

文章编号: 1000- 0585(2002)06- 0700- 07

# 黄土高原植被破坏前后土壤团粒结构分形特征

丁文峰, 丁登山

(南京大学城市与资源学系, 南京 210093)

**摘要:** 应用分形理论的相关模型对黄土高原子午岭地区林地及不同开垦年限的农地土壤团粒结构分形特征进行了研究。结果表明: 林地和不同开垦年限的农地土壤团粒结构分形维在 2.32~ 2.91 之间, 表现为 $> 0.25\text{mm}$  的团聚体含量越低, 其结构的分形维越高。分形维与水稳性团聚体含量之间呈显著线性关系。林地和不同开垦年限农地表层土壤的物理性质随土壤团聚体的分形维变化而变化, 即分形维越小,  $> 0.25\text{mm}$  的团粒含量越高, 土壤容重也越小, 土壤疏松, 土壤通气度大, 土壤涵养水分与供应作物生长所需水分的能力越好; 分形维越大,  $> 0.25\text{mm}$  的团粒含量低, 土壤容重也越大, 土壤紧实, 土壤通气度小, 则土壤涵养水分与供应作物所需水分的能力越差。上述结果在一定程度上表明, 植被遭到破坏、不合理的人为开垦, 是土壤退化和生态环境恶化的主要原因; 恢复和重建植被, 增加地面覆盖, 应为加速黄土高原综合治理的基本内容。

**关键词:** 黄土高原; 植被破坏; 团粒结构; 分形特征

**中图分类号:** S159; Q948.2 **文献标识码:** A

20 世纪 70 年代由 Mandelbrot 首次提出的分形理论为研究不规则事物提供了有效工具<sup>[1]</sup>。并在研究自然界和人类社会等具有自相似特性的复杂现象中发挥着重要作用。土壤是在各种自然因素和人为因素的共同作用、影响下形成的。由于土壤组成结构的复杂性及内部诸因素局部的微观差异, 土壤物理力学性质的有关测量值呈现出不规则性和随机性。把分形理论及其方法应用到土壤学领域, 不仅为土壤值的合理表达提出了一种新的概念, 而且无疑会推动土壤形态、过程复杂等问题的解决, 并在一定程度上使其定量化<sup>[2]</sup>。

土壤结构是土壤物理性质的一个重要方面, 土壤结构的好坏将直接影响到土壤的通气、透水性, 并最终对土壤质量产生影响<sup>[3]</sup>。有研究表明, 植被破坏后, 土壤结构会发生较大改变, 进而土壤温度和湿度的变幅增大, 调控能力减弱, 并最终导致土壤质量的下降<sup>[4,5]</sup>。在我国水土流失最为严重、生态环境极其脆弱的黄土高原地区, 由于受自然因素和不合理的人类活动的共同、叠加作用, 使得该区大部分天然林已丧失殆尽, 表土质量逐年下降, 生态环境问题逐渐成为制约当地经济发展的主要障碍<sup>[6]</sup>。长期以来, 研究者对该区生态环境问题的研究主要从土壤侵蚀、养分流失和土壤肥力退化等角度进行<sup>[7-11]</sup>, 应用分形理论对植被破坏前后土壤结构的动态变化研究还未见报道。而对土壤结构进行定量化描述以及从土壤结构动态演化过程等方面进行研究, 是评价人类活动的介入与生态环

收稿日期: 2002- 05- 10; 修订日期: 2002- 08- 21

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40025102)

作者简介: 丁文峰 (1975- ), 男, 河南汝州人, 在读博士生。主要从事土地资源与环境方面的研究。

境恶化之间关系的重要方面，对该区生态环境的恢复有着重要的指导意义。本文运用分形理论及相关模型对黄土高原子午岭地区林地、不同开垦侵蚀年限的农地土壤结构进行了分析研究，探讨土壤侵蚀、生态环境变化对土壤结构所产生的影响，为进一步研究土壤退化机理、生态环境保护措施及生态环境恢复提供理论依据。

1 研究区概况

研究区位于黄土高原子午岭林区内的陕西省富县任家台林场，地理位置为 109°11'E, 36°05'N。区内地貌类型为黄土丘陵沟壑区，海拔 930m~ 1683m，相对高差为 100m~ 150m，沟壑密度 4. 5km/km<sup>2</sup>；地面组成物质主要以新黄土、老黄土为主，有些沟谷底部出现三趾马红土和白垩系砂、页岩。本区地处新构造运动强烈抬升区，滑坡面出露频繁，但多已为林草植被所覆盖和固定。年平均气温 7℃~ 8℃，无霜期 120d~ 160d 天，年均降雨量在 500mm~ 600mm 之间，平均 564mm，其中 7~ 9 月的汛期雨量占全年雨量的 60~ 70%。最大一月降水占全年降水的 25~ 40%，最大一日降雨量 50~ 80mm。

该区是黄土高原目前保存较为完整的成片天然次生林之一，其林木郁闭度达 0. 7 以上，林下草被覆盖度达 90% 以上。乔木主要为辽东栎 ( *Quercus liaotungensis* )、山杨 ( *Populus davidiana* )、白桦 ( *Betula platyphyllum* ) 等混交；灌木有：狼牙刺 ( *Sophora viciifolia* )、虎榛子 ( *Ostryopsis davidiana* )、酸枣刺 ( *Ziziphus guguba* )、绣线菊 ( *Spiraea* sp. ) 等；草本有大披针苔草 ( *Carex lanceolata* )、黄芩草 ( *Thymus japonica* )、铁杆蒿 ( *Artemisia gmelinii* ) 等。林下草灌多为虎榛子、绣线菊和大披针苔草。

研究区的土壤类型属于森林草原植被下发育的褐色土型土壤。在自然植被恢复前，本区土壤已遭到强烈侵蚀，故土壤剖面发育程度不深，除土层上部发育有厚约 30cm 的腐殖质层外，化学风化作用较弱，无明显的淋溶层和淀积层。腐殖质层为密集根系所固结，有机质含量 3~ 7%，> 0. 25mm 水稳性团粒含量达 45~ 60%；其以下的土层即为接近黄土母质的过渡层，有机质含量在 1% 以下，水稳性团粒的结构含量低于 30%<sup>[12]</sup>。

2 材料与方法

2. 1 土壤样品的采集

以陕西省富县任家台林场 / 土壤侵蚀与生态环境观测站 0 为基础，在已有坡面径流小区中选择未开垦的林地和不同开垦侵蚀年限 (3~ 30 年) 的农地作为研究样地。以林地自然状况下的土壤作为对照 (CK)，不同开垦年限、不同侵蚀程度的农地与之对比，用于林地开垦后加速侵蚀下土壤团粒结构分形变化的研究。农地取样点均在坡中部，坡度为 21°~ 25°。在以上各样地内随机布点、取 0~ 20cm 表土土样混匀，土壤团粒结构测定用机械筛分法<sup>[12]</sup>。各径流小区土壤 0~ 20cm 表层土壤团粒结构测定结果见表 1。

2. 2 分形模型

分形理论应用于土壤科学始于本世纪 80 年代初，1983 年 Burrough 首先将分形理论应用到土壤科学中，他利用半方差法分析了土壤值的分形并估算了分维<sup>[13]</sup>。随后，Turcotte (1986) 对连续分布的分散介质的分形特征进行了研究，提出了分散介质颗粒的数量与介质粒径分形关系<sup>[14]</sup>：

$$N(D > d_i) \propto d_i^{-D}$$

(1)

式中：N 是粒径 ( $D$ ) 大于  $d_i$  的总数； $D$  是粒径分布的分形维数。由于  $N$  值不能直接通过实验得到，其值受到假设与实际符合程度的影响，也影响了  $D$  值的准确计算。Alexandra Kravchenko 和 Renduo Zhang<sup>[15]</sup> 于 1998 年采用积分法推导出土壤颗粒粒级质量、粒径与土粒表面分形维数的关系式：

$$W([R]) = C @R^{\frac{3D^2-13D+14}{D^2-5D+4}+1} \tag{2}$$

式中： $R$  是土粒直径； $W$  是直径小于等于  $R$  的土粒累积重量； $C$  为系数； $D$  是土粒表面的分形维数；该模型的导出使得土壤结构的分形研究迈上了一个新的台阶，但由于该式较为复杂，使得用该式研究土壤结构分形特征受到限制。此外，我国学者也应用分形理论对土壤进行了研究，龚元石等将分形理论与统计学原理相结合，对田间土壤含水量和容重的空间变异及分形特征进行了研究<sup>[16]</sup>。吴承祯等对不同经营模式土壤团粒结构的分形特征进行了研究<sup>[17]</sup>。杨培岭等 1993 年在 Katz 法的基础上提出了如下用粒径重量分布资料表征的土壤分形模型，并用此模型分析了华北地区四种典型质地的土壤（粗砂、细砂、壤土和粘土）的分形特征<sup>[18]</sup>。

$$\frac{W(D > d_i)}{W_0} = 1 - \left(\frac{d_i}{K}\right)^{3-D} \tag{3}$$

设  $d_{max}$  为最大粒级土粒的平均直径， $W(D < d_i)$  是土粒直径小于  $d_i$  累积的重量； $W_0$  是全部各粒级土粒的重量和。不难得出  $W(D > d_{max}) = 0$ ，代入上式有  $K = d_{max}$ 。由此得出土壤颗粒的重量分布与平均粒径间的分形关系式为

$$\frac{W(D > d_i)}{W_0} = 1 - \left(\frac{d_i}{d_{max}}\right)^{3-D} \quad \text{或} \quad \left(\frac{d_i}{d_{max}}\right)^{3-D} = \frac{W(D < d_i)}{W_0} \tag{4}$$

即：

$$D = 3 - \frac{\lg(W_i/W_0)}{\lg(d_i/d_{max})} \tag{5}$$

$D$  为土壤团粒的分形维数。该模型的提出，使得土壤结构分形研究趋于简便，常规的土壤颗粒分析资料便可用于计算分维。因此，本研究在分析过程中采用杨培岭等提出的分形模型。

3 结果分析

3. 1 林地和不同开垦年限农地土壤团聚体的变化

以不同的开垦年限为横坐标，以不同开垦年限的各级土壤团聚体含量为纵坐标，点绘土壤各级团聚体的含量随开垦年限的变化规律（图 1），从图中可以看出，林地开垦后，随开垦年限的增长，土壤中各级水稳性团聚体含量均呈下降趋势，其中以  $> 2mm$  和  $1 \sim 2mm$  的水稳性团聚体含量下降幅度最大。开垦 30 年的农地土壤中， $> 2mm$  和  $1 \sim 2mm$  的团聚体含量仅为林地土壤的 15.6% 和 22%； $1 \sim 0.5mm$  和  $0.5 \sim 0.25mm$  的团聚体为林地土壤的 40.8% 和 30.6%。分析这种变化的原因，一方面主要是因为林地被开垦为农地后，地表枯落物明显减少，也就是减少了地表土壤中的天然有机质来源，使得土壤颗粒之间缺乏有机质的胶结，导致土壤中大团聚体的减少；另一方面，林地被开垦为农地后，地表枯落物、覆盖度的减少和降低导致地表土壤入渗率减小，一旦有降雨发生，雨滴不仅将较大的土壤团聚体溅散，而且地表产生的超渗径流还会进一步冲刷表土，逐渐导致土壤的大团聚体破坏。这已被查轩等人的试验研究所证实，他用双环法测定了林、草地及

开垦耕种后土壤的入渗过程, 结果显示, 林地和草地土壤表层由于根系及枯落物的作用, 其稳渗速率分别为耕地表层的稳渗速率的 5~ 10 倍<sup>[19,20]</sup>。

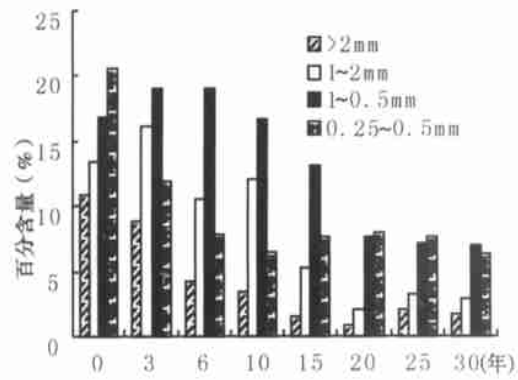


图1 各级土壤团粒含量随林地开垦年限的变化  
Fig. 1 The variations of different soil granule contents under different reclaimed farmland

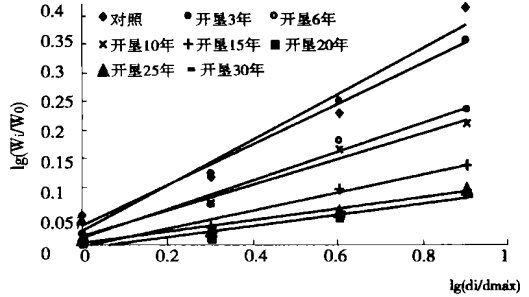


图2 林地和不同开垦年限农地的土壤结构分形维

Fig. 2 The soil fractal dimension of different reclaimed farmland

3. 2 土壤团粒结构分形特征

应用回归分析法计算了林地和不同开垦年限的农地土壤团粒结构的分形维 (见图 2、图 3)。从图中可以看出, 林地和不同开垦年限的农地土壤团粒结构分形维数在 2. 32~ 2. 91 之间, 表现为> 0. 25mm 的团粒含量越低, 其结构的粒径分布的分形维数越高。另外, 从表 1 中还可以看出, 对于林地和不同开垦侵蚀年限的农地的土壤结构分形维满足如下规律: 即随着开垦侵蚀年限的延长, 土壤结构的分形维有增大的趋势。从林地到开垦侵蚀年限为 30 年的农地土壤结构分形维 (湿筛法) 从 2. 60 增大到 2. 91, 干筛法的土壤结构分形维也从 2. 41 增大到 2. 58, 其中开垦年限为 10 年的农地土壤结构分形维出现了异常, 但总体上也呈现出增加趋势, 这可能与土地的利用方式不同有关。这表明随着林地被开垦为农地后, 土壤中的水稳性团粒及水稳性大团聚体的含量逐渐减少, 并且随着开垦侵蚀年限的延长土壤中水稳性团粒逐渐下降。

土壤被认为是一种具有分形特征的分散多孔介质, 是因为它的结构性状具有统计意义上的自相似性质。土壤分形维数是反映土壤结构几何形状的参数, 在维数上表现出粘粒含量越高、质地越细、分形维数越高。土壤团粒结构粒径分布的分形维数反映了土壤水稳性团聚体及水稳性大团聚体含量对土壤结构与稳定性的影响趋势, 即团粒结构粒径分布的分形维数愈小, 则土壤愈具有良好的结构与稳定性。根据计算得到的数据又点绘了林地和不同开垦年限的土壤> 0. 25mm 团粒含量和其分形维之间的关系 (见图 3)。

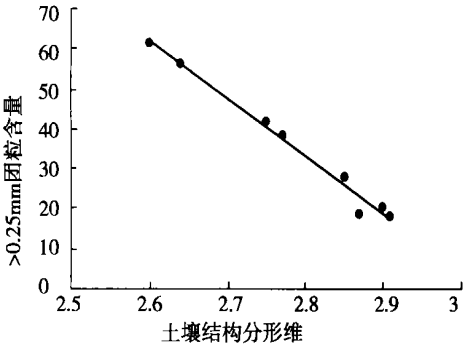


图3 土壤结构分形维与> 0. 25mm 水稳性团粒含量的关系

Fig. 3 The relationship between the soil fractal dimension and the > 0. 25 mm water- stable soil granule content

从图中可以看出，分形维数与水稳性团聚体含量、水稳性大团聚体含量之间存在显著线性关系，说明分形维数能客观反映团粒结构的结构性状，可以作为评价土壤结构的良好指标。在林地和七种不同开垦年限的农地土壤分形维计算结果中，林地土壤的团粒结构分形维数最小，表明其土壤的水稳性团聚体含量较高，这与林地群落结构复杂，呈多层分布，林下有大量灌木、草本和凋落物等因素有关。

表 1 土壤团聚体随开垦侵蚀年限的变化

| Tab. 1 The variations of soil granule contents with different reclaimed farmland |      |             |        |           |               |           |       |            |
|--|------|-------------|--------|-----------|---------------|-----------|-------|------------|
| 开垦年限   | 筛分方法 | 各级团聚体含量 (%) |        |           |               |           | 分形维数  | 团聚体分散度 (%) |
|  |      | > 2mm       | 2- 1mm | 1- 0. 5mm | 0. 5- 0. 25mm | > 0. 25mm |       |            |
| 林地   | 干筛   | 21. 3       | 13. 5  | 27. 2     | 14. 1         | 76. 1     | 2. 41 | 19. 2      |
| (对照)   | 湿筛   | 10. 9       | 13. 1  | 16. 9     | 20. 6         | 61. 5     | 2. 60 |            |
| 3  | 干筛   | 16. 3       | 9. 3   | 26. 5     | 15. 4         | 67. 5     | 2. 53 | 17. 2      |
|  | 湿筛   | 8. 8        | 16. 1  | 19. 1     | 11. 9         | 55. 9     | 2. 64 |            |
| 6  | 干筛   | 34. 3       | 10. 8  | 22. 7     | 9. 6          | 77. 4     | 2. 46 | 46. 1      |
|  | 湿筛   | 4. 3        | 10. 5  | 19. 1     | 7. 8          | 41. 7     | 2. 75 |            |
| 10   | 干筛   | 24. 7       | 5. 5   | 14. 7     | 8. 7          | 53. 6     | 2. 76 | 28. 4      |
|  | 湿筛   | 3. 4        | 12. 0  | 16. 6     | 6. 4          | 38. 4     | 2. 77 |            |
| 15   | 干筛   | 19. 4       | 12. 4  | 29. 0     | 18. 0         | 78. 8     | 2. 34 | 65. 1      |
|  | 湿筛   | 1. 5        | 5. 2   | 13. 1     | 7. 7          | 27. 5     | 2. 85 |            |
| 20   | 干筛   | 23. 5       | 11. 4  | 28. 2     | 17. 5         | 80. 6     | 2. 32 | 76. 9      |
|  | 湿筛   | 0. 8        | 2. 1   | 7. 7      | 8. 0          | 18. 6     | 2. 90 |            |
| 25   | 干筛   | 14. 7       | 11. 8  | 26. 4     | 10. 6         | 63. 5     | 2. 57 | 68. 3      |
|  | 湿筛   | 2. 1        | 3. 3   | 7. 1      | 7. 7          | 20. 1     | 2. 90 |            |
| 30   | 干筛   | 27. 2       | 10. 9  | 20. 7     | 9. 3          | 68. 1     | 2. 58 | 73. 9      |
|  | 湿筛   | 1. 7        | 2. 9   | 6. 9      | 6. 3          | 17. 8     | 2. 91 |            |

注：表中资料来源于文献 [12]。

3. 3 土壤团粒结构分形维与土壤物理性质的关系

土壤孔隙状况直接影响土壤通气性、透水性及根系穿插的难易程度，对土壤中水、肥、气、热和生物活性等的发挥具有不同的调节功能；土壤非毛管孔隙数量的多少，关系到林地土壤对降水的贮存能力，土壤非毛管孔隙的数量越多，质量越好，贮存降水的能力就越大；土壤通透性是反映土壤中有有机质矿化与腐殖化的程度指标，而土壤渗透性能是林分水源涵养功能的重要指标之一，它们均与土壤团粒含量、容重、质地、结构、孔隙度、有机质含量等有关。

从表 2 中可以看出，林地和不同开垦年限农地的表层土壤的物理性质随土壤团聚体的分形维变化而变化，即分形维越小，> 0. 25mm 的团粒含量越高，土壤容重也越小，土壤疏松，土壤通气度大，土壤涵蓄水分与供应作物生长所需水分的能力越好；分形维越大，> 0. 25mm 的团粒含量低，土壤容重也越大，土壤紧实，土壤通气度小，则土壤涵蓄水分与供应作物所需水分的能力越差。林地表层土壤容重比开垦 10 年的农地低 0. 23 (g/cm<sup>3</sup>)，比开垦 25 年的农地低 0. 39 (g/cm<sup>3</sup>)，土壤非毛管孔隙度是开垦 10 年农地的 1. 36 倍，是开垦 25 年农地的 1. 83 倍。表明林地土壤比开垦地具有较高的涵蓄水分及供应作物生长所需水分的能力，即具有较高的水源涵养和水土保持功能。

表 2 土壤孔隙度随开垦年限的变化 (%)

Tab. 2 The variations of soil hole with different reclaimed farmland

| 开垦年限    | 容重 (g/ cm <sup>3</sup> ) | 总孔隙度  | 毛管孔隙度 | 非毛管孔隙度 |
|---------|--------------------------|-------|-------|--------|
| 林地 (对照) | 0. 86                    | 66. 7 | 52. 6 | 14. 1  |
| 3       | 0. 95                    | 63. 7 | 51. 3 | 12. 4  |
| 6       | 1. 03                    | 60. 8 | 48. 0 | 12. 8  |
| 10      | 1. 09                    | 59. 1 | 48. 7 | 10. 4  |
| 15      | 1. 13                    | 57. 3 | 50. 8 | 6. 5   |
| 20      | 1. 21                    | 54. 9 | 46. 7 | 8. 2   |
| 25      | 1. 25                    | 52. 9 | 45. 2 | 7. 7   |
| 30      | 1. 17                    | 56. 1 | 47. 5 | 8. 6   |

4 结论

(1) 研究表明, 子午岭林区林地被开垦为农地后, 土壤中> 0. 25mm 团粒含量显著减少, 其中以> 2mm 和 1~ 2mm 的土壤团粒减少最为显著, 且它们的减少均与开垦年限呈正相关。林地和不同开垦年限的农地土壤团粒结构分形维数在 2. 32~ 2. 91 之间, 表现为> 0. 25mm 的团粒含量越低, 其结构的粒径分布的分形维数越高。

(2) 林地和不同开垦年限的农地表层土壤的物理性质随土壤团聚体的分形维变化而变化, 即分形维越小, > 0. 25mm 的团粒含量越高, 土壤容重也越小, 土壤疏松, 土壤通气度大; 分形维越大, > 0. 25mm 的团粒含量低, 土壤容重也越大, 土壤紧实, 土壤通气度小, 土壤涵蓄水分与供应作物所需水分的能力也越差。

(3) 研究结果表明, 地面植被遭到破坏和不合理的人为耕垦, 是土壤退化和生态环境恶化的主要原因。恢复和重建植被, 增加地面覆盖, 改善生态环境应为加速黄土高原综合治理的基本内容。

参考文献:

[ 1 ] Mandelbrot B B From Chance and Dimension. San Francisco: Freeman, 1977.

[ 2 ] 李保国. 分形理论在土壤科学中的应用及其展望. 土壤学进展, 1994, 22(1): 1~ 10.

[ 3 ] 朱祖祥. 土壤学. 北京: 农业出版社. 1982.

[ 4 ] 孙波, 赵其国. 红壤退化中的土壤质量评价指标及评价方法. 地理科学进展, 1999, 18(2): 118~ 128.

[ 5 ] 孙波, 赵其国, 张桃林. 我国东南丘陵山区土壤肥力的综合评价. 土壤学报, 1995, 32(4): 362~ 369.

[ 6 ] 蒋定生. 黄土高原水土流失与治理模式. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.

[ 7 ] 陈浩, 等. 黄土丘陵沟壑区人类活动对流域系统侵蚀、输移和沉积的影响. 地理研究, 2001, 20(1): 68~ 73.

[ 8 ] 卢金发. 黄河中游流域地貌形态对流域产沙量的影响. 地理研究, 2002, 21(2): 171~ 178.

[ 9 ] 刘秉正, 李光录, 吴发启. 黄土高原南部土壤养分流失规律. 水土保持学报, 1995, 9(2): 78~ 86.

[ 10 ] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价. 北京: 科学出版社, 1992.

[ 11 ] 唐克利. 开发西部切入点的研究))) 以黄土高原生态环境建设切入点为例. 第四纪研究, 2000, 20(6): 505~ 513.

[ 12 ] 史衍玺. 人为开垦加速侵蚀下土壤质量演变及其机理研究. 博士学位论文, 中国科学院、水利部水土保持研究所, 1998.

[ 13 ] Turcotte D L. Fractal fragmentation. J. Geography Res., 1986, 9 (12): 1921~ 1926.

[ 14 ] Arya L M, Paris J F. A physical empirical model to predict the soil moisture characteristic from particle- size distribution and bulk density data. Soil Sci Am. J., 1981, 45: 1023~ 1031.

[ 15 ] Alexandra Kravchenko, Renduo Zhang. Estimating the soil water retention from particle- size distribution: a fractal approach. Soil Sci. Am. J., 1998, 62(3): 171~ 179.

- [16] 龚元石, 廖超子, 李保国. 土壤含水量和容重的空间变异及其分形特征. 土壤学报, 1998, 35(1): 10~ 15.
- [17] 吴承祯, 洪伟. 不同经营模式土壤团粒结构的分形特征研究. 土壤学报, 1999, 36(2): 162~ 167.
- [18] 杨培岭, 罗远培, 石元春. 用粒径的重量分布表征土壤分形特征. 科学通报, 1993, 38(20): 1 896~ 1 899.
- [19] 张世熔, 邓良基, 周倩. 耕层土壤颗粒表面的分形维数及其与主要土壤特性的关系. 土壤学报, 2002, 39(2): 221~ 226.
- [20] 查轩, 黄少燕. 植被破坏对黄土高原加速侵蚀及土壤退化过程的影响. 山地学报. 2001, 19(2): 109~ 114.

## The fractal features of soil granule structure before and after vegetation destruction on Loess Plateau

DING Wen- feng, DING Deng- shan

(1Department of Urban and Resources Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** The fractal theory, a new study tool, has been widely applied in soil sciences in recent years. The fractal features of soil granule as well as progress made in soil science research on grain distribution, soil moisture, soil bulk capacity variance and so on are discussed. Based on the fractal theory and relative model, the fractal features of soil granule structure of forest land and different reclaimed farmland were studied in this paper. The results show that the fractal dimension of soil granule structure of forest land and different reclaimed farmland are between 2.32~ 2.91. The less the contents of the granule  $> 0.25$  mm and the water- stable granule, the more the fractal dimension of soil granule and the higher the soil fertility are. There exists close relationship between fractal dimension of soil granule and the contents of soil granule or water- stable granule composition in all kinds of land. The soil physical properties of forest land and different reclaimed farmland vary with the variations of the fractal dimension. The less the fractal dimension, the more the contents of  $> 0.25$  mm soil granule and the less the soil bulk density, the better the soil self- restraint capacity. The more the fractal dimension, the less the contents of  $> 0.25$  mm soil granule and the greater the soil bulk capacity, the less the soil self- restraint capacity. The results show to certain extent that man- made unreasonable land use is the main cause of soil degradation and eco- environmental deterioration. Vegetation recovery and rehabilitation as well as increase ground coverage are principal countermeasures to reduce the Yellow River sedimentation and accelerate comprehensive control of the Loess Plateau.

**Key words:** Loess Plateau; vegetation destruction; soil structure; fractal features