

神府煤田大柳塔镇的土壤资源及其养分评价

王百群 张卫

(中国科学院西北水土保持研究所 陕西杨陵 712100)
水利部

摘 要 本文概述了神府煤田在柳塔镇辖区内的土壤类型及其分布和土壤的基本理化性质,并应用模糊综合指数法对区内土壤养分状况进行评价,表明河谷川道区及部分沟底地土壤养分充足;而盖沙丘陵区的长期耕种和培肥的土壤养分充足,但是不便于培肥的农地土壤以及稀疏草地土壤养分缺乏。根据养分的测定值及养分的模糊综合评价结果,提出了培肥土壤和提高土壤有效养分途径。

关键词 大柳塔镇 土壤资源 养分评价 模糊综合指数

The Soil Resources and Evaluation for the Soil Nutrient Level in Daliuta Township in Shifu Coal Field

Wang Baiqun Zhang Wei

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and the Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

Abstract The soil types, their distribution and their basic properties were presented. The soil nutrient levels were evaluated by means of the fuzzy comprehensive index (FCI). The results showed that the nutrient level of the soils in valley and the bottom of some gullies is higher. In the sand hilly region, the nutrient level of some soils is higher because of the long-term fertilization, but the nutrient level of both the soils inconveniently fertilized and the soil in sparse grass land is lower. Based on the soil nutrient contents and the results of evaluation, some ways are given to fertilize the soil and raise the available nutrients.

Key words daliuta township soil resources evaluation of nutrient level fuzzy comprehensive index (FCI)

1 前 言

大柳塔镇是神府煤田开发一、二期工程的核心地带之一,地下煤炭资源储量丰富,煤质优良,埋藏浅,开采方便。在该镇所辖区域内的乌兰木伦河河谷及沿岸地带以及一些支沟中会布有国营、地方乡镇及个体开办的不同规模的矿点。煤炭开发方兴未艾,已成为该镇的主导产业之一。然而,该区域地处水蚀风蚀交错地带,生态环境脆弱。在这样的自然条件下,要保证煤炭开发的持续发展,必须重

视生态环境的建设。在生态环境要素中,土壤是其中重要的因子之一。因此,认识该区内土壤的类型、分布及土壤资源的质量,不仅对于生态环境的建设与整治有着重要的意义,而且为保持和培肥土壤,合理利用土壤以及建设给煤田服务的粮、菜和果品基地提供依据。

2 自然概况

大柳塔镇位于神木县的东北角,乌兰木伦河的左岸,与内蒙接壤。大柳塔镇管辖14个行政村,总面积为374.3km²[1]。华能精煤公司神府分公司的总部设在大柳塔。目前,大柳塔已成为重要的煤炭基地。

该地区处在沙盖黄土丘陵区,为沙漠区和黄土丘陵区的过渡地带。区内沙地连绵起伏,植被稀少,主要是一些沙生植物,风蚀严重,水蚀较轻。该镇内的河川区主要在石圪台,大柳塔、敏盖兔和何家塔等地的一些临近乌兰木伦河地带,地势较为平缓,向河左岸的盖沙丘陵区过渡明显。

本区为大陆性干旱半干旱气候,干燥多风,冬寒夏炎,冷热多变,温差悬殊。年降水量为340~400mm之间,秋季雨多而且集中,蒸发量大。自然灾害频繁,生态环境脆弱。

本区内的成土母质主要有风积沙,冲积物和洪积物,它们分别分布在风沙区,河川区及筑有淤地坝的沟道中。另外,还有黄土母质及一些基岩风化残积物作为母质。

3 主要土壤类型及其分布

3.1 黑垆土

根据土壤的地带性分布规律,本区为黑垆土分布地带,但现已没有小面积残留,只是一些低平洼地及集水盆地的边缘处有零星分布。盖沙丘陵区的黑垆土多呈残墩状。

3.2 风沙土

该土壤属非地带性土壤,是发育在风积沙母质上的幼年土,分布在该区内盖沙丘陵区的广大地区,有流动的,半固定的和固定的。固定风沙土和半固定风沙土交错分布。其中固定风沙土分布在平缓沙地,已被耕种利用,成为该区主要的农业土壤。

3.3 新积土

指新近冲积淤积而成的幼年土壤,主要分布在本区内的乌兰木伦河沿岸以及主沟、干沟和支沟局部地段。在河流沿岸的河床附近,形成沙质新积土,而远离河床的阶地则形成壤质新积土。

3.4 潮沙土

发育在湖积或风积沙母质上,受地下水影响而被人为耕种熟化而形成的土壤。分布在本镇的布袋壕村的下湿地一带。

3.5 绵沙土

发育在黄土母质上,经人为耕种而形成的土壤。主要分布在时令梁一带。

4 土壤的基本性质

4.1 土壤的物理性质

4.1.1 土壤质地 土壤质地受成土母质,成土过程等多种因素的影响,它是反映土壤物理性状的重要指标,影响土壤肥力状况及耕作性能。土壤受地的粗细与土壤的通气性和持水性能等有关,根据神木县的土壤普查资料[2],该区内大多数土壤的砂粒(0.05~1.00mm)含量为80%~89%,物理性粘粒的含量为10%~12%,由此可见,土壤的质地较粗,土壤通气性强,透水性好,但是持水能力差,不利于保存水分。

4.1.2 土壤结构 土壤结构是影响土壤水、肥、气、热的主要因素。由以上知,该区土壤中以砂粒含量为主,因此,土壤结构差,易遭风蚀。

4.2 土壤的化学性质

土壤的化学性质直接影响着土壤肥力及植物的生长和发育状况等。

4.2.1 土壤 pH pH 是反映土壤酸碱性的指标。本区内土壤的 pH 为 8.0~8.6(表1),其中沙柳地和沙蒿地土壤的 pH 最高。

4.2.2 土壤的碳酸盐 土壤碳酸盐的含量与成土母质、成土过程和气候等因素有关。本区地处干旱半干旱区,成土母质的风积沙为主。该区内土壤的碳酸钙含量为 0.6%~5.4%(表1)。沙柳地和沙蒿地土壤的碳酸钙含量在 1% 以下,含量最低。

4.2.3 土壤有机质 土壤有机质是土壤肥力的物质基础,是作物所需要营养元素的重要来源。本区土壤有机质的含量为 0.2%~5.2%,相差悬殊。其中河谷川道及沟底地的土壤中有有机质含量高,而盖沙丘陵区中的含量相对较低(表1)。

4.2.4 土壤的全量养分与速效养分 土壤中的全量养分是作物营养的源泉,但是全量养分只是表明土壤潜在养分的状况,而不能完全表明土壤对作物的养分供应。土壤速效养分的含量则反映土壤供给作物养分的能力。就本区的全量养分来说,全氮含量为 0.0128%~0.106%,变化较大。由表1知,分布在河谷川道、沟底及部分盖沙丘陵区的土壤如敏盖兔、母河沟和召圪台等地,由于长期耕种和人工培肥,土壤全氮含量较高;而半固定的风沙土(如召圪台沙柳地和前柳塔水蒿地的风沙土)全氮含量最低。全磷含量为 0.05%~0.12%(表1)。河谷川道及沟底地土壤全磷的含量高于盖沙丘陵区的含量。土壤全钾的含量在 1.8%~2.2% 之间,变幅较小。

表1 土壤主要化学性质与养分含量

地貌类型	采样点	土壤	pH	CaCO ₃ (%)	有机质 (%)	养分全量(%)			有效养分(mg/kg)		
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P	K
河谷川道	石圪台农地	风沙土	8.40	3.39	5.25	0.0948	0.101	1.83	74.5	4.1	83.2
	敏盖兔农地	新积土	8.40	2.42	3.17	0.106	0.126	1.94	82.4	7.3	101.4
	何家塔农地	新积土	8.06	3.63	3.13	0.0998	0.123	1.93	69.5	2.0	75.1
沟道	哈拉沟	新积土	8.48	3.75	1.37	0.0555	0.0948	2.01	57.9	1.1	53.1
	田河沟	新积土	8.20	3.81	4.00	0.0850	0.120	1.89	124.5	26.2	163.8
	双沟	新积土	8.48	2.90	3.48	0.0839	0.101	1.99	61.2	1.6	58.4
盖沙丘陵区	布袋壕农地	潮沙土	8.58	2.48	1.68	0.0780	0.0992	2.06	66.9	14.1	73.5
	召圪台	风沙土	8.14	3.69	1.68	0.0845	0.815	1.99	163.9	3.7	143.4
	丁家渠农地	石质土	8.49	0.85	0.38	0.0245	0.0875	2.05	32.1	0.00	22.4
	时令梁农地	绵沙土	8.33	5.44	0.51	0.0315	0.0703	1.95	32.8	3.0	103.1
	油房梁农地	绵沙土	8.30	1.45	0.53	0.0339	0.0593	1.96	31.8	0.91	68.1
	召圪台沙柳地	风沙土	8.63	0.67	0.22	0.0128	0.0644	2.11	11.3	2.2	47.7
	前柳塔沙蒿地	风沙土	8.60	0.85	0.39	0.0256	0.0637	2.24	25.8	0.00	37.5

本区土壤有效氮的含量与全氮含量有着良好的正相关性($r=0.719^{**}$, $n=13$)(表1)。大多数农地土壤有效氮含量在 50mg/kg 以上,而沙柳地和沙蒿地风沙土有效氮的含量最低。土壤有效磷和有效钾的含量分别与全磷和全氮的含量相关性差。尽管部分土壤的全磷和全钾含量高,但是有效磷和有效钾的含量却低(表1)。就这三种有效养分含量来看,该区土壤有效磷的含量普遍低。

5 主要土壤养分状况的评价

土壤资源是生态环境中的重要因素,也是农业生产的基础。因此,不仅应该搞清土壤资源的数量,还要了解其质量状况。土壤的养分含量是表征土壤质量的重要指标之一。本文借鉴水质评价方法中的模糊综合指数法^[3],对本区域内主要土壤的养分状况进行综合评价。以指导合理培肥土壤及土壤的合理利用。

5.1 评价方法——模糊综合指数法(FCI)概述

设被评价的土壤样本为 U

$$U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\} \quad (1)$$

(1)式中 U_1, U_2, \dots, U_n 分别为参与评价的几个养分因子的数值。

养分丰缺的评价标准集为 \tilde{V}

$$\tilde{V} = \{V_1, V_2, \dots, V_m\} \quad (2)$$

(2)式中的 V_1, V_2, \dots, V_m 为与 U_i 相应的评价标准集合。

在给定 \tilde{V} 和 U 之后,样本的养分因子与评价标准之间的模糊关系可用模糊短阵 \tilde{R} 表示。

$$\tilde{R} = (r_{ij})_{n \times m} \quad (3)$$

r_{ij} 表示第 i 种养分的数值,可以被评第 j 类养分等级的可能性,表示 i 对 j 的隶属度。

由于 U_i 在所有因素中所起的作用不一样,因此,评价时 U_i 应取相应的权重系数 a_i ,得到样本 U 上模糊子集,即权重系数模糊向量 \tilde{A} 。

$$\tilde{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (4)$$

则土壤养分等级模糊综合评价结果为 \tilde{Y} 。

$$\tilde{Y} = \tilde{A} \cdot \tilde{R} \quad (5)$$

模糊综合指数(FCI)为:

$$FCI = \tilde{Y} \cdot S \quad (6)$$

(6)式中 S 为养分等级标准向量, $S^T = \{1, 2, \dots, m\}$ 。

根据 FCI 值,就可以评定土壤养分状况的等级。

5.2 评价过程和结果

在养分评价指标的选取上,这里选用土壤有机质,全氮、有效磷和有效钾作为评价指标。以石圪台农地土样为例来说明评价过程。

由表1中的结果可得到被评价土样的养分因素的集合。

$$U = \{5.25, 0.094, 8.4, 1.83, 2\}$$

评价标准是参考文献(4)中的黄土高原土壤养分丰缺指标来制定的(表2)。

表2 黄土高原土壤养分丰缺指标

养分项目	等 级				
	1	2	3	4	5
有机质(g/kg)	5.0	6.0	10.0	12.0	15.0
全 氮(g/kg)	0.25	0.35	0.50	0.75	1.00
速效磷(mg/kg)	2.0	3.0	7.0	10.0	15.0
速效钾(mg/kg)	40.0	50.0	70.0	100.0	150.0

模糊关系矩阵 \tilde{R} 中元素的取值,采用文献(5)中的方法来求。

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.21 & 0.79 \\ 0.00 & 0.73 & 0.27 & 0.00 & 0.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.56 & 0.44 & 0.00 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{有机质} \\ \text{全 氮} \\ \text{速效磷} \\ \text{速效钾} \end{matrix}$$

权重系数的计算采用文献(6)中的方法。

$$\tilde{A} = \{0.60 \quad 0.18 \quad 0.11 \quad 0.11\}$$

那么,模糊综合评价结果 \tilde{Y} 为:

$$\tilde{Y} = \tilde{A} \cdot \tilde{R} = (0.00 \quad 0.0803 \quad 0.0913 \quad 0.0862 \quad 0.742)$$

因为养分的丰缺等级为5级(表2),等级越高表明土壤养分含量越高。标准等级向量 S 为:

$$S^T = (1, 2, 3, 4, 5)$$

则模糊综合指数 FCI 为:

$$FCI = Y \cdot S = (0.00, 0.080\ 3, 0.091\ 3, 0.086\ 2, 0.742) \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix} = 4.49$$

按照上述评价方法和过程可得到13个土样的养分评价模糊综合指数(表3)。

表3 土壤养分模糊综合指数(FCI)

编 号	采样点	土壤	FCI	编 号	采样点	土壤	FCI
1	石圪台农地	风沙土	4.49	8	石圪台农地	风沙土	4.33
2	敏盖兔农地	新积土	4.62	9	丁家渠农地	石质土	1.00
3	何家塔农地	新积土	4.18	10	时令梁农地	绵沙土	2.75
4	哈拉沟	新积土	2.92	11	油房梁农地	绵沙土	1.77
5	母河沟	新积土	4.92	12	召圪台沙柳地	风沙土	1.24
6	双 沟	新积土	3.95	13	后柳塔沙蒿地	风沙土	1.02
7	布袋壕农地	潮沙土	4.44				

表4 养分丰缺等级与模糊综合指数(FCI)的对应

等 级	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	V
FCI 取值范围	1	1.1~2	2.1~3	3.1~4	4.1~5

表4的等级是与表2的等级相对应的,因此,结合表4,根据土壤养分模糊综合指数值就能反映出养分的丰缺等级。FCI 值越高,养分越充足。

由表3知,河谷川道区内的土壤养分 FCI 值(1,2,3号土壤)都大于4,根据表4,这些土壤划归为养分丰缺等级中的第Ⅴ等,说明这些地方的土壤,由于距村庄较近,培肥方便,土壤养分最足。调查中得知,在这些土壤上种植玉米,亩产可达500kg 以上。沟底地土壤因培肥程度不同,土壤养分等级有所差别。其中母河沟沟底土壤养分划归为Ⅴ等,双沟的划归为Ⅳ等,哈拉沟的划归为Ⅲ等。位于盖沙丘陵区的7和8号土壤,它们的 FCI 值大于4,可划归为第Ⅴ等,这些土壤距离村庄近,经过人工的长期耕种与培肥,土壤养分也很充足。但是9,11和10号农地土壤,距离村庄远,不便于培肥,土壤养分缺乏,分别可划归为Ⅰ等,Ⅱ等和Ⅲ等。12和13号土壤分别是沙柳地和沙蒿地的风沙土,处于半固定状态,其养分等级在Ⅱ等以下,养分最缺乏。

以上表明,在该区中,无论是河谷川道,沟底地的土壤,还是盖沙丘陵区的土壤,其固有的养分缺乏,但是经过人类长期耕种与培肥,就可成为养分充足的农业土壤。

6 土壤培肥

6.1 增加土壤有机质含量

根据土壤养分测定结果和综合评价结果,该区内养分缺乏的农业土壤中,有机质含量低,所以,应该增施有机肥,或实行草粮轮作,以增加土壤有机质含量。

6.2 施用磷肥

本区域内的土壤有效磷含量低,因此,应该在农业土壤上增施磷肥。

致谢:本文得到余存祖研究员、侯庆春副研究员和李锐副研究员的指导,戴鸣钧、刘耀宏高级实验师和东秋侠同志承担部分土壤分析项目,特致谢意。

参考文献

1 神木县土地管理局.神木县土地资源调查办公室编.神木县土地资源,西安地图出版社
2 神木县土壤普查办公室编.神木县土壤土地资源及其改良利用(上册)
3 邓峰.水质评价的一种新方法——模糊综合指数法.中国环境科学,1991,11(1)
4 贾恒义等.黄土高原地区土壤养分资源分区及其评价.水土保持学报,1994,8(3)
5 孙幼平等.模糊数学在水质综合评价中的应用.中国环境科学,1988,9(3)
6 傅兴启.地面水水质综合评价的一种新方法——水质标准级别法.中国环境科学,1988,8(2)