

投稿類別：各類議題

篇名：

流著純淨？洄瀾水域環境調查研究

作者：

林有寬。花蓮縣宜昌國民小學。三年二班。

張詠忻。花蓮縣宜昌國民小學。五年四班。

趙庭毅。花蓮縣宜昌國民小學。五年五班。

黃怡瑄。花蓮縣宜昌國民小學。五年五班。

指導老師：

陳怡君老師、林嘉琦老師。

## 壹●前言

### 一、研究動機

大家都說花蓮好山好水，但這是真的嗎？那為什麼花蓮大部份的人，家裡都有濾水器？大家還說水裡的石灰質很多，煮水時鍋邊都會白白的，那是水質不好的現象嗎？

之前新聞報導，花蓮的工廠因為排放廢水，使得花蓮的溪流被工廠的汗水給污染了！在花蓮市區也有一條最近重見天日的紅毛溪，但它卻是一條被排放家庭汗水和市場廢水的溪流，我們想知道，花蓮還有其他沒有被廢水污染的乾淨溪流嗎？

另外，我們也想到，很多人會去白鮑溪玩水，很多觀光客也都會到那邊玩。白鮑溪是花蓮生態保護溪，有生態教室也有螢火蟲，但近期很多人說螢火蟲似乎愈來愈少了，也發現很多人在那烤肉和把垃圾丟到溪水裡，或是直接拿水生飲，甚至拿水桶裝水回家飲用。白鮑溪的水質是乾淨的嗎？可以直接生飲嗎？白鮑溪是不是開始受到污染了？

上學期上課時，老師教過我們生物指標檢測方式，所以基於上面的理由，再加上一一年一度的世界河川日和水質檢測日，我們覺得可以透過生態指標調查花蓮水質，也想知道有沒有其他的檢測方式可以協助我們了解花蓮水質狀況，讓我們更加了解家鄉的溪流環境，加入保護家鄉河川的行列。

### 二、研究小隊

我們的研究小隊有四位學生和二位老師，雖然年級不一樣，但是大家在過程中都互相幫忙。我們希望我們能在童年時充滿活力，像太陽花一樣燦爛，所以取名為「活力向陽隊」！也希望我們在做研究的過程中不管遇到什麼問題都能用正面的態度去解決。



圖 1-1 我們的團隊

### 三、研究目的

我們的研究目的有下列三項：

- (一) 透過物理、化學檢測方式，了解花蓮河川水質污染狀況？
- (二) 透過生態指標檢測方式，了解花蓮河川水質污染狀況？
- (三) 透過研究結果，給予相關單位建議，讓花蓮河川生態永續。

## 貳●正文

### 一、文獻探討

#### (一) 白鮑溪和紅毛溪地理位置與現況

##### 1. 白鮑溪：

花蓮縣壽豐鄉池南村的白鮑溪發源於中央山脈中段東部支稜的木瓜山南麓，是花蓮溪的支流，全長約 9000 公尺，也是東部河川治理模範生。白鮑溪谷兩旁森林密布，沿途有紅嘴黑鵝、朱鷗、翠綠鳩等鳥類，溪裡有魚蝦、青蛙等生物魚悠游其中。因溪水水量豐沛、水質潔淨，在溪中及溪床常可以看到蝦虎、苦花魚、拉氏清溪蟹、鉛色水鵝...等，每年 4 至 11 月也吸引許多螢火蟲前來。白鮑溪也是一個活的地理、生態及水工教室，沿途除設有自行車步道，起自鯉魚潭，終於白鮑溪水工生態教室，總長 7.193 公里，是被馬英九總統譽為「世界級自行車騎乘區」(王志豪，2006；騎遇花蓮，2014)。

##### 2. 紅毛溪：

走在花蓮市中心的自由街上，在滾燙的柏油路面底下，紅毛溪的溪水正低聲流過。紅毛溪曾是一條乾淨的溪流，源自地底湧泉，現址為花蓮高農校內的夢幻湖，水源豐沛，流經自由街後往南延伸不遠後在太平洋出海，但到了日治時代卻變成家戶排放廢水的大排水溝，之後，又成了地震祝融受災者的臨時收容處，停車場以及市場。2014 年經花蓮縣政府拆除紅毛溪上的臨時屋後，短暫顯露出溪流身影，雖未見當日風華，但卻引發更多想像(田德財，2014；陳文姿，2014)。

#### (二) 檢測水質的方法

檢測水質有很多方法，從林信輝、李明儒、孫明德、黃俊仁(2003)中提到常見評估生態的標的，可分成植物、動物、物理、化學與環境等變項，而在河川生態研究較重要化學檢測內容包括氣溫、水溫、濁度、硬度、酸鹼度(pH)、溶氧量(DO)、導電度(Conductivity)、總固體溶解量(TDS)、懸浮固體量(SS)等。除了物理化學的方法外，生物存在河川的種類和數量，受河川中營養的影響，營養少，食物供給受限制，生物種類較多而數量減少，因此可透過生物指標監測水質，指標生物包含魚類、水棲昆蟲、矽藻類、貝類等，皆能透過從河川溪流採樣來判斷水質狀況(江漢全，2004；林信輝等，2003；高肇藩，1980；趙大衛，2000；嚴子涵、黃紹宜，2001)。

從黃國靖教授的訪談中，在 10~20 分鐘處的逐字稿中提到物化檢測方法的優點是比較精確，但專業儀器可能比較昂貴。而生物指標的檢測方法也有很多種，有魚類、貝類、水棲昆蟲與藻類等，使用生物指標的檢測方法，雖然不能直接告訴我們水中的溫度與溶氧量等數據，但是卻可以從它的生存條件來判斷水質的好壞。物化指標只能了解測量當下的水質狀況，但生物指標的檢測方式則能透過生物的生長狀況判斷一段時間的水質。

另外，黃教授也告訴我們在水質檢測的過程中，不論是用哪一種方法都必須要盡可能的減少人為的誤差，若是使用生物指標做檢測，尤以水棲昆蟲的生物指標而言，由於昆蟲幼蟲體型很小，不容易撈到，所以必須要勤快的去檢測較佳。

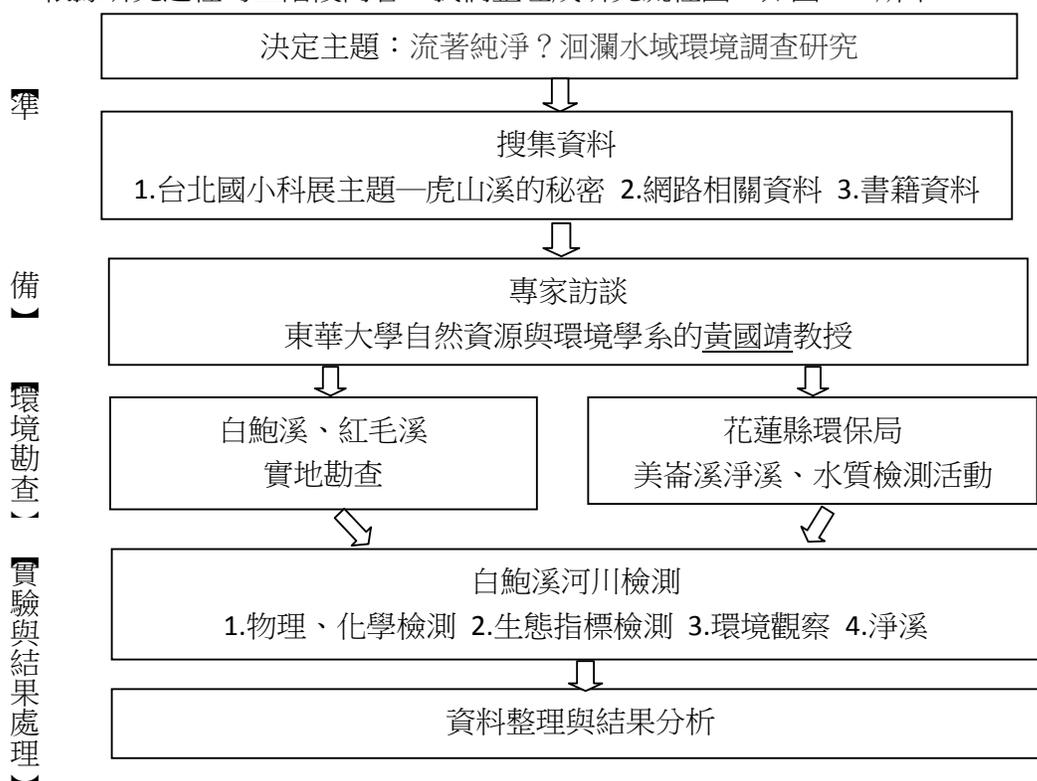
### (三) 世界河川日與水質檢測日

世界河川日（World Rivers Day）創始人馬可·安傑羅是加拿大的保育生物學家。他自從 1980 年起積極推動河川保護活動，並受到加拿大聯邦政府的正式認可，成為加拿大的全國性活動。隨後，在 2005 年 6 月 29 日，聯合國將每年 9 月的第 4 個星期日訂為世界河川日，使之成為一個國際性關懷河川、保護河川的紀念日。

另根據全國水質環境監測網站所介紹，「世界水質監測日」原名為「世界水質監測日」（World Water Monitoring Day, WWMD），係 2003 年由國際水協會、美國清水基金會及美國環保署等共同發起，訂每年 10 月 18 日為世界水質監測日，希望透過鼓勵地球公民監測自身週遭水質，來喚起保護水環境意識的國際性推廣活動，主要傳達「用水人應保護水資源，才有乾淨、安全之水」的永續環境訊息。

## 二、研究流程圖

根據研究過程的三階段內容，我們整理成研究流程圖，如圖 2-1 所示：



我們的研究總共分成三個階段。第一個階段是準備階段，準備階段又分為資料蒐集和專家訪談兩個部分，資料搜集部分，我們找了台北國小科展主題—虎山溪調查資料，裡面有生物指標檢測的方法，另外，我們還上網找了一些相關資料，例如：10/18 是世界水質監測日、9 月第四個禮拜天是世界河川日、生態指標的檢測方式、物化的檢測方式、花蓮溪流的相關報導等，除了上網找資料之外，我們還去東華大學圖書館借了河川相關的書籍回來參考，例如：水汙染防治、水質分析等；專家訪談部分，由於我們在調

查及撈水生生物中遇到了一些問題，所以找了東華大學自然資源與環境學系的黃國靖教授來協助我們解決問題。第二階段是環境勘查階段，勘查階段又分為白鮑溪、紅毛溪實地勘查和參加環保局美崙溪淨溪活動兩個部分，我們 10 月 15 日去白鮑溪和紅毛溪實地勘查、調查環境，以便決定要用甚麼工具；10 月 19 日參加環保局的活動，去美崙溪淨溪並學習如何使用物理化學檢測工具。第三個階段是實驗與結果處理階段，我們決定調查白鮑溪的水質狀況，所以在 10 月 21 日去採集水生生物並使用物理化學檢測方式進行調查，以及做了淨溪的活動，最後將相關的檢測資料帶回學校做結果處理。

### 三、研究方法和研究對象

我們的研究主要使用了二種研究方法，第一個是訪問調查法，訪問大學教授以瞭解相關研究知識，期解決我們在之後研究的問題，第二個是田野調查法，透過實地勘查、活動參與和河川檢測完成研究。所以我們的研究對象主要分為下列兩大部分：

#### (一) 專家學者

我們的專家學者是從東華大學自然資源與環境學系網頁中尋找，一開始鎖定兩位教授：黃文斌和黃國靖教授。最後，我們選擇了黃國靖教授，因為黃文斌教授的研究領域是魚類水產養殖，但黃國靖教授研究的論文是水棲昆蟲和河流生態，非常符合我們的研究，所以我們最後就選擇黃國靖教授當我們受訪的專家學者。

我們透過 e-mail 和電話與黃國靖教授聯繫，約了 10 月 8 日星期三下午四點到五點半進行訪談。我們的訪談內容有：1.上、中、下游如何決定？2.上、中、下游哪段最能知道河的水質？3.有哪些方法可以判斷水質？4.可以用那些器材檢測水質？5.要如何做水生生物檢測？如果撈到的生物沒在表上，如何處理？6.撈要怎麼撈？方法？7.有沒有別的溪流值得觀察？

在這次訪談中，我們對研究有更深入的了解，我們也在研究之後做了訪談逐字稿的整理(請見檔案庫)，初步的了解了生態檢測的項目和方法，以及生態指標調查的重要性。



圖 2-1 至 2-3 黃國靖教授訪談照片

#### (二) 花蓮縣溪流

在這次的研究過程當中，我們總共拜訪了三條花蓮縣的溪流，分別是白鮑溪、紅毛溪和美崙溪。以下是我們在不同時間點拜訪三條溪流的整理表。

表 2-1 花蓮溪流與研究調查

時間	溪流名稱	目的
103.10.15(三)	白鮑溪、紅毛溪	實地勘查，決定最後研究地點
103.10.19(日)	美崙溪	參加環保局淨溪與水質檢測活動
103.10.21(二)	白鮑溪	實地水質調查、淨溪與環境觀察

在第一次的實地勘查時，我們除了決定白鮑溪的三個檢測點之外，也找到紅毛溪的源頭，它的源頭在花蓮農業學校園藝科的「夢幻湖」中，可是最後我們決定不做紅毛溪，因為紅毛溪好髒，裡面有好多垃圾，而且後半段全都蓋起來，沒有辦法進行檢測工作。所以我們最後決定了我們的研究地點—白鮑溪。



圖 2-4 至 2-7 溪流調查活動照片(實地勘查、環保局淨溪與檢測、實地水質檢測)

#### 四、研究器材

在 10 月 21 日的白鮑溪水質檢測調查中，我們準備了下列工具：

表 2-2 研究器材一覽表

1		2		3	
	水溫檢測器 透過水溫檢測器，可以了解溪流的水溫溫度狀況。		濁度檢測器、對照表 透過濁度檢測器跟對照表，可以知道溪流的濁度狀況。		溶氧檢測容器、錠、對照表 透過溶氧檢測容器、藥錠和對照表，就可以知道溪流的溶氧狀況。
4		5		6	
	Ph 值檢測容器、錠、對照表 透過 ph 值檢測容器、藥錠和對照表，就可以知道溪流的 ph 值狀況。		硬度檢測器 透過硬度檢測器，就可以知道溪流水質的硬度狀況。		撈網 撈網是要撈魚、蝦和其他生物。

7		8		9	
	照相機		水箱		碼表
	紀錄活動過程。		裝撈到的水生生物。		溶氧和 pH 值的時間計時。
10		11		12	
	計時器		量杯		記錄表
	計時溶氧和 pH 值的時間計時。		裝撈到的溪流的水。		記錄各項觀察和檢測結果。
13		14		15	
	塑膠手套		水桶與夾子		廢水集水桶
	預防檢測過程中不良水質或化學藥劑對雙手可能造成的傷害。		撿垃圾(淨溪)工具。		將檢測過的實驗廢水，放入集水桶中帶回學校處理。

### 五、水質調查研究流程

我們的水質調查研究分為三個部份，分別為物理化學檢測、生態檢測和其他。以下就每個部份做說明。

#### (一) 物理化學檢測部分

物理化學檢測部分，分為取水、檢測、記錄三大重點，其中檢測的項目包含水溫、溶氧、pH 值、濁度和硬度。

表 2-3 物理化學檢測流程表

取水		去溪流中間，從底部往上深度差不多 60% 的地方取水。
檢測	水溫	
		將水溫檢測器放到剛剛取來的水裡，放一分鐘之後，再看杯子外緣的溫度表，就可知道溪流的水溫。

檢測	溶氧		先將取來的水倒到容器裡(裝滿)，再放入兩顆藥錠，手搖四分鐘，靜置五分鐘之後，再對照對照表，就知道是多少 ppm，最後檢測完，再把容器裡的水倒出來，裝到帶來的廢水集水瓶裡。
	ph 值		將取來的水裝到容器裡(裝滿)，放入一顆藥錠，手搖 1 分鐘後對照對照表，就可以知道 ph 值是多少，最後檢測完，再把容器裡的水倒出來，裝到帶來的廢水集水瓶裡。
	濁度		將取到的水，倒到濁度檢測容器裡，看杯底的沙奇盤圖示並對照對照表，就可知道溪流的濁度。
	硬度		將硬度檢測器放入取來的水裡，按下按鈕後，再看上方的螢幕顯示的數字 x10，就可知道溪流的硬度。
記錄		將剛才檢測的水溫、溶氧、ph 值、濁度和硬度的結果，記錄在上方的格子裡，再記錄監測地點、成員、天氣等等。	

## (二) 生態檢測部分

生態檢測部分，分為撈魚、裝箱、觀察記錄三大重點。

表 2-4 生態檢測流程表

撈魚		使用大小撈網去撈水中生物，撈生物時要安靜，不能踩附近的水，否則會把魚給嚇跑，在撈魚的過程中，要記得對象是魚和其他的水生生物，不能撈蝌蚪。撈魚過程中也要盡量保持不傷害魚類為最首要考量。
裝箱		裝箱時要將下段、中段和上段的魚分開，不然如果下段是重度污染，中段是輕度污染，把他們裝在一起，就不知道到底是中段是輕度污染，還是下段了！
觀察記錄		將裝在水箱裡的魚帶回來，查書、查資料，來看撈到的魚是甚麼品種。我們還特別在查資料之後，找來學校熱愛生態的張乃千主任，協助我們確認水生生物種類的正確性。

(三) 其他部分(淨溪、環境觀察)

除了物理化學檢測、生態檢測之外，我們還做了淨溪與環境觀察兩件事。

表 2-5 淨溪與環境觀察表

淨溪		<p>我們覺得花蓮的溪流旁大部份都被人們給丟垃圾污染了，所以我們決定除了水質檢測外，也要隨手淨溪，替花蓮的溪減少一份污染，愛護大自然。我們觀察到每段溪流旁都有垃圾，而且還蠻多的，然後中段和上段有沒烤完的木炭或是還沒吃完的食物留下，讓我們覺得大家應該要更加重視河川環境。</p>
環境觀察	<p>其他環境觀察部份，我們發現下段和上段有白鷺鷥飛過，上段還有出現大綠蚱蜢、螃蟹、癩蛤蟆等動物！下段往中段的路上，有兩間農舍，中段往上段的路上，則有四間農舍和兩片香蕉園，可能多少會造成水質環境的污染。</p>	

六、研究結果

我們在白鮑溪共決定了三個取水點，考慮取水的便利性和安全性，分別是腳踏車步道 4k、4.5k 和 8k 處，並將檢測結果記錄於下表中。

表 2-6 水質檢測結果記錄總表

檢測地點 檢測項目	第一檢測點 (腳踏車道 4k) PM3 : 12	第二檢測點 (腳踏車道 4.5k) PM3 : 55	第三檢測點 (腳踏車道 8k) PM4 : 44
水質外觀	清澈	清澈	清澈
水質顏色	綠色	土黃色	綠色
水質氣味	無氣味	無氣味	無氣味
流速	快	慢	急
流量	一般	很小	很大
溶氧(do)	8ppm	8ppm	8ppm
溶氧飽和度	99%	99%	95%
Ph 值	7~8	7	7~8
水溫	26 度	26 度	24 度
濁度	40JTU	0 JTU	0 JTU
硬度	100	140	140
生物指標	台灣石賓、蚱蜢	川蜷、台灣石賓	雙色澤蟹、菊池氏細鯽、台灣石賓

其他	①和荖溪接合處、 ②有小白鷺飛過、 ③河邊有很多垃圾。	①有人會到這撿台灣玉、②溪邊有垃圾、木炭、③第一至第二觀察點有兩間民宅(農舍)	①經過四間農舍、兩片香蕉園、②生態工法區域有河道(階)、③有人撿台灣玉、④有白鷺鷥、大綠蚱蜢、螃蟹、癩蛤蟆、⑤周圍有少許垃圾、木炭。
----	-----------------------------------	---	--

根據上面表格的記錄，我們可以得到以下的研究結果：

- (一) 水質外觀：4k、4.5k、8k 皆顯示白鮑溪的水質外觀都是「清澈」。
- (二) 水質顏色：4k 和 8k 處水質顏色為綠色，4.5k 則為土黃色。
- (三) 水質氣味：4k、4.5k、8k 皆顯示白鮑溪的水質氣味都是無氣味。
- (四) 流速：4k 水流速度快，4.5k 水流速度慢，8k 水流速度急。
- (五) 流量：4k 的水流量一般，4.5k 水流量很小，8k 水流量很大。
- (六) 溶氧(Do)

4k、4.5k、8k 皆顯示白鮑溪的水質溶氧度都是 8ppm，依據行政院環保署（2014）河川汙染程度指數，DO $\geq$ 6.5 的水質未(稍)受汙染，因此白鮑溪的水質溶氧度佳。

- (七) 溶氧飽和度

利用氣溫和溶氧度做表格照後，發現 4k 和 4.5k 的溶氧飽和度都是 99%，8k 的溶氧飽和度是 95%，因此白鮑溪的水溶氧飽和度很高。

- (八) 酸鹼值(PH)

4k 和 8k 的 PH 值都是 7~8，4.5k 的 PH 值是 7，依據行政院環境保護署（2014）放流水標準，PH 值需在 6~9 之間，所以白鮑溪的酸鹼值正常，而且是中偏鹼性。

- (九) 水溫

4k 和 4.5k 都是 26 度，8k 是 24 度，可能是因為 8K 在比較上游，當時太陽也快要下山了，所以水溫比較低。

- (十) 濁度

4k 濁度為 40JTU，4.5k 和 8k 都是 0 JTU，白鮑溪的水質濁度低，但有愈往下段汙濁度愈高的現象發生。

- (十一) 硬度

4k 硬度為 100ppm，4.5K 和 8k 都是 140ppm。在淺談水質：總溶解固體量（2011）資料中提到，90-159ppm 是軟水水質，國際認可標準是 40ppm，所以白鮑溪的水質並不適合直接生飲。

- (十二) 生物指標

從詹見平、吳世霖、張維佐（1996）書中查出，4k 處有台灣石賓、蚱蜢，4.5K 有川蜷、台灣石賓，8k 有雙色澤蟹、菊池氏細鯽和台灣石賓，依據林信輝、李明儒、孫明德、黃俊仁（2003）的生物指標分類方式，白鮑溪目前為輕度汙染水源。

- (十三) 其他

1. 我們發現除了水中生態之外，也有大小白鷺、綠蚱蜢和癩蛤蟆等生物。
2. 在實地勘查和水質檢測時，都發現有民眾到現場撿台灣玉。
3. 溪邊有很多的垃圾、木炭，造成環境嚴重汙染破壞。

4. 沿岸共經過六間農舍和兩片香蕉園，推估對環境多少會造成些破壞。

### 參●結論

根據研究目的和研究結果，我們提出下列三項結論：

- 一、物理、化學檢測部分：經由五官的感覺與觀察發現，白鮑溪水域環境聞起來沒氣味、看起來以清澈的綠色為主，水流速較快而且溪裡有不少大石頭，石頭附近可以看到很多蝌蚪、小魚等生物，初步判斷水質應屬乾淨。我們檢測的白鮑溪的水質結果硬度平均是 95ppm，屬於軟水水質，而國際認可飲用水的標準是 40ppm，所以不建議生飲。而其他溶氧量、溶氧飽和度、酸鹼度及濁度部分皆合乎規準，適合生物生長。
- 二、生態指標監測部分：由白鮑溪的三段水域中皆採樣到台灣石賓，對照魚類生物指標後，判斷檢測出來的水質屬於輕度汙染，水質健康狀態良好。
- 三、相關建議部分，因為我們在淨溪的時候，發現很多垃圾還有廢棄的食物、木炭，所以我們建議相關單位應在溪流旁設置垃圾桶，並定期請清潔隊前往清掃，不然會造成長期汙染。另外也建議前往戲水的民眾，除了養成帶走垃圾的好習慣外，也能順手淨溪，將垃圾帶離大自然，這樣才能讓我們的環境永續。

### 肆●引註資料

- 田德財(2014)。如果讓水柔化城市花蓮市容美麗升級。檢索日期：2014年10月14日，取自：[http://www.ksnews.com.tw/newsdetail.php?n\\_id=0000613476&level2\\_id=102](http://www.ksnews.com.tw/newsdetail.php?n_id=0000613476&level2_id=102)。
- 行政院環境保護署全國環境水質監測資訊網(2014)。水質標準。檢索日期：2014年10月24日，<http://wq.epa.gov.tw/WQEPA/Code/Business/Standard.aspx>。
- 江漢全(2004)。水質分析。三民書局。
- 林信輝、李明儒、孫明德、黃俊仁(2003)。生物整合指標(IBM)之應用探討。水土保持學報，35(1)，81-96。
- 放流水標準(2014年1月22日修正)。
- 高肇籛(1980)。水汙染防治。中國土木水利工程學會。
- 淺談水質：總溶解固體量(2011)。2014年10月25日，<http://ppt.cc/Epwx>。
- 騎遇花蓮：白鮑溪自行車步道。檢索日期：2014年10月31日，取自：[http://tour-hualien.hl.gov.tw/bikeway/bikeway\\_07.html](http://tour-hualien.hl.gov.tw/bikeway/bikeway_07.html)
- 王志豪(2006年11月)。魚蝦滿布、石處處－現代桃花源白鮑溪谷。農政與農情，173。檢索日期：2014年10月31日，取自：<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=1204>
- 詹見平、吳世霖、張維佐(1996)。溪流魚類(I)。台中縣政府。
- 趙大衛(2000)。貝類生物指標在環境變遷及污染評估上的應用。環境教育季刊，42，67-76。
- 陳文姿(2014)。被遺忘的美麗 封印在水泥底下的紅毛溪。檢索日期：2014年10月14日，取自：<http://e-info.org.tw/node/100657>。
- 嚴子涵、黃紹宜(2001)。虎山溪的秘密－生物指標、矽藻屬與河川水質的關係。第41屆全國中小學科展報告。