

嘉義市第 38 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國中組

作品名稱：向下 5 公尺的寧靜

關 鍵 詞：地中溫度、氣溫、溫度變化

編 號：

向下 5 公尺的寧靜

摘要

土地下的溫度竟然是綠能建築所利用來調節室內溫度之來源！想必土地下的溫度，應該顯然不同於大氣之溫度吧？這樣地溫應該也會影響作物根系及直接生活於土壤中之昆蟲、蚯蚓、微生物等生命體。讓我們對地溫的變化產生了興趣。因此，期望藉由不同深度地溫周年變化及其與大氣溫度關係之探討，能進一步了解地下的溫度之變動特性。

研究結果顯示，不同地中深度溫度與氣溫變化間之相關性，隨深度之加深而減少。且不同地中深度溫度之全年溫差，隨深度之加深而減少逐漸減小。地中溫度的穩定性與氣溫之相異性（夏天氣溫高地溫低，冬天氣溫低地溫高），的確具有非常多面向之未來應用性。

壹、研究動機

近年來，地球環境的破壞、生態失衡及能源漸缺等問題，對人類日常生活之影響愈來愈顯著。相對的，各種環保節能技術亦因應而生。偶然聽到綠能建築工法中利用地溫可來調節室內溫度，想必土地下的溫度，應該顯然不同於大氣之溫度吧！此外，也由許多生物資料了解，作物根系之溫度高低，也會對植株的生長及發育造成影響。當然更是影響直接生活於土壤中之昆蟲、蚯蚓、微生物等生命體。這些現象，讓我們對地溫的變化產生了興趣。因此，期望藉由本研究之探討，以不同深度地溫之周年變化及其與大氣溫度之關係。

貳、研究目的

- （一）分析不同深度地溫之周年變化。
- （二）探討大氣溫度對不同深度地溫之影響。
- （三）增進同學對環境的認知並激發研究精神。

參、研究設備及器材

一、資料蒐集、分析及處理設備：

1. 個人電腦、周邊設備（掃描器、印表機）及相關軟體（Word 及 Excel）。
2. 紙、筆、數位相機。

二、氣溫及地中溫度測量裝置：

1. 氣溫資料及不同深度地中溫度分別查詢及購自交通部中央氣象局嘉義氣象站。
2. 氣溫及地中溫度資料之測量皆是交通部中央氣象局嘉義氣象站之標準設備，設置於該站之氣象觀測坪（嘉義市西區北新里海口寮路 56 號），測量裝置如圖 1-5。

肆、研究過程及方法

一、資料蒐集

1. 氣溫資料：自交通部氣象局網站查詢下載，2019 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，每日上午 9 時交通部中央氣象局嘉義氣象站（嘉義市西區北新里海口寮路 56 號）之氣溫資料。
2. 不同深度地中溫度：購自交通部中央氣象局嘉義氣象站。為 2019 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，每日上午 9 時交通部中央氣象局嘉義氣象站（嘉義市西區北新里海口寮路 56 號）之地中 50cm、1m、2m、3m 及 5m 之溫度資料。

二、資料分析

將蒐集之資料輸入電腦，依序整理後存檔，再行作氣溫與地中溫度之相關性分析。



圖 1. 交通部中央氣象局嘉義氣象站地中溫度計



圖 2. 實地了解地中溫度如何測量

伍、研究結果

一、氣溫與 50cm 地中溫度比較

2019 年全年每日上午 9 時之氣溫最高值為 33.3 °C，最低值為 14.3 °C，最高與最低溫度相差 19.0°C (表 1)。2019 年全年每日上午 9 時之 50cm 地中溫度最高值為 31.0 °C，最低值為 22.5 °C，最高與最低溫度相差 8.5°C (表 1)。每日上午 9 時之氣溫與 50cm 地中溫度全年變化趨勢大至上相一致 (圖 3)，相關係數達 0.83 (表 2)。

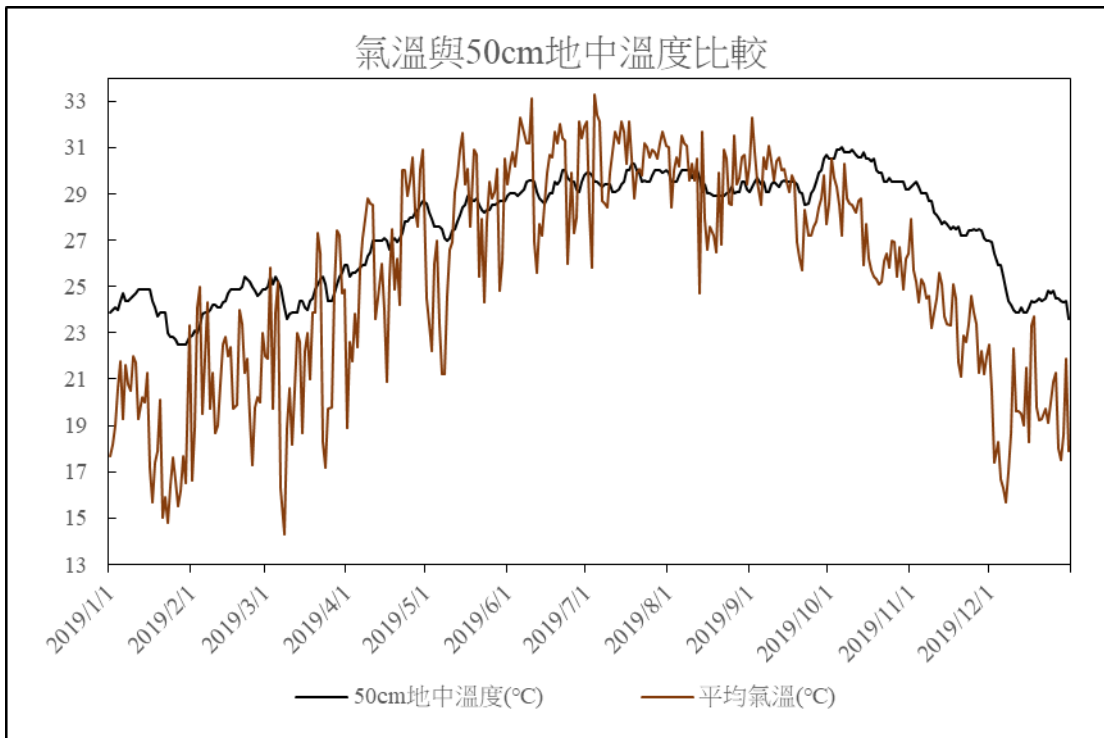


圖 3 氣溫與 50cm 地中溫度比較

二、氣溫與 1m 地中溫度比較

2019 年全年每日上午 9 時之 1m 地中溫度最高值為 30.6 °C，最低值為 24.3 °C，最高與最低溫度相差 6.3°C (表 1)。每日上午 9 時之氣溫與 1m 地中溫度全年變化趨勢大至上相一致 (圖 4)，相關係數達 0.74 (表 2)。

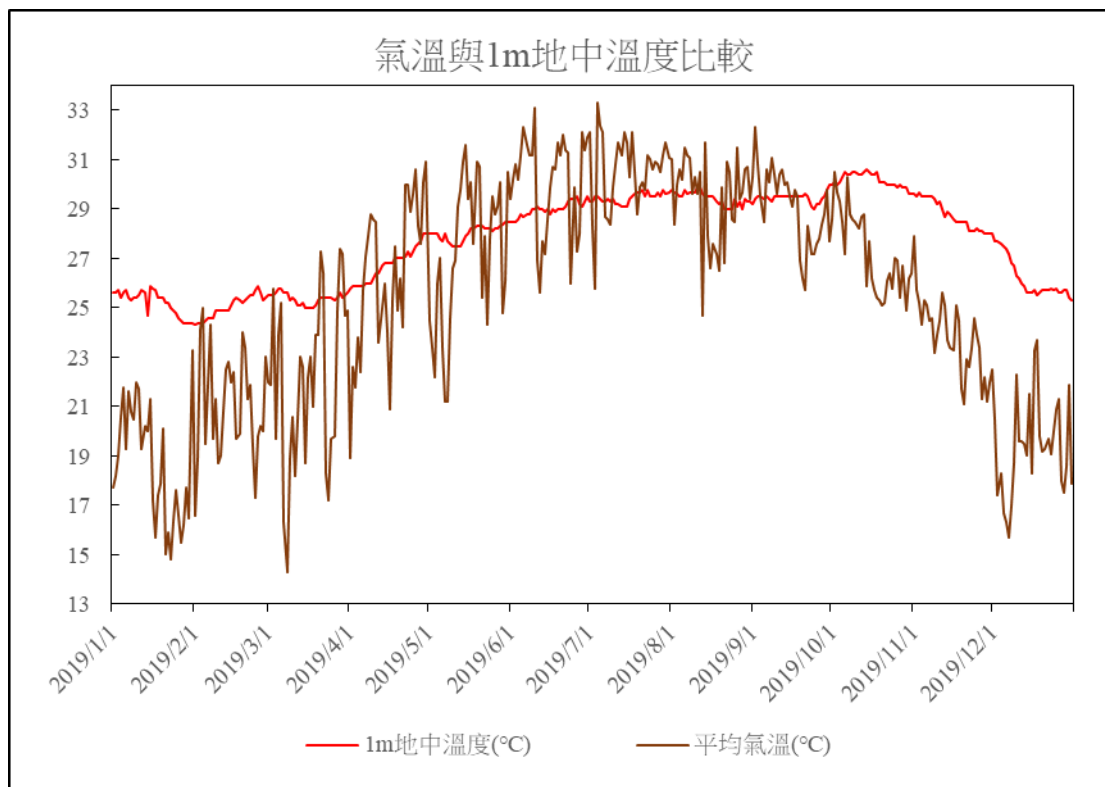


圖 4 氣溫與 1m 地中溫度比較

三、氣溫與 2m 地中溫度比較

2019 年全年每日上午 9 時之 2m 地中溫度最高值為 29.8 °C，最低值為 25.8 °C，最高與最低溫度相差 4.0°C (表 1)。每日上午 9 時之氣溫與 2m 地中溫度全年變化趨勢略不一致 (圖 5)，相關係數達 0.53 (表 2)。

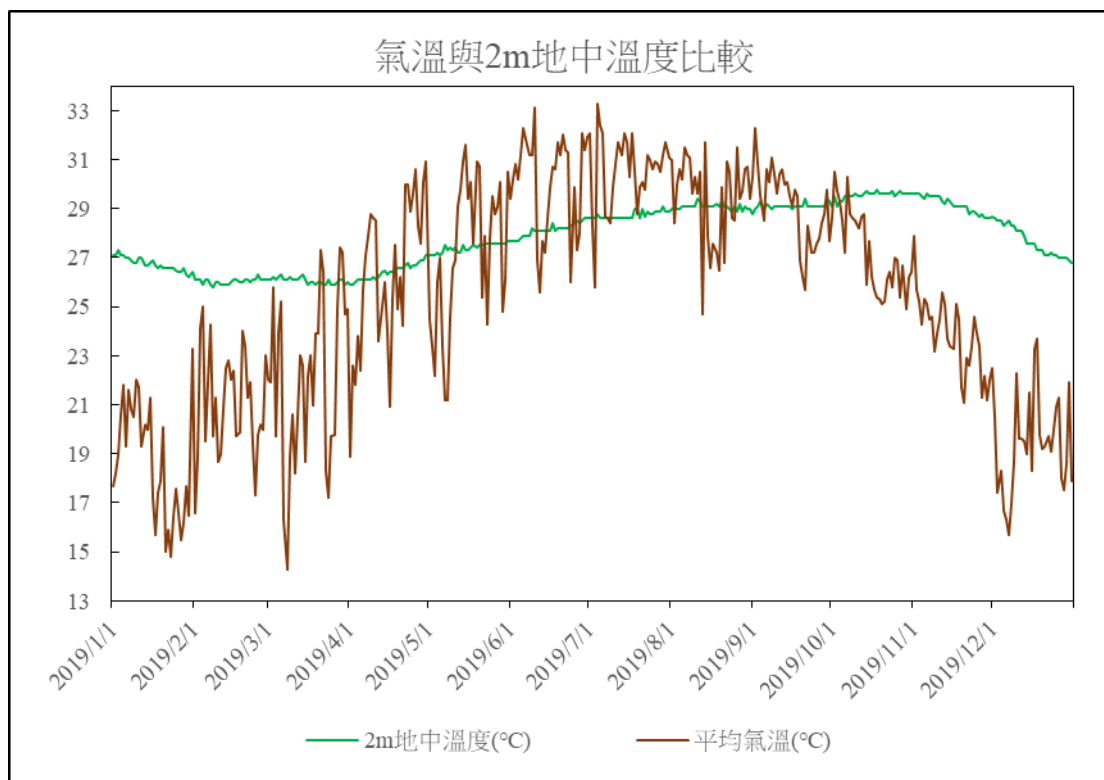


圖 5 氣溫與 2m 地中溫度比較

四、氣溫與 3m 地中溫度比較

2019 年全年每日上午 9 時之 3m 地中溫度最高值為 29.0 °C，最低值為 26.2 °C，最高與最低溫度相差 2.8°C (表 1)。每日上午 9 時之氣溫與 3m 地中溫度全年變化趨勢相當不一致 (圖 6)，相關係數達 0.21 (表 2)。

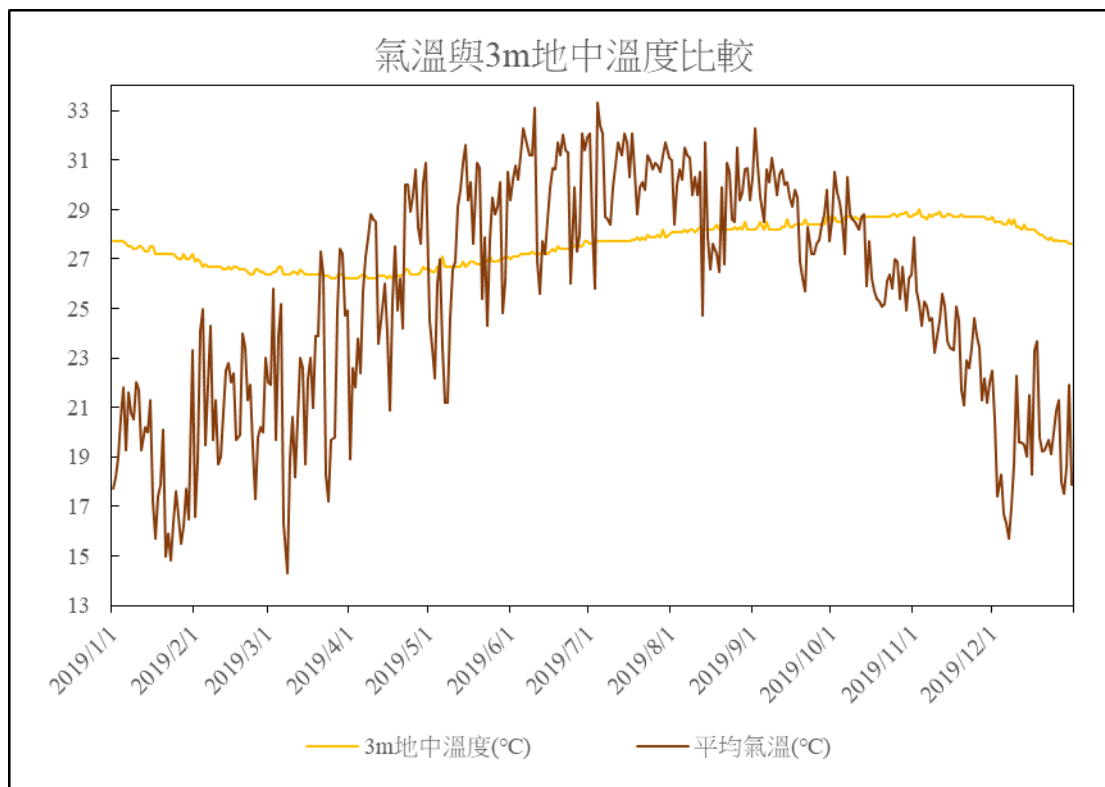


圖 6 氣溫與 3m 地中溫度比較

五、氣溫與 5m 地中溫度比較

2019 年全年每日上午 9 時之 5m 地中溫度最高值為 27.9 °C，最低值為 26.4 °C，最高與最低溫度相差 1.5°C (表 1)。每日上午 9 時之氣溫與 5m 地中溫度全年變化趨勢呈現負相關 (圖 7)，相關係數達-0.41 (表 2)。

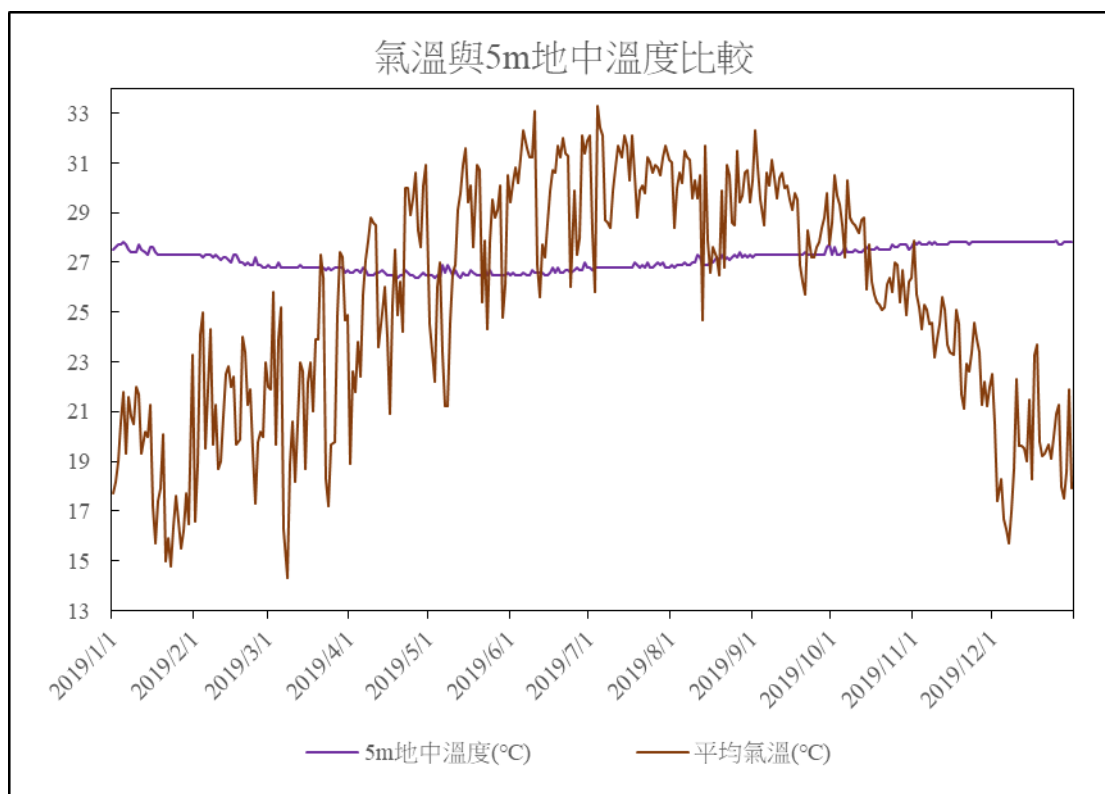


圖 7 氣溫與 5m 地中溫度比較

六、不同深度地中溫度比較

2019 年全年每日上午 9 時之地中溫度變化，變動幅度大小依序為 50cm>1m>2m>3m>5m (圖 8)，顯示隨深度增加而其隨季節時間之變動愈不明顯。

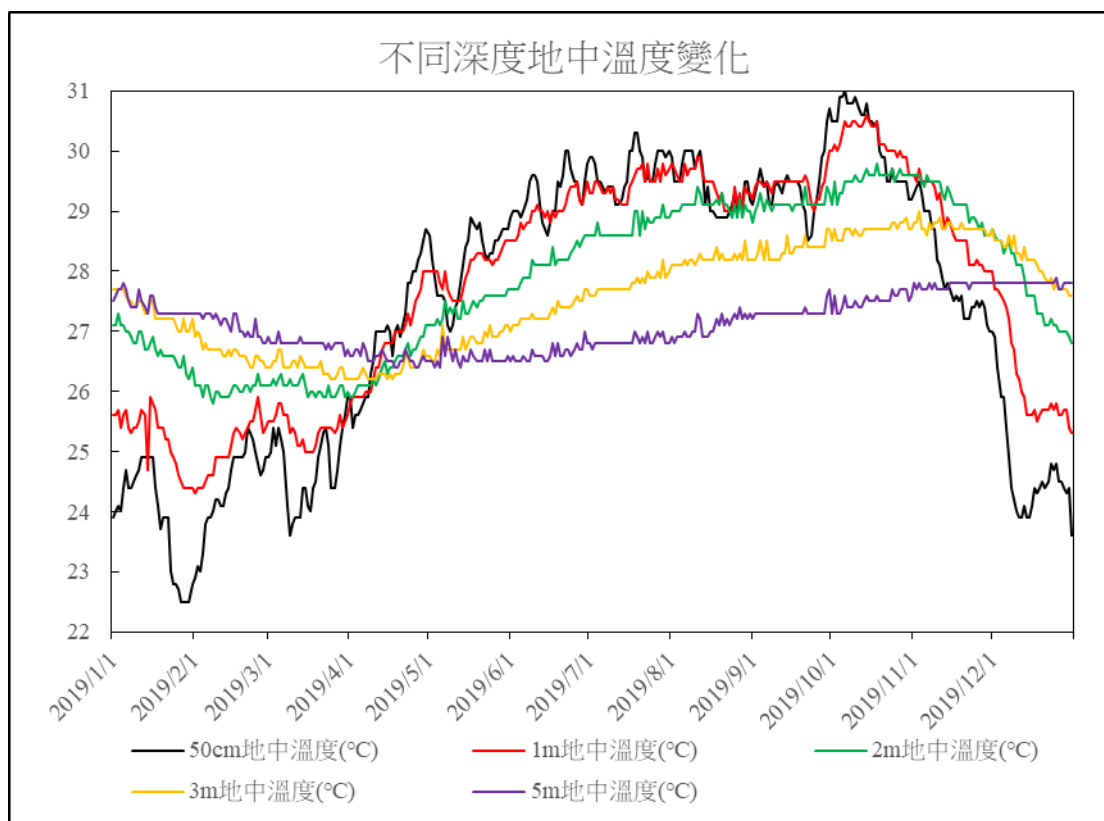


圖 8 不同深度地中溫度變化

表 1. 氣溫與不同深度地中溫度全年極值與差值

	氣溫 (°C)	50cm 地中溫 度(°C)	1m 地中溫度 (°C)	2m 地中溫度 (°C)	3m 地中溫度 (°C)	5m 地中溫度 (°C)
年最高溫度	33.3	31.0	30.6	29.8	29.0	27.9
年最低溫度	14.3	22.5	24.3	25.8	26.2	26.4
全年溫差值	19.0	8.5	6.3	4.0	2.8	1.5

表 2. 氣溫與不同深度地中溫度相關性

	50cm 地中溫度	1m 地中溫度	2m 地中溫度	3m 地中溫度	5m 地中溫度
相關係數(R)	0.83	0.74	0.53	0.21	-0.41

陸、討論

全年的氣溫結果 (表 1)，最高達 33.3°C 而最低為 14.3°C，溫差為 19.0°C，顯示我們生活環境受不同季節變化影響非常明顯。這也反應在人類於夏天的冷氣及冬天的暖氣使用愈加頻繁，能源使用及環境影響問題之嚴重性。

隨深度增加而地中溫度隨季節時間之變動愈不明顯 (圖 8)，不同深度地中溫度全年溫差由地中 50cm 之 8.5°C 逐漸減小至地中 5m 之 1.5°C (表 1)，這顯示，地表下 50cm 處，其溫度之變化就不如大氣氣溫之變化劇烈，即存在緩衝效果。當然溫度緩衝效果隨深度而愈加明顯。地中 5m 之溫度變化僅 1.5°C，而且維持在 26.4-27.9 °C 之間，顯示地中 5m 之溫度變化即使在酷熱的夏季或者是嚴寒之冬季，仍能保持近乎恆定。更令人詫異的是，在 7-9 月之汛期，土壤應該富含水分之狀況下，地中 5m 之溫度所受影響也是有限。

由表 1 結果，可發現不同深度之地中溫度，其全年之溫度變動範圍各有特異性，比如說，地中深度越深，其變動範圍越是處於相對較低之溫度，50cm 地中溫度為 22.5-31.0°C、1m 地中溫度為 24.3-30.6°C、2m 地中溫度為 25.8-29.8°C、3m 地中溫度為 26.2-29.0°C 及 5m 地中溫度為 26.4-27.9 °C。這或許在未來可應用於物品表存或其他木的時，如需求溫度不同時之有效參考指標。

本次調查之地中深度，最深只到 5 公尺，然而更深之地中溫度，是否又更為穩定？也是我們好好奇，可為未來進一步調查探討之重點。

柒、結論

不同地中深度溫度與氣溫變化間之相關性，隨深度之加深而減少。不同地中深度

溫度之全年溫差，隨深度之加深而減少逐漸減小，地中 5m 之變動範圍最小為 1.5°C。不同深度地中溫度之變動範圍，分別為，50cm 地中溫度為 22.5-31.0°C、1m 地中溫度為 24.3-30.6 °C、2m 地中溫度為 25.8-29.8°C、3m 地中溫度為 26.2-29.0°C及 5m 地中溫度為 26.4-27.9 °C。

捌、參考資料

- 一、江沅晉：地下淺層溫能系統之介紹與應用，<https://pansci.asia/archives/71368>。
- 二、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 2：201-210。
- 三、張耀聰，2008，土壤溫度對木瓜礦質養分吸收及果實品質之影響，高雄區農業改良場研究彙報 19 (2)：43-56。
- 四、蔡雲鵬、劉勝興，1998，漫談土壤溫度，果農合作 516：31-33。
- 五、杜明洋，2008，地下冷源於建築物調節溫度之研究，高雄市立中正高工。

致 謝

本研究得以完成要感謝中央氣象局嘉義氣象站的叔叔們熱忱的解說、介紹，另謝謝學校於研究期間支援電腦軟、硬體及週邊設備，謝謝大家。