

317  
1267

類別 農

號數 1

冊數 1

附記

24  
2

4

J  
16.1  
|

農  
學  
實  
驗  
法

日本大塚孫市著  
懷獻侯譯

商務印書館發行

AGRICULTURAL LABORATORY EXERCISES

By

ŌTSUKA

Translated by

HUAI HSIEN HOU

1st ed., June, 1927

Price: \$0.40, postage extra

THE COMMERCIAL PRESS, LIMITED

SHANGHAI, CHINA

ALL RIGHTS RESERVED

中華民國十六年六月初版

回(農學實驗法一册)

(每册定價大洋肆角)

(外埠酌加運費匯費)

原著者 日本大塚孫市

譯述者 懷獻侯

發行者 商務印書館

印刷所 上海商務印書館

總發行所 上海棋盤街中市商務印書館

分售處 商務印書館  
北京 天津 保定 奉天 吉林 龍江  
濟南 太原 開封 西安 南京 杭州 漢口  
蘭谿 安慶 蕪湖 南昌 九江  
長沙 常德 衡州 成都 重慶 廈門  
福州 廣州 潮州 梧州 雲南  
貴陽 張家口 新嘉坡



此書有著作權翻印必究



# 農學實驗法

## 目次

第一章	緒論	1	
第二章	作物實驗	2	
第一節	器械的實驗	2-16	
天秤使用法	種子之清潔	種子之比重	鹽水
選發芽試驗	種子之良否	種子芽與發濕氣之	
關係	溫水浸法	溶液之上昇作用	養分移轉作用
第二節	圃地及盆栽實驗	17-31	
實驗準備	播種之深淺	播種之疎密	發育機
關之交互作用	耕鋤之深淺	日光與作物生育之	
關係	地下水之高低	排水之良否	稻之深植
肥料有無與作物之關係	肥料試驗	根瘤黴菌與	
荳科植物	花粉之人工媒助		
第三章	關於昆蟲及微生物之實驗	32	
第一節	昆蟲飼育	32-33	

用具 飼育法

第二節 蠶體實驗 ..... 34-43

實驗用具 蠶體固定法 蠶體之外形 蠶體之  
內部

第三節 微生物之實驗 ..... 43-51

顯微鏡之裝置 顯微鏡之使用法 玻片標本之  
製法 微粒子 麥奴菌 稻熱病菌 根瘤黴菌

第四章 土壤實驗 ..... 52

第一節 試驗土之調製 ..... 52

第二節 理學的實驗 ..... 52-61

土壤之比重 土壤之毛細管引力 土壤之保水  
力 土壤之黏着力 土壤之色與溫度之關係

第三節 化學的實驗 ..... 62-79

化學實驗上之注意 試藥之製法 水分之檢出  
有機分之檢出 氮素之檢出 無機分之檢出  
土壤之吸收力

第四節 酸性土壤檢出法 ..... 79-82

酸性土壤之檢出 酸性之種類

第五章 肥料實驗 .....	83
第一節 植物所需要之成分 .....	83-85
水耕法 砂耕法	
第二節 肥料之夾雜物 .....	85-89
水分之檢出 土砂之檢出 木質之檢出 動物 及植物質之鑑別 脂油類之檢出 工場廢棄物之 檢出 有毒物之檢出	
第三節 肥料成分 .....	89-94
肥料之性質 氮素之檢出 磷酸之檢出 鉀之 檢出	
第六章 植物成分實驗 .....	94
第一節 無機分 .....	94
植物灰分之檢出	
第二節 有機分 .....	95-100
澱粉 糖類 蛋白質 單仁 脂油 蔞酸 酒 石酸 林檎酸 枸橼酸	
第七章 農產物及製造實驗 .....	100

第一節 植產物 ..... 100-103

米中之混合物 醬油及醬 麩豆腐及豆腐皮  
麴及麥芽糖

第二節 畜產物 ..... 104-109

牛乳之濃淡 牛乳之脂肪 牛乳之混合物 牛  
乳之防腐劑

附 錄

永久玻片標本製作法 .....	111-114
昆蟲標本製作法 .....	114-123
作物病害標本製作法 .....	123-127
土壤標本製作法 .....	127
肥料標本製作法 .....	127

(終)

## 張 序

吾國數千年來。以農立國。神農之勸樹藝。后稷之教稼穡。徵諸經史。彰彰可考。洎乎後世。士農分途。業農者未必求學。求學者未必業農。於是一般蠢愚無知頑固性成之農民。第知日出而作。日沒而息。春耕夏耘。秋收冬藏。墨守舊法。不事改良。卽自命爲士夫者。亦不過埋頭伏案。揣摩經傳。視耕種勞力之事。皆以爲下賤。而不屑講求。中國農業之衰。由此始矣。昔陳國農政不修。單子知其必亡。反觀今日農業界之現象。不禁爲吾國前途抱無量之隱憂也。害蟲蔓延。不知如何驅除。旱魃爲災。不知如何補救。培壅乏術。灌溉無方。農產日益凋敝。民生愈形窮蹙。求國之毋危。何由得哉。比者懷君獻侯編譯農學實驗法一書。披閱一過。法簡意明。切於實用。殆亦中國農界中有心人也。故樂而爲之序。

民國十三年二月張景歐序於東南大學



## 華 序

我國地大物博。氣候溫和。自昔稱爲農國。徒以數千年來。農學失傳。士大夫輕農習氣。深印腦海。從無人焉提倡而研究之。遂使數萬萬方里膏腴之地。化爲瘠薄之區。以致哀鴻徧野。十室九空。而俗尚奢靡。生產不足。詎非可惜。懷君獻侯留學東瀛。於其課餘。編譯農學實驗法一書。以啟迪後進。其有功於農業前途。誠非淺鮮。雄久有提倡農業之志。以任務冗繁。未暇及此。事與願違。良爲歉恨。今觀懷君所輯。章節分明。方法簡易。內容豐富。切於實用。深合我國土地之宜。懷君先得我心。實堪欽佩。將見是書出而紙貴洛陽。未習農業者。不患無研究之途徑。已習農業者。可多得參考之資料。我國農業之發展。胥於是書賴之矣。

民國十二年仲冬月湯溪華伯雄序於南京金陵大學

# 農學實驗法

---

## 緒 言

農業科爲實驗的學科。若徒尙理論。而不明實驗方法。猶讀死書也。吾國以農立國。垂數千年矣。然一比較歐美先進諸國。則覺我之農業。規模狹隘。方法簡陋。費時久而收穫少。無他。既耕之地。泥守舊法。不加改革。荒蕪之原。不知利用新法開墾故耳。日本大塚孫市君者。久任農業教授。積其經驗。著農學實驗法一書。法簡意明。便於實用。洵爲教員參考學生實習之善本。亟譯之。介紹國人。至其間有不合我國農業情形者。悉爲刪汰。苟學者能潛心練習。舉一反三。吾國農業庶有改良之機乎。是將拭目俟之矣。

中華民國十年十一月譯者識於日本東京

# 農學實驗法



## 凡 例

一本書爲師範學校農業科實驗用書，並師範生及小學校農業科教授參考用書。又可爲農業學校參考用書。

一本書目的關於植物生理、栽培、解剖、顯微鏡、理化學等法。務使得實驗之大要。惟實驗時。應準據師範學校農業教科書。並斟酌實驗之難易。察看時期材料、實驗用具、實驗地方等情形。不妨變更其次序而適當配合之。

一本書實驗各法。力選簡易。器具亦使用簡單者。

一本書所載實驗上應注意事項及應用問題等。學者須利用餘時。注意練習之。

一本書所載溫度。除爲農業上之慣用者外。皆用攝氏。容量以立方糎。重量以克爲準。

一本書蒙江蘇省立第一商業學校教員盧君壽錢。金陵大學農科教授華君伯雄。國立東南大學昆蟲學教授張君景歐等詳加校正。書此誌謝。

# 農學實驗法

## 第一章

### 緒論

農學實驗法，因所實驗之目的，分研究的實驗與證明的實驗二種。前者能發見未知之理法，後者則證明既知之理法也。故研究的實驗，能增廣知識；證明的實驗，則能使知識確實。學者鑽研學術，每應用研究的實驗，而證明的實驗，學校中利用輔助說明教材之需。本書所述，概屬於證明的實驗。

行證明的實驗時，欲使其結果正確，以農學上之理法現於實際之顯著者為必要。因之須注意下列各款：

1. 實驗之先，宜定目的；次考察其方法；最後即定其順序而實驗之，並須精細觀察。

2. 實驗目的宜單簡，而在目的以外者，亦須同樣管理之。例如實驗播種之深淺，則除所播種子應如何深淺及差等外，該種子之種類大小，所播之土地，施肥，灌水，除草等，皆應注意。

3. 實驗之結果須明瞭，其供試品及實驗方法，均須

選擇極端不同者。例如實驗種子之良否，則最完全種子與最不完全之種子，均須選取之；實驗土壤之含有磷酸者，即應選富於磷酸最多之土壤，是也。

4. 實驗中欲知物之變化，必設標準物以比較觀察之；欲知變化之順序，宜按時詳細觀察之；且須將其變化之狀態記入筆記簿。俟實驗全部終結後，再將考察所得整理之。

## 第 二 章

### 作物實驗

#### 第一節 器械的實驗

#### 天 秤 使 用 法

天秤有粗製精製二種，使用之法，因亦差異。茲就精製天秤中較為簡單者，略述其構造及使用法。

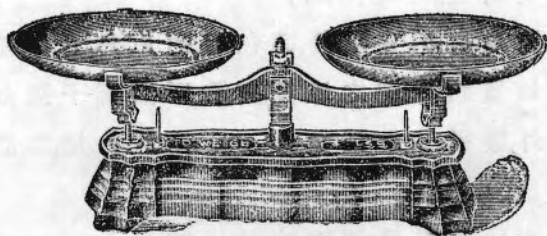


圖 1. 粗製天秤

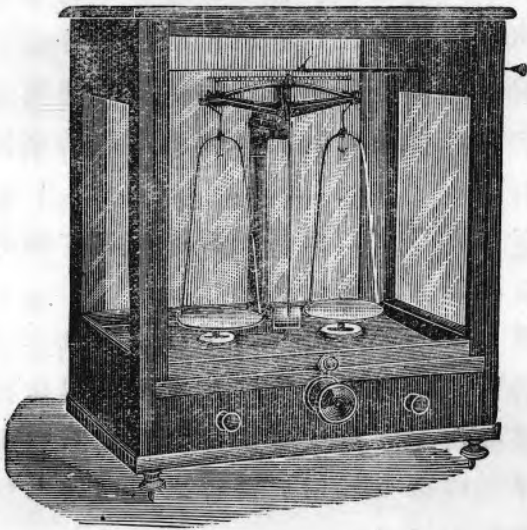


圖 2. 精製天秤

**構造** 天秤之主要部有三：如第二圖之秤桿，支柱，及秤皿是也。此等各部，非互相密接，而由刀尖狀之尖端接觸之。試動搖秤桿及秤皿，則天秤必至不能勻準。故沿支柱而設丁字柱，以支持秤桿，秤皿之下，另以銅二塊支持之。如秤皿上下動搖，即將台之前面把柄，向右或左回轉之。秤桿中央有長針，沿支柱垂於下端。附着於柱者，為標尺。所以備知秤桿成水平與否之用者也。台下有三個或四個螺旋，以保持天秤成水平位置。欲知水平與否，祇

須觀沿支柱所繫錘子(天秤中所用若欲更較錘子尤佳者則用水準器)下垂之狀態。惟因防塵埃等物附着天秤之上,故於其周圍砌以玻璃,僅留前面可開閉自由,如櫃然。欲櫃中乾燥,可將放有氯化鈣或濃硫酸之瓶置於櫃內可也。

砝碼有以二十二個爲一組,或以二十個爲一組兩種。其用法均無大差異。

**整理** 欲天秤不動搖,須使在桌上成水平位置,緩緩回轉前面之把柄,使其尖端接觸,則秤桿徐徐擺動,其指針向標尺左右之零度處振動之,若左右振動之距離相同,天秤之桿適平。否則於秤桿之端回轉其螺旋,務使保持適當位置可也。

**稱量法** 天秤既整理後,啓玻璃櫃,將欲稱之物體,(物體熱時不可稱)置於左方皿中,而將砝碼載於右皿,使其平衡;次查砝碼之重量,即知物體之重量矣。稱畢,以羽帚拂去灰塵,閉其玻璃。今將稱量時應注意之事項,列舉如下:

1. 秤皿中所載物體,無論該物體爲何,須豫先放置於時計皿或稱量瓶等類中。若直接置於秤皿,則秤皿有生鏽鏽之虞。(粗製天秤即無須如此注意,惟以紙承之可也)。

2. 取砝碼時，無論大小，均須以鈹挾之。若以手指拈取，則致生鏽。

3. 使用天秤時，將所欲稱之物體及砝碼，置秤皿上，以及使用後取去時，必使秤桿秤皿不動搖。若尖端接觸靜心，而指針振動者，須再整理。使用畢，復支持秤桿秤皿而安置之。

4. 當稱量物體時，所使用之砝碼，須先用大者；若其量不足，即以小者補足之。例如欲稱重 16.5 克之物體，先試載 20 克之砝碼。若過重，則易 10 克與 5 克者，輕則更加 2 克者，若仍重，則以 1 克者易之。如此即可漸次檢出其正量。

又砝碼之量如何，可觀砝碼盒之空處而知；收藏時，亦宜對觀之。

## 種子之清潔

**準備** 天秤，漆紙，木片或竹片，蕪菁，苾，稻等之種子。

種子中每混有土，砂，稈莢，果梗，雜草及目的以外之作物種子，黴菌，孢子等夾雜物。無此等夾雜物之種子，始謂之曰清潔種子。清潔之程度如何，常以其清潔之比例差為準。

**實驗** 欲檢種子之清潔比例，先取種子少許稱之，



置於漆紙(質地緻密之黑綠等有色紙,易於辨別夾雜物者亦可)上之一隅,次以木片或竹片翻轉種子於漆紙上,以檢查夾雜物之有無。若有夾雜物時,即用木片一一剔開,聚於漆紙之左側,而將清潔種子積於右側。檢查既畢,乃將清潔種子稱之。計算法如下:

供試品種子之重量……A

清潔種子之重量………B

供試種子之清潔比例… $\frac{B}{A} \times 100$

〔應用〕 此實驗中所稱之清潔種子重量,用粒數除之,即得每顆種子實在之重。(即一粒之重)。

## 種 子 之 比 重

準備 時計皿,天秤,比重瓶(參觀第43頁)種子,水。

種子比重者,種子之重與其同容積蒸餾水之重之比也。(即在 17.5 度之溫度時,重量之比也)。

實驗 先取種子十粒稱之。次取比重瓶拔去塞,注滿蒸餾水,徐徐閉其塞,使瓶內之水,由塞上細管漏出,用乾布片拭淨稱之。於是將前次所稱過種子放入,緩緩搖動,放出空氣,更照前法注滿水稱之。然後行下之計算,即可知種子之比重矣。

種子十粒之重量	..... A
比重瓶注蒸餾水之重量	..... B
瓶中放入種子更注水後之重量	... C
種子之比重	..... $\frac{A}{A+B-C}$

## 鹽 水 選

準備1. 玻杯(或大口瓶亦可),網杓,攪拌棒,水,食鹽或苦鹽汁,種子。(水稻,陸稻,大麥,小麥,裸麥,萊菔,蕪菁等)。

提要 鹽水選者,利用溶液之浮力,而選取重大之種子也。於稻,麥,十字科植物等種子,行之頗為有效。

實驗 玻杯中注水約八成許,入稻少許,注食鹽或苦鹽汁,攪拌之。此時從前沈落之種子,漸漸上浮,其最重者,亦稍斜立而易搖動,至不攪拌時猶依水勢暫呈動搖之狀。此種現象,為選別種子最適當之濃度,故此時即宜停止加入食鹽,將浮於水面之種子掬去,選其沈落桶下者為種子。

準備2. 桶,箕籬,比重計,水,食鹽或苦鹽汁,種子。

實驗 此法為實用的,先放水於桶中與前法同,或用比重計與前法同其濃度,加食鹽或苦鹽汁,將種子置箕籬中,任其浸漬,十分攪拌之。其浮於上者,用網杓掬去,惟留沈下之種子。

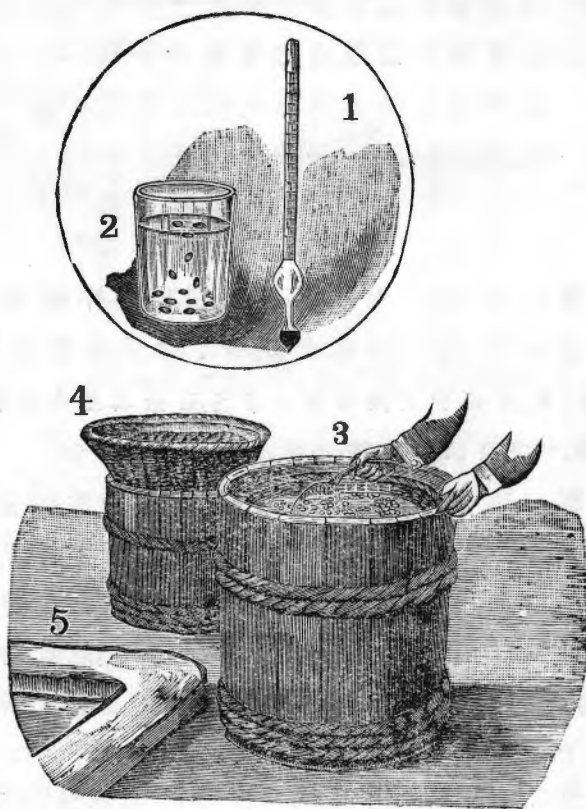


圖 3. 鹽水選圖

1. 比重計。 2. 放種子於選種液中之狀。  
 3. 除去種子在選種液中浮上者之狀。 4. 擲去浮上之種子，放入箆籠及桶中。 5. 水池。

注意 1. 選種所用溶液之比重及食鹽混和量如下:

作物之種類	溶液比重	食鹽混和量
陸 稻	1.08-1.10	水二斗約混食鹽七斤餘
水 稻(糯)	1.08-1.10	同上
水 稻(粳)	1.10-1.13	水二斗約混食鹽六斤半
大 麥	1.10-1.13	同上(或用苦鹽汁)
裸 麥	1.22	苦鹽汁
小 麥	1.22	苦鹽汁

注意 2. 比重計者,因其浮上之程度而能即知其比重也;亦有專為選種用而製者;又有用工業上之「保美」浮秤(Ban-me's hydrometer)者。惟「保美」浮秤,僅因其度數,不能即測定其比重。例如於比重甚多之液中,浮秤度數在 N 部 (即在溫度 15 度時也),須照下計算始可知之:

$$\text{比重} = \frac{144.3}{144.3 - N}$$

## 發 芽 試 驗

準備 1. 皿,晒木綿(或手巾亦可),木板,水,種子。

提要 種子中有不易發芽者。而發芽之程度,常以發芽比例為準。發芽比例,又因作物之種類而異。

實驗 今欲試驗種子發芽,先以中等大之皿,放水,敷晒木綿於其內,將所欲試驗之種子,正置其上,以晒木

綿覆之，再用玻璃或木板爲蓋。(或用第 5 圖定溫器更爲精密。)從翌日起，每日按時撤蓋一次。(若溫度高則二次)，以檢查種子發芽之狀。若有發芽者，乃移之他處，而記

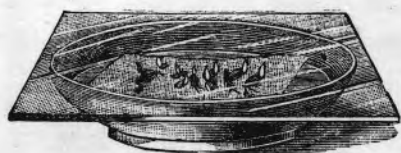


圖 4. 在皿中行發芽試驗

其粒數，再補給以水，覆之。如此約經十日而發芽。(試驗溫度在 50 度(華氏 59 度)乃至 20 度(華氏 68 度)時，禾穀類普通須八日，苜蓿類十日，繖形科作物十二日)，則合前後發芽種子，而除以用於實驗種子之總數，即得對於該種子之發芽比例也。本實驗中須注意之事項如下：

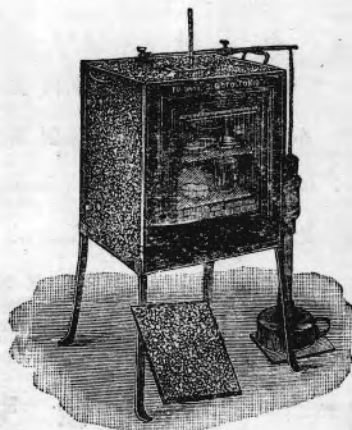


圖 5. 定溫器

1. 種子須用百粒或二百粒。
2. 大粒種子，浸水中，須有 12 乃至 30 小時，俟萌芽後，始可實驗。
3. 實驗中水濕之量，以晒木綿飽水量未至百分之六十以下者爲良。測算之法，可將晒木綿飽吸水，稱之，去

水至百分之六十重量時，即可以視覺及觸覺，則知吸水之適度矣。

4. 種子發芽之先，恆破裂其殼皮，幼根暴露於外，即其徵也。

準備 2. 「利朋擺爾喜」發芽試驗器，吸水紙，水，種子。

實驗 「利朋擺爾喜」發芽試驗器者，以亞鉛製為高一尺橫七寸深二寸許之盒，被以蓋，盒之內旁，由中央稍上部，沿短邊作寬約五分之支椽，以便架寬約六七分

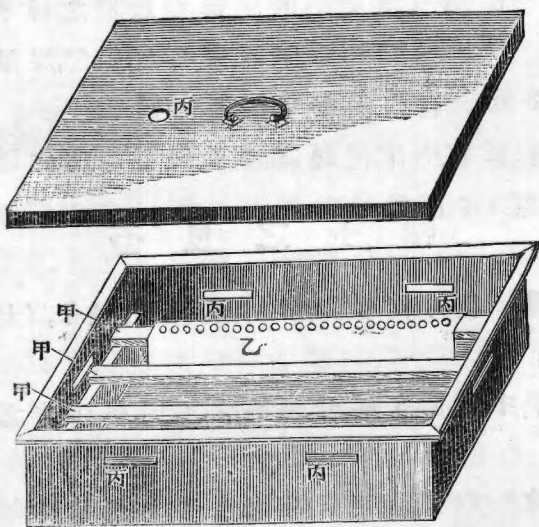


圖 6. 發芽試驗器

甲，玻璃片。 乙，吸水紙。 丙，通空氣之孔。

之玻璃片於其上。使用之先，注水約深五六分，次鋪吸水紙於玻璃片上。其兩端浸於水中，而正置種子於吸水紙上。於是種子由吸水紙上吸取水分，乃逐漸發芽。每日檢其發芽之數，按照前法計算其比例。

〔應用〕 應用此實驗法，觀察下列種子，檢其發芽之狀態。

- (一) 新種子與陳種子。
- (二) 曾經選種之種子，與未行選種之種子。
- (三) 曾經用濃度不同之鹽水選別之種子。
- (四) 浸於硫酸，昇汞，皓礬，生石灰，綠礬，煤黑油 (cool-tar) 等溶液中之種子，與未浸過之種子。
- (五) 在溫水中加熱之種子，與不加熱之種子。

## 種子之良否

準備 發芽試驗器，解剖剪，鑷子，種子，(大小約四五十粒)。

種子中因所含養分多寡之不同，初生苗之生育，因大差異。

實驗 取稻，麥，豆類等之種子，勿傷其胚，僅切斷胚乳或子葉之大部分者五六粒，與完全者五六粒，放入發芽試驗器中，行發芽試驗法，使稍成長，而觀察其狀態，完

全種子，發芽雖稍緩，然其生育良好。不完全種子，反於此。此實驗所用之發芽試驗器，雖可以植木盆或根匣為代，但在土壤中，不能檢其發育狀態耳。

〔應用〕 應用此試驗法，而將下列之種子比較其生育狀態。

(一) 切斷胚乳或子葉相當大之種子數種。

## 種子發芽與溼氣之關係

準備 三角台，鐵絲網，洋燈罩，軟木栓，火漆，皿，種子，水，濃硫酸。

提要 使知種子發芽，必需濕氣。

實驗 置鐵絲網於三脚台上，將曾經浸於水中將發芽之種子，置其上，用玻璃鐘，或以洋燈罩（罩之上口用木栓塞之，再用火漆封固）覆之，靜置於大皿內。如此裝置者凡二分，其一，皿內注水，使鐘內空氣十分溼潤；其他一皿內，注濃硫酸，使鐘內溼氣為其吸去，於是比較兩者種子之狀態。其在溼氣中者，芽易伸長，在無溼氣中者不發育。

〔注意〕 此實驗中，若不用硫酸，則兩皿中共入水，惟其一內用小瓶盛氯化鈣置鐘內亦可。

〔應用〕 利用上述之裝置，行下之實驗。(一) 植物生





圖 7 實驗種子發芽與溼氣之關係

(甲) 皿中入水者種子發芽。(乙) 皿中入硫酸者  
種子不發芽。

育與炭酸瓦斯之關係——兩皿中入水，其一內用小瓶放濃厚苛性加里液，置於鐘內，使其吸收炭酸瓦斯。兩鐘中皆置稚苗，以觀察其發育狀態。炭酸瓦解之不足者，苗發育不良。

## 溫水浸法

準備 桶，寒暑表，箒籬，溫水，柄杓，種子。

提要 溫水浸者，為豫防麥奴菌而行之。有溫水浸法與冷水浸法二種。前者於堅黑穗病，稈黑穗病，腥黑穗病等行

之；後者於稷黑穗病，小麥黑穗病等行之。

**實驗** 溫水浸法，可於多量之種子行之，先準備桶二個。一置華氏上120度（約攝氏49度）許之溫水，為溫桶。一置華氏130度（約攝氏54.5度）之溫水，為浸桶。於是將麥種放於箕籬內，先浸於溫桶中，攪拌之。次將箕籬緩緩提上，移置浸桶中，約浸五分時，提上，注以冷水，使種子冷卻，遂播種。（溫水浸後，直接播種之種子，經一二日即發芽。）或陰乾貯之，惟一次所浸漬之種子量甚多者，須豫將溫水加高一二度，因種子多，則水亦易冷也。

冷溫水浸法者，先將桶內放入水，浸種子於內，經六七小時後，取起，照前溫水浸法行之。

## 溶液之上昇作用

**準備** 小刀，大口瓶，桑枝，水，紅墨水，百分二之明礬水，紫陽花。

**實驗** 取大口瓶將紅墨水傾其中，稍放水，使其溶解為赤色液，將桑枝等插入。數日後，試切開枝之縱斷面及橫斷面等，檢察之，則赤色液上昇於木質之內。

又照前法同樣手續，取紫陽花等未十分開之花，插置於百分之明礬水內，可見其雖在開花期中，亦可變色。

## 養分移轉作用

**準備** 圓筒或大口瓶,木板或玻璃片,小刀,柳枝,水。

**實驗** 取柳枝二本,各切長一尺許,自其下端三四寸上之皮部,用刀剝去其枝之周圍全部(如甲),其他一本去半分許,或寬一寸許(如乙),置筒或瓶中,略注水少許,用木板或玻璃蓋之。經一星期許,則剝去皮之全部者,自其上部發生多根;剝其一部分者,其上下皆發許多之根。

〔應用〕 果樹等亦可用下法實驗之。

(一) 剝皮與枝及芽之發育關係 擇同大之苗木二三本,剝去其幹部之皮,與未剝者比較枝及芽之發育狀態。

(二) 傷芽與其發育之關係 今欲觀果樹之枝發育為同大之芽,將甲枝在芽之上方剝其皮,乙枝則在芽之下方剝其皮,比較芽之發育狀態。

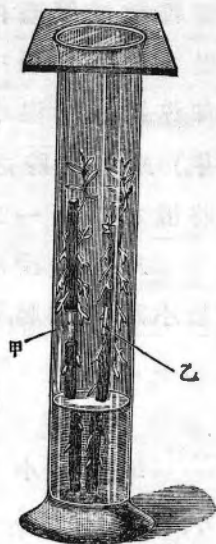


圖 8. 養分移轉作用之試驗

## 第二節 圃地及盆栽實驗

## 實驗準備

**實驗用具** 圃地及盆栽實驗者，栽培作物而觀察其生育狀態也。規模大者，區劃圃地為若干，否則用植木盆，或「瓦格奈爾」氏盆(Wagner's Pot)。

區劃圃地時，以縱橫各三尺，深二尺許木框，或用口徑二三尺，深四五尺之亞鉛製無底圓筒，埋於地下，最簡單之法，利用小木箱亦可。但若係埴土質之水田，僅設畦足矣。

埋框及圓筒時，其上端須露出地上一二寸許，使土面與劃內劃外成適宜高低。若劃內土較劃外之土面低，則溼；反之，而高者，則有乾燥之虞。

植木盆有大小各種，雖普通用瓦盆，然以根箱為便。根箱者，以木板或亞鉛板製為箱，其一面嵌玻璃，以便觀察作物在土壤中發育狀態也。

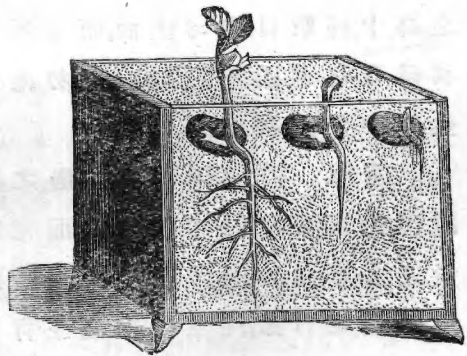


圖 9. 根箱

或有用三角形四角形者。(均以亞鉛爲底,其旁以玻璃爲之),但究以三角形爲輕便。

**土壤** 用於根箱或盆鉢之土壤,以瘠土爲佳。先以一分眼之篩篩之。但除施行肥料試驗外時,即用普通之圃土亦可。

[注意] 瘠土即含有硅砂等之土,然亦可以人力造成。其法於無肥料之圃地中,栽培蕎麥,俟其十分成長時,連根拔去之,如是者反覆數次,至不宜於作物生育爲止,則此土壤即可用爲瘠土。

**肥料** 根箱或盆鉢中所用之肥料,因其目的而定其種類與分量。法取表層二寸許處之土壤,置箱中或簾上,拌以肥料,〔化學的溶解性肥料(如液肥)不可用,須爲有機性並不溶解性,略成固體形態者佳〕,再置於其他之鉢中。經數日,均勻土面,而播種子或栽植作物可也。智利硝石甚難被土壤吸收,切勿施於下種之前,當於作物生育中分數次施之。

**管理** 播種時,須取選過之種子,於前一二日用水濕潤,使稍發芽,因實驗目的,而定適宜之距離,並察其用量之多寡,相其適當之淺深,用指頭掀開土壤,植之,覆以土。至預定日數,注意作物之生育狀態,勤加灌水。

## 播種之深淺

**準備** 根箱, (或用盆, 鉢亦可), 種子 (稻, 麥, 豆, 類等) 約十粒尺。

**實驗** 根箱中注意將陸稻或大豆種子, 分爲五寸, 三寸五分, 二寸, 一寸, 五分等數種之深, 沿玻璃處播之, 用黑紙或木板覆其面上, 時時檢查其發芽生育之狀態。其結果, 凡種子播之過深者致不得發育。

〔應用〕 將各種作物種子, 按下法實驗之。

(一) 播種之深度與種子大小之關係。

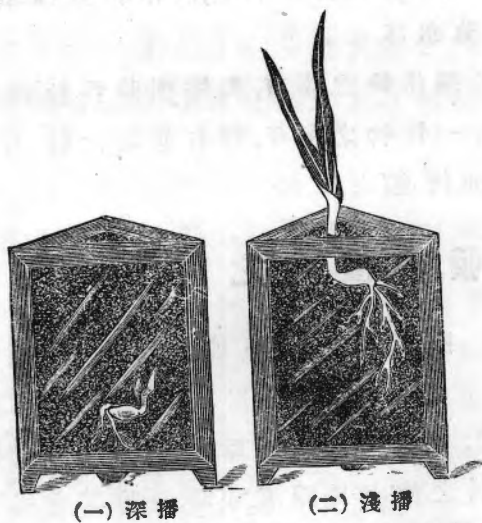


圖 10. 深播及淺播時麥之生育狀態。

(二) 大粒種之荳菽類種子, 所播之方向, 及於發芽生育之關係。

## 播種之疏密

**準備** 盆或鉢, 種子(約百粒), (陸稻, 大麥, 豆類等)。

**實驗** 取陸稻或大豆之種子數十粒, 分爲二處: 一處播各粒相密接之種子於甲鉢; 一處則播各粒成相當距離爲乙鉢, 而檢查其發芽生育狀態。疎播者, 莖葉強健; 密播者莖葉長而軟弱。

[應用] 播種疎密之利害, 因作物之種類而異, 故行下列之實驗亦可。

(一) 各種作物之生育, 與播種時各粒距離之關係。

(二) 同一作物之種子, 應有適當之發育, 是即在播種之程度如何也。

## 發育機關之交互作用

**準備** 根箱, 剪刀, 種子, 或其幼苗 (荳菽類或果菜類爲佳)。

**實驗 1.** 取大豆或胡瓜之種子數粒, 於根箱中定適當距離, 播之。俟成長四五寸時, 一將其主根下約五分處切斷; 一將其主根上部約五分處之幼莖切斷之; 一爲

比較之材料，而任其自然成長。數日後，檢其發育狀態，此時呈下列二種現象。

(甲) 切斷主根者，莖之發育稍後；切斷幼莖者，根之發育亦後。

(乙) 切斷主根者，其支根稍成橫斜位置，而略生直下之傾向；切斷幼莖者，其枝有直上之傾向。

**實驗 2.** 播於盆鉢中大豆或胡瓜之種子或其幼苗，既十分成長，一摘去其葉，一則摘去其頂芽。此時摘葉者，頂芽盛長，而生新葉；摘芽者則發生其他頂芽，或生多數腋芽。

**實驗 3.** 取桑樹等幼枝，一將其新葉作數次摘去之，其一則不除去，至秋季，檢查其木質。未摘葉者較摘葉者多肥厚。

## 耕 鋤 之 深 淺

**準備** 盆，鉢，種子約十粒(菜菔，牛蒡，胡蘿蔔等)。

**實驗** 取二鉢，各盛土壤，一深一淺，而播牛蒡，胡蘿蔔等(均長根作物也)。種子二三粒於其內，比較其莖葉發育，及其成長之狀態。最後乃拔起而比較根之發育狀態，其播於深土者較淺土者生育良好。

**〔應用〕** 取二鉢，甲鉢盛緊結土塊；乙鉢盛細碎土壤，



於是可知下列之關係。

(一) 耕鋤之精粗與作物生育之關係。

## 日光與作物生育之關係

**準備** 鉢,空大之箱,種子約三十粒(陸稻,麥,豆類等)。

**實驗** 取甲乙二鉢,播種子或植其苗。甲鉢置於日光易照之處;乙鉢罩以空箱,遮斷日光,而觀察其生育狀態。其在明處者,仍如尋常發育,在暗處者,莖葉徒長而呈白色,質亦軟弱。

〔應用〕 應用此法,而行下列之實驗。

(一) 光線之多少與作物生育良否之關係。 將蒙被於盆栽植物上之覆物穿各種大小之孔,使光線射入量可以增減,檢查其內之作物生育狀態,且視其熟及收量如何。

(二) 光線射入之方向,與作物生育之關係。 覆物之孔,大小同一,而勤加移動其方向覆置之,以檢查作物之生育狀態。

(三) 塊莖之生育。 如取馬鈴薯實驗時,其塊莖在明處者,不生育,惟在暗處者生育。又掘取馬鈴薯之將生塊莖者,正置於大皿內,與以適宜水濕後,其莖葉雖甚發

育，而終不生塊莖。

(四) 光線與葉色之關係。將桑樹等葉之一部，塗以濃墨，經一星期餘，洗去之，則其部成爲淡綠色矣。

## 地下水之高低

準備 盆或鉢，大豆種子數粒。

實驗 1. 取盆或鉢二個，盛土(盆底之孔不必塞住)，播大豆種子二三粒或植其苗，甲深浸於池水中，乙淺浸池水中，檢視其發芽生育狀態。其深浸於池水中者，水面與土壤面幾致相等，故作物生育不良；淺浸者反之。

實驗 2. 作高二尺及一尺許之鉢二個，播種子或植其苗，其下端稍浸置於水中，亦可試驗其生育狀態。

[注意] 此實驗不可用陸稻，因陸稻耐水溼之力強，地下水之高低，影響於其生育者不甚顯著也。但利用此法，試驗各種作物，得以比較其生育狀態，而知該作物對於水濕之多少，適宜與否也。

## 排水之良否

準備 鉢，花盆，種子數粒(或豆苗)。

實驗 以花盆與鉢(或將花盆底填塞之亦可)，盛同量土壤，播種或植其苗，灌水等等俱照常行之(此實

驗須灌多量之水，成績方顯著)，檢試其發芽生育狀態。植於花盆之作物，生育良好；植於鉢中者則不良。

## 稻 之 深 植

**備 準** 盆，鉢，或木框四個，稻苗，尺。

**實 驗** 用木框劃水田為數區，將稻苗每一本分作五分，一寸，二寸等距離，順次深植之，比較其莖葉發育之狀態。淺植者莖葉早放彩色，深植者則反之。

次將其成長者，注意掘起，洗淨根部之泥，比較觀察之。淺植者自莖之最下部，雖生多數鬚根，然深植者除鬚根由莖之最下部發生外，更由近於地表部分亦生之。

## 肥料有無與作物之關係

**準 備** 根箱，薄木板，沃土及瘠土，種子或苗（陸稻，麥等）。

**實 驗 1.** 取薄板插入根箱，使與玻璃面成直角，分箱為二部，一方置沃土，一方置瘠土。拔去板，使瘠土與沃土相接。在其接觸部近玻璃面處播種或植苗，察看其根在成長中若何發育。則惟在沃土部分者繁茂也。

**實 驗 2.** 取盆二個，一盛瘠土，一盛沃土，播同樣種子於內，亦可比較其莖葉及根之發育狀態。其在沃土方

面，較在瘠土方面者葉莖根俱發育良好。

**實驗 3.** 破竹，去其節，用繩縛合之，於其內交換置入沃土，瘠土豎埋土中，在上面，栽植作物。俟成長後，掘出，解繩，將竹分開，檢察根之發育狀態。惟在沃土部分者繁茂。

**實驗 4.** 將玻璃杯中放入已溶之骨膠，俟冷，從中央部（骨膠）作一小孔，置磷酸加里，於稍遠處另作一小孔，放大豆或陸稻之發芽種子，則其根向有肥料部分伸長。

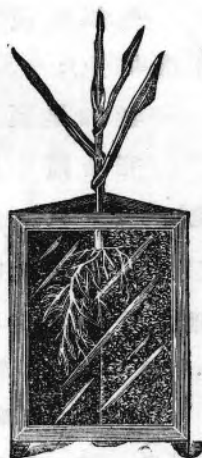


圖 11.

根在沃土內及瘠土內之滋殖狀態。  
(左)沃土 (右)瘠土

## 肥料試驗

**準備** 木框或盆鉢，天秤，化學藥劑及肥料，種子。

肥料試驗之種類甚多，今惟舉重要者如下：

**實驗 1.** 三要素試驗。——此法為欲知三種要素需要之狀態者也。其法先於圃地選擇同一土壤，分為

無肥料區 不施肥料者；

無窒素區 不施窒素，僅施多量磷酸及加里者（二方丈之地約共施十五斤餘）；

無磷酸區 不施磷酸,僅施多量窒素及加里者(施用量同上);

無加里區 不施加里,僅施多量窒素及磷酸者;

完全區 施多量之窒素,磷酸,加里者(施用量同上)。

用於此試驗之肥料分,通常用下列之化學藥劑。惟無此等適當藥劑時,即用無機肥料亦可。

肥料分 化學藥劑之種類。

窒 素 硫酸阿摩尼姆,智利硝石。

磷 酸 重過磷酸石灰,過磷酸石灰,磷酸二曹達。

加 里 硫酸加里,炭酸加里。

石 灰 炭酸石灰。

若係化學藥劑,則據分子量計算;若係普通之肥料,則據分析表計算。例如於一畝田中,施十二斤半硫酸阿摩尼姆,按照下列方法,可算出一區之施用量。每一區用三尺平方之木框。

原子量 N.....14    O.....16    S.....32    H.....1

$N_2 : (NH_4)_2SO_4 = 12 \text{ 斤 } 8 \text{ 兩} : X \text{ 斤, 兩}$

$$X = \frac{132 \times 12\frac{1}{2}}{28} \text{ 斤} = \frac{825}{14} \text{ 斤} = 58 \text{ 斤 } 14\frac{6}{7} \text{ 兩}$$

又如於一畝田中,施九斤六兩之過磷酸石灰(含

百分之十六磷酸),按照下法可算出一區之施用量。

$$16 : 100 = 9 \text{ 斤 } 6 \text{ 兩} : X \text{ 兩}$$

$$X = \frac{100 \times 9\frac{3}{8}}{16} \text{ 斤} = \frac{1875}{32} \text{ 斤} = 58 \text{ 斤 } 9\frac{1}{2} \text{ 兩}$$

各試驗區中,各栽同樣作物,以比較其收穫量。若無磷酸區之收量,與無肥料區相同,無加里區之收量,與完全區大相差異時,則此土壤缺乏磷酸而不富加里也。又無肥料區與完全肥料區之收量無大差異時,此土壤即肥沃也。

**實驗 2. 三要素適量試驗。**——此法栽培作物,以檢查各肥料分之適當與否也。例如今欲知窒素之適量,則按前法將窒素肥料量分為三斤區,六斤區,六斤半區,十二斤區,十二斤半區,十八斤區等各種(磷酸加里肥料分亦照此分之),然後栽種作物,比較其生育狀態及收穫量。某區中作物發育若何,即可知其良好與否也。

**實驗 3. 肥料種類試驗。**——各區作物,給以同量肥料,以檢查何種肥料為最適當也。例如施用同量窒素,一用油滓,一用鯀魚滓,按照前法,分為各區,將異種類之肥料,核定為同一分量,旋給比較之。

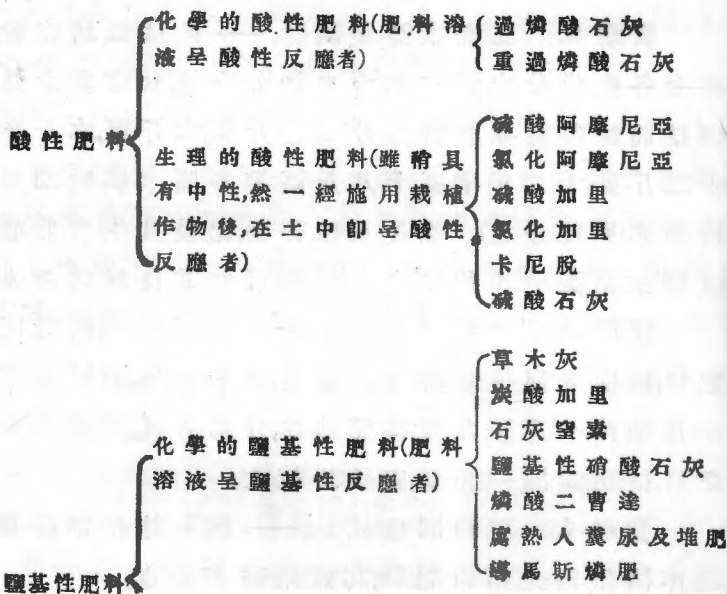
**實驗 4. 肥料同價試驗。**——例如施給油滓與鯀魚滓同價額之窒素肥料,其效果孰多是也。

注意 1. 肥料試驗法中，尚有施肥期試驗，施肥法試驗等。

注意 2. 作物生育，須土壤之化學的作用為中性者始良好。然土壤及肥料均有酸性與鹽基性之別。若用於試驗之土壤為酸性，而亦將富於酸性肥料施給之，則作物養分不足。

又縱令土壤為中性，僅施酸性肥料時，作物仍感養分不足也。故關於肥料試驗須於所用土壤及肥料之反應加以注意，設配合不適宜，則其成績難明也。

注意 3. 今將反應之肥料，分類如次



生理的鹽基性肥料(肥料 溶液雖稍具有中性然一 經施於土壤栽培作物後 在土壤中即呈鹽基性反 應者)	}	中性硝酸石灰
		智利硝石
		血粉及肉粉
		糠粕及油粕

中性肥料 { 有化學的或生理的之中 } 硝酸阿摩尼亞  
性者

〔應用〕 照上述各法,行下列之試驗:

(一) 土壤與肥料之反應上關係。——分酸性土壤為二份:一用酸性肥料;一用鹽基性肥料,其分量均相同,栽植作物,以檢查其生育狀態(觀後酸性土壤檢出法)。

(二) 酸性土壤與石灰施用量之關係。——分酸性土壤為二:一任其自然,一施石灰,各栽作物而檢察其生育。

(三) 肥料配合在反應上之關係。——分普通之土壤為三份:一施配合為鹽基性肥料;一施配合為中性肥料;一施配合為酸性肥料,各栽同樣作物,檢其生育狀態。

## 根瘤黴菌與荳科植物

準備 花盆或鉢,石英砂,蒸溜水,碳酸石灰,磷酸鉀,鹽化鉀,硫酸鎂,磷酸鐵,大豆或豌豆(其他豆類亦可)約十粒,天秤,量液器,玻杯,瓶,灼熱器具。



**實驗** 取殺菌之花盆或鉢二個，放入燒過之石英砂百克。僅甲盆中置曾經栽培豈科植物土壤，或加曾經浸漬豈科植物之水少許。於是兩盆各播大豆或豌豆種子，時時灌注下列之培養液及蒸溜水，以比較觀察其莖葉發育狀態，則甲盆較乙盆為優。

俟其十分成長時，緩緩拔起，比較其根部，則甲盆中生根瘤，乙盆無之。

**培養液之製作法** 先將下列之炭酸鈣，磷酸鉀，鹽化鉀等，溶解混合之，另溶硫酸鎂於他器。使用時，將兩者混合，加磷酸鐵數滴。

(此培養液與下文所述苦腦甫氏法不同，此不給以窒素也)。

蒸溜水	150.00 立方糎
炭酸鈣	4.00 克
磷酸鉀	0.15 克
鹽化鉀	0.07 克
硫酸鎂	0.07 克
磷酸鉀鐵	少量

## 花粉之人工媒助

準備 鑷子，剪刀，筆，布袋，線。

提要 花粉之人工媒助者，爲欲使其確實結實，或成爲種種之變種也。

**實驗 1.** 花蕾將開時(或預摘去花冠雄蕊放入包袋中，待雌蕊成熟時用之亦可)，用鑷子撥開花冠，使露出雄蕊，柱頭，將其他之花粉(花粉包於紙內或放入瓶中置於乾燥低溫處可保持一二星期)，用清潔毛筆一(此筆須先用無水酒精洗一次更以蒸溜水洗之)粘之，以蠟紙或白洋布袋覆之。但若爲兩性花，即先將袋內雄蕊(雌蕊成熟，則柱頭生粘液而帶光澤，柱頭甚粗大，雄蕊成熟，則藥破而花粉飛散)切去。至結實期若與同種交配者，可檢查其結果及內容，充實之狀況；若與異種交配者，則收其種子，翌年栽培之，以與原品種之莖，葉，花，果實等比較之。

**實驗 2.** 就南瓜，胡瓜之花粉行人工媒助法時，南瓜可將其雄花被於雌花之上，胡瓜可用毛筆粘附其花粉，使附着於雌蕊柱頭上。

〔應用〕 照實驗 1 之方法，將各種作物之同品種中，異品種中，及異種類中之作物，互相實驗之，並比較觀察其結果。

## 第三章

### 關於昆蟲及微生物之實驗

#### 第一節 昆蟲飼育

#### 用具

飼育昆蟲，須備飼育箱。飼育箱有各種，而以下圖所示者為宜。法以高一尺二寸，寬橫各七寸許之箱，前面開一門，四圍及蓋用鐵絲網或紗張之，底部於深二三寸處之內側，嵌以亞鋁，便於抽出。若箱之一側，罩以鐵絲網或紗時，其他之面，用玻璃或木板亦可。又飼育稻等之害蟲時，須用更大而無底之箱，四圍及上部，均蒙紗者為最相宜。

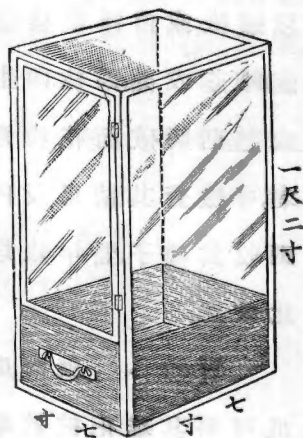


圖 12. 昆蟲飼育箱

較飼育器之更為輕便者，即於盆，鉢之上，罩以洋燈罩，其上端覆紗，用繩縛之。惟此器祇宜飼育小昆蟲。

## 飼育法

飼育昆蟲，先須於飼育箱底部放入稍濕潤土壤少



許，然後採捕昆蟲入之。但此指昆蟲之卵及蛹而言。若係幼蟲，則須供給所嗜之植物，插於箱底土壤上，或以物貯水（如竹筒），插其中，使勿速萎。開門之一面，常置暗處，每日按一定時間，開二三次，觀察其發生經過，且須常更換土壤，水，及食用之植物，並清潔箱內，及防害蟲之侵入。

飼育中，當記載昆蟲之發生經過事項，如下。且須繪畫其經過狀態。

圖 13. 輕便飼育器

- (一) 採集年月日
- (二) 被害作物
- (三) 卵之形狀色彩
- (四) 孵化之月日時
- (五) 幼蟲之經過
- (六) 化蛹之時日及其大小形狀色彩
- (七) 成蟲之時日及其形狀色彩斑紋大小
- (八) 產卵

## 第二節 蠶體實驗

## 實驗用具

今將蠶體實驗時，所需器具列舉如下：

**解剖皿** 此係長四五寸，闊二三寸，深約一寸之皿，以鐵皮或鉛皮造成，其底部則用桐木板或粘土和蜡敷之。

**解剖器** 預備解剖時，所需用之特製剪刀及小刀各二個，鑷二個，有柄針二根，小針數根。此等用具，坊間有之，多盛為一盒。

**廓大鏡** 可取有十倍內外之擴大力者。

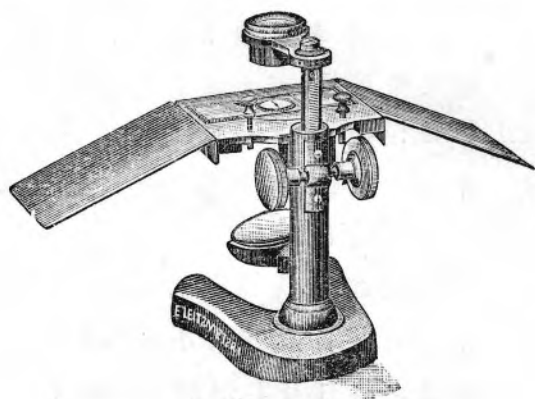


圖 14. 解剖顯微鏡圖

**解剖顯微鏡** 解剖上需低度之擴大力時用之。其構造分鏡基鏡脚二大部。鏡基由鏡脚，鏡柱，載物台(可檢物之台)，固定標本彈簧(壓應檢之物者)，螺旋等而成。鏡部雖僅用眼鏡，然若需用稍高度之擴大力時，則於圓筒上嵌以接眼鏡與接物鏡，成爲複合之靈視。使用時，從眼鏡觀之，而上下回轉螺旋，再由應檢查之物下方，利用反射鏡，由載物台之孔，射入光線，則所觀之物，清晰明瞭。但普通之解剖，僅由應檢查物之上方，受充分之光線者，則反轉其反射鏡，不使光線射入，可也。

寫生時，須備有質地緻密之西洋紙與軟硬二種鉛筆。

## 蠶體固定法

**準備** 玻杯，加熱裝置，大口瓶，量液器，水，強硫酸，苦味酸 Picronicam，酒精，蠶。

**實驗** 蠶體，實驗時爲欲解剖之而觀察蠶體內部起見，可取四眠起後二三日之蠶，絕食一日，殺而固定之。固定之法，以酒精苦味硫酸(以強硫酸二立方厘，溶於二百立方厘水中，更以苦味酸，使其盡量溶解，加水二倍與一倍之百分八五之酒精)熱之，使沸騰，將絕食之蠶(蛾或蛹亦可用此法)投其中，經四五小時，取出，復浸於百

分八五酒精中。最初每日換液二次，漸漸減之，約經一星期後，取浸於百分九十酒精中。

又有不用此藥液，而以熱水代之者。其法投蠶於內，取出，浸酒精中，如前法時時更換酒精亦可。

固定蠶體時，須將其體內水分除盡，其手續須十分熟練。若固定不得其宜，則其胃中因存有桑葉，及水分，組織必致腐壞，歸於無用。故若欲檢察蠶體某部分時，可於投入熱水後，即行解剖而將其所欲試驗之部分，取出固定之。

## 蠶 體 之 外 形

**準備** 解剖用顯微鏡，廓大鏡，解剖皿，蠶。

**實驗** 檢查蠶體之外形，須將其背面向上，正置於解剖皿上，以肉眼或用廓大鏡觀察其全形，色彩，環節，斑紋，氣門，尾刺等。次翻轉其體，觀其腹，肢，及雌雄之別。最後觀察其頭部。

**環節** 共有十二個，由第一至第三為胸部，第四環節以下為腹部，胸部前端，有黑褐色之部分，即頭部也。

**斑紋** 胸部與腹部皆有之。在胸部者稱馬蹄形斑紋，在腹部者稱半月形斑紋。其形狀色彩等，因蠶之種類而異，可用廓大鏡詳細觀察之。

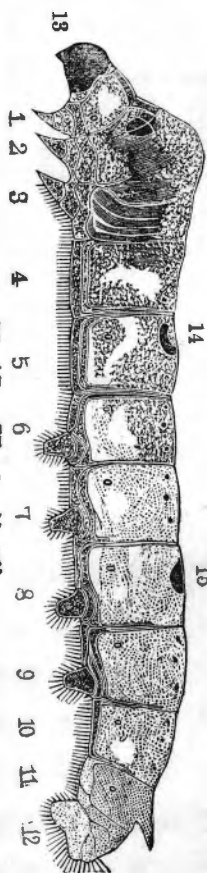


圖 15. 蠶之外形

1—3. 胸脚 4—9. 腹脚 10. 尾脚 11. 頭部 12. 胸部 13. 腹部  
 14. 第一半月形斑紋 15. 第二半月形斑紋

**氣門** 第一環節有一對,由第四環節至第十一環節之各環節,各有氣門一對(實驗蠶之內部時用此法尤便),其薄類似皮膚,可用刀切下,在顯微鏡中檢查之。有時為橢圓形,四周有粗黑邊,中央有縱裂孔,裂孔周圍密生細毛,恰如網狀(參觀第21圖)。

**尾刺** 在第十一環節之上方。

**肢** 有胸部,腹脚,尾脚。胸脚由第一環節至第三環節,共有三對。腹脚由第六環節至第九環節,共有四對。尾脚即第十二環節者也。以上各肢,可由其基部切下,用廓大鏡檢查之。胸脚形小,而其端為爪狀。腹脚及尾脚形大,而下面有凹陷,其內有曲針。

**雌雄之別** 觀第十一第十二環節之腹部,可鑑別之;雌者在第十一第十二環節之腹皮上,各有一對小環,(如下圖)雄者無之。



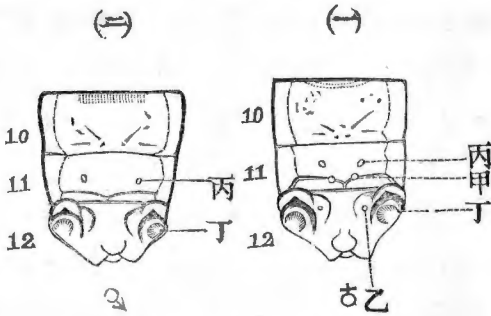


圖 16. 蠶 之 雌 雄

甲,乙,雌體固有之小點。丙,丁,雌雄共有之斑點。10,11,12,環節數。

頭部 切下其頭部,用廓大鏡觀之,可見其口器,單

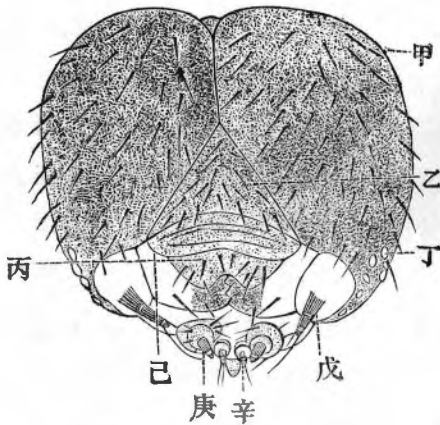


圖 17. 蠶 之 部 頭

甲,顛頂板 乙,顛頂間板 丙,上唇 丁,單眼 戊,觸鬚 己,上顎 庚,下顎 辛,下唇。

眼,顱頂板,顱頂間板等。更以解剖顯微鏡,檢察其口器,用有柄針小刀等解剖之,可見其上唇,上顎,下顎,下唇,下顎鬚,吐絲口,觸鬚等。

## 蠶體之內部

**準備** 解剖用顯微鏡,廓大鏡,解剖器,解剖皿,水,蠶。

**實驗** 先放水於解剖皿中,以能浸覆蠶體爲度,將蠶正置皿中,背部向上,其頭部與尾部,各以小針用力插之,固定於解剖皿內。次用解剖剪刀,剪斷其尾刺,剪刀由切破處入,其時務須小心從事,勿傷其內臟,沿背線而剪開其皮部(剪刀入之過深,則破壞胃壁,過淺,則筋肉尙有遺存,難見其內臟),用有柄針與鑷,徐徐開之,至第二環節之兩旁,各用小針釘住,則可洞見其內臟。次於第十一環節處,亦以小針釘其兩旁,則內臟更爲顯然。若仍有不便時,可於第六環節處,以小針同樣釘之。

**消化器及馬爾披格氏腺** 觀察其內部時,中央有帶稍青色之長圓筒,其左右有白色回轉之紐狀物,中央之長圓筒爲消化器,始於咽喉而終於肛門,分前胃,中胃(中胃即普通之胃,前胃分咽喉及食道,後胃分小腸,盲腸,直腸),後胃。回轉之紐狀物爲附着後胃之一對細曲管,與位於消化器下方而連於口部之一對稍大曲管,前

者稱馬爾披格腺，後者稱絹絲腺。

絹絲腺 用鑷將消化器及馬爾披格氏腺緩緩除

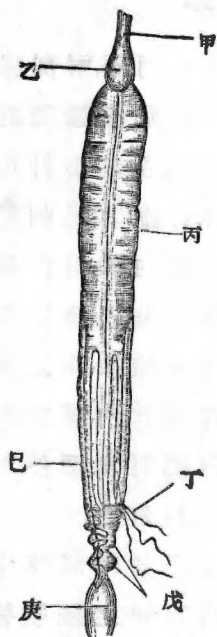


圖 18. 蠶之消化器

甲，咽喉 乙，食道  
丙，胃 丁，小腸 戊，  
盲腸 己，直腸 庚，馬  
爾披格氏管。

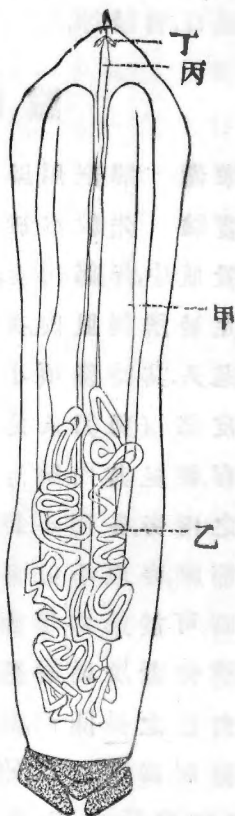


圖 19. 蠶之絹絲腺

甲，貯絲囊 乙，分  
泌管 丙，排絲管 丁，  
吐絲口。

去之，則可見絹絲腺之位置。解剖之，則絹絲腺由左右相同之一對而成，後部殆以同樣之大而屈曲連亘終於盲管，中部最膨大，前部稍細，最後左右相合，連於吐絲口，試一一觀察之。其後部稱分泌管（又曰後部絲腺），中部稱貯絲囊（又曰中部絲腺），前部稱排絲管（又曰前部絲腺）。更切斷絹絲腺之一部。用顯微鏡觀察之，此絹絲腺之彎曲二個細胞，由左右結合而成爲管狀，惟貯絲囊之細胞，爲多角形，且大而扁平。

**神經系** 次緩緩去其絹絲腺，用有柄針或鑷，提起腹腺處之筋肉而解剖之。則可看出其白色而細之縱走腺，即神經絲也。將神經絲取出視之，或用廓大鏡解剖顯微鏡，皆可見其由二條細絲而成。在最後二環節部分之外，各環節皆有一神經球，由神經球更分爲多數神經枝於全體。又解剖

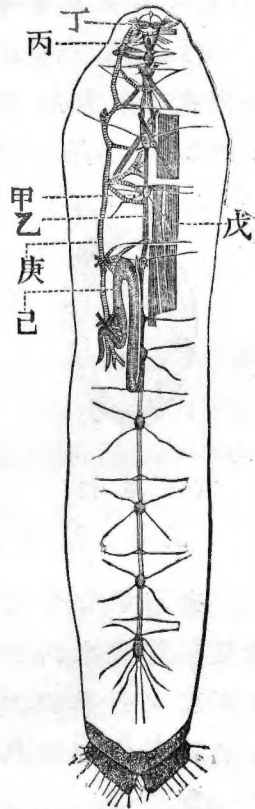


圖 20. 蠶之神經系

甲，神經球 乙，神經絲  
丙，食道下神經球  
丁，腦 戊，筋肉 己，絹絲腺  
庚，氣管。

其頭部，以顯微鏡觀之，每通過神經絲處，以有柄針徐徐解剖之，則可見其頭部神經。

**呼吸系** 觀切開之腹部兩側面，有縱走之黑線，即氣管也。沿氣管解剖之，則可見氣管與各氣門相通(此時可實驗氣門)，有多數之氣管枝。



(一) 氣 門                      (二) 氣 管

圖 21. 蠶 之 氣 門 與 氣 管

次取氣管，切其二環節，以鏡檢之，先見氣管膜之內部，由螺旋狀物質而成。更就氣管熟視之，可見氣管中無螺旋狀物質之部，即灰白色部也。

**背脈管** 另取一蠶，照前法切開其腹部，徐徐去其絹絲腺，消化器等，用解剖顯微鏡照之，以有柄針或鑷注意撥其背線處而解剖之，則可見有白色

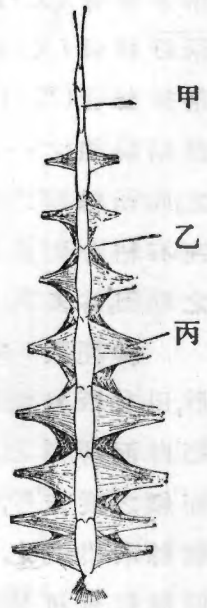


圖 22.

蠶 之 背 脈 管  
甲，血管 乙，瓣  
丙，扇狀筋。

扁平而成之紐狀物，即背脈管也。背脈管從頭部而通於第十一環節，然為薄膜所成之細管，故解剖時，稍不注意，即有切斷而不易看出之虞。

〔應用〕 照本節之實驗法，可解剖蠶蛾，蠶蛹，蠶卵及其他昆蟲等小動物，實驗之。

### 第三節 微生物之實驗

#### 顯微鏡之裝置

顯微鏡有「載伊司」「拉意茲」「拉海德」「克拉斯」等製品，厥中最精巧者。雖為「載伊司」式，然其價值昂貴，故通常多用「拉意茲」製與「拉海德」製者，近來「克拉斯」製者亦漸使用。然其種類雖異，其原理則一也。

今就其構造簡單者，略說明之。

顯微鏡分鏡基與鏡部兩部分（解剖顯微鏡同）。鏡基由鏡腳，鏡柱，載物臺，固定標本彈簧，遮光器，反射鏡，鏡鞘，微動螺旋等而成。鏡柱為支持顯微鏡全體之要部。載物臺為置切片之處，將固定標本彈簧壓其上，即不移動，其中央小孔，可供射入光線之用。載物臺裏面之遮光器，可以加減載物臺孔之大小，而調節射入之光線。載物臺下方，由鏡柱伸出之鐵杆，以支持反射鏡，鏡一為平面，一為凹面，可回轉自在，以供光線射入玻片標本之用。鏡鞘

者,支持鏡部。微動螺旋者,借回轉之力,可使鏡部與鏡鞘,共相上下也。鏡部由鏡筒,接眼鏡,接物鏡而成。接眼鏡插入鏡筒之上端。接物鏡有螺旋,而嵌於下端。

顯微鏡之擴大力,雖因鏡筒長短而生強弱之差,然仍視接物鏡與接眼鏡組成之倍數如何為主,而其組成倍數,與擴大力之關係,又因顯微鏡之種類而各異。今將普通所用之組成之力,略舉於下:

載 伊 斯

接眼鏡 接物鏡	2	4	5
AA	54 <sup>倍</sup>	91 <sup>倍</sup>	134 <sup>倍</sup>
DD	220	390	550
E	340	600	680

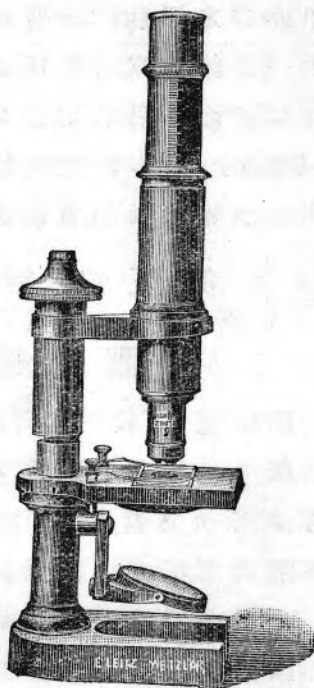


圖 23. 顯 微 鏡  
雷 海 爾 德

接眼鏡 接物鏡	II	IV	V
3	60 <sup>倍</sup>	95 <sup>倍</sup>	130 <sup>倍</sup>
5	190	310	430
8a	390	640	880

拿 意 茲

接物鏡 \ 接眼鏡	III	IV	V
3	80 倍	105 倍	190 倍
5	250	325	420
7	450	600	980

克 拉 斯

接物鏡 \ 接眼鏡	37	25	18
18mm.	74 倍	96 倍	130 倍
5mm.	315	410	550
3.2mm.	460	600	800

上為鏡筒長 160 耗之倍數也。

## 顯 微 鏡 之 使 用 法

使用顯微鏡，須擇明室北側去窗稍遠之處，置於不動搖之桌上。裝置時，須用清潔曬乾之柔軟綿布，或極柔之鞣皮，逐件揩拭，置之桌上。次取接眼鏡揩拭後，插入鏡筒上端，將鏡筒稍稍拔上，再拭其下端，安上接物鏡。於是手握鏡筒，緩緩如螺旋狀使之滑動，至接物鏡近於載物臺為止，用左眼向鏡中觀之，迨反射鏡與遮光器調節後，乃將玻片標本置載物臺上，緩移鏡筒，先求微茫之像。次用左手回轉微動螺旋，用右手使玻片標本稍稍移動，而求鮮明之像。實驗既終，乃將顯微鏡回復原狀，先稍拔上鏡筒，去其接物鏡，再將鏡筒，一一小心拭之，然後納入匣內一定之處。

使用顯微鏡時，特須注意之事項如下：



(一) 因觀察物之種類,而必須有適度之擴大力,但其初須用低度鏡頭,觀其大體後,再換其他高度之鏡頭而細察其一局部。此種注意,初學者不可不知。

(二) 安置玻片標本於顯微鏡,而觀察該物時,必先手握鏡筒,徐徐移動,而使接物鏡與玻片標本十分接近。次觀鏡筒之內,如前緩抽鏡筒,僅求微茫之像,再回轉微動螺旋,而求明瞭。又當鏡部向下時,恐有接物鏡與玻片標本抵觸,傷及鏡頭,或玻片標本破損之虞。且用高度鏡頭時,接物鏡與玻片標本之距離必近,故移動鏡部時,不可不特別注意也。

(三) 用高度鏡頭時,必借凹面反射鏡之力,并縮小遮光器之孔(但擴大度雖同,而檢察染色標本時,較檢察無色標本時之孔為大)。反之,用低度鏡頭時,遮光器之孔,可放大。其用百度以下鏡頭者,須使用平面反射鏡。

(四) 現於顯微鏡內之像,常為倒影,故觀其像之右方時,必將玻片標本移向左;欲觀其前方,可將玻片標本移向後面;欲觀像之左方或後方時,亦可準用此理。

(五) 將顯微鏡移至他處,必挾載物臺於食指及中指之間,而握其支柱。

## 玻片標本之製法

取檢察物數片，並列於載玻璃之中央，注蒸餾水一滴，然後將蓋玻璃細心覆之。此時當注意之事項如下：

(一) 作玻片標本時，若為孢子，花粉，膿汁等材料，可用小刀或鑷，有柄針取之，若為植物之組織，切為薄片。切薄片法用銳利之西洋剃刀，將接骨木髓，從中央剖開，挾



圖 24. 切薄片法

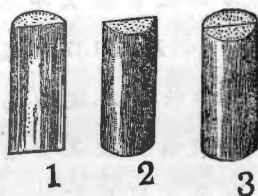


圖 25.

接骨木髓之切法

1, 2, 割接骨木髓狀  
3, 接合之狀

入檢察物之材料(挾於髓中須適當，以便切截)，連同骨髓極薄截切(切薄片須甚熟練)，用有柄針或小刀尖端，將薄片剔出。

(二) 製作玻片標本時，須將蓋玻璃，靜覆其上，若稍粗率，則滴下之蒸餾水中，必含有小氣泡，而標本中必致

現出中央透明而帶光澤，周圍黑暗，之小圓體。



圖 26. 玻片標本

(三) 製作玻片標本時，所滴下之蒸餾水略多，溢於蓋玻璃之外，宜以吸水紙吸之。若水量太多，即須另製。

注意 1. 載玻璃，有正方長方各種，普通為長方形，且以無色者為佳。其厚約須 1.2 耗，若超過 1.5 耗，即不適用。蓋玻璃有方形圓形及大小各種，然普通用 18 耗正方形者，其厚約為 0.15 乃至 1.17 耗。此等玻璃，皆須用洗淨曬乾綿布，先行揩拭，然後用之。載玻璃須放入盛有酒精之玻杯或大口瓶中，蓋玻璃須放入盛有酒精之玻璃製之小盒內，應用時，用鑷取出，用脫脂棉（醫藥用），揩拭十分清潔，然後使用。用畢，復浸入酒精中，以供下次之用。又載玻璃久納匣中，則不透明，久浸酒精中亦然，此蓋由於石灰鹽之沈着故也。若浸於稀硝酸或稀鹽酸中，可免此弊，（或速取出置於空氣中亦可）。由是更用水洗去酸之痕跡，方可使用。

注意 2. 西洋剃刀須常磨，磨時，支持革砥，刀背在移動之方向之前，用力須平均。

## 微 粒 子

準備 乳鉢及乳棒，（須用特製者），載玻璃，蓋玻璃，

解剖器,蒸餾水,水,微粒子病蠶。

**提要** 微粒子病者,因原生動物所寄生而生者也。凡蠶之幼蟲,成蟲,卵等,爲此病所侵染者,均可供實驗之用。

**實驗 1.** 先就幼蟲實驗,取罹病之蠶解剖之,觀其絹絲腺。其被害之部分,腫起而呈乳白色。次用刀或針之尖端,取其一部分,作爲切片標本,於四百五十倍許顯微鏡中照之,見有帶一種光澤之橢圓形小球,即微粒子也。

**實驗 2.** 次就蛾,蛹,卵等實驗。取蛾及蛹解剖之,檢其生殖器,消化器,絹絲腺等。如上述之法(蛾之尾部尙有卵者,可供實驗),取蠶卵紙上所落下之卵四五粒,置乳鉢中,注蒸餾水數滴,研碎,取其一滴,作成玻片標本以顯微鏡照之,則見大小種種稍帶黃色之小粒間,有微粒子存在。此黃色小粒,即卵黃球及脂肪球也。若稍加苛性鉀,以脫等於脂肪球上,則立見消失。卵黃球之大小不一致,是其特徵也。

[應用] 膿病菌 取膿蠶,用小刀或針之尖端,刺破其皮部,而洩其膿汁,製爲玻片標本,置顯微鏡下檢之。

## 麥 奴 菌

**準備** 顯微鏡,載玻璃,蓋玻璃,西洋剃刀,解剖器,蒸餾水,被害標本(大麥裸黑穗,大麥堅黑穗等)。

提要 麥真菌種類甚多，今就大麥之裸黑穗病菌等略述之。

**實驗 1.** 大麥之裸黑穗病菌，若發生於大麥及裸麥時，則全穗悉成爲濃茶褐色粉末。當抽穗之始，雖僅包以薄膜，未幾膜破，其內粉狀物飛散，一屆收穫時期，則惟餘花軸而已。今試取落下之濃褐色粉末，置載玻片上，製成玻片標本，以顯微鏡檢之。則見爲橄欖色卵形，或橢圓形之孢子。孢子表面，有微細之突起，一方稍帶淡色。濕時，即由此部生前菌絲。

**實驗 2.** 大麥之生堅黑穗病菌者，其穗粗短，而包於長葉鞘中，出現稍遲於健全之穗。但罹此病者，由一粒種子，而漸及於全株者甚少。大抵因一株中生被害穗與無害穗，或一穗中生被害粒與無害粒而已。被害部分，以白膜包之，其質甚堅，黑粉不易飛散。今取其粉末，作爲玻片標本，以顯微鏡檢之。多爲球形或卵形，呈暗褐色表面平滑之孢子。濕時，則生前菌絲。

## 稻熱病菌

**準備** 顯微鏡，載玻璃，蓋玻璃，西洋剃刀，接骨木髓，解剖器，蒸餾水，被害標本(罹稻熱病之稻)。

稻熱病有苗熱病，葉熱病，肥熱病，冷熱病，穗首熱病

等。此病若發生於苗圃時，其初葉之裏面生暗褐色斑點，最後各斑點相連，全葉至呈黃褐色。若發生於本田時，其初葉面生不規則之病斑，漸次增大，而其裏面現綠褐色粉末狀之孢子，病葉漸為茶褐色。病侵於穗，則其部分為黑色，終必摧折，致新稻不得登場，悉變為白穗。

**實驗** 今製成病斑部之切片，或取病斑部粉末狀物質，製成玻片標本，以顯微鏡檢之。則見擔子梗上，生有孢子。擔子梗為由葉之氣孔，各生出五六本者。孢子呈淡煤煙色，其形長，似梨，而由三房而成。以水濕之，發芽頗易。

## 根瘤黴菌

**準備** 顯微鏡及一切檢查器具，昇汞水，酒精，小刀，酒精燈，時計冊，豌豆或大豆之根。

**實驗** 取豌豆或大豆稚苗，觀其根部，有大如球狀之根瘤。取此根瘤洗之，浸於二千倍之昇汞水與酒精中，約四分鐘時，取出，置火焰中，其所附着之酒精，燃燒後，再用殺菌之小刀切開，取出其內容物，移於載玻璃上，作成玻片標本，然後以顯微鏡檢之。可見根瘤菌多為桿狀之小體。

**注意** 此材料所以不取十分成長作物者，以根瘤菌過於老成，則其內容物即溶解故也。

## 第 四 章

### 土 壤 實 驗

#### 第 一 節 試 驗 土 之 調 製

**準備** 乳鉢,木杵,孔徑0.5耗之篩,土壤。

供實驗之土壤,須於許多土壤中,選擇其可為標準之一塊,置空氣中數日,俟乾,入乳鉢內,以木杵輕壓使碎,始可實驗。至用於化學實驗者,更須以孔徑0.5耗之篩,篩去其大粒,惟取細微土可也。

**注意** 土壤中凡粒徑4耗以上者,稱曰石礫。4耗以下者,稱細土。細土中0.5耗以下者,特稱曰細微土。細土又分粒徑0.05耗乃至4耗土,與0.05耗以下土,前者稱為砂子,後者稱黏質物。

#### 第 二 節 理 學 的 實 驗

##### 土 壤 之 比 重

**準備** 天秤,黃銅製圓筒,乾燥器具,試驗土壤。

土壤比重,有假比重,與真比重二種。

**實驗** 測定土壤假比重之法,先以細微土,滿置於百立方糲之黃銅圓筒(參觀第30圖),用百度以上溫度,

使其十分乾燥(水分量在攝氏百度以上之溫度者乾而量減)，時時稱之，至重量無變動時，即其真重量也。由是減其容器之重量，而以其容量之百數除之(精密計算之，則先稱其一定土壤之重若干，次稱減其所含水分之量，而除其容量，即得)。惟裝入土壤之時，其方法不同，重量因亦差異，故粗土與密土常有差別。如為粗土，先將土壤裝滿圓筒內，置於桌上，輕叩數次，如有空隙，再填補之，以定規除去其過剩者。如為密土，將土壤裝入圓筒後，輕叩多次，務使其填滿。故土壤之假比重，粗土較密土常有差異。

粗土在百立方糵乾燥土之重量……A

密土在百立方糵乾燥土之重量……A'

$$\text{粗土之假比重} = \frac{A}{100}$$

$$\text{密土之假比重} = \frac{A'}{100}$$

注意1. 凡欲測土壤之比重者，須就同一之土，行同一方法試驗之，然其間仍有差異。故欲得其精確，須反復行至五次以上而取其平均之數。

注意2. 欲使土壤乾燥，其最輕便器具，莫如用焙籠，然如需十分乾燥，在攝氏百度以上之溫度時，則宜用下圖(乙)或(甲)二器，放土壤於其中，熱之。但(甲)器仍不能昇至攝氏百度



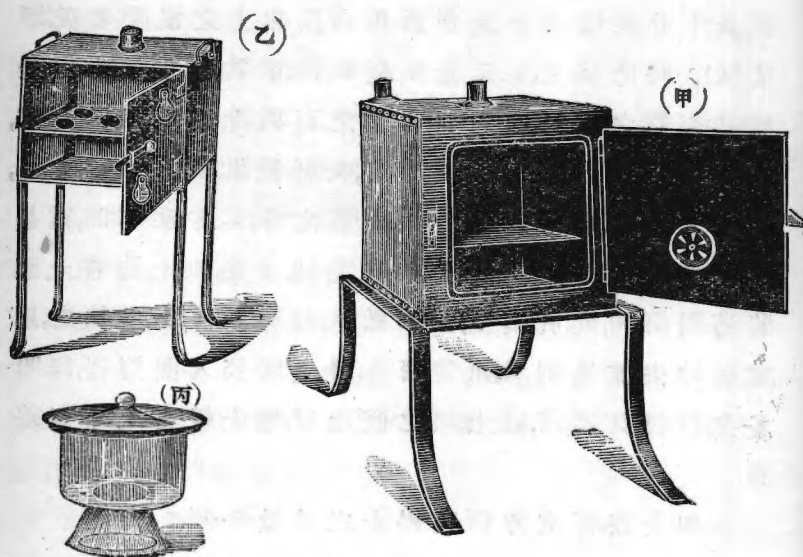


圖 27. 乾 燥 器 三 種

以上之溫度。又將土壤或其他欲乾燥之物搬移時，須放置於(丙)器內，以防吸濕。(丙)器上部有密着之蓋，其圓筒下部，置有濃硫酸，或浸過濃硫酸之浮石，及氯化鈣之類，中段隔以銅絲網，有孔玻璃板，或有孔陶器板，以便放置乾燥物於其上。

準備 2. 天秤，五百立方糲之洗滌瓶，液量器，移液管 (Pipette)，水，試驗土。

實驗 2. 以試土二百克，入於五百立方糲洗滌瓶



圖 28.  
移液管



圖 29.  
液量圓筒

(參觀第 43 圖) 中,注清水,用液量器或移液管量之,務使水面達於洗滌瓶之標線。所注加之水,若比五百立方厘米減時,則得試驗土二百克與試土所容之水量,然以注加之水量,除二百克亦可。

準備 3. 天秤,玻璃杯,比重瓶,水,加熱器具,試驗土。

實驗 8. 測定真比重之法,照實驗(1)用曾經 110 度溫度所焙乾土壤 5 克至 10 克精密計算其重量,放於比重瓶中,加水(精密則用蒸餾



圖 30. 甲,黃銅製圓筒。乙,丙,比重瓶。

水)，約八分許，置砂皿(見第38圖)之上，俟水沸騰，以熱水注入比重瓶內。次取其瓶，置水槽中，使冷至17.5度。此時瓶內水量稍減，放加入豫先所作成之熱水，以調整瓶內水量。次由水槽中，將瓶取起，用布拭乾稱之(此與測土壤比重同，須反復行至五次，而取其平均量)。次傾棄瓶內熱水及土壤，另易新水，照前法手續行之，可稱出17.5度時之重量。然後由下列算法，而知其真比重(參觀第6頁種子之比重)。

$$\begin{array}{r}
 \text{土壤之重} \dots\dots\dots G \\
 \text{比重瓶內入水及土壤之重} \dots\dots\dots P \\
 \text{比重瓶內盛滿水之重} \dots\dots\dots F \\
 \text{土比重} \dots\dots\dots \frac{G}{F+G-P}
 \end{array}$$

## 土 壤 之 毛 細 管 引 力

準備 1. 玻管，濾紙，白洋布，絲線，玻管架，水鉢，土壤，水。

實驗 1. 取玻璃圓筒(或用試管亦可)一個，其下端敷以濾紙，更用白洋布覆之，用絲線固縛，作底。放入土壤，用手持住或用漏斗台支持之，其下端入於盛水器中。則水因毛細管引力作用，而上昇管內(圖31)。



圖 31.

毛細管引力引水上升之狀



圖 32. 水被吸上作物生育之狀

**準備 2.** 花盆, 栓, 濾紙, 玻管, 白洋布, 絲線, 盛水鉢, 水, 試驗土, 陸稻或大麥之種子或苗。

**實驗 2.** 取稍淺之花盆或鉢, 於其下底之孔, 插入二尺許玻管, 以栓嵌之。管之下端, 照前法以白洋布包縛, 將土壤放入花盆及細玻管中, 用如上圖高約二尺許三脚架支持之。再用一玻杯, 盛水, 浸細管之下端。此花盆中栽以發芽陸稻或大麥種子, 以及其他之幼苗。玻杯中之水, 時時注意不可缺乏, 則土壤因有毛細管引力作用, 而將水上升至管內。盆鉢中之作物, 緣是以生育。

準備 3. 玻管,濾紙,白洋布,絲線,玻管架,水槽,水,試驗土。

實驗 3. 欲精密試驗土壤毛細管引力,以直徑 1 糎乃至 2 糎長 1 密達之無底玻管,同前法以白洋布包縛作底,由管之上端,徐徐放入試驗土,直插於玻管架上,

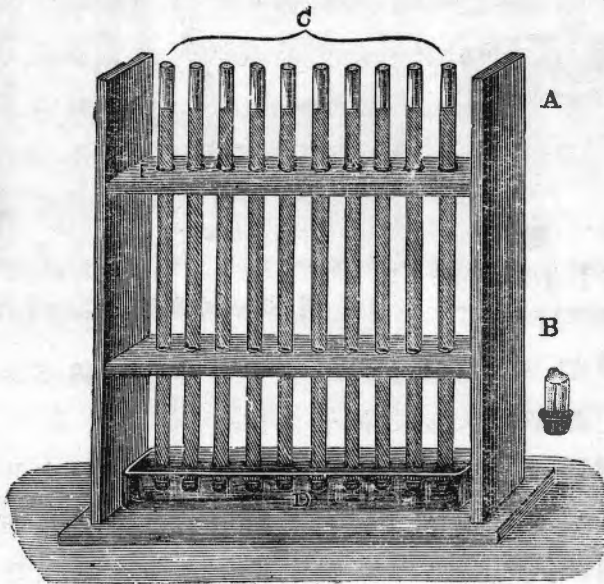


圖 33. 用各種玻管試驗毛細管引力

A. 玻璃管架 B. 玻璃管之底 C. 玻璃管  
D. 玻璃水槽 E. 支持玻璃管之架

其下端浸於水槽中(水槽內之水面,須均平,最好用「馬

利渥脫]瓶 Mariotte) 約 2 呎許,則可見水上昇於管內之速度及限度。

〔應用〕毛細管之引力作用,因土壤之種類及組織等而異,故應用實驗(1)(3)兩法,而於下列數項,可比較水上昇於管內之速度及限度。

- (一) 性質差異之各種土壤。
- (二) 同種類土壤之粗土與密土。
- (三) 同種類土壤內所含濕氣之多寡。

## 土壤之保水力

準備 1. 漏斗台,圓筒或洋燈罩,液量器,玻杯,濾紙,白洋布,絲線,試驗土(土壤過於黏重,則水難滲透,實驗徒費時間)。

實驗 1. 將無底圓筒或倒立之洋燈罩(用漏斗亦可)下端,照前法以白洋布,包縛作底,放入試驗土,以漏斗台支持之,注適宜之水,圓筒下,承以玻杯。此時水滲透土壤,而由下端漏出。試計算漏出之量,與所注加之量比較,則可知水因土壤之保水力的作用而保有也。

〔應用〕由此實驗,可知土壤有透水性。又種種土壤,經比較實驗後,而知其保水力及透水性,恒因其種類組織等而差異也。

準備 2. 圓筒(高徑各 5 糎)二個,紙,漿糊,濾紙,白洋布,絲線,平皿,乾燥器(用第 27 圖中之乙種即可),天秤,試驗土,水。

實驗 2. 欲精密試驗土壤之有保水力者,取高及直徑各 5 糎之圓筒二個,兩相重合,以紙黏貼於其接合部,使兩圓筒密接而不搖動。其一端照前法用白洋布作底,放入細微土壤,置平皿上,皿中注水,約能浸及土壤 0.5 糎,此時水漸為土壤所吸收,而達於土壤表面。經二十四小時後,從圓筒接合部,揭去黏貼之紙,使之分離,更從其兩面,取 5 克乃至 10 克之土壤秤之,用 110 度之熱,使其乾燥,如是所得前後重量之差,即此土壤所保有之水量也。故以乾燥土重量之百分率改算之,則得保水力重量百分率。

更由下列算法,而知土壤百立方糎中,所含有之水量(即容量)百分率。

$$\text{容量百分率} = \frac{\text{重量百分率}}{100}$$

〔應用〕 土壤之保水力,亦視其種類組織等而有差異,故將各種土壤,照上法實驗之亦可。

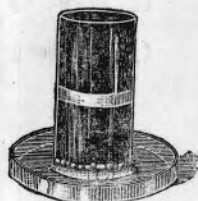


圖 34.  
示土壤保水力之裝置

## 土壤之黏着力

準備 天秤,皿,水,試驗土。

實驗 放土壤於淺皿中,稍濕以水,將天秤左方之皿底部,緊吸合於土壤之面,右皿中徐徐加增砝碼,以至左皿與吸着之土壤分離爲止,而觀察其時所現之重量,即土壤黏着力之重量也。

注意 盛土壤者,不用淺皿,而用鐵或木製之圓板亦可。

〔應用〕 應用此法,可行下列之實驗。

- (一) 土壤種類與黏着力之關係。
- (二) 同一土壤中含水量之多少與黏着力之關係。
- (三) 各種土壤含水量之多少與黏着力之關係。
- (四) 木製圓板質地之不同,與黏着力之關係。

## 土壤之色與溫度之關係

準備 花盆二個,寒暑表,碳酸鎂,炭,試驗土。

實驗 先備花盆二個,放入土壤,甲盆撒布炭屑於土面,成黑色,乙盆撒布碳酸鎂粉末,成白色。兩盆中各插入同種寒暑表,置日光中晒之,時時觀察其溫度。甲盆黑色之土壤,較乙盆白色之土壤,其溫度爲高。



### 第三節 化學的實驗

#### 化學實驗上之注意

化學實驗上應注意之事項甚多，述其主要者如下：

(一) 實驗用品，須常清潔整頓，否則反應不明瞭，且致差誤。故實驗時，須先將物品，準備完全，掃除清潔，而不紊亂，配置於實驗臺上。

(二) 洗滌曲管及瓶等，須盛以水與砂，塞其口而搖之，如是振盪數次，最後滌以清水，試驗管須用毛刷洗之。

(三) 取試驗品時，應注意之事甚多(下述之各種注

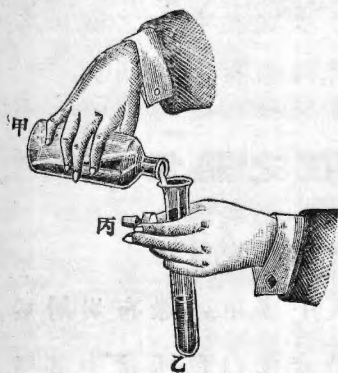


圖 35.



圖 36.

液由試瓶注入試管之狀 液由試瓶注入玻杯之狀

意,不獨試驗品爲然,凡固體或液體,欲移於他器者,皆宜如此也)。例如試品爲固體,則宜以拭淨之匙,掬取之。若爲液體,則宜以瓶口直接於試管口注入之。若將液體傾入玻杯,須以玻棒附於瓶口,使溶液沿棒而流入受器之內。惟將試驗品置於試管內供試驗時所宜注意者,即其傾入之量,不能過試管之三分之一以上。

(四) 注試藥時,須先視瓶上所貼試藥之名有無錯誤,然後以左手拇指與食指,拔去其塞,如前述之注意,徐徐注入受器中。注畢,恐瓶口尚有餘滴,乃以栓或棒撥其口使無餘滴流出,然後塞之。

(五) 加試藥於試品中,先須觀察其狀態。若無何等反應則搖盪或攪拌之。若再無效,則加熱。

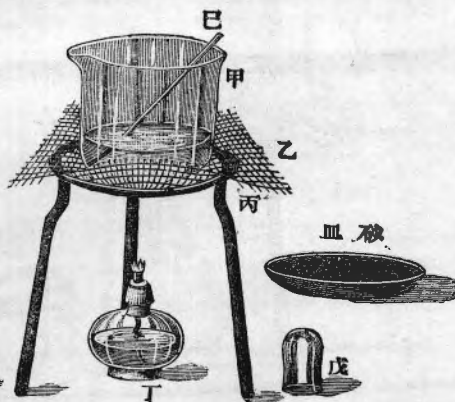


圖 37. 加熱器具

圖 38. 蒸發器具

(六) 試管加熱時,須斜持之,並時時搖盪,使上下溫度平均。若蒸發皿,玻璃杯,洗滌瓶等加熱時, (普通雖用酒精燈,但時間長久者,則用小火爐亦可)則宜置於三腳臺或蒸餾臺上,隔以鐵絲網,或敷砂皿而熱之。其欲使全行蒸發者,宜置水鍋上。欲全灼熱者,則以試品放坩堝中,用三角鐵絲支持,或載於三腳臺上熱之。

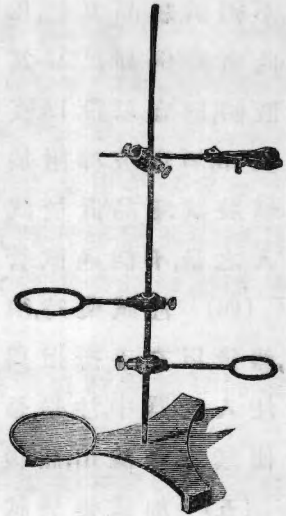


圖 39. 蒸餾臺

(七) 濾液體時,則將漏斗



圖 40. 用坩堝灼熱之器具

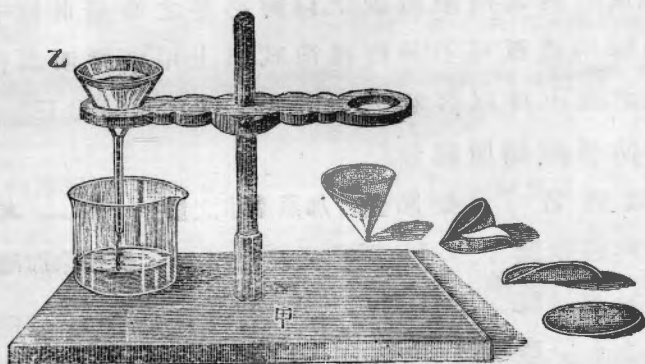


圖 41. 濾器      圖 42. 濾紙之摺法

置漏斗臺上,其下承以玻杯。杯內側附着於漏斗之下端,而將摺好濾紙,敷漏斗內。由洗滌瓶中,吹以水,僅令濾紙稍濕,得密貼於漏斗。然後將需濾過之液,從濾紙上邊,徐徐注下。

(八) 當實驗終了後,須將各種無用之液體,一併盛入預備之瓶內,而投棄之。



圖 43. 裝置曲管之洗滌瓶

### 試藥之製法

試藥為一定濃度之溶液,用純粹藥品與蒸餾水製

成者，恆盛於試瓶中而置之，以備必要之使用。此液有時特別需用濃厚，可不另行稀薄。試瓶上用紙書明為何藥品貼之，紙上再以溶解之「巴拉芬」(Paraffine  $C_nH_{2n+2}$ )塗之，以防為酸類所腐蝕。

試 藥 名	藥 品 量	加 蒸 餾 水 之 量	備 考
硫 酸	1	4	攪拌徐加硫酸
硝 酸	1	3	
鹽 酸	1	3	
醋 酸	1	2	
阿摩尼亞水	1	3	
苛 性 鉀	1	10	試藥瓶皆 不可用桂 同 上
苛 性 曹 達	1	10	
氯化阿摩尼姆	1	10	
羧酸阿摩尼姆	1	25	
硫 青 化 鉀	1	10	
氯 化 鉍	1	50	
氯 化 鈣	1	10	
醋 酸 鈉	1	10	
黃 血 鹽	1	70	
赤 血 鹽	1	100	
磷 酸 鈉	1	10	

硝酸鈷	1	10	
氯化鐵	1	10	
硝酸銀	1	40	須用有色試瓶 以黑紙包之
碳酸阿摩尼姆	1	3	更加全容量五分之一 強阿摩尼亞水置之
硫化阿摩尼姆	1	些微	

摩利波典酸阿摩尼姆(Ammonium molybdatenicum)

以摩利波典酸阿摩尼姆 15 克溶於水中，成爲 75 立方  
 糲。注於比重 1.35 之純強硝酸 50 立方糲中，更加 80% 之  
 硝酸阿摩尼姆 75 立方糲，攪之，置溫處，約一晝夜，則生沈  
 澱，濾之，即可用。

奈斯賴爾試藥(Nessleis solution) 以碘化鉀 7 克，溶  
 於 20 立方糲水中，爲甲杯，別以 3.2 克之氯化第二水銀(昇  
 汞)，溶於 60 立方糲之水內，爲乙杯。以乙杯試藥，少加於  
 甲杯時，則生赤色沈澱，未幾即消失。當其赤色沈澱，稍呈  
 消失狀態時，加入濃厚之苛性鉀液或苛性曹達液 20 立  
 方糲，更加昇汞水 1 立方糲，靜置片時，取其上層澄液，移  
 注於青色玻瓶中(此試瓶，皆勿用塞)貯之暗處。

弗林格溶液 以羅塞爾鹽(Rochelle salt) 17 克強，製  
 爲 40 立方糲溶液，再加 5 克含苛性鉀 10 立方糲之溶液，  
 另以純硫酸銅 3.5 克弱，溶於 50 立方糲水中，將此二種

溶液混和之。惟混和後，置久恐生變化，最好臨時配製。

**米倫氏試藥**(Milloin's reagent) 以水銀 20 克溶於比重 1.42 之強硝酸 40 立方糵中，臨用時，以二倍之水混和之。但米倫氏藥之反應，因含有亞硝酸，故加少量亞硝酸鉀，更佳。

**枸橼酸阿摩尼姆** 以枸橼酸阿摩尼姆 37 克，溶於 100 立方糵水中，用阿摩尼亞水，中和之，然後加水為 200 立方糵。

**亞硝酸鈷曹達** 以醋酸鈷 11.3 克，溶於百分之二十之醋酸 50 立方糵，更以亞硝酸曹達 20 克，溶於 50 立方糵之水，將此二液稱為同一分量，混和之。

**代菲尼爾阿鎳** (Diphenge Amine) 以代菲尼爾阿鎳 1 克，溶於硫酸 10 立方糵，加濃硫酸為 50 立方糵

**碘液** 以碘 1 克，溶於酒精 30 立方糵中，即得。

## 水分之檢出

**準備** 坩堝，天秤，乾燥器具，寒暑表，試驗土。

**實驗** 取試驗土少許(約二三克)入坩堝中，稱之，加百度乃至百十度之熱，使其乾燥(用乙種乾燥器，見土壤比重條)，再稱其重量，而求其初所稱量之差，即水分之重量也(參觀第 52 頁土壤假比重)。

## 有機分之檢出

準備 1. 坩堝,灼熱器具,試驗土。

實驗 1. 將前法檢出水分之土壤,置火焰上灼熱之,至全為黑色後,冷卻稱之,其重量應較未灼熱以前,所稱重量減少,即有機分之量之差也(實際上雖為有機分與化合水之量,然普通即以此量為有機分之量也)。

注意 此實驗欲其十分精密,須於灼熱之後,俟其冷卻,稍滴入炭酸阿摩尼姆溶液,而濕之,再乾燥之,以溫度150度上下之火,熱至紅赤,經一二分鐘,去火,使冷,而稱之,方佳。其加炭酸阿摩尼姆者,蓋於灼熱時,補給炭酸之損失也。

準備 2. 天秤,裝置安全漏斗與曲管之洗滌瓶,橡皮管,重鉻酸鉀,硫酸,石灰水,加熱器具。

實驗 2. 土壤之有機分,多存在腐植質中,故行此分解實驗,可以觀其炭酸氣發生與否並鑑識有機分之有無也。

法以試驗土約20克,置洗滌瓶中,加重鉻酸鉀約10克,插入安全漏斗與曲管,塞以栓,加以等量之水之淡硫酸,由安全漏斗注入,稍熱之。若土壤中含有腐植質時,則分解而為炭酸氣,由曲管漏出,曲管下接有橡皮管,通於石灰水中,故此時石灰水生炭酸石灰之白色沈澱。



注意 若試驗土含碳酸鹽時，可豫加亞硫酸液，磷酸液，等，俟碳酸氣驅出後行之。

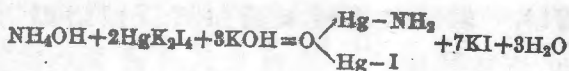
## 氮素之檢出

準備 1. 玻杯，加熱器具，濾器，試管，奈斯賴爾試藥，試驗土（務擇肥沃者），水。

土壤中氮素，若有阿摩尼亞性或硝酸性者，可於實驗前，將試驗土入玻杯中，加水煮而濾之，其液曰土壤浸出液。

實驗 1. 土壤阿摩尼亞性氮素之檢出法，可取浸出液若干，入試管中，加奈斯賴爾試藥。若土壤中有此氮素，則生赤褐色沈澱。

注意 欲比較觀察化學上之反應，可用阿摩尼亞水或氯化阿摩尼亞，其變化如下：



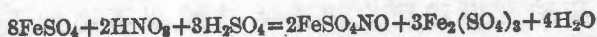
準備 2. 試管，綠礬，強硫酸，土壤浸出液。

實驗 2. 土壤硝酸性氮素檢出法，取浸出液若干，入試管中，加綠礬溶之。次將試管稍斜，而沿管側徐徐注入強硫酸，此時硫酸沈於管底，二液之接觸部，生褐色圈。

準備 3. 試管，「代菲尼爾阿銘」，土壤浸出液。

實驗 3. 又法,以「代菲尼爾阿銘」之強硫酸溶液少許,入試管中,加浸出液若干,亦可試出,惟此時液呈青色。

注意 因欲反復比較觀察其反應,可用硝酸或硝酸鉀之淡溶液,照實驗(2)實驗之,其變化如下,並生「尼多羅希爾」鐵之褐色圈。



## 無機分之檢出

### (甲) 預備及硅酸

準備 玻杯,加熱器具,濾器,水鍋,蒸發皿,攪拌棒,濃鹽酸,強硝酸,水,試驗土。

實驗 取試土少許,入玻杯中,加濃鹽酸,煮約一小時,加水使稀薄,濾之。其濾液放入蒸發皿,加少量強硝酸置於鍋上,時時攪拌,使其蒸發,更加少量強鹽酸,而使之全行蒸發乾燥。於是將剩於蒸發皿底之物,碎為粉末,再加少量強鹽酸(須俟蒸發皿稍冷),使蒸發乾燥。如是者反復數次(最後加強鹽酸時無須俟其十分乾燥,惟至無鹽酸氣味時,即可)後,加稀鹽酸,置鍋上溫之,更加溫水攪

拌之，復移於玻杯，再加稀鹽酸於蒸發皿溫之，並少加溫水，以之移於先前之玻杯內，使蒸發皿中無剩餘物（加稀鹽酸後，能於一次使蒸發皿中，無剩餘物者，為佳）。次將玻杯中之液，煮沸片時，俟冷，而上層有澄液透明時，濾之。濾過後，觀濾紙上之白色粉末，即硅酸也。濾液須區為二分（第一液第二液），以備下之實驗。但當土壤之鹽酸浸出液中，檢出以下諸物質時，以簡易為主。其法將土壤用強鹽酸煮而稀薄之，因除去硅酸，則不必如上述之複雜手續矣。

## (乙) 錳，石灰及苦土

**準備** 試管，玻杯，加熱器具，濾器，碳酸曹達，或苛性曹達，醋酸曹達，溴素，水，醋酸，羧酸阿摩尼姆，阿摩尼亞水，磷酸曹達，水，土壤液。

**實驗** 以第一液入玻杯中，溫之，少加碳酸曹達溶液或苛性曹達溶液時。其初雖生沈澱，然旋即消失，宜漸加之，俟其沈澱溶解為止。次加入醋酸曹達溶液，熱之（熱後，使沈定，而其上之液，非無色透明，即不中和，成績常不良好），則錳，石灰，苦土，溶解。僅存鐵，礬土，磷酸等沈澱。濾之，以其沈澱物，貯於一處，先取其濾液，而行錳，石灰，苦土之實驗。

濾液中加溴素水，用鍋煮片時，如有錳存在，則生水酸化錳之褐色沈澱。

注意1. 行此實驗時之比較觀察材料，可用硫酸錳或氯化錳，其化學變化如下：



注意2. 錳存在土中極微，故不可不注意觀察。又加溴素水後，加熱，使保持一晝夜。約六十度之溫度，則其反應，更為明瞭。

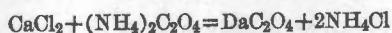
注意3. 亦可依下列方法實驗之：

1. 取濾液或沈澱，溶於鹽酸中，加硫化阿摩尼姆，則生帶白色之沈澱。此沈澱易溶於醋酸。

2. 以錳鹽少許，懸於硼砂球，熱之，則呈紫色。

次濾而蒸發之，使其液濃厚，加醋酸，成酸性，更加適量碳酸阿摩尼姆，加溫。如土壤中有石灰存在，則生碳酸鈣之白色沈澱。

注意 此實驗之比較觀察材料，可用氯化鈣溶之，加碳酸阿摩尼姆。其化學變化如下：

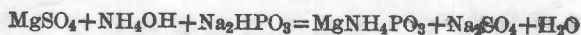


但此沈澱有溶於硝酸，不溶於醋酸及碳酸之特徵。

次濾之，去其白色沈澱，於濾液中加多量阿摩尼亞水，使為強鹼性，再加磷酸鈉。如土壤中有苦土時，則生磷

酸阿摩尼姆鎂之白色沈澱。

注意 此實驗之比較觀察材料，可用硫酸鎂。加鎂鹽少，則須繼續攪拌。其化學變化如下：



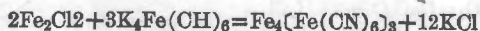
### (丙) 鐵，礬土及磷酸

準備 玻杯，試管，濾器，加熱器具，硝酸，苛性鉀，鹽酸，阿摩尼亞水或苛性曹達，摩利波典酸阿摩尼姆溶液，水，土壤液。

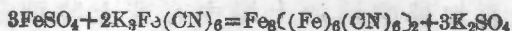
實驗 先取貯置於漏斗中之沈澱，注溫水，洗二三次，入玻杯中，加硝酸溶之，用以為試液，行下之實驗。

以試液少許，入試管中，加黃血鹽，如土壤中有鐵存在，則生青色沈澱。

注意1. 此實驗之比較觀察材料，第一鐵化合物可用綠礬；第二鐵化合物可用氯化第二鐵。此等中加黃血鹽時，則第二鐵呈深青色，第一鐵呈淡青色。第二鐵所生化學變化如下：



注意2. 第一鐵中加入赤血鹽，則常呈深青色，其化學變化如下：



注意3. 亦可由下列之法實驗之。

即第二鐵化合物加硫青化鉀,則呈紅色。以3克乃至5克之苛性鉀,溶於約50立方厘米水中,煮沸,加試液,攪之,生水酸化鐵沈澱。濾之,取其液,加鹽酸,使成中性,稍加阿摩尼亞水或苛性鉀液。如土壤中有礬土存在,則生水酸化鉛之白色沈澱。

注意1. 此實驗之比較觀察材料,可用明礬。其化學變化如下:



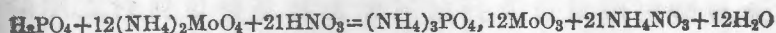
注意2. 此沈澱在苛性鉀溶液中亦生之,惟試藥過多則溶解。

注意3. 亦可依下列之法實驗之。

以鋁鹽置木炭上,用吹管吹入火焰,灼之,俟冷,滴硝酸銨數滴,則呈青色。

入試液於試管中,加摩利波典酸阿摩尼姆熱之。如土壤中有磷酸存在,則生磷摩利波典酸阿摩尼姆之黃色沈澱。

注意1. 此實驗之比較觀察材料,可用磷酸或磷酸鈉。其化學變化如下:



注意2. 行此實驗,無需採過量之試驗品。

## (丁) 硫 酸, 鈉 與 鉀

**準備** 玻杯, 試管, 加熱器具, 濾器, 白金絲, 鈷玻璃, 氯化鉍, 阿摩尼亞水, 鹽酸, 炭酸阿摩尼姆, 蓆酸阿摩尼姆, 亞硝酸鈷及鈉, 酒石酸, 酒精, 水, 試液。

**實驗** 入第二液於試管中, 加氯化鉍, 熱之。如土壤中有硫酸存在, 則生硫酸鉍之白色沈澱。

但欲行稍精確之實驗者, 宜取第二液有極微之阿摩尼亞臭時, 加阿摩尼亞水, 煮沸, 使其臭味消失, 濾過沈澱物, 再蒸發其濾液, 變為濃厚之液, 加鹽酸, 使成酸性, 煮沸之, 加氯化鉍。如土壤中含有硫酸, 則生硫酸鉍之白色粉狀沉澱。

**注意1.** 此實驗之比較觀察材料, 可用硫酸鉀, 酸硫鈉等。其化學變化如下:



**注意2.** 亦可依下列之法實驗之。

加醋酸鉛於硫酸鹽中, 則生白色沈澱。此沈澱溶於苛性鉀, 不溶於硝酸。

既濾過硫酸鉍之沉澱後, 於其濾液中, 加阿摩尼亞水, 炭酸阿摩尼姆及蓆酸阿摩尼姆, 蒸發後, 熱灼之。除鹼性與鹽素之成分外, 皆為不溶解之化合物, 故加水少熱

而濾之，乃就其溶液實驗鈉與鉀。

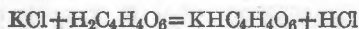
取白金絲，以其一端蘸上述之液，置酒精燈焰中，灼之。如土壤中有鈉存在，焰帶黃色。但欲察焰色之反應，非熟練不易鑑定，故宜用未加鈉之焰色相比較。又以此濾液入蒸發皿中，加純酒精，燃之，觀其焰色之反應亦可。

次將上述之火焰，透過鈷玻璃觀之。如土壤中有鉀存在，則焰帶紫黃色。實驗鉀，亦可依下列之法，頗簡易也。

(一) 濾液中加亞硝酸鈷與鈉。如土壤中有鉀存在，則生黃色沈澱(阿摩尼亞亦有此反應，故須注意)。

(二) 濾液中加酒石酸之濃溶液，與酒精搖盪之。如土壤中有鉀存在，則生酒石酸鉀之白色沈澱。

注意 此實驗之比較觀察材料，可用鈉與鉀之氯化物。若依(二)法實驗時，其化學變化如下：



### (戊) 氯

準備 除以硝酸代鹽酸外，餘與(甲)同，並另加硝酸銀。

實驗 參照(甲)用鹽酸浸漬試土之法，別以新試土，用稀硝酸浸之，再於其濾液中，加硝酸與硝酸銀，如土壤



中有氯素存在，則生氯化銀之白色沈澱。

注意 此實驗之比較觀察材料，可用氯化物。其化學變化如下：



## 土 壤 之 吸 收 力

準備 1. 濾液器具(可利用土壤保水力之實驗用具)，磷酸阿摩尼姆溶液，摩利波典酸阿摩尼姆溶液，奈斯賴爾試藥，玻杯，試管，試土。

實驗 1. 欲實驗土壤之吸收力，先準土壤保水力實驗(1)之法，於濾液器具中，入試土，注入磷酸阿摩尼姆溶液百分之0.01。此液通過土壤，從濾液器之下口漏出，取其少許，入試管中，另以一試管，取等量之原液置之。二液中，各加少量硝酸，熱之，更加摩利波典酸阿摩尼姆熱之，而比較原液與漏下之反應。若漏下之液，不呈若何反應，則可知磷酸為土壤所吸收也。次如前法取原液與漏下液，各加奈斯賴爾試藥，以比較其反應。漏下液中無何種反應，可知阿摩尼亞為土壤所吸收也。

準備 2. 玻杯，磷酸阿摩尼姆溶液，濾液器具，試管，摩利波典酸阿摩尼姆溶液，奈斯賴爾試藥，試土。

實驗 2. 取 100 克土壤，入玻杯中，注入磷酸阿摩

尼姆溶液 60 立方厘，經一晝夜濾之，就原液與液濾以比較磷酸及阿摩尼亞之反應法如前。

注意 1. 此實驗所用溶液有二種。以磷酸阿摩尼亞百分之 0.001 溶液，及磷酸鈉百分之 0.01 溶液，而各分別實驗其吸收力。

注意 2. 原溶液之濃度，至僅呈反應之程度爲止。若過濃厚，則原液與濾液反應之差，不明瞭，觀察上頗多不便。其在吸收力弱之土壤，關係尤大，此宜注意者也。

準備 3. 濾器，玻杯，富苦新液，試土。

實驗 3. 如前法將土壤置濾器中，注入富苦新之阿尼林色素溶液，觀其漏下液之色消失如何。此法可證明吸收力之基於理學的作用。

[應用] 1. 土壤種類與吸收力之關係 此實驗，可試砂土，埴土，腐植土，灰土等各種土壤。

[應用] 2. 肥料成分與土壤吸收力之關係 就同種類土壤，以比較其吸收阿摩尼亞，硝酸，磷酸，鉀等之程度，有無差異。

## 第四節 酸性土壤檢出法

### 酸性土壤之檢出

檢出土壤中酸性之法甚多，其主要者爲試驗紙法，

亞硝酸鉀法,盧普氏法,巴滿氏及卡利氏法等。

準備 1. 蒸發皿,時計皿,蒸餾水,試驗紙,試土。

實驗 1. 試驗紙法 取風乾試土少許,置時計皿或蒸發皿中,加蒸餾水,捏揉之,以青色試紙,注意放入浸出之液中,務使不觸於土壤,經二三分鐘後,檢試紙變色與否。若試紙變為赤色,則土壤有可溶性之酸性物質存在也。

注意 1. 此實驗所用試紙,可用德國「邁爾克」公司製品(或用日本東京三共株式會社之優等品亦可),其反應始銳敏。

注意 2. 試紙宜以着色瓶貯置暗處,而青色試紙,可少入阿摩尼亞水於瓶中,並以棉花覆其上。赤色試紙則少入稀薄醋酸於瓶中,亦用棉覆其上。

注意 3. 青色試紙,因空氣中碳酸氣體之作用,無不變為赤色。實驗時徐徐乾之,檢其尙呈赤色與否。如乾後已失其赤色,則因土壤中含有碳酸氣體也。

【應用】 應用此實驗法,行下列之實驗:

(一) 肥料反應之檢定 準此法,以檢無機肥料之反應,則可看出其肥料為化學的酸性,或化學的鹽基性,或化學的中性等。

次將上述之試驗肥料,施於中性土壤,而栽培作物於其中,取其土壤,按試驗紙法,以檢察其反應,則可鑑識

肥料之生理的反應。

(二)酸性物質之檢出 試驗酸性土壤,而確定可溶性之酸性物質,果否存在,更以其水溶液,試行硫酸,氯,有機酸類等之實驗,可知酸性物質,究屬於何種。

準備 2. 試管,棉,亞硝酸鉀液,澱粉,沃化鉀試驗紙,試土。

實驗 2. 亞硝酸鉀法 取試土少許,入試管中,滴濃亞硝酸鉀液少許,僅令土壤濕潤,以澱粉沃化鉀試紙,與棉包軟木栓,共塞管口,將管搖盪之,暫置片時,然後檢試紙。如土壤中有酸性物質存在,試紙即變色。

注意 製澱粉沃化鉀試紙之法,以澱粉 10 瓦,沃化鉀 1 瓦,加水 200 立方糶,煮沸之,將清淨濾紙,浸漬於內,取起乾燥之,即得。

準備 3. 試管,加熱器具,沃化鉀,澱粉糊,亞硝酸鉀液,試土。

實驗 3. 盧普氏法 以百分之一沃化鉀,放入 10 瓦試土中,熱以百度之溫度,約五分鐘乃至十分鐘後,加百分之二澱粉糊,5 立方糶及百分之一亞硝酸鉀液數滴,混和煮沸,急冷之。此時土壤中,含有酸性之多少,即可由澱粉糊所生色之濃淡驗出。

準備 4. 濾液器具,試管,沃化鉀,沃素酸鉀,蒸餾水,

稀澱粉糊，試土。

**實驗 4** 巴滿氏及卡利氏法 以沃化鉀 2 瓦，沃素酸鉀 0.1 瓦，溶於 100 立方厘米水中，取其溶液少許，混和於 3 瓦試土中，時時搖盪，經十分鐘，濾之，注入稀澱粉液（稀澱粉液易致腐敗，須加少許氯化亞鉛液，置之）。於是檢察澱粉液着色之濃淡，而判定土壤含有酸性物質之多少。

## 酸 性 之 種 類

**準備** 蒸發皿，試紙，中性鹽化鉀液，試土。

**實驗** 酸性土壤者，即含有有機酸，酸性硅酸鹽類等成分也。然欲知該土中，究含有何種酸性，法以試土少許，置蒸發皿中，加中性氯化鉀液少許，捏和之，經數分鐘後，以青色試紙，浸其液中，試紙勿觸及土壤，以檢其反應。若其液呈酸性反應，即知為含有酸性硅酸鹽土壤也。反之，加蒸餾水於試土中，捏和之，其液雖不呈酸性反應，然注入氯化鉀液，成為中性時，即知為含有腐植酸類酸性土壤也。

## 第五章 肥料實驗

### 第一節 植物所需要之成分 水耕法

**準備** 硅砂,種子或幼植物,水耕酸驗器,玻璃杯,蒸餾水,硝酸鈣,硝酸鉀,酸性磷酸鉀,硫酸鎂,氯化鐵。

**實驗** 預將種子置清潔硅砂上,使其發芽生育,再將其插入有培養液之水耕試驗器孔中用棉絮固定之。(水耕試驗器者,火鉢或玻璃瓶上有極厚之蓋,足以支持植物體者也。此器如係玻璃品,則須貼以黑紙,使光線不能通過。因透過光線,根爲其直射,即有藻類繁殖之虞也)。每日置日光中,約半日許,隔



圖 44. 水耕法

兩星期,換培養液一次。溶液之濃度,須視植物成長之狀況而定(植物成長者,即用濃厚之液)。約從百分之0.1漸至百分之0.5為準。

今據「苦腦浦」氏法,製造培養液藥劑及分量如下:

硝酸鈣	四分
硝酸鉀	一分
酸性磷酸鉀	一分
硫酸鎂	一分
氯化鐵	微量

製培養液時,先須將硝酸鉀,硝酸鈣,酸性磷酸鉀,三種,溶和之,另以他器溶硫酸鎂,至必要時,將兩者溫和,加氯化鐵數滴。若此時生沈澱,則注入稀磷酸,使之溶解。

如欲知某成分之有無,與植物生育之關係,須將下列藥劑,更換試驗之:

除去欲試 驗之成分	可除去 之藥劑	可增加 之藥劑
硝酸	硝酸鉀 硝酸鈣	磷酸一鈣
磷酸	磷酸鉀	——
硫酸	硫酸鎂	硝酸鎂
鐵	氯化鐵	——
鈣	硝酸鈣	——

鉀  
鎂

硝酸鉀  
硫酸鎂

磷酸鈉  
硫酸鉀

## 砂 耕 法

**準備** 鉢或盆,石英砂,培養液,種子或苗。

**實驗** 此法可浸於鹽酸之後,再以清水洗淨之純粹石英砂,放入鉢或盆中,將種子播入,注以如前法所製之培養液,觀察其成長之狀況。

## 第二節 肥料之夾雜物

### 水分之檢出

**準備** 天秤,蒸發皿,加熱器具,試土。

**實驗** 肥料中含有水分之多少,影響於肥料品質之優劣。檢之之法,以一定分量試品若干,置秤量管或蒸發皿中,用乾燥器熱以百度之溫度,經五分鐘,秤之,其減去之量,即肥料所保有之水分也。惟過磷酸石灰,與重過磷酸石灰,以百度溫度,熱至三小時。而鉀鹽及硝酸鹽(除去硝酸阿摩尼亞),則須置蒸發皿中,用小火焰使其溶融後,而秤之(參觀第68頁水分之檢出節)。



## 土 砂 之 檢 出

**準備** 試管,加熱器具,供試品,苛性鉀液,水。

**實驗** 取試品置入試管中,加百分之五苛性鉀液,煮沸後,靜置片時,去其上層澄液,更加水,再三洗滌之,則惟土砂留存於器底。

## 木 質 之 檢 出

**準備 1.** 試管,加熱器具,富盧盧格爾新鹽酸溶液, [Phloroglucin (hydrochloric acid solution)] 試品。

**實驗 1.** 肥料中混有木屑,稻殼等物。檢出之法,以試品少許,入試管中,少加水及富盧盧格爾新鹽酸溶液數滴熱之。如試品中雜有木屑,稻殼等木質物時,木質中之「利格吝」(Lignin),受富盧盧格爾新之作用,呈赤色或赤紫色。

**準備 2.** 試管,加熱器具,石灰酸,強鹽酸,試品。

**實驗 2.** 準前法手續,注以石灰酸及強酸鹽之混合液,加熱,則呈青色。

## 動 物 及 植 物 質 之 鑑 別

肥料中之夾雜物,欲鑑別其何為動物質,何為植物

質，須行下之實驗法。

準備 坩堝，灼熱器具，試紙，苛性鉀液，試品。

實驗 1. 將試品燃燒之，則有下列之區別：

動物質	植物質
(一) 似有燒毛髮之臭氣；	不 然；
(二) 燃燒須長時間；	不 然；
(三) 遺留疎鬆而暗黑色之炭塊；	不留炭分；
(四) 其煙以試紙試之，概呈鹼性反應。	概呈酸性反應。

實驗 2. 以百分之 10 苛性鉀液，煮之，則有下列之變化：

動物質	植物質
(一) 一般皆溶解；	不溶解；
(二) 發生阿摩尼亞氣體。	不 然；

## 脂油類之檢出

準備 試管，蒸發皿，濾液器具，酒精或以脫，試品。

實驗 搾粕類有脂油未搾盡者，其品質每不良。檢出之法，以試品之粉末 1 瓦乃至 3 瓦入試管中，加酒精或以脫約 20 立方厘，搖盪後，濾之。將其濾液入蒸發皿內，覆以紙，置之，此時脂油多剩留於皿內，即可知其所含之

量也。

## 工場廢棄物之檢出

**準備** 玻杯,鹽酸,亞鉛,醋酸鉛液,紙,試品(人造肥料)。

**實驗** 人造肥料中,往往混有工場廢棄物。欲檢出之,以試品入玻杯中,加鹽酸與亞鉛(鋅),以紙蘸醋酸鉛液,覆於玻杯上。如紙變黑,則其肥料混有曹達殘渣,及石灰灰或氣體製造之石灰渣於其中也。

## 有毒物之檢出

**準備** 試管,蒸餾水,「德盧彼阿林」之酒精溶液,鹽酸,氯化第二鐵,阿尼林(Anilin),強鹽酸,試品。

**實驗** 有毒物者,即過磷酸石灰與硫酸阿摩尼亞中之游離硫酸,硫酸阿摩尼亞中之硫青化鉀,智利硝石中之過鹽素酸鉀,與配合肥料中之硫化物等成分是也。欲將此等檢出,可製成各種之水溶液,按下法實驗之。

含有游離硫酸者,試加德盧彼阿林之酒精溶液二三滴,則呈紫色。

含有硫青化鉀者,試加鹽酸,使成酸性,再加鹽化第二鐵液,則呈濃赤色。

含有過鹽素酸鉀者，試注入阿尼林一二滴，及強鹽酸(比重1.18)少許，則呈赤紫色。

又製可檢物之水溶液，先將其蒸發而濃厚之，加氯化鈣少許熱之，使乾涸，更滴入少量過錳鉀水溶液，以顯微鏡檢之。如有過鹽素酸鉀存在，則可反折現出赤紫色之結晶。

含有硫化物者，其檢出之法，與工場廢棄物檢出法同。

### 第三節 肥料成分

#### 肥料之性質

肥料因其種類之不同，而所含成分與各成分之化合狀態亦各差異。今將其主要者，列舉如下：

肥料分	化合態	如上化合態中之主要肥料
氮素	阿摩尼亞性	硫酸阿摩尼亞，腐熟人糞尿及廐肥等。
	硝酸性	智利硝石等
	有機性	干魚，摻粕，骨粉，新鮮人糞尿，廐肥等。
	卡那買得(Cyanamide)性	石灰氮素

磷 酸	{	磷 酸 一 石 灰 (溶 於 水)	過 磷 酸 石 灰, 重 過 磷 酸 石 灰 等
		磷 酸 二 石 灰 (不 溶 於 水 而 溶 於 枸 櫞 酸 阿 摩 尼 姆)	沈 澱 磷 酸 石 灰 等
		磷 酸 三 石 灰 (不 溶 於 水 及 枸 櫞 酸 阿 摩 尼 姆 而 溶 於 碳 酸)	磷 礦
		磷 酸 四 石 灰 (類 於 磷 酸 二 石 灰)	導 馬 斯 磷 肥
	{	有 機 性	骨 粉, 糠, 魚 肥 等
加 里	{	無 機 性	草 木 灰, 卡 尼 特 等
		有 機 性	動 植 物 質 肥 料

## 氮 素 之 檢 出

### (甲) 阿 摩 尼 亞 性 氮 素

準備 1. 試管, 試紙, 強鹽酸, 蒸餾水, 玻棒, 酒精燈, 試品。

實驗 1. 以試品入試管中, 加少量苛性鉀液或苛性鈉液, 煮之。此時由管口發生氣體, 以赤色試紙, 或蘸有強鹽酸玻璃棒接之, 則試紙變為青色, 由玻棒生白煙, 即阿摩尼姆也。

準備 2. 試管, 蒸餾水, 酒精燈, 奈斯賴爾試藥, 濾液器具, 試品。

實驗 2. 以試品入試管中, 加水, 溶而濾之, 再於濾液中, 加奈斯賴爾試藥。此時試品中因有阿摩尼亞, 遂生赤褐色沈澱 (參觀第 70 頁氮素之檢出節)。

〔應用〕 應用此法,行下列之試驗。

(一)肥料腐敗與成分之關係 取新陳尿各若干,各入試管中,加奈斯賴爾試藥。則陳尿呈阿摩尼亞之反應,新尿呈黑色,此即因新尿中之氮素,變為尿素,陳尿尿素已分解為碳酸阿摩尼亞也。

### (乙)硝酸性氮素

準備 試管,綠礬,強硫酸,試品之水溶液。

實驗 與前法同,製試品之水溶液,入試管中,使綠礬溶解,稍斜執試管,沿其內側,徐徐注入強硫酸,則因試品中之硝酸,而試液上遂生褐色圈。或用「代菲尼爾阿銘」檢之亦可(參觀第71頁實驗3.)。

### (丙)有機性氮素

準備 試管,加熱器具,苛性曹達,試紙,試品。

實驗 以試品入試管中,加苛性曹達之濃溶液,煮沸之。試品中之有機性氮素,漸分解而發生阿摩尼亞氣體,故由前法,可知阿摩尼亞之反應。惟試品中含有阿摩尼姆鹽者,可預煮之,十分洗淨,而後實驗。

### (丁)卡那買得性氮素

**準備** 試管,濾液器具,硝酸銀,蒸餾水,試品。

**實驗** 取石灰氮素少許,入試管中,加蒸餾水,取其上部澄液,再濾去其殘留物,加阿摩尼亞水,次加硝酸銀液。此時生青化銀之淡紅色沈澱。

注意 1. 此沈澱溶於硫酸,硝酸等,不溶於阿摩尼亞水。

注意 2. 此實驗中,往往生黑色沈澱,蓋因含有不純物故也。不純物之主要者為硫化物。

## 磷 酸 之 檢 出

### (甲) 磷 酸 一 石 灰

**準備** 試管,蒸餾水,濾液器具,摩利波典酸阿摩尼姆溶液,試品。

**實驗** 將試品入試管中,加水,煮而濾之。濾液中再加摩利波典酸阿摩尼姆,熱之。如試品中有磷酸一石灰存在,則生黃色沈澱。

### (乙) 磷 酸 二 石 灰

**準備** 前項用具之外,枸橼酸阿摩尼姆溶液。

**實驗** 於前法試驗時,濾紙上所生之殘滓,再濾為液,至不呈磷酸反應,遂注水反覆洗之,入試管中,加枸橼酸阿摩尼姆,熱而濾之,檢其濾液。若呈磷酸之反應,即有

磷酸二石灰也。

### (丙) 磷酸三石灰

**準備** 除(甲)項用具之外,加硫酸。

**實驗** 於前法試驗時,濾紙上所生之殘滓,再濾為液,至不呈磷酸反應,遂注枸橼酸阿摩尼姆,反覆洗之,入試管中,加硫酸熱而濾之,檢查其濾液。若呈磷酸之反應,即有磷酸三石灰也。

### (丁) 有機性磷酸

**準備** 坩堝,玻璃杯,加熱器具,硝酸,摩利波典酸阿摩尼姆溶液,試品。

**實驗** 將試品置坩堝中,燒為灰,移於玻璃杯內,加硝酸,熱而濾之。濾液中加摩利波典酸阿摩尼姆,而檢察磷酸之反應。

### 鉀之檢出

**準備** 試品,此外照第76頁(丁)硫酸,鈉與鉀實驗用具。

**實驗** 本實驗之試品,若為含有有機性加里之肥料,則燒為灰,若為無機性加里之肥料,則取其少許,入試



管中，加鹽酸熱之，爲溶液，照前土壤中之鉀檢出法實驗之。惟雖係無機肥料，而如卡尼特者，則可加水，作爲溶液，檢其反應可也。

## 第六章

### 植物成分試驗

#### 第一節 無機分

#### 植物灰分之檢出

**準備** 坩堝，灼熱器具，硝酸，試品，此外參用土壤試驗之用具。

**實驗** 欲檢出植物之無機分時，將該植物乾燥而細剉之，置坩堝中，灼熱至不生煙時，則用蓋閉之，時時啟開觀之，至灼熱則成爲灰，而呈灰白色。在灰不易脫去黑色時，須滴下硝酸數滴，灼熱之，即可。此時取該灰約2克入試管中，注鹽酸，熱之，無機分乃全溶解，剩餘者僅附着於植物上之土砂及炭素而已。

再將其溶液，照土壤之無機分檢出法，實驗之，於是檢出硅酸，鐵，磷酸，石灰，苦土，硫酸，鈉，鉀等成分，惟鹽素，須於灰中加硝酸使溶，始可檢出。

## 第二節 有機分

## 澱粉

準備 1. 碘液, 試管, 蒸餾水, 試品(含有多量澱粉之穀實, 薯等)。

實驗 1. 將試品切開, 於其面上注碘液, 則澱粉悉呈藍色。

注意 此實驗所用之比較觀察材料, 用普通之澱粉即可。加水熱之, 俟其冷, 滴下碘液, 則呈藍色。此色經熱則消失, 冷則再現。

準備 2. 顯微鏡, 製作標本之用具, 碘水溶液, 試品(馬鈴薯)。

實驗 2. 取馬鈴薯塊莖(須十分成熟者)切片, 作為玻片標本, 滴以碘水溶液(蒸餾水中混和少許碘酒), 以低度顯微鏡檢之, 見澱粉悉呈鮮明之藍色, (雖不染色亦得見之)。

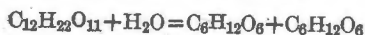
〔應用〕 澱粉與作物 此法以甘藷, 稻, 麥等實驗之, 可觀出澱粉之形狀性質等, 因作物而各不同。

## 糖類

準備 1. 小刀, 玻璃杯, 試管, 蒸餾水, 加熱器具, 濾液器

具,硫酸,弗林溶液(Fehling's solution),試品,(含有多量糖類者,如果實(多含葡萄糖),甘蔗,蘆粟(多含甘蔗糖)等,又蘿蔔,蕪菁,等之根,及禾本科植物之幼莖等,亦多含有糖類)。

**實驗 1.** 將試品切細,入玻杯中,加水煮而濾之,濾液中加弗林溶液,熱之,即生赤褐色沈澱。但甘蔗糖加弗林溶液,雖不呈反應,而加稀酸熱之,使酸中和,以上法試驗之,則反應自現。蓋甘蔗糖因酸而加水分解,變化為葡萄糖與果糖也。其化學變化如下:



澱粉亦如此而得製為葡萄糖也。

**準備 2.** 載玻璃,蓋玻璃,顯微鏡,弗林溶液,葱根。

**實驗 2.** 將弗林溶液滴載玻璃上,其中央置葱之白根,切為片,熱之,用顯微鏡觀之,有無數赤褐色沈澱。

**注意** 此實驗所用之比較觀察材料,可用葡萄糖,乍拉實糖(含甘蔗糖)等。

## 蛋 白 質

**準備 1.** 蒸餾水,米倫氏試藥,酒精燈,試管,試品(含有多量蛋白質之豆類植物)。

**實驗 1.** 將試品切碎,入試管中,加水與米倫氏試藥,試品中之白色沈澱經煮沸,則變為赤色乃至紫赤色。

準備 2. 試管,強硫酸,白糖,弗林溶液,試品。

實驗 2. 取試品加強硫酸與甘蔗糖若干,則試品中之蛋白質,呈為赤色。又或注稀薄弗林溶液於試品中,則呈紫色。

注意 此實驗所用之比較觀察材料,可用溶於水之卵白。

## 單 仁

準備 試管,酒精燈,蒸餾水,醋酸,試品(含多量單仁之柿,茶葉,五倍子等),顯微鏡,氯化鐵。

實驗 1. 取試品加水與數滴醋酸,其液中再加氯化鐵,則試品中之單仁,呈黑色。

實驗 2. 將柿,茶等切為片,滴氯化鐵百分四之溶液,以顯微鏡檢之,亦可。

注意 此實驗所用比較觀察材料,可用單仁酸實驗之。單仁加氯化鐵雖為黑色,然再加萆酸,則無色矣。

## 脂 油

準備 濾液器具,瓶,蒸發皿,以脫,試品(含有多量脂油之大豆,荏,葵臺,茶,椿等)。

實驗 1. 將試品切碎,放瓶中,注以脫,塞栓,經數小

時後，濾之，使由濾液揮發以脫，則惟剩留脂油。

**實驗 2.** 將試品溼以銻酸，則呈黑色，即脂油也。

## 蓆 酸

**準備** 試管，試紙，酒精燈，濾液器具，阿摩尼亞水，硝酸，氯化鈣，醋酸，蒸餾水，試品(含有多量蓆酸之酸模，醋漿草等)。

**實驗** 將試品和水煮而濾之，觀察其濾液之反應，或加阿摩尼亞水，或加硝酸，使其中和，更注氯化鈣溶液，濾之。其沈澱物中，加醋酸，則惟酒石酸鈣溶解，其殘留者，僅蓆酸鈣之沈澱。

**注意** 此實驗所用之比較觀察材料，可用蓆酸阿摩尼亞(參觀第 72 頁石灰條)。

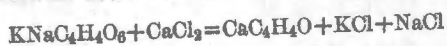
## 酒 石 酸

**準備** 同前，惟再加硝酸銀，及含有多量酒石酸之葡萄，梅，李等果實為試品。

**實驗 1.** 將前法試驗時所生蓆酸鈣之沈澱，濾之，取其濾液，煮沸，則生酒石酸鈣之白色沈澱。

**實驗 2.** 於前法所生之濾液中，加硝酸銀，則生酒石鹽酸之白色沈澱。

注意 此實驗所用之比較觀察材料，可用酒石酸鉀鈉（羅塞爾鹽 Rochelle salt），再加氯化鈣，其化學變化如下：



## 林檎酸

準備 試管，加熱器具，蒸餾水，氯化鈣，硝酸銀，試品（含有多量林檎酸之林檎，葡萄，梅，桃，莓等之未熟果實）。

實驗 1. 先將試品浸水中，取其浸出之液，加氯化鈣，煮沸，則生白色沈澱。此沈澱溶於鹽酸，硝酸，苛性曹達，氯化阿摩尼姆等，而不溶於水及醋酸。

實驗 2. 於試品浸出液中，加硝酸銀，亦生白色沈澱。

注意 此實驗所用比較觀察材料，可用林檎酸鈉。其化學變化如下：



## 枸橼酸

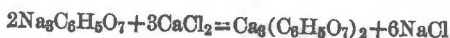
準備 試管，加熱器具，蒸餾水，氯化鈣，硝酸銀，試品（含有多量枸橼酸柑之橘類及梅，莓等果實）。

實驗 1. 於試品之浸出液中，加氯化鈣，煮沸，則生白色沈澱。

實驗 2. 取試品之浸出液，中和之，加硝酸銀，則生

白色沈澱。此沈澱溶於酸及阿摩尼亞水中。

注意 此實驗所用比較觀察材料，可用枸橼酸鈉。其化學變化如下：



## 第 七 章

### 農 產 物 及 製 造 實 驗

#### 第 一 節 植 產 物

#### 米 中 之 混 合 物

準備 試管，鹽酸，富盧盧格爾新 (Phloroglucin) 之鹽酸溶液，糠。

實驗 白米中常攙有石灰，石粉，藁等夾雜物。欲檢查石灰石粉之有無，可取糠少許，入試管中，注鹽酸。若有石灰石粉，則發生碳酸氣體而沸騰。

欲檢藁之有無，取糠少許，入試管中，加富盧盧格爾新之鹽酸溶液，熱之。若有藁片存在，則呈赤色。

#### 醬 油 及 醬

準備 1. 濾液器具，試管，加熱器具，炭屑，水，硝酸銀，弗林溶液 (或強硝酸，米倫氏試藥)，摩利波典酸阿摩尼

姆溶液, 羧酸阿摩尼姆, 醬油。

**實驗 1.** 欲檢查醬油之成分時, 取濾液器具, 用漏斗盛炭屑, 注醬油, 此時該醬油無色而漏出, 卽用以行下之實驗。

**食鹽** 取其濾液, 入試管中, 加硝酸銀, 則生氯化銀之白色沈澱。

**蛋白質 (Peptone)** 取其濾液, 入試管中, 加稀薄之弗林溶液, 則呈紫色。加強硝酸, 則凝固而呈黃色。加米倫氏試藥, 熱之, 則凝固而呈赤色。無論用何種試液試之均可。

**葡萄糖** 取其濾液, 入試管中, 加弗林溶液, 熱之, 則生赤色沈澱。

**磷酸** 取濾液入試管中, 加羧酸阿摩尼姆, 則生白色沈澱。

**準備 2.** 玻杯, 濾液器具, 試管, 加熱器具, 水, 米倫氏試藥, 強硝酸, 弗林溶液, 醬。

**實驗 2.** 欲檢查醬之成分時, 取玻杯入醬少許, 加水, 使溶解濾之, 用其濾液, 行下之實驗。

**蛋白質** 取濾液入試管中, 加米倫氏試藥, 熱之, 則凝固而呈赤色。

**葡萄糖** 取濾液入試管中, 加弗林格溶液, 熱之, 則



生赤色沈澱。

## 麩, 豆腐及豆腐皮

**準備 1.** 試管, 加熱器具, 苛性曹達, 米倫氏試藥, (或弗林溶液, 強硝酸), 麩及豆腐。

**實驗 1.** 欲檢麩, 豆腐所含之蛋白質, 即取麩或豆腐入試管中, 加苛性曹達, 煮之, 使溶解, 取其少許, 入另一試管中, 加米倫氏試藥熱之, 則凝固為赤色。又或加弗林溶液, 則呈紫色。加強硝酸, 則凝固而呈黃色。

〔應用〕 應用此法, 行下列之實驗:

(一) 豆漿或牛乳中蛋白質之存在。

**準備 2.** 玻杯, 蒸發皿, 以脫, 豆腐皮。

**實驗 2.** 檢查豆腐皮中含有脂肪之法, 取豆腐皮少許, 入玻杯中, 注以以脫, 使脂肪浸出, 少許時, 將其液移蒸發皿中, 微加溫度。則以脫揮發, 而殘餘者即脂肪也。

## 麩及麥芽糖

**準備 1.** 試管, 加熱器具, 顯微鏡, 水, 弗林溶液, 麩。

**實驗 1.** 取麩少許, 入試管中, 加水浸之, 取其液, 加弗林溶液, 熱之, 則生赤色沈澱。是可知有葡萄糖也。

又法將麩浸蒸餾水中, 取其水滴, 或將麩於玻璃桌

上振擊之，使孢子落下，作為標本。用顯微鏡照之，則可見其菌絲，果梗，孢子等。

準備 2. 試管，水鍋，加熱器具，寒暑表，碘液，弗林溶液，澱粉，水，麥芽粉。

實驗 2. 麥芽糖者，即麥芽因含有酵素作用，而澱粉糖化之也。試驗之法，以澱粉少許，入試管中，加水煮為澱粉糊，再加麥芽粉，入於水鍋內，保 40 度之溫度，取其一部，入試管中，俟其冷，加碘液觀之。初呈藍色，即有澱粉存在也。漸次為紫色，更變為赤色，終至於不着色。當藍色漸減時，時時加以弗林溶液熱之，則赤色沈澱漸多，是可知其漸次生成為麥芽糖也。

〔應用〕1. 甜酒之釀成 甜酒者，即麴之含有酵素的作用，使澱粉為糖化也。故用麥芽粉以代麴之浸出液，照前法實驗之亦可。惟麴因含有糖分，故實驗時，僅使不呈澱粉之反應為止，可也。

〔應用〕2. 澱粉之消化 澱粉之消化者，因被其所吸收者，為糖化也。蓋基於唾液中，含有酵素作用之故。又消化劑用高峯澱粉酸酵質 (Taka-Diastase)，亦同此理，故以麥芽粉為代，而加唾液或澱粉酵質之溶液，照前法實驗之。

## 第二節 畜產物

### 牛乳之濃淡

**準備** 大小二筒，牛乳密度表 (Lactodensimeter)，水，試乳。

**實驗** 欲知乳汁之濃淡，以計其比重為便。法取高圓玻筒，入試乳，別以稍大之圓筒或桶，入水，將盛乳之筒，插入其中。俟冷至 15 度溫度後，以牛乳密度表置試乳中，觀乳面在表之何度（插入試乳中之圓玻筒與表，須拭乾，若附有水液，則比重低）。此表自 22 度至 38 度，22 者，即比重 1.022 也，38 即比重 1.038 也。牛乳之比重，淡者 1.022 濃者，1.038，然有低至 1.027 者，則必攪有水，高至 1.037，則係取去乳皮 (Cream) 者。

### 牛乳之脂肪

**準備** 「馬爾沁」氏牛乳表，移液管，寒暑表，溫水，苛性曹達，強酒精，試乳。

**實驗** 欲測量牛乳之脂肪，其方法雖多，然以用「馬爾沁」氏牛乳表

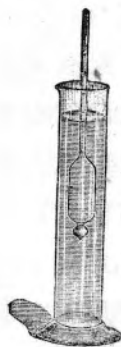


圖 45.  
試乳中插入  
比重計圖

者爲便。此表爲可入30立方糵牛乳之細長玻璃管，其上部數立方糵之間，每十分之一立方糵，劃有度數。使用時，以移液管取試乳10立方糵，入管中，加苛性曹達濃溶液(百分之二五)二滴，次加以脫(比重0.725乃至0.730)10立方糵，塞栓，搖之，更加強酒精(百分之九〇以上)10立方糵，再塞栓，用力搖盪之，浸於盛有40度溫水之器中。此時脂肪被以脫溶解，而浮於牛乳之表面，劃然成爲黃色層。故經二三十分鐘後，觀脂肪層之容積，並參照下表，即可知脂肪之含有量也。惟此量較真正之量，恒低0.1乃至0.2。

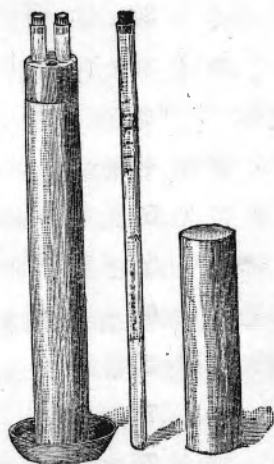


圖 46.

馬爾沁氏之牛乳表

### 脂肪含量表

酒精脂肪層( $\frac{1}{10}$ 立方糵)	脂肪%
10	1.339
15	1.441

---

20	1.543
25	1.645
30	1.747
35	1.849
40	1.951
45	2.053
50	2.155
55	2.257
60	2.359
65	2.461
70	2.563
75	2.665
80	2.767
85	2.869
90	2.971
95	3.073
100	3.175
105	3.277
110	3.379
115	3.481
120	3.583

125	3.685
130	3.787
135	3.889
140	3.991
145	4.093
150	4.195

## 牛乳之混合物

**備準** 玻杯,試管,加熱器具,濾液器具,檢查用鏡諸器具,氯化鈣,「代菲尼爾阿銘(Diphenylamine)」,強硫酸,福馬林,碘溶液,試乳。

**實驗** 牛乳肆中每欲增加牛乳之容量,恆攪水,米泔汁,豆漿等於其內,可按下法試驗之。

**水** 加水之牛乳,比重輕,甚易鑑別。精細檢查之法,莫如驗其有無硝酸爲便也(雖非故意加水,然或因器具中之附著,遂呈硝酸之反應)。特是牛乳中固不含有硝酸,而井水中恆有之。檢出之法,取牛乳100立方糵,入玻杯中,加百分二之氯化鈣溶液15立方糵,熱後,濾之,其濾液中,加百分之二之「代菲尼爾阿銘」之強硫酸溶液少許,振盪之,再注入於有強硫酸之試管,若有硝酸存在,則二液交界處,呈青色。

又法取試管注強硫酸，加福馬林溶液少許，再注與此混合液同量之牛乳，若有硝酸存在，則二液之交界處呈青色。

**米泔汁** 欲鑑別牛乳中之米泔汁，以檢查其澱粉之有無者為便。法取試乳入試管中，加碘溶液，若攪米泔汁者，則呈藍色。

**豆漿** 將牛乳傾入容器中，從其底部攪之，取其一滴，作為玻片標本，置顯微鏡下觀之。純粹牛乳，別無固形之物，而加豆漿者，則有固形物。

## 牛 乳 之 防 腐 劑

**準備** 試管，加熱器具，濾液器具，蒸發皿，玻杯，酒精，稀鹽酸，醋酸，硫酸，氯化第二鐵，以脫，石灰，姜黃丁甙，水，試乳。

**實驗** 防腐劑可加於牛乳中者，有碳酸鉀，重碳酸鉀，石灰水，福馬林溶液，水楊酸，硼酸等，今分述之。

**碳酸鉀及重碳酸鉀** 取試乳50立方厘，入試管中，加百分七〇之酒精，使其凝固而濾之，將濾液入蒸發皿中，使其蒸發。於其殘滓中，滴入稀鹽酸，若有碳酸鉀，則發生碳酸氣體。

**石灰水** 取試乳入試管中，加醋酸，使凝固，濾之，並

蒸發其濾液，至為原液六分之一。再濾之，濾液中加硫酸。若混有石灰者，則生硫酸鈣之白色沈澱。

福馬林溶液(Formaldehyd) 取試乳入試管中，加等量之水，稀釋之，沿其管側，加些微之氯化第二鐵，徐徐注入濃硫酸，若有福馬林質溶液存在，則二液交接處，生紫色之環。

水楊酸 取試乳 50 立方糵，入玻杯中，加酒精，濾之，蒸發其濾液，約當原八分之一，再濾之，於濾液中加以脫，搖盪之，加氯化第二鐵液。若有水楊酸存在，則呈紫色。

硼酸 取試乳約 100 立方糵，入玻杯中，加石灰乳，蒸發後，灼為灰，加少量稀鹽酸，溶之，次加姜黃丁幾，使蒸發。若有硼酸存在，則其殘滓，呈暗赤色。

(終)





# 農學實驗法附錄

## 永久玻片標本製作法

製作永久玻片標本之法，須依下列之次序製作之。

(一)材料固定法 固定材料，須用種種之固定液。其最簡便者，即浸以酒精是也。然其初若即用濃厚之酒精浸之，足使原形質有急速收縮之虞，故先宜用百分之五十許酒精，浸漬二小時以上，後再漸次用濃厚者為佳。

固定液所用之藥劑如下：

1. 百分五十，百分七十，百分九十之酒精及無水酒精。

2. 百分一之醋酸水溶液，此為核之固定劑。

3. 百分一之蟻醛水溶液，用途同上。

4. 比苦林酸(Picric acid) 百分之水，混二分強硫酸，以比苦林酸加入，任其溶至如何均可，並再加三倍之水。此液較僅用比苦林酸洗去者，為簡便。

(二)切片法 除麥奴菌外，其須用顯微鏡檢察始得明瞭者，均須製為切片觀察之。其法將被害病部，插於接骨木髓，用西洋剃刀，切成薄片，置載玻璃上，滴蒸餾水以

蓋玻璃蓋其上，置顯微鏡下觀之。更精密之檢察法，必須極薄之切片，故可以材料封於臘中，以切片機切之。

(三)著色法 材料過大者，則須除去蓋玻璃，置時計皿中，染以適當之色素液。又材料細微而不便管理者，則從蓋玻璃之一側，注以色素液，乃將材料取出，置別一時計皿中，或傾去載玻璃上流下之染劑，用蒸餾水注意洗去殘餘色素可也。若材料極微細，而防有流失之虞者，則從蓋玻璃之一端，注蒸餾水時，即於反對之一方面，用吸水紙吸去之。

著色所用各液如下：

1. 富苦新(Fuchsin) 以富苦新0.25克混百分九十六之酒精20立方厘，與同量之水而溶解之。此液適於染核及原形質等之用。

2. 富苦新美塞爾綠(Fuchsinemethyl green) 富苦新美塞爾綠，溶於水中，使呈深紫色，後加醋酸而成者也。此液專染青綠色組織及鮮紅色原形質之用。

3. 海馬特氣希林(Haematoxylin) 此染色劑中以「擺賣爾」氏所發明者，製法較為簡單，故述之。法以0.35克之海馬特氣希林，加10立方厘無水酒精，使其溶解，另加30立方厘之水，0.1克明礬，使溶為液體即可。製時，取其一滴試之，以呈青色為度。

4. 氣爾氏石炭酸富苦新 (Carbolfuchsin) 將富苦新 1 克溶於百分五之石炭酸水溶液 100 立方糵中,再徐徐加 10 立方糵酒精,使其溶解者也。

5. 硼酸卡銘 (Borax Carmin) 格賴拿海爾氏之法,取水 100 立方糵,溫熱之,加硼酸 4 克與卡銘 2 克乃至 3 克,俟其欲全行溶解時,加百分七十之酒精 100 立方糵,瀘之,再加與此量相同之酒精,成爲一倍,即得。此液適於染核之用。

(四)除去水分法 染色之材料,須先用百分九十之酒精,使其全脫去水分,更以無水酒精洗之,則水分必脫去矣。

(五)透明法 既染色除水,然尚有部分不透明之時,則須加「Xylol」或松節油 (Turpentine)。將組織浸入於其中,使切片透明,並可除去其附着之酒精,然後下列封固法中所用之封鎖劑,容易浸入,若材料中水分未盡脫去,雖加 Xylol,祇爲白色而不透明。

透明法所用之藥劑如下:

1. 松節油,「Xylol」,丁子油 以上三種,無論何材料均可用之,亦有用水化氯醇 (Chloral hydrate) 者,惟須製爲濃厚之水溶液耳。

(六)封固法 經上述諸法,而透明。切片上之 Xylol

未揮發完時，加加拿大樹膠一滴，其上置清潔蓋玻璃，將溢出之樹膠，注意拭去，靜置數日，則樹膠乾燥，而蓋玻璃與切片皆密合於載玻璃上，即成永久之玻片標本。

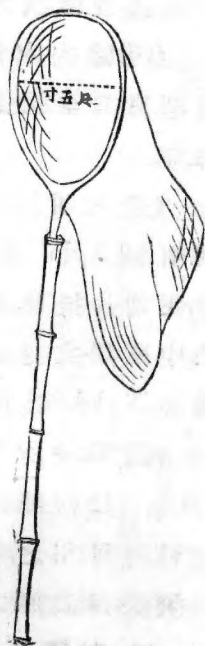
注意 加拿大樹膠，可用松節油或 Xylol 溶解之而柔軟，以爲製作玻本標本之用。又雖含有少許水分，然概色白不透明，須入大口瓶中，置水鍋上熱之，使水分脫去。

## 昆 蟲 標 本 製 作 法

一 昆蟲採集器具 採集昆蟲之主要器具，有下列各種：

1. 捕蟲網 有布製與金屬製二種。布製者，用以採集飛翔之昆蟲類。金屬製者，用以採集水棲昆蟲類也。布製昆蟲網之製法，以長三尺寬二尺五寸許之紗，裁爲三角形（可作爲漏斗狀之袋二個），用鐵絲或籐爲邊，彎曲爲輪，而將紗縫好。柄之一端，用鐵製爲鞘狀，而將網插入。

2. 毒瓶 有大小二種。瓶之底部，入青酸鉀（如圖1）二三塊或



捕 蟲 網

五六塊，加石膏(如圖2)使成藥塊，滴水少許，使其一面固着於器底，其上用紙或棉(如圖3)封之，再用厚紙鑿多數小孔，覆之。厚紙須用數張重疊，以糊黏之，較瓶之直徑大五六分，剪為圓形，放入瓶中。瓶口以軟木為塞，瓶內再置吸水紙，並時時更換之。

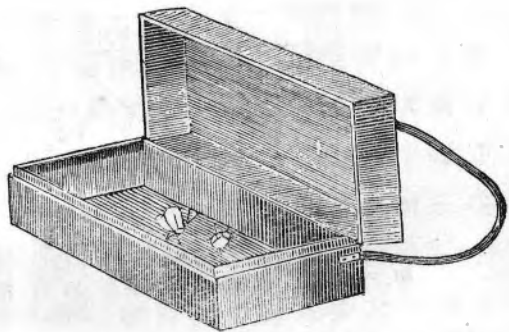


毒 瓶

3. 幼蟲筒 採集幼蟲或蛹時，則放入幼蟲筒中。筒之製法，以洋鐵小罐，並鑿有多數小孔之蓋，蓋之，或用竹之兩端有節者為竹筒，節之兩



幼 蟲 筒



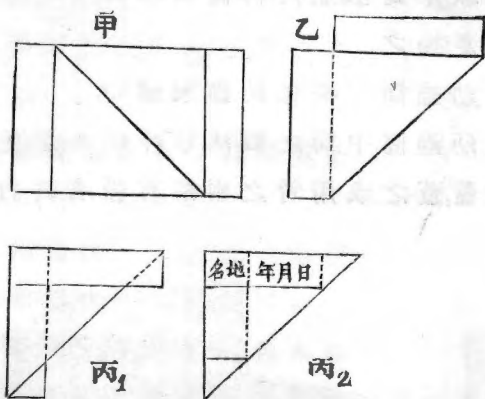
採 集 箱

端，稍切一小口，以便放蟲於內。

4. 採集箱 凡較大之薄翅蝶蛾類昆蟲，久置毒

瓶中,不惟易致傷損,且蝶類亦不能殺死於瓶內,故須用採集箱盛之。箱普通以桐樹等軟木材爲之,若無桐木則箱底鋪蓆二三層,可也。

5. 蟲袋 如鱗翅目,脈翅目昆蟲,則須納入紙袋,以便挾置採集箱中。此外則須備鏟子等器具。



蟲 袋

甲,乙,丙1. 摺紙之次序 丙2. 摺成之蟲袋

(二)製作昆蟲標本所用之器具及藥品 昆蟲標本保存之法,有乾濕二法。乾法者,即用蟲針刺之,而任其乾燥也。濕法者,即以藥液浸漬之,幼蟲或軟體之成蟲及解剖用之標本等,多用之。今將必需之器具及藥品述下:

## (甲)器具

1. 蟲針 插刺昆蟲標本所用者也。雖有用留針爲代者，然留針短，而其前端過鈍，且有生銹之虞。

2. 留針 展翅或整理標本之各部時用之，惟欲使翅平整，須用一寸五分許之尖針，附有三寸許木柄之展翅針爲便。

3. 展翅板 製作標本時用以開展鱗翅目，脈翅目，直翅目等昆蟲之翅者也。(參觀第119頁展翅法)。

4. 此外如幼蟲乾燥器及濕法所需之用具等，均詳後標本製作法條。

## (乙)藥品

## (一)殺蟲劑

1. 萘酸 蝶，蛾，蜻蜓等，不能殺死於毒瓶中者，即用洋筆尖或針尖，蘸此溶液，注射於昆蟲胸部，即可殺之。

2. 青酸鉀 用法同上。

## (二)浸漬保存劑

1. 酒精 爲保存軟體標本及解剖用標本所不可缺，普通用百分七十五乃至九十者。

2. 福馬林(Formalin) 可代酒精用。

## (三)防腐及殺蟲劑。



1. 石腦油質 (Naphthaline), 樟腦, 硫化炭素, 悶藥 (Chloroform), 昇汞等。

#### (四) 黏貼劑

1. 加拿大樹膠 黏貼微小昆蟲於厚紙時用之。此為製玻片標本時之必要品。

2. 「他拉剛脫」樹膠 此物為無色透明之乾製品, 使用時, 取其少量, 浸水中, 以火溫之, 使溶, 須不使其剩有樹膠痕跡者為佳。

(三) 標本製作法 採集之材料, 須整理之。然其整理製作之法, 因標本材料之種類與目的如何, 而各有差異。茲略舉其製作法如下:

(甲) 針刺法 半翅目, 鞘翅目之大部分, 及直翅目, 鱗翅目, 雙翅目, 膜翅目等, 皆須用蟲針刺之, 而併列於標本盒中。然針之刺法, 關係於外觀之美惡者甚大, 茲將其注意之點述下:

1. 無論標本大小, 凡蟲針穿出於蟲體上之部分, 須為全針四分之一。

2. 半翅目須貫刺其胸部之稜狀部。

3. 鞘翅目須由其右翅之上部, 而貫刺於中腳與

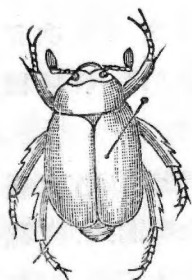


半翅目針刺法

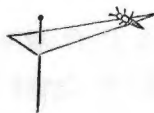
後脚之間。

4. 其餘均須貫刺其胸部之中央。

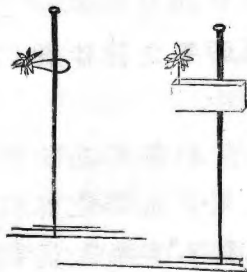
(乙)黏貼法及二重針法 彈尾目,半翅目,鞘翅目,鱗翅目中之細小者,整理其翅,脚,觸角等後,先用「他拉剛脫」樹膠,貼着於厚紙,俟其乾燥,將臺紙剪為長方形,於紙端用蟲針貫刺之。



鞘翅目針刺法



黏貼法

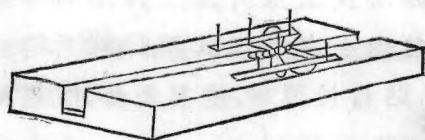


二重針法

二重針法者,將厚紙臺紙,剪為寬一分五釐長三分許,其一端用最短蟲針,由下面刺之,露出於紙面上,約三分許,於是昆蟲腹部刺之。他端用稍長蟲針,刺而排列之。

(丙)展翅法 此法雖專用於鱗翅目,然亦有於直翅目,脈翅目,雙翅目等類行之者。蝶蛾類之展翅時,用

蟲針貫刺其胸部中央，而刺於展翅板之凹槽中，翅即分展於板上，正其位置，前翅之後邊部，須與體軀成直



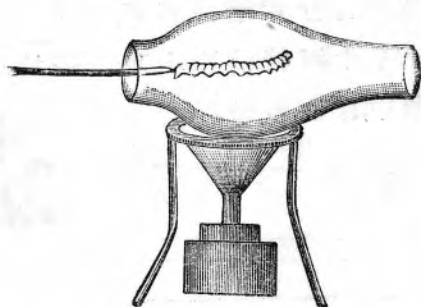
展翅於展翅板上之狀

角，用細長厚紙壓之，而以留針刺厚紙之兩端，次正觸角，脚等之位置。約經一星期，蟲體乾燥，則移刺於標本盒中。

但經採集後數日而硬化者，強行展開，必致損傷，先須用陶器之鉢，或金屬之盆，盛砂少許，注水使濕潤，再加石炭酸數滴（恐有菌類發生），放入昆蟲，而用濕潤之布覆其上，更以木板或玻璃蓋之，經二三日，即柔軟矣。

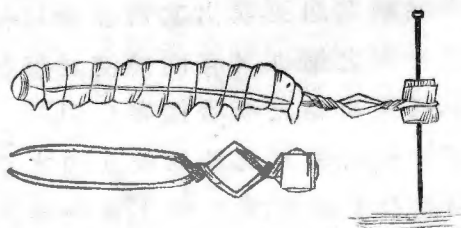
(丁)幼蟲乾製法 乾製幼蟲標本之法，先將預侵於酒精中之幼蟲取出，置報紙上，揉軟蟲體，左手持鑷子，壓其尾端，右手持展翅針，破其肛門部，次以鑷子壓其頭部，再用玻棒或鉛筆，由頭部至尾端，徐徐壓之，則內容物由肛門脫出。此時其內臟既排出，則用吹管（為尺餘長之橡皮管，兩端鑲玻管，玻管一端尖細）尖端，插

入肛門，而用線緊縛之，以防空氣洩出，徐徐吹入呼氣，使其膨大。放入乾燥器(如圖，三脚台上載砂皿，皿上置



乾製幼蟲標本之狀

洋燈罩，罩之前端塞棉，皿之下部，燃酒精燈熱之)內，時時回轉，使其乾燥。此時熱度須適宜，過高則有毛皮焦灼或蟲體彎曲之虞，總以不損及幼蟲天然形態為佳。蟲體既乾燥，則拔去吹管，另以軟木片切為一分五釐角度，用蟲針刺之，以細鐵絲捲彎軟木片數次，將其前



乾製幼蟲製成標本之狀

端，插入乾燥蟲體之尾端內，即幼蟲標本也。

(戊)液體保存法(即濕法) 幼蟲及軟體昆蟲，常不用前法，而先用百分六十之酒精，浸24小時乃至48小時，次用百分七十酒精，浸12小時，次浸於百分八十乃至九十酒精中，即液體保存之幼蟲標本也。保存之器，



### 液 體 保 存 法

須擇適當大小之玻管，管下另附木板墊之，如上圖。

(己)卵保存法 用純酒精或熱水浸之，取出，令其乾燥，即得。卵塊之附着於植物上者，不必剝下，即用以製作之可也。

(庚)蛹保存法 細小之蛹，用針刺之，肥大者，先浸酒精中，再縱斷其腹面，取出其內容物，用樟腦丸塗之，塞以棉，即乾製之蛹也。又有直接浸於酒精中者，其注意之事項，概與幼蟲之液體保存法同。

標本材料之調製既畢，則放入標本盒內，而將其學名，採集日，採集地等，書於紙上，黏貼各昆蟲之下。學名項下，更須記入種，屬，科，目等名稱。

(四)標本貯藏之注意 貯藏標本,應注意下列各條:

1. 標本須常保存於乾燥之處。
2. 勿置於日光照及之處,否則特製一有邊之盒盛之。
3. 勤加修整,並檢查標本盒內,其有被蟲害者,除去之,有菌類寄生者,用筆蘸福馬林溶液洗去,而撒布樟腦丸樟腦等,密閉之。
4. 用酒精浸漬之標本,須常檢查,若酒精為蒸發而缺少,須增添之。
5. 易得之材料,則年年另製新標本,更換之。

## 作物病害標本製作法

製作作物病害標本之法,因作物之種類,病害之種類,及標本使用之目的,而各有差異。約分三種,茲述如下:

(一)乾燥法 油菜菌核病,及其他大形之莖,根,與多汁植物,或黑穗病,稻麴病等之被害標本,即取以置之陰涼處乾燥之,而貯於瓶中,或包於組織緻密之西洋紙保存之,再以紙包少許樟腦或樟腦丸置其內。

(二)腊葉法 此法欲乾燥植物葉及細莖時行之。先用木板一塊,為壓板,敷二三張報紙於其上(用厚吸水紙更佳),將標本材料,注意置其上,用報紙包之,再敷報紙

五六張，而置標本材料如前，如是者交互重疊為數層，壓以木板，板上壓巨石等重物，置於乾燥處，任其乾燥可也。

壓此種標本材料時，須注意使植物莖葉，保持自然之形狀，其後再勤察其莖葉之位置端正與否。吸水紙須每日取乾燥者更換（材料漸乾燥，即無須逐日更換矣），莖葉既脆，手觸之而易折斷者，即為乾燥狀態，乃取出，用白色堅硬厚紙載之，另以窄紙片，黏「阿拉比亞」樹膠貼之，使其不得移動。厚紙之一角，標以名箋。

亦有將腊葉材料，用玻璃二塊夾之者，可以觀察標本之表裏兩面，亦一便利法也，如梨之赤星病為最合宜。惟用玻璃（利用照相館之玻璃乾板）時，須使其緊密連合，周圍再用紙貼之。若慮此兩面玻璃，易致損破，即一面用玻璃，一面用厚紙亦可。

（三）酒精浸法 此法在實驗材料保存法中，為最適當。法取百分七十或八十之酒精，盛入大口瓶中，將標本材料，浸漬其內，可保存一年以上。欲實驗時，取出浸於水中，而後使用之。

## 作物種子標本製作法

禾穀類之藁稈，雖可任其乾燥用以為標本，然每有脫粒及易散失之弊，故有種子標本調製之法。其法甚多，

今舉其普通者述如下：

(一)平底玻璃管 平底玻璃管有大小各種，然除豆類所用者外，取其口徑四分長二寸餘者即可。將乾燥種子放其中，塞以軟木栓。又或利用通常之試管亦可。

又製米之標本時，取大小管各一，小管之長，適及大管之半，以能放入大管中爲度。大管中置有殼之稻，小管放精米，乃放入大管內。此法可比較觀察稻與米之狀態，殊便利也。

(二)種子瓶 種子瓶專爲保存標本用之種子特製之瓶也。上部橢圓形，下部平坦，有座，口在底部。由口部放種子於橢圓形部內，口部以栓堅閉之。惟此瓶價殊不廉，故普通多用大口瓶之小者代之。

凡種子務須乾燥，宜用紙包樟腦或樟腦丸置其中，以防蟲害及菌類之害。

## 果物標本保存法

果物標本保存之法，普通多浸於藥液中。惟其藥液須備有下列三要點：

1. 無黴菌寄生及浸液不致混濁者。
2. 不致浸出果物之色素。
3. 浸液須永不變化者。



浸漬之標本，須選無疵之善良者，先以稀薄福馬林溶液洗淨，投入大口瓶之藥液中。今將其藥液之種類，略舉如下：

1. 福馬林溶液 以福馬林溶液 450 克強，與酒精 570 立方厘弱，混以水 20 立脫爾（法國容量之單位，合營造尺庫平制 0.9657461 公升）弱，靜置之，而用其上層之澄液。

2. 硼酸液 於 20 立脫爾強之水中，溶硼酸 450 克強，再加 2.8 立脫爾強之酒精，即得。

3. 氯化亞鉛液 於 6.8 立脫爾弱之水中，溶氯化亞鉛 225 克強，再加 0.9 立脫爾強之酒精，即得。

4. 亞硫酸液 以亞硫酸 570 立方厘弱，入於 4.5 立脫爾弱水中，更加酒精 570 立方厘弱，即得。

今再將以上所述藥液，對於何種果物，適宜與否，述明如下：

種類	果物成熟之程度	適用之液
蘋果	綠及赤褐色者	第一液或第二液
同	白或黃色者	第二液
洋梨	赤褐色者	第三液
同	綠及黃色者	第四液
桃		第三液或第四液

葡萄 赤或黑色者 第一液或第二液

### 土壤標本製作法

如前所述土壤分析之法,將各種土壤乾燥之,而盛入大口瓶,標本瓶,或圓管等中,並用軟木栓密閉之。

### 肥料標本製作法

利用前法,將肥料乾燥而保存之。其法有種種,如人造肥料,概有吸濕性,其貯藏瓶之口部,須用吸水紙包塞,而後用栓閉之。又魚肥易受蟲害及菌類之害,須以紙包少許樟腦或樟腦丸等放入瓶中。

(終)

H