

# 靖边县北部风沙区土壤微量元素 含量及分布特征研究<sup>\*</sup>

努尔模达·达拉拜, 吴发启, 雷金银

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**在野外采样、室内分析与统计的基础上,对陕北靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素的含量及分布进行了研究。结果表明,该地区土壤中 B, Cu, Zn, Fe 和 Mn 等微量元素有效态含量的平均值分别为: 0.421 mg/kg, 0.505 mg/kg, 0.582 mg/kg, 7.092 mg/kg 和 7.251 mg/kg, 它们的变幅分别在 2.582~0.022 mg/kg, 1.194~0.158 mg/kg, 3.944~0.096 mg/kg, 26.08~2.4 mg/kg 和 13.39~2.082 mg/kg 之间;在水平方向上, B, Cu, Zn 和 Mn 的含量呈由南向北增高的趋势, Fe 则表现出由西向东有所增加;土壤垂直剖面中, 0~20 cm 的耕层 B, Cu, Zn, Fe 和 Mn 明显高于 20~40 cm 和 40~60 cm 土层的含量。

**关键词:**土壤;微量元素含量与分布;风沙区;靖边县北部

中图分类号: S153.61

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)04-0113-04

## Study on the Characters of the Trace Metal Content and Distribution in Northern Sandy Area of Jingbian County

Nurmolda · Dalabay, WU Fa-qi, LEI Jin-yin

(College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 71100, China)

**Abstract:** Based on the method of gathering soil sampling in field, room analysis and mathematic statistics, the content and distribution of available trace metals are analyzed in north of Jingbian County. The results indicate that the mean content of trace metal B, Cu, Zn, Fe and Mn are 0.421 mg/kg, 0.505 mg/kg, 0.582 mg/kg, 7.092 mg/kg and 7.251 mg/kg, the variation is 2.582~0.022 mg/kg, 1.194~0.158 mg/kg, 3.944~0.096 mg/kg, 26.08~2.4 mg/kg and 13.39~2.082 mg/kg respectively. At the horizontal direction, the content of B, Cu, Zn and Mn show the increase tendency which from south to north, Fe displays opposite. In the soil vertical direction, the content of B, Cu, Zn, Fe and Mn in topsoil are obviously higher than that of 20~40 cm and 40~60 cm soil layer.

**Key words:** soil; trace element content and distribution; sandy area; north of Jingbian County

近几十年来,随着科学技术的迅速发展和人类生活水平的不断提高,微量元素对整个有机生物界的生存和发展以及由此所引发的一系列生态环境问题,已引起了学术界许多学科领域的关注。尽管作物对微量元素的需要量很少,但微量元素在作物的

生长发育过程中必不可少。因此,准确测定土壤微量元素含量和空间差异对正确评价当地的土壤肥力状况和生产条件、合理施用微量元素肥料及有效利用开发土壤资源提供理论依据。对陕北靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素的含量展开了研究,将

\* 收稿日期: 2007-04-11

基金项目: 农业科技成果转化资金项目“陕北农牧交错区农田综合防治技术中试与转化”(03EFN217100323)

作者简介: 努尔模达·达拉拜(1978-),男,哈萨克族,新疆伊犁州霍城县人,现为西北农林科技大学资源环境学院水土保持专业硕士研究生。E-mail: nuermoda@sina.net

通讯作者: 吴发启(1957-),男,教授,博士生导师,主要从事水土保持与流域管理研究。E-mail: wufaqi@263.com

明确风沙区土壤微量元素含量及分布特征, 为该地区农业生产提供一定的理论依据。

## 1 研究内容与方法

### 1.1 研究区概况

靖边县位处陕西省北部偏西( $E108^{\circ}17' \sim 109^{\circ}20'$ ,  $N36^{\circ}58' \sim 38^{\circ}03'$ ), 榆林地区西南部, 毛乌素沙地南缘。全县土地总面积为  $4\,947.37\text{ km}^2$ 。全县地势南高北低, 按地形特征可分为: 南部丘陵沟壑区和北部风沙滩原区。北部风沙区占全县土地面积的  $35.6\%$ 。包括红墩界、黄蒿界、海则滩、杨桥畔、新农村等乡镇的全部和梁镇、东坑镇的大部分以及高家沟的部分村庄, 属鄂尔多斯台地, 地势开阔平坦, 土壤以风沙土为主。该区属半干旱大陆性季风气候, 年降水量约  $395.4\text{ mm}$ , 降水变率大, 相对降水变率达到  $18\%$ , 年均气温  $7.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 风大且频繁, 年平均风

速为  $3.2\text{ m/s}$ , 年平均风速  $\geq 5\text{ m/s}$  的日数平均为  $41.7\text{ d}$ , 各月最多风向为西北风, 平均频率为  $20\%$ 。区内土壤侵蚀主要表现为土壤风蚀沙化。该区生态环境脆弱, 存在着土地沙漠化的潜在因子。

### 1.2 研究内容与方法

#### 1.2.1 土壤有效态微量元素的含量特征

本研究以研究区的 8 个乡镇、48 个行政村为对象, 参考该县 1983 年土壤采样样点图, 通过 GPS 定位定点后, 在待采地块采用“X”法采集  $0\sim 20\text{ cm}$ 、 $20\sim 40\text{ cm}$  和  $40\sim 60\text{ cm}$  的土样进行混合后, 经室内分析, 统计各点的微量元素含量值。本次实验在定位 136 个样点共采集 408 个土壤样品(见表 1)。在样品分析中, 土壤有效态硼的测定采用的方法为沸水浸提-甲亚胺比色法; 土壤有效铜、锌、铁、锰的测定方法为 DTPA-TEA 浸提-原子吸收分光光度法(AAS 法)<sup>[1]</sup>。

表 1 靖边县北部风沙区各乡镇(采样地点)地理坐标

乡镇名称	样本数	地理坐标	乡镇名称	样本数	地理坐标
高家沟	27	$E\,109^{\circ}07.77' - E\,109^{\circ}13.563'$ $N\,37^{\circ}33.034' - N\,37^{\circ}34.9'$	海则滩	66	$E\,108^{\circ}47.339' - E\,109^{\circ}00.883'$ $N\,37^{\circ}41.448' - N\,37^{\circ}47.511'$
杨桥畔	48	$E\,108^{\circ}52.355' - E\,109^{\circ}04.766'$ $N\,37^{\circ}36.378' - N\,37^{\circ}38.441'$	城关镇	45	$E\,108^{\circ}45.931' - E\,108^{\circ}51.181'$ $N\,37^{\circ}36.472' - N\,37^{\circ}38.858'$
黄蒿界	39	$E\,108^{\circ}56.810' - E\,109^{\circ}06.959'$ $N\,37^{\circ}31.096' - N\,37^{\circ}53.005'$	梁 镇	42	$E\,108^{\circ}17.148' - E\,108^{\circ}30.62'$ $N\,37^{\circ}31.096' - N\,37^{\circ}37.381'$
红墩界	84	$E\,108^{\circ}49.834' - E\,108^{\circ}55.089'$ $N\,37^{\circ}49.468' - N\,37^{\circ}59.566'$	东坑镇	57	$E\,108^{\circ}25.487' - E\,108^{\circ}36.715'$ $N\,37^{\circ}32.808' - N\,37^{\circ}37.048'$

#### 1.2.2 土壤有效态微量元素含量的空间分布特征

在前述分析统计的基础上, 分别按剖面垂直方向和水平方向分析其含量的变化, 以揭示其分布的规律性。

## 2 结果与分析

### 2.1 土壤有效态微量元素的含量特征

对研究区内土壤有效态微量元素含量进行了分析。结果表明(表 2), 该地区土壤中 B, Cu, Zn, Fe 和 Mn 等微量元素有效态含量的平均值分别为:  $0.421\text{ mg/kg}$ ,  $0.505\text{ mg/kg}$ ,  $0.582\text{ mg/kg}$ ,  $7.092\text{ mg/kg}$  和  $7.251\text{ mg/kg}$ 。其中有效态硼的含量以红墩界最高, 平均值为  $0.596\text{ mg/kg}$ , 以高家沟最低, 平均值为  $0.052\text{ mg/kg}$ 。有效态铜的含量以杨桥畔最高, 平均值为  $0.662\text{ mg/kg}$ , 以梁镇最低, 平均值为  $0.438\text{ mg/kg}$ 。有效态锌的含量以城关镇最高,

平均值为  $0.956\text{ mg/kg}$ , 以高家沟最低, 平均值为  $0.324\text{ mg/kg}$ 。有效态铁的含量以海则滩最高, 平均值为  $9.624\text{ mg/kg}$ , 以高家沟最低, 平均值为  $4.382\text{ mg/kg}$ 。有效态锰的含量以黄蒿界最高, 平均值为  $8.375\text{ mg/kg}$ , 以高家沟最低, 平均值为  $4.382\text{ mg/kg}$ 。

### 2.2 土壤有效态微量元素空间分布特征

土壤微量元素的空间分布特征是土壤母质成分和外源输入长期作用的结果, 了解这一分布特征是进行土壤环境评价的重要前提<sup>[6]</sup>。

#### 2.2.1 水平分布特征

依据 1983 年靖边县土壤养分点位分布图及野外实际调查, 我们把采集土壤样品的靖边县北部风沙区分为两种走向: 东西方向和南北方向。其东西方向的分布地区依次为杨桥畔、海则滩、城关镇、梁镇、东坑镇。南北方向的分布地区依次为高家沟、杨桥畔、海则滩、黄蒿界、红墩界。依据上述各乡镇所

代表的方向,研究了土壤微量元素的水平分布特征（见表 2）。

表 2 靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素含量在 0~ 20 cm 耕层土壤中的水平分布统计 mg/kg

乡镇名称	样本数	B	Cu	Zn	Fe	Mn
1 高家沟	9	0.052	0.465	0.324	4.382	5.376
2 杨桥畔	16	0.550	0.662	0.593	8.132	7.752
3 黄蒿界	13	0.555	0.478	0.584	7.003	8.375
4 红敦界	28	0.596	0.510	0.715	6.661	7.991
5 海则滩	22	0.384	0.459	0.489	9.624	7.177
6 城关镇	15	0.388	0.558	0.956	9.314	7.981
7 梁 镇	14	0.319	0.438	0.498	5.996	6.380
8 东坑镇	19	0.524	0.468	0.497	5.623	6.978

表 3 靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素的含量统计 mg/kg

研究区	土层 /cm	B			Cu			Zn			Fe			Mn		
		平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值
高家沟	0~ 20	0.05	0.14	0.02	0.47	0.99	0.18	0.32	0.67	0.12	4.38	8.32	2.40	5.38	8.49	2.08
	20~ 40	0.20	1.07	0.01	0.49	0.91	0.16	0.31	0.85	0.12	4.00	10.43	2.19	4.57	7.04	2.62
	40~ 60	0.11	0.45	0.03	0.47	0.93	0.17	0.33	0.74	0.14	4.17	10.28	2.51	4.05	6.66	2.46
	0~ 60	0.12	0.55	0.02	0.47	0.94	0.17	0.32	0.75	0.13	4.18	9.68	2.37	4.67	7.40	2.39
杨桥畔	0~ 20	0.55	1.15	0.03	0.66	0.88	0.39	0.59	0.92	0.41	8.13	12.44	3.55	7.75	10.11	6.92
	20~ 40	0.40	0.76	0.06	0.63	1.22	0.31	0.31	0.47	0.14	4.91	8.55	2.19	4.64	5.81	2.92
	40~ 60	0.44	1.07	0.06	0.69	2.35	0.29	0.33	0.76	0.14	4.93	11.92	2.29	4.18	8.49	2.80
	0~ 60	0.46	0.99	0.05	0.66	1.48	0.33	0.41	0.72	0.23	5.99	10.97	2.68	5.52	8.14	4.21
黄蒿界	0~ 20	0.56	1.18	0.08	0.48	0.80	0.29	0.58	1.10	0.27	7.00	10.53	3.41	8.38	13.39	5.87
	20~ 40	0.23	0.45	0.01	0.39	0.67	0.18	0.31	1.34	0.08	4.70	9.23	2.30	4.07	6.62	2.52
	40~ 60	0.20	0.49	0.01	0.44	1.12	0.17	0.27	0.65	0.07	4.77	14.34	1.97	3.38	5.33	2.04
	0~ 60	0.33	0.71	0.03	0.44	0.86	0.21	0.39	1.03	0.14	5.49	11.37	2.56	5.27	8.45	3.48
红敦界	0~ 20	0.60	2.58	0.04	0.51	1.09	0.22	0.72	3.94	0.30	6.66	14.94	2.41	7.99	11.76	4.80
	20~ 40	0.23	0.55	0.01	0.41	0.82	0.17	0.34	0.77	0.07	4.57	10.83	2.40	4.11	5.83	2.62
	40~ 60	0.23	0.82	0.02	0.36	0.99	0.13	0.26	0.48	0.11	4.33	11.59	1.98	3.23	4.90	2.00
	0~ 60	0.35	1.32	0.02	0.43	0.97	0.18	0.44	1.73	0.16	5.19	12.46	2.26	5.11	7.50	3.14
海则滩	0~ 20	0.38	1.31	0.08	0.46	1.19	0.16	0.49	1.06	0.10	9.62	26.08	3.65	7.18	12.97	2.64
	20~ 40	0.21	0.53	0.02	0.47	1.48	0.08	0.26	0.45	0.07	7.57	29.90	2.51	4.38	8.25	2.18
	40~ 60	0.29	1.17	0.03	0.53	1.50	0.10	0.24	0.73	0.06	7.21	25.37	2.61	4.02	7.56	1.96
	0~ 60	0.30	1.00	0.04	0.49	1.39	0.11	0.33	0.75	0.08	8.14	27.12	2.92	5.19	9.59	2.26
城关镇	0~ 20	0.39	1.16	0.19	0.56	0.86	0.31	0.96	3.41	0.36	9.31	13.24	5.42	7.98	10.11	5.53
	20~ 40	0.23	0.64	0.02	0.54	0.73	0.28	0.33	0.72	0.16	4.78	5.82	3.81	4.41	5.87	3.31
	40~ 60	0.53	2.71	0.12	0.66	2.21	0.37	0.28	0.41	0.14	5.45	10.33	3.51	3.68	6.42	2.90
	0~ 60	0.39	1.50	0.11	0.59	1.26	0.32	0.52	1.51	0.22	6.51	9.80	4.25	5.36	7.47	3.91
梁 镇	0~ 20	0.32	0.79	0.06	0.44	0.60	0.21	0.50	0.96	0.20	6.00	11.93	3.61	6.38	8.27	4.16
	20~ 40	0.24	0.52	0.02	0.49	0.86	0.26	0.51	2.81	0.08	4.06	5.12	2.82	4.76	6.96	3.05
	40~ 60	0.22	0.49	0.02	0.48	0.78	0.26	0.36	1.30	0.11	4.05	6.52	2.21	3.97	5.79	2.93
	0~ 60	0.26	0.60	0.04	0.47	0.74	0.24	0.46	1.69	0.13	4.70	7.86	2.88	5.04	7.01	3.38
东坑镇	0~ 20	0.52	2.25	0.06	0.47	0.70	0.23	0.50	0.71	0.23	5.62	9.73	2.81	6.98	10.37	4.30
	20~ 40	0.35	0.89	0.04	0.51	0.76	0.28	0.36	0.67	0.16	4.20	6.57	2.30	4.64	7.56	3.17
	40~ 60	0.39	0.90	0.02	0.56	0.86	0.29	0.46	1.00	0.19	3.88	6.92	2.71	4.20	5.37	2.42
	0~ 60	0.42	1.35	0.04	0.51	0.77	0.27	0.44	0.79	0.20	4.57	7.74	2.60	5.27	7.77	3.30
风沙区	0~ 20	0.42	2.58	0.02	0.51	1.19	0.16	0.58	3.94	0.10	7.09	26.08	2.40	7.25	13.39	2.08
	20~ 40	0.26	1.07	0.01	0.49	1.48	0.08	0.34	2.81	0.07	4.85	29.90	2.19	4.45	8.25	2.18
	40~ 60	0.30	2.71	0.01	0.52	2.35	0.10	0.32	1.30	0.06	4.85	25.37	1.97	3.84	8.49	1.96
	0~ 60	0.33	2.12	0.01	0.51	1.67	0.11	0.41	2.69	0.07	5.60	27.12	2.19	5.18	10.04	2.08

由表 2 中可知,在水平方向上,陕北靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素在 0~ 20 cm 耕层土壤中的分布特征为:土壤有效态硼、铜、锌和锰的含量有由南向北增高的趋势,但东西方向的分布无明显规律。土壤有效态铁的分布有由东向西逐渐递减的

趋势,但南北方向的分布是不规律性的。

2. 2. 2 剖面垂直分布特征

根据表 2 中的靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素的含量统计,我们分别研究了靖边县各乡镇不同土壤剖面中的垂直分布特征(0~ 20 cm,20~ 40

cm 和 40~ 60 cm), 结果表明, 靖边县北部风沙区 0~ 20 cm 表层 (耕层) 土壤中的有效态微量元素 B, Cu, Zn, Fe 和 Mn 的含量明显高于 20~ 40 cm 和 40~ 60 cm 土层的含量。20~ 40 cm 和 40~ 60 cm 土层的土壤有效态微量元素含量差异不明显。相对来说, 20~ 40 cm 的土壤有效态微量元素 B, Cu 和 Zn

的含量比 40~ 60 cm 较低, 但有效态 Fe 和 Mn 在 20~ 40 cm 的含量比 40~ 60 cm 较高(图 1)。这与成土母质、成土条件、土壤酸碱度及水土流失和土壤风蚀有关。根据结果, 靖边县北部风沙区土壤有效态微量元素 B, Cu, Zn 缺乏, 今后应重视施用有效态微量元素 B, Cu, Zn 的肥料。

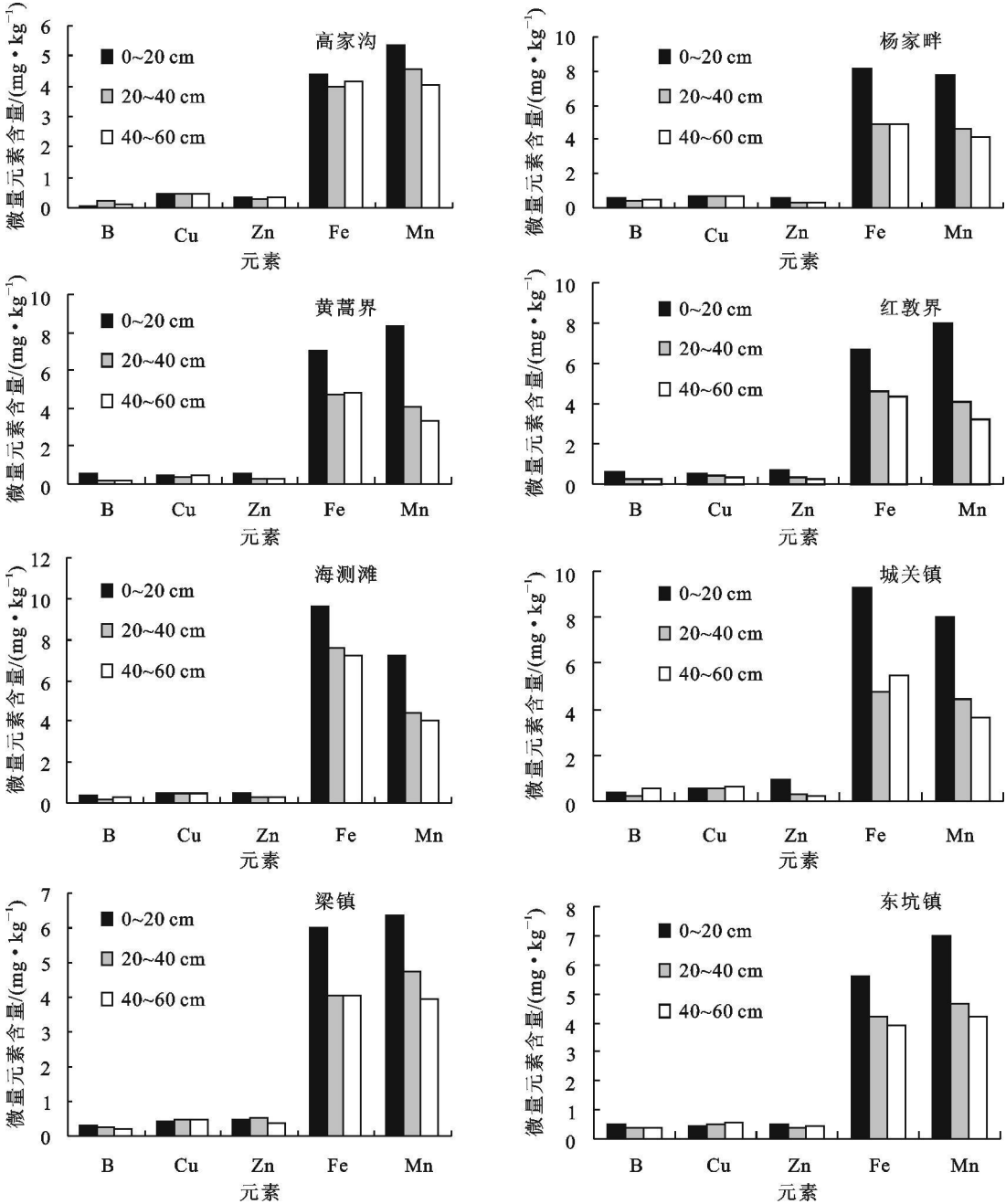


图 1 研究区土壤微量元素垂直分布特征比较

3 结 论

通过对靖边县北部风沙区的土壤有效态微量元素含量及空间分布特征分析表明: 该区土壤有效态微

量元素 B, Cu, Zn 含量较低; 在整个风沙区内土壤中的 B, Cu, Zn, Fe 和 Mn 有效态微量元素在水平方向上呈由南向北递增的趋势; 而在垂直剖面的变化中, 表层土壤的含量明显高于底层土壤。

(下转第 125 页)

4 结 语

石漠化是喀斯特生态环境恶化、水土严重流失结果的最直接表现形式, 水土流失是自然因素和人文因素共同作用的结果。以上研究说明, 目前人文活动对喀斯特生态环境产生不利影响, 并且不同强度的人文活动的影响程度不一样, 表明喀斯特生态环境承载力存在一定的阈限, 如都安县, 当人口密度增加到大于 200 人/ km<sup>2</sup> 时, 发生强度石漠化比例会急剧增加, 达 15. 31%; 经济密度较高时, 石漠化比例增加较快, 经济密度在 75 万元/ km<sup>2</sup> 以上时, 中度和强度石漠化率显著增加; 轻度、中度、强度喀斯特石漠化在土地利用程度指数变化高的 127~ 156 区域达到最大值, 石漠化发生概率较高且强度较大, 表明当时的人文活动强度超过喀斯特生态环境承载力范围, 喀斯特生态环境趋于急剧恶化。因此不同的发展阶段, 人们必须正确认识喀斯特山区的环境承载力, 调节人类人文活动的方式和强度, 才能有效防止石漠化发生。

研究表明喀斯特石漠化发生概率与人口密度、经济密度、土地利用程度、距居民点距离等存在基本的趋势关系, 石漠化与人文活动之间既有规律性又有复杂性, 这种规律性对指导喀斯特石漠化的预防与治理有一定现实价值。从研究结果看, 正确认识喀斯特生态环境承载力阈限很重要, 这是调控人类活动强度的重要依据, 当前治理石漠化最直接有效的手段就是降低人类对喀斯特环境的干扰度, 包括通过实施计划生育和生态移民来减少人口数量和降低经济开发强度、通过退耕还林工程和调整土地开发方式降低土地开发强度、通过对喀斯特山区分散的村庄整合, 以减少居民点来限制人们对喀斯特生

态环境的干扰距离和干扰面等措施, 控制石漠化的发生概率, 使喀斯特生态得到恢复。

参考文献:

[1] 李阳兵, 王世杰, 谭秋, 等. 喀斯特石漠化的研究现状与存在的问题[J]. 地球与环境, 2006, 34(3): 9- 14.

[2] 覃小群, 朱明秋, 蒋忠诚. 近年来我国西南岩溶石漠化研究进展[J]. 中国岩溶, 2006, 25(3): 234- 238.

[3] 都安瑶族自治县土地管理局编. 都安瑶族自治县土地志[M]. 南宁: 广西人民出版社, 2001.

[4] 陈述彭, 童庆禧, 郭华东. 遥感信息机理研究[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 345- 349.

[5] 刘纪远. 基于 GIS 的中国东北植被综合分类研究[J]. 遥感学报, 1998, 2(4): 285- 290.

[6] 熊康宁, 黎平, 周忠发. 喀斯特石漠化的遥感- GIS 典型研究 以贵州省为例[M]. 北京: 地质出版社, 2002. 29- 40.

[7] 王家嘉, 林昌虎, 何腾兵. 人类活动对贵州喀斯特石漠化地区的影响[J]. 水土保持研究, 2006, 13(5): 276- 279.

[8] 刘燕华, 李秀彬. 脆弱生态环境与可持续发展[M]. 北京: 商务印书馆, 2001. 134- 138.

[9] 李阳兵, 姜丽, 白晓永. 亚热带喀斯特石漠化土地退化特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(3): 395- 399.

[10] 李阳兵, 谭秋, 王世杰. 喀斯特石漠化研究现状、问题分析与基本构架[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(3): 27- 34.

[11] 吴良林, 周永章, 卢远. 喀斯特山区环境耗散结构演化与生态重建策略探讨[J]. 中国人口· 资源与环境, 2006(4)(专刊): 571- 574.

[12] Yuan Daoxian. Rock desertification in the subtropical karst of south China[J]. Z. Geomorph N. F., 1997 (108): 81- 90.

(上接第 116 页)

参考文献:

[1] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

[2] 刘铮, 等. 微量元素的农业化学[M]. 北京: 农业出版社, 1991.

[3] 刘铮, 朱其清, 等译. 土壤微量元素译文集[C]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1981.

[4] 中国科学院、水利部西北水土保持研究所. 土壤微量元素及微肥研究文集[C]. 1991.

[5] 王祖伟, 徐利淼, 张文具, 等. 土壤微量元素与人类活动强度的对应关系[J]. 土壤通报, 2002, 33(4): 303- 305.

[6] 张泽浦, 王学军, 等. 土壤微量元素含量空间分布的条件模拟[J]. 土壤学报, 1998, 35(3): 423- 429.

[7] Athanassiadis G A, Rao S T. Spatial and temporal variation in the trace element data over the northeastern United States. Environmental Pollution, 2003, 123: 439- 449.

[8] 刘铮, 等. 我国主要土壤中微量元素的含量与分布[J]. 土壤学报, 1978, 15(2): 138- 150.

[9] 王根林, 李玉梅, 李忠库, 等. 长期定位试验下土壤中微量元素研究进展[J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2004, 16(2): 22- 25.