

土 垆

朱显謨 著



农业出版社

土 樓

朱 显 謨 著

內 容 提 要

壤土是我国耕作土壤的主要土类之一。作者根据多年的試驗研究結果和农民的生产經驗，論述了有关壤土的发生演变、性态、基本性质、生产特性以及培肥改良等問題。本书可供农业科学研究人員、农业院校师生、土壤科学工作者参考，也可作为陝西、甘肃、山西等地区农业技术人員培肥改良壤土的参考书。

壤 土

朱显謨著

农 业 出 版 社 出 版

北京老校周一号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 106 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

农业出版社印刷厂印刷装订

统一书号 16144·1389

1964 年 5 月北京第 1 版

开本 787×1092 毫米

1964 年 8 月初版

三十二分之一

1964 年 8 月北京第一次印刷

字数 14 千字

印数 1—2 000 册

印张 五又十分之七

定价 (科四) 六角

目 录

引 言	1
第一章 壤土的发生和演变	4
第一节 形成壤土的自然历史条件	4
第二节 壤土的主要成土过程	9
第三节 壤土的主要形态及其演变	12
第四节 壤土的分布规律	15
第五节 壤土的分类系统	21
第二章 各类壤土性态概述	23
第一节 立搓土	23
第二节 油土	25
第三节 墟土	30
第四节 黄壤土	31
第三章 壤土的基本性质	34
第一节 壤土的一般物理性状	34
第二节 壤土的一般化学性状	39
第三节 壤土腐植质的组成及其特性	54
第四节 壤土中的土壤微生物区系	61
第四章 壤土的生产特性	67
第一节 壤土的耕作性能	67
第二节 壤土的水分状况	74
第三节 壤土的养分状况	92

第四节	壤土的结构性	110
第五章	壤土的培肥和改良	124
第一节	施用土粪的功效及其展望	125
第二节	草谷轮作对于壤土肥力的影响	133
第三节	壤土浇墒的改良	146
第四节	深耕对于壤土肥力提高的功效	155
参考文献		168

引 言

壤土是我国古老的耕种土壤之一，分布在黄土地区盛产棉麦的地带，其中尤以陕西关中为主。其耕种历史，倘以西安东半坡村原始社会遗址中挖掘出来的谷子来推测，则在五千年以上。但是，当初人口少，耕地只局限于滨河村落附近。迄至夏朝以后，人口渐多，因此开疆拓土，建立各种制度，社会组织获得了很大的发展，农业生产随着人们生活的需要和生产经验的积累，也已初具基础。古书上有“后稷教民稼穡”的记载，可见当初农业生产已有若干经验的积累，否则后稷是没有实际材料来教民稼穡的。其教稼台遗址目前尚在陕西武功漆水河畔。这足证壤土主要分布地区的关中，可能在四千余年前就已经开展了广泛的农垦事业。

据邓植仪整理我国古籍中有关土壤资料时指出^[1]禹贡所载，关中式雍州的一部。雍州东接冀州以黄河为界，南接梁州以秦岭为界，此广大地区适为黄土高原，土质疏松深厚，并呈淡黄棕色，故有“厥土惟黄壤^①”之说。但是，就当初关中的主要土壤来说，不是“黄壤”而是目前群众中所流传的出现在壤土剖面中部的“塋土”。那末，当初为什么不叫“塋土”而叫“黄壤”呢？推其原因有二：其一，当初农地，可能还是以分布在河

① 黄壤——黄色，壤质土。

谷冲积平原上的为主,这些地方主要是黄土性的新沉积物,粘化作用并不明显,也不具“壠土”层;同时分布在头道壠上具有粘化层的“壠土”地区,当初可能仍属“斧斤以时入山林,林木不可胜用”的天然植被状态,更可能那时的“壠土”层和黄土层相比要薄得多,并且那时人民“营穴而居”的窑洞,主要开在黄土层中,而此黄土和整个黄土高原上的黄土性征基本相同,故通称“黄壤”。其次,关中虽为壠土,但其他广大地区都是疏松的黄土,拿面积来比,相差很远,所以就雍州整个来说还是“厥土惟黄壤”。此外,我们知道,冀州和豫州的西部(目前晋南和豫西)也都有较大面积“壠土”的分布,但是禹贡上对于这二州土壤的记载是“厥土惟白壤”(冀州)和“厥土惟壤,下土坟壤”(豫州),这证明同州内的土壤很多,而当初是以主要者为代表。

距今二千六百余年前,管仲有地员篇^①之作,对于我国土壤和土地利用等曾作了比较详细的分析和记载。虽然就夏伟英先生在“管子地员篇校释”^[2]中的论断,此书并未将关中地区的土壤列入;但是就当初土壤性质来说,可以认为和地员篇所指的“壠土”相近。壠土是土性刚强的土壤,而现在关中土壤的土性并不刚强,这又作何解释呢?可以这样看,当初关中地区已全被垦殖,同时当时的土壤主要是“壠土”,的确其土性要比黄土来得刚强,而且当初农民为了恢复地力和增加生产,曾进行了施肥。那时施用什么肥料,手头尚无资料可查,不过可以想象,当初也许还没有施用土粪,或者虽已开始施用,但因运输工具不发达,施用量较少,施用时间也较短,所以土壤性

① 陈恒力先生认为,地员篇是汉文景时代的作品,约在公元前二世纪。

质没有被改变过来，仍然比較刚强而称为壠土。目前这种土壤由于千年来施用大量土粪，已在原来“壠土”頂上盖上了厚約 50 厘米以上的土粪层，因此性质已完全变得疏松 近似 黄土，目前有些对于土壤肯钻研和有經驗的农民，就把它們称为壠土。

就上述的情况看来，壠土非但是古老耕种土壤，曾經进行过长期的和强烈的熟化过程，而且也不断地被人們补給了大量的成土母质，使得土壤剖面不断增厚；因此應該說壠土是典型的历史自然体和劳动产物的有机复合体。这样看来，对于壠土的系統研究，非但具有科学意义，而且对于今后农业生产、土壤性质的改良、土壤肥力的提高等也有重大的意义。

第一章 壤土的发生和演变

壤土地区的土壤几經前人調查研究,但尙缺乏系統总结,同时前后各家意見不一,資料残缺不全,以往又常忽視生产和人为影响,因此对于壤土的性质和成土过程的实质未能深入了解。解放前周昌云^[3]等和梭頗等^[4]曾认为关中地区的土壤为栗鈣土和埋藏栗鈣土,并錯誤地把由于多年来施加土粪而形成的复盖层认为是风和水的新近沉积物。以后虽經王文魁^[5]和陆发熹^[6]等先后調查研究,但也都承前說,并未得到更正。解放后对于复盖层的成因,很快地就获得了正确的認識,同时也否定了底部埋藏土壤是栗鈣土的說法;但是对于这种土壤的成土过程的实质,尙未得到明确的認識,因此也曾把它叫做埋藏褐土和灰褐土等。現經初步研究結果表明,这样的叫法不論从成土条件和土壤性质来看,都和“褐土”和“灰褐土”有巨大的差別,因此有必要另立新名,以免混淆。关中农民对于这种土壤的認識較深,并有一套比較科学和合理的系統名称,这样就應該加以总结提高,以丰富我国目前正在大力展开研究的耕作土壤学。

第一节 形成壤土的自然历史条件

壤土主要分布在超河漫滩第二級以上的阶地。这些地区,从埋藏古土壤的性质来判別,在人为耕种以前可能是現

在一般所說的“褐土”、农民称为肝泥或“壠土”所分布的主要地段。阶地主要由黃土层組成，因此黃土性沉积物是壠土的主要的成土母质。但是，在关中一带因为秦岭山地隆起較高且主要由花崗片麻岩等組成，水系多源短流急，流水侵蝕和攜帶力极强，汇入渭河后落差突然消失，所帶砂粒即下沉；所以非但目前河漫滩多砂质沉积物，就是在高阶地上的黃土层中也間或見有砂层或砂质扁豆体的夹入。农民对此也頗有經驗，认为南山水不如北山水肥沃；但是自涇河口以东，阶地黃土的顆粒有时反比以西的来得粗大，农民常把西段的黃土叫做黃塋土，而把东段的黃土叫做黃綿土，此或与涇洛二河源出砂黃土及其中、上游黃土地区的土壤顆粒較粗有密切的关系。这样一来，非但原先的成土母质的质地有粗細的不同，就是目前的耕层，由于当地黃土顆粒的大小不同，也引起了土糞中土质顆粒有很大的差异。总之，成土物质质地上的差异，非但同所引起的成土过程作用的强弱有关，而且也同目前透水保墒、耕性和浇墒情况等有密切的关系，这就直接关联到目前的农业生产和今后的改良措施。

壠土分布地区的地貌，虽然都是比較平坦的阶地，但是由于长期的流水剝蝕和割切，非但見有显著斜坡和一定的水路网系統，同时阶地本身也常被割切破碎，使阶面呈起伏状，因此雨后土壤侵蝕也常强烈进行。可惜！这个問題尚未引起应有的注意。目前在阶地上进行着两种不同的过程。一种是邻近分水岭地段和較陡斜坡上所进行的侵蝕过程；另一种是在阶坡下部平緩处和浅凹地部分所进行的沉积过程。这二个相反的过程对于熟化层厚度和土壤肥力的差异都有莫大的影响，同时它們也是影响目前各种土壤分布的主要因素。較高

阶地和山麓洪积扇,比較破碎,斜坡也变大,侵蝕比較强烈,尤其渭河以南、晋南山間和豫西北部所見的狭窄阶地和洪积坡地等更为明显,有时由于土壤侵蝕强烈进行的结果将古土壤裸露出来,而增加了土壤分布的复杂性。

天然植被由于人为的耕垦,业已残存无几,野生植物仅在坡地田边,和荒坡上可以見到,而且生长得很差。荒坡上的土壤迄至目前为止尚未見有明显的剖面发育。所以,对壤土來說影响成土过程的植被因素,主要为栽培作物。壤土地区常为良好的棉、麦基地,在壤土上种植者以麦为主,棉为副;其次有玉米、谷子、油菜、芝麻、荞麦、豌豆、苜蓿等。目前栽培作物的地上部分几乎全部被移走,因此,对于土壤性质的影响,将完全取决于作物残留地下的根系、人为施肥以及作物对于水分和养分的吸取情况。壤土地区所种植的作物中,以苜蓿比較特殊。因为苜蓿可以增加土壤氮素的积累,同时它的吸水能力又最强,种植苜蓿4—5年后,土壤有效水分几乎完全被消耗殆尽,而有待于雨季的补給;所以在苜蓿以后种植的作物应该慎重选择。此外,芝麻吸收土壤养分和水分的能力很大,所以种植芝麻时宜多施肥料,否則下一茬作物的产量很低。棉花的耗水量也很大,但它喜欢水分含量較少和地温容易增高的土壤,因此棉花重茬較好,但是水分的及时补給尤为保証棉花丰产的必要前题。玉米根比較浅,消耗水分也多,喜比較潮湿的土地。麦根稠密而深,能增进土壤孔隙和加强透水性能。豌豆固定氮肥的能力也很强,因此在麦地倒茬时,經常采用豌豆。总之,除苜蓿、豌豆等外,其他作物对于土壤腐植质的增加作用都很微弱,这是壤土的特点,也是大部耕种土壤的共同特点。这个特点对于土壤团粒结构的形成和对土壤渗水性能

的提高,是很不利的,因此必須設法补救。

壤土出現在南溫帶的南部,緊接亞熱帶。年平均降水量約在 450—700 毫米之間,集中在 6—9 月;年平均溫度約在 13—16°C 之間,絕對最高溫可達 46°C,絕對最低溫則達負 25°C,夏熱冬冷。又因壤土的分布,東西長而南北窄,同時南臨秦嶺山地,北背渭北高原,東有太行山、呂梁山,西靠隴山,南來和東來潮氣常為秦嶺和太行山所阻;所以這是本區干旱和降水較少的重要原因。西行潮氣有時被隴山截留,因而就三門峽以上地段來說西部降水反比東部為多;溫度則因地勢而西部低,東部高,這樣就更加加強了東、西干旱程度的差別。這些對於土壤的性質和目前的成土過程都有明顯的影響。就目前所知,它們在碳酸鹽的淋溶和粘化過程的強弱上表現得比較明顯,同時對於作物的分布、復種指數、土壤改良以及耕作等也都有不同程度的影響。

對目前的成土過程來說,人為作用是主要的,它不但變更了土壤的天然植被,而且由於長期施用土糞的結果,在原來土壤的頂部復蓋了厚約 50 厘米以上的比較疏松的土層。這裡由於作物經常的收割和重行播種,不但減弱了土壤有機質的積累,同時也加強了地面的蒸發,引起了土壤水分的上升,因而無形中阻緩了土壤養分和鹽分的淋失強度。有機肥料的施加,人為地增加了大量的有機物,但是一方面由於土糞中有機質含量較少,另一方面由於耕層疏松通透,有機物易於分解礦化,同時更由於耕層的不斷施加土糞而源源補充新的物質,這樣就造成了耕層中腐植化的有機物、進一步縮合的現象永遠保持在初期狀態,無怪耕層腐植質組成中的胡敏酸和富非酸的比值要比原來的土壤或古耕層中的比值來得小一些。當

然,这个地区的耕作土壤在熟化过程中,由于物质生物循环的加强,次生碳酸盐化的作用应该是存在的。不过,这种作用所能积累的碳酸盐倘若和每年人工施加土粪中所含的碳酸盐来相比,那就非常微小。但是,与此相反,碳酸盐下淋过程在土壤剖面的实际观察中却被清楚地看到。这种作用,往往使得有些下伏土壤中原先碳酸盐被淋失尽净的表土,染上白色菌丝体状碳酸盐,有时甚至使它重行具有弱碳酸盐反应的性质。所以总的来说,尽管目前大部分耕层具有强烈的碳酸盐反应,但是它并不是次生碳酸盐化的作用,事实恰恰与此相反,目前碳酸盐的转运,并不是由下移向地表,而仍以向下淋溶为主导,结果促使原先碳酸盐淋失层渐向淀积层转化。

由于大量土粪的施加,耕层不断增厚,被埋压在下面的原先粘化层中的粘化过程被阻缓的现象和目前主要粘化作用比较强烈、部位不断向上移动的现象,都是很明显的。在腐植质较低和不易形成足够的水稳性团粒结构的情况下,土粪的施加同样也大有阻止耕层粘化变粘和改良原先“瘠土”层的作用。这种作用是创造和不断保持耕性较好的土壤的。同时对目前瘠土地区农民所遇到的浇埝和犁埝现象^①的进一步恶化也受到了阻缓和改善。所以也可以说,土粪的施加是瘠土地区农民施肥改土的有效措施,他们把“瘠土”变成了壤土,这是适合于以往生产水平的伟大创造。但是,从现在的生产水平来看由于土粪的土肥比例悬殊,施加土粪和改良土性的同时,伴生着土壤有机质的不能增加和壤土熟化程度迅速提高的阻碍;这样,土粪的改进问题就成为目前生产上迫切需要

① 参看第 119 页和第 146—147 页。

解決的問題之一。粘化過程的進行，雖然增加了土壤粘土的含量而使它的質地變得粘重，容易引起澆壟等現象；但是粘粒較多的土壤，它吐納養分的機能較大，同時在增加腐植質的相互配合下，可以很快地增進土壤團粒結構，結果不但更能增進土壤的滲水、蓄水和抗蝕的性能，使地力得以培育，而且還能從根本上解決澆壟和犁壟等問題。

第二節 壤土的主要成土過程

壤土是在原來的土壤上由於長期耕作施肥而復蓋層漸漸增厚所形成的土壤。因此，這個土壤實質上是兩個土壤剖面的融合，正如關中農民所說的，這種土壤好象樓房一樣，樓上樓下分界明顯^①。所以，可以認為這個土壤的主要成土過程是熟化和堆積。但是，由於堆積過程的強烈進行，因而熟化度的提高反而受到了一定的限制。

一、熟化過程 現在先談熟化過程，有關熟化過程的實質大家的認識還沒有一致，因此這個問題說起來比較困難。倘若把土壤熟化認為是在一定的耕作施肥和其他措施、在栽培植物的影響下，把土壤推向更適宜於生產要求並漸漸受人為控制和改造的土壤演變過程；那末壤土除施用大量土糞為其特點外，其他與一般旱地耕作土壤相同。大量施加土糞（其結果上面已經講過），由於黃土母質比較粗松，不但能夠改良土性、防止或阻緩澆壟現象的發生，而且可以造成“黃蓋壟”的土壤剖面，便於收壟和蓄水保壟，同時對作物來說，又是造成既發小苗、又發老苗的有利條件。不過，以往的事實證明，對於澆

① “壟”字的含義，有小阜（見玉篇）、小丘（見辭海）、尘土（見說文）等。

壟現象的防止雖然有很大的功效，但是由於自然因素對於土壤成土過程依然顯示出明顯的作用，因而澆壟問題在不同地區仍有不同程度的發生。倘若把土糞的用量增加，也許可以根本消除這個問題。但是，過量的土糞對於運輸來說是一個莫大的負擔，同時土糞所含的養分不多，尚待提高質量；此外，土糞加多了，復蓋層繼續增厚，下面“壟土”層的保水和保肥功效漸低，結果把成熟的壟土變成成土過程處於始發階段的黃壟土，這樣就必然會產生只發小苗、不發老苗和漏水漏肥等現象。

倘若把肥料質量提高，使它能有足够的腐植質和良好的團粒結構，那末它的熟化度也就可以大大地提高，結果如上所述，非但可以較好地保證水分和養分的隨時供應，而且也可以從根本上解決澆壟問題的發生。因此，從土壤熟化過程的角度來看，土糞的施加也值得研究，雖然土糞以往對於土壤熟化有一定的功效，但是就目前來說，連續施用對於土壤進一步的熟化有某些抑制作用。

二、粘化過程 粘化過程是本區土壤的主要成土過程，雖然土糞的增加阻緩了粘化過程的進行和粘化層的上移，但是目前的耕作土壤，依然進行着強烈的粘化作用。耕層的質地一般比黃土母質來得粘重；同時耕層以下、犁底層附近土質的變粘，來得更為明顯。這就說明了這個過程是屬現代地帶性的特有過程，並不因人為耕作而消失。因此，可以想象，在不再施加土糞的情況下，壟土的表土將有漸變粘重的趨勢。從上面已經談過的看來，這個過程對目前土壤肥力提高和加強熟化過程等都是比較有利的。但是，這個過程進行到什么程度最為合式，是今後應該研究的問題，以便將來有目標地、人

为控制和定向地加速这个过程的进行。目前在耕层中所进行的粘化过程,是和现在各地的水、热条件相一致的,同时这个情况也和下伏自然土壤的性质相适应。

三、淋溶过程 黄土是富含碳酸盐的成土母质,因此在成土过程中,碳酸盐的淋溶现象就特别值得注意。以往在下伏土壤中,碳酸盐的淋溶程度,可以大致分别为三种。一种是虽然有显著的下淋现象,但是表土中碳酸盐没有完全淋失,同时钙积层中碳酸盐的聚积也较少,碳酸盐的新生体以白色菌丝体为主,并杂有少量结核。一种是表土的碳酸盐业已完全被淋失,同时又形成了明显的钙积层,粘化层和钙积层的分界明晰,碳酸盐的新生体仍然以菌丝体为主,但是结核比较多而大。一种是碳酸盐的下淋深度特别来得大,一般约在3米以下,同时往往在2米以上完全没有碳酸盐反应,钙积层有时不见,有时在很深的地方才被发现,一般呈砂姜式结盘状。经过耕作熟化和施加土粪以后的碳酸盐淋溶作用,在深度上和上述的情况也相适应,但是由于富含碳酸盐的黄土母质不断增添,因而一般表土都具有强烈的碳酸盐反应,仅在秦岭北坡附近的洪积扇上见有自表土起就没有碳酸盐反应的壤土。这种现象可能不仅是由于那里雨量较多和淋溶较强的关系,而且是由于那里黄土母质中的碳酸盐早已淋失完了,或是垫厩舍的土壤主要来自秦岭的非石灰性沉积物等的缘故。目前的碳酸盐淋溶淀积现象主要呈菌丝体状,在犁底层以下就开始淀积,一直可以延伸到粘化层甚至老的钙积层中。其中尤以在老A层(老表土)中的淀积现象最为明显。这些新生体的出现,增加了辨别原来土壤中有关碳酸盐淋溶情况的困难。

第三节 壤土的主要形态及其演变

典型的壤土是原先土壤剖面上施加土粪经过堆积并在不断耕作影响下,所形成的一个特殊剖面,这个剖面若就粘化层

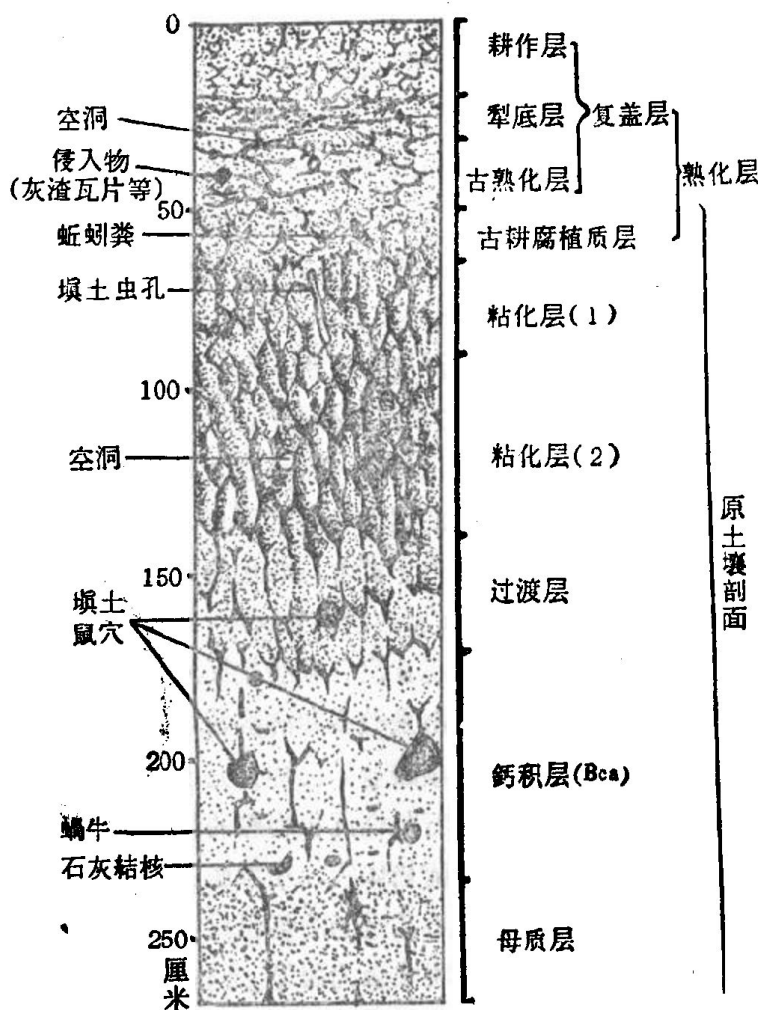


图 1. 壤土典型剖面图
(武功张家岗, 根据何述尧的资料)