

## PAM对潮土水稳性团聚体的影响

王永敏<sup>1</sup>, 李俊颖<sup>1</sup>, 王定勇<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>西南大学三峡库区生态环境教育部重点实验室, 西南大学资源环境学院, 重庆 400715;

<sup>2</sup>重庆市农业资源与环境研究重点实验室, 重庆 400716)

**摘要:**通过室内土柱培养, 研究4种不同浓度聚丙烯酰胺(PAM)对潮土水稳性团聚体的改良效果。结果表明, 加入不同浓度PAM均可促使>0.25 mm水稳性团聚体的形成, 并有效降低团聚体分形维数, 改善土壤结构。随着PAM浓度的增加, 改良效果逐渐增强。在加入浓度为1 g/kg时达到最好的效果, 较对照, >0.25 mm水稳性团聚体增加了42.69%, 分形维数降低了10.11%。

**关键词:**聚丙烯酰胺(PAM); 水稳性团聚体; 分形维数

中图分类号:S156.2

文献标志码:A

论文编号:2009-2322

### Effect of PAM on Soil Water Stable Aggregates in Alluvial Soil

Wang Yongmin<sup>1</sup>, Li Junying<sup>1</sup>, Wang Dingyong<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Eco-environments in Three Gorges Reservoir Region (Ministry of Education),

College of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715

<sup>2</sup>Chongqing Key Laboratory of Agricultural Resources and Environment, Chongqing 400716)

**Abstract:** PAM was applied in soil column to study the effects of PAM on water stable aggregates of the alluvial soil. The results showed that PAM improved the structure of the studied soils by promoting the formation and reducing the fractal dimension of the >0.25 mm water stable aggregates effectively, and the effects were enhanced as the concentration of PAM increased. The best effect was found at the 1g/kg concentration, compared with the blank control, the >0.25 mm water stable aggregates increased 42.69%, while its fractal dimension decreased 10.11%.

**Key words:** PAM; water stable aggregates; fractal dimension

### 0 引言

聚丙烯酰胺(简称PAM)作为一种土壤改良剂, 能增加土壤表层颗粒间的凝聚力, 维系良好的土壤结构, 防止土壤结皮, 抑制水分蒸发, 增加降雨入渗, 提高土壤水含量、减少土壤侵蚀等<sup>[1-8]</sup>。Hedick和Moury<sup>[9]</sup>研究发现使用聚合物PAM作为土壤改良剂能稳固土壤团聚体; Lentz<sup>[4]</sup>在几种灌溉土壤中施用PAM, 表明PAM能增加团聚体水稳性。Cook<sup>[10]</sup>研究了在板结土壤上, 施用不同浓度PAM对土壤水稳性团聚体的影响, 结果表明土壤水稳性团聚体含量分别由对照的20.7%增加到59.5%, 90.4%, 79.3%和90.7%。Nadler<sup>[11]</sup>对粘壤土的研究表明, PAM处理的土壤较对照土壤水稳定性团聚

体高3~4倍。对于一些板结的土壤, 施用PAM也能够取得理想的效果。龙明杰等<sup>[12]</sup>研究了不同类型PAM对赤红壤的改良作用, 结果显示, PAM能够提高赤红壤>0.25 mm水稳性团粒结构数量, 在施用量为0.005%~0.200%的范围内, 赤红壤的改良效果随其施用量的增大而增强。员学锋等<sup>[13]</sup>通过夏玉米施加PAM的大田实验发现, 当PAM用量为0.75~1.25 g/cm<sup>2</sup>时, 团聚体总量(>0.25 mm)平均增加30.2%, 从而起到疏松土壤, 调节土壤结构的作用。

笔者通过试验探明PAM对重庆市潮土结构改良的效果, 从而为利用PAM来改良潮土的结构稳定性、提高土壤入渗和防止土壤侵蚀提供参考依据。

**基金项目:**国家科技支撑计划课题(2007BAD39B02); 西南大学生态学重点学科“211”建设项目。

**第一作者简介:**王永敏, 女, 1985年出生, 河南濮阳人, 硕士生, 研究方向: 污染生态学。通信地址: 400716 重庆市北碚区西南大学资源环境学院654信箱。

**通讯作者:**王定勇, E-mail: dywang@swu.edu.cn。

**收稿日期:**2009-11-06, 修回日期:2009-12-02。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土壤

以重庆市沙质土壤潮土为研究对象,潮土土样取自重庆市北碚区东阳镇桑园。其土壤的颗粒组成见表1。培土试验土壤采样深度为0~20 cm,经自然风干、粉碎后,剔除植物根系等杂物备用。

表1 土壤颗粒组成

土壤类 型	质地 (g/m <sup>3</sup> )	机械颗粒组成/%			容重 (g/m <sup>3</sup> )
		粘粒	粉砂	砂粒	
潮土	粉砂壤土	11.30	54.80	33.9	1.32

### 1.2 供试试剂

供试PAM属于阴离子型,白色粉末晶体,可溶于水,具有很强的黏聚作用。其分子量为1000万,水解度为30%。

### 1.3 试验设计及方法

用PVC塑料管做成高10 cm,直径10 cm,体积785 cm<sup>3</sup>的土柱,土柱底部用塑料布封闭。PAM浓度设置为对照CK(0 g/kg),0.05 g/kg,0.1 g/kg,0.2 g/kg,0.4 g/kg,1 g/kg,各处理设置3次重复。

将过1 mm筛的潮土与上述不同浓度的PAM直接混匀,装成容重为1.27 g/cm<sup>3</sup>(接近自然状态下土壤容重)的土柱,表面均匀铺一层石子,在室内培养,培养期间使土壤湿度保持在田间持水量的75%。培养30天后,利用湿筛法测定水稳性团聚体。

### 1.4 数据处理

土壤团聚体分形维数利用杨培岭等<sup>[14]</sup>提出的通过粒径分布于对应的分布联系,用土壤粒径的重量分布代替数量分布进行计算,即由公式:

$$\lg \left[ \frac{w(\delta < \bar{d}_i)}{W_0} \right] = (3 - D) \lg \left( \frac{\bar{d}_i}{d_{\max}} \right), \text{ 对 } \lg \left( \frac{\bar{d}_i}{d_{\max}} \right) \text{ 和}$$

$\lg \left[ \frac{w(\delta < \bar{d}_i)}{W_0} \right]$  进行回归分析,即可求出分形维数  $D$

值。式中  $W(\delta < \bar{d}_i)$  为小于粒径  $\bar{d}_i$  (两筛分粒级间粒径的平均值) 的累计土粒质量,  $W_0$  为各粒级质量的总和。方差分析采用 SPSS 统计软件进行。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同浓度的PAM对潮土>0.25 mm水稳性团聚体的影响

团聚体的稳定性是指团聚体抵抗外力作用或外部环境变化而保持其原有形状的能力,包括水稳定性、力稳定性、化学稳定性,酸碱稳定性和生物稳定性等<sup>[15]</sup>,

其中水稳性团聚体是指具有抵抗水破坏能力,在水中浸泡、冲洗而不易崩解的土壤团粒<sup>[16]</sup>。一般把粒径大于0.25 mm的水稳性团粒作为评价土壤结构的标准和主要指标。土壤团粒结构特别是水稳性团粒结构的大小、数量和稳定性决定了土壤孔隙大小和结构的稳定性,它左右土壤中气、水、根系穿插及养分活化等状况,是影响土壤通透与抗蚀性能以及反映土壤质量最为重要的指标之一,高的土壤团聚体稳定性能够维持适当的渗透空间<sup>[17]</sup>。

从图1可以看出PAM对潮土的水稳性团聚体的形成具有较好的促进作用,表现为随PAM浓度的增大,>0.25 mm水稳性团粒有明显增加的趋势。PAM在供试土壤施用浓度0.05 g/kg,0.1 g/kg,0.2 g/kg,0.4 g/kg,1 g/kg培养30天后,>0.25 mm水稳性团聚体含量分别较对照增加了12.27%,21.72%,26.25%,26.86%,42.69%,并且随着PAM浓度的增加,含量越来越高。由此可以看出PAM可以增加土壤的>0.25 mm水稳性团聚体含量。其原因可能是当PAM在吸水溶胀后,分散土粒被PAM分子以吸附、缠绕、贯穿等方式捕捉,从而使之凝聚成团粒。由于凝胶的粘结作用可以增加土壤表层颗粒间的凝聚力从而使土壤具有明显的团粒化效果,而且形成的团聚体水稳性很强,PAM起胶结作用的实质<sup>[18]</sup>是由于其表面有大量的亲水基团,通过氢键对黏粒吸附、凝聚,使体积增大成为团聚体。

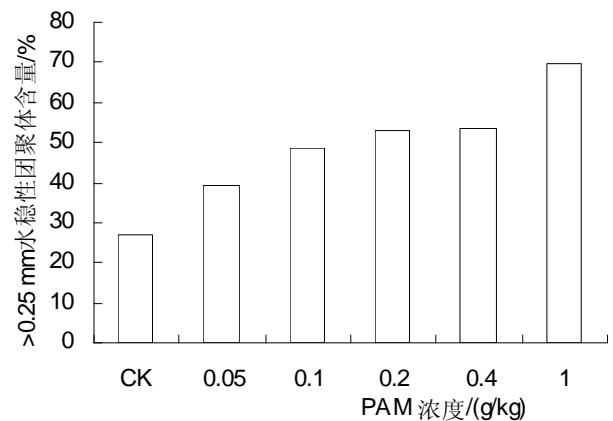


图1 不同浓度PAM对潮土>0.25 mm水稳性团聚体的影响

### 2.2 不同浓度PAM对潮土水稳性团聚体分形维数的影响

土壤分形维数能客观反映土壤结构性状,是可以表征土壤结构好坏的一个综合性定量指标<sup>[19]</sup>,团聚体分形维数越小,土壤结构就越稳定<sup>[20]</sup>。土壤结构分形维数不仅反映了土壤颗粒大小的影响,而且体现了质地均一得程度。分形维数高,表明土壤质地黏重,通透性差,反之则表明土壤结构越松散<sup>[21]</sup>。PAM施入潮土后,>0.25 mm水稳性团聚体含量随着浓度的增加而增加,且各不同

大小颗粒分布也有差异,所以土壤团聚体分形维数也随之发生变化。从表2中可以得知,水稳性团聚体的分形维数随着施入土壤的PAM的浓度的增加而递减。PAM在供试土壤施用浓度0.05 g/kg, 0.1 g/kg, 0.2 g/kg, 0.4 g/kg, 1 g/kg培养30天后,其所对应的分形维数分别为2.83, 2.78, 2.75, 2.74, 2.60,较对照CK(2.90)分别减少了2.12%, 4.06%, 5.13%, 5.28%, 10.11%。

由此可见,PAM可以降低土壤团聚体分形维数,改善土壤结构,尤其是加入浓度为1 g/kg的PAM效果最明显。

表2 不同浓度PAM对潮土团聚体分形维数的影响

浓度/(g/kg)	CK	0.05	0.10	0.20	0.40	1.00
分形维数	2.90	2.83	2.78	2.75	2.74	2.60

### 2.3 不同浓度PAM对潮土水稳性团聚体粒径分布的影响

从表3中可以看出,施入PAM后供试土壤各粒级团聚体含量都有所变化,但总体趋势是一致的。即大团聚体随着浓度的增大而有很程度的增加,小团聚体(<0.25 mm)随着浓度的增大而逐渐减少。

表3 PAM对各粒级团聚体百分含量的影响 %

粒径 /mm	处理					I/(g/kg)
	CK	0.05 / (g/kg)	0.1 / (g/kg)	0.2 / (g/kg)	0.4 / (g/kg)	
>5	0.00	0.00	0.63	0.61	1.03	6.18
3~5	0.22	2.87	4.48	4.07	6.77	17.87
2~3	0.31	1.43	1.65	1.20	2.68	7.95
1~2	0.40	1.37	1.75	2.18	5.57	7.00
0.5~1	3.19	4.75	5.87	5.44	6.97	8.17
0.25~0.5	22.75	28.73	34.23	39.63	30.72	22.39
<0.25	73.12	60.86	51.41	46.88	46.26	30.43

3~5 mm水稳性团聚体效果最明显,粒径百分比从0.22%逐渐曾达到17.87%,其次是2~3 mm团聚体,增加了7.64%; 1~2 mm团聚体,增加了6.60%; >5 mm的增加了6.18%。而0.25~0.5 mm粒径的团聚体百分比随着PAM浓度的增大出现了先增加后降低的趋势,在浓度为0.2 g/kg达到最大值,此粒径团聚体变化规律还有待进一步研究。 <0.25 mm粒径的,减小了42.69%。并且有表3还可以看出PAM浓度为1 g/kg时,使潮土团聚的效果最好。

### 3 结论

(1)施用不同浓度PAM后,不同程度的提高了潮土的>0.25 mm水稳性团聚体含量,降低了团聚体分形维数。随着PAM浓度的增加而增加, >0.25 mm水稳性团聚体含量分别较对照增加了12.27%, 21.72%, 26.25%, 26.86%, 42.69%; 团聚体分形维数分别较对照减少了2.12%, 4.06%, 5.13%, 5.28%, 10.11%; 均当加

入浓度1 g/kg PAM时达到最好效果。

(2)施用不同浓度PAM后,大团聚体随着浓度的增大而有很程度的增加,小团聚体(<0.25 mm)随着浓度的增大而逐渐减。

(3)PAM可以作为潮土的有效改良剂,改善土壤结构。

### 参考文献

- [1] 解文艳,樊贵盛.土壤结构对土壤入渗能力的影响[J].太原理工大学学报,2004,35(4):381-384.
- [2] Sojka R E, Lentz R D, Rose C W, et al. PAM effect on infiltration in irrigated agriculture [J]. Soil Water Conserv,1998,53:325-331.
- [3] Lentz R D, Shainberg I, Sojka R E, et al. Preventing irrigation rill erosion with small applications of polymers [J]. Soil Sci. Soc. Am. J, 1992,56:1926-1932.
- [4] Lentz R D and Sojika R E.Field results using polyacrylamide to furrow erosion and infiltration. Soil Sci, 1994, 158:247-282.
- [5] 员学锋,汪有科,吴普特,等.PAM对土壤物理性状影响的实验研究及机理分析[J].水土保持学报,2005,19(2):37-40.
- [6] 崔海英,任树梅,刘东,等.聚丙烯酰胺对不同土壤坡地降雨产流产沙的影响研究[J].中国水土保持,2006(2):12-15.
- [7] 陈渠昌,雷廷武,李瑞平.PAM对坡地降雨径流入渗和水力侵蚀的影响研究[J].水利学报,2006,37(11):1290-1296.
- [8] 和继军,蔡强国,唐泽军.PAM控制土壤风蚀的风洞实验研究[J].水土保持学报,2007,21(2):20-22.
- [9] Ben-hur M, Letey J. Effect of polysaccharides, clay dispersion, and impact energy on water infiltration [J]. Soil Science Society of American Journal,1989,53:233-238.
- [10] Cook D F, Nelson S D. Effect of polyacrylamide on seedings emergence in crust forming soils [J]. Soil Science,1986,141(5): 328-333.
- [11] Nadler A, Perteet E, Kay B D, et al. Effect of two polymers and strengths of three soils [J]. Soil Science,1996,60(2):556-561.
- [12] 龙明杰,张宏伟,陈志泉,等.高聚物对土壤结构改良的研究Ⅲ.聚丙烯酰胺对赤红壤的改良研究[J].土壤通报,2002,33(1):9-13.
- [13] 员学锋,吴普特,冯浩.聚丙烯酰胺(PAM)的改土及增产效应[J].水土保持研究,2002,19(1):141-145.
- [14] 杨培岭,罗远培,石元春.用粒径的重量分布表征的土壤分形特征[J].科学通报,1993,38(20):1896-1899.
- [15] Domzal H, Hodara J, Turck R. The effects of agricultural use on the structure and physical properties of three soil types[J]. Soil and Tillage Research,1993,27:365-375.
- [16] 中国科学院南京土壤研究所.土壤理化分析[M].上海:上海科学技术出版社,1983.
- [17] Doran J W, Parltn T B. Quantitative indicators of soil quality: an minimum data set// Doran J W, Jones A J. Methods for Assessing Soil Quality Spec[M]. SSSA, Madison, Wisconsin,1996:25-37.
- [18] Trout TJ, Sojka RE, Lentz RD. Polyacrylamide effect on furrow erosion and infiltration[J].ASAE,1994,38(3):761-765.
- [19] 季轶群,王子芳,高明,等.紫色丘陵区不同土地利用方式下土壤团聚体的分形特征[J].土壤通报,2009,40(2):221-225.
- [20] 赵文智,刘志民,程国栋.土地沙质荒漠化过程的土壤分形特征[J].土壤学报,2002,39(6):877-881.
- [21] 黄冠华,詹卫华.土壤颗粒的分形特征及其应用[J].土壤学报,2002, 39(4):490-497.