

土壤改良劑 處理가 土壤의 物理性과 大豆 收量에 미치는 影響

趙仁相* · 許奉九* · 柳寬植* · 嚴基泰* · 趙成鎮**

Effects of Soil Conditioner Treatments on the Changes of Soil Physical Properties and Soybean Yields

In Sang Jo, Bong Koo Hur, Kwan Shig Ryu, Ki Tae Um and Seong Jin Cho

Summary

This experiment was designed to find out the effects of soil conditioner, Polyacrylamide (PAM) and Bitumen, on the changes of soil aggregate properties and crop yields.

The soil conditioners were treated at the rates of 0.5% and 1% to sandy loam and silty clay loam soils. The aggregate stability, wetting angle, mean weight diameter and air permeability were analyzed. Pot experiments were carried out to investigate the soybean growths and soil property changes after the soil conditioners were sprayed to surface soils.

Soil aggregate stability was increased remarkably by the soil conditioner, PAM and Bitumen, treatments. PAM was more effective in sandy loam than silty clay loam, but Bitumen was better in silty clay loam. Wetting angle of the soil was changed slightly by PAM treatment, but it was greatly changed to hydrophobic by Bitumen treatment.

Air permeability, water infiltration rate and moisture retention of the soils were increased by surface application of soil conditioners, PAM and Bitumen. The growths of soybean in conditioner applicated pots were better than those of untreated pots from early stage, and the yields were increased 6-13%.

緒 言

지금까지 作物 生育을 좋게하기 爲하여 土壤의 肥沃度 改良에 注力하여 왔으나 最近 土壤의 物理的 特性을 改良하기 爲한 改良劑의 使用에 對하여 關心이 높아지고 있다.

土壤改良劑는 有機合成 物質로 土壤의 粒團을 安定化 시키므로서 通氣性과 排水를 좋게하고 保水力을 높이며 土壤 및 養分을 流失防止하여 植物生育에 顯著한 效果가 있음이 알려져 왔다.

우리나라에서도 1958년부터 Krillium 과 같은 改良劑에 對한 研究가 시작 되기는 하였으나 그에 대한 研究가 未洽하다가 最近에 石油化學工業이 發展하고 農業技術이 向上됨에 따라 이들 土壤改良劑에 對한 研究가 活潑해지기 시작하고 있다.

本研究는 Polyacrylamide (PAM) 및 Bitumen 이 우리나라 土壤 粒團形成에 미치는 影響을 究明하고 이들 改良劑의 表面施用이 大豆 收量에 미치는 影響을 檢討한 結果이다.

* 農業技術研究所 (Agricultural Sciences Institute, Suweon, Korea)

** 忠北大學校 農科大學 (College of Agri., Chungbuk Uni., Cheongju, Korea)

材料 및 方法

〈試驗 I〉 砂壤土와 微砂質 壤土에 親水性인 PAM과 疎水性인 Bitumen 을¹⁵⁾ 各各 0.5%, 1%씩 處理하였다.

砂壤土는 모래含量 60.7%, 微砂含量 28.1%, 粘土含量이 11.2%이고 微砂質 壤土는 모래, 微砂, 粘土含量이 各各 7.2%, 53.8%, 39.0%이었다.

PAM과 Bitumen 을 乾燥土壤에 對하여 各各 0.5%, 1% 使用하였는데 砂壤土는 土壤의 20%, 微砂質 壤土는 25% 該當量의 물에⁷⁾ 改良劑를 稀釋하여 噴霧器로 土壤에 撒布하여 乾燥시킨 후 다시 9.6mm체를 通過시켰다. 無處理 土壤은 土壤改良劑 없이 같은 水準의 물을 噴霧한 후 乾燥시켰다.

毛細管 上昇法을 利用한 濕潤角 測定을 爲하여 2個의 硝子管(길이: 1m, 直徑: 1cm)의 直徑을 正確히 測定하고 表面에 눈금종이(mm)를 附着한 후 밑면을 Nylon 천으로 막아서 무게를 正確히 秤量했다. 70cm 높이까지 채울수 있는 土壤(<2mm)을 秤量하여 나무 棒으로 조심스럽게 두드리면서 均一하게 充填시켰다. 土壤길이와 容량을 計算하여 2個의 Soil column이 똑 같은 假密度가 되면 이를 垂直으로 固定시키고 하나는 물, 다른 하나는 에타놀에 끝이 1cm 묻히도록 높이를 調節한 후 毛細管 上昇을 調査하고 에타놀의 上昇值로서 有效直徑을 求한 후 물의 濕潤角을 計算하였다.¹²⁾

水中沈積容積은 2mm 以下の 粒團 20g을 100 ml 시린더에 넣은후 蒸溜水를 채우고 15秒 동안 강하게 손으로 振盪한 후 24時間 후에 沈降된 부피를 測定하

Table 1. Physico-chemical properties of the soils used

Texture	Particle size distribution (%)						pH (1:1)	OM (%)	CEC (me/100 g)
	V. C. S	C. S	M. S	F. S	V. F. S	Silt Clay			
SL	1.6	6.5	18.9	28.7	5.0	28.1 11.2	5.0	1.01	7.45
SiCL	0.5	2.0	1.7	2.0	1.0	53.8 39.0	5.5	0.82	12.76

였다.¹⁹⁾

粒團은 Yoder 의 濕式篩別法으로²⁰⁾, 土壤粒團의 安定性은 De Leenheer 等의⁴⁾ 方法으로 計算하였는데 風乾粒團의 重量 平均直徑과 耐水性粒團의 重量 平均直徑과의 差異를 不安定指數로 하고 不安定指數의 逆數를 취하여 安定指數로 하였다.^{19), 21)}

〈試驗 II〉 微砂質 壤土를 1/2,000a pot 에 채운 후 表面에 Bitumen 과 PAM 을 m² 당 各各 100g 과 200g 으로 處理하고 改良劑를 處理하지 않은 無處理를 두어 5反復으로 試驗하였다. 施肥는 N : P₂O₅ : K₂O = 3.0 : 6.9 : 3.5g / pot 를 全量 基肥로 施用하고 長葉콩을 5月 下旬 2粒씩 pot 당 2個所에 播種하였으며 土壤 水分張力을 測定키 爲한 石膏블록을 10cm와 20cm 길이로 左右로 設置하였다.⁵⁾

生育 期間中에 通氣性은 Tener-Wengel 裝置를 使用했고 土壤 試料採取는 10月 中旬 收穫 直前에 하였으며 假比重等 三相은 2" core 로 3反復으로 採取하였다. 水分張力은 石膏블록을 5月 22日부터 10月 22日까지 每日 午前 10時에 測定하였으며 生育調査는 6

月 15日, 7月 9日, 7月 23日 3回 實施하였고 生育 및 收量을 調査하였다.

結果 및 考察

〈試驗 I〉 土壤改良劑 PAM과 Bitumen 을 各各 0.5%, 1%씩 處理한 土壤과 處理하지 않은 土壤을 乾燥시킨 후 9.6mm체를 通過시킨 試料를 粒團分析해 본 結果는 表 2와 같이 1mm 以上 粒團分布는 無處理 3.1%에 비해 改良劑를 處理한것이 耐水性 粒團 分布率이 91.5% 以上으로 顯著하게 增加되었으며 Bitumen 보다는 PAM의 效果가 컸다.

微砂質 壤土에서도 같은 傾向이었으나 砂壤土 보다는 粒團率이 적은 편이었다. 平均 重量直徑도 無處理 0.25에서 2.73 以上으로 約 10倍 以上 增加되었다.¹⁶⁾

表 3은 處理別 土壤의 特性 變化를 나타낸것인데 風乾土壤의 平均 重量直徑과 耐水性 粒團의 平均 重量直徑과의 差異인 構造의 不安定 指數의 逆數인, 粒團 安

Table 2. Distribution of aggregate size after wet sieving of the different treated soils

Texture	Treatment	Aggregate size (mm)						Mean weight diameter (mm)
		> 2	1 - 2	0.5 - 1	0.25 - 0.5	0.1 - 0.25	< 0.1	
SL	Untreated	0.6	2.5	5.4	18.0	38.0	35.5	0.25
	PAM 0.5%	93.6	2.1	1.0	0.5	0.7	2.1	2.85
	" 1%	95.0	1.7	0.6	1.1	1.2	0.4	2.89
	Bitumen 0.5%	89.0	2.5	1.4	2.0	3.0	2.1	2.73
	" 1%	92.7	3.1	1.1	1.1	1.9	0.1	2.84
	Untreated	2.2	3.8	13.8	24.1	18.9	37.2	0.37
SiCL	PAM 0.5%	80.2	3.1	1.3	1.6	2.6	11.2	2.48
	" 1%	85.5	5.3	1.0	1.7	2.7	4.6	2.66
	Bitumen 0.5%	85.7	2.5	1.4	0.9	1.5	8.0	2.63
	" 1%	86.3	5.3	3.5	3.4	0.7	0.8	2.71

Table 3. Comparison of aggregate characteristics

Texture	Treatment	Stability	Sedimented bulk density	Wetting Angle	Intrinsic air - water permeability ratio
		Index	(g/cm ³)	(°)	
SL	Untreated	0.36	0.98	63.0	43.4
	PAM 0.5%	6.76	1.35	67.7	3.1
	" 1%	8.77	1.45	65.9	2.5
	Bitumen 0.5%	3.73	1.09	78.6	1.4
	" 1%	6.37	1.10	87.5	1.2
	Untreated	0.38	1.24	71.0	46.0
SiCL	PAM 0.5%	1.92	1.35	64.2	11.9
	" 1%	2.97	1.43	68.7	10.1
	Bitumen 0.5%	2.70	1.19	79.6	19.7
	" 1%	3.44	1.16	81.4	15.1

定指數는 砂壤土에서 無處理가 0.36인데 비해 PAM 1%處理가 8.77, Bitumen 1%가 6.37로서 顯著하게 增加되었으며 微砂質 壤土에서도 無處理 0.38에 비해 PAM과 Bitumen은 각각 2.97과 3.44로 改良되었으며 그 效果는 砂壤土에서는 PAM이, 微砂質 壤土에서는 Bitumen이 약간 높았다.

水中沈積容積은 砂壤土에서는 無處理에 비해 PAM과 Bitumen 處理에서 增加하였으나 微砂質 壤土에서는 PAM 處理로 增加하였으나 Bitumen 處理에서는 減少하는 傾向을 보였다.⁹⁾

濕潤角은 砂壤土에서는 無處理가 63.0°인데 比하여 PAM 處理는 큰 차이가 없으나 Bitumen 處理는 78.6° ~ 87.5°로써 강한 疎水性을 나타내었다. 微砂質 壤土에서는 PAM 處理로 濕潤角이 弱干 감소되었으나

Bitumen 處理로 疎水性이 增加되었다.

固有 通氣-透水性 比率는 構造의 安定性을 나타내는 하나의 指標인데 砂壤土에서 無處理 土壤이 43.4인데 改良劑 處理는 3.1 以下로써 顯著히 構造가 安定되었으며, 微砂質 壤土에서는 無處理 46.0에 비해 改良劑 處理 土壤은 19.7 以下로 그 效果가 認定되었다.

<試驗Ⅱ> pot에 栽培한 大豆의 生育 및 收量 (表 4)을 보면 無處理에 비해 改良劑 處理 pot가 初期 生育이 旺盛했으나 中期 以後에는 差異가 줄어들었으며 分枝數에 있어서는 後期로 갈수록 많아졌는데 Bitumen 處理한 것이 1個 정도 많았다.

收量은 無處理가 83g/pot에 比하여 PAM에서는 6%, Bitumen 處理에서는 13% 增收되었다.

Table 4. Growth and yields of soybean

Treatment	Stem length (cm)		No. of branch (No.)		Stem diameter (mm)	Grains per hill (No.)	Yield (g / pot) Index
	6. 15	7. 9	7. 9	7. 23			
Untreated	17. 1	38. 7	3. 1	7. 1	10. 3	83	83. 0 (100)
PAM 100 g/m ²	18. 9	38. 8	3. 2	7. 2	10. 6	84	87. 6 (106)
200 g/m ²	18. 5	39. 3	3. 1	7. 4	10. 5	87	89. 0 (107)
Bitumen	18. 7	39. 9	3. 6	8. 7	10. 4	91	93. 6 (113)
100 g/m ²	19. 7	39. 1	3. 4	8. 1	10. 6	92	94. 0 (113)
200 g/m ²							

收穫 直前 土壤의 粒團 分析結果(表5)를 보면 無處理에 비해 PAM 處理는 耐水性 粒團의 含量이 顯著히 增加되었으며 Bitumen 處理도 殘效가 認定되었다.

假比重 및 三相 比率는 改良劑 處理에 依하여 약간 變化되고 通氣性은 Bitumen 處理區가 높았으나, 水分 浸透速度는 PAM 處理에서 顯著하게 增加되었다.

Table 5. Size distribution of water stable aggregates of surface layer after harvest (%)

Treatment	Aggregates size (mm)				
	> 2	> 1	> 0. 5	> 0. 25	> 0. 1
Untreated	60. 6	5. 8	6. 2	6. 2	7. 4
PAM 0. 5 %	87. 6	4. 0	1. 4	1. 5	0. 9
" 1 %	87. 2	4. 0	1. 7	1. 0	0. 9
Bitumen 0. 5 %	69. 1	7. 1	4. 0	3. 9	5. 0
" 1 %	64. 6	9. 0	5. 3	3. 9	5. 7

Table 6. Comparison of soil physical properties for pot experiment

Treatment	Bulk density (g / cm ³)	Three phase			Moisture Content (%)	Air perme- ability (cm / sec)	Water infiltration rate (mm / min)
		Solid %	liquid	Air			
Untreated	1. 26	47. 5	25. 8	26. 7	20. 5	3. 57	2. 19
PAM 100 g/m ²	1. 24	46. 5	26. 0	27. 5	20. 9	4. 86	13. 02
200 g/m ²	1. 24	46. 7	26. 1	27. 2	20. 7	5. 35	17. 00
Bitumen	1. 25	47. 2	26. 4	26. 4	20. 8	6. 11	2. 87
100 g/m ²	1. 24	46. 8	28. 0	25. 2	22. 6	6. 69	4. 56
200 g/m ²							

無降雨 期間中 處理別 土壤水分 變化樣相을 그림 1에서 보면 土壤의 水分含量은 改良劑 處理에서 無處理보다 높았으며 無降雨日數가 8日 以上으로 繼續될 때엔 改良劑 處理에서 水分 保有力이 높아 約 4日 정도 가뭄에 더 견딜 수 있었다.

摘 要

土壤改良劑가 土壤 粒團形成에 미치는 影響을 究明

하고 土壤 粒團의 特性이 土壤 및 作物生育에 미치는 效果를 檢討하기 위하여 土壤改良劑 PAM 및 Bitumen을 砂壤土 및 微砂質 壤壤土에 各各 0. 5 %, 1%씩 處理하여 粒團의 安定性, 濕潤角, 平均 重量直徑, 通氣性等을 調査하고 土壤改良劑를 微砂質 壤壤土 pot에 各各 0. 5 %, 1%씩 表面 處理하여 大豆 生育과 土壤 特性 變化를 調査하였다.

1. 土壤改良劑 PAM 및 Bitumen 處理에 依하여 土壤 粒團의 安定性은 顯著히 增大되었으며 同一濃度에서

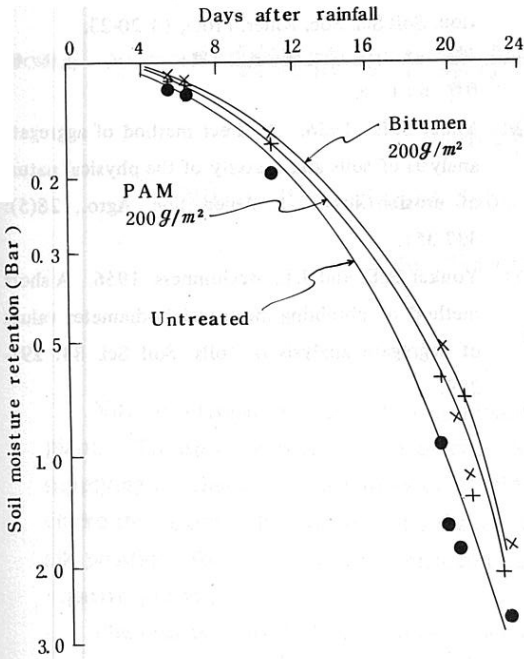


Fig. 1. The changes of soil moisture retention of different treatments after rainfall.

PAM은 砂壤土에서 Bitumen은 微砂質 埴壤土에서 더 效果的 이었다.

2. PAM 處理에 依하여 土壤의 濕潤角은 크게 變化되지 않았으나 Bitumen 處理에 依하여 土壤의 疎水性은 크게 增大되었다.

3. PAM 및 Bitumen 處理에 依하여 通氣性 및 水分의 浸透速度가 增大되고 水分含量이 많아졌다.

4. 大豆의 生育은 土壤改良劑 處理에 依하여 無處理보다 初期 生育이 良好하고 收量은 6-13% 增收되었다.

引用文獻

1. Allison L.E. and D.C. Moore. 1956. Effect of VAMA and HPAN soil conditioners on aggregation, surface crusting, and moisture retention in alkali soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 20: 143-146.
2. 趙成鎮. 1960. 우리나라 田土壤에 對한 Soil conditioner의 利用(花崗岩 殘積土인 砂壤土에 對하여). 忠北大學 論文集 1 : 63-71.

3. Daniel Hillel. 1980. Fundamentals of Soil Physics. Academic Press. N.Y., : 93-119.
4. De Leenheer L. and M. De Boodt. 1959. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent: 290-301.
5. Gabriels, D. and De Boodt. M. 1972. Theoretical and practical approach for determining the optimal moisture content at the moment of soil conditioning, Mitteilgn. Deutsche Bodenkundl. Gesellsch., 15: 185-203.
6. ———, L. Maene, J. Lenvain, and M. De Boodt. 1979. Possibilities of using soil conditioners for soil erosion control. In: Crop production, Ed. R. Lal and D.J. Greenland: 99-108.
7. Hartmann R. and M. De Boodt. 1974. The influence of the moisture content, texture and organic matter on the aggregation of sandy and loamy soils. Geoderma, 11: 53-62.
8. Hedrick R.M. and D.T. Mowry. 1952. Effect of synthetic polyelectrolytes on aggregation, aeration, and water relationships of soil. Soil Sci., 73: 427-441.
9. 古賀汎, 李善龍, 趙仁相, 嚴基泰. 1980. 韓國における砂質干拓地土壤の「いつぎ」現象について. 九州農業研究 42, 90.
10. 趙仁相, 趙成鎮. 1983. 土壤改良劑 Uresol 및 Bitumen 處理가 土壤의 水分移動과 流失에 미치는 影響. I. 土壤粒團의 安定性과 保水力變化. 韓土肥誌 16(4) : 294-300.
11. ———, ———. 1984. 土壤改良劑 Uresol 및 Bitumen 處理가 土壤의 水分移動과 流失에 미치는 影響. II. 濕潤角과 水分의 擴散係數變化. 韓土肥誌 17(1) : 12-17.
12. Letey J., J. Osborn and R.E. Perishek. 1962. Measurement of liquid solid contact angles in soil and sand. Soil Sci. 93 (3): 149-153.
13. Reeve R.C., 1953. A method for determining the stability of soil structure based upon air and water permeability measurement. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17: 324-329.
14. ———, 1965. Air-to-water permeability ratio In "Method of soil analysis". Black et al ed.

Madison, USA.: 520-531.

15. Research Center of Petrofina, Humofina (Labofina S.A., Brussels, Belgium, 1980), 23.
16. Schaller F.W. and K.R. Stookinger. 1953. A comparison of five methods for expressing aggregation data. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17: 310-313.
17. 魚秀辰, 吳旺根, 尹在烈, 慎鍾華. 1958. 밭흙에 대한 Soil conditioner (Krillium과 Acri soil)의 효과에 관한 試驗. 植物環境研究所 試驗研究報告書 : 128-157.
18. Van Bavel C.H.M., 1949. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 14:20-23.
19. 安富六郎. 1962. 土壤の沈定容積にフンプ. 土壤の物理性 6 : 1-8.
20. Yoder R.E., 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. J. Amer. Soc. Agro., 28(5): 337-351.
21. Youker R.E. and J.L. McGuinness. 1956. A short method of obtaining mean weight-diameter values of aggregate analysis of soils. Soil Sci. 83: 291-299.