

# 红壤坡地不同土地利用方式土壤侵蚀的时空分布规律研究<sup>\*</sup>

杨武德 王兆骞 (浙江农业大学农业生态研究所, 杭州 310029)  
睦国平 陈宝林 徐 锴 (上海测试技术研究院中子活化分析室, 上海 200233)  
张克中 边卓平 (浙江省德清县气象局和农业局, 德清 313202)

**【摘要】** 应用定位土芯 Eu (Europium) 示踪新方法, 研究红壤坡地不同土地利用方式下土壤侵蚀的时空分布规律。结果表明, 新方法对以片蚀和细沟侵蚀为主的红壤坡地是适用的; 土壤侵蚀的时间分布与降雨量的年时间分布相一致, 过程性暴雨期表现为全年土壤侵蚀的高峰期; 在复合坡面, 随坡面的陡、缓、凹, 土壤侵蚀表现强、弱、沉积; 相同坡度和坡长条件下, 幼龄板栗园的土壤侵蚀速率 > 雷竹园 > 稀疏马尾松林地 > 茶园。

**关键词** 土壤侵蚀 时空分异 红壤坡地 定位土芯 Eu 示踪法

**Temporal and spatial distribution of soil erosion on red soil slope field under different land use patterns.** Yang Wude and Wang Zhaoqian (Agroecology Institute, Zhejiang Agricultural University, Hangzhou 310029). - Chin. J. Appl. Ecol., 1998, 9(2): 155 ~ 158.

A new method of Fixed Soil Core Eu Tracer was founded to investigate the temporal and spatial distribution of soil erosion on red soil slope field under different land use patterns. The results show that the new method is applicable for red soil slope fields, on which, sheet and thin-gully erosion are the main erosion forms. The temporal distribution of erosion was consistent with that of yearly rainfall, and the processing rainstorm period was the peak period of soil erosion in the whole year. On compound slope field, the soil erosion displayed strong, weak and depositional on steep, gentle and concave slopes, respectively. At same slope degree and length, the soil erosion rate was decreased with the order of young chestnut garden > bamboo field > sparse masson pine forest land > tea garden.

**Key words** Soil erosion, Temporal and spatial distribution, Red soil slope field, Fixed soil core Eu tracer.

## 1 引言

我国东部地区有低丘红壤  $4.5 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 占该区土地总面积的 44%。丰富的光、热、水条件的配合, 使低丘红壤的综合开发利用成为该区农业可持续发展的突破口<sup>[3]</sup>。但由于长期不合理开垦利用以及降水分布的不均匀, 季节性暴雨引起的土壤流失非常严重, 由此造成的土壤退化问题已经成为低丘红壤开发利用的重要障碍

因素之一。因此, 研究红壤坡地不同土地利用方式下土壤侵蚀的时空分布规律, 对建立合理耕作制度和采取有效的水土保持措施都具有重要的实践意义。

传统的径流小区法只能获得在一定时期被研究小区总的土壤流失量, 而不能得到小区内土壤侵蚀的空间分异规律<sup>[4]</sup>; 土壤侵蚀<sup>137</sup>Cs 示踪法可以弥补上述不足, 但

<sup>\*</sup> FAO/ UNDP 亚太区域项目 (RAS93 - 062).  
1997 - 08 - 06 收稿, 1997 - 10 - 21 接受。

该方法只能获得长期(20~30a)的侵蚀和沉积结果,且无法和侵蚀因子结合,因而不能用于侵蚀预报模型的建立<sup>[5,6,7]</sup>. 1991年,田均良等<sup>[1]</sup>利用 REE 示踪法,通过室内模拟实验,测定不同地形部位的侵蚀量,并揭示了不同地形部位侵蚀量的变化趋势. 但该方法如果用于野外复杂的地形将不适宜,因为田内沉积未能考虑在内,而且收集径流使大地域研究受到限制. 本研究创立定位土芯 Eu 示踪新方法,用以测量短期土壤侵蚀和沉积,研究自然坡面内土壤侵蚀的空间分异规律.

## 2 材料与方法

### 2.1 试验地概况

试验于 1996 年 6 月至 1997 年 6 月在浙江省德清县三桥乡排溪冲小流域红壤坡地进行. 排溪冲小流域,面积 8.7hm<sup>2</sup>,坡度 3~21%,高差 5~31m;亚热带气候,年平均降雨量 1300mm 左右;土地利用方式有雷竹、茶、板栗及稀疏马尾松林,其中雷竹和茶为主要方式,代表了该乡低丘坡地普遍的土地利用类型.

### 2.2 试验方法

**2.2.1 示踪原子的选择** 本试验选择镧系稀土元素铕(Eu)作为示踪原子,因为施入土壤中的稀土元素,植物对其吸收很少;土壤中的淋溶作用对其分布影响不大;土壤中镧系稀土元素的背景值很低,如红壤的 Eu 背景值为 1mg·kg<sup>-1</sup>左右<sup>[2]</sup>. 因而,只有土壤的物理运动(如土壤侵蚀)才影响其重新分布.

**2.2.2 定位示踪土芯布设及取样** 用特制环刀(高 5cm,直径 10cm)取土,后和以 SiO<sub>2</sub> 为载体的稀土元素 Eu 的氧化物混匀,再重新放回原位. 示踪土芯布设在旱季进行,以使土芯土接近自然土. 取样时间 1.5 个月间隔. 用小于原土芯直径、高度相同的取土器(高 5cm、直径 5cm)取样,分上下 2 等份,烘干,磨碎,称一定量待测.

**2.2.3 中子活化分析** 样品 Eu 浓度测量采用仪器中子活化分析. 每个土芯土壤侵蚀量以下式计算:

$$E = W(Cu - Cd) / \max(Cu, Cd)$$

式中,  $E$  为取样土芯土壤侵蚀量(g),  $W$  为取样土芯上部土壤干重(g),  $Cu$  为土芯上部 Eu 的浓度(mg·kg<sup>-1</sup>),  $Cd$  为下部浓度.  $E$  为正值,说明下部稀土元素浓度降低,表明侵蚀;  $E$  为负值,说明上部稀土元素浓度降低,表明沉积.

各坡段侵蚀模数用下式计算:

$$Er = 100 W(Cu - Cd) / 19.625 \max(Cu, Cd)$$

式中,  $Er$  为单位面积土壤侵蚀量(t·hm<sup>-2</sup>), 19.625 为取样土芯横切面面积(cm<sup>2</sup>).

## 3 结果与分析

### 3.1 不同土地利用方式土壤侵蚀的时间分异

如图 1 所示,受亚热带季风气候影响,试验区年内降雨分配极不均匀,6、7、8 月的雨量占全年降雨量 1068.6mm 的 57%,而土壤侵蚀量则占年侵蚀量的 80%左右,说明期间的过程性暴雨对土壤侵蚀影响很大. 不同土地利用方式下的土壤侵蚀量显著不同,幼龄板栗园植被覆盖率低,仅为 15%,因而土壤侵蚀率为各土地利用方式之最,如 6 月 1 日至 7 月 15 日土壤侵蚀率为 41.7t·hm<sup>-2</sup>,分别为茶园、马尾松林和雷竹园土壤侵蚀率的 3.9、2.9 和 2.1 倍;雷竹园植被覆盖率仅次于茶园,但由于 3、4 月的刨笋挖地和 5 月下旬的全面翻耕,

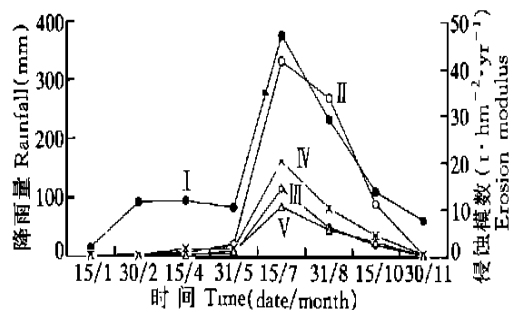


图 1 不同土地利用方式土壤侵蚀的时间分异

Fig. 1 Temporal distribution of erosion under different land use patterns.

降雨量 Rainfall, 板栗园 Chestnut garden, 稀疏马尾松林地 Masson pine forest land, 雷竹园 Bamboo field, 茶园 Tea garden.

使竹林下土壤抗蚀性变弱,因而土壤侵蚀率仅小于近裸地幼龄板栗园;稀疏马尾松林地的地面杂草未受到破坏,对土壤有一定的保护作用,所以土壤侵蚀量并不大;茶园植被覆盖率最高,为 97%,且采取起垄等高种植,因而土壤侵蚀率最低。

### 3.2 不同土地利用方式土壤侵蚀的空间分异

实际情况下的坡面多为坡度不均匀复合坡面,因而使坡面内土壤侵蚀更为复杂。利用定位土芯 Eu 示踪法,对不同土地利用方式下坡面内不同地形部位的土壤侵蚀和沉积进行研究(图 2)。

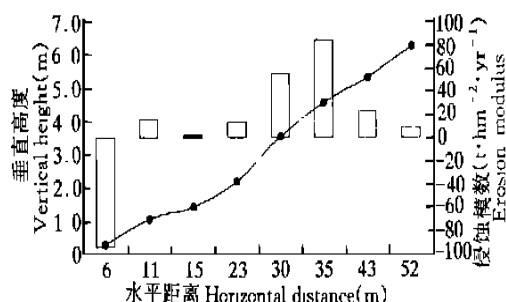


图 2 雷竹园土壤侵蚀的空间分异

Fig. 2 Spatial distribution of soil erosion on the bamboo field.

图 2 表明,雷竹园坡面由 8 个坡段组成,坡度 3~11.5% 不等,各坡段土壤侵蚀和沉积速率不一,随坡度的陡、缓、凹,表现侵蚀的强、弱及沉积。如左起第 6 坡段,坡度为 11.5%,侵蚀模数为  $83.6 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,位各坡段之首;左起第 3 坡段,坡度为 4.5%,侵蚀模数为  $2.1 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ;左起第一坡段,坡度为 3%,侵蚀模数为  $-93.4 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ ,表现沉积。

图 3 表明,幼龄茶园由 3 个坡段组成,坡度分别为 6%、8.5% 和 7%,而侵蚀模数的差异不显著,因为茶园为起垄等高种植,各部位土壤侵蚀由本部位的微地形决定。

图 4 表明,幼龄板栗园由 4 个坡段组成,从下到上坡度分别为 21%、16%、

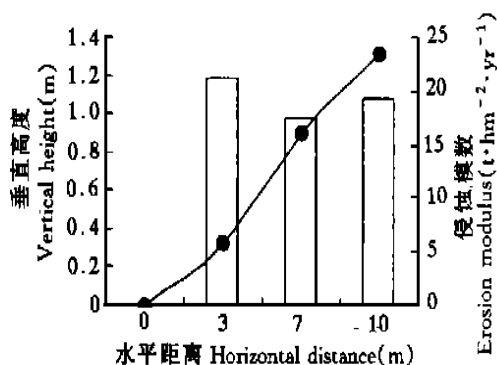


图 3 幼龄茶园土壤侵蚀的空间分异

Fig. 3 Spatial distribution of erosion on the young tea field.

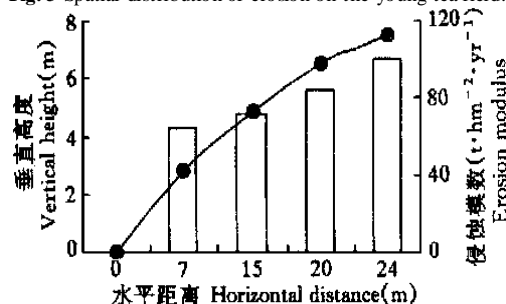


图 4 幼龄板栗园土壤侵蚀的空间分异

Fig. 4 Spatial distribution of erosion on the young chestnut field.

17.5% 和 12.5%,但土壤侵蚀率则表现为从坡顶到坡底递减的趋势。

图 5 表明,稀疏马尾松林地的坡段组成和幼龄板栗园一样,土壤侵蚀率也表现为从坡顶到坡底递减的趋势,究其原因,可能是由于坡面内侵蚀和沉积同时发生,越往下部沉积越多的缘故。

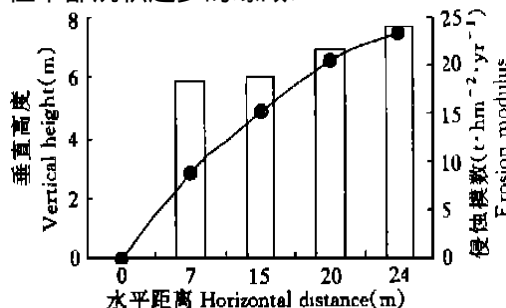


图 5 稀疏马尾松林地土壤侵蚀的空间分异

Fig. 5 Spatial distribution of erosion on the sparse pine field.

#### 4 讨 论

本研究创立定位土芯稀土元素示踪新方法,使自然坡面内土壤侵蚀的空间分异研究、短期侵蚀和沉积测量及测量结果的建模应用成为可能.新方法对以片蚀和细沟侵蚀为主的红壤坡地是适用的.

土壤侵蚀的时间分布与降雨量的年时间分布相一致,过程性暴雨对土壤侵蚀影响很大,过程性暴雨期表现为全年土壤侵蚀的高峰期.因而增加过程性暴雨期的植被覆盖率对减少水土流失具有显著的效果,如对幼龄果园采取间作套种措施等.笋用竹是当地近年来发展很快的土地利用方式,经济效益显著地高于其它方式,一般收入为  $45000 \text{ 元} \cdot \text{hm}^{-2}$  左右,但水土流失严重,因为 6 月上旬的全面耕翻正与其后的过程性暴雨期相连,而根据雷竹的生长发育特点又不能不翻,因而建议全面耕翻后,人为覆盖地面.

从土壤侵蚀的空间分布来看,在复合

坡面,随坡面的陡、缓、凹,土壤侵蚀表现强、弱、沉积;在陡坡地,坡顶 > 坡底;此结果和国外报道的土壤侵蚀 $^{137}\text{Cs}$  示踪研究结果一致.等高种植能创造有利于土壤保持的微地形环境.

#### 参考文献

- 1 田均良等. 1992. 土壤侵蚀 REE 示踪法研究初报. 水土保持学报, 6(4): 23 ~ 27.
- 2 现代核分析技术及其在环境科学中的应用项目组 (编著). 1994. 现代核分析技术及其在环境科学中的应用. 北京: 原子能出版社, 201 ~ 238.
- 3 席承藩 (主编). 1990. 南方山区的出路. 北京: 科学出版社, 1 ~ 2.
- 4 M. J. 柯克比等著 (王礼先等译). 1987. 土壤侵蚀. 北京: 水利电力出版社, 71 ~ 80.
- 5 Brown, R. B., Kling, G. F. and Cutshall, N. H. 1981. Agricultural erosion indicated by  $^{137}\text{Cs}$  redistribution: II. Estimates of erosion rates. *Soil Sci. Soc. AM. J.*, **45**: 1191 ~ 1197.
- 6 Ritchie, J. C. and McHenry, J. R. 1978. Fallout cesium - 137 in cultivated and noncultivated north central United States watersheds. *J. Environ. Qual.*, **7**: 40 ~ 44.
- 7 Walling, D. E. & Quine, T. A. 1991. Use of  $^{137}\text{Cs}$  measurements to investigate soil erosion on arable fields in the UK: potential applications and limitations. *J. Soil Sci.*, **42**: 147 ~ 165.