中華民國第59屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生物科

佳作

080307

白裡透紅的秘密----溫泉中搖蚊的生態研究

學校名稱：臺北市北投區湖山國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳宥澧	高志遠
小四 陳宥廷	宋家安

關鍵詞：搖蚊、紅蟲、溫泉

摘要

在陽明山前山公園的溫泉溪中，我們發現俗稱紅蟲的搖蚊幼蟲，旁邊清澈小溪裡卻沒有。紅蟲在溫泉底泥中搖擺築巢，傍晚與清晨搖蚊在石頭與枝葉上行走或水面上婚飛交配。成蟲靜止時前肢不搖，婚飛不形成蚊柱。溪中成蟲與幼蟲數量會受雨量影響，約一個禮拜恢復。採集回家養殖後，我們觀察到卵、幼蟲、蛹、成蟲完整的生活史，也看到紅蟲的心臟以及分類依據的口器(頦)。透過實驗控制養殖水酸鹼度、底泥和溫度等變因，得知：紅蟲對酸鹼值的耐受性很高；水溫低時羽化速度比高溫時慢；粒徑小的底泥較適合紅蟲築巢棲息。因此我們發現，溫泉搖蚊身體構造和蚊子不同、習性與一般搖蚊不同，溫度、水質和底泥都會影響紅蟲生長，尤其是底泥對於搖蚊的影響最大。

壹、研究動機

四年級自然課，我們學到許多有關於水生生物的知識，牠們大多棲息在陰涼潮濕的環境。有一次，爸爸媽媽帶我們去陽明山泡溫泉，之後到前山公園和同學一起玩耍。公園內有兩條溪流，一條是清澈小溪，一條是溫泉溪水。我們很好奇地去查看這兩個溪流裡的水生生物是否有所不同，一般溪裡有台灣蜆、石田螺、水黽、蝌蚪、小魚等生物。溫泉溪流的白色淤泥中，只有紅色小蟲在在淤泥中蠕動。我們向爸爸借手機拍照後，回家比對網路資料，發現這是俗稱紅蟲的搖蚊幼蟲。網路上搖蚊的資料不多，溫泉裡的搖蚊幼蟲更是罕見。我們很好奇，想要知道蚊子和搖蚊有何不同，更好奇到底是紅蟲喜歡泡熱水澡，還是有其他因素影響到紅蟲選擇他們的家，就讓我們一窺*白裡透紅的秘密*吧!

貳、研究目的與架構

研究目的

一、 比較搖蚊和蚊子的差異。

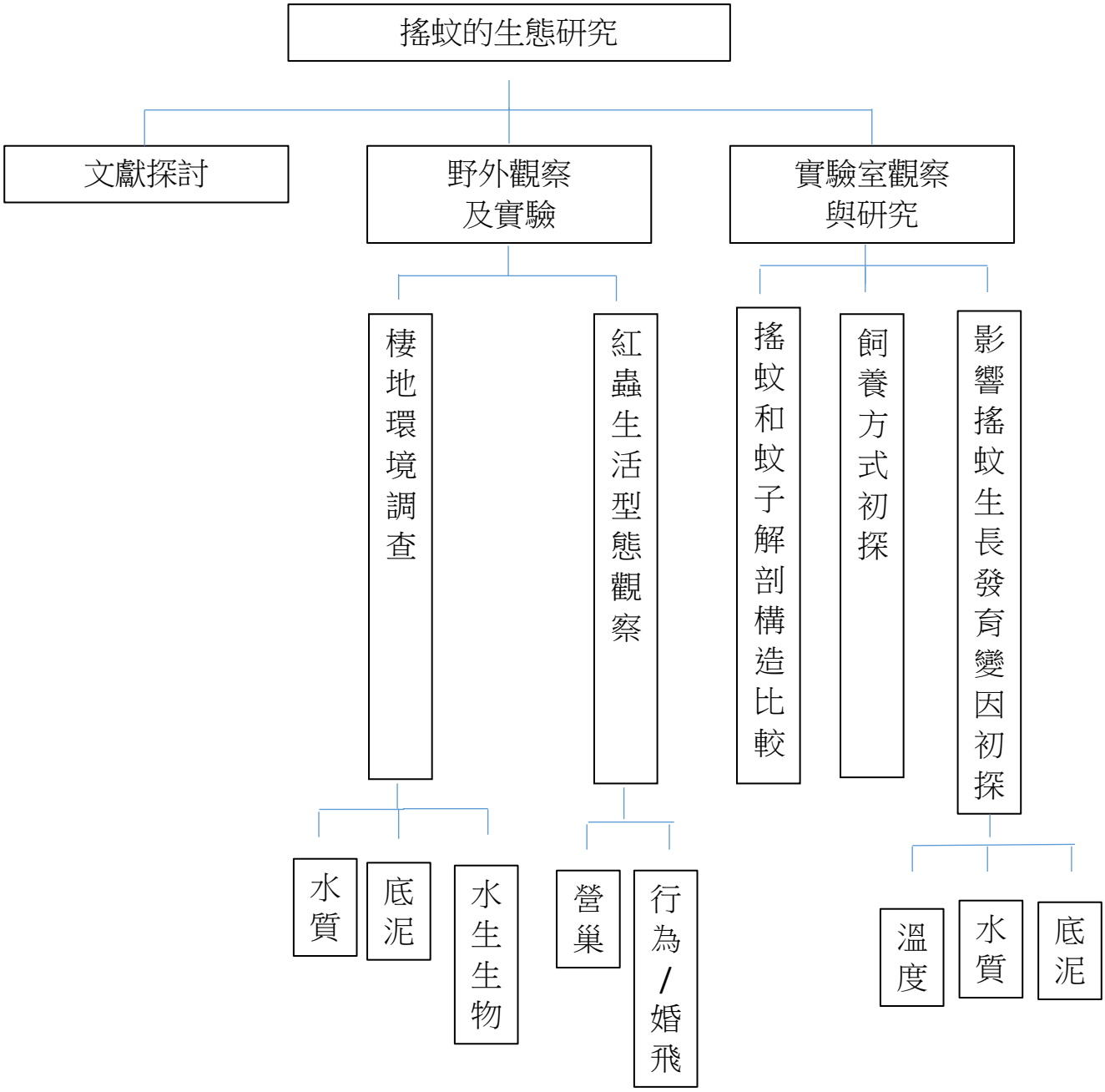
二、觀察搖蚊自然狀態下的生活型態

三、探討不同水質與底泥對於搖蚊幼蟲生長發育的影響。

四、嘗試人工繁殖，了解生命史中脆弱的地方，做為將來防治的參考

研究架構：

表 1


搖蚊的生態研究
文獻探討
野外觀察及實驗
實驗室觀察與研究
棲地環境調查
紅蟲生活型態觀察
搖蚊和蚊子解剖構造比較
飼養方式初探
影響搖蚊生長發育變因初探
水質
底泥
水生生物
營巢
行為/婚飛
溫度
水質
底泥

參、文獻探討

一、溫泉溪與一般溪水的差異

(一) 一般溪流： 陽明山前山公園的一般溪流是引自山上天然小溪，水質清澈透明，溪邊樹木花草林立，底泥富含腐朽的動植物，呈現黑褐色。(北市公園管理處網站)

(二)溫泉溪流：陽明山前山公園溫泉溪流屬於白磺泉為酸性硫酸鹽泉，泉水呈乳白灰色半透明，有硫磺味，底泥色白質輕；北投公園溫泉溪來自地熱谷，屬於青磺泉(鐳溫泉) 為酸性硫酸鹽氯化物泉，酸性度較強的溫泉，底泥色深(台北溫泉鄉網頁)。

(三)前山公園與北投公園相關地理位置如圖 1：

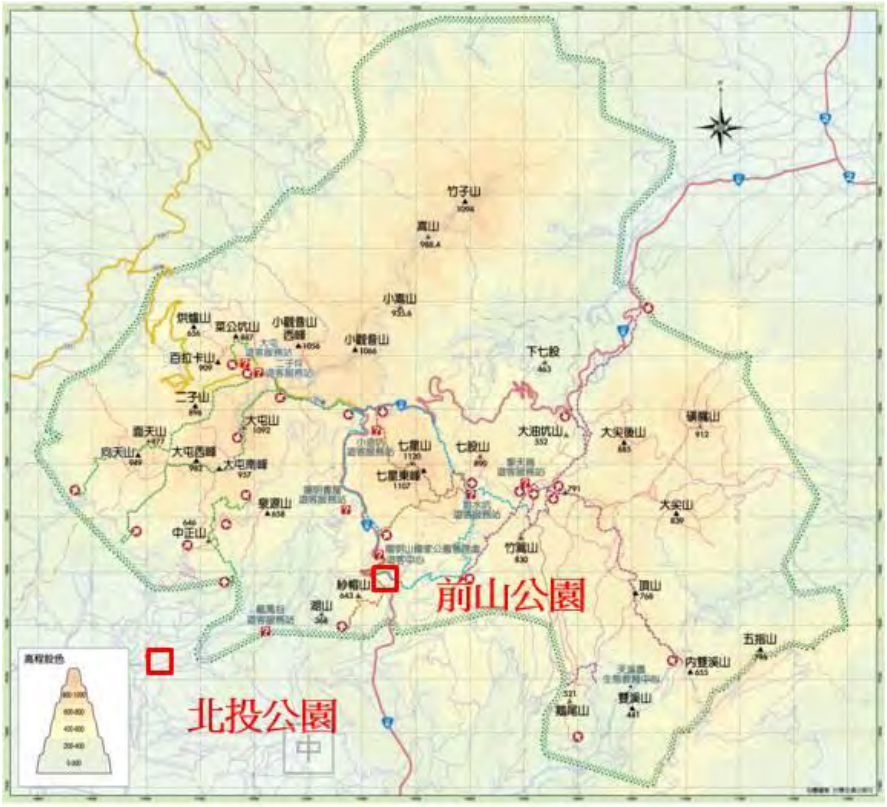


圖 1、陽明山國家公園範圍地圖(下載自陽明山國家公園官網)

二、認識搖蚊

(一)傳聞搖蚊在靜止時，前肢會不停互相搖動，所以稱之為搖蚊。

(二)搖蚊在生物分類中，屬於節肢動物門、昆蟲綱、雙翅目、搖蚊科（Chironomidae），在台灣的搖蚊有 33 屬 89 種(台灣生物多樣性資訊入口網)。

(三) 搖蚊屬於完全變態的昆蟲，生活史從卵、幼蟲、蛹、成蟲，其中幼蟲期佔了整個生命周期的 90%。

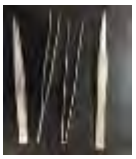
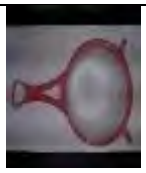
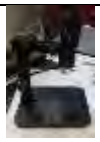
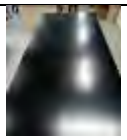
1. 幼蟲多為水生，喜好在溪流、水溝中，遍布範圍廣泛，特別的是，極端氣候中它們也可以生存，從南極洲的冰天雪地到溫泉池中都有文獻報告，可以說是水生昆蟲中，分布最廣

的一科(朱耀沂，2009)。生活型態相當多元，有自由活動型、營巢定居型、共棲或寄生型三大類。食物來源廣泛，有的會掠食其他水生昆蟲，有的是濾食或刮食水中或是底泥中的有機質。搖蚊幼蟲喜歡存在於相對平靜的水面，稍有波動便會潛入巢中；喜歡在 PH 值 7~8 之間的環境，成長最快(王俊才、王新華，2011)。

2.成蟲壽命短暫，幾乎不飲食，群聚婚飛形成蚊柱交配完後，很快就死亡。每次產卵上百顆。

肆、研究設備及器材

表 2. 實驗用具

設備名稱	水族箱	電子溫度計	水中打氣機	針筒	放大鏡	水桶	培養皿
照片							
設備名稱	手機外掛放大鏡頭	鑷子	小型捕撈網	容器	酸鹼測定筆	攔蚊網	水溫加熱器
照片							
設備名稱	筆記型電腦	解剖顯微鏡	實驗桌	1 公升量杯	試管	夾鏈袋 12 號 (45*34cm)	凹槽載玻片
照片							

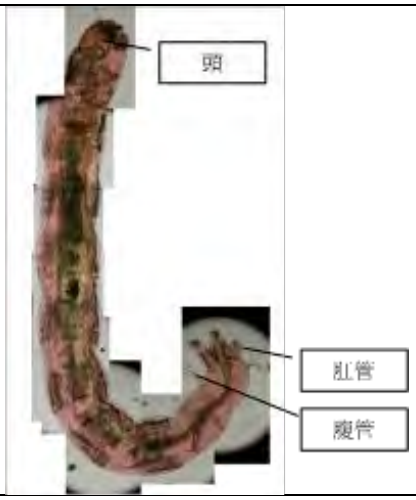
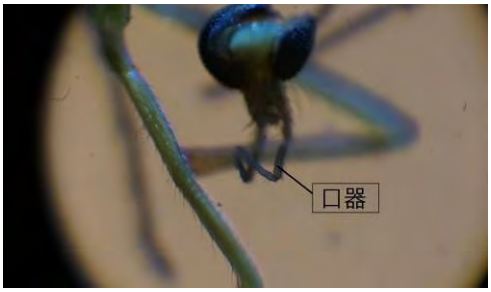
伍、 研究過程、方法與結果、討論

一、**生態保育：** 為了在不破壞原始生態環境下，可以長期近距離觀察搖蚊幼蟲，我們委託學校老師**向台北市公園管理處申請採集**溪水、底泥以及水中生物**許可**，並接受公園管理處輔導和監督。

二、 **比較搖蚊和蚊子的差異：**

實驗： 為了比較蚊子/孑孑與搖蚊/紅蟲的不同，我們自己養蚊子，在家門口花圃旁，擺放一盆水，一個禮拜左右就看到孑孑在裡面游，我們用小瓶子將牠撈起來，然後把水盆倒掉。在牆壁上捕捉到蚊子成蟲。將幼蟲和成蟲放在凹槽載玻片上，放到顯微鏡下觀察。

表 3、蚊子和搖蚊幼蟲和成蟲的比較

蚊子	**搖蚊**
雙翅目、**蚊科（Culicidae）**	雙翅目、**搖蚊科(Chironomidae)**
	
蚊幼蟲： **黃褐色**體色 水中姿勢：**頭低尾高** 水中位置： 常需要**浮至水面**伸出呼吸管	搖蚊幼蟲： **粉紅色**體色 水中姿勢：**頭高尾低** 水中位置：多在**水底**泥巢中搖擺
	
蚊成蟲：口器**筆直、長**	搖蚊成蟲：口器**短小、彎曲**

三、野外自然觀察：

(一)紅蟲棲地環境調查觀察

1. 地理位置： 陽明山前山公園採集點座標是 25°09'01.5"N 121°32'53.0"E；北投公園採集點座標是 25°08'12.1"N 121°30'21.9"E

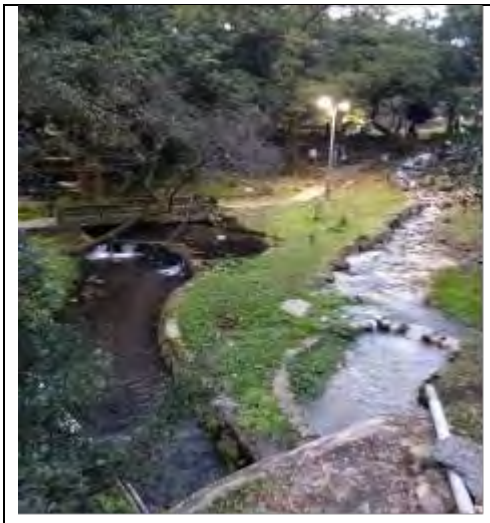


圖 2、左圖是前山公園，左邊暗褐色是一般溪流，右邊亮白色是溫泉溪；右圖是北投公園溫泉溪流。

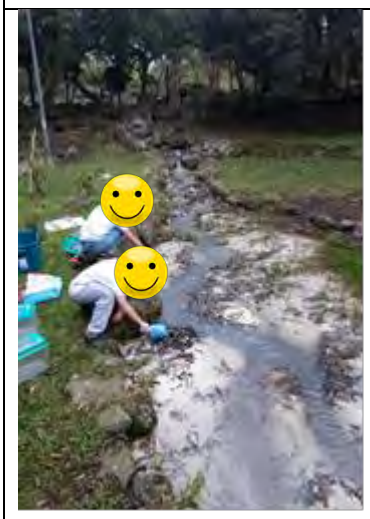
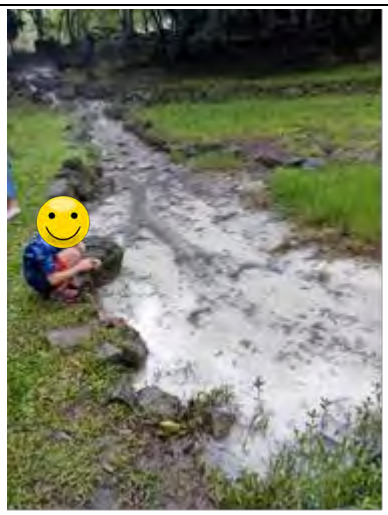
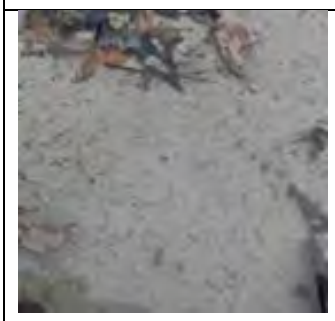
2. 前山公園溪流生態嚴重受到山區雨量的影響

觀察： 前山公園溫泉溪流很容易受到山區雨量的影響。雨量小時，會稍微將上游底泥沖刷下來，當雨量太大時，會將溪旁的砂石一起沖刷到溪中、掩蓋住紅蟲的棲息地點。雖然豪大雨會大幅影響搖蚊幼蟲和成蟲的生長和婚飛，甚至幼蟲會被沖走或是被砂石掩蓋，但是只要氣候穩定下來，**不用一周的時間**，泥底下就又舖滿紅蟲了。

實驗： 我們想要了解底泥上紅蟲數量的變化，於是設計利用直徑十公分的透明培養皿蓋，貼在水面上，透過蓋子計算可以涵蓋多少隻紅蟲，單位為： 每平方公分有幾隻紅蟲。雨量變化造成的改變，觀察紀錄結果如表 4。

圖 3、在溪旁計數溪底的紅蟲數量

表 4、不同雨量之後的溪流狀況變化

好天氣 10 月 3 日	雨過後 10 月 6 日 (10 月 4 日 86.2 毫米雨量)	大雨過後 11 月 3 日 (10 月 11 日 109.4 毫米雨量)
		
紅蟲：底泥裡到處都有(50 隻以上，密度>0.6/平方公分)在巢中搖擺	紅蟲：數量減少一半以上(20~49 隻，密度 0.6/平方公分~0.25/平方公分)	紅蟲：幾乎看不到紅蟲(少於 20 隻，密度<0.25/平方公分)，多被其他泥沙掩蓋
		
成蟲：眾多在水面婚飛、在石頭上走動交配，岸邊草叢也有不少搖蚊。	成蟲：約一半不到在水面婚飛、在石頭上走動交配。岸邊草叢搖蚊多	成蟲：零星幾隻在水面婚飛、在石頭上走動交配。岸邊草叢搖蚊也不多

3.溫泉溪中搖蚊幼蟲營巢與水流走向的關係

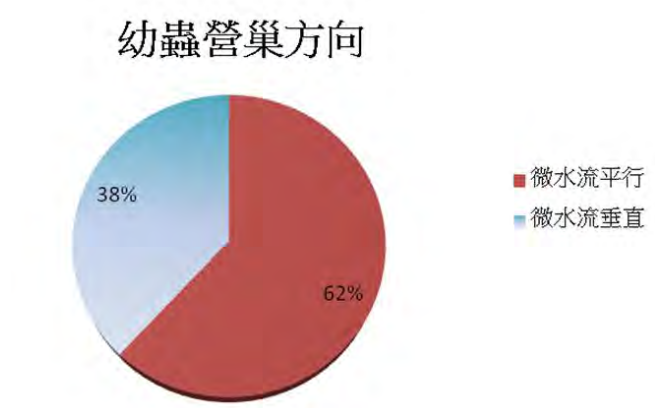
觀察： 我們從溫泉溪觀察到幼蟲的營巢方向與棲地水流有平行與垂直兩種，哪一種是最主要的方向呢?

實驗： 在溫泉溪不同區域拍照片回來計數。

結果： 紅蟲巢穴與棲地水流平行的數量較垂直的多一些。垂直的巢大部分出現在石頭凹縫或是順著岸邊植物枝葉。

討論： 溪流中的生物受到山區雨量影響很大，握們推測順著水流，巢比較不會被水流衝擊破壞，另外水流或許可以帶來食物、氧氣與築巢材料。垂直的巢多位於石頭凹縫或是順著岸邊植物枝葉，這些天然的屏障可以保護巢穴不受水流衝擊的影響，但是水量太大時，依舊會被沖走。

表 5、幼蟲營巢方向



項目	1	2	3	4	合計
與水流平行	11	6	7	15	39
與水流垂直	1	2	13	8	24

左圖是順著水流營巢，右圖是沿著石縫凹陷營巢

4. 觀察： 主流溪底很少淤泥，也看不到紅蟲，紅蟲喜歡在甚麼水流速的地方築巢?

實驗： 利用保麗龍球來測量主流流速與棲地流速

結果： 河流主流速每秒平均 31.79 公尺，棲地流速僅每秒 0.11-0.18 公尺。

表 6、溫泉溪流主幹與棲地水流狀況調查

溪流主幹	棲地

測量距離：5 公尺

次數	秒數 (sec)	流速（m/sec）
1	17.19	29.08
2	13.56	36.87
3	15.39	32.49
4	15.83	31.58
5	17.14	29.17
6	17.23	29.02
7	13.71	36.47
8	14.03	35.64
9	16.41	30.47
10	16.81	29.74
平均	15.73	32.05
標準差		3.17

測量距離：0.5 公尺

次數	秒數 (sec)	流速（m/sec）
1	3.1	0.16
2	3.4	0.15
3	3.3	0.15
4	2.8	0.18
5	3.1	0.16
6	3.0	0.17
7	3.3	0.15
8	2.9	0.17
9	3.2	0.16
10	3.1	0.16
平均	3.12	0.16
標準差		0.01

討論： 從溪水主幹和棲地水流流速測量，可以看出差異相當大，紅蟲喜歡在流速

0.2m/sec 的環境下生長。可能是這樣的流速，卵塊不容易被沖跑，可以附著在枝葉或是石頭上孵化出幼蟲，也可以讓適合的底泥沉澱下來，方便紅蟲築巢。。

5.**觀察：** 其它溫泉溪流是否也有搖蚊？　是否有類似的生活狀態?

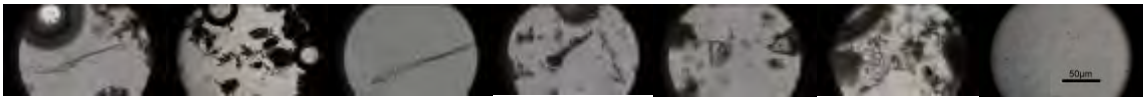
實驗： 我們在北投公園找到一條溫泉溪流，裡面有個親水設施，方便我們到溪流邊採集。我們設定在前山公園和北投公園這兩個地點作進一步的現場觀察以及測量溪水基本狀況，並且採集部分檢體回家化驗溪水和底泥。另外，我們利用撈網撈搖蚊幼蟲，測量體長以及用顯微鏡看他的身體構造，以利後續分析。

結果：

表 7、不同溪流環境的基本條件探討

	陽明山前山公園		北投公園
溪流	一般溪流	溫泉溪流	溫泉溪流
水溫	18~21℃	28~31℃	23~24℃
pH 值	7~8.04	2.3~5	3~4
水流狀況	溪流至此出現開闊地形，水流減緩	水流湍急，有多處形成淤泥	水流非常急速，溪底是大小不一的石頭推疊
主流流速	平均每秒 24 公尺	平均每秒 31.79 公尺	平均每秒 40 公尺
棲地流速	每秒 0.08 公尺	每秒 0.11-0.18 公尺	每秒 0.5 公尺
現場觀察水生生物	水黽、蝌蚪、魚蝦、台灣蜆、石田螺等水生生物	搖蚊幼蟲、 夜間水面以上的石頭有螻蛄穿梭捕食搖蚊幼蟲	看不到搖蚊幼蟲
底泥中生物	水螨、輪蟲等生物	矽藻、念珠藻、纖毛蟲、桿菌和紅蟲	7 隻紅蟲、原生動物、矽藻、真菌、纖毛蟲

水螨　輪蟲　矽藻　念珠藻　桿菌　真菌　矽藻　比例尺

	陽明山前山公園		北投公園
營巢物質	無搖蚊	微細纖維、蛻皮、矽藻、念珠藻、色淺而輕質底泥。	微細纖維、矽藻、念珠藻
 合成纖維 1　合成纖維 2　微纖維　蛻皮　矽藻　念珠藻　比例尺			
底泥顏色	黑色	白色	鐵鏽灰色

(二)搖蚊生活型態觀察

1. **搖蚊繁殖行為探討**

文獻上提到搖蚊會婚飛形成大規模的蚊柱(王俊才、王新華，2011)，但我們傍晚在溫泉溪等待並未觀察到蚊柱。搖蚊不往路燈飛、也不往高處飛，只看到在水面上互相交織飛行以及在石頭上有群聚現象。我們很好奇搖蚊如何尋找伴侶?

(1)探討婚飛： 搖蚊飛行的速度相當快，手機攝影很難對焦，只看到模糊的黑點閃過去，婚飛交配過程相當難觀察

實驗： 為了了解搖蚊的婚飛現象，我們每天在早上(上學前，上午六、七點)、中午(午休時，下午一、兩點)、傍晚(放學後、下午五、六點)以及深夜(晚上九、十點)共四個時段到溪旁觀察。採用手機錄影的方式，找尋水面上婚飛數量最多的地方，使用手機錄影 30 秒，看看在這畫面內有多少搖蚊在飛動。**四、五十隻以上為大量，二、三十隻為中量，小於十隻為少量**。因為山區容易下雨，雨水會嚴重影響溪流流量和流速，干擾紅蟲羽化和成蟲婚飛的現象，所以排除下大雨以及之後三天，等待溪流環境恢復正常穩定的生態狀況，最後整個 11 月份適合觀察的日期只有 10 天(11 月 8~12，25~30 日)

結果： 溫泉搖蚊成蟲在水面婚飛有兩個時段，一個是早上六七點以及下午五六點，都有機會可以在溪面上看到大量的婚飛。但是下午一兩點以及晚上九十點時，大部分時間只看到少量。

表 8、婚飛數量與時間關係

日期 2018 年 11 月	陽明山**竹子湖**氣象站逐日雨量資料 單位：毫米	婚飛狀況			
		早上	中午	傍晚	深夜
5	24.6				
8	-	大	大	大	少
9	5	大	中	大	少
10	8.5	大	少	大	少
11	-	大	少	大	少
12	1.4	大	中	大	少
22	37.9				
26	4.7	少	少	中	少
27	3.6	大	中	大	少
28	1	大	少	大	少
29	-	大	少	大	少
30	-	大	中	大	少

(資料來源: 雨量數據來自氣象局網頁)

討論： 根據文獻，搖蚊是在日落後半個鐘頭會聚集大量婚飛(王俊才、王新華，2011)，我們觀察的四個時段，早上和傍晚婚飛的狀況差不多，通常是大量，中午和深夜則是大幅減少。所以搖蚊似乎有**兩個婚飛的時段**。我們觀察到溫泉溪邊有好幾個路燈，晚上***光害***相當嚴重，猜測此處搖蚊的生理時鐘可能被燈光干擾

(2)、探討石頭上聚集的行為

a. 面對水流的搖蚊較少，背向水流的搖蚊較多，除了數量，還有別的差異嗎?

實驗： 計算 12 號透明夾鏈袋(大小 45*34cm)打開後的開口面積，將其直接套住石頭上的搖蚊，分別採集石頭面向水流和背向水流面的搖蚊，計算總體密度以及雌雄比。

結果：

(a).先將夾鏈袋打開後，套在白紙上，畫出開口輪廓。此輪廓外形像橢圓形，所以用橢圓型面積公式 πab(a、b 為長短軸半徑)，長短軸半徑各為 12、9 公分，面積為 340 平方公分

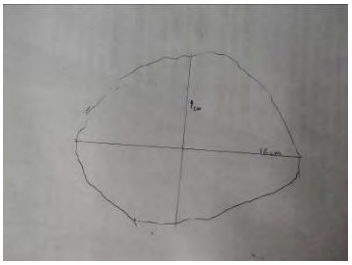


圖 4、夾鏈袋打開，套在白紙上畫出開口輪廓，標記長軸短軸長度

(b).計算夾鏈袋中搖蚊雄雌的數目

表 9、石頭上搖蚊總數量以及面對水流與背對水流搖蚊雄雌的比例

石頭上的搖蚊	面對水流	背對水流
雄	17 隻(85%)	55 隻(53%)
雌	3 隻(15%)	49 隻(47%)
總計	20 隻	104 隻(低估)
搖蚊密度	0.06 隻/平方公分	0.3 隻/平方公分(低估)

討論： (a). 石頭面對水流上搖蚊因為密度低，採集時，比較不會飛走，所以密度的正確性比較高；石頭上背對水流面搖蚊聚集密度高，套夾鏈袋時很多就飛走了，所以我們抓到的數量比實際附著在石頭上的少很多。(b).面對水流的環境通常比較惡劣、水流衝擊比較大，卵塊不易附著，紅蟲孵化後也不易生長，所以雌搖蚊不喜歡在那裏出現，雄搖蚊為了能夠有交配的機會，自然也會朝向背對水流處聚集。面對水流處的搖蚊可能競爭力較弱，無法擠進背對水流的舒適區域裡。這一點，我們也可以從大雨過後，背對水流處的搖蚊減少一半以上，空間較寬敞，面對水流處就幾乎沒有甚麼搖蚊，得到證明。

b. 是雄搖蚊吸引雌搖蚊來交配還是雌搖蚊吸引雄搖蚊?

討論： 從表 9 可以得知，在面向水面的石頭上，雄是雌的 5 倍，在背對水流的石頭上，雄雌幾乎相同比例。如果是雄搖蚊吸引雌搖蚊過來，那面向水面的石頭上，雄雌比例不會那麼懸殊。我們猜測是雌搖蚊吸引雄搖蚊過來的可能性比較高。我們在培養皿飼養時，也觀察到雄搖蚊不停地來找雌搖蚊。

2、搖蚊行為模式觀察：

(1)．搖蚊搖不搖？ 搖蚊的命名是靜止時前肢不停搖晃， 這個動作有甚麼意義呢?

實驗： 我們利用手機錄影的方式，拍攝自然環境下以及被捕捉到的搖蚊，觀察靜止時的動態，想要了解搖蚊前肢擺動的狀態。

結果： 在多次錄影中，我們發現這些被捕獲的搖蚊靜止時，幾乎不擺動前肢。本來以為他們被我們限制在夾鏈袋中，受到干擾，導致改變運動方式。但是，我們到溫泉溪流旁等待並觀察靜止時的搖蚊，發現與實驗室一樣前肢幾乎不擺動。所以***溫泉搖蚊在靜止時，是不會像傳說中搖擺前肢的***。不過，我們發現，當有其他搖蚊靠近或是他要去靠近其他搖蚊時，兩方的前肢都會不停的擺動，甚至互相交錯碰觸，我們推測溫泉搖蚊*擺動前肢可能是作為溝通、防衛或是攻擊，甚至觸覺上的功能。*

(2). 成蟲需要喝水嗎？ 對於成蟲，水的重要性在哪？

實驗： 我們將從石頭背水面捕獲的搖蚊盡量平均分成兩袋，一袋用針筒注入 10cc 的溫泉水，另一袋保持乾燥。

結果： 我們發現只有**零星幾隻**搖蚊會靠近水珠，用前肢或頭部會碰觸水珠，而且多是**雌**搖蚊。有水珠的那一袋，半天內就有十幾個卵塊生在水珠裡面，兩個生在水珠附近。到了第二天，有水珠的那一袋已經有二十幾個卵塊，沒有水珠的那一袋，全部只有三個卵塊，其中之一雌搖蚊還沒下完卵就死了。第三天後，我們在沒有注入水的那一袋，也注入 10cc 溫泉水，半天內也看到十多個卵塊在水珠內。

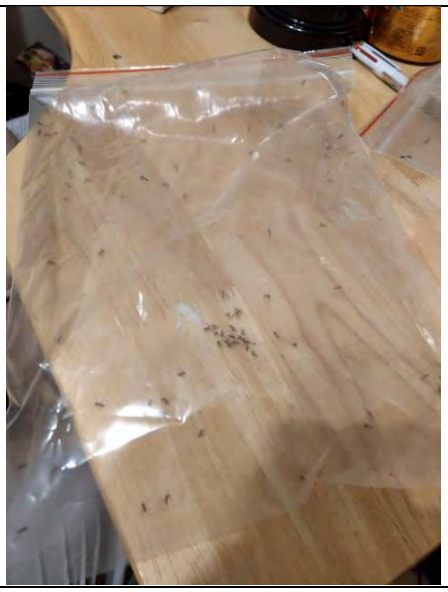


圖 5、左圖是注入水後，半天內就產下十幾個卵塊，右圖是同時間採集和記錄的成蟲，沒有注入溫泉水，沒有看到卵塊

討論：我們給水後，搖蚊並沒有全部飛過來喝，所以***搖蚊成蟲是不需要水分的***。但是水分**對於*產卵*，是非常重要**的影響因素，當有水珠時，雌搖蚊會去碰觸，可能是去了解是否合適產卵，一旦覺得適合，大家都會一起下卵塊在水珠內。如果是乾旱環境，雌搖蚊會盡量忍住不下卵，即使下卵，可能也容易難產。

(三)、從自然溪流的水質、底泥、流速探討搖蚊的差異。

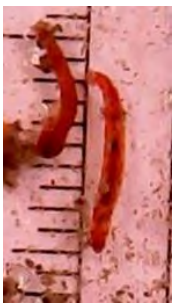
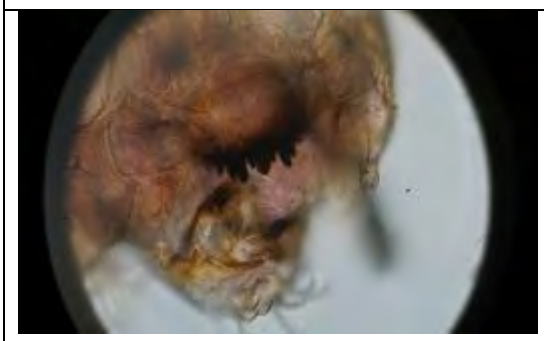
1.**觀察：**前山公園底泥有大量紅蟲，北投公園只撈到七隻紅蟲，是同一種的嗎?

實驗：為了一致，兩地我們都選七隻。我們先幫他們量身長，以及選一隻用顯微鏡觀察搖蚊幼蟲的口器內的頦，因頦有明顯色深的鋸齒狀特徵。

結果：發現北投公園比較短小。可能是種類不一樣、也可能是環境差異很大，影響到生長發育。於是我們利用顯微鏡觀察搖蚊幼蟲的口器內的頦，因頦有明顯色深的鋸齒狀特徵，經比對書籍檢索表的描述，我們初步鑑定前山公園是屬於搖蚊屬（*Chironomus* sp.）的物種，北投公園採集到的是素搖蚊屬(*Polypedilum* sp.)。為了避免誤判，我們透過老

師的介紹，請行政院農業委員會特有生物研究保育中心幫我們利用DNA條碼與NCBI資料庫比對來鑑定物種，確認前山公園為***粗鉗搖蚊 Chironomus crassiforceps***，而北投公園是**素搖蚊屬(*Polypedilum* sp.)** 下的一種，但是臺灣已登錄的素搖蚊屬有 14 種，DNA 都不吻合，所以**北投公園的搖蚊種類可能還沒有被登錄**。

表 10、前山公園和北投公園紅蟲的比較

前山公園～搖蚊屬（Chironomus sp.）	北投公園～素搖蚊屬(Polypedilum sp.)
平均體長 16mm	平均體長 9mm 
口器內的頦形狀不同	
	

2. 兩地的紅蟲可以在彼此的環境下生活嗎？

實驗：我們將十隻前山公園紅蟲放入北投公園的溪水和底泥中飼養；將五隻北投公園紅蟲放入前山公園泥水中飼養

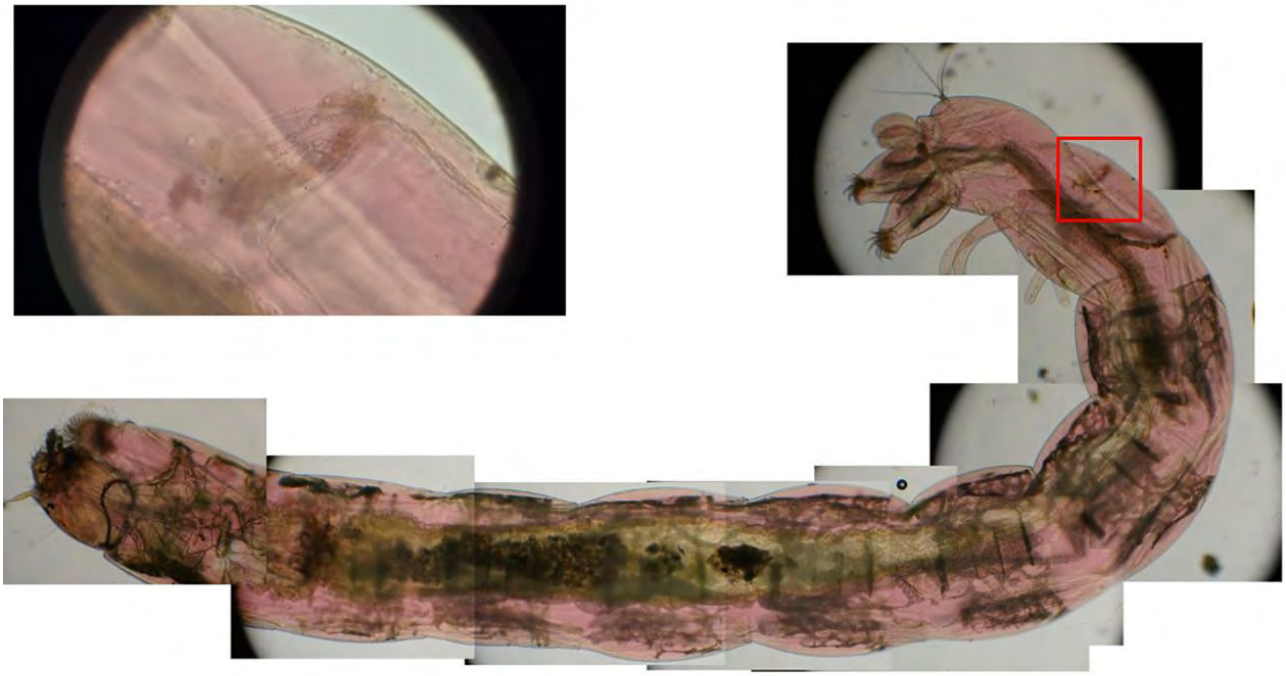
結果： 前山公園紅蟲有 4 隻羽化(4/10，40%)；北投公園紅蟲只有一隻羽化(1/5，20%)。

討論：從數據上來看，前山公園紅蟲在北投公園泥水中羽化率和在原本泥水中差不多（原本環境羽化率大概有一半以上），所以前山公園紅蟲應該可以在北投公園環境下成長。為何北投公園紅蟲在前山公園泥水中卻存活率那麼低呢？可能是數量太少，造成偏差。因為在北投公園溪中，我們是看不到紅蟲的，採集的方式是用勺子在石頭或溪壁上刮疑似藻類或是結晶物，或許在這過程中，導致了紅蟲受傷，導致死亡率高。我們會繼續尋覓北投公園上下游是否有類似前山公園大量聚集的地方，重複此實驗。

四、紅蟲的身體構造

觀察： 我們在顯微鏡下，仔細觀察紅蟲的解剖構造

紅蟲的生理構造： 尾端有脈動的構造，應該是紅蟲的心臟



紅蟲口器的頦	紅蟲的尾節有爪，可以固定身體，不會被溪流沖走

圖 6、紅蟲的身體構造

討論： 1.口器有明顯色深的鋸齒狀特徵，從文獻上得知，不同種類的紅蟲，口器(頦)形狀不同，我們可以依據口器的特色來區分它的種類。它具有啃食的功能(王俊才、王新華，2011)。2.紅蟲在**尾端背側有個脈動的構造，應該是心臟**。紅蟲心臟的位置和大多數的節肢動

物位在前半部不一樣，和文獻上的孑孑是一串脈動的心臟或動脈竇也不一樣 （我們無法觀察到孑孑的心臟）。自然課老師有教我們昆蟲多是開放式循環系統，*紅蟲常常是直立的擺動*，而且都是***頭高尾低***，我們猜測體液或血液因為重力往下沉，需要在尾端有個幫浦，將血液/體液往頭部運輸。

二、設計養殖缸來探討搖蚊生長發育狀況。

(一)飼養方式初探：

實驗： 我們擔心挖掘底泥量太多，會破壞原始溪流底泥生態，所以僅採集少量底泥，鋪在養殖缸底層，結果只有大約不到 0.5 公分的厚度，用小鑷子夾出 50 隻搖蚊幼蟲一一置入水族箱中，並且用加熱器將水溫加熱至溫泉溪水溫度 28℃。

結果： 兩周內搖蚊幼蟲僅 3 隻存活至羽化。

圖 7、首次飼養，鋪薄薄的(約 0.5 公分)溫泉底泥，僅少數紅蟲存活。

討論： 為了理解為何在水族箱中死亡率高，我們回到戶外溫泉溪流利用手機鏡頭用的夾式放大鏡來觀察搖蚊幼蟲在溫泉底泥中的生活方式。發現搖蚊幼蟲都是在一個小圈圈的窩中，我們猜想是不是底泥不夠厚，讓搖蚊幼蟲無法營巢或是食物不足，導致無法正常生活導致存活率低。另一方面，我們發現搖蚊幼蟲非常敏感，稍微風吹草動，便鑽回窩裡躲藏，會不會是我們在用小鑷子夾紅蟲置放時，讓它受到驚嚇或受傷，導致死亡。

改善： 再次採集時我們使用飼養箱，四面加底部共五面透明，方便我們觀察搖蚊幼蟲的活動。我們發現搖蚊幼蟲大概只會在表面 1~2 公分左右的底泥厚度中活動，兩三周後逐漸羽化為成蟲，距底泥表面下方 3 公分則無搖蚊幼蟲活動跡象。經過初步觀察以及利用飼養箱試養的結果，猜測*紅蟲可能需要 3 公分的底泥量*，方便他們營巢以及足夠的食物，增加存活率。所以，後續的觀察實驗，我們養殖缸均設計 3 公分的底泥。另外，我們不再用小鑷子夾，改用撈網捕撈，等底泥被濾掉後，紅蟲便輕易可數，然後直接倒入水族箱中

圖 8、左圖是溪流現場底泥下有一個個黑色的洞，裡面有紅蟲在蠕動；右圖是飼養箱狀況，表層有紅蟲活動與營巢

設計飼養環境：

1. 每組各兩個水族箱(長 20cm，寬 10cm)

2. 用量杯測 600ml 相同體積的底泥，置入水族箱中，此時底泥至少都有 3 公分厚度

3. 加入 2000ml 的溪水，約有 10 公分高，以便於放置水溫加熱器。

4. 溪水被加熱後，水蒸發的速度會比沒加熱的快很多，每兩三天用針筒吸過濾水小心緩慢的加入養殖缸中，以免干擾到搖蚊幼蟲 。

三、 影響搖蚊生長發育的限制因子初探：

(一)搖蚊羽化相關因子初探： 溫度和底泥的影響

實驗方法：

1. 將溫泉溪流採集到的底泥和溪水配上溫度分組：

(1) 加熱至原始溫度(28~30℃)和常溫(20~23℃)

(2) 泥水條件分兩組： 溫泉溪水、溫泉底泥；一般溪水、一般底泥。

(3) 四組條件分別為 A. 溫泉溪流加其底泥、加熱水溫至 28~30℃ (仿原始生態)、B. 溫泉溪流水加其底泥、室溫 20~23℃、C. 一般小溪水加其底泥、加熱水溫至 28~30℃、 一般小溪水加其底泥、室溫。

2. 在水族箱上方裝置攔蚊網，以免搖蚊飛出，影響實驗結果。

圖 9、 量測溫泉底泥量	養殖缸底泥置放 3 公分厚度左右
圖 10 計算準備置入的搖蚊幼蟲數量	水族箱上置放攔蚊網

3. 統計原則： 因為每個養殖缸每天羽化為成蟲約僅 1~2 隻，同一條件的合計累積數量，比較容易看出羽化成蟲數量變化的趨勢。

4. 每日分別記錄羽化搖蚊成蟲的數量。 因為搖蚊非常細小，不容易發現，會受環境光線與背景顏色干擾。我們想出解決的方法，由一人拿兩張白紙貼著攔蚊網，這樣子，搖蚊是深色的，比較容易被白紙襯托出來方便計數。

圖 11、一人拿白紙，一人仔細查看計數搖蚊，被白紙襯托出的搖蚊	

實驗結果：

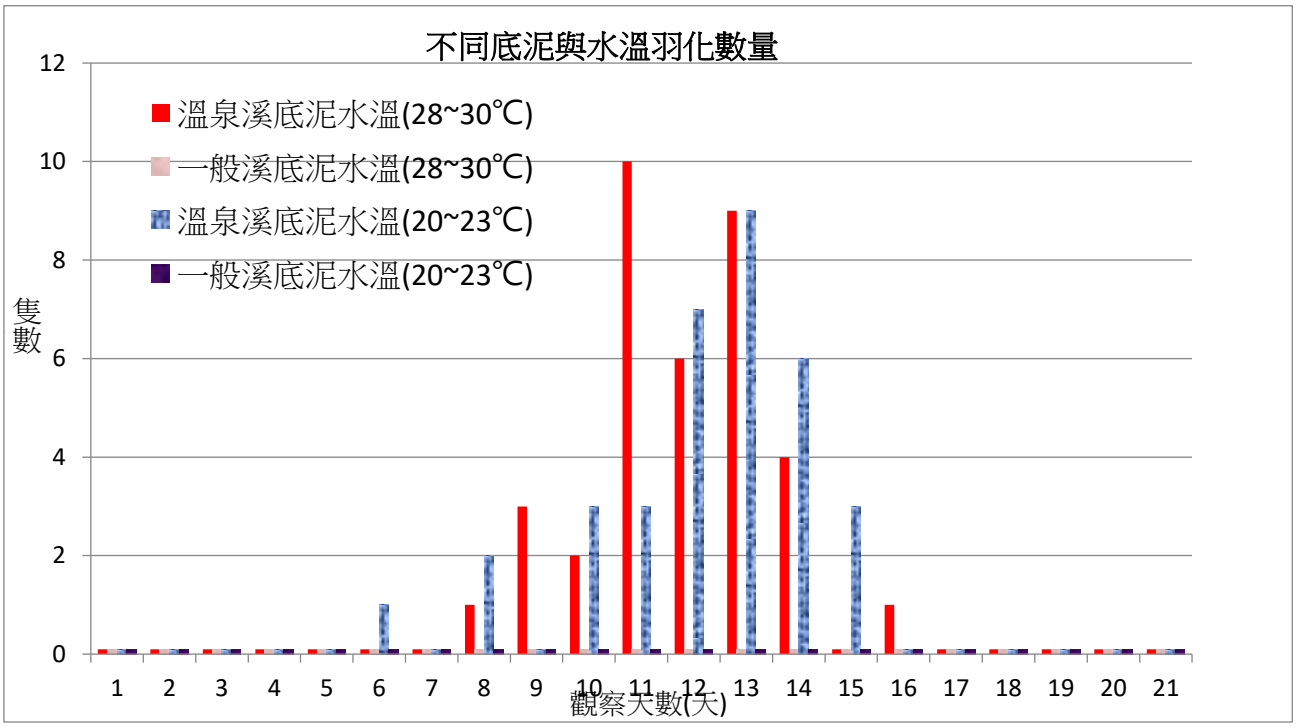
1.使用一般溪流底泥，不論溫泉水溫(28~30℃)與室溫水溫(20~23℃)，紅蟲都無法羽化成蟲。

2. 在溫泉泥水中，從 21 天的觀察，可以看到不同水溫，兩者羽化的數量差不多(36 隻和 34 隻)，但是，羽化高峰在室溫水溫(20~25℃) 比原始溫泉溪水溫(28~30℃)有略為延後一兩天。

表 11、每日羽化狀態

羽化日數	溫泉溪底泥 水溫(28~30℃)	一般溪底泥 水溫(28~30℃)	溫泉溪底泥 水溫(20~23℃)	一般溪底泥 水溫(20~23℃)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0	1	0
7	0	0	0	0
8	1	0	2	0
9	3	0	0	0
10	2	0	3	0
11	10	0	3	0
12	6	0	7	0
13	9	0	9	0
14	4	0	6	0
15	0	0	3	0
16	1	0	0	0
17	0	0	0	0
18	0	0	0	0
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
總數	36		34	

表 12



討論： 1. 一般溪流底泥，紅蟲都無法羽化成蟲。原因不明，因為一般溪流底泥顏色較深，不容易看清楚紅蟲的狀況，加上有攔蚊網阻擋，我們不容易觀察每天紅蟲變化，所以也不知道紅蟲是何時死亡。我們後面會安排試管飼養實驗。

2. 在溫泉泥水中，室溫水溫(20~22℃) 比原始溫泉溪水溫(28~30℃)羽化高峰略有延後。可能是原始溫泉溫度較高，生理代謝速度會比室溫時快一點，也加速羽化的時程。

(二) 紅蟲的行為模式探討

1.紅蟲的行進模式

問題： 搖蚊幼蟲是如何前進後退的? 是像蛇一樣左右擺動嗎?

實驗： 我們用手機加放大鏡來錄影，可以看到搖蚊幼蟲像蚯蚓一樣，一節節往前推來前進，往後推來退後。不過這樣子動作可能太過緩慢。搖蚊幼蟲可以用尾巴固定，然後身體逐漸往後捲縮，一縮一放，便可以很快的向後倒退，甚至體節活動靈活，直接掉頭。

圖 12、尾巴勾住，身體往後縮，尾巴再往外展，靈活的體節，甚至可以 180 度做折疊

2.紅蟲攝食行為

問題： 紅蟲如何吃? 吃甚麼呢?

觀察： 我們觀察到紅蟲利用前足不斷地從周遭撈取碎屑與底泥並利用口器研磨吞食或直接吸食、啃食自己同伴屍體、吞食藍綠藻和有機物的現象，加上口器鋸齒狀的頦，所以我們推測紅蟲是屬於雜食性的昆蟲

3.紅蟲營巢定居行為觀察

問題 1： 文獻上提到搖蚊幼蟲至少有自由活動型、營巢定居型、共棲或寄生型三大類(王俊才、王新華，2011)。溫泉搖蚊屬於哪一類呢?

實驗： 我們將搖蚊幼蟲輕輕置入養殖缸中，搖蚊幼蟲在水中四處亂竄，我們仔細觀察並且拍照錄影。

結果： 紅蟲在水中四處扭動飄移後，會逐漸沉落至底泥表面，並在泥面上蠕動，有時頭部、有時尾部先鑽入底泥中，繼續擺動越挖越深。除了蠕動外，紅蟲還會用前足將四周的底泥與微細纖維等等物質往自己洞口堆積，甚至去搶別人洞口堆積的物質。此時，可以看到這些微細纖維和底泥似乎互相有黏著在一起的感覺，或許搖蚊幼蟲築巢和燕子築窩一樣，會分泌物質將這些推積來的東西黏著在一起。由此觀察可以得知，溫泉搖蚊幼蟲是營巢定居型。

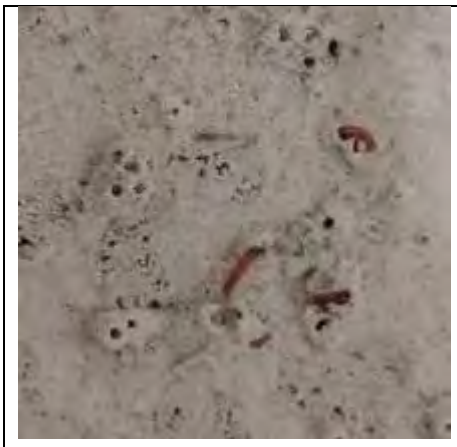


圖 13、從上方拍照以及從側面拍照

問題 2. 紅蟲的巢是用甚麼做的?

實驗(1) ： 將紅蟲在泥上築好的巢用小鑷子夾起來，放在載玻片攤平，放在顯微鏡下觀察

結果(1)：築巢的材料有泥粒、有機碎屑、矽藻、念珠藻、微纖維。其中的微細纖維有些非常平滑，無紋理特徵，很像人造纖維。為了卻定細微纖維的成分，我們設計第二個實驗。

實驗(2) ： 查詢文獻後得知多數人工合成纖維容易溶解在丙酮中。於是我們將細微纖維盡量

剝離出來，滴數丙酮觀察微細纖維是否會溶解。

結果(2)：樣本中，我們共看到營巢內有 4 條微纖維，其中 2 條會溶於丙酮中，表示這兩條是人工合成的。可見，紅蟲不在乎人工製造還是天然的最好，只要合適都會採用。

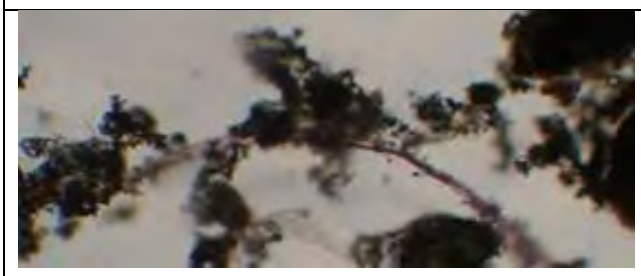
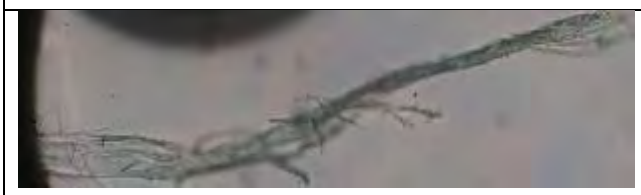
會溶解的人造纖維	不會溶解的天然纖維
	
	

圖 14

(三) 探討紅蟲生存限制因子

實驗 1. 同一溪流，不同 PH 值，會否影響紅蟲的種類與生活?

方法： 我們在前山公園溫泉溪上游約一公里處以及下游 1.5 公里處民宅旁的底泥內，發現有紅蟲。這兩個地點不像前山公園那麼容易採集，採集到的搖蚊幼蟲數量也只有個位數，無法做對比實驗。我們取該棲地的溪水與底泥，利用溫泉溪流中不同位置配置不同酸鹼濃度的養殖水。分別將 3 隻前山公園紅蟲置入試管內分別為 pH2.3、pH2.7、pH3.4、pH5.0 的泥水中養殖

結果： (1)經過一周後，仍然全數存活，最後有五隻羽化，可見前山公園紅蟲耐受酸度範圍相當大。

(2) 同一溪流我們在顯微鏡下觀察比較這三地的紅蟲，口器的頦非常相似，為了慎重，我們送農委會特有生物研究保育中心驗 DNA，確認這同一溪流三個地點的紅蟲都是同一種***粗鋏搖蚊 Chironomus crassiforceps***。

圖 15、左圖是在 pH2.3 試管內從幼蟲變成蛹；左圖是 pH5 試管內羽化為成蟲

實驗 2 前面實驗溫泉搖蚊在一般溪流溪水與底泥下，全數死亡，到底是因為水質的因素，還是底泥的因素所造成?

方法：

1.我們用吸管抽吸溪水和底泥，將兩者分離。

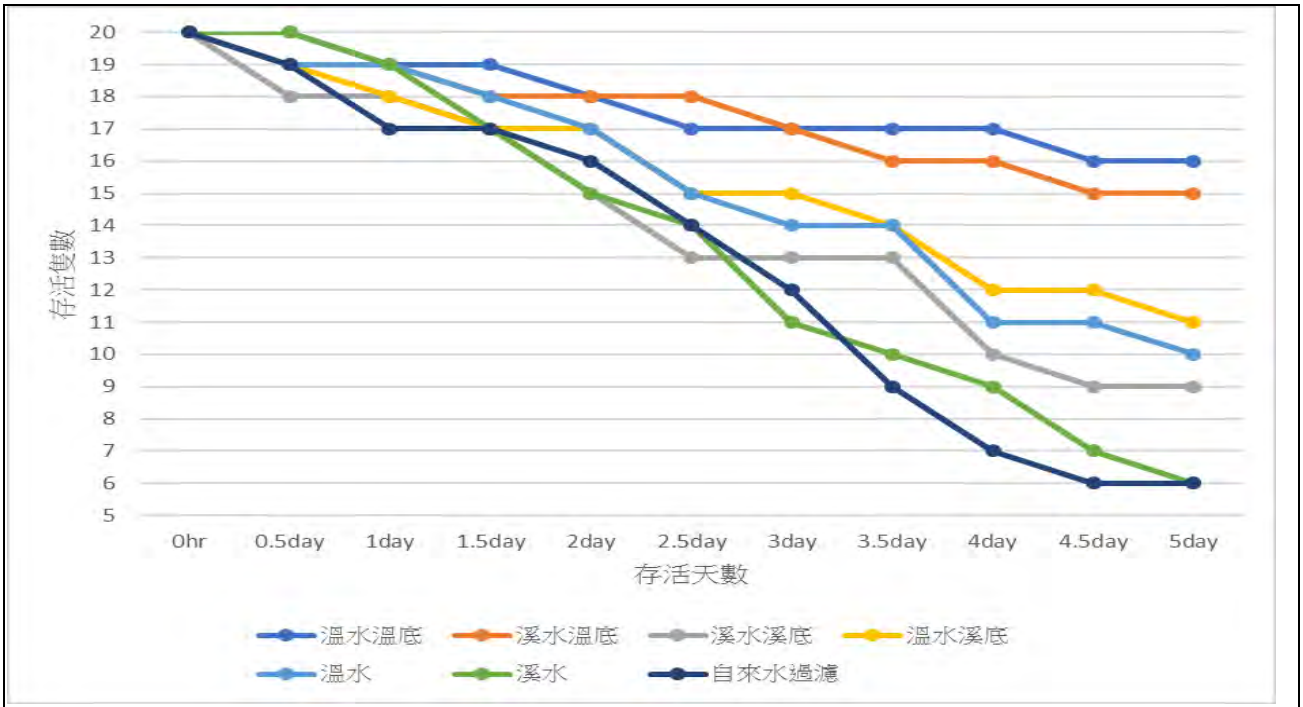
2.共分成七組： 自來水過濾、溫泉水溫泉底泥(溫水溫底)、一般溪水溫泉底泥(溪水溫底)、溫泉水一般溪底泥(溫水溪底)、一般溪水一般溪底泥(溪水溪底)、溫泉水、一般溪水。

3. 每一組有十根試管，每隻試管放兩隻紅蟲。

結果：

1. 前兩天看不出各組存活率交叉很嚴重，可能是和我們挑選紅蟲以及放置到試管過程，造成程度不一的傷害。兩天後，每組的差距就很明顯的拉開來了。
2. 五天後，不論溪水或溫泉水，溫泉底泥的那兩組存活率都很高(>75%)。
3. 溫水溪底、單純溫泉水和溪水溪底大概只有一半存活
4. 純溪水和自來水過濾存活率最差(30%)。

表 13



平均存活數值	0hr	0.5day	1day	1.5day	2day	2.5day	3day	3.5day	4day	4.5day	5day
溫水溫底	20	20	19	19	18	17	17	17	17	16	16
溪水溫底	20	19	19	18	18	18	17	16	16	15	15
溪水溪底	20	18	18	17	15	13	13	13	10	9	9
溫水溪底	20	19	18	17	17	15	15	14	12	12	11
溫水	20	19	19	18	17	15	14	14	11	11	10
溪水	20	20	19	17	15	14	11	10	9	7	6
自來水過濾	20	19	17	17	16	14	12	9	7	6	6

討論：

1.溫泉底泥內有紅蟲喜歡食物，即使水質替換成一般溪水，底泥的成分沒有太大改變，所以存活率最高。這個實驗的結果，告訴我們，底泥很重要，提供紅蟲必要的棲身之處，以及食物的來源，甚至底泥內的礦物質和有機物也會逐漸釋出，影響到水質。。

2.自來水過濾存活率最差，可以想見沒有底泥的營巢，也沒有漂浮在水中的有機質和浮游生物，紅蟲自然沒有實務來源。

3.溪水溪底有 45%可以存活超過 5 天。這個結果令我們感到驚訝，為何和第一次水族箱飼養有那麼大的差異? 我們仔細比較一下存活與死亡的試管，發現死亡的試管砂礫較多，存活的試管紅蟲已經開始營巢了。

4.我們回去前山公園觀察，我們撈底泥的地方確實砂礫比較多。

圖 16

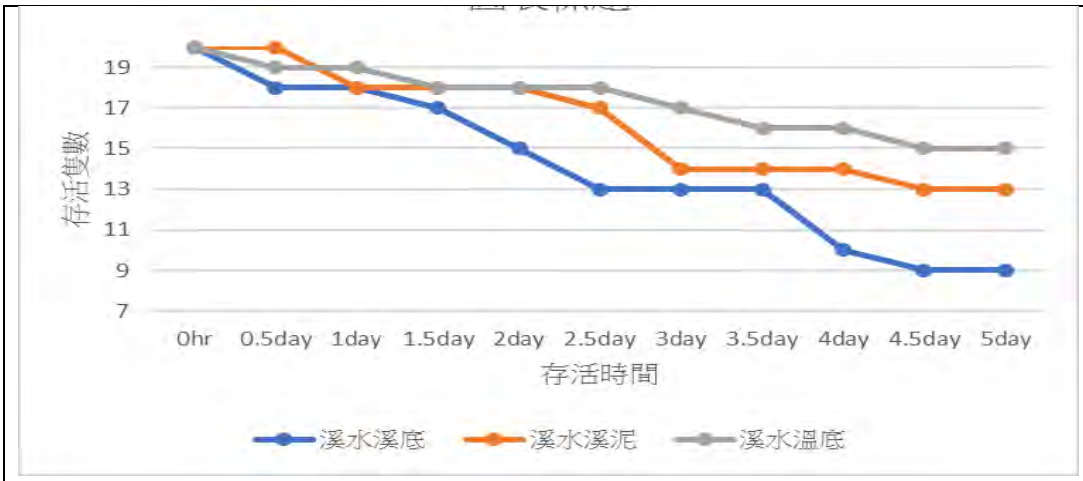
實驗 3。我們在採取一般溪流底泥時，每個試管得到砂礫和泥比例不一，砂泥比例的因素是否會影響紅蟲的存活呢?

方法：

我們將一般溪流的底泥攪擾，等待 15 秒後，取上方混濁液置入試管，靜待沉澱。經過多次抽取後，得到十管各約 2 公分厚的溪泥。裡面各放置兩隻紅蟲，觀察存活率。

結果

表 14



平均存活數值	0hr	0.5day	1day	1.5day	2day	2.5day	3day	3.5day	4day	4.5day	5day
溪水溪底	20	18	18	17	15	13	13	13	10	9	9
溪水溪泥	20	20	18	18	18	17	14	14	14	13	13
溪水溫底	20	19	19	18	18	18	17	16	16	15	15

討論：

1.我們把一般溪水溪底的泥比例提高，存活率就上升了。我們推測紅蟲身體不停地擺動，有其生理需求，可能在顆粒大的沙石中擺動，容易造成身體摩擦破皮，導致容易死亡。

2.為何在大水族箱中，沒有一隻存活至羽化? 我們推測其他死亡紅蟲泡在水中，身體腐敗釋出毒素，導致即使築巢成功的紅蟲也死亡了。也可能是泥中食物不一樣，所以即使環境勉強可以生活，還是無法撐到羽化。

陸、結論

一、環境因素

1. 陽明山前山公園生態豐富，一般溪流裡有各種水生生物，可是，在又熱又酸的溫泉溪中，只看到紅蟲族群獨佔享用。

2. 水流方向和流速會影響紅蟲築巢和成蟲聚集和交配的成功率。

3. 紅蟲繁殖力強，大雨破壞他的棲息地後，大約一周左右，又可以看到滿滿的紅蟲在底泥內搖晃。

4. 北投公園和陽明山前山公園的溫泉溪水質和底泥以及流速都有很大的差異，居住的紅蟲大小和外觀有明顯差異，兩者為不同屬種的搖蚊。

5. 北投公園溪流經過人為整治，可能為了快速排水防洪效果，水流湍急，雖有紅蟲，數量極為稀少，且體型短小。功能性的水利設計，影響到棲息生物生存。

二、搖蚊幼蟲~紅蟲

1. 孑孑和紅蟲身體構造差異非常大，表現在他們在水中的姿勢以及是否需要浮到水面。

2. 紅蟲心臟位在尾端背部，與一般昆蟲不一樣，應該和牠是開放性循環系統以及身長且需要常常直立所演化出的特殊安排。

3. 紅蟲雖然繁殖力強，但是非常敏感，搬運和夾取時，都容易造成死亡。設計研究以及操作時需要更加細膩，減少搖蚊幼蟲的壓力影響實驗結果。

4. 搖蚊從幼蟲到羽化，會受溫度影響，降溫會延遲羽化速度，但是不會改變其最終羽化的結果。

5. 紅蟲喜歡溫泉底泥，在一般溪底泥則不易適應。原因可能是在於沙泥比例和底泥構成成分。

三、搖蚊成蟲

1. 溫泉搖蚊在靜止時，是不會像傳說中搖擺前肢的。與其他搖蚊接觸時，前肢才會劇烈搖動，可能有溝通或是防禦的功能。

2. 搖蚊生理時間可能受到光害影響，婚飛時間以清晨和傍晚為主。

3. 前山公園搖蚊與一般搖蚊不同，只在水平面上婚飛，不形成蚊柱，也喜歡在石頭或枝葉上交配。

4. 搖蚊成蟲不需要水分，但是排卵需要水分。如果在乾旱環境，雌搖蚊會延後排卵。

七、未來展望

1. 紅蟲是否有特化的構造或生理功能可以適應溫泉高溫強酸值的環境。可以做為氣候暖化，生物應變機置的參考。

2. 前山公園搖蚊在清晨和傍晚婚飛比較明顯，是否受到公園路燈的光害影響，改變他們的生理時鐘? 未來可以深入探討人工光線、光害與生物間的行為或生理改變。

3.人為整治後的溪流以及人為光害，如何改變水中生物的生態和生理狀況，需要長期觀察。

4. 北投公園搖蚊的 DNA 資料在 NCBI 資料庫找不到相對應的物種，需要更進一步找尋昆蟲分類專家協助鑑定。

柒、參考資料

1. 王俊才、王新華。2011。中國北方搖蚊幼蟲。中國言實出版社。北京。

2. 李重義。2006。陽明山國家公園溫泉微生物多樣性與利用之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告

3. 倪郁涵。2013。溪流生態系中搖蚊系統發生多樣性與環境之關係。國立中興大學昆蟲研究所碩士論文

4. 黃于玻、田志仁。2014。臺灣水棲昆蟲與水質生物指標應用。科學研習年。No. 53-6

5. 朱耀沂。2009。從南極搖蚊看昆蟲的抗寒及抗熱性。科學月刊。NO.447：654-655。

6. 台北市士林國小溫泉小精靈隊~台北溫泉鄉網頁 http：//hotspring.slps.tp.edu.tw/chinese/main/YMS/FM.htm

7 台灣生物多樣性資訊入口網 http：//taibif.tw/zh/catalogue_of_life/page/9976-51c5-0030-2571-e2e8-7b67-7afe-e9b9

8. 氣象局月雨量統計網頁 https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecipitation/dP.htm

8. 經濟部水利署電子報 http：//epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=B44D693042EEFF66

【評語】080307

此作品對於搖蚊的棲地生態、形態、生活史、存活率等做非常詳盡的觀察與量測，研究主題清楚且聚焦。實驗方法設計周全，控因及變因清楚、適當及完整。

觀察中發現婚飛行為的差異，提出可能有光害的影響以及分類學上的鑑定等問題顯示研究者對於相關問題的關注相當用心，值得鼓勵。

研究主題貼近生活，實用價值方法具可行性。惟研究目的與研究結果連接性可再加強，如不同底泥的影響及相關防治的建議未與研究結果有直接關聯，此部分可再強化。

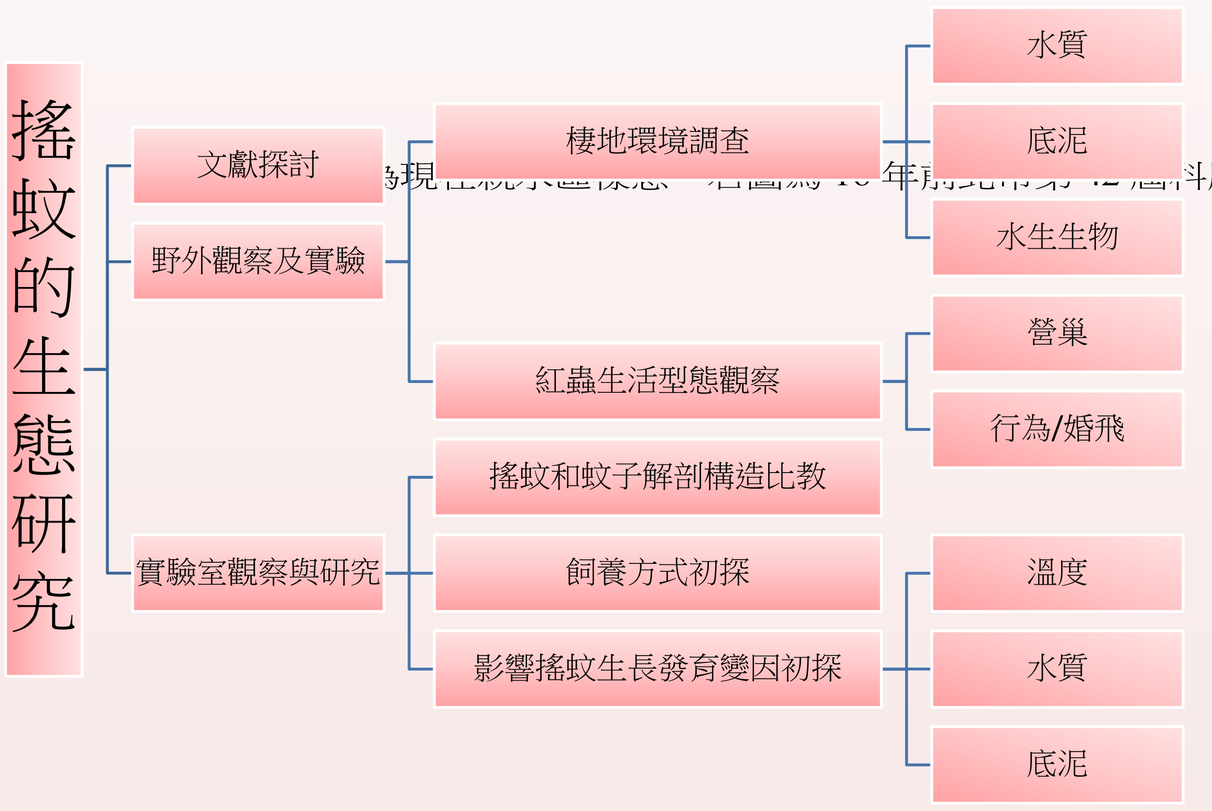
野外觀察搖蚊的生態及生活型態，設計實驗測試水質對搖蚊幼蟲生長的影響，觀察仔細，紀錄詳實，並能和文獻比較，發現新的現象。對於溪水的條件該如何定義等問題，應該更加嚴謹。可進一步設計實驗控制變因，研究不同溪水及底泥所造成的影響。

作品海報

壹、研究動機

四年級上自然課時，我們學到許多的水生昆蟲。去年暑假去陽明山前山公園玩，發現公園內有兩條溪流，一條是一般小溪，一條是溫泉溪。我們好奇的去查看這兩條溪流水中生物是否有所不同，意外發現溫泉溪流的底泥中，居然有紅色小蟲在淤積泥沙中蠕動。我們想要知道是紅蟲喜歡泡熱水澡，還是有其他因素影響到紅蟲選擇他們的家，就讓我們一窺白裏透紅的秘密吧!

貳、研究架構



參、研究過程與結果、討論

一、實驗操作過程

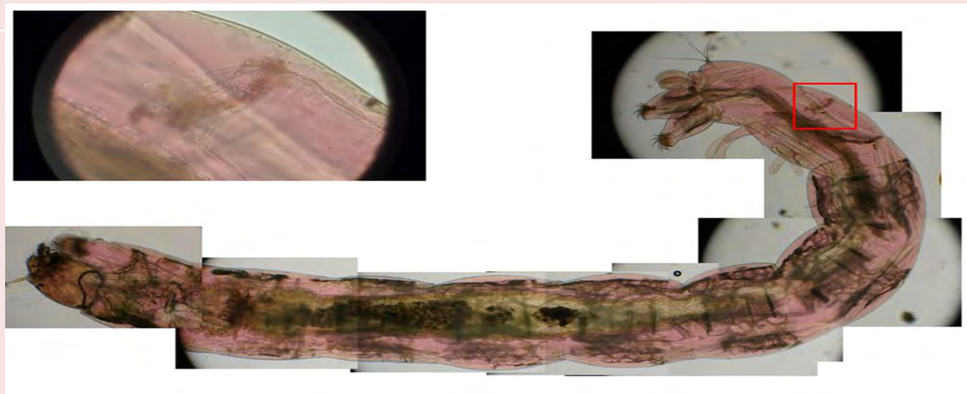
二、觀察比較搖蚊和蚊子身體構造的差異

蚊子	搖蚊
雙翅目、**蚊科（Culicidae）**	雙翅目、**搖蚊科(Chironomidae)**
蚊幼蟲： 黃褐色體色 水中姿勢：**頭低尾高** 水中位置：常需要**浮至水面**伸出呼吸管	搖蚊幼蟲： 粉紅色體色 水中姿勢：**頭高尾低** 水中位置：多在**水底**泥巢中搖擺
蚊成蟲：口器**筆直、長**	搖蚊成蟲：口器**短小、彎曲**

三、紅蟲的身體構造

紅蟲口器的頦	紅蟲的尾節有爪，可以固定身體，不會被溪流沖走

尾端有脈動的構造，應該是紅蟲的心臟



四、在自然環境下，觀察搖蚊成蟲和紅蟲的生活型態：

(一) 紅蟲棲地環境調查

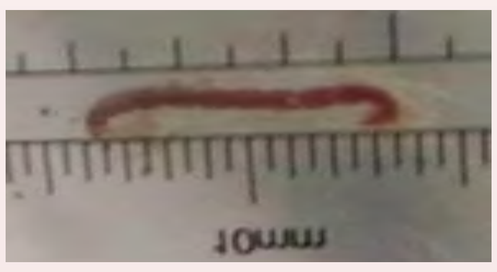
1. 北投公園十年前和現在的變化

2. 實驗：比較兩地溪流生態以及水中生物。

為現在親水區樣態，右圖為 16 年前北市第 42 屆科展作品標示類似位置的相片　圖 4、左圖為現在親水區樣態，右圖為 16 年前北

3. 結果：

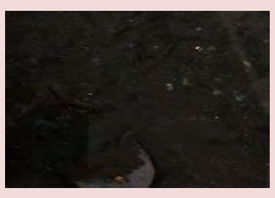
(1)兩地紅蟲比較

前山公園～搖蚊屬（*Chironomus sp.*）	北投公園～素搖蚊屬（*Polypedilum sp.*）
平均體長16mm 	平均體長9mm
口器內的頦形狀不同	

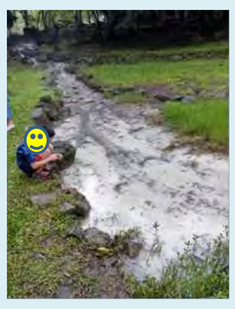
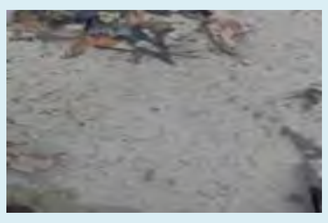
(2)與北投公園十年前比較

	十年前	現在
體型	細、長	粗、短
顏色	棕黃	暗紅
相片 (取自北市第42屆科展作品【「藻寶趣」~在女巫的故鄉與綠精靈相遇！】)		

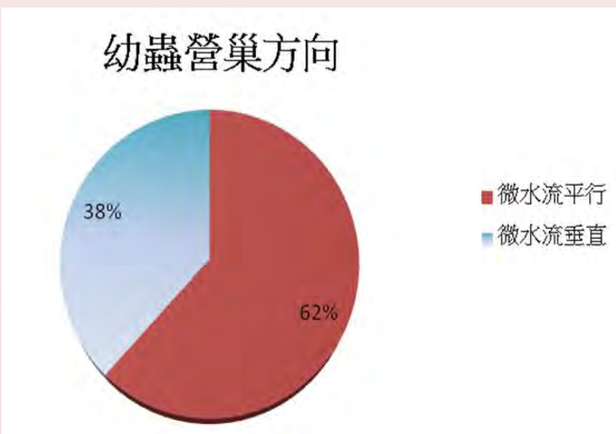
(3)兩地三溪流的比較

	陽明山前山公園		北投公園
	一般溪流	溫泉溪流	溫泉溪流
溫度	攝氏18~21度	攝氏28~31度	攝氏23~24度
PH值	7~8	3~5	3~4
水流狀況	溪流至此出現開闊地形，水流減緩	水流湍急，彎處有多處淤泥	水流非常急速，溪底是大小不一的石頭堆疊
水生動物	種類多，小蝦小魚、蝌蚪....	只有搖蚊幼蟲	只有搖蚊幼蟲
底泥	黑色	白色	鐵鏽灰色
			
紅蟲生存	無法生存	可互換生存	可互換生存

(4)前山公園溪流生態嚴重受到山區雨量的影響

好天氣 (觀察日10月3日)	雨過後 (觀察日10月6日) (10月4日86.2毫米雨量)	大雨過後 (觀察日10月14日) (10月11日109.4毫米雨量)
		
紅蟲：底泥裡到處都有(50隻以上，密度>0.6/平方公分)	**紅蟲**：數量減少一半以上(28隻，密度0.36/平方公分)	**紅蟲**：幾乎看不到紅蟲(少於10隻，密度<0.12/平方公分)，多被其他泥沙掩蓋
		
成蟲：眾多在水面婚飛、在石頭上走動交配，岸邊草叢也有不少搖蚊	**成蟲**：約一半不到在水面婚飛、在石頭上走動交配。岸邊草叢搖蚊多	**成蟲**：零星幾隻在水面婚飛、在石頭上走動交配。岸邊草叢搖蚊也不多

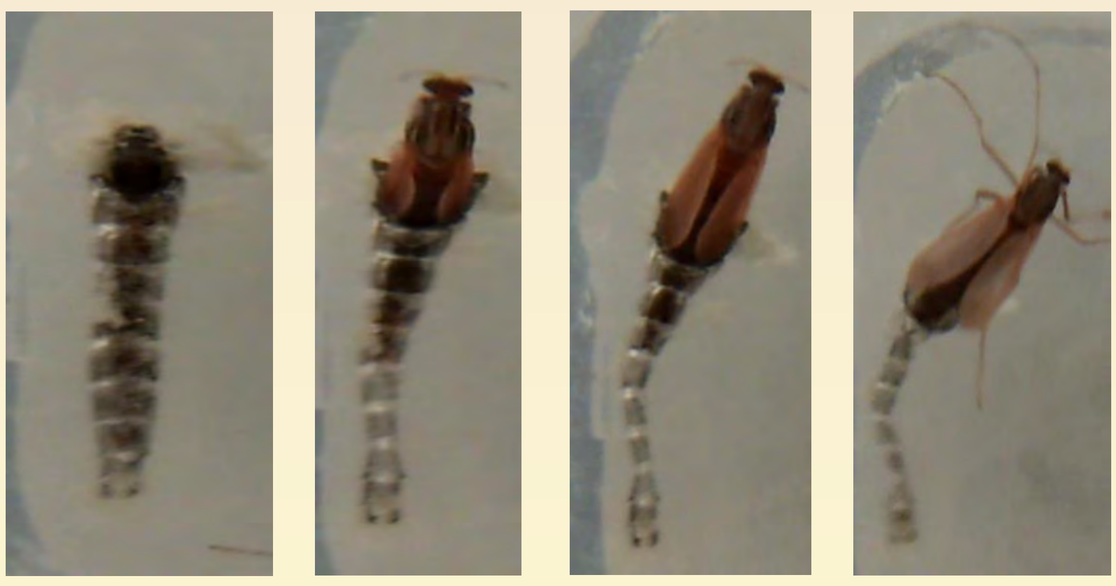
(5)溫泉溪中搖蚊幼蟲營巢與水流走向的關係



項目	1	2	3	4	合計
與水流平行	11	6	7	15	39
與水流垂直	1	2	13	8	24

(二) 紅蟲移動模式: 像蚯蚓一樣，一節節往前推來前進，用尾巴固定，然後身體逐漸往後捲縮，一縮一放，便可以很快的向後倒退，甚至體節活動靈活，直接掉頭。

(三) 羽化過程全紀錄: 成蟲會從蛹殼胸背部裂開爬出來。最後會從尾部排泄孔會排出深暗紅物質，可能是濃縮的血紅素。



(四) 搖蚊行為模式觀察：

1. 搖蚊搖不搖？

搖蚊靜止時，幾乎不擺動前肢。當有其他搖蚊靠近或是他要去靠近其他搖蚊時，兩方的前肢都會不停的擺動，甚至互相碰觸，所以擺動前肢可能是溝通、防衛或是攻擊。

2. 成蟲需要喝水嗎？　對於成蟲，水的重要性在哪？

實驗：一袋注入10cc溫泉水，另一袋保持乾燥。

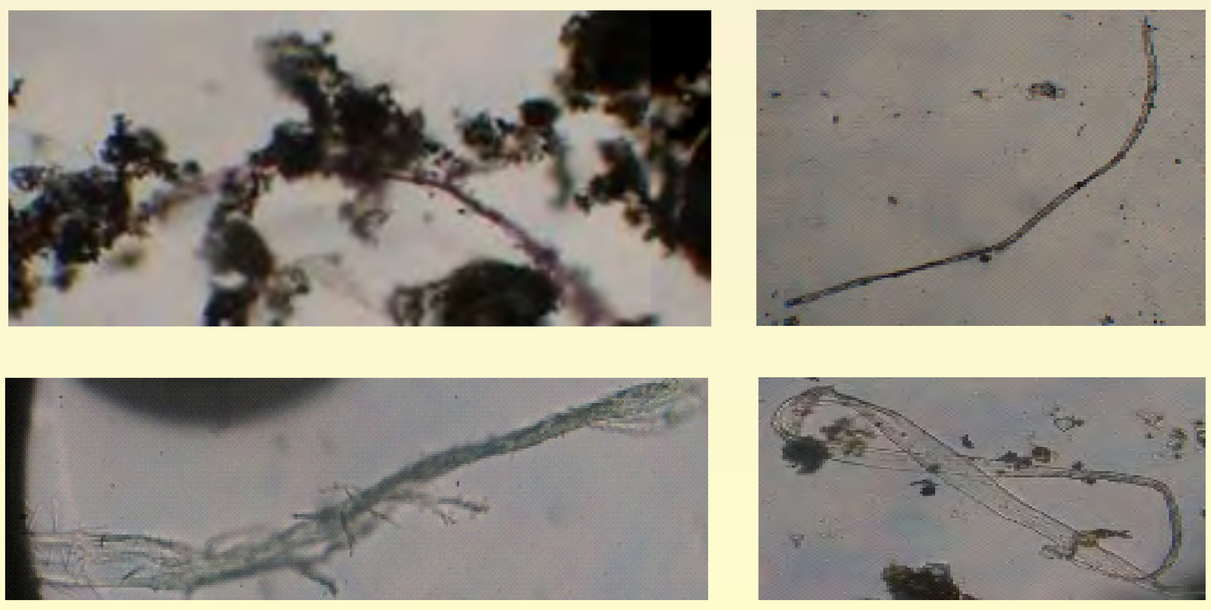
結果：有水珠的那一袋，半天內就有十幾個卵塊生在水珠裡面。沒有水珠的那一袋，全部只有三個乾卵塊。第三天，在乾燥的那一袋，注入10cc溫泉水，很快也有卵塊

五、在實驗室裏，探討溫度、水質與底泥對於紅蟲生長發育的影響

(一) 紅蟲營巢

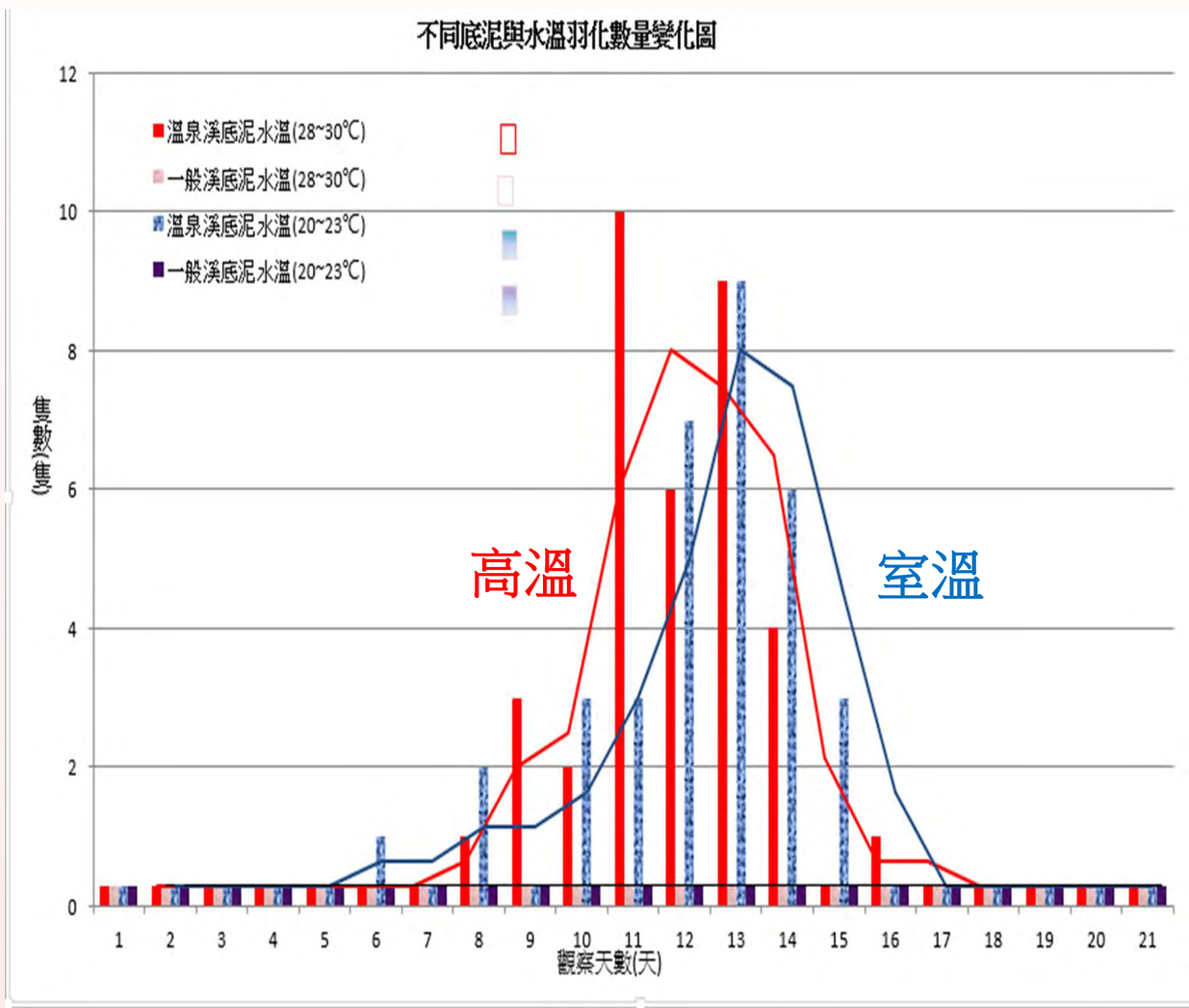
1. 定居行為觀察: 沒有水流情況下，多垂直或是稍微傾斜

2. 巢的組成: 有泥粒、有機碎屑、矽藻、念珠藻、微纖維。左二是人造纖維、右二是天然纖維(經丙酮溶解測試)



(二) 搖蚊羽化相關因子初探： 溫度和底泥的影響

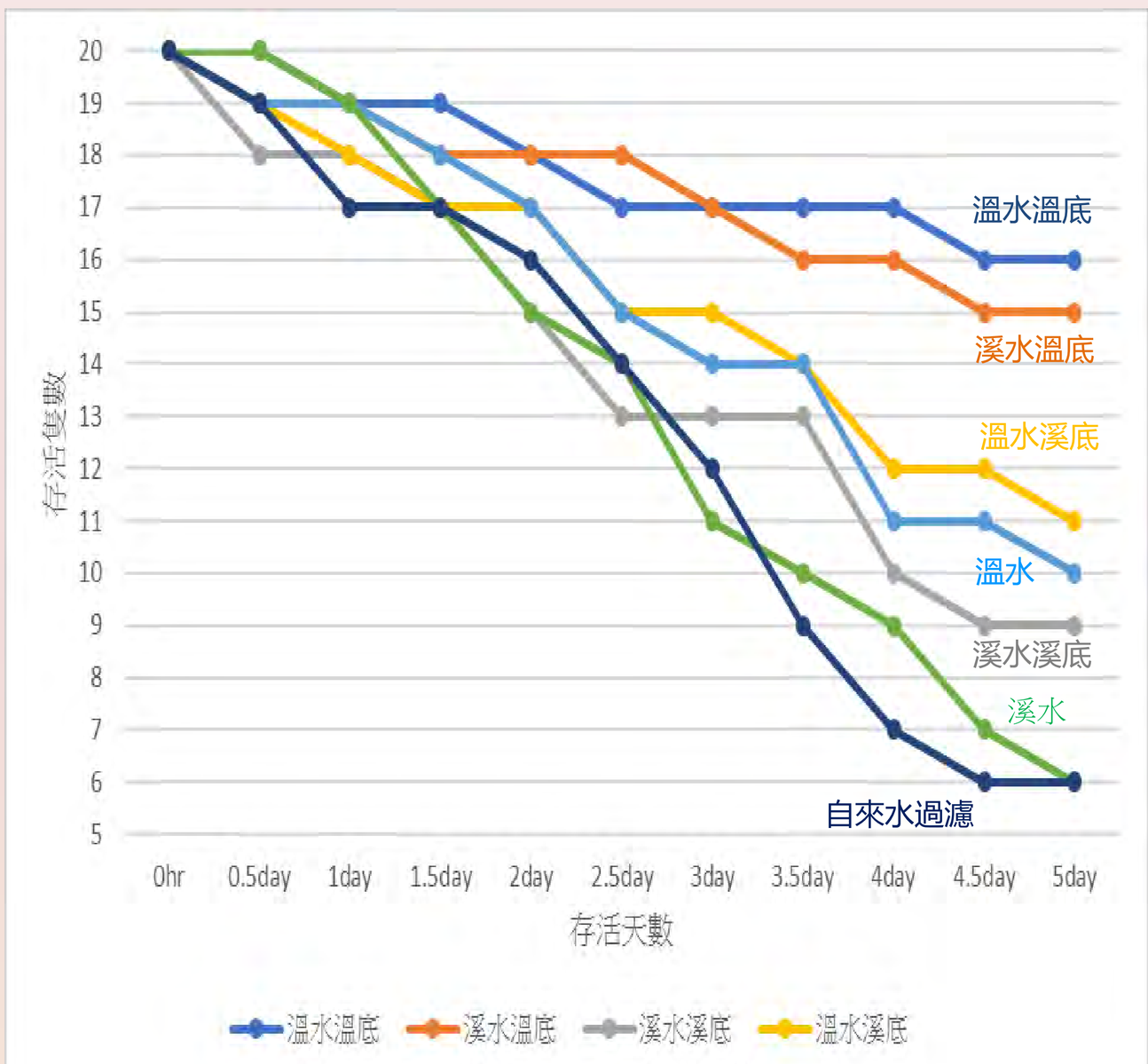
實驗: 將紅蟲置入四組，室溫組稍微延後一到兩天

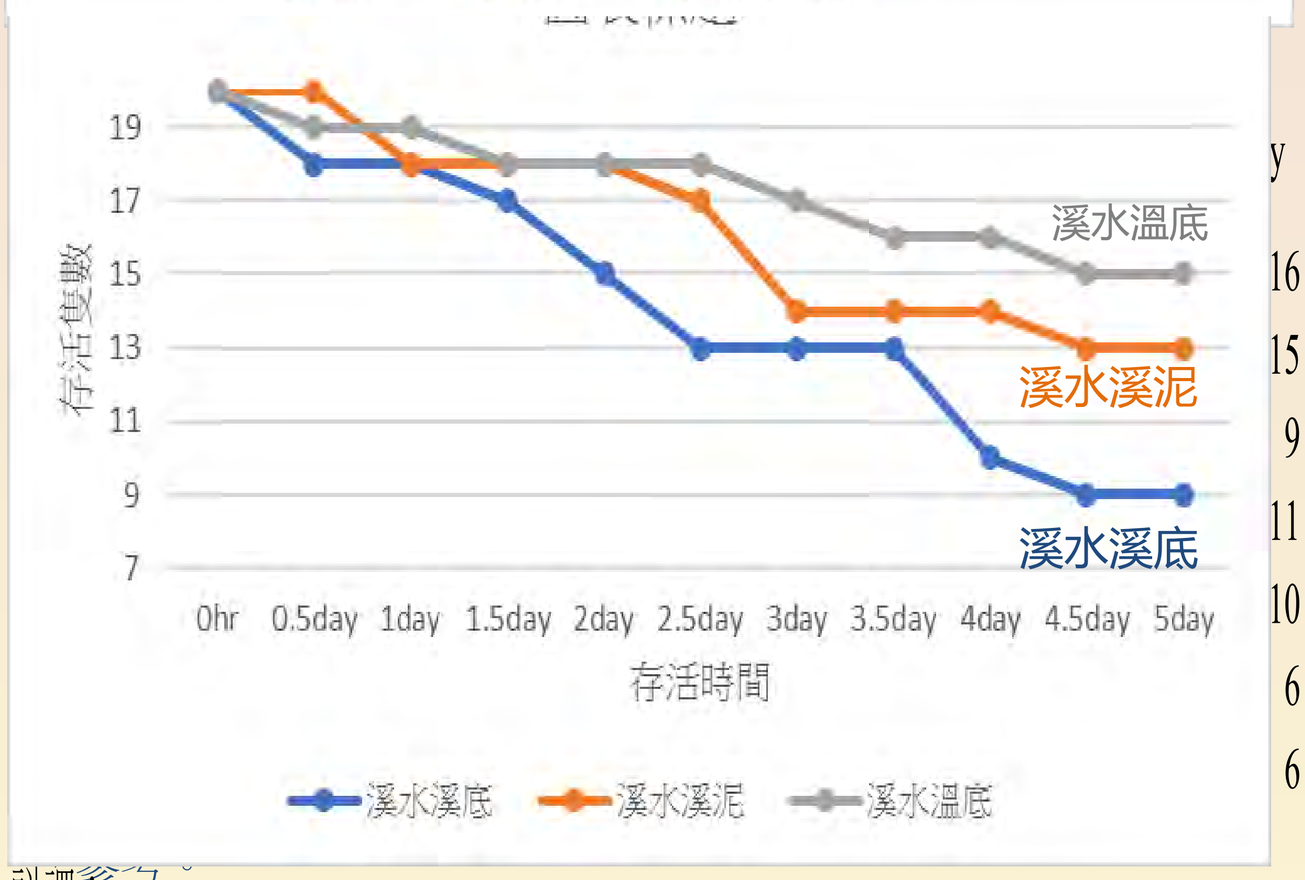


(三) 探討紅蟲生存限制因子

1. 前面實驗紅蟲在一般溪流溪水與底泥下，全數死亡，到底是因為水質的因素，還是底泥的因素所造成?

方法： 將溪水和底泥分離，分成七組：每一組有十根試管，每根試管放兩隻紅蟲。





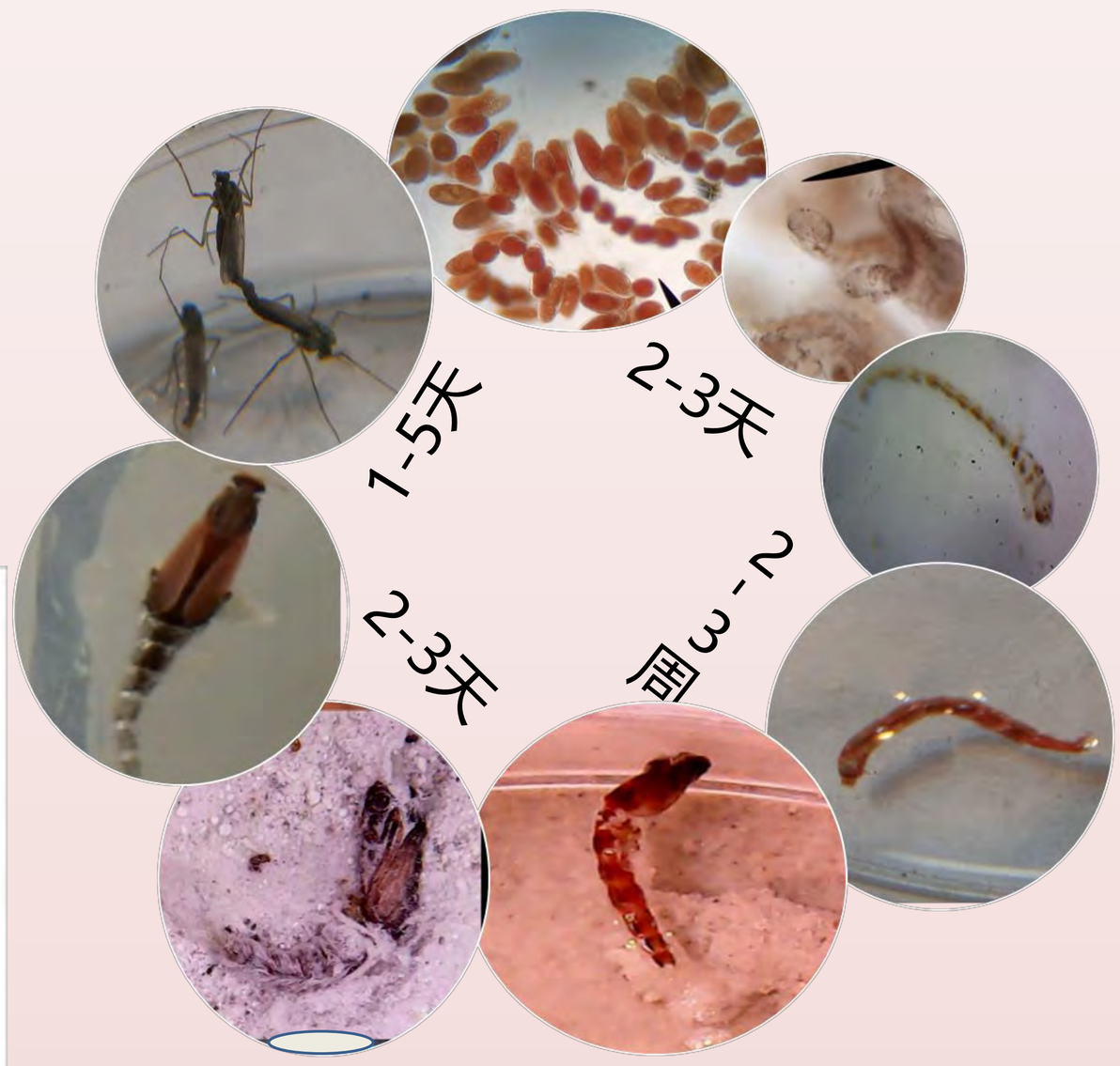
(一)實驗: 捕捉搖蚊成蟲，將雄雌分別放入培養皿中，錄影記錄不同成蟲配對組數的互動以及影響

圖：左圖是雄雌互動情況、中圖是交配過程、右圖是產卵

(二) 不同數目搖蚊互動行為和產卵現象

	單隻	一對	多對
	4組	7組	4組，每組2~3對
行為	少飛、少動、前肢不搖動	常有互疊、前肢常會有搖動	常互疊、前肢常搖動。甚至三四隻一起
壽命	最常，約4~5天	短，約2~3天	短，約1~3天
排卵	無	有，只排一次	有，只排一次
數目		3個	5個
卵孵化數	無	1個	3個

(三) 我們養殖經驗，可順利從卵開始養殖到成蟲產卵，完整觀察記錄整個搖蚊生活史的四個時期



肆、結論與討論

1. 北投公園和前山公園環境條件不同，居住的紅蟲種類也不一樣。
2. 溫泉搖蚊不形成蚊柱，只在水平面上婚飛或在石頭或枝葉上交配。
3. 搖蚊成蟲不需要水分，但是卵需要水分。如果在乾旱環境，雌搖蚊會延後排卵。
4. 子子和紅蟲身體構造不同，造成在水中的姿勢不同。
5. 搖蚊羽化速度會受溫度影響，降溫會延遲羽化，但不會改變其最終羽化的結果。
6. 底泥成分會影響紅蟲生長。生態保育不能只顧慮到水質，還要注意底泥。

伍、未來展望

1. 進一步探討紅蟲如何適應溫泉高溫強酸環境的機制。做為了解氣候暖化時，生物應變機制的參考。
2. 北投公園搖蚊的DNA資料在NCBI資料庫找不到相對應的物種，需要更進一步找尋昆蟲分類專家協助鑑定。

陸、參考資料

1. 王俊杰、王新華。2011。中國北方搖蚊幼蟲。中國言實出版社。北京。
2. 「藻寶趣」~在女巫的故鄉與綠精靈相遇！臺北市第42屆中小學科學展優選
3. 陳俊雄 。2006。陽明山國家公園溫泉昆蟲相分布與動態調查。陽明山國家公園管理處自行研究報告。