

冰草根系生长发育对土壤团聚体形成和稳定性的影响

吕春花^{1,2}, 郑粉莉^{1,2}

(1. 西北农林科技大学资源环境学院, 陕西 杨陵 712100;
2. 中科院水利部水土保持研究所黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 以陕北黄绵土为材料, 采用德国生产的生长箱进行盆栽实验, 研究冰草根系生长发育对土壤团聚体形成和稳定性的影响。实验设计包括 5 个生长期(15, 30, 45, 60, 75 d) 和各生长阶段的对照实验。研究结果表明, 在 75 d 冰草生长发育过程中, 冰草根系生长发育对土壤团聚体的形成及其稳定性的影响不明显, 而土壤干湿交替对土壤团聚体的影响大于冰草根系生长发育对土壤团聚体的影响。造成冰草根系生长发育对土壤团聚体稳定性影响不明显的主要原因是黄绵土团粒结构较差和冰草生长期较短。
关键词: 冰草生长发育; 土壤团聚体; 稳定性; 盆栽实验
中图分类号: S 152. 4 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004) 04-0097-04

Soil Aggregate Formation and Stability as
Effected by Root Growth of Ryegrass

LU Chun-hua^{1,2}, ZHENG Fen-li^{1,2}

(1. *The State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Science and Ministry of Water Resource, Yangling, Shaanxi 712100, China;*
2. *Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: A pot experiment in growth cabinet was designed to investigate the effects of root growth on soil aggregate formation and stability, taking the loess soil from the North Shaanxi Province as the experimental material. The experimental variables included 5 growth periods (15, 30, 45 60, 75 d) and a control of bare in each growth period. The result showed during ryegrass growth process of 75 days, soil aggregate formation and stability were not significantly different, but the effects of the alternation between dry and wet was more significant than the effects of root growth. The reason was less aggregate structure of loess soil and short growth duration of ryegrass.
Key words: ryegrass growth; soil aggregate; stability; pot experiment

草被生长发育对改善土壤性状有重要的作用。不同的作物通过多种物理的、生物的和化学的交互作用对土壤团聚作用影响有差异^[1, 2]。大量的研究结果表明^[3~8], 草被根系在生长发育过程中通过根系对土壤的缠绕固结作用和根系向土壤释放有机物质, 影响促进土壤团聚体的形成, 进而提高土壤的抗侵蚀作用。但有关黄土高原陡坡地退耕还草后, 草被对土壤团聚体形成过程影响的研究还相对薄弱, 有待进一步加强。本文通过盆栽实验, 研究冰草生长发育过程对土壤团聚体形成过程的影响, 以期对黄土高原植被恢复与土壤侵蚀关系的研究提供科学依据。

1 试验材料及方法

本研究通过生长箱控制光照、温度、湿度, 研究盆栽实验条件下冰草根系生长发育过程对土壤团聚体形成和稳定性的影响。试验处理包括 5 个生长期, 即 15、30、45、60 和 75 d, 每一个生长期有三个重复。为了更好的说明冰草根系生长过程对团聚体形成和稳定性的影响, 在 5 个生长期中皆增加对照实验(裸露处理), 并重复 3 次。实验处理共 30 次。

1. 1 实验盆栽土

供试土壤为陕西省安塞县的黄绵土, 有机质含量为 0. 73%, 全氮 0. 05%, 全磷 0. 13%。为了保证籽粒的发芽和

① 收稿日期: 2004-07-10
基金项目: 国家自然科学基金西部重大研究计划项目 “近 140 年子午岭地区植被—侵蚀—土壤互动作用及机理”(90302001)
作者简介: 吕春花(1981-), 江苏盐城人, 在读硕士生, 研究方向为植被恢复与环境评价。

生长,按每公斤土 0.518 g 尿素,每公斤土 0.227 g 磷酸氢二钾肥料含量标准,与供试土壤充分混合。实验所用的土盆直径 14 cm,深 12 cm。装土前在土盆底部铺上一层纱布,保证透水性,并在每个土盆中间树立一根长为 18 cm 的塑料管,以备浇水用,然后将已混好的土样装进土盆。装土完备后,分别采集每个实验土盆的土样,作为基准样品。

1.2 播种与发芽

为了确保种子的出芽率,将冰草种籽置放于湿润的滤纸上,保持种子完全被水湿润。等种子发芽后,将 8 粒发芽的种子播种到准备好的实验土盆中。待冰草幼苗从土中长出后,每盆的冰草保留苗数 5 株。然后将实验土盆放在生长箱中。

1.3 生长箱条件控制和土壤样品采集

生长箱的温度白天控制在 25℃,晚间控制在 18℃;生长箱的湿度控制在 50%~60%。在整个冰草生长期内,生长箱的光照时间为 12 h(每天 8:00~20:00)。冰草的生长期自幼苗放置于生长箱后开始计算。

当冰草分别生长到 15、30、45、60 和 75 d 时,将试验土盆从生长箱拿出,用剪刀剪掉冰草地上部分。然后将所有的试验土样从盆中取出,放置在干净的器皿中。待土样自然风干到能分离时,将土样分成两部分,一部分用于土壤团聚体的测定,另一部分用于室内化学分析。将用于土壤团聚体的土样干筛,过 5 mm、2 mm 和 1 mm 的筛子,并将 5~2 mm 和 2~1 mm 粒径的团粒分别装于塑料袋中,以备土壤团粒分析。另外,在冰草生长阶段,对所有实验土盆每天要进行浇水,并清除杂草。

1.4 土壤团聚体测定和表示团聚体指标的筛选

用机械筛分法分别对干筛后 5~2 mm 和 2~1 mm 团粒进行湿筛,分析植物生长对土壤团聚体稳定性的影响。

有关研究结果表明^[11],表示土壤团粒结构稳定性的最好指标之一是团粒组成的平均重数直径(MWD ——Mean Weight Diameter,单位: mm)。因此,本实验利用此指标对分析冰草在不同生长发育过程中土壤团粒稳定性的动态变化。关于 MWD 的计算方法如下:

$$MWD = \sum_{i=1}^n x_i w_i$$

式中: x_i ——筛分出来的各级团聚体所占分数; w_i ——各级团聚体的平均直径(mm)。

2 结果与分析

2.1 冰草根系发育对土壤团粒结构的影响

冰草与对照各生长期不同粒径团聚体含量比较如表 1 和表 2 及图 1 和图 2 所示。用 5~2 mm 团粒进行湿筛的结果表明,冰草处理> 0.25 mm 团聚体的含量,在 15 d 生长期内比对照高 6.51%;在 30 d 和 45 d 生长期内,与对照无明显差异;而在 60 d 生长期内,又比对照低 11.52%;在 75 d 生长期内,比对照高 3.6%。冰草处理 0.25~0.125 mm 团聚体含量,在 15 d 和 30 d 生长期内,分别比对照分别高 12.26% 和 1.42%;在 45、60 和 75 d 的生长期内,分别比对照低 2.20%、5.83% 和 2.12%。冰草处理 0.125~0.074 mm 团聚体含量,在 45 d 生长期内,比对照低 4.4%,其余生长期

内与对照无差异。冰草处理< 0.074 mm 团聚体含量,在 15、45、60、75 d 生长期内,分别比对照高 19.54%、5.4%、13.33% 和 2.9%;仅在 30 d 生长期内,比对照低 3.16%。

表 1 过 5~2 mm 筛处理颗粒不同生长时期
各级团聚体含量 %

粒径范围/mm		> 0.25	0.25 ~ 0.125	0.125 ~ 0.074	< 0.074	
生长 时间/d	15	冰草	27.48	26.76	6.20	39.56
		对照	20.97	14.50	5.43	59.10
	30	冰草	21.52	9.32	4.92	64.24
		对照	19.67	7.90	5.03	67.40
	45	冰草	18.97	6.70	8.17	66.17
		对照	17.77	8.90	12.57	60.77
	60	冰草	24.93	7.80	8.10	64.60
		对照	36.45	13.63	7.70	51.27
	75	冰草	25.20	8.52	8.84	62.00
		对照	21.60	10.60	8.70	59.10

用 2~1 mm 团粒进行湿筛的结果如表 2 和图 2 所示,冰草处理> 0.25 mm 团聚体的含量,在 15、45、75 d 生长期内,分别比对照高 8.9%、2.2% 和 3.6%;在 30 d 生长期内,与对照无差异;在 60 d 生长期内,比对照低 11.52%。冰草处理 0.25~0.125 mm 团聚体含量,在 15 d 生长期内,比对照高 1.53%;在 30 和 60 d 生长期内,分别比对照低 5.84% 和 6.72%;在 30 和 75 d 生长期内,与对照无明显差别。冰草处理 0.125~0.074 mm 团聚体含量,在 15 d 生长期内,与对照无差别;在 30、45、75 d 生长期内,分别比对照低 1.2%、5.27% 和 1.6%;在 60 d 生长期内,比对照高 1.05%。冰草处理< 0.074 mm 团聚体含量,在 15 和 75 d 生长期内,分别比对照低 9.8% 和 1.55%;在 30 d 生长期内,与对照无差异;在 45 和 60 d 生长期内,分别比对照高 8.9% 和 6.28%。

表 2 过 2~1 mm 筛处理颗粒不同生长时期
各级团聚体含量 %

粒径范围/mm		> 0.25	0.25~0.125	0.125~0.074	< 0.074	
生长时间/d	15	冰草	34.90	11.53	4.10	49.47
		对照	26.00	10.00	4.73	59.27
	30	冰草	24.75	9.55	4.60	61.10
		对照	24.93	9.00	5.80	60.27
	45	冰草	24.73	6.63	8.40	60.23
		对照	22.53	12.47	13.67	51.33
	60	冰草	24.93	5.73	8.60	60.73
		对照	36.45	12.45	6.65	44.45
	75	冰草	25.20	7.55	5.10	62.15
		对照	22.60	7.00	6.70	63.70

由此表明,在冰草生长发育过程中,根系的缠绕固结作用 and 分泌物渗出使得粒径大的团聚体含量增加,从而增强了团聚体稳定性。但是由于根系生长发育对周围土壤有穿插破坏作用,加上干湿交替,又使得粒径大的团聚体逐渐分散成小颗粒,导致小粒径团聚体含量增加。

2.2 冰草根系发育对土壤团粒稳定性的影响

由表 3 可知,不同生长时期冰草处理与对照平均重数直径 MWD 在 0.25~0.30 mm 之间变化。冰草处理与对照对比值在 75 d 生长期内,先减小后增大,过 5~2 mm 筛处理的团粒在 45 d 生长期内达最低值 10.53%,过 2~1 mm 筛处

理的团粒在 30 d 生长期内达最低值 0.00。图 3、图 4 表明, 生长冰草的土壤团聚体稳定性最初阶段呈现下降趋势, 在 45 d

生长期内达到最低, 之后几乎不再变化; 对照实验与冰草处理无明显差别。

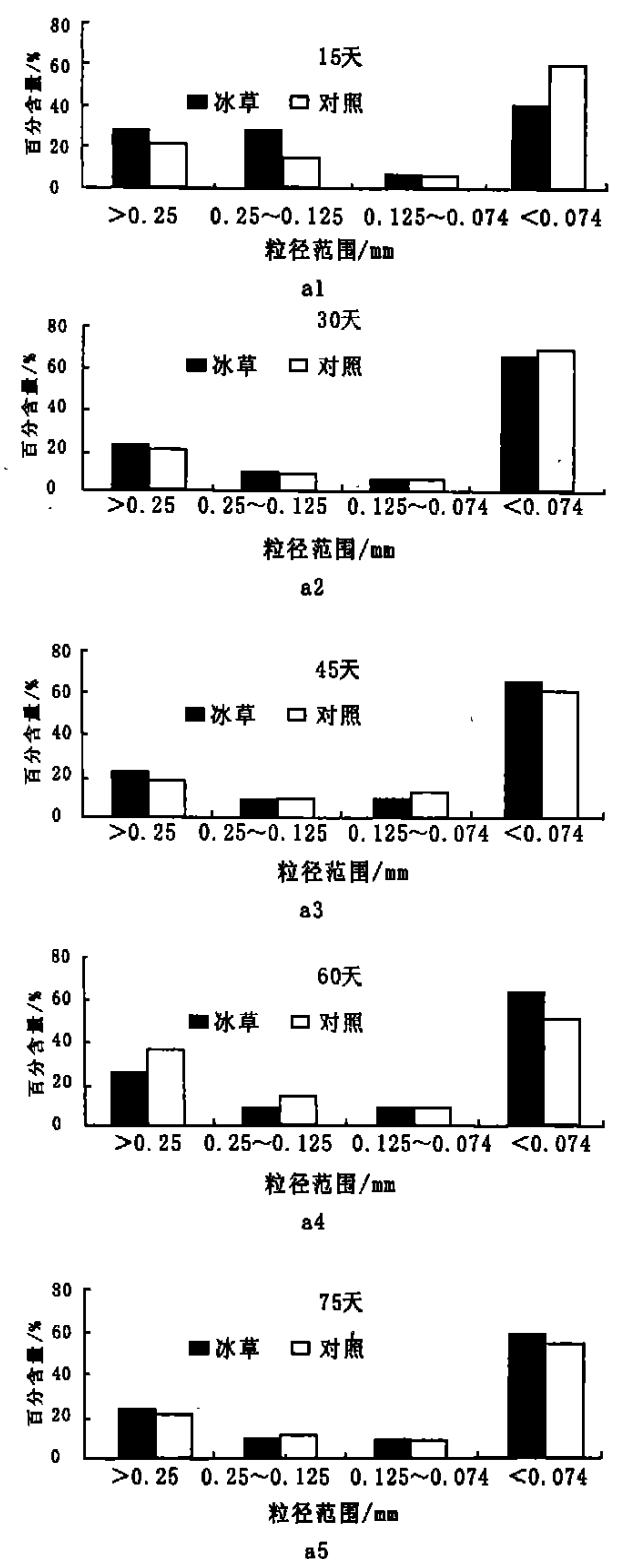


图 1 经 5~2 mm 筛处理颗粒分别在 15,30 45,60,75 d 生长期各级团聚体含量

这主要是由于生长前期浇水破坏了尚未被干扰过的大团聚体和干湿交替而减弱团聚体稳定性,加之用于实验的黄绵土本身团粒结构较差,而且实验生长期较短,冰草在 75 d 生长发育对土壤团聚体稳定性的影响不明显。

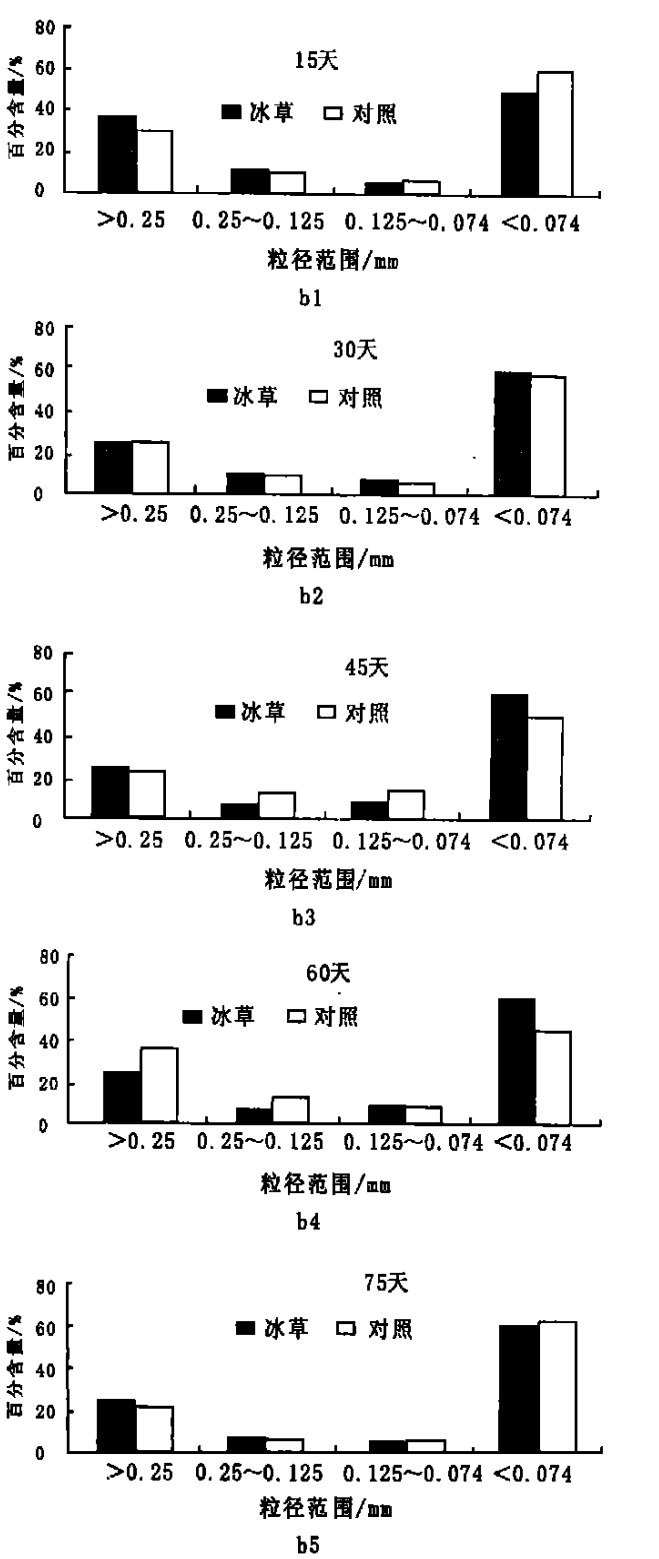


图 2 过 2~1 mm 筛处理颗粒分别在 15,30 45,60,75 d 生长期中各级团聚体含量

Haynes 和 Beare 研究表明^[13],使用湿润土样(22%~25%)测定土壤团聚体稳定性的时候,植物的生长发育对团聚体稳定性无影响。反之,土壤在筛之前就晾干,植物的生长发育以及作物类型对稳定性有明显影响,因为团聚体在晾干

后已经分散。因此,用晾干的土样做团聚体稳定性分析更可靠。在生长箱条件下,由于总体耗水量的不同,来自在不同取样的每个土盆的团聚体的起始含水量会明显改变。有可能作物生长期间含水量的变化造成了团聚体稳定性的增强,稳定性方面的差异部分原因可能是团聚体的起始含水量。但是在湿筛前的前润湿可以除去起始含水量的影响。在这一项研究中,被用到研究土壤团聚体的土壤试样,是潮湿的试样,而且土壤试样是在湿筛前就润湿过的。因此,这一实验数据可以在土壤团聚体稳定性方面的作物生长的积极作用。这一结果指出了可理解的重要的测量土壤团聚体稳定性的方法。

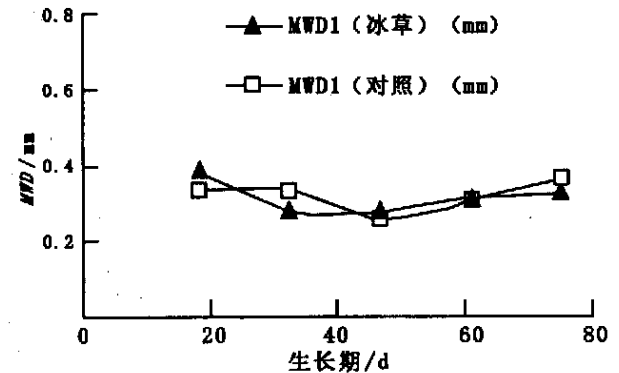


图 3 过 5~2 mm 筛处理颗粒团聚体稳定性
随生长时间变化情况

3 结 论

以陕北黄绵土为材料,设计盆栽实验,研究冰草生长发育对土壤团聚体形成和稳定性的影响。研究结果表明:在 75 d 冰草生长发育过程中,土壤干湿交替对土壤团聚体的影响显著于冰草根系生长发育对土壤团聚体的影响,导致了 75 d 生长期中,冰草根系生长发育对土壤团聚体的形成及其稳定性的影响不明显。造成冰草根系生长发育对土壤团聚体稳定

参考文献:

[1] Harris R F, Chesters G, Allen O N. Dynamics of soil aggregation[J]. Advan. Agronomy, 1996, 18: 107- 169.

[2] Haynes R J, Beare M H. Aggregation and organic matter storage in meso- thermal, humid soils[A]. In: M R Carter, B A Stewart, eds. Advances in Soil Science. Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils[M]. Boca Taton: CRC Lewis, 1995, 213- 263. .

[3] Monroe C D, Kladvikv E J. Aggregate stability of a silt loam soil as affected by roots of corn, soybeans and wheat[J]. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 1987, 18(9): 1077- 1087.

[4] Lynch J M, Bragg E. Micro-organisms and soil aggregate stability[J]. Advance in Soil Science, 1985, 2: 133- 171.

[5] Shamoot S L, McDonald W, Bartholomew V. Rhizo- deposition of organic debris on soil[J]. Soil Science Society of America Proceedings, 1968, 32, 817- 820.

[6] Chaney K, Swift R S. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils[J]. Journal of Soil Science, 1984, 35: 223- 230.

[7] Baldock J A, Kay B D, Schnitzer M. Influence of cropping treatments on the monosaccharide content of the hydrolysates of a soil and its aggregate fractions[J]. Canadian Journal of Soil Science, 1987, 45: 444- 449.

[8] Stone J A, BATTERY B R. Nine forages and the aggregation of a clay loam soil[J]. Canadian Journal of Soil Science. 1989, 69: 165- 169.

[9] 中国科学院南京土壤所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978. 136- 140, 514- 518.

[10] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤物理性质测定方法[M]. 北京: 科学出版社, 1978. 78- 85.

[11] D 希勒尔. 土壤物理学概论[M]. 尉庆丰, 荆家海, 王益权, 等译. 西安: 陕西人民出版社, 1988.

表 3 不同生长时期土壤团聚体稳定性变化

生长期/d	5~2 mm			2~1 mm		
	对照	冰草	对比/ %	对照	冰草	对比/ %
	MWD/mm	MWD/mm		MWD/mm	MWD/mm	
0	0.65	0.65	0.00	0.48	0.48	0.00
15	0.30	0.36	19.55	0.27	0.30	12.37
30	0.30	0.25	- 17.08	0.27	0.27	0.00
45	0.22	0.25	10.53	0.23	0.26	10.05
60	0.27	0.28	2.08	0.30	0.25	- 15.47
75	0.34	0.30	- 12.13	0.35	0.26	- 26.63

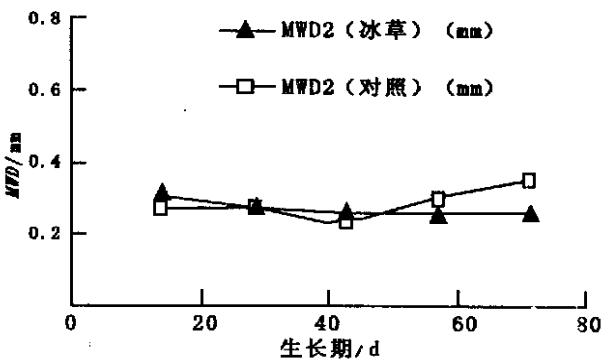


图 4 过 2~1 mm 筛处理颗粒团聚体稳定性
随生长时间变化情况

性影响不明显的主要原因是黄绵土团粒结构较差, 植被生长很难促进其团聚体形成。

过 5~2 mm 筛和 2~1 mm 筛处理的土样在实验中差别也不明显, 因此还需通过今后的实验寻求最合适的土样粒径。

由于本次试验冰草生长期较短, 令为 75 d, 因此今后的实验需延长冰草生长期, 评价植被生长发育对土壤团聚体形成和稳定性的影响, 为黄土高原植被恢复与土壤侵蚀关系的研究提供科学依据。