

新竹市第 44 屆中小學科學展覽會

作品說明書

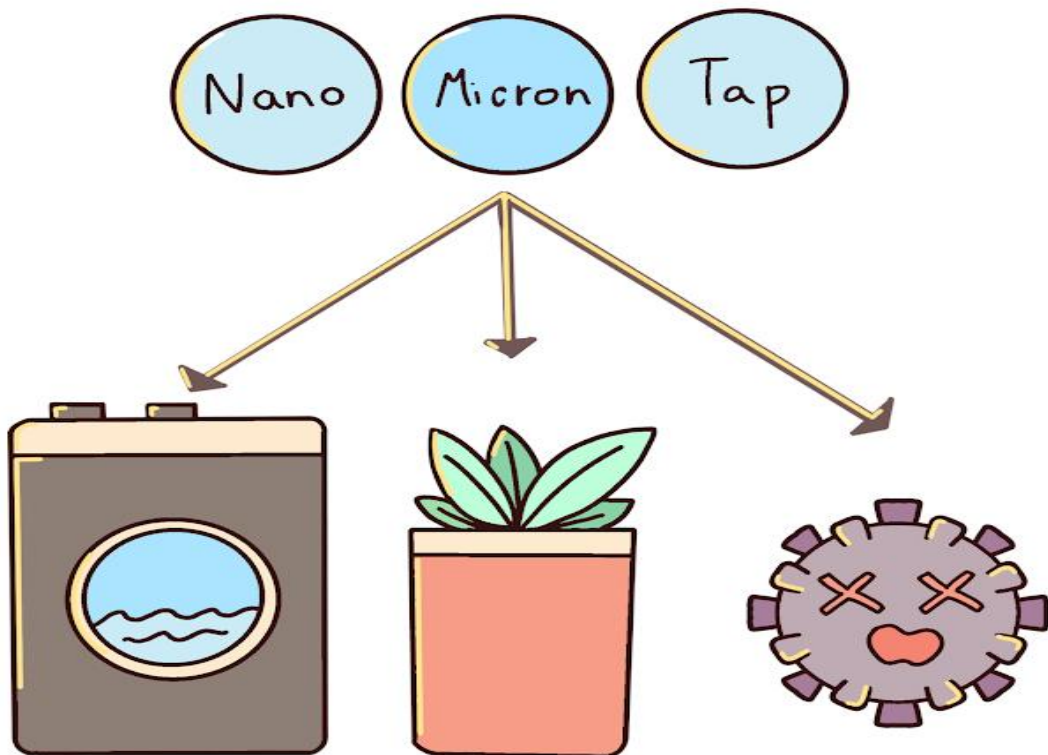
科 別：生活與應用科學科

組 別：國小組

作品名稱：隱形的氣泡—探討奈米水、微米水和自來水對生活應用之研究

關 鍵 詞：奈米水、微米水、自來水

編 號：115PB-A001



摘要

本研究比較奈米水、微米水與自來水於物理特性與生活應用之差異。結果顯示，奈米氣泡（ $<1\mu\text{m}$ ）因體積極小且帶電，具備極強滲透力。實驗證實奈米水在黃砂與沙子中的滲透表現為三者最佳。生物應用方面，育苗階段奈米水顯著促進黃豆與綠豆生長（最高 20cm），表現優於自來水與微米水。土耕且施肥條件下，自來水（22cm）與奈米水（21cm）表現相近；飼養試驗中，奈米水於打氣環境下後期存活率達 100%，展現較佳復原力。清潔與生活應用方面，奈米水與微米水清潔效果較佳，產生水垢較細且易清除。整體而言，奈米水於 15 項實驗中 8 項評為最佳，在精密清潔、農業灌溉與養殖應用具發展潛力；微米水則較適合短期物理攪動需求。

壹、研究動機

時代不斷演進，人們的生活型態與需求也隨之改變，如何在追求便利與品質的同時，順應永續發展的潮流，成為現代社會的重要課題。近年來，食品安全事件頻傳，使大眾對「有機」、「無毒」與「天然」的生活方式愈發重視。為了呼應聯合國所提出的永續發展目標（SDGs），越來越多人開始從日常生活的小細節著手，嘗試改變既有的生活習慣。

在探索過程中，我們觀察到許多生活層面的轉變，例如利用不同種類的水進行清潔實驗，即使不使用洗衣精，也能比較其清潔效果；在農業方面，透過有機水耕方式種植蔬菜，提升作物品質；在養殖領域中，水質的差異也明顯影響水生動物的生長狀況。這些現象顯示，人們正朝向更高效與更優質生活的方向前進。然而，如何在創新與發展之中兼顧環境永續，並將生活經驗、學習成果與社會需求相互結合，仍是一項值得深入思考的議題。

基於此，我們希望從「源頭」改善生活品質，採用純天然、無添加的方式進行嘗試。在蒐集資料的過程中，我們注意到網路上關於「奈米水」與「微米水」的相關實驗與應用，引發了我們的高度興趣，也促使我們思考不同水種是否能在實際生活中產生具體成效。因此，我們決定將三種不同性質的水應用於多種生活情境中，進行系統性的測試與比較。在向指導老師說明研究構想後，也獲得了正向回饋與支持，並建議我們以科學實驗方式深入探討。值得一提的是，本研究主題與聯合國永續發展目標第六項「淨水與衛生」（SDG 6）高度契合，這更加堅定了我們投入研究的決心，希望藉此為環境保護盡一份心力，並深入了解不同水種的差異與潛在價值。

貳、研究目的

- 一、 認識奈米水、微米水與自來水的特性差異。
- 二、 了解不同水體中的氣泡大小。
- 三、 比較三種水體在生活應用上的效果差異。
- 四、 探討水中氣泡大小是否會影響水的使用效果。
- 五、 思考哪一種水體在生活應用上表現較好。

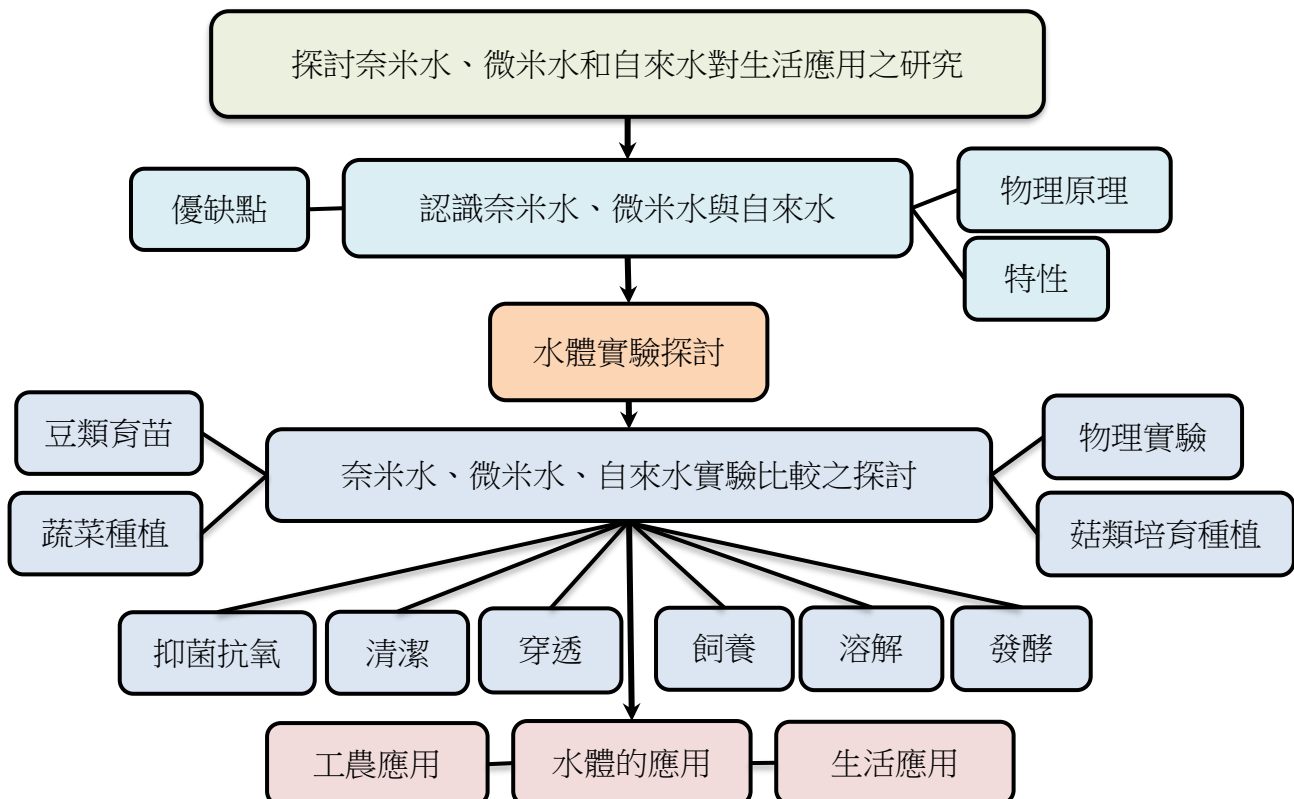
參、研究設備與器材

目的	設備與用品
1. 查詢資料	電腦、筆記本、文具、平板
2. 實驗材料	黃沙、田土、沙子、長筒罐；蘋果、滴管、量杯、磅秤、鹽巴、砧板、菜刀、冰箱、計時器；盒子、保鮮膜、紙、白吐司、膠帶、滴管；白布、番茄醬、醬油、辣油、洗衣機、量杯、計時器；pH 值檢測儀、光照 APP、土壤酸鹼值檢測儀、溫濕度計、直尺；盆栽、菜苗（福山 A 菜）；奈米水、微米水、自來水
3. 紀錄工具	紙、筆、平板電腦、相機

表 3-1 研究設備與器材

肆、研究過程與方法

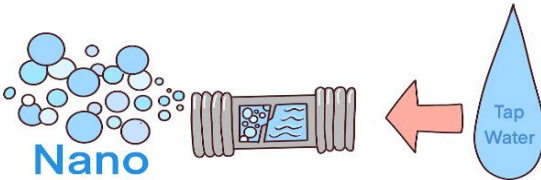
一、研究流程



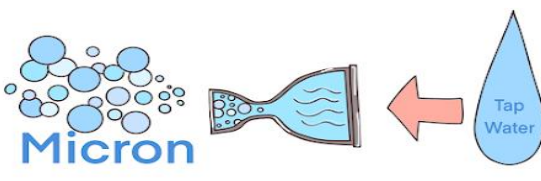
二、文獻探討

想知道奈米水與微米水的作動原理及物理結構。


(一) 奈米水作用與原理

名稱：奈米水 Nano-bubble Water	 <p>圖：自行繪製</p> <p>圖 4-1 奈米水 Nano-bubble Water</p>
物理原理： 奈米水中含有奈米氣泡，這些氣泡體積非常小，不容易浮出水面，因此能在水中停留很久。	
做動方式： 自來水透過一定的水壓進入奈米轉接頭裝置後，奈米裝置中的刀片會將自來水切成極小的氣泡，就形成奈米泡泡。	
功能： 奈米氣泡表面通常帶有電荷，能增加水與物質接觸的機會，因為氣泡很小，水的 溶解能力與清潔能力 可能會提高。	

(二) 微米水作用與原理

名稱：微米水 Micro-bubble Water	 <p>圖：自行繪製</p> <p>圖 4-2 微米水 Micro-bubble Water</p>
物理原理： 微米水是指水中含有微米等級氣泡的水，微米氣泡比奈米氣泡大，但仍然非常小，因此上浮速度較慢。	
作動方式： 微米轉接頭是利用物理機械的方式在水中製造大量微小氣泡，透過氣泡的表面積吸附與破裂能量來達到增強清潔力的效果。	
功能： 氣泡在水中破裂時，可能產生攪動效果，有助於混合水中物質。常應用在水質改善、養殖業與清洗用途。	





(三) 自來水概述

名稱：自來水 Tap Water	 <p>圖：自行繪製</p> <p>圖 4-3 自來水 Tap Water</p>
物理原理： 取水 → 沉澱 → 過濾 → 消毒 → 輸送。	
來源方式： 自來水是將天然水源（如河川、水庫或地下水）經過一連串處理後，變成乾淨、安全、可使用的水，再透過管線送到家家戶戶。	
歷史： 始於日治時期，1899 年淡水滬尾水道完工，為全台首座自來水設施，帶動基隆、台北等地水道建設，改善公共衛生；戰後由政府接管擴建，1974 年成立台灣省自來水公司，逐步現代化並全面普及。	

(四) 奈米水與微米水實驗器材

材料：水管、水壓表、束環、奈米轉接頭、微米轉接頭、十字起子、扳手、止洩帶。

奈米水與微米水皆在約 1.5 kg 的水壓條件下進行轉換，以確保實驗條件一致。

 <p>圖：自行拍攝</p> <p>圖 4-4 設備零件</p>	 <p>圖：自行拍攝</p> <p>圖 4-5 奈米水管頭</p>	 <p>圖：自行拍攝</p> <p>圖 4-6 微米水管頭</p>	 <p>圖：自行拍攝</p> <p>圖 4-7 水龍頭接線裝水</p>
---	---	--	---

(五) 探討三種水體中的氣泡大小的差異性與優缺點

特性	奈米水(Nano Water)	微米水(Micro-bubble Water)	自來水(Tap water)
顆粒/氣泡直徑	小於 1 微米 (或稱 100 奈米以下)	1~100 微米 (μm)	無特定細化 (一般水分子團)
滲透力	極高, 可穿透細胞膜或細縫	高, 能進入皮膚毛細孔	普通
主要功能	醫療級抑菌、精密工業、高滲透保濕	深層清潔、去除農藥殘留	一般飲用、洗滌
物理特性	氣泡肉眼不可見, 水中存留時間長	氣泡呈現乳白色, 留存時間短	含餘氯、或微塑膠
優點	小分子與奈米氣泡滲透性高、停留久, 可提升清潔效率與含氧量, 廣泛應用於農業灌溉、養殖及精密清洗。	微米氣泡可深入毛孔去除油脂, 常用於蓮蓬頭與洗碗機, 減少清潔劑用量, 並呈乳白外觀、觸感柔和。	自來水的成本較低, 且使用自來水能大幅減少塑膠廢棄物及瓶裝運送產生的碳排放。
缺點	若將奈米水用於洗臉或沐浴, 其強大的滲透力與清潔力可能會破壞皮膚表面的天然皮脂膜, 導致皮膚敏感或乾燥。	保存時間短。1 微米高精度濾芯易被泥沙與鐵鏽堵塞, 在老舊管線等水質較差地區須頻繁更換, 維護成本偏高。	水體經老舊管線或維護不良水塔, 易釋出鐵鏽、鉛並滋生微生物, 導致水質明顯下降。

三、水體實驗與探討

(一) 豆類育苗實驗

材料：紙盒、塑膠蓋、紅豆、黃豆、綠豆、黑豆、奈米水、微米水、自來水、廚房紙巾、尺、剪刀、噴瓶、量杯。

研究方式：將豆子泡水一個晚上，用廚房紙巾封起來。每天用噴瓶噴 10 下，觀察豆子的發芽狀況，並在一週後測量豆子的發芽高度。



圖 4-8 豆類實驗器材



圖 4-9 研究過程



圖 4-10 豆苗生長觀察與紀錄

(二) 蔬菜種植實驗

材料：盆栽、塑膠罐、棉繩、培養土、塑膠透明長筒、神奇杯、肥料、保麗龍、福山 A 菜、奈米水、微米水、自來水、尺、量杯。

研究方式：

1. 土耕：在盆栽中填入約 17 公分培養土並混合肥料，再以棉繩連結水體形成虹吸供水。種植福山 A 菜，每週以噴瓶噴水三下並記錄生長情形，一個月後採收並測量最終株高。
2. 水耕：在透明塑膠長筒中注入約 20 公分水位，水面放置挖孔泡棉板，置入神奇杯並栽種菜苗，加入肥料。每週記錄生長情形，一個月後採收並測量最終高度。

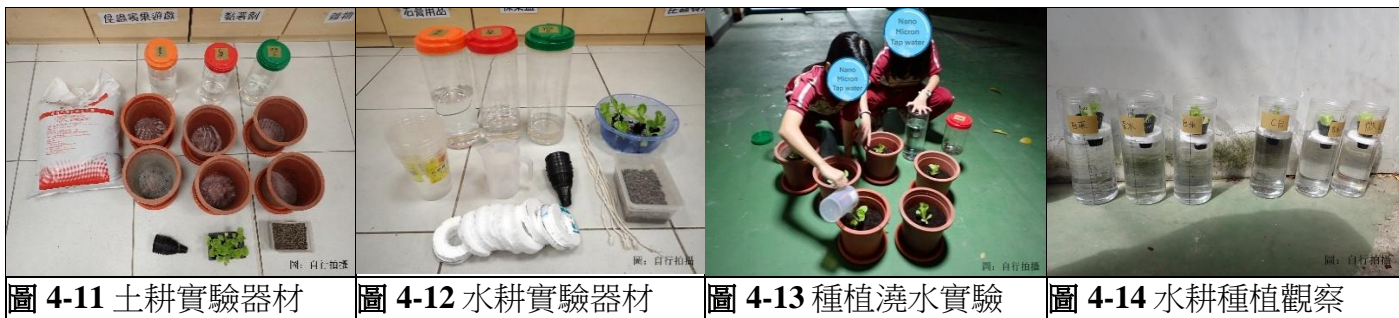


圖 4-11 土耕實驗器材

圖 4-12 水耕實驗器材

圖 4-13 種植澆水實驗

圖 4-14 水耕種植觀察

(三) 抑制黴菌實驗

材料：培養皿、方形水盆、吐司、奈米水、微米水、自來水、剪刀、黑筆、便條紙。

研究方式：先將吐司裁剪成剛好可以放入培養皿的大小，並在吐司的中央平均用滴管滴水。水量分為四種，分別是 5 毫升、10 毫升、15 毫升以及不滴水。接下來靜置 5 天，觀察各種水的發霉狀況，進而了解三種水的抑菌能力。



圖 4-15 實驗材料

圖 4-16 將水滴入吐司中

圖 4-17 培養皿實驗

(四) 清潔髒污實驗

材料：無患子、噴瓶、奈米水、自來水、微米水、布、熱源、容器、洗衣機、奈米水接頭、微米水接頭、攪拌棒、燒杯、調味醬、湯匙、紙碗、量杯、廚房紙巾、鑷子。

研究方式：

1. 浸泡實驗：將沾有等量調味醬的布料分別放入三種不同的水中浸泡數天，之後取出進行觀察與記錄，比較布料殘留情況，以評估各種水的清潔能力與效果。
2. 攪拌實驗：將沾有等量調味醬的布放入 600c.c.的水中，並加以攪拌 1 分鐘。最後觀察其清潔成果。
3. 洗衣機實驗：先將洗衣機原本連接自來水的水龍頭接頭拆除，改接奈米水及微米水的轉接頭，完成更換後，於每個月固定時間觀察並記錄洗衣機內部的變化情形。
4. 清潔劑實驗：使用不同的水製作無患子清潔劑。將沾有醬油的布浸泡於三種由不同水製作而成的清潔劑中，加以搓洗並觀察清潔效果。



圖 4-18 實驗材料

圖 4-19 將墨汁滴入抹布

圖 4-20 浸泡實驗觀察



圖 4-21 裝設轉接頭於洗衣機



圖 4-22 連接奈米轉接頭



圖 4-23 連接微米轉接頭

(五) 穿透實驗

材料：田土、沙子、黃沙、長筒透明罐、奈米水、微米水、自來水、計時器。

研究方式：先至田中採集田土，並取得校園建築用沙與黃沙，分別置入九個容器中，每瓶均勻加入 2 公斤土壤。再分別注入奈米水、微米水與自來水，計時十分鐘，觀察並記錄各類水在不同顆粒物中的穿透情形。



圖 4-24 實驗材料



圖 4-25 挖掘住家附近的田土



圖 4-26 觀察水穿透的狀況

(六) 飼養實驗

材料：三種水、多齒新米蝦、玻璃缸、長筒透明罐、水妖精、打氣機。

研究方式：將黑殼蝦分別放入三種不同水質的環境中，每種再區分為有使用與未使用打氣，連續觀察一週，並統計各組黑殼蝦的死亡率，以比較水質與有無打氣對存活率的影響。



圖 4-27 實驗材料



圖 4-28 量測酸鹼值



圖 4-29 氣泡式飼養觀察

(七) 溶解實驗

材料：燒杯、攪拌棒、砂糖、臺鹽高級碘鹽、計時器、磅秤、奈米水、自來水、微米水。
研究方式：將三種不同的水分別倒入燒杯中，容量設定為 200、400 與 600 c.c，各自加入 20 克的鹽與糖，攪拌一分鐘後靜置 1 至 3 天，觀察並比較其溶解情形與變化。



圖 4-30 實驗材料

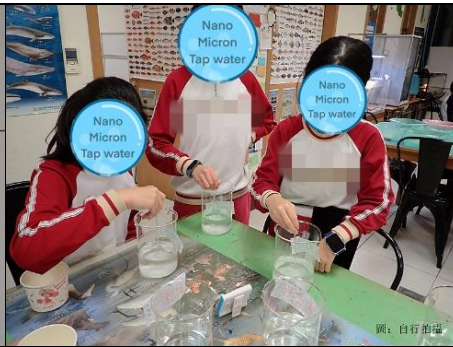


圖 4-31 攪拌實驗



圖 4-32 溶解狀況觀察

(八) 菇類種植實驗

材料：噴瓶、太空包（藍寶石菇、秀珍菇、玫瑰菇、珊瑚菇）、奇異筆、溫度計、奈米水、微米水、自來水、紙箱。

研究方式：將已開封的太空包放入紙箱中培養，在生長完成前保持紙箱蓋上，每天固定對每一個太空包噴水五下，以維持適當的濕度，促進其正常生長與發育。



圖 4-33 實驗材料



圖 4-34 定期噴水觀察



圖 4-35 發菇狀況觀察

(九) 物理實驗

材料：快煮壺、奈米水、微米水、自來水；玻璃罐、棉線、食用色素（紅黃綠）、直尺。

1. 毛細現象：我們將三個玻璃罐分別裝入不同的水，滴入紅、黃、綠三色食用色素，再以棉繩連接兩個瓶口。實驗完成後，仔細觀察並記錄三種水沿棉繩移動與附著的情形。
2. 水垢實驗：分別取 800 c.c 的奈米水、微米水與自來水進行加熱沸煮，每次持續 30 分鐘，連續實驗十天，過程中觀察並比較三種水在反覆加熱後所產生水垢的變化情形。



圖 4-36 實驗材料



圖 4-37 毛細現象觀察實驗



圖 4-38 水垢觀察實驗

(十) 抗氧化實驗

材料：蘋果、電子秤、奈米水、微米水、自來水、鹽巴、培養皿、水果刀、馬克筆。

研究方式：先將蘋果平均切成六片，分別浸泡於奈米水、微米水、自來水，以及各自加入食鹽的奈米水、微米水與自來水中，每片浸泡 10 秒。隨後在常溫環境下放置 10 天，透過外觀變化的觀察與記錄，比較不同水質的抗氧化效果。



圖 4-39 實驗材料



圖 4-40 實驗過程



圖 4-41 蘋果抗氧化觀察實驗

(十一) 發酵實驗

材料：奈米水、微米水、自來水、中筋麵粉、低筋麵粉、酵母、電子秤、發酵箱。

研究方式：先將三種不同的水分別倒入三個盆中，各自加入適量的麵粉與酵母，接著以手揉製麵團至表面光滑，並整形成圓形。完成後立即放入發酵箱中進行 30 分鐘的發酵，時間結束後拍照並記錄各組的發酵結果。



圖 4-42 實驗材料



圖 4-43 製作麵團

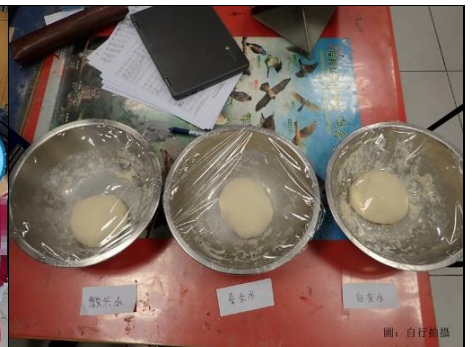


圖 4-44 發酵狀況觀察

四、代理水體廠商參訪學習紀錄

本次代理水體廠商參訪重點在於了解奈米水與微米水的生成原理，並蒐集、整理各國相關研究與實驗成果，搭配比較與分析實際效果，進一步評估科學依據與真實功效，作為判斷其在日常生活中應用可行性的參考依據。



圖 4-45 廠商講解轉接頭的功能



圖 4-46 觀察記錄



圖 4-47 觀察奈米轉接頭

伍、研究結果

一、探討三種水體的酸鹼值及氯含量

比較三種水體的酸鹼值 (pH) 與氯含量 (ppm) 差異，分析其水質特性與可能影響。



圖 5-1 奈米水含氯量

酸鹼值：介於 pH 7.5 ~ 9.8 之間

氯含量：0 ppm(透明無色)

圖 5-2 微米水含氯量

酸鹼值：介於 pH 5.5~7.5 之間

氯含量：0.4~0.6 ppm(深粉紅色)

圖 5-3 自來水含氯量

酸鹼值：介於 pH 6.6~8.5 之間

氯含量：0.28 ppm(淺粉紅色)

二、奈米水、微米水、自來水三種水體實驗與探討

以奈米水、微米水與自來水為對象，進行實驗比較，探討其物理性質差異及實驗結果之影響。

(一) 豆類育苗實驗

以奈米水、微米水及自來水進行育苗實驗，比較不同水體對幼苗發芽、生長速度與整體生育狀況之影響，評估其應用潛力。我們以四種常見的豆類進行實驗，以 50 顆為實驗基準。

1. 奈米水

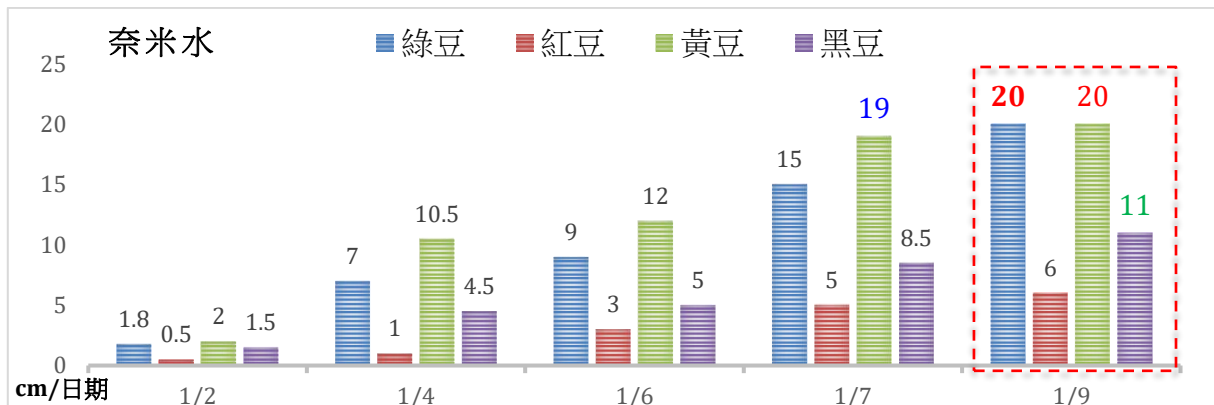


圖 5-4 奈米水對四種豆類的發芽狀況

研究分析：在各豆類幼苗高度比較中，黃豆整體表現最佳，在各比例上皆高於其他豆類，尤以 1/7 與 1/9 時達到最高值 (約 19cm~20cm)，顯示其對奈米水反應最為明顯。綠豆次之，數值隨比例增加而提升，在 1/9 時接近黃豆，顯示奈米水對綠豆亦具良好促進效果。

2. 微米水

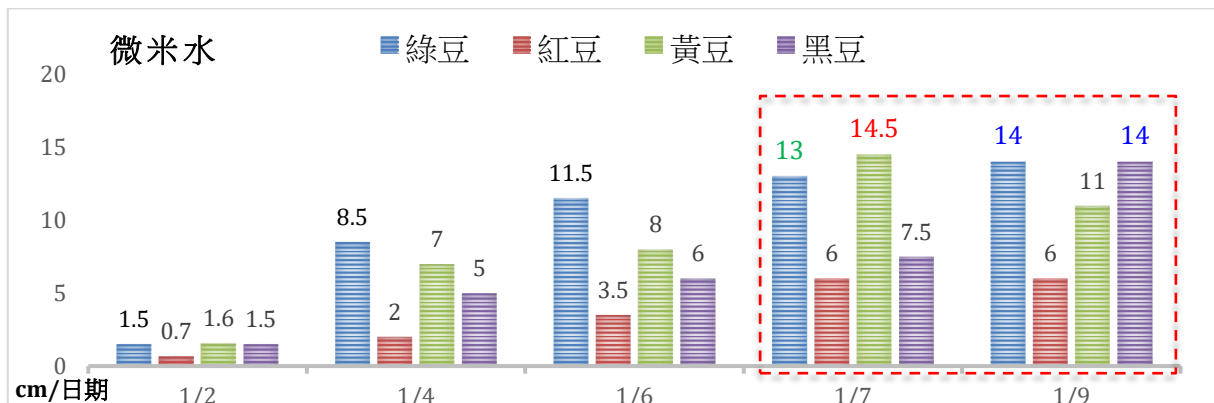


圖 5-5 微米水對四種豆類的發芽狀況

研究分析：微米水在 1/7~1/9 時對豆類的影響較為顯著。顯示各豆類皆隨時間成長，其中黃豆、黑豆與綠豆生長較快，效果較佳；紅豆成長較慢，整體表現最不好。顯示微米水對不同豆類的促進效果有所差異。

3. 自來水

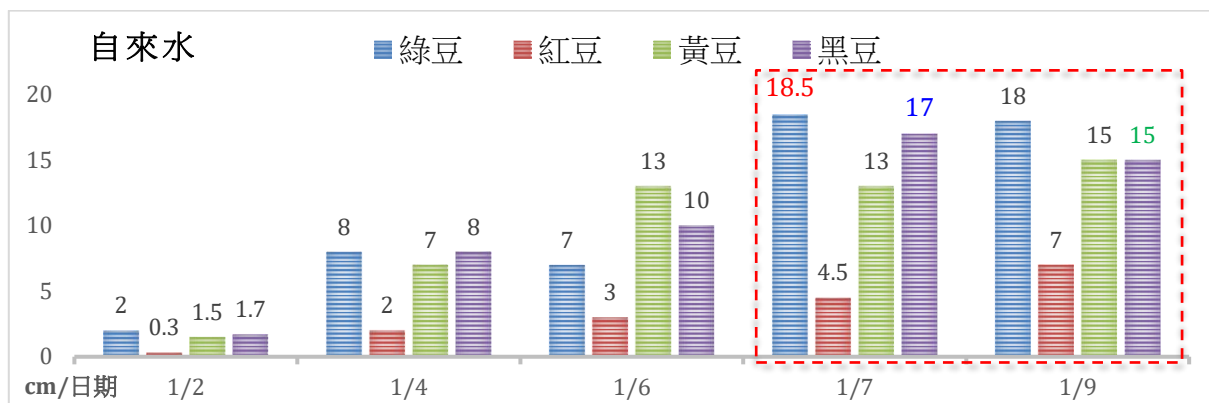


圖 5-6 自來水對四種豆類的發芽狀況

研究分析：在以自來水培育的條件下，豆類的生長變化仍有反應，但不同豆類之間差異明顯，其整體表現排序為：綠豆 > 黑豆 > 黃豆 > 紅豆。

4. 最佳水體表現 (以 1/9 日為例)

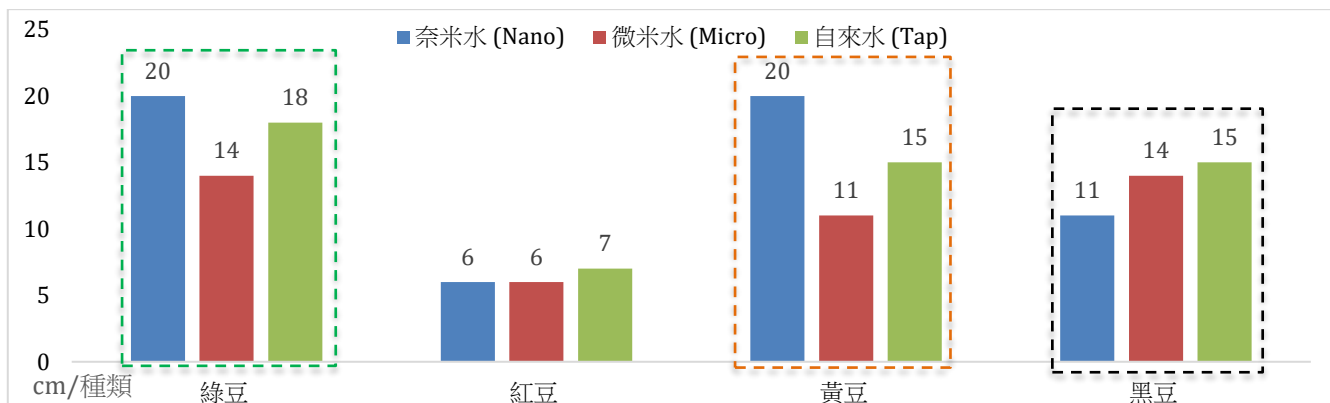


圖 5-7 三種水體對四種豆類的發芽狀況

- (1) 奈米水：奈米水能大幅激發「快速生長型豆類」（綠/黃）的潛力，但對「慢速生長型」（黑）反而有抑制或無效的現象。
- (2) 自來水：在三種水體中，綠豆（18cm）和黃豆（15cm）上雖然不是最好，但都保持了相當不錯的生長高度，沒有出現極端低值。
- (3) 微米水：微米水在實驗後期對植物生長的促進效果不如其他兩種水體，效果最差。

5. 四種豆類總結分析

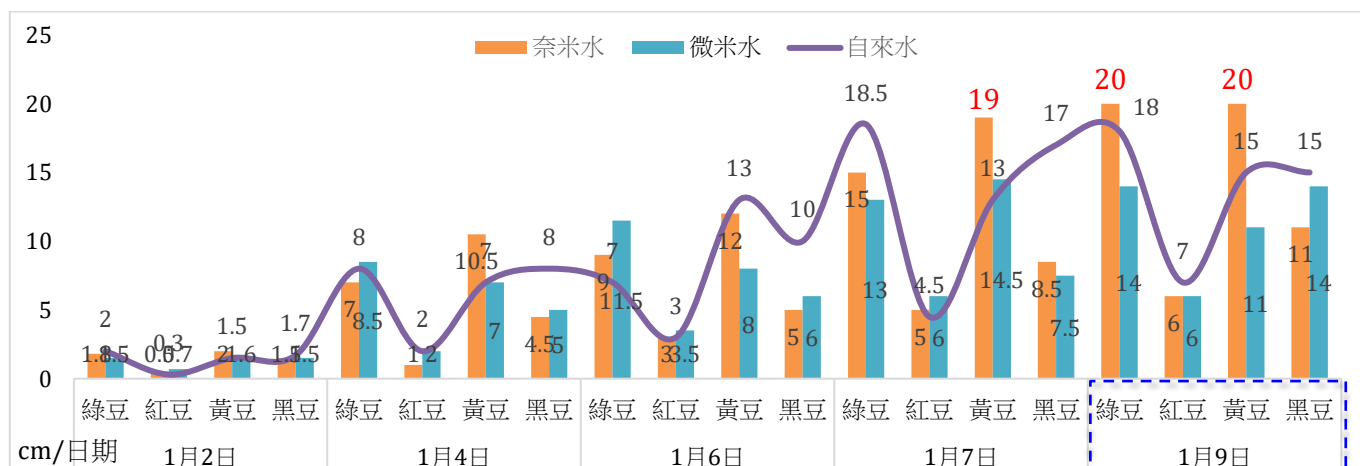


圖 5-8 三種水體的綜合分析圖

- (1) 綠豆：整體生長高度最高。在 1/9 時，在三種水體中生長高度皆高於其他三種豆類，且對不同水體的反應都很強烈。
- (2) 黃豆：生長速度僅次於綠豆。特別值得注意的，是由奈米水培育的植株高度在 1/9 達到 20 公分，與綠豆並列單項最高。
- (3) 黑豆：生長速度中等。但自來水的反應較明顯，顯示它對普通水源的適應性很好。
- (4) 紅豆：總高度最低，在圖表中的比例非常短。即使到了 1/9，三種水體加起來的高度甚至不如綠豆在單一水體的高度。

(二) 蔬菜種植實驗

針對福山 A 菜進行的種植實驗，主要比較了奈米水、微米水與自來水在「無肥料」與「有肥料」的兩種環境下（土耕和水耕）的生長趨勢（以株高數值表示）。

1. 土耕種植（無肥料）

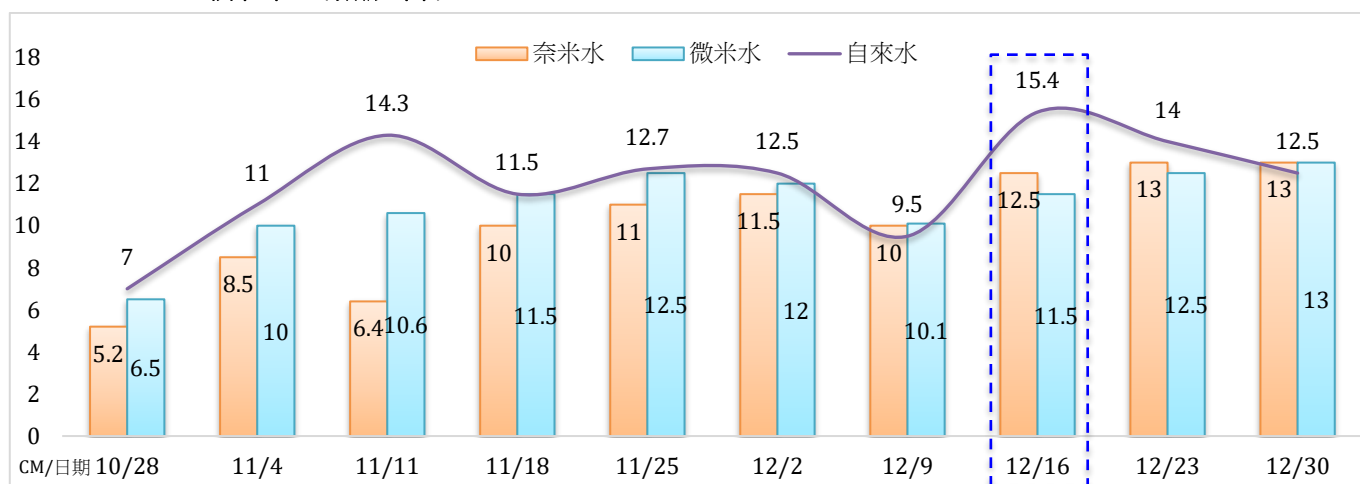


圖 5-9 土耕種植(無肥料)生長圖

- (1) 初期與中期波動：三種水體在 10/28 至 12/9 之間表現互有較佳者，但波動較大。
- (2) 較佳水體表現：意外的是，在無肥料環境下，自來水（紫色線）在多個時間點（如 11/11、12/16）的數值最高，最終在 12/30 達到 13 公分。
- (3) 生長受限：整體最高數值僅在 13~15 公分之間，且在 12/9 出現明顯的生長停滯或下滑現象，顯示缺乏養分供給時，光靠特殊水體無法維持高成長率。

2. 土耕種植（有肥料）

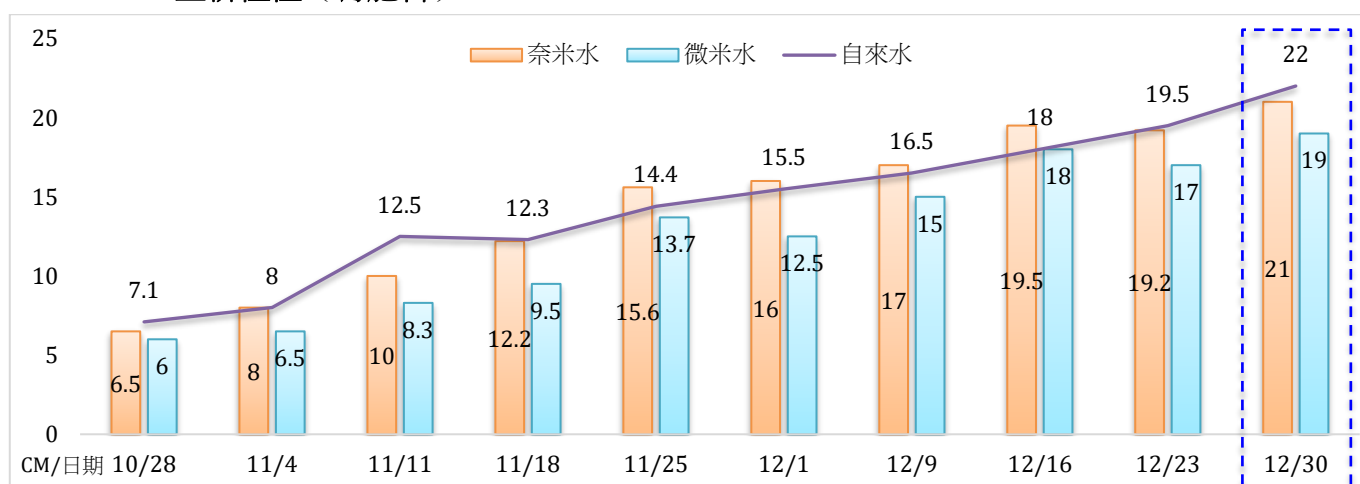


圖 5-10 土耕種植(有肥料)生長圖

- (1) 顯著增長：相較於無肥料組的 13 公分左右，後期部分數值均突破了 19~22 公分，顯示肥料是福山 A 菜生長的主導因素。
- (2) 水體表現差異：自來水（紫色線）最終表現最為優異，達到最高點 22 公分。奈米

水（橘色）表現次之，最終數值為 21 公分，與自來水差距不大。微米水（綠色）在有肥料環境下始終處於墊底位置，最終數值為 19 公分。

3. 水耕種植（無肥料）

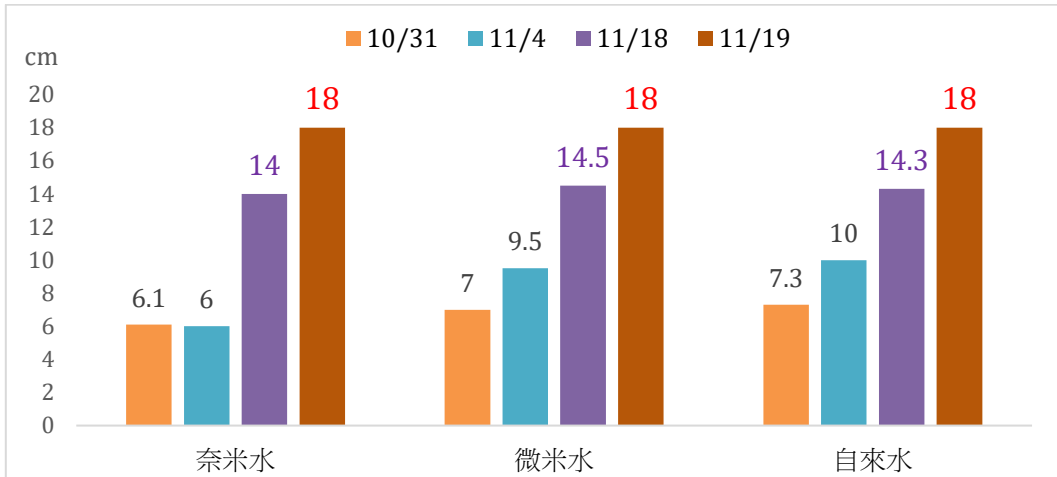


圖 5-11 水耕種植（無肥料）直條圖

研究分析：三種水質最終皆達到相同的最高數值 18 公分，顯示在時間充足的情況下，水質對最終生長影響有限。然而於生長後期且無施肥條件下，三者對植株最終高度亦無顯著差異，最終高度無顯著差異。

4. 水耕種植（有肥料）

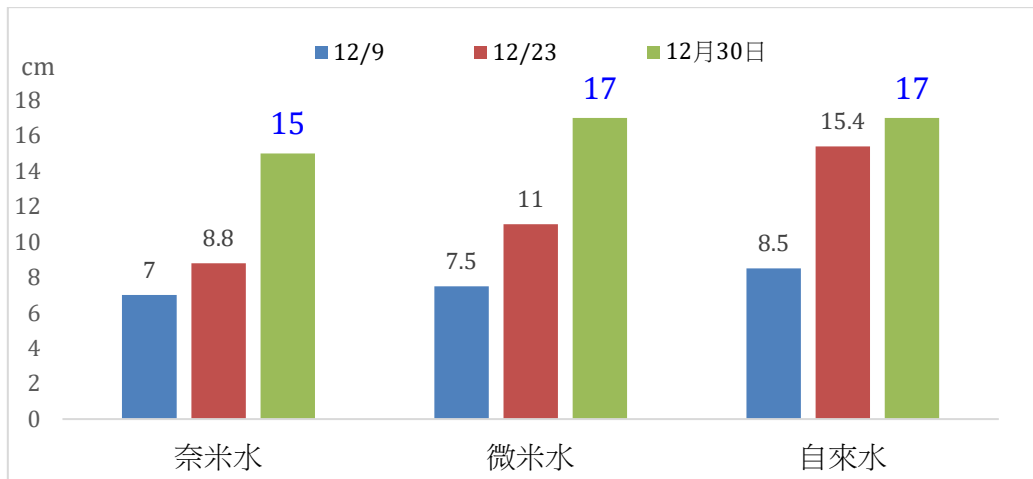


圖 5-12 水耕種植（有肥料）直條圖

研究分析：施肥後，水耕作物的生長速度明顯變慢。第一次實驗進行約兩週後，作物即出現枯萎情形，因此進行第二次實驗。然而第二次實驗狀況仍不理想，第二週出現蟲害，三週後同樣枯萎。整體而言，自來水和微米水的表現相較於奈米水略佳。

綜合分析：實驗結果顯示，施肥對水耕作物的生長效果不佳，未施肥的作物反而表現較好。在施肥條件下，三種水體的作物高度皆未達不施肥水耕作物的最高值 18 公分。然而不論是否施肥，自來水皆展現最快的生長速度，且整體高度表現最佳。

(三) 抑菌實驗

1. 抑菌實驗

為了解不同水質對微生物生長之影響，本實驗以吐司作為培養基質，分別施加奈米水、微米水及自來水，並設定 3 c.c、5 c.c、10 c.c 三種水量，另設不滴水的對照組。吐司置於培養皿中，在相同環境條件下靜置 5 天，透過記錄發霉面積與菌落分布情形，分析三種水體對黴菌生長之抑制效果。



圖 5-13 滴管 5c.c 第 1 天



圖 5-14 實驗的第 6 天



圖 5-15 實驗第 12 天



圖 5-16 滴管 10c.c 第 1 天

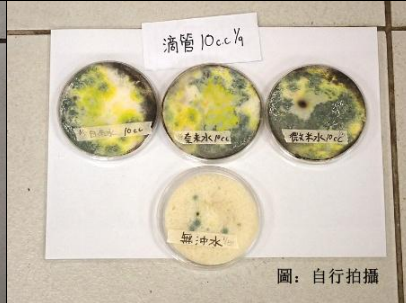


圖 5-17 實驗的第 6 天



圖 5-18 實驗第 12 天

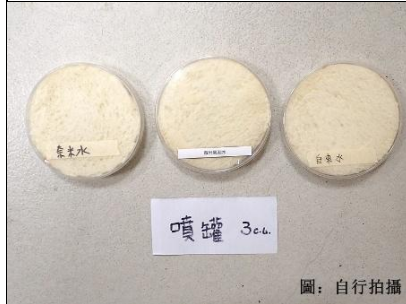


圖 5-19 噴罐 3c.c 第 1 天



圖 5-20 實驗的第 6 天



圖 5-21 實驗第 12 天

研究分析：實驗結果顯示，第 1 天各組吐司表面皆未明顯黴菌生長；至第 6 天開始出現綠、黃色菌落，第 12 天黴菌面積明顯擴大且分布更密集。不同水量可發現，滴加量越多，吐司受潮程度越高，發霉範圍與菌落密度隨之增加；未滴水的對照組相對較慢。不同水體間亦呈現差異，在相同水量條件下，部分水質的菌落覆蓋面積較小，顯示水量為影響黴菌生長的關鍵因素，水體則可能進一步影響其繁殖速度與分布情形。

2. 抗氧化實驗

本實驗利用蘋果果肉易發生氧化褐變之特性，評估不同水體的抗氧化效果。將蘋果切片分為六組，分別浸泡於奈米水、微米水、自來水及其鹽水溶液中 10 秒，取出後分兩組於常溫下及冷藏放置 10 天，持續觀察與記錄切面褐變速度與程度，比較水分子結構及鹽分對延緩氧化反應的影響。

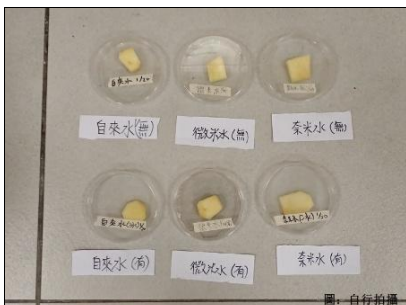


圖 5-22 實驗開始狀況



圖 5-23 三天後的狀況



圖 5-24 十天後的狀況

(1) 奈米水

	重量(原)	重量(現)	經過時間	狀況
常溫	8.8g	9.5g	19 小時 40 分 50 秒	臭酸味 (很臭)

冰	8.8g	8.5g	19 小時 40 分 50 秒	無味
---	------	------	-----------------	----

研究分析：在常溫下，奈米水展現出比自來水更劇烈的反應，放置約 20 小時後不僅重量顯著增加，更產生強烈的臭酸味；相反地，低溫環境能有效穩定其性質，冰奈米水重量略微下降且保持無味，顯示低溫是抑制奈米水變質的關鍵。

(2) 微米水

	重量(原)	重量(現)	經過時間	狀況
常溫	8.8g	8.5g	19 小時 40 分 50 秒	果醋（很重）
冰	8.8g	8.0g	19 小時 40 分 50 秒	無味

研究分析：常溫下，微米水與前兩次實驗結果相反，20 小時後重量不增反減約 3.4%，並出現強烈果醋味。推測微米孔徑或微粒結構促進醋酸菌等快速發酵，將微量有機物轉為揮發性酸。冰鎮可抑制發酵，雖因低溫蒸發減重約 9%，仍保持無味，顯示其在常溫下具較高生物活性與不穩定性。

(3) 自來水

	重量(原)	重量(現)	經過時間	狀況
常溫	8.8g	9.6g	19 小時 40 分 50 秒	有臭味
冰	8.8g	8.8g	19 小時 40 分 50 秒	無味
常溫鹽	8.8g	9.5g	19 小時 40 分 50 秒	有一點臭
冰鹽	8.8g	8.8g	19 小時 40 分 50 秒	無味

研究分析：在常溫環境下，自來水（含鹽與否）放置約 20 小時後重量皆明顯增加並產生臭味，顯示水質受環境影響發生變質與吸收水氣；反之，低溫冷藏能有效抑制微生物生長（無異味）並維持重量穩定，加入食鹽稍可微減緩常溫下的異味程度。

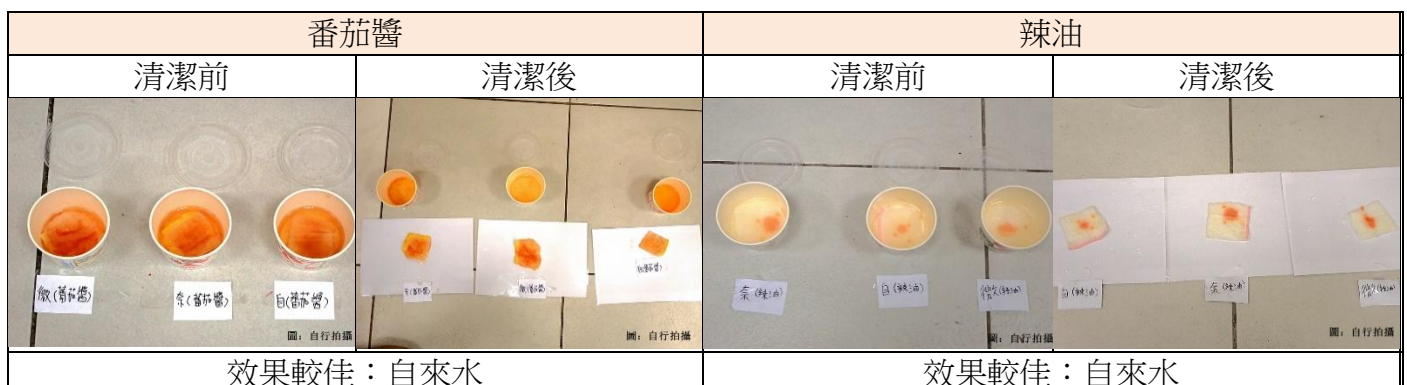
※實驗總結：實驗結果顯示，放冷藏的奈米水、微米水與自來水皆無異味；常溫加鹽的自來水略有臭味，常溫未加鹽的奈米水與微米水則出現明顯酸味或果醋味。此外，常溫下的蘋果重量多半增加，僅微米水處理者減輕，推測因其水分較易蒸發；奈米水與自來水則因吸水較多而增重。

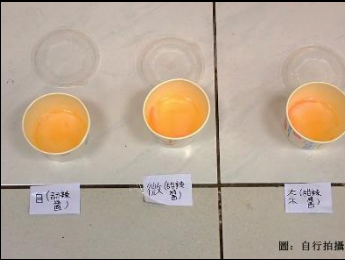





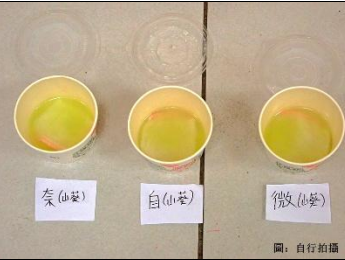
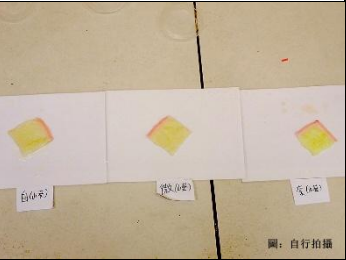

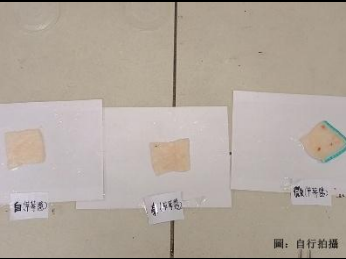





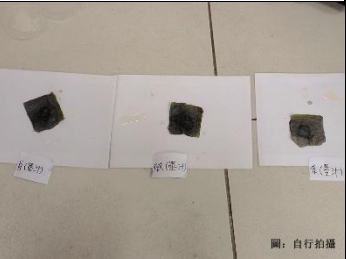
(四) 清潔實驗

本實驗在比較奈米水、微米水與自來水的清潔效能，設計四項測試：包括以浸泡與攪拌方式評估布料污漬去除效果、自製清潔劑對醬油污漬的洗淨能力，以及洗衣機更換不同水源後的內槽長期觀察。透過綜合分析，了解不同水質在日常清潔與家電維護上的實際效益。

1. 浸泡清潔實驗

為了比較三種水的清潔能力，我們在尼龍布上滴加少量醬料，採用浸泡方式進行測試。醬料涵蓋十種常見食品與調味品，包括番茄醬、辣油、甜辣醬、檸檬醬、酸黃瓜醬、山葵醬、草莓醬、黑糖醬、巧克力醬以及墨汁。透過觀察沾上醬料的布在不同水體中的清潔情況，我們能更進一步分析各種水體的清潔效能與特性。



甜辣醬		檸檬醬	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
			
效果較佳：奈米水		效果較佳：自來水	
酸黃瓜醬		山葵醬	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
			
差異不大		效果較佳：微米水	
草莓醬		黑糖醬	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
			
效果較佳：自來水		效果較佳：奈米水	
巧克力醬		墨汁	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
			
效果較佳：奈米水		效果較佳：奈米水	

※研究分析：這項針對十種醬料的清潔實驗中，自來水與奈米水展現了最強的泛用性，各自在四種醬料的清潔測試中取得最佳效果；三種水在酸黃瓜醬的清潔能力上表現相當，達到持平狀態。相比之下，微米水在多數測試項目中清潔效果較弱，但在山葵醬的測試中卻意外表現優異，顯示其對某些特定污漬仍具有清潔潛力。整體結果指出，不同水體在日常清潔中各有優勢，選擇水源時可依污漬類型與用途做適當搭配，以達到最佳清潔效果。

2. 攪動清潔實驗

比較奈米水、微米水與自來水之清潔效能，本實驗於尼龍布上滴加定量醬料，分別浸入三種水質體（各 500 c.c.），並攪拌一分鐘以模擬洗滌狀況。醬料選用番茄醬、辣油、甜辣醬、檸檬醬、酸黃瓜醬、山葵醬、草莓醬、黑糖醬、巧克力醬及墨汁等十種常見污漬來源。透過比較不同水體對各類污漬之去除程度，分析其清潔機制與實際應用效益。

番茄醬		辣油	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
效果較佳：微米水	效果較佳：奈米水	效果較佳：微米水	效果較佳：奈米水
甜辣醬		檸檬醬	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
效果較佳：微米水	效果較佳：奈米水	效果較佳：微米水	效果較佳：奈米水
酸黃瓜醬		山葵醬	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
效果較佳：微米水	效果較佳：奈米水	效果較佳：微米水	效果較佳：奈米水
草莓醬		黑糖醬	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
差異不大	差異不大	差異不大	差異不大
巧克力醬		墨汁	
清潔前	清潔後	清潔前	清潔後
效果較佳：自來水	效果較佳：微米水	效果較佳：自來水	效果較佳：微米水

※研究分析：這項清潔實驗中，微米水展現了最強的泛用性，在 4 種醬料中取得最成果。其中在草莓醬及黑糖醬的清潔效能上，三者顯現的效果相當；奈米水則在 3 種（辣

油、檸檬醬、山葵醬) 項目中表現較佳；自來水只有在巧克力醬清潔表現較優異。

3. 洗衣機實驗

為探討奈米水與微米水於清潔應用上的差異，除進行浸泡與攪動實驗外，亦蒐集長期數據比較三種水體的清潔效能。本研究設計為期三個月的洗衣機實驗，每月定期檢視濾網與內部表面污垢累積情形，藉以評估不同水種在實際使用環境中的清潔表現與穩定性。

(1) 奈米水



※研究分析：實驗顯示，使用奈米水清潔三個月後，洗衣機濾網與內槽髒污明顯減少。初期濾網附著大量灰塵與黑點，內槽邊緣亦有污垢堆積；一個月後灰塵量下降，兩個月後內層鐵片逐漸可見，三個月後的濾網與桶壁表面較為乾淨，污垢累積情形改善。結果顯示奈米水在長期使用下具一定清潔與抑制污垢堆積的效果。

(2) 微米水

實驗歷時三個月以探討微米水在清潔領域中的實際表現。




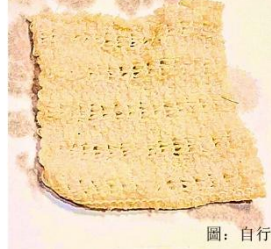

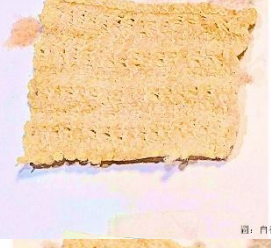





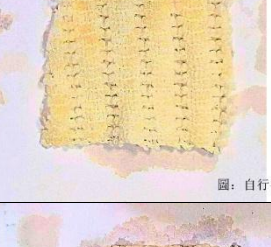


※研究分析：本實驗歷時三個月，比較微米水使用前後之清潔差異。結果顯示，使用微米水三個月後，過濾網外殼與底部黑色污垢明顯減少，乾淨區域增加，原本集中之髒污逐漸被沖散，顯示微米水在清潔與抑制污垢累積方面具有實際效果。

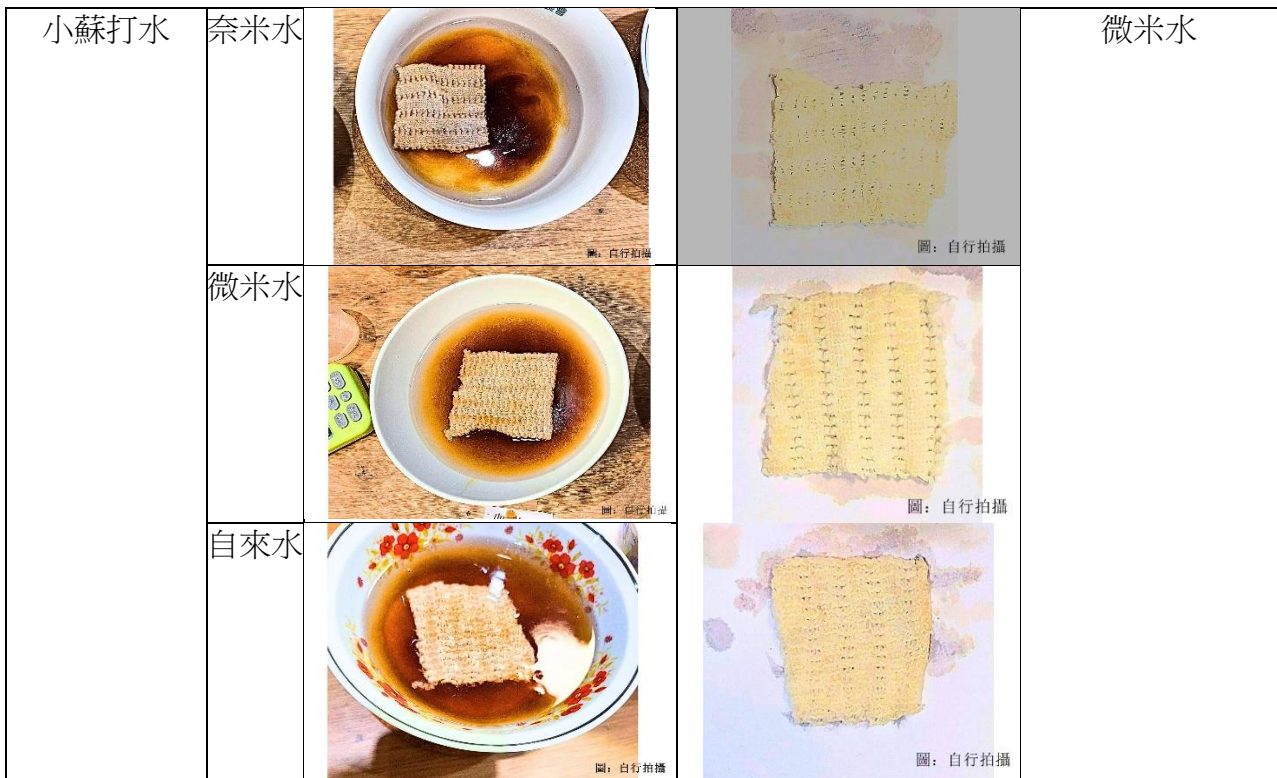
※總結：由實驗結果可知，奈米水在洗衣機清潔上呈現「漸進、全面型」效果，能隨使用時間延長，明顯降低濾網灰塵、黑點與內槽附著污垢，三個月後整體潔淨度顯著提升；而微米水則偏向「局部、沖散型」清潔，可減少既有黑色污垢並增加乾淨區域，但

對細微沉積物的去除效果較不持久。整體而言，奈米水清潔效果較穩定且長效，微米水則具短期改善作用。

4. 清潔劑實驗

奈米水、微米水與自來水可作為清潔劑的基底水源，影響清潔效果。奈米水因分子團小、滲透力強，能提升無患子與檸檬酸水的溶解與清潔效率，適合去油污與細小髒污；微米水可加強物理性沖刷效果，搭配小蘇打粉時，對較大面積的污垢與異味有良好清潔表現；自來水則為一般清潔用途，效果穩定但清潔力相對較為基本。整體而言，水體特性會影響天然清潔劑的實際應用效果。

清潔劑種類	水體	清潔前	清潔後	效果狀況 (最佳)
無患子水	奈米水	 圖：自行拍攝	 圖：自行拍攝	奈米水
	微米水	 圖：自行拍攝	 圖：自行拍攝	
	自來水	 圖：自行拍攝	 圖：自行拍攝	
檸檬酸水	奈米水	 圖：自行拍攝	 圖：自行拍攝	效果相同
	微米水	 圖：自行拍攝	 圖：自行拍攝	
	自來水	 圖：自行拍攝	 圖：自行拍攝	



※研究分析：我們發現奈米水與微米水所製作的清潔劑，清潔效果較佳，各自在其中一種清潔劑中表現顯著。另外三者在小蘇打清潔劑方面表現持平。相較於自來水，奈米水與微米水能夠利用其較好的穿透力進行洗滌。因此，奈米水與微米水在清潔日常污漬方面表現更為卓越。

(五) 滲透實驗

本實驗選用三種土壤（黃砂、田土、沙子）與三種水體（奈米水、微米水、自來水），每次以 200 c.c. 為單位，平均倒入各土壤中，並於十分鐘後觀察其變化情形。

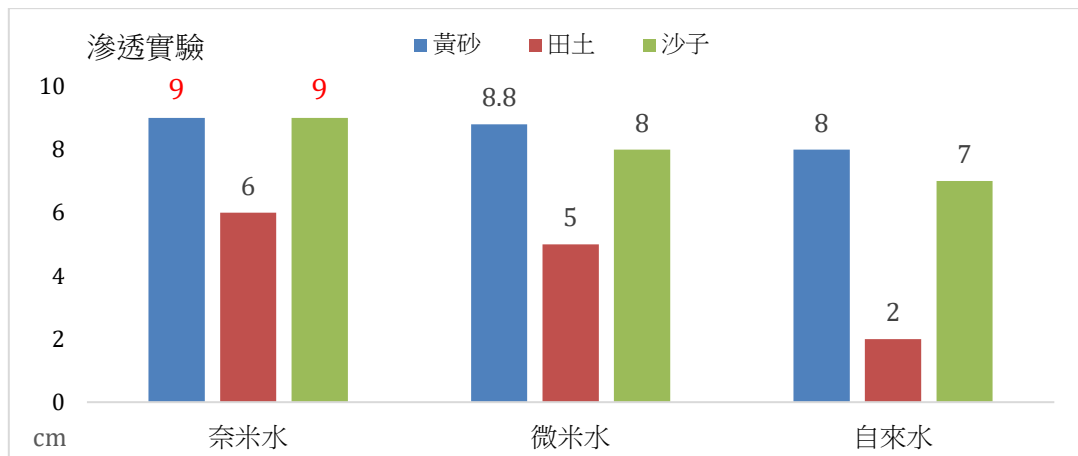


圖 5-37 滲透實驗直條圖

1. 奈米水：在所有土壤中表現均為最佳。相較於自來水，奈米水在黃砂與沙子中的滲透數值高出 2 個單位，在緻密的田土中，奈米水的滲透值（3）甚至是自來水（2）的 3 倍。
2. 微米水：在田土及沙子中各插奈米水 1 個單位；在黃砂則差 0.2 個單位。
3. 自來水：在所有土壤樣本中，滲透效果皆為最差。

※總結：在相同的土壤條件下，水的分子團大小與滲透效率成正比。特別是在滲透性最差的「田土」中，使用奈米水可以將滲透效果提升至自來水的 3 倍，顯示小分子水在緻密介質中具有更顯著的穿透優勢。

(六) 飼養實驗

本實驗以多齒新米蝦 (*Neocaridina denticulata*) 為實驗對象，比較三種水體在有無打氣條件下的生存表現。將多齒新米蝦分組置於不同容器中飼養一週，分析水質與打氣溶氧設備對其存活率的影響。(各飼養 20 隻)

1. 沒打氣飼養實驗

日期	1/13			1/14			1/15			1/16		
沒打氣	pH 值	存活率	死亡	pH 值	存活率	死亡	pH 值	存活率	死亡	pH 值	存活率	死亡
奈米水	7	95%	1 隻	6.97	70%	5 隻	7.38	5%	4 隻	7.2	0%	20 隻
微米水	7.11	80%	1 隻	6.88	80%	5 隻	7.53	80%	4 隻	7.03	55%	9 隻
自來水	6.65	85%	1 隻	7.07	85%	2 隻	7.5	85%	2 隻	7.18	85%	2 隻

表 5-1 沒打氣飼養狀況

研究分析：對於不打氣的飼養系統，自來水提供了最可靠的生存環境。反觀奈米水雖然在初期存活率高，但在缺乏輔助供氧的條件下，容易引發環境崩潰，不適合長期於靜止水體中使用。

2. 有打氣飼養實驗

日期	1/13			1/14			1/15			1/16		
有打氣	pH 值	存活率	死亡	pH 值	存活率	死亡	pH 值	存活率	死亡	pH 值	存活率	死亡
奈米水	7.52	70%	6 隻	7.5	70%	0 隻	7.92	70%	0 隻	7.63	70%	0 隻
微米水	7.54	70%	6 隻	7.56	70%	0 隻	8.17	45%	3 隻	7.18	40%	2 隻
自來水	7.54	70%	6 隻	7.65	70%	0 隻	8.05	70%	4 隻	7.78	50%	3 隻

表 5-2 有打氣飼養狀況

研究分析：在有打氣環境下，奈米水展現出最強的生物復原力，在實驗後期達到 100% 存活率且零死亡，表現優於微米水 (40%) 與自來水 (50%)，顯示充足供氧是發揮奈米水飼養優勢的關鍵。

3. pH 值檢測分析

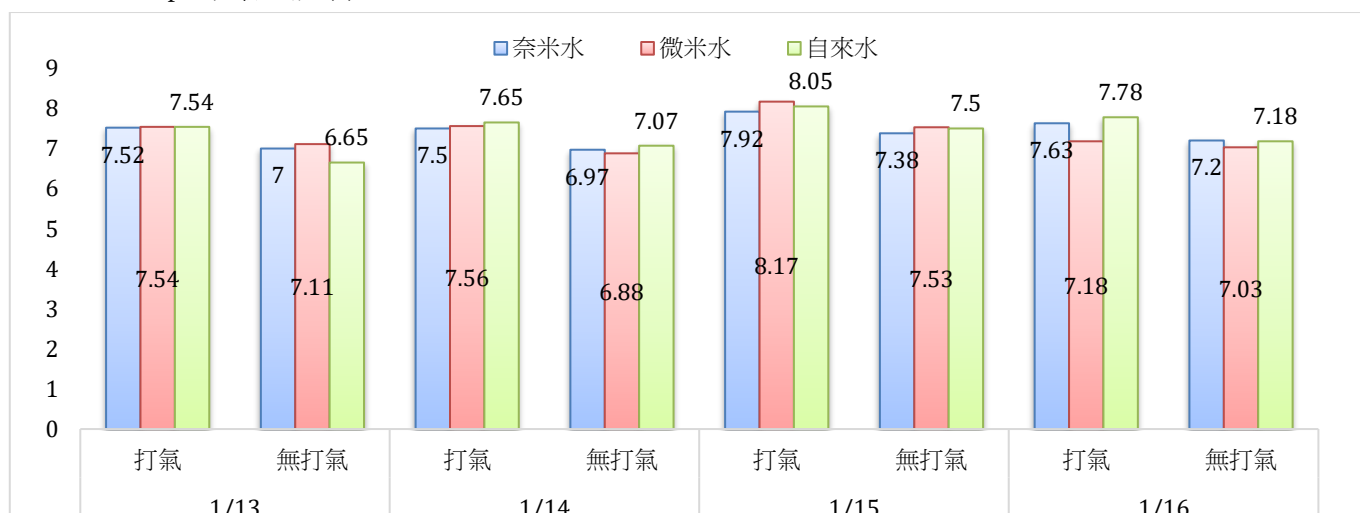


圖 5-38 飼養 pH 酸鹼值組合圖

- (1) 打氣組：pH 值普遍較高。打氣組的 pH 值範圍大約落在 7.18 ~ 8.17 之間 (偏弱鹼性)，推測打氣過程會促進水體中的二氧化碳 (CO₂) 逸散，由於二氧化碳溶於水會形成碳酸，減少二氧化碳會導致酸性降低，進而使 pH 值上升。
- (2) 無打氣組：pH 值較低且接近中性。pH 值範圍大約落在 6.65 ~ 7.53 之間，部分時間點 (如 1/13 自來水) 甚至呈現微酸性 (6.65)。

(七) 溶解實驗

本研究比較自來水、奈米水與微米水對砂糖與鹽的溶解差異。設定水量 200 c.c.、400 c.c.、600 c.c.，各加入 20 克溶質，攪拌 1 分鐘後靜置 1-3 天，觀察澄清度與沉澱狀況，以分析水體結構對溶解速率的影響。

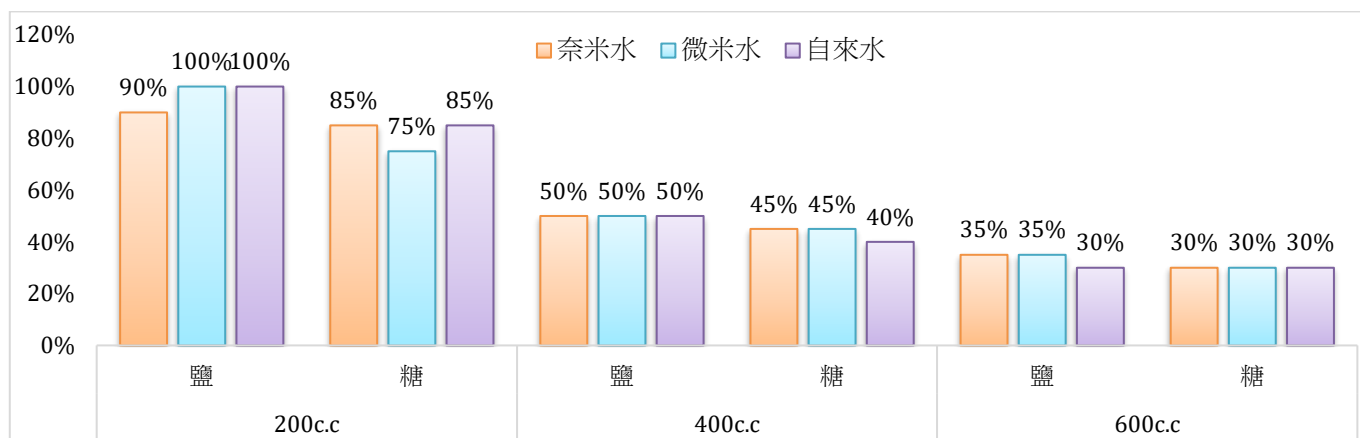


圖 5-39 溶解實驗直條圖

- 200c.c 水量組：在水量較少時，自來水的表現相當穩定且優異；特殊水體（奈米/微米）在此階段並未展現出全面性的優勢，甚至在某些情況下（如奈米水溶鹽、微米水溶糖）表現不如自來水。
- 400c.c 水量組：隨著水量增加，數值整體下降（可能與實驗設計的濃度基準有關）。在此組別中，特殊水體的溶糖能力比自來水高出 5% 的微幅優勢。
- 600c.c 水量組：在大水量條件下，特殊水質的溶鹽能力較自來水高約 5%。

※總結：並沒有哪一種水質在所有情況下都「絕對獲勝」，自來水在 200c.c 組別中表現優於特殊水體。奈米水 / 微米水僅在部分中高水量（400c.c 糖、600c.c 鹽）條件下，展現出領先自來水約 5% 的微小差距。

(八) 菇類培育種植實驗

不同水質（奈米水、微米水、自來水）對四種太空包蕈菇（藍寶石菇、秀珍菇、玫瑰菇、珊瑚菇）生長高度的影響。

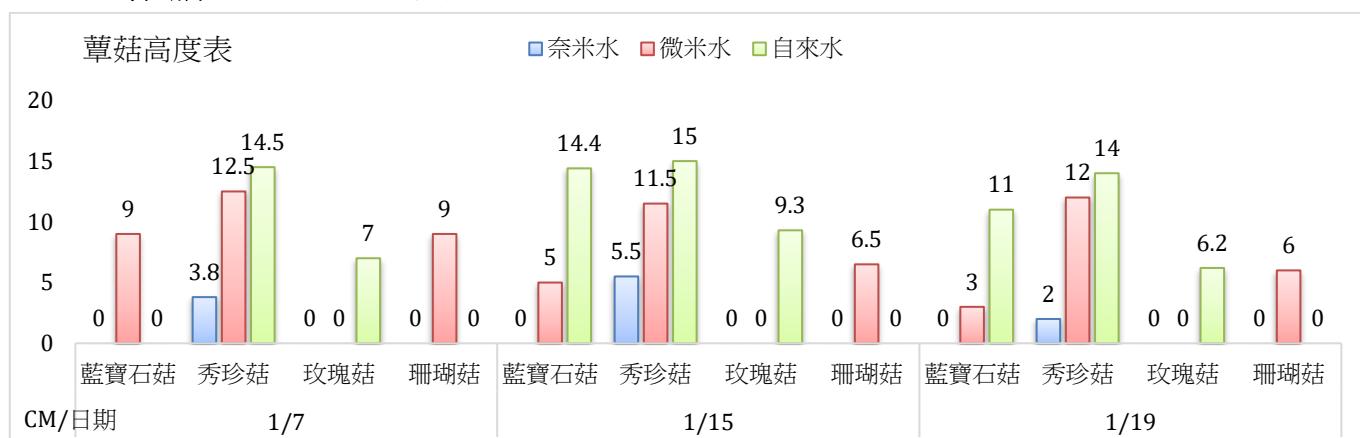


圖 5-40 蕈菇高度生長直條圖

- 自來水（綠色長條）：表現最佳，在大多數的蕈菇品種（藍寶石菇、秀珍菇、玫瑰菇、珊瑚菇）中，使用自來水澆灌的蕈菇生長高度普遍最高。
- 微米水（紅色長條）：具特定優勢，微米水在珊瑚菇的種植上表現出獨占優勢，且在秀珍菇的實驗上也有不錯的表現，但整體高度略遜於自來水。
- 奈米水（藍色長條）：效果最差，奈米水在所有測試的蕈菇中，生長高度皆為最低，甚至在多個品種中完全沒有生長數據（高度為 0cm）。

※總結：建議以自來水作為主力水源。實驗顯示，藍寶石菇、秀珍菇、玫瑰菇與珊瑚菇在自來水下生長最佳，無需使用微米水或奈米水；其中奈米水對蕈菇生長無明顯助益，甚至可能產生抑制效果，故不建議使用。

(九) 其他物理實驗

1. 毛細現象

透過實驗，了解三種水體的水分子間內聚力與液體對固體表面的附著力作用。



圖 5-41 實驗第一天

圖 5-42 自來水一天後

圖 5-43 奈米水一天後

圖 5-44 微米水一天後

※研究分析：透過棉繩觀察三種水體的滲透效率，發現自來水與微米水的移動速度最快，自來水兩瓶水位已順利達到平衡；微米水的兩瓶水位則稍有落差，令人驚訝的是奈米水移動效率反而最慢，兩側水位仍有明顯落差。這項結果顯示，在本次實驗環境下，傳統自來水的物理表現反而最為出色。

2. 水垢實驗

本實驗共進行十天，每次取 800 c.c. 水樣加熱煮沸十五分鐘，並持續觀察與比較三種水體在加熱後所形成水垢的差異情形。



圖 5-45 乾淨的快煮壺

圖 5-46 奈米水煮十天後

圖 5-47 微米水煮十天後

圖 5-48 自來水煮十天後

研究分析：經過十天實驗觀察，三種水在煮沸後皆會產生水垢，但自來水形成的水垢最厚且最堅硬，常呈大片狀並緊密附著於壺底；相較之下，奈米水與微米水產生的水垢較為細碎、鬆散，不易黏附。這顯示若家庭改用奈米水或微米水，加熱設備如熱水瓶或快煮壺較不易累積難以清除的水垢，清潔與維護將更為便利。

(十) 發酵實驗

本研究以不同水體作為操縱變因製作麵團，觀察其發酵歷程與成果，並比較各類水體與酵母作用後的差異，以評估何者能促進最佳的發酵效果。



圖 5-49 奈米水發酵團

圖 5-50 微米水發酵團

圖 5-51 自來水發酵團

圖 5-52 三種水發酵後比較

研究分析：本實驗結果顯示，水分子大小是影響麵團發酵的重要因素。奈米水分子團最小，能迅速滲入麵粉，如同小鑽頭般促進酵母活性，使發酵速度最快，麵團質地柔軟如雲；微米水效果次之；自來水吸水速度最慢。由此可知，水分子越細小，越有助於形成均勻的麵團結構。

陸、討論

一、各廠牌奈米水和微米水內的水分子之探討

品牌	產地	氣泡大小	1ml 的氣泡數量	氣泡多寡佐證資料	氣泡大小佐證資料
Sawawa	JP	0.01mm(10 μ m)	4200 萬顆		
Tornado	JP	0.0000783mm	2180 萬顆		
Cosmo	JP	0.001mm	1 億七千萬顆		
Minible	TW	0.00013 mm (0.13 μ m)	5.43 億顆		
Nano Espuma	JP	0.0000231 mm	超過 2000 萬個		

二、探討水中氣泡大小是否會影響水的使用效果

(一) 國外文獻

1. 奈米水：日本科學家於 1980 年代開始研究，並於 2000 年代初期取得重大突破。
2. 微米水：1980 年代由日本多位發明家共同開發。

(二) 國外應用

1. 奈米水：在半導體製程中，奈米水被用來清洗晶圓表面的微小塵埃，因為氣泡本身帶電，可以吸附並帶走雜質。
2. 微米水：最早應用於廣島的生蠔養殖，透過微米氣泡增加水中溶氧，促進生長速度並降低死亡率。

(三) 台灣市場的可能性

若要在自來水廠或全台管線加裝奈米產生器，需耗資數千億元，這會導致水費大幅調漲，民眾接受度低。

三、討論未來生活用水的選擇與應用

隨著水處理技術進步，奈米水與微米水逐漸成為未來生活用水的重要選項。

- (一) 奈米水：因分子較小，具備較佳的滲透力與溶解能力，可提升清潔效率，並在食品製作、農業灌溉與發酵應用中展現優勢；但其製作成本與設備需求較高，仍需評估普及性。
- (二) 微米水：適合一般家庭清潔、洗滌與日常用水。未來在選擇生活用水時，應依用途、安全性、成本與環保效益綜合考量，讓新型水技術更有效地融入日常生活。

推薦水源	核心優勢	應用目標
奈米水	高滲透、剝離力強	深層除垢、設備維修、硬土灌溉
微米水	物理能量大、物理洗淨力強	洗碗去油、水耕種植、抑菌需求
自來水	穩定、低成本、具天然礦物質	傳統土耕、菇類培養、簡易飼養

柒、結論

一、探討奈米水、微米水與自來水在清潔應用上確實存在差異

(一) 清潔實驗

1. 浸泡實驗

清潔後	番茄醬	辣油	甜辣醬	檸檬醬	酸黃瓜醬	山葵醬	草莓醬	黑糖醬	巧克力醬	墨汁
奈米水			佳		佳			佳	佳	佳
微米水					佳	佳				
自來水	佳	佳		佳	佳		佳			
清潔水體	擅長處理的污漬				擅長處理的污漬（標記為「佳」）總評					
奈米水	甜辣醬、酸黃瓜醬、黑糖醬、巧克力醬、墨汁				綜合表現最強，尤其在深色及黏稠污漬（墨汁、巧克力）上有顯著優勢。					
自來水	番茄醬、辣油、檸檬醬、酸黃瓜醬、草莓醬				針對性強，主要在處理一般食品類醬料（酸、甜、油脂）表現優異。					
微米水	檸檬醬、酸黃瓜醬				效果最侷限，僅對酸性調味醬展現出清潔效果。					

2. 攪拌實驗

清潔後	番茄醬	辣油	甜辣醬	檸檬醬	酸黃瓜醬	山葵醬	草莓醬	黑糖醬	巧克力醬	墨汁
奈米水		佳		佳		佳	佳	佳		
微米水	佳		佳		佳		佳	佳		佳
自來水							佳	佳	佳	
清潔水體	擅長處理的污漬				擅長處理的污漬（標記為「佳」）總評					
微米水	番茄醬、甜辣醬、酸黃瓜醬、黑糖醬、草莓醬、墨汁				表現最為出色，在 10 種污漬中成功清潔了 6 種。它對於油脂類（辣油）和濃稠醬料（巧克力醬）有獨特的優勢。					
奈米水	辣油、檸檬醬、山葵醬、草莓醬、黑糖醬				表現次之，成功清潔了 5 種污漬。其優勢在於酸性醬料（檸檬醬）與水性顏料（墨汁）。					
自來水	草莓醬、黑糖醬、巧克力醬				效果最差，僅能應對糖分較高及附著力較差的簡單醬料（草莓醬、黑糖醬、巧克力醬），對於多數調味醬與墨汁完全無效。					

3. 洗衣機實驗

清潔後	網袋	水槽	過濾網外殼	清潔水體	擅長清理的部分
奈米水	佳		佳	微米水	水槽
微米水		佳		奈米水	網袋、過濾網外殼
自來水	髒			自來水	無

4. 清潔劑實驗（攪拌實驗）

清潔水體	擅長處理的污漬
微米水	番茄醬、甜辣醬、酸黃瓜醬、黑糖醬、草莓醬、墨汁
奈米水	辣油、檸檬醬、山葵醬、草莓醬、黑糖醬
自來水	草莓醬、黑糖醬、巧克力醬

(二) 抑菌實驗

抑菌	3c.c	5c.c	10c.c
奈米水	不好	不好	不好
微米水	佳	次之	佳
自來水	次之	佳	佳
清潔水體	分析		
微米水	微米水是最佳的水體。實驗發現其抑菌效果隨用量顯著提升，在 3c.c 與 10c.c 表現最好。利用氣泡破裂產生的物理能量，使其在水體清潔與抑菌的綜合評比中，效果較其他水體佳。		
奈米水	奈米水在各劑量下的抑菌表現均不理想。雖然其滲透力強，但在該測試環境中，其物理與化學作用並無法有效抑制細菌。在「抑菌」的效能上，明顯低於微米水與自來水。		
自來水	自來水在低劑量（5c.c）時，靠著殘留餘氯有不錯的初步抑菌力。但隨著水量增加，這種化學抑菌優勢就會飽和，並被微米水超越。整體抑菌效能僅算中等，顯示其保護力在大量水體中的效果有限。		

(三) 種植實驗

水種	土耕(有肥)	土耕(無肥)	水耕(有肥)	水耕(無肥)
奈米水	次之	佳	佳	佳
微米水	不好	同上	次之	佳
自來水	佳	次之	不好	佳
種植水體	分析			
奈米水	透過本研究可以發現，奈米水的高滲透力能有效突破阻力，將水分與氧氣輸送至根部。在土耕及水耕中，皆能提升吸收效率，是表現最優異的水體。			
微米水	微米水能提供短時間的高含氧量，這讓它在水耕的表現亮眼。但在土壤縫隙的穿透力，或是沒有肥料的環境下，它的帶動能力遜色於奈米水。			
自來水	自來水屬於最基本的水體，雖然能應付一般土耕需求，但因為含殘留的氯且溶氧量較低，它的表現明顯比不上微米水和奈米水。			

二、探討實驗過程中整體表現最好的水體

水體	育苗	種植	抑菌	抗氧化	清潔	攪動	洗衣機	清潔劑	滲透	飼養	溶解	太空包	毛細現象	快煮爐	發酵
奈米水	次之	次之	次之	不好	佳	次之	佳	佳	佳	佳	佳	不好	不好	佳	佳
微米水	不好	佳	不好	次之	不好	佳	次之	同上	次之	不好	同上	次之	次之	同上	次之
自來水	佳	不好	佳	佳	佳	不好	不好	不好	不好	次之	不好	佳	佳	不好	不好

水體	分析
奈米水	在大大小小總共 15 個實驗中，奈米水獲得了 8 個佳、4 個次之、3 個不好。具備最強的穿透與生化優勢，在洗衣、種植與飼養的領域表現全面領先。
微米水	微米水獲得了 5 個佳、4 個次之、4 個不好。屬於物理性輔助水體，在攪動與一般種植上表現良好，但因氣泡停留時間短，在抑菌與精密清潔上效果次之。
自來水	自來水獲得了 6 個佳、1 個次之、8 個不好。為傳統基礎水體，雖具備餘氯抑菌的穩定性，但在物理動能與滲透效率上已無法滿足現代高效率設備的需求。

總結：若追求長效農業增產與深度工業清洗，奈米水是首選方案，它結合了高穩定性、強滲透力與生物活性。微米水則適合需要即時物理攪動的短期場域。自來水在一般民生育苗與清潔中雖「佳」，但在現代化自動設備（如快煮爐、洗衣機）中，其分子特性限制了效能發揮。

三、水體的分子大小可能會影響其在生活中的應用效果

水種	分析
奈米水 (小氣泡)	是高科技的水體，應用於「深層滲透與剝離」，適用於精密清洗、硬土改善及專業養殖。
微米水 (中氣泡)	這三種水體都各司其職，雖然微米水的氣泡沒有奈米水一般微小，但是非常適合應用於「物理去油與促長」，可以用於廚房洗滌、水耕栽培及抑菌需求。
自來水 (普通氣泡)	我們發現自來水也有優點。例如應用於一般土耕、蕈菇培養及基礎民生用水。

捌、參考文獻資料

- 一、Sawawa 洗濯用 <https://www.makuake.com/project/sawawa02>
- 二、Moleaer <https://www.moleaer.com/nanobubbles>
- 三、超級奈米氣泡產生器 <https://www.zeczec.com/projects/tornada>
- 四、Nano-Espuma <https://nano-espuma.jp/>
- 五、微米泡起波器 <https://www.zeczec.com/projects/minible-x>
- 六、Moleaer 參考影片 <https://youtube.com/@moleaer?si=9dpUD41Tw6x4OHLE>
- 七、潔淨奈米微米生成器 <https://www.zeczec.com/projects/cosmo01>
- 八、創新水科技研發服務網 https://www.itriwater.org.tw/Forum/article_more?id=46
- 九、FBIA 日本網站 <https://fbia.or.jp/fine-bubble/>
- 十、奈米泡泡簡介 <https://youtu.be/EX4sYxQ-cYc?si=r42DJTkSY1RWTZ35>