

陕西周户地区暗色潜育土 和草甸褐土的研究*

西北农学院土壤农化系 冯立孝

暗色潜育土和草甸褐土在陕西主要分布在渭河两岸的一、二级阶地上,但以周至、户县地区比较集中,面积最大,土壤性状尤为典型,当地群众称为“黑土”、“鸡粪土”、“黑立土”等,名称不一,因地而异。这类土壤在本区约三十余万亩,由于所处地势低平,水分条件过湿,土性不良,为本区主要的低产土壤之一。

陕西周户地区是古老的农业区。曾有不少的土壤工作者对该区进行过调查和研究工作,但对暗色潜育土和草甸褐土均少专门论述。1962年以来,作者结合土壤调查实习和土壤普查,对这类土壤的形成与性质进行了初步的研究,以便为土壤的合理利用改良提供一些资料。

一、自然条件概述

陕西周户地区位于东经 $108^{\circ}02'$ — $108^{\circ}46'$,北纬 $33^{\circ}43'$ — $34^{\circ}17'$ 。气候属于暖温带半湿润地区,年平均温度 $13-14^{\circ}\text{C}$,年平均降雨量 $700-800$ 毫米,且集中于7、8、9三个月,形成冬春干旱,夏秋潮湿的干湿季节,气温与降雨由西向东逐渐递增,小气候变化比较明显,常易发生秋涝、春旱、霜冻和山风的危害;生长期较长,无霜期为220—240天。

该区南依秦岭,北临渭河,属渭河地堑的一部分,因系局部下沉地区,渭河第三级阶地至此中断,二级阶地向南延伸直接与秦岭山麓相连。二级阶地由上更新统黄土及全新统洪积物组成。阶地北缘距山较远,且地势高亢(当地称为郿坞岭),少受洪积影响,黄土外露,除此而外,普遍为洪积物所覆盖,为老洪积扇的波状平原。在郿坞岭和山前洪积扇之间,形成东西延伸的带状低地(无河床谷地)。一级阶地由渭河冲积物质组成,南部覆盖厚薄不等的坡积——洪积物,并以陡坡与二级阶地衔接,地势平坦开阔,略有起伏。

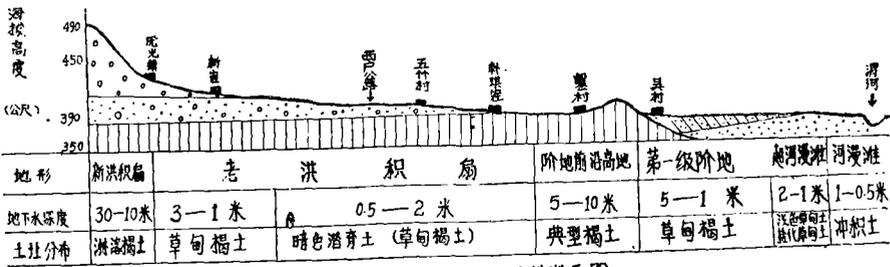
特殊的水文和水文地质条件是暗色潜育土和草甸褐土形成的重要因素。该区河流众多,洪流遍布,水源充足。大的河流有渭河、黑河、涝河、泔河等,洪流不下数十条,

* 此项工作曾得到阮成勋老师的指导和帮助,化65级一班同学参加了分析工作。

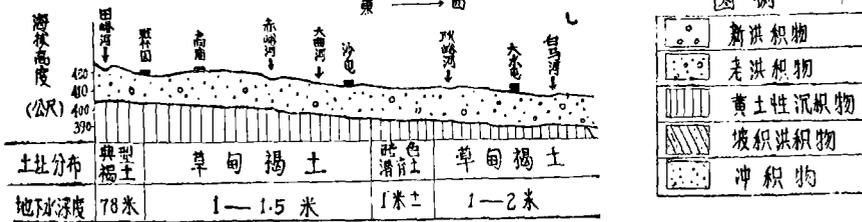
有“周至到户县，七十二道脚不干”之说。除渭河外，均发源于秦岭山区，呈南北流向，涨落急剧，淤积盛行，多为地上河，不仅经常泛滥，而且是地下水的重要补给来源。地下水除受河流补给外，秦岭排水更是主要因素，常见泉水出露。地下水的分布基本上与地形变化吻合，深度一般在1—3米之间，洪积扇扇缘洼地的中心仅达50—80厘米，阴雨季节由于河流旁渗、秦岭泄洪及地表汇水，常常地面积水，群众称为“浆水地”、“玻璃地”。地下水的矿化度因水源不同而异，一级阶地一般为0.04—0.07%，水质以重碳酸盐、氯化物为主，二级阶地多在0.03—0.05%之间，以重碳酸盐为主。暗色潜育土和草甸褐土地区一般无盐渍化现象，土壤含盐量在0.1%以下。

自然植被已破坏殆尽，目前多系人工栽培的次生植被，乔木以杨、柳、槐为主，竹林较为普遍。草本植物种类繁多，主要有尖草、芦苇、水喇叭、鬼指头、节节草、香附子、车前草、水芹菜等，植被构成明显的沼泽——草甸景观。

图1 户县地形母质地下水及土壤纵断面图
比例尺：水平 1 : 75000 垂直 1 : 4000
南——→北



周至田峪河—白马河间地形母质地下水及土壤横断面图
比例尺：水平 1 : 100000 垂直 1 : 2000



图例



二、暗色潜育土和草甸褐土的形成特点

陕西周户地区属于暖温带半湿润森林草原地带，主要的成土过程为褐土化过程，大面积上分布着地带性土壤——褐色土（经长期耕种形成农业土壤——垆土），但在—、二级阶地的低平地区，由于特殊的水文和水文地质条件的强烈影响，土壤形成突破了地带性成土因素和成土过程的控制，形成隐育性土壤暗色潜育土和向地带性褐色土过渡的草甸褐土。

暗色潜育土形成于秦岭山麓洪积扇扇缘带状低地，由于地势低洼，排水不畅，地下水临近地表，局部地区发生周期性的地表积水，土壤长期过湿，土壤形成随着气候的季节变化和地下水周期性的升降，交替进行着草甸化和沼泽化过程。在多雨季节，土壤受高地下水或地表水的作用，发生强烈的沼泽化，形成深厚暗色的潜育层，伴随着发生深刻的灰粘化（水成粘化）和还原铁的垂直迁移以及二氧化硅的表层残积堆积过程（见表1、2），但是土壤中并无泥炭和腐泥的累积，这显然与温暖的气候条件、季节性的地表干燥和长期耕种，促进有机物质强烈分解有关。本区干燥时期较长，当地下水下降并消除地表积水的影响之后，土壤又发生草甸化过程，有机物质的生物累积加强，但由于上述原因，土壤腐殖质含量不高，一般在1.00—1.30%之间，略高于当地古老耕种的褐色土（塬土）。同时，由于地下水的季节性升降，土壤中氧化还原交替频繁，发生铁锰物质的局部集中与淀积，形成锈纹、锈斑和小的铁锰结核。碳酸盐物质的垂直迁移和侧向汇积，常在60—70厘米以下有石灰结核，更甚者生成薄层石灰盘。

由此可见，暗色潜育土形成过程中水文和水文地质条件起着决定性的作用，一方面直接影响土壤形成的水热条件和物质迁移，另一方面决定着土壤形成的生物学过程。从上述土壤的形成条件、成土过程和基本性质来看，该土尚不具备沼泽土的典型特征，应属潜育土，即“如果腐殖质很少，又无泥炭层，而几乎全部是矿物质土壤，不能称为沼泽土……，只是水分过多，应称为潜育土。”中国土壤区划（初稿）将过去黄淮平原的砂姜土定名为潜育土，周户地区的这种土壤与之比较，非常近似，故定为暗色潜育土较为适宜。

草甸褐土分布在本区第一、二级阶地稍高的地形部位，由于冲积、洪积、坡积和人为覆盖的影响，地势增高，加之河流下切，人工排水，使地下水位显著下降，潜水作用相应减弱，土壤发育同时受到地质水文条件和地带性成土因素的影响，土壤向地带性褐色土方向发展，形成隐育性潜育土向地带性褐色土过渡的草甸褐土。土壤剖面分化逐渐明显，残积粘化和淋溶淀积过程日益加强，形成具有棱柱状结构的粘重的褐色土层，碳酸盐发生迁移，结构面上有次生碳酸盐菌丝体，硅、铁、铝无显著移动， $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ 比率基本趋于一致，这些特征反映了褐土化过程的发展（见表3、4）。但因土壤继续受到过湿水分条件的影响，土壤下部仍有潜育现象。有的地区古老的暗色草甸潜育层被埋藏在不同深度，形成埋藏土层，因此剖面构造为褐土层——草甸潜育层——潜育层或褐土层——潜育层的组合形式。

三、土壤的基本性质

（一）暗色潜育土

1. 整个剖面是比较均一的暗灰色或灰色，而暗色的形成很少与腐殖质的累积相关，主要是受土壤过湿所产生的还原铁的影响。强烈的水分作用，使土体以碎屑状或小核状结构为主，致密紧实，紧实程度由上至下逐渐增加，孔隙度相应减少，下层容重达1.56克/厘米³，孔隙度仅40%，反映了不良的物理性质是该土的主要障碍因素。

2. 土壤受地下水的作用强烈，潜育层出现在耕层以下，潜育层的物理性粘粒和机

表1 暗色潜育土理化性质表

土层深度 (Cm)	腐殖质 (%)	全氮量 (%)	吸收容量 me/100g	活性酸 (PH)	机械组成		比重	容重 (g/Cm ³)	总孔隙度 (%)	各级团粒百分数(干筛法)					
					<0.01mm (%)	<0.001mm (%)				>10mm	10-0.25mm	0.25-1mm	1-3mm	3-10mm	
0-21	1.16	0.127	15.70	7.3	43.00	10.56	2.63	1.35	48.3	36.1	5.3	58.6	8.6	16.7	33.3
21-30	1.14	0.120	17.80	7.5	50.15	14.00	2.66	1.46	45.1						
30-54	1.22	0.128	22.65	7.6	53.52	13.70	2.63	1.44	44.8						
54-85	1.14	0.115	20.90	7.4	59.30	22.65	2.68	1.42	47.0						
85-110	0.88	0.097	19.27	7.4	50.14	14.05	2.63	1.56	40.7						

表2 暗色潜育土矿质全量分析表

土层深度 (Cm)	烧失量 (%)	土壤矿物质全量(占烧焙土的百分数)								
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂ /R ₂ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-21	8.48	70.11	6.51	15.00	6.25	28.20	3.43	2.84	0.158	2.31
21-30	7.98	70.50	6.13	12.29	7.94	30.92	3.55	2.66	0.135	2.40
30-54	8.66	69.96	5.95	15.45	6.20	31.18	3.98	2.37	0.165	2.44
54-85	7.75	64.01	7.06	14.46	5.77	24.25	3.33	2.66	0.135	2.34
85-110	8.92	61.33	9.34	16.48	4.85	17.03	2.99	2.24	0.099	2.08

表3 草甸褐土理化性质表

土层深度 (Cm)	腐殖质 (%)	全氮量 (%)	吸收容量 mc/100g	活性酸 (PH)	关键组成		比重	容重 (g/Cm ³)	总孔隙度 (%)	各级团粒百分数(干筛法)					
					<0.01 mm (%)	<0.001 mm (%)				>10 mm	10-0.25 mm	0.25-1 mm	1-3 mm	3-10 mm	
0-16	1.29	0.135	15.22	7.4	53.16	15.47	2.61	1.40	46.4	32.4	5.3	62.3	9.8	17.3	35.2
16-21	1.29	0.130	16.85	7.5	54.76	19.11	2.70	1.50	44.5						
21-55	1.27	0.148	17.17	7.8	62.03	21.92	2.69	1.46	45.7						
55-125	1.13	0.131	20.04	7.7	65.20	19.30	2.63	1.53	41.8						

表4 草甸褐土矿质全量分析表

土层深度 (Cm)	土壤矿物质全量(占焙烧土重的百分数)									
	烧失量 (%)	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂ /R ₁ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-16	6.01	65.77	6.47	12.82	6.64	27.40	2.98	2.72	0.150	2.49
16-21	8.36	64.34	6.41	12.77	6.50	26.80	3.16	2.68	0.133	2.42
21-55	9.18	64.44	6.34	12.84	6.51	26.85	3.84	2.74	0.170	2.27
55-125	8.09	60.80	5.47	16.02	6.24	20.95	4.28	2.71	0.143	2.89

械粘粒显著增加,物理性粘粒在50—60%之间,吸收容量的大小基本上与机械组成的变化一致。

3. 全剖面腐殖质含量和全氮量变化不大,腐殖质含量在1.00—1.30%之间,全氮量为0.10—0.13%,水解氮3—4毫克/100克土,全磷(P_2O_5)0.13—0.25%,速效磷0.20—0.60毫克/100克土,土壤全量养分比较丰富,速效养分缺乏。

4. 土壤有铁向下移动和二氧化硅表层残积累积的趋势,表层以下开始出现铁锰锈纹锈斑,愈向下愈多,尤以潜育层铁的分离淋洗显著。随着铁的向下迁移,表层发生二氧化硅的残积堆积,但是土壤中CaO、MgO、 K_2O 无明显移动。

暗色潜育土是本区最主要的低产土壤,除因地下水位高,土壤过湿,直接影响作物生长外,主要是土壤的物理性质不良,特别是土壤结构坏,通透性差,粘重紧实,土性冷凉僵死,易于板结龟裂,从而影响到水、肥、气、热的协调。同时这种土壤耕性不良,群众称为“紧三响”,宜种秋不宜种夏,发老苗不发小苗,多为一年一熟,以玉米、高粱为主,产量低而不稳。因受近代洪积、冲积和人工堆积的影响,一般在草甸潜育土上形成厚薄不一的覆盖层,土性的优劣和肥力的高低很大程度上取决于覆盖层厚度。随着覆盖层增厚,土性改善,肥力提高,产量随之而增加。

(二)草甸褐土

1. 土壤剖面分化明显,粘化层显著形成,剖面上部呈比较均一的棕色或褐色,粘化层物理性粘粒和机械粘粒均有增加,成块状或棱块状结构。

2. 剖面上有明显的碳酸盐的移动,虽无碳酸钙淀积层的形成,但从全量钙(CaO)的含量可以看出钙的下移累积,在结构面上有次生石灰菌丝体的产生。

3. 土壤因受到地下水的影响,剖面下部形成潜育层,有少量铁锰锈纹锈斑,粘粒含量显著增加,物理性粘粒达60—65%。

4. 土壤剖面上腐殖质和全量氮磷钾分布比较均一,腐殖质达1.10—1.30%,吸收容量的大小与土壤粘粒含量基本一致。

5. 土壤中 SiO_2 、 R_2O_3 等全量成分无显著移动, SiO_2/R_2O_3 、 SiO_2/Fe_2O_3 比率基本上保持一致。

草甸褐土的基本性质和生产性能较之暗色潜育土有所提高,但是土壤肥力的高低和生产性能的好坏,很大程度上决定于地下水的深度和潜育层出现的部位。一般来说,地下水低,潜育层距地表愈深,土壤肥力相应提高,生产性能随之而改善。但是土壤过湿、口紧、性凉、漏肥、耕作困难仍是主要问题,一般为二年三熟,或一年两熟。以小麦、玉米为主,产量较低,如果改良利用得当,增产潜力甚大。

(三)几种土壤特点的比较

为了更好的说明暗色潜育土和草甸褐土的形成特点与性状,特选择附近的地带性土壤——典型褐土作为对照,进行了土壤理化性状和矿质全量分析,现就几个基本性质进行分析。

1. 暗色潜育土和草甸褐土腐殖质剖面较为深厚,在相当厚的土层中腐殖质含量比较均一。由图2可以看出,在60厘米土层内草甸褐土的腐殖质含量几乎无变化,暗色潜育土的中部略有增加的趋势,这显然是过湿的土壤条件和草甸植物累积腐殖质的特点造

成的。典型褐土的腐殖质含量随着土层的加深依次减少，说明典型褐土腐殖质的累积是按草原植被的方式进行的。

2. 暗色潜育土和草甸褐土因受地表水或高地下水的影响，整个土体湿度大，而且比较稳定，有利于粘化作用在全剖面中进行，因此在耕层以下便开始粘粒的累积，整个土体比较粘重，如图3。同时在不同深度有铁锰淀积的潜育层，结构呈碎屑状或小核状，这些特点都表明了地下水的强烈作用。典型褐土只是在剖面中部土壤湿度较为稳定，因此在50厘米以下才有明显的粘粒累积，并形成粘化层，全剖面无铁锰淀积，这说明典型褐土的形成不受地下水的影响。

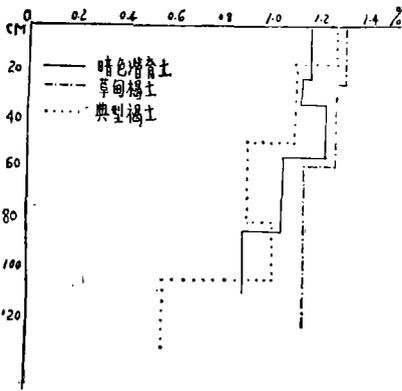


图2 腐殖质分布曲线

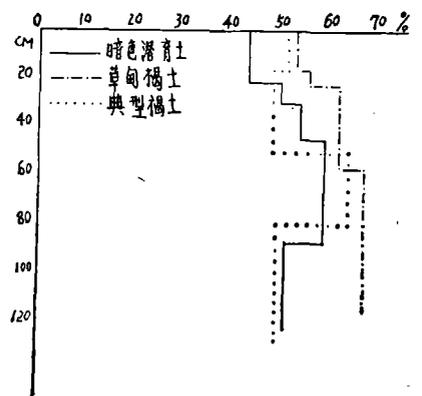


图3 物理性粘粒分布曲线

3. 暗色潜育土和草甸褐土由于腐殖质和粘粒含量较高，吸收容量也高于地带性土壤——典型褐土，如图4，而且土壤吸收性复合体成饱和状态，土壤为弱碱性反应，PH在7.3—7.8之间。

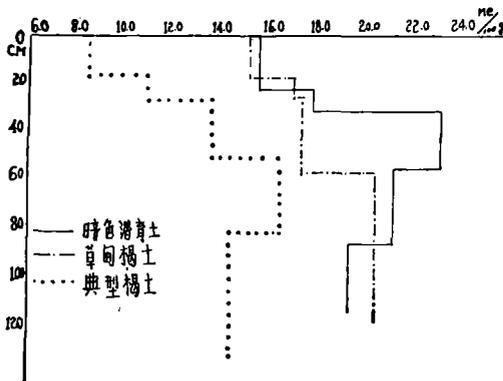


图4 吸收容量分布曲线

四、土壤的改良问题

(一) 加强排水，降低地下水位

暗色潜育土和草甸褐土共同存在的主要问题是排水不畅，地下水位高，土壤过湿，因此改良这类土壤的主攻方向和根本措施是加强排水，降低地下水位。根据调查，排水后增产一般在30—80%，甚至成倍增长。但是排水效果随着地下水位下降深度而不同，一般地下水位降至150厘米可获得显著改良，降至300厘米以下可基本消除地下水的危害。当地群众对排水改良措施颇为欢迎，1958年以来兴修了一些排水工程，但由于维护不善，年久失修，渠道

淤塞,排水不畅,甚至用于种植,排水效果大大下降。76—77年土壤普查后,周至县采取加强领导,全面规划,统筹安排,社队协作的办法,在加深河床和整修现有排水渠的同时,又规划、兴修五大排水干渠,排涝面积达二十一万亩,可基本解决暗色潜育土和草甸褐土地区的排水问题。

(二) 增施肥料,发展绿肥

暗色潜育土和草甸褐土结构不良,粘重紧实,速效养分贫瘠亦是重要的限制因素。因此,应根据这种土壤有机质转化慢,漏肥的特点,适时、多次少量的施用化肥。近几年土壤普查和试验结果表明,增施磷肥是一项重要的增产措施。施用有机肥料对改良这类土壤十分重要,但目前普遍存在着肥源不广,施肥不足的问题,解决的重要途径是发展绿肥。这一地区复种指数不高,发展绿肥是有条件的。周至县提出每三年所有这类耕地轮种一次绿肥,大面积实行粮、肥间作套种,特别是草木栖作为麦田绿肥,深受群众欢迎,增产效果达15—30%。

(三) 积水地区种植水稻

部分低洼地区,地面积水,或因泉水出露,排水困难,可改种水稻,作到因土种植,合理利用土地,而且比之旱作有显著增产效果。但是这些地区常因水温低,土性凉,影响水稻生长,应注意落干晒田,浅水灌溉和提高灌溉水温。有些地区采用沟洫台田,台田种植旱作,沟洫中种植水稻,也是合理利用这类土壤的好办法。

(四) 精耕细作,合理轮作

暗色潜育土和草甸褐土对耕作技术要求十分严格,群众的经验是“深深耕、重重耙”。深耕要逐年加深,切勿一次翻出的生土过多,以伏翻为佳,翻后勤锄勤耙,破除结块,疏松土壤,防止板结与龟裂,消灭杂草。同时应注意合理轮作,正确配置作物,增加养地作物比例,宜种喜湿耗水的作物,如玉米、高粱和耐涝品种。在排水后,逐步增加小麦面积,推广种植碗豆麦的经验。

(五) 掺沙、掺炉渣改土

目前在周至、户县地区普遍采用客沙、掺炉渣改良暗色潜育土和草甸褐土,取得了良好的效果,疏松了土壤,增加了通透性,提高了地温,加强了养分转化,改善了耕性,是一项值得认真总结和推广的经验。

参 考 文 献

1. 中国土壤区划(初稿)。
2. 柯夫达:中国之土壤与自然条件概况。
3. 格拉西莫夫:关于一些土类的概念。《土壤通报》十四期。
4. 赵启华、王玉凤:鸡粪土。《陕西省土壤学会论文选集》。
5. 阮成勋、冯立孝:周至县的土壤(铅印本)。
6. 周至县、户县土壤普查报告。(1977—1979年)
7. 西北农学院农化62、63、64级周至、户县土壤调查报告。
8. 朱显谟:塿土。