

臺灣農田地溫的觀測和分析

張釉芳 梁仁有 楊慧玉
中央氣象局 第三組

摘要

本文選用農業氣象觀測網 10 個一級農業氣象站，1990 年至 2008 年、1993 年至 2008 年的地溫資料，深度有 5cm、10cm、20cm、30cm、50cm、100cm 等。無論土壤質地為何，各站地溫的年變化，最高地溫大致出現在 7 月或 8 月，最低地溫出現在 1 月或 2 月。地溫變化的幅度隨著與地表的距離呈現減少的現象。其中日變化的波長隨著深度銳減，大約在 50cm 和 100cm 處逐漸消失。在不同土壤的地溫變化上，紅土、砂質壤土和壤土 3 種土壤，於 2008 年的資料，初步發現全年的最低地溫是出現在紅土的 10°C，發生的時間為 2 月 14 日。最高地溫則發生在壤土的 36.8°C，發生的時間為 7 月 22 日。單以地溫發生之最低和最高月份而論，紅土的溫差變化大，砂質壤土和壤土的溫差變化則較小。

關鍵詞：農業氣象觀測網、一級農業氣象站、地溫

一、前言

開花植物主要由地上部和地下部兩大部分組成，前者為根部(root)，後者包括莖(stem)、葉(leaf)、花(flower)和果實(fruit)等基本構造。而根部的乾重幾乎佔植物全裸乾物重的三分之一，主要功能除支撐植株外，尚有吸收和儲存的功用。而根的生長受土壤環境的影響甚巨，地溫又是其中的重要因子。此因地溫的高低會左右土壤內微生物的活動和有機物質等的腐爛與分解，同時植物根部的水分和養分吸收，亦深受地溫所影響。

作物係經人類馴化、加以利用的植物，因此農業生產者對影響農作物生產的主要因子，大致已研究得頗完善。惟在邁入精緻農業之際，地溫顯得益形重要。因為在設施栽培中，常採用地面覆蓋，以防止土壤水分和肥料的流失，並保持土壤的膨軟性，維持地溫和防止雜草孳生等。在寒冷地區、季節，亦常利用透明塑膠布覆蓋，以提高畦面的日間地溫，夜間則可維持地溫，而有顯著促進作物生長的效果(黃裕益, 2000)。又依據簡文憲等的研究(1987)落花生經塑膠布覆蓋栽培後，因地溫提高，促進發芽，提高發芽率，初期生育旺盛，葉面積指數增加，開花期提早，有利於子實充實與光合作用，而且分枝數早期急速增加，有利於莢數的增加，進而可增加產量。

臺灣位處亞熱帶，夏季氣溫偏高，太陽照射的時間較長，使得地溫的變化也大。據徐森雄等(2003)研究日射量高時，不同方位的地溫有明顯差異，此差

異隨季節而變。另徐森雄等(2005)亦研究不同土壤的地溫易受天氣影響。又依據高雄區農業改良場的研究(1999)，以平畦栽培葉用甘藷為佳，因其較易使土壤保持濕潤狀態，促使葉用甘藷得以迅速生長，有助莖葉的茂盛生長，使之在短時間內能採收適宜長度的幼嫩莖葉。此乃因平畦栽培的夜間地溫下降緩慢，且晝夜的溫度差異不大，雖不利於塊根澱粉的蓄積和肥大，卻有助莖葉的生長，符合葉用甘藷栽培的目的。

本文擬藉由農田地溫的觀測，先瞭解其地溫的變化後，進而期望能應用於農業栽培的「適地適作」上，以期能在農地利用上創造出雙贏的成果。

二、資料來源

自 1986 年起，中央氣象局受農業委員會委託，執行「加強台灣地區農業氣象觀測網與觀測資料應用計畫」，將各農業改良場暨所屬試驗單位等之農業氣象觀測儀器，逐年更新為自動觀測系統，至 2001 年止，共建置完成 17 站(表 1)。觀測設備包括感應器、信號轉換器、類比記錄器、打點式記錄器、資料蒐集器、蒐集和傳送資料用電腦、印表機、UPS 不斷電設備和避雷保護裝置等。其中感應器部份計有：溫度露點計、雨量計、風向風速計、全天空日射計、A 型蒸發皿、日照時數計、地溫計及氣壓計。並於 1991 年 7 月完成電腦網路連線作業，可即時將小時資料傳送至中央氣象局；此觀測網的各農業氣象站於 2007 年 3 月起可由

網路查詢系統，取得所需的觀測資料。

本文的地溫觀測資料即取自該農業氣象觀測網，其觀測深度為 5cm、10cm、20cm、30cm、50cm、100cm 等，所用的感應器是白金阻抗式溫度計。

三、結果與分析

地溫年變化方面，本研究初期先選用桃園區農業改良場、茶業改良場、苗栗區農業改良場、農業試驗所、臺中區農業改良場、高雄區農業改良場、花蓮區農業改良場、臺南區農業改良場義竹工作站、畜產試驗所、水產試驗所東港生技研究中心等共 10 站，分別整理 1990 年至 2008 年和 1993 年至 2008 年的觀測值，加以統計氣候值後，繪製年變化圖（圖 1）。各站地溫的年變化，其最高大致出現在 7 月或 8 月，最低出現在 1 月或 2 月。換言之，最高溫、最低溫出現的月份，未隨深度而有明顯變化。但溫度變化的幅度（指最高溫和最低溫之差）隨著與地表的距離呈現銳減的現象。

地溫日變化方面，篩選農業試驗所和花蓮區農業改良場 2 站，繪製 7 月和 8 月的日變化圖（圖 2、圖 3），發現溫度變化的幅度與年變化相同，隨著與地表的距離呈現銳減的現象。日變化的波長隨著深度銳減，大約在 50cm 和 100cm 處逐漸消失。其中農業試驗所 50cm 地溫 7 月、8 月的日變化分別約為 28.25 至 28.29℃、29.05 至 29.45℃，100cm 地溫 7 月、8 月的日變化分別約為 27.98 至 28.02℃、28.55 至 28.62℃。花蓮區農業改良場 50cm 地溫 7 月、8 月的日變化分別約為 29.31 至 29.50℃、29.92 至 30.1℃，100cm 地溫 7 月、8 月的日變化分別約為 27.72 至 27.75℃、28.40 至 28.43℃。

由表 2 的 2008 年地溫觀測統計資料，可獲知全年的最低地溫出現在紅土，3 種土壤發生的時間均在 2 月份的清晨 3 點或 7 點。最高地溫則發生在壤土，3 種土壤發生的時間在 8 月或 7 月份，但以壤土出現較早，為下午 1 點，砂質壤土出現在下午 3 點，紅土延遲至晚上 7 點。5cm 深度的地溫之溫差，以 2 月份為例，3 種土壤的差距約 0.2 至 0.6℃；8 月份，3 種土壤的差距有擴大現象，約 0.1 至 2.6℃。

四、結論

地溫係指地表下土壤不同深度的溫度，其觀測目的主要是供農業生產和微氣象研究使用，因此，觀測的深度最深至 100cm 應已足以利用了。本文選用的 10 站，其觀測站均位在改良場或試驗單位內，因此，地溫觀測大致可代表各場所的農田地溫變化。除臺中場為客土，茶業改良場為紅土外，多為壤土，或粘質壤土、砂質壤土或砂質壤土偏砂。無論土壤質地為何，各站地溫的年變化，最高溫大致出現在 7 月或 8 月，最低溫出現在 1 月或 2 月。溫度變化的幅度隨著與地表的距離呈現減少的現象。其中日變化的波長隨著深度銳減，大約在 50cm 和 100cm 處逐漸消失。

在紅土、砂質壤土和壤土不同土壤的地溫變化上，本文僅先分析 2008 年的資料，初步獲知全年的最低地溫是出現在紅土的 10℃，發生的時間為 2 月 14 日清晨 3 點。最高地溫則發生在壤土的 36.8℃，發生的時間為 7 月 22 日下午 1 點。單以地溫發生之最低和最高月份來看，紅土的溫差變化大，砂質壤土和壤土的溫差變化則較小。由此地溫變化的分析資料，農民們可據以規劃適合栽培的農作物，使之能產出符合農業生產目標的農產品，以避免事倍功半的窘境發生。畢竟作物的根部係藏於地表下，無法像地上部得以一目了然它的生長，藉由地溫的觀測好掌握其生長良機，委實是便利且可靠的良方之一。

參考文獻

- 徐森雄、謝欣榮、謝鴻維、黃致榮，2003 不同坡向地溫變化之研究，中華農業氣象 10：9-12
- 徐森雄、蔡奉廷、楊婉嘉、曾金楷、吳建賢，2005 不同土壤之地溫、水分與熱流之變化，作物、環境與生物資訊 2（3）：201-210
- 高雄區農業專訊（季刊）30 期，1999 高雄區農業改良場
- 黃裕益，2000 台灣地區園藝設施之主要利用型式，興大農業季刊，33 期，設施農業專輯
- 簡文憲、余德發，1987 塑膠布覆蓋栽培對落花生產量之影響，花蓮區農業改良場研究彙報 3：41-44

表 1. 臺灣農業氣象觀測網一級農業氣象站基本資料

站名	站號	地址	海拔高度	觀測網設站 起始日	觀測坪土 壤質地	觀測項目
桃園區農業改良場	72C44	桃園新屋	33.5m	1987/4/1	粘質壤土	詳見"註 1"
臺中區農業改良場	72G60	彰化大村	19m	1987/4/1	客土	詳見"註 1"
臺南區農業改良場 雲林分場	72K22	雲林斗南	35m	1987/4/1	砂質壤土	詳見"註 1"
高雄區農業改良場	72Q01	屏東長治	24m	1987/4/1	壤土	詳見"註 1"
花蓮區農業改良場	72T25	花蓮吉安	36m	1987/4/1	壤土	詳見"註 1"
臺東區農業改良場 斑鳩分場	72S20	臺東卑南	240m	1987/4/1	砂質壤土	詳見"註 1"
茶業改良場	82C16	桃園楊梅	195m	1987/7/1	紅土	詳見"註 3"
農業試驗所	G2F82	臺中霧峰	85m	1989/2/1	砂質壤土	詳見"註 1"
苗栗區農業改良場	K2E36	苗栗公館	100m	1989/2/13	壤土	詳見"註 1"
臺南區農業改良場 義竹工作站	72M36	嘉義義竹	6m	1989/3/1	砂質壤土 偏砂	詳見"註 2"
臺大實驗林 溪頭營林區	U2H48	南投鹿谷	1150m	1990/2/1	砂質壤土	詳見"註 4"
畜產試驗所	B2N89	臺南新化	31m	1990/2/1	壤土	詳見"註 3"
水產試驗所	A2Q95	屏東東港	5m	1990/2/1	壤土	詳見"註 4"
東港生技研究中心						
花蓮區農業改良場 蘭陽分場	72U48	宜蘭三星	27m	1992/7/1	壤土	詳見"註 1"
水產試驗所海水繁 殖研究中心	A2K36	雲林臺西	1m	1993/3/15	砂土	詳見"註 4"
畜產試驗所 恆春分所	B2Q81	屏東恆春	20m	1994/4/1	砂質壤土	詳見"註 1"
桃園區農業改良場 五峰工作站	72D08	新竹五峰	1208m	1995/6/1	粘土偏粘 壤土	詳見"註 3"

註 1：觀測項目包括氣溫、最高氣溫、最低氣溫、露點溫度、相對濕度、雨量、平均風速、最大風速、最大風速之風向、日照、日射量、A 型蒸發量、氣壓、地溫(5、10、20、30、50 和 100cm)

註 2：觀測項目缺 A 型蒸發量，其餘同註 1

註 3：觀測項目缺自動日照計，僅有傳統之康氏日照計，其餘同註 1

註 4：觀測項目缺自動日照計和傳統之康氏日照計，其餘同註 1

表 2. 2008 年不同土壤的農田地溫觀測紀錄

項目 \ 土壤質地	紅土 (茶改場)	砂質壤土 (農試所)	壤土 (花蓮場)
最低地溫	10.0°C	13.6°C	15.0°C
深度 / 發生時間	5 cm / Feb. 14, 03 : 00	5 cm / Feb. 10, 07 : 00	5 cm / Feb. 14, 07 : 00
最高地溫	33.3°C	34.5°C	36.8°C
深度 / 發生時間	5 cm / Aug.29, 19 : 00	5 cm / Aug. 30, 15 : 00	5 cm / Jul. 22, 13 : 00
5cm 深的溫差, 2 月	7.0°C	7.6°C	7.4°C
5cm 深的溫差, 8 月	5.2°C	7.8°C	7.7°C

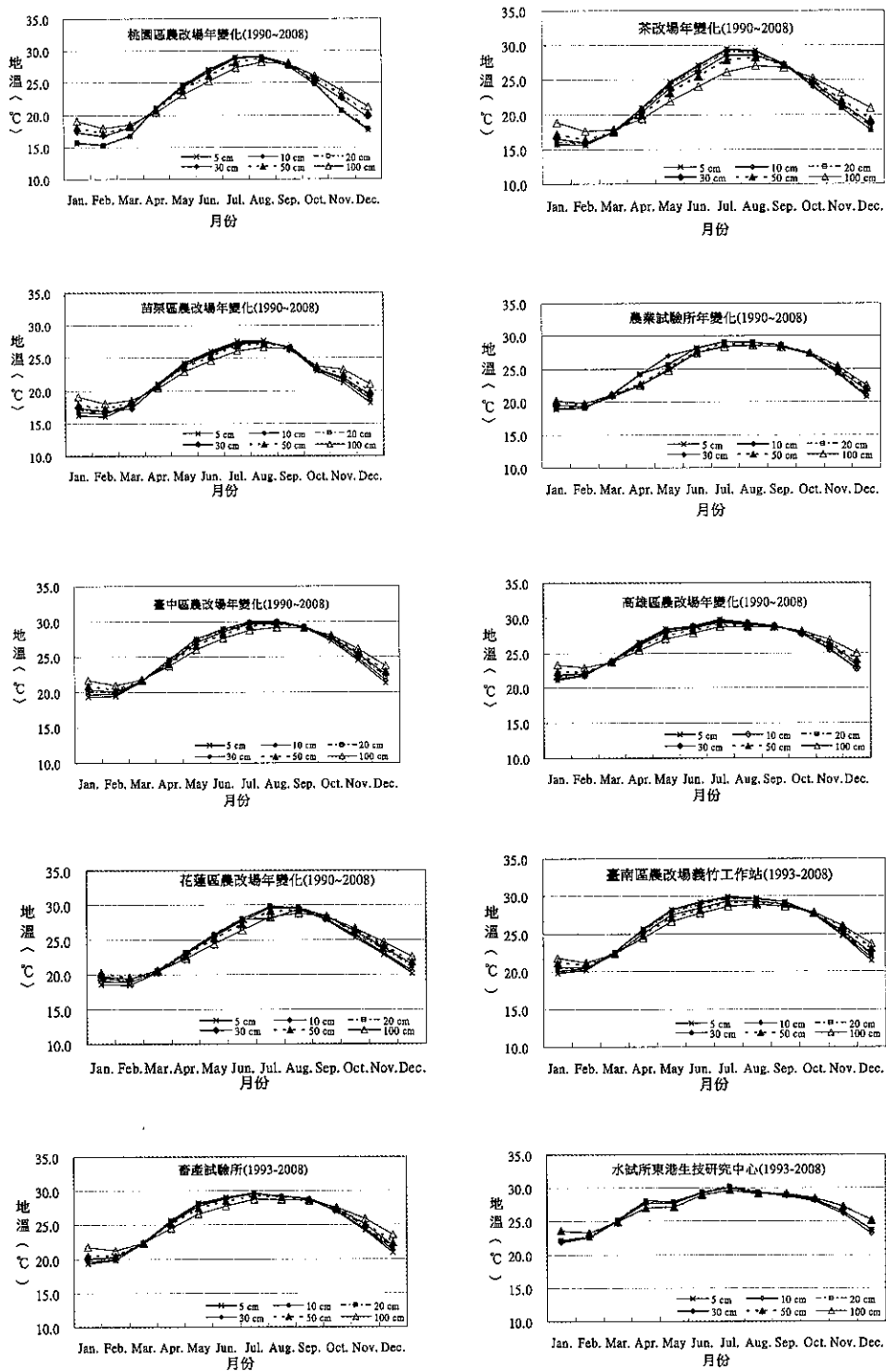


圖 1. 臺灣農業氣象觀測網地溫氣候值年變化圖

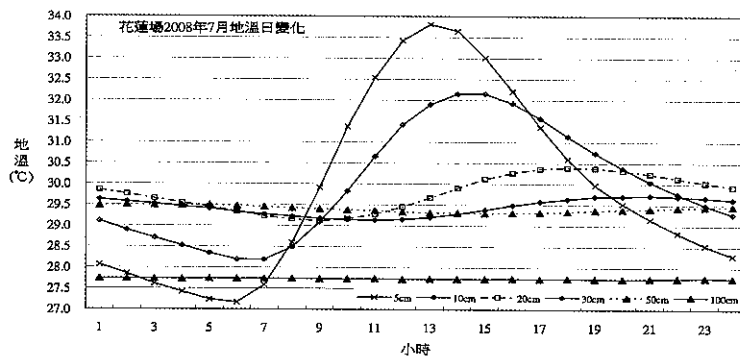
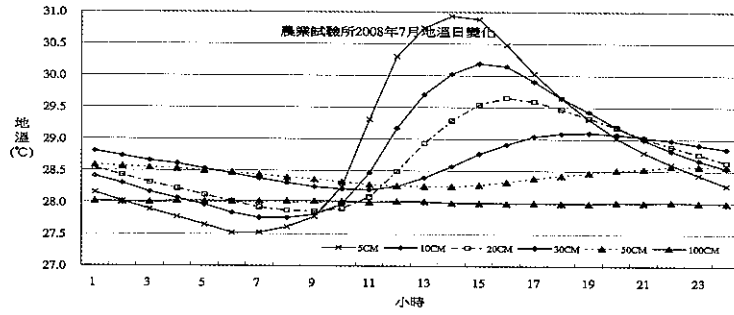


圖 2. 臺灣農業氣象觀測網 2008 年 7 月地溫日變化圖

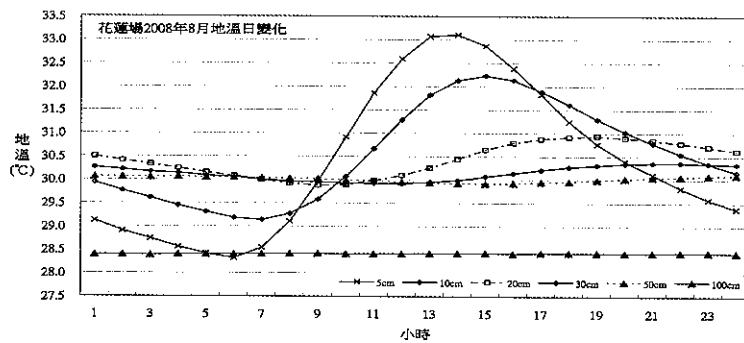
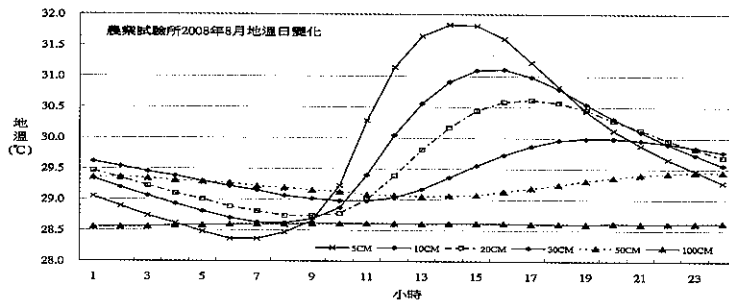


圖 3. 臺灣農業氣象觀測網 2008 年 8 月地溫日變化圖