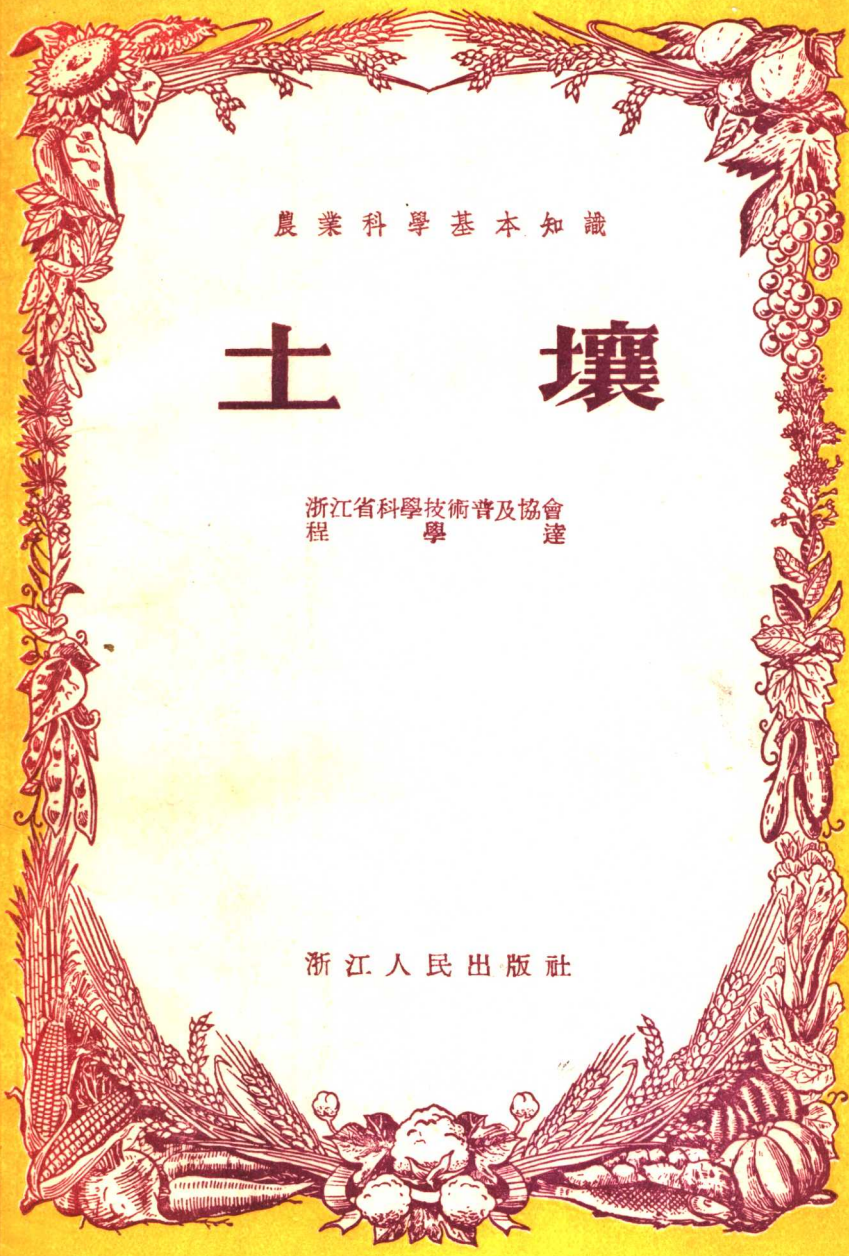




農業科學基本知識

土 壤

浙江省科學技術普及協會
程 學 達

浙江人民出版社

內 容 提 要

這本書用淺近的文字講解了土壤和農業生產的關係，從土壤的形成、發展和主要特性，講到提高土壤肥力的各項耕作措施和改良土壤的方法。看了這本書再結合生產實際，對合理利用土壤、提高農業生產會有很大幫助。

書號：(浙)298

土 壤

編 寫 者：浙江省科學技術普及協會
程 學 達

出版者：浙 江 人 民 出 版 社
杭州武林路萬石里壹號

浙江省書刊出版營業許可證出字第001號

發 行 者：新 華 書 店 浙 江 分 店

印 刷 者：寧 波 地 方 國 營 甬 江 印 刷 廠

開本787×1092耗 $1\frac{1}{32}$ 印張1 $\frac{1}{2}$ 字數35,000

1—10,000

1956年3月第 一 版

定價：一角六分

1956年3月第一次印刷

出版者的話

為了幫助區鄉幹部、農業生產合作社的技術員以及參加勞動生產的初中和高小畢業生，提高科學技術水平，掌握農業科學的基礎知識，我們出版了這套農業科學基本知識叢書。

一、什麼是土壤 (1)

(一) 什麼叫做土壤

(二) 土壤是勞動的產物

(三) 肥力是土壤的特徵

二、土壤是怎樣形成的 (4)

(一) 岩石怎樣風化

(二) 生物的作用

(三) 為什麼會生成不同的土壤

三、土壤是怎樣組成的 (14)

(一) 構成土壤的三個主要部分

(二) 礦物質粒子 (土粒)

(三) 有機物質

(四) 水分、空氣和養料

四、土壤的主要性狀 (26)

(一) 土壤的外表形態

(二) 土壤的吸熱和傳熱

(三) 土壤的酸性和鹼性

五、土壤的合理利用 (35)

(一) 土壤怎樣耕作

(二) 怎樣改良土壤

一、什麼是土壤

(一) 什麼叫做土壤

土壤是我們最熟悉的東西，農民差不多每天都和它打交道。但是如果有人問起：「什麼叫做土壤？」那就不容易回答了。

過去，在土壤科學方面，對「什麼叫做土壤」爭論很多：有人認為土壤就是由石頭自然破碎而成的泥土，把它看成是死的礦物質（註1）。也有人認為土壤是由死泥土和枯枝、落葉和殘根等死的有機質（註2）混合起來的東西。這些說法，都沒有把土壤和生長在土壤上的植物聯繫起來。偉大的蘇聯土壤科學家威廉斯（1863年生，1939年逝世），對土壤下了一個新的定義，他說：「土壤是地球陸地上能夠生長植物的那層疏鬆的表層。」換句話說，土壤就是地面上能夠生長植物的泥土，像弄碎了的石頭和不長植物的流砂，都不能叫它是土壤。這樣就把土壤和植物的關係聯繫起來。

(二) 土壤是勞動的產物

土壤的歷史比人類的歷史要長得多，在人類沒有出現以前，地球上早已有了土壤。土壤不是人類創造出來的，它是由石頭在太陽、風、雨、冰、霜、雪等自然因子和植物共同作用下，經過漫長的年月而慢慢產生出來的。所以土壤是自然產物，也就是說，土壤是一個自然物體（註3）。

土壤這個自然物體，在人類沒有出現以前，是隨着太陽、

風、雨、冰、霜、雪等自然因子和植物進化（註4）在慢慢變化的，但是到人類出現以後，土壤的變化就不能不受人們活動的影響。為什麼這樣講呢？因為在土壤上自然長出來的植物，不一定都是人類生活上所需要的，人們為了滿足生活的需要，在很早時期，就開始砍伐樹木建造住所，利用草地放養牲畜；到後來又開墾荒地、修築梯田和開灌水溝，種上一些必需的糧食作物和工業原料作物，並且在土地上耕耘、施肥。這樣就大大的改變了土壤的面貌和性質。所以說，人類沒有出現的時候，土壤的變化決定於自然因子的變動和植物自然的進化；人類出現以後，土壤的變化，就一定會受人類活動的支配。也就是像威廉斯所說的：「土壤不僅是勞動對象、生產資料，而且也是勞動產物。」意思是說：我們不但要靠土壤來生產生活上所必需的東西，而且由於我們利用它來生產的關係，也改變了它的性質和發展方向，使它更好地為我們生產。

正因為土壤是人類勞動的產物，所以土壤的好壞，並不是天生的。只要我們懂得它的特性，加以適當耕作和施肥，土壤就會越種越肥，種下作物的產量也會不斷的提高；同時，壞的土壤也可以通過耕作和施肥的方法來把它改良。

（三）肥力是土壤的特徵

植物生長發育，必須由土壤供給水、養料和一部分空氣。土壤供給植物生長發育需要的水和養料的能力，叫做土壤肥力。

肥力是土壤的本質，也是土壤特有的標誌。如果土壤失去了肥力，也就不成為土壤了。所以威廉斯說：「土壤的概念是和它的肥力分不開的。」沒有肥力的死泥土，就不能叫它是土壤。

各種土壤的肥力，有的很高，有的却很低。沒有開墾利用

的土壤，肥力的高低，完全受自然因子和植物自然生長情況所決定。如果自然條件好、植物生長茂盛，就會使土壤蓄存水和養料的能力加強，肥力就高。相反，如果自然條件差，水土受到嚴重沖刷，植物長不起來，就會使土壤存不住水和養料，它的肥力就低。這種在自然因子和自然植物影響下所創造的肥力，叫土壤自然肥力。自然肥力低的土壤，如果由人們修水利、築梯田，保持了水土，並進行合理耕作和施肥，就會改良土壤使肥力提高。這種靠人的勞動創造出來的肥力，叫土壤人為肥力。

一切耕種的土壤，它的肥力是自然肥力和人為肥力綜合表現出來的，總的叫做土壤有效肥力。土壤有效肥力高，農作物生產量就高；土壤有效肥力低，農作物生產量就低。

因為土壤有效肥力的高低，要受人們的耕作、施肥和各種生產技術措施的影響，所以，只有社會經濟制度好、科學技術水平高、有條件採用先進耕作制度和技術的國家，才能改良土壤，使土壤有效肥力不斷提高。相反，在社會經濟制度不合理的國家，即使科學技術水平相當高，也不可能對土壤合理經營，不可能很好的保護水土，因此，也就不可能使土壤有效肥力不斷提高，反而會不斷降低。歸根結底，土壤有效肥力，是受社會經濟制度和科學技術水平支配的。

二、土壤是怎樣形成的

(一) 岩石怎樣風化

岩石變成土壤，需要經過很長的年代和很複雜的變化。變化的第一步就是岩石的風化。什麼叫岩石風化？岩石為什麼會風化？岩石風化的結果怎樣？現在分開來談談。

⊖什麼叫岩石風化 在自然界裏，人人都可以看到這樣一些現象：生鐵放在露天中會生鏽；石頭會破裂；東西放久了會發霉、爛掉。為什麼會有這些現象產生呢？因為在自然界中，太陽、風、雨、冰、霜、雪等，都有一種破壞物質的力量，總的叫自然力。地面上的岩石，由於自然力不斷的破壞，使大塊變成小塊，小塊變成石屑、砂礫、細砂和黏土，其中一部分原來不容易溶解（註5）的東西，逐漸變為可以溶解的東西，這種現象叫做岩石風化。風化作用是一種破壞岩石的作用，它不但能改變岩石的形狀，而且會使岩石的成分起變化。岩石風化可以按照變化的性質分為三種：

第一種，岩石經過風吹、雨打、日晒、冰凍和流水的衝擊，它的形狀由大塊碎成大小不同的細粒，但在成分上沒有變化，這種變化叫物理風化。岩石物理風化，是自然力對岩石起了機械的破壞作用，使原來不能透水、通氣的硬塊岩石，變成可以通氣、透水的細粒，使植物的根容易生長，使水和空氣不斷的對岩石起作用。

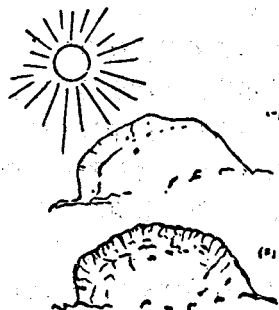
第二種，岩石的成分原來是不會溶解的，經過水和空氣等自然因子的不斷的作用，岩石的成分起了變化，有些成分變成

可以溶解的東西，這種變化叫做化學風化。岩石化學風化，是自然力對岩石成分起了化學變化（註6），使岩石質地變酥，養料可以溶解。這種變酥了的岩石，更便於自然力對它進行機械的破壞。

第三種：岩石被植物的根穿鑿脹碎，或由人類和穿山甲、鼠類等穴居動物的活動而起的變化，叫生物風化。生物風化作用，不但能破壞岩石，而且能使岩石的成分起變化。像植物根產生的各種有機酸（註7），對岩石就能起分解作用。

㊦岩石為什麼會風化 太陽、風、雨和冰凍是岩石風化的原動力，自從地球形成以後，露在地面上的岩石和山峯，就日夜受到這些力量的破壞。現在把這些岩石風化的原動力分開來講一講：

第一，太陽的作用：一般東西都是「熱脹、冷縮」的（有少數東西不是熱脹、冷縮。比如水在攝氏四度以上時是熱脹冷縮，但在溫度低於攝氏四度一直到凍結的時候，體積却逐漸增大）。在白天，太陽能把岩石晒得發燙；到了晚上，岩石又很快的冷下來。岩石每天這樣一熱一冷的變化，當然要發生一脹一縮的現象。但是岩石傳熱很慢，內層外層的脹縮不一致，外層熱得快，脹得大，內層和晒不着的部分熱得慢，脹得就小。同時，因為岩石是各種不同石頭組成的，各種石頭傳熱的能力也不一樣，因此同一塊岩石，它的各個部分脹縮的程度也不一樣。像這種不能均勻一致的脹縮，就會使岩石產生橫直的裂縫，以後就會慢慢的破碎。在氣溫



圖一：岩石的表面和向太陽的一面，白天熱得快、脹得大，夜晚冷得快、縮得小。岩石的內部、背太陽的一面恰恰相反。岩石因為脹縮不同的關係，就會裂縫和破碎。

(註8) 變化很大的地方，或是在夏天，這種作用進行得更加激烈。

第二，冰凍的作用：冬天缸裏的水結了冰，會把水缸脹破。這是因為水結成冰，它的體積要比原來增大十一分之一的緣故。岩石有了裂縫，雨水和雪水就會流進去，到氣溫降低時，石縫裏的水還會結成冰，把岩石裂縫脹大；等到太陽出來，冰又溶化成水，繼續向裏滲。這樣不斷的一凍一溶，就可以把岩石劈開變成碎石。在寒冷的地方，或是在冬天，這種破壞岩石的作用表現得很明顯。

大的冰塊能形成冰山和冰河，它們移動的時候，會把經過的地方的岩石壓碎、碰碎、磨碎，甚至可以把山峯削平，並把碎的石屑帶到很遠的地方，到氣溫轉暖、冰山融化時，被挾帶的石屑又重新沉積下來。這種沉積下來的土層，在科學上叫冰積層。

第三，水的作用：水對岩石破壞的方式有三種：一是雨滴和江、河、湖、海的水浪，它們對岩石都有撞擊破壞的力量；「水滴石穿」這句話，可以充分說明水有破壞岩石的力量。二是水有流動冲刷的力量，比如水流過或碰撞岩石，長久了就會把石面磨光；帶有砂泥的水，摩擦碰撞的力量更大。三是水在岩石裂縫或者砂礫中流過的時候，會把岩石的各種成分溶解出來，特別是含有二氧化碳（註9）的水，溶解力量更強。

第四，風的作用：狂風可以造成「飛砂走石」，山上的石塊，有的會被風颳落撞碎。大風帶走的砂石，還能把岩石磨碎，或是造成粗糙不平的石面停積雨雪，雨雪就對岩石起侵蝕破壞作用。

第五，空氣的作用：空氣中的氧氣（註10），二氧化碳氣和水蒸氣都是無孔不入的，岩石一發生了裂縫這些氣體就會鑽入，並且和水共同對岩石起作用，把岩石裏含有的礦物質溶解

出來。在缺少水的情況下，這些氣體也會慢慢的和岩石起化學作用，生成一些可以溶解和很細的黏土粒。



第六，生物（註11）的作用：生物破壞岩石，除了像前面所講的，植物的根會把岩石脹碎，人們開山、築路和穴居動物的挖洞也都能破壞岩石外，在空氣裏還有很多很多的微生物（註12）對岩石起破壞作用。因為微生物從岩石吸取養料，腐蝕和破壞岩石很厲害。我們平常看到岩石表



面生霉，主要就是各種微生物不斷生長繁殖的結果。但是在生物對岩石進行破壞的同時，它們却有創造土壤肥力的作用，關於這個問題，在下一節再詳細說明。



圖二：岩石風化過程

以上六種破壞岩石的力量，常常是同時進行，又是相互推動的。比如太陽或冰凍使岩石破碎以後，水和空氣就隨着滲入，引起岩石成分的變化；岩石成分變化了，它的組織就會酥鬆起來，這又便於太陽、冰凍、雨雪對岩石進行破壞。

為什麼露在地面上的岩石，有的風化得很厲害，有的風化得很慢呢？這有三個原因：第一，各色各樣的岩石，有些比較細緻堅硬，有些比較酥鬆，抵抗自然破壞的力量不同，風化程度也就不同。第二，地球上從南邊到北邊，氣候不一樣，氣候的變化也不一樣。寒冷的地方，風化作用的進行常常要慢些，特別是化學變化，在低溫或是乾燥的地方就不容易進行。其他像颶風、下雨、海水的浪潮，各地也不一樣。因為各種破壞岩石的自然力量，在不同地區各不相同，所以風化程度也不同。第三，地球表面不是平整的，有高山、有平原、有深谷等等，高山、平原、深谷和山南、山北，各處受到太陽的熱力是不一樣的。在同一地區，因為岩石位置不同，風化程度也就不會相

同。

③岩石風化的結果 岩石經過風化，變成石屑、砂礫、細砂和很細的黏土粒，這些東西的性質和原來的岩石不同：第一，岩石原來是大塊的、堅硬的，水和空氣沒法透過，風化之後，變為酥鬆的顆粒，水和空氣就可以透得過。也就是說，岩石沒有通氣透水的性質，風化產物有通氣透水的性質。第二，岩石所含的成分，原來都是組織堅硬，不溶解於水的。在風化當中，因為水和空氣不斷的通過，岩石中一部分礦物質逐漸溶解，岩石成分起變化，組織也變鬆了。第三，經過風化而破碎的岩石，不但接觸水和空氣的總面積增大，容易引起化學作用，而且因風化而產生的黏土粒，具有膠黏的性質，對水分和養料開始有了吸蓄的能力。這對植物生長是很有幫助的。

岩石風化的產物，能使植物在它上面扎根生長，但是從它裏面分解出來的各種養料，大部分要被雨水淋掉，而且這些養料是分散的，很難養活植物。依靠黏土粒吸蓄的一些養料，又不一定是植物生長需要的。特別是在岩石風化產物裏面，缺少高等綠色植物（註13）最需要的氮素養料（註14）。因此，我們不能把岩石風化的產物看成是土壤，只能把它看成是土壤原料。在科學上把這種原料，叫做土壤母質；把岩石風化過程，叫做土壤母質形成過程，也就是土壤原料生成的經過。岩石風化變成土壤母質，這是土壤形成的第一步。

（二）生物的作用

從岩石風化產生的土壤母質，必須再經過生物的作用才能變成土壤。生物在土壤形成過程中，所起的作用，主要有以下三點。

①微生物的繁殖，使土壤母質有了氮素養料 岩石風化雖然能產生各種養料，並能存留住少量雨水，但是缺少高等綠色

植物生長所必需的氮素養料。同時單靠黏土粒吸着的少量養料和水分，也不能滿足高等植物生長的需要。因此，最早在土壤母質上生長的不是高等綠色植物，而是微生物。

微生物有一種特殊的生活能力，它們當中，有的能利用分解岩石當養料來維持生活，有的還能從空氣中吸收氮氣來生長發育，並且能把氮氣和從土壤母質吸收來的養料和水分，變成自己的身體（有機物質），把氮氣固定下來。等到這些微生物死在土壤母質裏，土壤母質的養料便比原來的稍為集中，而且有了氮素養料。靠微生物的活動，土壤母質就能變得更酥鬆、更肥一些，也就可以為另一類比較高級的植物像地衣、青苔等，創造了生長條件。這是土壤母質形成土壤的開始。

②高等綠色植物合成（註15）有機質，使養料集中保蓄 自然界的生物是不斷在進化的。微生物、地衣和青苔在土壤裏逐漸集中養料之後，更高等的綠色植物，像蕨類和各種樹木、花草，一直到穀類、棉、麻等等，也就會逐步的生長起來。隨着生物的進化，土壤終於在世界上誕生並且不斷的在發展。

沒有高等綠色植物的生長，土壤肥力就提不高。這是因為微生物、地衣和青苔沒有根，它們不能吸收很多的養料，同時，它們合成的有機質很少，集中保蓄起來的養料也有限。因此，只有高等綠色植物在土壤上生長起來，利用它們很發達的根系，從土壤吸收各種必需的養料，合成大量的有機質以後，才能使土壤中的一些養料，基本上免得被雨水淋掉。像一畝草地或森林，每年都能累積數百斤的枯枝、落葉和殘根等有機質。這些有機質所含的養料，比起原來土壤裏面的要多得多，而且這些養料，在有機質沒有分解腐爛的時候，因為不能被水溶解，所以雨水也不能把它們淋洗掉，而始終保蓄在土壤裏。

③高等綠色植物和微生物的共同作用，發展了土壤肥力

單靠高等綠色植物累積大量有機質，土壤肥力也不會產生。這是因為：第一，死的有機質所含的養料，不經過分解和腐爛，下一代植物就不能吸收利用它。第二，綠色植物不斷從土壤吸收養料合成有機質，終有一天土壤中的養料會被吸收完。因此，就需要有機質一方面合成，另一方面分解腐爛、放出有用的養料，這樣才能顯出土壤肥力。

分解有機質，是靠土壤裏千千萬萬的微生物（也就是低等生物）來進行的。微生物的種類很多，對有機質所起的作用也不一樣。有的能把土壤中的礦物成分和空氣中的氮氣合成有機質，使土壤含氮有機質（註16）增加；有的還能把有機質分解腐爛，變成可以溶解的東西。微生物把有機質分解腐爛變成的黑褐色像膠一樣的東西，叫做腐植質。腐植質能加深土壤顏色，並使分散的土粒團結成團粒，增加土壤的保肥保水能力。微生物所起的這些作用，和高等綠色植物有共同生存、相互依賴的關係。它們互相組合成好像人類社會一樣的植物社會。植物社會和人類社會一樣，也是不斷在發展着的，植物社會的發展就推動了土壤肥力的發展。所以威廉斯說：「只有在高等低等生物的作用下，岩石才能變成土壤。」又說：「有機質的合成與分解，是土壤形成的本質。」

土壤肥力要靠植物不斷的生長繁殖，才能得到發展，而我們利用土壤來增加生產，也是要植物能夠生長繁殖，因此，只要我們合理的進行耕種，土壤肥力不但不會減退，而且還可以不斷提高，同時作物的產量也會年年增加。有些人總認為作物增產後，一定要從土壤吸走很多養料，以後土壤就會慢慢瘦下去。這種看法是不對的。因為這些人沒有看到，植物和土壤微生物在合理耕作的情況下，有累積肥力的作用。

但是，高等綠色植物和微生物，都是在岩石風化了的土壤母質上，逐漸繁殖起來的。沒有岩石風化，生物就無法生長，

特別是高等綠色植物，更不能扎根生長。也就是說，生物創造土壤和土壤肥力，必須以岩石風化為基礎。

岩石風化（也就是土壤母質的形成）和生物的作用（也就是成土作用），是同時同地進行的。因為岩石風化而來的可溶解的養料，如果生物不及時吸收起來，等到風化完結、養料被淋光了以後，那末生物也就不能再在上面生長繁殖了。所以生物的成土作用，既不能發生在岩石沒有風化以前，也不能發生在岩石風化完結以後。又因為推動岩石風化的太陽光熱、風、雨、冰和雪等自然因子，也會影響植物和微生物的生長和種類的變化；也就是說，生物決不能脫離這些自然條件的影響。所以在岩石變成土壤的過程中，很難把風化作用和生物的成土作用分開來。同時風化作用和成土作用是互相影響的，比如前面說的，植物的根能穿鑿岩石，使岩石變成更細的粒子，又能吸收和存留水分、養料，引起岩石的成分變化，但是岩石風化程度的不同，也會影響植物和微生物的生長和變化。總起來說，風化作用和成土作用，是同時同地的進行着，而且是彼此互相影響、互相推動着的。土壤的產生和它肥力的發展，就是由於這兩種作用相互推動的結果。

（三）為什麼會生成不同的土壤

因為各地的自然條件不同，土壤形成有先後和快慢的差別，所以形成各種不同的土壤。具體的說，有以下五個原因。

第一，土壤是從岩石或者是從岩石變成的土壤母質變化來的。岩石有各色各樣，它們的組織、成分、性質和顏色都不一樣，有的容易分解破碎，有的却很難變化。岩石變成的土壤母質，又因為會被水力或風力遷到另外地方重新堆積發育（像沖積土、風積土），或者是就地堆積發育（像殘積土），其中的成分和開始生成土壤的時間都有差別，所以產生的土壤也不

同。

第二，不同地區，一年四季的氣候是不一樣的。這對岩石或者土壤母質所起的作用就不一樣。有的地方化學分解作用強，有的地方物理破碎作用強。像在寒冷的地區，岩石容易受冰凍的破碎，可是化學分解作用要弱些，因此生成的土壤粒子粗而成分變化較少；溫熱的地區就相反，形成的土壤比較黏細。雨水、雪水多的地方，經常有水從土壤裏滲過，會把很多的東西淋掉；乾燥少雨的地方，常常在土裏聚集較多的礦物成分。風會增加地面水分的蒸發，也能吹走細砂和土粒，使土壤組成和性質起變化。氣候條件的變化，還會影響植物和微生物的繁殖和活動。因此，氣候的不同和變化，會產生不同性質的土壤。

第三，在同一個地方，地形有高有低。高的地方要冷些，低的地方要熱些；山南面又比山北面要熱些。因為高低地面所受到的光熱不同，岩石和土壤母質的變化就不一樣。同時，高地和坡地的土壤，又會向低地、平地沖積，這就會加厚低地和平地的土層，使殘留在高地和坡地的土地比較瘦瘠，而且粗大的砂礫特別多。不同地形的地下水位也有高低，地下水位高的容易使土壤冷濕，地下水位低的會使土壤乾燥。

第四，岩石或是土壤母質變成土壤，都要經過生物的作用，但是生物的生長、發育和分佈，和各地環境是統一的，也就是說，在不同的氣候、地形和土壤母質上，會有不同的植物和微生物。因為生物活動情況的不同，也會產生不同的土壤。比如在樹林密蔽的情況下，會生成灰色土壤，一旦樹林被根深的草類代替，土裏腐植質逐年增加後，灰色土壤就會變為黑土。另外，像南方的紅土荒山，如果把它築成梯田，經過多年種了水稻以後，土壤也會帶些灰色，而且有了顯明的層次。這說明人類耕種，也會造成土壤的不同。

第五，土壤是經過很長的年代，慢慢地產生和發展起來的，而且一直在變化着，能從這一種土壤變為另一種土壤。現在我們所看到的各種各樣的土壤，就是土壤在不斷變化過程中某一個階段（註17）的表現，換句話說，就是由於土壤年齡大小的不同表現出來的。計算不同土壤的年齡，不像我們人類計算歲數那樣只看絕對年齡（註18）。因為有些土壤，雖然從發生到現在已經有很多年月，可是由於各種原因（像氣候、地形和生物活動），使它發育得很慢，比起另一種發生年代不久的土壤來並不算老，甚至在形態、性質各方面都差不多。所以我們看不同土壤的年齡，除了要看它們的絕對年齡外，還要比較它們的相對年齡（註19）。

以上五個原因是互相聯系和互為因果的，它們是決定土壤種類的五個因子。這是土壤科學創始人、蘇聯偉大的土壤科學家道庫恰耶夫（1846年生，1903年逝世）總結出來的。後來因為威廉斯提出「肥力是土壤唯一的特徵，而創造土壤肥力主要是靠生物」，所以就把五個因子當中的生物作用作為主導因子。也就是說，各種土壤肥力不同的原因，主要是因為生物活動情況不同。但是我們必須記住，生物脫離不了環境，因此生物的活動也要受到土壤的影響。