

土壤改良劑 施用이 土壤物理性和 담배生育에 미치는 影響

李哲煥* · 陳晶義* · 韓喆洙*

Effect of Some Soil Conditioners on Soil Physical Properties and Tobacco Growth

Chul Hwan Lee*, Jeong Eui Jin* and Chul Soo Han*

ABSTRACT: This experiment was conducted to investigate the effect of some soil conditioners, such as polyvinylalcohol(PVA), zeolite and perlite, on the changes of soil physical properties and on tobacco growth in paddy-upland rotated field. Soil conditioners were treated at the rates of 120kg in PVA, 500kg in zeolite and perlite per 10a, respectively. Ratio of soil aggregates formed from the treated plots tended to be higher than those from the control in the order of PVA > perlite > zeolite. The wet aggregate stability, mean weight diameter, moisture retention and air permeability from the treated plots tended to be higher than those from the control. Amounts of water-stable aggregates of PVA-treated soil increased with higher soil moisture showing a peak at 50% of moisture content. But with respect to particle of size aggregate formed for crop growth and workability in field, it was presumed that 40% of soil moisture content would be most desirable. Visual characters of soil surface throughout the experiment clearly showed that treated soils were maintaining better surface roughness and porosity than control, but difference in water stable aggregates among treated plots tended to be narrowed. The growths of tobacco, especially its root zone were better in conditioner treated plots than in non-treated plot showing best in PVA-treated soil.

Key words: Soil conditioner, Soil physical properties, Water-stable aggregates.

人工合成構造劑(synthetic polymer)의 農耕의 이용은 昨今の 농촌 노동력 부족에 의한 퇴비 등 天然改良劑의 自家生産 減少에 따른 必然的 趨勢로서, 최근 석유화학 공업의 발달로 新物質이 개발되고 無毒性 제품의 대량생산에 따라 점차 그 가격이 저하되고 사용법도 비교적 간편하여 實用化 단계에 접어들고 있다. 土壤改良劑로서의 人工合成構造劑는 安定성이 큰 土壤粒團을 형성시켜 작물의 發芽^{2,8)}, 着根, 排水改善 및 土壤의 流失防

止³⁾, 表土로 부터의 水分蒸發 抑制^{6,9)} 등에 효과가 인정되었고, 改良劑 처리에 의한 體系的 土壤管理는 작물의 收量性 증대와 밀접한 관련이 있으며^{1, 5)}, 改良劑의 種類, 處理濃度, 土壤水分條件 및 土性에 따라 처리후의 效果 및 殘效期間, 破壞率 등에 차이가 있는 것으로 보고되고 있다^{3,4,15,22)}. 이와 같은 觀點에서 본시험은 水分 및 通氣條件 등 土壤物理性面에서 밭에 비해 상대적으로 불량한 土壤條件下에서 재배되고 있는 畚田轉換地 앞담배의

* 韓國人蔘煙草研究院 大邱試驗場 (Taegu Exp. Stn., Korea Ginseng & Tobacco Res. Ins., Taegu 711-820, Korea)

〈'96. 8. 13 接受〉

Table 1. Physical properties of the soil used before experiment

Distribution of particle size				Three phase			Bulk
Sand	Silt	Clay	Texture	Solid	Liquid	Gaseous	density
.....(%)(%)			(g/cm ³)
20.4	52.3	27.3	Silt loam	48.4	43.6	8.0	1.39

품질을 발달배 수준으로 향상시키기 위한 栽培對策 樹立의 기초자료로 이용하고자 몇가지 土壤改良劑를 처리하여 土壤의 粒團形成과 安定性等 物理性 改善效果를 分析하고 煙草生育에 미치는 영향을 조사하였다.

材料 및 方法

시험포지는 pH6.0으로 酸度矯正한 韓國人蔘煙草研究院 大邱試驗場內의 畚田轉換地를 선정하였고 土壤改良劑 처리전 供試土壤의 物理性은 表 1과 같다.

시험처리는 土壤改良劑로 人工合成構造劑(synthetic polymer)인 poly vinyl alcohol(PVA)과 天然製品인 zeolite와 perlite를 처리한 區와 無處理區를 두었으며, 처리량은 10a당 PVA 120kg, zeolite와 perlite는 각각 500kg을 煙草移植 30일전에 土壤에 全面撒布하고 耕耘 및 碎土作業으로 作土層 토양과 충분히 혼합되게 하였다. 土壤物理性 조사중 假比重, 水分含量, 3相比率 및 容積密度 등은 농업기술연구소 토양조사 便覽(1977)에 準하여 作土下 15cm 깊이까지의 토양을 채취하여 분석하였고, 粒團分析은 500g의 風乾 粒團을 Yoder의 濕式緋別法²⁴⁾에 따라 2 mm sieve에 통과시켜 sieve 위에 남겨진 토양중량을 전체중량에 대한 백분율로 나타내었으며, 粒團의 不安定指數는 2mm, 1mm, 0.5mm, 0.25mm 및 0.1mm sieve를 垂直으로 組立한 緋別機에 넣고 10분간 물에 沈漬시킨 후 分當 30회 진탕하여 sieve위에 남은 粒團의 百分率로 耐水性 粒團의 重量平均直徑을 求하고, 風乾粒團의 重量平均直徑 3mm에서 各 處理別 土壤의 耐水性 粒團의 重量平均直徑을 除한 값을 不安定指數로 하였으며 이의 逆數를 取하여 粒團의 安定指數로 나타내었다

7.16.20.26). 또한 通氣性은 Tener-wengel裝置를, 透水性은 毛細管 吸水法²¹⁾을 각각 이용하여 測定하였다. 供試品種은 NC82를 사용하였고 移植은 4월 15일에 栽植距離 115 × 38cm의 密度로 改良 畝로 移植하였으며, 施肥量은 堆肥 1,200kg /10a에 煙草用複合肥料(N-P₂O₅-K₂O:13-7-25) 80kg /10a를 全量基肥로 施與하였고 生育調査는 摘心後 10일경에 處理區別로 地上部와 地下部로 나누어 生長量을 調査하였다.

結果 및 考察

土壤改良劑 처리에 의해 形成된 土壤粒團을 조사하기 위해 作土下 15cm깊이까지의 土壤을 채취하여 風乾한 후 濕式緋別法에 따라 크기별로 분류하고 무처리 土壤과 비교한 결과는 表 2와 같다.

耐水性 粒團含量은 土壤改良劑의 종류에 관계없이 改良劑 처리로 무처리구에 비해 증가되었으며, 改良劑 처리구의 土壤表面은 기간이 경과함에 따라 多孔性의 거친 모양을 나타내어 무처리 土壤과는 外觀上으로도 구분이 가능하였다. 全體 粒團 形成量에서 改良劑 종류간에는 차이가 없었고 2mm이상의 大粒團은 PVA >perlite > zeolite 順으로 많았으나 實際 作物生育에 적당한 입자크기로 알려진¹⁷⁾ 0.25~1mm범위의 粒團含量에서는 대등하였다. 그러나 重量 平均直徑에서는 PVA 처리구가 다른 두제품에 비해 크게 나타나 人工合成構造劑(synthetic polymer)가 天然產에 비해 粘土粒子 상호간의 凝集力이 상대적으로 높았다는 것을^{18,19)} 알 수 있었다. 이 결과는 柳 등¹⁵⁾이 砂土와 砂壤土에서는 Bitumen, PVA 및 poly acryl amide(PAM)처리가 粒團形成量과 安定性에서 모두 효과가 인정되었으나 PVA와 PAM의 凝

Table 2. Size distribution of water-stable aggregates after wet sieving of differently treated soils

Treatment	Mean weight diameter (mm)	Stable aggregates in different size classes					Total
		>2 mm	1~2 mm	0.5~1 mm	0.25~0.5 mm	0.1~0.25 mm	
Control	0.25	5.5	9.5	7.6	17.1	16.6	56.3
Zeolite	2.76	10.6	11.9	13.4	14.5	16.1	66.5
Poly vinyl alcohol(PVA)*	2.89	15.9	12.4	14.8	13.8	12.7	69.6
Perlite	2.74	12.6	10.9	11.9	14.3	15.6	65.3

* The abbreviations were shown in parenthesis.

Table 3. Relationship between soil aggregate formation and soil moisture content

Soil moisture content (%)	Water-stable aggregates					Total
	>2mm	1~2mm	0.5~1mm	0.25~0.5mm	0.1~0.25mm	
20	4.8	6.1	2.0	2.3	9.8	25.0
30	7.9	6.9	5.2	4.0	12.0	36.0
40	9.3	14.7	10.2	9.1	18.9	62.2
50	38.9	20.3	8.3	3.3	5.9	76.7
60	20.9	16.3	9.4	8.5	13.3	68.4
70	10.1	15.4	7.6	2.8	7.0	42.9

* Figures in the table are percentage of soil aggregates formed by PVA treated.

集力이 커서 重量 平均直徑이 큰 大粒團의 형성량 이 많았다고 보고한 내용과 대체로 유사하였다. 최근 농기계의 대형화로 土壤에 荷重을 증가시켜 土壤의 다짐이 이루어지며, 논을 밭으로의 轉換은 土壤水分 減少와 作土層의 건조가 進行되어 體積의 收縮과 表面에 크러스트층이 形成되어¹²⁾, 작물 生育에 부적당한 상태로 변화, 유지되기 쉽다고 보고하고¹⁵⁾ 있어 이들 인공합성구조제의 施用으로 퇴비 등 천연제품에 비해 보다 빠른 기간에 土壤 物理性を 개선시키는 효과가 있을 것으로 생각된다. 原土粒徑 0.25mm이하의 사양토에 0.5% PVA를 처리하고 土壤水分含量을 달리하였을 때의 土壤粒團 形成量을 조사한 결과(表 3), 粒團形成率은 土壤水分이 높을수록 粒團化率이 높아져서 50%구에서 가장 높았으며 이때의 粒團化率은 80%에 가까웠고 이보다 많은 土壤水分含量에서는 점차 낮아지는 것으로 나타났다.

形成된 粒團의 크기별 分布는 土壤水分 10~40%까지는 水分의 증가에 따라 大,小粒團이 모두 증가하였고 50%구는 形成된 粒團이 2mm이상의 大粒團 비율이 높아져 40%구까지 와는 달리 粒團 構成面에서 다른 樣相을 보였으며, 60%구에서는 大粒團 比率이 감소하고 小粒團 比率이 증가하였다. 따라서 粒團形成量에서는 土壤水分 50%구가 最大 效果로 나타났지만 2mm이상의 大粒團 比率이 높고 식물生育에 적당한 크기의 粒團(0.25~1mm)은 상대적으로 적은 比率을 차지하였다. 이 점에서 土壤水分 60%구와 40%구가 植生에 好適할 것으로 판단되고 있으나, 圃場用水量 60%의 水分은 다소 과습상태로서 실제 포지조건에서 농기계등의 작업능률을 감안하면 40%정도의 水分 상태가 적당할 것으로 생각된다. 粉末의 土壤改良劑를 건조한 土壤에 처리할 경우, 改良劑를 土壤에 처리하고 혼합한 다음 水分을 가해서 적당한

Table 4. Comparison of water-stable aggregate characteristics formed by soil conditioners application

Treatment	Stability index	Bulk density (g/cm ²)	Intrinsic air-water permeability ratio (%)	Porosity (%)
Control	0.37	1.15	44.5	52.2
Zeolite	4.86	1.28	9.3	59.4
PVA	7.55	1.42	7.8	58.1
Perlite	5.01	1.31	10.4	59.7

Table 5. Changes in soil physical properties at the 60days after soil conditioners application

Treatment	Bulk density (g/cm ³)	Three phase			Moisture content (%)	Air permeability (cm/sec.)	Water infiltration rate (mm/min.)
		Solid	Liquid	Gaseous			
Control	1.28	46.1	42.5	11.4	15.3	3.57	2.19
Zeolite	1.25	41.6	39.5	18.9	16.6	6.11	3.87
PVA	1.24	42.0	38.7	19.3	16.8	4.86	7.02
Perlite	1.24	42.8	37.6	19.6	16.5	6.69	4.56

土壤水分이 유지되도록 하는 것이 먼저 水分을 가하여 적당한 土壤 水分條件을 만든 후 改良劑를 처리하는 것보다 효과가 큰 것으로 알려져 있어¹⁷⁾, 포장이나 溫室床土 등에 대량 처리할 때는 土壤水分 30~40%정도가 적당하고 분말보다는 溶液으로 처리하는 것이 유리할 것으로 考察된다. 처리별 土壤의 特性變化에서(表 4), 風乾土壤의 重量 平均直徑과 耐水性粒團의 重量 平均直徑과의 차이를 構造의 不安定指數로 하고 이의 逆數를 취하여 나타낸 粒團의 安定指數는 무처리구가 0.37인데 비하여 PVA처리구가 7.55, zeolite구가 4.86, perlite구는 5.01로서 현저히 증가하였으며, PVA처리구의 효과가 가장 높게 나타났다.

構造의 安定性을 나타내는 하나의 指標인 固有 通氣-透水性 比率는 무처리구 土壤이 44.5인데 비하여 改良劑 처리구는 10.4이하로서 모두 安定性이 증가된 것으로 나타났고 改良劑 처리구 간에는 대등한 정도였다. 土壤의 孔隙率에서도 무처리구에 비해 改良劑 처리로 다소 증가되는 傾向이나 차이는 적었다. 이 결과는 土壤改良劑의 처리효과에서 粒團의 形成量과 構造의 安定性은 土性에 따라 달라서 동일 濃度에서도 PAM은 砂壤土에서, Bitumen은 微砂質 壤土에서 더 효과적이었다는 趙 등³⁴⁾의 결과와 대체로 유사하였는데 일반적

으로 土壤에 시어되면 疎水性인 Bitumen은 保水力이 1~3%감소되고 親水性인 Uresol등은 保水力이 2~6%증가된다고 보고되고 있어 土性 및 地下水位에 따라 改良劑의 종류를 선택하여 사용해야 할 것으로 생각된다.

土壤改良劑 처리후 60일의 土壤物理性 變化를 조사한 결과는 表 5와 같다. 假比重은 土壤改良劑 처리로 무처리에 비하여 다소 감소되었고 水分含量은 높아져 보수력이 증대되었으며, 土壤의 3相 분포비율도 변화되어 固相비율이 낮아지고 氣相비율은 높아져 土壤改良劑 처리에 의한 3相 分布의 개선효과가 있었다. 또한 通氣性은 zeolite와 perlite처리구에서 높았으나 透水性은 PVA처리구가 높게 나타났다. 이 결과는 Reeve 등^{13,14)}이 土性を 달리한 시험에서 透水性이 높은 砂土에서는 改良劑 처리로 透水性이 다소 늦어지고 吸水性은 土성이 植質일수록 낮아지며, PVA처리로 砂土에서는 떨어지나 砂壤土에서는 변화가 없었고, 壤土는 낮아지나 植壤土에서는 증가되는 傾向이었다고 보고한 내용과는 대체로 유사하였으나, PVA와 PAM의 처리효과에서 砂壤土와 壤土에서의 浸水性和 吸水性은 처리하지 않은 경우와 비슷하고 식양토에서만 耐水性 粒團이 되어 침수성과 흡수성이 증가되고 물의 이동을 다소 빠르게

Table 6. Effect of soil conditioners treatment on tobacco growth

Treatment	Stem height	Topmost leaves		Fresh weight			Dry weight		
		Length	Width	Leaf	Stem	Root	Leaf	Stem	Root
	(cm)(g /plant)					
Control	101	38	13	708	445	171	90	70	48
Zeolite	103	43	13	751	458	196	102	78	58
PVA	105	46	15	767	483	218	112	86	62
Perlite	105	45	15	760	482	204	108	84	60

하였다는 相反된 見解^{21,22)}도 있어 지속적인 연구 검토가 따라야 할 것이며, 전체적으로 土壤物理性, 安定粒團의 강우 유실량 및 기계적 파괴율 등이 구명되어야 할 것으로 고찰된다.

通氣性등에서 변화를 가져와 向後 PVA의 殘效性, 安定粒團의 강우 유실량 및 기계적 파괴율등이 구명되어야 할 것으로 고찰된다.

土壤改良劑 처리가 연초생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 摘心後 10일경에 처리구별로 잎담배 生長量을 조사한 결과는 表 6과 같다. 改良劑 처리구는 改良劑 종류에 관계없이 모두 무처리구에 비하여 幹長, 最上位葉의 長, 幅, 株當 生, 乾葉重 및 根重등의 生長量에서 현저히 증가하였고, 지상부에 비해 지하부의 生長量이 더 큰 것으로 나타난 것은 改良劑 처리로 지하부의 환경이 생장에 적당한 상태로 변화된 결과로서 土壤物理性 개선효과가 인정되었다. 煙草의 生長量과 連繫한 供試된 改良劑의 土壤物理性 개선효과는 PVA > perlite > zeolite순으로 PVA의 효과가 가장 크게 나타났다. PVA의 土壤物理性 개선효과가 가장 높았던 것은 他改良劑에 비해 상대적으로 높았던 粒團의 安定性과 形成量, 水分吸收性 및 通氣性등에서^{11,22,23,25)} 양호하여 煙草生育에 보다 큰 영향을 미쳤을 것으로 추정된다. 작물생육에 미치는 土壤改良劑의 처리효과는 무처리에 비해 대부분 초기생육이 양호하고^{10,11,15,19)} 葉菜類에서 더 효과적이었다고⁴⁾ 하나, 본시험결과는 생육 전반기까지는 연초생육에 미치는 영향이 뚜렷하지 않았고 最大生長期에서 摘心期 頃에 걸쳐 무처리구에 비해 改良劑 처리효과가 인정되고 있다.

鹽素含量이 높은 圃地에 改良劑를 처리하고 深耕으로 毛細管을 破壞, 基層으로부터의 鹽分上昇을 억제하고 作土層 鹽分の 垂直 溶脫을 도모하여

土壤의 再鹽化現象을 방지하는 것도¹⁵⁾ 논담배 품질저하의 最大要因인 葉中 鹽素含量을 줄일 수 있는 하나의 방법이 아닌가 생각된다.

摘 要

畚田轉換地의 잎담배 품질을 발담배 수준으로 향상시키기 위한 재배법 개선의 기초자료로 이용하고자 몇가지 土壤改良劑를 처리하여 土壤의 粒團形成量과 安定性등의 物理性 개선효과를 분석하고 잎담배 생육에 미친 영향을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 土壤의 耐水性 粒團形成量은 polyvinylalcohol(PVA) > perlite > zeolite순으로 많았고 植生에 적당한 크기(0.25~1.0mm)의 粒團形成率은 PVA처리구에서 가장 높았다.
2. 耐水性 粒團形成率은 土壤水分 含量이 높을 수록 粒團化率도 증가하여 50%구에서 가장 높았으나 형성된 粒團은 直徑 2mm이상의 큰 粒團比率이 높아 植生에 적당한 크기(0.25~1.00 mm)의 粒團形成量과 실제 농기계의 작업능률등을 고려하면 土壤水分은 40%구가 적당할 것으로 판단되었다.
3. 土壤粒團의 安定性, 通氣性 및 透水性은 土壤改良劑 처리로 무처리에 비해 현저히 증가되고 PVA처리구가 가장 양호하였으며, 孔隙率도 무처리에 비해 다소 증가되는 傾向이나 改良劑 종류간에는 대등하게 나타났다.
4. 土壤改良劑 처리로 土壤 3相 比率의 개선효과가 인정되었고, 通氣성은 zeolite와 perlite처리구가, 透水性은 PVA처리구가 높았으며, 무처리구에 비해 전체적으로 保水力이 증대되었

다.

5. 煙草의 생육량은 全 收量 구성요소에서 改良劑 처리로 현저히 증가하였고 지상부에 비해 지하부의 生長量 증가가 더 크게 나타났으며, 生長量과 連繫한 土壤改良劑의 物理性 개선효과는 PVA > perlite > zeolite 순으로 나타났다.

引用文獻

1. 安相培, 趙成鎮, 姜暉洙. 1984. 砂質畚土壤에 대한 客土資源으로써의 Zeolite施用效果에 관한 研究. 韓土肥誌 17(4):381-388.
2. Callebaut F., D. Garbriels and M. De Boodt. 1981. Time responses of sugar beet germination, oxygen diffusion and redox potential to crust formation, poly acrylamide stabilization and peroxide fertilization. Geoderma. 29:275-283.
3. 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.
4. _____, 許奉九, 柳寬植, 嚴基泰, 趙成鎮. 1987. 土壤改良劑處理가 土壤의 物理性과 大豆收量에 미치는 影響. 韓土肥誌 20(1):29-34.
5. De Boodt M., M.H.B Hayes and A. Herbillon. 1991. Soil colloids and their associations in aggregates, NATO ASI Series, 215. Plenum Press, New York & London.
6. _____, R. Hartmann and H. Verpiancke. 1978. Effect of soil conditioners on hydrophysical properties of sandy soils and its relation to water conservation, Egypt. J. Soil Sci. 61-73.
7. 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.
8. De Vleeschauwer R. Lal and D. Gabriels. 1976. The effect of poly acrylamide treatment on the germination of sugar beets in heavy sandy loam soil. Med. Fac. Landbouww. RUG. 43:321-325.
9. Hartmann, R., H. Gabriels and M. De Boodt. 1980. Influence of soil surface structure on infiltration and subsequent evaporation under simulated laboratory condition. Soil Tillage Research 1:251-259.
10. 金昌培, 崔烜. 1981. 砂質畚 土壤에서 水稻生育 및 收量에 미치는 土壤改良劑의 效果. 韓土肥誌 14(2):95-103.
11. Marsh, M.H. and P.H. Groenevelt. 1992. Effect of surface application of poly vinyl alcohol on phosphorus losses in runoff and on corn growth. J. Environ. Qual. 21:36-40.
12. Oades, J.M. 1976. Prevention of crust formation in soils by poly vinyl alcohol. Aust. J. Soil Res. 14:139-148.
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 ed, Madison. USA. :520-531.
15. 柳寅秀, 韓貞林, 趙仁相. 1995. 土壤構造改善劑 處理가 土壤物理性과 상추生育에 미치는 影響. 韓土肥誌 28(3):249-255.
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. 志佐誠. 1960. 土壤改良劑의 園藝利用. 文部省 科學試驗研究報告. p. 4-6, 11-15. 誠文堂 新光社, 東京, 日本.

18. Stefanson, R.C. 1973. Poly vinyl alcohol as a stabilizer of surface soils. *Soil Sci.* 115:420-428.
19. _____. 1974. Soil stabilization by poly vinyl alcohol and its effect on the growth of wheat. *Aust. J. Soil Res.* 12:59-62.
20. Van Bavel C.H.M. 1949. Mean weight-diameter of soil aggregates as a statistical index of aggregation. *Soil Sci. Amer. Proc.* 14:20-23.
21. Verplancke, H., R. Hartmann and M. De Boodt. 1976. The effect of soil conditioners on the water transmission properties of different textured soils. *Med. Fac. Landbouww. RUG.* 41:211-218.
22. Williams, B. G., D. J. Greenland and J. P. Quirk. 1966. The adsorption of poly vinyl alcohol by natural soil aggregates. *Aust. J. Soil Res.* 4:131-143.
23. _____, _____ and _____. 1967. The effect of poly vinyl alcohol on the nitrogen surface area and pore structure of soils. *Aust. J. Soil Res.* 5:77-83.
24. 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. Agron.* 28(5):337-351.
25. Yong, Ok, K and C. Jung. 1983. Effect of soil conditioners on the growth, yield and quality of flue-cured tobacco. *Korean J. Tob. Sci.* 5(1):87-95.
26. 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.