

# 北部地區農田土壤肥力概況分析<sup>1</sup>

湯雪溶<sup>2</sup>

## 摘要

本研究主要目的是透過資料庫數據分析，瞭解北部地區農田土壤肥力概況，提升作物產量與品質，協助農民解決栽培作物之土壤肥力管理問題。本場長期免費提供農田土壤、灌溉水及植體分析等樣品檢測服務，並協助解決土壤肥力不均或針對需改良之部分提出改善建議。2015-2018 年農民送至本場進行土壤肥力與作物營養診斷分析件數共計 21,892 件，其中申請土壤樣品分析占總件數之 63.6% 為最多，其次為堆肥分析占總件數 15.3%，再其次為灌溉水質分析占總件數 13.1%，申請件數最少之分析項目為介質，只占全部樣品數的 1.8%。除 2018 年外，強酸性土壤 pH ≤ 5.5 者呈現逐年下降趨勢，土壤有機質含量 ≥ 30 g kg<sup>-1</sup> 者均逾 70%，另土壤電導度值 ≥ 0.6 dS m<sup>-1</sup> 者有逐年上升趨勢，Bray-1 磷、可萃取性鉀及鈣含量有 30% 超過建議值，而可萃取性鎂含量在 2018 年高達 72% 超過建議值。土壤重金屬以鋅及銅含量超過原有有機農業土壤重金屬容許量標準比例最高分別達 7.2% 及 4.0%。顯示應再加強推動作物合理化施肥。

關鍵詞：土壤分析、土壤肥力、植物營養診斷技術、北部地區

## 前言

自 2002 年起，本場土壤肥力與作物營養診斷服務系統，為提升農民土壤及肥培管理技術，加強對農民樣品分析診斷之服務，縮短分析時程，使農民能儘速取得分析報告，建立分析診斷標準作業程序，並開發土壤分析網頁查詢服務系統（王和羅，2003），整理過去分析建檔資料，以建置本場轄區土壤管理資料庫。截至 2018 年 12 月已累積 67,277 件檢測報告資料，近 5 年每年分析服務件數約 4,500-5,900 件。依據之前的分析結果，農民主要申請檢測服務項目，以土壤樣品為主，約占總樣品之 50% 以上（湯，2016）。

---

<sup>1</sup> 行政院農業委員會桃園區農業改良場研究報告第 516 號。

<sup>2</sup> 桃園區農業改良場助理研究員(通訊作者, sjtang@tydais.gov.tw)。

台灣耕地面積 80 萬公頃中，屬於 pH 小於 5.5 之強酸性土壤約有 35% (28 萬多公頃) (陳，1992)；在海拔 100 至 1,000 m 之山坡地土壤，pH 小於 5.5 之強酸性土壤高達 76% (連，1991)。有機農場若長期過度施用有機質肥料，也會導致養分不均衡的問題發生 (王和羅，2000)。北部地區常見的土壤問題在山區果園中為土壤酸化及鈣、鎂要素缺乏，而在設施蔬菜土壤則常發生電導度過高所造成之鹽害及養分累積而產生之營養障礙問題 (王，2006)，是故應加強教育宣導正確的施肥觀念，以減輕土壤的問題 (王等，2002)。

本場近年來持續推動作物合理化施肥，藉由每年辦理 15 場次之「作物合理化施肥宣導講習」以宣導合理化施肥及土壤肥力檢測重要性，期使農民透過講習會宣導能更加明瞭土壤肥力之診斷概念，提升農民送檢土壤樣品之數量及意願，並能更加重視土壤管理，以達到土壤永續利用之目的。

## 材料與方法

統計件數自 2015 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日止，共計 21,892 件。土壤 pH 值以土：水=1：1 (w/v)，平衡 1 h 後以玻璃電極法測定 (McLean, 1982)。電導度 (EC) 以土：水=1：5 (w/v)，振盪 1 h 後過濾，以電導度計測定 (Rhoades, 1982)。土壤有機質含量以 Walkley-Black 法測定 (Nelson and Sommers, 1982)。磷以 Bray-1 法萃取，濾液以鉬藍法比色測定 (Olsen and Sommers, 1982)。有效性鉀、鈣及鎂以 Mehlich-1 法萃取，萃取液以火焰分光光度計測定鉀含量 (Knudsen *et al.*, 1982)，以感應耦合電漿原子發射光譜儀 (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry，縮寫 ICP-OES) 測定鈣及鎂含量 (Flannery and Markus, 1980)。銅、鋅、鎳、鎘、鉻及鉛等 6 項重金屬以 0.1 N 鹽酸萃取，以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定含量 (陳和鄒，2009)。

植體、介質與堆肥樣品全氮以凱氏法 (Regular Kjeldahl method) 分解蒸餾法測定 (張，1991)。葉片樣品先以二酸混合液 ( $\text{HNO}_3 : \text{HClO}_4 = 1 : 1, v/v$ ) 加熱分解至澄清，再以紫外光光譜儀測定磷含量 (Murphy and Riley, 1962)，火焰分光光度計測定鉀含量 (Knudsen *et al.*, 1982)，並以感應耦合電漿原子發射光譜儀測定鈣及鎂含量 (張，1991)。

## 結果與討論

### 一、本場分析樣品件數及養分含量統計

本場 2015 至 2018 年土壤肥力與作物營養診斷分析統計，表 1 顯示樣品分析種類所占百分比，其中以土壤樣品為最多，占全部樣品之 63.6%，最少者為介質樣品，僅占全部樣品之 1.8%。樣品分類統計與 2011-2014 年之差別不大（圖 1）。土壤樣品與 2002-2004 年之年平均土壤樣品數約 1,854 件（王，2006），約增加 1.5-2 倍，主要藉由各區改良場之教育宣導，轄區農友希冀透過本場之土壤肥力檢測服務瞭解土壤肥培相關管理訊息之數量比 10 年前增加。

表 1. 2015-2018 年分析樣品之種類暨數量表

Table 1. The kinds and the number of samples analyzed from 2015 to 2018.

類別 Kind	年度 Year				proportion (%)	共計 total
	2015	2016	2017	2018		
土壤 (soil)	3,284	3,281	3,721	3,642	63.6	13,928
植體 (plant)	194	261	135	141	3.3	731
灌溉水 (irrigation water)	690	693	799	688	13.1	2,870
堆肥 (compost)	797	641	1,057	848	15.3	3,343
液肥 (liquid fertilizer)	165	155	175	128	2.9	623
介質 (medium)	104	118	82	93	1.8	397
合計 (total)	5,234	5,149	5,969	5,540	100	21,892

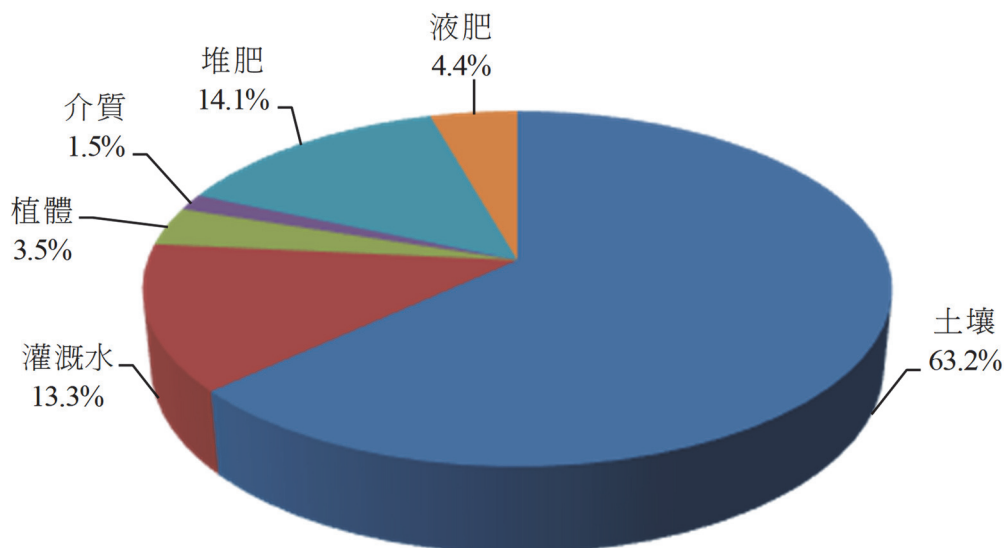


圖 1. 2011-2014 年各樣品種類分析所占百分比

Fig. 1. Proportion of different kinds of samples to total samples analyzed between 2011-2014.

## 二、土壤養分含量變動情形

2015 至 2018 年土壤 pH 三等級分布百分比 (表 2)，與王 (2006) 之報告顯示北部地區農地強酸性土壤約占 1/2 之趨勢相似。土壤檢測結果顯示，北部地區之強酸性土壤在 2015 至 2017 年所占的比例有逐年降低的趨勢，與本場長期於講習會中宣導施用石灰資材以提升土壤酸鹼度有關。孟和傳 (1995) 之研究指出酸性土壤施用石灰可提高作物產量及品質。在 2018 年酸性土壤比例提高至 54.8%，除與採樣地點和數目不同有關外，亦可能與政策改為推廣友善環境資材，較注重提升土壤有機質，而推廣添加含有機質材料之複合肥料有關。

表 2. 土壤酸鹼度三等級分布百分比

Table 2. The percentage of soil pH distribution to three grades.

範圍 Range	年度(year)			
	2015 (n=3,284)	2016 (n=3,281)	2017 (n=3,721)	2018 (n=3,642)
----- (%) -----				
pH ≤ 5.5	49.2	46.1	44.3	54.8
pH 5.6-6.7	29.8	32.2	35.2	30.2
pH ≥ 6.8	21.0	21.7	20.5	15.0

表 3 顯示土壤有機質含量分布百分比，近 4 年土壤有機質含量高於 30 g kg<sup>-1</sup> 者均逾 70%，此與近年來為推動友善環境栽培，大力提高有機質肥料補助或推廣農民使用添加含 50% 以上有機質之有機質複合肥料產品有關。與 10 年前之分析資料比較，土壤有機質超過 30 g kg<sup>-1</sup> 之比例（52%），提升約 20% 以上（王，2006）。

表 3. 土壤有機質含量分布百分比

Table 3. The proportion of soil organic matter in different contents.

範圍 Range	年度(year)			
	2015	2016	2017	2018
----- (%) -----				
< 20 g kg <sup>-1</sup>	7.4	12.1	11.2	9.9
≥ 30 g kg <sup>-1</sup>	77.7	70.2	72.8	73.6
20-30 g kg <sup>-1</sup>	14.9	17.7	16.0	16.5

2015 至 2018 年之分析樣本中，土壤電導度值有逐年上升趨勢（表 4）。有效性磷（Bray-1 P）含量高於  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  者，介於 30.4%至 35.2%間。可萃取性鉀含量高於  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  者，有稍微遞減之趨勢。可萃取性鈣含量超過  $1,140 \text{ mg kg}^{-1}$  者亦呈現逐年遞減之情況。可萃取性鎂含量超過  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  者則有升高的趨勢。土壤電導度超過建議值的原因與農民用肥習慣有很大關聯性，因  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$ 、 $\text{NO}_3^{-}$  及  $\text{SO}_4^{2-}$  等養分離子多來自於施用之肥料，這些離子過量施用常累積在土壤中，會導致土壤電導度上升（王等，2002）。

表 4. 土壤電導度值及大量要素含量變化

Table 4. Change of soil EC and macro element content in 2015-2018.

項目 Item	年度(year)			
	2015	2016	2017	2018
	----- (%) -----			
EC ( $>0.6 \text{ dS m}^{-1}$ )(1:5)	6.4	7.7	7.8	9.2
Bray-1 P ( $>50 \text{ mg kg}^{-1}$ )	32.9	30.4	31.8	35.2
Mehlich-1 K ( $>100 \text{ mg kg}^{-1}$ )	37.7	38.8	34.0	36.5
Mehlich-1 Ca ( $>1,140 \text{ mg kg}^{-1}$ )	34.2	32.5	29.1	28.9
Mehlich-1 Mg ( $>100 \text{ mg kg}^{-1}$ )	59.1	60.5	58.7	72.0

表 5 顯示 2015-2018 年土壤重金屬含量超過原有機農業土壤重金屬容許量標準之比例，銅含量高於  $2 \text{ mg kg}^{-1}$  者為 3.1%-4.0%；鋅含量高於  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  者為 4.0%-7.2%；鎘含量高於  $0.39 \text{ mg kg}^{-1}$  者為 1.0%-2.5%；鎳含量高於  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  者為 0.2%-0.7%；鉻含量高於  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  者為 0.05%-0.08%；鉛含量高於  $15 \text{ mg kg}^{-1}$  者為 0.8%-2.3%。由以上數值顯示，重金屬鋅含量超過容許量標準比例最高，2015 及 2017 年 3 年平均約 6.6%，惟至 2018 年降至 4.0%。土壤重金屬鋅含量偏高主要與施用鋅含量較高之禽畜糞堆肥或施用生雞糞所致，除會造成環境髒亂及蚊蠅孳生等問題，亦會產生重金屬累積現象（蔡，1999；劉等，1995）。銅含量超過容許量標準比例年平均約 3.5%，其餘重金屬含量只有 1%-2% 超過容許量標準。

表 5. 土壤重金屬含量超過容許量標準之變化

Table 5. Change of heavy metal content above the allowable standard.

項目 Item	年度(year)			
	2015 (n=3,284)	2016 (n=3,281)	2017 (n=3,721)	2018 (n=3,642)
	----- (%) -----			
銅(Cu) > 2.0 mg kg <sup>-1</sup>	3.2	3.5	4.0	3.1
鋅(Zn) > 50 mg kg <sup>-1</sup>	6.2	7.2	6.4	4.0
鎘(Cd) > 0.39 mg kg <sup>-1</sup>	1.9	2.0	2.5	1.0
鎳(Ni) > 10 mg kg <sup>-1</sup>	0.5	0.2	0.7	0.2
鉻(Cr) > 10 mg kg <sup>-1</sup>	0.06	0.06	0.08	0.05
鉛(Pb) > 15 mg kg <sup>-1</sup>	1.3	1.5	2.3	0.8

檢視 2015-2018 年農民送至本場進行土壤肥力與作物營養診斷分析件數統計百分比，雖然土壤電導度超過建議值 ( $> 0.6 \text{ dS m}^{-1}$ ) 之件數低於 10%，但是土壤中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^{+}$  及  $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$  等養分離子含量卻約 30% 超過推薦量，尤其是  $\text{Mg}^{2+}$  更高達 60% 超過推薦量，顯示土壤已發生養分不均衡或施肥浪費的現象，故農民應注意肥料選擇與施用量（陳，2000）。在推動作物合理化施肥的工作上，仍有需要再努力之空間，尤其是酸性土壤問題之解決更需多加宣導，以使土壤肥力維持穩定並使土壤資源得以永續利用。

## 參考文獻

- 王斐能。2006。北部地區農田土壤肥力概況。桃園區農業改良場研究彙報 59:47-56。
- 王斐能、羅秋雄。2000。有機農園土壤及灌溉水品質監測。桃園區農業改良場研究彙報 41:17-26。
- 王斐能、羅秋雄。2003。土壤肥力與作物營養診斷服務資訊系統之建立。土壤與環境 6:71-78。
- 王鐘和、黃維廷、江志峰。2002。設施蔬菜園鹽害與連作問題之因應策略。設施栽培之土壤肥料管理技術。合理化施肥推廣手冊 6:1-7。
- 孟賜福、傅慶林。1995。施石灰石粉後紅壤化學性質的變化。土壤學報 32:300-307。
- 張愛華。1991。土壤分析方法。作物施肥診斷技術。台灣農業試驗所特刊 13:9-26。
- 陳尊賢。1992。台灣農地酸性土壤之特性及其分類。酸性土壤之特性及其改良研討會論文集。中國土壤肥料學會。p. 2-1 至 p. 2-9。
- 陳鴻堂。2000。設施土壤肥料問題解決對策。合理化施肥技術。p. 45-64。
- 陳仁炫、鄒裕民。2009。土壤化學性質分析。土壤與肥料分析手冊(一)。中華土壤肥料學會。
- 連深。1991。酸性土壤之利用改良。p. 263-276。土壤管理手冊。中興大學土壤調查試驗中心。
- 湯雪溶。2016。北部地區土壤肥力概況。桃園區農業專訊 98:2-4。
- 蔡宜峰。1999。禽畜糞堆肥對作物生長及土壤特性之影響。農業有機廢棄物處理與應用。中華生質能源學會。p. 73-85。
- 劉文徹、李松武、王銀波。1995。有機肥料之施用與土壤重金屬之聚積、作物吸收之關係。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。p. 215-227。
- Flannery, R.L. and D.K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem. 63:779-787.
- Knudsen, O., G.A. Peterson, and P.F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p. 225-246. In A.L. Page (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement. p. 199-224. In A.L. Page (ed.). Method of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI. USA.



- Murphy, J. and L.E. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta* 27:31-36.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539-579. In A.L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.
- Olsen, S.R. and L.E. Sommers. 1982. Phosphorus. In A.L. Page (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd edition. p. 403-429. ASA, Madison, WI, USA.
- Rhoades, J.D. 1982. Soluble salts. p. 167-179. In A.L. Page (eds.) *Methods of Soil Analysis, Part 2.* 2nd edition. ASA, Madison, WI, USA.

# The Report of Farmland Soil Fertility in Northern Area <sup>1</sup>

Hsueh-Jung Tang <sup>2</sup>

## Abstract

The objective of this study is to use the data-base analysis technology to understand the results of farmland soil fertility analysis in northern area of Taiwan to help the farmers solving the soil fertility and plant nutrient problems. The station provides free sample analysis services for farmland soil and irrigation water. The analysis data of 21,892 samples in past four years (2015-2018) had consisted of 63.6% of soil samples, 15.2% of compost, 13.4% of irrigation water, and 1.8% of soil cultivation medium. The number of strong acidic soil sample lower than pH 5.5 showed a downward trend from 2015-2018. More than 70% of soil samples had soil organic matter content greater than 30 g kg<sup>-1</sup> in 2018. The soil number of soil conductivity value greater than 0.6 dS m<sup>-1</sup> showed an upward trend from 2015 to 2018. More than 30% of soil samples had available phosphorus, potassium and calcium greater than the recommended values in 2018. About 72% of soil samples had available magnesium greater than the recommended values in 2018. In conclusion the education and extension of rationalized fertilization needs to be strengthened.

Key words: Soil analysis, soil fertility, plant nutrient diagnosis, northern area

---

<sup>1</sup>. Contribution No.516 from Taoyuan DARES, COA.

<sup>2</sup>. Assistant Researcher (Corresponding author, sjtang@tydais.gov.tw).