

屏東縣第 66 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活與應用科學（二）

組別：國小組

作品名稱：「泉」力以赴 – 探討四重溪溫泉水對洋蔥生長之影響

關鍵詞：溫泉水、土壤電導度、智慧農業監測

編號：A7030

摘要

本研究旨在探討溫泉水與地下水對洋蔥生長發育之影響。研究場域位於車城國小溫泉分校洋蔥實驗園區，初步透過觸覺發現兩者水質差異，進而導入智慧化的「田間氣象站」進行科學監測。監測結果顯示，溫泉水與地下水在電導度（EC 值）上有顯著差異。本研究採單一變因實驗法，發現在相同環境條件下，不同水質會改變土壤電導度，進而對洋蔥根部發育及生理生長產生不同程度之影響。

壹、前言

一、研究動機

（一）從生活中的五感體驗出發

車城國小溫泉分校座落於恆春半島的四重溪溫泉區，鄰近臺灣重要的洋蔥產地。在日常生活，我們觀察到「溫泉水」和「地下水」有很大的不同：相較於地下水，溫泉水看起來比較混濁，摸起來還有滑滑膩膩的感覺。視覺與觸覺上的差異，引發了大家的好奇心：「如果讓校田裡的洋蔥「改喝溫泉水」，它們長大的樣子會和喝地下水的洋蔥一樣嗎？」

（二）對在地產業的好奇與關懷

洋蔥是家鄉重要的經濟作物，既然溫泉水與地下水質有這麼明顯的不同，我們便聯想到：水質的差異會不會影響洋蔥的生長？我們希望透過實際的觀察與記錄，找出不同水質對這三種不同顏色洋蔥（橘、紫、白）生長表現的影響。

（三）導入智慧科技，看見土裡的祕密

為了更精準地了解生長環境的改變，我們和青農老師租借了「田間氣象站」監測系統，在土裡放入探針，利用系統即時回傳的數據，觀察泥土裡的變化。我們想藉由這些科學數據，找出「水質改變—土壤變化—洋蔥長大」之間的關聯性。

二、研究目的

本研究旨在透過智慧監測與實地觀察，探究不同灌溉水源對洋蔥生長之影響，具體目標如下：

- （一）比較溫泉水與地下水灌溉對鱗莖及根系生長表現的影響。
- （二）觀測並比較橘色、紫色及白色洋蔥對溫泉環境水質的耐受性與適應能力。
- （三）藉由智慧監測數據找出環境中的變化，以評估影響洋蔥生長的關鍵因素。
- （四）探討關鍵因素的變化與洋蔥外觀性狀（如根系密集度）之間的關聯性。

貳、研究設備及材料

育苗時期	
洋蔥種子（白、橘、紫）	育苗盆
	
花灑	
	
定植入校田後	
儲水桶	鏟子
	
肥料（氮、磷、鉀）	
	
田間氣象站設備	



參、研究過程與方法

一、研究方法

本研究採用「單一變因實驗法」，將「灌溉水質」設定為唯一不同的操作變因，實驗全程透過智慧氣象站監測光照、環境氣溫、環境濕度，確保所有實驗組在相同的微氣候條件下進行，盡量排除「水質」以外的干擾。

二、實驗空間配置與步驟

（一）實驗空間配置與分組設計



圖一、實驗空間配置圖

本研究於車城國小溫泉分校校田進行，將實驗區域劃分為「溫泉水區」與「地下水區」兩大區。為了觀察品種差異，每一大區再細分為三個獨立小區，分別種植橘色、紫色及白色三種不同顏色的洋蔥，確保各品種在兩種水質環境下皆有對應的生長樣本。

（二）水源處理與環境一致化

1. 溫泉水來源：定期使用儲水桶至校舍外之天然泉水龍頭（連結溫泉泉源）提水。
2. 水溫預冷處理：為排除熱能對植物根部之干擾，所有溫泉水皆先靜置於桶內，確保冷卻至室溫後才進行澆灌。
3. 環境一致化：透過智慧氣象站監測，確認兩區之光照與氣溫條件保持一致，將水質設為唯一操縱變因。

（三）定量灌溉標準與數據紀錄

1. 智慧灌溉標準：利用智慧氣象站即時監控土壤含水率，設定「當任一分區含水量檢測低於 20% 時」即澆水，確保兩區洋蔥獲得的時機完全一致。
2. 自動數據記錄：系統定時自動記錄因灌溉水質不同，所引起的土壤電導度（EC 值）與含水率之細微變化。
3. 期末觀察：於實驗結束後，針對各分區洋蔥進行最終的鱗莖長度量測與根系外觀紀錄。

三、研究過程

本研究於車城國小溫泉分校的校田進行，實驗流程分為「育苗」、「定植與分區」、「灌溉及田間管理」及「觀察與數據採集」四個階段，具體執行過程如下：

（一）標準化育苗：

統一使用育苗盆進行培育，並在育苗期一致使用地下水進行澆灌，確保所有幼苗在相同的營養與水分基礎下發育，降低環境干擾變因。

	
邀請青農講師做育苗教學	撒種子



撒種子



育苗期一致使用地下水進行澆灌

（二）校田定植與實驗分區：

當幼苗發育一個月後，由青農講師指導，將幼苗移至校田中，進行分區種植

1. **空間規劃：**將校田劃分為 **溫泉水區** 與 **地下水區**。
2. **品種配置：**在兩大區內，分別設置三個小分區，將橘色、紫色、白色洋蔥幼苗依序定植於對應位置，以利後續進行品種適應性的對比。



定植過程



定植過程



定植過程



定植過程



定植過程



定植過程

(三) 實驗用水準備與溫度控制：

由於四重溪溫泉屬碳酸氫泉，且採集時具有一定熱度，為避免水溫干擾實驗，採集作業流程如下：

1. **水源採集：**定期至校舍外之天然泉水龍頭（連結溫泉泉源）採集溫泉水。
2. **自然冷卻：**將採集的溫泉水放置於儲水桶中，靜置等待溫泉水自然冷卻至室溫，確保兩種水源灌溉溫度的一致，使「水質成份」成為影響生長的唯一操縱變因。



(四) 精準灌溉：

我們捨棄傳統的人工定時澆水，改使用智慧監測的灌溉策略：

1. 門檻設定：利用「天氣探長」智慧氣象站的土壤濕度感測器進行土壤濕度監控
2. 灌溉標準：訪問車城鄉的洋蔥青農後，我們確立灌溉標準為：「當任一分區系統回傳的土壤濕度數據低於 20% 時，即進行澆水作業，確保實驗株處於適當含水狀態。」

溫泉分校洋蔥實驗園區		
[立春]第5天，再9天[雨水]		
光照 61128	氣溫 17.6	濕度 57
電導 255	土溫 19.6	土濕 19.9
電導2 119	土溫2 17.5	土濕2 20.9

數據中心介面及功能



青農協助建置氣象站



氣象站外觀

(五) 田間管理與常態觀測：

為了模擬實際農業生產環境並維持實驗品質，我們利用課餘時間執行以下維護工作：

1. 數據監測：每日定時登入數據中心，檢核氣溫、光照與土壤電導度之變化情形
2. 除草與環境整理：定期進行人工除草，避免雜草競爭養分，影響洋蔥生長數據的精確性
3. 定量施肥：在實驗期間進行兩次定量施肥。各組的肥料種類與份量完全相同，確保養分供給的一致性，聚焦觀察水質導電度的影響

	
施肥過程	施肥過程

(六) 觀測樣本抽選與量測標準設定

為了確保實驗數據的客觀性與代表性，我們在研究過程中設定了明確的抽樣與量測方法：

1. 隨機抽樣確保公平性

我們採用隨機抽樣法，在對照組和實驗組的每一個分區分別抽選出 3 株洋蔥作為固定觀測樣本，透過它們的生長數據來反應整體的平均表現，避免人為選擇造成的偏差。

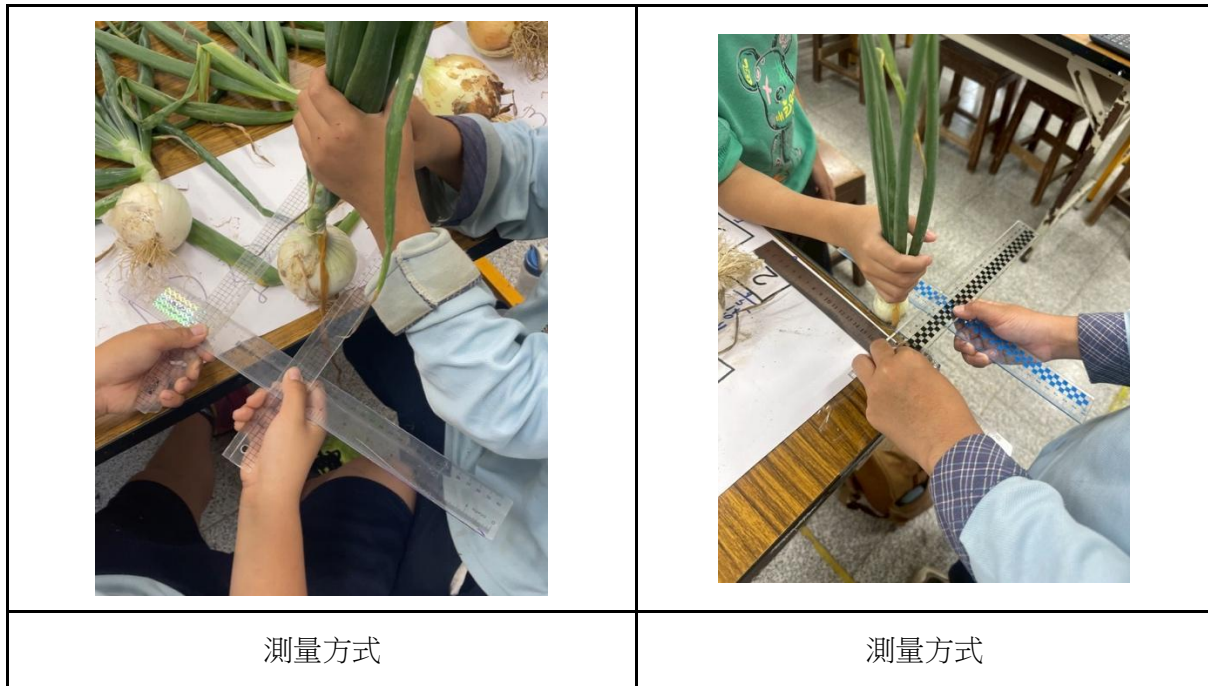
2. 建立根系發育評分基準

我們採取「標準化評分機制」量化根系的密集程度。我們預先在青農老師的協助下挑選出兩株具有代表性的根系作為「判斷標準」（定義出 1 分的稀疏與 3 分的密集基準）。接著，我們依照這套建立好的標準，對所有抽樣樣本進行 1 至 3 分的等級評分。

	
1 分基準	3 分基準

3. 精確量測鱗莖橫向直徑

鱗莖越厚代表處存的養分越飽滿，我們使用直尺量測其「橫向寬度（直徑）」。量測時固定取鱗莖最寬之處，以確保各組數據在相同基準下進行對比，精準掌握膨大情形。

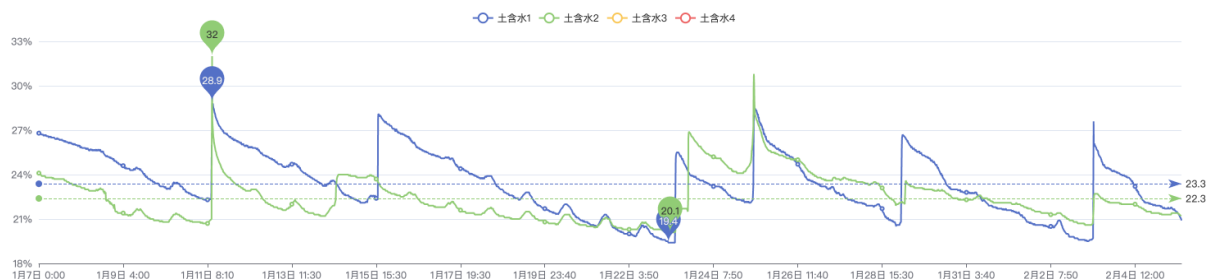


肆、研究結果

一、實驗組與對照組生長基礎環境的穩定性

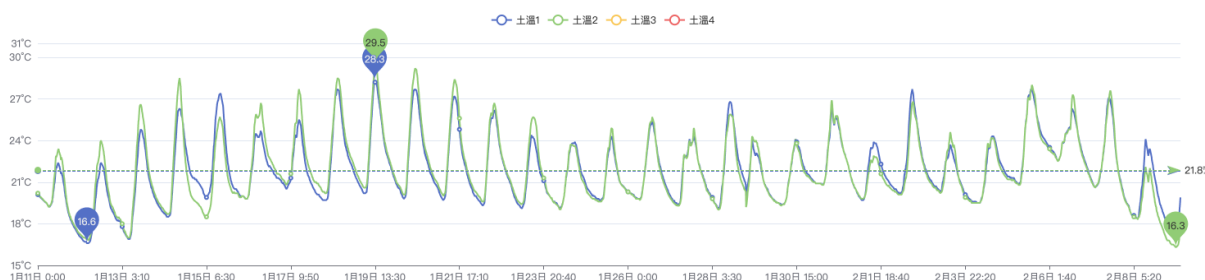
透過智慧監測站紀錄過去 30 天（2026/1/7~2026/2/4）的數據，我們證實了兩區在「人為操作」與「自然環境」上具備高度一致性，確立了實驗的公平性：

（一）水分管理一致：根據監測圖表顯示，實驗組（溫泉水）與對照組（地下水）的土壤含水率曲線幾乎完全重疊。兩區含水率普遍皆維持在 20% 以上，且在觸及 20% 門檻時進行同步補水。



圖二、過去 30 天土含水率 | 藍色為實驗組（溫泉水）綠色為對照組（地下水）

(二) 土壤溫度一致性：由於兩塊田區地理位置緊鄰，且實驗組溫泉水在灌溉前皆已靜置冷卻至室溫，根據圖二數據顯示，實驗期間兩區土壤溫度曲線高度一致，成功排除熱能對根部發育的干擾。



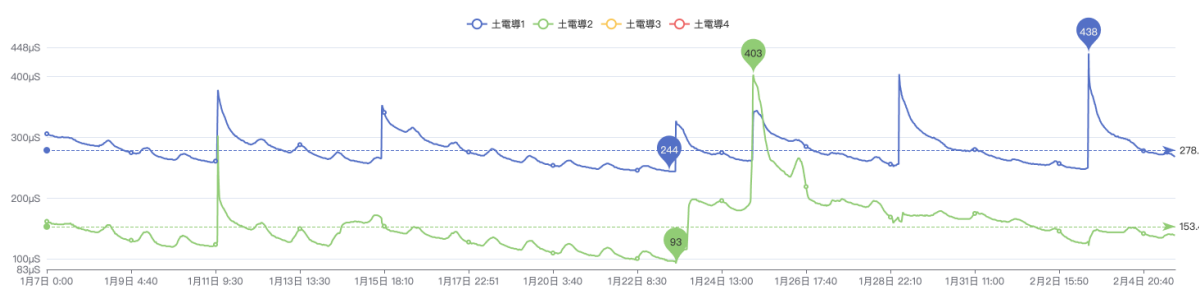
圖三、過去 30 天土壤溫度變化 | 藍色為實驗組（溫泉水）綠色為對照組（地下水）

二、智慧監測數據中環境關鍵因素的變動分析（回應研究目的三）

在水分與溫度保持一致的前提下，我們透過數據發現了影響生長環境的關鍵因素——土壤電導度（EC 值）：

(一) 電導度數據的明顯差異：由圖三可見，過去 30 天實驗組（溫泉水）的土壤電導度數值明顯高於對照組（地下水）。

(二) 灌溉行為與電導度的關係：監測紀錄顯示，每當含水率因灌溉而上升時，實驗組的土壤電導度隨即出現顯著上升，而對照組則維持平穩。這證實了溫泉水中的物質進入土壤後，顯著提升了土壤的導電環境，成為本實驗中唯一的變異因素。



圖四、過去 30 天土壤電導度 | 藍色為實驗組（溫泉水）綠色為對照組（地下水）

三、洋蔥生長表現之總結觀測（回應研究目的、二、四）

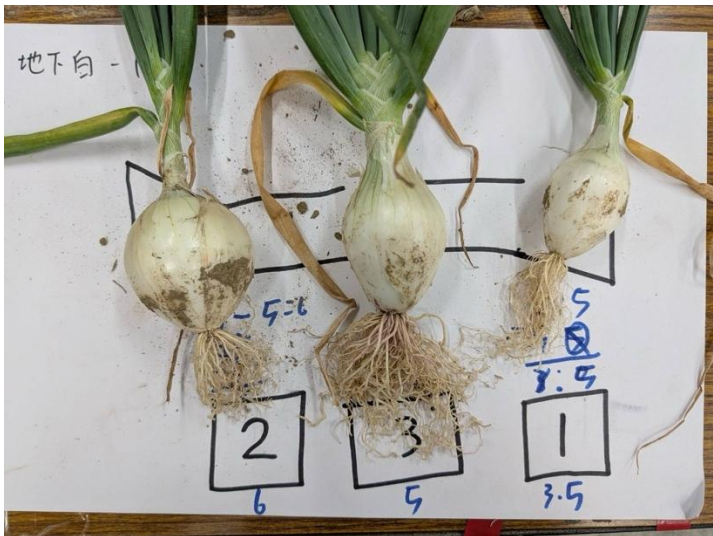
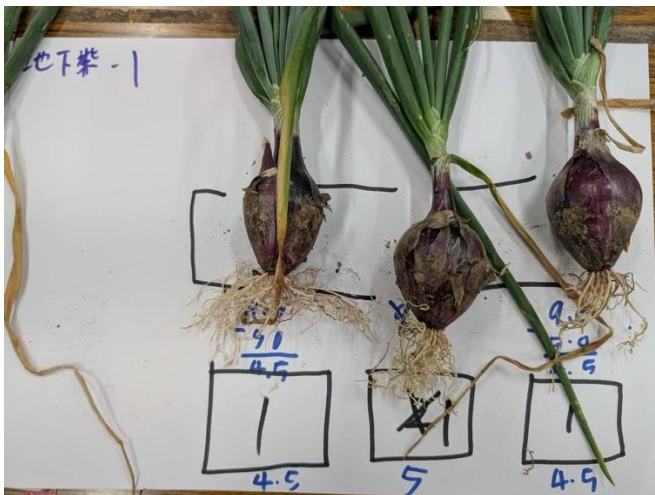
本研究於 2026 年 2 月進行定植三個月後之最終指標量測，將土壤環境變動（EC 值）與洋蔥外觀性狀之關聯記錄如下：

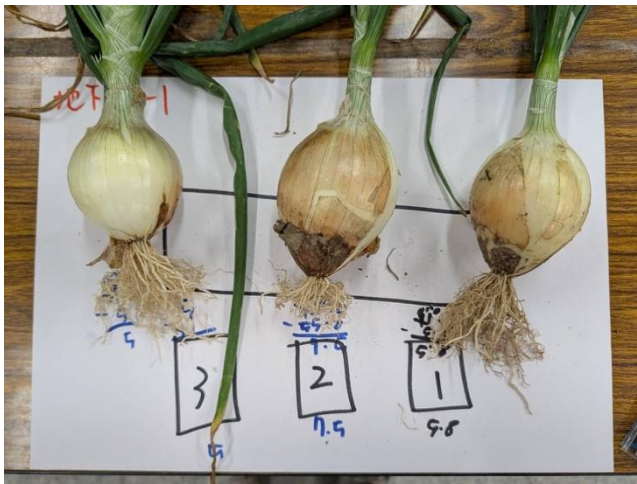
(一) 不同水質對根系和鱗莖寬度之影響紀錄表

溫泉水 (實驗組)			
	根系	鱗莖寬	
白-1	2	9 cm	
白-2	1	8 cm	
白-3	3	8 cm	
平均		8.3 cm	
	根系	鱗莖寬	
紫-1	2	9 cm	
紫-2	3	7.5 cm	
紫-3	3	8 cm	
平均		8.16 cm	
	根系	莖寬	
橘-1	2	8.5 cm	
橘-2	3	8 cm	
橘-3	3	8 cm	

平均	8.16 cm	
----	---------	--

表一、溫泉水對各品種之洋蔥根系發展觀測紀錄

地下水（對照組）			
	根系	鱗莖寬	
白-1	2	6 cm	
白-2	3	5 cm	
白-3	1	3.5 cm	
平均		4.8 cm	
	根系	莖寬	
紫-1	1	4.5 cm	
紫-2	1	5 cm	
紫-3	1	4.5 cm	
平均		4.6 cm	
	根系	莖寬	

橘-1	3	5 cm	
橘-2	2	7.5 cm	
橘-3	1	9.8 cm	
平均		7.43 cm	

表二、地下水對各品種之洋蔥根系發展觀測紀錄

紀錄地點：校田 記錄時間：3/2					
品種分區	實驗組別	鱗莖橫向長度之平均 (cm)	根系發展		
白色洋蔥	實驗	8.3 cm	2	1	3
	對照	4.8 cm	2	3	1
紫色洋蔥	實驗	8.16 cm	2	3	3
	對照	4.6 cm	1	1	1
橘色洋蔥	實驗	8.16 cm	2	3	3
	對照	7.43 cm	3	2	1

*註：根系密集度評分標準：3 分代表極繁密、2 分代表中等、1 分代表極稀疏。

*註：實驗組使用溫泉水灌溉；對照組使用地下水灌溉。

表三、不同水質對各品種洋蔥生長特徵之影響統整記錄表

(二) 鱗莖發育之數據觀察

1. 溫泉水讓鱗莖發育得更飽滿：

鱗莖是洋蔥儲存養分的核心部位，其橫向直徑的大小直接代表了植株累積能量的成果。我們量測並對比各組數據後，發現以下現象：

(1) 溫泉水對鱗莖膨大的顯著促進：數據顯示，無論哪一個品種（顏色），使用溫泉水灌溉的實驗組，其鱗莖橫向直徑平均值皆明顯優於使用地下水的對照組。這證明在我們透過氣象站發現的高電導度環境下，洋蔥能儲存更多的養分，讓鱗莖發育得更為飽滿。

2. 不同品種對水質的反應程度不同：

(1) 換水後長大最多的品種：白色洋蔥與紫色洋蔥在兩種水質下的表現落差最大。白色洋蔥的平均鱗莖寬度從地下水組的 **4.8 cm** 增加到溫泉水組的 **8.3 cm**；紫色洋蔥的平均鱗莖寬度則從 **4.6 cm** 增加到 **8.16 cm**。這代表這兩個品種在溫泉水環境下，養分儲存的效率提升了很多。

(2) 表現最穩定的品種：橘色洋蔥在兩組間的差距相對比較小（7.43 cm vs 8.16 cm）。雖然溫泉水同樣讓它長得更好，但數據顯示橘色洋蔥在一般地下水環境下就有不錯的儲存能力，受水質變動的影響相對較小。

（三） 關鍵因素（電導度）與根系發展之關聯觀察

根系是洋蔥接觸環境的第一線，根部長得越繁密，代表洋蔥吸收水分和營養的效率越高。我們根據評分標準觀察並記錄各組的根系，發現以下現象：

分數	1	2	3
實驗組（次數）	1	3	5
對照組（次數）	5	2	2

表四、使用不同水質對根系發展之影響評分結果統計

1. 溫泉水讓洋蔥的根部長得更繁密

根據表四統計，實驗組（使用地下水灌溉）在三個品種中，拿到 3 分（極繁密）的次數明顯比對照組（使用地下水灌溉）還要多。說明溫泉水創造的高電導度環境，讓洋蔥的根長得更密集，更有利於植物吸收土裡的養分與水分。

2. 不同品種根部的適應情況：

我們對比兩組的評分後，發現不同洋蔥對環境的反應不同：

(1) 變化最明顯的是紫色洋蔥：對照組的紫色洋蔥三顆皆為 1 分，顯示它的根系發展較為稀疏；但實驗組的紫色洋蔥有兩次 3 分，顯示其根系發展的密集度大幅提升。代表溫泉水對紫色洋蔥的根部發展有正向增強的效果。

3. 根部發育與電導度數據的關連：

結合智慧監測站的紀錄，我們發現實驗組的電導度（EC 值）比較高，洋蔥的根也發育得更好。由數據可以推論，溫泉水提升了土壤電導度，幫助洋蔥長出更密的根，增加接觸土壤的面積，最後使洋蔥能長出直徑更大的鱗莖。

伍、討論

一、實驗環境控制

我們選定緊鄰的兩塊田區，智慧監測站的數據顯示兩組洋蔥的「土壤溫度」與「土壤含水率」高度一致，證明我們成功排除了環境的干擾。此外，我們在灌溉前將溫泉水進行冷卻降溫，排除了水溫對生長的干擾，因此能確定：我們所觀察到的洋蔥生長差異是來自於「灌溉水質成分」的不同。

二、溫泉水的水質特性對土壤電導度的影響

原本透過肉眼僅能觀察到水質混濁與觸感滑膩，難以了解不同水質對土壤和作物生長的影響。藉由監測數據的變化，我們發現每次澆灌溫泉水後，實驗組的土壤電導度（EC 值）隨即顯著跳升，最高曾達到 438，而對照組則長期維持平穩。這項數據讓我們發現：**溫泉水中的成分會顯著改變土壤的導電環境**。由於這是實驗組與對照組唯一的顯著變因，我們認為土壤電導度是影響洋蔥生長表現的關鍵因素。

三、比較不同品種洋蔥在高電導度環境的表現

根據最終量測數據，我們發現儘管三種顏色的洋蔥在「高度」與「直徑」的發育上存在先天落差，但若將「同品種、不同水質」進行對比，我們發現：接受溫泉水灌溉的洋蔥，其生長表現普遍優於地下水組。

（一）**白色洋蔥與紫色洋蔥**在兩組間的生長差異最為巨大，鱗莖直徑從約 4.7 cm 暴增至 8.2 cm 左右，代表這兩個品種最能將溫泉水質的特性轉化為生長優勢。

四、關鍵因素（電導度）變化與洋蔥生長優勢的關聯探討

針對洋蔥兩項主要指標（鱗莖、根系）的觀測結果，我們可以發現高電導度環境對洋蔥發育具有顯著的正向影響：

（一）高電導度環境的正面影響：智慧監測數據顯示溫泉水提升了土壤電導度（EC 值），期末觀測發現該區洋蔥發育更為**壯碩且飽滿**。我們認為這反映出溫泉水中的物質會影響土壤的電導度，隨著灌溉而增加的物質，能有效轉化為洋蔥生長的有利因素。

五、關於白色洋蔥「鱗莖巨大但根系表現普通」的評估

我們發現白色洋蔥的鱗莖在溫泉水組長得最壯大，但紀錄中的根系密集度評分卻沒有想像中高。針對這個落差，我們回想實驗過程後認為可能存在「人為誤差」：

（一）採收過程的影響：因為我們是使用鏟子人工採收，在採收這些長得特別大的洋蔥時，為了不傷到鱗莖，鏟土的範圍較大，不過還是有可能在過程中不小心鏟斷了細小的根系。

六、隨機抽樣的選擇與研究限制

在這次實驗中，我們每一小區（約 30~36 顆洋蔥）中固定隨機抽選相對位置相同的 3 顆進行精密量測，主要考量如下：

（一）人力與時間的平衡：我們全校有 20 位學生，而真正投入此組研究的小組成員僅有 4 人。在需要同時觀測三種品種、兩種水質以及多項生長指標的情況下，我們必須在「數據量」與「量測精確度」之間取得平衡。

（二）隨機抽樣的代表性：雖然樣本數只有 3 顆，但我們使用「隨機」的方式抽選，選定同一相對位置，不刻意挑選最大或最小的植株，希望在有限的人力下，仍能獲得最具備科學客觀性的數據，來反應整片田區的生長趨勢。

陸、結論與未來展望

一、結論

（一）溫泉水灌溉對洋蔥各部位生長皆有明顯的助長效果

經過我們實際的測量與對比，發現灌溉溫泉水的洋蔥，在鱗莖和根部兩項指標上，數據表現都優於使用地下水灌溉的洋蔥。這證明四重溪的溫泉水能提供洋蔥發育所需的正面動力。

（二）白色與紫色洋蔥在溫泉環境下的正向反應最為突出

實驗組（溫泉水灌溉）的三個品種，在各項數據都表現較優，但是程度有所不同。數據顯示，白色洋蔥與紫色洋蔥的鱗莖直徑從原本約 4.7 cm 增加至 8.2 cm 左右，是這次實驗採樣中隊溫泉水反應最明顯的品種。

（三）智慧監測證實溫泉水會顯著改變土壤的導電環境（EC 值）

透過氣象監測站的數據，我們觀察到每次澆灌溫泉水後，實驗組的土壤電導度（EC 值）會顯著升高；而對照組則長期維持在較低水平。這項證據證明：溫泉水中的成分改變了土壤的導電特性。

（四）高電導度環境與洋蔥的優良長相具有正向關聯

我們發現，土壤電導度越高，洋蔥的根系發育得越繁密（評分多為 3 分）。我們認為是高電導度的環境刺激根系的發育，讓洋蔥能更有效地吸收水分與營養，進而反映在更飽滿的鱗莖上。這證實電導度是提升四重溪溫泉洋蔥生長表現的關鍵科學因素。

二、未來展望

（一）紀錄洋蔥長大的完整曲線：

我們期待未來能持續追蹤洋蔥從定植到採收的完整過程，精確找出電導度在哪些生長階段對洋蔥的幫助最大。

（二）研究溫泉洋蔥的內在品質：

經實驗發現，溫泉水能提升洋蔥的生長表現，未來我們期待能進一步檢測洋蔥的「甜度」或「營養成分」，看看溫泉水是否也會讓洋蔥變得更好吃、更有營養。

（三）推廣在地「溫泉農法」的應用：

我們想把「溫泉水」能促進白色與紫色洋蔥生長的發現，分享給家鄉車城的農友們，讓大家能運用科學數據，種出更有特色的在地溫泉洋蔥！

柒、參考資料

【網路資料】

農業知識入口網（2022 年 10 月 31 日）• 洋蔥 • 農業部 • 取自

https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=pedia&sub_theme=km&id=2084

苗栗區農業改良場（無日期）• 土壤電導度之測定 • 農業部苗栗區農業改良場 • 取自

https://www.mdares.gov.tw/files/mdais/web_structure/1678/276.pdf

【教科書與專書】

翰林環境教育推廣小組（2023）• 植物大發現 • 載於翰林出版事業股份有限公司主編，**自然科學 3 上**（第 6-25 頁）• 臺南市：翰林出版。

翰林環境教育推廣小組（2024）• 快樂小農夫 • 載於翰林出版事業股份有限公司主編，**自然科學 3 下**（第 6-31 頁）• 臺南市：翰林出版。

翰林環境教育推廣小組（2025）• 千變萬化的植物 • 載於翰林出版事業股份有限公司主編，**自然科學 5 上**（第 30-55 頁）• 臺南市：翰林出版。