

民勤绿洲-荒漠过渡带土壤粒径分形特征研究

郭树江^{1,2} 杨自辉^{1,2,3} 王多泽^{1,2} 王强强^{1,2} 詹科杰^{1,2} 张剑挥^{1,2} 张大彪^{1,2}

(1. 甘肃省治沙研究所,甘肃 兰州 730070;
2. 甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站,甘肃 民勤 733300;
3. 甘肃省荒漠化与风沙灾害防治国家重点实验室(培育基地),甘肃 武威 733000)

[关键词] 绿洲-荒漠过渡带; 土壤粒径; 分形维数; 土壤理化性质; 民勤

[摘要] 通过野外采样与室内试验,分析了民勤绿洲-荒漠过渡带土壤粒径分布分形特征及其与土壤理化性质的关系,结果表明:①民勤绿洲-荒漠过渡带白刺群落土壤以细砂为主,梭梭、沙拐枣群落土壤以中砂、粗砂为主;土壤粒径分形维数为2.144~2.398,3种植被类型土壤粒径分形维数均为固定沙丘>半固定沙丘>流动沙丘(或平沙地>流动沙丘)。②土壤粒径分形维数与黏粒(<0.005 mm)、粉粒(0.005~0.05 mm)含量呈极显著正相关($p<0.01$),与细砂(0.1~0.25 mm)、中砂(0.25~0.5 mm)、粗砂(0.5~1 mm)含量呈负相关但不显著,与极细砂(0.05~0.1 mm)、极粗砂(1~2 mm)含量呈正相关但也不显著。③分形维数D值与全氮、速效磷含量分别呈极显著正相关($p<0.01$)和显著正相关($p<0.05$),土壤黏粒含量与有机质、全氮、速效磷含量呈显著正相关($p<0.05$),土壤粉粒、砂粒含量与有机质含量呈极显著正相关($p<0.01$),土壤分形维数D值和黏粒、粉粒、砂粒含量与土壤含水量、全钾、速效钾、全盐、pH值相关关系均不显著。

[中图分类号] S152 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2018)10-0053-04

DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2018.0230

绿洲-荒漠过渡带作为绿洲与沙漠生态系统的缓冲区域,是绿洲生态系统的重要组成部分,具有特定的水热环境、地貌特征和生态群落,形成了独特的生态功能^[1-2]。民勤绿洲-荒漠过渡带位于民勤绿洲与其周边巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠之间,是阻挡沙漠风沙入侵的天然屏障。近60年来,为了保护民勤绿洲生态安全,国家在风沙危害严重的绿洲边缘连续开展大规模治沙造林,民勤绿洲边缘固沙林面积逐步扩大,绿洲-荒漠过渡带逐渐延伸加宽,目前过渡带宽度已达10 km左右。民勤绿洲-荒漠过渡带主要有人工梭梭固沙林、沙拐枣固沙林、天然白刺灌丛及沙生草本沙米、盐生草等植物,植被盖度在4%~28%之间、高度10~260 cm。

土壤是一种由不同大小、形状的固体颗粒及孔隙构成的多孔介质,具有自相似特征或分形特征^[3],因此可以利用分形几何学来研究土壤的性状特征。分形维数可以表征土粒直径的大小和质地组成均匀程度,描述土壤颗粒的粒径及孔隙分布状况,对土壤的其他物理化学性状及其周边生态环境具有指示意义^[4]。目前关于民勤绿洲-荒漠过渡带的研究主要集中在群落特征、土壤水分养分、风蚀特征^[5-7]等方面,对过渡带土壤粒径分形特征研究较少。本研究通过对民勤绿洲-

荒漠过渡带固定沙丘、半固定沙丘、流动沙丘等土壤粒度特征进行分析,旨在揭示绿洲-荒漠过渡带风成沉积物粒度的空间变化特征及其对绿洲发展演化的影响。

1 研究区概况

研究区地处甘肃省河西走廊东端石羊河流域下游民勤沙井子绿洲-荒漠过渡带,位于巴丹吉林沙漠东南缘,地理位置在38°34'~39°38'N,102°53'~102°58'E,海拔在1 376~1 383 m。该地区属于温带荒漠气候区,据2014年气象观测资料,2014年平均气温8.5 °C,极端最高气温37.7 °C(2014年6月17日),极端最低气温-20.5 °C(2014年1月9日);光热充足,年日照时数达2 534 h,年降水量127 mm,降水主要集中于6—9月,期间降水量占年降水量的75.12%;年蒸发量1 559.7 mm,平均干燥度5.15,相对湿度54%;年沙尘暴日数10 d,年浮尘日数11 d,年均风速1.0 m/s。研究区土壤以风沙土为主,地下水埋深在16 m以下^[8]。

2 研究方法

沿民勤沙井子绿洲-荒漠过渡带分别选择流动沙丘梭梭林、半固定沙丘梭梭林、固定沙丘梭梭林、流动白刺沙包、半固定白刺沙包、固定白刺沙包、流动沙丘沙拐枣、平沙地沙拐枣8块观测样地,各样地位置、物种组成见表1。在每个样地设置3个采集点,于2014年8月进行土壤样品采集,采集深度为表层(0~2

[基金项目] 受国家自然科学基金项目(31760238)、国家林业公益性行业科研专项项目(201404306)、甘肃省基础研究创新群体计划项目(1506RJIA155)资助

(mm)、0~20、20~40、40~60 cm。采集同一层次的土壤样品,混合后剔除石块、植物残根等杂物,装入无菌塑料袋带回实验室进行风干、研磨、过筛等处理,以备土壤有机质含量、全氮含量、速效磷含量、全钾含量、速效钾含量、全盐量和 pH 值等测定^[9]。土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法-外加热法测定,全氮含量采用碱解扩散法测定,速效磷含量采用 0.5 mol/L NaHCO₃浸提-钼锑抗比色法测定,全钾含量采用原子吸收分光光度法测定,速效钾含量采用原子吸收光谱法测定,全盐量采用残渣烘干-质量法测定,pH 值采用电极法测定。土壤粒度由马尔文激光粒度分析仪(Mastersizer 2000)测定,参考《中国土壤》(1978 年)中的土壤质地分类方法和美国制土壤粒径分级标准,土壤粒级输出标准为细黏粒(<0.001 mm)、粗黏粒(0.001~0.005 mm)、细粉

粒(0.005~0.01 mm)、粗粉粒(0.01~0.05 mm)、极细砂(0.05~0.1 mm)、细砂(0.1~0.25 mm)、中砂(0.25~0.5 mm)、粗砂(0.5~1 mm)、极粗砂(1~2 mm),每个土壤样品由粒度分析仪输出 3 组数据并计算平均值。本研究中粒级最大划分为 64 级,用 64 级粒级数据进行分形维数计算^[10]。土壤分形维数采用土壤粒度体积含量数据计算,计算公式^[11]为

$$V/V_T = (R_i/R_{max})^{3-D} \quad (1)$$

式中: R_i 为粒径划分中第 i 级的粒径; V 为粒径小于 R_i 的土壤颗粒体积; V_T 为土壤所有颗粒体积; R_{max} 为土壤颗粒中的最大粒径; D 为分形维数。

公式(1)两边取对数,由对数曲线的拟合斜率求得 D 值。应用 Excel 2003 软件进行数据整理,用 SPSS 11.0 进行相关性分析和回归分析。

表 1 样地概况

样地名称	经度(E)	纬度(N)	海拔(m)	主要植物种
固定沙丘梭梭林	102°58'19"	38°34'58"	1 383	梭梭(<i>Haloxylon ammodendron</i>)、沙拐枣(<i>Calligonum mongolicum</i>)、雾冰藜(<i>Bassia dasypylla</i>)、黄花补血草(<i>Limonium aureum</i>)、白茎盐生草(<i>Halopepon arachnoideus</i>)、砂蓝刺头(<i>Echinops gmelini</i>)
半固定沙丘梭梭林	102°57'29"	38°35'50"	1 382	梭梭、沙拐枣、沙蒿(<i>Artemisia arenaria</i>)、刺沙蓬(<i>Salsola rutenica</i>)、雾冰藜、白茎盐生草、沙蓬(<i>Agriophyllum squarrosum</i>)
流动沙丘梭梭林	102°57'41"	38°36'27"	1 380	梭梭、沙拐枣、雾冰藜、黄花补血草、白茎盐生草、沙蓬、碱蓬(<i>Suaeda turkestanica</i>)
固定白刺沙包	102°58'19"	38°35'20"	1 384	唐古特白刺(<i>Nitraria tangutorum</i>)、黄花补血草、雾冰藜、白茎盐生草、画眉草(<i>Eragrostis pilosa</i>)
半固定白刺沙包	102°56'44"	38°36'42"	1 379	唐古特白刺、沙拐枣、刺沙蓬、沙蓬、沙生针茅(<i>Stipa glareosa</i>)
流动白刺沙包	102°55'06"	38°37'49"	1 376	唐古特白刺、芦苇(<i>Phragmites australis</i>)、沙蒿、沙蓬
流动沙丘沙拐枣	102°56'11"	38°36'57"	1 378	沙拐枣、梭梭、沙蓬、碱蓬
平沙地沙拐枣	102°57'33"	38°36'26"	1 379	沙拐枣、花棒(<i>Hedysarum scoparium</i>)、霸王(<i>Zygophyllum xanthoxylum</i>)、白茎盐生草、画眉草

3 结果与分析

3.1 民勤绿洲-荒漠过渡带土壤粒度分布及其分形维数

民勤绿洲-荒漠过渡带依次由固定沙丘向半固定沙丘、流动沙丘过渡,分布着不同的植被类型,不同的立地条件、植被类型形成的土壤粒径分布有所差异,具有不同的分维特征(表 2)。民勤绿洲-荒漠过渡带 0~60 cm 土壤粒径分布以细砂、中砂为主,平均含量分别为 48.52% 和 23.16%;其次为极细砂,平均含量为 14.11%;极粗砂平均含量仅为 0.24%。经方差分析,3 种植被类型土壤的黏粒、粉粒含量差异不显著($p>0.05$);白刺群落土壤极细砂、细砂含量显著($p<0.05$)高于梭梭、沙拐枣群落;梭梭、沙拐枣群落土壤中砂含量极显著($p<0.01$)高于白刺群落,但梭梭、沙拐枣群落之间中砂含量差异不显著($p>0.05$);沙拐枣群落粗砂含量显著($p<0.05$)高于梭梭、白刺群落,梭梭、白刺

群落之间粗砂含量差异不显著($p>0.05$)。总之,白刺群落土壤以细砂为主,梭梭、沙拐枣群落土壤以中砂、粗砂为主,沙拐枣群落土壤中砂、粗砂含量相对较高。

由表 2 可知,不同立地条件下各植被类型不同层次土壤的粒径分形维数拟合方程的决定系数 $R^2>0.9$ ($p<0.01$),拟合效果较好,土壤粒径分形维数为 2.144~2.398。由于所处的立地条件不同,因此不同的植被类型土壤分形维数存在差异,3 种植被类型均为固定沙丘>半固定沙丘>流动沙丘(或平沙地>流动沙丘)。经方差分析,梭梭群落 3 种立地条件土壤粒径的分形维数之间差异显著($p<0.05$),其中,固定沙丘与半固定沙丘、流动沙丘之间差异显著($p<0.05$),半固定沙丘与流动沙丘之间差异不显著($p>0.05$)。白刺、沙拐枣群落不同立地条件土壤粒径的分形维数之间差异不显著($p>0.05$)。

3.2 土壤分形维数与粒径分布的关系

土壤分形维数与土壤颗粒的粗细程度有关,但相

表 2 民勤绿洲-荒漠过渡带土壤粒度分布及其分形维数

样地	深度(cm)	粒径分布(%)									分形维数	R^2
		细黏粒 <0.001 mm	粗黏粒 0.001~0.005 mm	细粉粒 0.005~0.01 mm	粗粉粒 0.01~0.05 mm	极细砂 0.05~0.1 mm	细砂 0.1~0.25 mm	中砂 0.25~0.5 mm	粗砂 0.5~1 mm	极粗砂 1~2 mm		
固定沙丘 梭梭林	表层	0.59	2.14	1.18	1.94	11.88	36.054	31.66	14.56	0.00	2.22	0.96
	0~20	2.08	7.49	5.28	18.64	22.04	24.537	14.61	5.32	0.00	2.40	0.91
	20~40	0.73	2.60	1.48	2.60	11.10	34.532	31.93	14.98	0.06	2.25	0.96
	40~60	0.72	2.51	1.40	2.09	11.04	35.398	30.05	16.61	0.17	2.25	0.96
半固定沙丘 梭梭林	表层	0.45	1.83	0.99	2.10	8.40	35.641	34.85	15.66	0.07	2.20	0.96
	0~20	0.64	2.91	2.21	7.82	22.18	56.703	7.54	0.000	0.00	2.21	0.95
	20~40	0.53	2.14	1.32	3.10	14.59	55.943	21.91	0.47	0.00	2.19	0.96
	40~60	0.52	2.01	1.08	1.64	11.83	46.857	24.79	11.20	0.08	2.19	0.96
流动沙丘 梭梭林	表层	0.32	1.69	1.02	1.73	5.12	32.303	44.14	13.68	0.00	2.19	0.96
	0~20	0.40	1.55	0.73	1.20	10.71	52.077	29.86	3.47	0.00	2.15	0.95
	20~40	0.41	1.50	0.63	1.13	12.95	58.055	23.72	1.60	0.00	2.14	0.95
	40~60	0.56	1.88	0.83	1.35	8.53	59.877	26.40	0.58	0.00	2.19	0.94
固定白刺 沙包	表层	1.18	4.60	3.43	5.94	34.16	49.99	0.70	0.00	0.00	2.29	0.93
	0~20	0.63	2.19	1.27	2.43	22.16	60.95	10.35	0.01	0.00	2.19	0.95
	20~40	0.83	2.70	1.37	2.93	26.11	60.65	5.41	0.00	0.00	2.23	0.95
	40~60	1.08	3.01	1.45	2.61	24.27	61.36	6.22	0.00	0.00	2.26	0.94
半固定 白刺沙包	表层	0.54	1.91	0.93	1.76	5.21	62.95	26.68	0.03	0.00	2.19	0.94
	0~20	0.59	1.96	1.04	1.98	18.73	55.78	19.54	0.38	0.00	2.18	0.95
	20~40	0.67	2.11	1.15	2.50	17.92	54.75	17.38	3.50	0.03	2.20	0.96
	40~60	1.18	4.05	2.40	5.78	14.48	44.75	21.98	5.38	0.00	2.31	0.95
流动白刺 沙包	表层	0.44	1.81	0.90	1.27	9.87	49.58	30.52	5.63	0.00	2.18	0.95
	0~20	0.64	2.01	0.87	1.44	12.85	62.27	19.81	0.11	0.00	2.20	0.95
	20~40	0.67	2.02	1.08	1.86	21.02	69.05	4.30	0.00	0.00	2.18	0.94
	40~60	0.45	1.83	0.97	1.68	14.76	51.88	24.90	3.54	0.00	2.17	0.96
流动沙丘 沙拐枣	表层	0.57	1.82	0.89	1.49	9.14	58.83	27.06	0.21	0.00	2.18	0.95
	0~20	0.71	2.37	1.25	2.01	13.75	63.61	16.30	0.00	0.00	2.22	0.95
	20~40	0.45	1.83	1.01	1.71	9.06	50.37	32.59	2.98	0.00	2.18	0.96
	40~60	0.66	2.21	1.17	2.01	13.30	54.65	25.13	0.88	0.00	2.20	0.95
平沙地 沙拐枣	表层	1.40	4.78	3.21	9.50	20.6	28.87	15.49	12.29	3.79	2.34	0.94
	0~20	0.47	1.80	1.04	2.01	11.02	44.94	28.97	9.74	0.01	2.18	0.96
	20~40	0.10	1.47	1.18	2.47	1.25	21.10	45.33	26.38	0.74	2.13	0.94
	40~60	0.10	1.47	1.10	2.50	1.47	18.21	40.90	31.45	2.82	2.14	0.94

关系不同(表3)。由表3可知,分形维数与<0.001、0.001~0.005、0.005~0.01、0.01~0.05 mm 粒径含量呈显著正相关,与 0.05~0.1、1~2 mm 粒径含量呈正相关但不显著,与 0.1~0.25、0.25~0.5、0.5~1 mm 粒径含量呈负相关但不显著。这表明分形维数随土壤质地的粗细程度发生明显变化,对黏粒、粉粒含量的变化最为敏感。

表3 分形维数与粒径分布的相关关系

粒径分布(%)	拟合公式	相关系数	显著水平 (p 值)
<0.001 mm(d_1)	$D = 2.126 + 0.144d_1$	0.608	0.000
0.001~0.005 mm(d_2)	$D = 2.119 + 0.042d_2$	0.577	0.001
0.005~0.01 mm(d_3)	$D = 2.150 + 0.050d_3$	0.526	0.002
0.01~0.05 mm(d_4)	$D = 2.183 + 0.012d_4$	0.470	0.007
0.05~0.1 mm(d_5)	$D = 2.163 + 0.004d_5$	0.335	0.061
0.1~0.25 mm(d_6)	$D = 2.254 - 0.001d_6$	0.099	0.591
0.25~0.5 mm(d_7)	$D = 2.270 - 0.002d_7$	0.258	0.153
0.5~1 mm(d_8)	$D = 2.233 - 0.002d_8$	0.156	0.394
1~2 mm(d_9)	$D = 2.220 + 0.007d_9$	0.067	0.714

感。民勤绿洲-荒漠过渡带土壤以细砂、中砂及粗砂为主,受其含量影响土壤粒径分形维数偏小。

3.3 土壤颗粒组成和分形维数与土壤理化性质的关系

表4为土壤颗粒组成和分形维数与土壤理化性质的相关关系。由表4可知,分形维数与全氮、速效磷含量分别呈极显著正相关($p < 0.01$)和显著正相关($p < 0.05$),与土壤含水量、全盐量、pH值呈负相关,但均未达到显著水平($p > 0.05$),与有机质、全钾、速效钾含量呈正相关,亦未达到显著水平($p > 0.05$)。土壤黏粒含量与有机质、全氮、速效磷含量呈显著正相关($p < 0.05$),与其他理化性质相关关系不显著。土壤粉粒、砂粒含量与有机质含量呈极显著正相关($p < 0.01$),与其他理化性质相关关系均未达到显著性水平。

表 4 土壤颗粒组成和分形维数与土壤理化性质相关关系

项目	土壤含水量	有机质含量	全氮含量	速效磷含量	全钾含量	速效钾含量	全盐量	pH 值
分形维数	-0.159	0.396	0.517**	0.434*	0.021	0.320	-0.078	-0.154
黏粒含量	0.028	0.433*	0.419*	0.410*	0.112	0.289	-0.105	0.003
粉粒含量	0.018	0.536**	0.319	0.290	0.026	0.217	-0.086	0.039
砂粒含量	-0.021	-0.513**	-0.348	-0.324	0.050	-0.238	0.092	-0.030

注: * 表示相关系数在 0.05 水平上显著; ** 表示相关系数在 0.01 水平上显著。

4 讨论与结论

本研究中,民勤绿洲-荒漠过渡带土壤粒径以细砂和中砂为主,两者合计占土壤颗粒组成的 71.68%,极粗砂颗粒含量最低,平均值仅为 0.24%,分形维数为 2.144~2.398。3 种植被类型土壤粒径分形维数均为固定沙丘>半固定沙丘>流动沙丘(或平沙地>流动沙丘),表明民勤绿洲-荒漠过渡带不同立地条件、不同植被覆盖对土壤性质的作用存在差异。

土壤粒径分形维数是反映土壤结构、性状的重要参数,在维数上表现为质地越粗分形维数越小^[12]。陈小红等^[13]研究表明,在黑河中游荒漠-绿洲边缘区生态过渡带,土壤粒径分形维数与砂粒含量呈显著($p < 0.05$)负相关,与黏、粉粒含量及各养分指标均呈显著($p < 0.05$)正相关;王富等^[14]认为,在不同生态修复措施下,桃林口水库水源涵养区土壤粒径分形维数与不同粒级含量的相关性具有明显差异。本研究中,土壤分形维数与黏粒、粉粒含量呈极显著正相关($p < 0.01$),与细砂、中砂、粗砂含量呈负相关但不显著,与极细砂、极粗砂含量呈正相关但也不显著。可见,土壤粒径分形维数不仅能够反映土壤中不同粒径的颗粒组成状况,而且能体现出不同植被覆盖对土壤的改良作用。

相关研究^[15]表明,土壤中养分主要与土壤中的细颗粒,即粉粒和黏粒含量有关。本研究中,分形维数 D 值与全氮、速效磷含量分别呈极显著正相关($p < 0.01$)和显著正相关($p < 0.05$),土壤黏粒含量与有机质、全氮、速效磷含量呈显著正相关($p < 0.05$),土壤粉粒、砂粒含量与有机质含量呈极显著正相关($p < 0.01$),这与前人的研究结果一致。因此,土壤粒径分形维数可以作为衡量绿洲-荒漠过渡带土壤养分、土地退化状况的指标之一。受不同的立地条件、植被类型、水分、土地利用等因素的影响,土壤粒径组成和分形特征与土壤理化性质之间关系复杂,目前对民勤绿洲-荒漠过渡带方面的研究较少,今后有待加强。

【参考文献】

- [1] 赵成义,王玉朝,李国振.荒漠-绿洲边缘区研究[J].水土保持学报,2001,15(3):93-97.
[2] 穆桂金,贺俊霞,雷加强,等.再议绿洲-沙漠过渡带——以

策勒绿洲-沙漠过渡带为例[J].干旱区地理,2013,36(2):195-202.

- [3] TYLER S W, WHEATCRAFT S W. Application of fractal mathematics to soil water retention estimation [J]. Soil Science Society of America Journal, 1989, 53(4): 987-996.
[4] RIEU M, SPOSITO G. Fractal fragmentation, soil porosity, and soil-water properties: I. Theory [J]. Soil Science Society of America Journal, 1991, 55(5): 1231-1238.
[5] 郭树江,杨自辉,王多泽,等.民勤绿洲-荒漠过渡带植物物种多样性及其优势种群空间分布格局研究[J].水土保持研究,2011,18(3):92-96.
[6] 张凯,冯起,吕永清,等.民勤绿洲荒漠带土壤水分的空间分异研究[J].中国沙漠,2011,31(5):1149-1155.
[7] 孙朋,巩杰,王玉川,等.民勤绿洲荒漠交错带不同土地覆被下土壤养分分布特征[J].水土保持通报,2013,33(3):53-57.
[8] 徐先英,严平,郭树江,等.干旱荒漠区绿洲边缘典型固沙灌木的降水截留特征[J].中国沙漠,2013,33(1):141-145.
[9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].3 版.北京:中国农业出版社,2000: 29-137.
[10] WANG D, FU B J, ZHAO W W, et al. Multifractal characteristics of soil particle size distribution under different land-use types on the Loess Plateau, China [J]. Catena, 2008, 72(1): 29-36.
[11] TYLER S W, WHEATCRAFT S W. Fractal scaling of soil particle-size distributions: Analysis and limitations [J]. Soil Science Society of America Journal, 1992, 56(2): 362-369.
[12] 李德成,张桃林.中国土壤颗粒组成的分形特征研究[J].土壤与环境,2000,9(4):263-265.
[13] 陈小红,段争虎,何洪泽.荒漠-绿洲边缘区生态过渡带的土壤颗粒分形特征[J].土壤,2009,41(1):97-101.
[14] 王富,贾志军,董智,等.不同生态修复措施下水库水源涵养区土壤粒径分布的分形特征[J].水土保持学报,2009,23(5):113-117.
[15] LOBE I, AMELUNG W, DU Preez C C. Losses of carbon and nitrogen with prolonged arable cropping from sandy soils of the South African Highveld [J]. European Journal of Soil Science, 2001, 52(1): 93-101.

【作者简介】郭树江(1984—)男,甘肃永昌县人,助理研究员,硕士,主要从事荒漠化防治和生态定位观测研究。

【收稿日期】2018-05-25

(责任编辑 李杨杨)

SOIL AND WATER CONSERVATION IN CHINA

No. 10 (439) 2018

Abstracts

The Characteristic of Spatial-Temporal Variations of Rainfall Erosivity of the Yangtze River Basin During the Period of 1960–2015 Based on EOF Method PANG Yanjie^{1,2}, DONG Linyao^{1,2}, DING Wenfeng^{1,2}, et al.
(1.Changjiang Scientific Research Institute , Changjiang Water Resources Commission , Wuhan , Hubei 430010 ,China;
2.Research Center on Mountain Torrents and Geological Disaster Prevention , Ministry of Water Resources , Wuhan , Hubei 430010 ,China) (37)

Based on daily precipitation data of 186 rainfall stations of Yangtze River during the period of 1960–2015 , the paper extracted the feature vector of spatial and temporal variations of calculated rainfall erosivity by using the method of empirical orthogonal function analysis (EOF) and studied its characteristics of temporal distribution and spatial variation. The outcomes show that a) the variation range of rainfall erosivity in the Yangtze River basin is from 114.423 to 16 233.136 MJ • mm/(hm² • h) , progressively increasing from the northwest to the southeast and showing positive correlations with the longitude and the mean annual precipitation and negative correlation with the latitude and the altitude; b) The variation trend of rainfall erosivity in most areas of the Yangtze River basin is highly consistent and the variability of the rainfall erosivity in the lower reaches is greater than that of the middle and upper reaches and; c) The rainfall erosivity in the Yangtze River basin increases at the rate of 290.246 MJ • mm/(hm² • h) per year and shows 2–5 years periodic fluctuations during 1990–2010 , which is associated with the regional rainfall variations.

Key words: rainfall erosivity; spatial-temporal variation; EOF; Yangtze River basin

Tests on Softwood Cutting Technique of Good Species of *Hippophae rhamnoides* in the Gullied Rolling Loess Area YAN Xiaoling¹, HU Jianzhong²
(1.Xifeng Experimental Station of Soil and Water Conservation ,Yellow River Conservation Commission of the Ministry of Water Resources , Qingyang , Gansu 745000 ,China; 2.Plant Development and Management Center for Soil and Water Conservation , Ministry of Water Resources , Beijing 100038 ,China) (42)

In order to provide technical and material support for good species of *Hippophae rhamnoides* seed-breeding and industrial raw material forest building on a large-scale of the Gullied Rolling Loess Area ,Xifeng Experimental Station conducted tests on softwood cutting technique of good species of *Hippophae rhamnoides* in the Nanxiaohe gully test site in the period of 2016–2017. It carried out softwood cutting of 11 introduced *Hippophae rhamnoides* with big fruits and 4 hybrid varieties of *Hippophae rhamnoides* in the first part of July of each year. The test used outdoor sand table ,installed full light spray cottage facilities for raising seedlings ,selected annual semi lignification branch of 0.2–0.4 cm diameter of healthy and strong mother tree for moisture management and spraying and cut after panicle making ,disinfection ,hormone treatment.The results of transplanting in the year and nursery comparative experiments show that without the step of transplant ,digging out the seedlings before winter for heeling in temporary planting and planting in the fields in the next spring can save time and effort and have good effects.

Key words: good species of *Hippophae rhamnoides*; full light spray equipment; softwood cutting; transplant; Gullied Rolling Loess Area

The Dynamic Changes of Ecology Landscape Patterns of the Priority Area of Biodiversity Protection in Qilian Mountain ZHAO Peiqiang , CHEN Mingxia
(Gansu Institute of Design and Study of Environmental Science , Lanzhou , Gansu 730030 ,China) (44)

The paper studied the dynamic changes of ecology landscape pattern and the landscape characteristics of the Gansu region ,which was a priority area of biodiversity of Qilian Mountain ,taking two phases' satellite remote sensing image resources of 2010 and 2015 as the origin of data source and using ArcGIS technology and the method of ecological landscape matrix transfer and ecology landscape index analysis. The outcomes show that a) the ecology landscape pattern of class I of the studied area is relatively stable and the change range is smaller. The variation of ecology landscape pattern of class II is greater due to the influence of natural and social environment factors and; b) the analysis of ecology landscape index shows that the degree of landscape fragmentation of the studied area is higher ,the landscape types show more stable on the whole and the dynamic change of the landscape pattern is not obvious.

Key words: priority area; ecology landscape pattern; dynamic change; matrix transfer; landscape index; Qilian Mountain

The Fractural Characteristics of Soil Particle Size in the Oasis-Desert Transition Zone of Minqin GUO Shuijiang^{1,2}, YANG Zihui^{1,2}, WANG Duoze^{1,2}, et al.
(1.Gansu Desert Control Research Institute , Lanzhou , Gansu 730070 ,China;
2.Minqin National Studies Station for Desert Steppe Ecosystem , Minqin , Gansu 733300 ,China) (53)

The paper analyzed the fractural characteristics of soil particle size distribution and relationships between fractal dimension D and soil physicochemical characteristics in Minqin oasis-desert transition zone through filed sampling and laboratory experiments. The outcomes show that a) the *Nitraria tangutorum* community soil of Minqin oasis-desert transition zone mainly is fine sand. The soil of *Haloxylon ammodendron* community and *Calligonum mongolicum* community mainly is medium-sized sand and coarse sand. The fractal dimension of soil particle size is 2.144–2.398. The fractal dimension of soil particle size of 3 types of vegetation all shows fixed sand dune > semi fixed sand dune > moving sand dunes(level sand land > moving sand dunes); b) the fractal dimension and the contents of clay (<0.005 mm) and silt ($0.005\text{--}0.05$ mm) have very significant positive correlation ($p<0.01$) ,and fine sand ($0.1\text{--}0.25$ mm) ,medium-sized sand ($0.25\text{--}0.5$ mm) and coarse sand ($0.5\text{--}1$ mm) are negatively correlated but not significant ,and extra-fine sand($0.05\text{--}0.1$ mm) and extra-coarse sand($1\text{--}2$ mm) are positive correlation but not significant and; c) the D value of fractal dimension and the contents of total nitrogen and available phosphorus show extremely significant positive correlation ($p<0.01$) and significant positive correlation ($p<0.05$) ,the content of clay and the contents of organic matter ,total nitrogen and available phosphorus show significant positive correlation ($p<0.05$) ,the contents of silt and sand and the content of organic matter show extremely significant positive correlation ($p<0.01$) . The correlation of the D value of fractal dimension and the contents of clay ,silt and sand and oil moisture ,total potassium ,available potassium ,total salt and pH value are not significant.

Key words: oasis-desert transition zone; soil particle size; fractal dimension; physical and chemical properties of soil; Minqin