

关中塿土的土体构造及其肥力

西北农学院土壤农化系 刘鹏生

前 言

塿土是关中地区的一个重要农业土壤,占关中农业土壤总面积的57%。塿土在土体上,可划分为三层,即复盖层、褐土层及淀积层,形成了一定的层次组合。因而在形态方面具有独特的层次性和不同的层次间表现出不同的特性。层次间的特性不仅形成特有的土壤形态,而且对土壤的通气、透水、保水、保肥以及农作物的生长和产量都有极大的影响。由于自然因素和人为因素对于塿土的土体构造变化影响很大,这种变化与塿土的肥力关系至为重要。关于这方面的问题,前人研究尚少,我们对这一问题的研究,也只能说是开始。本文汇集了我们的一些试验结果,但在研究方向及内容上是否合适,希望能得到有关同志的指导和帮助。

试 验 的 方 法 和 步 骤

一、野外调查

调查陕西武功西北农学院附近约五平方华里面积内,土坑数及土方量,塿土的复盖层的厚度。

二、盆栽试验

1. 供试土样:采自西北农学院农一站西约100米处,分层采土。

2. 作物:小麦,品种为6028。

3. 处理:分两组,每组四个处理,重复四次。

(1) 第一组: A 纯复盖层土盆; B 20 厘米复盖层,其下全为褐土层; C 10 厘米复盖层,其下全为褐土层; D 纯褐土层土盆。

(2) 第二组: A' 以亩施 1000 斤优质有机肥料为标准,每盆施 1.5 两厩肥; B' 春季追肥一次,量同 A'; C' 灌水一次; D' 中耕一次。

4. 观察记载:幼苗期、拔节期、抽穗期、成熟期及产量。

三、室内分析

1. 不同层次同一含水量(相当于干土重的30%)之蒸发规律的研究。

2. 速效养分分析:速效P, $\text{NO}_3\text{—N}$, $\text{NH}_4\text{—N}$ 。

四、定点测定田间土壤的含水量。经实地调查及访问定点,其基本情况见表1。

表1 定点的基本情况

点 号	地 点	层 次 特 点	前 茬	产 量
				小麦(斤/亩)
64—01	张家岗大队办公室附近	褐土层露出地面	大豆	150
64—02	夏家沟靠城壕外	复盖层25厘米	棉花	250~300
64—03	张家岗北约150米处	复盖层40厘米	玉米	350
64—04	曹新庄南土壕旁	复盖层60厘米	玉米	400

试验结果及分析讨论

一. 壤土的土体构造和特征

1. 自然条件

(1) 气候: 关中地区年平均温度为 13.6°C , 七月份最高, 平均温度为 26°C , 一般一月平均最低温度为 -2°C 。年平均雨量645—750毫米, 最大可达917.3毫米, 最小为457.5毫米, 雨量多集中于七、八、九月, 约占年降雨量的56%以上, 自由水面蒸发量为1110毫米, 最大可达1246毫米。

(2) 地形母质: 地势由北向南倾斜, 主要为河成阶地, 如头道原、二道原及三道原等。母质为黄土母质及近河一带的冲积母质。

(3) 植被: 原为半干旱森林草原, 由于人类长期耕种, 自然植被现已破坏、为农作物及人工栽培的树木所代替。

2. 土体构造特征

壤土是自然成土因素和人为因素共同作用形成的一种农业土壤, 但人的作用在形成上逐渐居于主导地位。

关中地区过去比现在温暖湿润, 有明显的干湿交替, 化学风化强烈, 矿物分解生成大量的粘土矿物。粘化作用的结果, 使土体内含有较多的粘粒, 又因雨季的淋溶作用, 使碳酸盐下淋, 结果产生了粘重的褐土层, 在其下部紧接着形成碳酸盐淀积层。由于次生淋溶淀积, 在褐土层的结构表面有石灰菌丝。

人们在褐土层上长期进行种植, 大量施用土粪, 使土壤的发育过程发生了根本的变化, 复盖层逐渐地形成。复盖层就是人类生产活动, 特别是大量施加土粪的结果。

(1) 原上的土壤和复盖层的关系

本区域的土壤到处可见, 有不少人把它作为复盖土层形成原因的论据, 但未作具体调查, 缺乏资料。为了进一步探讨这一问题, 我们在西北农学院附近约为五平方华里的地区内对土壤进行了调查, 其范围西起杜寨, 东到北扬村, 南接西北农学院, 北至崔西沟。经调查, 该地区内共有土壤34个, 其土方量大者达6816立方米, 小者为670立方米。土壤总土方量为467524.5立方米。按复盖层平均厚度为50厘米计算, 调查地区复盖

土方量为50万立方米,两者土方数相差甚微。这也说明复盖层就是人类生产活动中施加土壤的产物。同时人们的耕作、风积及水蚀等作用,在复盖层的形成过程中也有一定的作用。

调查结果还表明,距村庄愈近,复盖层愈厚,土壤熟化度愈高(见表2和图1)

表 2 距村庄距离与复盖厚度的关系

崔 东 沟				曹 新 庄				杜 寨			
村 南		村 西		村 南		村 西		村 南		村 西	
距离 (米)	复盖 厚度 (厘米)	距离 (米)	复盖 厚度 (厘米)	距离 (米)	复盖 厚度 (厘米)	距离 (米)	复盖 厚度 (厘米)	距离 (米)	复盖 厚度 (厘米)	距离 (米)	复盖 厚度 (厘米)
20	55	30	62	0	90	0	94	100	90	120	80
120	49	130	61	150	70	15	85	170	74	250	60
220	48	230	55	200	50	200	75	300	70	350	52
320	45	330	55					400	55	450	47
420	45	430	50							550	35
520	40	530	42								
620	40	630	40								
		730	37								

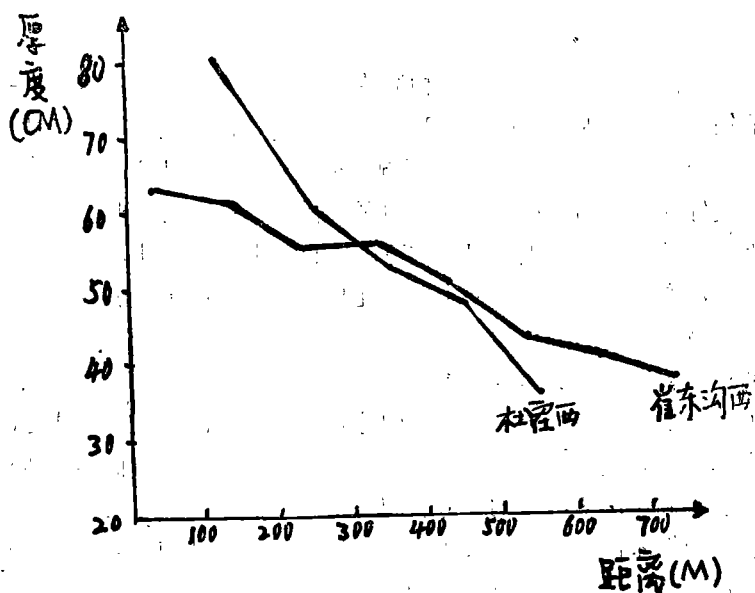


图 1 距离村庄远近与塬土复盖层厚度的关系

(2) 土体构造的理化性质

西北农学院北门外塋土土体构造的特征(表3):

0—22厘米, 棕灰色, 团块状, 中壤, 有陶片侵入体, 强石灰性反应, 微碱性。

22—52厘米, 与下层有明显区别, 棕色, 稍紧实中壤, 下部有新生体, 微碱性。

52—105厘米, 褐色, 有许多假菌丝, 棱柱状结构, 重壤, 紧密, 石灰反应弱。

105—125厘米, 棕褐色, 中壤质, 紧密, 假菌丝特多, 棱柱状, 石灰反应不明显, 和下层有明显的界限。

125—155厘米, 浅黄色, 中壤疏松, 有强烈的石灰反应, 有较多的石灰新生体。

表 3 剖面分析

层次 (厘米)	PH	CaCO ₃ (%)	机械组成(%)		盐基代换量 毫克/100克土	腐殖质 (%)	SiO ₂ (%)	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	SiO ₂ / F ₂ O ₃
			<0.01	<0.001					
0-22	7.6	7.60	65	35	13.14	0.90	65.00	3.77	14.45
22-52	7.4	4.16	58	42	12.43	0.86	65.93	3.42	12.90
52-105	7.4	0.42	45	55	13.80	0.84	65.90	3.92	10.80
105-125	7.4	0.61	46	54	13.37	0.62	65.30	3.72	10.70
25-155	7.7	14.31	62	38	10.65	0.48	56.00	3.37	9.37
155-200	7.7	14.38	65	35	10.59	0.30	56.00	3.21	9.53

由以上资料和分析结果, 塋土的土体构造特性可概括如下: 复盖层(0—52厘米), 结构良好, 质地轻, 疏松; 褐土层(52—125厘米), 质地粘重, 紧密; 淀积层(125—200厘米), 质地最轻, 石灰含量最高。这样就构成了塋土的“黄盖垆”土体特性。它具有托水保肥, 耕性良好的一系列特性, 成为该地区获得高产稳产的农业土壤。

由于成土因素的差异, 使塋土在很小的范围内也有很大的变化, 表现为复盖层的厚度大不相同, 甚至没有复盖层, 有的褐土层或淀积层直接暴露于地表, 这种土体的层次性对于塋土的性质及肥力有着明显的影响。

二、塋土的土体构造与其肥力的关系

塋土的肥力是土壤水、肥、气、热特性的综合表现, 它的最直接反映是农作物本身。现仅就对土壤肥力有关的速效养分、水分、作物生长及产量方面作一些初步分析。

1. 塋土土体不同层次组合下的养分状况

由于土体层次组合不同的土壤, 其水、热状况及生物活性的不同, 所以从土壤中释放的速效养分含量也不同, 而发生有规律的变化。

三次活性磷测定结果如下;

表 4—1 元月份测定活性磷的结果 (PPM)

土号 深度 (厘米)	64—01	64—02	64—03	64—04
20	1.5		3.4	
25		2.4		6.7
40	2.5		2.6	4.4
50		1.4		
60	2.9		1.6	2.6
75		1.7		
80			2.5	4.2
90		3.2		1.7
110				
120			4.4	

表 4—2 四月份测定速效养分的结果 (PPM)

深度 (厘米)	64—01			64—02			64—03			64—04		
	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅
20	4.90	2.05	7.07				21.60	3.00	15.00	20.30	7.00	36.00
25				20.0	11.60	5.79						
40	5.20	3.00	5.24				23.00	4.70	22.30	21.00	8.65	47.00
50				22.60	12.00	9.02						
60	5.02	2.10	1.84				22.30	4.50	5.38	20.60	5.80	21.18
75				21.50	9.50	9.02						
80							20.10	3.90	3.90			
90				16.65	7.60	12.42				19.50	4.40	7.30
110										19.65	4.10	24.60
120							22.00	7.00	13.86			

表 4—3 六月份测定速效养分的结果 (PPM)

深度 (厘米)	64—01			64—02			64—03			64—04		
	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅	NH ₄ —N	NO ₃ —N	P ₂ O ₅
20	32.74	15.89	55				51.64	24.28	77	79.36	26.74	88
25				51.06	17.76	58.00						
40	34.97	9.81	29				48.05	9.68	29	45.27	15.65	65.77
50												
60	34.27	4.04	23				46.47	7.65	15	43.64	11.98	58
75				46.14	11.53	58						
80							42.04	7.59	15			
90				40.63	7.18	55				40.44	9.52	44
110										40.99	9.19	44
120							43.47	15.86	29			

以上结果表明:

(1) 速效养分含量受季节变化的影响很大。在冬季速效养分含量低,春季开始增高,夏季达到较高水平,这和各季节的水热变化有关,温度变化的影响显得更为突出。冬季气候寒冷,生物活性及化学反应都差,土壤释放的速效养分必然很低,到了春季气温逐渐升高,土壤中微生物开始活跃,化学反应亦日益强烈,因此,土壤中速效养分含量就随之增加。

(2) 在同一季节,土壤中速效养分含量又受垆土土体层性的影响,一般是随着复盖层的厚度加大,土壤中速效养分含量也随着增加,这在垆土复盖层、特别在耕层中表现较为明显,如以六月份测定活性磷为例(表5)。

2. 垆土土体不同层次组合下的水分状况

我们仅就垆土土体不同层次组合下的蒸发情况和水分状况进行了一系列试验。

(1) 不同层次土层的蒸发情况。试验是在室内进行的,采回各层土样,通过 1毫米筛子,称 50 克装入铝盒,同时测定水分含量,然后加水,使土壤含水量达 30% (称重),放在室内蒸发,每隔 8 小时称重一次,每个处理重复三次,其结果见表 6 及图 2。

表5 不同复盖厚度和速效磷的关系 单位:ppm(P_2O_5)

土壤深度 (Cm)	塬土层 64-01	复盖25cm 64-02	复盖40cm 64-03	复盖60cm 64-04
20	55		77	80
25		58		
40			29	65.77
60				58

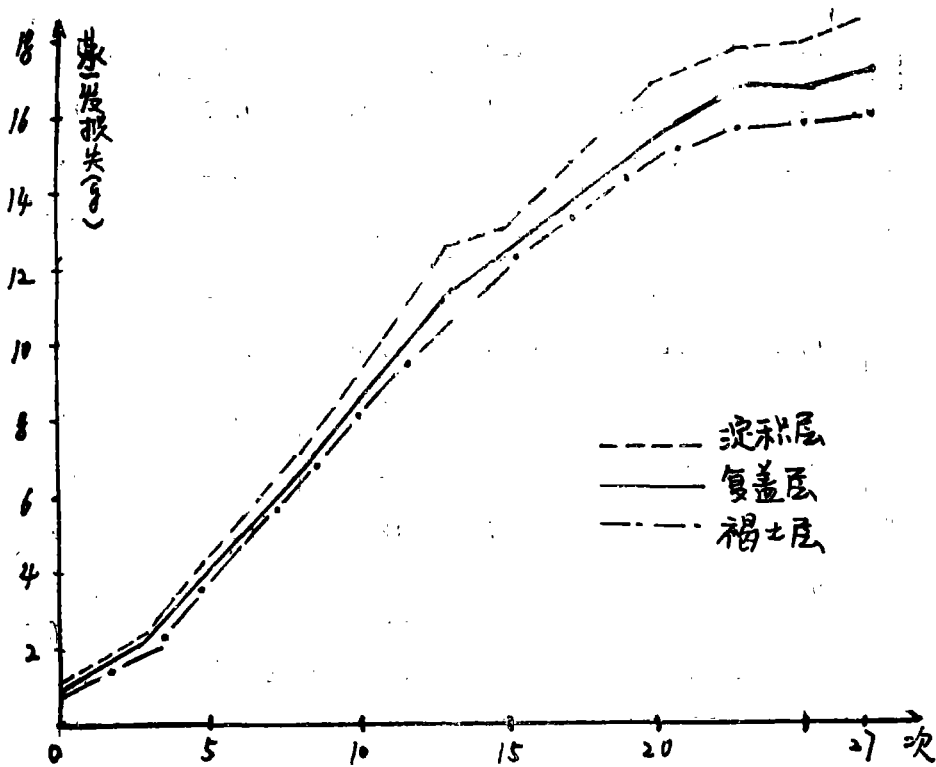


图2 不同土层在同一含水量下的蒸发曲线图

表6 不同土层蒸发试验结果 (单位:克)

测定 序号	复 盖 层		褐 土 层		淀 积 层	
	每次水分 损 失 量	水分损失 累 积 量	每次水分 损 失 量	水分损失 累 积 量	每次水分 损 失 量	水分损失 累 积 量
1	1.06	1.06	1.01	1.01	1.09	1.09
2	0.61	1.76	0.58	1.59	0.67	1.76
3	0.58	2.25	0.61	2.20	6.70	2.46
4	1.06	3.31	0.97	3.17	1.04	3.50
5	0.85	4.16	0.82	3.99	0.87	4.37
6	0.85	4.74	0.59	4.58	0.69	5.06
7	0.87	5.61	0.86	5.44	0.97	6.03
8	0.88	6.49	0.89	6.33	1.05	7.08
9	0.82	7.31	0.84	7.17	0.97	8.05
10	1.06	8.37	1.07	8.24	1.22	9.27
11	0.92	9.29	0.93	9.17	1.07	10.34
12	1.03	10.32	1.00	10.17	1.12	11.46
13	0.91	11.23	0.89	11.06	1.00	12.46
14	0.47	11.70	0.46	11.52	0.49	12.92
15	0.58	12.28	0.56	12.08	0.62	13.57
16	0.38	12.66	0.37	12.45	0.69	13.99
17	0.60	13.26	0.57	13.02	0.69	14.68

每隔8小时测定一次,共测27次,表中所列为前17次

(2) 不同层次组合下的水分状况

塬土土体层次性的特点是上轻下粘，有利于土壤的透水、蓄水及抗旱保墒。测定结果见表7—1。

从表7—1可以看出两个问题：

第一、晴天测定结果表明，各层次组合下，土壤在褐土层以上的土层中的含水量，都是随着复盖层厚度的增加而增加。例如：

表7—2 12月30日测定结果(%)

土壤深度 (Cm)	64—02	64—03	64—04
20	17.45	18.82	19.45
40		17.70	20.21

表7—3 5月4日测定结果(%)

土壤深度 (Cm)	64—02	64—03	64—04
20	14.52	16.37	21.19
40		17.89	19.36

注 64—02、64—03、64—04土号、其复盖层厚度分别为25、40、60厘米。

这说明复盖层越厚，土壤熟化程度越高，土壤结耕越好，腐殖质含量越多，所以土壤蓄水保墒能力越强。

第二、在降雨后测定的结果中可以看出，在各点的剖面中都出现了一个“稍干土层”，它的含水量比其相邻的上、下土层都低（见表7—1）。不同层次组合下土壤中“稍干土层”出现部位见图3。

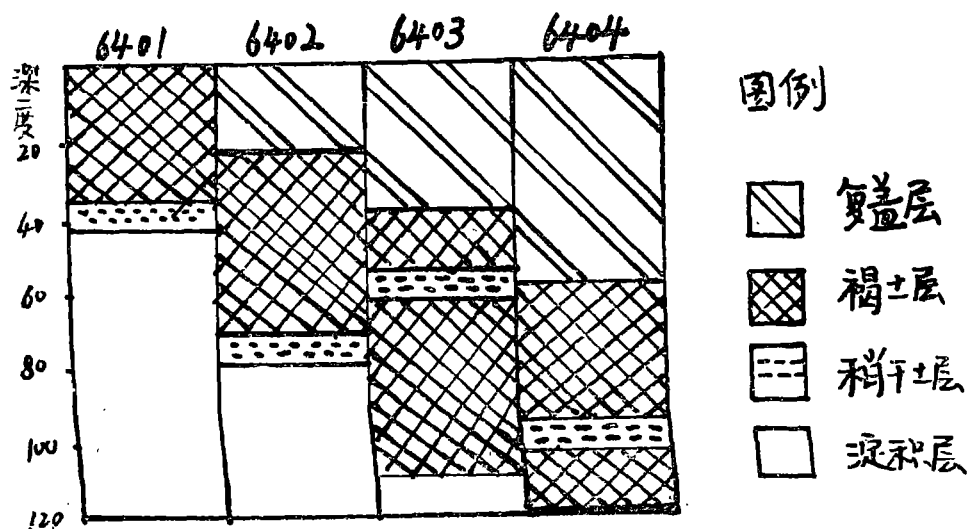


图3 “稍干土层”部位示意图

我们初步认为“稍干土层”是雨水下渗的下限，它可以说明土壤渗透浸润的能力。

随着复盖层的加厚，“稍干土层”出现的部位越深，这可能与褐土层的透水性比复盖层差有关。“稍干土层”出现部位浅，则水分容易蒸发散失；出现部位深，则水分不易蒸发散失。因此，“稍干土层”出现部位的深浅，可以反映壤土透水、蓄水、抗旱保墒能力的强弱。

当然，“稍干土层”出现的部位不是固定不变的，雨水的多少是一个重要的影响因素。

3. 壤土土体不同层次组合下的作物生长发育状况

作物是土壤肥力的直接反映者，壤土的不同层次组合下的肥力状况，也必然表现在作物的生长发育上。

(1) 土体不同层次对于小麦生长的影响：从盆栽试验结果可看出复盖层土盆小麦的长势和产量都比褐土层土盆高（见表8）。

表8 不同土层小麦生长发育状况

处 理	出 苗 期	抽 穗 期	株 高	分 蘖 数	产 量 (生物学产量)
复盖层土盆	11月15日	5月19日	67.60cm	12个/盆	30.25斤
褐土层土盆	11月18日	5月15日	44.74cm	1个/盆	14.00斤

(2) 不同层次组合下小麦生长状况

表9 不同层次组合下小麦的生育期

处理	生苗期日/月	抽穗期日/月
A	15/11	19/5
B	15/11	18/5
C	15/11	15/5
D	18/11	15/5

从表9可知，就出苗期讲，A、B、C、相同，均比D三早天。这是由于A、B、C、有复盖层，小麦发芽条件相似，而D无复盖层，褐土层的水、肥、气、热状况均比复盖层差。而抽穗期C、D、较早，B次之，A最迟。这是由于C、D主要或完全是褐土的缘故。

不同层次组合下，小麦的生长发育状况也是不同的。在苗期由于小麦需水，需肥量少，土壤状况对其生长影响不大，所以差别不大。而在小麦返青后，对水、肥的需要量日益增

多，与土壤间的矛盾日益尖锐，所以小麦生长状况的差异日益明显（见图4）。

不同层次组合对小麦产量的影响（见表10）：

从表10可以看出以下问题：

第一、小麦产量随着复盖层的加厚（在一定范围内）而增加。

第二、人为作用对壤土肥力影响很大，但这种影响对于复盖层与褐土层是不同的。复盖层敏感得多，只要人为加工就迅速增产；而褐土层却较为迟钝，因此，为了提高褐土层的肥力，加强人为措施是必要的，也是可能的。

表10 不同土壤层次组合下小麦产量表(克/盆)

处 理	I 组				II 组			
	生物学产量		经济产量		生物学产量		经济学产量	
	每盆	平均	每盆	平均	每盆	平均	每盆	平均
A	20.00	30.25	4.24	5.62	50.00	42.45	8.25	7.83
	35.00		4.93		36.00		8.25	
	46.00		8.92		47.00		9.70	
	20.00		4.39		38.00		5.11	
B	18.00	24.00	2.66	5.06	32.00	40.00	4.47	5.63
	30.00		5.82		55.00		6.16	
	24.00		8.00		39.00		8.04	
	24.00		3.74		34.00		3.84	
C	20.00	16.50	3.30	2.38	25.00	34.50	5.15	5.54
	13.00		1.16		34.00		6.64	
	17.00		2.84		55.00		5.00	
	16.00		2.20		24.00		5.30	
D	17.00	14.00	2.58	2.51	36.00	20.50	4.13	3.89
	15.00		4.10		17.00		5.85	
	10.00		1.76		15.00		2.34	
	14.00		1.58		14.00		3.22	

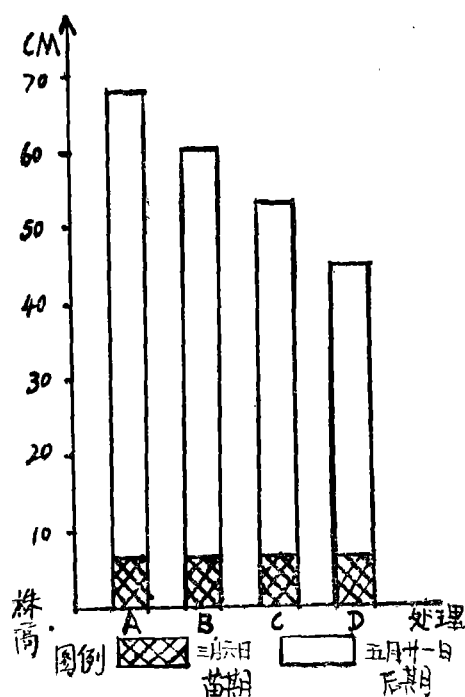


图4 小麦苗期与返青后植株高度

小 结

1. 关中塋土的土体层次性是自然因素和人为因素共同作用下的产物，但人的作用越来越起着显著的作用。

2. 土体的层次性对塋土肥力水平影响很大。土体层次性不同，则塋土的肥力水平也不同。一般讲，有复盖层的比无复盖层的肥。在具有复盖层的塋土中（复盖层厚度0—60Cm范围内），则其肥力随着复盖层厚度的增加而提高。所以，应不断加强耕作措施，特别是深耕、施肥、生物养田，以提高塋土的肥力。从水分状况看应不断改变褐土层性质，提高其水分的有效性。对具有复盖层的塋土及淀积层露出地面的坑地白塋土，应加强抗旱、保墒措施，减少水分的蒸发散失。

3. 复盖层的厚度是塋土肥力水平的一个重要指标，它可作为进行塋土分类，划分肥力等级的依据之一。

4. 本试验中复盖层厚度范围为0—60Cm，在这一范围内越厚越好。但是超过这一范围后，是否仍符合这一现象还有待进一步的研究。

5. 关于“稍干土层”的概念的提出及解释是初步的，还有待进一步的研究探讨。但“稍干土层”的出现及出现的部位，这对我们研究塋土的生产性能及其特性方面也提供了许多值得引起注意的一些问题。如褐土层直接露于地表的情况下，由于褐土层特性

在雨水的渗透下，性粘膨胀率大，常造成地面的径流，大量的水土流失。这样渗入土层的水分最少，“稍干土层”出现的部位就浅。而较厚的复盖层由于土质松，熟化度高，透水性好，这样雨水渗入土层的量大，渗的深度深，这是很自然的。再加上有褐土层的托水作用，“稍干土层”出现在土层的较深部位。总之，不管是在什么情况下，“稍干土层”是和当地的雨量及土层的质地有关。其出现的部位，也就是常年水分在土层中下渗的最下线，一般是在褐土层下或褐土层之内。这和复盖的厚度有关。一般无复盖层的或复盖层薄的，就出现在褐土层的下部。复盖层厚的即出现在褐土层之中。

参 考 资 料

西北农学院土壤教研组 农业土壤学

刘鹏生 关中的塋土 I. 塋土的形成和肥力演变过程

陕西省土壤学会 土壤论文集

刘鹏生 关中的塋土 II. 塋土的肥力演变过程

陕西省土壤学会 土壤论文集

刘鹏生 土壤肥力指标的初步分析及探讨

陕西省土壤学会 土壤论文集

II、C、巴宁 中国褐土

土壤学报 1958年

A、H、罗赞诺夫 中华人民共和国古老耕种土。

土壤学报 1958年

朱显谟 塋土——劳动产物 生产资料历史自然体 土壤论文集（陕西省土壤学会编）

唐得琴 陕西省塋土各土层的肥力试验研究 土壤通报 1961年

李玉山 塋土的水分状况和作物的生长

土壤学报 1962年。

马溶之 土壤的肥力是土壤的基本特性

文汇报 1961. 11.

A. B. 柯夫达 中国之土壤与自然条件概论 陈思键等译

冯兆林 陈玲爱 华北地区土壤水分问题 土壤学报 1958年3。

中国农业土壤论文集

张景略 土壤蒸发与抗旱保墒

中国农业科学 1962年 8。

A. A. 罗杰 土壤和土质的水分性质