

投稿類別：農業類

篇名：

大溪豆乾產業廢水及生活污水排放之探究

作者：

周玉媛。桃園市立龍潭高級中等學校。食品加工三甲。

指導老師：

王政瑜 老師

壹、前言

一、研究動機

身為龍潭人，石門水庫是我們非常熟悉的風景區，它有著灌溉、發電、防洪、觀光…等功能，更重要的是它也提供桃園市龍潭淨水廠、平鎮淨水廠、大湳淨水廠及新北市板新淨水廠的原水，是桃園市、新北市主要的生活用水來源。

在高二環境科學概論課堂中，老師有提到大溪豆乾廠廢水非法排放到大漢溪的案例如圖一所示，造成污水影響下游鳶山堰板新淨水廠的取水水源，而就讀食品加工科的我，對於這樣食品產業所造成的環境影響感到相當擔憂，便決定針對大溪地區的豆乾產業及生活污水造成污染問題進行更進一步的探究。



圖一：豆乾污染案例新聞報導
(資料來源：中時電子報)

二、研究目的

- (一) 探討大溪地區豆乾業者製作過程與廢水處理的情形。
- (二) 分析大溪水資源回收中心(污水處理廠)防制單元之除污作用。
- (三) 分析大溪月眉人工濕地(生態處理)污染防治之成效。

三、研究方法

本次小論文研究開始我們會採用調查法，透過工廠的實際觀察與業者的對話訪談，有系統的蒐集豆乾產業廢水的相關資料，瞭解實際狀況後再透過文獻分析法蒐集官方及學術單位的水質檢測數據，比較豆乾廢水與大溪生活污水的關聯性。

四、研究流程



圖二：研究流程圖 (資料來源：本研究自行整理)

貳、正文

一、現況調查

(一) 法規探討：在老師的指導下，我先針對相關法規進行研讀，針對水污染的部分主要有「水污染防治法」、「放流水標準」，本次小論文相關的專有名詞也引用水污染防治法的第 2 條條文，相關法規條文定義如下：

二、地面水體：指存在於河川、海洋、湖潭、水庫、池塘、灌溉渠道、各級排水路或其他體系內全部或部分之水。

四、污染物：指任何能導致水污染之物質、生物或能量。

八、廢水：指事業於製造、操作、自然資源開發過程中或作業環境所產生含有污染物之水。

九、污水：指事業以外所產生含有污染物之水。

十三、放流口：指廢（污）水進入承受水體前，依法設置之固定放流設施。

十四、放流水：指進入承受水體前之廢（污）水。（全國法規資料庫 2019）

而在放流水標準中，由於不同的產業標準也有所不同，本次小論文主要探討的項目為高三上學期，食品化學分析所學的（生化需氧量 Biochemical Oxygen Demand BOD）、（化學需氧量 Chemical Oxygen Demand COD）、（懸浮固體 Suspended solids SS）三大指標，簡要定義如下：

BOD 定義：在 20°C 及特定時間下(5 天)，測量微生物進行生化反應氧化有機物質所利用之氧量。BOD 試驗是一種生物分解的程序，利用測定微生物(主要為細菌)分解廢水中的有機物之耗氧量。BOD 試驗為微生物氧化水中有機物成為二氧化碳及水的過程，將一定量的有機物分解成 CO₂、水及氨與所消耗的氧量間具有定量的關係，單位 mg/L。

COD 定義：指在氧化劑如重鉻酸鉀、高錳酸鉀在強酸情況下與廢水加熱，使水中的有機碳氧化成二氧化碳及水，由所消耗之氧化劑量可換算相當於氧的含量，可以用來測定家庭污水與工業廢水的有機污染物濃度，單位 mg/L。

SS 定義：指的是懸浮在水中的固態粒子，以膠體方式存在或懸浮在水中。懸浮固體是用來判斷水液品質的一個指標，單位 mg/L。

本次研究也將法規針對食品製造業及公共污水下水道的排放標準進行彙整，如下表一所示：

表一、本研究相關事業放流水標準比較（資料來源：本研究整合法規）

事業類別	BOD	COD	SS	備註（單位：mg/L）
食品製造業	30	100	30	法規：放流水標準附表七
公共污水下水道	50	150	50	法規：放流水標準附表十三

(二) 地理環境：本研究透過 Google Earth 及大溪區行政地圖來進行各個地理環境位置的確定與分析，包括大漢河流域、大溪區水資源回收中心(污水處理廠)、月眉人工濕地(生態處理、放流口位置、大溪區污水下水道涵蓋區域)、環保署水質偵監測點，詳細地理環境位置圖如右圖二所示。圖二中間紅色曲線所涵蓋範圍包括大溪區的月眉、田心、一心、一德、康安、興和、福仁等七個里，此區為大溪老街及人口密度較高的區域，也是大溪區污水下水道接管的地方，在此域的生活污水或是小規模的豆乾製作工廠的事業廢水，會透過污水排水系統匯流入月眉里的大溪水資源回收中心（污水處理廠）或月眉人工濕地（生態處理系統），進行污水的處理再由放流口排至大漢溪中，而在放流口上游 2 公里處及下游 19 公里處也有環保署的水質監控點的水質分析數據，也可做為本研究分析依據。



圖二：大溪區地理環境位置圖
(資料來源：本研究自行整理)

(三) 大溪豆乾產業：根據桃園市經濟發展局 2016 年統計，目前大溪地區約有 21 家豆製品工廠，主要製作包括生豆處理、豆乳、豆乾、豆腐乳等半成品或成品。而且桃園市政府衛生局及環保局均有定期及不定期的查核，在實際業者訪談的過程中，發現具規模的工廠都會有基本的污水處理模式，如圖三、四所示，工廠的廢水須合乎標準才能由放流口排出，否則將會被處以罰款。



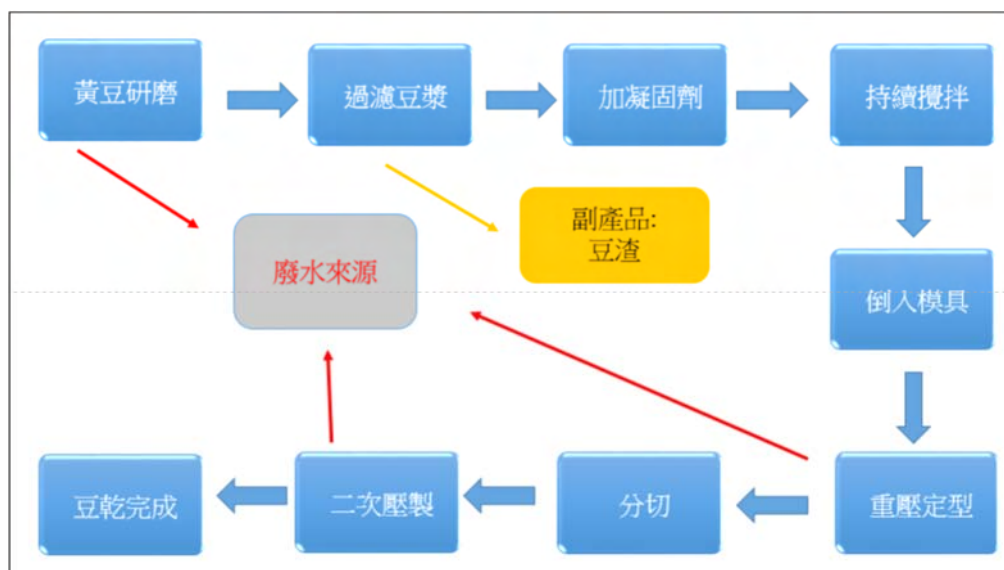
圖三：大溪豆乾工廠實際訪查情形
(資料來源：本研究訪查拍攝)



圖四：豆乾簡易廢水處理系統

二、豆乾製程分析

- (一) 豆乾原料：製作豆乾最重要的原料就是黃豆，黃豆又稱大豆，含有 30~40% 的蛋白質、18~20% 的油脂及高量的大豆異黃酮，除了豆漿之外，豆渣也有許多營養，豆渣含有大量纖維素及鈣質。
- (二) 製作流程：黃豆先研磨、過濾，待降溫後加入凝固劑持續攪拌凝固，放入模型重壓塑型，取出分切後經二次重壓即為初產品，再加入調味、殺菌、包裝，便是一般在外所見的豆乾。流程如下圖五所示。
- (三) 廢水處理：廢水來源有洗滌器具、加工廢水與每日工廠打掃清潔，在清洗過程中所用的介面活性劑、消毒劑及加工過程中所含有的磷、氮、次氯酸和有機化合物等產物，透過沉澱池沉澱稀釋後排入污水下水道。



圖五：豆乾製程圖 (資料來源資料來源：本研究整理製作)

- (四) 豆干污(廢)水排放：在實際訪查後我發現到在桃園大溪地區的豆乾製造業者，較具規模的工廠大都會經過初步的廢水處理後再排放，若有大量未經處理的生產廢水流出，可能會有被檢舉進而罰款的風險，以致造成業者的損失；而小型生產業者因規模較小，通常不會設置污水處理設備，製作過程中所產生的廢水直接排入水溝中，且廠家分散於各鄰里之間，管制上會有一定的困難，但小型的生產業者的廢水透過污水下水道，將事業廢水引入污水處理廠或人工濕地，進行淨化，相信大漢溪的污染必定會降低，以下將分別針對這兩種水質淨化進一步探討。

三、月眉人工溼地

(一)淨水原理：主要是利用大面積水濕地藉由水流緩慢的流動達到污染物的沉澱，而污水中的氮、磷等營養鹽也可透過各類植物的吸收作用去除污染物，而流入濕地的污水，長時間在各個池子中與草帶、石礫、土壤、微生物與大氣相互作用達到脫磷、硝化、分解、降解及植物光合作用、揮發作用…等去除污染物的效果。

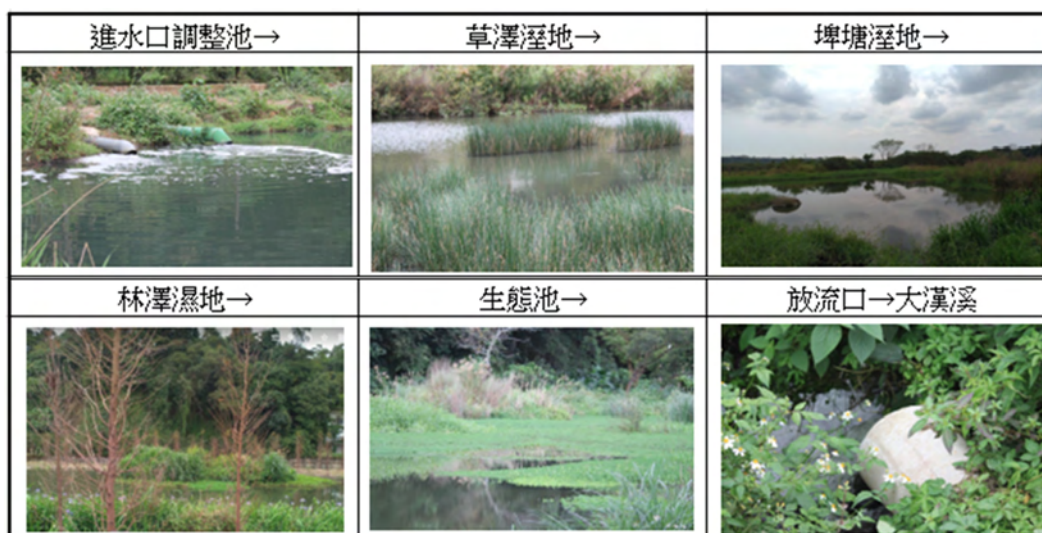
(二)處理流程：在實地踏查月眉人工濕地後，再透過 Google Earth 的功能，整理劃出濕地水質淨化的流程圖，如圖六所示，整體面積約 6.1 公頃大小不一的池子共 10 個，水域面積約 3 公頃，污水藉由重力與管路及各池子的水生植物、微生物作用可有效削減水中污染物。



圖六：月眉人工濕地水質淨化流程圖
(資料來源：本研究自行整理)

(三)處理單元功效：

- 1.調整池：因為流入濕地的生活污水含大溪豆乾業者的廢水不論流量、PH 值、污染物會因時間有所不同，透過池子調勻，減少後續處理池子的負荷。
- 2.草澤溼地：透過密植、低莖的挺水植物，如莎草、蘆葦…等除污性高之水生植物，進行攔阻，吸收有機污染物。
- 3.埤塘溼地：是深水域的設計，為了延長污水的停留時間，增加水表面氧氣交換面積，達到氨、氮的硝化作用。
- 4.林澤溼地：溼地周邊種植親水性樹木，如落羽松…營造林蔭遮光缺氧的環境，達到脫硝反應。
- 5.生態池：為營造水域生物多樣性，包括浮葉型、挺水型、沉水型植物，並可利用後段較好的水質，復育原生的水生植物。



圖七：月眉人工濕地生態污水處理單元流程圖
(資料來源資料來源：本研究自行拍攝整理)

(四) 水質分析

在實際訪查月眉濕地，除拍照記錄各濕地植栽與池體樣態如上圖七所示，透過觀察我發現在進流口的水質顏色較深，透明度較差，且水面上有泡沫，水中也有深色的漂浮物，而經過調整池、草澤溼地、埤塘溼地、林澤濕地等人工濕地生態除污的機制，到放流口前的生態池已可看見水中成群的魚隻，由此可初步判斷水質是有改善的。為了進一步的瞭解長時間人工溼地水質的改善情形，我引用桃園市水務局 106 年 6 月至 106 年 12 月檢測資料；在 BOD 與 SS 數值(原資料無 COD 數據)均有明顯下降，如下表二所示 BOD、SS 數值均達到生態除污的效果。

表二、月眉人工濕地入流口及放流口本水質比較 單位：mg/L
(資料來源：本研究整理製作)

日期(年.月)	106.06	106.07	106.08	106.09	106.10	106.11	106.12
入流口 BOD	12.9	6.4	18.3	24.5	36.9	46.2	36.7
放流口 BOD	6.8	4.0	8.7	8.4	4.3	9.1	-
入流口 SS	17.5	8.3	17.3	26.9	15.5	36.8	22.0
放流口 SS	8.8	9.2	8.9	8.8	11.6	9.3	-

四、大溪水資源回收中心

(一)淨水原理：處理方式為一般污水處理廠的處理模式，各處理單元利用物理、化學及生物反應去除污染物質，達到淨水的功效。

(二)處理流程：大溪地區的生活污水含大溪豆乾業者的廢水，透過污水下水道及排水溝導入，經過細欄污柵→初級沉澱池→生物處理池→二級沉澱池→砂濾池→紫外線殺菌→流放→大漢溪，在實際訪查現場了解目前可以處理的污水量為 3750 CDM(每立方米)下方圖八為廠區污水處理的步驟與處理設施

紀錄。



圖八：大溪水資源回收中心處理單元流程圖 (資料來源：本研究自行拍攝整理)

(三)處理單元功效

- 1.細攔污柵：利用定時轉動的柵帶，去除污水中的大型固體物、垃圾…，達到污水前處理。
- 2.初級沉澱單元：利用重力沉降，去除水中較大懸浮固體物，將污水上層較澄清的水液導入下一單元。
- 3.生物處理單元：經初沉處理後進入生物去氮、去磷系統，包括厭氣池→缺氧池→等程序達到釋磷、脫硝、硝化及攝磷反應，為處理廠主要處理核心單元。
- 4.二級沉澱單元：利用重力沉降、去除水中活性污泥，再取上層更澄清的水液導入砂濾池。
- 5.砂濾池單元：利用機械濾除、沉澱、吸附等反應作用，去除更細小污染物，濾層表面，形成生物膜，亦可進行有機分解。
- 6.紫外線殺菌：透過紫外線照射達到殺菌效果，進行最後的放流。

(四)水質分析

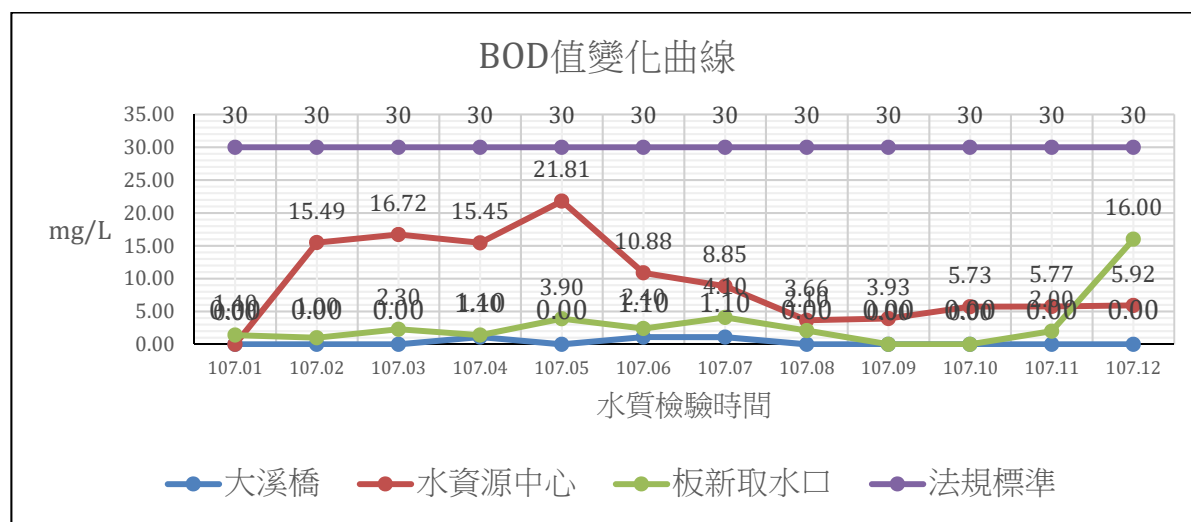
於大溪水資源回收中心參訪後，為了能夠瞭解污水處理設備處理的成效，特別向水資源回收中心沈廠長詢問可否給我去年度入流口與放流口的水質資料，也在沈廠長請示上級後拿到相關的數據，如此便可以將水資源回收中心放流口的水質與大漢溪的水質監測站進行比對，詳如下表三所示：

表三：各水源測量點水質分析比較表（資料來源：本研究自行整理）

BOD 指標	107.01	107.02	107.03	107.04	107.05	107.06	107.07	107.08	107.09	107.10	107.11	107.12
大溪橋	<1.0	<1.0	<1.0	1.10	<1.0	1.10	1.10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
水資源中心	15.37	15.49	16.72	15.45	21.81	10.88	8.85	3.66	3.93	5.73	5.77	5.92
板新取水口	1.40	1.00	2.30	1.40	3.90	2.40	4.10	2.10	<1.0	<1.0	2.00	16.00
法規標準	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
COD 指標	107.01	107.02	107.03	107.04	107.05	107.06	107.07	107.08	107.09	107.10	107.11	107.12
大溪橋	8.90	<4.0	<4.0	<4.0	<4.0	5.10	10.40	7.90	4.70	5.50	<4.0	<4.0
水資源中心	23.73	23.38	25.87	23.88	21.81	31.25	25.31	10.44	11.34	15.84	16.49	16.77
板新取水口	8.20	4.80	5.00	<4.0	7.40	12.60	13.70	11.50	9.40	5.80	6.20	<4.0
法規標準	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SS 指標	107.01	107.02	107.03	107.04	107.05	107.06	107.07	107.08	107.09	107.10	107.11	107.12
大溪橋	17.10	39.20	9.40	84.80	17.10	98.80	73.00	36.50	26.50	22.70	31.50	15.40
水資源中心	14.60	7.79	6.65	7.53	7.03	6.87	6.00	5.26	5.20	5.10	4.80	4.71
板新取水口	24.40	18.00	11.80	14.10	10.90	14.90	11.20	19.40	59.70	24.20	12.20	12.90
法規標準	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

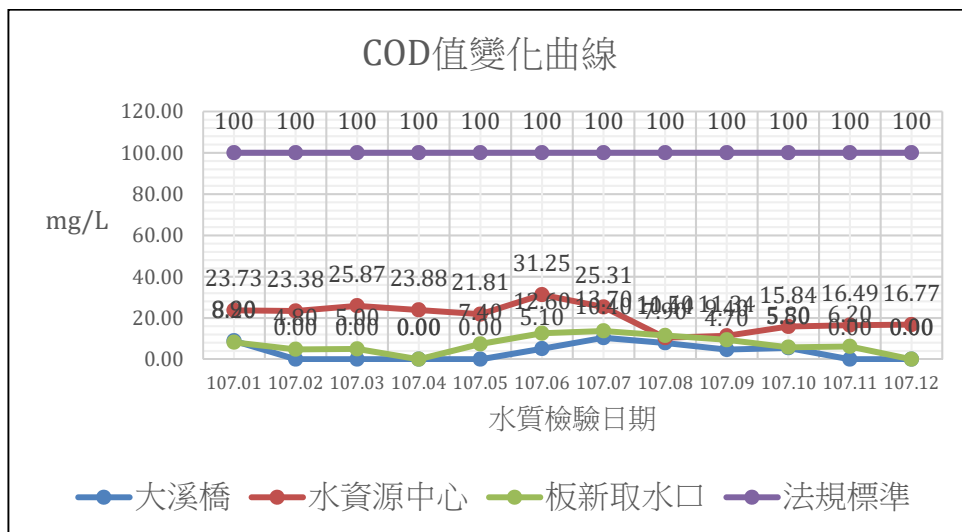
而圖九至十一分別為三處水源在 107 年間每個月與 BOD、COD、SS 值的比較折線圖，本次研究主要比對的水源包括上游的大漢溪、水資源回收中心放流口及下游板新水廠取水口。

在圖九為大漢溪、水資源回收中心放流口板新水廠取水口各月份 BOD 值的水質變化，由圖看出水質均低於法規的限制 30 mg/L，雖然水資源回收中心放流口的 BOD 值較高但對於下游的板新水廠取水口水質並無明顯影響。



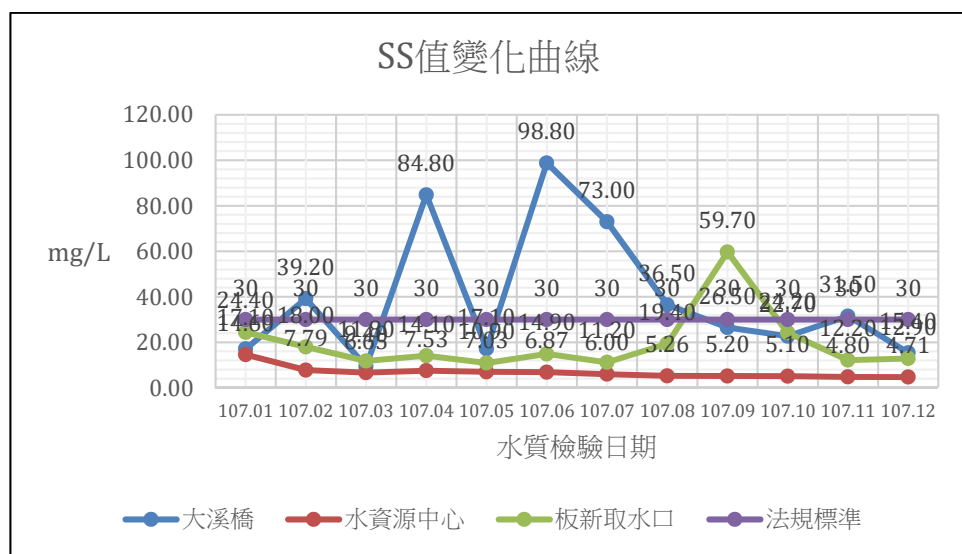
圖九：各水質測量點 BOD 值比較折線圖（資料來源：本研究自行整理）

在圖十 COD 值之水質變化水質也均低於法規的限制 100 mg/L，雖然水資源回收中心放流口的 COD 值也較高但，對於下游的板新水廠取水口 COD 水質並無明顯影響。



圖十：各水質測量點 COD 值比較折線圖（資料來源：本研究自行整理）

在圖十一中 SS 值的部分 4 月、6 月及 7 月份在大溪橋的數值明顯高出法規限制 30 mg/L，但因大溪橋為水資源回收中心放流口上游因此可推斷與大溪地區的污(廢)水無關，可能是大豪雨造成水源濁度上升再與中央氣象局降雨資料比對也有相關的對應。



圖十一：SS 比較折線圖（資料來源：本研究自行整理）

參、結論

在此次的小論文研究中，透過實地訪查大溪地區豆乾業者、大溪水資源回收中心及月眉人工濕地，瞭解到目前大溪豆乾業者較具規模的廠商所產生的廢水都會先行處理到達符合法規標準再進行排放；而較小規模的廠商所產生的廢水，若

能透過污水下水道引入污水處理廠或人工濕地，進行水質淨化作業後，再由排放口排入大漢溪也是一種管制方式。

本次研究針對 107 年每月份的水質分析比對，我們發現大溪水資源回收中心放流口的水質均符合法規要求的排放標準而放流口的 BOD、COD、SS 數值雖較上游 2 公里的大漢溪水質監測點來的高，但在同時比較放流口下游的板新水廠取水口水質監測點的水質，發現上下游水質差異並不大，由此可知水資源回收中心放流後的水是大漢溪水體能夠承受的涵容能力範圍，換言之大溪地區得生活污水及豆乾業廢水只要經過大溪水資源回收中心及月眉人工濕地處理，對大漢溪的水質影響是比較小的，以上為本研究推論大溪豆乾業者只要納入污水到排放系統後與生活污水混合後經污水淨化處理，對於大漢溪影響是有限，相反的若是未經污水下水道系統及處理處而直接排放的話，那高濃度的事業廢水的影響可能又是另一個新聞事件了。

肆、引註資料

中時電子報 (2015)。違章豆乾廠排廢水 魚兒暴斃。2019 年 2 月 20 日，取自 <https://www.chinatimes.com/realtimenews/20150109005156-260402>

全國法規資料庫 (2019)。2019 年 2 月 26 日，取自 <https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=O0040001>

行政院環保署全國環境水質監測網(2019)
<https://wq.epa.gov.tw/Code/Default.aspx>

李玫琳，林頌生，余豐任，何琪義 (2011)。食品化學與分析 II。臺南市:復文圖書有限公司。

植根法律網 (2011)。水中生化需氧量檢測方法。2011 年 1 月 27 日，取自 <http://www.rootlaw.com.tw/LawArticle.aspx?LawID=A040300081028500-1000127>

朱達仁、張睿昇、陳有祺、施君翰(2005)。石門水庫生態教育手冊。桃園市：經濟部水利署北區水資源局。

萬能科技大學環境工程系(2018)。實踐在地社區環境教育推廣與永續發展以大溪區月眉里為示範場域。桃園市：萬能科技大學環境工程系。

中央氣象局 (2019)。2019 年 3 月 20 日，取自 <https://www.cwb.gov.tw/>