

河北坝缘筒育干润均腐土耕种 过程中的退化研究*

肖洪浪 赵雪 赵文智

(中国科学院兰州沙漠研究所, 兰州 730000)

摘 要

研究区位于中国干草原干润均腐土的东南缘、农牧交错带、荒漠化严重发展区。农业的大发展仅数十年历史,广种薄收、粗放经营形式下,土壤资源过度利用导致了耕种筒育干润均腐土成为区内严重退化的类型,并集中地表现在养分、质地和保水性三方面。在肥力退化过程中,养分剖面构型向干旱土类演替;表土粗化,平耕地粒度向风沙沉积特征发展;随耕种年限的增加,耕地在养分、质地以及容重退化的同时保水保肥能力降低。缓解与治理筒育干润均腐土退化需推广保护性耕作措施,改造传统农业,增加投入。

关键词 筒育干润均腐土,耕种,退化,河北坝缘干草原

研究区位于河北坝上高原南部—中温带半干旱典型草原—干润均腐土区的南缘。土壤分布表现在平川地和阳坡地为普通筒育干润均腐土,在阴坡为暗厚筒育干润均腐土。暗沃表层前者仅厚20cm左右,后者可达50—80cm。0—20cm表土有机质含量可达36—75g/kg,腐殖质储量比^[1]变化于0.32—0.41。一米土层全盐含量变化于0.27—0.76g/kg;碳酸钙相对富积于40—60cm深度,含量20—60g/kg;pH值在7.05—8.01^[2]。矿物组成以硅酸盐为主,一米土层SiO₂平均含量在640—807g/kg,硅铝铁率变化于3.46—8.17。土壤质地以中、轻壤质为主。该区是我国生态脆弱的农牧交错带荒漠化严重发展的典型区之一,60年代以来农业逐步上升为第一产业,广种薄收,产量低而不稳;筒育干润均腐土大多数被垦为农田,农林牧用地比约10:1:8。

1 材料与方 法

根据区内筒育干润均腐土的主要类型,分别在开阔的平川地和缓丘坡面选择土壤生境近似、开垦年限不同的系列为研究对象。各样点按土壤发生层次取样至120cm深度,为了便于数据对比,按统一的深度进行加权平均。野外完成土壤水分和容重测定,记载相应的作物生长状况。选择保护较好、生境类似于对应系列的未垦筒育干润均腐土做对照。

* 陈隆亨先生指导了土壤系统分类命名和审阅了本文,特此致谢。

收稿日期:1995-11-09;收到修改稿日期:1997-05-04

2 结果与讨论

2.1 土壤养分变化

区内农业的大规模发展也只是近几十年的事,耕作粗放,过度利用,地力的恢复依靠短期的休闲轮作。土壤氮素年产投比平均 2:1,人不敷出^[3]。平川耕地利用强度大,风蚀沙化严重。种植年限大于 50 年的、30 年的和 8 年的简育干润均腐土样地小麦灌浆期平均麦高分别为 50cm、57cm 和 68cm; 相应的穗长为 2—5cm、3—5cm 和 5—7cm; 过去三年小麦平均产量分别为 825kg / ha、938kg / ha 和 1350kg / ha, 明显地反映出土壤肥力的差距。坡耕地主要分布在一些低山丘陵的阴坡和半阴坡,坡度多在 5—10 度以上。土壤侵蚀以水蚀为主,风蚀影响不大,多雨季节地面已为作物或者次生植被所覆盖,水蚀影响远较同类型退化山地草场为小,产量多在 1000kg / ha 以上。

土壤养分变化集中表现在两个方面: 其一、土壤向贫瘠化方向演变。随耕龄增加,除土壤钾素的变化无规律性以外,土壤有机质、全氮、全磷和速效养分含量总体呈显著降低(表 1、表 2)。相对非耕地而言,0—20cm 耕作层养分的减幅多在 60% 上,山地耕种简育干润均腐土耕层养分衰减的速率比平地耕种简育干润均腐土更快(表 3)。由于初垦的数年基本依靠土壤天然肥力维持生产,开垦初期土壤肥力退化速率相对较大(表 3)。例如,以非耕地为对照,开垦 8 年的平地耕种简育干润均腐土耕作层 0—20cm 有机质含量从 36.59g / kg 减少到 16.56g / kg(表 1),减少了 54.74%(表 3); 而开垦了 50 年的平地耕种简育干润均腐土耕层 0—20cm 有机质含量从 36.59g / kg 降至 9.78g / kg(表 1),减少了 73.27%(表 3),也就是说 8 年开垦年平均减少 6.84%, 50 年开垦年平均减少 1.47%。其二、简育干润均腐土养分剖面趋向于均一化的干旱土剖面特征。16 个耕种简育干润均腐土养分剖面回归模型分析结果(表 4)显示除山地耕种简育干润均腐土磷的直减率(土壤元素随土层深度的增加而线性衰减的变率)和非耕地的 K_2O 为负数外,余者均为正数,并且其数值多是随耕龄的增加而减小,揭示了在养分总体减少的背景下,耕龄越长,养分含量变异越小,变化速率放慢,尤以有机质和全氮的变化较为突出。土壤有机质具有较大的直减率。显示其对深度和时间的变化较为敏感。山地耕种简育干润均腐土较之平地耕种简育干润均腐土具有较大的直减率。类似于平耕地,随耕种年限增加直减率减小,表明其变化速率减缓。

深厚风积物上发育的普通干润砂质新成土是区内土壤退化的极端类型,也是最贫瘠的耕地类型,粮食产量不到 750kg / ha,耕作层厚度约 15cm,耕层有机质仅 2.29g / kg(表 5),速效养分含量分别为 $N21.90mg / kg$, $P5.16mg / kg$, $K40.00mg / kg$, 普遍低于平地耕种简育干润均腐土约三分之一。

2.2 耕层土壤颗粒组成的变化

区内土壤质地^[4]受母质影响表现为山地以砂壤和壤质为主,其粘粒含量在 20% 左右,有黄土性母质的特征;平地以冲洪积物和风积物为主,质地较轻,粘土与粉砂含量之和也不超过 20%,质地为砂土和壤砂土。风蚀沙化是耕地的主要退化过程之一,一些浅丘迎风坡风蚀坑深达数米,风积层呈透镜状与冲洪积物成互层,耕种年限较长的在苗齐前土表多形成一层粗砂和角砾覆盖层。年复一年的耕种风蚀沙化过程,耕层明显粗化,肥力丧

表1 筒育干润均腐土的养分退化 (g/kg)

Table 1 Nutrient changes of Hap-Ustic Isohumisols

耕种年限 Farming years	土层深度 (cm) Depth	平 地 Flat				山 地 Hillslope			
		有机质 O.M.	全 养 分 Total nutrient			有机质 O.M.	全 养 分 Total nutrient		
			Tot.ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O		Tot.ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O
0 (非耕地)	0—20	36.59	1.23	1.27	25.80	75.01	2.30	1.69	21.20
	20—50	23.16	0.77	0.94	24.90	62.86	1.81	1.57	20.70
	0—120 ¹⁾	22.39	0.68	0.94	25.30	38.80	1.32	0.98	26.26
8	0—20	16.56	0.77	0.52	32.50	23.94	1.08	0.61	30.50
	20—50	5.03	0.28	0.26	32.50	20.36	1.00	0.58	30.50
	0—120	5.54	0.39	0.39	22.33	13.12	0.58	0.78	22.89
30	0—20	14.77	0.65	0.50	27.50	19.89	0.88	0.63	30.50
	20—50	4.80	0.22	0.24	27.50	12.69	0.59	0.59	30.50
	0—120	4.75	0.20	0.27	20.13	9.40	0.42	0.71	22.80
>50	0—20	9.78	0.49	0.41	30.00	16.65	0.77	0.55	30.50
	20—50	3.71	0.20	0.22	30.00	7.41	0.34	0.38	30.50
	0—120	3.10	0.19	0.23	30.00	6.07	0.40	0.55	29.77

1) 加权平均值= $D^{-1} \sum n_i d_i$, 其中D为土层厚度, n_i 为层的养分含量, d_i 为层的厚度。

表2 筒育干润均腐土耕层速效养分 (mg/kg)

Table 2 Available nutrients of plough horizon in Hap-Ustic Isohumisols

耕种年限 Farming years	平 地 Flat			山 地 Hillslope		
	N	P	K	N	P	K
0	406.00	22.89	346.50	480.00	20.26	132.92
8	40.20	11.11	110.00	42.81	8.82	150.00
30	31.40	12.37	60.00	37.94	5.73	100.00
>50	31.20	8.13	60.00	34.81	6.99	110.00

表3 筒育干润均腐土养分衰退率 (%)

Table 3 Percentages of nutrient degradation of Hap-Ustic Isohumisols

耕种年限 Farming years	土层深度 (cm) Depth	平 地 Flat				山 地 Hillslope			
		有机质 O.M.	全 养 分 Total nutrient			有机质 O.M.	全 养 分 Total nutrient		
			Tot.ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O		Tot.ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O
0 (非耕地)	0—20	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	20—50	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	0—120	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
8	0—20	54.74	37.40	59.06	-25.97	68.08	53.40	63.91	-43.87
	20—50	78.28	63.64	72.34	-30.52	67.61	44.25	63.06	-47.34
	0—120	75.26	42.65	58.51	11.74	66.19	56.06	20.41	14.14
30	0—20	59.63	47.15	60.63	-6.59	73.48	61.74	62.72	-43.87
	20—50	79.27	71.43	74.47	-10.44	79.81	67.40	62.42	-47.34
	0—120	78.79	70.59	71.28	20.43	75.77	68.18	27.55	14.48
>50	0—20	73.27	60.16	67.72	-16.28	77.80	66.52	67.46	-43.87
	20—50	83.98	74.03	76.60	-20.48	88.21	81.22	75.80	-47.34
	0—120	86.15	72.06	75.53	-18.58	84.36	69.70	43.88	-11.67

表4 筒育干润均腐土0—120cm土层养分直减率(g/kg·cm)

Table 4 Changes of total nutrients in 0—120cm layer of Hap-Ustic Isohumisols

耕种年限 Farming years	样本数 Size of samples	平 地 Flat				样本数 Size of samples	山 地 Hillslope			
		有机质 O.M.	全 养 分 Total nutrient				有机质 O.M.	全 养 分 Total nutrient		
			Tot. ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O			Tot. ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	6	0.2180	0.0093	-0.0049	0.0010 ¹⁾	7	0.6241	0.0166	0.0127	-0.0230 ¹⁾
8	17	0.1493	0.0070	0.0001 ¹⁾	0.2862	6	0.2250	0.0111	-0.0057	0.1168
30	16	0.1320	0.0064	0.0025 ¹⁾	0.2320	16	0.1809	0.0080	-0.0032	0.2425
>50	13	0.0985	0.0044	0.0024	不相关	12	0.1535	0.0044	-0.0018	0.0230

1) 相关系数小于0.55。

表5 平地耕种普通干润砂质新成土养分和水分特征

Table 5 Nutrient and water characteristics in flat farmland of Typ-Ust-Sandic Entisols

土层深度 (cm)	有机质 (g/kg)	全 养 分 (g/kg)			容重 (t/m ³)	凋萎点 ¹⁾ (vol.%)	土壤含水量	
		Tot. ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O			(vol.%)	(mm)
Depth	O.M.	Tot. ofN	P ₂ O ₅	K ₂ O	Bulk density	Wilting point	(vol.%)	(mm)
0—20	2.29	0.14	0.23	27.50	1.56	9.87	8.70	17.39
20—50	1.17	0.08	0.19	27.50	1.58	8.45	6.28	18.84

1) 凋萎点=1.2倍的最大吸湿水(饱和K₂SO₄法,下同)。野外测定日期:1994.7.14。

失。

平地普通筒育干润均腐土耕作层向砂砾质化方向演变。0.1—0.25mm的细砂段为土壤颗粒集中分布区,占总量的28.75—48.10%,非耕地和8年耕龄之地其值分别为44.00%和48.10%,明显大于30年和50年耕龄之地的28.75%和37.61%(表6)。极细砂段为非耕地和8年耕龄之地的次高值分布区,而30年和50年耕龄之地的次高值已转移到中砂段;并且后者出现9.58%和4.20%的极粗砂和砾石含量。相对耕龄较短的50年的耕地,其最易风蚀的0.002—0.05mm的粉砂比例下降近40%。在粗化过程中粒度分布具有倾向风积沙的演变特点。

山地耕种筒育干润均腐土继承母质的特征粒度分布较之平耕地相对均匀,粉砂所占比重最大,但对细砂、极细砂和粘土而言,并无明显优势。受坡面位置(表7)影响,坡面径流的蚀积与再分配作用导致坡面下部50年耕龄的耕地具有最高的粉砂含量。坡面中部8年和30年的耕地比较,仍然显示出随耕龄的增加细砂和极细砂含量增加,粉砂比重减少;与非耕地比较,粗砂和砾石的比例增大,具有类似于平耕地的粗化过程。

2.3 土壤水分条件的变化

土壤质地、肥力和耕作过程直接影响土壤水分状况。随耕种时间增加,土层板结,土壤容重明显增大(表7)。0—50cm土层容重加权平均值,平地耕种筒育干润均腐土从1.47g/cm³增加到1.57g/cm³,山地耕种筒育干润均腐土从1.33g/cm³增加到1.45g/cm³;表层20cm平地耕种筒育干润均腐土从1.45g/cm³增至1.56g/cm³。山地耕种筒育干润均腐土土壤容重变化主要表现在表下层,而耕作层不甚明显。

平地耕种筒育干润均腐土0—50cm土层含水量随耕种时间增加而明显减少(表7),50年老耕地,0—20cm土层仅有水分22.7mm,只有8年耕龄类型同一土层含水量31.06mm

的 73.08%。耕种的普通干润砂质新成土保水性最差,其 0—20cm 和 20—50cm 土层毫米含水量各为 17.39mm 和 18.84mm(表 5),只是 50 年以上的老耕地对应土层含水量为 22.70mm 和 37.01mm(表 7)的 76.61% 和 50.91%,这在反映土体持水能力退化的同时也揭示了漏水漏肥的退化趋势。

山地降水相对较多,并受坡面径流再分配的影响,山地耕种简育干润均腐土的水分演变并不十分明显。对比表 7 最后一列可看出,随耕种时间的增加表层 0—20cm 含水量有减少趋势,而 20—50cm 土层含水量呈增加趋势,显示出耕层保水能力减弱,水分下渗增加,淋溶增强的变化过程。

表 6 简育干润均腐土机械组成¹⁾

Table 6 Mechanical composition of Hap-Ustic Isohumisols

地貌	耕种年限	深度	颗粒组成(%) (粒径: mm)							Particle size distribution (%)	
			>2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.002	0.002	
Topography	Farming years	Depth (cm)	砾石	极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粉砂	粘土	
		Depth	Gravel	Very coarse sand	Coarse sand	Medium sand	Fine sand	Very fine sand	Silt	Clay	
平地	0(非耕地)	0—10			1.80	16.60	44.00	17.60	11.00	9.00	
	8	0—14			0.40	12.30	48.10	19.20	11.20	8.80	
	30	0—27	7.92	1.66	7.32	25.68	28.75	8.59	11.48	8.59	
	50	0—24	3.22	0.98	6.58	26.12	37.61	10.90	6.91	7.68	
	砂质新成土	0—15			7.80	44.60	39.50	3.50	1.40	3.20	
山地	0(非耕地)	0—20	1.30	0.37	0.98	8.26	10.67	21.73	27.24	20.45	
	8	0—18	12.74	2.29	1.61	9.09	20.56	15.04	23.19	15.46	
	30	0—17	4.19	1.02	0.95	7.87	23.51	20.76	22.75	18.96	
	50	0—25			0.60	5.90	16.50	27.50	31.50	18.00	

1) 文献[4],[5].

表 7 简育干润均腐土水分特征

Table 7 Moisture characteristics of Hap-Ustic Isohumisols

耕种年限	土层深度	平 地 Flantness				山 地 Hillslope				
		容重	凋萎点	土壤含水量		容重	凋萎点	土壤含水量		
Farming years	Depth (cm)	(t/m ³)	vol.%	Soil water		坡面位置	(t/m ³)	vol.%	Soil water	
	Depth	Bulk density	Wilting point			Location	Bulk density	Wilting point		
				vol.%	mm				vol.%	mm
8	0—20	1.45	12.94	15.53	31.06	中上部	1.39	38.33	20.48	40.95
	20—50	1.49	17.92	15.58	46.70		1.29	39.44	18.38	55.14
30	0—20	1.46	19.62	14.64	29.28	中下部	1.42	42.81	19.37	38.74
	20—50	1.61	13.72	12.23	36.70		1.34	43.45	20.73	62.18
>50	0—20	1.56	16.47	11.35	22.70	下部	1.39	38.56	19.46	38.92
	20—50	1.58	9.44	12.34	37.01		1.49	46.80	19.97	59.91

野外测定日期: 1994.7.14.

3 小 结

1. 研究区内简育干润均腐土明显地表现出随耕种年限的增加而退化的过程。土壤

养分衰退速率每年平均在 1% 左右。耕作层粗化过程十分明显,平地耕种简育干润均腐土粒度分布有向风积沙演变的特征。受土壤养分和粒度退化的影响,老耕地容重增加近 10%,保水能力下降 50%。

2. 本区地处脆弱的生态过度带、土地退化严重发展的农牧交错区,过度利用是耕地退化的主要原因,并集中表现为风、水蚀过程中土壤肥力的退化。增加农业投入,推广现代保护性耕作技术,在土壤侵蚀的防治过程中改造传统农业将逐步缓解目前的退化过程,提高土地生产力。

参 考 文 献

1. 中国科学院南京土壤研究所土壤系统分类课题组,中国土壤系统分类课题研究协作组. 中国土壤系统分类(修订方案). 北京:中国农业科技出版社, 1995, 48—49
2. 赵文智. 河北坝上沙漠化地区土壤特征研究. 中国沙漠, 1994, 14(4): 53—59
3. 李 进, 宝 音, 张 强等. 河北坝上沙漠化土地综合整治优化模式. 中国沙漠, 1994, 14(4): 72—85
4. Soil Survey Staff, Keys To Soil Taxonomy, fourth edition. SMSS technical monograph no. 6. Blacksburg, Virginia. 1990, 423

STUDY ON UAP-USTIC ISOHUMISOL DEGRADATION UNDER FARMING IN HEBEI, CHINA

Xiao Hong-lang Zhao Xue Zhao Wen-zhi

(*Institute of Desert Research, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000*)

Summary

The studied area is located at the southeastern edge of the steppe Uap-Ustic Isohumisols, being a transitional zone between farming and animal husbandry, with seriously desertified lands. Although farming was developed there on a large scale in the past decades, extensive cultivation and overuse of soil resources has made Uap-Ustic Isohumisols become seriously degraded. The soil degradation was mainly reflected in the changes of soil nutrients, soil texture and water retention. The nutrient distribution with soil depth changed towards that of Aridisols. The contents of gravel and sand increased obviously in the plough horizon. Mechanical composition of that flat farmland developed towards that of aeolian sand sediment. With the increase of farming years the degradation of nutrients, texture and bulk density weakened the soil abilities of water and fertility retention. The mitigation and control of Uap-Ustic Isohumisol degradation need to popularize protective farming techniques, remodel traditional agriculture and increase farming investment.

Key words Uap-Ustic Isohumisols, Farming, Degradation, Steppe