

參觀自來水廠回來後的省思

國中組應用科學科第三名

台中市立漢口國民中學

作者：謝宜玲、陳柏丞、柯凱超

指導教師：蔡元澤、蔡秀菊

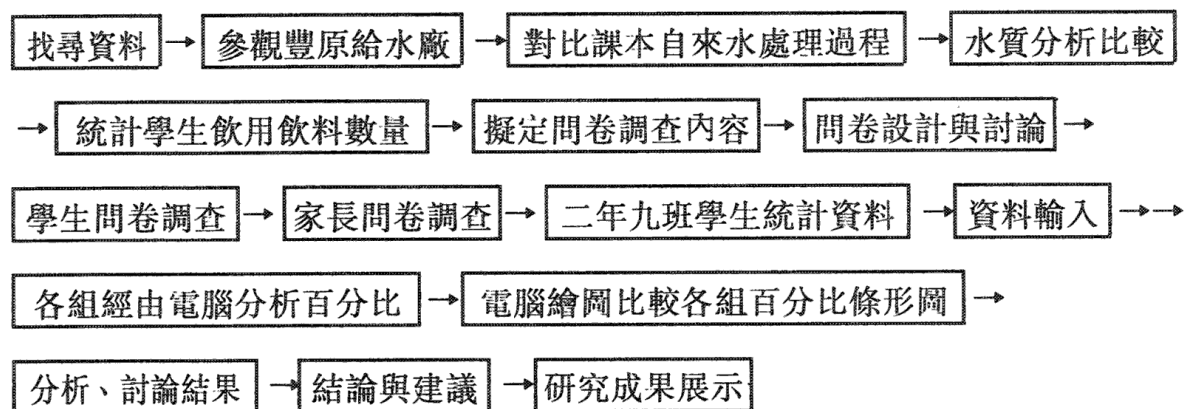
一、研究動機

在國中二年級理化第一冊第三章講到空氣與水對人類的重要性時，有取材自台北市自來水事業處水躍池、迴流池、混凝池等一般自來水廠處理自來水的流程圖，使我們聯想到供應台中縣市、南投、苗栗、彰化等中部地區用水的豐原給水廠。我們幾位同學便央求老師帶領實地參觀豐原自來水廠，並取回七筒水樣，展開了一系列飲水問題的探討。

二、研究方法與目的

- 1.比較比析－理化課本中一般自來水處理過程與實際參觀水廠處理內容之差異。
- 2.定量分析－取回自來水廠處理流程之水樣，及校內地下水、自來水、飲用水和幾種淨水器做導電度，輕標植、沈澱物、礦物質等分析，做水質調查。
- 3.飲料統計分析－自10月初至12月底，每天早修時間清點飲料庫存量，統計每日各種飲料之販賣量，想知道本校學生對飲料的偏好程度。
- 4.做學生飲水問卷調查分析－國中一、二、三年級共1893人接受調查，有效問卷1812份，無效問卷81份，有效問卷比率95.72%，分國三男、國三女、國二男、國二女、國一男、國一女、全體學生共七組，以了解學生對水、飲料飲用之情況。
- 5.做家長飲用水問卷調查分析－問卷調查人數1893人，收回卷數1658份，回收比率87.59%，其中有效問卷1066份，無效問卷592份，有效問卷比率64.29%，分男性家長、女性家長、全體家長共三組，以了解民眾對飲水的種種概況。

三、研究流程



四、研究內容

我們分成四部分敘述：

- 1.糾正國中理化課本第一冊第三章一般自來水廠處理自來水之流程圖錯誤之處，課本說明的是處理地下水之流程，與我們實地觀察之自來水處理流程大不相同，所添加之膠凝劑也不同。
- 2.取14種水樣，做下列6項實驗：
 - (1)觀察水樣外觀：包含色澤、清晰度、有無浮懸物、沉澱物。
 - (2)利用PH儀測水樣經標值：預先校正PH儀，分別取水樣200ml，插入電極測定經標值，即PH值大小。
 - (3)利用餘氯測定器測定水中餘氯值：取15ml的水樣，裝在長方體容器，滴入5滴餘氯測定劑，比色度測定水中餘氯ppm含量大小。
 - (4)利用毫安培計測定水中電流強度：二支碳棒以等距插入裝有150ml水樣的燒杯中，用三條電線串聯一顆電池、一個毫安培計，測量水中的電流強度。
 - (5)利用加熱汽化測定水中固態物質的百分比：取水樣各10ml裝入50ml的燒杯中，預先使用電子天平（稱到克以下二位）稱空燒杯重量W1克，裝入水樣再稱一次得重量W2克，W2－W1克可得到10ml水樣重量，將水樣蒸乾待冷卻後稱得重量W3－W1克就是水中固態物質淨量， $(W3 - W1) / (W2 - W1) \times 100\%$ ，即得固態物質在水中的百分比。
 - (6)利用水溶液測定器測定水中礦物質之ppm值：取水樣各15ml裝入長方體容器中，插入電子測定器，在液晶上即顯示該水樣除水之外的可溶物質其ppm大小。

- 3.自八十三年十月至十二月長達三個月的時間，每天統計福利社學生飲用飲料數量，含鐵鋁罐裝、保特瓶、鋁箔紙包、塑膠包裝等，並設計統計表，包括庫存量、販賣後數量、補充量，只要將當日各項庫存量扣掉前日庫存量加上當日下午的補充量，即可得到飲料的販賣量。
- 4.(1)自83年8月至9月擬定本校學生飲水問卷調查內容，經請教社會學者後編寫17題。(2)自83年9月至10月擬定家長飲水問卷調查內容，完成14題問卷調查題目。

五、研究結果

- (一)糾正國中理化課本第一冊與實際不符之處，比較如果如下：1.目前一般自來水處理過程已沒有水躍池、迴流池等設備，改用攔汙柵、混合池、膠羽池等設備。而課本內容是舊教材中用以處理地下水的方法，且在民國74年就已引進一套合併膠羽池、沈澱池之法國式脈動沈澱池。
- (二)取14種水樣做定量分析，詳見下列圖表：

檢驗項目 水的來源	外觀	pH值	餘氯 測定值 (ppm)	電流 強度 (mA)	10ml水量 含固態物 百分比(%)	礦物質 測定值 (ppm)
(1)白來水廠進水口	無色透明、無臭、無沈澱物	7.70	0	2.9	0.099	100
(2)白來水廠混合池	白色混濁、無臭、無沈澱物	4.28	4	13.4	0.197	560
(3)白來水廠膠羽池	無色、無臭、有懸浮顆粒	7.48	2	2.5	0.100	100
(4)白來水廠沈澱池	無色、無臭、有少量懸浮顆粒	8.27	1	2.5	0.000	100
(5)白來水廠法國式脈動沈澱池	無色、無臭、有少量懸浮顆粒	8.32	1	2.0	0.000	100
(6)白來水廠清水池	無色透明、無臭、無沈澱物	8.34	1	2.4	0.000	100
(7)學校白來水	微白色混濁、無臭、略帶顏色	6.48	1	3.5	0.000	140
(8)學校地下水	無色、無臭、有懸浮顆粒	6.96	0	4.1	0.000	170
(9)學校飲用水	無色澄清、無臭、無沈澱物	7.61	0	3.4	0.104	150
(10)安麗牌淨水器處理過的水	無色澄清、無臭、無沈澱物	6.99	0	3.5	0.099	130
(11)Mineco淨水器處理過的水	無色澄清、無臭、無沈澱物	10.06	0	3.2	0.103	100
(12)Penta淨水器處理過的水	無色澄清、無臭、無沈澱物	8.05	0	4.6	0.115	160
(13)逆滲透膜淨水器處理過的水	無色澄清、無臭	6.75	0	0	0.000	0
(14)蒸餾水	無色澄清、無臭、無沈澱物	7.00	0	0	0.000	0

- (三)自83年10月至12月在校統計飲用加味茶、碳酸飲料、運動飲料、礦泉水、調

味奶等數量，我們將它分成四大類：(1)鐵鋁罐裝〔汽水、可樂、運動飲料、牛乳、果汁、烏龍茶、八寶粥等〕(2)寶特瓶〔礦泉水〕(3)鋁箔(紙)包裝〔綠茶、發酵乳、紅茶、楊桃汁、水果茶、柳橙汁、運動飲料、玫瑰果飲料、奶茶、冬瓜茶〕扣除教師少數的飲用量，統計結果如下：(1)鋁罐裝飲料學生在校每日平均飲用量約232.6瓶(2)保特瓶裝飲料學生在校每日飲用量約為78.0瓶(3)鋁箔包裝飲料學生在校每日平均飲用量約為654.5盒(4)塑膠包裝飲料學生在校每日飲用量約為120.1袋。各種飲料每日平均飲用數量總計約為 $232.6 + 78 + 654.5 + 120.1 = 1085.2$ ，本校學生人數截至83年12月31日共1974人，在校期間，每位學生每日平均飲用飲料數量約 $1085.2 / 1974$ 瓶，相當於0.55瓶，每位學生每日平均飲用飲料數量約 $1085.2 / 1974$ 瓶，相當於0.55瓶(罐)。

(四)問卷調查：1.①取樣對象—全校三、二、一年級學生(調查時間83年11月15日)。三年級男生組有效問卷數219份，三年級女生有效問卷數243份，二年級男生組有效問卷數367份，二年級女生組有效問卷數362份，一年級男生組有效問卷數312份，一年級女生組有效問卷數309份，全校學生有效問卷數共1812份，有效問卷比率95.72%②各組選答百分比條形圖③有效問卷學生總數選答百分比條形圖。2.①取樣對象—學生家長(調查時間83年11月15日)。男性家長有效問卷數480份，女性家長有效問卷數586份，全體有效問卷數共1066份，有效問卷比率64.29%②有效問卷家長百分比條形圖。

六、分析與討論

- 1.抽取由石崗壩給水廠的水源PH值測定值為7.7，屬弱鹼性，中部河川酸化程度並不嚴重，因此對環境生態尚不造成嚴重傷害，大甲溪在三年前曾被評定為優良河川。
- 2.豐原給水廠混合池中的水，PH值為4.28，偏向酸性，可知處理過程中已通入氯氣，抑制藻類的生長，其電流高達13.4mA，顯示已加入PAC、無機鹽類做為膠凝劑，可將汙泥等微粒結合後除去。
- 3.豐原給水廠處理大甲溪水流由混合池→沈澱池→快濾池→清水池，我們抽取各池之上層池水來檢驗，發現自混合池流放出來的水PH值漸趨穩定，池水電流強度也趨近2.5mA，礦物質測定器皆指示100ppm / 15ml，可溶性礦物質含量在池中幾乎相同，水質穩定性相當高。
- 4.學校自來水水質略呈酸性，略帶顏色，我們懷疑水管是否出了問題？而地下水有懸浮小顆粒，水質呈中性，可溶性礦物質含量為170ppm / 15ml，比自

來水高出30ppm / 15ml，希望師生不要生飲。

(一)問卷調查…學生部分：

- 1.女生對於水的認知度較高，特別是一年級女生知道喝水對人體有益健康的比率高達97.1%，認知度最低的是二年級男生，只占87.5%，這與一年級開健康教育課有關。
- 2.整體來說，男生比較喜歡喝白開水的比率為61.3%，女生只占58.1%，探討原因是男生的運動量較大，需水量較多，不喜歡喝水的男女生比率3.5%，常排斥的只占0.3%。
- 3.能經常帶白開水到校的比率，一年級女生組最多，占48.2%，三年級男生最少，只占25.6%，從不帶白開水的比率以三年級男生組最多，占34.2%，一年級女生只占8.1%，男生既喜歡喝水，但又怕麻煩自備水壺，所以較常喝學校飲水機供應的水。
- 4.較喜歡喝白開水的男生，也能經常去喝白開水，二年級女生能經常喝白開水的只占42.5%，比率較低。就全體受調查的學生來講，從不喝白開水的比率僅占0.3%，原因主要是不好喝。
- 5.學校飲水機供應的白開水，不常喝占的比率最高，約42.3%，從不喝的比率占25.3%，其中以一年級女生組比率最高，占42.7%，究其原因為不乾淨、有怪味、藥味重，不知是否消毒、不好喝、已自備開水。
- 6.能注意學校飲水機水質問題的學生有58.0%，不關心的占42.0%，其中尤以常飲用的男生較關心。
- 7.如果台中市自來水可以生飲，偶爾會喝的比率最高，占51.4%，經常會喝的只占27.7%，不會喝的也有20.9%的比率。調查原因，有水質污染問題、擔心處理過程、衛生問題、水管老舊等。
- 8.運動後，學生以喝白開水來解渴的比率最高，占53.2%，喝飲料解渴的占42.3%，我們應鼓勵學生多運動，提倡喝開水運動。
- 9.學生平時解渴以喝白開水的比率最高，約61.9%，喝其他飲料的只占38.1%，喝白開水較方便，學校應提供更乾淨衛生的水質供學生飲用。
- 10.在學校從不喝飲料的學生只占3.1%，可見飲料充斥校區。經常喝飲料的比率占22.2%，有54.5%的學生偶爾喝飲料，我們應從教育著手，宣導多喝白開水的好習慣。
- 11.飲料中二年級、一年級女生經常選喝果汁的比率較高，分別有28.7%，27.8%。三年級男生有27.9%的比率常喝加味茶，對全體學生來說喝加味茶的比率最高，再者依序是果汁、礦泉水、乳品、汽水各類飲料都有相

當的比率。

12. 學生非常喜歡喝飲料的比率有6.2%，喜歡喝飲料的有46.7%，尚可的占41.6%，不喜歡喝飲料的有4.8%，非常不喜歡的只占0.7%，學生對飲料並不排斥且普遍被接受。
13. 學生問卷調查結果顯示，每天喝飲料的瓶數大約1瓶的占58.7%，17.7%喝2瓶，2.6%喝3瓶以上，每天喝飲料在1瓶以上的比率占79.0%。
14. 父母對孩子喝飲料的態度，有56.5%不表意見，32.0%持反對態度，只有11.5%贊成，多數現代父母還是放任孩子喝飲料，成人教育有加強的必要。
15. 對電視廣告宣傳的飲料持半信半疑比率有70.9%，完全相信的有22.3%，有二成以上的學生受崇拜偶像、名人說服力、感覺新奇口味等影響而相信飲料的可食性。
16. 用早餐時，37.6%的學生從不喝飲料，經常喝飲料的只有9.4%的比率。據調查喝乳品、豆漿的人數最多，這是一個很好的飲食習慣。
17. 飲料受人喜愛，其原因依比率高低排列有味道可口、方便飲用、受廣告影響、好奇心、飲料色素吸引人，外表包裝精美等。

(二)問卷調查…家長部份：女性家長與男性家長選答百分比相若，下列分析對象為全體家長。

1. 在家中飲用的水，86.1%飲用自來水，5.9%購買山泉水，飲用地下水的有2.3%，礦泉水占1.6%，飲用自來水的比率最高。
2. 截至83年11月15日，家中裝有飲水機或淨水器的比率是52.9%，有半數以上的調查戶數已裝有淨水裝置。是水質有問題？還是民眾的恐懼心理作祟？是個值得深思的問題。
3. 喝白開水有益健康的認知有92.2%的比率能了解，有2.3%認為喝開水無益健康，可見自來水公司對水的宣導度做得還不夠。
4. 家長選答非常喜歡和喜歡喝白開水的有80.2%，不喜歡及非常不喜歡喝的有1.4%，家長喜歡喝白開水的比率遠超過學生59.6%比率，成人較能接受喝白開水。
5. 能鼓勵子女喝白開水的有85.8%，不鼓勵子女喝的只有0.8%，白開水普遍被人接受，但仍有少數的家長排斥自來水。
6. 能注意到學校飲水機水質問題的家長有66.4%，2/3的家長關心子女飲水清潔衛生問題。飲水是個人人要關心的問題，所謂病從口入，仍有1/3的家長疏忽了。
7. 如果自來水能生飲，選答偶爾會喝的比率有45.4%，不喝的比率比會喝的

- 多了3.4%，民眾對自來水持保守態度，不放心飲用。不敢喝的理由有：不乾淨、不衛生、對自來水公司沒信心、水源不清潔、有污染、含氯太多、水質未達標準等。
- 8.對台中市水質持滿意態度的有52.8%，不滿意的有41.4%，有3.9%非常不滿意，非常滿意的只占1.9%。對水質滿意的只占5成5，自來水公司確實有檢討的必要。
 - 9.偶爾買飲料給子女喝的家長有61.4%，不常買的有28.0%，其次7.9%的家長經常買飲料給子女喝，從不買的只占2.6%，家長能完全接受飲料做為飲用水的比率不高。
 - 10.家長選擇的飲料最多是乳品，佔52.5%、果汁18.9%，礦泉水12.9%，加味茶7.0%，乳品有益健康，一般家長較能接受，其他飲料皆含較高的糖份，不適宜經常飲用。
 - 11.尚可接受喝飲料的家長約57.8%比率，學生喜歡喝飲料的比率高達46.7%，尚可接受的佔41.6%，相較可知成人較排斥喝飲料。
 - 12.對飲料廣告的宣傳，家長較不受影響，自主性高，這要靠經驗的累積。
 - 13.早餐除喝牛奶外，學生以喝果汁的比率最高，其次喝加味茶、礦泉水、汽水。家長不知子女飲用何種飲料的占22.0%，至少有2成2的家長不關心子女早餐，空腹上學的學生不在少數，按本校學生人數1974人，均有434人空腹上學，這是個值得關心與警惕的問題。

七、綜合結論與建議

- 1.最近國中理化課本內容編寫趨向生活化、實際化，很遺憾我們發現國中理化課本第一冊78頁中一般自來水廠處理自來水的說明圖中出現錯誤，所加的藥品與處理設備和參觀的豐原給水廠不同，建議國立編譯館在下一年度編寫能更正過來或加以補充說明。
- 2.自給水廠取水樣做初步分析，確信在混合池中加氯、PAC藥劑處理、在膠羽池至清水池其水質相當穩定，在經過80公分無煙煤、濾砂、濾石後確信是非常純淨、無沈澱物的清水。
- 3.由學校自來水略帶顏色，建議自來水管線應定期抽驗，這是自來水公司應有的責任。
- 4.學校飲水機供應的飲水屬弱鹼性，礦物質含量150ppm / 15ml水，水質不錯，但能經常喝的比率只占6.2%，不常喝及從不喝的總數竟占68.1%，建議校方應會同飲水機公司檢驗設備及水質，檢驗報告能一併公佈，同

時水米也應加強清洗工作。

- 5.人類多少都患有健忘的老毛病，在本次問卷中明顯看得出來，一年級有開健康教育課，所以對水的認知度較二年級高。政府或公益團體應經常加強宣導喝白開水的益處，提倡白開水推廣運動。
- 6.若台中市自來水可以生飲的話，學生經常會喝的比率占27.7%，家長占25.6%，其中女生比率更低到21.7%，自來水公司今後應加強宣導並改進自己的產品，使自來水能受到大家的信賴並飲用。
- 7.去年調查統計本校學生每日飲用各類飲料約1085瓶（盒），按學生人數1974人，每人每日約飲用0.55瓶（盒），校內各類飲料氾濫，增加分類與處理上的工作量，建議校方能做選擇性販賣，加糖的飲料能趕出校園，縮短販賣時間，改善飲水設備，宣導飲水的益處。
- 8.我們依年級將體重超過標準重量的問卷篩選出來，做飲料偏好度與體重關係的比較，發現在所有超過標準體重的1021人中，喜歡及非常喜歡喝飲料的人數占537人，可知飲料的偏好度與體重的增重有絕對的關係。
- 9.本問卷調查對象…學生家長，住戶涵蓋本市西區及屯區，在家中飲用自來水有86.1%，但其中裝有淨水器或飲水機者又占52.9%，大家對水質確實存有一份戒心，希望政府今後能多加強水源的維護。
- 10.調查結果，學生及家長大多能了解水對人體的重要性，對自來水既愛之又懷戒心，普遍能接受喝白開水，但不排斥飲料，期望政府能多注意水污染防治，水管汰換更新，制定水源區保護管理辦法，自來水公司也應宣導及改良自來水品質，讓民眾放心且快樂的飲水，則百姓是幸！國家是幸！

八、參考資料

- 1.社會調查與社會工作
- 2.衛生教育雜誌
- 3.台中市國民中小學科學研習活
- 4.國民中學理化教師手冊第一冊。

評語

本件作品是以實施參與自來水廠的處理方法與課本對照，並實地取樣比較水質，再以問卷調查分析的方法來探討飲水習慣及一般對飲水水質等的認知，最後再綜合分析討論。作品完整性相當高，研究流程合理，問卷設計合理、分析討論詳盡，整體而言，學生參與度高，主題顯明，問卷分析結果具實用參考價值，實地參觀，比較發現課本錯誤亦具教學價值。