

沥青乳剂、聚乙烯醇对土壤 物理性质的影响*

王久志 巫东堂

(山西省农业科学院土壤肥料研究所)

EFFECTS OF BITUMEN EMULSION AND POLYVINYL ALCOHOL ON SOIL PHYSICAL PROPERTIES

Wang Jiuzhi and Wu Dongtang

(Institute of Soil and Fertilizer, Shanxi Academy of Agricultural Sciences)

近年来由于有机肥用量减少,化肥施用量增加,不少地区土壤有机质含量降低,物理性质变坏。改善土壤物理性质除增施有机肥外,施用土壤结构改良剂也是一种有效方法^[5-8]。作者就沥青乳剂和聚乙烯醇表施或混施对土壤物理性质的影响做了初步研究,结果如下。

一、材料和方法

1. 试验材料及其制备 试验选用天然结构改良剂——沥青乳剂(以下简称 BIT)和人工合成结构改良剂——聚乙烯醇(以下简称 PVA)。沥青乳剂主要包括阳离子、阴离子、非离子、两性离子和复合离子乳化沥青^[1],其中阴离子乳化沥青成本较低,宜于农业应用。

(1) 阴离子沥青乳剂的制备: 制备阴离子沥青乳剂分三步。首先是制备沥青液,将 10 公斤石油沥青放入加热容器内,加热至 180—200℃,脱水,除去杂质,保温 160—190℃ 备用。其次是制备乳化液,将 0.04 公斤火碱、0.11 公斤肥皂、0.09 公斤洗衣粉加入 9.76 公斤热水中溶化,配制成 10 公斤乳化液,保温 60—80℃ 备用。最后将上述已制备好的乳化液送入匀化坑内,喷射 1、2 秒钟后,在 1 分钟内加入已制备好的沥青液,乳化 4 分钟即成含 50% 沥青的阴离子乳化液。

(2) PVA 溶液的制备: PVA 是生产维尼纶的中间产物。将 6 公斤粉末状的工业产品 PVA 溶于 94 公斤 80℃ 左右的水中,配制成 6% 的 PVA 溶液。

2. 试验方法 根据我国土壤颗粒组成分类标准^[2],供试土壤为面沙土、粉粘土和粉壤土(中度盐渍)。土壤颗粒分析结果由表 1 所示。其表层(0—20 厘米)有机质含量分别为 0.66%、1.55% 和 1.23%。中度盐渍土的盐分含量为 0.56%。两种结构改良剂采用表施与混施两种施用方法。

表施是将 10.0 公斤风干土装入直径为 23 厘米,高 25 厘米的搪瓷桶中,将稀释 1—2 倍的 BIT 或 PVA 喷洒在土壤表面。BIT 表施用量为每桶 9.4 克 50% 的沥青乳剂,折合成 113 克/米²纯沥青。PVA

* 本文承李玉山研究员,徐富安副研究员提供意见,谨此致谢。

表 1 土壤颗粒分析结果*

粒 级 (mm)	各 粒 级 含 量 (%)		
	砂 土	粘 土	壤 土
>10	—	—	—
10—3	—	—	—
3—1	—	1.00	1.50
1—0.5	0.61	2.66	3.43
0.5—0.25	34.30	0.23	4.58
0.25—0.05	48.86	25.61	36.28
0.05—0.01	2.03	14.37	10.08
0.01—0.005	4.06	23.36	29.22
<0.005	10.14	32.79	14.91
质地名称(中国制)	面砂土	粉粘土	粉壤土
备 注		少砾质	少砾质

* 比重计法测定。

表施用量为每桶 1212 克 6% 的 PVA 水溶液,折合 17.6 克/米²纯聚乙烯醇。

混施是将 BIT 或 PVA 与 10.0 公斤风干土充分混合均匀,装入搪瓷桶内。BIT 混施的用量分别为每桶 10.0 克、20.0 克和 200.0 克 50% 的沥青乳剂,分别折合占土重 0.05%、0.1% 和 1.0% 的纯沥青。PVA 混施用量分别为每桶 16.7 克、83.3 克和 167.0 克 6% 的 PVA 水溶液,分别折合占土重 0.01%、0.05% 和 0.1% 的纯聚乙烯醇。

施用改良剂后,每个桶内灌水至土壤含水量为 15%,然后进行培育试验。培育 1 周、10 个月和 18 个月时,分三次测定土壤团粒结构,同时测定最大持水量和容量。

二、结果和讨论

(一) BIT、PVA 混施对土壤水稳性团粒的影响

从表 2 试验结果看出,不同质地的土壤施用结构改良剂后改土效果不同。面砂土效果最好,粉壤土次之,粉粘土最次。这可能与土壤中粘粒含量多少有关。对同一质地类型土壤,其改土效果与改良剂用量有关。两种改良剂的改土作用均是随用量的增加而增大。在试验用量范围内比较,PVA 改良效果不及 BIT。培育 10 个月和 18 个月的测定结果说明,PVA 处理的随培育时间增加,改良效果有增加的趋势。BIT 处理除面砂土 0.05% 的用量外,随培育时间的增加,改良效果有降低的趋势。其原因可能是 PVA 抗微生物分解能力强于 BIT。

(二) BIT、PVA 表施和表施后 10 个月再与土壤混合对土壤结构的影响

BIT 和 PVA 施于土表,培育 10 个月,由于灌水,土面的改良剂可以向下移动,虽改良剂未与土壤混合,也具有改良土壤的作用(表 3)。表施 10 个月后,将表施的 BIT、PVA 与土壤混合,再培育 8 个月,表 3 测定结果表明,其水稳性团粒有所增加。BIT 表施的用量为风干土重的 0.047%,与混施用量 0.05% 比较,改良效果相差不大。PVA 表施用量为风干土的 0.007%,与混施用量 0.01% 比较,改土效果相近。

表 2 BIT 混施和 PVA 混施对 >0.25 毫米水稳性团粒的影响(%)

土 壤	处 理	培育 1 周		培育 10 个月		培育 18 个月	
		团粒含量	增 加	团粒含量	增 加	团粒含量	增 加
面 砂 土	对照	4.9	—	36.0	—	36.8	—
	BIT (0.05%)	6.9	2.0	41.6	5.6	54.8	18.0
	BIT (0.1%)	23.7	18.8	64.7	28.7	59.5	22.7
	BIT (1.0%)	37.3	32.4	70.2	34.2	61.1	24.3
	PVA (0.01%)	10.7	5.8	43.8	7.8	48.3	11.5
	PVA (0.05%)	16.2	11.3	48.7	12.7	58.5	21.7
	PVA (0.1%)	18.1	13.2	52.9	16.9	54.4	17.6
粉 粘 土	对照	67.1	—	48.5	—	62.9	—
	BIT (0.1%)	75.1	8.0	60.8	12.3	74.9	12.0
	BIT (1.0%)	77.2	10.1	76.8	28.3	79.1	16.2
	PVA (0.05%)	72.0	7.9	60.2	11.7	79.0	14.1
粉 壤 土	对照	51.4	—	45.4	—	55.0	—
	BIT (0.1%)	59.7	8.3	59.3	13.9	72.9	17.9

表 3 BIT、PVA 表施 10 个月后再混合对水稳性团粒 ($>0.25\text{mm}$) 的影响(%)

处 理	面 砂 土			粉 粘 土		粉 壤 土	
	对 照	BIT	PVA	对 照	BIT	对 照	BIT
培育 10 个月*	36.0	47.4	42.2	48.5	58.7	45.4	56.3
培育 18 个月**	36.8	43.2	44.1	62.9	68.5	55.0	64.4

* 表施后 10 个月的测定结果; ** 表施 10 个月, 将表施改良剂与土壤混合, 再培育 8 个月的测定结果。

(三) BIT 和 PVA 对土壤容重、最大持水量的影响

混施对不同质地的土壤容重影响不同(表 4)。混施等量改良剂后, 粉粘土的容重降低最大, 粉壤土次之, 面砂土最小。当 BIT 的用量为 0.05% 和 0.1%, PVA 的用量为 0.01% 和 0.05% 时, 对面砂土的容重影响不大。从粉壤土和粉粘土测定结果看, 随着培育时间的增加, 容重降低幅度增大。BIT 用量为 0.1% 时, 10 个月和 18 个月测定, 粉壤土的容重分别降低 0.03 和 0.23, 粉粘土的容重分别降低 0.07 和 0.14。表施 BIT 和 PVA 后, 其容重有增有减。

沥青是一种疏水物质, 对土壤最大持水量有一定影响。施用 BIT 后 18 个月测定, 面砂土最大持水量降低 4.3—8.6%, 不利于砂土保水。粉粘土最大持水量降低 7.2—7.3%, 对降低粘土滞水起了积极作用。粉壤土施用 BIT 后其最大持水量变化不大。施用 PVA 后 10 个月和 18 个月测定, 1.0% PVA 处理可使面砂土最大持水量分别增高 3.5% 和

表 4 BIT 和 PVA 对土壤容重和最大持水量的影响

土壤	处 理	培育 10 个月			培育 18 个月		
		容重 (克/厘米 ³)	容重增减值	最大持水量 (%)	容重 (克/厘米 ³)	容重增减值	最大持水量 (%)
面 砂 土	对 照	1.16		39.7	1.15		39.5
	0.05% BIT	1.15	-0.01	31.5	1.12	-0.03	30.9
	0.1% BIT	1.17	+0.01	31.6	1.14	-0.01	35.2
	1.0% BIT	1.08	-0.08	36.6	1.17	+0.02	32.2
	0.01% PVA	1.11	-0.05	40.2	1.16	+0.01	38.4
	0.05% PVA	1.16	0.00	40.6	1.15	0.00	40.3
	0.1% PVA	0.98	-0.18	43.2	1.11	-0.04	42.8
	BIT 表施	1.19	+0.03	38.8	1.15	0.00	40.8
	PVA 表施	1.15	-0.01	40.9	1.22	+0.07	33.4
粉 粘 土	对 照	1.16		39.7	1.15		40.4
	0.1% BIT	1.09	-0.07	38.1	1.01	-0.14	33.2
	1.0% BIT	1.08	-0.08	35.0	0.95	-0.20	32.1
	0.05% PVA	1.05	-0.11	39.8	0.97	-0.18	39.7
	BIT 表施	1.16	0.00	39.4	1.00	-0.15	46.2
粉 壤 土	对 照	1.26		32.4	1.29		33.5
	0.1% BIT	1.23	-0.03	33.8	1.06	-0.23	33.7
	BIT 表施	1.23	-0.03	31.8	1.10	-0.19	38.6

表 5 BIT 和 PVA 抑制蒸发的效果

处 理	面 砂 土			粉 粘 土			粉 壤 土		
	对照	BIT 表施	PVA 表施	对照	BIT (0.1%)	BIT 表施	对照	BIT (0.1%)	BIT 表施
蒸发量(毫米/日)	3.80	1.86	3.40	2.92	2.48	1.34	3.06	3.05	1.14
抑制蒸发率(%)		51.1	10.5		15.1	54.1		0.3	62.7

3.3%, 有利于砂土保水。PVA 用量低于 1.0% 时, 对最大持水量影响不大。

(四) BIT 和 PVA 抑制水份蒸发的效果

用称重法测定土壤蒸发, 10 天的平均值列于表 5。由于沥青具有较强的疏水性, BIT 施于表土后, 对三种土壤的水份蒸发抑制率均在 50% 以上。其他试验结果也证明, 沥青乳剂能明显地抑制水份蒸发^[3,4,9]。PVA 表施抑制蒸发效果不如 BIT, 抑制率为 10.5%。表施的抑制蒸发效果显著大于混施, 这是因为表施后土壤表面形成一层防止蒸发的薄膜所致。

(五) BIT 和 PVA 对土壤温度的影响

田间试验证明, 表施 BIT 能明显提高土壤温度。1983 年 11 月上、中、下旬各观察 3 天土壤温度。每天 8、14 和 20 时的平均值列于表 6。由表可见表施 BIT 5、10、15 和 20 厘米处, 平均地温分别增加 1.4℃、0.5℃、0.6℃ 和 0.6℃。表施 PVA 后, 5 厘米处增温 0.8℃, 5 厘米以下增温不明显。从增温效果看, BIT 好于 PVA。

表 6 BIT 和 PVA 对土壤温度的影响(°C)

处理 深度 (cm) 时间 (日/月)	对 照				PVA				BIT			
	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
3/11	8.2	8.4	8.5	8.6	9.1	8.7	8.8	8.6	9.2	8.8	9.0	9.2
4/11	8.0	8.3	8.4	8.5	8.7	8.4	8.5	8.5	9.1	8.9	9.0	9.2
5/11	8.0	8.2	8.3	8.5	8.8	8.3	8.5	8.4	9.2	8.7	8.9	9.2
13/11	3.5	4.2	4.6	5.2	4.5	4.3	4.8	5.0	5.1	4.8	5.3	5.8
14/11	3.6	4.0	4.5	4.9	4.5	4.2	4.6	4.6	4.9	4.6	5.0	5.6
16/11	2.0	3.2	4.1	4.7	3.1	3.4	4.2	4.6	3.5	3.8	4.7	5.7
27/11	-0.2	0.6	1.5	2.0	0.1	0.7	1.4	1.9	1.1	0.9	1.7	2.5
28/11	-0.3	0.7	1.4	2.0	0.3	0.7	1.5	1.8	1.1	1.0	1.7	2.4
30/11	-0.1	0.9	1.4	2.1	0.7	0.9	1.5	1.9	1.7	1.5	2.1	2.6
平均	3.6	4.3	4.7	5.2	4.4	4.4	4.8	5.0	5.0	4.8	5.3	5.8

三、结 语

BIT 和 PVA 都能有效地改善土壤物理性质, 结构不良的土壤施用这两种改良剂后具有一定的效果。表施 BIT 不仅能改良土壤, 同时还具有增温保墒作用。

参 考 文 献

- [1] 刘尚乐编著, 1983: 石油沥青及其在建筑中应用。179—190 页, 中国建筑工业出版社。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 土壤理化分析。470—471 页, 上海科学技术出版社。
- [3] 王久志, 巫东堂, 1986: 沥青乳剂改良盐碱地的效果。山西农业科学, 第 5 期, 13—14 页。
- [4] 王久志, 巫东堂, 1985: 沥青乳剂对土壤水热状况及冬小麦生长发育的影响。土壤肥料, 第 5 期, 15—18 页。
- [5] 吴增芳编, 1976: 土壤结构改良剂。21—24 页, 科学出版社。
- [6] 徐金印等, 1984: 几种土壤结构改良剂的制备及其效用。土壤学报, 第 21 卷 3 期, 320—322 页。
- [7] 徐富安等, 1975: 水解聚丙烯腈的改土和增产作用。土壤, 第 1 期, 34—40 页。
- [8] Wood, J. D. and Oster, J. D., 1985: The effect of cellulose xanthate and polyvinyl alcohol on infiltration, erosion, and crusting at different sodium levels. Soil Sci., 139: 243—248.
- [9] Wang Jiuzhi and Wu Dongtang, 1986: Effect of bitumen emulsion on soil physical properties. XIII. Congress of the international society of soil science, Transactions Vol. II. 190.