

農 業 概 要

編 著 申 屠 傑

農 業 概 要

著 作

權 證

編 著 者 申 屠 傑

發行委員會 鄭曼倩 余松烈 邵霖生
高順濤 林子瑋

發 行 所 上海虎丘路14號41A室
新農企業股份有限公司

印 刷 者 上海徽寧路717弄12號
新農企業股份有限公司
印 刷 部

定 價 5.00

中 華 民 國 三 十 七 年 十 二 月 出 版

自序

吾人常謂“農業研究，應以生物學爲基礎”。惟坊間所出農業書籍，真正全部以生物學之觀點出發而敘述者，又甚罕睹。此或因事實上農業爲一應用科學，一方面固須以純粹科學爲根據，同時亦須顧到技術的實際應用問題，故無法加以統一也。本編者則欲試從純粹生物學上之理論出發，連貫全部農業之智識，使農業成爲一較有理論系統的科學。

農業部門衆多，內容複雜，每使初學者無法得一明確的概念。本編者另一用意，亦即欲藉生物學之理論，歸納全部農業智識，成爲幾種簡單之原理原則，使初學者易於領略也。

編者學識淺陋，錯誤必多，尙祈先進學者，予以指正爲幸：

編者 卅七年十一月

目 次

I. 緒論.....	1
1. 何謂農業(1)	2. 農業的研究法(1)
II. 植物栽培要義.....	2
1. 植物優良品種的選擇(2)	
A. 何謂品種(2)	B. 何謂優良品種(3)
C. 選擇優良品種的方法(4)	
a. 純系分離法(4)	b. 交配選種法(5)
c. 突變利用法(8)	
2. 植物栽培適宜環境的管理(8)	
A. 環境的解釋(8)	B. 適宜環境的解釋(10)
C. 土壤要素的管理(10)	
a. 土壤與植物的關係(10)	b. 土壤的研究(11)
c. 土壤管理的要點(15)	
D. 氣候要素的管理(20)	
a. 氣候對於植物的關係(20)	b. 氣候諸要素的分別研究(21)
c. 氣候管理的要點(24)	
E. 生物環境的管理(25)	
a. 生物環境對於植物的關係(26)	b. 有害動植物的研究(26)
c. 有害動植物的防除(29)	
F. 人爲的特種刺激與管理(34)	
a. 人爲特種刺激的意義(34)	b. 人爲特種刺激的方法(35)
III. 動物飼養要義.....	38
1. 動物優良品種的選擇(38)	
A. 動物的特性與選擇優良品種的關係(38)	
B. 動物優良品種選擇的方法(38)	
a. 近親繁殖法(38)	b. 雜種繁殖法(38)
c. 突變利用法(39)	
2. 動物飼養適宜環境的管理(39)	
A. 動物的特性與環境管理的關係(39)	B. 飼料環境的管理(40)
a. 飼料及其與動物的關係(40)	b. 飼料的管理法(43)
C. 畜舍環境的管理(47)	
a. 畜舍及其與動物的關係(47)	b. 畜舍的管理(48)
D. 生物環境的管理(49)	
a. 生物環境及其對於動物的關係(49)	b. 生物環境管理的方法(50)
E. 爲的特種刺激與管理(51)	
a. 人爲特種刺激對於動物的意義(51)	b. 人爲特種刺激的方法(52)

農 業 概 要

I. 緒 論

1. 何謂農業？

回答何謂農業的問題，編者曾在“學校農業的設計與經管法”一書上寫道：“農業就是從事於栽培各種有用的植物及飼養各種有用的動物的經濟事業”。編者的意思以為農業的含義，雖然可有種種廣狹的不同，但農業的主要事業，總不外是栽培稻麥棉等普通作物的“農藝”，栽培果樹蔬菜花卉的“園藝”，培植各種樹木的“森林”，飼養各種家畜家禽的“畜牧”而已，農藝、園藝、森林所栽培的對象，在生物學上是叫做植物的，畜牧所飼養的對象，是叫做動物的，而這些植物的栽培，與動物的飼養，自然是對人們有實用的價值，並且是一種經濟意義的事業活動啊。

2. 農業的研究法

如上述，農業經營的對象，就是生物學上的植物與動物，換句話說，就是生物學上的生物，所以可以說研究農業就是研究生物，凡生物學研究的方法及其結果皆可應用於農業。反過來說：亦就是農業的研究，應以生物學的方法為方法，生物研究的結果為根據的。不過在這裏我們要注意一點，就是上面說過，農業上經營的生物，不論是植物的栽培，與動物的飼養，都要對人們有實用價值的，是一種有經濟意義的事業活動，與“純正生物學”上純粹自然研究有所不同。純正生物學上的純粹自然研究，我們只要把自然現象研究明白就是了，對人有用與否，是可以不問的。但農業的研究則不可，農業的研究則時常要顧到對人有用與否。某種生物的形態或變化，若對人有用的，就設法保存起來，若對人無用的，就設法除去。所以拿純正生物學的眼光來檢查農業的生物，則大部份都是畸形的，在自然界是無存在價值的，但在農業上就大有功用。所以農業的研究，是“應用生物學”的研究，是一種

“應用科學”。

根據純正生物學的研究，我們曉得不論植物和動物都受二大勢力的支配，這二大勢力，就是遺傳和環境。意思就是說一種生物的命運如何，一方面受祖先遺傳質的影響，一方面亦是受環境的影響的。某生物假設由祖先所得的遺傳質是優良的，那生物固然有良好發展的希望，但若所遇的環境不良，每亦受到很大的限制。某生物假設由祖先所得的遺傳質是不良的，那生物雖然將來能得很好的環境，但為不良的遺傳質所限制，亦就沒有多大的希望。所以要希望一種生物的命運能夠發揚光大，必須要有優良的遺傳質，同時亦要有適宜的環境去讓他發展，才能達到目的。這種純正生物學上研究的結果，我們現在曉得亦同樣可應用於農業上經營的生物。就是農業上不論栽培的植物與飼養的動物，亦同樣都受遺傳和環境二大勢力的支配。平常所說“種瓜得瓜，種豆得豆”，就是表示一般農作物受遺傳勢力支配的意思。又說“農業是一種靠天吃飯的事業”，即表示農業上經營的各種生物，是受環境勢力的支配的。所以農業的研究，亦就是如何設法使這些有用的植物與動物得到優良的遺傳質——即優良品種的選擇——及佈置適宜的環境，——即環境的管理——使其充分發展而已。以下我們就分開植物的栽培與動物的飼養二大項目來敘述，每一項目以下，再分別說明選擇優良品種的方法及環境整理的方法。

II. 植物栽培要義

1. 植物優良品種的選擇

A. 何謂品種？

所謂“種”與“品種”等，原來係純正生理學上用以分類的名詞。種為生物學上分類的單位，再由一種或數種互有關係的生物，集合而為一屬，由屬再集合而為科目綱門等大眾，生物始能成為有系統有意義的分類。但生物學上對於“種”的含義亦頗不一致，有以“林奈種”為分類學上的單位者，有以“喬登種”為分類學上的

單位者。惟多數學者皆以在同樣累積之下，雖呈若干的變異，然其形態的特徵，若能經數代遺傳於子孫的個體羣，就應認為一種云。然由此見解之下，作為一種看待的生物中，苟變更其環境而栽培飼養之，亦往往有可視為異種形態的發現。又由此觀點，欲將多數生物，統制於正確之種的概念，實亦不易，惟普通分類學上，除設種為分類的單位外，種下尚有“亞種”“變種”“品種”等設立，以濟其窮。故品種已可認為生物分類上最根本的單位。在生物本身變化性是最少的。

B. 何謂優良品種？

所謂品種優良與否，在純正生物學上的意義與農業應用生物學上是大有不同的。在純正生物學上，所謂在自然界佔優勢的生物，是指這種生物在自然界的生存競爭上能夠適應環境戰勝其他生物種類的意義，至於這種生物對人類有何種關係，我們是可以不顧的；但在農業上的所謂優良品種，最主要的就是說到對於吾人有無用處了。如上面所說，某種農業生物的品種，假使對於吾人是有用的，就是在純正生物學的眼光看起來是畸形的，我們亦要保存起來，事實上我們曉得農業生物的大部分就是畸形的。假使對於吾人是無用的，就是在純正生物學的眼光看起來是一種在自然界能佔優勢的正常的良種，我們亦只得設法除去，因為這種良種在農業上仍無栽培與飼養的價值啊。自然，一方面亦要曉得，並且亦已說過，農業上經營的生物，亦受遺傳與環境二大勢力的支配，普通農業上經營的生物的大部分，皆須直接生活在大自然中，農業者不過從旁加以管理與保護而已。所以適應風土，抵抗災害的能力，亦為優良品種必具的性質。所以總括起來說，農業上所謂優良品種，下面各種條件，大概都必須具備的：

a. 產量豐富 在同一環境、同一方法栽培飼養的農業生物，產量必須求其豐富的。因為產量豐富，則總收入多，農業的經營才能成為有利的事業。

b. 品質良好 農業上的品種，出產量固須求其豐富，而品質良好，亦甚為重要，因為惟有產量豐富同時品質又良好，始能為人所歡喜利用而售得高價，使農

業的經營能得實益。

c. 適應風土的能力強的 品種不同，適應風土的能力自有差異，惟一種優良的品種，必須具備較強大的風土適應能力，栽培飼養的區域始能擴大。

d. 抵抗災害的能力強的 病害與蟲害，為農業生物最常易發生的災害，一種優良的品種，必須具有相當強的抵抗能力，始能不成為大患。

C. 選擇優良品種的方法

a. 純系分離法

(1) 何謂純系？

生物家約翰生，曾將普通農民種植的四季豆品種，分為十九個不同的純系，此十九個不同的純系，生產能力的差異甚大，但於每一純系中，再行繼續選擇，則均屬無效。故所謂“純系”，以遺傳的意義來說，亦就是同系統內的各個體，皆含有相同的遺傳質，且前後代皆能互相遺傳而不起變化的。這亦就是前面所說生物分類學上純粹的品種，所以純系的分離法，亦就是將普通農民許多純系混合的品種，設法使其各各分離，成為純粹的品種而已。

但實際上講起來，我們要曉得無論自然生長的植物與農業上栽培的植物，並不是什麼植物都有純系的存在。作物中如玉蜀黍、雀麥等屬於天然異花受粉類的植物，固無純系品種的存在。即如高粱、棉花等屬於常異花受粉類的植物，亦因雜交機會過多，自然界常無正確純系的存在。自然界有正確純系存在的，作物中僅大豆、稻、麥等天然自花受粉類而已。生物分類的基本單位，所以難決定者即在此，而純系分離的選擇法，嚴格說來，亦僅能應用於豆、稻、麥等作物，其他作物用的應，則皆為間接的。

(2) 分離純系的方法

分離純系的方法，甚為簡單，如欲選擇分離的作物為稻、麥、豆等天然自花受粉類，則只要在作物成熟期，到田間選擇單穗或單株，分別脫粒貯藏，至第二年分

別舉行種植，鑑定爲純系，無變化者保留，發生變化者除去，純系即已分離成立。如欲選擇分離的作物爲馬鈴薯、甘藷等能舉行無性繁殖的種類，則無論其品種的遺傳性質是否爲純系，亦且將塊根塊莖等直視爲純系，與天然自花受粉類作物作同樣的處理即得。如欲選擇分離的作物爲棉花高粱及園藝上各種十字花科的蔬菜，則因自然雜交的機曾頗多，應先分別舉行自交工作，繼續分離繁殖數代，始能鑑定其是否已爲純系，其工作雖較繁而實易行。

惟農業上純系分離的主要目的，爲比較作物各純系的優劣與否，而非理論的將每種作物分離爲多數的純系。以遺傳學的意義來說明，亦即農業上所要求的純系，非各純系一時的“表現型”，而爲各純系在同一環境下所有永久的“遺傳型”。欲知各純系此種永久的遺傳型誰優誰劣，則非舉行“比較試驗”不爲功。

所謂“比較試驗”，就是設法在可能的範圍內，在大致相同的土壤中，以同一的人工管理法，經過長期的種植試驗，並以精密的測量，詳細的記載與準確的計算，漸行淘汰多數不良的純系，而後決選一種或數種最優良純系的方法。此種工作，須由有訓練的農業專家担任，普通農民則無法舉行。

各純系經過上述比較試驗，選出最優良少數純系後，尙須分發欲行推廣諸區域舉行“地方試驗”，此因欲行推廣之各區域的風土，未必與舉行比較試驗的地點相同，新純系的適應能力如何尙不可知。又各區域有各區域原來存在的良種，新純系是否能較原來的良種更爲優良，亦尙不能決定。故新純系欲在其區域推廣之先，必須選擇一種當地最良的品種，即在某區域以比較試驗最精確的方法，舉行數年之試驗，若新純系確能較當地良種更爲優良，始可分發農民，實行大面積的種植。

b. 交配選種法

(1) 交配選種的意義

我們上面曾經說過，純系分離的方法，以生物學的眼光看起來，不過是將許多暗合在一處的品種分離爲多數純粹的品種而已，這對於整個種的性質上是絲毫沒

有變更的，這就是說：純系分離的方法，在生物界並不能產生新種。但我們曉得，自然界存在的品種，常不能滿人意的，譬如某一種作物收穫量是豐富了，但品質或不良，或收穫量及品質都已良好，而抵抗災害的能力猶甚薄弱，那麼我們將永久得不到一種完全合人意的品種嗎？是的，這自然有相當的困難，但亦非絕無方法，這方法就是“交配選種”，因為交配選種是能創造出自然界從來沒有的新種的。

欲明瞭“交配選種”，何以能創造新種，吾人須大略敘述生物學家孟得爾氏雜種研究的經過。孟得爾氏在 1856—1865 年間，曾將豌豆之開紅花者與開白花者互相交配，結果其第一子代 F_1 所得的皆為紅色而無白色者。孟得爾氏名紅色顯出之遺傳因子曰“顯性”，白色隱而不顯出的遺傳因子曰“隱性”。孟得爾氏又將 F_1 自交，結果第二子代 F_2 中，含有顯性與隱性的形質者，約為 3:1 的比例而出現。此隱性的個體，無論行自花授粉繁殖法至若干代，均產生隱性的個體，對於此遺傳因子已達純粹的程度，故叫做“同質接合體”。其顯性的個體中，使行自花受粉而繁殖，其三分之一，皆為顯性個體的世代，陸續出現，此三分之一的個體顯性，亦可稱為“同質接合子”。惟其他三分之二，雖行自花受粉而繁殖，每代之個體中，顯性與隱性者皆為 3:1 的比而出現，一如 F_2 的世代。故此三分之二的個體，自遺傳因子觀察，實為不純的個體，故叫做“異質接合體”。如此異質接合體行自花受粉的結果，有同質接合體分離而出，此現象孟得爾謂之因子的自由分離。

孟得爾氏亦曾將豌豆種子的表皮黃色而平滑與種子的表皮綠色而有縐紋者，即有二對不同的遺傳因子的品種，舉行雜種研究，而結果則 F_1 所產的種子，皆為黃色而平滑者，即豌豆種子的表皮黃色而平滑者，對於表皮綠色而有縐紋者為顯性。使 F_1 自交，其所生的 F_2 則種子有表皮黃色而平滑者，黃色而有縐紋者，綠色而平滑者，及綠色而有縐紋者四種不同的個體出現，其比例為 9:3:3:1，以後繼續舉行自交繁殖，其後代雖有繼續分離變化之異質接合體，然各有永久不再分離變化之同質接合體，即其中已因人工交配方法，而產生自然界從來沒有的種子表皮

爲黃色而有網紋者，及表皮綠色而平滑者二種新豌豆品種了。

孟得爾氏雜種遺傳研究的結果，不特適用於植物，同樣亦適用於動物，如家蠶中有橫紋的蠶兒（虎蠶），能造白色之繭者，及白色之蠶兒其所造之繭却爲黃色者。若使二者雜交，則 F_1 之蠶兒，皆爲有橫紋而造成黃色之繭，即蠶體的有橫紋性對白色爲顯性，繭的黃色則對白色爲顯性。使 F_1 的個體互相交配，則 F_2 代有橫紋而作黃繭者，有橫紋而作白繭者，有體色白而作黃繭者，及蠶體與其所作之繭皆爲白色者四種不同的個體，以 9:3:3:1 而出現。以後四種個體分別互相交配而繁殖，其後代結果亦如植物，雖有繼續分離變化之異質接合體，而亦各有永久不再分離變化的同質接合體，亦即已因人工交配方法，產生體有橫紋而造黃色之繭者，與體爲白色而所作之繭亦爲白色者的二新蠶兒品種了。

(2) 交配選種的方法

根據上面孟得爾氏雜種研究的結果，我們已經知道無論植物與動物，皆能由人工交配育成新種。故交配選種實爲造成適合吾人希望的最好的方法。

農業上在植物方面舉行交配選種時，第一步亦須先將欲行交配的植物成立爲純系，因爲所用的品種若爲不純粹的雜種，則品種本身的遺傳因子已甚複雜，將來交配後所得到的後代，何者爲顯性何者爲隱性亦不能明瞭，自然亦無從舉行選擇了。故惟有在交配之先成立爲純系，將所有遺傳的因子分析得清清楚楚，始能從事於交配。交配時最重要的工作，爲去雄、罩袋與授粉。母本去雄應在花將開而小蕊花藥尚未裂開時即宜舉行；罩袋爲母本去雄後，父本未開花前，及母本受粉後之工作，皆宜嚴密舉行；授粉則應在母本大蕊完全成熟時舉行之。

交配經過良好，若已結實，則雜種業已成立。此後工作，則因作物種類不同而不同。若爲必須繼續以種子繁殖的種類，如農藝上的作物稻麥棉花等，及園藝上蔬菜之菜類漿果類，則雜種下種後，仍須繼續分離爲新純系，再將所得的各新純系，舉行嚴密的比較試驗，以決定其優劣。若爲能以根莖集的一部分舉行無性繁殖的

種類，如農藝上的馬鈴薯甘藷等，園藝上大部分的果樹，則雜種下種後第一代或以後各代所表現的個體形質，只要擇其合人意者，不論係雜種或純種，皆可舉行分生接木等無性繁殖，直視為純系，而作比較試驗，以為最後的決定，是謂交配選種的雜種利用法，亦為農業上所常應用的。

C. 突變利用法

(1) 突變利用的意義

吾人若細考上面所述交配選種的意義，則知交配選種雖能希望得到近於理想的新品種，但此新品種所有的遺傳因子，皆為自然界已存在的，吾人不過設法重為組合而已；吾人尙未能創造新遺傳質也。然則此種已存的遺傳特質由何而來乎？此種特質自然界將日有增加乎？吾人亦能設法創造新遺傳特質乎？曰：根據生物學的研究，現在僅知此種遺傳特質，皆由“突變”而來，此種遺傳特質，自然界雖將日有增加，而吾人尙未知增加的原因，未能創造，僅能設法利用之也。

“突變說”為生物學家杜弗黎氏所提出。杜弗黎氏長期繁殖栽培月見草的結果，發現有突然變為巨大的新種，此巨大的新種既非由栽培環境特別優良而來，亦非人工或其他原因之交而來，乃由不可知的原因而發生者，其形質且能確實遺傳於後代。氏即名此曰“突變種”。農業上利用此種突變種而得良好結果的亦甚多。

(2) 突變利用的方法

農業上利用突變的方法，亦甚簡單，即在農業栽培植物中如有突變發現而又合人意時，則在必須以種子繁殖的種類，可由自交法繼續繁殖其後代；在可用營養體繁殖的種類，亦可由插木接木等方法努力於新系統的育成。又突變中有不由種子生殖時發生變化，而由植物生長期中一部分突然發生變化者，是謂之“枝變”。枝變亦為園藝上能舉行插木接木等無性繁殖法的植物所常利用。

2. 植物栽培適宜環境的管理

A. 環境的解釋

我們此處所謂“環境”二字，即指有關生物生活作用的一切外圍要素而言，即關係生物生活之外界各條件的總和，或關於生物體之“外圍要素”的總和也。

植物因種類不同，其外界所存的“環境要素”，自亦各有不同，惟皆可大別為有機的與無機的二大類。有機的環境要素，即指某種生物的存在與其他“生物要素”（如人及其他動植物等）的關係而言；無機的環境要素，則主要係指“氣候要素”（如光熱水分空氣等）與“土壤要素”（包括土壤的物理性：如土壤構造、土壤水分、土壤溫度、土壤空氣等；土壤的化學性：如土壤中植物養分的含量，土壤酸鹼度等）而言。

但須知此種分類乃為便宜而行者，在實際上此等要素對於生物的作用，決非單獨而起，乃多數要素，互相關連而同時起作用，或助長或抑制生物之生存的，這叫做環境的連關性。如上述水分的要素，既可列入為氣候要素，亦可列入為土壤要素；而氣候要素中光的要素，常伴隨有熱的要素，同時作用於生物時，常不能分別何種現象為光所引起或為熱所引起；熱的要素亦常間接以水分的要素而作用於生物。故知環境要素的連關性非常複雜，且為動的性質而非靜的性質了。又各環境要素中，某種環境要素每有補足他種不完全要素的性能，是謂之環境的補充性。如赫瑟爾曼氏曾證用土壤之養分能補充光量之不足，雖在弱光下植物亦能生葉；又如沙漠樣乾燥的地方，因溫度之下降而凝結為露為霜，近於河海之地則成為雲為霧，皆能增高大氣之濕度，而使水分蒸發量減少，與降雨有相同效果，故近於河海之沙漠地，亦常見有植物被覆現象。同樣須知在自然界中，非唯氣候要素間或土壤要素間，得以互補不足，而各種生物尤其我們人類，尚能用人工的以某種要素補足他要素。農業上有利的管理植物工作，以生物學的眼光觀察，要亦不過以恰好要素，適當的補充自然界之他要素罷了。此外各環境要素之差異或變化頗不一致，對於生物影響亦各有不同，是謂之環境的變化性。普通的環境要素，如氣候要素中的空氣氧素含量炭酸氣含量或氣壓等，除特別場所外，皆為普遍的，變化少，故不甚重要。

局限的環境要素，如氣候環境中的溫度、光線等則局部的有所不同，變化大，故甚重要。照一般說，土壤要素皆為局限的要素，如土壤內水分養分的分佈，頗多局部不同的，故植物羣落部分的差異，頗有因土壤而引起的。又環境要素的變化，能隨時隨地而得獨立引起的，如土壤要素中的養分水分等為因地而起變化，氣候要素中的溫度濕度風等則因時而起變化，至光的變化，則場所或時間俱得隨之而起。

B. 適宜環境的解釋

所謂環境的適宜與否，在純正生物學上與農業上，其含義亦大有不同，純正生物學上所謂適宜的環境，乃係指某種環境的存在，則適合生物本性的要求，而能使生物充分發育長大者。農業上所謂適合的環境，乃係指某種環境的存在，則能使發育生長的生物，可變為人類所能利用者也。此種可為人所利用之生物，雖大部份亦係生物充分發展後始能得到，而一部分亦係有意使生物生長發生阻礙而得到的，對生物本身講，有十分不利者實甚多也。故農業上所謂的環境管理者，實為佈置一種環境，有意使生物充分發展或阻礙其發展而能為人所利用者也。

C. 土壤要素的管理

a. 土壤與植物的關係

根據植物生理的研究，土壤對於植物的關係有二：其一即除少數特殊的種類外，普通植物必需以土壤為立腳地，並於土壤中吸收空氣與水分；其二即植物所需要的養分大部分必須由土壤供給。

植物必須以土壤為立腳地，即植物必須在土壤中生長而支持生活，及植物必須於土壤中吸收空氣與水分，即植物亦以土壤為通氣保水的工具，此皆屬物理的作用。至植物所需要的養分，大部分必須由土壤供給，即植物必須在土壤中吸收何種養分，則為化學研究的結果，吾人已知植物生長上必需的養分元素共有十種，即“碳”“氫”“氧”“氮”“硫”“磷”“鉀”“鈣”“鎂”“鐵”是，其中碳氫氧三元素來自空氣與水，其餘七種元素，則皆取諸土壤者，故土壤對於植物養分的供給，甚為重要，吾

人若欲明瞭如何才能使植物的根羣在土壤中得到良好的發展，並且得到充分的養分，以爲植物生長之用，則非先將土壤加以研究不可。

b. 土壤的研究

(1) 土壤的生成

土壤來自岩石，故土壤的生成，即由於岩石的風化，風化可分“崩解”與“溶解”。

崩解包括水、(帶泥沙石礫而發生擊動與磨擦的作用)風、(帶砂粒而起打擊與磨擦作用)冷與熱、(漲縮引起內外及不同礦物而起片狀分離或粉碎)凍與融、(水因凍結成冰而增加體積9%引起岩石崩裂)動植物(鼠狐牛羊之撥踏，植物根的推擠)等的引起的各種作用。分解包括氧化、(如黃鐵礦與氧化合先變爲硫酸，硫酸鐵再與水化合變爲水氧化鐵與硫酸)酸化、(如空中碳酸氣與水遇而成磷酸、石灰石或大理石遇碳酸即成酸性碳酸鈣而溶解)水化、(如赤鐵礦遇水化合即成褐鐵礦，此作用在熱帶可達於深處)溶化、(水即爲一種溶解劑，且水常含有酸類，如碳酸即其一，石灰岩石的洞穴，即由此作用而生成)動植物(動植物身體死後成酸類增加分解岩石的能力，且動物生時一部份能移置植物質於土壤下層以增加風化作用，而植物生時根部亦能分泌酸類以分解岩石)等作用。

由上面諸作用風化而成的土壤，其成分可分爲無機成分與有機成分二大類，無機成分有岩石風化生成物、(如石塊土粒水溶性化合物)水分、(如土壤水分土壤溶液)氣體、(如空氣及其他氣體)等；有機成分即爲動植物遺體，而以植物遺體佔最大部份。

(2) 土壤的分類

土壤重要的分類方法，有地質的分類，氣候的分類，粒構的分類三種。

土壤地質的分類，可分“定質土”(如原積土即由岩石表面之風化生成物，積至可謂土壤時而尚未移動其位置的一種土壤，土壤剖面表土下表土爲土粒，底土大部爲岩土)與“運積土”(如由水力而成沖積土海積土，由風力而成的風積土，土壤剖

面各層皆由土粒構成，即底土亦可甚深）。

土壤氣候的分類，可分“寒帶土壤”（如高山巔之霜碎土，因氣候寒冷，僅有崩解而無分解作用，生物生存亦少），“溫帶土壤”如我國東北冷帶的草原黑土，因冬季寒冷多雪，有機物不易腐爛，夏季生存的有機物超過所消耗的分量，故漸漸堆積而成爲黑土），“熱帶土壤”（如我國東南半熱帶之紅土，因有機物之消耗量超過生產量，故大部分土壤變爲紅色）。

土壤粒構的分類，可分“粘土”（即大部分由體積小的土粒所謂泥而構成的土壤）與“壤土”（即由砂與泥大約各半混和而成的土壤）。

（3）土壤的物理性

土壤的物理性最重要，此處須先加以研究的有：“構造”“結構”“孔性”“比重”“顏色”等。

土壤構造係指土粒排列的狀況而言，可分“單粒構造”與“團粒構造”：單粒構造因土壤中土粒粗大，或缺乏膠體物及電解物，不能將土壤粘於一處而成。粗大土壤的單粒構造，一般皆疏鬆，成沙漠狀態；細粒土壤的單粒構造，一般皆堅實，空氣不易流通，對於植物生長皆有妨礙。土壤中若不缺乏膠體物及電解物，則雖在石礫之上亦可粘着沙粒。細微土粒，則皆結成團粒。團粒構造因其外形的不同，又可分爲“粒形構造”“豆形構造”“核形構造”“塊狀構造”“片狀構造”等粒形構造，與豆形構造爲土壤構造最適宜的表示，核形構造爲底土所常見，塊狀構造則嫌其過大，對於植物缺乏利用價值，片狀構造則爲鹼性土的特有形態。

土壤結構係指土粒的結合狀態而言，可分“疏鬆結構”“緊密結構”“粘塑結構”三種。疏鬆結構空氣過於流通，水分不易保持，養分易於流失。粘塑結構水分不易排除，空氣不易流通，養分不易分解。緊密結構則空氣流通，水分適中，養分亦易保持與分解，故爲最適宜的土壤結構。以土壤的種類言，砂土常爲疏鬆結構，粘土常爲粘塑結構，壤土則常爲粘塑結構。

土壤的孔性，係指土壤中的土粒與土粒間存在孔隙的大小與多少而言。孔隙的多少，即為孔隙百分率，土壤自然的孔度為0—72%，粘塑結構可近於0，而疏鬆結構則可至72%左右。其與土壤中土粒大小的關係則為反比，即土粒愈粗則孔度愈低，土粒愈細則孔度愈高。孔隙的大小又與土粒的大小成正比，即土粒愈粗，孔隙愈大，土粒愈細孔隙愈小。一般說土壤孔度宜求其高，而孔隙則不宜過大，因如此土壤養分水分既易保持，而空氣又能適當流通也。

土壤的比重有二種，即土壤的自然比重與土壤的求得比重，土壤的自然比重，即為定溫度與定容積之土壤，與同溫度同容積的水相比的結果。此種土壤的自然比重普通粘土為1.1—1.2，砂土為1.65—1.75，腐植壤土為1.0。土壤的求得比重則為土壤空氣除外後所得的比重，此種土壤的求得比重，普通可耕的土壤為2.7，腐植質土亦可輕到2.1，若欲計算土壤的實重量，可以土壤的自然比重 $\times 62.42$ 即得1立方英尺土壤的磅數，由此計算每英畝一英尺深約為3,500,000—4,000,000磅。此種計算可知土壤的自然狀態及肥料施用量。

土壤顏色為土壤成分所表現，故觀察顏色，即可大略明瞭其所含之成分，但亦常有差誤之時，土壤的基本顏色有黑白紅三種，黑色為有機物所表現，白色為礦物成分中石英長石白雲母等所表現，紅色為各種氧化鐵如赤鐵礦褐鐵礦等所表現。土壤的混合色則有多種，如白與黑混成灰，白與紅混成黃，黑與紅混成棕等。

(4) 土壤的化學性

土壤的化學性，如前所述，最重要而須加以研究的，有土壤中植物養料的含量變化及土壤反應等。

關於土壤中植物養料的含量，吾人已知最須注意的為氮磷鉀鈣四者，至於硫鐵等，則不甚重要，因此數種成分，土壤中含量皆已甚為豐富也。

根據一般土壤的分析，氮的含量為0.10—0.30%，磷為0.03—0.11%，鉀為0.8—1.6%，鈣為0.2—1.5%，若改算為每畝9吋深表土中的實際重量，則氮有313