

宁南地区土壤矿质元素分布规律研究

常庆瑞 李新平 雷 梅 迟海峰

(西北农业大学资环系·陕西杨陵·712100)

摘 要 宁南地区土壤矿质元素的含量顺序为 $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{MnO} > \text{Zn} > \text{Cu}$, 其中硅、铝、铁、钛空间分布较均匀; 钙、镁、钾变异较大、空间分布不均匀。硅、钛、铜、锌、锰为残积母质 > 洪冲积母质 > 黄土母质; 铁、镁、钾为洪冲积母质 > 残积母质 > 黄土母质; 铝为洪冲积母质 > 黄土母质 > 残积母质; 钙为黄土母质最高, 残积母质很低。从山地 → 洪积扇 → 中上游阶地 → 中下游阶地, 硅、铜、锌、锰逐渐减少; 铝、镁、铁、钙、钾则不断增加。

关键词: 矿质元素 分布规律 成土母质 地貌类型

Distribution Law of Soil Mineral Elements in Southern Ningxia

Chang Qingrui Li Xinping Lei Mei Chi Haifeng

(Northwestern Agricultural University, 712100, Yangling, Shaanxi, PRC)

Abstract The content sequence of soil mineral elements in southern Ningxia is $\text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{CaO} > \text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{MgO} > \text{K}_2\text{O} > \text{MnO} > \text{Zn} > \text{Cu}$. The space distribution of Si, Al, Fe and Ti is relatively even. Ca, Mg, K, etc. have apparent variations and uneven space distribution. It shows that residual parent materials > deluvial parent materials > loess parent materials in Si, Ti, Cu, Zn and Mn element content; alluvial parent materials > residual parent materials > loess parent materials in regard to Fe, Mg, K; diluvial and alluvial parent materials > loess parent materials > residual parent materials; as to Al, diluvial and alluvial materials > residual materials > loess; and that Ca is highest in loess parent materials and lowest in residual parent materials. From mountain area to diluvial fan, to upper reaches terrace, to medium and lower reaches terrance, Si, Cu, Zn, Mn element content decreases gradually but Al, Mg, Fe, Ca, K increases continually.

Keywords: mineral elements; distribution law; parent materials of soil-forming; geomorphological types

土壤矿物质是非常重要的土壤物质, 它构成土壤的骨骼, 对土壤的结构性、交换能力、肥力状况等都有一定影响。了解和掌握土壤矿质元素的含量、迁移变化, 可以阐明土壤的发生发育

程度和理化性质, 以及对植物营养成分的供应状况。特别是植物生长所必需的一些微量元素, 成为限制农作物产量和控制产品质量的重要因素。因此, 在国家“八·五”重点科技攻关项目“宁南半干旱偏区农业持续综合发展研究”中, 进行了土壤营养障碍性分析。本文从宁南地区土壤矿质元素的含量和分布入手, 主要探讨各种元素与地形和母质之间的相互关系。

1 材料与方 法

1.1 供试土样

本研究供试土样采集于宁夏南部的固原、海原、同心、西吉、隆德和泾源等县, 分布在六盘山土石山地、黄土丘陵和河谷阶地等不同地貌类型和成土母质上。各样点均按 0~40cm 采集混合土样, 风干后用玛瑙研钵研磨, 过 0.125mm 尼龙筛备用。

1.2 测试项目与方法

本研究测定项目为土体矿质含量的硅、铝、铁、钛、钙、镁、钾、锰、铜和锌 10 种元素。其中铜、锌用浓盐酸—浓硝酸—高氯酸消煮熔融, 在原子吸收光谱仪上测定; 其它元素用碳酸钠熔融, 重量法测硅, 氟化钾取代 EDTA 容量法测铝, 邻菲罗啉比色法测铁, 变色酸比色法测钛, 原子吸收光谱法测定钙、镁、钾和锰。

对各种元素按母质类型和地貌差异分别进行统计分析, 求出均值(\bar{x})、标准差(S)和变异系数(C_v), 并对均值进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 土体矿质元素含量水平

宁南地区土壤矿物质中元素的含量水平和变化状况如表 1。

表 1 宁南地区土壤矿质元素统计特征值

元 素	均值 \bar{x}	标准差 S	变异系数 C_v (%)	极大值 X_{max}	极小值 X_{min}	$\frac{X_{max} - X_{min}}{\bar{x}}$
						(%)
SiO ₂	582.34	34.23	5.88	656.0	474.9	31.10
Al ₂ O ₃	115.12	4.71	4.09	125.2	105.9	16.77
Fe ₂ O ₃	48.04	2.61	5.43	53.4	42.9	21.88
TiO ₂	8.11	0.79	9.74	9.2	7.1	25.93
CaO	51.64	19.81	38.37	84.8	13.6	137.98
MgO	32.29	6.19	19.17	42.7	22.5	62.54
K ₂ O	31.48	3.64	11.56	39.1	23.7	48.89
MnO	0.85	93.9×10^{-3}	11.05	1.07	0.69	44.70
Cu	29.13×10^{-3}	4.03×10^{-3}	13.83	39.39×10^{-3}	22.24×10^{-3}	60.25
Zn	57.45×10^{-3}	7.27×10^{-3}	12.65	69.81×10^{-3}	43.76×10^{-3}	45.34

硅是宁南地区土壤含量最丰富的元素, 其次是铝, 它们与铁、钛一起构成较为稳定的成份。这四种元素的变异系数均在 10% 以下, 表明它们在该地区的分布均匀, 地区间的差异较小。

钙、镁、钾是宁南地区土壤含量中等的元素, 其氧化物含量在 $13.6 \sim 84.8 \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间,

它们的共同特点是变异系数较大($> 11.56\%$), 表明在该地区分布不均匀, 尤其是 CaO, 变异系数达到 38.37%, 差异非常明显。

铜、锌、锰是供试土壤中含量很低的元素, 合计含量不超过 $1.0\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$, 变化幅度则较大, 相对变幅 45% 以上, 变异系数在 10 ~ 15% 之间。表明它们在宁南地区分布不很均匀, 存在一定差异。

2.2 母质对土壤矿质元素的影响

宁南地区发育在不同母质上的土壤, 矿质元素的含量及其统计检验结果如表 2、表 3。

表 2 不同母质土壤矿质元素统计特征值

元 素 类 型	残积母质			洪冲积母质			黄土母质		
	均值	标准差	变异系数 (%)	均值	标准差	变异系数 (%)	均值	标准差	变异系数 (%)
SiO ₂	629.4	7.2	1.14	585.8	21.8	3.73	569.4	43.2	7.60
Al ₂ O ₃	108.7	2.8	2.60	115.9	3.5	3.33	115.8	5.7	4.93
Fe ₂ O ₃	46.3	1.0	2.16	49.5	2.2	4.37	46.2	1.9	4.04
TiO ₂	8.2	1.0	12.01	8.1	0.6	7.35	7.6	0.4	5.44
CaO	17.3	5.1	29.72	48.8	15.0	31.13	64.9	14.6	22.57
MgO	25.9	0.5	1.90	36.2	4.4	12.21	25.8	5.4	18.91
K ₂ O	30.9	1.1	3.40	33.9	2.6	7.68	28.2	2.6	9.34
MnO	0.93	0.083	9.01	0.88	0.093	10.57	0.79	0.062	7.90
Cu	34.85×10^{-3}	4.6×10^{-3}	13.20	29.33×10^{-3}	2.61×10^{-3}	8.89	26.91×10^{-3}	3.5×10^{-3}	13.03
Zn	62.61×10^{-3}	8.49×10^{-3}	13.65	59.05×10^{-3}	6.11×10^{-3}	10.34	53.70×10^{-3}	7.48×10^{-3}	13.92

表 3 不同母质元素含量 t 检验

母质类型	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	MnO	Cu	Zn
残积—洪冲积	3.36**	3.34**	2.46*	0.24	3.53**	4.04**	1.93	0.86	3.01**	0.88
残积—黄土	2.33*	2.70*	0.09	1.68	5.41**	0.03	1.72	3.26**	3.25**	1.78
洪冲积—黄土	1.30	0.06	4.02**	0.24	2.78*	5.47**	11.47**	2.81**	2.04	2.04

注: $t_{0.05} = 2.06$; $t_{0.01} = 2.79$; $n = 25$

供试土壤 SiO₂ 含量为残积母质 > 洪冲积母质 > 黄土母质, 其中残积母质与洪冲积母质之间 SiO₂ 含量达到差异极显著水平 ($t > t_{0.01}$ 下同), 残积母质与黄土母质之间差异达到较显著水平 ($t > t_{0.05}$), 而洪冲积母质与黄土母质之间则差异性不显著。

供试土壤 Al₂O₃ 含量为洪冲积母质 > 黄土母质 > 残积母质。检验得知: 残积母质与洪冲积母质之间 Al₂O₃ 差异极显著, 残积母质和黄土母质之间差异较显著, 洪冲积母质与黄土母质之间差异不显著。

供试土壤 Fe₂O₃ 含量以洪冲积母质最高, 残积母质次之, 黄土母质最低。由检验可知: 洪冲积母质与黄土母质之间差异性极显著, 残积母质与洪冲积母质之间差异较显著, 残积母质和黄土母质之间差异不明显。

不同母质类型的土壤, TiO₂ 含量差异不大, 经 t 检验知相互之间差异性不显著。

不同母质的土壤 CaO 含量差异极大, 黄土母质的高达 64.9g/kg, 洪冲积母质 48.8g/kg, 残积母质仅 17.3g/kg。其中残积母质与洪冲积母质、黄土母质之间的差异都达到极显著水平。

供试土壤 MgO 和 K_2O 含量在不同母质上的变化规律相同,均表现为洪冲积母质> 残积母质> 黄土母质。检验结果是:洪冲积母质与黄土母质之间二者都达到差异极显著水平,残积母质与黄土母质之间差异都不显著,残积母质与洪冲积母质之间, MgO 差异显著, K_2O 差异不显著。

供试土壤中 Cu , Zn 和 Mn 含量都是残积母质> 洪冲积母质> 黄土母质。其中在残积母质与洪冲积母质之间, Cu 含量差异极显著, Zn 和 Mn 差异不显著;残积母质与黄土母质之间, Cu 和 Mn 含量差异极显著, Zn 含量差异不显著;洪冲积母质与黄土母质之间, Mn 含量差异极显著, Cu 和 Zn 差异都不显著。

2.3 地貌对土壤矿质元素的影响

分布在不同地貌类型上的土壤,矿质元素的含量如表 4 所示。

表 4 不同地形土壤矿质元素分布

地貌类型		g/ kg								g/ kg	
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O	MnO	Cu	Zn
		(mg/ kg)									
土石山地		629.4	108.7	46.3	8.2	17.3	25.7	30.9	0.93	34.85	
河谷阶地	洪积扇	593.8	112.6	47.6	8.0	33.0	32.4	32.1	0.95	30.13 60.97	
	上游阶地	58.25	118.1	50.1	8.2	54.0	37.5	33.1	0.89	31.00 62.13	
	中游阶地	577.9	117.0	51.4	8.4	58.7	38.2	35.5	0.83	28.17 56.51	
	下游阶地	582.4	118.2	51.2	8.0	58.7	40.2	37.2	0.80	26.64 53.68	
黄土地貌	梁峁盖地	583.1	105.9	44.9	7.7	84.8	27.0	26.4	0.69	24.01 43.76	
	梁峁坡地	582.3	113.4	46.8	8.0	48.9	26.3	26.6	0.85	29.25 55.69	
	沟谷(坡)	575.0	118.1	45.6	7.6	69.2	28.7	28.9	0.80	27.92 57.75	
	生土梯田	574.6	117.9	44.4	7.1	79.3	26.4	28.5	0.75	24.13 50.76	
	熟土梯田	474.9	125.2	50.2	7.5	67.1	42.6	34.2	0.75	23.13 49.52	

供试土壤 SiO_2 含量在土石山地和河谷地区,由丘陵山地——山前洪积扇——中上游阶地——中下游阶地呈递减分布;在黄土地貌,梁峁顶部 梁峁坡地> 沟谷(谷) 生土梯田> 熟土梯田。

土壤中 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 含量在土石山地和河谷地区,由丘陵山地——山前洪冲积扇——中上游阶地——中下游阶地呈递增分布;在黄土地貌上,除熟土梯田含量较高外,其它地形上含量较低,且差异不很明显。

供试土壤中 CaO , MgO , K_2O 的含量在土石山地和河谷地区,由丘陵山地——洪积扇——中上游阶地——中下游阶地呈递增分布,形成明显的低处丰富,高地贫瘠现象。黄土地貌上因受侵蚀影响,规律不明显。

Cu , Zn , Mn 的含量在土石山地和河谷地区,基本上表现为丘陵山地——山前洪积扇——中上游阶地——中下游阶地,呈递减分布的趋势;在黄土地貌上,由梁峁坡地——沟谷——生土梯田——熟土梯田,呈递减分布,但在梁峁顶部却含量较低。

(下转第 22 页)

4 结 语

(1) 降雨侵蚀是雨滴击溅和径流冲刷相互作用的结果, 只重视冲蚀形式的防护和治理是不够的, 还要注意控制雨滴击溅的侵蚀作用。此次我们注重观测和分析了降雨击溅侵蚀及其影响因素, 但限于观测试验和资料条件, 目前还难以定量表达溅蚀量及其过程。

(2) 本文提出的山丘区小流域降雨侵蚀产沙模型是在理论分析和统计分析的基础上建立的, 经福山、文登两个试验小流域的年、次降雨泥沙资料检验, 证明该模型可以较好地模拟河流产沙量, 实现了用侵蚀力因素推求流域产沙量的目的, 可以达到实用要求。若流域面积较大, R 值空间分布的均匀性较差, 因此只适用于中小流域。此外, 由于该模型对下垫面因素考虑的比较少, 尤其是对地表产流影响较大的土壤含水量等因素的变化没有考虑, 造成部分模拟结果误差较大。另一方面, 若考虑因素太多, 势必造成应用的困难, 这也是制约成因模型发展的重要原因。

参 考 文 献

- 1 王中等. 中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布. 水土保持学报, 1995, 9(4): 5~18.
- 2 哈德逊 N W 著, 窦葆璋译. 土壤保持. 北京: 科学出版社, 1975

(上接第 10 页)

3 结 论

宁南地区土壤矿质元素的含量受母质和地貌影响较大, 且不同母质的元素受影响的方式和程度不同。

(1) 母质和地貌的差异对硅、铝、铁等元素影响甚微, 含量差异不很显著; 而对钙、镁等元素的影响较强烈, 含量差异显著。

(2) 钙、镁、钾等元素受淋溶和径流作用明显, 在残积母质和地貌高处, 淋溶减少, 含量降低; 在冲洪积母质和地形相对低洼处沉降富集, 含量增高。

(3) 铜、锌、锰等微量元素是较难风化和淋溶的元素, 在岩石风化和土壤形成过程中, 很少进入风化液和富集在较细的土粒, 随着细粒物质和易溶性元素的淋洗冲刷和迁移输出, 它们在地势较高和残积母质上相对富集, 形成残积母质 > 洪冲积母质 > 黄土母质; 山地 > 洪积扇 > 中下游阶地的分布规律。同时, 母质对锌、锰的影响比地形的影响显著。

(4) 土壤中硅、铝、铁含量主要受风化作用和成土过程的控制, 在成土环境稳定、发育时间长的熟土梯田、河流阶地等地区, 铁、铝含量增加, 硅则减少。同时, 该地区土壤的硅、铝、铁空间分布差异较小; 硅含量高, 铁铝含量低, 硅铝铁率很高, 即土壤风化发育程度低, 仍处在脱盐基的初级化学风化阶段。

参 考 文 献

- 1 唐丽华等. 黄壤中微量元素的含量和分布. 土壤学报, 1983, 20(2): 186~196
- 2 彭琳等. 黄土地区土壤中锌的含量分布、锌肥肥效及其有效施用条件. 土壤学报, 1983, 20(4): 361~372
- 3 沈碧贞等. 天津地区土壤中若干元素的含量与机械组成. 土壤学报 1983, 20(4): 440~444