

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組生活與應用科學科

040803

國立臺中第二高級中學

指導老師姓名

林怡吟

李莉甄

作者姓名

吳昀軒

王伊凡

黃韻珊

黃郁雯

# 第四十四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：高中組

作品名稱：現代龐德~水黴菌

關 鍵 詞：重金屬、致死濃度、硝酸鋅



編 號：

# 現代龐德~水黴菌

## 壹、摘要：

台灣重金屬污染日漸嚴重，因此我們想找出簡便、快速、價格低廉的檢測方法。許多研究報告指出水黴菌對重金屬十分敏感，因此我們利用水黴菌這項特質來檢測水中或土中的重金屬濃度是否過高。首先我們測量水黴菌對不同重金屬的敏感程度，發現水黴菌對鋅離子較敏感，再來我們對鋅離子做更進一步的研究，我們發現微量的鋅離子反而是有助於生長的，但是超過 1ppm 便對水黴菌的生長有害，超過 150ppm 時水黴菌則完全無法生長。對於其他重金屬，我們發現當銅的濃度超過 450ppm，鉛超過 600ppm 皆會使水黴菌完全無法生長。我們只要將疑似受重金屬污染的水或土壤以煮沸或用火燒的方式，進行初步滅菌，並將其放入培養基中，進行水黴菌的平板培養，便能檢測其重金屬是否過量。相較於現行的檢測方式，這種方式明顯較省時、省錢，加上菌種取得容易，判別方式又簡單，且較普遍化，如此一來我們就可以有效的避免銅木瓜等的情形發生了。更進一步，我們亦希望找出能大量吸收重金屬的植物，解決台灣日漸嚴重的重金屬污染問題。

## 貳、研究動機：

台灣的重金屬污染非常普遍，但目前所使用的檢驗方式多較為費時，費工且花費金額較高，而造成農民不願意花很多的錢來檢測自己的土地是否含有過量的重金屬，政府就更不可能全面性的檢測，農地是否含有過量的重金屬，因此我們想找出簡便、快速、價格低廉的檢測方法。有研究報告指出，水黴菌對水中重金屬十分敏感(邢來君、李明春，1999)，因此我們想利用水黴菌對重金屬較敏感的特質，檢測重金屬污染的程度，以決定是否有做更進一步精密儀器檢測的必要性。資料顯示銅、鋅、鉛、汞、鎘等許多種離子，不但污染水源，更進而產生許多疾病(黃長司、黃芳裕，2004)。為避免這些疾病的產生，因此，在眾多污染源的離子種類中，我們選擇了常見且對人體健康有危害的銅、鋅、鉛離子作為此次實驗的主角。

## 參、研究目的：

- 一、探討陰離子對水黴菌菌落的大小、菌絲生長情形之影響，以釐清本實驗所使用的各種陰離子，是否亦對水黴菌生長造成影響，致使實驗變因增加，混淆實驗結果的判斷。
- 二、分別探討重金屬銅、鋅、鉛對水黴菌菌落的大小、菌絲的生長情形之影響。
- 三、探討如何利用水黴菌檢測重金屬。
- 四、利用水黴菌實際檢測土壤及飲用水源，是否有重金屬過量之情形。

## 肆、研究材料及設備：

- 一、藥品：硫酸銅、氯化銅、硝酸銅、硫酸鋅、硝酸鋅、硝酸鉛、氫氧化鈉、乙醇、寒天末（洋菜粉）、烏麻種子（Cannabis 俗稱火麻）
- 二、器材與設備：滅菌培養皿、高溫高壓滅菌釜、三角錐形瓶、燒杯、量筒、微量吸管、定量吸管、

研鉢及杵、電子秤、秤藥紙、鋁箔紙、移植針、移植環（接種環）、複式顯微鏡、酸鹼指示計（pH計）、載玻片、蓋玻片、鑷子、滴管、酒精燈、紗布、棉線、定量瓶

（圖一）滅菌培養皿      （圖二）高溫高壓滅菌釜      （圖三）重金屬溶液

（圖四）電子秤及藥品      （圖五）複式顯微鏡      （圖六）酸鹼指示計

## 伍、實驗過程及方法：

### 一、培養水黴菌：

- （一）釣菌：用 100 毫升燒杯裝 50 毫升的池水，將七、八顆烏麻種子放入。
- （二）配置 CA 培養基：160 毫升的蒸餾水，加入 2.4 克的寒天末及 1.6 克的烏麻，以攝氏 121 度、15 分鐘的條件進行滅菌，製作成 CA(Cannabis Agar)培養基，以下簡稱 CA，將水黴菌移至 CA 上培養。
- （三）培養純種水黴菌：以步驟一培養出來的水黴菌，以接種環移一小部分 CA，至 10 皿的 CA 中，進行純種培養。三天後，以顯微鏡和肉眼觀察培養基上的水黴菌菌落顏色與菌絲顏色、型態，淘汰不正常或被污染的培養基，選取一皿菌絲型態、顏色較為正常的作為接種的材料。

### 二、水黴菌的移植及生長情形之觀測：

- （一）移植：使用接種環在上述步驟已進行水黴菌純種培養的培養基上，取下與接種環面積大小相同的菌落區域，將此塊移入各濃度的培養基中央培養。
- （二）測量方式：以含有水黴菌的洋菜膠為中心向外測量其生長半徑，測量簡圖如圖七。



（圖七）測量生長半徑簡圖

- （三）每隔 24 小時測量及紀錄水黴菌生長情形。

### 三、配置不同濃度重金屬溶液的培養基：

- （一）配有 0.01ppm、0.1ppm、0.5ppm、1ppm、5ppm、10ppm、15ppm、20ppm、25ppm、50ppm、100ppm、150ppm、200ppm、500ppm、1000ppm 的硫酸鋅，1ppm、10ppm、100ppm 的硝酸鋅，1ppm、10ppm、100ppm、450ppm、500ppm、1000ppm 的硫酸銅，1ppm、10ppm、100ppm、氯化銅、硝酸銅，1ppm、10ppm、100ppm、400ppm、500ppm、550ppm、600ppm、1000ppm 硝酸鉛溶液。
- （二）以酸鹼指示計檢驗其是否呈中性，確定每種濃度的重金屬水溶液皆呈中性。
- （三）配置 CA。
- （四）將各錐形瓶及所有重金屬水溶液置於高溫高壓滅菌釜中，以攝氏 121 度，15 分鐘的條件

滅菌。

(五) 將滅菌完後的 CA 培養基溶液以無菌操作方式倒入無菌培養皿中，每種濃度各 20~30 皿。

(六) 取各濃度的重金屬水溶液 3 毫升倒入已凝固的 CA 上。

(七) 靜置於室溫下使之降溫。

#### 四、如何利用水黴菌檢測重金屬

(一) 將懷疑含有過量重金屬之水或土壤以煮沸或燃燒的方式，進行初步滅菌。

(二) 將已進行初步滅菌的水或土壤，移入 CA 中。

(三) 每隔 24 小時觀測及紀錄其生長情形。

(四) 將檢測後發現可能含有過量重金屬之土壤或水，送往農委會做更進一步之精密檢測。

#### 陸、實驗結果：

##### 一、陰離子是否對水黴菌造成影響：

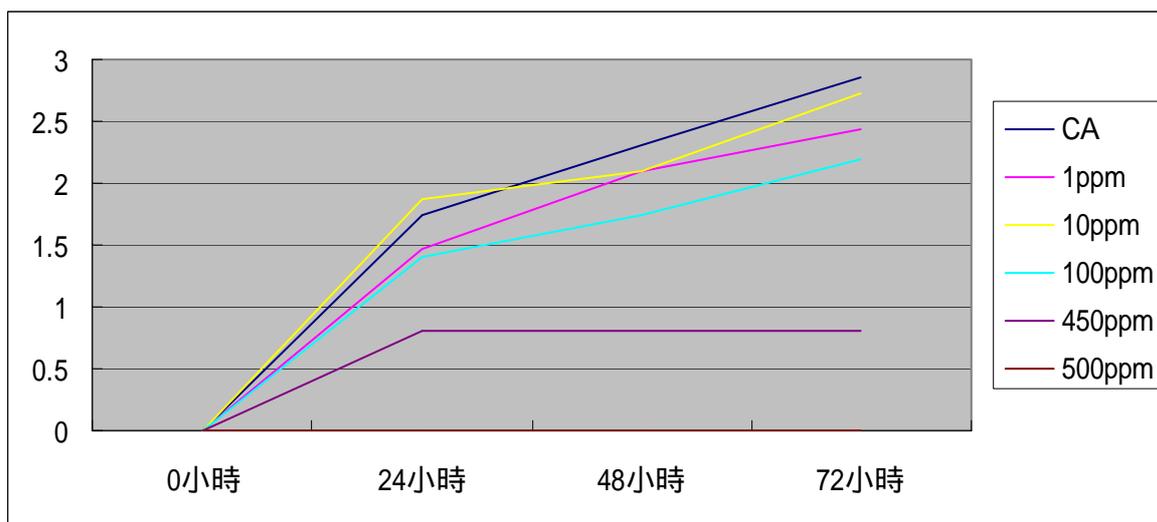
(室溫：攝氏 25 度±3 度；測量單位：公分，取生長半徑平均值)

	CA 0ppm	硫酸銅 1ppm	硝酸銅 1ppm	硫酸銅 10ppm	硝酸銅 10ppm	氯化銅 10ppm	硝酸銅 100ppm	硫酸銅 100ppm	氯化銅 100ppm
0 小時	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24 小時	1.75	1.47	1.67	1.87	1.53	1.63	1.60	1.40	1.60
48 小時	2.31	2.10	1.90	2.10	2.00	2.13	1.87	1.75	2.00
72 小時	2.85	2.43	2.60	2.73	2.53	2.64	2.40	2.20	2.20

##### 二、重金屬銅對水黴菌菌落的大小、菌絲的生長情形之影響：

硫酸銅：(室溫：攝氏 25 度±3 度；測量單位：公分，取生長半徑平均值)

	CA 0ppm	1ppm	10ppm	100ppm	450ppm	500ppm
0 小時	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24 小時	1.75	1.47	1.87	1.40	0.81	0.00
48 小時	2.31	2.10	2.10	1.75	0.81	0.00
72 小時	2.85	2.43	2.73	2.20	0.81	0.00



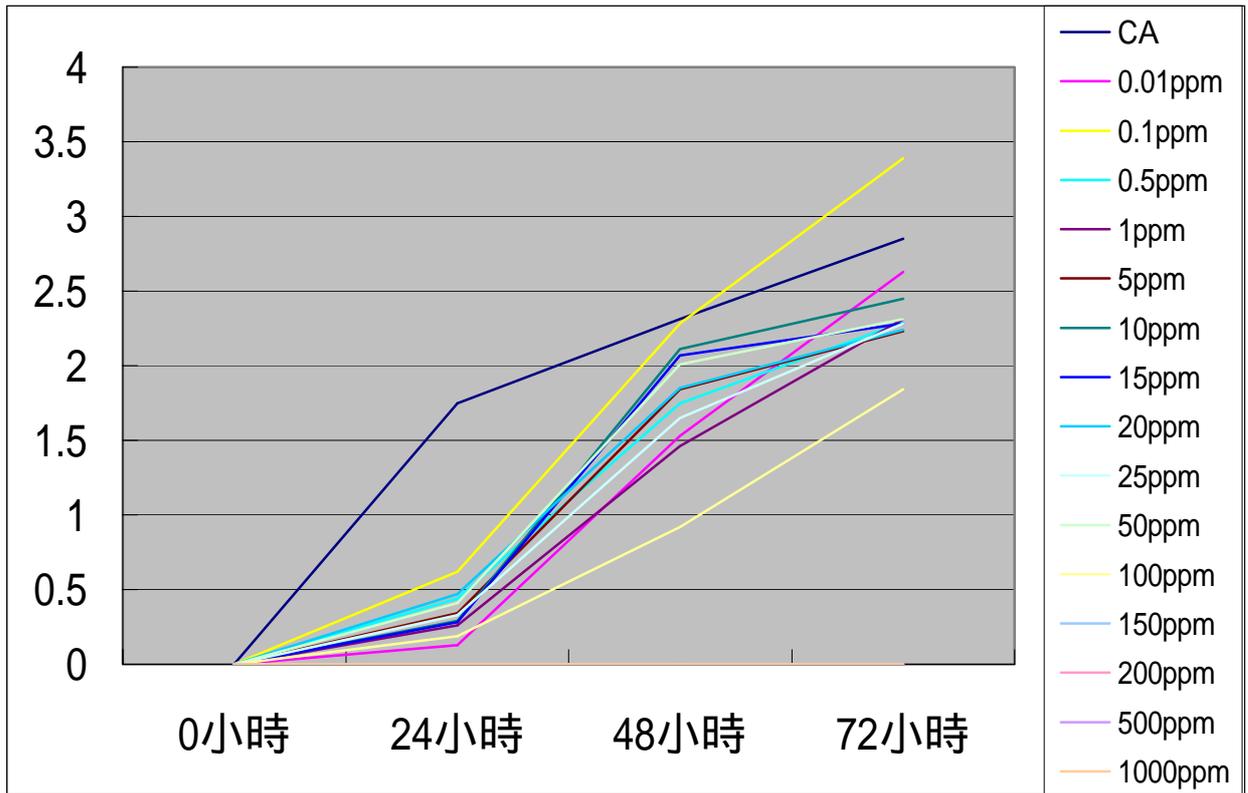
### 三、重金屬鋅對水黴菌菌落的大小、菌絲的生長情形之影響：

(註：因在實驗過程中發現水黴菌對於鋅離子特別敏感，因此本實驗設計的濃度較其他離子細緻。)

硫酸鋅：(室溫：攝氏 25 度±3 度；測量單位：公分，取生長半徑平均值)

	CA 0ppm	0.01ppm	0.1ppm	0.5ppm	1ppm	5ppm	10ppm	15ppm
0 小時	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24 小時	1.75	0.13	0.62	0.44	0.26	0.34	0.29	0.28
48 小時	2.31	1.53	2.28	1.75	1.46	1.84	2.11	2.07
72 小時	2.85	2.63	3.39	2.29	2.31	2.23	2.45	2.28

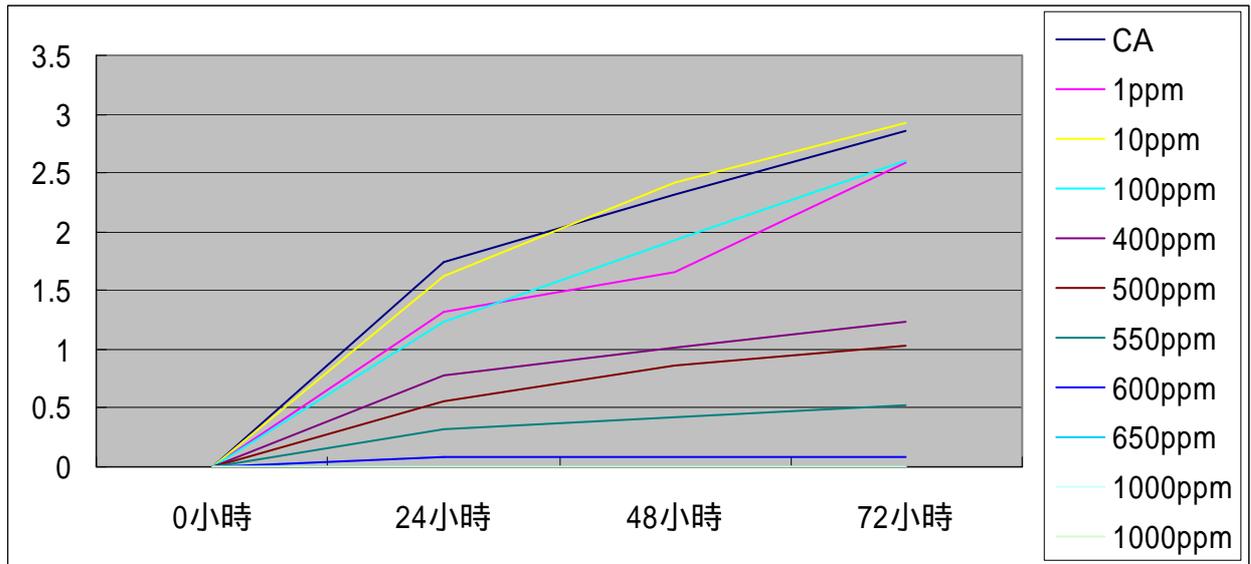
	20ppm	25ppm	50ppm	100ppm	150ppm	200ppm	500ppm	1000ppm
0 小時	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24 小時	0.47	0.33	0.41	0.19	0.04	0.00	0.00	0.00
48 小時	1.85	1.65	2.01	0.92	0.04	0.00	0.00	0.00
72 小時	2.24	2.28	2.31	1.84	0.04	0.00	0.00	0.00



四、重金屬鉛對水黴菌菌落的大小、菌絲的生長情形之影響：

硝酸鉛：(室溫：攝氏 25 度±3 度；測量單位：公分，取生長半徑平均值)

	CA 0ppm	1ppm	10ppm	100ppm	400ppm	500ppm	550ppm	600ppm	650ppm	1000ppm
0 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 小時	1.75	1.32	1.63	1.24	0.77	0.55	0.32	0.09	0	0
48 小時	2.31	1.65	2.42	1.92	1.01	0.87	0.42	0.09	0	0
72 小時	2.85	2.58	2.92	2.60	1.23	1.03	0.53	0.09	0	0



五、疑似含有過量重金屬之土地或水之檢測：

(室溫：攝氏 25 度±3 度；測量單位：公分，取生長半徑平均值)

	取樣一		取樣二		取樣三		取樣四		取樣五	
	水	土	水	土	水	土	水	土	水	土
0 小時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 小時	1.68	1.72	1.63	1.71	0.21	0.18	1.69	1.69	1.72	1.66
48 小時	2.54	2.71	2.35	2.63	0.21	0.18	2.61	2.59	2.64	2.43
72 小時	3.38	3.51	3.23	3.42	0.21	0.18	3.43	3.19	3.52	3.22

註：

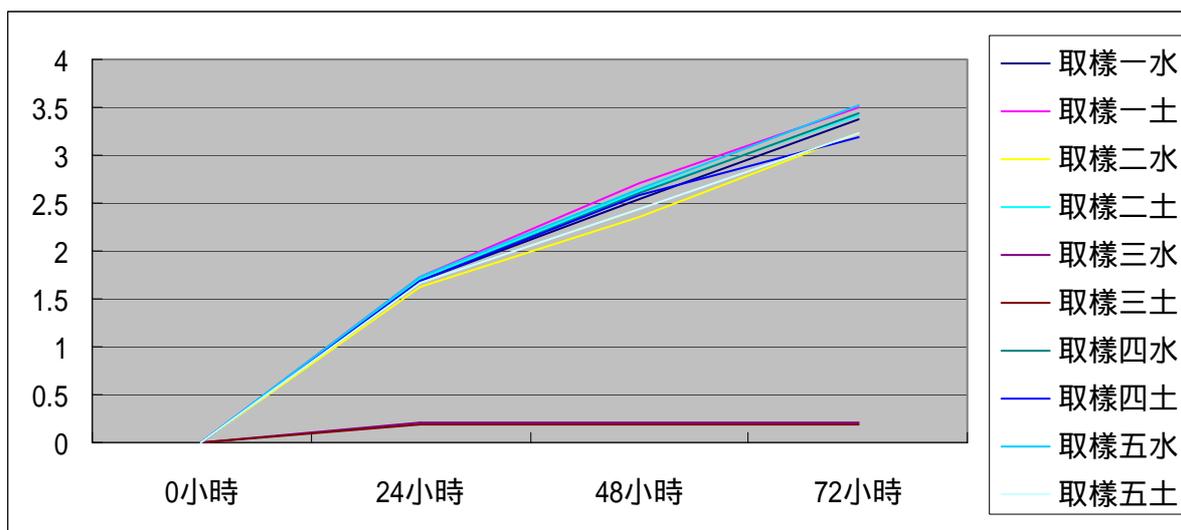
取樣一：台中縣大里市中興路一段

取樣二：台中縣潭子加工區

取樣三：台中市工業區

取樣四：台中縣潭子鄉興華路

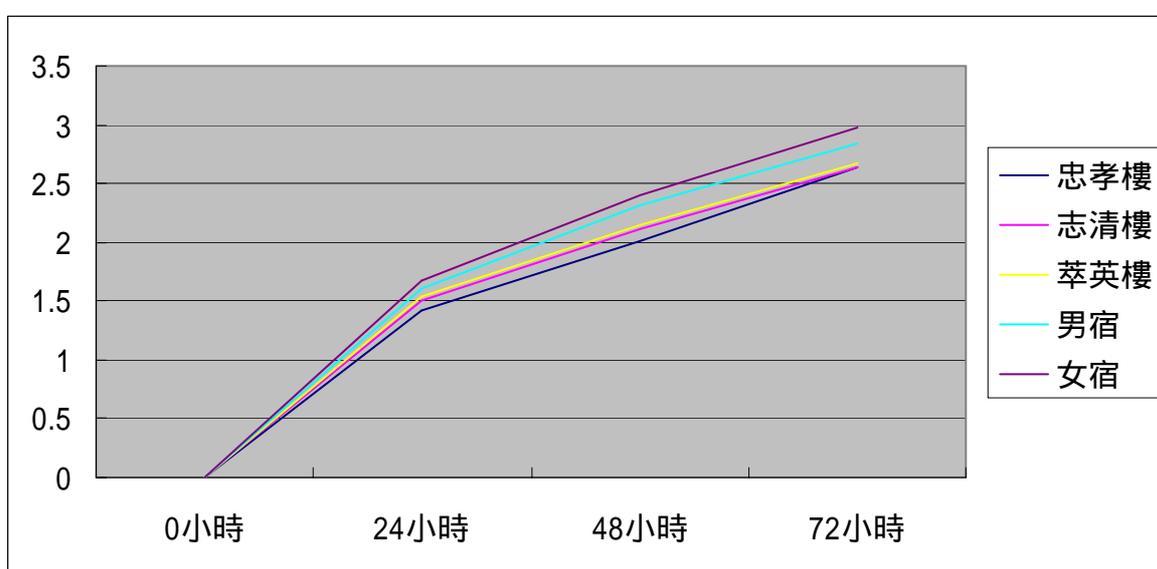
取樣五：台中縣大雅鄉中清路



## 六、本校飲水之檢測：

(室溫：攝氏 25 度±3 度；測量單位：公分，取生長半徑平均值)

	忠孝樓	志清樓	萃英樓	男宿	女宿
0 小時	0	0	0	0	0
24 小時	1.42	1.51	1.54	1.61	1.68
48 小時	2.02	2.11	2.14	2.32	2.40
72 小時	2.64	2.64	2.67	2.84	2.97



## 柒、討論：

### 一、陰離子是否對水黴菌生長造成影響：

對於不同的陰離子是否影響水黴菌生長，我們採用銅的各種化合物來做實驗，因為銅同時擁有

硝酸根離子、氯離子、硫酸根離子等化合物，且銅的離子化合物多可溶於水，因此我們使用硝酸銅、氯化銅、硫酸銅，來做本實驗，由實驗結果得知，實驗中所使用硝酸根離子、氯離子、硫酸根離子，對水黴菌生長影響不大，因為它們彼此之間生長情形的平均值，每 24 小時不超過 0.3 公分，屬於極小的差距，基於上述原因，故此實驗中使用之陰離子對水黴菌生長的影響可以忽略。

## 二、分別探討重金屬銅、鋅、鉛、汞對水黴菌菌落的大小、菌絲的生長情形之影響：

### (一) 探討不同濃度的重金屬菌絲的疏密度之影響：

將各濃度硫酸銅、硫酸鋅、硝酸鉛培養基生長的菌絲，製成玻片標本，置於顯微鏡下方觀察時，發現菌絲型態大致相同，因此我們推測銅離子、鋅離子、鉛離子對於菌絲型態較無影響，但對菌絲生長多寡較有影響，銅離子 0ppm 的菌絲長的最多且最密，鋅離子 0.1ppm 長的最多且最密，鉛離子在菌絲的疏密度上我們並不能很明確的判定，我們推測鉛離子對菌絲疏密度亦較無影響。

### (二) 探討不同重金屬對水黴菌菌落的大小之影響：

1. 在不同濃度的硫酸銅CA培養基所培養出的水黴菌發現，濃度較高的硫酸銅CA培養基所培養出的水黴菌，生長的速度較慢、也較疏，菌落亦較不明顯，因此我們推測高濃度的硫酸銅（450ppm以上）能抑制水黴菌之生長速度。
2. 在硫酸鋅的部分，結果顯示150ppm的鋅所生長出的水黴菌，幾乎都不成長，因此，我們推測硫酸鋅致死濃度為150ppm，相較於其他溶液對水黴菌的影響，水黴菌明顯對鋅離子較敏感。
3. 在不同濃度的硝酸鉛 CA 培養基所培養出的水黴菌發現，濃度達 600ppm 的硝酸鉛培養基，其所生長的速度較慢，也較稀疏，菌落亦較不明顯，因此我們推測 600ppm 的硝酸鉛能抑制水黴菌之生長速度。

## 三、利用水黴菌檢測重金屬的建議方式：

- (一) 將疑似受重金屬污染的水或土壤以煮沸或用火燒的方式，進行初步滅菌，並將其放入培養基中，進行水黴菌的平版培養，由水黴菌的生長情形，便能檢測其重金屬是否過量。
- (二) 我們採用初步滅菌而不採用高溫高壓滅菌的原因是，增加其普遍性，因實驗結果發現，初步滅菌後，生長雜菌之比例不超過 2%，因此我們認為進行初步滅菌就能殺死大部分土壤及水中之微生物，故建議採用初步滅菌即可。

## 四、利用水黴菌實際檢測土壤及飲用水源，是否有重金屬過量之情形：

實驗結果顯示，本次實驗的採樣 3，我們推測它含有過量的重金屬，礙於校方經費有限，故無法送至農委會做更進一步之高精密儀器檢測。

## 捌、結論：

### 一、陰離子是否對水黴菌生長造成影響：

本次實驗中所使用硝酸根離子、氯離子、硫酸根離子對水黴菌幾乎不造成影響，故不影響本實驗結果。

### 二、重金屬陽離子是否對水黴菌造成影響：

- (一) 當 CA 中加入的重金屬銅超過 450ppm 時，水黴菌幾乎完全無法生長，過量的銅離子會造

成水黴菌死亡。

(二) 鋅離子會影響水黴菌之生長速率，當 CA 中加入的重金屬鋅超過 150ppm 時，也會造成水黴菌死亡，在此實驗中，水黴菌對鋅離子最為敏感。

(三) 當 CA 中加入的重金屬鉛離子超過 600ppm 時，使水黴菌無法生長，而微量的鉛離子並不會提供水黴菌養分，故鉛離子不影響水黴菌之生長情形。

三、當銅離子達 450ppm、達鋅離子 150ppm、達鉛離子 600ppm，則此時水黴菌完全無法生長，經查閱資料後顯示，此時污染程度為第四級，為確保身體之健康，宜將此地之水或土壤送至農委會做更進一步之精密檢測，並加以處理，再行使用。

本實驗僅可以提供初步檢測，不能取代原子吸收光譜法，但可省去許多使用高精密儀器之時間及金錢。

#### 玖、參考資料：

邢來君、李明春，普通真菌學，高等教育出版社，292~294頁(1999)

黃長司、黃芳裕，高中基礎化學，康熙網路股份有限公司，16~18頁，2004

喻璋、任國蘭，菌物學基礎，氣象出版社，6~12頁、35~39頁，1999

土壤與地下水污染整治法

<http://140.112.208.72/Internet%20V2/data/law>

水黴病

<http://bbs.ee.ntu.edu.tw/boards/Aquarium/4/1/2/2.html>

水產養殖

<http://edu.ocac.gov.tw/class/course/watby6.htm>

台灣省土壤污染防治-常見污染土壤重金屬

<http://www.twdep.gov.tw/www/d50/d52/soil4>

陳昌明、陳虹如、胡博淳，爭議性的大麻極富醫學價值，

<http://www.forshang.org/013Marijuana/c.htm>

陳劍鋒，特種水產動物疾病

<http://www.scas.edu.cn/dongwupian/sc/fish-chang.htm>

觀賞魚的真菌性疾病

<http://www.999.com.cn/Public/living/pet/vet/200012/5893120001219.htm>

農委會漁業推廣第173期(90.02)

<http://www.fa.gov.tw/tfb5/173/fe173kc.htm>

中時晚報91/5/10

農地遭重金屬污染檢測未出爐稻作已收割高縣10噸稻米追查流

向本報提及高雄縣被檢測出含重金屬污染的1 8公噸的農地上，超過10公噸的稻米已經全數流入市面。高雄縣環保局提報中央，要求環保署派員元檢測重金屬，環保署四月九日對這塊農地土壤進行採樣，五月六日檢驗出爐，在檢驗未出爐前，這批稻米在五月一日就已經收割並出售，正在追查流向。

附件一

硫酸銅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	硫酸銅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
0ppm	1	0	1.7	2.2	2.7	100ppm	1	0	1.4	1.6	2
0ppm	2	0	1.8	2.4	3	100ppm	2	0	1.5	1.8	2.1
0ppm	3	0	1.7	2.3	2.8	100ppm	3	0	1.3	1.6	2
0ppm	4	0	1.9	2.4	2.9	100ppm	4	0	1.3	1.7	2.2
0ppm	5	0	1.6	2.2	2.7	100ppm	5	0	1.2	1.5	2.1
0ppm	6	0	1.7	2.3	2.8	100ppm	6	0	1.7	2	2.5
0ppm	7	0	2	2.5	3.1	100ppm	7	0	1.3	1.7	2.3
0ppm	8	0	1.7	2.3	2.7	100ppm	8	0	1.5	1.9	2.4
0ppm	9	0	1.6	2.3	2.8	100ppm	9	0	1.4	1.9	2.3
0ppm	10	0	1.8	2.2	2.7	100ppm	10	0	1.4	1.8	2.4
0ppm	平均	0	1.75	2.31	2.82	100ppm	平均	0	1.4	1.75	2.23
1ppm	1	0	1.2	1.8	2.3	450ppm	1	0	0.8	0.8	0.8
1ppm	2	0	1.3	2.1	2.6	450ppm	2	0	0.9	0.9	0.9
1ppm	3	0	1.7	2.2	2.1	450ppm	3	0	0.7	0.7	0.7
1ppm	4	0	1.5	2.3	2.6	450ppm	4	0	0.6	0.6	0.6
1ppm	5	0	1.5	1.9	2.5	450ppm	5	0	0.7	0.7	0.7
1ppm	6	0	1.4	1.8	2.4	450ppm	6	0	0.8	0.8	0.8
1ppm	7	0	1.3	1.9	2.5	450ppm	7	0	0.9	0.9	0.9
1ppm	8	0	1.5	2.5	2.5	450ppm	8	0	0.9	0.9	0.9
1ppm	9	0	1.6	1.9	2	450ppm	9	0	0.7	0.7	0.7
1ppm	10	0	1.6	2.6	2.7	450ppm	10	0	0.9	0.9	0.9
1ppm	平均	0	1.46	2.1	2.42	450ppm	平均	0	0.79	0.79	0.79
10ppm	1	0	1.9	2.2	2.8	500ppm	1	0	0	0	0
10ppm	2	0	1.8	2	2.5	500ppm	2	0	0	0	0
10ppm	3	0	1.7	1.9	2.4	500ppm	3	0	0	0	0
10ppm	4	0	1.8	2.3	2.8	500ppm	4	0	0	0	0
10ppm	5	0	1.5	1.9	2.6	500ppm	5	0	0	0	0
10ppm	6	0	2.2	2	2.8	500ppm	6	0	0	0	0
10ppm	7	0	1.9	2.2	3	500ppm	7	0	0	0	0
10ppm	8	0	1.8	2.1	2.5	500ppm	8	0	0	0	0
10ppm	9	0	2.3	2.4	3.3	500ppm	9	0	0	0	0
10ppm	10	0	1.7	1.9	2.7	500ppm	10	0	0	0	0
10ppm	平均	0	1.86	2.09	2.74	500ppm	平均	0	0	0	0

硝酸銅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	氯化銅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
1ppm	1	0	1.6	1.8	2.3	10ppm	1	0	1.6	2	2.5
1ppm	2	0	1.7	2.1	2.5	10ppm	2	0	1.7	2.2	2.6
1ppm	3	0	1.8	2.1	2.6	10ppm	3	0	2	2.5	2.8
1ppm	4	0	1.9	2.2	2.7	10ppm	4	0	1.9	2.4	2.8
1ppm	5	0	1.6	1.6	1.6	10ppm	5	0	1.5	1.9	2.4
1ppm	6	0	2	2.3	2.7	10ppm	6	0	1.7	2.1	2.5
1ppm	7	0	1.5	1.8	2.3	10ppm	7	0	1.6	2	2.4
1ppm	8	0	1.5	1.9	2.3	10ppm	8	0	1.4	1.9	2.3
1ppm	9	0	1.6	1.9	2.4	10ppm	9	0	1.6	2.1	2.5
1ppm	10	0	1.6	1.9	2.5	10ppm	10	0	1.3	1.9	2.4
1ppm	平均	0	1.68	1.96	2.39	10ppm	平均	0	1.63	2.1	2.52
10ppm	1	0	1.5	1.9	2.4	100ppm	1	0	1.5	2	2.2
10ppm	2	0	1.7	2	2.4	100ppm	2	0	1.8	2.3	2.4
10ppm	3	0	1.6	2.1	2.5	100ppm	3	0	1.7	2.1	2.2
10ppm	4	0	1.5	2	2.3	100ppm	4	0	1.8	2.2	2.4
10ppm	5	0	1.4	1.9	2.3	100ppm	5	0	1.8	2.3	2.4
10ppm	6	0	1.6	2.2	2.7	100ppm	6	0	1.4	2.0	2.1
10ppm	7	0	1.2	1.7	2.2	100ppm	7	0	1.3	1.8	2
10ppm	8	0	1.5	1.8	2.3	100ppm	8	0	1.5	2	2.1
10ppm	9	0	1.6	1.9	2.4	100ppm	9	0	1.4	1.9	2.1
10ppm	10	0	1.6	2	2.5	100ppm	10	0	1.4	2	2.1
10ppm	平均	0	1.52	1.95	2.4	100ppm	平均	0	1.56	2.06	2.2
100ppm	1	0	1.7	1.8	2.3	硫酸鋅	1	0.0	0.1	1.4	2.3
100ppm	2	0	1.5	1.7	2.2	0.01ppm	2	0.0	0.1	0.1	2.7
100ppm	3	0	1.8	2	2.5	0.01ppm	3	0.0	0.2	1.7	2.3
100ppm	4	0	1.9	2.4	2.9	0.01ppm	4	0.0	0.1	1.5	3.1
100ppm	5	0	1.4	1.6	1.9	0.01ppm	5	0.0	0.1	1.3	3.1
100ppm	6	0	1.5	1.7	2.1	0.01ppm	6	0.0	0	2.0	3.1
100ppm	7	0	1.7	2	2.6	0.01ppm	7	0.0	0.2	1.6	2.6
100ppm	8	0	1.6	1.9	2.5	0.01ppm	8	0.0	0.2	2.1	2.5
100ppm	9	0	1.6	1.8	2.2	0.01ppm	9	0.0	0.1	2.0	2.4
100ppm	10	0	1.5	1.8	2.4	0.01ppm	10	0.0	0	1.7	3.1
100ppm	平均	0	1.62	1.87	2.36	0.01ppm	平均	0.0	0.11	1.54	2.7

硫酸鋅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	硫酸鋅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
0.1ppm	1	0.0	0.6	2.1	3.6	5ppm	1	0.0	0.2	1.8	3.2
0.1ppm	2	0.0	0.6	2.3	3.6	5ppm	2	0.0	0.2	1.9	3.3
0.1ppm	3	0.0	0.6	2.4	3.7	5ppm	3	0.0	0.3	1.7	3.5
0.1ppm	4	0.0	0.4	2.3	3.8	5ppm	4	0.0	0.2	2.1	3.4
0.1ppm	5	0.0	0.4	2.3	3.8	5ppm	5	0.0	0.6	1.9	3.2
0.1ppm	6	0.0	0.4	2.1	3.9	5ppm	6	0.0	0.5	2.1	3.2
0.1ppm	7	0.0	0.4	2.4	3.6	5ppm	7	0.0	0.6	1.8	3.0
0.1ppm	8	0.0	0.6	2.2	3.8	5ppm	8	0.0	0.3	1.8	3.1
0.1ppm	9	0.0	1	2.3	3.8	5ppm	9	0.0	0.4	1.7	2.9
0.1ppm	10	0.0	0.8	2.1	4	5ppm	10	0.0	0.2	2.0	3.3
0.3ppm	平均	0.0	0.58	2.25	3.76	5ppm	平均	0.0	0.35	1.88	3.21
0.5ppm	1	0.0	0.5	1.7	3.1	10ppm	1	0.0	0.3	2.3	3.5
0.5ppm	2	0.0	0.6	1.9	3.5	10ppm	2	0.0	0.3	2.3	3.6
0.5ppm	3	0.0	0.3	1.3	3.2	10ppm	3	0.0	0.4	1.8	3.5
0.5ppm	4	0.0	0.4	1.4	3.4	10ppm	4	0.0	0.2	1.8	3.2
0.5ppm	5	0.0	0.5	1.5	3.6	10ppm	5	0.0	0.3	1.9	3.6
0.5ppm	6	0.0	0.4	1.8	3.0	10ppm	6	0.0	0.3	2.0	3.6
0.5ppm	7	0.0	0.3	1.9	3.2	10ppm	7	0.0	0.3	2.1	3.2
0.5ppm	8	0.0	0.4	2.0	3.1	10ppm	8	0.0	0.3	2.5	3.7
0.5ppm	9	0.0	0.6	2.3	3.6	10ppm	9	0.0	0.2	2.3	3.6
0.5ppm	10	0.0	0.4	2.2	3.5	10ppm	10	0.0	0.3	2.1	3.4
0.5ppm	平均	0.0	0.44	1.80	3.30	10ppm	平均	0.0	0.29	2.11	3.49
1ppm	1	0.0	0.1	1.4	3.4	15ppm	1	0.0	0.5	1.6	3.4
1ppm	2	0.0	0.2	1.6	3.2	15ppm	2	0.0	0.2	2.1	3.1
1ppm	3	0.0	0.3	1.3	3.4	15ppm	3	0.0	0.3	2.3	2.9
1ppm	4	0.0	0.4	1.3	3.3	15ppm	4	0.0	0.1	2.1	2.7
1ppm	5	0.0	0.2	1.5	3.5	15ppm	5	0.0	0.2	2.3	3.6
1ppm	6	0.0	0.4	1.6	3.4	15ppm	6	0.0	0.4	1.8	3.1
1ppm	7	0.0	0.4	1.5	3.6	15ppm	7	0.0	0.1	2.1	3.4
1ppm	8	0.0	0.3	1.5	3.2	15ppm	8	0.0	0.4	2.3	3.3
1ppm	9	0.0	0.2	1.4	3.4	15ppm	9	0.0	0.2	1.8	3.1
1ppm	10	0.0	0.1	1.4	3.3	15ppm	10	0.0	0.3	2.2	3.2
1ppm	平均	0.0	0.26	1.45	3.37	15ppm	平均	0.0	0.27	2.06	3.18

硫酸鋅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	硫酸鋅	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
20ppm	1	0.0	0.5	1.9	3.2	100ppm	1	0	0	1.7	3.2
20ppm	2	0.0	0.4	2.1	3.4	100ppm	2	0	0	2	3.5
20ppm	3	0.0	0.4	1.9	3.2	100ppm	3	0	0.8	2.4	3.5
20ppm	4	0.0	0.6	1.8	3.2	100ppm	4	0	0	2	3.5
20ppm	5	0.0	0.4	1.9	3.1	100ppm	5	0	0	1.8	3.5
20ppm	6	0.0	0.2	1.6	3.2	100ppm	6	0	0.6	2.1	3.5
20ppm	7	0.0	0.5	2.1	3.1	100ppm	7	0	0.7	2.4	3.6
20ppm	8	0.0	0.6	1.6	3.1	100ppm	8	0	0.6	1.7	3.5
20ppm	9	0.0	0.6	1.7	3.2	100ppm	9	0	0	2.2	3.7
20ppm	10	0.0	0.5	1.9	3.2	100ppm	10	0	0.5	2.3	3.6
20ppm	平均	0.0	0.47	1.85	3.19	100ppm	平均	0	0.32	2.06	3.51
25ppm	1	0.0	0.2	1.7	3.2	150ppm	1	0.0	0.2	0.2	0.2
25ppm	2	0.0	0.5	1.6	3.4	150ppm	2	0.0	0.2	0.2	0.2
25ppm	3	0.0	0.2	1.5	3.3	150ppm	3	0.0	0.2	0.2	0.2
25ppm	4	0.0	0.4	1.8	3.4	150ppm	4	0.0	0.2	0.2	0.2
25ppm	5	0.0	0.3	1.5	3.3	150ppm	5	0.0	0.1	0.1	0.1
25ppm	6	0.0	0.4	1.5	3.4	150ppm	6	0.0	0.1	0.1	0.1
25ppm	7	0.0	0.2	1.9	3.2	150ppm	7	0.0	0.1	0.1	0.1
25ppm	8	0.0	0.2	1.8	3.5	150ppm	8	0.0	0.2	0.2	0.2
25ppm	9	0.0	0.4	1.9	3.2	150ppm	9	0.0	0.3	0.3	0.3
25ppm	10	0.0	0.3	1.7	3.3	150ppm	10	0.0	0.3	0.3	0.3
25ppm	平均	0.0	0.31	1.69	3.32	150ppm	平均	0.0	0.19	0.19	0.19
50ppm	1	0	0	1.6	3.2	0ppm	1	0	0	1.6	3
50ppm	2	0	0	1.5	3.1	0ppm	2	0	0	1.7	3.1
50ppm	3	0	0.7	2.5	4.1	0ppm	3	0	0	1.6	3
50ppm	4	0	0.6	2.4	4	0ppm	4	0	0	1.7	3.2
50ppm	5	0	0	1.8	3.4	0ppm	5	0	0.1	1.8	2.9
50ppm	6	0	1	2.5	4.1	0ppm	6	0	0	0.1	1.9
50ppm	7	0	0	1.7	3.1	0ppm	7	0	0	1	1.8
50ppm	8	0	0	1.4	3	0ppm	8	0	0	1.2	2
50ppm	9	0	0.5	2	3.4	0ppm	9	0	0	1.3	2.1
50ppm	10	0	1	2.4	4.1	0ppm	10	0	0	1.1	2.1
50ppm	平均	0	0.38	1.98	3.55	0ppm	平均	0	0.01	1.31	2.51

硝酸鉛	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	硝酸鉛	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
0ppm	1	0	1.7	2.2	2.7	100ppm	1	0	1.2	2.3	2.5
0ppm	2	0	1.8	2.4	3	100ppm	2	0	1.3	2.3	3.2
0ppm	3	0	1.7	2.3	2.8	100ppm	3	0	1.0	2.4	2.5
0ppm	4	0	1.9	2.4	2.9	100ppm	4	0	1.2	2.4	2.7
0ppm	5	0	1.6	2.2	2.7	100ppm	5	0	1.6	2.4	3.0
0ppm	6	0	1.7	2.3	2.8	100ppm	6	0	1.3	2.6	2.9
0ppm	7	0	2	2.5	3.1	100ppm	7	0	1.1	2.7	2.9
0ppm	8	0	1.7	2.3	2.7	100ppm	8	0	1.1	2.4	3.0
0ppm	9	0	1.6	2.3	2.8	100ppm	9	0	1.3	2.2	3.3
0ppm	10	0	1.8	2.2	2.7	100ppm	10	0	1.3	2.5	3.2
0ppm	平均	0	1.75	2.31	2.82	100ppm	平均	0	1.24	2.42	2.92
1ppm	1	0	1.3	1.7	2.6	400ppm	1	0	0.8	1	1.2
1ppm	2	0	1.2	1.6	2.6	400ppm	2	0	0.6	0.9	1.1
1ppm	3	0	1.7	2	3	400ppm	3	0	1	1.3	1.6
1ppm	4	0	1.4	1.7	2.7	400ppm	4	0	0.9	1.1	1.3
1ppm	5	0	1.5	1.8	2.8	400ppm	5	0	0.7	1	1.3
1ppm	6	0	1.3	1.6	2.5	400ppm	6	0	0.6	0.8	1
1ppm	7	0	1.2	1.5	2.4	400ppm	7	0	0.8	1.1	1.2
1ppm	8	0	1.1	1.3	2.1	400ppm	8	0	0.9	1.2	1.4
1ppm	9	0	1.2	1.5	2.4	400ppm	9	0	0.6	0.7	1
1ppm	10	0	1.3	1.6	2.5	400ppm	10	0	0.8	1	1.2
1ppm	平均	0	1.32	1.63	2.56	400ppm	平均	0	0.77	1.01	1.23
10ppm	1	0	1.4	2.3	2.9	500ppm	1	0	0.5	0.8	1
10ppm	2	0	1.5	2.3	2.7	500ppm	2	0	0.4	0.6	0.8
10ppm	3	0	1.1	1.8	2.4	500ppm	3	0	0.6	0.9	1
10ppm	4	0	1.2	2	2.6	500ppm	4	0	0.3	0.6	0.7
10ppm	5	0	1.2	1.9	2.4	500ppm	5	0	0.5	0.9	1.2
10ppm	6	0	1.7	2.5	3.1	500ppm	6	0	0.6	0.9	1.1
10ppm	7	0	1.3	2	2.7	500ppm	7	0	0.8	1.1	1.2
10ppm	8	0	1.4	2.1	2.5	500ppm	8	0	0.7	1	1.1
10ppm	9	0	1.6	2.4	3	500ppm	9	0	0.5	0.9	1
10ppm	10	0	1.4	2.1	2.8	500ppm	10	0	0.6	1	1.2
10ppm	平均	0	1.38	2.14	2.71	500ppm	平均	0	0.55	0.87	1.03

硝酸鉛	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	翠英樓	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
550ppm	1	0	0.3	0.4	0.5	翠英樓	1	0	1.6	2.2	2.8
550ppm	2	0	0.5	0.6	0.7	翠英樓	2	0	1.7	2.3	2.8
550ppm	3	0	0.2	0.2	0.3	翠英樓	3	0	1.5	2.1	2.6
550ppm	4	0	0.3	0.4	0.6	翠英樓	4	0	1.6	2.1	2.6
550ppm	5	0	0	0.1	0.2	翠英樓	5	0	1.3	2	2.5
550ppm	6	0	0.4	0.5	0.6	翠英樓	6	0	1.8	2.4	2.9
550ppm	7	0	0.5	0.7	0.8	翠英樓	7	0	1.5	2.1	2.6
550ppm	8	0	0.1	0.2	0.3	翠英樓	8	0	1.6	2.1	2.7
550ppm	9	0	0.5	0.6	0.7	翠英樓	9	0	1.6	2.2	2.7
550ppm	10	0	0.4	0.5	0.6	翠英樓	10	0	1.3	1.9	2.4
550ppm	平均	0	0.32	0.42	0.53	翠英樓	11	0	1.4	2	2.5
600ppm	1	0	0	0	0	翠英樓	12	0	1.7	2.3	2.8
600ppm	2	0	0	0	0	翠英樓	13	0	1.5	2.1	2.6
600ppm	3	0	0.3	0.3	0.3	翠英樓	14	0	1.6	2.2	2.8
600ppm	4	0	0	0	0	翠英樓	15	0	1.4	2.1	2.6
600ppm	5	0	0.2	0.2	0.2	翠英樓	16	0	1.6	2.2	2.7
600ppm	6	0	0	0	0	翠英樓	17	0	1.5	2.1	2.7
600ppm	7	0	0	0	0	翠英樓	18	0	1.6	2.1	2.6
600ppm	8	0	0.2	0.2	0.2	翠英樓	19	0	1.6	2.2	2.8
600ppm	9	0	0	0	0	翠英樓	20	0	1.4	2.1	2.7
600ppm	10	0	0.2	0.2	0.2	翠英樓	平均	0	1.54	2.14	2.67
600ppm	平均	0	0.09	0.09	0.09						

忠孝樓	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	志清樓	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
忠孝樓	1	0	1.5	2.1	2.7	志清樓	1	0	1.5	2.1	2.6
忠孝樓	2	0	1.5	2	2.6	志清樓	2	0	1.6	2.2	2.7
忠孝樓	3	0	1.4	2	2.7	志清樓	3	0	1.5	2	2.5
忠孝樓	4	0	1.6	2.2	2.8	志清樓	4	0	1.7	2.3	2.7
忠孝樓	5	0	1.2	1.8	2.5	志清樓	5	0	1.5	2.1	2.7
忠孝樓	6	0	1.5	2.1	2.7	志清樓	6	0	1.5	2.2	2.7
忠孝樓	7	0	1.4	2.1	2.8	志清樓	7	0	1.3	1.9	2.5
忠孝樓	8	0	1.3	1.9	2.5	志清樓	8	0	1.5	2.1	2.8
忠孝樓	9	0	1.5	2.2	2.8	志清樓	9	0	1.6	2.2	2.7
忠孝樓	10	0	1.3	1.8	2.4	志清樓	10	0	1.6	2.2	2.6
忠孝樓	11	0	1.4	2	2.6	志清樓	11	0	1.5	2.1	2.7
忠孝樓	12	0	1.5	2.1	2.7	志清樓	12	0	1.6	2.3	3
忠孝樓	13	0	1.3	1.8	2.5	志清樓	13	0	1.5	2.1	2.6
忠孝樓	14	0	1.5	2.1	2.7	志清樓	14	0	1.4	2	2.5
忠孝樓	15	0	1.4	1.9	2.6	志清樓	15	0	1.3	2	2.6
忠孝樓	16	0	1.6	2.2	2.8	志清樓	16	0	1.5	2.1	2.6
忠孝樓	17	0	1.2	1.8	2.4	志清樓	17	0	1.4	2	2.5
忠孝樓	18	0	1.4	2.1	2.7	志清樓	18	0	1.5	2.1	2.6
忠孝樓	19	0	1.5	2.1	2.7	志清樓	19	0	1.7	2.2	2.7
忠孝樓	20	0	1.4	2.1	2.6	志清樓	20	0	1.5	2	2.5
忠孝樓	平均	0	1.42	2.02	2.64	志清樓	平均	0	1.51	2.11	2.64

男宿	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	女宿	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
男宿	1	0	1.4	2.1	2.6	女宿	1	0	1.5	2.2	2.8
男宿	2	0	1.6	2.3	2.9	女宿	2	0	1.7	2.4	2.9
男宿	3	0	1.7	2.3	2.8	女宿	3	0	1.7	2.5	3.1
男宿	4	0	1.5	2.2	2.7	女宿	4	0	1.9	2.6	3.1
男宿	5	0	1.7	2.4	2.9	女宿	5	0	1.4	2.1	2.7
男宿	6	0	1.6	2.3	2.8	女宿	6	0	1.8	2.5	3
男宿	7	0	1.5	2.2	2.7	女宿	7	0	1.7	2.5	3
男宿	8	0	1.8	2.5	3	女宿	8	0	1.7	2.5	3.1
男宿	9	0	1.6	2.2	2.7	女宿	9	0	1.5	2.2	2.8
男宿	10	0	1.7	2.5	3.1	女宿	10	0	1.8	2.5	3.1
男宿	11	0	1.7	2.4	2.9	女宿	11	0	1.7	2.4	3
男宿	12	0	1.6	2.3	2.9	女宿	12	0	1.4	2.1	2.7
男宿	13	0	1.5	2.3	2.8	女宿	13	0	1.6	2.3	2.9
男宿	14	0	1.7	2.4	2.9	女宿	14	0	1.9	2.6	3.2
男宿	15	0	1.5	2.2	2.7	女宿	15	0	1.7	2.5	3.1
男宿	16	0	1.6	2.3	2.8	女宿	16	0	1.7	2.4	3
男宿	17	0	1.8	2.6	3	女宿	17	0	1.8	2.5	3.1
男宿	18	0	1.4	2.1	2.7	女宿	18	0	1.7	2.4	2.9
男宿	19	0	1.6	2.4	3	女宿	19	0	1.6	2.3	2.8
男宿	20	0	1.7	2.4	2.9	女宿	20	0	1.8	2.5	3.1
男宿	平均	0	1.61	2.32	2.84	女宿	平均	0	1.68	2.4	2.97

採一水	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	採一土	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
採一水	1	0	1.5	2.4	3.3	採一土	1	0	1.8	2.8	3.6
採一水	2	0	1.8	2.7	3.6	採一土	2	0	1.6	2.6	3.5
採一水	3	0	1.7	2.6	3.4	採一土	3	0	1.6	2.5	3.3
採一水	4	0	1.6	2.5	3.4	採一土	4	0	1.7	2.7	3.4
採一水	5	0	1.9	2.7	3.5	採一土	5	0	1.7	2.6	3.5
採一水	6	0	1.6	2.5	3.3	採一土	6	0	1.9	2.8	3.6
採一水	7	0	1.6	2.4	3.3	採一土	7	0	1.7	2.8	3.6
採一水	8	0	1.7	2.5	3.5	採一土	8	0	1.8	2.8	3.5
採一水	9	0	1.8	2.7	3.5	採一土	9	0	1.5	2.5	3.3
採一水	10	0	1.5	2.4	3.2	採一土	10	0	1.6	2.6	3.3
採一水	11	0	1.7	2.6	3.4	採一土	11	0	1.8	2.8	3.6
採一水	12	0	1.6	2.5	3.4	採一土	12	0	1.7	2.7	3.6
採一水	13	0	1.5	2.3	3.1	採一土	13	0	1.7	2.7	3.5
採一水	14	0	1.7	2.6	3.5	採一土	14	0	1.9	2.9	3.6
採一水	15	0	1.8	2.7	3.5	採一土	15	0	1.8	2.8	3.6
採一水	16	0	1.9	2.7	3.6	採一土	16	0	1.6	2.6	3.4
採一水	17	0	1.6	2.4	3.2	採一土	17	0	1.7	2.8	3.6
採一水	18	0	1.6	2.5	3.2	採一土	18	0	1.8	2.8	3.7
採一水	19	0	1.7	2.5	3.4	採一土	19	0	1.8	2.7	3.5
採一水	20	0	1.8	2.6	3.3	採一土	20	0	1.7	2.7	3.5
採一水	平均	0	1.68	2.54	3.38	採一土	平均	0	1.72	2.71	3.51

採二水	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	採二土	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
採二水	1	0	1.6	2.2	3.1	採二土	1	0	1.5	2.5	3.3
採二水	2	0	1.7	2.4	3.3	採二土	2	0	1.7	2.6	3.3
採二水	3	0	1.6	2.4	3.2	採二土	3	0	1.8	2.7	3.5
採二水	4	0	1.5	2.3	3.2	採二土	4	0	1.7	2.6	3.4
採二水	5	0	1.8	2.6	3.5	採二土	5	0	1.7	2.6	3.4
採二水	6	0	1.7	2.5	3.3	採二土	6	0	1.8	2.7	3.5
採二水	7	0	1.5	2.2	3.1	採二土	7	0	1.6	2.6	3.3
採二水	8	0	1.6	2.4	3.3	採二土	8	0	1.7	2.6	3.4
採二水	9	0	1.4	2.1	3.1	採二土	9	0	1.8	2.7	3.6
採二水	10	0	1.7	2.4	3.2	採二土	10	0	1.7	2.6	3.3
採二水	11	0	1.5	2.2	3.1	採二土	11	0	1.7	2.6	3.4
採二水	12	0	1.6	2.3	3.1	採二土	12	0	1.9	2.8	3.5
採二水	13	0	1.7	2.3	3.2	採二土	13	0	1.8	2.7	3.5
採二水	14	0	1.9	2.6	3.4	採二土	14	0	1.6	2.6	3.4
採二水	15	0	1.8	2.5	3.4	採二土	15	0	1.7	2.6	3.5
採二水	16	0	1.6	2.4	3.3	採二土	16	0	1.7	2.6	3.4
採二水	17	0	1.5	2.3	3.2	採二土	17	0	1.5	2.5	3.3
採二水	18	0	1.5	2.2	3.1	採二土	18	0	1.8	2.7	3.5
採二水	19	0	1.6	2.3	3.2	採二土	19	0	1.7	2.6	3.4
採二水	20	0	1.8	2.4	3.3	採二土	20	0	1.8	2.7	3.5
採二水	平均	0	1.63	2.35	3.23	採二土	平均	0	1.71	2.63	3.42

採三水	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	採三土	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
採三水	1	0	0.2	0.2	0.2	採三土	1	0	0.2	0.2	0.2
採三水	2	0	0.2	0.2	0.2	採三土	2	0	0.2	0.2	0.2
採三水	3	0	0.1	0.1	0.1	採三土	3	0	0.2	0.2	0.2
採三水	4	0	0.2	0.2	0.2	採三土	4	0	0.1	0.1	0.1
採三水	5	0	0.2	0.2	0.2	採三土	5	0	0.2	0.2	0.2
採三水	6	0	0.3	0.3	0.3	採三土	6	0	0.2	0.2	0.2
採三水	7	0	0.2	0.2	0.2	採三土	7	0	0.2	0.2	0.2
採三水	8	0	0.1	0.1	0.1	採三土	8	0	0.2	0.2	0.2
採三水	9	0	0.2	0.2	0.2	採三土	9	0	0.2	0.2	0.2
採三水	10	0	0.3	0.3	0.3	採三土	10	0	0.2	0.2	0.2
採三水	11	0	0.3	0.3	0.3	採三土	11	0	0.1	0.1	0.1
採三水	12	0	0.2	0.2	0.2	採三土	12	0	0.2	0.2	0.2
採三水	13	0	0.3	0.3	0.3	採三土	13	0	0.3	0.3	0.3
採三水	14	0	0.2	0.2	0.2	採三土	14	0	0.1	0.1	0.1
採三水	15	0	0.2	0.2	0.2	採三土	15	0	0.2	0.2	0.2
採三水	16	0	0.2	0.2	0.2	採三土	16	0	0.2	0.2	0.2
採三水	17	0	0.3	0.3	0.3	採三土	17	0	0.1	0.1	0.1
採三水	18	0	0.2	0.2	0.2	採三土	18	0	0.1	0.1	0.1
採三水	19	0	0.2	0.2	0.2	採三土	19	0	0.2	0.2	0.2
採三水	20	0	0.1	0.1	0.1	採三土	20	0	0.2	0.2	0.2
採三水	平均	0	0.21	0.21	0.21	採三土	平均	0	0.18	0.18	0.18

採四水	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	採四土	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
採四水	1	0	1.5	2.4	3.2	採四土	1	0	1.7	2.6	3.2
採四水	2	0	1.8	2.7	3.5	採四土	2	0	1.6	2.6	3.3
採四水	3	0	1.6	2.5	3.4	採四土	3	0	1.8	2.7	3.3
採四水	4	0	1.6	2.5	3.3	採四土	4	0	1.7	2.6	3.2
採四水	5	0	1.7	2.7	3.4	採四土	5	0	1.9	2.8	3.4
採四水	6	0	1.7	2.6	3.4	採四土	6	0	1.5	2.4	2.9
採四水	7	0	1.9	2.8	3.5	採四土	7	0	1.7	2.6	3.1
採四水	8	0	1.7	2.7	3.4	採四土	8	0	1.6	2.5	3.1
採四水	9	0	1.7	2.6	3.4	採四土	9	0	1.6	2.5	3.1
採四水	10	0	1.5	2.4	3.3	採四土	10	0	1.7	2.6	3.2
採四水	11	0	1.6	2.5	3.3	採四土	11	0	1.8	2.6	3.1
採四水	12	0	1.8	2.7	3.5	採四土	12	0	1.7	2.6	3.2
採四水	13	0	1.7	2.5	3.3	採四土	13	0	1.5	2.3	3
採四水	14	0	1.8	2.8	3.7	採四土	14	0	1.8	2.8	3.4
採四水	15	0	1.8	2.7	3.5	採四土	15	0	1.7	2.6	3.3
採四水	16	0	1.6	2.5	3.4	採四土	16	0	1.9	2.8	3.3
採四水	17	0	1.7	2.6	3.5	採四土	17	0	1.6	2.5	3.1
採四水	18	0	1.8	2.7	3.6	採四土	18	0	1.6	2.4	3.1
採四水	19	0	1.6	2.6	3.4	採四土	19	0	1.7	2.6	3.2
採四水	20	0	1.7	2.7	3.6	採四土	20	0	1.7	2.7	3.3
採四水	平均	0	1.69	2.61	3.43	採四土	平均	0	1.69	2.59	3.19

採五水	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時	採五土	培養皿編號	0 小時	24 小時	48 小時	72 小時
採五水	1	0	1.8	2.7	3.6	採五土	1	0	1.6	2.4	3.2
採五水	2	0	1.6	2.5	3.5	採五土	2	0	1.6	2.3	3.1
採五水	3	0	1.7	2.6	3.5	採五土	3	0	1.8	2.5	3.2
採五水	4	0	1.7	2.6	3.5	採五土	4	0	1.6	2.4	3.1
採五水	5	0	1.5	2.5	3.3	採五土	5	0	1.7	2.5	3.3
採五水	6	0	1.7	2.5	3.4	採五土	6	0	1.5	2.3	3.1
採五水	7	0	1.7	2.6	3.5	採五土	7	0	1.8	2.6	3.4
採五水	8	0	1.6	2.4	3.3	採五土	8	0	1.8	2.6	3.4
採五水	9	0	1.8	2.7	3.6	採五土	9	0	1.6	2.4	3.2
採五水	10	0	1.9	2.8	3.7	採五土	10	0	1.7	2.4	3.3
採五水	11	0	1.5	2.5	3.4	採五土	11	0	1.6	2.4	3.2
採五水	12	0	1.7	2.6	3.4	採五土	12	0	1.8	2.5	3.3
採五水	13	0	1.9	2.8	3.6	採五土	13	0	1.6	2.4	3.2
採五水	14	0	1.8	2.7	3.7	採五土	14	0	1.6	2.5	3.2
採五水	15	0	1.8	2.8	3.6	採五土	15	0	1.7	2.4	3.2
採五水	16	0	1.9	2.8	3.6	採五土	16	0	1.5	2.3	3.1
採五水	17	0	1.7	2.6	3.5	採五土	17	0	1.7	2.5	3.3
採五水	18	0	1.6	2.6	3.4	採五土	18	0	1.6	2.3	3.1
採五水	19	0	1.8	2.8	3.7	採五土	19	0	1.8	2.5	3.3
採五水	20	0	1.7	2.7	3.6	採五土	20	0	1.6	2.4	3.2
採五水	平均	0	1.72	2.64	3.52	採五土	平均	0	1.66	2.43	3.22

附件二



(圖八)操作高溫高壓滅菌釜



(圖九)測量水黴菌生長情形



(圖十)分析生長情形、數據紀錄



(圖十一)移植水黴菌



(圖十二)配製藥品



(圖十三)微量吸管

## 評語

040803 高中組生活與應用科學科 最佳創意獎

現代龐德—水黴菌

本作品利用金屬離子對水黴菌菌落大小及菌絲成長的影響，作為檢測水或土壤中金屬離子濃度的方法極具創意。而且証實可以提供初步檢測值得嘉許。