

論機械分析中土壤處理的方法

T. H. 契爾妮柯娃

(全蘇肥料農業技術與農業土壤科學研究所化學碩士)

土壤機械分析中的土樣處理，通常是使用化學作用與機械作用底綜合的方法。

化學處理在於從土壤裏除去吸着的鹽基（鈣與鎂），而替代以鈉（或銨）。先用 0.05 N 的 HCl 溶液洗盡土壤中所含有的鈣，接着用水洗盡氯離子，然後加入苛性鈉溶液或銨溶液。但是，這種方法還不能充分達到破壞土壤的聚結體，因此，爲了更充分地分散土壤，除上法以外，還應進行機械處理，即加水煮沸。

從以往許多工作裏指出：在土壤呈稠糊狀（土壤達到一定的濕潤）的情況下，機械處理可發生高度的分散。

全蘇肥料農業技術與農業土壤科學研究所，B. Ф. 斯科瓦爾諾 1941 年的工作記載：土壤依常法混和，用玻璃棒攪拌一分鐘，使土壤成濃稠的糊狀，可引起土壤顯著的分散。以此法處理灰化重粘壤土，可得 6.2% 粒徑 < 0.001 毫米的土粒，相當於粒徑 < 0.001 毫米土粒總量（根據機械分析的結果）的 50% 左右。

P. X. 安幾良^[1]的工作，指出：以帶有橡皮頭的玻璃棒研磨土壤成稠糊狀約 10—15 分鐘，可使土壤很好分散，這樣的研磨處理接近於土壤“綜合”處理中的振盪法（即加入 1 N 的 NaOH，後加熱煮沸，並振盪）^[2]。研磨處理所得粒徑 < 0.001 毫米土粒的數量約爲振盪法處理所得同樣大小土粒的 83—95%（對於黑鈣土與灰壤而言）。

當研究機械分析中最簡單與迅速的土壤處理時，我們已掌握了基本原則——土壤化學和機械處理的結合。機械作用採用土壤攪和法（這樣易於研磨），用玻璃棒攪拌土壤呈稠糊狀，約 5 分鐘，通常使用的化學處理（用 0.05 N 的 HCl 與 NaOH）需要很長時間，可用草酸鈉溶液來替代。這種分散的方法（藉助於草酸鈉溶液的作用）用於含碳酸鹽類土壤的機械分析，早已使用過^[3]。

土壤吸着的鹽基與草酸鈉互相作用時，發生反應。反應結果，使草酸鈉中

Na^+ 充分替代全部吸着態陽離子。形成的草酸鈣將由反應中沉澱而析出。

我們認為草酸鈉溶液對於黑鈣土所起的相互作用必需一小時。但對於生草灰化土，只需要 30 分鐘。繼後的相互作用不再增高土壤的分散。

我們所用方法可介紹如下：稱土 10 克，放入直徑 7 厘米的瓷鉢內，滴以草酸鈉溶液潮濕土壤，靜止時間如上所言，然後以粗玻璃棒被軋扁的一端進行攪拌 5 分鐘（研磨土壤）。接着通過細篩，洗入 1 升的量筒內，同時添加 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。

爲了研磨土壤使能呈稠糊狀，第一次施加 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的數量，決定於風乾樣品的土壤類型和機械成分。根據我們已有的經驗，第一次施加 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的數量，約 4 毫升 0.5 N 的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，灰色森林草原土爲 3 毫升 0.2 N 的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，生草灰化土爲 3 毫升至 2 毫升 0.2 N 的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，視土壤機械成分而定。

當計算一般 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的用量時，必須考慮充分替代出吸着的鹽基，我們根據下列土壤代換量來計算：黑鈣土約 50 毫克當量，灰色森林草原土爲 20 毫克當量，生草灰化粘壤土爲 10 毫克當量，這都是以 100 克土計算。

按照這點，在土壤移入量筒後，必須補加 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，黑鈣土是 6 毫升 0.5 N 的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，森林草原土是 7 毫升 0.2 N 的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液，生草灰化土爲 2—3 毫升 0.2 N 的 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液。

表 1

土 樣	採 樣 深 度 (厘米)	重 復 測 定 次 數	土樣處理後 < 0.001 毫米土粒含量 (%)			
			0.05 N HCl 與 NaOH	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶 液		
				第一類	第二類	第三類
普通黑鈣土，粘土（卡明拉斯藉普農業試驗站）	2—12	1	41.7	41.0	40.2	—
		2	41.9	40.8	42.2	—
		3	41.6	40.4	41.9	—
黑色生草灰化土，中粉砂粘壤土（莫斯科夫斯基州波覽里持基區“戰士”集體農莊）	0—10 10—20 20—30	—	19.9	19.5	18.9	18.9
		—	24.6	23.5	22.5	22.4
		—	20.0	20.2	19.0	28.1

爲鑑定所提出機械分析中的土壤處理方法，用重復測定與各種分散法的測定結果相比較（見表 1）。

從表 1 看來，建議的土壤處理所作的機械分析，其結果的差異與土壤處理“標準法”相比較是完全可以允許的。

表 2 示出機械分析中兩種土壤處理方法的比較 (以粒徑 <0.001 毫米的土粒計)。

表 2 所列的 20 個土樣測定, 僅有一個誤差達到 3%, 而平均等於 1%。因而所提出的處理土壤方法與通常的處理方法 (以 0.05 N 的 HCl 與 NaOH 處理), 給予具有可比較的結果, 極大地節省時間是其優點 (分析 10 個樣品的處理祇需 2 小時)。

表 2

土 樣	採樣深度 (厘米)	土樣處理後 <0.001 毫米 土粒含量 (%)	
		0.05 N HCl 與 NaOH	Na ₂ C ₂ O ₄ 溶 液
普通黑鈣土, 粘土 (瓦羅列日夫斯基州托伊多農業試驗站)	2—12	42.6	40.1
	23—33	44.6	44.3
	36—46	52.4	54.0
灰黑色森林草原土 (遼甯斯基州)	0—12	25.7	25.4
	12—22	31.8	33.5
	22—35	35.6	34.3
	35—45	27.0	25.9
	65—75	19.6	18.8
生草灰化土, 中粘壤土 (莫斯科夫斯基州共產主義區 “火炬” 集體農莊)	0—15	7.6	7.4
	25—35	3.2	3.1
	140—150	26.9	26.9
生草灰化土, 粉砂質砂壤土在沖積砂上 (莫斯科夫斯 基州波覽里持基區 “戰士” 集體農莊)	0—15	3.6	4.8
	20—30	2.8	2.6
	35—45	1.8	1.4
	110—120	6.7	7.8
生草灰化土, 重粉砂粘壤土 (在覆蓋的粘壤土上) (莫 斯科夫斯基州米里列夫斯基區米丘林集體農莊)	0—15	14.1	16.8
	0—15	14.0	14.0
	0—15	10.4	9.3
黑色生草灰化土, 粉砂粘壤土 (莫斯科夫斯基州米黑 列夫斯基區加里寧集體農莊)	0—15	13.2	16.2
	0—15	9.5	9.3

用所介紹的方法和用 0.05 N 的 HCl 與 NaOH 的方法分別處理土壤來進行完備的吸管法機械分析, 最後證實長時間化學處理和煮沸可用研磨 5 分鐘的處理, (這時已存在有草酸鈉) 來替代。按所有土粒的各級誤差平均不超過 1.6%。

按粒徑 <0.01 毫米的土粒來整理結果, 這種大小土粒被稱為物理性粘粒 (見表 3)。按機械成分的分類中, 土壤中粒徑 <0.01 毫米的土粒數量作為一般基本的標誌。

表 3

土 樣	採樣深度 (厘米)	土樣處理後<0.01 毫米 土粒含量(%)	
		0.05 N HCl 與 NaOH	Na ₂ C ₂ O ₄ 溶 液
黑色生草灰化土 (莫斯科夫斯基州波覽里持基區“戰士”集體農莊)	0—10	39.2	40.6
	10—20	42.4	41.6
	20—30	39.8	40.6
	35—43	38.8	41.9
	43—53	38.6	38.7
	55—65	42.8	43.8
	90—100	43.6	45.2
	150—160	39.6	40.0
普通黑鈣土, 重粘壤土 (瓦羅列日斯基州).....	0—11	63.5	64.7
	25—35	64.1	64.0
	5—15	57.7	59.0
	25—35	59.4	61.8

由此可見，這方法所得到的結果，其差異不超過 1.6% (平均差誤為 ±1.2%)，只有很少情形達 3%。

應該指出的，在大多數情況下，按我們所提出的土壤處理方法較“標準的”方法得出 <0.01 毫米粒徑的土粒的含量為多。想來是在某種程度上，土壤經草酸鈉處理而形成了草酸鈣，草酸鈣分佈於機械分析中的各組的土粒中。

更進一步的改進方法是縮短研磨土壤時間和研磨的應用，以較弱的化學處理或不用化學處理，對於黑鈣土的作法如下：按每百克土壤的交換量為 20—30 毫克當量，計算 10 克土壤樣品中的草酸鈉用量，第一種情形是用 4 毫升 0.5 N 的 Na₂C₂O₄ 溶液潮濕土壤，研磨並投入量筒後，再加入 2 毫升 0.5 N 的 Na₂C₂O₄ 溶液。第二種情況是用 4 毫升 0.2 N 的 Na₂C₂O₄ 溶液處理土壤在量筒內再添加 6 毫升 0.2 N 草酸鈉溶液。研磨處理又分為 5 分鐘和 3 分鐘兩種。另一試驗方法中不用化學處理，而用 4 毫升蒸餾水潮濕土壤，並研磨 5 分鐘。

由表 4 看來，黑鈣土不用化學處理，祇進行研磨是不能達到分散的目的。但是處理土壤時，減少草酸鈉的用量到 6 毫升 0.5 N 溶液是充分可能的，這是按 100 克土壤的交換量為 30 毫克當量重新計算而得。如縮短黑鈣土的研磨時間到 3 分鐘，那末如結果所示，粒徑 <0.001 毫米的土粒數量將相當大地減少。生草灰化土經過上述化學處理並分別進行 3 分鐘和 5 分鐘的研磨，試驗結果相同 (見表 5)，因此，對於這些土壤可以祇研磨 3 分鐘。

表 4

土 樣	採樣深度 (厘米)	土樣處理後<0.001毫米土粒含量(%)					
		5 分 鐘				3 分 鐘	
		Na ₂ C ₂ O ₄				Na ₂ C ₂ O ₄	
		50	30	20	蒸餾水	30	20
		毫克當量/100克土				毫克當量/100克土	
普通黑鈣土, 粘土 (卡明拉斯普農學試驗站)	2—12	41.4	42.4	39.4	32.3	40.3	35.5
普通黑鈣土, 重粘壤土 (瓦羅列日斯基州維爾良海華區)	0—11	36.7	37.9	34.3	—	34.7	31.2
	25—35	36.9	37.8	36.2	—	35.8	31.3
普通黑鈣土, 粘土 (瓦羅列日斯基州托伊多農學試驗站)	2—12	40.1	39.1	—	—	37.8	—

表 5

土 樣	採樣深度 (厘米)	土樣處理後<0.001毫米土粒含量(%)	
		5 分 鐘	3 分 鐘
黑色生草灰化土 (莫斯科夫斯基州“戰士”集體農莊)	10—20	23.5	22.6
	20—30	20.2	19.8
生草灰化土 (莫斯科夫斯基州“火炬”集體農莊)	0—15	7.4	7.3
	25—35	3.1	3.0
生草灰化土 (莫斯科夫斯基州米丘林集體農莊)	0—15	14.0	14.0
	0—15	16.8	16.0

這樣一來, 機械分析中的土壤處理新法——應用土壤的研磨 (當草酸鈉存在時), 在許多土壤中都充分說明其可能性, 可以替代目前通行而費時以 0.05 N 的 HCl, 鹼溶液的化學處理和煮沸。

參 考 文 獻

- [1] Айдинян Р. X. Выделение почвенных коллоидов без химической обработки. Коллоидный журнал, Т. IX, № 1, 1947.
Р. X. 安幾良, 非化學處理的土壤膠體的分離, 膠體雜誌 Т. IX, № 1, 1947.
- [2] Качинский Н. А. Методы механического и микроагрегатного анализа почв. Изд. АН СССР, 1943
Н. А. 卡奇斯基, 土壤的機械分析與小團粒分析法.
- [3] Рыжов С. Н. и Шёзчук Н. С. Применение щавелевокислого натрия для подготовки карбонатных почв к механическому анализу. Сборник цсуа. Союзники, 1939.
С. Н. 婁諾夫和 Н. С. 西夫奇卡, 機械分析中應用草酸鈉於含碳酸鹽土壤底處理.
- [4] Карпинский Н. И. и Долгов С. И. Механический анализ почв методом пилетки. Изд. «новый агроном», 1930.
Н. П. 卡爾品斯基和 С. И. 道爾卡夫, 土壤機械分析吸管法。
(張國權譯自“蘇聯農學” Советская Агрономия 1953, 1, 62—66 頁, 原名 О Слособе Подготовки Почвы к Механическому Анализу; 夏家淇校)