

# 常规耕作与短期免耕下葡萄园土壤孔隙结构差异的图像比较

李德成<sup>1,2</sup>, VELDE B<sup>2</sup>, DELERUE J F<sup>2</sup>, 张桃林<sup>1</sup>

(1: 中国科学院南京土壤研究所 南京 210008; 2: Laboratoire de Géologie, URA1316 CNRS, ENS, 75231 Paris)

**摘 要** 本文利用数字图像分析方法,研究了新葡萄园和老葡萄园在常规耕作和短期免耕下土壤孔隙结构的差异。结果表明:常规耕作和短期免耕土壤在孔隙结构上具有较为明显的差异。与短期免耕相比,常规耕作土壤具有较多规则的小土粒,孔隙面积较大,其小孔隙比重较高。新葡萄园常规耕作和短期免耕土壤结构之间的上述差异相对弱于老葡萄园土壤。

**关键词** 孔隙结构, 葡萄园土壤, 常规耕作, 短期免耕, 图像分析

耕作可改变土壤结构状况,从而影响水、肥、气、热及作物根系在土壤中的活动<sup>[1]</sup>。法国中西部 Poitiers 地区的葡萄种植园多处于向阳缓坡,部分采用常规耕作措施,部分则采用了免耕措施。已有利用数字图像分析方法研究长期免耕(跨度约 4~25 年)对土壤孔隙结构影响的报道。一般认为,在长期免耕下,由于土体逐渐发生紧实而会导致土壤出现孔隙度降低以及小孔隙比重逐渐增大的现象<sup>[2-6]</sup>。但有关短期免耕对土壤结构影响的研究则相对较少。本研究利用数字图像分析方法,初步比较研究了开垦约 3 年新葡萄园和开垦近百年老葡萄园土壤分别在短期免耕(1 年)和常规耕作(2 次机耕/年)下孔隙结构的差异。

## 1 土样采集与数字图像制备

新葡萄园和老葡萄园的常规耕作(CT)和短期免耕(SN)原状土样均采自缓坡中部,在土壤较为干燥时用内径 7cm、壁厚 0.2cm 的塑料圆筒采集,采样深度为 20cm,筒底用 2 张直径 10cm 的滤纸封闭以防土粒脱落。土样经室温风干后,沿圆筒边缘缓慢注入浸渍剂(10 体积的 EupePox 783 树脂:4 体积的 Hardner HY296 固化剂:少量 EpoDye 有机染料),至浸渍剂高出土面 0.5cm 并基本稳定,静止待浸渍剂固化。用电锯按 1~3cm 间距切割园筒,得到的土体切片表面研磨后,用不加有机染料的浸渍剂均匀涂抹进行抛光,以强化孔隙与土粒之间的颜色反差。在紫外灯照射下,利用日制 Nikon 高级相机采用微距镜头进行拍照(镜头底部距土体切面 15cm),以 600dpi 的扫描分辨率将照片扫描输入微机,利用 Photoshop 软件处理,经颜色替换和图像分割等过程最终得到二元黑白数字图像(图像分辨率控制在 25 m/像元),利用 MicroMorph 1.3 软件进行土壤孔隙结构分析<sup>[7,8]</sup>。

## 2 试验结果

### 2.1 数字图像特征

图 1 是新葡萄园和老葡萄园在常规耕作和短期免耕土壤的数字图像。由图 1 可以看出：

(1) 与短期免耕相比，常规耕作土样具有较多的小土粒，土粒形状较为规则，边缘明显，土粒和孔隙平面分布较为均匀。

(2) 两类土样均表现了随着深度的增加，孔隙面积降低，土粒粒径增大，边缘逐渐模糊的趋势<sup>[9]</sup>。短期免耕土样的孔隙降幅略大于常规耕作土样，其最低孔隙(<5%)约在 4cm，远低于常规耕作的 11cm。

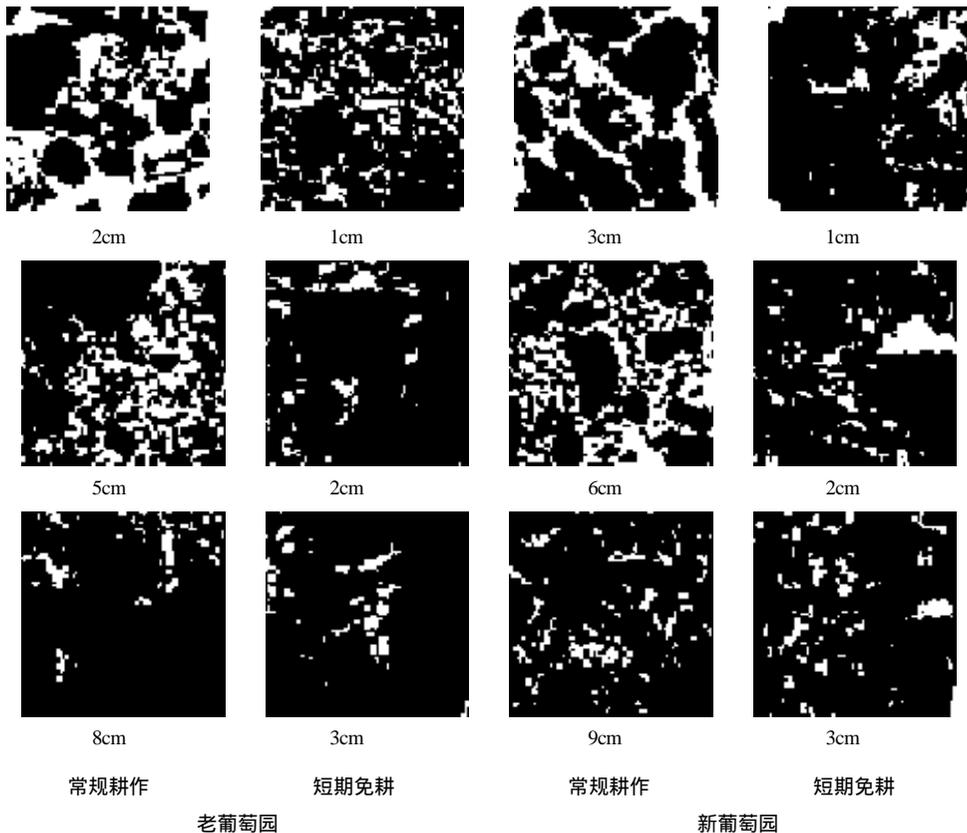


图 1 新葡萄园和老葡萄园常规耕作与短期免耕下土壤的数字图像 (黑色 - 土粒，白色 - 孔隙)

### 2.2 孔隙面积

表 1 是新葡萄园和老葡萄园在常规耕作和短期免耕土样的孔隙面积图像分析结果。老葡萄园常规耕作土样的孔隙面积为 2.33%~39.12%，平均为 18.25%；短期免耕土样的孔隙面积为 0.81%~15.12%，平均为 6.65%。新葡萄园常规耕作土样的孔隙面积为 1.56%~27.45%，平均为 17.25%；短期免耕土样的孔隙面积为 1.34%~11.23%，平均为 6.68%。呈现出常规耕作土壤的孔隙面积大于相应的短期免耕土壤以及孔隙面积随深度增加而减低的趋势<sup>[2~6]</sup>。这是由于无论是常规耕作还是短期免耕，一般而言，随深度的增加，由重力引起的土壤压实将导致土壤容重逐渐增大，而土壤孔隙则相应地逐渐降低。

表1 新葡萄园和老葡萄园常规耕作 (CT) 与短期免耕 (SN) 下土壤的孔隙面积

老葡萄园		新葡萄园	
深度 (cm)	孔隙面积 (%) CT/SN	深度 (cm)	孔隙面积 (%) CT/SN
2 / 1	39.12 / 15.12	3 / 1	27.45 / 11.23
5 / 2	19.59 / 6.58	6 / 2	27.03 / 9.65
8 / 3	11.95 / 4.07	9 / 3	12.96 / 4.48
11 / 4	2.33 / 0.81	12 / 4	1.56 / 1.34

### 2.3 孔隙孔径分布

图2是新葡萄园和老葡萄园在常规耕作和短期免耕土壤3个切割深度处孔隙孔径分布图像分析结果的“平均状况”。孔隙孔径分布基本介于对数正态分布与高斯分布,在大孔径区域这类分布逐渐不规则<sup>[10~12]</sup>。可以看出,常规耕作土壤的孔隙孔径分布一般比短期免耕土壤较为对称。新葡萄园和老葡萄园常规耕作土壤的孔隙面积众数对应的孔径分别为350 μm和300 μm,而对应的短期免耕土壤分别为100 μm和150 μm,表明短期免耕土壤中小孔隙比重相对高于常规耕作土壤<sup>[6,12]</sup>。这可通过小孔隙(1mm)占孔隙面积的比重得到进一步反映<sup>[4]</sup>。老葡萄园短期免耕和常规耕作土壤的小孔隙比重分别为0.81和0.65,差异较为明显;而新葡萄园分别为0.57和0.55,差异相对较小。老葡萄园短期免耕和常规耕作土壤的小孔隙比重相应均高于新葡萄园土壤。在其它利用条件相对一致的情况下,上述差异可能源于新葡萄园和老葡萄园之间在利用时间(即耕作次数)上的差异。

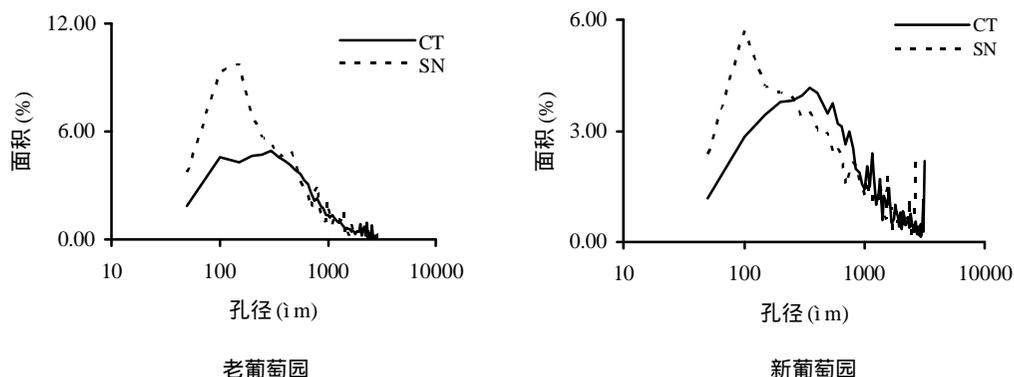


图2 新葡萄园和老葡萄园常规耕作 (CT) 与短期免耕 (ST) 下土壤的孔隙孔径分布

### 3 结 论

上述研究结果表明常规耕作和短期免耕的土壤在孔隙结构上具有较为明显的差异,主要表现在,与短期免耕相比,常规耕作土壤具有较多规则的小土粒,孔隙面积相对较大,其小孔隙比重相对较高,老葡萄园常规耕作和短期免耕土壤之间的上述差异相对明显于新葡萄园土壤。虽然这种趋势与长期免耕对土壤孔隙结构影响的研究结果较为相符,但需要指出的是,短期或长期免耕是否比常规耕作更有利于葡萄生长尚需进行进一步的研究。

## 参 考 文 献

- 1 Gibbes R J, Ried J. B., A conceptual model of changes in soil structure under different cropping systems. *Adv. Soil Sci.*, 1988, 8: 123~149.
- 2 Shipitalo M J, Protz R. Comparison of morphology and porosity of a soil under conventional and zero tillage. *Can. J. Soil Sci.*, 1987, 67 (3): 445~456.
- 3 Moran C J, Koppi A J, and Murphy B W, et al. Comparison of the macropore structure of a sandy loam surface soil horizon subjected to two tillage treatments. *Soil Use Manage.*, 1988, 4 (3): 96~102.
- 4 Singh P, Kanwar R S and Thompson M L. Macropore characterization for two tillage systems using resin impregnation technique. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1991, 55 (6): 1674~1679.
- 5 Pgaliai M, La Marca M, and Lucamante G, et al. Effects of zero and conventional tillage on the length and irregularity of elongated pores in clay loam soil under viticulture. *Soil Tillage Res.*, 1984, 24 (5): 433~444.
- 6 Pgaliai M, Raglione M, and Panini T, et al. The structure of two alluvial soils in Italy after 10 years of conventional and minimum tillage. *Soil Tillage Res.*, 1995, 34 (4): 209~223.
- 7 李德成, Velde B, Delerue J F 等. 利用土壤切片和数字图像方法研究土壤孔隙的垂直空间变异性. *土壤与环境*, 2000, 9(2): 135~138.
- 8 李德成, Velde B, Delerue J F 等. 用于研究土壤孔隙三维结构的连续数字图像的制备. *土壤与环境*, 2001, 10(2): 108~110.
- 9 Velde B, Moreau E and Terribile F. Pore networks in an Italian vertisol: Quantitative characterization by two dimensional image analysis. *Geoderma*, 1996, 72 (3-4): 271~285.
- 10 Velde B. Structure of surface cracks in soil and muds. *Geoderma*, 1999, 93 (1-2): 101~124.
- 11 Velde B. Surface cracking and aggregate formation observed in a Rendzina soil, La Touche (Vienne) France. *Geoderma*, 2001, 99 (3-4): 261~276.
- 12 Moreau E, Velde B and Terribile F. Comparison of 2D and 3D images of fractures in a vertisol. *Geoderma*, 1999, 92 (1-2): 55~72.
- 13 Drees L R, Karathanasis A D, Wilding L P, et al. Micromorphological characteristics of long-term no-till and conventionally tilled soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1994, 58 (2): 508~517.