，稻的全部生長期內，多可發病，農人所稱的稻瘟，大概都是指此種病害而言。秧田受病劇烈時，秧苗變黃褐色枯死。稻移植後，發病時葉片上生褐灰色，橢圓形或紡錘形的病斑，劇烈時稻葉枯萎如火燒狀，不至抽穗即死。在抽穗時發病，則病菌專侵害莖節及穗頸，患部生深褐色爛斑，圍繞節部，連成一團，如此則下部養料不能輸入穗部，所以輕則穀粒結實不充，重則全穗變成白穗，顆粒無收。江浙鄉人所稱的扼頸瘟，就是指此而言。穀粒亦可受病發生褐色小點，此菌絲潛伏病部組織中越冬。(第三十五圖)

(2) 病原菌：這病為稻熱病菌(學名 *Piricularia oryzae*) 寄生所致。

(3) 防治法：這病的防治，很不容易，因為病菌的來源太多，發病的時期又很長，因此防不勝防。如用藥劑散佈(0.5%式波爾



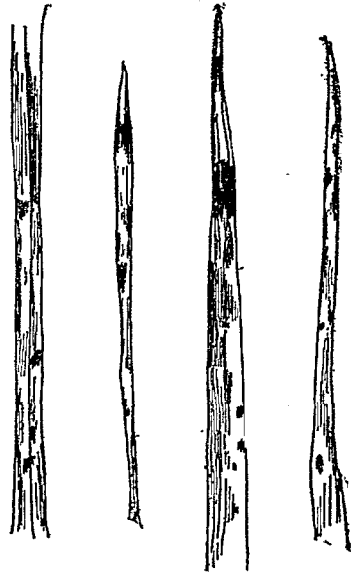
第三十五圖 稻熱病。

1. 稻葉被害狀。 2. 稻被害狀。 3. 病原菌孢子。 4. 病原菌孢子瓶。

多液)則又太不經濟,所以頂基本的方法還是注意選擇或育成抵抗性的品種。如能於播種時,實行鹽水選種或冷水溫湯浸種,施肥時,注意三要素的配合,而不施行速效氮肥,如肥田粉、人糞

尿等，此外又能注意灌溉及土質；則稻株的生長強健，誘因減少，即有適宜於病菌蔓延的氣候，亦不致發生劇烈病害而釀成大災。

(二) 稻胡麻葉枯病 這病是稻作上最普通的病害，由一種病菌學名叫 *Helminthosporium oryzae* 寄生所致。病菌的生活史，及稻株的發病情形，均與稻熱病很相似；不過病斑形小，如胡麻子（即芝麻），所以又稱為胡麻葉枯病（第三十六圖）。防治的方法，亦與稻熱病相同。



第三十六圖 稻之胡麻葉枯病。

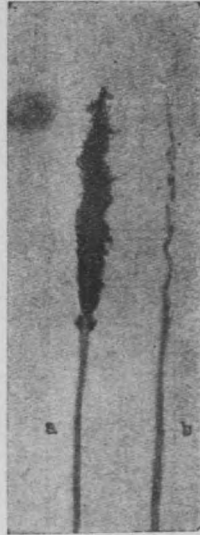
93. 麥類的病害

(一) 麥類黑穗病 (1) 種類與病徵：麥類黑穗病的種類很多，常見的有下列幾種：

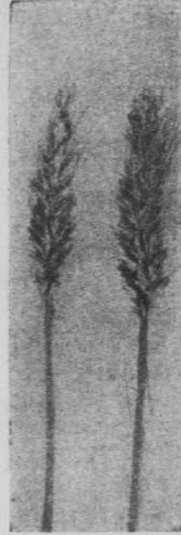
1. 小麥散黑穗病：(病原菌名 *Ustilago tritici*) 病徵為全穗變成一蓬很容易飛散的黑灰。(第三十七圖)

2. 小麥腥黑穗病：(病原菌名 *Tilletia tritici and laevis*)

病徵爲全穗和無病的一樣，不過麥粒的內容盡是一團黑灰，嗅之有像魚腥氣的臭味。（第三十八圖）



第三十七圖 小麥散黑穗病。

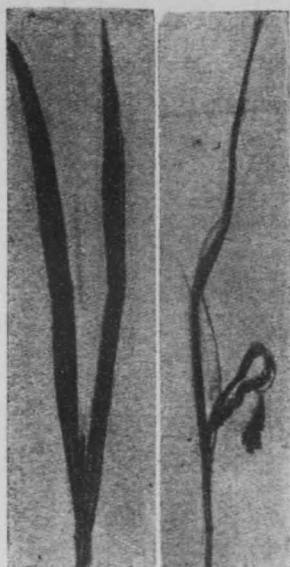


第三十八圖 小麥腥黑穗病。

3. 小麥稈黑穗病：（病菌名 *Urocystio tritici*）病徵爲莖葉短小成捲曲狀有黑色條紋，不到抽穗即死。（第三十九圖）

4. 大麥散黑穗病：（病菌名 *Ustilago nuda*）病徵爲全穗變成一蓬很容易飛散的黑灰。（第四十圖）

5. 大麥堅黑穗病：（病菌名 *Ustilago hordei*）病徵爲全穗的麥粒變成黑灰，不過外面有一層薄膜蓋着，所以不易破裂飛散。



第三十九圖 小麥稈黑穗病。



第四十圖 大麥散黑穗病。

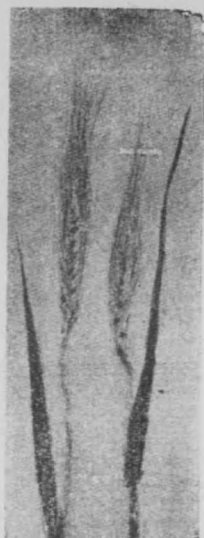
(第四十一圖)

6. 燕麥散黑穗病：(病菌名 *Ustilago avenae*) 病徵為全穗變成一蓬很容易飛散的黑灰。(第四十二圖)

7. 燕麥堅黑穗病：(病菌名 *Ustilago levis*) 病徵為全穗的麥粒變成黑灰，不過外面有一層薄壁蓋着，所以不易破裂飛散，和大麥堅黑穗病一樣。(第四十三圖)

(2) 防治法：防治方法，因病菌的生活史不同，可分二類：

1. 凡大麥小麥及燕麥的散黑穗病宜於播種前應用冷水溫湯



第四十一圖 大麥堅黑穗病。



第四十二圖 燕麥散黑穗病。

浸種的處理（法詳第 88 節）。

2. 除上述之黑穗病外，凡其餘的黑穗病均可於播種前用碳酸銅粉播種法來防治，極有效果。

（二）麥類銹病 （1）種類與病徵：麥類的重要銹病有三種：

1. 小麥黃銹病：（病菌名 *Puccinia glumarum*）侵害大麥小麥等的葉部，發生長圓形的病斑，初成條紋狀，成熟後散出檸檬黃色的粉末（即銹病的夏孢子）。（第四十四圖）

2. 小麥褐銹病：（病菌名 *Puccinia triticina*）專侵害小麥的



第四十三圖 燕麥黑穗病。



第四十四圖 小麥黃銹病。

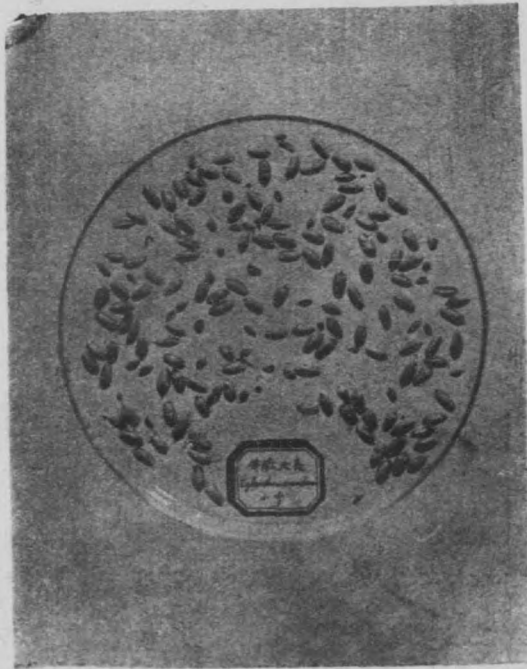
葉部，病斑成鐵銹色或赤色，呈橢圓形，不規則散生。

3. 小麥黑銹病：(病菌名 *Puccinia graminis*) 多侵害小麥的葉片葉鞘及莖部，病斑紅褐色，橢圓形。冬孢子堆成黑色短條顯露於表皮之外，病劇時，莖與葉鞘全成黑色，所以有桿黑銹的病名。

以上三種銹病以小麥黃銹病為最可畏，因為牠發生的時期最早約在陽曆四五月之間。褐銹病次之，黑銹病則發生較遲（約在五月底）為害於冬播小麥。

(2)防治法：在試驗田內，雖可用噴射石灰硫黃液或撒佈硫黃粉諸法，但在普通農田中則不合經濟原則，所以根本的辦法，在育成品質佳良，而抵抗性強的新品種。

(3)小麥線蟲病：本病係由一種寄生動物名線蟲(學名 *Tylenclous tritici*) 的寄生所致。被害的小麥，其莖葉捲縮，不能抽穗，或抽穗後全穗麥粒的變成黑褐色的蟲癭，而不結實。(第四十五圖)。



第四十五圖 小麥線蟲病蟲癭混雜於種子之狀。

防治法：播種前行鹽水選種及溫湯浸種，以除去蟲癭及殺滅附着於麥粒上的線蟲。

94. 雜穀類的病害 (1) 粟(小米)的粒黑穗病：(病菌學名 *Ustilago crameri*) 病徵是粟的穀粒變成黑粉，故播種時宜用碳酸銅八錢拌種子十五斤即可以防除。

(2) 粟的白髮病：本病係病菌 *Sclerospora graminicola* 寄生所致，侵害葉穗二部。病葉背面密生白絲，其後葉片枯裂，縷縷成白髮狀，故名白髮病。受病的穗則肥大伸長，呈畸形而不結實。

防治法：播種前可用 1% 福爾馬林液浸種。

(3) 高粱粒黑穗病：(病菌學名 *Spathelotheca sorghi*) 高粱的穀粒變成黑粉，被害粒的穎，常成赤色。

防治法：亦可應用碳酸銅粉的拌種法。

(4) 玉蜀黍黑穗病：(病菌學名 *Ustilago zeae*) 穗部被害者呈瘤狀膨大如拳，內充滿黑粉。莖葉葉鞘雄花等亦化變成黑粉。

防治法：宜在黑穗或其他病部未成黑粉前切取燒去。

問 題

- (1) 水稻有些什麼重要病害？試舉出其名稱並略述其病徵。
- (2) 小麥有些什麼重要病害？試舉出其名稱並略述其病徵。
- (3) 大麥有些什麼重要病害？試舉出其名稱並略述其病徵。

(4) 雜穀類有些什麼重要病害？試舉出其名稱並略述其病徵。

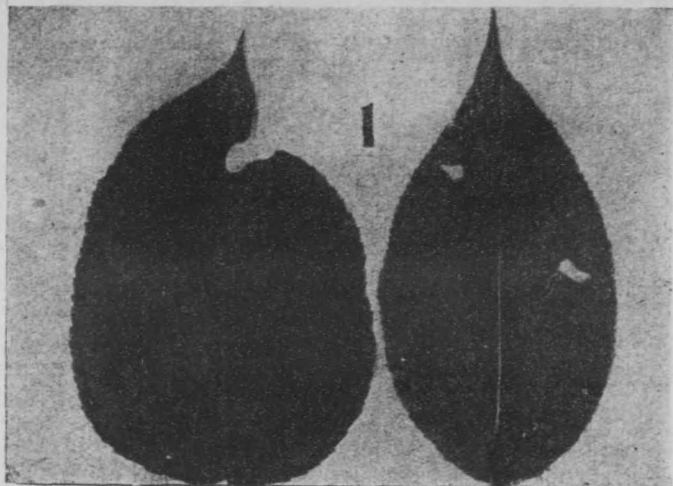
第二十六章 果樹及桑棉的重要病害

95. 果樹的重要病害

(1) 梨銹病: 本病因梨銹病菌 (*Gymnosporangium kernianum*) 的寄生而起。病菌的另一寄主 (即中間寄主) 爲刺柏。三四月間, 刺柏莖葉上發生此菌膠質的冬孢子角 (Telial horns), 逢春雨後, 即膨大如黃色木耳狀。冬孢子此時發生一種小孢子 (Sporidia), 乘風四散。如遇到梨樹的新葉幼果及新枝等部, 即侵入致病。初生赤色病斑, 每一病斑由葉背生出一叢灰白色的條狀物, 形似白毛, 所以山東鄉人稱之曰「白毛病」。一片葉中所生的病斑, 可多至數十, 因之葉遂枯萎早落, 而妨礙果實的成熟, 并增加樹勢的衰弱程度。(第四十六圖)

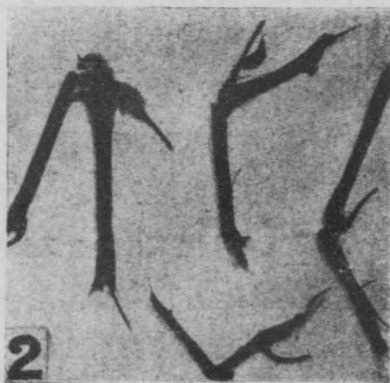
防治法: (1) 自花蕾將放時, 至果實如豆大之際, 每隔十日或二星期, 即噴以 0.8% 波爾多液, 花噴射後逢雨, 則俟天晴時須重噴一次, 惟花滿開時, 因恐傷花粉, 不宜噴射藥劑。(2) 梨樹栽植區域周圍的五六里之內, 所有刺柏宜盡行剷除, 使病菌的生活史因之中斷, 則防治更爲有效。

(2) 桃褐腐病: 此病爲桃褐腐病菌 (*Sclerotinia cinera*) 寄生所致。能損傷嫩枝、花瓣、幼果與半熟或已熟的果實, 而尤以在果實上爲害最大。果面初受病時發生圓形暗褐色病斑, 斑上旋滿



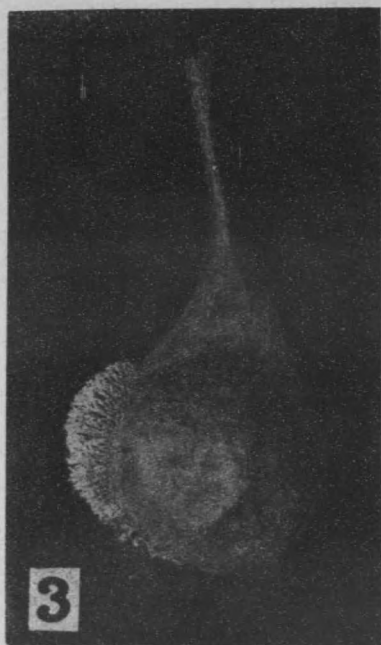
第四十六圖 梨之銹病。

1. 受病梨葉。



第四十六圖 梨之銹病。

2. 受病之幼枝。

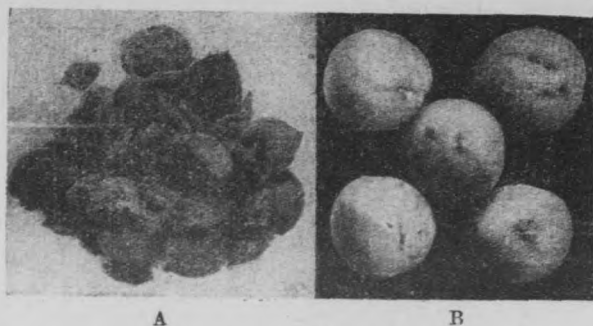


第四十六圖 梨之銹病。

3. 受病之果實。

生灰色的霉。不久全果變褐色而乾縮。於是幼果僵化枝上，成果腐落地面。江浙桃園，多有因此而收穫全無的。（第四十七圖）

防治法：此病可噴射波爾多液以預防之，共分三次：第一次：花瓣初落時行之，花瓣未落時切不可噴射，恐有礙於花的授粉作用；第二次：於第一次噴射後十五天至二十天行之；第三次：於果實成熟前十五天行之。



第四十七圖 桃褐腐病 (*Sclerotinia cinerea*) 病健比較。

A. 罹病桃果。 B. 健全桃果。本病在西湖各桃園中，每年發生甚劇，病果肉質軟化，水分減少，不堪食用。圖中病健之比為 55 : 5。

(3) 柑橘類的煤病：柑橘類的莖葉，時有蚜蟲或介殼蟲寄生其上。此類蟲的分泌物及排洩物因此附着葉面，而誘起煤病菌 *Meliola* spp. 的寄生，致葉面滿佈黑煤狀物，影響綠葉的光合作用，以致樹勢衰弱日甚。

防治法：噴射石灰硫黃液以防治之，或先噴射石油乳劑，以驅除蚜蟲及殼蟲。

96. 桑樹的病害

(1) 桑銹病：本病為桑銹病菌 (*Aecidium nori*) 寄生所致，即本草綱目所說的「金桑」。當四五月間，桑的嫩葉、嫩芽、及新枝發生美麗的金黃色之病斑。劇烈時妨礙葉芽的展放，成熟後，露出黃色孢子四散傳染。惟孢子不甚耐寒，故其越冬方法係以菌

絲潛伏枝條組織中至明春發生孢子以傳染。

防治法：採集病芽、病葉、及病枝等燒去最佳。

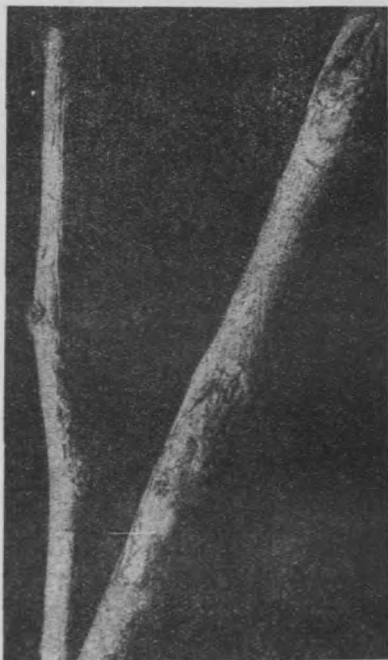
(2) 桑枝枯病：此病由於桑枝枯病菌 (*Sclerotinia libertiana*) 寄生所致。杭州境內，發生極為普遍。當桑樹發芽後三四日，桑芽附近的枝上，發現暗褐色病斑，新葉隨之凋萎，經日而病枝乾枯，外皮皺裂，皮內有一至數個菌核形成，往往有多數枝條，悉罹本病枯死。(第四十八圖)

防治法：(1) 於春季桑樹發芽前，噴射銅皂液一回；(2) 注意桑田的排水。

97. 棉作的病害

(1) 棉苗青枯病：

本病為病菌 (*Rhizoctonia solani*) 寄生所致，在我國沿海春季溫濕的植棉區域，如上海南通一帶，受此病的侵害最烈。種子播下後，被土壤中潛伏的病菌侵害，即不能



第四十八圖 桑枝枯病。

發芽，或發芽後未出土即死，有時雖能出土，亦常在接近地面處莖部腐爛，倒萎腐化，所以俗名「爛脚病」。在溫濕度俱高的季候爲害最烈，甚至第二次重行播種，亦盡被此病所害。

防治法：播種前每英畝用樟腦粉三磅，磨碎與細土拌和，於播種時，用此土蓋在種子上面，此病即可不發。

(2) 棉炭癭病：這病爲棉炭癭病菌 (*Glomerella gossypii*) 寄生所致，侵害棉的幼苗、葉、莖、蒴果及種子等部。苗受病時，子葉上現褐色不正形病斑，病劇時幼苗即行枯死。莖和葉被害時，生暗褐色病斑，後漸擴大成圓形或橢圓形，中央凹陷呈灰紅色，如病斑圍繞莖的四週時，棉株即於此處腐爛折斷。

防治法：(1) 選用無病田內的種子；(2) 以稀薄硫酸浸種，洗淨後播下；(3) 冷水溫湯浸種，其法將棉子浸冷水中七小時，然後浸於攝氏五十二度溫湯中一分鐘，再浸入攝氏五十五度溫湯中十分鐘，再浸於冷水中一二分鐘，然後取出冷卻曬乾，即可播種；(4) 如發現已有病害時，則噴射波爾多液或石灰硫黃合劑。

問 題

(1) 果樹類有些什麼重要的病害？能舉出其名稱並略述其病徵否？

(2) 桑樹有些什麼病害？試舉出重要病害之名稱並略述其

病徵。

(3) 棉花有些什麼病害？試舉出其名稱並略述其病徵？

(4) 本篇所講的各種病害，那幾種是你家鄉所有的？那幾種是你沒有看見過的？又除了書上所講的各種外，你家鄉還有些什麼病害？如有試詳述其受病植物名、病名、病徵被害部分、防治方法及損失狀況等。

第五編 植物的蟲害

第二十七章 植物害蟲的種類、重要、 變態與習性

98. 昆蟲的種類 昆蟲屬於節肢動物，其軀體雖小，但為數極多。經昆蟲學家調查出來的已有六十三萬餘種，連同未經調查明白的，估計約有一百萬種，佔全世界動物種類四分之三以上。此數十萬種的昆蟲，若照美國昆蟲學家柯姆斯脫克 (Comstock) 氏的分類法，可分為二十五目。其中與人類最有關係的是鞘翅目（或稱甲翅目）、膜翅目、鱗翅目、雙翅目、半翅目、同翅目、直翅目與脈翅目。昆蟲的分類，大體根據其翼翅的特殊形態；所以天牛、金針蟲、桃象鼻蟲等屬於鞘翅目；菜鋸蜂、蜜蜂等屬於膜翅目；螟蟲、捲葉蟲、蛾蝶等屬於鱗翅目；蚊、蠅等屬於雙翅目；黑椿象、田鼈等屬於半翅目；浮塵子、蚜蟲等屬於同翅目；蝗蟲、螳螂等屬於直翅目；而蟻獅、蜻蛉等則屬於脈翅目。

99. 昆蟲的重要 昆蟲當中固不乏有益於人類的份子，如蜂能釀蜜，蠶能吐絲；但大多數的昆蟲是有害的。有的昆蟲直接侵害人體；如蚊、蠅、蚤、蝨等；大多數的昆蟲是依植物體而生活，直接侵害農作物，間接為害人類。我國每年農作物受蟲害的損失，

雖無精確統計，但至少也有數萬萬元之多。據實業部中央農業實驗所的統計：民國二十二年全國飛蝗發現的地域，計有九省二百六十五縣，農作物受害的面積有六百餘萬畝，損失銀數約一千四百七十八萬元（民國十八年因蝗蟲所受的損失估計約有一萬萬元）。又如水稻受螟蟲之害的，僅就江蘇一省而言，每年損失不下五千萬元；棉花於民國十年受金鋼鑽蟲及紅鈴蟲損害的，估計全國約九千萬元；又據實業部於民國二十年的調查，作物受各種蟲害的損失，如下表所示：

害蟲名	損害作物之種類	損失數量	填報省份
蝗蟲	稻、麥、蘆、粟、及其他禾本科植物	1,877,814石	魯、浙、冀、皖、鄂
捲葉蟲	稻、棉	12,871石	冀、浙、鄂
叩頭蟲	麥、玉蜀黍、馬鈴薯、甘薯、大小豆	225石	冀
地蠶	(桑)、棉、大豆	122,828石	鄂、閩、魯、皖、浙
螟蟲	稻	2,515,500石	浙、魯、皖、鄂、閩
象鼻蟲	米穀、(果樹)	101,152石	浙、魯、皖
浮塵子	水稻	38,860石	皖、閩、浙、鄂、魯
夜盜蟲	麥、粟、大豆、棉、及十字花科蔬菜	62,215石	鄂、閩、浙、魯
青蟲	十字花科蔬菜	1,350,130石	魯、皖
斑蟊蟲	大小豆	18,190石	冀
蚜蟲	十字花科蔬菜及豆瓜	177,268石	冀、魯、皖、鄂、閩

上面的調查，不過是一部分的事實，有多數省份，因缺乏統計，未能填報，所以全國實際損失，數量較之上列各省總數當然

要大數倍。而且蟲害不限於以上幾種。估計全國因蟲害所受的損失不在我國國庫收入之下，吾人可知蟲害對於我國農業及國民經濟的重要，國人不可不加以注意。

100. 昆蟲的變態 昆蟲自卵孵化以至長成爲蟲，須經過幾種變化，這種變化叫做變態。完全變態可分爲四個時期：第一期爲卵；第二期是由卵孵化的幼蟲；第三期爲蛹；第四期爲成蟲。昆蟲之爲害，是在一定的時期中，卵與蛹不能爲害；多數昆蟲在幼蟲及成蟲時期爲害最烈。亦有些昆蟲在一時期爲害蟲，而在另一時期則無害或竟有益；如青蟲是有害的，但長成粉蝶則不獨無害反有傳播花粉的功效。有些害蟲則幼蟲與成蟲俱能加害於植物，如桃樹的象鼻蟲，其幼蟲入居果實之內以害果實，而成蟲又加害於結果的枝梗。

昆蟲變態可分三種：(1)完全變態，如上所述；(2)不完全變態，如蝗蟲、椿象、蜻蜓等，其變化的經過中有卵、幼蟲、及成蟲之分，但蛹的時期却不顯明；(3)無變態，即自卵化爲幼蟲後，除體軀的增長外，無其他變化；衣魚、跳蟲等即屬此類。

101. 昆蟲的習性 昆蟲的生活習性因種類而有不同，其住所大別有二，有生活於水中或水上的；有生活於地面或地下的，有終年棲息於一定處所的；亦有各時期生長於不同處所的。產卵處所亦各有不同；有產卵於地下的如蝗蟲；有產卵於所侵害的植

物體上的如螟蟲。卵之產生有粒粒分開的；亦有羣集一起的。產後至孵化，其間相隔有僅數小時的；有長至數月的；普通則為十日左右。昆蟲自卵孵化後，即失其母蟲之保護而營獨立生活。多數植物害蟲之卵直接產生於植物體上，所以一經孵化，即可得食。其未產於食物體上的，則幼蟲必具有特別的活動能力，以達食物體上，始能生存，否則必遭喪亡；所以產卵地點對於昆蟲的種族保存極有關係。幼蟲一經孵出後，其生活時間的長短頗不一致，大抵幼蟲過冬的其生活必較長，不越冬的則較短。又完全變態的昆蟲，其幼蟲經數次的蛻皮後而變為蛹，蛹是昆蟲休眠時期的變態，此期的長短亦因種類而異。最後由蛹變為成蟲，其形態每與蛹迥異。成蟲的目的在於產卵，其生長期間，自數時至數年不等，通常為七日至一月之久。

昆蟲侵害植物的方法很多；有傷植物的莖的，如害稻的螟蟲；有食植物的葉的，如食稻葉的稻青蟲；有兼食根及莖的，如麥的叩頭蟲；有幼蟲食根而成蟲食葉的，如害十字花科植物的黃條菜蚤；有專以吸取植物液汁以自養的，如樹上的蚜蟲；有先害芽而後入果實內部為害的，如梨踏蛾；有食植物的花、芽、及葉的，如菸螟蛉；有綴穀粒作巢，損害米穀的品質的，如穀蛾。總之害蟲為害的方法很多，被害部分亦不限於一種。害蟲之所以難以防除，這是一個最大的原因。

問 題

- (1) 昆蟲有多少種?如何分類?與農業有特別關係的是那幾類?
- (2) 舉列說明我國農業因害蟲所受的損失。
- (3) 昆蟲的完全變態分爲那四個時期?以何期爲害最烈?
- (4) 昆蟲侵害植物的方法有何不同?
- (5) 試述各種昆蟲不同的習性。
- (6) 何種昆蟲對於農業頗有利益?

第二十八章 昆蟲的形態及生理

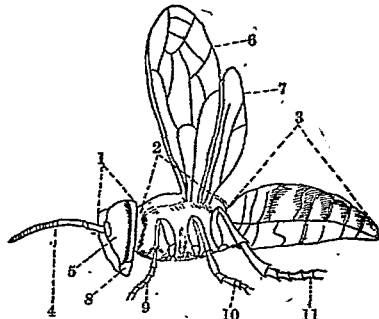
102. 昆蟲的外部形態 昆蟲全體分爲三部：即頭部、胸部、與腹部，各部由若干節集合而成。昆蟲的標準節數爲二十節；一至六節爲頭；七至九節爲胸；十至二十節爲腹。每節又分爲若干小片，每兩小片之間有線縫。茲將三部的形態分述於後：

(1) 頭部 頭部的主要器官是口、眼及觸角。昆蟲的口大別分爲二種：一是吸收口；一是咀嚼口，如蝗蟲的口器是咀嚼口；蚊蟲的口器即是吸收口。口的形狀對於昆蟲的防除方法是極有關係的。咀嚼口由上唇、下唇、大顎、小顎、舌五部組合而成；上唇下緣中央凹入可曳引食物；大顎在上唇之下，專司咀嚼食物；小顎在大顎之下，用以協助大顎；下唇與中央之舌均主味覺。吸收口不能咀嚼，其形狀爲細長管狀，由小顎大顎及下唇延長而成，能吸收植物的液汁。口部之外尚有眼，眼有單眼與複眼二種。複眼在頭部之左右，通常一對，是由數十以至數萬個小眼聯合而成的。單眼是一種單純之眼，普通蟲類共有三枚，分佈於兩複眼之間，成三角狀。完全變態之幼蟲，則有一至六對或六對以上之單眼而無複眼。至於觸角則在頭之前方，共有二枚，如由多數環節而成，專司觸覺，有時亦兼司聽覺與嗅覺，形狀各有不同。

(2) 胸部 昆蟲胸部分前、中、後三節，每節有足一對，中節

與後節各有翅一對。鋸蜂及蛾蝶之幼蟲，除胸部有三對真足外，腹部各節亦生足若干對，稱爲假足，很易與胸部真足相混。足分五節，依次自軀體數起：第一是基節；次轉節；次腿節；再次脛節；最末端爲跗節。翅的形態亦有種種不同，大抵由網膜與翅脈所合成。翅是成蟲的特徵，幼蟲均無翅，但亦有成蟲因寄生而退化變爲無翅的，如蚤、蝨等；或因交尾後而脫落的，如白蟻、螞蟻等；亦有本來即無翅的，如衣魚等。翅的功用有三：(a) 尋找食物；(b) 退避仇敵；(c) 覓侶交尾。

(3) 腹部 昆蟲腹部由十或十一環節連鎖而成，前幾節兩邊有氣門，因側膜關係，能伸縮以營呼吸作用。尾節更有產卵器，或其他附屬器官。產卵器的形狀頗不一致，有作錐形的，有作鋸齒形的，亦有縮小



第四十九圖 昆蟲外部形態。

1. 頭部 2. 胸部 3. 腹部 4. 觸角 5. 複眼
6. 前翅 7. 後翅 8. 上脛 9. 前足 10. 中足
11. 後足

而不露於體外的。此外尾節尚有他種器官如交尾器、尾鬚、角形突起、毒針、鉗等，各視昆蟲的種類而異。

103. 昆蟲的內部形態及其生理 昆蟲雖係微小動物，但各

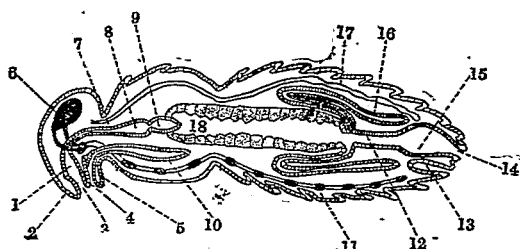
種器官則應有盡有，舉凡消化、呼吸、循環、生殖、感覺等機能，無不有專門系統分司其事。茲分別就各種生理現象，以說明各器官的形態如下：

(1) 新陳代謝：此種作用是由消化、排泄、分泌、呼吸、循環等器官聯合擔任的。消化器官是由口至尾直貫體內的一條長管，分前腸、中腸、後腸、三部份。前腸有口器、喉頭、食道、嗉囊、砂囊等部份，嗉囊為貯藏食物之所，砂囊是由堅強肌肉所成，內壁有齒形附屬器，可以磨細食物；中腸即胃的本體，能分泌消化液，以消化食物，胃與砂囊相接處，有許多小管名盲管，亦能分泌液汁以助消化；後腸分小腸及直腸兩部份，小腸主管吸收作用，直腸又名大腸，是消化系的最終部份，兼有吸收及排泄二種功用。排泄作用除有大腸外，尚有馬氏管(Malpighian tubes)及肛門等部主司其事。馬氏管位於中後腸之間，管數自二條至數百條不等，專司輸送尿質入於大腸，隨糞粒同經肛門排泄於體外。

(2) 司分泌作用的腺體，除蛻皮腺及唾腺外，其餘皆視昆蟲的種類而有不同：如稻椿象的臭腺，能分泌臭液以自衛；粉蝶翅上能發芳香以引誘異性；工蜂能分泌蠟質以營巢穴，都因生活上的需要不同，而有不同的腺體。

(3) 呼吸作用由氣門與氣管擔任。氣門在體的兩側，氣管則一端連接各氣門，而一端則分枝散佈於軀體的各部。氣管枝的終

點有氣囊，用以貯藏空氣，減輕體重，便於飛躍。循環系統極為簡單，僅於背部中央有管狀的縱走物，能伸縮以輸送血液，經大動脈而入於頭部，再行輸送至體內各部。血液通常為無色液體，但亦有時為黃色或青色。



第五十圖 昆蟲內部模型。

1. 口腔 2. 上唇 3. 舌 4. 下唇 5. 腦 6. 食道 7. 唾液囊 8. 砂囊 9. 唾腺 10. 腹神經結 11. 小腸 12. 陰道 13. 肛門 14. 直腸 15. 馬氏管 16. 心臟 17. 胃

(4) 生殖作用：昆蟲是雌雄異體的動物，其生殖器官皆在腹部。雌蟲的生殖系統由卵巢管、輸卵管、陰道、產卵管、受精囊、膠腺等部份組織而成。雄蟲的生殖器官，則有精巢、輸精管、貯精囊、膠腺等部。

104. 感覺與運動 感覺與運動由神經感官與肌肉司之。神經分腦神經、喉下神經、胸神經、及腹神經四部之知覺神經與運動神經。腦神經由三個神經結合併而成，在頭部食道之上，其纖維連接於眼、觸角、及上唇等部。喉下神經位於頭部食道之下，司

口器的其餘各部之感覺。胸腹神經，則由許多神經結連接而成，其纖維則分佈軀體各處司知覺與運動。昆蟲的感官，大別有四種：(1)觸覺，即分佈於全體的感覺毛，觸角之主要作用亦為觸覺；(2)味覺及嗅覺，亦由多數的感覺毛司之，味覺位於舌、上咽頭、及口器的鬚毛等部。嗅覺多數位於觸角的末端，口器的鬚及尾毛上；(3)聽覺係一橫膜，受音波的擊動，由神經末梢而達於神經結，其位置視昆蟲種類而異，蠶斯在前足脛節；蝗蟲在第一腹節的氣門附近；而數種甲殼蟲則在足的跗節；(4)視覺由單眼與複眼司之。至於昆蟲的肌肉則有橫紋筋與平滑筋二種，色白或黃，其筋力大小與身體的大小概成反比例。微小如蟻，力能搬動較大之物，就是因為肌肉發達的緣故。

問 題

- (1) 昆蟲依口器的形態可分為那兩類？其形態有何不同？
- (2) 昆蟲的翅有何不同？翅的功用如何？
- (3) 腹部尾節往往附有何種器官？有何功用？
- (4) 試述昆蟲消化器官的構造。
- (5) 昆蟲如何呼吸？其氣囊有何功用？
- (6) 試述昆蟲各種感官的形態與地位。

第二十九章 害蟲的防除法(一)

105. 防除以前的準備 昆蟲繁殖極快，如不設法防除，則愈生愈多，爲害至烈。防除之道，不外乎預防與驅除兩種方法，預防是防範於未然，而驅除則在害蟲既生之後，所以預防實比驅除更爲重要。防治害蟲，第一須注意害蟲的習性，卵生於何地？幼蟲損害植物何部？化蛹日期有多久？成蟲如何侵害植物？各時期有無天然敵害？諸如此類的問題，均須調查清楚，然後始可研究對付的方策。其次須注意害蟲口部的構造，如係咀嚼口，則毒劑須施於食物上，而毒殺之；如係吸收口，則祇能噴射毒劑以侵蝕其皮膚，而阻其呼吸。再次，防治害蟲須藉合作之力，一地害蟲，須聯合當地農民共同防禦，始能收效，否則各自爲政，則必收之東隅而失之桑榆，萬無收效的可能。防除害蟲的方法很多，大別分爲四種：一是農業的防治法；二是化學的驅除法；三是人工器械的防除法；四是生物的驅除法。茲分別敘述於后：

106. 農業的防治法 變更農作方法，可以防止害蟲的發生，這是最經濟最妥善的預防方法。如何變更或改善農作，須視害蟲的種類及其習性而定，普通所常用的方法有以下幾種：

(1) 輪種 多數害蟲祇喜食一種作物；棉蟲祇害棉作物，如時時改種他類作物，則棉蟲自必減少。但輪植的作物，其經濟價

值必須與原作物相差不遠，且須適合當地的氣候與土壤方可。

(2) 冬耕 許多害蟲深伏於土內過冬，如螟蟲與金針蟲的幼蟲等；或產卵於土內過冬，至來春孵化，如蝗蟲等。如行冬耕，則幼蟲或卵必曝露於地面而凍死。

(3) 清除 雜草、枯枝、敗葉、腐果、常為害蟲冬季棲息之所，如棉花的金鋼鑽蟲常於落下之棉鈴內過冬；大螟則常棲息於稻草中以過冬，所以秋收之後，必須將殘枝碎葉，拾集用火焚燒，以清害蟲。雜草亦須時加鏟除。

(4) 播種與移植 在可能範圍內，提早或延遲播種或移植時間以避免蟲害最烈的時期。如棉花早播，可免象鼻蟲之害。

(5) 灌水 灌水淹斃法在晚秋或早春行之，可殺滅蟄伏在土內過冬的害蟲；對於秧田或稻田發生之浮塵子、稻蝨等類害蟲，灌溉時須滴以石油少許，方可殺死。

(6) 選擇品種 選擇富於蟲害抵抗力的品種以種植之，則損失自可減少。

(7) 剪枝 枯枝老幹，往往為害蟲棲息越冬之所，如於冬季將殘敗枝幹剪下而焚燒之，則來年不獨蟲害減少，且多生新枝而能增加產量；桑樹害蟲如桑蠶、桑螟、捲葉蟲、小蠶蟲等，皆可用此法而驅除之。

107. 人工器械的防除法 不用藥劑，僅憑人力及器械直接

捕殺害蟲，謂之人工器械的防除法。此法亦分多種，視昆蟲及作物種類而異，常用的有下列數法：

(1)徒手捕殺 不藉藥劑與器械之力，而僅以手搜索害蟲而剿滅之。此法頗廢人工，但功效確實，小農業中適用之。

(2)燈火誘殺 於秧田中夜間燃燈，螟蛾等有慕光性見燈火而羣集，燈下置水盆，水中加少許火油，則蟲必落水而死。

(3)用網捕捉 稻蝗螟、蛾等害蟲，可用稀布網於稻叢中捕捉而殲殺之，其效甚著。網質的稀密，視害蟲的大小而異。

(4)築溝陷殺 尙未生翅的跳蝻，往往集成羣跳躍尋食，可築一深溝於田的一面，驅之跳入溝中，再用土淹埋，用水或火殲殺之亦可。

(5)食物誘捕 利用害蟲所喜的食物，或先種植害蟲所喜食的植物，使害蟲羣集而生息其間，乃焚殺之，然後再種正式作物。

(6)被覆遮斷 用紗布、絲網、紙袋等物，覆蓋於作物之上，以防害蟲的侵犯，這是消極的法子，亦能收效。

此外尙有他種人工方法不必備載，農家須因地制宜，作各種有效的設計，以捕殺害蟲，並須通力合作，收效始快。

108. 生物的驅除法 利用生物以殘殺害蟲，謂之生物的驅除法。與害蟲爲敵的生物，主要的有下列幾種，農家須儘量保護

之：

(1)寄生蜂與寄生蠅為許多害蟲的勁敵，應設法繁殖或輸入之以除害蟲。

(2)捕食蟲種類很多，主要的有步行蟲、蜻蜓、瓢蟲、食蚜蟲等，均能捕食他種昆蟲，應保護之。

(3)家禽往往行走田園中覓取昆蟲而食之，農家在不損作物範圍內須儘量利用。

(4)青蛙與蟾蜍是最有益的動物，據浙江昆蟲局檢查的結果，青蛙的食料百分之八十二是害蟲；蟾蜍有百分之九十七是害蟲，故我國法律向有禁止人民捕捉蛙類之規定。

(5)田園間各種蜘蛛每日殺害蟲亦多，應盡力保護之。

(6)有害於昆蟲的黴菌細菌，亦可利用以殺蟲。近年來昆蟲學家正式試行此法，將害蟲身上的細菌，用人工培植然後噴射於作物或害蟲身上，使害蟲患病而死，惟目下此法在我國尙未能推行。

閱 題

- (1)防除害蟲，應先注意何種事項？
- (2)何謂農業的防除法？分爲那幾種？各有何利弊？
- (3)人工器械的防除法有那幾種？各有何利弊？
- (4)捕食青蛙一事何以須用法律禁止？

第三十章 害蟲的防除法(二)

109. 化學的驅除法 此法是用各種藥劑以殺滅害蟲。良好的殺蟲藥劑須適合下列條件：(1)不損害植物；(2)價廉；(3)殺蟲快；(4)不留渣滓以遺害人畜；(5)不易引火爆炸；(6)黏性強而擴散性大；(7)無特殊氣味以使害蟲避開。殺蟲藥劑約可分為四大類：(1)胃毒劑，治咀嚼口害蟲；(2)接觸劑，兼治吸收口及咀嚼口害蟲；(3)薰毒劑，治室內害蟲；(4)拒毒劑，保護植物免使受害。

(1)胃毒劑 應用最廣的胃毒劑是砒酸鉛與巴黎綠二種。砒酸鉛性最毒，殺蟲力強，且不損害植物的枝葉，為白色漿狀或粉狀物，我國市場上不易購買；農家需用時，可將醋酸鉛十一兩與砒酸鈉六兩分別溶於五公升與二公升半的水中，然後將兩種液體共傾於大桶中，加水稀薄之，即可施用。市上所售的砒酸鉛，直接用水調稀即可應用。砒酸鉛亦可與石灰或木炭等混合，在朝露未乾的時候，直接乾噴於植物之上。巴黎綠是綠色粉末，富有殺蟲力，惜毒性過強，往往能傷及植物的幼葉與芽，現在人多取砒酸鉛以代之。巴黎綠可以乾用，亦可濕用，乾用即將市場所售的巴黎綠粉和以三四倍的石灰，直接噴於朝露未乾的植物體上；濕用則以一小湯匙之藥，混以二三兩的石灰，再溶於十九市斤的

清水內，用噴霧器噴於植物的枝葉之上，都能收效。

(2)接觸劑 接觸劑種類很多，功效亦有不同；有用以窒閉昆蟲的呼吸的，如乳劑類，有用以滲入昆蟲皮膚內使原形質凝固的，如肥皂中的脂肪酸；有用以燒壞昆蟲的氣管的，如油類；有用以侵入昆蟲組織中而發生麻醉作用的，如煙精。茲就其中最要的種類敘述於后：

(a)石油乳劑 用三至四兩肥皂切成小片，和以七市斤的水，加熱使之溶解，然後徐徐加石油十一市斤，極力攪拌，以成白乳狀；冬季用再加清水五倍，夏季則加清水十倍。此劑可殺蚜蟲及其他吸收口與軟體的昆蟲。

(b)巴豆乳劑 此劑用以殺滅桑蟻為最妙。配製之法在用巴豆仁七份（重量），石鹼二份，肥皂三份，清水一千份。先將巴豆仁與石鹼相和，浸入沸水中半小時後，濾過而得黃色巴豆液，然後乘熱加入適量之肥皂液而攪拌之即成。

(c)除蟲菊 除蟲菊是一種含毒植物，殺蟲功效頗大，普通有液用與粉用之別：液用以除蟲菊乳劑功效最大，可治鋸蜂幼蟲、黃條菜蚤、猿葉蟲等。製法以除蟲菊粉浸入石油中，密閉二晝夜，以粗布濾過之即得淡黃綠色的浸出液，此液可治浮塵子、蚊、蠅等害蟲，如再以此液照製石油乳劑的方法製成除蟲菊石油乳劑，則功效更大。粉用之法可以除蟲菊粉一兩和草灰或木灰十至三

十倍以治蔬菜上各種食莢害蟲，頗有功效。

(d) 煙草及尼可丁 煙草施用很廣，凡軟體昆蟲如蚜蟲、青蟲等，均可應用。其法用煙草末十分之六公斤加水五·四公升，煮沸後再加水十倍至十五倍即行。如用煙葉或莖亦可，惟分量須略變更。市售尼可丁 (Nicotine) 即菸葉的精華，用時則藥一份，須對水千份，并須略加肥皂少許，以增其黏性及擴散力。

此外如石油、機械油乳劑、石炭酸乳劑、冷製乳劑、硫黃及其化合物，肥皂、雷公藤等，皆為接觸藥劑，因限於篇幅，不能詳述。

(3) 薰毒劑 薰毒法是用化學藥劑蒸發為氣，使害蟲觸毒而死。此法祇能行於密室或花房之中，大抵用以殺除種子內的害蟲，以及室內植物的害蟲。常用的有氰酸氣、二硫化碳、及硫磺等。氰酸氣是氰酸鈉與硫酸及水化合而發出的氣體 (HCN)。每一百立方公尺的室內，須用氰酸鈉一兩，硫酸二兩，水四兩，配合後緊閉戶門，薰蒸至數小時後，再將門戶大開，俟氣體完全飛散後，始可入內工作；蓋此氣不獨可以殺蟲，且可傷人，行此法時須特別留意。二硫化碳亦為有毒而易化氣的藥劑，為薰蒸穀類害蟲的良劑。每藥一市斤，可以薰蒸於一百立方市尺的容積，薰至二十四小時，則米麥內的害蟲俱可殺死。然此氣有毒，且易引火，施用時亦須注意。又硫一經燃燒即成二氧化硫，此氣能殺穀蛾、豆象等害蟲，每一千立方公尺的容積，須用硫磺一斤半，薰至二十四小

時即可殺死室內所有的害蟲。

(4)拒毒劑 拒毒劑無殺蟲功效，不過發生惡臭或不適意的感應，使害蟲趨避而已。最有效的是波爾多液，此液原為防治病害的良劑，但亦可作拒蟲之用，其製法已詳本書病害篇，此外如石油、石炭酸乳劑、煙末、石灰粉、硫磺粉、樟腦等，皆有拒蟲功效。此類藥劑或則已經說明，或則製法簡單，此處毋須申述。

問 題

- (1)良好的殺蟲劑須適合何種條件？
- (2)胃毒劑有何優點？如何配製？
- (3)接觸劑最常用的有那幾種？各有何優點？如何配製？
- (4)薰毒劑如何配製與施用？有何缺點？
- (5)何種藥劑有拒蟲而無殺蟲的功效？

第三十一章 普通作物的害蟲

110. 飛蝗 作物害蟲的種類頗多，而以蝗蟲為害最為顯著。蝗蟲在我國多至八十餘種，但以飛蝗(*Locusta migratorica*, L.) 為害最烈。此蟲分佈於我國東部沿海區域，如江蘇、安徽、山東、河北、河南等省；民國二十二年在湖南、陝西、山西等省亦有發現。被害植物不限於禾本科作物。根據中央農業實驗所民國二十二



第五十一圖 飛蝗。

一、卵 二—六、幼蟲 七、成蟲

年全國蝗患調查報告，蝗蟲食害作物有十三種，即稻、玉米、蘆葦、高粱、麥、粟、黍、稷、竹、棉花、甘蔗、黃豆、牛草等，於此可見其侵害範圍之廣大。

飛蝗成蟲體長四十五公厘至五十公厘，黃綠色，頭胸兩旁有

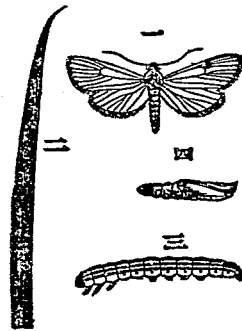
褐色帶，觸角短，前翅暗褐色，有黑點，後翅闊大善飛。卵爲長圓筒形，色淡黃，於秋季產於土下一二寸之地，每次產七八十粒結成一塊，每一雌蝗能產卵四五次。過冬後於次年四五月間孵化爲跳蝻，每六日脫皮一次，共脫五次卽爲成蟲，是爲夏蝗。交尾後再產卵，經半月再孵化爲跳蝻，七八月間卽有秋蝗發現。跳蝻色淡綠，形較成蟲爲小，但無翅。飛蝗性好遷移，而且千百成羣，愈聚愈多能遮蔽至數百里的地面，故凡飛蝗過境，則青枝嫩葉俱被嚙食無遺。

防治方法：冬季宜行深耕，使卵暴露凍死；或用耨掘起卵塊而燬滅之；或用灌溉法使卵腐爛。跳蝻發生後，可掘溝驅殺，或驅集一處而圍打之；或用蟲網捕捉；或放鴨啄食 或洒石油於水面，將蟲擊下，亦能殺死。如用毒餌方法，可將麥麩與水混合，再加糖餡與砒霜，搓成餅丸，蝗蟲食後，卽中毒而死。如用毒液法，可將氰化鈉七錢五分，溶於三斤水中，噴於害蟲取食的植物上，害蟲食後，亦可中毒而死。

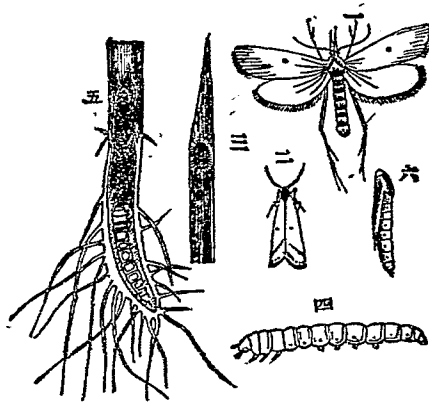
111. 螟蟲 螟蟲有二化螟蟲(*Chilo simplex*, Butl.)、三化螟蟲(*Schoenobius incertellus*, Wk.)及大螟蟲(*Nonagria inquens*, Wk.) 之分。前二種屬鱗翅目螟蛾科，爲水稻之重要害蟲；第三種屬鱗翅目夜蛾科，兼害麥、粟、黍、稗等。成蟲皆爲小蛾；二化螟蛾爲灰褐色，頭小，觸角鞭狀，前翅長方形，翅的外緣有並列的黑

點七個，後翅闊而薄，身長約十一公厘，雌蛾較長；三化螟蛾為淡黃褐色，頭小，觸角絲狀，前翅三角形，中央有黑點一個，體長約九公厘；大螟蛾為黃褐色，前翅上有四黑點，後翅為灰白色，體長十三公厘左右。三種螟蟲的卵皆扁平而橢圓，產於稻葉或葉鞘上，聚集成塊，每塊有數十至數百粒，粒形甚小。二化螟蟲每年發生二次，餘兩種則為三次，均以幼蟲越冬。二化螟幼蟲體長二十餘公厘，色黃白有褐色縱紋五條甚顯著；三化螟幼蟲作淡黃綠色，背上條紋不顯著；大螟的幼蟲為黃褐色，背線為暗色，此三種幼蟲均侵害稻莖或葉鞘，使葉鞘變色，心葉枯萎，或稻穗不能結實，致成白穗。

防治方法：概不外乎捕蛾、採卵、拔莖、焚藁、除根五種。蛾雖無害，但可產卵。最好以誘蛾燈捕殺之，燈下置水盆，水面洒滴少許火油，蛾見火光，即飛聚燈下，墜水而死。採卵最好於秧田中行之，遇有卵塊即行摘除，投入寄生蜂保護器中，因卵塊中往往有寄生蜂的卵，應加保護。已經螟蟲食害的稻株，則穗白莖枯，內藏幼蟲，應即拔除焚燬，以絕後患。二化螟的幼蟲大部於稻藁中



第五十二圖 二化螟蟲。
一。成蟲 二。卵
三。幼蟲 四。蛹



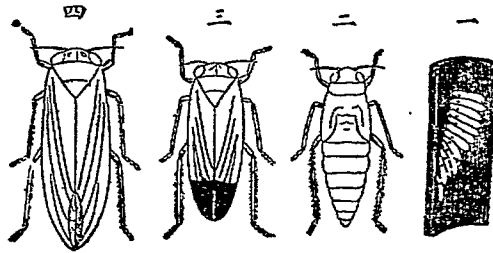
第五十三圖 三化螟蟲。

- | | |
|----------|----------|
| 一. 成蟲(雌) | 二. 成蟲(雄) |
| 三. 卵塊 | 四. 幼蟲 |
| 五. 越冬之幼蟲 | 六. 蛹 |

過冬。此種稻藁，最好於清明前燒完，以免化蛹，變蛾而產卵。三化螟蟲則潛伏於稻根中過冬，此項稻根須於收穫後完全拔除，拾集一處，加以焚燒；或深埋土內，作堆肥之用。

112. 浮塵子 浮塵子屬同翅目浮塵子科。種類甚多，皆能侵害水稻。最普通者有尾黑浮塵子(*Nephotettix apicalis*, Mctsch.)與大浮塵子(*Tettigonia viridis*, L.)兩種，其形狀似蟬而小，前者體長六七公厘，呈黃綠色，雄蟲較雌蟲較小，翅黃綠色，雄蟲末端為黑色，雌蟲則淡黃色，後翅全為淡灰色，足為淡黃色；後者體長

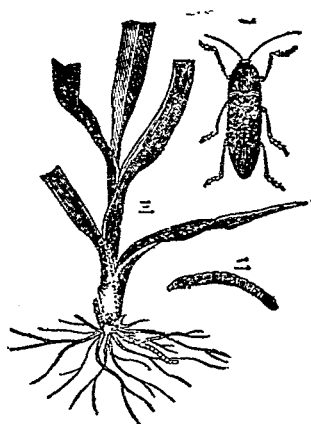
八九公厘，呈黃綠色，前翅表面綠色，四周為黃色，末端白色，裏面黑色，後翅呈淡黑色，兩種每年均發生四五次，卵產於稻的葉鞘組織中，前者以幼蟲潛伏於雜草間或紫雲英田內越冬；後者則產卵於幼桑枝幹上越冬。幼蟲及成蟲均能吸取稻的養液。稻被害後則莖葉萎縮，甚至枯死，穗形亦縮小或不結實。驅除方法：(1)點燈誘殺成蟲，法與殺螟蛾同；(2)紫雲英田於清明前即行耕耨，以消滅幼蟲；(3)以除蟲菊石油乳劑（或石油亦可）滴入水田中，每畝約二斤，然後以帚掃撥秧苗，使蟲落入水面，着油而死，半小時後將此水排出，再灌新水。



第五十四圖 尾黑浮塵子。

一.卵 二.幼蟲 三.成蟲(雄) 四.成蟲(雌)

113. 叩頭蟲: 叩頭蟲(*Agriotes sericens*, Cand.) 又名金針蟲，屬鞘翅目叩頭蟲科，是扁平形的長甲蟲。體色黑褐，長十一公厘左右，如以手按其身體後部，則能叩頭有聲。幼蟲形似金針，體細而長，頭部略扁，色橙黃，常居土中；三四月間即為害麥根、麥



第五十五圖 叩頭蟲。

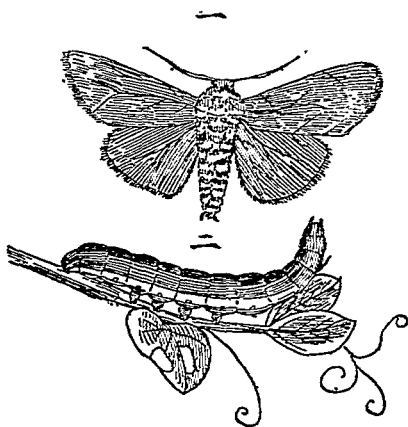
一.成蟲 二.幼蟲 三.爲害之狀

兩次，皆以幼蟲越冬。

成蟲是灰褐色的飛蛾，體長約十八公厘，前翅近中央處有灰白色點一枚，點的四周，略呈暗色，後翅灰色有光。卵黃白色，產於禾本科植物的葉或葉鞘內，每產二十枚排列成一線。幼蟲背部暗

莖、玉蜀黍、馬鈴薯、豆、茄、麻等作物。二三年後始變爲成蟲，然後出土。防除的方法，可用壞馬鈴薯、甘藷等切成小片埋於土中，俟害蟲羣集其上，即掘出殺之。

114. 夜盜蟲 夜盜蟲 (*Sideridis unipuncta*, Haw.) 又名切根蟲，屬鱗翅目夜蛾科，是麥、粟、大豆的害蟲。每年發生次數視氣候而定，暖地每年可發生三次，寒地



第五十六圖 夜盜蟲。

一.成蟲 二.幼蟲

褐色，腹爲淡黃色，背上有白色直線，體長約四十餘公厘，白晝隱匿土中或草屑中不動，夜間則出外爲害，嚙斷植物莖的基部。蛹爲黃褐色，體長二十公厘左右，往往蟄伏地下，化蛾時則飛出。

防治方法：在於冬季或早春清除田畔雜草而焚燒之，或用人工搜索蟲卵而殺卻；對於成蟲可用燈火或以糖液誘殺。

此外食害稻作的害蟲尚有稻螟蛉、捲葉蟲、稻苞蟲、黑椿象、負土蟲、稻薊馬等；食害麥、粟、豆的，尚有螻蛄、金龜子、葛上亭長等，因限於篇幅，皆從略。

問 題

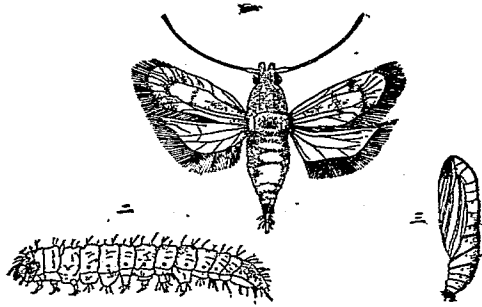
- (1) 試述飛蝗的習性及其防除的方法。
- (2) 二化螟蟲、三化螟蟲與大螟蟲有何分別？如何防除？
- (3) 浮塵子最普通的分那兩種？如何防除？
- (4) 叩頭蟲食害何種作物？其習性有何特殊之處？
- (5) 夜盜蟲的生活習性爲何？應如何防治之？

第三十二章 特種作物的害蟲

115. 紅鈴蟲 紅鈴蟲(*Pectinsphora goseypiella*, Saundera.)
是棉花的害蟲，屬鱗翅目麥蛾科，是銀灰色的小蛾，體長約十公厘，展翅時則闊有二十餘公厘。頭小，觸角長，前翅有不規則的褐色紋帶，前後翅外緣皆有灰色長毛。卵於初產時為白色或綠色，將孵化時則變紅色。幼蟲長約十二公厘，淡紅色，體上有斑點，點上生毛。蛹作赤褐色，尾端有鈎。此蟲每年發生二次，七八兩月及九月初是成蟲最盛時期。幼蟲伏於棉籽內，牆壁上，或藏於落在田中的棉實內過冬，次年六月化蛹，七月上旬化蛾，數日後即產卵於花蕾、棉果、及葉柄之上，經三日至十二日孵化為幼蟲，即鑽入花蕾及棉果中，取食花粉果肉棉籽等；一兩週後再離棉果入土，或仍留果中化蛹，蛹再化蛾，蛾再產卵，卵又孵化為幼蟲而過冬。

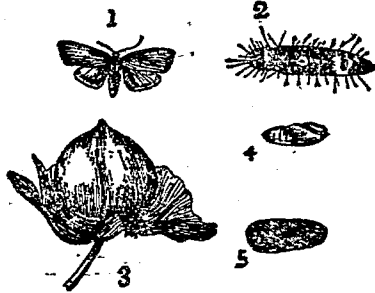
防治方法有薰種、曝曬、拔耨、拾果等數種。幼蟲大抵在棉籽內過冬，播種前務須將種子置於密室內用氰酸氣或二硫化碳薰蒸，以殺死幼蟲。棉籽收穫後，曝曬於烈日中，一部份幼蟲必爬出，至下午二時將棉籽移於密室內，因室內溫度頗高，蟲不能耐，爬至壁上，如是曝曬數日，幼蟲多數爬出，即可隨時掃集殺滅之。又於棉花收穫後，即須拔除棉耨，清明前將棉耨盡行燒燬。田中所落棉果，以及棉耨上的殘果，皆富藏幼蟲，均須拾集焚燒，以杜

後患。



第五十七圖 紅鈴蟲。
一.成蟲 二.幼蟲 三.蛹

116. 金鋼鑽 金鋼鑽 (*Earias chromataria*, Wk.) 亦為棉的害蟲，屬鱗翅目實蛾科。成蟲是黃綠色的蛾，體長十餘公厘，翅展達三十公厘，前翅為漿狀，中央有赤點三個，翅底為淡黃色；後翅為三角形，銀白花。卵極小，初產為彩綠色，一日後則變為珠白色。幼蟲全體灰黑，腹部淡黃，體長二十餘公厘，闊十三公厘，體部各節皆有肉刺



第五十八圖 金鋼鑽。
1.成蟲 2.幼蟲 3.被害實
4.蛹 5.繭

及黑點與黃點。蛹短而肥，背黑腹黃，尾端紅褐。繭白色，作覆船形。此蟲每年發生四次；十月間化蛹過冬，次年六月化蛾，是為第一期的蛾；此後約每月發生一次，至九月底止。卵產於棉的嫩葉上，經一週而孵化為幼蟲，初則嚙食棉的嫩葉與莖，後則鑽入花蕾或棉果中為害。每一幼蟲能害花蕾十數個，棉果數個，歷兩三週後即在棉株上或苞葉蕾果間作繭化蛹。

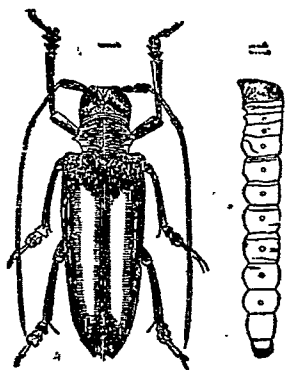
防治方法：(1)早晨至田間以人工撲殺飛蛾；(2)拍蛾之際同時摘除棉株上有蟲卵的嫩頭；(3)早拔棉株，使蟲無蟄伏之地；(4)拾集脫落花果枝葉而焚燒之；(5)實行輪種；(6)冬季行深耕。

除以上兩種棉蟲外，尚有棉尺蠖、捲葉蟲、螻蛄、葉跳蟲、棉蚜等，可參看蟲害專書。

117. 桑天牛 桑天牛 (*Psacotha hilaris*, Pasoc.) 是桑樹的害蟲，兼害枇杷、無花果等樹，屬鞘翅目天牛科。體色黑綠，附有黃綠色短毛，體長二十五公厘，觸角細而長，胸側有刺形突起。卵色黃褐，形橢圓。幼蟲尤較成蟲為長，約五十公厘，頭褐色，體黃白色，蛹黃白色，長約二十五公厘。此蟲二三年發生一次，以幼蟲在樹幹木質部越冬。成蟲發現於四月至十一月間，產卵於樹皮下，每產祇一粒，孵化後幼蟲初食樹的枝條，次則蛀入木質部化蛹，樹幹及枝往往因此而枯死。防治方法在於七八月間捕殺成蟲，又

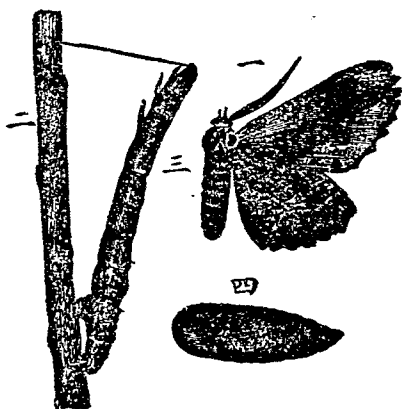
於樹皮傷裂隆起處尋其卵而殺之。若發現樹幹上有蟲死時，須以鉛絲插入以刺殺其幼蟲；或以蛭化鈉填入；或注入石油乳劑；然後將黏土密封孔口皆可殺死幼蟲。

118. 桑尺蠖 桑尺蠖 (*Hemiphrila atrilineata*, Burfl.) 亦為桑樹害蟲，屬鱗翅目尺蠖蛾科。成蟲是灰黑色，體長十七公厘，展翅則



第五十九圖 桑天牛。
一.成蟲 二.幼蟲

有三十餘公厘；前翅有二條黑紋，後翅有一條。卵扁平橢圓，初產為乳白色，後變為褐色。幼蟲灰褐色，頭細尾粗，身長達五十餘公厘。蛹為黑褐色；長約十八公厘，外被灰褐色的粗繭。此蟲每年發生四代，幼蟲潛伏於桑樹莖幹的裂隙間過冬，次年三四月間出



第六十圖 桑尺蠖。
一.成蟲 二.卵 三.幼蟲 四.蛹

而爲害。幼蟲須蛻皮四五次，晝夜嚙食桑的嫩芽及葉爲害頗烈。一二三代幼蟲盛行於六七八月間。防治方法可於夏季巡視桑園，見幼蟲羣集處即以二十五倍的除蟲菊火油乳劑噴殺之。遇有卵葉即摘下焚燒，成蟲可以誘蛾燈誘殺，或以捕蟲網捕殺，秋季可以稻藁縛束樹幹上端，待幼蟲棲息後焚殺之。

119. 桑蠶及其他害蟲 桑蠶 (*Rondotiamencian* v, Moose.) 屬鱗翅目家蠶蛾科，是黃色的蛾，長約十公厘，翅展則有二十餘公厘，前翅外緣上部凹入作弧形，前後翅均有黑色條紋二。卵初產時爲乳白色，後變粉紅色。越冬卵初爲黃白色，後變褐色。幼蟲爲長筒形，須蛻皮四次，體長二十公厘，蛹潔白，繭淡黃而長圓。



雌 蛾



雄 蛾

第六十一圖 桑 蛾。

此蟲每年發生一次至三次，以卵塊附桑枝上過冬，六月間孵化爲幼蟲，即食葉片，爲害頗烈，桑葉因此收穫減少甚鉅。防治方法

在於冬季用小刀鏟除樹枝上的卵塊，幼蟲則可用巴豆乳劑噴殺，有蟲繭則須摘除，剪枝時可揀附有卵塊者剪除之。桑蛾可於早露未乾時捕殺之。

桑蠶而外，尚有桑螟、桑毛蟲、桑蟲、野蠶等害蟲，此處不能

一一詳述。

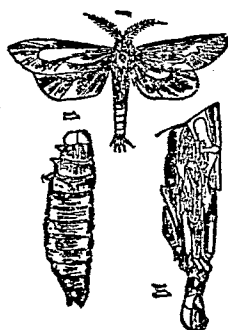
120. 茶樹害蟲 茶樹害蟲爲害最烈的，有茶毒蛾與避債蟲二種。茶毒蛾 (*Euproctis conspersa*, Butl.) 又名茶站蜥，屬鱗翅目毒蛾科。體長十餘公厘，雄蟲較雌蟲爲小，雌蟲色黃，雄蟲色黑褐。翅上有黑點，外緣叢生短毛，每年發生兩次：第一次成蟲在六七月間，第二次在九十月間，產卵越冬。卵爲球形，多數羣



第六十二圖 茶樹害蟲。

一、成蟲 二、卵塊 三、幼蟲 四、蛹

集於葉下或樹幹上。孵化後的幼蟲，背上長毛叢生，以食茶樹的芽葉爲生。蛹赤褐色，生於土中，防除方法可用二十倍的火油乳劑噴洒幼蟲，冬期須採卵塊而焚燒之，秋季用燈火誘殺成蟲。



第六十三圖 茶避債蟲。

一、成蟲 二、幼蟲 三、蛹從保護袋中初出外之狀。

茶避債蟲 (*Clania minuscula*, Butl.) 又名結草蟲，或稱簍蟲，屬鱗翅目避債蛾科。雄蟲體長約十餘公厘，翅展則闊三十餘公厘；體作灰褐色，觸角羽毛狀；雌蟲

體長二十餘公厘，體黑褐色，無翅。此蟲每年發生一次，以幼蟲越冬，常吐絲作巢於茶樹上。雄蟲常出巢爲害，雌蟲在巢內產卵後即死。此蟲除害茶樹外，并害果樹。防除之法與茶毒蛾同。

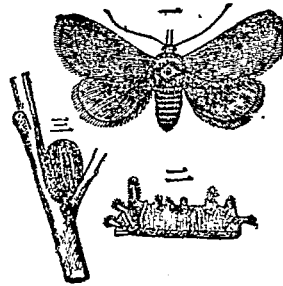
問 題

- (1) 棉花害蟲最普通的有那幾種？其爲害的狀況如何？
- (2) 如何防除紅鈴蟲？
- (3) 金鋼鑽蟲的形態如何？有無最有效的防治方法？
- (4) 如何防除桑天牛？
- (5) 桑尺蠖因何而得此名？如何防除之？
- (6) 桑蟻如何侵害桑樹？以何法殺害之？
- (7) 試述茶毒蛾與茶避債蟲的習性與防除方法。

第三十三章 果樹與蔬菜害蟲

121. 果樹害蟲 果樹害蟲頗多，其種類視果樹的不同而異。常見的有刺蟲，食害柿、梅、梨、蘋果、李、杏、柑橘、枇杷、櫻桃、棗、朴、桑等樹；有桃實蟲，專害桃、柑橘、李、棗、梨、無花果等；有通草木葉蛾，專食桃、梨、柑橘、葡萄、番茄、無花果等；又有梅粘蠟，則食梅、桃、蘋果、櫻桃等；他如巢蟲及介殼蟲之於蘋果；黑衣鳳蝶之於香櫞與橘；梨蝨、梨星粘蠟、梨心蟲之於梨樹；象鼻蟲之於桃、梨、蘋果；蚜蟲之於葡萄；皆為著名的果樹害蟲。今舉數種重要的述之於下：

(1) 刺蟲 *Monema flavescens*, Wk.) 屬鱗翅目刺蛾科，體黃褐色，長十六公厘左右，展翅闊三十餘公厘，前翅有深褐線二條。卵初黃後黑，孵化為幼蟲過冬。幼蟲體肥，長二十餘公厘，黃綠色，背有灰藍色長條紋，身上每節有小突起，上生刺毛，有毒，觸之頗痛。五六月成蛹後，變為成蟲。每年祇發生一次。防除之法，須於冬日在樹枝中尋出其繭而去之，幼蟲可

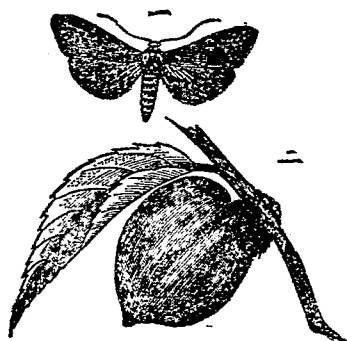


第六十四圖 刺蟲。

一.成蟲 二.幼蟲 三.繭。

用石油乳劑噴射，頗有功效，或振樹枝使落地，再踏殺之亦可。

(2) 桃實蟲 桃實蟲(*Dichocrocis punctiferalis*, Guen.) 又

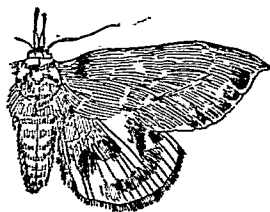


第六十五圖 桃實蟲。
一.成蟲 二.被害之桃

名桃蠹，屬鱗翅目螟蛾科，為黃色小蛾，身長十六公厘，體及翅上多黑點。卵作淡紅色，產於果的表面。幼蟲長二十餘公厘，體褐色，背上有許多淡褐色大顆粒。蛹長圓筒形，居於灰白色之繭內，繭即作於樹枝上。五六月間第一次蛾出現，至七八月間發生二

次蛾。幼蟲約於七月間嚙入果實內食其肉部，蟲糞亦洩於果實中。防除之法以紙袋保護果實，勿使成蟲產卵其上。受害與落下的桃果應檢出，不得與佳果相混，成蟲可以網捕捉。

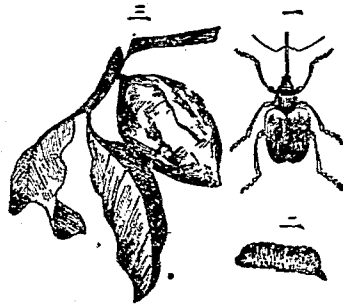
(3) 通草木葉蛾 此蛾學名 *Ophiderus tyrannus*, Guen. 屬鱗翅目，夜蛾科。成蟲為大形蛾，體長四十公厘，翅展則有十餘公分。前翅及頭胸作灰褐色，前翅如木葉狀，有濃色粗紋及細線紋；後翅



第六十六圖 通草木葉蛾。

及腹作黃橙色，有旋渦形黑紋。卵形圓，色淡黃。幼蟲體長約九公分，深褐而帶綠色，第五環節側面有白色斑紋，第六節側面有新月形黃色斑紋。蛹褐色長約三十餘公厘；此蟲每年祇發生一次，以成蟲越冬。幼蟲食通草之葉，成蟲於九月間發現，夜間吸食桃、梨、柑橘等果實的液汁。防除之法可用誘蛾燈殺蛾，並除盡果園附近的通草等植物，以杜幼蟲生長，果實上遇必要時，則須護以油紙袋。

(4) 桃象鼻蟲 此蟲學名 *Rhynchites heros*, Roel. 屬鞘翅目象鼻蟲科。體長十公厘，紅藍色，有光澤，口器甚長，觸角絲狀藍色。卵產於桃、梨、蘋果等果柄及果枝上，橢圓形，黃白色，幼蟲孵出後，即入果實內為害。成蟲則害結果枝的梗，壞果落地後，此蟲隨之入土，作繭越冬。防除之法與桃實蟲同，且可用擊落法而捕殺之。

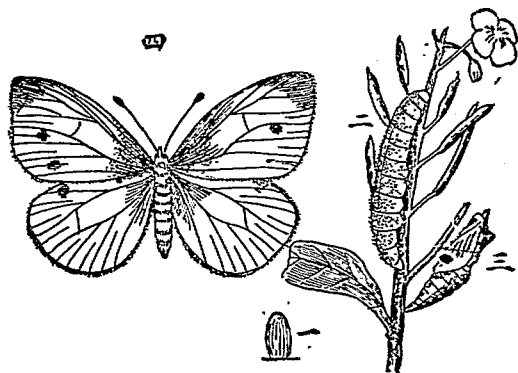


第六十七圖 桃象鼻蟲。
一.成蟲 二.幼蟲 三.被害之梢

122. 蔬菜害蟲 蔬菜害蟲亦因蔬菜的種類而異。最重要的有白粉蝶，專食害豆與葉菜類植物，二十八星瓢蟲食害馬鈴薯、

茄、南瓜、西瓜等植物；夜盜蟲食害豆、油菜、大麻、茶蔴、煙草等；菜鋸蜂食害油菜、茶蔴、白菜、生菜等；蚜蟲及瓜葉蟲專食害瓜類；猿葉蟲及黃條菜蚤專食害蔬菜植物。茲擇四種重要的害蟲分述於后：

(1) 白粉蝶 白粉蝶(*Pieris rapæ*, L.)屬鱗翅目粉蝶科。全體白色，為菜園中常見的飛蝶，體長十八公厘，翅展則闊有五十公厘。前翅頂角有三角形黑色部份，中央有二黑紋；後翅近邊亦有黑紋。卵淡黃色，紡錘形。幼蟲綠色，有細毛，背線黃綠色，體長三十餘公厘。蛹黃灰或綠灰色，長二十公厘。此蟲每年發生的次數因地而異；但至少在二次以上，亦有多至四五次的，皆以蛹態越冬，次年三四月間變為成蟲，產卵於葉面。每雌蟲產卵約一

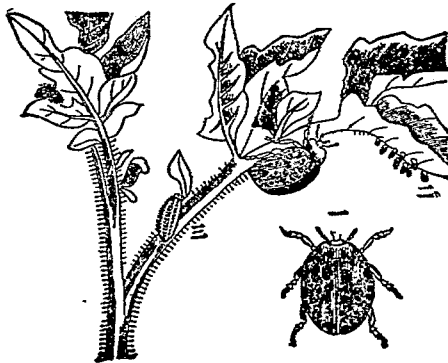


第六十八圖 白粉蝶。

一、卵 二、幼蟲 三、蛹 四、成蟲

百五十粒左右，化為幼蟲後，即食菜的嫩葉；被害植物的葉面多作不正形的孔洞大小不一。防治之法：(1)用砒酸鉛或三四十倍的除蟲菊石油乳劑噴殺幼蟲；(2)徒手捕捉幼蟲，雖廢時間，但頗有效；(3)晚秋時於菜園附近的牆角樹根等處，覓取蟲繭而燬之；(4)用捕蟲網捕殺成蟲；(5)利用寄生蜂以殺幼蟲。

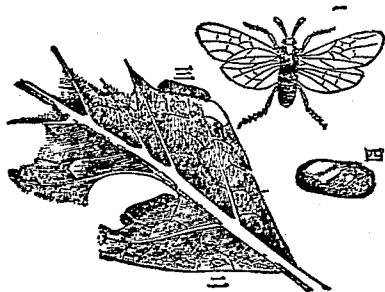
(2)二十八星瓢蟲 二十八星瓢蟲(*Epilachna 28-maculata*, Motsch.)又名偽瓢蟲，屬鞘翅目瓢蟲科，是赤褐色圓形的甲蟲，體長六七公厘，鞘翅上有大小黑點二十八個，並有黃褐色的細毛生其上。卵黃色，橢圓。幼蟲為長橢圓形，淡黃色，各環節生有刺毛。蛹黃白色，胸背有黑紋。此蟲每年發生二次，以成蟲過冬，次春出而產卵於葉的背面，每數十卵直立排列成行，一週後孵化為



第六十九圖 二十八星瓢蟲。
一、成蟲 二、卵 三、幼蟲

幼蟲，經三四星期而化蛹，五六日再化為成蟲。幼蟲與成蟲均能食害馬鈴薯、茄、瓜等植物的葉；葉吃完後則食莖及果實的外皮。防治之法以採卵為主，成蟲可以帚箕與網捕之。幼蟲初孵化時每集於一處，宜用二三十倍除蟲菊火油乳劑或砒酸鉛液噴殺之。

(3) 蕪菁蜂 蕪菁蜂 (*Athalia spinarum*, Fab.) 又名菜葉蜂 屬膜翅目葉蜂科。體長十八公厘，翅展二十二公厘，雄蟲較雌蟲為小，外觀如蠅，頭胸均黑色，腹橙黃。卵淡綠色，橢圓，幼蟲如圓筒，



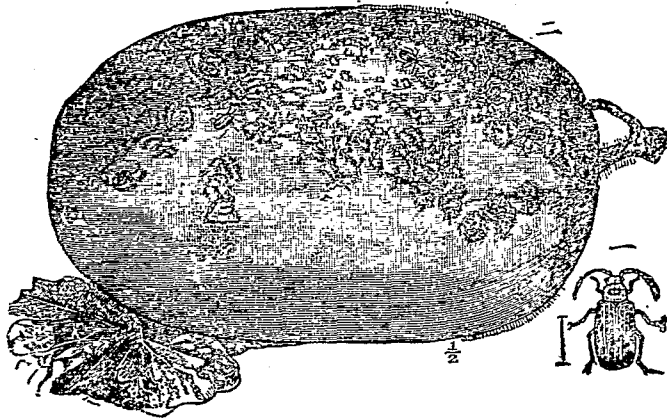
第七十圖 蕪菁蜂。

一. 成蟲 二. 卵 三. 幼蟲 四. 蛹

形深藍色，多橫皺紋，體長十五公厘，觸之則縮捲落地。蛹淡灰色，長約九公厘。幼蟲潛伏土下一寸左右，以土粒作繭過冬，次年四月化蛹，每年變化數次，四月至九月為幼蟲為害的期

間；此期專食十字花科植物如蕪菁、白菜、蘿蔔等蔬菜的葉，日間往往潛伏不動，夜間則出而取食。防治方法：(a) 以二十五倍除蟲菊石油乳劑噴殺幼蟲；或以五十至一百倍砒酸鉛液毒殺之亦可；(b) 冬季須整理田面，並鏟除附近雜草；(c) 每隔十日噴射波爾多液一次以阻止幼蟲的侵害；(d) 日間幼蟲潛伏不動，可以帚掃集於盛器內而殺滅之。

(4) 瓜螢 瓜螢 (*Luperodes femoralis*, Motsch.) 又名守瓜蟲，屬鞘翅目葉蟲科是一種橙黃色的甲蟲，體長約八公厘，觸角如長絲，體中央有橫溝，中腳及後腳均為黑色。卵圓形，橙黃色。幼蟲圓筒形，淡黃色，長約十二公厘。蛹長橢圓，暗黃色。此蟲每年



第七十一圖 瓜螢。

一. 成蟲 二. 瓜受蟲害之狀 $\frac{1}{2}$. 瓜之縮小記號。

發生一次，成蟲蟄伏雜草間越冬，次年七月產卵於瓜苗之根旁土內。成蟲專食瓜葉，幼蟲則食瓜根。防除之法在將被害之瓜連根掘出焚燒，未受害之地則用除蟲菊草木灰撒布地上；對於成蟲則須於清晨用網捕殺之。

問 題

- (1) 果樹害蟲之重要的有那幾種?各害何種果樹?
- (2) 桃實蟲與桃象鼻蟲侵害桃樹的方法有何不同?各用何法防除之?
- (3) 試述通草木葉蟲的習性。
- (4) 最普遍的蔬菜害蟲有那幾種?各食何種蔬菜?
- (5) 白粉蝶的習性與除防法如何?
- (6) 二十八星瓢蟲的形態有何特點?如何食害作物?
- (7) 試述蕪菁蜂的習性與防除法。
- (8) 瓜蝻爲害植物的方法如何?如何防除之?

第六編 氣象

氣象就是大氣的現象，氣象學(Meteorology)是研究大氣各種現象的科學。此種科學遠在紀元前三百三十年就有人研究，不過最近四十年進步很快，並且已能把研究的結果應用於各方面，如航海、航空、農業等，即吾人日常生活，無不賴氣象的報告以決定行止。農業國家尤須注重氣象之研究，因為溫度、雨量、濕度、風向等，與作物生長的關係極大，不明一地氣候的變遷，則農作絕無良好結果。農業發達的國家如美國對於氣象的研究，力求精進，故有農業氣象學的產生。我國農人雖知氣候的重要，但數千年來祇憑經驗而乏科學的研究與觀測，以致農作物連年歉收甚鉅。本編目的在使學者明瞭氣象學的一般原理；氣象與農業的關係；我國各地氣候與農作概況；以及適應氣候變化的方法等。

第三十四章 氣象學的普通原理

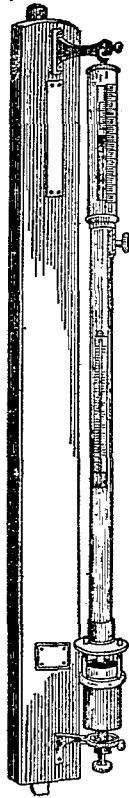
氣象學的研究包括兩大項：一是研究某時的大氣現象，這個叫做天氣(Weather)；一是研究某地的大氣現象，這個叫做氣候(Climate)。我們常問：今天的天氣如何，或上週的天氣如何？這就是指今天或上週的晴、雨、冷、暖、濕、燥、有風、無風而言。如問某地的氣候如何？就是指該地終年或連年的平均氣象而言。所以就時間講是天氣，就空間講是氣候。

123. 大氣的現象 大氣是包圍地球的氣海，由空氣組成，其中含氧百分之二十一；氮百分之十七八；二氧化碳萬分之三；其他如水蒸氣、氫、氨等，則成分極少。大氣的現象包含以下幾個要素：(1)氣壓；(2)氣溫；(3)濕度與降水；(4)大氣的流動，現在分別說明如下：

124. 氣壓 大氣因有重量，所以有壓力。氣壓雖然吾人感官可能覺察，但於大氣各現象中實佔很重要的位置，牠能使水銀於真空管中上昇；牠是造成風向的主因，因而變更空氣的溫度與濕度；如同時覺察廣大區域內各地的氣壓，即可預測各地的天氣。計算器具叫做氣壓計(Barometer) (第七十二圖)，俗稱風雨表。最普通的氣壓計是水銀氣壓計；此計是一真空管，內貯水銀，上端緊閉，下端有口插於水銀池中；水銀受氣壓而上昇為柱狀，此水

銀柱的高低，即可表示大氣壓力的大小。此計因攜帶不便，遂有人發明無液氣壓計(Aneroid barometer) (第七十三圖)。此計內

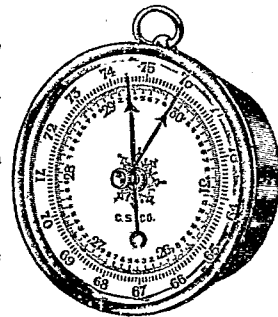
有薄金屬片所製的盤狀真空盒，因氣壓的大小而變其形狀，一伸一縮遂使盒外的指針在劃度紙上指出氣壓之度數。最近又有人發明氣壓記錄器 (Barograph) (第七十四圖)，其構造與無液氣壓計相彷彿，惟能自動的將氣壓度數，連續的記於紙上。觀察一地的氣候變化，不能預測天氣，但如氣壓驟然變更甚大，則亦可預知未來數小時內天氣的晴陰。



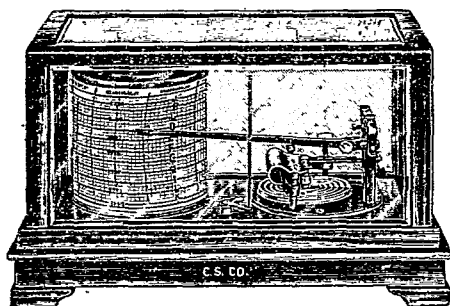
第七十二圖 準規水
銀氣壓計。

125. 氣溫 大氣的寒暖叫做氣溫。

太陽是溫熱的來源，地面物體受日光照射而得熱，空氣與物體接觸，因傳導而得溫，空中濕氣尤能吸收並保



第七十三圖 無液氣壓計。

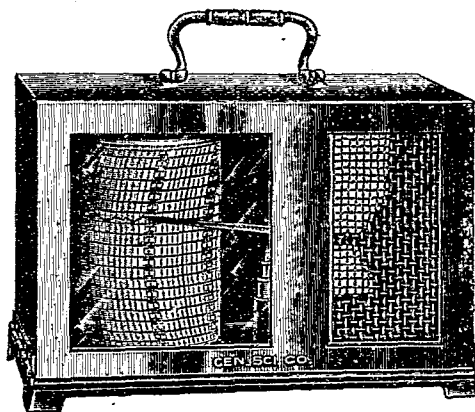


第七十四圖 氣壓記錄器。

持溫度。一日之間氣溫最高的時候是在下午二時至四時；最低的時候是在太陽將出之前。晴天氣溫變化甚大，陰天變化則甚微。又陸地與水面相較；前者白晝受熱極快，其速度大於後者四倍，黑夜喪失熱度亦極快，所以一日之間，陸地氣溫變化大而水面氣溫變化小。一年之間，氣溫以二月為最低，七月為最高。大陸與沿海區域相較；則愈至內地其冷熱的差異愈大，沿海區域則往往冬暖夏涼。又氣溫與高度亦有關係，在標準情形之下，高度每加增一百〇三公尺，則氣溫降低一度（ 1°C ）。

計算氣溫的用具，叫做溫度計。此計日常所用的有兩種：一是華氏（Fahrenheit）簡寫作 F.：冰點為三十二度，沸點為二百十二度；一是攝氏（Celsius）簡寫作 C.：冰點為零度，沸點為一百度，我國各氣象台所採用的是第二種。通常所用的溫度計，是水

銀管的，而氣象台則採用溫度記錄器 (Thermograph) (第七十五圖)，其構造的原則，係利用液體的膨脹，依槓桿的作用，而自動記載氣溫於紙上；因此可知一日間氣溫的變化。一日間最高與最

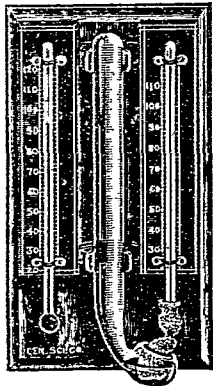


第七十五圖 溫度記錄器。

低溫度，對於農作物的關係頗大，因植物能因頃刻的過寒或過熱而受害。每日平均溫度，不如最高與最低溫度之有意義，即計算一週或一月的平均溫度亦以計算最高與最低溫度的平均較有價值。

126. 濕度與降水 空氣濕度與動植物生長的關係頗大，但冬日大氣含濕度僅千分之一，夏日含濕氣最高亦不過百分之五。溫度愈高，空氣濕度愈大，高空中氣溫頗低，故濕度亦極小。空氣溫度達到飽和狀態時即行降水。白晝空氣膨脹，含濕氣亦多，入夜空氣因寒冷而縮小，濕氣即達飽和程度而凝結成露，如溫度在

冰點以下，則結成霜。夏季植物遇霜即死，所以何時降霜，最為農人所關心。計算濕度的方法是用濕度計 (Hygrometer)，普通所用的是乾濕泡濕度計(第七十六圖)：係由兩個溫度計相合而成，



一稱乾泡；一稱濕泡，球部以粗布包圍，一乾一濕，依蒸發而顯出溫度高下之差，藉以算出濕度的大小。另一種是毛髮濕度計：構造與第一種相仿，但利用感覺最敏銳的毛髮，依濕度的多少；使毛髮伸縮，傳於槓杆，而使所附之鐵筆自記濕度於圓筒卷紙之上。

大氣中過剩的濕氣往往凝結浮於空中。高者為雲，低者為霧，其中的水滴皆極小，所以能懸於空中而不降下為雨。雲霧皆由於溫暖空氣遇冷使水氣凝結而成。雲因形狀顏色的不同，大別可分為四種：(第七十七及七十八圖)一是卷雲，係白色纖維形的雲，高懸於天空，最低亦在三千公尺以上；二是層雲，係霧形，是懸於地面一千公尺以上的雲，所以稱為高霧；三是積雲，係低平上凸的灰白色雲塊，離地約一千六百公尺，天氣將晴時往往發現此雲，但亦有時變為積亂雲降而為雷暴雨；四是亂雲或稱雨雲，色暗黑而形狀無定，為雨雪的徵兆。雲遇冷，則小水滴結合而成大水滴，降下為

第七十六圖 乾濕泡濕度計。



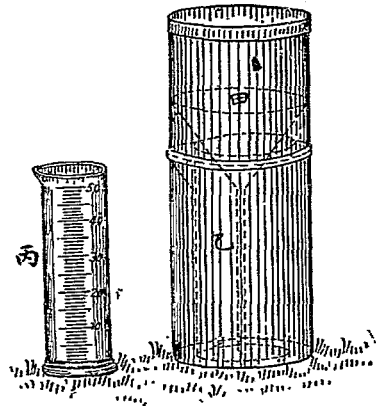
第七十七圖 積雲。



第七十八圖 積亂雲。

雨。雨點於空中遇冰點以下的溫度，則結成冰塊而降下為雹，雲中水點遇冰點以下的溫度，則凝結而降下為雪。雹對作物有害而無益，雨雪却是作物水分的主要來源。一地的雨雪量與該地農作

關係極大。測定雨量多寡的用具，叫做雨量計(Rain-gauge)，係由一漏斗形的容器與玻璃量水器配合而成(第七十九圖)。集一地每次降雨時的雨量，即得該地一年中的總雨量。

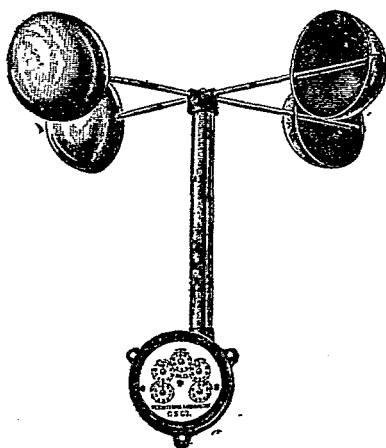


第七十九圖 雨量計。

127. 大氣的流動 兩地氣壓不均時，則高氣

壓處的大氣向低氣壓處流動而成風。風的大小全看大氣流動的快慢而定。每秒鐘行三至六公尺的為和風，其力僅能吹動樹葉及小枝；行十至十五公尺的為強風，能吹動樹的大枝；行二十九公尺以上的為颶風，能拔樹倒屋。介於和風與強風之間的，謂之疾風；介於強風與颶風之間的，謂之烈風。強風以上的風，皆與普通作物有害。計算風速力的用具，稱為風速計(Anemometer)(第八十圖)。測定風向的器具，稱為風信器。風速計分成二部：上部係一十字形的桿，四端附半球形的銅碗，此碗受風力而旋轉；下部有表示風力的裝置，內附四個針盤，針盤與支持十字槓杆的軸竿聯絡，銅碗轉動的快慢，在針盤上面可以表示出來。至於風信器的構造，亦含二部：一是裝置於屋頂的箭頭；二是裝置於屋內

的方位盤,中有軸竿銜接,箭上所表示的風向,在方位盤中可以看出。



第八十圖 風速計。

問 題

- (1) 氣象與氣候有何分別?
- (2) 大氣的現象包括些什麼要素?
- (3) 氣壓計有那幾種?其構造及功用有何不同?
- (4) 氣壓的變動對於天氣的預測有何關係?
- (5) 華氏與攝氏計上的溫度如何換算?
- (6) 試述各時各地溫度的變遷。

- (7) 試述濕度計構造的原理。
- (8) 雲有那幾種?如何區分?
- (9) 如何計算雨量?
- (10) 如何計算風速?

第三十五章 氣象與農業的關係

128. 氣候與農業 氣候是一地的平均天氣，亦可說是一地大氣現象常時間的總和。各地氣候的不同有三種原因：(一)緯度的關係；(二)海陸形勢的關係；(三)高度的關係。各地所處的緯度不同，距離海洋有遠有近，高出海平面有高有低，所以氣候因而互異。這些不同的氣候，大體可分為三種：一是大陸氣候；二是海洋氣候；三是高山氣候。大陸氣候的特點是：一年中溫度差異特大，離赤道愈遠，則差異愈大；海洋氣候區域的溫度變化較小。又大陸空氣乾燥，雨量少，沿海區域則濕度大，雨量多。高山氣候的特點是：(一)冬夏溫度俱較低平地為低；(二)空氣較為乾燥；(三)向風一面多雨；(四)風力猛烈；(五)日光強。各地氣候既不相同，則農業自然有異。我國南方氣候溫濕，宜於種稻；北方寒冷乾燥，宜於種麥；蒙古沙漠地方，因氣候太差，土質不良，除畜牧外，經營農業幾不可能。一地有一地的氣候，亦即有其特殊農業；一地的作物不能任意移植他處，於此可見氣候對於農業有很大的影響。

129. 溫度與農業 農業氣候的要素有四：即溫度、雨量、日光、與風，其中尤以溫度為最重要。作物需要適當的溫度，始能生長。依試驗結果，多數高等植物不能生於長久在冰點以下或 50°C 。

以上的地方，穀類作物尤不能抵抗過低或過高的溫度。小麥與玉蜀黍生長之地，其每年平均最低與最高溫度須在 4°C . 至 20°C . 之間；馬鈴薯須在 2°C . 至 15°C . 之間；大麥與雀麥須在 2°C . 至 20°C . 之間；稻須在 20°C . 至 30°C . 之間。高溫與低溫侵害植物生長的方法甚多，主要的是阻止發芽，防礙生長，毀滅植物一部或全部，傷害花部或果實等。

一年中平均每日溫度在 9°C . 至 22°C . 的月份，多數植物可以生長，如平均溫度在 22°C . 以上，而空氣濕度又頗大，則熱帶或半熱帶的植物生長最盛。多年生的植物，每年須經過休眠時期，始能復甦。休眠時期大都在溫度太低或太高不宜於植物生長的時期，所以休眠時期有冬季與夏季兩種。植物開始生長的溫度，謂之生命點 (Zero of vital temperature)，多數作物不能開始生長於 6°C . 之下，所以這個溫度，可視為各作物的平均生命點。

130. 地溫 地溫與氣溫略異，其升降亦與氣溫不一致。地溫的高低視土壤之色澤，物理性質，含水多寡，地面斜度與高度，氣溫季節等等的不同而定。地溫對於種子發芽，植物生長，及病害發展極有關係，所以農家不得不加以注意。最宜於植物生長的地溫是在 18°C . 至 20°C . 之間。纖維植物能生長於 5°C . 至 49°C . 之間。春天地溫愈高，則種子發芽愈快，有益細菌亦須在地溫 7°C . 以上始行活躍。地溫每日的變化很大，大抵表土在日間吸熱快而

夜間喪熱亦快，愈至下層則溫度愈能保持。一年中冬季土溫常較氣溫爲高，有覆蓋的土壤受熱強較難，但保持土溫則較久。地面積雪愈厚，則保持土溫愈久。

131. 雨量與農業 適度的雨量是農業生產必要的條件。全年降雨量在五十公厘以上的地方，作物可以安全的生長，雨量不滿三十公厘的地方，必須利用灌溉，始可栽培普通作物。雨量的多寡固然重要，但雨水降下是否適在植物需水之時，則尤爲重要。雨量太少，往往演成旱災，如民國二十三年江、浙、皖三省的大旱，就是因爲雨量太少的關係，不過雨量太多，以致演成水災，尤不相宜。植物需要適度的雨量，並須降得其時。穀類作物在生長初期及成熟時期，俱不需要大量的雨水，生長茂盛的時期，則水分必須充足。冬季休眠時期，亦無須多量雨水。各種作物需水量並不一致，水稻需水甚多，棉麥需水則較少。農作方法須能適應雨量的多寡，雨量太多與太少俱非農家所喜。

132. 日光與農業 日光對於植物的主要功用是幫助葉綠素行光合作用。此外日光亦能使植物體組織堅韌，種實生長豐富。天氣久陰，植物體必柔軟易於傾折，成熟及結果時期，尤需充足陽光。棉稻的豐歉，全視八月間日光是否充足爲準。水果品質的好壞，亦憑花芽發生時是否有充分的陽光而定。日光又爲氣溫與土溫的來源，無日光則溫度不能提高，溫度太低，植物不能生長，

所以日光與植物的關係至爲密切。但強烈日光有時爲害作物亦甚鉅。夏日天氣酷熱，陽光使土溫太高，以致傷及淺根植物的根部，豌豆、黃豆、番茄、草莓、以及瓜類植物，往往因此而受害；果樹的果芽，往往因受光太多，生長過速，以致果實爆裂，蘋果、橘與檸檬，每因此而損壞品質；果樹的枝幹亦每因曝曬過甚而於冬季呈現焦爛之病狀。強烈日光又可促進蒸騰，並使溫度升高過鉅致日落後溫度驟減，因此近木質部的生長組織受傷，樹皮捲起。惟陽光雖有以上數害，畢竟害少利多，經營農事的人，當知如何利用日光的長處，而避其缺點。

133. 風與農業 風於農業上有利亦有弊：季節風每攜帶充分濕氣，降落爲雨，是爲極有益的風。風能減殺過分的熱量，以免植物受熱過甚；又能促進濕地的蒸發，以利耕種。清明之夜有風，則水氣不能成霜，可使植物免受早霜之害，此皆係風之利益。但風的害處亦頗不少：強烈之風掀動地面細土，使幼小植物受害甚大；又能吹落成實果實，傳播野草種子及病害細菌；折斷植物枝幹；促進土壤水的過分蒸發與植物體內水分的喪失；植物開花之時，遇大風則不能受精結實；溫濕之風，經久不停，亦足以妨礙受精作用；冷燥之風，每使植物於開花時不能吸收充足的養分。用其利而防其害，這是從事農業的人所應當注意的事。

問 題

- (1)大陸、海洋、與高山三種氣候各有何特點？
- (2)氣候與農業有何關係？試舉例說明。
- (3)何謂植物的生命點？
- (4)地溫對於植物生長有何關係，試舉例說明。
- (5)雨量的多少與雨量的分配，對於植物生長孰為重要？
- (6)說明日光對於農業的重要。
- (7)試述風對於農業的利弊。

第三十六章 如何適應氣象

134. 天氣預報 二十四小時或三十六小時以後的天氣，如能預先報告出來，使農民在農事上有所準備，則許多因氣候變化所受的損失，皆可免除。我國設立氣象台的地方不多，天氣預告的制度尚未完備，故不能作全國天氣的精確預告，但氣象觀測最發達的國家如美國，已能每日預報天氣兩次，遇有必要時，且發出特殊緊急的預告，於該國農業及交通事業上極有補益。其法由各地將上午八時及下午八時的氣象報告如溫度、氣壓、風向、風力、濕度、雨量等，分別於半小時內電達中央測候局，局內設有預測專員，根據各地報告，製成全國天氣地圖，並據以往十二小時至四十八小時的天氣地圖，測定未來天氣的動向，然後即將預測結果，由總局傳至分局，再由分局傳達各地。全部手續自各地報告天氣時起，至中央發出預測報告止，僅於一小時內辦完，因此全國人民可知未來三十六小時的天氣而無錯誤。

135. 如何預防霜害與凍害 霜降固然在一定的時期開始，但有時天氣變化很大，而且各年開始降霜的時期亦未必一致，如無準確的天氣預測制度，農家頗難免除此害。但有經驗的農家，至少亦能作本地臨時的預測，如白晝天氣和暖，入夜天氣驟寒，而且清明無風，次晨必定有霜。普通預防的方法有四：(1)用廢

紙、廢布、木板、稻麥稈、蘆蓆等物，覆蓋土面，以防熱氣發散太快；或聯合許多農家燃燒濕的稻麥稈、松葉等物，發出煙霧，以防水氣結合成霜。(2)勿將作物種於低濕之地，山坡最宜種植果木，使夜間已冷的空氣向山谷之下流動，而由較暖的空氣去補充。(3)設法使空氣流通，勿使之堆疊成層。(4)於果木園或蔬菜花卉園中，燃燒極經濟的火盆或油燈若干個，以提高氣溫，此法美國農民行之甚多，我國普通農家耕地不多，資本微小，恐難應用。至於防止植物凍傷方法，除以上四點外，尚可用包被法；即將植物全體用稻麥稈包被起來，此法僅限於少數貴重的作物可用。又如用灌水法；將水灌在田面，使空中濕氣加多，遮蔽熱的發散，並且水分於凍結時，發出潛熱來，植物亦可免凍傷。

136. 如何調節溫度 上面所說的(1)、(3)兩項，是保持溫度的方法，(4)是提高溫度的方法，此外尚有其他的方法值得注意的：

(1)儘量栽培高溫植物於朝南傾斜之地，以吸收最多的陽光，北面如設粉白色牆壁，既可遮避寒氣，又可反射日光，則溫度可以提高很多。

(2)利用含有有機物甚富的堆肥，以提高土溫，既可培育幼苗，且可促成蔬菜的栽培。

(3)平地作成東西向的畦，稍稍向南傾斜，用條播方法，使

種子發芽加速，受日光較多（夏季作條向南北受光為多）；且作畦後，便於排水，使土壤乾燥，地溫增高。

(4) 建築溫室，保持一定的溫度，可以栽培熱帶植物及各種花卉。

(5) 夜間用白晝的溫水灌溉，以提高地溫，晝間用冷水灌溉，使地溫降低。

(6) 建築冷藏庫，貯藏易於腐敗的農產品，如水果蔬菜等物。

137. 如何適應風暴 風之為害，第二章已經說過，禦防的方法雖難，然亦有幾個消極的方法：

(1) 選擇莖幹堅實的品種栽培之，以防大風吹倒。

(2) 栽培成熟時期不同的品種，如早稻、晚稻之類，以免開花時受一次大風，使全部作物不能受精。

(3) 幼小或新移植的樹木宜於樹旁豎立支柱，以防被風傾折。

(4) 種植防風森林，以禦風暴。

(5) 大風中不宜撒播種子或耕耨地面。

138. 如何適應水旱 振興水利，普遍造林，是防止水旱的根本辦法。預測氣象，即時報告災害，以免釀成巨災，這是臨時救急的辦法。雨量的多寡及分配狀況，不是人力所能操縱的；但水旱之災，人力未嘗不能預防，惟須藉政府及全體人民的力量，始能

有效，絕非少數人所能爲力的，農民個人如欲適應水旱，可用下述消極的方法：

(1) 栽培耐旱或耐水的作物，並選擇最適宜的品種以栽培之。

(2) 注意排水與灌溉及其他一切土壤改良的方法。

(3) 乾旱之區或天旱之年，宜行旱農法，以保持土中原有水分。

(4) 災後播種誤期，應改種他物或用特殊方法種植原物；如大水留存地面，經久不退，延誤種麥時期，其後水雖退而種麥時期已過，此時應改種他種遲播作物，以免麥田荒廢過冬。據金陵大學試驗結果：冬至節以水浸濕麥種而遲播之，對於成熟期及產量皆無關係。據該校在南京試驗，十二月及三月間播種早熟小麥及春麥，仍能得着相當收穫。

問 題

- (1) 如何預報天氣？
- (2) 預防霜凍的方法有那幾種？比較其效用的高低。
- (3) 調節溫度的方法如何？以何種爲最有效？何種最經濟？
- (4) 適應風暴的方法如何？
- (5) 如何適應水災與旱災？

第三十七章 我國的節令

139. 二十四氣節七十二候 我國古時向用陰曆，節氣的日期每年常有早晚，經營農事，每多不便。所以後來有二十四氣節、七十二候的規定，表示太陽和地球的關係。民國以來，改用陽曆，不獨於商業及外交上感覺有利，即於農事上亦便利不少。因為氣節日期，在陰曆方面，每年不同，而在陽曆方面，則每年固定農家不必翻閱日曆，即知何日為清明，何日為霜降。茲將二十四節列表於下，以供參考：

廿四節	七十二候	陰曆	陽曆
立 春	東風解凍，蟄蟲始振，魚上冰。	正月節	二月三日或四、五日
雨 水	獺祭魚，候雁北，草木萌動。	正月中	二月十八日或十九、二十日
驚 蟄	桃始華，倉庚鳴，鷹化為鳩。	二月節	三月五日或六日
春 分	玄鳥至，雷乃發聲，始電。	二月中	三月廿日或廿一、廿二日
清 明	桐始華，田鼠化為鴽，虹始見。	三月節	四月四日或五日
穀 雨	萍始生，鳴鳩拂其羽，戴勝降於桑。	三月中	四月廿日或廿一日
立 夏	蟪蛄鳴，蚯蚓出，王瓜生。	四月節	五月五日或六日
小 滿	苦菜秀，靡草死，麥秋至。	四月中	五月廿日或廿一、廿二日
芒 種	螳螂生，鵙始鳴，反舌無聲。	五月節	六月五日或六日
夏 至	鹿角解，桐始鳴，半夏生。	五月中	六月廿一日或廿二、廿三日
小 暑	溫風至，蟋蟀居壁，鷹始擊。	六月節	七月六日或七、八日
大 暑	腐草為螢，土潤溽暑，大雨時行。	六月中	七月廿二或廿三日

立 秋	涼風至，白露降，寒蟬鳴。	七月節	八月七日或八日
處 暑	鷹乃祭鳥，天地始肅，禾乃登。	七月中	八月廿二日或廿三、廿四日
白 露	鴻雁來，玄鳥歸，羣鳥養羞。	八月節	九月七日或八日
秋 分	雷始收聲，蟄蟲坯戶，水始涸。	八月中	九月廿二日或廿三、廿四日
寒 露	鴻雁來賓，爵入大水爲蛤，菊有黃華。	九月節	十月七日或八、九日
霜 降	豺乃祭獸，草木黃落，蟄蟲咸俯。	九月中	十月廿三日或廿四日
立 冬	水始冰，地始凍，雉入大水爲蜃。	十月節	十一月七日或八日
小 雪	虹藏不見，天氣上騰，地氣下降，閉塞而成冬。	十月中	十一月廿二日或廿三日
大 雪	鶡鴉不鳴，虎始交，荔挺出。	十一月節	十二月六日或七、八日
冬 至	蚯蚓結，麋角解，水泉動。	十一月中	十二月廿一日或廿二、廿三日
小 寒	雁北鄉，鶡始雊，雉雊。	十二月節	正月五日或六、七日
大 寒	雞乳，征鳥厲疾，水澤腹堅。	十二月中	正月廿日或廿一日

(註)七十二候，純由古人經驗而來，其中雖多錯誤之處，然有相當的價值者亦不少。

下面的歌謠，能表明氣節與農作物的關係，我國農家往往背誦甚熟。

立春陽氣轉， 雨水沿河邊； 驚蟄鳥鴉叫， 春分滴水乾。
清明忙種粟， 穀雨種大田； 立夏鵝毛住， 小滿雀來全。
芒種大家樂， 夏至不着棉； 小暑不算熱， 大暑在伏天。
立秋忙打靛， 處暑動刀剷； 白露噴割地， 秋分無生田。
寒露不算冷， 霜降變了天； 立冬先封地， 小雪河封嚴。
大雪交冬日， 冬至擺祭天； 小寒忙買辦， 大寒要過年。

140. 勸用陽曆歌 我國自民元以來，即改用陽曆，但農家應用陰曆習慣已深，一時不能更改，其實陽曆較之陰曆便利許多，而且是我國的國曆，故須從速推行。國民政府立法院統計處曾製定二十四節歌訣，頒行全國，使農民改用陽曆時有所遵循，此歌通行於長江流域：

改用陽曆真方便，二十四節極好算；每月兩節日期定，年年如此不改變。上半年來六廿一，下半年來八廿三；諸位熟讀這幾句，以後憲書不必看。一月大寒隨小寒，若種早稻須耕田；立春雨水二月到，小麥地裏草除完。三月驚蟄又春分，稻田再耕八寸深；清明穀雨四月過，油菜花草麥穗青。五月立夏望小滿，割麥鋤禾莫要晚；芒種夏至六月到，黃梅雨中難睜眼。七月大暑接小暑，紅日如火鋤草苦；九月白露又秋分，收稻再把麥田耕。十月寒露霜來降，黃豆白薯多收清；立冬小雪農家閒，拿去米麥換洋錢。只等大雪冬至到，把酒圍爐過新年。

不過節期雖然全國一致，氣候則南北懸殊，根據節令所編的農事歌訣，不一定各地適用，最好能依據各地的氣候，編成不同的歌訣，而令農家背誦，方無錯誤。下面的歌謠是通行於遼寧省的，與上面立法院統計處所編製的，即頗有出入：

陽曆氣節極好算，一月兩節不更變；上半年來六廿二，

下半年來八廿三。一月大寒隨小寒，農人檢糞莫偷閒；
立春雨水二月裏，送糞莫等冰消完。三月驚蟄又春分，
天氣昭蘇載蒜臨；清明穀雨四月節，大小麥田播種勤。
五月立夏望小滿，待雨下種勿偷懶，芒種夏至六月裏，
不要強種要勤鋤。七月小暑接大暑，拔麥種菜播蘿菔；
立秋處暑正八月，結實更喜日當午。九月白露又秋分，
收割莊稼喜欣欣；十月寒露霜降至，打場起菜忙煞人。
十一月中農事閒，立冬小雪天將寒；大雪冬至十二月，
早完糧稅樂新年。

問 題

- (1) 陽曆對於農事何以較陰曆爲便？
- (2) 陽曆既較陰曆爲便，何以農民不肯改用陽曆？
- (3) 試將二十四節按着順序寫出，並解釋其意義。
- (4) 二十四節七十二候的內容是否全國一致？
- (5) 研究國民政府所頒行的二十四節歌訣是否適合汝之本地情形。
- (6) 通行於遼寧省的歌謠與國民政府所頒行的有何出入？

第三十八章 我國的氣候與農作

141. 氣候區域及其農業 我國面積廣大，各地氣候迥不相同，因之農業情形亦有明顯分別。按地質專家竺可楨先生的意見：我國土地依其氣候的不同，至少可以分爲八大區域。每一區域尤可分爲若干小區，這八個區域是：(1) 華南區：包括廣東、廣西、福建三省，與雲南、貴州的東南部分；(2) 華中區：即揚子江流域；(3) 華北區：包括山東、河南、河北三省，江蘇、安徽的北部，及陝西、山西的南部；(4) 東北區：包括東三省的全部；(5) 雲貴區：即雲南、貴州二省大部分高原地方，海拔自一千公尺至三千公尺之處；(6) 草原區：包括中國本部的西北隅，熱河、察哈爾、綏遠的南部，及東三省的西部；(7) 西藏區：即西藏高原平均海拔在三千公尺以上；(8) 蒙新區：即外蒙古及新疆一帶。華中、華北兩區之中，又可劃出一區，稱爲秦嶺淮水區，此係界分南北之一狹帶狀地。連同以上八區共成九個大區域。此九區的氣候與農業，各有其特點，茲分別述之於下：

(1) 華南區：最冷之月是正月，但平均溫度尙在 10°C . 以上，海南島平均溫度則高至 22°C .，最熱之月爲七月，全年平均溫度約在 18°C . 左右。全年雨量在廣東沿海，約自一千七百五十至二千公厘以上（即約七十至八十吋以上），離海較遠之地，亦約有

一千五百至一千七百公厘。一年間五月至九月雨量最多，尤以六月爲最，由此可知，此區是溫熱多雨地帶，宜於種稻，年可三熟。又蠶絲年可收穫八次，亦能產熱帶佳果，如香蕉、荔枝、龍眼、橘、柚之類，又宜於種植甘蔗，所以產糖很多。海南島平均溫度特高，因此產椰子很多。

(2) 華中區：一月份平均溫度約在 0°C 。下一度至 10°C 。之間。長江沿岸約爲 3°C 。七月份平均溫度約在 30°C 。左右，全年雨量自一千至一千五百公厘，沿江大多數地方皆在一千一百公厘左右。一年中以四月至八月雨量最多，其他各月亦有相當雨量。雨澤的均勻，迥非北方所能及，此區的主要作物是稻、麥、棉、麻，東南部尤富於蠶桑茶葉。

(3) 秦嶺淮水區：此係一長狹區域，介處南北之間，全年雨量自七百五十公厘至一千公厘。多雨之季，較華北略早，而較華南略遲。稻與竹以此區爲最北限度，小麥與高粱則爲大宗出產，此外尙有其他雜糧如玉蜀黍、花生、小米等。

(4) 華北區：一月份平均溫度在 0°C 。下一度至 12°C 。七月份平均溫度則在 24°C 。至 27°C 。之間。全年雨量自五百公厘至七百五十公厘。全年百分之六十的雨量降於六、七、八三個月之內，冬季雨量極少。此區雨量變化頗大。有時大部份雨水集中在一個月內或數日之內降落，以造成水災；有時雨量又極少，全

年不到三百公厘，因此釀成旱災。主要農作是小麥、高粱、棉花、粟與煙草等，每畝產量都不甚大。

(5) 東北區：全年平均溫度在 10°C . 以下，每年至少有五個月在 0°C . 以下。雨量在五百公厘左右，但亦有多至一千公厘的。主要出產在南部多大豆、小麥、高粱，北部則為森林。

(6) 雲貴區：地勢甚高，寒暑適中，尤以雲南為然。全年平均溫度約自 14°C . 至 18°C .。雨量大抵在七百五十公厘以上，主要農產是稻及玉蜀黍，森林甚多，貴州更宜畜牧。

(7) 草原區：氣候寒冷乾燥，全年平均溫度在 5°C . 至 10°C . 間。雨量自二百公厘至四百公厘。農民大抵半耕半牧，產豆、麥、高粱尚富，胡麻尤多。

(8) 西藏高原區：氣壓低而風暴多，天氣極為寒冷，冬季全境溫度遠在冰點以下。農期頗短，雨量亦少，祇宜於種大麥與黑麥，故藏人多以畜牧犛牛為生。

(9) 蒙新區：冬季極寒，遠在攝氏零度以下。夏季白晝酷熱，夜間驟然轉寒。沙漠區域每年雨量僅五十公厘，不宜於農業，新疆地方間有宜於種稻、棉之處，但此種地方面積頗小，漠北水草濃秀，為天然的牧場，宜於畜牧。

142. 季候風與我國農業 我國氣象的一個特點，就是季候風的勢力特別偉大。我國的氣候與農業，完全受季候風的支配。

季候風分爲冬夏二種，對於氣候的寒、暖、乾、濕、陰、晴、大有關係：冬季由大陸向海洋吹拂的是寒冷乾燥的風；夏季由海洋向大陸吹拂的是溫暖潮濕的風。冬季高氣壓在蒙新高原地方，低氣壓在東南部的海面上，夏季則恰相反。所以冬季多西北風，而夏季則多東南風。東南風挾雨而來，則大地煥然一新，五穀豐登，稻麥茶竹之能生長於我東南及中部，都是這種季候風的恩賜。這種季候風萬一受阻不來，則雨量減少，釀成旱災；反之，雨量太多，則成水災；然而這是例外，不是常有的現象。至於冬季的西北風，則性質與東南風正相反，其於農業的影響亦相異；此風一至則萬物枯黃，園林易色，惟其爲冬季風，對於多數的植物爲害不大。季候風在華北最爲明顯，但亦非單純而無變化，且常爲風暴間斷。如在冬季發生不合時令的東南風，便是降雪預兆；夏季起了不合時令的西北風，便有驟雨冰雹的可能。長江下流風暴尤多。風暴是臨時的風，自東海洋方面而來的是颱風，勢力極猛，但降臨時只限於夏秋二季，經過區域僅於沿海一帶。風暴經過一次，天氣即有一次陰、晴、寒、暖、乾、濕的循環。

143. 大旱與大水 我國天災時有所聞，災區亦極廣大，這固然由於山川形勢的影響，以及人事之疏忽，但氣候的轉變實爲災患構成的主因。清代二百六十年間，平均每百年中江蘇河北兩省，曾發生大水災四十三次；安徽三十六次；山東二十七次；湖北河

南各二十六次；其他各省自數次至二十餘次不等。旱災平均每百年中河北二十七次；山東十九次；浙、蘇、皖、贛各約十四次；其他各省自一次至十餘次不等。風雹霜疫之災亦極大。每次天災降臨，農家收入銳減，重則顆粒無收。民國六年，河北水災，淹地二十四萬餘頃，災民六百餘萬人；九年北五省旱災，被災人民二千萬，農產損失不可計數；十三年之水災，遍及十八行省，受災人民達兩千萬，淹斃的有一萬三千餘人；十七年華北旱災，災民有三千三百萬之多；二十年江、淮、運的水災遍及十六行省，而尤以湘、鄂、贛、皖、蘇受害最重，此五省被淹良田二萬萬五千方畝，農產損失，稻米九十萬萬斤，佔平時全國產量百分之三十六；棉花一萬四千二百萬斤，佔全國平時產量百分之二十四；小米高粱十四萬萬斤，佔全國平時產量百分之二十九，合共值洋四萬五千七百萬元；民國二十三年蘇、浙、皖雨量奇少，旱災之重為六十年來所未有，農產損失估計約在一萬萬元以上。由此可知氣候變化對於農業關係之大，政府與人民皆當深切注意及之。

問 題

- (1) 依據竺可楨的意見，我國氣候約可分為那八個區域？
- (2) 比較華南區與華中區的氣候與農業。
- (3) 秦嶺淮水區何以成為一獨立區域？有何特點？

-
- (4) 華北區與東北區的氣候與農業有何不同？
 - (5) 雲貴與西藏何以不能劃為一個區域？
 - (6) 草原區與蒙新區有何異同？
 - (7) 試述季候風對於我國農業的關係。
 - (8) 舉例說明我國農業所受水旱災的影響。

第一冊實驗與實習

植物生理實驗與實習

練習一 植物細胞的察視

目的 察知植物細胞的內容及其構造。

材料 葱、紫鴨跖草，已經製成的細胞玻片一二種。(如無葱或鴨跖草，可就地覓取他種適當材料，或僅用已製成的標本。)

用具及藥品 顯微鏡、載玻片、解剖器、碘液、水。

方法 (1)將葱近根的表皮，用鑷子摘住撕下，裝置於玻片上，加碘液檢視之，則核和細胞壁非常明瞭。

(2)取紫鴨跖草的花，以鑷子摘出紫色的雄蕊毛，用水裝置於載玻片上，就高度顯微鏡檢視之，在幼嫩的光端細胞內，可以看出原形質、細胞核仁、液泡和細膜。

(3)將已製成的細胞玻片(此項玻片如校中未曾購置或教員不能自製，可向附近大學生物室商借，或向儀器標本公司購買。)一二種，置於顯微鏡下檢視之，注意細胞的各部。

整理 將以上所觀察的細胞一一作圖，注明各部，并說明每部的功用。

練習二 根、莖、葉內部組織的觀察

目的 求知根、莖、葉的內容與構造。

材料 玉葱、蠶豆、或豌豆的根，玉蜀黍的莖，茶樹或女貞的葉。（如無適當材料，或教員不能製做切片時，則取用市售已經製成的切片。）

用具 解剖器、切片刀、接骨木心、顯微鏡、載玻片、蓋玻片。

藥品 酸性洋紅液、甘油、酒精。

方法 (1)取蠶豆，豌豆生長的根，或玉葱鱗莖的副根作縱斷的截片，用稀薄的酸性洋紅液染色；洗滌後；用甘油裝置在載玻片上，用蓋玻片覆之，置於顯微鏡下觀察。注意根冠、生長點、外皮層、內皮層各部，繪圖并註明各部。

(2)浸玉蜀黍的莖於酒精和甘油等量的混合液內，用刀製縱橫手作切片。先用低度顯微鏡視察橫斷面，注意表皮組織及維管束；次換高度顯微鏡檢視各維管束的構造。再取縱切片在顯微鏡下檢視之，注意維管束鞘的細胞壁、節管、各種導管的構造，繪圖并註明各部。

(3)將女貞或茶的葉製手作切片，用顯微鏡檢視之，注意其表皮層氣孔、基本組織、葉綠體、柵狀組織、海綿組織、葉脈等部份，繪圖并註明各部。

練習三 花之各部份的研究

目的 研究花的各部份，以明植物的生殖方法。

材料 三種不同的花。

用具 剪刀、小刀、鑷子、廓大鏡。

方法 由教員率領學生至田野間，採取三種不同的花。採花時以剪刀就花梗下端輕輕將花剪下，勿過分震動；帶回工作室內，先研究其最外一輪即花萼，數其片數，并注意其色澤形狀等，次研究其花冠，注意花瓣的數目、色澤、形狀等；次檢視其雄蕊，注意其數目、色澤、長短、位置等，并區別雄蕊的各部份；以廓大鏡檢視花粉的形狀、大小等；復次檢視雌蕊的形態，注意其柱頭、花柱、及子房三部，并須注意其柱頭是否裂開；繪圖以比較三種花的各部份。

問題 (1) 估計一花共有花粉若干，說明花粉衆多的原因。

(2) 受精作用與受粉作用有何分別？

(3) 花之受粉作用，其媒介有幾種，試儘量列舉。

練習四 種子蕃殖的研究

目的 多數植物藉種子而蕃殖，本實驗的目的在至田間搜集各種作物的種子，以研究其蕃殖的可能性。

材料 田間所採集各種作物的穗端。

方法 由教員率領學生至田間採集五種以上植物的穗端，每種限於一株；五種之中至少須有一種將近成熟野草的穗，其他四種由教員就當地所產作物決定之；如玉蜀黍、稻、高粱、大豆等均可。先查每株種子的數目若干，再計算第二第三兩代可以蕃殖若干；將各代種子數目填入下表。

植物名稱	第一代種子數	第二代種子數的預測	第三代種子數的預測

問題 (1) 植物為何生長多量的種子？

(2) 種子的傳播方法為何？試舉例說明。

練習五 植物生長的開始

目的 研究植物開始生長的狀況，及開始生長最適宜的條件。

材料及用具 去年所收穫的稻、麥、豌豆、黃豆、玉蜀黍的種子各若干；茶碟、吸水紙或粗白布；花盆或錫罐或玻璃杯；細砂或地下層黏土。

方法 將學生分爲數組，每組實驗種子一種。

(1) 置種子數粒於碟內，上下各置吸水紙兩張，以水濕之，置於寒冷之處。依同法另備三碟種子，其中一碟不用水浸濕，置於溫暖有光之處；餘二碟一置於溫暖有光之處，一置於溫暖無光之處。除乾碟外，其餘各碟須時時注水，勿使吸紙乾燥。每日比較各碟的結果至一週爲止，繪圖并注明幼小植物的各部。

(2) 每組預備小花盆或錫罐兩個，內盛細砂或地下層黏土；一盆加水并用棒攪動之使成漿狀，他盆不加水，播同樣種子於兩盆內，深度亦相同；播後加同量的水，注意以後生育的不同，并解釋其不同的原因。

(3) 將一玻璃杯內的水煮沸，以除去水中空氣，俟水冷至平常溫度時，即置玉蜀黍或黃豆的種子若干粒於水中；水面上澆石油數十滴，以阻空氣入於水中；此外另備玻璃杯一具，內盛冷水，

置同樣數目之種子於其中，每日將此杯之水震動兩次，至十日為止，比較兩杯結果，并說明其理由。

問題 (1) 根據以上實驗的結果，說明種子發芽的條件為何。

(2) 種子自發芽至成幼苗；何部首先發生，何部最後發生？

(3) 種子的新舊，對於發芽率有何關係？

(4) 冰凍對於以下三種種子的發芽率有何影響？

(1) 未成熟的種子。

(2) 潮濕的成熟種子。

(3) 乾燥的成熟種子。

練習六 植物如何吸收食物

目的 證明土壤中的食物如何進入植物體內。

材料及用具 漏斗式玻璃管；大口瓶及軟木塞；糖液；羊皮紙或豬的膀胱胞；生山芋；食鹽及碘液各少許；小碟兩個。

方法 (1) 將糖液溶於清水中，盛在漏斗玻璃管內；管的下端緊擊一羊皮紙或豬的膀胱胞，然後將此管安置於大口瓶內；瓶中盛以清水，佔瓶的容積四分之三，水面與管內的溶液位置相等，緊閉瓶塞，一小時之後，察視管內溶液的地位如何；以後每隔一小時記載其地位上升若干；管的上端以橡皮管連接之，以視六小時之後管內溶液能上升多少。此種由淡液滲透至濃液的作用，叫做滲透作用。植物的根之能吸收土壤中的水分，就是這種作用的關係。

(2) 由山芋的中心部份切取兩小方塊的芋肉，大小及重量相等，各置於一碟內，碟內有水，其中一碟置食鹽少許；每碟之內再加碘液少許，十二至二十四小時之後，將碟內之水傾出，以吸水紙將山芋上剩餘的水分吸盡，再比較其重量，將結果記載於下面的表內。

溶液的上升

時 間	一小時	兩小時	三小時	四小時	五小時	六小時
溶液的上升(公厘)						

山芋的重量

塊 別	實驗前的重量	實驗後的重量	增加或損失
1			
2			

問題 (1)瓶內之水如何能進入管內? 管內溶液是否亦透入瓶中的清水之內? 試嘗瓶內清水有無甜味。

(2)根內與根外的溶液孰濃? 試言其故。

(3)樹上已成熟的櫻桃、梨、桃或葡萄, 如何在雨後易於破裂? 未熟的水果何以不裂?

(4)鹽水中的山芋分量如何減輕?

練習七 植物的蒸騰作用

目的 求知植物在蒸騰作用時所失去的水量。

材料 盆栽植物，鳳仙或其他植物；菜油少許。

用具 天平；橡皮布或油紙；玻璃筒；橡皮塞。

方法 (1)用橡皮布或油紙包封盆及盆面的土壤，以防盆內土壤水分自盆面蒸發。裝置完畢後，將盆放在天平上權其重量；以後每隔一定的時間，權其重量一次，每次所少的重量，即表示植物因蒸騰作用所喪失的水量。

(2)將鳳仙或其他有葉植物插入貯水的玻璃筒內，再注菜油於水面，以阻止水分自水面蒸散，筒的下端孔口裝以有記度數玻璃管；裝置完畢後，置於日光中，每隔一定的時間檢視因蒸騰而損失的水量。

問題 (1)根據以上實驗的結果計算每平方寸的葉面每日蒸騰水量的多少；再根據一株植物的蒸騰量以計算一畝作物一日間蒸騰的總水量。

土壤實驗與實習

練習八 檢閱各種土壤的重要物理性狀

目的 同題。

材料 砂土、砂質壤土、黏土、黑土、底土、水、瓦礫。

方法 依下列表式，記錄各土壤之性質而比較之。

土 別	顏 色		指觸感覺	土粒粗細	潤濕時土粒 的排列狀態	潤濕時是 否 膠 黏
	乾時	濕時				
砂 土						
砂質壤土						
黏 土						
黑 土 (或腐植土)						
底 土						

練習九 利用離心力的土粒分析法

目的 分析各學生取來土壤的土粒成分。

材料及用具 風乾土、篩、天秤、離心分析器、顯微鏡、測微鏡、玻璃杯、銨液。

方法 取風乾土三十克細碎之。用各種不同直徑的篩篩之。秤定其不能下落之量直至最細篩爲止。依次秤定其量，計算其百分數，並給予各土粒的名稱（依據本書土粒分類法）。次將從砂礫土中分出的細土黏土置一玻璃杯中，加入適量的水養之，並加數滴銨水，用玻管攪拌，使其土粒不致團結。然後傾入離心分析器的試管中，使其轉動。轉動的速度，每分鐘約自 800 次至 1000 次。數分鐘後，滓土(Silt)即沈於試管底下。將混液一滴置於顯微鏡測微鏡上，而視其細土已否完全沉下。若然，則將黏土，細土各倒出蒸發而乾燥之，並計算其百分數。

附註 測微鏡是用以測定物質直徑的大小。黏土與細土粒皆甚微細，頗難分別。若以測微鏡測之，則極易分別。附圖係表示土粒在顯微鏡測微器上的



大小；凡直徑小於一格的土粒，謂之黏土粒；從一格以至十格的土粒，謂之細土粒；在十格以上的，謂之最細沙。

練習十 土壤真假比重的測定及其空隙的計算

目的 測定土壤的真假比重，並計算其空隙的多寡。

材料及用具 比重瓶、天秤；砂土、黏土、或其他土壤。

方法 (1)測真比重法——取 50c.c. 比重瓶一，先稱其重量，盛水使滿，試稱其重量是否 50g. (公分)；次將風乾土 5 公分放入空比重瓶內，加入適當水量至原盛水位，而稱其重量，並各各記下，分爲一、二、三項。將第三項重量，即土與瓶及水之重量，減去瓶與土壤之重量，即得水之重量。其次再將 50 公分水之原有重量(盛滿比重瓶時之重量)減去現有水之重量，即得水被乾土置換之重量。刻將水被乾土置換的重量，即乾土的真比重，照下列方程式計算：真比重 = $\frac{\text{純土重量(公分)}}{\text{水之重量}}$ 。

(2)測假比重法——將上述的比重瓶，裝入預測定的土壤。(土壤置入方法不同，遂致重量發生差別；故分爲鬆土與密土，鬆土填入時只在棹上輕扣三下；密土填入時，則在棹上輕扣次數甚多。由此二狀平均之重量，即爲該土平均容積的重量。)秤定之，以五十(即水 50c.c. 容量之重)去除所欲測定的土重，即得土之假比重。用同方法測定數種土壤，而比較其所求得的數字，並說明其差異的理由。

(3) 計算空隙法——將上面所測定同類土壤的真假二比重，照下列公式而計算其空隙：土壤空隙 = $100 - \left(\frac{\text{假比重}}{\text{真比重}} \times 100 \right)$ 。

練習十一 測驗各種土壤微管 水的上升率

目的 同題。

材料及用具 三枝或四枝一寸大四尺長的玻璃管；沙土、壤土、黏土、或其他土壤；紗布、容水瓶。

方法 此實驗如玻璃管不敷用可由教員實驗而使學生記錄其結果。法以長玻管三個或四個，一端齊縛紗布作底，以乾燥的砂土、細土、黏土或其他土壤充入該長玻管中，使其鬆實均勻。置紗布底一端於容水盤中，約入水一吋深。依下列時間觀察其微管水上升的高度：

土 壤	一小時	二小時	五小時	十 小 二 時	一 日	二 日	三 日	四 日
砂 土								
黏 土								
壤 土								
其他土								

依據上列觀察之結果，成立一表，繪以曲線，並說明其所得之結果。

練習十二 測驗土壤的酸性與鹼性法

目的 測驗土壤之酸性或鹼性。

材料及用具 紅色及藍色石蕊試紙 (Red and blue litmus paper), 玻璃杯, 吸水紙, 玻璃試管, 土壤。

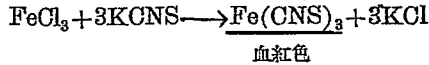
方法 (1) 石蕊試紙測驗法:

a. 將藍紅試紙預先作記號置於潔淨玻璃杯中, 覆以大小適度的吸水紙, 一張放在上面, 然後加入欲測驗的土壤, 再加蒸餾水, 使之潤濕, 靜置一二小時。如土壤為酸性, 則藍試紙變紅; 如土壤為鹼性, 則紅試紙變藍。視其顏色之深淺, 可知其酸性或鹼性的強弱。

b. 預先將紅藍色試紙各一張夾入一張潤濕吸水紙內。裝時可將紅試紙放置在上, 藍試紙在下, 以免混雜; 然後將如此裝置的紙數疊, 分置於欲測驗的田土中。其法預先用刀裂開田中的土壤數處, 成一縫狀, 深達五寸, 然後將夾有試紙的吸水紙插入; 次將左右兩旁泥土擠緊, 待一二小時後, 察看試紙的顏色有無變動, 即可知供試土之酸性或鹼性的大小。此法最好在雨後潤濕之田土中行之。

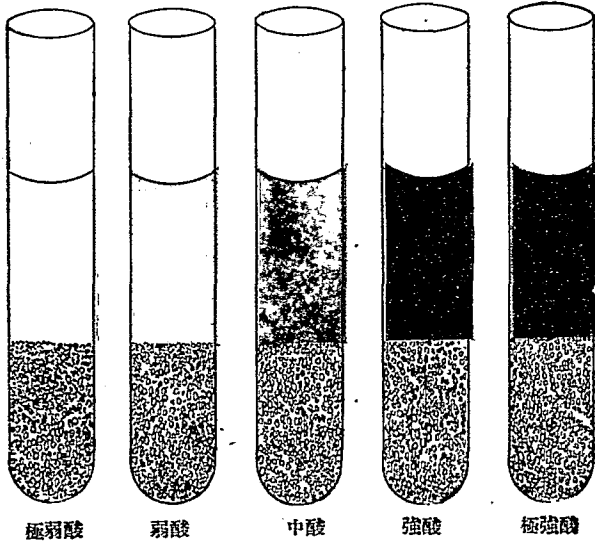
(2) 般實臣法 (Emerson Method): 裝入一玻璃試管, 等於該管容積 $1/4$ 的供試土, 然後加入一種試液〔含硫氰酸鉀

(KCNS)10 克,丙酮(Acetone)900 立方厘米及醚(Ether)100 立方厘米而成],等於該管容量之半,栓塞試管,用力搖動約半分鐘,靜置約 30—45 秒鐘,俟土粒沉澱後,察其生成紅色的深淺,與下列即成顏色對照,即可判定其酸度,並可測知其石灰的需要量。此法行之極便,需時不多,其生成顏色的深淺,係根據試驗所得,酸土中之鐵為三價鐵,而酸度之強弱,則與三價鐵有關,其化學反應如下:



測驗土壤酸度表

般買臣法(Emerson Method)



每英畝需要碳酸石灰量(噸計)

土 類	酸 度 重	酸 度				
		極 弱 酸	弱 酸	中 酸	強 酸	極 強 酸
沃	土	1/2	1 至 $1\frac{1}{2}$	2 至 $2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$ 至 3	4
瘠	土	1	2	3	4	5

肥料實驗與實習

練習十三 生理實驗法

目的 試驗肥料各要素，對於植物生理的影響。

材料及用具 玻璃圓筒、有孔木栓、棉花、植物幼苗（約二寸高）、克諾潑氏培養液（Knop's solution）。

方法 此法爲水耕法（Water culture）。用水溶解植物需要的養分以爲培養液。通常用於水耕法之克諾潑氏培養液，其調製法如下：

硝酸鈣 1 克

硫酸鎂 0.25 克

硝酸鉀 0.25 克

氯化鈣 少許

酸性磷酸鉀 0.25 克

加水至 1000 立方厘米

附註 調製以上各物時，須先將硝酸鈣、硝酸鉀、酸性磷酸鉀，一齊溶解，然後混入硫酸鎂之溶液。否則其混合液將永爲溷濁也。

培養液製成之後，注入於大小適宜的玻璃圓筒內；（若用試驗某一養分，對於植物生長的關係，則將該一養分除去之。）蓋以有孔之木栓。將植物幼苗，插入小孔，並用棉花緊塞孔口，令植物的體直立固定。圓筒之外，並包以黑紙，以防日光的透射。以後培

養液宜不時更換，勿使微生物繁殖其中。此外并須時時注意比較各植物生長的狀態而記錄之。

練習十四 土壤之肥料三要素檢定法

目的 檢定土壤含有肥料三要素量之多寡。

材料 瓦鉢、或場圃；供試土。

方法 此法爲檢定土壤富含或缺少某肥料要素之法，俾知結果，以作施肥用量的標準。其法用大小適度相同之瓦鉢，以盛供試土，或卽就場圃劃分下列各區，栽植同一作物而比較其收穫量：

- 第一 無肥料區（三要素全不供給）；
- 第二 無氮質區（施以豐富酸及鉀肥）；
- 第三 無磷酸區（施以豐富氮、鉀肥料）；
- 第四 無鉀區（施以豐富氮、磷肥料）；
- 第五 完全肥料區（三要素皆豐富施用）。

以上所用三要素肥料，通常以化學肥料爲便。例如氮肥用硫酸銹；鉀肥用硫酸鉀；磷肥用磷酸鈉。至所謂施以某豐富肥料者，通常以一公畝施用十公斤（仟克）爲度。如是預備之後，栽以同一作物；俟收穫後，將其收穫量互相比較，則供試土中富於何種養分，或缺何種養分，即可明瞭也。例如無氮素區之收穫量最少，而與無肥料區之收穫量無甚差別時，則知該土壤最缺乏氮肥。又如無磷區，其收穫量與完全肥料區之收穫量無甚差異時，則可知該土富含有效磷肥，不必另施磷肥也。此法爲肥料的實用試驗

法，用之最宜，確定肥料的用量，比較肥料的功效，以及試驗肥料的經濟等，皆可照此法行之。

練習十五 肥料之有害物質鑑定法

目的 鑑定人造肥料有無毒害物質存在。

材料及用具 各種人造肥料；無水酒精；氯化鋇溶液；試驗管；鹽酸；氯化第二鐵；安尼林 (Anilin) 硫酸；醋酸鉛水溶液；濾紙；表面玻璃皿；玻璃杯；純鋅片；氫氧化鉀溶液；硝酸銀溶液。

方法 (1) 遊離硫酸鑑定法——遊離硫酸常存於過磷酸鈣、溶解性海鳥屎、硫酸銨、硫酸鉀及其他混合肥料中。其鑑定之法，即將供試肥料加入少量無水酒精浸之，取出其浸液，然後加入氯化鋇溶液，如含有硫酸，則其混合之溶液即變濁。

(2) 硫氰酸化合物鑑定法——硫氰酸化合物偶存於硫酸銨肥料中。其檢定法，即將供試肥料少許，置試驗管中，加水溶解，加鹽酸數滴使成酸性，加氯化第二鐵水溶液。肥料中若有硫氰酸化合物，則呈血紅色。

(3) 過氯酸鹽鑑定法——過氯酸鹽偶存於智利硝中，對植物有害。其最簡單鑑定法即將供試肥料少許加水，溶於試管中；加入安尼林一二滴及濃鹽酸少許。若呈赤紫色，則為有過氯酸鹽存在之證。

(4) 硫化物鑑定法——硫化物常存於石炭灰及其他礦物質肥料中。其鑑定法即取供試肥料少許，置試管中，加入稀硫酸。若

有硫化物存在時，則發生硫化氫氣。若以浸有醋酸鉛水溶液之濾紙觸之則變黑色。

(5) 氟化物鑑定法——氟化物往往存於磷礦灰及過磷酸鈣肥料中。其最簡單鑑定之法，即將供試肥料少許，置一小玻璃杯內，加濃硫酸，充分濕潤後，立刻蓋以附有水滴於底面之表皿於其上。若有氟化物存在時，則於水滴之周緣生白色之輪。

(6) 砒化合物鑑定法——砒質偶存於過磷酸鈣、硫酸銨、或其他用硫酸製造之肥料中。其鑑定之法，即取供試肥料少許，置試管中，加純鋅片少量與氫氧化鉀之濃溶液；加熱，以硝酸銀水溶液浸濕的濾紙覆之。如有砒化氫氣發生，則濾紙變成青黑色。

練習十六 試驗肥料的酸性與鹼性

目的 同題。

材料 各種商業肥料，例如過磷酸鈣、硫酸鉀、氯化鉀、硫酸銨、智利硝、石灰氮、血粉、肉粉、湯姆氏磷肥等；藍紅試紙；水。

方法 採集各種肥料。將每種加以適量之水。分其肥料為兩部，置紅藍試紙於一部之上；而於另一部則將紅藍試紙埋入四分之三於其中，而留其四分之一在外。如此靜置五六分鐘，然後判定其酸鹼性。如藍試紙變紅，則其肥料為酸性；如紅試紙變藍，則其肥料為鹼性。

練習十七 肥料價值計算法

目的 計算肥料之價值(Value)而比較其價格(Price)的高下。

材料 各種保證成分之化學肥料。(此項肥料標本,可向肥料商取得。)

方法 人造肥料價格的高下,以其含有氮磷鉀成分的多寡為轉移。其價格雖與時不同,然大致氮每磅為一角八分美金;磷每磅六分;鉀每磅六分。即其價格之比為 18 : 6 : 6 也。今以一噸(2000 磅)為單位,根據各種肥料保證成分而計算其價值之高下,並記錄其結果,即可知某肥料價格為昂,某肥料價格為賤。

病蟲害實驗與實習

練習十八 田間觀察與採集

目的 使學生明瞭何謂病害，並估計作物因病害所致的損失。

用具 採集箱；採集剪；標籤等各若干。

方法 由教員率領學生，到附近的稻田或桑田，在北方則到高粱，小米或玉蜀黍等田內，觀察各種病害；先告知某種病害的病名，然後令學生做下列的觀察。

觀察 (1)注意病株受害部份，將受病部與健全部詳細比較，有何不同；記載其病徵於筆記簿中，並須繪圖表示之。

(2)觀察病株的受害狀況，記載之。

(3)注意病害的散佈，限於一區田內抑普遍發生。

(4)擇一病害發生較劇烈的田內，每生任意數一百株，觀察其有病或無病，計算其百分率，然後再合全班統計之，就是這病的傳染或損失百分率。

(5)各生將所見到的病害標本，作物田內的或田邊野草及雜樹上的，每種均採集三四份，並發給預先印好的採集標籤，每一種填寫一張。(標籤的式樣附下，並須令學生逐項填答。)

(6) 回校後，將所採的標本，加以整理，並按照標本的性質令其壓製，或浸製或風乾。

採集用標籤的式樣如下：

植物病理標本

地點.....省.....縣
 生地.....
 距海面高度.....公尺
 寄主.....

 受害部份..... (花、果、根、莖、葉等)
 標本之性質..... (活物寄生、死物寄生)
 受害百分率.....
 散佈..... (一處或普遍)
 傳染率..... (被害植物之數量)

 經濟關係.....

 附註.....

 採集號數..... (標本室號數)
 採集者.....
年.....月.....日

練習十九 病原菌的觀察

目的 使學生觀察病原菌的形態與構造。

用具 顯微鏡一架；解剖器一副；蒸餾水一小瓶(裝滴瓶中)；載片(Slide)，蓋玻璃(Cover glass)各數片。

方法 由教員就上次學生所採得的標本中選擇適當材料，例如稻麴病、桑污葉病、或高粱、小米、玉蜀黍等的黑穗病：用針挑取病部的黑灰少許，置於載片上，加蒸餾水一滴，覆以蓋玻璃(宜輕輕放下，不可有氣泡存在)，置於顯微鏡的低度鏡下，令學生輪流觀察之；然後轉換高度鏡，再令學生輪流觀察之。

觀察 教員動手之前，須囑學生注意實驗的各種手續，然後俟顯微鏡的低度鏡對準後，宜先繪一顯微鏡下的大略圖(Sketch)並標註各部然後令學生觀察時，將顯微鏡下所見的與圖上對照；如是則學生容易知道某物為孢子，某物為菌絲。

記載及繪圖 令學生記述實驗的各項手續，並令繪圖表示觀察所得的孢子或菌絲圖(低度鏡下及高度鏡下)。

練習二十 冷水溫湯浸種法的實習

(附註:本實習應與練習二十一合併舉行)

目的 練習麥種冷水溫湯浸種法的手續。

用具 桶三只;竹筐或麻袋及攝氏寒暑表各一,小麥種子約一升;沸水冷水各一桶。

方法 由教員指定本班中優良而細心的學生四人工作,其餘學生須細心觀察,教員在實驗的六小時前,預先將小麥種子一升,浸在冷水內,到實驗時取出。令學生二人動手,一人看錶計時,一人用溫度計量溫度,然後照下列方法着手浸種:

(1)將預浸在冷水內的麥種取出,盛於竹筐或麻袋內。

(2)取沸水二升,加冷水三升攪和,用溫度計量之;再稍和沸水或冷水,使成 49°C . 的溫湯。

(3)另取沸水冷水各三升,混和,用溫度計量之,再稍加沸水或冷水,使成 54°C . 的溫湯。

(4)然後將竹筐連麥種,浸在 49°C . 溫湯內一分鐘,取出再浸入 54°C . 的溫湯內十分鐘;在此十分鐘內,須繼續加入沸水少許,使溫湯保持 54°C . 的溫度;注意時時攪拌,及測量溫度。

(5)浸十分鐘後,取出,再浸入冷水內一分鐘,以停止熱力的作用,然後取出,陰乾後,直接播種,或曬至十分乾燥後,儲藏

待用。

記載 令學生記載浸種的詳細手續；如有疑問及心得之處，一併記入。

練習二十一 波爾多液的調製及使用法

目的 練習波爾多液的調製及使用法。

用具 大木桶一；小木桶二；木棒或竹棒二；市秤一；硫酸銅一瓶；新鮮石灰約一斤；清水一担；單管強力噴霧器一具。

方法 由教員就本班中優良的學生指定二人，依照本章中所講的波爾多液的配合量及製法，動手調製，其餘學生須仔細觀察。製好後，由教員取出單管強力噴霧器一具，逐部詳細說明其名稱、構造、及用法；然後率領學生至校園或附近的花園、果樹園或菜園中，擇適當植物，加以噴射；並說明可以預防該植物的何種病害。

記載 本實驗的各項工作，令學生詳細記載於實驗報告簿中，如有疑問或心得之處，亦一併記入。

練習二十二 穀類病害的認識

(可與練習二十三合併舉行)

目的 使學生能認識穀類各種重要病害的名稱和徵狀。

材料 穀類各種重要病害的標本(可於平時採集保存)。

方法 先由教員就標本逐件加以說明,例如某種病害的名稱、病徵、病原菌、損失估計、及防治法等,然後令學生逐件傳觀。

記載及繪圖 由教員擇要指定數種病害,令學生記載其名稱,病原及防治法等,並繪圖表示其病徵。

練習二十三 果樹及桑棉等 重要病害的認識

目的 使學生能認識果樹類及桑棉等重要病害的名稱和病徵。

材料 果樹類及桑棉等重要病害的標本(參看練習二十二)。

方法…………… }
記載及繪圖 } 參閱練習二十二。

練習二十四 昆蟲外部形態的觀察

目的 使學生認識昆蟲的外部形態。

材料 蝗蟲。

方法 令每生取蝗蟲標本一件，仔細觀察以下各部：

(1) 頭部

- a. 觸角位置及其形狀色澤；
- b. 複眼及單眼的位置；
- c. 口器的位置。

(2) 胸部

- a. 前胸的背片及前足；
- b. 中胸的前翅及中足；
- c. 後胸的後翅及後足。

(3) 腹部

- a. 腹部第一節的聽器位置及形狀；
- b. 腹部各節的氣門位置及形狀；
- c. 尾端的產卵器及消化系開口孔的位置。

繪圖 (1) 頭部正面圖，以示觸角複眼及口器等的位置；

(2) 後足全圖，並註明各節的名稱；

(3) 腹部聽器圖，以示地位及形狀。

- 問題 (1) 昆蟲全體分幾部?(2) 各部最主要器官爲何?
(3) 昆蟲網的特徵爲何?

練習二十五 昆蟲口器的觀察

目的 研究害蟲口器的形態及其類別。

材料 蝗蟲頭部及蟬頭部。

方法 令學生注意以下事項：

(1) 蝗蟲口器，可以代表一切咀嚼或口器。

- a. 上唇的位置及形狀；
- b. 大顎的位置及形狀；
- c. 小顎的位置及形狀；
- d. 小唇的位置及形狀；
- e. 舌的位置及形狀；
- f. 活蝗吃葉的形狀。

(2) 蟬的口器可以代表一切吸收式口器。

- a. 上唇形狀及位置；
- b. 下唇形狀及位置；
- c. 大顎形狀及位置；
- d. 小顎形狀及位置。

繪圖 (1) 蝗蟲口器各部全圖；

(2) 蟬口器各部全圖。

問題 (1) 咀嚼口與吸收口各部形狀有何不同？

(2) 說明咀嚼口與吸收口取食的方法？

練習二十六 昆蟲的採集及製作

目的 使學生實習如何採集並製作昆蟲標本。

材料及用具 捕蟲網；毒瓶；指狀管；三角紙袋；採集箱（以上採集時用）。展翅板；平均台；軟木板；昆蟲針；留針；紙條；酒精（以上製作時用）。

方法（1）採集

a. 飛翔的蛾蝶等；捕得後包於三角紙袋中，勿傷其鱗毛，攜回毒死後再製。

b. 雜草內的蝗類、椿象、及其他甲蟲等；用網掃捕，置毒瓶中攜回製作。

c. 其他吃葉的幼蟲，則置在酒精瓶中。

（2）製作

1. 蛾、蝶、蝗、蜂、蠅等昆蟲，用昆蟲針，由胸背中央插入，置展翅板上，（蝶、蛾）將翅展開，用紙條壓平，或插軟木板上，（蝗、蜂、蠅）用針將六腳整理，待乾燥後，再加標籤。

2. 椿象類則用針插其三稜片中央，在軟木板上，整理之俟乾燥後，再加標籤。

3. 甲蟲類則用針插在右翅前段四分之一處，在軟木板上整理之，俟乾燥後，再加標籤。

實習 各人將上述注意點看清後，即攜帶用具赴野外採集，將採集標本攜回製作，以便保存。

練習二十七 除蟲菊石油乳劑的製法

目的 使學生實習如何配製並施用除蟲菊石油乳劑。

材料及用具 石油二市斤；清水一市斤四兩；肥皂七錢二分；除蟲菊粉一兩；汽油爐；噴霧器；鐵鍋或磁鍋。

製法 先在二天前，將上述除蟲菊粉浸入石油中（須密蔽）；至用時取出淡黃色的清液，另置桶中，再將肥皂切成薄片，置清水中煮溶，成肥皂水，趁熱加入除蟲菊石油液中；用噴霧器向另一桶中噴打，反復四五次，即成濃厚乳白色的乳劑。此為母液，用時須照後表加水若干倍稀釋之。

稀釋表 (1)介殼蟲類 冬季加水五至七倍，夏季九至十五倍；

(2)蚜蟲類 加水二十至三十倍；

(3)食葉甲蟲類 加水二十至三十倍；

(4)椿象類 加水十五至三十倍。

施用 將上配藥劑，分別害蟲種類加水稀釋，用噴霧器向害蟲噴射之。（如被害植物為桑或蔬菜，宜過四五天，纔可餓蠶或取食。）

注意 (1)製乳劑時，石油不可近火，以防危險。

(2)乳劑表面如有油點乳上，即成績不佳之證，宜再用噴霧

器反復噴打幾次，至無油點浮起爲度。

(3)宜趁熱加水，否則不易溶和。如母液藏置過久，宜用火
煮沸後，再加水稀釋。

問題 1.除蟲菊石油乳劑爲接觸劑抑爲胃毒劑？

2.肥皂之作用爲何？

3.石油與肥皂是否充分混合，如何區別？

練習二十八 毒餌的製法

目的 使學生明瞭如何製作毒餌。

材料 巴黎綠或白砒一兩；麥麩二十五兩；飴糖一兩（紅糖亦可）；清水二十五至三十兩；果汁少許。

製法 先將巴黎綠或白砒，混入麩中，另將飴糖或紅糖混入水中，加少量果子汁，然後將水徐徐加入麩中，且加且拌，使成豆渣狀即可。

說明 此劑殺跳蝻（蝗蟲的幼蟲）最好；如有跳蝻發生，可在早上或近晚時，將毒餌撒布有跳蝻處，食之即死，此劑又可毒殺蟋蟀、地老虎、夜盜蟲等。

問題（1）糖之作用何在？

（2）麥麩之作用何在？

（3）白砒之作用何在？

氣象觀測與實習

練習二十九 測候用具的使用

目的 使學生明瞭如何應用各種測候用具。

用具 氣壓計；溫度計；濕度計；雨量計；風速計；風向計。

方法 (1)氣壓計共分三種：一是水銀氣壓計，二是無液氣壓計，三是自記氣壓計。先由教員說明三種氣壓計構造的原理，(如學校無第二、第三兩種，則僅用第一種。)次令學生繪圖，並觀測當時的氣壓。觀察第一種氣壓計時，須注意水銀柱凸起的部份，檢閱度數即以該部份的最高點為標準。無液氣壓計便於攜帶，航空時需用之；自記氣壓計構造原理大致與無液氣壓計相同，惟能將各時的氣壓自動記載於氣壓紙上，普通測候所以多採用此種氣壓計。教員須令學生探悉自記的原理，實習如何調換氣壓記載紙，並在紙上觀察一日及一週氣壓變遷的情形。

(2)溫度計之常用的有攝氏華氏兩種。教員須令學生實習兩種溫度的變換方法，即：攝氏 $x^{\circ}\text{C} = \left[\left(x^{\circ}\text{C} \times \frac{9}{5} \right) + 32 \right]^{\circ}\text{F}$ ；華氏 $x^{\circ}\text{F} = \left[\left(x^{\circ}\text{F} - 32 \right) \times \frac{5}{9} \right]^{\circ}\text{C}$ 。次令學生實習使用最高與最低溫度計，此計通常由兩個溫度計相合而成，其中一具表示最高溫

度，構造與普通溫度計相似，其他一具表示最低溫度，管內液體為酒精而非水銀。再次觀察溫度記錄器，其構造形式與氣壓記錄器相仿。

(3) 濕度計亦由兩個溫度計相合而成，一乾一濕，濕者於水銀泡部裹以薄布，浸入清水中，其濕度表示空氣水分達到飽和狀態時的溫度，乾泡溫度即代表當時的氣溫；由兩泡不同的溫度，（濕泡溫度於晴天比乾泡低，降雨時則相等。）可以計算當時空氣的相對與絕對濕度。使用乾濕泡時，須注意濕泡所用的水是否清淨，通常以蒸餾水為最佳，含礦質多的水切不可用。

(4) 注意雨量計的構造；以公尺量計內雨水的深度，即可知水量的多量；測候時須注意每日降雨的次數。晴天或未降雨水之日，亦須觀測雨量計，何故？雨天觀測後，須將水完全傾出，何故？

(5) 研究風向與風速計。風向分十六方位，風速通常以每秒鐘行幾公尺或每小時所行里數為標準。教員須指導學生如何觀測風向，並計算風速。觀測時須注意風向與風速計有無障礙，風向計的指針是否重力平衡，風速計旋轉是否靈活。

整理 (1) 將以上觀察作一報告並繪圖。

(2) 記載當時的氣溫、氣壓、濕度、雨量、風速、風向等。

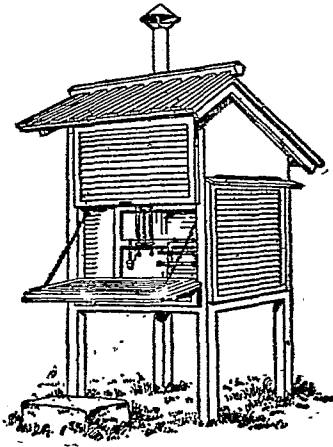
〔註〕俟學生完全明瞭如何使用各項用具之後，即可令學生開始實地觀測並記載本地氣候。

練習三十 觀測本地氣候

目的 使學生輪流觀測本地氣候。

用具 學校須自備百葉箱（即測候箱）一架，內置各種測候器具；箱旁設雨量計一架；另於適當室內及頂上裝置風向計及風速計。（測候用具及價目見附表）

方法（1）將學生分爲若干組，每組二人，於每日上午六時、九時，下午二時及九時，各觀察並記載一次。每次記錄填於下列表內，由教員審閱後，張貼於佈告欄內。每組觀測一週，至全級實習完畢後，再定繼續觀測辦法，以免中斷。（如每日觀測兩次，則於上午九時及午下三時行之。）



百葉箱

月 日 午 時

	一般因子之變遷	
現	天氣狀況	
	氣壓	m. m.
	氣溫	°C.
	絕對濕度	m. m. 相對濕度 %
	雲量	(0-10)
在	雨量	m. m.
	風向	風速 (M./S)
昨日	最高溫度	°C. 最低溫度 °C.
未來	天氣之預測	

管理員.....

(註)上表「天氣狀況」一項，係指陰晴而言。雲量在 0 與 3 之間謂之晴天，3 與 8 之間謂之晴曇，8 與 10 之間謂之陰。所謂雲量係指雲的面積所佔天空地位的多寡，而不計雲的厚薄。至「天氣之預測」則一半根據測候員的經驗，一半根據各項氣象要素的變遷而定。

(2) 求每日四次觀測的平均數，填入逐日氣象要素表內。每月終求一個月內各項要素的總平均。(此表可採用無錫江蘇省立教育學院氣象觀測所之每月氣象要素報告表。)

(3) 鑑別各種雲並認識雨雲與非雨雲的區別。

附普通測候所各項設備及其價目一覽表

設備名稱	經費充裕的機關	經費不充裕的機關
1. 百葉箱	雙層的每架約\$70	單層的約值\$40
2. 自記氣壓計	約\$130	約\$130 (或備普通氣壓計亦可,約值\$50)
3. 自記溫度計	約\$150	不備
4. 標準溫度計	約\$50	約\$50
5. 最高溫度計	約\$30	約\$30
6. 最低溫度計	約\$30	約\$30
7. 濕度計	約\$60	約\$60
8. 雨量計(八吋口)	約\$30	約\$30
9. 風向計	約\$100	不備
10. 風速計	約\$200	不備
共 值	約\$850	約\$290—\$370

練習三十一 氣候與農業的關係

目的 下列各項實驗的目的，在使學生明瞭氣候與農業的關係。

實驗 (1) 度量地面下一寸深的土壤溫度，及日光下水面的溫度；在晴朗無風的夜間，作同樣的度量；比較兩次的結果，並說明其不同的原因。

(2) 度量積雪厚薄不同的地面溫度，再量地面上的氣溫，以相比較並說明其差異的原因。

(3) 選擇四盆生育相仿的盆栽植物，兩盆置於日光中，兩盆置於光線暗淡之處；逐日觀察其生育狀況而記載之；經過若干日後，再比較其結果。

(4) 根據金陵大學農業經濟系的三種統計表，製一全國的氣溫及雨量圖（同氣溫及同雨量的區域，以細線連接之。）並註明各區域的主要作物。

華氏攝氏溫度計度數比較表

華氏溫度	攝氏溫度	華氏溫度	攝氏溫度	華氏溫度	攝氏溫度	華氏溫度	攝氏溫度
-30	-34.4	6	-14.4	41	-5.0	76	-24.4
-29	-33.9	7	-13.9	42	-5.6	77	-25.0
-28	-33.3	8	-13.3	43	-6.1	78	-25.6
-27	-32.8	9	-12.8	44	-6.7	79	-26.1
-26	-32.2	10	-12.2	45	-7.2	80	-26.7
-25	-31.7	11	-11.7	46	-7.8	81	-27.2
-24	-31.1	12	-11.1	47	-8.3	82	-27.8
-23	-30.6	13	-10.6	48	-8.9	83	-28.3
-22	-30.0	14	-10.0	49	-9.4	84	-28.9
-21	-29.4	15	-9.4	50	-10.0	85	-29.4
-20	-28.9	16	-8.9	51	-10.6	86	-30.0
-19	-28.3	17	-8.3	52	-11.1	87	-30.6
-18	-27.8	18	-7.8	53	-11.7	88	-31.1
-17	-27.2	19	-7.2	54	-12.2	89	-31.7
-16	-26.7	20	-6.7	55	-12.8	90	-32.2
-15	-26.1	21	-6.1	56	-13.3	91	-32.8
-14	-25.6	22	-5.6	57	-13.9	92	-33.3
-13	-25.0	23	-5.0	58	-14.4	93	-33.9
-12	-24.4	24	-4.4	59	-15.0	94	-34.4
-11	-23.9	25	-3.9	60	-15.6	95	-35.0
-10	-23.3	26	-3.3	61	-16.1	96	-35.6
-9	-22.8	27	-2.8	62	-16.7	97	-36.1
-8	-22.2	28	-2.2	63	-17.2	98	-36.7
-7	-21.7	29	-1.7	64	-17.8	99	-37.2
-6	-21.1	30	-1.1	65	-18.3	100	-37.8
-5	-20.6	31	-0.6	66	-18.9	101	-38.3
-4	-20.0	32	-0.0	67	-19.4	102	-38.9
-3	-19.4	33	-0.6	68	-20.0	103	-39.4
-2	-18.9	34	-1.1	69	-20.6	104	-40.0
-1	-18.3	35	-1.7	70	-21.1	105	-40.6
0	-17.8	36	-2.2	71	-21.7	106	-41.1
1	-17.2	37	-2.8	72	-22.2	107	-41.7
2	-16.7	38	-3.3	73	-22.8	108	-42.2
3	-16.1	39	-3.9	74	-23.3	109	-42.8
4	-15.6	40	-4.4	75	-23.9	110	-43.3
5	-15.0						

(一) 中國各地溫度表 (攝氏)

(月平均年平均及絕對溫度)

站名	記錄年數	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均	絕對溫度			
															最高	日期	最低	日期
北海(廣東)	38	15.5	14.8	18.2	23.5	27.6	27.7	29.0	28.5	27.8	25.3	10.8	18.8	22.5	36.6	7月28日	0.0	1月16日
梧州	27	14.1	13.9	17.1	21.6	25.9	28.1	29.0	29.1	28.0	24.4	19.4	15.3	22.2	38.3	8月20日	0.0	2月4日
香港	41	15.8	14.4	17.4	21.5	25.2	27.4	27.8	27.5	26.9	24.6	20.7	17.0	22.2	38.1	8月19日	0.0	1月18日
汕頭	45	15.0	14.1	16.6	20.6	24.4	27.3	28.5	28.4	27.4	24.2	20.2	16.2	21.5	38.3	8月1日	0.6	1月18日
福州	36	11.7	10.9	13.5	18.0	22.4	26.8	28.9	29.1	28.6	22.6	17.7	13.1	20.0	38.9	8月7日	1.7	1月16日
甯波	39	5.4	4.5	9.2	14.8	24.0	24.0	27.8	28.0	24.3	19.2	13.3	7.7	17.0	40.0	7月14日	10.6	1月19日
長沙	15	6.1	5.7	10.5	17.0	21.7	26.1	30.2	29.9	25.0	18.9	12.9	6.0	17.6	40.5	8月21日	7.8	12月14日
雲南府	17	9.1	10.3	15.5	19.9	21.0	22.1	21.1	21.3	18.8	17.3	13.0	9.7	16.6	32.3	6月	5.1	2月3日
重慶	33	9.2	9.9	14.2	19.7	23.1	25.9	28.0	29.1	24.4	19.4	14.8	10.2	19.0	43.9	8月17日	1.7	1月28日
杭州	14	-4.7	-5.4	-9.1	-5.0	24.5	24.5	28.3	27.9	23.2	13.2	-11.8	-6.0	16.5	41.3	8月20日	10.5	12月29日
南京	21	2.8	4.1	7.3	15.0	20.7	25.0	28.3	28.5	23.1	18.2	11.2	6.6	15.6	47.5	7月	13.3	1月
蕪湖	44	4.0	4.9	1.9	15.3	20.7	24.9	28.1	28.4	23.8	18.6	12.0	6.2	16.3	39.4	8月16日	11.7	1月18日
九江	40	4.7	5.6	10.0	16.7	19	26.2	29.8	29.1	25.0	19.2	13.0	7.4	17.4	40.0	7月1日	8.9	1月18日
漢口	44	4.5	5.9	10.2	16.6	19	26.5	29.7	29.7	24.8	19.2	12.9	7.0	17.4	41.1	8月7日	10.8	1月17日
南宿州	12	1.3	3.4	9.1	15.1	21.3	26.0	28.1	28.0	23.3	17.4	9.6	3.3	15.5	40.6	6月 ²² / ₂₅ 日	14.4	1月15日
青島	25	-0.4	0.4	4.7	10.4	16.1	20.0	23.3	21.9	21.2	16.0	8.1	1.4	13.0	35.6	8月5日	12.9	2月10日
天津	35	-4.1	-11.8	4.7	12.7	19.5	23.7	26.1	25.9	20.8	14.2	4.5	-2.4	12.0	41.9	6月26日	18.7	1月13日
薩拉齊	10	-15.1	-99.3	0.0	8.1	15.8	20.4	22.7	20.9	14.3	6.7	-4.3	-15.2	5.6	37.0	6月28日	35.6	1月31日
海陽	17	-13.0	-10.0	-2.3	8.0	15.5	21.0	24.2	23.2	16.5	8.9	-1.6	-10.2	6.7	37.0	6月24日	32.9	1月21日
吉林	2	-18.8	-13.3	-3.0	7.1	14.6	20.8	25.0	22.6	15.6	8.1	-3.7	-14.0	5.0	37.2	8月1日	38.3	1月12日
滿洲里	20	-20.4	-15.7	-6.5	5.7	13.8	19.7	23.2	21.6	14.2	5.3	-7.2	-17.4	3.0				

(二) 中國各地雨量表 (公釐)

站名	記錄年數	冬	春	夏	秋	年總計			二十四小時內最大降雨量		
		12月-2月	3月-5月	6月-8月	9月-11月	平均量	最高量	最低量	降雨量	月	日
北海 (廣東) 龍州	33	114mm	354mm	1302mm	399mm	2169mm	3963mm	1389mm	487mm	4	28
	28	168	304	670	223	1269	1792	551	196	7	25
梧州	27	118	461	542	179	1299	1734	925	134	7	4
香港	41	105	507	1130	420	2162	3041	1164	521	5	30
廣州	23	156	519	1178	220	1682	2796	1102	167	8	16
汕頭	45	133	453	677	251	1516	2512	670	278	5	18
廈門	34	142	372	478	190	1183	1639	654	233	10	10
福州	36	191	386	551	307	1689	2730	896	238	9	20
溫州	39	161	456	698	355	1435	2919	1136	269	9	5
甯波	39	204	340	493	349	1386	2135	912	242	8	15
長沙	15	66	499	475	253	1412	2019	939	119	8	11
桂陽	7	42	272	542	293	1174	1394	1028	69	9	29
雲南府	17	58	126	600	273	1040	1451	844	109	7	6
重慶	33	21	278	455	312	1103	1519	659	208	5	31
成都	11	207	132	492	167	813	914	497	168	8	25
杭州	14	143	393	576	324	1501	1833	1212	129	6	14
上海	53	110	273	481	251	1148	1538	709	200	10	24
鎮江	39	121	257	456	187	1040	1583	552	255	8	5
南京	21	146	256	515	181	1081	1621	576	160	7	24
蕪湖	44	189	360	497	215	1219	1788	580	318	4	19
九江	40	121	503	518	254	1466	2034	765	177	6	24
漢口	44	77	414	521	203	1259	2106	576	220	6	22
南宿州	12	36	90	370	129	666	1916	144	189	8	20
青島	25	22	99	338	137	631	1373	353	167	6	1
濟南	10	12	71	446	92	631	1021	358	165	7	16
保定	9	9	43	393	48	496	664	283	248	7	12
天津	35	10	55	371	74	509	796	253	124	8	6
北平	25	12	52	489	86	637	1084	168	225	7	29
太原	6	11	49	250	59	370	468	—	54	7	15
薩拉齊	10	17	39	217	69	336	495	170	137	6	13
瀋陽	17		104	401	151	672	1065	341	149	8	13
安東	23	35	151	587	236	1009	1636	504	282	5	10
牛莊	28	10	97	371	132	619	974	396	202	8	13
吉林	2	0	118	477	75	670	882	533	74	5	26
滿洲里	20	7	24	177	46	254	365	140	58	8	25
哈爾濱	28	15	74	359	96	544	745	340	183	7	29

(備註) 此表根據南京金陵大學農科經濟系之統計

(三) 中國各地霜降期及植物生長季

站名	記錄年數	晚霜之最		早霜之最		一年內無霜之日數	晚霜之平均日期		早霜之平均日期		平均一年內無霜之日數	低於平均溫度 6°C 之最後日期		低於平均溫度 6°C 之最初日期		植物生長季之日數
		月	日	月	日		月	日	月	日		月	日	月	日	
北 海	34	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365
梧 州	18	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365
香 港	32	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365
汕 頭	30	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365
福 州	14	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365
甯 波	35	3	24	11	25	245	2	22	12	9	289	2	17	12	30	316
長 沙	6	3	12	11	25	257	2	13	1	16	306	1	28	12	10	316
雲 南 府	3	4	16	12	1	228	3	15	12	1	260	—	—	—	—	365
重 慶	24	2	4	1	10	339						—	—	—	—	365
成 都	4	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365	—	—	—	—	365
杭 州	10	3	24	11	11	231	3	5	11	19	253	2	13	12	17	307
南 京	21	4	3	10	14	191	3	26	10	28	226	4	8	10	13	188
蕪 湖	36	2	28	11	26	270	2	1	1	6	333	2	21	12	16	298
九 江	31	3	3	11	24	265	2	21	12	8	280	2	15	12	30	317
漢 口	29	3	15	11	24	253	2	23	12	17	297	2	12	12	23	114
南 宿 州	14	4	15	10	12	179	3	28	11	6	222	—	—	—	—	—
青 島	11	4	6	11	3	210	3	28	11	16	232	3	24	11	23	244
天 津	10	4	5	10	23	200	3	31	11	5	218	3	25	11	10	230
薩 拉 齊	5	5	27	9	18	113	5	5	9	27	144	4	8	10	20	194
瀋 陽	10	5	3	9	25	144	4	23	10	11	170	4	7	10	25	201
吉 林	10	5	8	9	17	137	5	8	9	26	140	4	17	10	20	189
哈 爾 濱	20	5	16	9	17	123	5	3	10	5	154	4	18	10	17	182

(備註) 此表根據南京金陵大學農科經濟系之統計

附 錄

附錄一 本冊參考書

第一編參考書

- (1) 李亮恭譯述：植物解剖學與生理學，商務印書館出版
- (2) 凌昌煥、黃明仁、吳家煦三人編譯：三好植物學講義
卷中、生理學，商務印書館出版
- (3) 胡先驕、鄒秉文、錢崇澍編著：高等植物學第一編，
商務印書館出版
- (4) Miller, E. C.: Plant Physiology, McGraw-Hill Book Co., N. Y.

第二編參考書

- (1) 褚乙然：土壤學，商務印書館出版
- (2) 劉 和著：土壤學，商務印書館出版
- (3) 王云森、陳洛昌合編：土壤學，商務印書館出版
- (4) 鄧植儀、彭家元合著：土壤學，廣州中山大學
- (5) 浙江建設廳化學肥料管理處編：土壤與肥料
- (6) 藍夢九著：土壤肥料實法，中華農學會代售
- (7) 高崎卷著：應用土壤學，東京明文堂發行

- (8) Lyon, Tippin Buckman: Soils their Properties and Management, Macmillan Book Co., N. Y.

第三編參考書

- (1) 劉 和編著：肥料學講義，北平春秋書店代售
- (2) 顧 復編：肥料，商務印書館出版
- (3) 浙江建設廳化學肥料管理處編：土壤與肥料
- (4) 陸 旋：肥料學，商務印書館出版
- (5) 同第三編參考書(4)
- (6) 同第三編參考書(5)
- (7) 小野寺伊勢之助：肥料學各編 (兩卷) 日本東京養賢堂發行
- (8) Vanslyke: Fertilizers and Crop Production, Orange Judd Publishing Co., N. Y.

第四編參考書

- (1) 夏詒彬、許心芸合編：植物病理學，商務印書館出版
- (2) 陸 旋、龔厥民合編：農作物病理學，商務印書館出版
- (3) 鄭鐘琳編：農業病蟲害防治法上編，商務印書館出版
- (4) 原攝祐編：實驗作物病理學，日本東京養賢堂發行
- (5) Heald, F. D.; Manual of Plant Diseases, Second Edition, McGraw-Hill Book Co., N. Y.

第五編參考書

- (1) 吳福楨、王作薪編：經濟昆蟲學，無錫江蘇省立教育學院
- (2) 夏德甫編：農業昆蟲學，商務印書館出版
- (3) 熊同穌編：應用昆蟲學，黎明書局出版
- (4) 鄒樹文編：昆蟲，商務印書館出版
- (5) 同第四編參考書(3)下編
- (6) 諭申冬編：農作物害蟲學，商務印書館出版
- (7) Smith: A Text Book of Agricultural Entomology, Cambridge University. Press.

第六編參考書

- (1) 倪慰農編：中等農業氣象學，中華書局出版
- (2) 楊鐘健編：氣象學綱要，中華書局出版
- (3) 徐金南編：實用氣象學，商務印書館出版
- (4) 中央氣象研究所：氣象月刊各期
- (5) Smith, J. W.: Agricultural Meteorology Macmillan Book Co., N. Y.

附錄二 中西名稱對照表

	二 畫		中砂	Medium sand
二化螟蟲	Chilo simplex, Butl.		水耕法	Water culture
二十八星瓢蟲	Epilachna 28-maculata, Motsch.		水成壤	Alluvial soil
	三 畫		水質部	Xylem
大蕊	Pistil		木栓組織	Cork tissue
大螟蟲	Nonagria inquens, Wk.		木質纖維	Wood fibre
大略圖	Sketch		不可用食物	Unavailable plant food
大浮塵子	Tetragonia viridis, L.		毛細管水或滲壁水	Capillary or film water
大麥散黑穗病菌	Ustilago nuda		五 畫	
大麥堅黑穗病菌	Ustilago hordei		石灰	Calcium oxide
小蕊	Stamen		石英	Quartz
小孢子	Sporidia		石膏	Calcium sulphate
小麥黑銹病菌	Puccinia graminis		石灰氮	Calcium cyanamide
小麥黃銹病菌	Puccinia glumarum		丙酮	Acetone
			生命點	Zero of vital temperature
小麥褐銹病菌	Puccinia triticina		生長點	Growing point
小麥散黑穗病菌	Ustilago tritici		生長組織	Meristems
小麥稈黑穗病菌	Urocystis tritici		生物鹼	Alkaloids
小麥腥黑穗病菌	Tilletia tritici and lasvis		尼可丁	Nicotine
三化螟蟲	Schoenobius incertellus, Wk.		瓜壺	Luperodes femoralis, Motsch.
土壤結構	Soil structure		叩頭蟲	Agriotes sericens, Cand.
	四 畫		白粉蝶	Pieris rapae, L.
內聚力	Cohesive force		冬孢子角	Telial horns
公分	Gram		皮層	Cortex
心皮	Carpel		好氣細菌	Aërobic bacteria
天氣	Weather		半纖維素	Semi-cellulose
			可用的食物	Available plant food

玉蜀黍黑穗病菌 *Ustilago zeae*

六 畫

光化作用 Photochemical action
 光合作用 Photosynthesis
 印度硝石 Potassium nitrate
 安尼林 Anilin
 列曼 Lehmann
 列默門 Lemmermann
 地下水 Ground water
 冰成壤 Glacial soil

七 畫

位能 Potential energy
 抗病 Resistance
 角閃石 Hornblende
 吸濕水 Hygroscopic water
 形成層 Cambium layer
 作物輪作 Crop rotation
 尾黑浮塵子 *Nephotettix apicalis*, Motsch.
 克諾滋氏培養液 Knop's solution

八 畫

花冠 Corolla
 花被 Perianth
 花萼 Calyx
 花瓣 Petal
 厚角組織 Collenchyma
 厚膜組織 Sclerenchyma
 空胞 Vacuole
 長石 Feldspars
 拒病 Exclusion
 免疫 Immunity
 刺蟲 *Monema flavescens*, Wk.
 矽 Silicon
 夜盜蟲 *Sideridis unipuncta*, Haw.

茵布雷 Rubner
 油格生 Dixon
 雨量計 Raingauge
 亞硝酸 Nitrous acid
 金鋼鑽 Earischromataria, Wk.

呼吸作用 Respiration
 受精作用 Fertilization
 表皮組織 Epidermis

九 畫

胚 Embryo
 胚囊 Embryo sac
 胚珠 Ovule
 胚乳 Endosperm
 胚座 Placenta
 風速計 Anemometer
 風成壤 Æolian soil
 保護 Protection
 保衛細胞 Guard cells
 保護組織 Protective tissue
 苔植物 Hepaticæ
 苔蘚植物 Bryophytes
 染色質 Chromatin
 英根豪斯 G. Ingenhouz
 紅鈴蟲 *Pectinophora gossypiella*, Saunders.

紅色試紙 Red litmus paper
 飛蝗 *Locusta migratoria*, L.

砂質壤土 Sandy loam
 重力水 Gravitational water

除病 Eradication
 柯姆斯脫克 Comstock
 柑橘類煤病菌 *Meliola* spp.

十 畫

氧 Oxygen
 氮 Ammonia

棉苗青枯病	Damping - off of cotton seedlings	載片	Slide
棉炭疽病菌	Glomerella gossypii	落地生根	Bryophyllum
棉苗青枯病菌	Rhizactonia solani		
粟粒黑穗病菌	Ustilago crameri	十 四 畫	
粟的白髮病菌	Sclerospera graminicola	滲透作用	Osmosis
		碳酸鈣	Calcium carbonate
		碳酸鉀	Potassium carbonate
菌絲	Hyphae	碳酸鹽類	Carbonates
菌類植物	Fungi	種皮	Seed coat
韌皮部	Phloem	種子植物	Spermatophytes
韌皮纖維	Bast fibre	蒸騰	Transpiration
雲母	Mica	蒸騰作用	Transpiration
剩餘壤	Residual soil	漿果	Berry
最細砂	Very fine sand	維管束	Vascular bundles
智利硝石	Chili sodium nitrate	蓋玻璃	Cover glass
		酸性碳酸鈣	Calcium bicarbonate
渥爾夫	Wolff		
凱勒爾	Kellner	十 五 畫	
華氏	Fahrenheit	節	Node
斯塔斯斐特	Stassfurt	節間	Internode
氮之固定作用	Nitrogen fixation	價格	Price
湯姆斯氏磷肥	Thomas slag	價值	Value
溫度記錄器	Thermograph	稻熱病菌	Piricularia oryzae
無液氣壓計	Aneroid barometer	稻胡麻葉枯病菌	Helminthosporium oryzae
		綿蟲	Tylenclius tritici
十 三 畫		質體	Plastid .
鉀	Potassium	質體	Chromatophore or Plastids
過磷酸鈣	Calcium acid phosphate	聚實結構	Puddle structure
過磷酸鈣	Superphosphate of Lime	綠色組織	Chlorenchyma
葉綠粒	Chloroplasts	十 六 畫	
葉綠素	Chlorophyll	蕨類植物	Pteridophytes
濘土	Silt	篩管	Sieve tubes
濘壤土	Silt loam	導管	Tracheids
傳染病	Epidemics	機械組織	Mechanical tissue
傳粉作用	Pollination	燕麥散黑穗病菌	Ustilago avenae
嫌氣細菌	Unaerobic bacteria	燕麥堅黑穗病菌	Ustilago levis
滑石	Talc	醚	Ether

蒺藜丁	Tilantin	磷酸三鈣	Tricalcium phosphate
燕窩蜂	Athalis spinarum, Fab.	曙紅	Eosin
靜成壤	Sedentary soil	覆蓋土	Mulch
顆粒結構	Crumb or granula structure		十 九 畫
輸導組織	Transporting tissues	蟻醛	Formaldehyde
		藍色試紙	Blue litmus paper
			二 十 畫
	十 七 畫	藻菌植物	Thallophytes
儲藏組織	Storage tissues	藻類植物	Algæ
黏土	Clay	滲散	Diffusion
縮果病	Bitter pit		二 十 一 畫
營養組織	Nutritive tissues	蘚植物	Muscæ
濕度計	Hygrometer	攝氏	Celsius
			二 十 二 畫
	十 八 畫	髓	Pith
薄壁組織	Parenchyma		
磷酸銨	Ammonium phosphate		

中華新法幣陸元

29



師範學校勞作第一冊

103/