

粘土含量 簡易測定器 開發研究

趙仁相* · 金鯉烈* · 柳寬植*
任正男* · 嚴基泰* · 郭永植*

Design and Performance of the Modified Hydrometer for the Rapid Measurement of Clay Content in Soils

I. S. Jo, L. Y. Kim, K. S. Ryu,
J. N. Im, K. T. Um and Y. S. Kwag

Summary

This study was conducted to evaluate the performance of a miniaturized hydrometer of clay content determination in the field.

The performance of the miniaturized hydrometer was compared to that of 152H hydrometer and pipette methods. Statistical analysis of the results showed the possibility of using the miniaturized hydrometer for clay content determination in the field.

Specification of two types hydrometer

Specification	152H hydro.	Simple tester
Length of hydrometer	28 cm	16 cm
Volume of cylinder	1,000 ml	200 ml
Wt. of soil sample	50 g	10 g
Wt. of dispersion reagent	6 g	1.2 g
Time for dispersion	1 day	2 min.
Measuring time	8 - 10 hour	10 min.

緒 言

水稲의 單位面積當 收量을 增大시키기 위해서는 무엇보다 土壤의 地力向上이 先行되어야 한다. 우리나라는 全體 畝面積의 32.3%나 되는 砂質畝이 있어서¹⁾ 낮은 保肥能, 過多한 透水에 의한 養分溶

脫, 各種 化學反應에 대한 緩衝能力 低下等의 原因으로⁶⁾ 水稻安全多收穫에 가장 큰 障礙要因의 하나로 指摘되고 있기 때문에 最近 政府에서 實施하고 있는 農土培養事業중에는 客土에 의한 粘土含量 增加가 큰 比重을 차지하고 있다. 이에 따라 粘土含量 25%以上の 山赤土를 優良客

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

土源으로 推薦하고 있으나⁶⁾ 實際 現場에서는 客土 對象地 選定 및 客土源의 適否區分過程에서 가장 基礎가 되는 粘土含量 測定器機가 不備하고 그나마 農業技術研究所를 비롯한 일부 限定된 機關에서만 分析이 實施되고 있을 뿐만 아니라 分析時間도 오래 걸려³⁾ 效率의인 客土事業 推進에 하나의 問題點이 되고 있다.

粘土含量 測定方法으로는 分散劑를 使用하여²⁾ 土壤 粒子를 分散시켜 Stocks의 粒子沈降公式에 의거 沈澱 Cylinder 에서 一定時間, 一定깊이에서 一定量을 採取하여 懸濁液에 含有된 土壤을 乾燥·秤量하여 土性を 決定하는 Pipette法과 時間別 溶液의 密度變化를 比重計를 利用하여 測定하는 Hydrometer法^{2, 5)} 을 主로 쓰고 있으며 最近에는 X-線이나 光線을 利用하여 짧은 Column中을 沈降하는 粒子의 크기와 分布比率를 短時間에 알 수 있는 새로운 器機도 開發되고 있으나 價格과 技術面에서 現場使用은 不可能하다.¹⁾

本稿에서는 Hydrometer法을 基本原理로 하여 短時間에 쉽게 測定할 수 있는 簡易器機를 開發코자 試驗을 遂行한바 簡易器機에 의한 粘土含量 測定值가 既存 Pipette法과 큰 差異없이 一致되는 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

Stocks는 粒子의 下降速度(V)는 液體의 粘性係數(η)에 反比例하고 粒子의 比重(dp)과 液體의 比重(dw)의 差異와 粒子의 半徑(r)의 自乘에 比例한다는 公式을 提案하였다.

$$V = \frac{2}{9} \cdot \frac{(dp - dw)g}{\eta} \cdot r^2 \quad \dots\dots(1)$$

式(1)을 粒徑(D)을 求하는 公式으로 整理하면

$$D = \sqrt{\frac{30\eta}{g(dp - dw)} \cdot \frac{L}{T}} \quad \dots\dots(2)$$

$$K = \frac{30\eta}{(dp - dw)g} \quad \dots\dots(3)$$

K값은 溫度(T)와 粒子의 比重에 따라 變하며 式(3)을 式(2)에 代入하여 要約하면

$$D = K\sqrt{\frac{L}{T}} \quad \dots\dots(4)$$

即 粒徑의 크기는 測定時間의 제곱근에 反比例하고 沈降길이(L)의 제곱근에 比例하므로 짧은 時間에 微細粒子를 測定하기 위해서는 測定길이를 적게 하여야 한다.

이를 바탕으로 既存 152H Hydrometer의 길이 28cm를 16cm로 줄였으며 實際 눈금은 測定誤差를 적게하기 위하여 그림 1과 같이 더 넓게 設計하였다. 또한 土壤試料 採取容器는 土性과 水分條件이 相異한 條件에서도 10g程度의 採取量을 얻고자 부피로 換算하여 프라스틱으로 製作하였다. 分散劑는 Sodium Hexametaphosphate와 Sodium Carbonate를 混合하여 1.2g의 粒劑를 만들었고 Cylinder는 200ml 容量으로 使用하였다. 새로 設計된 簡易測定器機의 正確性을 檢討하기 위하여 土性 및 土壤 水分含量이 相異한 粘土含量 7.2~48.4% 範圍의 60個 土壤試料를 無作爲로 選定 採取하여 既存 Pipette法에 의한 粘土含量 分析值와 相互 比較하였다.

簡易器機에 의한 粘土含量 分析過程을 要約하면 먼저 測定하고자 하는 對象土壤을 簡易採取器로 따

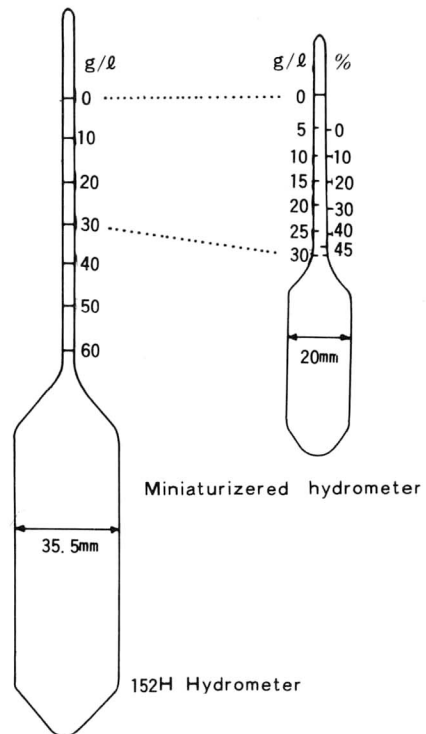


Fig 1. Cross section of two types hydrometer

서 分散劑 粒劑와 함께 200ml Cylinder에 넣고 맑은 물을 200ml 눈금에 올 때까지 채운 후 Hand Stirrer로 2分間 강하게 저은 다음 10分間 定置한 후 開發된 比重計를 넣고 눈금을 읽어 測定하였다.

結果 및 考察

1. 有效길이

簡易器機와 152H의 測定깊이를 比較(그림 2) 하여 보면 測定値가 0 g/ℓ일 때 152H의 有效길이(측정길이)는 16cm인데 비하여 簡易器機는 9 cm에 不過하고 30g/ℓ測定時는 有效길이가 11.5cm이나 簡易器機는 이보다 훨씬 짧은 3 cm로서 이 때 測定時間이 10分이라면 測定되는 粒子의 크기는 152H 가 0.140~0.016mm인데 비하여 簡易器機는 이보다 아주 작은 0.012~0.008mm 로서 同一時間에 152H 보다 작은 粒子를 測定할 수 있어 結局 測定時間을 短縮시킬 수 있었다.

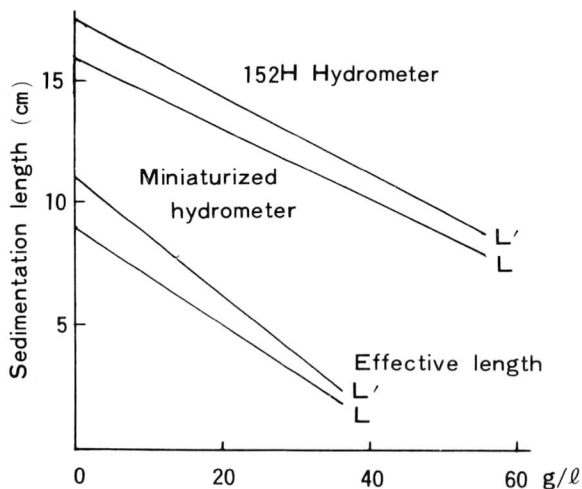


Fig. 2. Sedimentation length of the two types hydrometer

- L' = Distance from the center of hydrometer bulb to the surface.
- L = Actual particle sedimentation length.
- $L = L' - VH / 2 A_j$
- VH = Hydrometer volume.
- A_j = Cross section area of hydrometer.

2. 測定時間 決定

20個의 土壤試料를 Cylinder에서 강하게 攪拌定置한 후 時間別로 測定되는 土壤含量의 變化를 그림 3에서 보면 初期 5分間은 急激히 減少되다가 10分頃에는 그 變化量이 매우 적어서 30分까지도 그 差異가 크지 않았다. 그러므로 簡易器機는 短時間에 測定하는 것을 目標로 하였기 때문에 10分後 測定値를 採擇하였다.

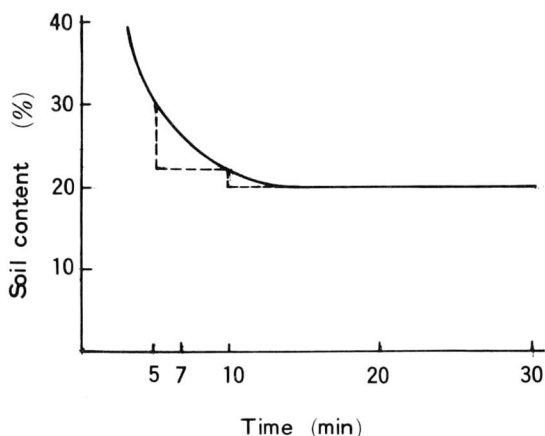


Fig. 3. Changes in sedimentation content after stirring (20 samples average)

3. 土壤試料 採取

測定試料 採取量에 있어서 現地圃場의 測定對象 土壤은 土壤 및 土壤水分 等에 따라 무게의 差異가 있기 때문에 一定한 乾物重의 土壤試料 採取가 問題되나 分析의 正確度를 높이기 위해서는 무엇보다도 試料採取量의 客觀性을 維持해야 하므로 試料採取容器를 부피로 7.96ml로 만들어서 그림 4와 같이 無作爲로 土壤試料를 採取하여 秤量해 본 結果 平均 10.05±0.126g 程度로 比較的 正確한 量을 採取할 수 있었다.

4. 正確性 檢定

簡易器機로 測定한 粘土含量과 實驗室의 標準方法으로 採擇되고 있는 Pipette法에 의한 粘土含量과의 關係를 그림 5에서 보면 두 方法間에는 $t = 0.573$ 으로 $t_{0.05} = 1.98$ 보다 顯著히 작아 두 方法

間에는 有意성이 認定되지 않고 代替使用이 可能하다는 結果를 얻었다.

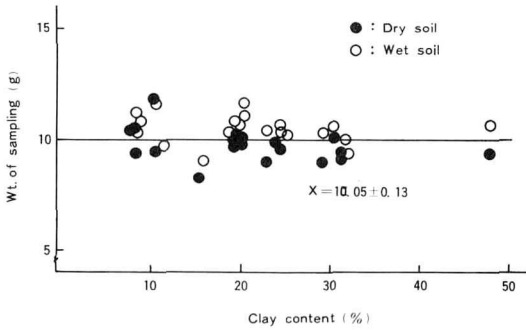


Fig. 4. Variation of sampled weight to clay content by taking volume sampler

한편 既存 Pipette法에 粘土含量과 簡易測定法の 粘土含量과의 差異가 생기는 原因이 分散能力에 있는 것으로 判斷되어 작은 粒子의 微砂含量이 簡易器機의 測定數値를 높이는 結果를 가져오게 되므로 微砂와 粘土含量 比率이 簡易器機 分析에 正確性을 左右하는 가장 큰 要因으로 생각되어 微砂/粘土比

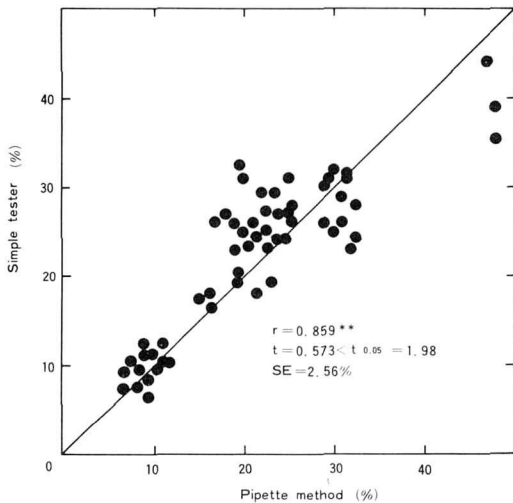


Fig. 5. Comparison of the clay contents measured by pipette method and miniaturized hydrometer

와 分析誤差와의 關係를 그림 6 에 나타냈다. 微砂/粘土 比가 增加 될수록 測定誤差가 커졌으며 分析値는 微砂/粘土 比率이 2.25附近에서 가장 正確하다고 생각되었다.

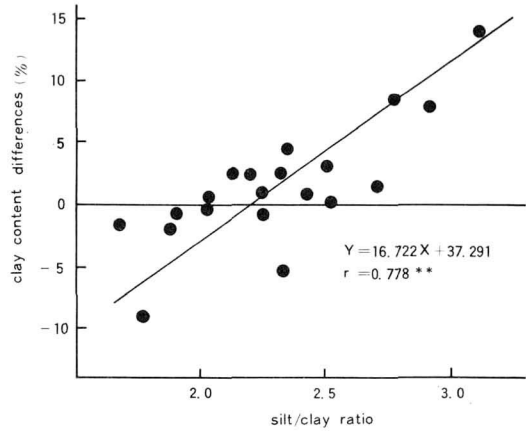


Fig. 6. Relationship between silt/clay ratio and the differences in two types hydrometer

또한 土壤粒子의 分散은 水温에 따라서도 差異가 있으므로 粘土含量測定時에 地下水나 溪谷水를 使用할 경우에는 水温이 20℃程度가 되도록 세심한 주의를 기울여야 할 것이다.

摘 要

客土源과 客土對象地의 判定에 必須的인 粘土含量 測定의 簡易化를 위한 새로운 簡易器機를 開發코자 Hydrometer의 小型化에 焦點을 두고 새로운 器機를 製作하여 既存 Pipette法과 比較한 結果는 다음과 같다.

1. 길이가 16cm, 눈금範圍가 0~45%인 Hydrometer와 10g採取用 簡易土壤試料 採取容器가 設計·製作되었다.
2. 簡易器機는 有効길이(측정깊이)가 적어서 152H Hydrometer 보다 같은 時間에 훨씬 적은 粒子의 含量을 測定할 수 있었다.
3. 粒劑 分散劑를 溶解시키고 試料를 넣은 후 2分間 强하게 振盪한 후 10分만에 測定된 값은 Pi-

pette法에 의한 土壤의 粘土含量과 比較한 結果 $t = 0.573 < t_{0.05} = 1.98$ 로서 두 方法間에는 差異가 없었다.

引用文獻

1. 大韓化學會. 1983. 粉體技術 세미나 資料.
2. Day, P.R. 1965. Particle fractionation and particle size analysis. Methods of soil analysis part I. 545~567.
3. 農業技術研究所. 1973. 土壤調查便覽(2)土壤分析篇 3~28.
4. 農業技術研究所. 1983. 韓國土壤總說(土壤調查資料-9) p. 849.
5. 任正男, 趙仁相, 趙成鎮. 1980. 우리나라 土壤에 있어서 數種 分散劑의 分散能에 關하여. 韓土肥誌 (13): 65~70.
6. 嚴明鎬, 任正男. 1981. 客土 水準別 效果試驗. 農技研報 192~207.