

甘肃省民勤沙区土壤结皮理化性质研究

贾宝全¹, 张红旗², 张志强³, 慈龙骏¹

(1. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 北京林业大学教育部水土保持重点实验室, 北京 100083)

摘要:以甘肃民勤沙区为研究区域, 分别采集了不同地貌部位和不同植被类型下的土壤结皮, 并对其理化性质进行了初步分析。从结皮土壤的机械组成、土壤盐分、土壤养分、土壤阳离子交换量等方面来看, 丘间地状况都明显要优于灌丛沙包。这可能与丘间地地形低洼, 有利于土壤物质汇聚, 以及其接受的大气降尘远较灌丛沙包为多有关。对于灌丛沙包来讲, 白刺沙包在理化性质上, 其状况要优于红柳结皮和梭梭结皮, 这主要与其对环境的适应性及其所处的演替阶段有关。从目前的植被演替情况来看, 白刺是当地的顶极种群, 最适应环境, 因此结皮发育状况也好; 红柳目前已经处于极度退化进程中, 而梭梭为人工植被, 人工植被因在演替阶段中不起决定作用, 故理化性质较差。另外从该研究工作还可以看出, 对白刺植被采取围封措施之后, 可以显著地促进结皮的生长发育, 提高结皮中的有机质、全 N、全 P、速效 N 等养分以及 CaCO_3 含量。

关键词:绿洲荒漠区; 土壤结皮; 理化性质; 民勤; 甘肃

The study on the physical and chemical characteristics of sand soil crust in the Minqin County, Gansu Province

JIA Bao-Quan¹, ZHANG Hong-Qi², ZHANG Zhi-Qiang³, CI Long-Jun¹ (1. Research Institute of Forest, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. Soil and Water Conservation Key Lab. of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(7): 1442~1448.

Abstract: Taking the Minqin county as the research region, the sand soil crust sample in different geomorphic site and plant community were collected, and its physical and chemical characteristics were analyzed, in which the soil mechanical composition, soluble salt, soil nutrient elements, organic matter, Ph value, CEC and CaCO_3 content were included. The result showed that whether in the sand dune or the takyr soil, the crust soil mechanical composition is mostly composed by sand (1~0.05mm) and coarse silt particle (0.05~0.01mm). The total salinity is the highest in the takyr soil crust than in any other soil crust, but in the shrub sand dune, the physical soil crust and the *Tamarix ramosissima* soil crust is highest, and changes of the total cation and anion has the same changing trend. The *Nitraria tangutorum* soil crust and the takyr soil crust have the higher CEC, and this shows that they have the higher ability in keeping soil fertility. The pH value all is bigger than 7 in different soil crust. The CaCO_3 content in takyr

基金项目:国家“十五”科技攻资助关项目(2002BA517A09); 国家自然科学基金资助项目(30070601, 39990490)

收稿日期:2002-10-01; **修订日期:**2003-04-10

作者简介:贾宝全(1964~), 男, 陕西洛川人, 博士, 副研究员, 主要从事干旱区资源环境、绿洲及荒漠化研究工作。

Foundation item:“The Tenth Five Year”National Key Science and Technology Research Project(No. 2002BA517A09); National Natural Science Foundation of China(No. 30070601, No. 39990490)

Received date:2002-10-01; **Accepted date:**2003-04-10

Biography: JIA Bao-Quan, Ph. D., Associate professor, main research field: arid resources and environment management, Oases ecology and desertification.

soil is the highest, but in shrub sand dune the situation is that closed *Nitraria tangutorum* > Nature *Nitraria tangutorum* community > *Tamarix ramosissima* community > artificial *Haloxylon ammodendron* community. In the soil crust nutrient aspects, *Nitraria* has the highest fertilizer and the artificial *Haloxylon ammodendron* community has the lowest fertilizer. If we set the top soil of the shifting sand dune and physical soil crust as a background, we can found that the content of Total N, Total P, rapidly available N and rapidly available P is decreased and rapidly available is increased after crust developing. For the integrated view, the result shows that the physical and chemical characteristics of soil crust is better in the takyr soil and *Nitraria tangutorum*, especially in the closed *Nitraria tangutorum*. There are three reasons result from above conclusions. The first one is that the takyr soil has the lower microlandform which conduce to rain water and soil matter to congregated in it. The second one is that the takyr soil has a bigger open space than that of shrub sand dune, so it can receive more sand dust matter which is very important for the soil crust development. The third one is the adaptability of plant to environment and its succession process. Under present situation, *Nitraria tangutorum* is the climax species in this region, and *Tamarix ramosissima* is in the degenerate stage, so the soil crust developing state under the former plant is better than that of the latter. From our research, we found that the *Nitraria tangutorum* soil crust develop better after enclosed, in which the organic matter, total N, Total P and rapidly available nutrient were enhanced rapidly. Because the degradation of vegetation and soil is very serious in desert-oasis region, the artificial close measurement is a availability way to combat this process.

Key words: desert-oasis region; soil crust; physical and chemical characteristics; Minqin County; Gansu Province

文章编号:1000-0933(2003)07-1442-07 中图分类号:Q143 文献标识码:A

土壤结皮是指土壤表面由苔藓、地衣、藻类、细菌等生物组分与其下很薄的土壤共同形成的一个复合的生物土壤层^[1]。在广大的干旱沙漠地区,随着流动沙丘的逐步固定,地表常伴随出现大量的结皮层,这些结皮层的出现,有效地阻止了流沙的移动,同时也对以后的植被演替进程起到了积极的作用^[2~7]。因此,沙漠结皮的存在,对于流沙固定以及土壤改良等均具有非常重要的意义。然而以往的研究工作的研究区域基本上均局限于贺兰山以东地区,尤以宁夏沙坡头地区研究最多。而对于面积巨大、遭受土地沙化危害极其严重的荒漠绿洲区域,仅对甘肃金塔和青海共和进行过结皮土壤酶学方面的研究,其余方面则一直未见报道^[8]。为此,本文利用作者在甘肃省民勤县所采集的材料,对其理化性质及其影响因素作一简要分析。

1 研究地区概况

本项研究是在甘肃省民勤县的民勤治沙站进行的。民勤是河西走廊最东端的一块绿洲。它的东、西、北三面被腾格里沙漠与巴丹吉林沙漠所包围。根据民勤县气象局的资料,该区域气候属温带荒漠气候,多年平均气温 7.6℃,年均降水量为 113.2mm,年蒸发量高达 2604.3mm。年 9 级以上大风日为 27.8d,年沙尘暴日数为 37d。绿洲外天然植被主要是一些白刺(*Nitraria tangutorum*)和红柳(*Tamarix ramosissima*)灌丛,其中白刺群落发育良好,由其所固定的沙包基本上均处于固定阶段,而红柳沙包已大多数处于退化解体阶段。这些天然植被均以灌丛沙包的形式存在,形成了该地带灌丛沙包与沙包间低地相间分布的景观格局,由于这些天然植被的大量存在,有效地阻止了外围流沙对绿洲本身的侵移危害。然而自 20 世纪 80 年代初期以来,随着机电井的大力开发与大规模开荒的兴起,在石羊河上游来水日渐减少的情况下,当地过度开采利用地下水,导致以县城为中心形成大的地下水降落漏斗,而引起绿洲外围植被的大面积死亡,使得该地土地沙化扩展迅速,成为我国荒漠绿洲区域生态环境问题最为突出的地区之一。

2 研究方法

2.1 野外取样数据

在民勤沙区,天然植被主要位于绿洲外围的荒漠以及绿洲与荒漠的交错地带,另外,为了有效地阻止

绿洲外流沙对绿洲的危害,当地人民也在绿洲与荒漠的交错地带栽植了大面积的梭梭(*Haloxyylon ammodendron*)人工植被。为了探讨不同植被覆盖下的土壤结皮的差异,分别于白刺、红柳和梭梭林下采集了土壤结皮样品,另外为了探讨绿洲外围最占优势的白刺植被下土壤结皮的差异,分别选择了绿洲内围封群落和丘间地粘土上的生物结皮等样品,同时为了对照,也分别在流动沙丘和无结皮的丘间地分别采集了表层土样。详细的采样地描述见表 1。

表 1 民勤结皮取样地点描述

Table 1 The description of the soil crust sample site in Minqin County			
结皮类型 Crust type	描述 Sample site description	取样地点 Sample site	取样时间 Time
围封白刺①	沙生植物园围封的白刺沙包上的黑色结皮,结皮厚 2mm 左右。The <i>Nitraria tangutorum</i> were enclosed for 10 years and the thick of crust is 2mm	民勤沙生植物园西侧 the west side of Minqin plant park	1999-10-27
白刺沙包②	沙生植物园西侧丘间地沙包上的黑色结皮,该沙包已经开始解体,迎风坡已轻度风蚀。The sand dune is already disintegrated.	民勤沙生植物园西侧 the west side of Minqin plant park	1999-10-27
红柳沙包③	该点位于已经退化的红柳沙包,沙包迎风坡的红柳枯枝已经倒下,其上具黑色结皮。The <i>Tamarix ramosissima</i> were dead in the windward side of the sand dune, but the surface of the sand dune were covered by black crust	刘家地村西北 the north-west of village Liujiadi	1999-10-26
梭梭结皮④	采样于一约 30~40 年生的 人工梭梭树下,该植株根部已经被风蚀出露。The sample were collected under an artificial <i>Haloxyylon ammodendron</i> which were planted 30~40 years ago.	民勤沙生植物园西侧 the west side of Minqin plant park	1999-10-27
流沙表层⑤	该采样点为一流动沙丘,采样深度为 0~5cm。The site is on an shifting sand dune and the sample depth is 0~5cm	民勤县刘家地村绿洲外 1.1km 处 the sample site is located in the 1. 1km from village Liujiadi	1999-10-26
丘间结皮⑥	丘间地由于距离绿洲农田较近,地表有生物结皮,呈灰黑色。The site is near the oasis, and the crust is black and thicker than that of other site.	昌宁乡政府西北部 the north-west of Channing Xiang	1999-10-25
丘间地表⑦	该点为完全无植被生长的光裸丘间地,无结皮,采样深度为 0~7cm。The site is bare and the sample depth is 0~7cm	民勤县刘家地村绿洲外 1.1km 处 he sample site is located in the 1. 1km from village Liujiadi	1999-10-26

①Enclosed *Nitraria tangutorum*; ②*Nitraria tangutorum*; ③*Tamarix ramosissima*; ④ *Haloxyylon ammodendron*; ⑤ Shift sand surface; ⑥Takyр soil crust; ⑦Takyр soil surface

2. 2 室内化学分析

对于采集回来的土壤结皮样品,分别测定了以下 13 项理化指标:土壤机械组成(比重计法)、土壤 pH 值(酸度计测定)、土壤有机质(铬酸氧还滴定的外热源法)、土壤交换量((NH₄)₂C₂O₄-NH₄Cl 快速法)、土壤交换性盐基(1mol/L NH₄OAc 交换-EDTA 络合滴定、火焰光度法)、土壤碳酸钙(快速中和滴定法)、土壤水溶性盐分(水浸提-络合、沉淀滴定;火焰光度法)、土壤总盐量(重量法)、土壤全氮(半微量开氏法)、土壤全磷(H₂SO₄-HClO₄ 消煮-钼锑抗比色法)、土壤速磷(0. 5mol/L NaHCO₃ 浸提-钼锑抗比色法)、土壤速氮(碱解-扩散法)、土壤速钾(1mol/L NH₄OAc 浸提-火焰光度法)。以上分析均在中国农业大学资源与环境学院土壤和水科学系的国家重点实验室由夏晓平和杜丽芳协助完成。

3 结果与讨论

3. 1 结皮土壤机械组成

结皮土壤机械组成分析结果见表 2。

表 2 不同立地条件下土壤结皮机械组成(%)

Table 2 The soil mechanical composition of the soil crust in different land site

粒径(mm) Soil particle size	沙粒 Sand		粉粒 Silt		粘粒 Clay	
	1~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.001	<0.001
围封白刺 ^①	13.72	64.28	10	4	4	4
白刺沙包 ^②	3.74	74.26	14	2	4	2
红柳沙包 ^③	0.24	87.76	4	2	2	4
梭梭结皮 ^④	17.36	74.64	2	2	2	2
流沙表层 ^⑤	17.12	80.78	0.4	0.1	0	1.6
丘间结皮 ^⑥	0.98	33.62	24	12.8	20.6	8
丘间地表 ^⑦	13	79	2	0	2.4	3.6

①~⑦同表 1 same as table 1

从表 2 可以得出如下结论,首先,该地土壤结皮以砂粒(粒径 1~0.05)和粗粉砂(0.05~0.01)为主,占到了土壤颗粒总量的 86.6%~94%。这与前人在其他地区所做工作比较一致。其次,通过沙丘沙及无结皮丘间地表层土壤与沙丘结皮和丘间地结皮的比较可以看出,结皮的存在,显著地提高了土壤中的粘粒含量,以丘间地来看,结皮中的粘粒含量是无结皮丘间地表层的 4.8 倍,而沙丘结皮则是流动沙丘的 2.5~5 倍。第三,在完全自然的状态下,土壤结皮中的粘粒含量以丘间地结皮为最大,这可能与其形成过程有关。有关研究指出,生物结皮的形成,主要与外来尘埃的动态沉积有关^[3,5]。在该研究地区,沙丘结皮的形成主要依靠其上植物对外来尘埃的阻挡以及其枯枝落叶等凋落物在微生物作用下分解而综合形成。在丘间地上的结皮形成,除了上述过程外,还有另外一种聚集外来土壤粘粒的过程。由于丘间地地形低洼,当一次性降水超过 5mm 之后,则可以在其上形成地表径流^[9],这一水文过程将周围高处的细土物质运积于低洼处,从而大大增加了土壤中的粘粒含量。而出于同样条件下的无结皮丘间地的粘粒含量则显著低于丘间地结皮的粘粒含量,这说明好的水文过程仅仅是问题的一个方面,更重要的是好的土壤水文条件对于结皮中微生物的生长发育也是一种极具促进作用的外界因素,这可能是粘粒含量增加的最重要因素。第四,从不同植物下结皮的比较来看,在土壤的粘粒含量上其差别不大,但从其它土粒来看则有不小的差别。从土壤砂粒来说,以梭梭林下结皮为最大,这也从另一方面说明,作为小乔木的梭梭林地对于土壤风蚀的阻抗作用不及其他灌木植被强烈;从粉砂含量来看,以白刺沙包的土壤结皮为最高;同时从该表中还可以看出,人工的围封措施可以显著提高结皮中的物理性粘粒含量。

3.2 结皮中的土壤盐分

民勤沙区不同结皮的土壤盐分分析结果见表 3。从表 3 可以看出,总盐量以丘间地结皮和红柳结皮最大,阴离子和阳离子总量变化也有相似的特点。其原因可能其风成积盐有关。有关研究指出,沙漠地区大气降尘是沙面结皮形成的先决条件,其物质组成主要来源于粉细砂和土壤表土以及浮游的盐类微粒^[3,5,10]。郭志清在研究我国沙漠地区沙丘的易溶性盐分分布特征时则明确指出,不同沙丘类型上含盐量差异的主要原因是生物积盐与风成积盐^[11]。在民勤地区,年均沙尘暴日数达 37 d,而大气下垫面中盐土和盐化草甸土的面积占全县面积的 10.85%,风沙土占全县面积的 49.06%,这一切便奠定了该地沙尘暴与风成积盐的物源基础。根据夏训诚等人的研究资料^[12],仅在 1993 年 5 月 5 日的特强沙尘暴过程中,民勤地区 7923.74km² 沙漠的扬尘量即达 36351021 t。同时该研究还指出,结皮表面和植被区的降尘量因为植被的防护作用而有一定的差异。一般而言,当生长的灌木盖度达到 15%~25%时,灌木下接受的降尘量仅为无植被结皮区的 1/3~2/3 左右。而红柳结皮含盐量高的原因则可能仅与其生物泌盐特性有关。有关研究指出,红柳同化枝含盐量在 24%以上,最高者可达 31%;枝条含盐量在 2%以上,最大者即为本次采样的多枝柽柳(*Tamarix ramosissima*),可达 2.47%*。其体内高含量的盐分一方面通过叶的分泌作用而直接排出体外,另一方面,通过枯枝落叶也使得相当多的植物体内盐分被释放到了植株下土壤中。植株下结皮是土壤的最

* 周士威等,1990,盐渍化沙地适生树种选择及抗逆性造林试验

上层,因此,其含盐量高也就不足为奇了。

表 3 不同立地条件下土壤结皮的盐分(%)

Table 3 The soil salt composition of the soil crust in different land site										
	总盐量 Total salinity	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	A	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	B
围封白刺 ^①	0.104	0.0366	0.0165	0.0104	0.0635	0.0127	0.0028	0.0055	0.0064	0.0274
白刺沙包 ^②	0.0854	0.0305	0.0118	0.017	0.0593	0.0107	0.0024	0.004	0.0101	0.0272
红柳沙包 ^③	0.1346	0.0281	0.0327	0.0415	0.1023	0.0133	0.0058	0.0083	0.0205	0.0346
梭梭结皮 ^④	0.0928	0.0427	0.0071	0.028	0.0798	0.0067	0.0028	0.0129	0.015	0.0374
流沙表层 ^⑤	0.0819	0.0346	0.0237	0.0129	0.0712	0.0136	0.0029	0.004	0.0105	0.031
丘间结皮 ^⑥	0.871	0.0264	0.3929	0.1505	0.5698	0.08	0.0081	0.0104	0.2232	0.3217
丘间地表 ^⑦	0.6674	0.0203	0.0142	0.4817	0.5162	0.1787	0.0122	0.0055	0.0160	0.2124

①~⑦同表 1 same as table1; A 阴离子总量 total cation; B 阳离子总量 total anion

丘间地的总盐量、阴离子总量和阳离子总量较高的原因除与上述风成积盐有关外,还可能跟结皮中的粘粒含量一样,与丘间地特殊的水文过程有关。

3.3 不同土壤结皮的离子交换、pH 值和 CaCO₃ 特征

研究指出,土壤中交换性阳离子含量的高低可以反映土壤的保肥能力大小。从表 4 可以看出,不同结皮中的阳离子交换量以白刺结皮为最高,达到了 24.38 cmol/kg,其次为丘间地结皮,为 16.25 cmol/kg。这说明白刺结皮具有较高的保肥性能。一般而言,土壤中阳离子代换量大小与土壤有机质含量、土壤质地的粗细、土壤溶液的 pH 值等因素有关。从表 2 与表 4 可以看出,就单项指标来说,白刺结皮的有机质、粘粒含量和 pH 值均不是最高值,但其排序却基本上处于第二或第三位,当将这 3 个指标综合来看时,其具有最高的综合排位,这可能是其具有最高交换性阳离子含量的原因所在。这也说明,有机质、粘粒含量和 pH 值在土壤中对于土壤中交换性阳离子含量的高低的影响是一个综合影响的过程。由于结皮形成以后,随着其发育程度的完善,其对土壤水分下渗会产生不利影响,进而影响到其上植物根系层的生长发育的水分供应^[2,5]。白刺围封之后,其结皮发育状况大为改观,一方面结皮层加厚,另一方面其上植物的生长状况变差,出现了衰败死亡的现象。可能正是这一原因,造成了围封结皮的土壤阳离子交换量比自然状况相应植被下结皮的交换量为低。红柳结皮与梭梭结皮也具有与围封的白刺结皮相似的情况,目前都处于衰亡演替的过程之中。与上述植物结皮不同的是,丘间地无论结皮的有无,其都具有较灌丛沙包高得多的阳离子交换量,这可能与其中土壤中普遍较高的粘粒含量有关。高的粘粒含量,可以大大增加土粒的表面积,从而促进土壤离子的交换与吸附作用。这也从另一方面解释了当地农民绿洲外新开荒地都是灌丛沙包间的丘间地的现象。

另外从土壤的 pH 值来看,民勤沙区土壤结皮均处于偏碱性状态。而从土壤碱化度来看,根据目前通用的划分标准^[13],该地的土壤结皮基本上也都处于碱化发育过程当中,其中丘间地结皮的碱化过程最为显著,已经达到了碱土的标准;而除白刺沙包、丘间地表为非碱化土壤外,其余样品都处于弱碱化到碱化的程度,其中缺乏强碱化发育过程。

从结皮的 CaCO₃ 含量变化来看,对于灌丛沙包而言,围封白刺>白刺沙包>红柳沙包>梭梭林。有关研究指出,石灰性母质和风积灰尘是土壤中碳酸盐的主要来源^[13]。在民勤地区的本次研究区域,土壤母质的情况一致,因此,上述 CaCO₃ 含量的差异只能是由风积灰尘的差异所引起。由于有植被区域所接受的大气降尘比无植被地段少,因此,由降尘中所接受的 CaCO₃ 含量就低。

3.4 结皮中的土壤养分

从表 4 可以看出,对于灌丛沙包而言,发育结皮之后,对于土壤中的 N、P 含量的影响最为显著。如以流沙表层为背景,可以看出,全 N、全 P 以及速 N 和速 P 含量均有所降低,而速 K 则有一定程度的提高,有机质除围封的白刺结皮增加外,其余植物结皮均出现下降的变化过程。而在丘间地上生长结皮之后,则各种养分的含量均有所增加的变化趋势,其中以速 P 和有机质的增加最为显著,有结皮之后的含量分别是无结皮丘间地的 7.2 倍和 6.8 倍。

表 4 不同土壤结皮化学特性

Table 4 The chemical characteristics of the soil crust in different land site

	CEC (cmol/kg)	pH	土壤碱化度 Alkalinity (%)	有机质 Organic matter(%)	速 N (mg/kg) Rapidly available N	速 P (mg/kg) Rapidly available P	速 K (mg/kg) Rapidly available K	全 N (%) Total N	全 P (%) Total P	CaCO ₃ (%)
围封白刺 ^①	5.63	7.88	10.02	1.044	43.4	3.962	151.1	0.055	0.044	6.88
白刺沙包 ^②	24.38	8.26	2.05	0.482	23.1	3.647	145.4	0.027	0.038	6.7
红柳沙包 ^③	7.5	7.85	13.73	0.441	17.5	6.301	240.8	0.019	0.038	4.33
梭梭结皮 ^④	5.94	8.48	5.98	0.151	22.8	2.343	246.2	0.013	0.023	3.7
流沙表层 ^⑤	11.25	8.10	8.88	0.802	45.5	2.703	171.05	0.056	0.048	5.25
丘间结皮 ^⑥	16.25	8.13	36.00	1.148	26.6	17.907	328.8	0.052	0.058	10.31
丘间地表 ^⑦	17.19	7.72	3.8	0.167	16.1	2.478	100.76	0.010	0.028	8.94

①~⑦ 同表 1 same as table 1

对于不同植物下的结皮来说,以白刺结皮的养分含量高(除速 K 和速 P 之外),其中又以围封之后的白刺结皮的含量最高。其中有有机质的含量超过了 1%,这在有机质含量普遍低于 1%的沙区而言具有极其重要的意义。这说明,在沙漠地区,采取围封等促进植被恢复的措施之后,可以极其显著的促进结皮的生长发育。养分含量最低者为人工梭梭林下的土壤生物结皮。不同植被下结皮的养分差异,可能主要与其对环境的适应性及其所处的演替阶段有关。有关研究指出,从长期的历史过程来看,民勤荒漠植被经历了从草本沼泽植被演替为盐化草甸植被,进而再演替到荒漠灌丛植被的过程,植被逐渐向强度旱生化发展。目前白刺群落是现实环境中的顶极群落,红柳群落受种子更新困难的制约,已处于消亡阶段,而人工栽种的梭梭,也因为水分限制而大面积死亡,因而在演替阶段中也不起决定作用^[14]。从这几种植物下的生物结皮的养分含量变化来看,也与上述演替过程中各自所处的阶段有关,即原生植被最适应环境,因此结皮发育也好,其中的养分含量也高,这其中顶极种最高,退化种次之。而人工植被因在演替阶段中也不起决定作用,所以最低。

土壤结皮中养分的上述变化,除与结皮中的微生物活动尤其是藻类有关之外,还与自然地理过程对土壤中的枯枝落叶的分配格局有极大的关系。一般而言,土壤中的枯枝落叶经过分解之后,可以增加土壤的腐殖质,进而使得土壤中的 N、P、K 和有机质含量增加。上述丘间地与灌丛沙包的养分含量差异,主要就在于沙区的自然地理过程。在沙区最为典型的自然地理过程就是风蚀与风积过程,风蚀过程主要发生在以灌丛沙包为主体的沙丘之上,使得地表微域形态处于不断的变化之中,因而枯枝落叶不容易被截留下来,加之其地表基质一直不稳定,也会影响到土壤微生物的活动效率,因此,其上的土壤养分含量均较小。而丘间地则基本上都处于风积过程当中,一方面有利于枯枝落叶的聚集,另一方面由于其特殊的地表积水效应,也非常有利于枯枝落叶的分解与微生物的活动。而在丘间地上容易产生结皮之处,常常具有稳定的地表基质,而且大多均生长有相当数量的草本植物,所以其养分含量就高。

4 结论

- 4.1 利用采自民勤沙区的灌丛沙包以及丘间地土壤结皮,对其理化性质进行了初步分析,结果表明,从结皮土壤的机械组成、土壤盐分、土壤养分、土壤阳离子交换量等方面来看,丘间地状况都明显要优于灌丛沙包。这可能与丘间地地形低洼,有利于土壤物质汇聚,以及其接受的大气降尘远较灌丛沙包为多有关。
- 4.2 对于灌丛沙包来讲,白刺沙包在理化性质上,其状况要优于红柳结皮和梭梭结皮,这主要与其对环境的适应性及其所处的演替阶段有关。从目前的植被演替情况来看,白刺是当地的顶极种群,最适应环境,因此结皮发育状况也好;红柳目前已经处于极度退化进程中,而梭梭为人工植被,人工植被因在演替阶段中不起决定作用,故理化性质较差。
- 4.3 从该研究数据可以看出,对白刺植被采取围封措施之后,可以显著地促进结皮的生长发育,提高结皮中的有机质、全 N、全 P、速效 N 等养分以及 CaCO₃ 含量。因此,在干旱且极端缺水的荒漠绿洲区域,对退化

植被采取围封措施,是一条十分有效的防治荒漠化途径。

References:

- [1] Yang X H, Zhang K B, Zhao Y J. Microbiotic soil crust——a research forefront in desertification-prone area. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, **21**(3):474~480.
- [2] Du X H. Study on topsoil crust sandy land, Journal of desert research. *Journal of desert research*, 1990, **10**(4):31~37.
- [3] Huang X R, Wang J Y. A study on the sand-fixing crust in wheat-straw Zhongwei-Gantang section of Baotou-Lanzhou railway. *Journal of desert research*, 1991, **11**(2):61~66.
- [4] Shapotou desert research station of Chinese Academic Science. *The principle and measurements of the sand fixation in the section of Baotou-Lanzhou railway*. Yinchuan: Ningxia Peoples Publishing House, 1991, 217~229.
- [5] Chen H S. The characteristics of biological crust and its environment significance in Shapotou region. *Arid zone research*, 1992, **9**(1):31~38.
- [6] Duan Zh H, Liu X M, Qu J J. Study on formation mechanism of soil crust in the Shapotou Area. *Arid zone research*, 1996, **13**(2):31~36.
- [7] Li X R, Zhang J G, Wang X P, *et al.* Soil microbiotic crust and its influences on sand-fixing vegetation in arid desert region, *Journal of desert research*, 1999, **19**(special):165~169.
- [8] Chen Z C. Activities of soil enzymes in sand dune crust of different zone. *Journal of desert research*, 1989, **9**(1):85~92.
- [9] Xiao D Z, Hu Y K. The preliminary study on the runoff of the takyr soiland its application. *Arid Land Geography*, 1985, **8**(1):29~34.
- [10] Ling Y Q, Qu J J, Hu W. Crust formation on sand surface and microenvironmental change. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1993, **4**(4):393~398.
- [11] Guo Z Q. Distribution characteristics of soluble salt in sad dunes of China's. *Journal of desert research*, 1987, **7**(4): 50~62.
- [12] Xia X C, Yang G S. *The dust storm hazard and its prevention in the North-west China*. Beijing: China Environment Science Press, 1996. 46~62.
- [13] Yu T R, Chen Z C, chief editor. *Chemical process of the soil formation*. Beijing: Science Press, 1990. 184~186.
- [14] Yang Z H. The preliminary study on the desert vegetation of Minqin County. *Journal of Gansu forestry science and technology*, 1995, (2):26~28, 49.

参考文献:

- [1] 杨晓辉,张克斌,赵云杰.生物土壤结皮——荒漠化地区研究的热点问题.生态学报,2001,**21**(3):474~480.
- [2] 杜晓晖.沙地地表结皮的研究.中国沙漠,1990,**10**(4):31~37.
- [3] 黄信儒,王吉瑛.包兰线中段麦草沙障固沙区沙结皮的研究.中国沙漠,1991,**11**(2):61~66.
- [4] 中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头沙漠科学研究所.包兰铁路沙坡头段固沙原理与措施.银川:宁夏人民出版社,1991. 217~229.
- [5] 陈荷生.沙坡头地区生物结皮的水文物理特点及其环境意义.干旱区研究,1992,**9**(1):31~38.
- [6] 段争虎,刘新民,屈建军.沙坡头地区土壤结皮形成机理的研究.干旱区研究,1996,**13**(2):31~36.
- [7] 李新荣,张景光,王新平等.干旱沙漠区土壤微生物结皮及其对固沙植被影响的研究,中国沙漠,1999,**19**(增刊):165~169.
- [8] 陈祝春.不同地带沙丘结皮层的土壤酶活性.中国沙漠,1989,**9**(1):85~92.
- [9] 肖笃志,胡玉昆.龟裂地径流及其利用的初步研究.干旱区地理,1985,**8**(1):29~34.
- [10] 凌裕泉,屈建军,胡纹.沙面结皮形成与微环境变化.应用生态学报,1993,**4**(4):393~398.
- [11] 郭志清.我国沙漠地区沙丘的易溶性盐含量分布特征.中国沙漠,1987,**7**(4):50~62.
- [12] 夏训诚,杨根生,等著.中国西北地区沙尘暴灾害及其防治.北京:中国环境科学出版社,1996. 46~62.
- [13] 于天仁,陈志城主编.土壤发生中的化学过程.北京:科学出版社,1990. 184~186.
- [14] 杨自辉.早期沙漠植被的初步研究.甘肃林业科技,1995,(2):26~28, 49.