

ISSN 0564-3929

Acta Pedologica Sinica 土壤学报

Turang Xuebao

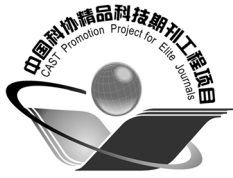


中国土壤学会 主办
科学出版社 出版

2015

第52卷 第6期

Vol.52 No.6



土壤学报

(Turang Xuebao)



第 52 卷 第 6 期 2015 年 11 月

目次

综述与评论

- 耕地地力评价指标体系构建中的问题与分析逻辑…………… 赵彦锋 程道全 陈杰等 (1197)
- 蚯蚓对土壤温室气体排放的影响及机制研究进展…………… 卢明珠 吕宪国 管强等 (1209)

研究论文

- 高寒山区地形序列土壤有机碳和无机碳垂直分布特征及其影响因素… 杨帆 黄来明 李德成等 (1226)
- 中国中、东部典型县域土壤与地表水体多样性的粒度效应及关联性…………… 任圆圆 张学雷 (1237)
- 渭北台塬区耕地土壤速效养分时空变异特征…………… 于洋 赵业婷 常庆瑞 (1251)
- 黄河三角洲土壤含水量状况的高光谱估测与遥感反演…………… 李萍 赵庚星 高明秀等 (1262)
- 干湿交替对黄土崩解速度的影响…………… 王健 马璠 张鹏辉等 (1273)
- 晋陕蒙接壤区露天矿层状土壤水分入渗特征与模拟…………… 吴奇凡 樊军 杨晓莉等 (1280)
- 旱作褐土中氧化铁的厌氧还原与光合型亚铁氧化特征…………… 孙丽蓉 王旭刚 徐晓峰等 (1291)
- 流动电位法研究高岭石胶体对包铝石英砂zeta电位的影响…………… 李忠意 徐仁扣 (1301)
- 近10年中国大陆主要粮食作物氮肥利用率分析…………… 于飞 施卫明 (1311)
- 太行山山麓平原30年间土壤养分与供肥能力变化…………… 刘建玲 贾可 廖文华等 (1325)
- 亚热带丘陵小流域土壤碳氮磷生态计量特征的空间分异性…………… 杨文 周脚根 王美慧等 (1336)
- 塔里木盆地北缘绿洲土壤化学计量特征…………… 李红林 贡璐 朱美玲等 (1345)
- 东北平原土壤硒分布特征及影响因素…………… 戴慧敏 宫传东 董北等 (1356)
- 浙江南部亚热带森林土壤植硅体碳的研究…………… 林维雷 应雨骐 姜培坤等 (1365)
- 土壤非多次叠加污染对蚯蚓的毒性效应…………… 马静静 钱新春 张伟等 (1374)
- 有机肥对黄瓜枯萎病的防治效果及防病机理研究…………… 赵丽娅 李文庆 唐龙翔等 (1383)
- 滴灌枸杞对龟裂碱土几种酶活性的改良效应…………… 张体彬 康跃虎 万书勤等 (1392)
- 石羊河流域中下游浅层地温变化及其对气温变化的响应…………… 杨晓玲 丁文魁 马中华等 (1401)
- 高放废物处置库预选场址包气带土壤渗透性研究…………… 李杰彪 苏锐 周志超等 (1412)

研究简报

- 基于TM数据的黑土有机质含量空间格局反演研究…………… 宋金红 吴景贵 赵欣宇等 (1422)
- 陕西省玉米土壤肥力与施肥效应评估…………… 单燕 李水利 李茹等 (1430)
- 宇宙射线土壤水分观测方法在黄土高原草地植被的应用…………… 赵纯 袁国富 刘晓等 (1438)

信息

- 《土壤学报》入选“2015期刊数字影响力100强”…………… (1437)

封面图片：滴灌枸杞改良龟裂碱土重度盐碱荒地（由张体彬提供）

DOI: 10.11766/trxb201510010499

干湿交替对黄土崩解速度的影响*

王 健¹ 马 璠^{1, 3} 张鹏辉⁴ 孟秦倩^{2†} 张青峰¹ 周米京¹

(1 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西杨凌 712100)

(2 西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 陕西杨凌 712100)

(3 宁夏农林科学院荒漠化治理研究所, 银川 750000)

(4 陕西省土地工程建设集团, 西安 710000)

摘 要 耕作土壤在降雨、灌溉之后, 其由翻耕后的疏松状态逐渐变得较为紧实, 土粒之间会重新结合, 土壤结构得到重组。土壤抗侵蚀能力发生了一定变化。通过土盒模拟土壤干湿交替过程, 研究耕作土壤干湿交替过程中土壤容重和静水崩解变化。采用Richards模型对土壤崩解过程进行了模拟, 分析干湿交替对土壤崩解速度的影响。结果表明: 随土壤干湿交替次数的增加, 土壤容重增长缓慢, 土壤的固结从快变慢。随干湿交替次数的增加, 土壤崩解速度逐渐降低。其崩解过程可划分为缓慢崩解阶段、指数崩解阶段和崩解完成阶段。随干湿交替次数的增加, 缓慢崩解阶段延长, 指数崩解阶段推迟出现。经3次干湿交替后, 土壤崩解速度显著降低, 土壤抗蚀性增强。

关键词 干湿交替; 崩解速度; Richards模拟; 黄土

中图分类号 S157.1 **文献标识码** A

自1990年李勇等^[1]提出应该将土壤抗侵蚀能力分为抗蚀性和抗冲性两个方面进行研究以来, 经过学者们的不懈努力, 已经在土壤抗侵蚀能力的测定方法、指标计算、影响因素等方面取得了大量成果^[2-8]。土壤的崩解机制与土壤侵蚀的发生过程密切相关, 是土壤侵蚀发生的必要条件之一。在降雨和地表灌溉作用下产生的土壤侵蚀过程中, 崩解是侵蚀发生的一个前提条件。土壤崩解速度作为评价土壤抗侵蚀能力的重要指标已经在全国, 特别是在黄土高原地区得到了广泛的应用。对于坡耕地的土壤侵蚀过程、机理、防治等方面的研究, 有必要考虑到生长季内土壤抗侵蚀能力发生的改变^[9], 而这种改变除去作物根系的影响外, 在一定程度上可能来源于土壤的沉降压实。农地土壤在翻耕之后呈疏松状态, 在降雨、灌溉之后, 土壤进行干湿交替过程中, 土粒之间会重新结合, 土壤结构得到重组。在作物生长季内, 干湿交替过程会多次发生,

土壤会由翻耕之初的疏松状态变为沉降压实状态(即使没有机械外力影响), 在这一转变过程中, 土壤的抗侵蚀能力会发生一定程度的改变。有学者研究了不同作物及不同生长期条件下坡耕地土壤的抗侵蚀性, 对抗侵蚀性变化的解释多集中于作物根系的影响^[9-10]。虽然作物根系对坡耕地土壤抗侵蚀能力的影响居于首位, 但是也不能否认土壤自身在结构重组过程中其抗侵蚀能力可能发生的变化。就土壤崩解而言, 直接受土壤黏粒含量、土壤被扰动情况、有机质含量、矿物成分、土壤胀缩性、pH、土壤湿化速度和前期含水率等因素的影响^[11-13], 土壤容重也直接影响着土壤崩解速度^[14]。本研究正是着眼于干湿交替对除机械外力影响之外的土壤沉降压实过程, 通过试验测定不同干湿交替次数处理下土壤的崩解速度, 对土壤在生长季内单纯由干湿交替引起的结构重组影响下的抗侵蚀能力进行探讨, 以期深入揭示坡耕地土壤侵蚀的过程与

* 国家自然科学基金项目(41371273, 41101268)、西北农林科技大学科技创新项目(QN2011152)资助

† 通讯作者, E-mail: W184388610@126.com

作者简介: 王 健(1973—), 男, 陕西商洛人, 博士, 硕士生导师, 主要从事土壤侵蚀与流域管理方面的研究。E-mail: wangjian@nwsuaf.edu.cn

收稿日期: 2014-10-01; 收到修改稿日期: 2015-03-22

机理, 为坡耕地的侵蚀防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试土壤

土壤样品采自陕西省杨凌区揉谷乡农田表层(0~20 cm), 类型为杨凌壤土, 土地利用方式为玉米—小麦轮作, 一年两熟。土壤样品去除秸秆、杂质, 风干后过5 mm筛备用。土壤颗粒组成为砂粒含量(>0.02 mm)占28.88%, 粉粒含量(0.002~0.02 mm)占45.42%, 黏粒含量(<0.002 mm)占25.70%, 中值粒径为13.31 μm, 土壤比表面积为1.17 m² g⁻¹, 质地为粉质壤土。

1.2 试验设计

试验采用浸泡处理, 模拟土壤吸水过程, 消除吸水过程中供水快慢造成的影响; 然后烘干, 模拟土壤脱水过程, 消除脱水过程中脱水快慢对土壤颗粒重组的影响。

试验采用长宽高为30cm×30cm×25cm铁皮土盒, 盒底部设若干渗水小孔。为消除取样后对土体的扰动, 试验中采用4组土盒, 每组设3个重复。试验时土盒底部垫上滤纸, 按照干容重约1.2 g cm⁻³装填风干过筛土壤, 同时采用烘干法测定待装填土壤含水量, 计算土盒装土量。然后将土盒放入一个稍大的水箱中, 往水箱里灌水直至水面与土盒内土面相平, 水分从土盒底部小孔渗入土体, 直至水分渗出土面。保持浸泡状态约24 h后, 土壤达到完全饱和状态, 将土盒取出, 待重力水排出之后, 将土盒放入烘箱, 在105℃下烘干。考虑到农田土壤含水量多为15%左右, 烘干过程中, 每隔2 h称重, 计算含水量, 待含水量低至15%时停止烘干。每一次浸泡烘干过程即为一个干湿交替过程。试验设置4次干湿交替过程。

1.3 取样及崩解速度的测定

土壤崩解性与土壤抗蚀性密切相关, 土壤静水崩解法广泛用于土壤崩解性研究^[7, 15], 依据静水崩解法原理, 设计图1所示装置, 采用拉力计记录土壤崩解的质量变化, 通过测定不同时间土壤质量, 计算累计崩解量及崩解速度。取样采用正方形(50 mm×50 mm×50 mm)扣链状环刀, 每个土盒内每次干湿交替取3个土样, 共计9个土样; 将其放置在孔径为5mm的金属网格上, 置于静水中进行

观测。

累计崩解量为每时段内崩解掉的土粒总质量。任意时刻 t_i 的累计崩解量 k_i (g):

$$k_i = a_0 - a_i \quad (1)$$

式中, a_i 为土壤在 t_i 时刻的拉力计读数, a_0 为土壤在起始时刻的拉力计读数。

单位时间的崩解量即为崩解速度 v (g s⁻¹):

$$v = \frac{a_1 - a_2}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

式中, a_1 指土壤在 t_1 时刻的拉力计读数, a_2 指土壤在 t_2 时刻的拉力计读数。

干湿交替后, 土盒内土壤固结沉降, 土面下沉, 采用测针测定各点下沉量, 即可得到土盒内土体体积, 根据土盒内干土质量, 计算出土壤容重。

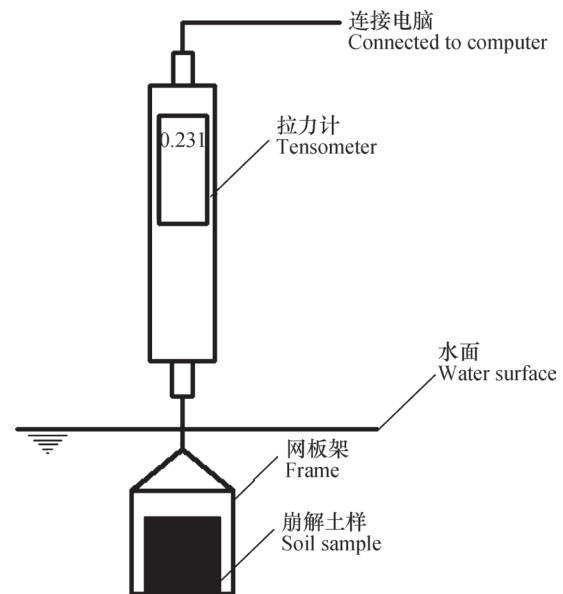


图1 土壤崩解试验装置示意图

Fig.1 Schematic diagram of the soil disintegration apparatus

1.4 Richards模型

Richards模型是一生物生长过程描述模型。基本形式为:

$$Y = K \times (1 - ae^{-bx})^{1/(1-c)} \quad (3)$$

式中, K 为累积饱和值, a 为初始值参数, b 为变化速率参数, c 为异速变化参数。

Richards模型为一单调递增函数, 当 x 趋向于无穷大时, Y 趋向于 K , 它是一个四参数模型, 四参数能使Richards模型更好地描述实测数据, 得到更高的拟合和预测精度^[18-19]。

在Richards模型描述生物生长过程中, 存在两个速率变化率极大值点, 这两点的坐标为^[13]:

$$x = \frac{\ln H}{b}, Y_x = K(1 - \frac{a}{H})^{1/(1-c)} \quad (4)$$

式中,

$$H_{1,2} = \frac{a(2+c \pm \sqrt{4c+c^2})}{2(1-c)} \quad (5)$$

两点中处于拐点左侧点的 x 坐标, 是初始阶段与指数阶段的分界点, 位于右侧点是指数阶段与稳定阶段的分界点。

2 结 果

2.1 干湿交替过程中土壤容重的变化

土壤容重是衡量土壤物理性质的重要指标, 主要反映土壤的松紧程度, 容重越大, 说明土壤越紧实。经过4次干湿交替, 土壤容重的变化如图2所示。

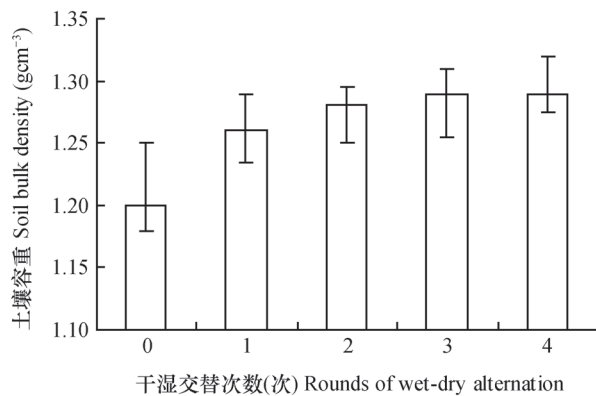


图2 土壤容重随干湿交替次数的变化

Fig.2 Effect of frequency of wet-dry alternation on soil bulk density

从图2可以看出, 每经过一次干湿交替, 土壤容重就有所增大。松散土壤具有很强的压缩性, 第一次干湿交替后, 土壤容重由 1.20 g cm^{-3} 增加至 1.26 g cm^{-3} , 经四次干湿交替后土壤容重增加至 1.29 g cm^{-3} , 土壤容重的增加量主要集中在第一次干湿交替后, 占到了整个容重增加量的67%, 后面三次干湿交替过程土壤容重的增加累计量仅占33%, 说明在土壤干湿交替过程中, 土壤的固结从易变难。这是因为, 土壤饱和后在进行排水的过程中, 水对土壤颗粒产生一个压力, 使土壤颗粒之间变得紧实。第一次土壤颗粒之间空隙较大, 水的这种压实作用比较明显。后面在经过干湿交替变化时, 水对土壤的压实作用有所减弱。土壤容重随着干湿交替次数的增加缓慢增加。

2.2 干湿交替过程中土壤崩解速度的变化

将松散的土壤颗粒放入水中进行崩解, 土壤颗粒进入水中不到3s内全部崩解完毕。而进行过干湿交替的土壤颗粒其崩解过程相对较长, 但是经过一段时间的崩解后, 所有的土壤颗粒也基本上崩解完, 土壤崩解速度与干湿交替次数之间的关系如图3所示。

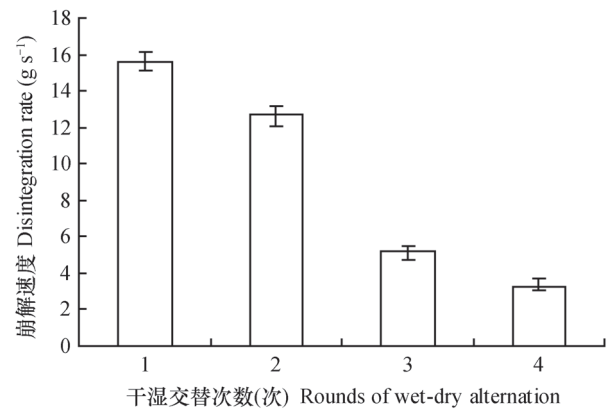


图3 土壤崩解速度随干湿交替次数的变化

Fig.3 Effect of frequency of wet-dry alternation on soil disintegration rate

土壤干湿交替次数对土壤崩解速度有很大的影响。随着干湿交替次数的增多, 土壤崩解速度降低。主要是由于干湿交替次数增加, 土壤的紧实性增强, 水分进入土体使土壤颗粒崩解的能力变弱。经过四次干湿交替后, 土壤的崩解速度减缓79%, 随着时间的延续, 土壤颗粒最终将全部分解在水中。

2.3 土壤崩解过程基本特征

在崩解试验中, 一次土样的崩解时间为30 min, 拉力计每隔0.5 s记录一次读数的变化。利用式(1)计算出累计崩解量, 来分析不同干湿交替的土壤累计崩解量随时间的变化关系(图4)。

就土壤崩解过程可以分为3个阶段, 即土壤吸水缓慢崩解阶段、指数崩解阶段、崩解完成阶段。在吸水缓慢崩解阶段, 土壤崩解量呈波动变化, 一方面土壤吸收水分, 质量增大, 同时部分土壤颗粒崩落, 质量减轻, 这个阶段中土壤吸水增加的质量与其崩解掉的细颗粒质量基本相抵消, 拉力计数据有一定波动, 但变化不大; 在指数崩解阶段, 当土壤内水分含量达到饱和时, 停止吸水, 在水分作用下, 土壤内聚力迅速降低, 土壤内部的胶结键在水分浸润作用下削弱或断裂, 土壤迅速崩解, 累计崩

解量呈指数增加。指数崩解阶段崩解量占总崩解量的绝大部分；在崩解完成阶段，土壤颗粒在残余力作用下，呈现稳定状态，崩解停止。

土壤干湿交替，土壤颗粒间胶结键得到重组，增大了土壤颗粒间内聚力，使其崩解速度降低，表现在缓慢崩解阶段延长，指数崩解阶段崩解速度降低。与1次干湿交替相比，2次干湿交替崩解速度略有降低，指数崩解开始时间略有延后，而3次和4次干湿交替，土壤缓慢崩解时间进一步延长，其累计崩解量逐渐增加，这一阶段持续时间较长，其指数崩解阶段开始时间均在500 s后，在指数崩解阶段，与1次、2次干湿交替土壤崩解过程相比，3次、4次干湿交替后，土壤崩解速度变缓。

土壤崩解过程呈现S型曲线。生物生长过程的S型曲线多用生长模型来描述，描述模型较多，如Logistic、Gompertz、Richards、Mitscherlich和Bertalanffy等5种理论生长方程^[16-17]，在此采用Richards模型描述土壤崩解过程。根据土壤崩解过程，通过计算设定Richards模型初始值^[20]，利用SPSS软件对土壤崩解过程进行拟合，Richards模型拟合优化参数见表1，拟合曲线见图4中实线。

就土壤崩解过程拟合结果可以看出，Richards

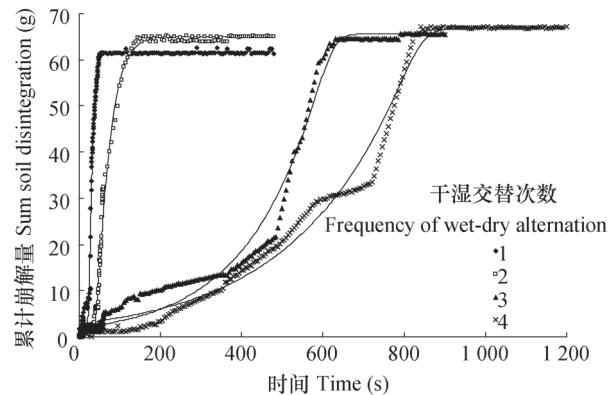


图4 干湿交替对土壤崩解过程的影响

Fig.4 Effect of wet-dry alternation on soil disintegration process

模型可以较好地描述土壤累计崩解过程，其相关系数均达到0.9以上。

根据Richards模型特点，利用式(4)计算出两特征点及指数崩解阶段的特征值(见表2)，两特征点将土壤崩解过程划分为3个阶段。两点中左侧的那个点，是缓慢崩解阶段与指数崩解阶段的分界点，而位于右侧的那个点是指数崩解阶段与崩解完成阶段的分界点。这些分隔点与土壤崩解过程三阶段分界点较为吻合。

表1 干湿交替处理土壤崩解过程Richards拟合优化参数

Table 1 Optimized parameters for Richards model fitting soil disintegration process as affected by wet-dry alternation

土壤干湿交替次数 Frequency of soil wet-dry alternation	参数选项 Model parameters				相关系数 Correlation	残差值 Residual
	<i>K</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>		
1	62.4	1.165	0.15	0.98	0.985	1 662
2	65.04	3.54	0.04	0.49	0.992	594
3	65.60	-8.62×10^{18}	0.07	13.34	0.990	1 564
4	66.50	-3.45×10^{17}	0.05	13.78	0.979	1 448

由表2可以看出，经干湿交替，特别是经多次干湿交替后，土壤缓慢崩解时段延长，进入指数崩解阶段时间推后，同时指数崩解阶段持续时间延长，指数崩解阶段崩解量占总崩解量百分比减少。崩解速度降低，土壤抵抗水蚀的能力增强。

3 结论

土壤干湿交替，增加了土壤颗粒之间的内聚力，使得土壤变得紧实，容重增加，试验壤土经4次干湿交替后，土壤容重由 1.20 g cm^{-3} 增加至

表2 土壤崩解速度变化率点

Table 2 Changing points of soil disintegration rate

土壤干湿交替次数 Frequency of soil wet-dry alternation	左分界点 Demarcation point (left)		右分界点 Demarcation point (right)		持续时间 Stage	期间增长量 Growth rate	占总量百分数 Percentage (%)
	时间 Stage (s)	特征值 Eigen value (g)	时间 Stage (s)	特征值 Eigen value (g)			
	1	21	4.38	34			
2	33	6.01	69	46.26	36	40.25	61.90
3	548	42.91	626	62.53	78	19.62	29.91
4	731	44.16	846	63.86	115	19.69	29.44

1.28 g cm⁻³。干湿交替后土壤颗粒在水分子压力作用下得以重组, 土壤崩解速度降低。土壤累积崩解过程呈现典型S型曲线, 应用Richards方程可有效描述土壤崩解过程。根据Richards模型的特征点, 可准确将崩解过程划分为缓慢崩解、指数崩解和崩解完成3个阶段。基于Richards方程定量化分割, 土壤干湿交替处理后, 缓慢崩解阶段延长, 指数崩解阶段推迟发生, 特别是经历3次干湿交替处理, 干湿交替影响作用较为明显。干湿交替处理土壤指数崩解阶段崩解量显著降低, 干湿交替可有效减缓土壤崩解速度, 提高土壤抗蚀性。

参考文献

- [1] 李勇, 朱显谟, 田积莹, 等. 黄土高原土壤抗冲性机理初步研究. 科学通报, 1990, 35 (5) : 390—393. Li Y, Zhu X M, Tian J Y, et al. Study on soil anti-scourability and its mechanism on Loess Plateau (In Chinese). Chinese Science Bulletin, 1990, 35 (5) : 390—393
- [2] Wang B, Zheng F L, RÖmkens J M M. Comparison of soil erodibility factor in USLE, RUSLE, EPIC and Dg models based on Chinese soil erodibility database. Acta Agriculture Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 2013, 63 (1) : 69—79
- [3] Comino E, Marengo P, Rolli V. Root reinforcement effect of different grass species: A comparison between experimental and models results. Soil & Tillage Research, 2010, 110: 60—68
- [4] 周佩华, 武春龙. 黄土高原土壤抗冲性的试验研究方法探讨. 水土保持学报, 1993, 7 (1) : 29—34. Zhou P H, Wu C L. The research method of soil anti-scourability experiment in Loess Plateau (In Chinese). Chinese Journal of Soil and Water Conservation, 1993, 7 (1) : 29—34
- [5] Baets S De, Poesen J. Empirical models for predicting the erosion-reducing effects of plant roots during concentrated flow erosion. Geomorphology, 2010, 118: 425—432
- [6] Pan C Z, Shangguan Z P. Runoff hydraulic characteristics and sediment generation in sloped grassplots under simulated rainfall conditions. Journal of Hydrology, 2006, 331: 178—185
- [7] 李智广, 张光辉, 刘秉正, 等. 水土流失测验与调查. 北京: 中国水利水电出版社, 2005. Li Z G, Zhang G H, Liu B Z, et al. Erosion test and survey (In Chinese). Beijing: Water Conservancy and Electric Power Press, 2005
- [8] Gyssels G, Poesen J, Nachtergaele J, et al. The impact of sowing density of small grains on rill and ephemeral gully erosion in concentrated flow zones. Soil & Tillage Research, 2002, 64: 189—201
- [9] 曾光, 杨勤科, 姚志宏. 黄土丘陵沟壑区不同土地利用类型土壤抗侵蚀性研究. 水土保持通报, 2008, 28 (1) : 6—9. Zeng G, Yang Q K, Yao Z H. Soil anti-erodibility under different land use types in the Loess Hill and Gully area (In Chinese). Bulletin of Soil and Water Conservation, 2008, 28 (1) : 6—9
- [10] 徐少君, 曾波, 类淑桐, 等. 三峡库区几种耐水淹植物根系特征与土壤抗水蚀增强效应. 土壤学报, 2011, 48 (1) : 160—167. Xu S J, Zeng B, Lei S T, et al. Root feature of several flooding-tolerant plant sand their roles in enhancing anti-erodibility of the soil in Three Gorges Reservoir region (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2011, 48 (1) : 160—167
- [11] Ruiz-Vera V M, Wu L S. Influence of sodicity, clay mineralogy, prewetting rate, and their interaction on aggregate stability. Soil Science Society of America Journal, 2006, 70: 1825—1833
- [12] Lado M, Ben-Hur M, Shainberg I. Soil wetting and texture effects on aggregate stability, seal formation,

- and erosion. *Soil Science Society of America Journal*, 2004, 68: 1992—1999
- [13] Marc-O G, Joerg B, Susanne K W, et al. Soil wettability, aggregate stability, and the decomposition of soil organic matter. *Geoderma*, 2005, 128 (1/2): 80—93
- [14] 张晓媛, 范昊明, 杨晓珍, 等. 容重与含水率对砂质黏壤土静水崩解速率影响研究. *土壤学报*, 2013, 50 (1): 214—218. Zhang X Y, Fan H M, Yang X Z, et al. Effects of soil bulk density and water content on hydrostatic disintegration rate of sandy clay loam (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2013, 50 (1): 214—218
- [15] 陈东, 王道杰, 陈晓艳, 等. 一种测定土壤崩解动态的方法. *土壤*, 2013, 45 (6): 1137—1141. Chen D, Wang D J, Chen X Y, et al. Method to show dynamic process of soil disintegration (In Chinese). *Soils*, 2013, 45 (6): 1137—1141
- [16] Christian D, Jacob W, Hisae N. Modeling individual growth and competition in plant populations: Growth curves of *Chenopodium album* at two densities. *Journal of Ecology*, 2002, 90: 666—671
- [17] 王福林, 王吉权. 生长曲线参数估计的一种新方法——优化回归组合法. *生物数学学报*, 2007, 22 (3): 533—538. Wang F L, Wang J Q. An improved method for estimating the parameters of logistic curve—Optimization regression combing method (In Chinese). *Journal of Biomathematics*, 2007, 22 (3): 533—538
- [18] Wang X S, Wu J H, Yang Y. Richards model revisited: Validation by and application to infection dynamics. *Journal of Theoretical Biology*, 2012, 313 (21): 12—19
- [19] Tjørve E, Tjørve K M C. A unified approach to the Richards-model family for use in growth analyses: Why we need only two model forms. *Journal of Theoretical Biology*, 2010, 267 (3): 417—425
- [20] 邢黎峰, 孙明高, 王元军. 生物生长的Richards模型. *生物数学学报*, 1998, 13 (3): 348—353. Xing L F, Sun M G, Wang Y J. Richards growth model of living-organism (In Chinese). *Journal of Biomathematics*, 1998, 13 (3): 348—353

EFFECT OF WET-DRY ALTERNATION ON LOESS DISINTEGRATION RATE

Wang Jian¹ Ma Fan^{1, 3} Zhang Penghui⁴ Meng Qinqian^{2†} Zhang Qingfeng¹ Zhou Mijing¹

(1 College of Naturae Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

(2 College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

(3 Institute of Desertification Control, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750000, China)

(4 Shaanxi Land Construction Group, Xi'an 710000, China)

Abstract Irrigation and rainfall would make tilled loss soil relatively compact because water makes soil particles cohered to each other, altering the soil structure and erosion resistance. Soil disintegration rate is regarded as a key parameter to evaluating soil's erodibility. Accurate prediction of disintegration rate of tilled soil is very important to effective management and conservation of soil and water. In this paper, simulation of wet-dry alternation of soil was performed using a soil box to explore effects of the alternation on soil bulk density and soil hydrostatic disintegration rate, and the effect was simulated with the Richards model. Soil wetting process was simulated by immersing the soil in slack water and soil drying process was by oven-drying. The two processes went one after the other forming a round of wet-dry alternation. After the alternation, the soil gradually concreted. Based on soil concretion settling rate and quantity of the soil sample, soil bulk density was calculated. At the same time soil samples were collected with a square ring sampler for determination of soil disintegration rate using the hydrostatic disintegrating method. The soil samples used in the experiment were collected from the topsoil layer of a farmland in Yangling and silt loam in soil texture. The Richards model is a monotone increasing function extensively used to describe growth process. In describing the growth process, the model has two peak values of growth variation rate, which are the two division points

of the growth process. However, the cumulative soil disintegration process presents a typical S-curve, so the Richards model can be used to simulate the soil disintegration process and to analyze effect of wet-dry alternation on soil disintegration rate. The paper has come mainly to the following conclusions: With the wet-dry alternation increasing in frequency, bulk density of the soil gradually becomes heavy, but concretion slows down, and disintegration rate declines steadily. The Richards equation can be used to better describe the process of soil disintegration. Based on the characteristic points of soil disintegration displayed in the model, soil disintegration process can be accurately divided into three phases: slow disintegration phase, exponential disintegration phase and disintegration completion. With rising alternation frequency, the slow disintegration phase extends, delaying the exponential disintegration phase, and disintegration rate declines. Especially after three rounds of wet-dry alternation, soil disintegration rate reduces significantly and soil erosion resistance improves. Having experienced wet-dry alternation, soils are much lower in disintegration rate during their soil exponential disintegration phase, of which the proportions to the total are also significantly lowered. After one or two round of alternation, soil disintegration in the exponential disintegration phase accounts for 60% of the total, but after the third round, soil disintegration in that phase accounts only for 29% of the total. Obviously, wet-dry alternation can effectively reduce soil disintegration rate and improve erosion resistance of soil.

Key Words Wet-dry alternation; Disintegration rate; Richards model; Loess

(责任编辑: 檀满枝)

CONTENTS

Reviews and Comments

- Problems and analytical logic in building cultivated land productivity evaluation index system..... Zhao Yanfeng, Cheng Daoquan, Chen Jie, et al. (1207)
 Advancement in study on effect of earthworm on greenhouse gas emission in soil and its mechanism Lu Mingzhu, Lü Xianguo, Guan Qiang, et al. (1224)

Research Articles

- Vertical distributions of soil organic and inorganic carbon and their controls along toposequences in an alpine region Yang Fan, Huang Laiming, Li Decheng, et al. (1235)
 Effect of grain size on and correlation analysis of pedodiversity and surface water body diversity in counties typical of Central and East China Ren Yuanyuan, Zhang Xuelei (1249)
 Spatial-temporal variability of soil readily available nutrients in cultivated land of Weibei Tableland Area Yu Yang, Zhao Yeting, Chang Qingrui (1260)
 Hyperspectral estimation and remote sensing retrieval of soil water regime in the Yellow River Delta Li Ping, Zhao Gengxing, Gao Mingxiu, et al. (1271)
 Effect of wet-dry alternation on loess disintegration rate Wang Jian, Ma Fan, Zhang Penghui, et al. (1278)
 Experiment and simulation of infiltration from layered soils in open pit mine in Jin-Shaan-Meng adjacent region Wu Qifan, Fan Jun, Yang Xiaoli, et al. (1289)
 Anaerobic redox of iron oxides and photosynthetic oxidation of ferrous iron in upland cinnamon soils Sun Lirong, Wang Xugang, Xu Xiaofeng, et al. (1299)
 Study on effect of kaolinite colloids on zeta potential of Al oxide coated quartz with streaming potential method Li Zhongyi, Xu Renkou (1309)
 Nitrogen use efficiencies of major grain crops in China in recent 10 years Yu Fei, Shi Weiming (1324)
 Changes of soil nutrients and supply capacities in the piedmont plain of Taihang Mountain during the period of 1978–2008 Liu Jianling, Jia Ke, Liao Wenhua, et al. (1334)
 Spatial variation of ecological stoichiometry of soil C, N and P in a small hilly watershed in subtropics of China Yang Wen, Zhou Jiaogen, Wang Meihui, et al. (1343)
 Stoichiometric characteristics of soil in an oasis on northern edge of Tarim Basin, China Li Honglin, Gong Lu, Zhu Meiling, et al. (1354)
 Distribution of soil selenium in the Northeast China Plain and its influencing factors Dai Huimin, Gong Chuandong, Dong Bei, et al. (1364)
 Study on phytolith-occluded organic carbon in soil of subtropical forest of southern Zhejiang Lin Weilei, Ying Yuqi, Jiang Peikun, et al. (1372)
 Toxic effect of multiple-time overlying pollution of Phe in soil on *Eisenia fetida* Ma Jingjing, Qian Xinchun, Zhang Wei, et al. (1381)
 Effect of organic manure on cucumber Fusarium wilt control and its mechanism Zhao Liya, Li Wenqing, Tang Longxiang, et al. (1390)
 Ameliorative effect of cropping *Lycium barbarum* L. with drip irrigation on soil enzymes activities in takyric solonetz Zhang Tibin, Kang Yaohu, Wan Shuqin, et al. (1399)
 Change in shallow soil temperature and its response to change in air temperature in middle and lower reaches of Shiyang River Basin Yang Xiaoling, Ding Wenkui, Ma Zhonghua, et al. (1410)
 Soil permeability of aeration zone in Xinchang-Xiangyangshan - a preselected site for high level radioactive waste disposal Li Jiebiao, Su Rui, Zhou Zhichao, et al. (1420)

Research Notes

- Inversion of spatial pattern of organic matter contents in black soil based on TM data Song Jinhong, Wu Jinggui, Zhao Xinyu, et al. (1429)
 Analysis of soil fertility and fertilizer efficiency of maize field in Shaanxi Shan Yan, Li Shuili, Li Ru, et al. (1437)
 Application of cosmic-ray method to soil moisture measurement of grassland in the Loess Plateau Zhao Chun, Yuan Guofu, Liu Xiao, et al. (1444)

Cover Picture: Reclamation of a highly saline-sodic wasteland of takyric solonetz while cropping *Lycium barbarum* L. with drip irrigation (by Zhang Tibin)

《土壤学报》编辑委员会

主 编: 史学正

执行编委: (按姓氏笔画为序)

丁维新	巨晓棠	王敬国	王朝辉	史 舟	宇万太	朱永官
李永涛	李芳柏	李保国	李 航	吴金水	沈其荣	张玉龙
张甘霖	张福锁	陈德明	邵明安	杨劲松	杨明义	杨林章
林先贵	依艳丽	周东美	周健民	金继运	逢焕成	胡 锋
施卫明	骆永明	赵小敏	贾仲君	徐国华	徐明岗	徐建明
崔中利	常志州	黄巧云	章明奎	蒋 新	彭新华	雷 梅
窦 森	廖宗文	蔡祖聪	蔡崇法	潘根兴	魏朝富	

编辑部主任: 陈德明

责任编辑: 汪枳生 卢 萍 檀满枝

土 壤 学 报

Turang Xuebao

(双月刊, 1948年创刊)

第 52 卷 第 6 期 2015 年 11 月

ACTA PEDOLOGICA SINICA

(Bimonthly, Started in 1948)

Vol. 52 No. 6 Nov., 2015

编 辑 《土壤学报》编辑委员会
地址: 南京市北京东路 71 号 邮政编码: 210008
电话: 025 - 86881237
E-mail: actapedo@issas.ac.cn

Edited by Editorial Board of Acta Pedologica Sinica
Add: 71 East Beijing Road, Nanjing 210008, China
Tel: 025 - 86881237
E-mail: actapedo@issas.ac.cn

主 编 史 学 正
主 管 中 国 科 学 院
主 办 中 国 土 壤 学 会
承 办 中国科学院南京土壤研究所

Editor-in-Chief Shi Xuezheng
Superintended by Chinese Academy of Sciences
Sponsored by Soil Science Society of China
Undertaken by Institute of Soil Science,
Chinese Academy of Sciences

出 版 科 学 出 版 社
地址: 北京东黄城根北街 16 号 邮政编码: 100717

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

印刷装订 北京中科印刷有限公司
总发行 科 学 出 版 社
地址: 北京东黄城根北街 16 号 邮政编码: 100717
电话: 010 - 64017032
E-mail: journal@mail.sciencep.com

Printed by Beijing Zhongke Printing Limited Company
Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China
Tel: 010 - 64017032
E-mail: journal@mail.sciencep.com

国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址: 北京 399 信箱 邮政编码: 100044

Foreign China International Book Trading Corporation
Add: P. O. Box 399, Beijing 100044, China

国内统一刊号: CN 32-1119/P

国内邮发代号: 2-560

国外发行代号: BM45

定价: 60.00 元

国 内 外 公 开 发 行



ISSN 0564-3929

