

塔里木盆地的棕色荒漠森林土*

刘立诚 樊自立 程心俊
(新疆大学) (中国科学院新疆分院生物土壤沙漠研究所)

BROWN DESERT FOREST SOIL IN TARIM BASIN

Liu Licheng
(Xinjiang University)

Fan Zili and Cheng Xinjun
(Institute of Biology, Soil and Desert, Xinjiang Branch of Academia Sinica)

棕色荒漠森林土(简称棕漠林土)或称“吐加依土”、“林灌草甸土”、“荒漠森林草甸土”和“胡杨林土”等,这是指发育在漠境地区胡杨林下的土壤。这种土壤在干旱地区有较广泛的分布,但研究资料较少。近年来,在塔里木盆地进行荒地资源综合考察工作中,对于这种土壤进行了初步研究,现报道如下。

一、有机物质的累积过程

塔里木盆地气候极端干旱,年降水量仅16—60毫米,蒸发量却高达1900—3000毫米,干燥度¹⁾10—30,年均温10—12℃,≥10℃的积温3400—4500℃,夏季干燥炎热,冬季寒冷少雪,气温年较差和日较差均很大,且多风砂。由于胡杨种子成熟与河流洪水期相一致,果絮被风吹落水面,被洪水携至水流平缓的凸岸沉积萌发,所以胡杨林一般呈“走廊式”沿河岸分布,并多集中于凸岸。以塔里木河冲积平原分布最为广泛,其次是叶尔羌河、和田河和克里雅河冲积平原。同时在一些小河散流的干三角洲和部分冲积扇扇缘也有零星的分布(图1)。

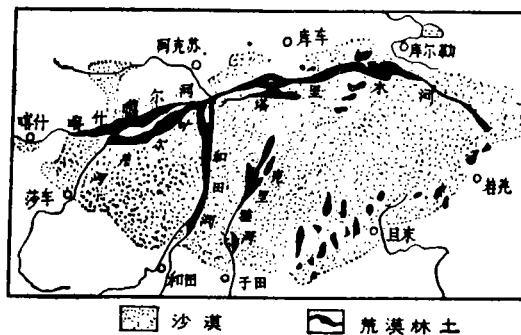


图1 塔里木盆地胡杨林分布图

胡杨生长与水文地质条件密切相关,一般地下水位2—5米时,胡杨生长正常;5—8米时受到抑制;8米以下就开始死亡。地下水矿化度1—3克/升时胡杨生长正常;3—5

* 本文蒙雷文同志审阅、指正,特此感谢。

1) $K = \frac{0.16 \Sigma t}{r}$, K ——干燥度, Σt ——日平均气温≥10℃稳定期积温, r ——同期降雨量。

克/升则受到抑制;10克/升以上就开始死亡。

胡杨 (*Populus diversifolia*) 的林分结构多为以疏林相为主的异龄林,郁闭度 0.1—0.4,林下植被以红柳 (*Pamariz spp.*)、芦苇 (*Phragmites communis*)、大花罗布麻 (*Poacynum hendersonii*) 等为主,积盐较重的地段还有盐穗木 (*Halocnemum caspica*)、骆驼刺 (*Alhagipsseudalhagi*) 等。

棕漠林土的有机物质主要来自胡杨枯枝落叶的分解。胡杨枝叶年凋落物量约 0.4—0.7 立方米/公顷,在我国森林土壤中,是枯枝落叶量较少的一类。0—20 厘米土层有机质含量 2.02%,高于本区的草甸土,低于我国东部森林土壤,全氮 0.077%, C/N 15.3,说明有机物质累积大于分解。

表 1 棕漠林土腐殖质组成*

土壤类型	剖 面	深度(厘米)	有机碳(%)	腐殖质组成(占总碳量%)		胡敏酸 富里酸
				胡 敏 酸	富 里 酸	
草甸棕漠林土	D 25	0—2	0.78	14.5	14.1	1.03
		2—27	0.42	8.6	3.8	2.26
棕漠林土	D 29	0—10	0.77	16.5	32.4	0.51
		10—28	0.13	20.8	23.8	0.87
	补 16	0—14	3.12	17.3	18.7	0.93
荒漠化棕漠林土	柯 6	0—2	0.89	12.4	20.2	0.61
		2—15	0.79	11.4	30.3	0.38

* 由陈谭明、刘立诚同志分析。

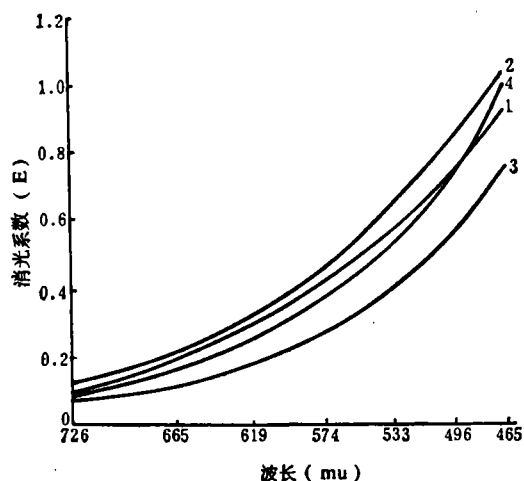


图 2 棕漠林土腐殖质光密度曲线

1. 棕漠林土(补16, 0—4 厘米); 2. 棕漠林土(补16, 4—14 厘米); 3. 棕漠林土(Z066, 0—14 厘米); 4. 荒漠化棕漠林土(柯6, 0—15 厘米)

棕漠林土表层土壤腐殖质的胡敏酸与富里酸的比值 (H/F) 小于 1, 变化在 0.4—0.9 之间, 以富里酸为主, 只有部分受草甸草本植物影响较大的草甸棕漠林土的 H/F 比值较高(表 1)。棕漠林土的腐殖质组成, 与我国东部森林土壤相似^[1], 而与本区的草甸土和沼泽土则差别甚大。

胡敏酸光密度值 (E_4) 0.7—1.28, 绝大部分在 1.0 以下(图 2), 波长 465 毫微米与 665 毫微米的比值 5.0—7.1。对抗电解质凝聚作用的稳定性也大。说明棕漠林土腐殖质的胡敏酸分子中参与碳网组成的含碳部分为数甚少, 芳香碳网不太显著和形成为数较多的脂肪性结构, 腐殖质化过程尚处于较低级阶段, 具有

亲水性强、溶解度高,活动性大的特点。

二、物质移动与聚积

物质移动与聚积是土壤形成的基本过程,棕漠林土有下列几个过程:

1. 氧化还原过程 棕漠林土的氧化还原过程,是由地下水位的垂直升降运动所引起的土壤干湿交替变化而产生的。地下水的升降运动,主要与河水的洪枯变化有关。洪水期地下水位上升,土壤为重力水饱和,土壤氧化还原电位降低,高价铁、锰易被还原;枯水期地下水位下降,地下水位以上为毛管水层,土壤氧化还原电位增高,低价铁、锰被氧化。干湿交替、氧化还原反应反复进行的结果,在土壤下层形成具有锈纹、锈斑的潜育层次。

2. 钙化过程 棕漠林土碳酸钙和石膏的移动和淀积也是地下水垂直运动的结果。碳酸钙聚积层的碳酸钙含量可达 21—32%。石膏聚积层的石膏含量多为 1—2% (表 2)。在盐渍土壤中,由于各类盐分的溶解度不同,土壤剖面中自下而上依次分带淀积石灰、石膏和可溶盐 (图 3)。

表 2 棕漠林土理化性质分析

剖面	土壤	深度 (cm)	有机质 (%)	全氮 (%)	C/N	pH	代换量 (meq/ 100 克土)	代换钠 (meq/ 100 克土)	石膏 (%)	碳酸钙 (%)	机械组成(%) (粒径: 毫米)	
											<0.001	<0.01
补 16	棕漠林土	0—4	6.14	0.164	21.7	8.56	7.80	0.89	0.070	16.10	8.01	22.81
		4—14	5.06	0.156	18.8	8.53	8.59	0.65	0.982	15.50	11.01	24.02
		14—36	0.92	0.050	10.6	8.34	5.20	—	0.114	23.20	18.01	58.84
		36—60	0.39	0.022	10.3	8.60	3.39	—	0.042	15.07	3.20	5.60
补 15	棕漠林土	0—2	7.87	0.218	20.9	9.55	8.31	1.76	0.588	13.51	7.88	23.89
		2—14	7.14	0.243	17.0	9.58	6.72	1.22	1.710	14.11	8.32	15.33
		14—23	1.09	0.042	14.5	8.58	3.57	0.35	2.018	24.33	7.85	18.24
		23—31	0.59	0.029	11.8	8.64	3.04	—	0.361	29.26	8.95	20.01
		31—56	0.37	0.021	10.1	9.10	2.24	—	0.159	32.04	4.45	9.16
		56—100	0.43	—	—	9.12	3.30	—	0.184	31.08	4.97	14.63
柯 6	荒漠化 棕漠林土	0—2	1.97	0.077	14.8	7.86	6.82	0.06	0.046	14.89	12.01	25.22
		2—7	1.35	0.058	13.5	7.88	5.44	0.04	0.123	15.41	12.81	27.22
		7—35	1.37	0.051	15.6	8.16	4.80	0.03	0.182	15.24	8.61	16.41
		35—60	1.12	0.047	13.7	8.37	6.50	—	1.482	14.98	9.01	16.81
		60—75	1.02	—	—	8.10	4.58	—	2.590	15.24	9.41	18.41
		75—100	0.79	—	—	8.00	6.29	—	0.564	21.04	19.61	60.24

3. 盐渍过程 棕漠林土地下水位约 1—4 米,矿化度 1—5 克/升,可通过地下水的上升蒸发而积盐。棕漠林土的生物积盐十分重要,胡杨枝叶中含有大量易溶性盐分 (表 3),每年以凋落物的形式进入土壤,经矿化分解,而将盐分留积土中。胡杨叶盐分组成以 HCO_3^- , Na^+ 为主;胡杨枝叶中 HCO_3^- 高达 8.81%,阳离子以钠占绝对优势;胡杨发育后,树干开裂,分泌出胡杨碱液,增加林下土壤 HCO_3^- 和 Na^+ 的含量 (表 4)。胡杨中盐

表 3 胡杨盐分的组成 (%)

分析部位	全盐量	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	$\text{K}^+ + \text{Na}^+$
胡杨叶	9.59	0	4.82	1.76	0.28	0.52	0.32	1.90
胡杨枝*	17.8	0	11.48	0.97	0.02	0.04	0.12	4.82
胡杨碱	69.9	14.65	17.76	11.13	0.07	0.06	1.58	24.77
胡杨枝叶	14.2	0	8.81	1.22	0.04	0.04	0.072	3.95

* 胡杨枝为占灰分的百分数。

表 4 棕漠林土易溶性盐分生物归还率*

剖面	项目	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{++}	Mg^{++}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
补 16	生物归还率	4732	493	85	568	716	797
	离子归还序列	$\text{HCO}_3^- > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$					

* 生物归还率 = $\frac{\text{残落物化学组成}}{\text{表土化学组成}} \times 100$ 。

分的生物归还作用很强,并对棕漠林土的苏打化有极重要的作用。

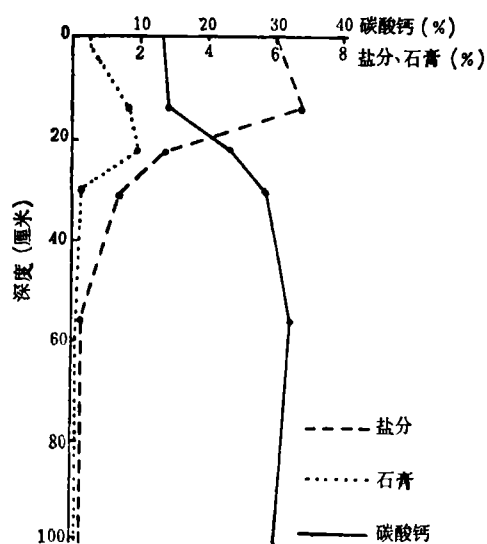


图 3 棕漠林土(剖面补 15)盐分、石膏、碳酸钙沿剖面分布图。

棕漠林土盐化极为普遍,盐化面积占棕漠林土总面积的 95% 以上,0—30 厘米土层平均积盐量为 1.26%,盐分组成成为苏打—硫酸盐—氯化物或硫酸盐—氯化物型,阳离子以钠占优势,并常形成盐结皮、盐结晶、盐斑等。棕漠林土的不同发育分段,由于地下水位高低不等,土壤盐渍情况也不一样。草甸棕漠林土的地下水位 1—2 米,土壤盐分可集中于结皮层,氯化物和硫酸盐也以结皮层为最高。棕漠林土地下水位 3—5 米,毛管上升水仅能浸润剖面中上部,土表干燥,含水率 $< 5\%$,向下逐渐增高至 5—10%,盐分集中于亚表层。荒漠化棕漠林土地下水位 6—7 米以下,含水率在 5% 以下,

毛管上升水仅能浸润较深土层,水盐在下层停滞较久,在缺乏下降水流的条件下,除亚表层保留较高的盐分外,部分盐分被吸持于心底土中,又形成新的累积,硫酸盐以心底土较高,氯盐常以表土较高(表 5, 6)。

棕漠林土在地下水盐渍化的同时,还受含苏打枝叶的强烈影响,进行着生物盐渍过程。从表 2 (补 15 和补 16) 可以看出,表层和亚表层的代换性钠、pH 和总碱度含量较高,使

表 5 棕漠林土盐分分析

剖 面	土 壤	深 度 (cm)	全盐量 (%)	盐 分 组 成 (meq/100g 土)						
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺ +Na ⁺
D 25	草甸 棕漠林土	0—2	0.73	0	0.73	5.91	5.10	3.25	2.45	6.04
		2—27	0.16	微	1.06	0.73	0.55	0.95	0.50	0.89
		27—50	0.08	0	0.78	0.12	0.20	0.22	0.40	0.48
		50—68	0.12	0	0.80	0.40	0.45	0.63	0.33	0.69
		68—75	0.16	0	0.80	0.85	0.70	0.75	0.70	0.90
		75—120	0.09	0	0.77	0.30	0.20	0.75	0.20	0.32
补 16	棕漠林土	0—4	1.15	0.14	1.39	10.03	6.95	4.56	3.62	10.36
		4—14	2.82	0.10	1.25	22.23	22.23	16.24	11.60	17.97
		14—36	0.18	0.07	0.70	0.61	1.15	0.53	0.28	1.72
		36—60	0.12	0.07	0.75	0.40	0.43	0.28	0.32	1.05
柯 6	荒漠化 棕漠林土	0—2	3.58	0	0.38	46.17	12.35	16.63	3.88	38.39
		2—7	4.01	0	0.39	46.78	19.15	26.21	7.81	32.30
		7—35	1.57	0	0.36	10.39	13.61	13.61	3.12	7.63
		35—60	1.50	0	0.37	2.92	14.62	14.62	2.25	5.07
		60—75	1.41	0	0.34	1.58	14.72	14.72	2.67	3.18
		75—100	1.81	0	0.34	6.20	14.36	14.36	6.43	6.92

表 6 棕漠林土剖面盐分含量 (%)

土 壤	1 米土层平均	结 皮	表 土*	心 土*	底 土*
草甸棕漠林土	0.13—0.15	0.35—0.73	0.16—0.37	0.08—0.11	0.11—0.12
棕漠林土	0.77—1.05	0.95—1.48	2.32—2.78	0.51—0.94	0.24—0.60
荒漠化棕漠林土	0.77—1.70	1.39—4.92	0.61—1.99	1.08—1.98	0.39—1.66

* 表土为结皮以下到 20 厘米; 心土为 20—60 厘米; 底土为 60—100 厘米。

土壤表现出一定的碱化特征。但由于这种土壤地处极端干旱的气候条件下和地下水位较高的水文地质条件下, 土壤剖面缺乏明显的下降水流和脱盐作用, 地下水中的盐分又随毛管作用不断向表层上部积累, 所以这种土壤的盐渍化过程长期停留在苏打盐化或盐化—碱化阶段, 典型的碱化剖面形态尚未形成。这从粘粒全量分析中(表 7) 硅铝率、硅铝铁率

表 7 棕漠林土(剖面补 15) 粘粒全量分析

深度 (cm)	粘 粒 化 学 组 成 (%)				粘 粒 分 子 率		
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	SiO ₂ /R ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Fe ₂ O ₃
0—2	48.57	19.01	8.67	4.33	3.36	4.34	14.89
2—14	51.25	18.81	8.96	3.78	3.55	4.62	15.20
14—23	53.43	16.34	7.57	3.63	4.28	5.55	18.76
23—56	51.42	18.50	7.46	3.97	3.75	4.72	18.32

等皆无明显分异得到证明。

三、土壤形成演替和类型划分

棕漠林土主要发育在平原胡杨林植被下,具有如下的发生特性:(1)土壤剖面由枯枝落叶层、半分解的粗腐殖质层、淡红棕色的腐殖质层和锈斑层组成;(2)土壤表层受含碱胡杨枝叶影响,明显苏打盐渍化;(3)腐殖质组成以富里酸为主;(4)剖面中部和底部有不同程度的石灰和石膏的淀积。它既不同于草甸土,也不同于一般森林草甸土,因而考虑作为独立土类分出。

棕漠林土的形成演替决定于地形、水文地质条件和胡杨林龄林相的更替。(1)河漫滩上地下水位 1—3 米,矿化度 0.5—2.0 克/升,生长胡杨幼林和草甸植被,土壤积盐轻,仅发生结皮盐渍化,腐殖质组成以胡敏酸为主,形成草甸棕漠林土。(2)河阶地和天然堤上,地下水位 3—5 米,矿化度 2—3 克/升,生长茂盛高大的胡杨中龄林和成熟林,土壤具有上述典型特征和剖面发生层,形成棕漠林土亚类。(3)棕漠林土上,如果发生河流改道或断流,地下水位迅速下降至 5—6 米或以下,土壤水分状况变差,胡杨林逐渐衰退或死亡,土壤荒漠化和砂化增强,心底土明显盐化,形成荒漠化棕漠林土。(4)当胡杨发育至成熟林后,在水分条件变化不大情况下,继续演替到衰亡过熟林时,植被渐稀,蒸发增强,盐渍化过程为主要过程,形成棕漠林盐土(图 4)。

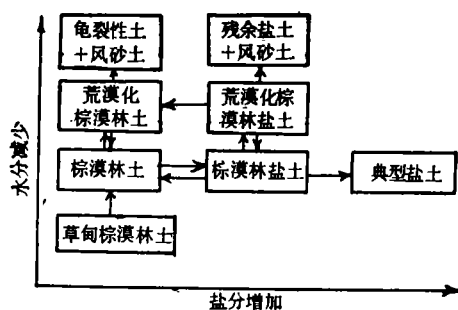


图 4 胡杨林下土壤演替图式

综合上述,棕漠林土有生草过程伴随时,形成草甸棕漠林土亚类;无附加过程的为棕漠林土亚类;有荒漠化过程伴随的为荒漠化棕漠林土亚类;受灌溉耕种熟化作用影响的为灌溉棕漠林土亚类。当主要过程为盐渍过程替代时,则形成棕漠林盐土。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所, 1978 年: 中国土壤。601—602 页, 科学出版社。
- [2] 中国科学院综合考察队、中国科学院南京土壤研究所, 1965: 新疆土壤地理。65—66 页, 科学出版社。