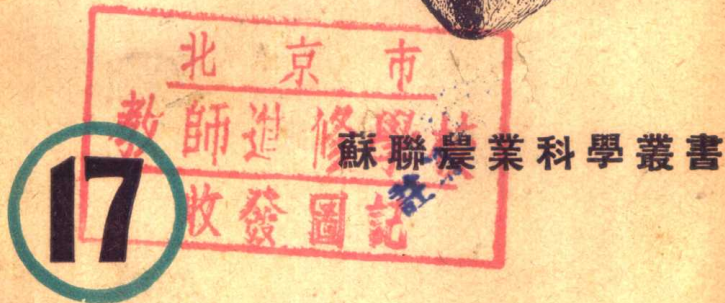


威廉士的土壤學說 及其發展近況

孫 渠 編 譯



華北農業科學研究所編譯委員會主編

中華書局出版

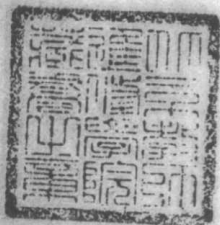
本書內容提要

這書的主要內容是由編者在中國科學院和北京農業大學的講演稿集成
的。正文共八篇，每篇之末附有學習提綱。又附錄二篇。全書有系統地
介紹了蘇聯大土壤學家威廉士的學說及其發展近況，並結合中國的實際
情況加以說明；其附錄部份，對於蘇聯土壤學和農業化學的發展史，亦
有概括的論述。文字深入淺出，適於大學生及一般農業技術幹部的主要
參考之用。

16.14/12



В. Г. Вильямс.



20712

威廉士的土壤學說 及其發展近況

目 錄

前言.....	2
一 先進的土壤學的創始人威廉士——他的 生平和他所做的事.....	3
二 威廉士對於農業生產的分析.....	18
三 威廉士對於農業上幾個定律的批判.....	29
四 土壤是怎樣來的.....	44
五 威廉士的土壤的統一形成作用說.....	60
六 土壤肥力的基礎——團粒.....	81
七 關於微生物的幾個問題.....	99
八 什麼是特來沃頗利的輪栽制.....	139
九 威廉士施肥理論的發展近況.....	185
附錄一 俄羅斯土壤學發展史.....	207
附錄二 二十五年來蘇聯的農業化學.....	230

前 言

這本書的主要內容，是由孫渠先生在中國科學院和北京農業大學的講演稿集成的。全書系統地介紹了蘇聯大土壤學家威廉士的學說，及其發展近況，並結合中國的實際情況加以說明；深入淺出，適於作為大學生或一般農業技術幹部的主要參考書。

每篇之末，附有學習提綱，可供閱讀時之參考。

附錄部份，對於蘇聯土壤學和農業化學的發展史，亦有概括論述。

——編者——

威廉士的土壤學說 及其發展近況

一 先進的土壤學的創始人威廉士——他的 生平和他所做的事

我們先引證兩段關於威廉士的評語來做這篇介紹的開端：第一段，是關於他所做的事，第二段，是關於他這個人。

「蘇維埃農業生物學的基礎，是由米丘林和威廉士所奠定的。他們總結了並發展了科學和實踐在過去所累積下來的一切精華。他們的工作，使我們對植物和土壤的本性的認識，對農業的認識，增加了很多在原則上完全新的東西。」（見李森科著：論生物學的現狀）

「B. P. 威廉士具有極其廣闊的科學修養，他是屬於鳳毛麟角無所不通無所不曉的人們當中的一個。他是土壤專家，在土壤科學上他實現了澈底的革命。他是一位革新者，是一位農業上的革命者，和名不虛傳的被稱為蘇聯的農藝家的首領。他奠定了社會主義的特來沃頗利制的基礎，創造了牧草栽培的新科學；他是細菌學家，化學家，種子改良專家，卓越的土壤改良家，農業機械製造專家，卓越的經濟學家。他是俄國育種工作的創始人之一，他最先組織了灌溉，城市等水道的生物清潔法和許多其他的事情。」（亞力山大洛夫著：先進的

生物科學的創造者)

威廉士爲什麼能夠有這樣大的成就？他是怎樣變成一個這樣沒有不精通的巨人？我們應當研究研究他的經歷和他周圍的一切。

威廉士的家境相當貧寒。他於一八六三年的九月生在莫斯科的一個無聲無臭的家庭裏。他的父親是一個交通工程師，母親是一個農奴家庭出身的普通農婦。他最初的教育是在家庭裏受的；父親收藏着甚多的書籍，這對於他的好讀書有着不少的影響。一八七六年他的父親去世了；撇給他母親一羣幼小的兒女，最大的才十五，他是老二，剛剛十三歲；另外還有兩個弟弟和三個妹妹。遺產很少，而像這樣龐大又不事生產的家庭，怎樣能夠維持的久呢！他們的窮苦情形可想而知，但是他的母親却堅持着他的教育。當十六歲的時候，進了馬靜格私立理科中學的四年級。那時他除了對於化學特別愛好外，同時還在課餘之暇採集和養育了不少的動植物。到六年級的時候，他當了學校實驗室的管理員。中學畢業之後，考進了莫斯科彼得羅夫農林學院。在農林學院的這一段教育，對於他的前途起了決定性的作用。爲什麼？因爲那時這個學院在政治思想上是最前進的，這裏我們只舉一件事情就可以證明：那就是一八八三年當馬克思逝世的時候，在倫敦出現着從俄羅斯來的第一個反響，便是這個學院裏的學生發出來的電報，電文中邀請代爲在馬克思的靈柩上獻一個花圈，並且指明要寫着下面的這些字：「給在理論上爭取工人的權利，以及爭取這種理論的實現的戰鬥者——莫斯科彼得羅夫農林學院的學生們敬輓。」

爲什麼這個學院成爲當時的民主堡壘呢？那裏有着不少的優秀的教師，當中一個最出色最年青的教授，就是民主分子，第米里亞則夫。他精通着辯證法唯物論，同時又是一個達爾文主義者。他把正確

的生物科學灌輸到學生的思想裏；把生物學從宗教的荒謬和偏見中解放出來。他說：「自然服從人，不是人服從自然。」他是一個大的植物生理學家，他的特殊貢獻是光化作用，這也是他同自然鬥爭的具體問題中的一個。他提出了：「生理學家的任務，不是描寫自然，而是解釋自然並控制自然。」

威廉士的所以能夠成為一個唯物辯證的達爾文主義者，並且把它發揮到土壤學的領域中去，第米里亞則夫有相當大的功勞。威廉士曾經這樣的說過：「我記得第一次上過第米里亞則夫的課，是我轉入第二學年的時候。他當時正講授植物生理學 我們全部年青的聽衆都集中注意於這個富有吸引力和機智敏銳的關於植物學原理的演講。從這個第一次講課時起到我從農林學院畢業出來為止，K. A. 第米里亞則夫順序的在我們面前展開一幅自然界的整齊圖畫；在自然界中，動物和植物界之間並沒有一條不可穿過的界線；在自然界中，一切最能夠適應於周圍環境的都能生存。就這樣最多地決定着有機體的變異以及獲得性的遺傳。」

在彼得羅夫學院求學的這幾年中，他的生活更苦，一方面這個七口之家靠他來維持，另一方面他還堅持着他的學業。每天要步行到幾乎達十五公里之外去上學。下面是他後來回憶到那一段生活所說的話：「那是五十多年以前的事了。氣候嚴寒，在靜寂的奧斯托爾卡里，每天很準確的在清晨六點鐘，一所樸素的兩層樓房的大門開了，在新鮮而寒冷的空氣中，出現了一個年青力壯的徒步者。這個把夏季外套披在肩上的徒步者就是我，當時我是彼得羅夫學院的學生。在嚴寒的天氣下，不管是下雨或風雪，我永遠必須步行到學院，好來及時的參加課業，此外，每天僅吃兩磅黑麵包和茶而已。」

這種堅苦的生活，並不是使這位青年的鬥士最苦惱的事，而最苦惱的是當時的教育和社會制度。「當時我們很少人能夠獲得研究高深科學的那種幸福。我們不僅被教育着學問，同時還被教育着充當資本主義的僕從。科學家僅僅應當按照合乎資本家的意願來寫作和說話。我們中間最正直的人永遠在經歷着困難的矛盾：研究科學——這意味着，增加資本家政權的財富並加強對勞動者掠奪。」對於我們這些並非出身統治階級的人來說，學習是一件苦惱的事，而工作更為苦惱……」威廉士就是從這苦惱中鍛鍊出來的。既然沒有被困難和苦惱壓倒，一定會更加堅強；是的，鍛鍊的他更樂觀，充滿活力，志向堅定；更能正確的確定自己的科學道路，而且不屈不撓的勇猛前進着。所以當他七十多歲的時候，一位外國的科學家看到了他對於工作的起勁和活力感到驚訝而向他還保持着青年人的生氣的時候，他說，他經歷了三次的革命，並且不僅是經歷着而且還是積極的參加着；他的青年人的生氣的祕密就在這裏。

他從第三學年開始，便集中注意土壤學，尤其是土壤的物理性和機械組成的研究。當時的土壤學和耕作學教授是 A. A. 法傑也夫。他約威廉士做他的助手，組織實驗室和管理實驗地。威氏的科學研究生活就這樣的開始了。

彼得羅夫學院畢業之後，被派出國深造。於一八八八年初到了法國，在細菌學鼻祖巴士得的指導下，研究土壤細菌；同時也聽當時最卓越的土壤化學家列靜格教授的土壤化學。另外在空閒的時候都去國家圖書館和農學圖書館中工作着，詳細的研究農學和農業發展史。還利用假期研究法國的農業和柱狀鹼土等。一年以後又去德國的慕尼黑，在窩爾尼教授的指導下，進一步的研究土壤物理和土壤化學，

研究出自己的土壤實驗的方法。他也繼續着研究 B. B. 德古查耶夫和 П. A. 柯斯狄奇夫的著作。德古查耶夫和柯斯狄奇夫是蘇聯的兩位世界聞名的土壤學家，他們的貢獻為威氏的成就打下了基礎。

德古查耶夫的貢獻是什麼呢？德古查耶夫是土壤學真正成為一門獨立科學的開山祖。他是土壤發生學派的創始人。在他那個時候是土壤地質學派和農化學派的天下；前一派把土壤看成單純的岩石風化變碎了的東西，後一派把土壤看成植物着生處和礦物質養分的一個貯藏庫。那時蘇聯的土壤學界也是一樣，土壤學的研究是偏於形態的描寫；土壤學的基礎是建築在各種靜態學因素上。威氏對於這種的看法有過這樣的批評：「這個觀點是符合於自然科學發展的某一個時期的，即炭化物的化學還剛剛在誕生的時候，當沒有人想到關於物體膠質狀態的化學的存在的可能性的時候，當微生物學的跡象一點兒都還沒有時候，當酵素學說還在胚胎的時候，以及當異式營養型的植物的概念還沒有建立起來的時候。在風化作用的各種過程中，還有很多未經闡明的現象，這一事實也大大的促進了對土壤起源的不正確和陳腐觀點的建立，和保留到現在的可能性……」。

「可是，雖然有這一切的不利條件，但當上述各部門的自然科學的一般輪廓還剛在描繪的時候，作為一個自然體的土壤，在它的發育史的意義方面，土壤形成過程的學說，便孕育起來了。」這就是德古查耶夫的偉大貢獻。他把土壤看成一個自然體，像自然界中任何一個其他的個體，任何其他的有機體一樣，土壤也有它的特殊來源，它的化學組成和物理性質，它的個體構造，它的習慣，和它在地理上的分佈特性。德氏建立了土壤發生的一般的原理和法則；建立了土壤在地球上分佈的法則。他也證明了土壤的肥力和土壤發生的環境及生命

的不可分性。他指出了研究土壤的這些條件的正確道路。下面是他關於土壤的概念的定義：「應當把土壤叫做岩石的表層（不論那一種類的都是一樣），受水分、空氣和各種不同的生物（活的和死的）的共同影響而自然改變着的。」威氏也提到：「德氏的土壤學說最重要的地方，是這個概念，即土壤是一個特殊的自然體，和岩石不同，雖然它是從岩石發育出來的。只要這個原理還沒有形成之前，真正的土壤的科學是不能存在的。只是在這個原理的基礎上發育出了現時的發生土壤學」。

德氏雖然找出了土壤形成的一些因素如：母質、氣候、植物、微生物、地勢和時間等；可是，實際上在論到土壤形成的各種問題的時候，特別是有關各種土壤類型的時候，都把每一個這些土壤形成的因素孤立起來討論，沒有加以互相聯繫，而常常把各個土壤形成因素的一切各種各樣現象構成一個抽象的圖式。

柯斯狄奇夫的主要貢獻是什麼呢？他把土壤學在德氏的基礎上又推進了一步，找出了土壤的性狀和植物的關係。土壤性狀的發生，主要的是由於生長在它的上面的植物的影響，土壤中有機物質的聚積和植物有一定的聯繫；植物的特性是決定土壤中有機物的增長和分解的主要條件。另外一個大的貢獻，就是把土壤的理論和實踐的結合。他對於土壤的觀點，是我們應當把能夠滿足植物需要的地球的表層叫做土壤；同時離開了植物來研究土壤，不但從實用的方面不允許，而且從純科學的立場也是不允許的。所以它說：「按着他們對於植物生活的關係來研究土壤的性質組成了土壤學的主題。」

德古查耶夫的土壤是一個自然體，柯斯狄奇夫的植物，有機物質和土壤性狀的關係，以及理論與實踐的結合，這都是威氏的偉大成就

的資本。

威廉士從西歐歸國以後，根據他的考察和對於德柯二氏的著作的研究，他批判了西歐的土壤學，批判了他們把土壤看成單純的化學和物理的質體，栽培在土壤上面的植物，從他的裏面可以得到所需要的水分和營養料；沒有把它看做是一個自然體，完全忽視了它的形成，發展和它的生活的法則；沒有看成一門獨立的科學，看成是農化或耕作的次要部門。西歐的學者們認為化學派的成就，就可以解決農業的一切問題。

他回國後接替了退休的法傑也夫的職位。講授包括着土壤原理、育種、農具、耕作等的普通農業。他繼續發揚了德柯兩氏的創造和把進化的理論用到土壤的領域中來。同時他找出光靠化學分析對於土壤肥力是沒有用的，也應當知道土壤的物理性和它對於植物生活因素的關係。他也組織過俄國的第一個育種研究小組，他當時寫過：「我們不用自己的力量改良我們俄羅斯植物，反而要從外國訂購改良的布斯科夫的亞麻，難道這是正常的嗎？難道這不是可恥的嗎？」

以後他又出過幾次國，當中的一次是考察灌溉和排水。他在國內（蘇聯）也走了不少的地方，設計過造林的計劃，管理過大農場。他發表過「土壤有機物質的重要性」的重要的文獻後，同時又展開了進一步的研究，自己設計了排水採集器；拿成噸成噸來自不同地區的不同土壤，種着各種不同的植物，來看土壤中的有機物質。這個大規模的實驗，一直繼續了十幾年，分析過五千萬個公撮的排水，最後找出土壤裏面的腐殖質是微生物活動的產物（分泌物）。打破了過去認為是有機物質分解的中間產物說法。在牧草栽培的方面，也有過卓越的研究工作，他搜集和栽培過三千多個不同的種類；研究過豆科植物和

禾本科植物的特性；寫過「牧草栽培與牧場經營的自然科學原理」。他的看法：「牧草栽培學，主要的不是研究各個個別草地的植物，而是研究作為自然形成的一個特別種類的各個草地，研究草地的特性和它們與自然現象關係的統一體，這些自然現象決定着生長的植物的有機體的各種自然綜合體（自然草地植物羣）在草地上的存在。」他又說：「把自然的、科學的探討方法，把所研究的現象的發生和發展的歷史的探討方法，作為這種研究的基礎後，我們不可避免的逐漸認識，所研究的一切特性的現象和一切性狀的進化過程，是一種由於具有因果性而與這個過程的各個組成因素的各種基本特性相聯繫的動的過程；並且非常簡單的論理學上的推論方法，我們獲得了在所研究的實際知識部門中，一切實際措施和方法的完滿而全面的科學根據。」

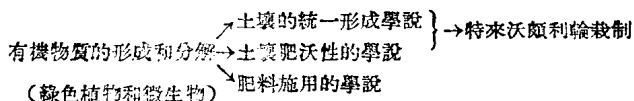
威氏從一九一四年開始歸納他在多年來不斷的科學研究工作的過程中累積起來的巨大材料和經驗。結果，他建立一個嚴密而完整的土壤學說，吸收和熔化了德柯兩氏的成就，把土壤看做一個特殊的自然歷史體，同時也是生產的手段；對於這個自然歷史體的形成，生物因素具有決定的意義。他在他的名著「土壤學」一書中寫道：「我們現在研究土壤，是把它當作由於各種氣候因素與居住在它上面的全部高等植物和下等生物，有機的互相聯繫起來的那種自然環境來研究的。氣候和母質的相互關係確定着這樣植物羣社的各種特徵和特性。同樣的，不論土壤或氣候的各種特性和特徵，也都為生活的全部高等和下等生物的整個生命活動的共同影響所確定着的。」他更進一步研究土壤形成的各種規律性。並且在這個基礎上研究着自己關於統一的土壤形成過程的卓越理論。從這個理論找出了土壤肥力的特性，找出了控制和改進它的方法——特來沃頗利的輪栽制來。

威氏一生的後半段除了更進一步的研究他的各種理論外，對於蘇聯農業政策的規劃倡導不遺餘力。總結起來，他直到一九三九年十一月九日與世長辭的那天為止，一生可以說是一直是為着廣大的羣衆的利益而鬥爭。他在「農業耕作原理」一書中的序言裏寫着：「我把自己全部科學工作貢獻給他們，是因為我的一生，不論過去和現在，除了為人民服務以外，並沒有其他的目的。我一面都希望使農業科學成為廣大羣衆的財產，使它成為土壤肥沃性創造者的真正幫助者。」

威廉士的一生所以能夠有這樣的成就，並不是一件偶然的事；因為他具備了必然會有這樣大的成就的條件。在土壤學的方面，有他的前輩，偉大的土壤學家德古查耶夫和柯斯狄奇夫為他打下了基礎；他自己有着極其淵博的實踐知識，從土壤、牧草、造林、農場的設計經營，水利，一直到育種；他的交游和考察又甚廣，他接觸了無數的當時科學界的知名之士，看到了和了解了廣大地區的自然情況；但是更重要的他自己又是一個堅忍不拔無產階級的鬥士和達爾文主義者；他掌握和正確的運用着最前進的思想方法——辯證法唯物論。換句話說，他有了豐富的材料，又有最好的分析方法，正確的立場，怎樣不會有這樣偉大的成就呢！他自己曾經這樣的說過：「辯證法唯物論和特別是今天我們所紀念的列寧他的思想，在我的科學工作上，怎樣幫助了我呢？如果我在科學上有什麼成就的話，這只有歸之於這種哲學，它的方法的理論。」

在他死後的第二天，蘇維埃的出版物和無線電廣播帶着深切的悲痛向全國廣泛的傳播了國家最優秀的科學家的死訊。在各種報紙的篇幅上，在帶着哀悼的黑邊的科學家遺像下，與各種論文，回憶錄，感言並列着，刊登着無數的關於威廉士之死的通知。同時吊唁的電

報，像無窮盡的水流一樣，從全國的每一個角落和國外一擁而來。威氏有些什麼偉大的成就值得大家這樣的敬重和悲痛？現在我們拿下面的一個體系來介紹和分析一下他的成就：



威廉士在農業上一切革命創造的基礎就是有機物質的形成和分解。他曾這樣的提出過：「土壤的概念是和微生物的概念分不開的。」土壤的所以有別於母質，和他所具有的一切性狀，都是從有機物質的形成和分解這兩個矛盾統一的作用中產生出來的。有機物質的形成是靠綠色植物，而有機物質的分解是靠微生物，微生物和綠色植物的這樣結合，已經不知道有多少年了。有機物質在分解的過程中，它的產物和微生物的分泌物，與母質的礦物粒子交互作用，發生了不可分離的關係，就是這些關係，改變了母質的性質而變成了一個整體。威廉士在他的「土壤有機物質的重要性」一文中提出：「土壤中的一切的化學作用，不外乎是它的有機物質的功能。並因而是一部分死的而一部分充滿最活潑緊張的生命的物質的功能。在母質——岩石風化的產物——中，我們找不到像這樣活躍不斷的進行着的化學作用。因此，這樣的岩石是死的。等到把有機物質加到裏面之後——把生命加到它的裏面，死的母質很快的，變成了活的複雜體，這個複雜體是礦物質的自然和有機物質(死的和活的)的結合——變成了土壤。」產生了它的重要特性土壤肥力。這就是我們所說的生物的作用，是土壤的生物和微生物在與植物羣落共棲中的生活，以及它們與土壤環境的交互作用。

既然土壤裏面的一切作用都是生物的作用作基礎的，若是就時間上來看，母質是在逐漸的改變着，這就是所說的成土作用。威氏說過：「有機物質的形成和分解是土壤形成作用的本質。」更具體一點的說，地面上的植物——植物羣落——的生活中，都有它所特別相應着的土壤微生物羣，在有機物質的分解過程中，都會產生這類植物和它們所伴隨着微生物所特有的類型的腐殖質，而這些腐殖質在與土壤環境的各種因素的相互作用下，限制着土壤的化學本性的各種不同的現象，這些現象使土壤印着不同階段和時期中母質，地勢情況以及環境的各種其他特點和特徵的遺跡。

但是植物羣落和土壤環境的相互作用的結果，並不是單方面的，這些結果不僅表現在土壤環境的變化，也表現在植物羣落本身的變化，他說：「依靠土壤環境條件的高等植物的植物羣落，逐漸的在環境中累積着全部的變化，這些變化進而引起了植物羣落本身的改變」。

若是從植物羣落來說，土壤是外界環境的各種重要因素之一。它對於植物的發育及發育的全部特性和性狀，都有着巨大的影響。返過來說，植物，植物羣落，也強烈的影響着外界的環境，影響着他們自己的居處，並且改變着它。土壤是與植物羣落的進化是一起進化着。植物羣落的進化，使我們正確的和順利的了解土層的變化。

簡單的說來，土壤影響着植物，植物影響着外界的環境，影響着土壤裏面的微生物；微生物在分解有機物質的過程，又改變了土壤；結果，在改變了的外界環境和改變了的土壤之下，又改變了植物自己的種類。這樣輾轉的下去，每換一類的植物就產生一類的土壤，所以我們看到的一切土壤，都是這個統一形成作用的前進中一個變化階段，這就是土壤統一形成的學說。

在統一形成作用不同階段上的土壤，它的基本特性——肥力也不相同；最爲肥沃的階段，就是黑鈣土。爲什麼黑鈣土最肥呢？一方面是因爲黑鈣土中有機物質的含量多，而有機物質又是植物養料的主要來源。另一方面是因爲它有團粒。爲什麼有團粒就肥呢？有團粒的土壤中，有大的孔洞非毛細管的孔洞；同時也有小的孔洞，毛細管的孔洞，而這兩種大小不同的孔洞對於水的拘着力也不同，因此，這樣的土壤能夠使不易同時並存而植物却同時需要的水和空氣，能夠同時存在了。當然與空氣有關的礦物質養分的形態和從有機物中的解放出來，也滿足了植物的要求。所以團粒是土壤肥力的基礎；有了它，才能在植物生長的全部期間，經常不斷的而且同時的供給植物。這就是威氏的土壤肥沃性的學說。

怎樣才能使土壤有團粒呢？我們得向土壤統一形成的過程中去找，那就是黑鈣土的階段。因爲只要我們知道了黑鈣土的形成是些什麼植物作主，我們就可以用人工來創造它。威氏做過了深切的研究，同時他又研究過棄閑（放棄了的）的地，經過多年之後爲什麼又慢慢的變肥了；在棄閑的期間，植物發生了些什麼變化；那類的植物是基本上恢復了土壤肥力的。威氏找出而且已是實況的應用着的辦法，即在作物的輪栽中加上多年生豆科的和穀類的混合牧草的種植。這就是現在在蘇聯普遍採用的特來沃頗利的輪栽制。多年生牧草的任務就是恢復團粒。

既然微生物和土壤是分不開的，所以怎樣去維持土壤中的微生物是一個重要的問題。要維持微生物，就得維持土壤中的有機物質，就得知道有機物分解中的變化。什麼是重要的變化？重要的變化之一，就是微生物從分解的有機物中吸取一部分的礦物質養分形成自