

熱風循環系統風乾土壤樣本可行性之評估

張志展

摘 要

本研究之目的在評估利用熱風循環系統縮減風乾土壤樣本所需時程之可行性。試驗樣本採用細質地土壤及粗質地土壤，按不同有機質含量區分。比較自然風乾法與熱風風乾法處理之差異。試驗結果顯示：採用熱風風乾法所測得土壤中多種元素數值，與自然風乾法所得結果頗相符，彼此無顯著差異。以 40°C 熱風乾燥處理土壤樣本處理時間比慣行乾燥方法減少 7~14 天。

關鍵詞：熱風循環系統、土壤樣本

前 言

作物營養診斷可反映土壤養分的供應狀態及作物吸收養分的狀況^(2,3,6)，藉此可瞭解在該栽種條件下之養分供應是否能滿足作物生長所需，且推薦應補施何種養分肥料以及其施用量。目前本場土壤速測室每年服務農民土壤、植體、堆肥及灌溉水樣本數約 2,000~3,000 件，且有年年增加的趨勢。土壤樣本通常須經過一定的處理才可進行分析，主要是乾燥、磨粉及過篩，而以往乾燥過程分為風乾（室溫不超過 35°C）和烘乾（35~60°C）⁽⁹⁾兩種。自然風乾需時一至二週，耗費時間較長，但一般診斷服務仍採風乾方法進行處理，因其較為方便，對土壤性質及養分變化之影響也較少。而烘乾土重新濕潤時往往會增加 NH_4^+-N 含量⁽¹⁰⁾，且土壤烘乾可能有機質氧化而造成損失。如果交換性鉀低於某一數值如 40 mg/kg，土壤乾燥時可能使交換性鉀增加，而高於某一數值時，則有可能使交換性鉀被部分固定，這種現象主要發生於含雲母或蛭石高的土壤中，所以，這類土壤乾燥的溫度越低越好。但風乾土壤常使 SO_4^{2-} 增加，造成 pH 值的變化⁽⁴⁾。因此，在縮短時間及分析數據的誤差之間取捨上頗為困難，本試驗旨在進行改進土壤樣本調製技術，以不同溫度熱風進行乾燥，縮短樣本前處理時間，並與傳統風乾比較其誤差，並評估裝置土壤樣本熱風循環處理之可行性。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗自 2001 年 1 月至 12 月於本場土壤肥料研究室實驗室進行，選擇細質地及粗質地土壤，按不同有機質含量 0~2.0、2.1~4.0、4.1~6.0、6.0 以上四變級分別採取樣本，每一土壤樣本量為 8000 g，經充分攪拌混合後分成四等份，每等份為一重複各 2000 g，再進行風乾處理。處理項目包括自然風乾、30°C、40°C 及 50°C 熱風風乾四種方法，每處理四重複。熱風風乾處理採循環式乾燥箱風乾，烘乾時間為 24 hrs，土壤樣本經風乾後並測定水分含量。自然風乾樣本亦待風乾後，測定其水分含量。依上述程序風乾後之樣本，按一般土壤樣本處理方式，再經研磨、過篩備用。

二、土壤分析

土壤 pH 值，以土：水 = 1：1 (W/V) 一小時平衡後，以 pH 計測定。EC 值以土：水 = 1：1 (W/V) 振盪一小時過濾電導度計測定⁽⁴⁾。有機質含量以 Walkley Black 法測定。有效性磷以白雷氏第一法 (Bray-1 Method) 測定。土壤中有效性鉀、鈣、鎂以孟立克氏法 (Mehlich's method) 測定。Fe、Mn、Cu、Zn 以 0.1 N HCl 萃取後原子吸光儀 (AA) 測定⁽¹⁾。

三、統計分析

採用相關及直線迴歸分析法，探討傳統自然風乾處理與熱風循環風乾處理之關係。以傳統自然風乾處理測得土壤理化性質 (Y) 為因變數，熱風循環風乾處理測得土壤理化性質 (X) 為自變數，以相關係數及決定係數之顯著與否，判別迴歸模式之適用性。

結果與討論

以自然風乾與不同溫度熱風乾燥下作一比較，可知土壤 pH 值及有機質含量，有隨著烘乾溫度升高而增加的趨勢，但彼此間差異不顯著 (表 1、圖 1、3)。當土壤含硫化物或元素硫時，風乾常造成 pH 值下降，溫度升高可能形成 SO₂ 及 SO₃ 散逸而使 pH 值升高⁽⁴⁾。而試驗設計時所考慮土壤烘乾可能造成有機質氧化損失，經試驗結果顯示與自然風乾樣本所得數據極相近，應該可認定為採樣上及分析儀器之誤差值。

表 1. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤性質之比較

Table 1. Comparison between natural air drying and hot air drying on properties of soils.

處理 Treatment	酸鹼度 (pH)	電導度 (EC) (mS/cm)	有機質 (OM) (%)	磷 (P)	鉀 (K)	鈣 (Ca)	鎂 (Mg)	鐵 (Fe)	錳 (Mn)	銅 (Cu)	鋅 (Zn)
30°C 熱風乾燥	5.61 ^a	0.43 ^a	4.50 ^a	56.38 ^a	324.1 ^a	1215.9 ^a	269.9 ^a	154.7 ^a	64.25 ^a	2.46 ^a	10.91 ^a
40°C 熱風乾燥	5.61 ^a	0.45 ^a	4.59 ^a	59.30 ^a	329.6 ^a	1286.7 ^a	285.2 ^a	162.4 ^a	70.46 ^a	2.52 ^a	11.92 ^a
50°C 熱風乾燥	5.62 ^a	0.46 ^a	4.62 ^a	57.72 ^a	325.6 ^a	1307.6 ^a	293.8 ^a	160.0 ^a	70.60 ^a	2.55 ^a	11.81 ^a
自然風乾	5.62 ^a	0.40 ^a	4.41 ^a	56.17 ^a	314.9 ^a	1220.0 ^a	266.7 ^a	148.2 ^a	61.08 ^a	2.43 ^a	10.21 ^a

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

土壤 EC 值在自然風乾與不同溫度熱風乾燥下作一比較，有隨著烘乾溫度升高而提高的趨勢，但彼此間差異不顯著（表 1、圖 2）。在乾燥過程中由於可促進水溶性有機態氮的礦化而使水溶性無機態氮增加，風乾土重新濕潤時往往會增加 NO_3^- -N，而烘乾土重新濕潤時則會增加 NH_4^+ -N 含量⁽¹⁰⁾。而電導度是表示各種離子的總量，和 NO_3^- -N 之間有相關性，可能經由其影響而造成誤差。

土壤有效性磷在不同溫度熱風乾燥下，40°C 熱風乾燥處理，高濃度的情形下，測得數值較實際高，但與自然風乾處理差異不顯著（表 1、圖 4）。一般而言，酸性土壤，採自然風乾處理會導致水溶性磷和弱酸溶性磷（Bray-1 磷）增加，採熱風烘乾時這種現象更為明顯，但對鹼性土壤而言，這種現象則較輕微⁽⁶⁾。

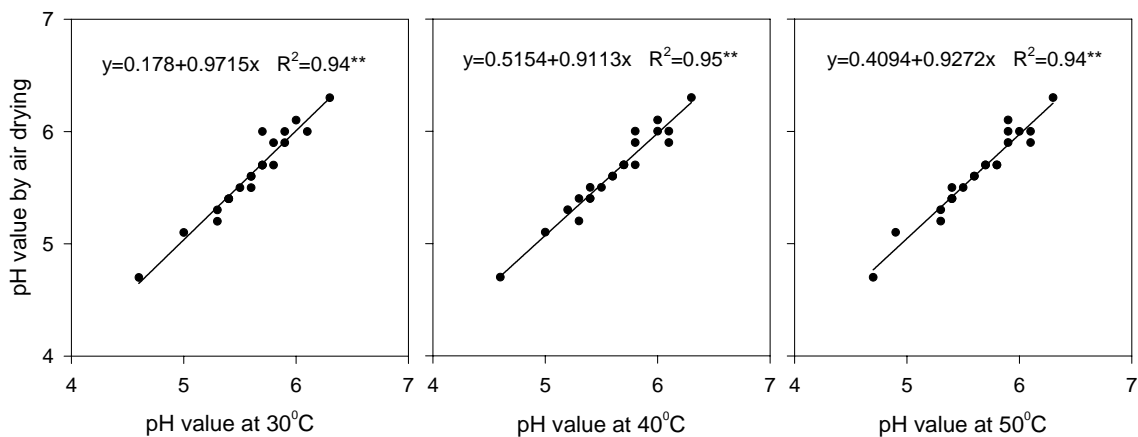


圖 1. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤 pH 值變化之比較

Fig. 1. Comparison between natural air drying and hot air drying on pH value of soils.

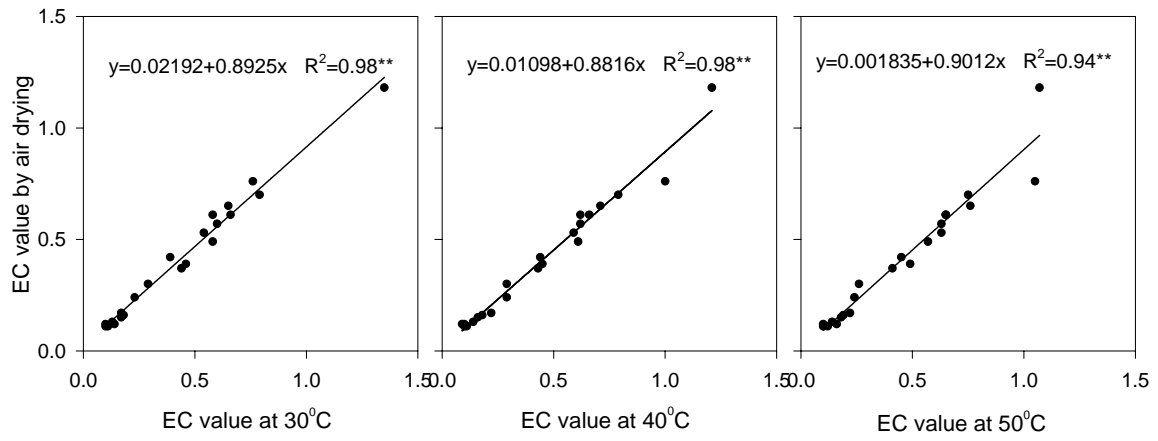


圖 2. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤 EC 值變化之比較

Fig. 2. Comparison between natural air drying and hot air drying on electrical conductivity of soils.

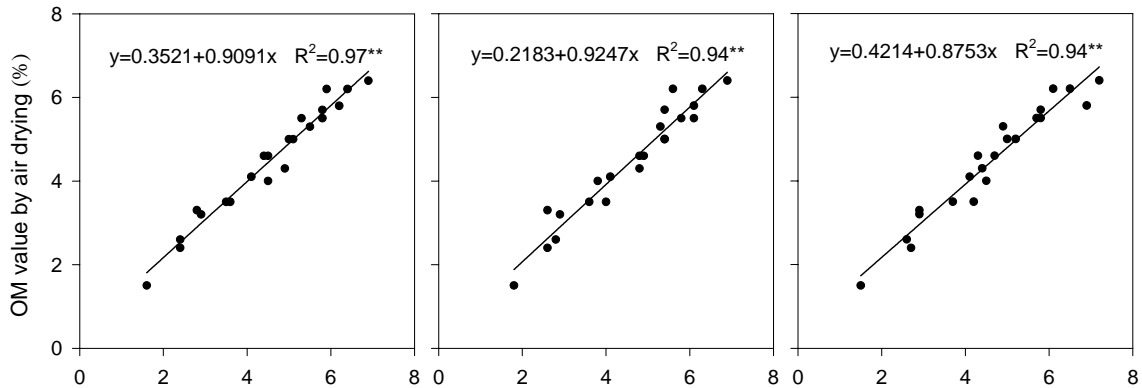


圖 3. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤 OM 值變化之比較

Fig. 3. Comparison between natural air drying and hot air drying on content of organic matter in soils.

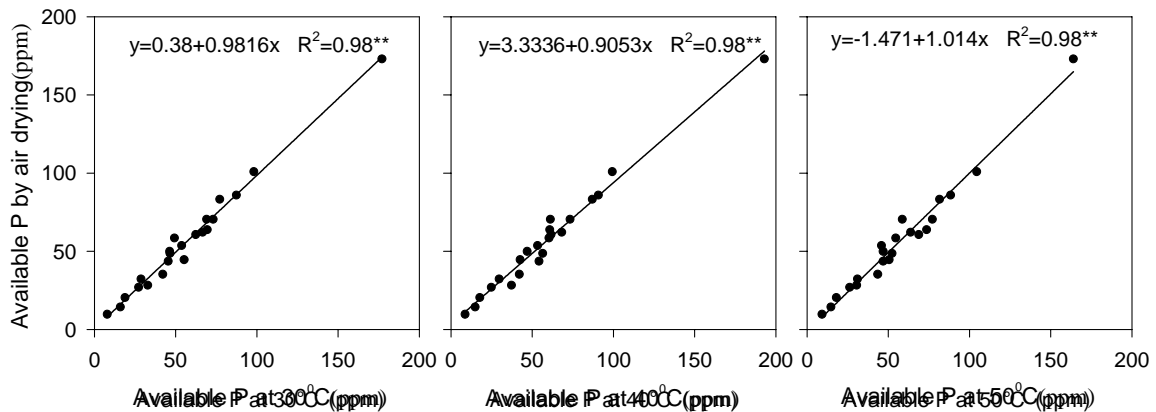


圖 4. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤有效性 P 測值之比較

Fig. 4. Comparison between natural air drying and hot air drying on the available P of soils.

土壤有效性鉀、鈣、鎂在不同溫度熱風乾燥下，有隨著烘乾溫度升高而增加的趨勢，但彼此間差異不顯著（表 1、圖 5、6、7）。可能因為 pH 值升高而影響測定結果，或可認定為採樣上及分析儀器之誤差值。

土壤有效性鐵及鋅在不同溫度熱風乾燥下，40°C 熱風乾燥處理，高濃度的情形下，測得數值較實際高，但與自然風乾處理差異不顯著（表 1、圖 8、11）。鐵、鋅的有效性受土壤 pH 值之影響甚大，pH 值高時鐵、鋅的有效性降低。每降低 pH 一單位則溶液中 Fe^{2+} 的活性提高 1,000 倍，而每升高 pH 一單位鋅的溶解度降低 100 倍⁽⁷⁾。另外磷酸鹽含量高時會影響鐵、鋅及銅的有效性，而且烘乾可增加土壤鐵、鋅的固定量，而測值產生誤差的情形。

土壤有效性錳、銅在自然風乾與不同溫度熱風乾燥下，在較高濃度時有隨著烘乾溫度升高而增加的趨勢，但彼此間差異不顯著（表 1、圖 9、10）。因為土壤中錳以 Mn^{2+} 、 Mn^{3+} 、 Mn^{4+} 的型態存在，而錳的有效性隨其型態而異，主要受 pH 值、溫度、氧化還原電位、質地、水分含量及有機質濃度的影響。當 pH 值 < 5.5 時，錳的型態多為水溶性和交換態的 Mn^{2+} ，隨 pH 值增高逐漸轉為 Mn^{3+} 及 Mn^{4+} 有效性跟著降低⁽⁸⁾。每升高 pH 一單位則可溶性 Mn^{2+} 減少 100 倍。另外溫度增高亦會增加有效性錳。而交換性銅含量亦會因溫度提高及 pH 值上升而增加。銅在低 pH 值時離子溶解度較大，隨上升其有效性隨之降低。

應用化學溶液抽取部分土壤養分元素，可能來自置換性陽離子、吸附磷酸根或分解有機質，以估計植物養分含量。主要能供給作物吸收利用之陽離子大都以交換性之形態存在⁽⁵⁾。主要測定項目中，熱風乾燥與自然風乾樣本所測得的數值誤差均極小，但以熱風溫度 $30^{\circ}C$ 及 $40^{\circ}C$ 較佳，因考慮熱風乾燥的時間長短，仍以熱風溫度為 $40^{\circ}C$ 為宜。微量元素部分，會因為熱風乾燥的溫度較高，而有測得數值產生誤差的情形，可能在高溫下經造成反應或固定，若需檢測微量元素的樣本，盡可能避免以此方法處理。

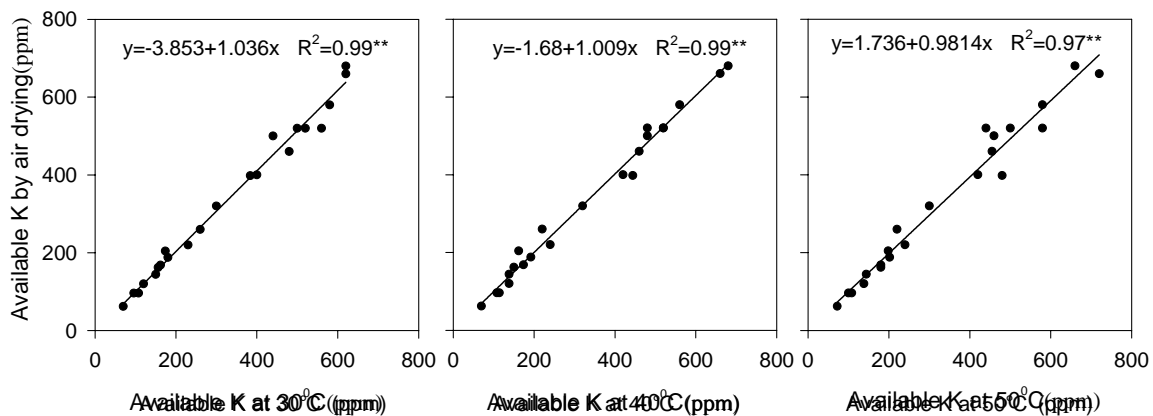


圖 5. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤有效性 K 測值之比較

Fig. 5. Comparison between natural air drying and hot air drying on the available K of soils.

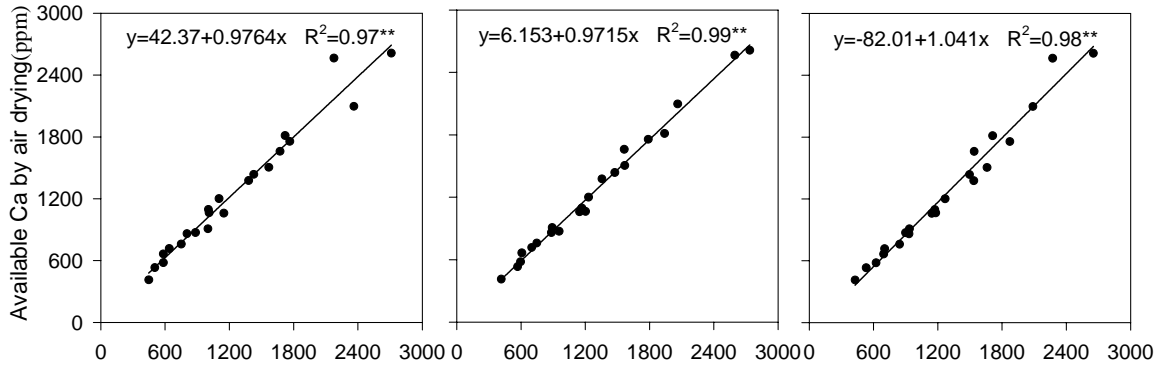


圖 6. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤有效性 Ca 測值之比較

Fig. 6. Comparison between natural air drying and hot air drying on the available Ca of soils.

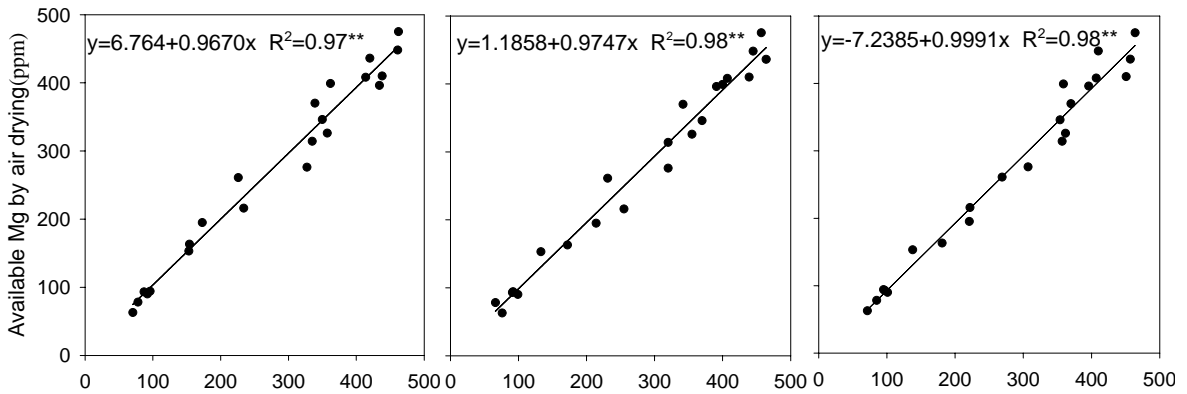


圖 7. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤有效性測值之比較

Fig. 7. Comparison between natural air drying and hot air drying on the available Mg of soils.

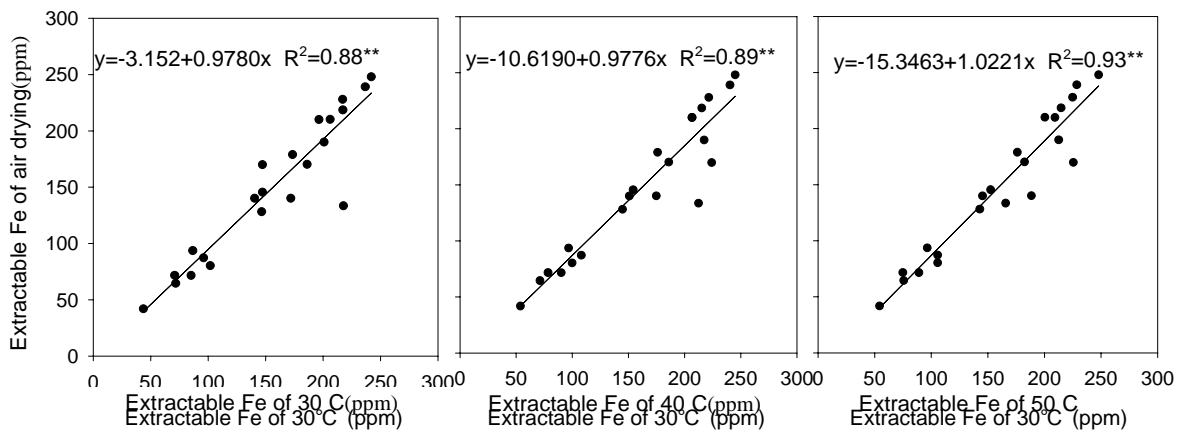


圖 8. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤可萃取性 Fe 測值之比較

Fig. 8. Comparison between natural air drying and hot air drying on the extractable Fe of soils.

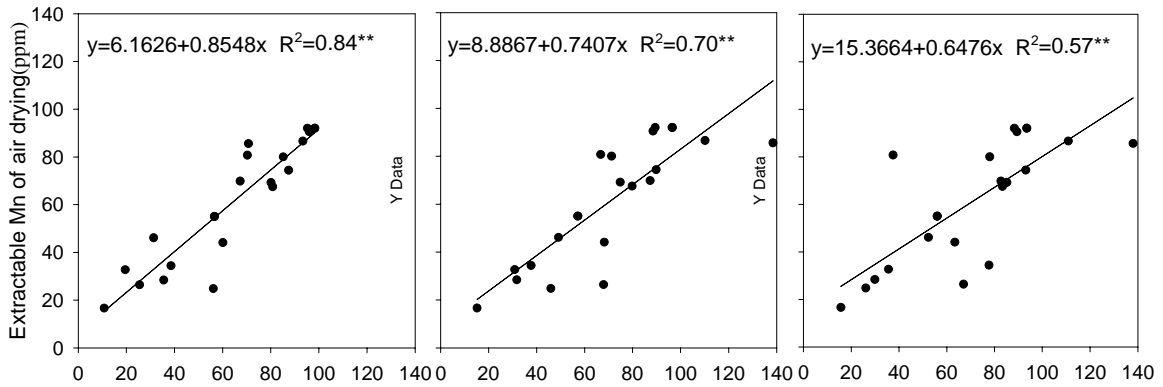


圖 9. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤可萃取性 Mn 測值之比較

Fig. 9. Comparison between natural air drying and hot air drying on the extractable Mn of soils.

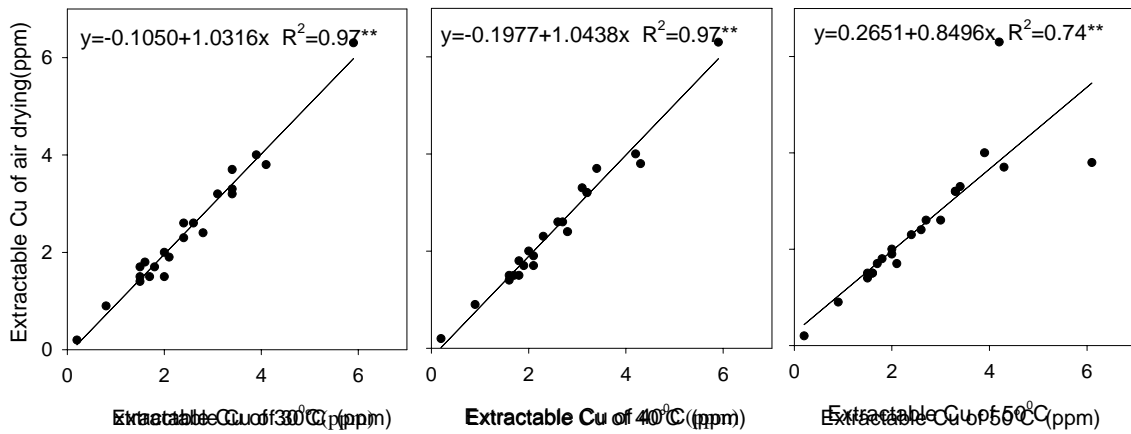


圖 10. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤可萃取性 Cu 測值之比較

Fig. 10. Comparison between natural air drying and hot air drying on the extractable Cu of soils.

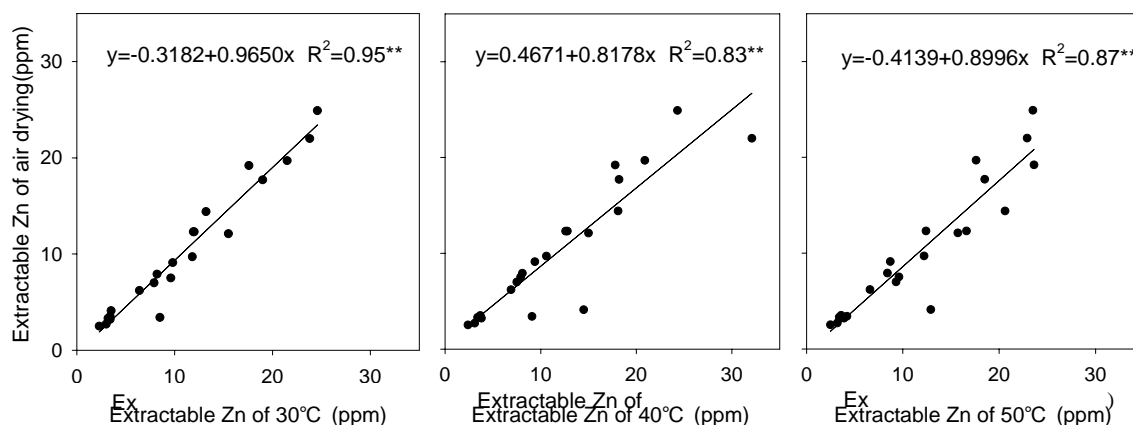


圖 11. 自然風乾與熱風乾燥處理對土壤可萃取性 Zn 測值之比較

Fig. 11. Comparison between natural air drying and hot air drying on the extractable Zn of soils.

參考文獻

1. 王昭敏等人。1993。土壤分析手冊 p.12-1。中華土壤肥料學會主編。
2. 連深。1981。作物分析結果的解釋與施肥作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所 pp.66-75。
3. 張淑賢、黃維廷、連深。1987。葉片分析診斷應用於柑桔園肥培管理之研究。75 年土壤試驗示範報告。台灣省政府農林廳。
4. 魯如坤主編。2000。土壤農業化學分析方法。中國土壤學會編。pp.9-10。
5. 黃山內。1991。土壤營養診斷方法。土壤管理手冊 pp.209-214。國立中興大學土壤調查試驗中心主編。
6. 張淑賢等人。1981。作物需肥診斷技術。台灣省農業試驗所編印。pp.53-59。
7. 陳振繹。1977。酸性土壤之化學與肥培。pp.43-51。台灣商務印書館發行。
8. 劉錚。1991。土壤與植物中錳的研究進展。土壤學進展。19: 1-10。
9. Carter M. R. (ed). 1993. Soil sampling and Methods of analysis p.7. Canad. Soc. Soil sci.. Lewis Pub.
10. Hesse P. R.. 1971. A textbook of soil Chemical analysis pp.12-14. John Murray. Ltd. London. ISO: ISO/DIS 10381-4 p.5.

Evaluation of the Feasibility of Hot-Air Circulation

System for Drying Soil Samples

Chih-Chan Chang

Summary

The objective of this study was to evaluate the feasibility of hot-air circulation system for shortening the duration period of soil drying. An evaluation was made by comparison of chemical and physical properties of samples of red and sandstone alluvial soils prepared by natural drying and hot-air drying at 30°C, 40°C and 50°C.

No significant differences in values of O.M., K, Ca, Mg, Cu, Mn between the methods were found with the hot-air drying temperature set at 40°C, duration period of soil drying shortened by 7–14 days as compared to conventional drying method.

Key words: hot-air circulation system, soil sample.