



☒ 公開
☐ 密件、不公開

執行機關(計畫)識別碼：0404010100

農業部苗栗區農業改良場114年度科技計畫研究報告

計畫名稱： 苗栗地區水稻土壤及肥料管理之研究
(第1年/全程3年)
(英文名稱) Research on Soil and Fertilizer
Management of Rice Fields in
Miaoli Region

計畫編號： 114農科-4.4.1-苗-01

全程計畫期間： 自 114年1月1日 至 117年1月1日
本年計畫期間： 自 114年1月1日 至 114年12月31日

計畫主持人： 林鈺荏
研究人員： 蔡正賢、朱盛祺
執行機關： 農業部苗栗區農業改良場



1141005



114 年苗栗地區水稻土壤及肥料管理之研究

摘要

本研究針對苗栗縣水稻主要種植區域（苑裡、公館、後龍、西湖）進行土壤肥力調查，以探討近年單位面積產量下降的土壤限制因子。透過 GIS 圖資與田間實測數據比對，驗證圖資在 pH 值與陽離子交換容量(CEC)的預測準確度達 100%，有機質分級準確度為 57%。化學分析顯示，71% 田區有機質含量低於建議範圍(< 2.0%)。土壤剖面與穿刺阻力調查發現，減產田區存在兩類主要物理限制：苑裡與西湖於 15-30 cm 土壤深度形成阻力 25-32 bar 的犁底層，限制根系向下生長；後龍排水不良，土壤長期還原，影響養分有效性。綜合診斷結果，建議採取分區改良策略，其中苑裡與西湖透過深耕破除犁底層，後龍則實施間歇灌溉改善排水，而公館透過調整 pH 並補充微量元素(Mn)來改善，且各區有機質皆偏低，可適量施用優質堆肥資材。

關鍵詞：水稻、水稻田土壤管理、GIS 土壤圖資。

前言

經查苗栗縣轄區水稻 111 年度總收穫面積約 8,700 公頃，一、二期作分別約為 4,700 及 4,000 公頃，其中一期作種植面積由大至小分別為苑裡(佔全縣 15%)、後龍(佔全縣 14%)、通霄(佔全縣 14%)，二期作則為苑裡(佔全縣 39%)、後龍(佔全縣 18%)、公館(佔全縣 9%)。而由 111 年至 112 年，水稻種植面積前三名的鄉鎮，單位面積產量從平均 6,006 kg/ha 降至 5,971 kg/ha，由於長期慣行水稻栽培，較欠缺水田土壤環境維護動作，加上水稻種植以氮肥為重，收穫期常見雨後倒伏現象，因此本計畫將調查苗栗縣水稻主要種植區域土壤，分析並進行適地的土壤肥培及增進地力效果評估。本年度計畫擬調查苗栗苑裡、公館及後龍水稻田土壤肥力分析，並擬定改良措施。

材料與方法

一、選定試驗點：與苑裡、公館、西湖及後龍水稻農友洽談配合試驗調查。

二、土壤背景調查：

利用農試所 GIS 圖資，先確定試驗地點的土壤背景資料。

三、現地土壤採樣：

以 3 個樣點/0.1 ha 為原則進行土壤採樣，利用土鑽鑽取表土，樣品風乾槌碎後進行化學性分析；另以金屬環垂直土表，打入農田土裡，取平整斷面進行總體密度分析。時間點於水稻期作插秧後及收割後進行土壤採樣。

四、土壤化學分析：

1. 將土:水=1:1 混合後以酸鹼度計測定 pH 值。
2. 土:水=1:5 混合後以濾紙過濾，過濾液以電導度計測定 EC 值。
3. 硝酸態氮與銨態氮以 KCl 萃取後透過比色法測定。
4. 可利用性磷以 Bray 氏法萃取後，以鉬藍法測定。



1141005



5. 交換性鉀以鹽酸+硫酸進行萃取後，利用火焰光度計測定。

6. 鈣、鎂以 Mehlich No.3 進行萃取後以 ICP 分析。

7. 鐵、錳、銅、鋅等金屬以 0.1 N 鹽酸進行萃取後，以 ICP 分析。

五、土壤總體密度：

金屬環內土芯以 105 °C 烘乾 24 hr 後秤重並除以金屬環體積得知。

六、水稻品種：除苑裡_減產區為台南 16 號，其餘調查區皆為台南 11 號。

結果與討論

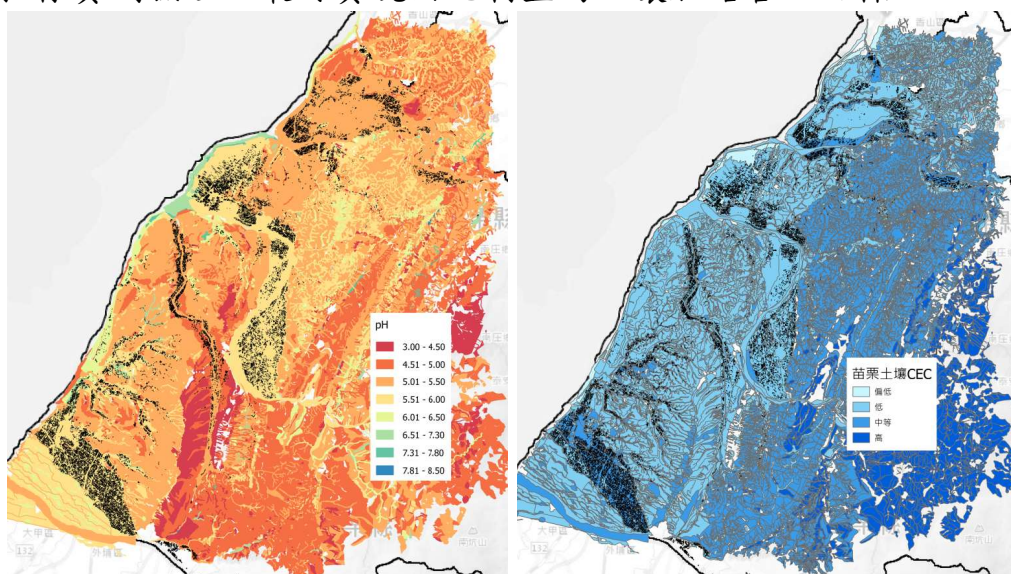
一、土壤背景圖資與收穫後土壤化學分析結果：

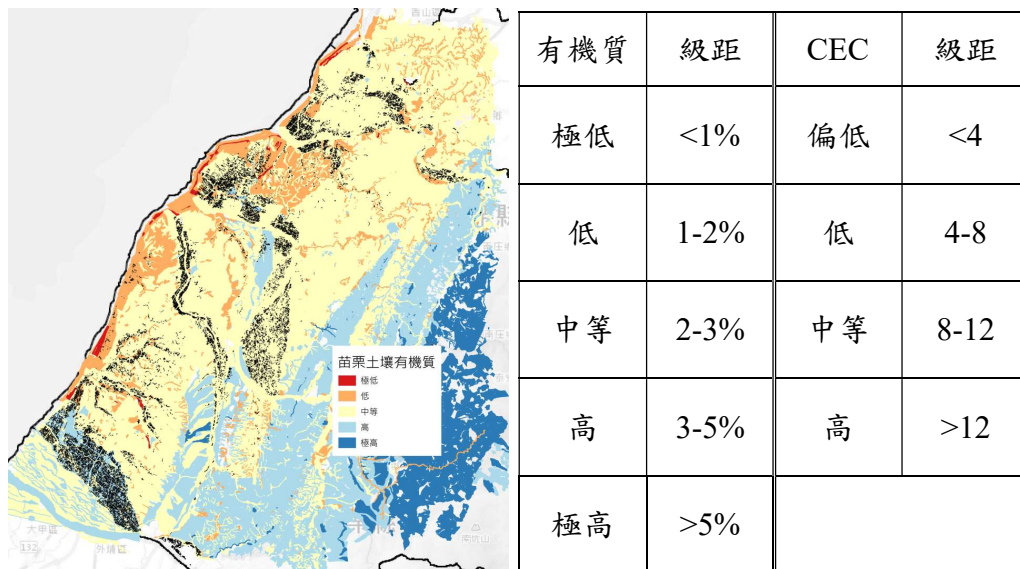
將農試所 GIS 圖資與田間實測數據進行比對，增加評估土壤改良的方向及做法。結果顯示 7 個樣點的實測 pH 值均落在圖資預測範圍內（圖一），驗證了圖資在反映區域性土壤酸鹼特性的可靠性，代表 pH 主要受母質與成土過程控制，除非大動作人為變動，否則短期內變化較小。針對 pH 問題以公館地區 pH 5.5 偏低，建議施用石灰資材，且避免選用鈣鎂肥，造成過量鎂離子累積（表一）。

將化學分析結果以下列公式估計交換性陽離子總和(ECEC) (cmol(+)/kg) = $\text{Ca}/200 + \text{Mg}/120 + \text{K}/390$ ，由於酸性土壤(pH < 6.0)含有可交換性酸($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$)，需依 pH 值進行修正後推估真實 CEC (pH 修正係數：pH < 5.5 = 2.5; 5.5-6.0 = 2.0; 6.0-7.0 = 1.5; > 7.0 = 1.2)，經修正後調查點的推估值與圖資相符。

有機質的部分，57%調查田區(4/7)的實測等級與圖資相符，43%田區(3/7)的圖資等級高於實測等級，實際上，有機質含量除公館地區及西湖_減產區接近 2.0%外，其餘調查區域有機質含量均低於建議範圍(2.0-3.0%)，因此建議各區域於休耕期施用優質堆肥，以逐步提升有機質含量。

基於上述結果，土壤管理策略應透過圖資快速篩選出問題土壤重點，再以現地抽樣實測驗證，最終實現因地制宜的土壤肥培管理目標。





圖一、苗栗水稻種植分布（黑色區塊）及表層土壤化學特性分布圖。

表一、苗栗縣水稻收穫後土壤化學特性分析結果。

地點_產能	酸鹼度 1:1	電導度 ds/m	有機質 %	有效性磷 mg/kg	交換性鉀 mg/kg	交換性鈣 mg/kg	交換性鎂 mg/kg	鐵 mg/kg	錳 mg/kg	銅 mg/kg	鋅 mg/kg	鎳 mg/kg	鉻 mg/kg	鎳 mg/kg	鉛 mg/kg
苑裡_一般	6.5	0.20	1.2	48.1	87.4	1621.7	252.7	669.1	89.5	1.2	3.3	0.04	0.5	0.8	2.0
苑裡_減產	6.0	0.08	1.5	46.1	100.0	1315.8	245.8	635.8	62.5	3.1	6.7	0.07	0.5	1.2	4.8
公館_一般	5.5	0.09	2.1	158.8	103.2	1473.8	226.8	831.0	6.6	0.8	6.4	0.09	0.5	0.9	0.7
後龍_一般	6.2	0.08	1.2	92.4	77.3	1097.5	163.4	760.3	39.0	1.8	6.6	0.06	0.7	0.5	1.2
後龍_減產	7.0	0.08	1.3	78.5	91.1	1399.2	190.6	853.7	80.0	1.6	6.4	0.08	0.5	0.6	0.8
西湖_一般	5.9	0.07	1.7	64.0	60.6	1103.1	161.2	607.1	5.3	2.1	4.8	0.05	0.9	0.8	4.3
西湖_減產	5.4	0.13	2.0	80.1	79.0	1033.8	150.4	536.5	3.5	2.0	5.1	0.05	0.9	0.7	4.2
參考值	5.5-7.0	<0.26	2.0-3.0	20-100	40-120	600-1200	50-100	50-600	20-140	1.0-20	1.5-50	<0.39	<10	<10	<15

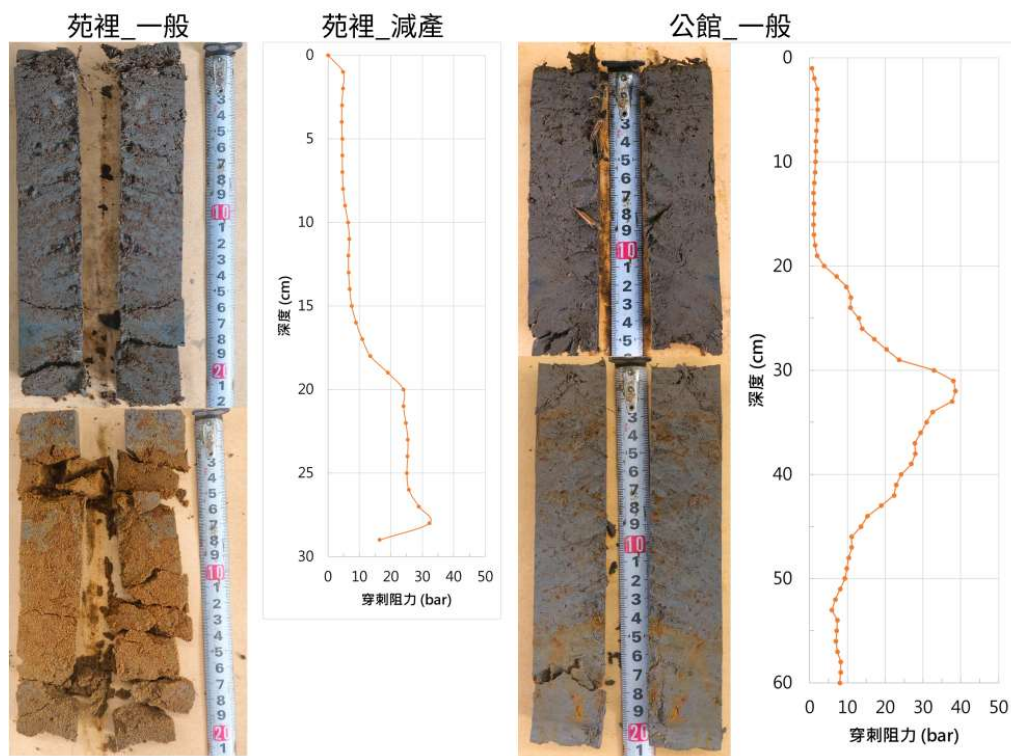
二、收穫後土壤外觀及穿刺阻力

調查結果顯示，減產田區存在兩種主要物理限制，首先是苑裡的犁底（硬盤）層形成；另外後龍則是偏向排水不良導致，而西湖則是2種現象皆有。

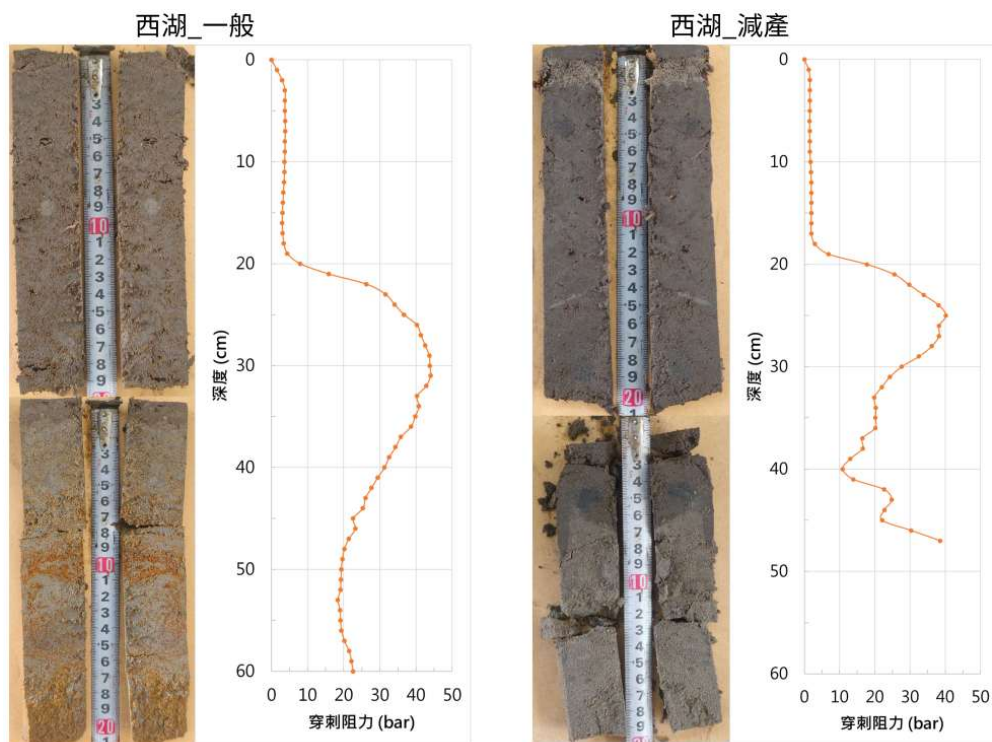
苑裡在 15-30 cm 深度形成高阻力層(25-32 bar)，超過水稻根系穿透臨界值（圖二、三），推測此緊實層將根系限制於表層 15 cm，導致根養分吸收範圍縮小，降低肥料利用效率；再者抗旱能力下降，嚴重則易遭颱風吹襲或強降雨造成倒伏。後龍地區剖面呈明顯灰藍色（圖四），表示土壤呈現長期還原狀態，化學分析的高鐵含量(760-854 mg/kg)也印證排水不良。西湖_減產區則呈現的複合問題，嚴重犁底層(32 bar)阻礙根系向下，加上剖面鏽斑特徵，代表氧化還原循環劇烈，可能是錳缺乏(3.5 mg/kg)的原因。

因此整體而言，西湖_減產、苑裡_減產，預估可透過深耕破除犁底層方式得到改善，後龍則是可透過間歇灌溉方式減少長期還原的環境，而公館則可以較容易達成的 pH 調整及微量元素補充方式達到生產上的改善。



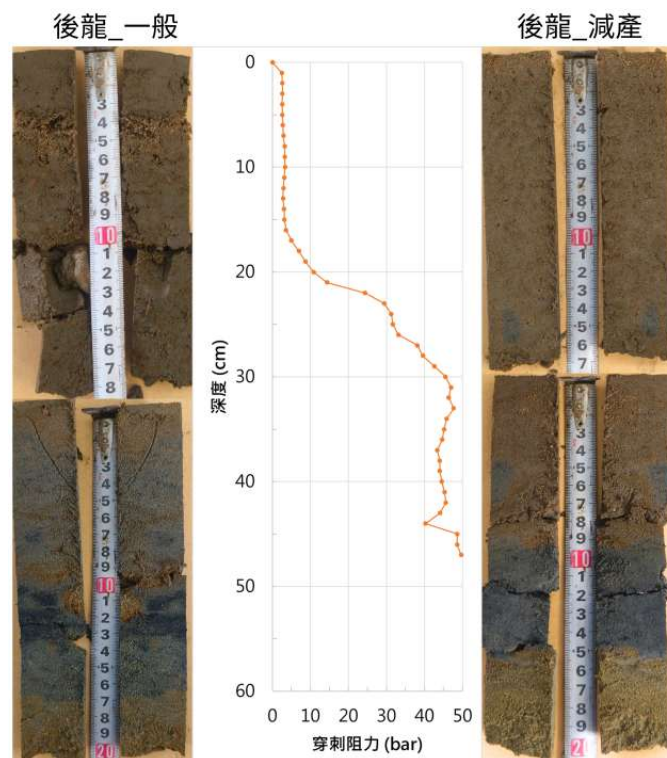


圖二、本試驗苑裡鎮及公館鄉水稻田收穫後土壤剖面外觀及穿刺阻力分佈。



圖三、本試驗西湖鄉水稻田收穫後土壤剖面外觀及穿刺阻力分佈。





圖四、本試驗後龍鎮水稻田收穫後土壤剖面外觀及穿刺阻力分佈。

參考文獻

- Bengough, A. G., McKenzie, B. M., Hallett, P. D., & Valentine, T. A. (2011). Root elongation, water stress, and mechanical impedance: A review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *Journal of Experimental Botany*, 62(1), 59-68. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq350>
- Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science*, 59(1), 39-46.
- Dobermann, A., & Cassman, K. G. (2002). Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia. *Plant and Soil*, 247(1), 153-175.
- Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil and Tillage Research*, 82(2), 121-145. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.009>
- McBratney, A. B., Mendonça Santos, M. L., & Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. *Geoderma*, 117(1-2), 3-52.



1141005



- Oorts, K., Merckx, R., Gréhan, E., Labreuche, J., & Nicolardot, B. (2007). Determinants of annual fluxes of CO₂ and N₂O in long-term no-tillage and conventional tillage systems in northern France. *Soil and Tillage Research*, 95(1-2), 133-148.
- Ponnamperuma, F. N. (1972). The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, 24, 29-96.
- Sumner, M. E., & Miller, W. P. (1996). Cation exchange capacity and exchange coefficients. In D. L. Sparks (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods* (pp. 1201-1229). Soil Science Society of America.
- Thomas, G. W. (1982). Exchangeable cations. In A. L. Page (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2* (pp. 159-165). American Society of Agronomy.
- 陳仁炫、許正一（1989）。臺灣水田犁底層之特性及其對水稻生育之影響。中華農業研究，38(3)，241-252。
- 陳尊賢、江志峰（2008）。臺灣土壤資訊系統之建立與應用。作物、環境與生物資訊，5(3)，161-174。
- 農業試驗所（2023）。土壤肥力分級與管理建議。農業試驗所技術專刊。
- 郭鴻裕（1994）臺灣地區農田地力增進初步調查報告（農業試驗所特刊，Vol.42）。農業試驗所。<https://scholars.tari.gov.tw/handle/123456789/9841>
- 梁鉅榮、黎靜韻（1973）本省北部水稻田土壤之特質及其生成（農業研究，Vol. 22, Issue 2）。農業試驗所。
<https://scholars.tari.gov.tw/handle/123456789/13479>

