

聚合物的改土作用和持效性的初步研究*

林长英 徐富安

(中国科学院南京土壤研究所)

某些高分子聚合物的改土和增产作用已在国内多项工作中得到了证明[1,2,3]。但由于这类高分子聚合物价格较贵,给农业上实际应用带来了困难。因此,研究各类聚合物在不同类型土壤中的持效性,无论在理论上(聚合物与土壤间的作用)和推广应用上都有较大意义。

本文是应用水解聚丙烯腈和聚乙烯醇在二种不同

质地土壤上,多年的改土效应和持效性盆栽试验的工作总结。

一、试验方法

试验土壤取自安徽城西湖农场,一种为重粘土,一种为轻壤土(表1),均为淮河冲积物。供试土壤风干后过5毫米筛。

表1 供试土壤的机械组成* (%)

田 块 号	粒 径 (毫 米)						土 壤 质 地
	0.25—0.05	0.05—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.001	<0.01	
9	—	12.40	19.45	37.72	32.21	89.37	重 粘 土
15	35.97	38.07	5.57	10.23	10.17	25.94	轻 壤 土

* 吸管法

聚丙烯腈经1NNaOH煮沸水解1小时后,即成水解聚丙烯腈(为水溶性聚丙烯酸钠盐)。聚乙烯醇则在热水中加以溶解而成。试验设0.1、0.05、0.01、0.001%四种用量的水解聚丙烯腈,0.1、0.01%两种用量的聚乙烯醇(均以聚合物占干土重百分比计算)及对照(不施聚合物)共七个处理,并分重粘土和轻壤土二个组合。第一、二季作物时,对照和水解聚丙烯腈处理者4个重复,聚乙烯醇3个重复。每盆装土3公斤。第二季作物收获后,将各处理并为大盆,每处理设2个重复。

当聚合物(水溶液)与风干土拌合后,土壤含水量达田间持水量的70%左右。肥料 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 KH_2PO_4 分别按每公斤土0.314和0.127克施用,为一般盆栽施肥量的40%,以免施肥过多而掩盖试验差异。整个试验期间,自1973年5月~1975年5月进行了四茬黄豆—小麦轮作,1975年6月~1976年5月休闲一年。重粘土组1976年6月~1976年8月种植一季早稻。

试验期间,观察了作物生长情况,测定了产量、土壤水稳性团聚体含量动态变化(萨维诺夫法)、不同时期土壤容重、总孔隙度、土壤孔隙分布状况(减压法)、土壤坚实度(NTL-72型坚实度仪)、土壤抗压强度(应

变式无侧限压力仪)等土壤物理性状。

二、结果和讨论

(一)两种聚合物改善土壤结构的效果

1. 两种聚合物形成水稳性团聚体的能力。水解聚丙烯腈和聚乙烯醇形成水稳性团聚体的能力是比较强的。从表2可以看出,当聚合物用量在0.01%以上时,即有显著的作用,随着聚合物用量的增加,水稳性团聚体含量明显增加。当水解聚丙烯腈用量为0.001%时,其团聚土壤的作用不明显。两种聚合物在轻壤质土中团聚效果比在重粘土中为好。以施用0.1%水解聚丙烯腈和聚乙烯醇者为例,重粘土中大于0.25毫米水稳性团聚体分别比对照增加43.3%和33.1%,而轻壤土中则分别增加77.1%和59.9%。这可能与轻质土壤比表面较小,同量的聚合物比在粘质土中胶结得更充分有关。两种聚合物相比,水解聚丙烯腈的团聚效果略优于聚乙烯醇,这是由于前者为离子型高分子聚合物。后者为非离子型。且前者分子量较大,故粘性

* 本工作承蒙姚贤良同志指导,樊润威同志参加了部分工作,深为感谢。

较后者为强。表2资料还表明,聚合物形成的水稳性团聚体,多以大于1毫米的团聚体为主。土壤中较大的水稳性团聚体的增加对改善土壤通透性,减少土面蒸发,防止土面板结、龟裂有较好作用。

2. 聚合物对土壤孔隙特性的影响。施用聚合物后,二种土壤总孔隙度均有增加。并有随聚合物用量增加而增大的趋势(表3)。重粘土中所增加的孔隙量,主要是增加了土壤通气孔隙的数量,而<5微米的细孔隙数量有所下降。这对改善重粘土的粘闭板实、通气不良的状况十分有利。测定表明,重粘土在田间持水量条件下(吸力为0.3巴),对照的固、液、气三相比为1:0.8:0.3,而施用0.1%水解聚丙烯腈者则为1:0.8:0.8,通气条件获得改善。轻壤土中,施用聚

合物后通气孔隙也有一定增加。施用0.01%~0.1%水解聚丙烯腈后,轻壤土的毛管孔隙度增加3.1~4.0%,有利于水分保蓄。

(二)两种聚合物改土作用的持效性

1. 从水稳性团聚体含量变化看聚合物的持效性。图1表明,随着时间延长,各处理大于0.25毫米水稳性团聚体数量不断下降。下降速率在不同质地土壤中表现有所不同。轻壤土中,在头茬作物期间,团聚体数量即有显著下降,在水解聚丙烯腈的各个处理中,下降数量可达30%左右。但其后团聚体解体的速率变缓。至17个月末,聚合物较高用量者,该级团聚体仍高于对照20%(36个月末测定,仍高6~8%)。

重粘土中,试验开始时,各处理该级团聚体数量

表2 不同用量聚合物形成的水稳性团聚体数量*(%)

处 理	重 粘 土							轻 壤 土						
	对 照	水解聚丙烯腈 (%)				聚乙烯醇 (%)		对 照	水解聚丙烯腈 (%)				聚乙烯醇 (%)	
		0.1	0.05	0.01	0.001	0.1	0.01		0.1	0.05	0.01	0.001	0.1	0.01
>0.25 毫米	42.6	85.9	80.3	65.1	36.9	75.7	56.0	5.0	82.1	67.3	47.3	9.6	64.9	33.7
>1 毫米	9.2	61.8	47.1	18.0	6.6	47.5	19.7	1.6	75.0	47.4	16.2	2.2	45.8	15.7

* 供试土壤风干,过5毫米筛,喷施聚合物(对照喷同样水量)后,随即风干,以萨维诺夫法测定水稳性团聚体数量。

表3 土壤各级孔隙状况 (%)

处 理	重 粘 土							轻 壤 土						
	对 照	水解聚丙烯腈 (%)				聚乙烯醇 (%)		对 照	水解聚丙烯腈 (%)				聚乙烯醇 (%)	
		0.1	0.05	0.01	0.001	0.1	0.01		0.1	0.05	0.01	0.001	0.1	0.01
总 孔 隙 度	53.1	62.1	61.3	56.7	55.3	60.2	55.1	53.5	59.9	58.3	57.6	54.2	55.8	56.3
通 气 孔 隙 度	4.7	15.0	11.3	8.3	6.7	9.3	5.8	5.5	8.8	6.3	5.8	8.5	8.4	9.4
毛 管 孔 隙 度	48.4	47.1	50.0	48.4	48.6	50.9	49.3	48.0	51.1	52.0	51.8	45.7	47.4	46.9
0.2~0.005毫米 有效孔隙度	13.0	16.9	17.4	13.2	9.7	17.2	11.6	25.4	25.4	32.9	30.9	22.7	24.8	24.3
<0.005毫米孔隙度	32.6	26.2	27.2	31.1	28.9	28.2	32.3	19.3	17.3	16.5	15.3	18.2	16.9	17.8

注:头茬黄豆收获后采样,用减压法测定,重复4次。通气孔隙度即非毛管孔隙度,在2.5毫巴吸力条件下测得。

下降较少。以后,团聚体的解体则加速,至12个月末,各处理已接近对照。至17个月末,除0.1%水解聚丙烯腈处理者(仍比对照高6.5%)外,各处理与对照已没有什么差异。

旱作期间,处理与对照间团聚体数量差异逐步消失,也与对照土壤中水稳性团聚体数量渐渐增加有关(图1)。在盆栽条件下,作物生育的中后期,几乎天天浇水,土壤干湿交替作用远较田间激烈,这会造成对照土壤中水稳性团聚体数量有所增加。然而,这种由干湿交替作用形成的团聚体与聚合物形成的团聚体其质量上是有差别的。因此,在考察聚合物的持效性

时,需进一步观察其他物理性状变化,以进行综合评价。

2. 从土壤疏松程度看聚合物持效性。土壤总孔隙度和容重是反映土壤松紧程度的指标。图2表明,施用聚合物后,经2年10个月~3年4个月,土壤总孔隙度仍比对照土壤高。这在轻壤土中表现尤为明显。轻质土壤容易打板,2年10个月末,对照土壤容重高达1.50克/厘米³,而施用0.1%水解聚丙烯腈和聚乙烯醇者,则分别为1.22和1.23克/厘米³。显示出聚合物在防止轻质土壤打板性方面有良好持效。

试验进行2年后,各处理土壤紧实度均低于对照,

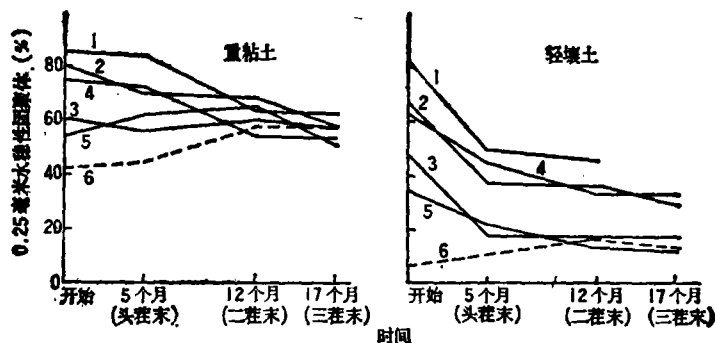


图1 土壤水稳性团聚体含量动态变化

1: 0.1 % } 水解聚丙烯腈
2: 0.05 % }
3: 0.01 % }
4: 0.1 % } 聚乙烯醇
5: 0.01 % }
6: 对 照 }

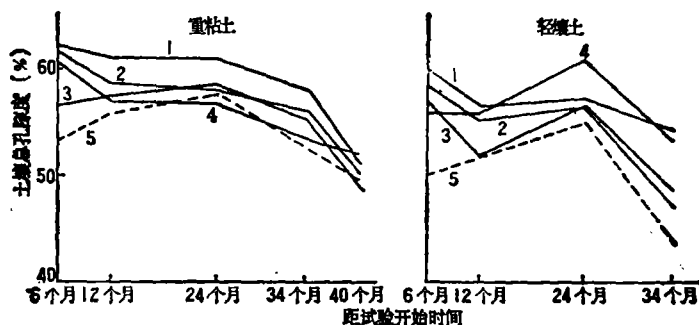


图2 土壤总孔隙度动态变化

1: 0.1 % } 水解聚丙烯腈
2: 0.05 % }
3: 0.01 % }
4: 0.1 % 聚乙烯醇
5: 对 照 }

似乎轻壤土上施用聚合物对减小土壤阻力更显著一些(表4)。在重粘土中,三年后,处理土壤的抗压强度也都比对照为低,三年零四个月后,土壤紧实度仍表现出一定差异(表4)。

从上面资料可以看出,虽然重粘土各处理经17个月后,大于0.25毫米水稳性团聚体数量与对照已相接

近。但从总孔隙度、紧实度、抗压强度等指标来看,试验进行三年后,处理土壤的良好物理性状仍可明显测得。可见,在考察聚合物改土的持效性时,必须用多项指标进行综合评价。

(三)聚合物对作物生长的影响

在盆栽试验中,因土壤结构不同而影响水分条件,

表4 土壤紧实度和抗压强度测定 (公斤/厘米²)

土 壤	测 定 项 目	测 定 时 间 (距 开 始)	对 照	水解聚丙烯腈(%)			聚乙烯醇(%)	
				0.1	0.05	0.01	0.1	0.01
重 粘 土	紧 实 度	二 年 (麦 收 后)	26.9	19.0	25.7	22.3	23.0	21.6
	紧 实 度	三 年 四 个 月*	20.6	18.2	16.6	21.4	13.8	19.6
	抗 压 强 度	三 年 (风 干 土 块)	12.4	5.3	6.6	10.6	9.0	—
轻 壤 土	紧 实 度	二 年 (麦 收 后)	18.0	6.5	9.6	16.3	7.2	—

* 水稻收获后,稻板田上测定。

只有在苗期有所反映。我们曾在麦苗生长期观察不同处理土壤对麦苗生长影响。在同样浇水量下,对照由于土壤结构性不良,蒸发散失水分多,麦苗首先发生凋萎。分蘖期时,麦苗分蘖数有明显的差异,在重粘土中,对照每盆分蘖数只有3.0个,而水解聚丙烯腈和聚乙烯醇各处理分别平均为9.0个和11.5个。而轻壤土中则分别为2.5、6.8和8.5个。从各季旱作物产量看,施用0.05~0.1%聚合物者有一定增产趋势。直至第四茬作物产量仍有所反映。但由于环境条件不易控制,及试验重复不够等因素,致使产量差异不显著。以头茬黄豆为例,仅轻壤土上0.1%水解聚丙烯腈处理者比对照显著增产(增产15.3%,达5%显著水平)。

三 小 结

两种聚合物在改善粘质和轻质土壤结构特性中,均具有良好的功效。其中水稳性团聚体增加的数量轻壤土显著高于重粘土,而水解聚丙烯腈处理的高于聚乙烯醇。聚合物在重粘土中明显地增加了通气孔隙的数量。在轻壤土中,水解聚丙烯腈处理可增加土壤持水量。

在考察聚合物作用持效性时,从提高土壤抗御水蚀(防止水土流失)能力看,施用0.1%聚合物后,重粘土中增加的水稳性团聚体数量约可维持17个月,而在轻壤土则更长。而从防止土壤订板沉实、减少耕犁阻力、创造良好的根系生长环境来看,施用聚合物后获得的良好土壤物理特性,二种土壤上均能维持三年左右。

对照土壤在盆栽条件下水稳性团聚体增加,并没有改善土壤孔隙和松紧状况,可见这类团聚体的农学质量是较差的。因此对聚合物的改土作用和持效性,应根据不同改土目的,运用多项指标进行综合评价。

参考文献

- [1] 朱永绥:水解聚丙烯腈对土壤物理性质及小麦产量影响。土壤学报, 13(1):92—94, 1965。
- [2] 袁朝良:聚乙烯醇改良砂板土的效果。土壤, 第5期, 216~219页, 1974。
- [3] 徐富安、林长英、臧惠林:水解聚丙烯腈的改土和增产作用。土壤, 第1期, 34—40页, 1975。

我国45个磷矿直接施用的肥效鉴定*

时正元 朱荫湄 顾益初

(中国科学院南京土壤研究所)

近年来磷矿粉的直接施用又重新引起了人们的巨大注意[1]。联合国也于1978年第一次把直接施用的磷矿粉列入磷肥的统计中[2]。

我国对磷矿粉直接施用问题,早已进行了大量而系统的研究[3—6]。它在我国的重要意义是大家都知道的。这不仅仅因为我国有大量的中低品位磷矿,而且有大面积适于施用磷矿粉的酸性土壤。除那些适于选矿的磷矿外,一些并不完全适于选矿的中低品位磷块岩矿,直接施用是合理利用的主要途径。但是我国磷矿粉的推广与其应有的规模相比,是相当不够的,这涉及到一系列的政策和各个环节的问题。

生产实践证明,并不是任何磷矿都能有效地直接施用。如果磷矿选择不当,即使其他条件都具备,磷矿粉也是不能得到良好增产效果的。因此,本研究的目的是对全国主要磷矿直接施用的适用性作一个统一评

价,这样就有可能使磷矿粉的直接施用得到较好的效果;另外,对磷矿鉴定的化学方法以及肥效高低的原因也作一些探讨。

一、磷矿肥效的统一鉴定及其评价

所谓统一鉴定,就是在同一条件下,使用比较合适的土壤和作物,对磷矿粉增产效果与等磷量化学磷肥的比较。为了达到这种要求,进行了温室盆栽试验。试验选用了广泛分布在浙赣丘陵地区由第四纪红色粘土发育的红壤荒地(pH4.5),并以吸收磷能力强的荞麦

* 本工作在鲁如坤、蒋柏藩同志领导下进行,段平福、史陶钧同志参加部分工作。各磷矿标本的搜集承前燃化部及有关磷矿大力支持;磷矿的X-衍射线鉴定和电子显微镜观察,分别由本所物化研究室、实验技术室协助进行;并此致谢。