

北京山区土壤粒径分布分形维数特征

曾宪勤¹, 刘和平¹, 路炳军², 王秀颖¹, 杨威¹

(1. 地表过程与资源生态国家重点实验室, 北京师范大学地理学与遥感科学学院, 北京 100875; 2. 北京市水土保持总站, 北京 100038)

摘 要: 分形是许多自然事物和现象的客观特征之一, 土壤颗粒具有一定的分形特性。基于抽样调查的方法, 应用土壤颗粒的体积分布计算了北京山区 195 个土壤样品的粒径分布分形维数。统计结果表明, 研究区的土壤质地主要是粉砂土、粉砂壤土、砂壤土、壤砂土、砂土, 土壤质地偏粗, 分形维数介于 2.23~2.69 之间, 总体偏低。结合已有研究成果分析表明, 土壤粒径分布分形维数随质地的粗细程度发生明显变化。质地越粗分形维数越小, 质地越细分形维数越大。土壤粒径分布分形维数与土壤砂粒含量呈显著负相关, 与土壤粉粒含量呈显著正相关, 与粘粒含量呈显著对数关系。土壤粒径分布分形维数与土壤容重呈显著负相关。研究结果表明土壤粒径分布分形维数可以作为判断土壤质地差异的重要指标。

关键词: 粒径分布; 分形维数; 北京山区; 土壤质地; 容重

中图分类号: S152.3

文献标识码: A

自相似性和分形是许多自然事物和现象的客观特征, 土壤是一种由不同颗粒组成、不规则形状和自相似结构的多孔介质, 具有一定的分形特性^[1-4]。Mandelbrot 首先建立了二维空间的颗粒大小分形特征模型^[1]。Tyler^[5]在此基础上进行了推广, 建立了三维空间的粒径分布分维模型。由于无法快速而准确的测定土壤粒径分布的体积和数量, Tyler 等^[6]和杨培岭等^[7]分别通过假设不同的土壤粒级具有相同的密度等条件, 用土壤质量来代替土壤的体积, 推导出计算土壤粒径分布分形维数的重量分布模型。

该模型被许多学者应用于土壤物理特征研究^[8-11], 研究结果表明: 土壤粒径分布分维不仅能够表征土壤粒径大小, 还能反映质地的均一程度以及土壤的通透性^[12]。分形维数与沙质荒漠化的土壤有机质含量以及指示植物的重要值显著相关; 土壤粒径分布分形维数还可以用来模拟和预测土壤水分特征^[13]。侯春梅等^[14]研究了黄土粒度分维与干密度、孔隙比、湿陷系数之间的定量关系, 指出黄土粒径分维值可以定量表征黄土的物理水理性质, 并

认为分形维数与地形地貌、水文和气候等因素一样可以作为自然区划的一个主要指标。但是随着研究的不断深入, 不同粒级的颗粒有相同的密度的假设受到一些学者的质疑^[15]。随着激光衍射技术的发展和运用, 土壤颗粒体积分布测定可以相对精确快速的得到^[16], 应用土壤颗粒体积分布来计算分形维数成为现实^[17]。近年来, 关于北京山区土壤的粒径分布分形维数的相关研究还没有报道。

随着山区土地的利用和开发, 了解该地区土壤粒径的分维特征, 可以为北京山区土壤的其他物理属性研究提供重要参数, 并为山区土地利用开发提供依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

密云县位于北京市东北部, 46°23'~46°51'N, 116°50'~117°03'E, 属于典型的北方石质山区^[18]。仅县城南部为开敞的冲积平原, 海拔 45~1730 m,

收稿日期 (Received date): 2007-08-20; 改回日期 (Accepted): 2007-11-30.

基金项目 (Foundation item): 国家科技支撑计划“水土流失动态检测与评价关键技术” (2006BAD09B05)。[Key Technologies R & D Programme “Soil and Water Loss Dynamic Survey and Key Appraise Technique” (No. 2006BAD09B05)]

作者简介 (Biography): 曾宪勤 (1980-), 男, 辽宁抚顺人, 博士研究生, 主要从事土壤侵蚀方面研究。[Zeng Xianqin (1980-), male, born in Fushun, Liaoning. Doctor student. Researching fields: soil erosion. E-mail: Cheng_1214@163.com]

山地面积占全县面积的 80%。密云县属于暖温带半湿润、半干旱大陆性季风气候。全年降雨量 600 ~ 700 mm, 主要集中在 6 月中旬至 9 月上旬。县区北部群山起伏, 地势较高, 主要为棕壤、褐土, 占全县面积的 90% 左右, 县南部地形开阔, 较为平坦, 主要为潮褐土、潮土分布区, 占全县面积的 10% 左右^{[1], [2]}。

1.2 土壤粒径分布分形维数 (D) 的计算方法

假定具有自相似结构的多孔介质土壤由不同大小的颗粒所组成, 在二维平面中, 大于某一特征尺度 R 的颗粒所占有的面积 A 为^[3]

$$A(r > R) = C_a \left[1 - \left(\frac{R}{\lambda_a} \right)^{2-D} \right] \quad (1)$$

式中 r 为测定尺度; C_a 、 λ_a 为常数, 与颗粒带大小、形状有关。

将 (1) 式推广到三维空间, 则大于某一种特定粒径 R_i ($R_i > R_{i-1}$, $i = 1, 2, 3, \dots$, 随着下标的增加粒径逐渐减小) 的土粒构成的体积 V 为

$$V(r > R) = C_v \left[1 - \left(\frac{R}{\lambda_v} \right)^{3-D} \right] \quad (2)$$

式中 C_v 、 λ_v 为常数, 与颗粒大小、形状有关。

根据公式 (2) 颗粒的总体积 V_T 可表示为^[10]

$$V_T(r > 0) = C_v \left[1 - \left(\frac{0}{\lambda_v} \right)^{3-D} \right] = C_v \quad (3)$$

由 (2) 式和 (3) 式可得到

$$\frac{V(r > R)}{V_T} = 1 - \left(\frac{R}{\lambda_v} \right)^{3-D} \quad (4)$$

当 $R = R_L$ 时, $V(r > R) = 0$ 因此 $V(r > R) / V_T = 0$ 此时 $\lambda_v = R_L$

$$\frac{V(r < R)}{V_T} = \left(\frac{R}{R_L} \right)^{3-D} \quad (5)$$

上式两边取对数, 生成不同粒径等级和对应的累积体积含量分布的对数曲线, 根据最小二乘法对回归曲线进行拟合, 则该直线斜率为公式 (5) 中的 $3-D$, 从而可以得到分形维数 D 。

1.3 样点布设与采样方法

本研究采用抽样调查法^[19, 20], 依据高斯分带投影划分网格, Y 轴方向由中央经线向两侧划分, X 轴方向以赤道为起点^[21], 一级区域网格大小为 50 km × 50 km; 二级区是将一级区域划分为 25 个 10 km × 10 km 的网格, 二级区进一步化分为 4 个 5 km × 5 km 的网格, 作为抽样控制区, 即每个控制区必须有

一个抽样。将抽样控制区域进一步划分为 25 个 1 km × 1 km 的网格, 为了保证抽样的随机性和抽样率, 选择中心位置的 1 km × 1 km 的范围作为基本抽样单元。提取密云县内的基本抽样单元共 84 个。山区的土壤样点选择在基本抽样单元内的小流域 (面积为 0.25 ~ 1 km²), 根据地形特征的变化, 兼顾山区土地利用类型的分布, 每个小流域选择 3 个土壤样点, 少数地貌类型及土地利用类型单一的抽样区选择 1 ~ 2 个土壤样点。平原区是在基本抽样单元内随机选择 3 个土壤样点。每个样点采集耕层 0 ~ 20 cm 的土壤 1 kg 左右混合, 共采集样本数 195 个, 另外应用环刀法测定每个样点土壤的容重, 三个重复。土壤样品实验室内风干后, 研磨过 2 mm 筛, 混合均匀, 每个样品取 0.5 g 进行机械组成分析。土壤的机械组成使用英国的马尔文公司生产的 Master Size 2000 型激光粒度仪测定。以美国制粒径分级标准输出测试结果: 2 ~ 1 mm; 1 ~ 0.5 mm; 0.5 ~ 0.25 mm; 0.25 ~ 0.1 mm; 0.1 ~ 0.05 mm; 0.05 ~ 0.002 mm; < 0.002 mm。

2 结果与分析

2.1 土壤粒径分布分形维数与土壤质地的关系

根据 Tyler 等^[6] 分形维数计算公式, 计算得到 195 个土壤样品的分形维数 D , 为了分析土壤质地与分形维数的关系, 对照美国土壤质地分类三角表^[22], 对土壤样品进行质地划分, 结果见表 1。

统计所有土壤样本的分形维数值, 结果显示北京山区的土壤粒径分布分形维数分布在 2.23 ~ 2.69 间。按照质地类型统计土壤粒径分布分形维数, 结果见表 2。

研究区主要的土壤质地类型是粉砂土、粉砂壤土、砂壤土、壤砂土和砂土, 其中粉砂壤土、砂壤土、壤砂土三种质地类型的土壤所占比例较大, 分别是 43.6%、20%、33%, 土壤质地普遍偏粗。对 5 种质地类型的土壤分形维数值进行均值 t 检验。结果表明除了砂土与壤砂土和粉砂土与粉砂壤土之间, 分形维数均值差异不明显外, 其他几种质地的土壤分形维数均值之间存在显著差异。不同质地的土壤分形维数平均值大小关系为: 粉砂壤土 (粉砂土) > 砂壤土 > 壤砂土 (砂土)。

1) 北京市农业科学院, 北京土壤。

2) 北京市土壤普查办公室, 密云县土壤普查资料。

表 1 部分土壤样本的颗粒分布及分形维数值

Table 1 The particle-size distribution characteristic and Dimension value

土样点 Sample No	土壤质地 Soil texture	土壤颗粒分级 (μm)							分形维数 (D)
		1 000~ 2 000	500~ 1 000	250~ 500	100~ 250	50~ 100	2~ 50	< 2	
AA17- 2	粉砂壤土	1. 40	11. 41	8. 15	5. 03	9. 00	59. 87	5. 15	2. 584 0
AC21- 2	粉砂壤土	2. 04	6. 29	4. 31	7. 29	18. 04	55. 94	6. 08	2. 603 4
A116- 1	粉砂壤土	3. 31	14. 07	8. 73	3. 37	5. 58	54. 21	10. 74	2. 687 8
AM13- 2	粉砂壤土	11. 59	9. 71	2. 11	4. 28	10. 15	57. 97	4. 19	2. 564 6
AK14- 1	粉砂壤土	0. 06	3. 16	6. 29	9. 32	12. 40	63. 13	5. 63	2. 506 3
AD14- 2	壤砂土	6. 14	17. 05	19. 31	20. 38	9. 54	25. 17	2. 41	2. 451 6
AD15- 2	壤砂土	0. 75	8. 41	14. 69	30. 89	21. 24	22. 56	1. 46	2. 367 4
AD17- 1	壤砂土	1. 86	8. 25	9. 83	25. 22	22. 80	29. 29	2. 74	2. 467 1
AD17- 2	壤砂土	2. 31	17. 00	20. 11	18. 59	10. 14	27. 67	4. 18	2. 528 8
AE13- 1	壤砂土	3. 06	9. 37	13. 92	23. 37	17. 30	31. 41	1. 57	2. 393 7
AF18- 1	砂壤土	0. 30	6. 71	11. 43	13. 58	13. 90	49. 20	4. 89	2. 565 7
AF19- 1	砂壤土	2. 17	12. 44	14. 59	14. 65	14. 47	37. 65	4. 03	2. 533 5
AE18- 2	砂壤土	0. 29	4. 80	13. 21	25. 67	18. 42	34. 55	3. 06	2. 485 1
AE18- 3	砂壤土	0. 05	3. 19	8. 23	19. 71	24. 28	40. 60	3. 94	2. 526 8
AG14- 1	砂壤土	0. 38	9. 64	15. 87	17. 62	13. 03	39. 50	3. 96	2. 529 2
AE14- 1	砂土	12. 03	29. 77	23. 77	13. 80	6. 09	13. 51	1. 05	2. 327 5
AG18- 3	砂土	4. 44	12. 99	13. 98	16. 28	18. 62	31. 27	2. 43	2. 458 6
A114- 1	砂土	3. 86	11. 89	24. 28	33. 72	11. 22	14. 25	0. 78	2. 265 3
AD13- 2	砂土	1. 70	17. 57	28. 49	28. 39	9. 81	13. 43	0. 62	2. 232 4
AD13- 3	砂土	1. 70	13. 76	24. 63	32. 14	12. 17	14. 69	0. 91	2. 287 0

表 2 不同质地的土壤分形维数统计结果

Table 2 The Statistic of different soil texture Fractal Dimension

土壤质地 Soil texture	样本数 N	最小值 Min	最大值 Max	平均值 Mean	标准差 Std. Deviation
砂土	4	2. 235 4	2. 458 6	2. 332 0	0. 093 2
壤砂土	65	2. 238 3	2. 640 9	2. 494 6	0. 084 5
砂壤土	39	2. 317 7	2. 563 7	2. 405 5	0. 063 5
粉砂壤土	85	2. 421 9	2. 687 8	2. 549 5	0. 058 6
粉砂土	2	2. 412 1	2. 549 5	2. 480 8	0. 097 1

为了进一步分析土壤粒径分布分形维数与土壤质地之间的关系, 根据土壤质地划分中的砂土、壤土、粘土三个级别 (同一质地类型的多个样本求均值), 统计了部分已有研究成果^[7-11]中的土壤质地与分形维数 (图 1)。

从分形维数与质地之间的关系可以看出 (见图 1), 土壤粒径分布分形维数随着土壤质地的粗细程度发生明显变化。土壤质地越细分形维数越大, 土壤质地越粗分形维数则越小。土壤质地一方面反映

了岩石风化、地质沉积过程, 以及成土的特征; 另一方面又是影响土壤性质, 以及耕作性能的重要因素, 它和农业生产有着非常紧密的联系。砂土是砂粒占优势、土壤中的大孔隙多, 毛管孔隙少, 因此砂土通气、透水性强、保水和蓄水性能弱; 壤土的特点是砂粒、粉粒、粘粒的含量比较适中, 不仅通气、透水性良好, 而且蓄水、保肥与供肥性能强, 温度稳定, 耕作性能好; 粘土孔径细小, 土壤透水、通气性差, 质地粘重^[24]; 因此土壤粒径分布分形维数可以作为评价土

壤质地差异的一个指标。

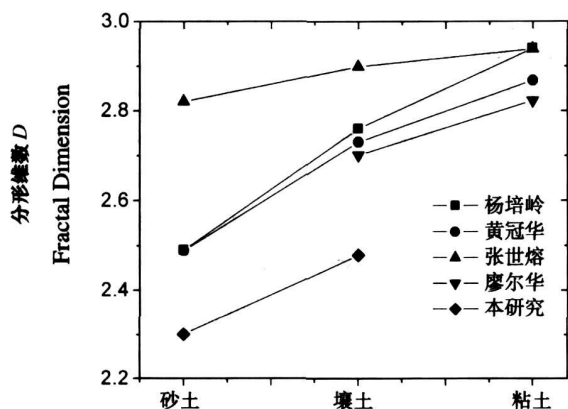


图 1 土壤质地与分形维数的关系

Fig. 1 The relationship of soil texture and Fractal Dimension

2.2 土壤粒径分布分形维数与土壤颗粒含量之间的关系

从分形维数的计算方法来看, 分形维数与土壤颗粒级由小到大的累积含量有关^[10]。但是已有研

究结果表明, 分形维数与土壤颗粒含量之间存在关系各不相同。应用统计软件对分形维数与土壤颗粒含量(砂粒、粉粒、粘粒)进行回归分析, 结果见图 2~图 4。

从图 2 图 3 中可以看出, 土壤粒径分布分形维数与砂粒含量呈负相关、与粉粒含量呈正相关。应用回归分析得到, 土壤粒径分布分形维数与砂粒含量、粉粒含量之间的相关系数分别是 -0.5714 0.5495 都通过了 99.9% 的显著检验。分析土壤粒径分布分形维数与粘粒含量之间的关系发现, 土壤粒径分布分形维数与粘粒含量呈强正相关关系, 其相关系数达到 0.99 通过了 $P < 0.01$ 的双尾检验, 该结果表明应用 Tyler 公式法计算得到的土壤粒径分布分形维数值受土壤细颗粒含量的影响较为显著。并且分形维数的大小也受土壤最大粒径级别的影响。由图 4 可以看出当粘粒含量一定时土壤最大粒径越大, 分形维数则越大。土壤颗粒分布分形维数在一定程度上可以表征土壤质地的均一程度。

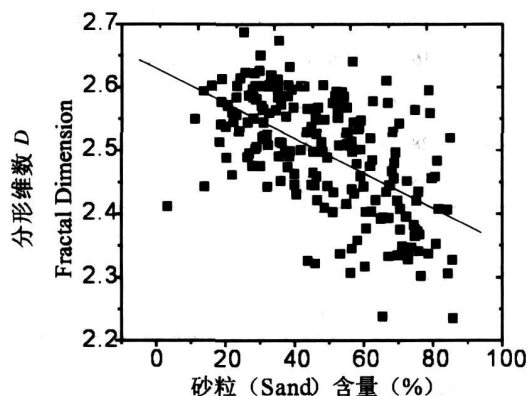


图 2 砂粒含量与分形维数的关系

Fig. 2 Sand content(%) and fractal dimension

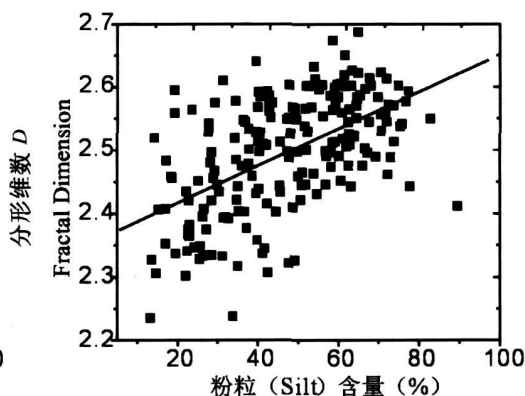


图 3 粉粒含量与分形维数的关系

Fig. 3 Silt content(%) and fractal dimension

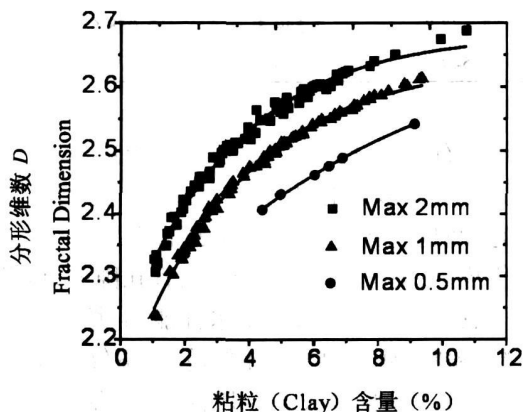


图 4 粘粒含量与分形维数的关系

Fig. 4 Clay content(%) and fractal dimension

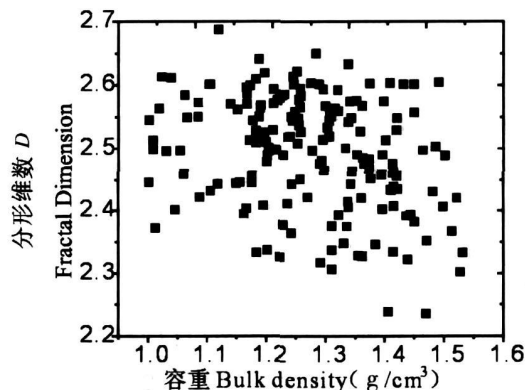


图 5 容重与分形维数的关系

Fig. 5 Bulk density and fractal dimension

2.3 分形维数与土壤容重之间的关系

土壤颗粒组成是构成土壤结构重要的基础物质,一定程度上会影响表征土壤结构状况的指标,如容重^[11]。因此本研究对分形维数与土壤容重之间的关系进行了分析。从北京山区土壤容重与土壤粒径分布分形维数的关系图(图 5)来看,两者之间的关系不十分明显,但应用回归分析发现,两者之间存在负相关,相关系数为 -0.292 通过了 99.9% 的显著性检验。

3 结论

本研究应用土壤颗粒体积分布含量计算了北京山区 195 个土壤样品的粒径分布分形维数。统计结果表明,研究区主要的土壤质地类型是粉砂土、粉砂壤土、砂壤土、壤砂土和砂土,其中粉砂壤土、砂壤土、壤砂土三种质地类型的土壤所占比例较大,土壤粒径分布分形维数值介于 2.23~2.69 间,分形维数偏低。结合已有研究成果分析得到,土壤粒径分布分形维数随土壤质地的粗细程度发生明显变化。土壤粒径分布分形维数随土壤质地的变细而增大,随土壤质地的变粗而减小。该结果表明土壤粒径分布分形维数可以作为判断土壤质地差异的重要指标。

土壤粒径分布分形维数与土壤砂粒含量呈显著负相关,与土壤粉粒含量呈显著正相关,相关系数分别是 -0.5714 和 0.5495 都通过了 99.9% 的显著检验。土壤粒径分布分形维数与粘粒含量呈强正相关关系。土壤颗粒含量中最大粒径级的差异也会影响到分析维数的大小,当粘粒含量一定时土壤最大粒径级越大,分形维数则越大,该结果表明土壤颗粒分布分形维数在一定程度上可以表征土壤质地的均一程度。通过分析分形维数与土壤容重之间的关系发现,两者之间存在显著负相关。

参考文献 (References)

- [1] Mandelbrot B. B. The fractal geometry of nature [Z]. W. H. Freeman New York, 1983
- [2] Turcotte D. L. Fractal fragmentation [J]. *J. Geography Res*, 1986, 91 (12): 1921~1926
- [3] Rieu M, Sposito G. Fractal fragmentation, soil porosity and soil water properties application [J]. *Soil Sci Am. J.*, 1991, 55: 1231~1238
- [4] Li Bao-guo. The Application and model of Fractal theoretics in the soil science [J]. *Advances in Soil Science*, 1994, 22(1): 1~10 [李保国. 分形理论在土壤科学中的应用及其模型 [J]. 土壤学进展, 1994, 22(1): 1~10]
- [5] Tyler SW, Wheatcraft S W. Application of fractal mathematics to soil water retention estimation [J]. *Soil Science Soc Am. J.*, 1989, 53: 987~996
- [6] Tyler SW, Wheatcraft SW. Fractal scaling of soil particle-size distribution Analysis and limitations *Soil Sci Soc Am. J.*, 1992, 56: 362~369
- [7] Yang Pei-ling, Luo Yan-pei, Shi Yan-chun. Token soil Fractal characteristic with soil particle-size distribution [J]. *Science Bulletin*, 1993, 38: 1896~1899 [杨培岭, 罗远培, 石元春. 用粒径的重量分布表征的土壤分形特征 [J]. 科学通报, 1993, 38: 1896~1899]
- [8] Huang Guan-hua, Zhan Wei-hua. Fractal characteristic and application of soil particle [J]. *Acta Palologica Sinica*, 2002, 39(4): 490~497 [黄冠华, 詹卫华. 土壤颗粒的分形特征及其应用 [J]. 土壤学报, 2002, 39(4): 490~497]
- [9] Cheng Xian-fu, Shi Xue-zheng, Wang Hong-jie. Fractal characteristics of Particle of arable layers in hilly region of red soil [J]. *Acta Geographic Sinica*, 2003, 23(5): 617~621 [程先富, 史学正, 王洪杰. 红壤丘陵区耕层土壤颗粒的分形特征 [J]. 地理学报, 2003, 23(5): 617~621]
- [10] Zhang Shi-rong, Deng Liang-ji, Zhou Qian, et al. Fractal dimensions of particle surface in the plowed layers and their relationships with main soil properties [J]. *Acta Palologica Sinica*, 2002, 39(2): 221~226 [张世熔, 邓良基, 周倩, 等. 耕层土壤颗粒表面积的分形维数及其与主要土壤特性的关系 [J]. 土壤学报, 2002, 39(2): 221~226]
- [11] Liao Er-hua, Zhang Shi-rong, Deng Liang-ji, et al. Fractal Dimensions of Particle in the hill area and their applications [J]. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 2002, 20(3): 242~245 [廖尔华, 张世熔, 邓良基, 等. 丘陵区土壤颗粒的分形维数及其应用 [J]. 四川农业大学学报, 2002, 20(3): 242~245]
- [12] Wu Cheng-zhen, Hong Wei. Study on Fractal features of soil aggregate structure under different management patterns [J]. *Acta Palologica Sinica*, 1999, 36(2): 162~166 [吴承祯, 洪伟. 不同经营模式土壤团粒结构的分形特征研究 [J]. 土壤学报, 1999, 36(2): 162~166]
- [13] Turcotte D. L. Fractal and Fragmentation [J]. *J. Geophysics*, 1986, 19(B2): 1921~1926
- [14] Hou Chun-mei, Liu Xiao-wei, Li Ming, et al. Grain-size fractal dimension of the loess in gansu and its significance [J]. *Geologic Science*, 2005, 40(4): 539~546 [侯春梅, 刘小伟, 李明, 等. 甘肃黄土的粒度分维特征及意义 [J]. 地质科学, 2005, 40(4): 539~546]
- [15] Martin M. A., Montero E. Laser diffraction and Multi fractal analysis for the characterization of dry soil volume-size distributions [J]. *Soil and Tillage Research*, 2002, 64: 113~123
- [16] Liu Xue-mei, Huang Yan-fang. An experiment study on employing laser Grain-size Analyzer to analyze soil Mechanical Composition [J]. *Journal of Soil Bulletin*, 2005, 36(4): 580~582 [刘雪梅, 黄元仿. 应用激光粒度仪分析土壤机械组成的实验研究 [J]. 土壤通报, 2005, 36(4): 580~582]
- [17] Wang Guo-liang, Zhou Sheng-lu, Zhao Qi-guo. Volume fractal dimension of soil particles and its applications to land use [J]. *Acta Palologica Sinica*, 2005, 42(4): 546~550 [王国梁, 周生路, 赵其国. 土壤颗粒的体积分形维数及在土地利用中的应用 [J]. 土壤学报, 2005, 42(4): 546~550]
- [18] Xin Shu-zhi, Jiang De-qi. Soil and Water Conservation Generality of China [M]. Beijing: Agriculture publishing company, 1982: 81

- ~ 83[辛树帜, 蒋德麒. 中国水土保持概论 [M]. 北京: 农业出版社, 1982: 81~ 83]
- [19] Goebel J J and George T. A. The 1982 National Resources Inventory sample design and estimation procedures[R]. Statistical Laboratory, Iowa State University, 1982: 4
- [20] Nusser S.M. and Goebel J J The National Resources Inventory: a long-term multi-resource monitoring program[R]. *Environmental and Ecological Statistics*, 1997, (4): 181~ 204
- [21] Ma Yong-li Cartology Textbook[M]. Nanjing Publishing Company of Nanjing University, 1999: 46~ 49[马永立. 地图学教程 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1999: 46~ 49]
- [22] Li T-jie Zheng Ying-shun Wang Yun. Soil Geography [M]. Beijing Publishing Company of A litude Education, 1983. [李天杰, 郑应顺, 王云. 土壤地理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1983]

Fractal Dimension of Soil Particle-size Distribution Characteristic in the Beijing Mountains

ZENG Xianqin¹, LIU Heping¹, LIU Bingjun², WANG Xuying¹, YANG Wei¹

(1. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resources Ecology, School of Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;

2. Beijing Water Conservation Terminal, Beijing 100038, China)

Abstract Fractal is the impersonality characteristic of many nature phenomena and things, soil particle have the fractal characteristic. The studying of particle-size distribution (PSD) fractal dimension has much value for the analysis of soil characteristics and with mountainous land are gradually used. However some assumptions such as uniform density, have been questioned in calculating soil mass fractal dimension. Additionally traditional methods to obtain particle-size distribution (PSD) are laborious. For this reason, the concept of the volume fractal dimension of soil particles is developed. There have no correlation study about the PSD in the Beijing mountains at the present time, so the research get soils samples in the field of the Beijing mountainous with stratum sample. The study calculated 195 samples of soil fractal dimension with the soil particle volume distribution on the base of sample survey in the North Lihoid mountain of China. The statistic result indicate that the soil texture are sand, bamy sand, sandy loam, silt loam and silt sand in the Beijing mountains, the proportion is 2%, 33%, 20%, 44% and 1%. Soil texture is leaning coarse. The fractal dimension value is between 2.23 and 2.69. Most of fractal dimension value leaning low. The fractal dimension is variety significant among different soil texture. Integrating with previously result, the fractal dimension value is high when the soil texture is thin. The other way round, the fractal dimension is lower when the soil texture is coarse. For the soil of Beijing mountains, the PSD fractal dimension can be used as index for confirming soil texture. Statistic analysis indicated that the fractal dimension of soil PSD is significant correlated with the soil sand and soil silt content. The fractal dimension of soil PSD decreased with sand content increased with silt content. Both of them pass the significant test with the correlation coefficient - 0.5714 and 0.5495 respectively. The mathematical relationship between soil particles content is established. The fractal dimension of soil PSD is significant logarithm correlated with the soil particles clay content. This result indicated that soil fractal dimension is mostly decided by clay content. Otherwise, the PSD variety with soil particles-size, when the clay content is invariableness the PSD increased with particles-size. Some studies have shown that PSD have significant correlated with soil physics characteristic and nutrient characteristic. Soil bulk density is a major index, which can decide soil physics characteristic. So this study the relationship PSD and soil bulk density. Results indicated that the fractal dimension of soil particles-size distribution is significant correlated with soil bulk density. The fractal dimension of soil particles-size distribution can be used as a quantitative index of soil texture.

Key words particles-size distribution, Fractal dimension, Beijing mountains, soil texture, bulk density