

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

佳作

080309

「蟲」現萬年溪

學校名稱：屏東縣屏東市仁愛國民小學

作者： 小六 楊瑋恩 小六 趙晨妤 小六 宋怡萱 小六 吳昭葦 小六 李宛庭	指導老師： 林文雄 莊蕉華
---	-------------------------

關鍵詞：水棲昆蟲、生物多樣性、生物指標



「蟲」現萬年溪?!



---萬年溪水棲昆蟲族初步探索

摘要

水棲昆蟲的調查在一九八〇年代運用在了解水質的研究上，本研究是為了取代過去儀器分辨水質的缺點，改採用貝津氏指標生物法，以水棲昆蟲族群了解萬年溪水棲昆蟲的生物地位及水質狀況，並在多次的採集將誤差降到最低後，初步結果顯示：

1: 萬年溪水棲昆蟲的族群全流域皆有，數量及種類不多。2: 水質與水速最能影響萬年溪水棲昆蟲分布。3: 萬年溪水棲昆蟲並非流域中的優勢族群，進而影響生物網。4: 外來生物強勢入侵台灣河川，改變生態。並提出萬年溪復育方面三點建議:A. 定期排放河水時應注意水量。B. 依不同水質汙染來源實施相對改善措施。C. 水質改善為首要工作(如降低濁度、提高溶氧量等)做起，讓底棲生物(如昆蟲)自然復育到一定數量。

壹、研究動機---阿公的黑糖水神話

去年夏天住在台南的阿公，到我們家來過暑假。好幾次晚飯後，他都提議要去萬年溪沿岸散步；我們全家都不贊同，並且逃之夭夭。阿公覺得很奇怪，為什麼不好呢？他說儘管跟阿嬤約會的「烏趁橋」已經拆掉了；但是萬年溪沿岸飄著濃郁的黑糖香味，是他一輩子最香甜的記憶。而在晚風微涼的夏夜草叢裡，閃爍迷離的螢火蟲，則是最燦爛的畫面。

「黑糖香味」??? 不是「萬年臭」嗎？
「螢火蟲」??? 不是「紅蟲一堆」嗎？

聽阿公講得這麼渾然忘我，我們很懷疑我們講的是同一條溪嗎?! 萬年溪位於學校附近，經過時都會聞到一股特有的臭味，同學們都笑稱這條溪為「萬年臭」。以前上自然課時，曾經撈過水中的小生物，發現除了紅蟲數千隻外，並無其他活生物。

開學後，我們去查了萬年溪的相關文獻，發現阿公講的「實話」不是「神話」。書上記載早期萬年溪引用崇蘭圳水源增加供水量，台糖用水使用後注入殺蛇溪，回歸灌溉使用。而台糖洗濯水流呈暗紅色，俗稱「黑糖水」，沿岸飄著黑糖香味，被認為「肥水」，在肥料極度短缺的時代，黑糖水最受農民喜愛。

但五〇年代末期工商業蓬勃發展，畜牧養殖企業化等原因使廢水增加，加上家庭污水，均注入萬年溪。各類污水匯集，結果可見動物屍體隨波逐流、油脂漂浮，水質污黑惡臭，於是各方要求改善整治聲音不斷響起。八十四年間縣政府為萬年溪加蓋，第一期工程先完成玉皇宮段，後續第二期工程進行至一半時，引發不同爭議而停工。所幸後來屏東縣政府以「河川生態觀」作為治理萬年溪的基礎觀念，進行整治工程；經過數年的努力，河水變得清澈了，兩旁的景觀也變得綠意盎然、樹影扶疏。我們都很開心看到萬年溪的改變。

記得在四年級時，上自然課有提到水棲昆蟲可當作檢測水質的指標，於是我們便想學以致用，利用課餘時間到學校附近的萬年溪採集水棲昆蟲。藉此了解萬年溪在整治之後，河川中水棲昆蟲的族群生態；提供往後研究萬年溪整治成果、追蹤水棲昆蟲生態變化之參考。

貳、研究目的與研究問題

本研究旨在了解萬年溪歷經數年的整治,目前全流域的水棲昆蟲分布情形與水質改善程度,研究目的與問題條列如下:

目的一:瞭解萬年溪水棲昆蟲的族群現況。

- 問題 1:水棲昆蟲分布在萬年溪的哪個區段?
- 問題 2:萬年溪的水棲昆蟲族群種類為何?
- 問題 3:萬年溪的水棲昆蟲族群數量為何?
- 問題 4:萬年溪水棲昆蟲是否屬於優勢族群?

目的二:了解萬年溪水質與水棲昆蟲分布的關係。

- 問題 1:依水棲昆蟲分布檢測萬年溪水質現況為何?
- 問題 2:水溫會影響萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?
- 問題 3:河流流速會影響萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?
- 問題 4:河流水深會影響萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?
- 問題 5:萬年溪的水質會影響萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?

參、相關資料與閱讀心得

一、獨特的萬年溪水域生態--- 兼具自然溪流與人工溝渠特色的萬年溪

-整理自「河水幽憂---萬年溪」<http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2006/mhps94/index.htm>

萬年溪貫穿屏東市中心,全長約 6 公里,沿岸居民近 22 萬人,是屏東縣轄內人口最密集的都會型河川。住在萬年溪畔音樂家李淑德女士說她年幼時,萬年溪是擁有垂柳、輕舟、小橋美景,是蘊育她的音樂藝術之河。然而萬年溪並非是一條自然的溪流,她是由許多「圳」,不斷彙整合成的半人工溝渠。

民國前九年(西元一九〇三年),屏東市南郊永安里的「永安圳」,與東郊大湖圳、北郊崇蘭圳併列為屏東市最早興建的水利設施。民國前二年,台糖產能提高,用水量增加,引用崇蘭圳水源增加供水量,台糖用水使用後注入殺蛇溪,再供灌溉使用。民國十三年,永安圳與附近各埤圳統合,改組成立屏東水利組合,規模加大,民國廿七年,在屏東市歸來(今仁愛路與自由路交叉點之萬福橋上游五公尺處),興建永久性鋼筋混凝土門攔水壩,即在玉皇宮前設閘門,控制灌溉用水,攔水壩的興建啟用後,使得台糖工業用水與灌溉用水不虞匱乏,也造就了萬年溪的沿岸風光嫵媚。

二、水棲昆蟲與河川生態

1. 以數量而言,水棲昆蟲一向是淡水河域裡面的最大家族。然而牠們在食物網絡中扮演著多重角色,牠們既是採食者、刮食者、碎食者也是吸食者、捕食者,涵蓋著初級、次級、三級消費者,同時也是掠食者的食物來源。所以在食物鏈中水棲昆蟲的數量關係著魚蝦蟹類的生存,進而也影響到整個河川生物食物網的生態。

2. 底棲生物由於長期演化而適應周遭生存環境,且因種類不同而生存在特定水域環境。因此若水質遭到污染,這些水棲昆蟲將馬上感受到環境變化,並無法適應,而將死亡或離開棲地。而河川生物中,與污染程度較有直接關係,且能反映出各種不同程度污染者,有藻類、

浮游動植物、水生昆蟲、軟體動物、環節動物等，這些都可作為河川污染之生物指標。藻類及浮游動植物之判別必須使用顯微鏡觀察，較為不方便，其餘則屬肉眼可見之生物，採樣及觀察均較方便，而且它們都是固定棲息於河床或沿岸，較能代表該點之河川水質，所以河川污染生物指標宜採用水棲昆蟲、軟體動物和環節動物等常見生物。（見 p.4 圖二臺灣地區四種不同水質河川常見的指標性底棲生物）

肆、研究方法

本研究實際走訪萬年溪上中下游水域來蒐集相關的數據與資料。首先閱讀相關文獻後，決定四個取樣點及準備自製研究器材，再由師長指導調查方法，茲將過程整理如下：

一、研究流程

1. 成立研究小組 2. 閱讀文獻 3. 決定採樣地點 4. 製作採樣工具 5. 初次採樣
2. 6. 請專家判定 7. 五次採樣 8. 分析數據 9. 撰寫報告

二、採樣說明：

我們採用貝津氏指標生物法來採樣，其方法為使用蘇伯氏網(50X50X50cm³)，調查時以水深 30cm，流速以 30~40cm/sec 為宜，採樣地點宜底質以礫石、鵝卵石最佳。

1. 分組採樣步驟

步驟	照片
<p>組一：負責測量流速、水溫、水深</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 測量流速：以乒乓球流經採樣點後 2 公尺所需的時間換算出流速。 2. 測量水溫：於採樣點右岸用酒精溫度計至於水中 2 分鐘。 	
<p>組二：架蘇伯氏網：(如右圖)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 放入水中定點以約磚塊大小的石頭壓住固定。 2. 於網前 1 公尺處攪動底部石頭，使底棲性生物隨水流入蘇伯氏網。 3. 靜置 30 分鐘後拿至岸上分類採集。 4. 完成紀錄後將生物放回溪流。 	

圖一：臺灣地區四種不同水質河川常見的指標性底棲

	溶氧量 mg/l	懸浮固量 mg/l	代表性水棲昆蟲與底棲生物					
A 未 (稍) 受污染	6.5 以上	20 以下						
			石蠅	網蚊類	類扁蜉蝣	流石蠹類	渦蟲	河蟹
B 輕 度污 染	4.6 - 6.5	20 - 49						
			縞石蠹類	雙尾小蜉蝣	扁泥蟲	石蛉類	蜻蛉類	大口螺類
C 中 度污 染	2.0 - 4.5	50 - 100						
			姬蜉蝣類	水蛭類	水蟲類	福壽螺等	鯽魚	鰕虎
D 嚴 重污 染	2.0 以下	100 以上						
			紅蟲	管尾蟲	顫引類	大肚魚	吳郭魚	鯉魚

2. 決定採樣點(圖二)

圖二：萬年溪流域採樣地點分布圖



3. 名詞解釋

本研究中的重要名詞定義如下：

(1) **萬年溪前段及後段**：

萬年溪的流域起始各家說法不一，在本研究中定義為「源自屏東縣九如鄉之崇蘭舊圳，主流經九如鄉至屏東市東北方(海豐里)進入市區，貫穿市中心後於屏東市西南方與殺蛇溪交會後成為牛稠溪，再匯入高屏溪」。其中前段是指崇蘭舊圳到海豐濕地區段。而後段則是流經屏東市區的區段。

(2) **水中生物**：指在萬年溪所撈出之魚蝦、螺貝類、及昆蟲之統稱。

(3) **指標生物**：

一般而言河川生物中某些特定種類的藻類、浮游動植物、水生昆蟲、軟體動物、環節動物等不易移動之生物均可為汙染指標，然在本研究中專指長鬚石蠶、石蠅等對水質要求度較高之水棲底棲性昆蟲。

(4) **優勢族群**：在一固定環境中，單一族群的生物總數量最高的族群，即定義為優勢族群。

(5) **水質的定量分析**：於採樣點採定量的水利用 pH 檢測儀、濁度檢測儀、溶氧量檢測儀，測數值為本研究之水質定量分析。

三、 研究限制與未來展望

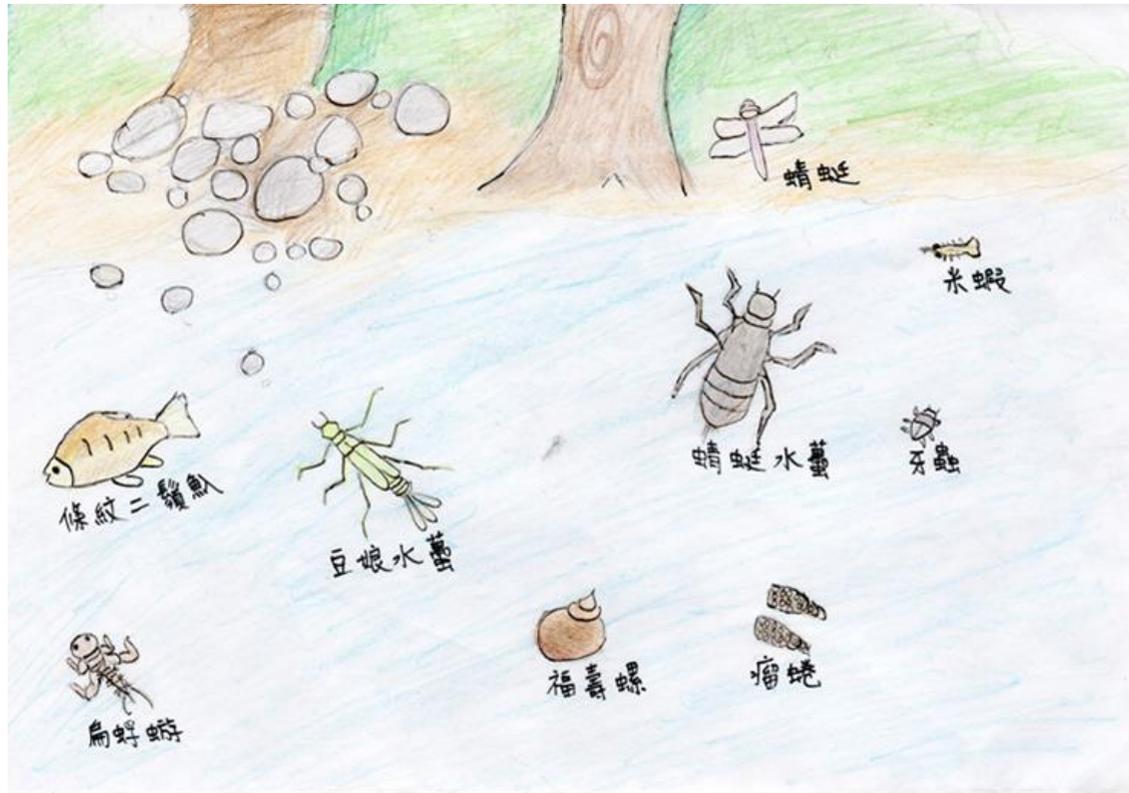
本研究因人力、設備及時間所限，針對萬年溪河川生態之研究主要以水棲昆蟲族群現況進行探討，兼以食物鏈上下所及之螺類、魚蝦等底棲類動物為研究目標。又萬年溪目前仍尚未整治完成，所以在未來將依序加入藻類與鳥類，及河川兩岸之植物為研究目標。期待能為萬年溪做一份完整的生態檔案，使萬年溪更貼近大家的生活。

伍、研究發現與討論

一. 目的一: 瞭解萬年溪水棲昆蟲的族群分布情形

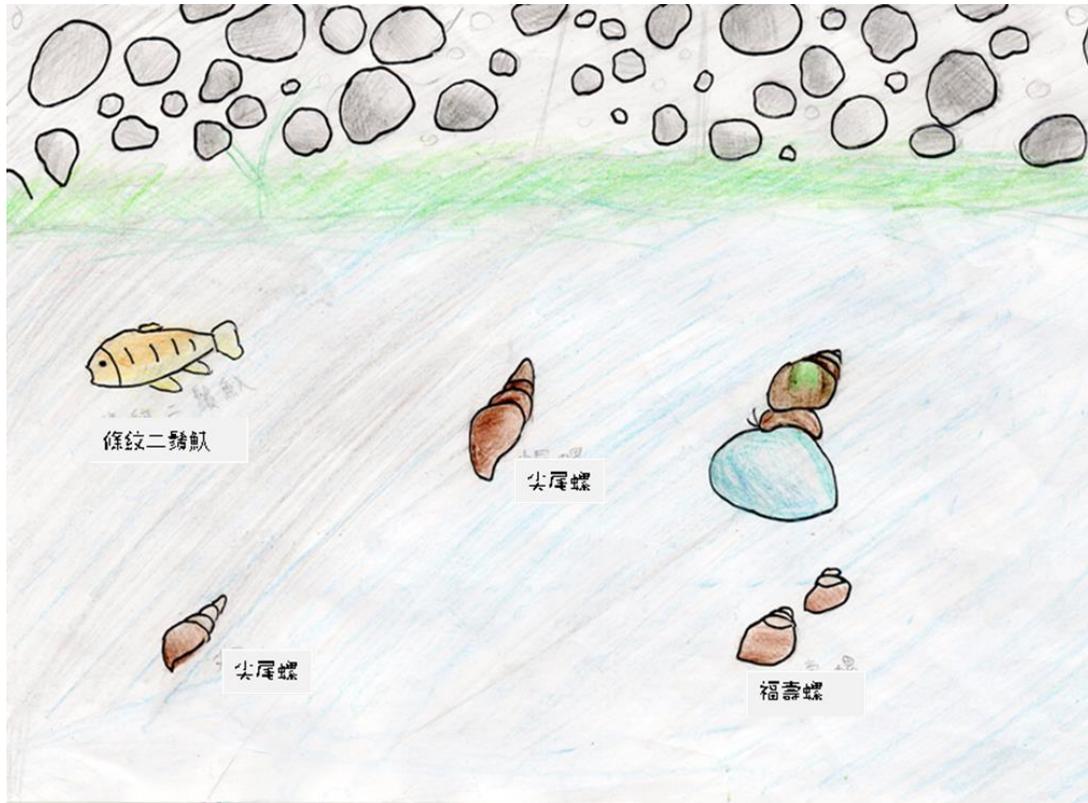
問題 1: 水棲昆蟲分布於萬年溪的哪個區段? 以我們四個採樣點為範圍, 分別整理, 得到下面四張圖表(見圖二-1~二-4)。

圖二-1: 前段 A 崇蘭舊圳(玉泉村)		相關環境測量情形				
平均水溫 °C	平均 pH 值	平均流速 cm/sec	平均水深 (cm)	寬度 (m)	狀態	底質
23.5	7.46	0.35	21.6	2.4	淺急流	小型卵石較多
水域生物指標種類與數量						
	未(稍)受污染水域	輕度污染水域	中度污染水域	嚴重污染水域		
水棲昆蟲	X/0	牙蟲 X2 蜻蜓 X0/26 扁蜉蝣 X5 蜻蜓水蠶 X1 豆娘水蠶 X12	X/0	X/0	X/0	
其他生物	X/0	瘤螭 X10 條紋二鬚魷 X31 米蝦 X25	X/0	X/0	福壽螺 X2	



圖二-2: 前段 B 大花農場

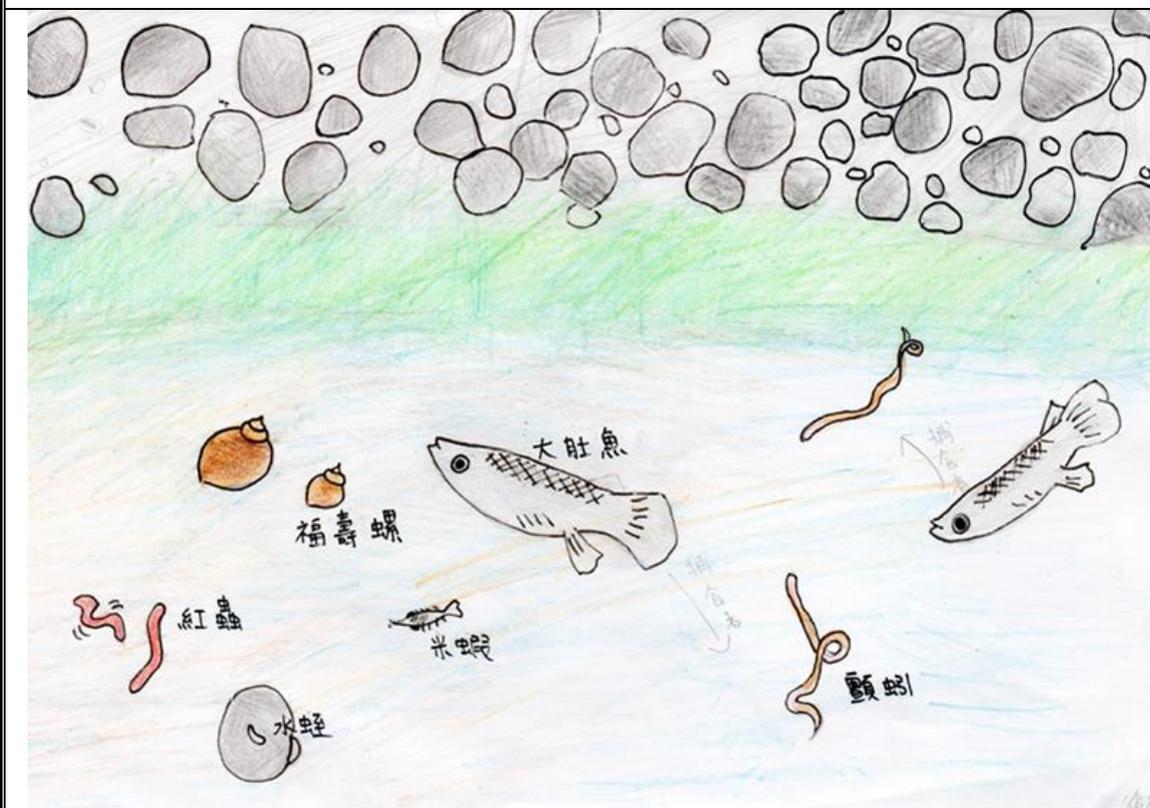
相關環境測量情形



平均水溫 °C	平均 pH 值	平均流速 cm/sec	平均水深 (cm)	寬度 (m)	狀態	底質
25	7.17	0.06	42.3	2.9	稍深 緩流	小型卵石 較多
水域生物指標種類與數量						
	未(稍)受 污染水域	輕度污染 水域	中度污染 水域	嚴重污染 水域		
水棲 昆蟲	X/0	水黽 X1 蜻蜓 X1	X/0	X/0		
其他 生物	X/0	條紋二鬚 魷 X1	X/0	X/0		

圖二-3: 後段 A 千禧公園

相關環境測量情形



平均水溫 ℃	平均 pH 值	平均流速 cm/sec	平均水深 (cm)	寬度 (m)	狀態	底質
24	7.07	0.31	43	2	稍深急流	較大型卵石及沙土為主
水域生物指標種類與數量						
	未(稍)受污染水域	輕度污染水域	中度污染水域	嚴重污染水域		
水棲昆蟲	X/0	X/0	X/0	X/0	紅蟲 X1	
其他生物	X/0	田螺 X3 米蝦 X1	外來螺 X2	福壽螺 X26 顛蚓 X10 水蛭 X8 大肚魚 X2		

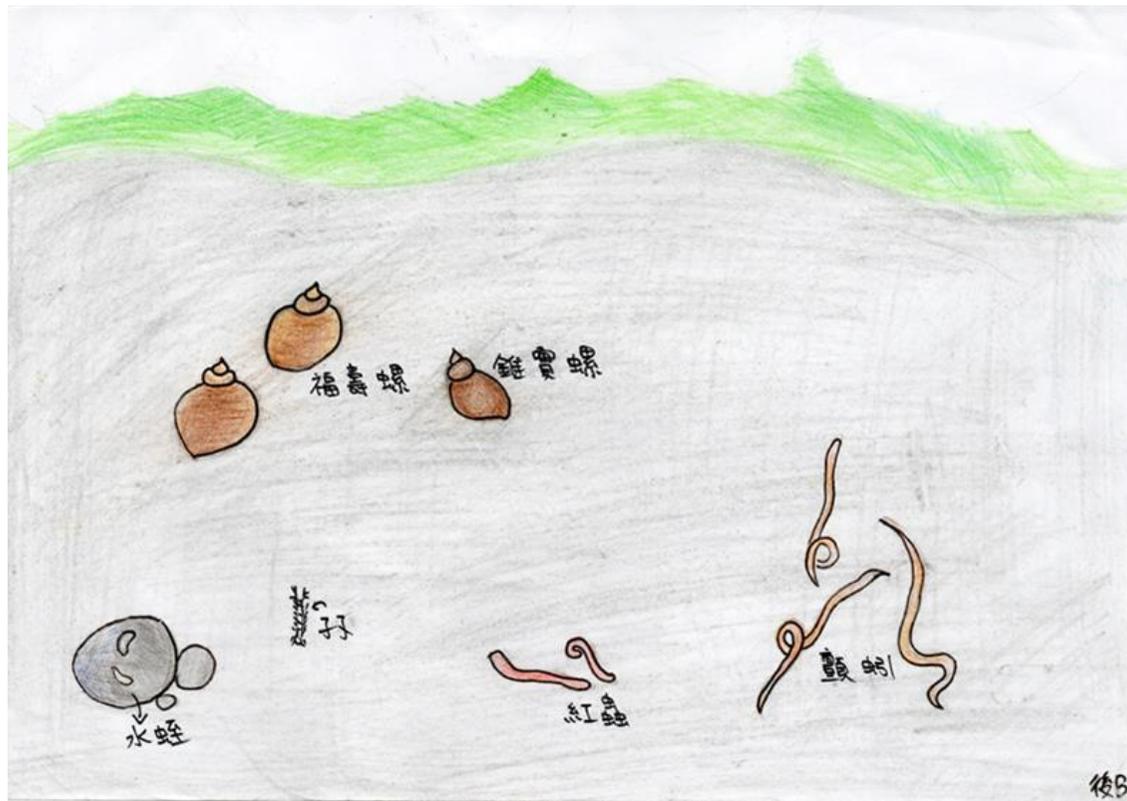
圖二-4：後段B天公廟前

相關環境測量情形

平均水溫 ℃	平均pH值	平均流速 cm/sec	平均水深 (cm)	寬度 (m)	狀態	底質
25	7.53	0.3	39	6.3	深急流	較大型卵石及沙質為主

水域生物指標種類與數量

	未(稍)受污染水域	輕度污染水域	中度污染水域	嚴重污染水域
水棲昆蟲	X/0	X/0	X/0	紅蟲 X1 孑孓 X1
其他生物		田螺 X4	外來螺 X6 錐實螺 X2	福壽螺 X22 顛蚓 X2 水蛭 X1 吳郭魚 X0/40



【研究發現】

1. 萬年溪在我們的四個採樣點均有發現水棲昆蟲，所以我們推論整個河域都有，只是種類有所不同。

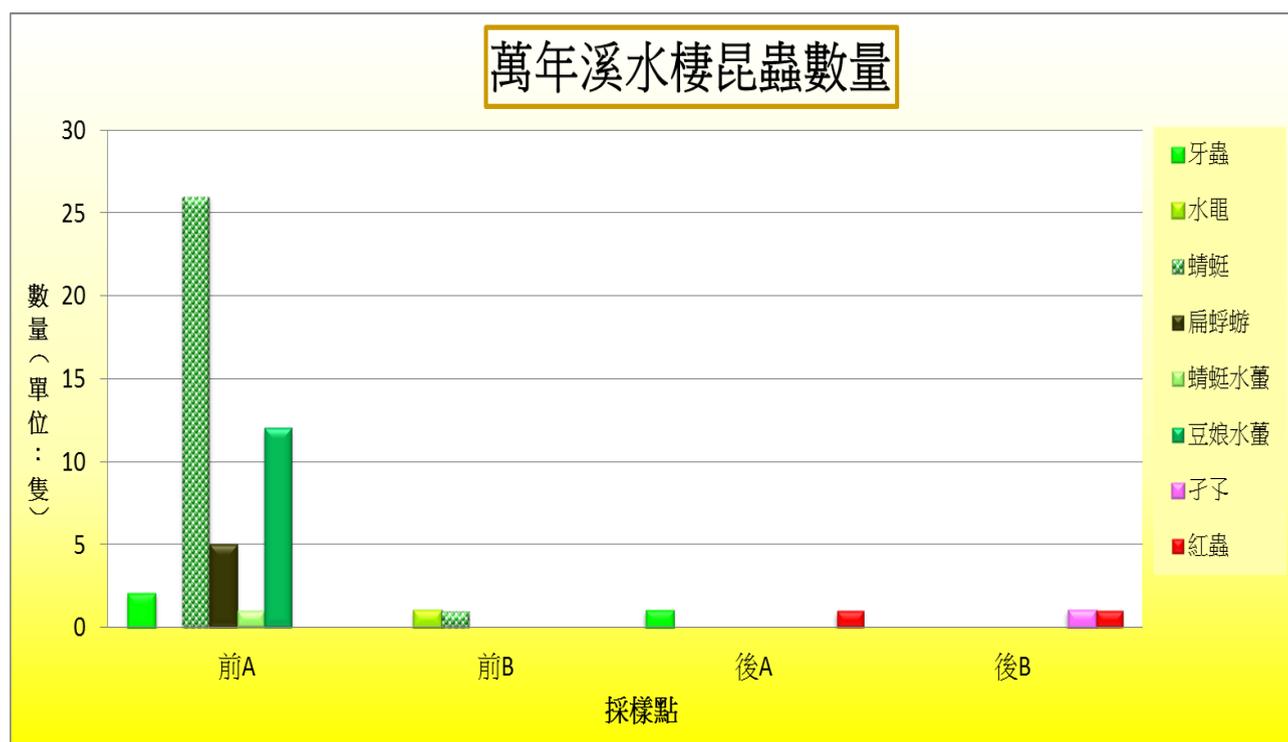
問題 2: 萬年溪的水棲昆蟲族群種類為何?

萬年溪流域水棲昆蟲分佈表					
	採樣點	前段 A	前段 B	後段 A	後段 B
水質四大水域	未(稍)受汙染	X	X	X	X
	輕度汙染	牙蟲、水黽、蜻蜓、扁蜉、蜉、蜻蜓水蠶、豆娘水蠶	水黽、蜻蜓	X	X
	中度汙染	X	X	X	X
	嚴重汙染	X	X	紅蟲	紅蟲、孑孓

【研究發現】

1. 萬年溪流域四個採樣點共發現成蟲或幼蟲共計 8 種，前段 A 有發現牙蟲等 6 種水棲昆蟲；前段 B 有發現水黽等 2 種水棲昆蟲；後段 A 有發現紅蟲等 1 種水棲昆蟲；後段 B 有發現紅蟲等 2 種水棲昆蟲。
3. 依照河水汙染程度之昆蟲分佈，我們可以發現只有前段 A、B 有輕度汙染的指標生物昆蟲。後段 A 及後段 B 均只採到嚴重汙染的指標生物昆蟲。
4. 流域源頭的昆蟲種類較多，進入市區後，種類較少。

問題 3: 萬年溪的水棲昆蟲族群數量為何?



【研究發現】

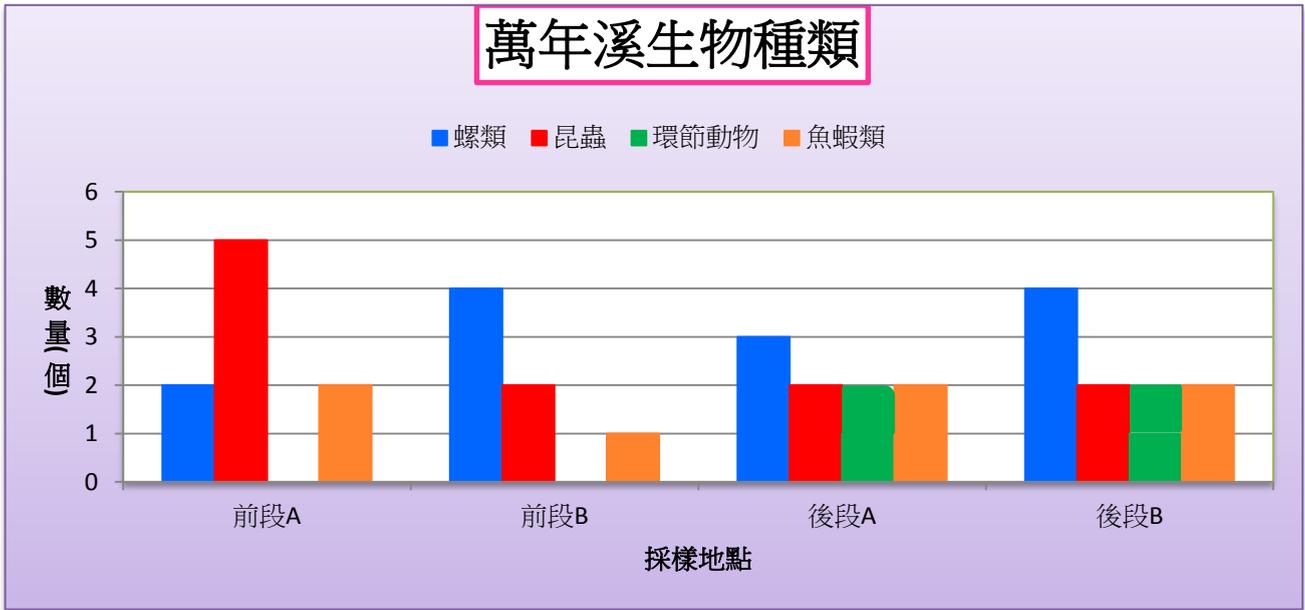
1. 昆蟲數量都不多，以最多的前段 A 而言，三次的採集也不過 46 隻而已。
2. 前段的昆蟲數量遠多於後段。
3. 流域上空蜻蜓的數量很多，數量以目測的方式判斷，故以虛線呈現。

【分段討論與小結】

1. 即使在萬年溪源頭都未曾撈到指標性生物，因此我們推論整條萬年溪水質均或多或少有受到汙染，只是汙染程度不同。
2. 上游前段 B 雖然屬萬年溪的中上游，但昆蟲的數量與種類卻不多，是我們產生疑問的地方，令我們不禁納悶：難道水流速度快慢也會影響昆蟲的族群分布嗎？
3. 雖然目測到的蜻蜓數量很多，但實際上我們撈到的水蠶數量卻不多，是否有其他影響昆蟲族群的因素存在？

問題 4: 萬年溪水棲昆蟲是否屬於優勢族群?

(一) 萬年溪河川的生物總類有哪些?



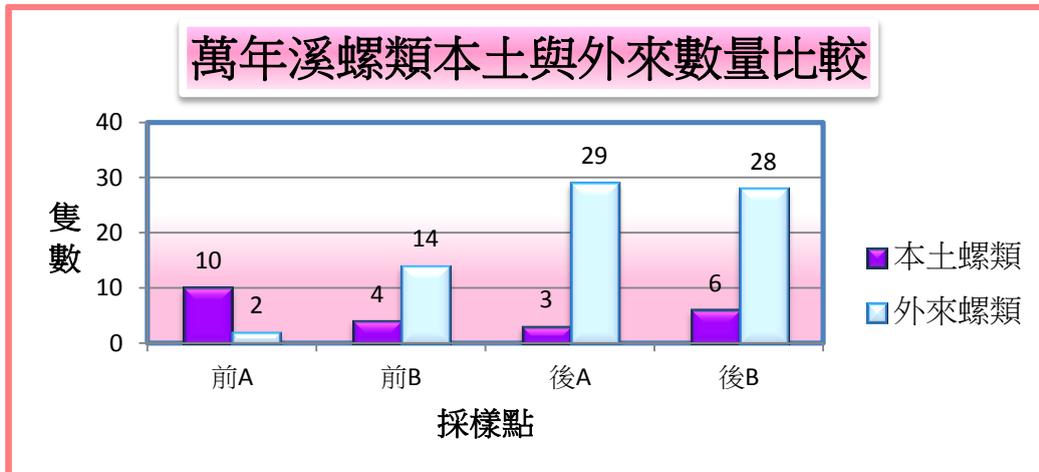
【研究發現】

1. 萬年溪的生物種類可分為 4 個大類，分別是：螺類、昆蟲、環節動物、魚蝦類。
2. 其中螺類、昆蟲、魚蝦類 4 個採樣點都有，則環節動物只有 2 個點有採集到。
3. 在 4 個採樣點之中，種類最多的是昆蟲類，最少的則是環節動物類。
4. 在 4 個採樣點中，昆蟲只在前段 A 居多；其他 3 個採樣點，則以螺類領先。
5. 魚蝦種類數量呈現穩定的狀態。環節動物僅出現於後段 A、B。

(二) 萬年溪河川的生物數量有多少?

採樣點	前段 A	前段 B	後段 A	後段 B
生物數量百分比圖				
研究發現	種類有三種，缺乏環節動物。		生物種類四種都有。	
	魚蝦類 49%，昆蟲 40%，螺類 11%。	螺類 86%，魚蝦類 5%，昆蟲 9%。	螺類 58%，環節動物 33%，昆蟲 4%，魚蝦類 5%。	魚蝦類 49%，螺類 42%，昆蟲 3%，環節動物 6%。

(五)萬年溪螺類的種類與數量比較



【研究發現】

1. 依種類而言，萬年溪螺類可分為本土螺類(瘤蜷、錐實螺、田螺)和外來種螺類(外來種田螺、福壽螺)，以本土螺類種類較多。
2. 依數量而言，外來種螺類數量較多。
3. 以分佈地域而言，外來種螺類大量分布在前段B以後的河域，本土螺類主要分布在前段A。

【討論與小結】

在本研究中，以蟲的生態地位而言，我們以族群數量和食物鏈兩個方面來探討搭配四個採樣點，綜合探討如下：

1. 以族群數量而言，水棲昆蟲並不是萬年溪中的優勢族群。雖然前段A與後段B是以魚蝦類居多，但差距不大。以全流域看來，螺類不但分布均勻，且數量也多，所以可算是萬年溪的優勢族群。
 - (1)前段A的各族群數量差異較小，魚蝦類族群雖然數量領先，但是要能夠支撐那麼多魚類生存，那麼牠們的食物來源，蝦、蟲等勢必有相當的數量，因此昆蟲的實際數量應該遠高於我們所調查到的數量。
 - (2)後段A由於魚蝦的數量並沒有增加，而螺的數量驟減，加上水速快、水量多，螺類要不被沖走了，要不趴在岸邊，而岸邊並不是我們蘇伯氏網的捕捉範圍內，因此並不是生態發生重大改變。至於蟲的數量不減反增，經過我們查證之後，發現蟲的種類已經改變了，由輕度污染水域的蟲，轉為重度污染水域的蟲。
 - (3)後段B的魚類突然增加許多，使得昆蟲和環節動物的數量變得極少。主要是有人在後段B

區域放生魚類，而造成魚類將昆蟲和環節動物捕食殆盡。而螺類不受影響，反而成為次要族群。

2. 以食物鏈的角度而言，水棲昆蟲角色多樣，兼具二級、三級、分解者的角色，同時也是水域掠食者的食物來源。

(1) 在前段 A 的流域中，我們發現的種類與數量主要為輕度污染水域的指標生物是最多的，所以可以推論，該地區很適合該類水棲昆蟲生存。但是沒有發現未受污染水域的指標生物，也可以推論，該地區的水質已受到輕度污染，值得注意。

(2) 後段 A 流域流速較快，魚的數量很多，昆蟲的數量很少，但螺的數量很多。再者這個水域的昆蟲種類以紅蟲、孑孓居多，而牠的數量對於支撐龐大的魚群(我們調查時發現最大的吳郭魚有約 25 公分長)具有重要貢獻。

(3) 後段 B 流速稍慢，螺和魚類的數量更多，昆蟲的數量很少。我們推論此水域的情況和後段 A 相似，蟲的種類稀少，同樣以紅蟲等昆蟲為主，均為水域中掠食者之食物。

3. 以全域而言，指標性昆蟲與生物皆明顯存在，前段 A 有代表乾淨水質的瘤蟯，前段 B 以下全都是中度以上污染的福壽螺；水棲昆蟲則由輕度污染水域的浮游、水蠶改變成紅蟲、孑孓等重度污染水域的指標生物。

4. 在我們調查中，螺類的組成，以福壽螺、外來螺佔居多，表示外來種螺類已佔據屏東市郊水域，這對於萬年溪的生態並不是一件好事，因為它會破壞原有的生態網。

目的二:探討影響萬年溪水棲昆蟲分布的環境因素

問題 1:依水棲昆蟲分布檢測萬年溪水質現況為何?

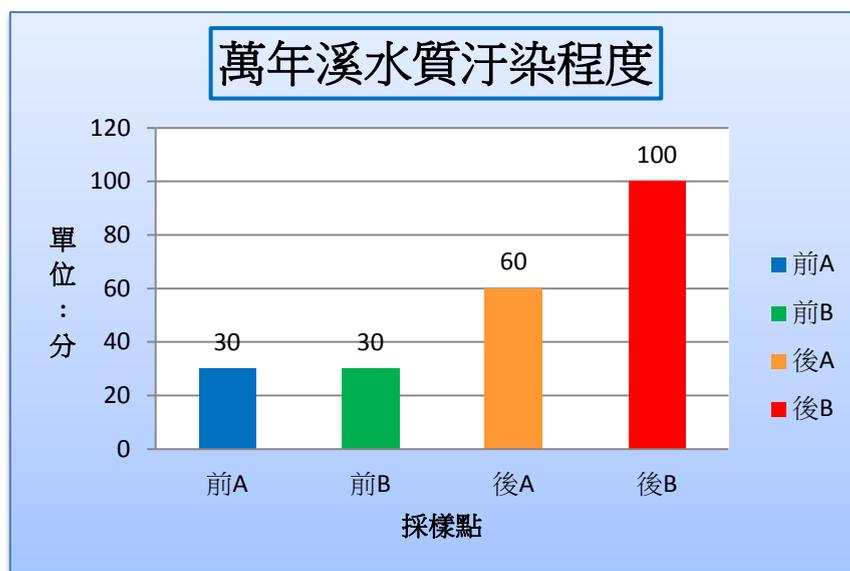
我們用「中華民國環保署河川汙染等級分類表」(詳見附錄一 p. 25)中的點數,做為計算萬年溪水質汙染程度依據,形成一個計算公式如下,依此繪得汙染程度直條圖。

利用水棲昆蟲檢測水質汙染公式:

汙染指數=(未受汙染指標昆蟲隻數 x10+輕度汙染指標昆蟲隻數 x30+

中度汙染指標昆蟲隻數 x60+重度汙染指標昆蟲隻數 x100)/總隻數

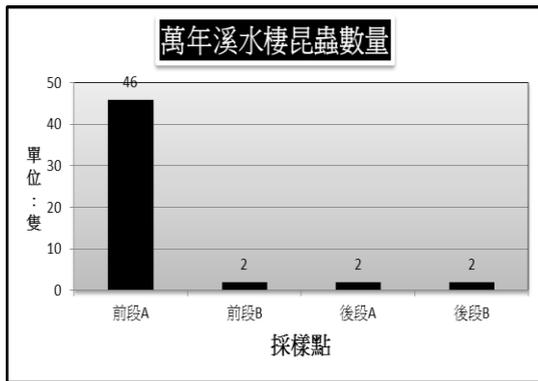
(昆蟲隻數參見附錄三原始數據 p. 27~p. 30)



【研究發現】

1. 最小值為 30 前段 A 和前段 B, 最大值為 100 後段 B。越後段汙染指數越高。
2. 四個採樣點之中, 生物最多的是前 A, 汙染指數最低, 水質也最好。
3. 以汙染指數而言, 前段 B 跟前段 A 相同, 但是其昆蟲隻數相差甚多, 其影響因素, 留待後續討論。
4. 進入市區前(前段)和進入市區後(後段)的汙染程度相差很多, 初步判定應是有人為因素。
5. 為何前段 A 與前段 B 的汙染程度相同, 但生物種類以及數量相差甚多呢?

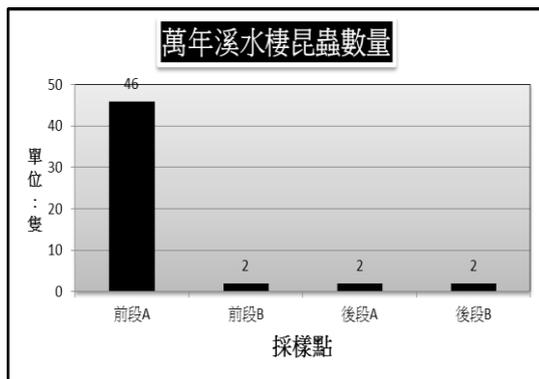
問題 2: 水溫會影響萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?



【研究發現】

1. 前段 A 水溫最低，平均 23.5°C；前、後段 B 水溫最高平均 25°C，溫差僅 1.5°C。
2. 水溫似乎與昆蟲數量無明顯相關。

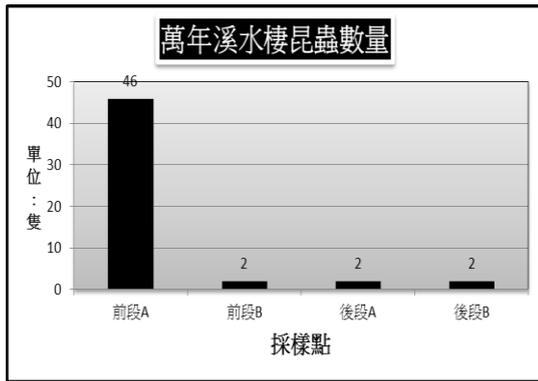
問題 3: 河流流速會影響與萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?



【研究發現】

1. 前段 A 流速最高為 0.35 m/sec，前段 B 流速最低 0.06 m/sec。依採樣結果而流速皆屬緩慢，但是前段 A、前段 B 差異達 6 倍。
2. 前段流速越快昆蟲量越多，後段則無差異。
3. 初步判斷流速與昆蟲數量似乎有關連。

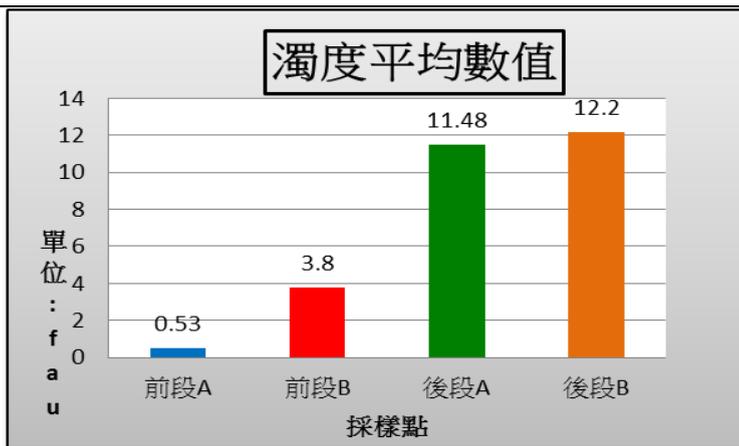
問題 4: 河流水深會影響與萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?



【研究發現】

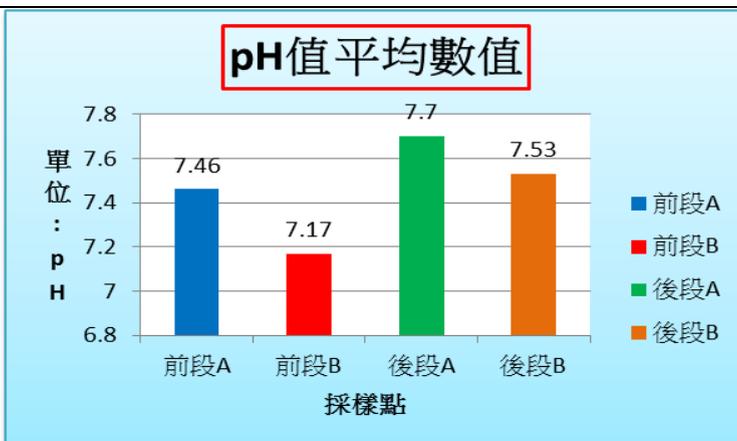
1. 前段 B 最深為 42cm，前段 A 最淺 21cm，由上圖可發現水深與昆蟲數量沒有明顯關係。

問題 5: 萬年溪的水質會影響與萬年溪水棲昆蟲的族群分布嗎?



【研究發現】

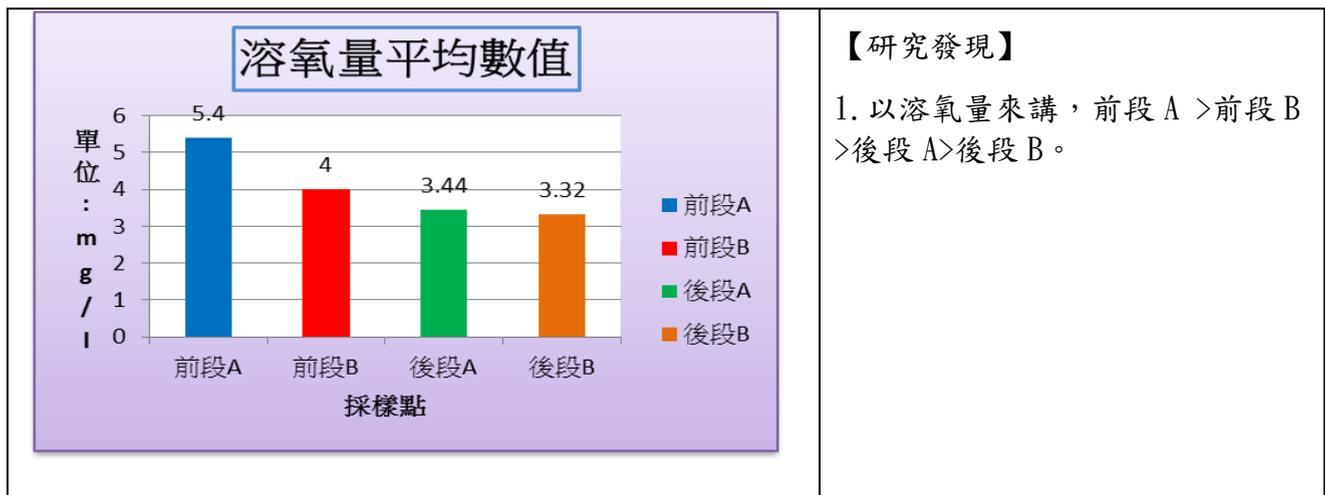
1. 萬年溪各分段之水質濁度，後段 B 12.53 > 後段 A 11.48 > 前段 B 3.8 > 前段 A 0.53。最高和最低的差距為 20 倍以上。



【研究發現】

1. 以酸鹼值來講 前段 A > 後段 A > 後段 B > 前段 B。

2. 雖然四個採樣點的酸鹼值都略有差異，但差異不大，且都維持在弱鹼的範圍內(約 7.2~7.8)。



綜合上述表格，我們再將之彙整成以下的總表，進一步說明與水質因素對於水棲昆蟲族群的影響。

	昆蟲 種類	昆蟲 數量	水溫 ℃	流速 m/sec	水深 cm	水質		
						濁度	酸鹼值	溶氧量
前段 A	6	46	23.5	0.35	21.6	最低	弱鹼	最高
前段 B	2	2	25	0.06	42.33	次低	弱鹼	次高
後段 A	1	2	24	0.31	43	次高	弱鹼	次低
後段 B	2	2	25	0.30	39	最高	弱鹼	最低

【小結】

我們以棲地之物理環境條件及水質的化學定量分析兩個方面來探討搭配四個採樣點分析，得到下列結果：

前段 A 條件為最佳，包括水溫較低、流速較快、深度較淺、較清澈、溶氧量最高，因此也造成水棲昆蟲的數量為最多。以後段 A 與後段 B 條件為最差，包括水溫較高、濁度較高，溶氧量較低。因此也造成水棲昆蟲的數量較少。

【綜合探討】

1. 棲地之物理環境條件方面

(1) 水溫在水質環境判斷是一個重要的檢驗項目，除了會影響溼地微生物的生長，較高的水溫會使水中溶氧量減少，導致微生物及水中生物因溫度過高或過低及溶氧量過少導致死亡或離開棲地。在我們四個採樣點也呈現相同的結果。只不過我們四個點的差異僅 1.5℃，且都在水棲昆蟲適合生存的範圍內(18⁰C~28⁰C 之間)。因此在本研究中，水溫影響不大。

- (2)在水速方面，流速愈快，昆蟲數量愈多。以前段 A 與前段 B 的條件相似，僅前段 A 棲坡度大於前段 B、底質為礫石，因此造成流速有 6 倍的差異。而後段 A 與後段 B 流速雖與前段 A 差不多，但仍有濁度差異大的影響，故昆蟲數量很少。
- (3)前段 B 的水質與前段 A 差異並不大(溶氧量相差只有 1.4)，為何魚蝦與昆蟲數量驟減？經我們與專家討論後，推論可能是一方面因為水量多、水位高，影響到我們的採樣。另一方面，水棲昆蟲大多喜歡生活在水速快、溶氧高、底質為石頭(這樣才能趴附在石頭上)的水域，所以我們推論，底質也可能是影響水棲昆蟲數量的原因之一。
- (4)在水深方面，最淺的前段 A 最好置放蘇伯氏網，便於我們捕撈，所以撈到的隻數最多。
- (5)因為水速快可以增加溶氧量，所以這些因子中，以水速影響水棲昆蟲數量較大。

2. 以水質的化學定量分析方面

- (1)濁度與昆蟲隻數成反比：以前段 A 最低，蟲最多；後段 B 濁度最高，蟲最少。
- (2)文獻中有提到，pH 值是影響生物數量的因素之一。適合水棲昆蟲生長的溼地 pH 值均維持在中性到弱鹼範圍之中，而我們的四個採樣點的採樣水都呈弱鹼(Ph7.1~7.9)，差距小，不致於構成太大的影響。至於為何是弱鹼，經專家講解後得知屏東平原地下水含石灰質多，本屬鹼性。
- (3)溶氧量對於水中生物影響甚大，溶氧越低，水質越差，大部分生物喜歡居住在高溶氧的環境。以溶氧量來說，前段 A>前段 B>後段 A>後段 B。前段 A 的溶氧最高，生物也最多。前段 B 流域的流速和溶氧量都很低，因此只適合移動速度較慢及耗氧量低的螺類生存。因此前段 B 流域並不利於水棲昆蟲生存。
- (4)後段 A、B 得到數據連紅蟲、孑孓和顫蚓都很少，這和其他的研究結果大不相同。我們在調查過程中有發現此河段的吳郭魚、大肚魚、琵琶鼠等魚種及數量相當多，另外民眾常因信仰和其他因素，經常在萬年溪附近放生魚類。因此我們推測，可能是那些魚的數量過多，導致蟲的數量銳減。

綜上所言，影響萬年溪水棲昆蟲分布的最大環境因素是水質的溶氧量，如果要讓水棲昆蟲的數量變多，首先要提高水的溶氧量。因為水速與溶氧量成正比，所以增加水流速度就可提高溶氧，而自然溪流的水道比人工水泥製造出來的水道來的有變化，較符水棲昆蟲生態，因此將萬年溪設法回復自然，如打掉水泥磚塊製成的支柱…等是可以考慮之方向。

陸、結論與建議

一. 結論

1: 萬年溪水棲昆蟲的族群全流域皆有，惟數量及種類均不多。

萬年溪的水棲昆蟲種類和數量並不多。上游部分(前段 A、B)以輕度污染的指標性生物居多，下游部分(後段 A、B)種類與上游截然不同，都是屬於中重度污染的指標性生物；唯一的相同的族群竟是福壽螺。

2: 影響萬年溪水棲昆蟲分布的環境因素中，以水質與水速最具影響力。

影響萬年溪水棲昆蟲分布的環境因素有:水溫、水速、水深及水質(含:濁度、酸鹼值以及溶氧量)等。除了水質外，我們認為影響最大的因素是水流速度。因為底棲生物及水棲昆蟲大多體小量輕，水量一旦變大容易被沖走，不易留在當地。

3: 萬年溪水棲昆蟲並非流域中的優勢族群，且因種類與數量稀少，進而影響生物網。

以生態地位而言，水棲昆蟲因為數量太少，而無法成為優勢族群。其生態僅在採樣點前段 A 上較為平衡，在採樣點後段 A、後段 B 因水質差及人為放生，造成種類稀少，數量也稀少的困窘局面。

4: 外來生物強勢入侵台灣河川，改變生態。

另外，在整個研究中，我們額外發現外來種生物強勢入侵台灣的河川，連萬年溪也不例外，例如福壽螺占了我們捕獲的螺類之大多數，連輕度汙染水域也被其攻陷。

二. 建議

1. 在研究方面

A: 拉長觀察時間、增加採樣次數及擴大採樣對象，以獲得完整的生態資料，建立萬年溪專屬的生態資料庫。

B: 改善研究設備(如;動態攝影、顯微照相或者是測速儀)以提升研究結果的正確性與可信度。

C: 加強充實相關背景知識，以提高研究的效率。

由於我們是初學者，對相關的背景知識並不如專業的專家學者，所以我們在調查之前應該詳細閱讀相關文獻之後，再進行採樣與分析。

2. 在萬年溪的復育方面

A. 定期排放河水時應注意水量。

目前實施的定期放水固然有助於提升萬年溪的清潔度，但是若未注意到水量，則易造成水棲昆蟲的浩劫。

B. 依據各區段不同水質汙染來源實施有效的改善措施，來從根救起萬年溪。

如上游源頭水質清澈，即應加強巡邏保護汙染源的棄入；下游首眾減少量大的家庭廢水與溫染嚴重的工廠廢水。不從問題根本處著手，卻在中下游，大量的放生吳郭魚(耐污性指標生物)，只會造成本土水棲昆蟲、蝦類跟環節動物的減少，反而破壞生態平衡。

C. 萬年溪的復育不可以只依賴人為的努力，必須由水質改善(降低濁度、提高溶氧量…等)做起，讓水棲昆蟲以及小型底棲生物自然復育到一定的數量，才能撐起整個生態網。在未達此目標前，萬年溪適合監控各種放生行為。

結語

國際黑猩猩保育專家珍·古德博士說：「唯有了解，才會關心，唯有關心，才會採取行動，唯有行動，生命才有希望」。在未投入研究之前，我們對於水棲昆蟲非常的陌生，即便路過萬年溪，也不會去在乎萬年溪的水棲昆蟲。在上課的時候，就算認識了水棲昆蟲也覺得除了應付考試之外，水棲昆蟲只是一個陌生的名詞。但是，做了這個研究之後，慢慢的覺得水棲昆蟲似乎越看越可愛，甚至不覺得噁心了。這種想法跟珍·古德博士說得很像，所以我們相信萬年溪尚未到達河川生物多樣性的標準之前，即使復育的路前途坎坷，只要有更多人具有正確的觀念以及行動，就能看見萬年溪的新希望。

附錄一：中華民國環保署河川汙染等級分類表

中華民國環保署河川汙染等級分類表

	A 未受 稍受汙染	B 輕度汙染	C 中度汙染	D 嚴重汙染
溶氧量 (溶氧量)mg/l	6.5 以上	4.6-6.5	2.0-4.5	2.0 以下
生物需氧量 (BOD5)mg/l	3.0 以下	3.0-4.9	5.0-15	15 以上
懸浮固量 (SS)mg/l	20 以下	20-49	50-100	100 以上
氨氮 (NH3-N)mg/l	0.50 以下	0.50-0.99	1.0-3.0	3.0 以上
點 數	1	3	6	10
積 分	2.0 以下	2.0-3.0	3.1-6.0	6.0 以上

說明:表內之積分數為溶氧量,BOD5,SS 及 NH3-N 點數之平均值。

本表引自行政院環保署環境檢驗所印行。(1997)。台灣河川底棲生物手冊-水棲昆蟲。p. 39

附錄二、參考文獻

一、中文書本

王美芬等(2009)。國小自然與生活科技教師指引第八冊。台北市：康軒文教事業。

王齡國(2007)。烏溪之水棲昆蟲。國立嘉義大學生物資源學系碩士論文，未出版，嘉義縣

田志仁等(2003)。北市外雙溪常見之水棲昆蟲與其生態。自然保育季刊，44，48-54。

行政院環保署環境檢驗所印行。台灣河川底棲生物手冊-水棲昆蟲。

林怡潔(2008)。人工濕地水棲昆蟲相關調查及生物指標建立。嘉南藥理科技大學環境工程與科學系碩士論文，未出版，高雄市

宜蘭縣政府(2005)。宜蘭河生態物種及數量之調查作業。宜蘭縣 94 年度水污染源稽查管制計畫。宜蘭縣政府:峰將工程顧問股份有限公司。

孫儒泳等。(1997)普通生態學，藝軒圖書公司。台北市。

莊富雅。偕大地悠游河流。秋雨文化:台北。

郭美華(2007)。國寶魚的佳餚水棲昆蟲，417，15~18

張寬等撰文(2010)。愛。在萬年溪。台北市:五南文化廣場。

陳淑婷(2003)。桃園地區國小學童對水棲昆蟲認知之研究。台北市立師範學院科學教育研究所自然科學碩士學位班碩士論文，未出版，臺北市，

陳秋民等(2013)。國小自然與生活科技教師指引第四冊。台南市：翰林出版社。

張永仁撰文 黃靜宜主編(2008)。昆蟲圖鑑。台北市：遠流出版社。

楊平世(1991)水棲昆蟲。台北市：圖文出版社。

廖智安撰文(2009)。台灣昆蟲記。台北市：天下遠見出版社。

鄭湧涇(2009)。高中基礎生物上。台北市：康熹文化事業。

戴文堅、謝季吟、劉嘉德、湯清仁。花蓮縣河川生態調查與分析(2014.06.04)。
資源與環境學術研討會論文集(391~400)。花蓮縣

二、網頁資料

8 典藏台灣：巫文隆(2014.04.16)，瘤蝨生態，取自：

<http://catalog.digitalarchives.tw/item/00/11/2a/ea.html>

嘎嘎昆蟲網：林義祥(2014.04.19)，蚊科生態，取自：

<http://gaga.biodiv.tw/9701bx/in94.htm>

虎山溪的秘密—生物指標、矽藻屬與河川水質的關係：嚴子涵、黃紹宜(2014.06.05)

<http://science.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=1000000&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=383>

認識水棲昆蟲：吳文德(2014.06.04)，取自：

163.21.217.141:81/97hops/97file/認識水棲昆蟲/認識水棲昆蟲.ppt

河川環境調查：<http://www2.thu.edu.tw/~sde/94/www/溶氧量c/p8-5.pdf>

隘寮溪流域生物相關之調查研究：郭國偉(2014.06.04)，取自：

www.greenschool.moe.edu.tw/溶氧量c/5200_f_20.溶氧量c

濕地生態設計資料庫

http://eem.pcc.gov.tw/eemadm/files/product_2/th_45/chap02.pdf

溝渠生態環境介紹

http://www.nmmba.gov.tw/Education/SchoolResource/Environment03/Environment03_03

溪流生態環境介紹

http://www.nmmba.gov.tw/Education/SchoolResource/Environment04/Environment04_01

附錄二：

原始數據 1

地點	次數	本土螺類				非本土螺類		成蟲			幼蟲				環節動物		魚蝦類		濁度	溶氧量	pH值	
		瘤蜷	尖尾螺	錐實螺	田螺	外來螺	福壽螺	牙蟲	水黽	蜻蜓	扁蜉蝣	蜻蜓水蠶	豆娘水蠶	孑孓	紅蟲	顫蚓	水蛭	條紋二鬚魷	米蝦	fau	mg/l	
前段 A1	一	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.96	5.4	7.46
	二	3	0	0	0	0	0	2	0	0/4	1	1	3	0	0	0	0	0/5	1	0.31	5.3	7.8
	三	1	0	0	0	0	0	0	0	0/5	0	0	6	0	0	0	0	0/11	12	0.31	5.3	7.8
前段 A2	一	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.96	5.4	7.46
	二	0	0	0	0	0	0	0	0	0/7	3	0	0	0	0	0	0	0/3	0	0.32	5.3	7.7
	三	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	0	0	0	0	0	0	0	0/1	0	0.32	5.4	7.7
前段 A3	一	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.96	5.4	7.46
	二	6	0	0	0	0	1	0	0	0/2	0	0	3	0	0	0	0	0/6	0	0.31	5.2	7.9
	三	0	0	0	0	0	1	0	0	0/3	1	0	0	0	0	0	0	0/5	12	0.31	5.2	7.9

地點	次數	本土螺類				非本土螺類		成蟲			幼蟲					環節動物		魚蝦類		濁度	溶氧量	pH值
		瘤蜷	尖尾螺	錐實螺	田螺	外來螺	福壽螺	牙蟲	水黽	蜻蜓	扁蜉蟬	蜻蜓水蠶	豆娘水蠶	孑孓	紅蟲	顫蚓	水蛭	條紋二鬚魴	米蝦	fau	mg/l	
前段 B1	一	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.67	4	7.1
	二	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.09	3.8	7.45
	三	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.88	4	7.46
前段 B2	一	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.55	3.9	7.3
	二	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.63	4.2	7.49
	三	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.92	3.9	7.49
前段 B3	一	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3.75	4.1	7.1
	二	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	7.46
	三	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7	4.1	7.46

地點	次數	本土螺類				非本土螺類		成蟲			幼蟲				環節動物		魚蝦類		濁度	溶氧量	pH值	
		瘤蜷	尖尾螺	錐實螺	田螺	外來螺	福壽螺	牙蟲	水黽	蜻蜓	扁蜉蟬	蜻蜓水蠶	豆娘水蠶	孑孓	紅蟲	顫蚓	水蛭	大肚魚	米蝦	fau	mg/l	
後段 A1	一	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11.53	3.2	7.8
	二	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11.53	3.2	7.8
	三	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	11.67	3.11	7.73	
後段 A2	一	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	11.58	3.52	7.7
	二	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.58	3.52	7.76
	三	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11.55	3.6	7.62	
後段 A3	一	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	11.33	3.6	7.6
	二	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	11.33	3.6	7.76
	三	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11.21	3.3	7.81	

地點	次數	本土螺類				非本土螺類		成蟲			幼蟲				環節動物		魚蝦類		濁度	溶氧量	pH值	
		瘤蜷	尖尾螺	錐實螺	田螺	外來螺	福壽螺	牙蟲	水黽	蜻蜓	扁蜉蟬	蜻蜓水蠶	豆娘水蠶	孑孓	紅蟲	顫蚓	水蛭	吳郭魚	米蝦	fau	mg/l	
後段 B1	一	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/6	0	11.86	3.14	7.4
	二	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	0	11.86	3.14	7.53
	三	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0/6	0	7.86	3.48	7.78
後段 B2	一	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/3	0	12.95	3.36	7.6
	二	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0/2	0	12.95	3.36	7.55
	三	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/5	0	13.3	3.5	7.66
後段 B3	一	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0/1	0	13.12	3.47	7.6
	二	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0/5	0	13.13	3.5	7.66
	三	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0/7	0	12.75	3.36	7.61

【評語】 080309

1. 研究成員研究熱忱十足，研究題材對了解環境品質有應用價值。
2. 建議研究時程拉長，對研究結論較有說服力。
3. 可以根據調查結果找出在地之水質指標物種。