

水 污 染 與 水 資 源 開 發

詹 照 欽

一 前 言

「污染」一詞係指片面的，狹義的有關使水質不良者謂之污染，而廣義的污染除水質不良外應包括懸浮泥沙，粉粒及其他一切夾雜物，範圍較廣，其名詞似乎應以污濁較為適合，但普通皆以污染稱之，本文所述指廣義污染而言。

水之有污染，起於何時不得而知，以近代科學知識推想，自地球有水存在以來，即非純水，可說開始即有污染，唯污染程度無從考證。地球上之水，海水含鹽份過高不能用於食用及灌溉，而內陸淡水可以食用灌溉而無害，故古代可說沒有什麼嚴重污染問題。水是人類於地球上生存不可缺少的要素之一。人類初期謀生方式簡單，對水之利用不太複雜，故水之問題甚少，且未直接影響飲水與灌溉。由於社會日趨進步，水之問題，為人類所漸漸重視，待十八世紀工業革命及人口集中城市，形成兩大污染源，人類生活與工業需要大量淨水而排出廢水及廢物。初時尚不為一般人所注意與認識，到本世紀初始漸漸感到其嚴重威脅性，起而加以研究防治。水質的好壞，不但影響工業經濟建設，且影響國民健康。其所產生的廢水與廢物形成對一連串水質源利用影響。故水污染問題必須立求解決，管理控制水之品質，防治水污染。

水土保持不僅要保水保土，也要保持水之純潔，土壤之肥沃，過去水土保持方面很少提及這些問題。維持及改良水質，防止污染也是集水區治理之一大目標。水資源開發，不僅是調節水量，利用水資源，增加枯水期水量，而且要使水質優良，可供工業、生活之用，否則便不是有用資源，而是造成災害之原因。因此水污染問題不能不重視，既已造成污染之水流，必須從速改善，未造成污染的地方，要預先預防，待事情發生才手忙腳亂，已經太晚了，其所造成的災害是難以挽救的，如農業將減產，國民健康普遍受影響，甚至因疾病、傳染病流行而造成死亡，工業發展受阻，將永遠無法迎頭趕上先進國家科學之進步。要想使一條污濁流域回復澄清，談何容易，其重建經費是不經濟的。歷代王國之滅亡多因土地沖蝕，洪水四起，致使疾病蔓延，我們應以此為警惕，有關機關應速着手污染防止與處理工作。政府機構應盡速設法防治水污染，加強國民對水污染影響之認識。

二 水 污 染 之 起 因

存在於地球上之水，雖然不一定是純水，但在未達一定限度之污染以前都可以飲用或使用。然則，所謂一定限度，可大概的說，乃是水之品質能適用於各種用途與否為界線，超此界線而不適飲或用者為受污。實則，因各種用途不同，其所需水質條件也不相同，故要以用途分其是否污染，何地需要控制。

工業革命後，工業日趨發達，不但生產量日增，製造之品類亦日繁。各種工業製造，在製造過程中均須使用水亦，必產生成品以外之廢物、廢水，製造之種類愈多，對水之品質要求亦日益苛細，廢棄物之種類亦隨之愈多。而此等廢棄物之棄置，最經濟最方便之方法，莫過於付之流水，大都工場位置均與此有關。因此，水之品質乃愈益不適於製造之用。人口集中，都市形成之後，後果與此相同。

總之，造成污染之原因很多，茲概略分述如下：

(一) 人為起因：

包括都市、工廠、礦場、農業所引起者：

1. 都市下水道排水——如抽水馬桶、洗滌等生活用水。
2. 工廠排水——因工廠種類不同而所產生之廢物各異，一般沉濁度相當高。
3. 礦場殘渣及廢水——如北部景美溪之礦渣，洗煤水問題。其他如石油礦業亦應注意，今石油公司正於北部某些地方進行開採石油之探礦工作及開井工作，未引起一般人之注意，實則，該項工作已發生或多或少之問題，雖有防污措施但未臻理想，其探挖之油泥處理，是貯蓄於一大池中，等降雨時採用放流工作，放於溪流中，或以車輛運搬撒佈於路面，而其放流是否接放流標準施行，不得而知，下游魚族中毒死亡甚多，嚴重影響下游居民之生活用水，對於灌溉用水亦不無影響。又如今新竹寶山某井之礦場場地拓寬整地及開路工作於五十六年底已告完成，唯水土保持不善，邊坡處理不當。不堪北部冬雨之考驗，已數處嚴重崩塌，道路崩毀，不堪使用，復經此次春雨之蹂躪，已面目全非，所沖蝕泥沙淤積於農塘致使農塘蓄水效用失去，泥沙復淤積水田、農地，附近農民損失不小，並導致附近農路之沖蝕，如石油公司等公營機構，應先處理，重視水土保持以為倡導。

4. 其他如垃圾，排泄物等廢棄物。更可能增加了放射性質。他為農藥、殺蟲劑等亦為污染之來源。

5. 農業、森林、交通方面因產生泥沙有機，廢物所引起者。

- (1) 農業經營缺乏水土保持所造成的沖蝕、山崩等。

- (2) 由於森林過度砍伐，森林火災致使缺乏覆蓋或砍伐方法不適當形成地表沖蝕，泥沙量增加溪流之污濁度。

- (3) 由於開築道路，填方泥土保護不良及邊坡處理缺乏形成崩塌。

(二) 天然因素起因：

1. 蒸發量大或雨量少時，水中污物濃度相對增高，污染程度加深。

2. 降雨逕流，流經曠野沖蝕礦物。

3. 洪水沖蝕地面廢物而來。

4. 雨水沖蝕表土形成者，包括。

- (1) 地質沖蝕的正常沖蝕及加速沖蝕。

- (2) 水蝕包括地表沖蝕、河川沖蝕。

- (3) 風蝕、風沙飛揚將泥沙污物吹入水中。

- (4) 重力沖蝕如崩塌、滑落。

三 水 污 染 種 類

水污染情形分類，可以不同分類方法分之，茲以水污染成分，污染水源位置簡略分述如下：

(一) 依污染成分而分，包括物理的、化學的、生物的污染。

1. 無機性浮游物。

包括各種礦物、泥沙、粉粒，如礦場、陶器場、採沙場、農地土壤、崩山、道路邊坡土壤沖蝕等污染源所形成者。這些物質容易淤高河床、破壞堤防及水利設施造成洪水之害，如景美溪礦場問題是例。如用於農業灌溉用水，農作物容易受害，如濁度高於 80000 ppm 將防碍魚類生安，也因太陽光不易透入，水中植物生長不易。如集水區治理之泥沙問題屬於此類。

2. 無機化合物。

包括各種鹽類、化合物，此類物質多由工廠排水而來，常含有毒性。如鍍金、染料、化學、煤氣工廠及其金屬工業等污染源，直接為害魚類生存。

3. 溶解水中之氣體。

如二氧化碳，由降雨時由空中溶解或工廠廢水而來，二氧化碳多時增加酸性，其他硫化氫溶解於水中有毒性，甲烷為時常在污溝中含有之成分。

4. 有機性浮游物。

此類為都市下水道排水，特種工業之排水如釀造、食品、製革、紙業、乳酪業、畜產屠宰業等污染源排水。最適於微生物生存、病原菌之繁殖，常有惡臭。

5. 大腸菌、微生物。

由於都市下水道之排泄物、浴水、洗滌排水及河口養殖業造成者。均直接影響於國民健康。

6. 油脂類。

各種油脂浮於水面，影響水質，水生物生活並有碍外觀。

7. 異樣氣味、異樣色澤之污染。

8. 水溫變化。

森林之伐採，火力發電場提高流水溫度，直接影響於水生物之生成，及化合物之成分。

(二) 依污染源位置而分。

包括河川污染、海岸污染、港灣污染、貯水池污染、湖沼污染、地下水污染、伏流污染、及近年放射性雨水之污染。

四 水污染影響與水資源開發

(一) 水污染引起的一般影響。

1. 傳染病原體、寄生蟲、有毒物質、臭味等污染生活用水，影響國民健康。增加水之消耗量，如硬水洗滌肥皂消耗量增加。
2. 污染工業用水，影響工業產品質料，減低機械壽命。
3. 為害農業，包括物理性洪水泥沙為害，及有毒物質之毒害，均阻礙作物之生長。
4. 影響湖沼、河川、海域養殖場、淺海等之水產事業，及野生動物之生存。
5. 影響家禽、畜牧事業之發展。
6. 環境衛生破壞，娛樂價值失去，有碍外觀。
7. 泥沙、礦渣淤積水庫，減短水庫壽命，或淤積河床，破壞堤防造成洪水。如景美溪煤渣處理不善，促成 51 年颱風時淹沒木柵地區。

水污染問題實為國家民族之慢性絕症，其結果必致疾疫流行，病害百生，洪水四起，水質破壞，全國無復可用之水，生產萎頓，民生凋敝，國本為之動搖。所以為國家民族前途，不能不重視這些問題，早為之準備。

(二) 臺灣水資源開發與污染。

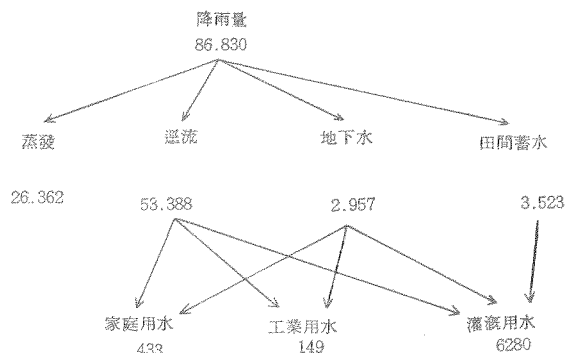
1. 臺灣水資源及其開發。

水不僅為工業製造所必須，亦為人類不可缺少之要素，泛言之，農業生產家畜繁衍，水產，甚至野生動物之生存，人類之公共衛生、遊樂等，莫不仰賴於水，而且要有可用限度以內之水。

國家之水資源，應配合日益增加之工業與人口之需求，必須早為規劃，水對人類有利亦有害，需以人力控制自然之害而開發水資源之利。臺灣之地理環境，對於水資源開發利用有極大之影響，而各項環境因素，復有相互連帶之關係，在天然條件方面，臺灣普遍多雨，各地平均年雨量達 2,480 公厘，據毛壽彭教授於民國 57 年中華水土保持學會成立大會中報告，臺灣之水收支情形如下：

單位： $\times 10^6 m^3$

全部雨量相當於 870 億立方公尺，水源可謂豐富。但季節分配甚為不均，逐年變異亦大。地勢多山，而山勢高峻，河川短陡而流急，雖頗有利於發電，但無航運之利，且每易山洪暴發，難於控制。在人文條件方面因人口增加迅速，需要更多農田，生產糧食，增加糧食生產的方法，不外乎擴充耕地面積或改進已有耕地之單位面積產量。臺灣土地利用，耕地之開拓已近極限，因人口壓力很重，丘陵山地早被開墾，天然平衡已被破壞，成為水土保持之嚴重問題，威脅平地產業的安全，因此防洪至為



重要。增加單位面積產量方法尚多，其中與水資源有關者，為較佳之灌溉制度，以及更多之灌溉水量，同時需要廉價電力，發展有關工業如化學肥料工業與農業機械工業，解決人口就業問題。

2. 污染影響水資源開發。

影響臺灣水資源開發之主要因素是自然因素如地形地質，降雨強度等，地形上，源高而流短，河床坡度陡，地質岩層多甚為軟弱，水量集中夏季，自然沖蝕，崩塌嚴重，溪流含沙量極高，淤高河底，水庫填塞。而人為沖蝕與污染也是影響水資源開發之一重要因素，雖然現在除發生人為沖蝕外，污染還沒有什麼嚴重問題發生，但將來極可能發生，所以要先預防。茲再以污染影響水資源開發各項簡述於下：

- (1) 造成水庫淤沙問題。
- (2) 灌溉問題——灌溉排水道之淤積與破壞。及用含有毒性，不適作物生長之污水灌溉所引起之病害，導致作物減產。其影響程度因作物種類而異。
- (3) 防洪——泥沙淤積水庫，破壞水庫防洪效益，淤高河床發生洪水，為害生命財產。
- (4) 城市給水——水質好壞，關係市民健康。
- (5) 工業給水——水質影響工業生產，阻礙工業進步。
- (6) 水土保持——可以保持水土，亦為防止污染之方法。
- (7) 水力發電——水之含沙量多少影響發電設施，增加排水困難，增加發電場維護費用。
- (8) 發展觀光——名勝必須有山有水，而且必須是「青山綠水」才是真正名勝。近年發展觀光事業，不能不注意這一點，使名勝地都有美麗的山水，看起來心曠神怡，既適於遊艇、划船又適於游泳各種娛樂。而所謂「青山」乃是要水土保持以保水土使生長繁茂的植物，而綠水就必須依賴水污染防止與控制。所以發展觀光事業，對於水土保持及水污染防止要特別注意。如待土壤沖蝕發生，破壞土壤，植物不易生長，水源缺乏，變成山凸水枯，有誰願去觀光，縱使山不凸水不枯，而其水是髒的，臭的，如何能吸引觀光客，譬如聞名全省的高雄愛河，其何以如此有名？實因水臭而有名也，此實為觀光事業之恥。又如前大貝湖水源濁度最高達 14800 ppm 經處理後濁度減低極多，近年測得最低只有 2 ppm。故改名澄清湖，現在是全省有名之遊覽勝地。

五 水 污 染 調 查

對於水污染情形加以調查，以明瞭其污染源，污染程度及將來可能發生之污染，進而防止並控制之。

茲將其方法與步驟概述於下。

1. 水質試驗法。
 - (1) 理化試驗法。

測定水質、濁度、pH、水溫、查其顏色、透光度、臭味、電導度。分析其成分、化合物種類、蒸發殘留物、強熱殘留物、浮游物、溶解物、求出 ppm，以定污染種類，查其污源。

(2) 細菌學試驗法。

為達到衛生管理之目的，瞭解污染對健康之影響，採取試驗試料，分析生菌數目，大腸菌群等。

(3) 生物學試驗法。

為瞭解污染對生物之影響，依指標生物之觀察與分類，並求污水有害物質之除去，判斷水之利用價值，藉此推知其對農、水產、工業、飲用之影響，而為設計水質維持與管理之方針。

2. 底質試驗法。

(1) 堆積物採集調查與記錄。

(2) 野外堆積物觀察，分別其顏色與臭乘、質地、狀況，以定其為何種淤積，污源何在。

(3) 測定堆積物溫度、pH 值、化合物種類、生物種類、粒度分析。

3. 水流調查法。

(1) 流速、流量測定。

(2) 污濁物流下時間測定。

(3) 其他海峯潮流、水流對污濁影響測定。

4. 自淨作用調查。

因污濁物沉澱河床，水土植物利用或化學成分之中和，濃度漸漸降低之現象為自淨作用。故包括生物化學作用、稀釋作用、沉澱作用之調查。

5. 污水排出情形、亂流擴散情形調查，以為決定放流標準之根據。

6. 檢查集水區內有無特毒植物生長，影響水源之安全。

7. 藉此以算出河川標準水質（河川水域濁度允許量），配合污染之防治，決定放流標準。

六 水污染之處理與控制

1. 防治水污染之理論與效果。

(1) 防治污染理論。

水污染之防治，在於維繫水之品質，使適於各種正當用途，所謂水污染防治，實質上為水質之管理與控制，至於水之品質究應如何控制？使之達於何種客觀標準，以及如何始能達成控制目的。工業化為國家經濟建設之必然現象，如不予以適當處理，污染問題勢必愈來愈嚴重，然欲恢復水之原有品質，如未經污染之純水，已不可能。以有限之水資源，要能適應各項用途之需求問題將愈趨複雜。幸而在自然界水有其自淨作用，即受污之水，經若干時日或若干流程、可以漸漸消蝕其所受之污，而影響水自淨作用之因素甚多，其一為污染程度，可以控制其污源而防止之，更以人為方法加速水之自淨作用，如此雙管齊下，控制水污染問題之目的不難達到；至於控制水質於何種客觀標準為宜，則依其所在地區各種不同需要而分別厘訂之。

(2) 水污染防治措施之原則。

① 水之完全不受污染是不可能，且不經濟，故必須充分利用水之自淨作用。

② 確定防治方式。

(I) 防止新污源。

(II) 對污源之控制，使其污染能力減低以至於消除。

(III) 對污水處理廠之輔導與監督。

③ 制定技術準則。

河川（水區）標準——依河川之經濟價值與利用，先予以分類，而後依據勘查資料訂某一區之水質準則。

放流標準——依據河川標準之需求，制定家庭污水及工業廢水之放流標準。

(3) 水污染防治之效果。

以上述方法控制水質，水質控制於一定標準，則水資源可以適用於各種用途，如工業用水、家庭用水、農業用水、水生物、家畜、野生物、遊樂、轉運廢物等，不獨此，用水之品質在人為控制下，可一用再用，以有限之水資源，供無限之需求。

2. 水污染之一般處理方法。

(1) 泥沙來源之控制——利用水土保持方法，保持水土減少沖蝕。如農地水土保持、河岸、道路護坡、防洪工程、水利建設、攔沙壩、保護森林護蓋、土地改良、改良生長、放淤等工作。

(2) 工廠排水，工廠廢物處理。

① 工廠位置適當選擇。

② 廢物堆積適當地點。

③ 廢水用中和法、沉澱法、酸化法、消化法等分別處理，以除去其污性與毒性。

④ 按放流標準放流。

⑤ 廢物廢水再利用研究。

(3) 礦場礦渣及礦坑廢水，洗礦水處理。

① 礦渣宜於適當地區堆置，並注意堆置範圍與方法，必要時施以水土保持處理。

② 問題地區極需作進一步探討，並實施改善工程，如疏導、護岸、護坡等。

③ 開礦技術改進及洗礦廢水、泥渣、宜設機械化洗礦場、混凝池及過濾池等加以處理以減少礦物質毒害。

④ 廢水堵塞，貯留或稀釋，按放流標準放流。

⑤ 廢物再利用研究。

(4) 都市下水道處理。

① 完善之下水道排水設備與管理。

② 利用各種處理以配合放流標準如沉澱法、藥品處理法、生物學處理法、散水濾床法、活性污泥法。

③ 污泥處理，如污泥消化法、污泥乾燥、污泥過濾、污泥燒却、煤氣利用等，所得污泥棄入海中或作肥料利用。

(5) 河川污染處理。

① 上述農、工、礦都市污染源之控制。

② 水土保持調節河川流量，可以調節水質水溫，促進河川自淨作用。

③ 利用機械方法除去河川淤積污泥。

④ 地面污物加以處理，以免雨水沖失。

⑤ 利用土壤之過濾作用消除污物，如將廢水用於森林原野灌溉，把土壤作為純化水質之媒介，植物亦可利用有機物、化合物、鹽類等為肥分，以免污染河川，唯須考慮其對植物之毒性。

(6) 水污染為害農業之處理。

① 利用沉澱法、迂迴水路法、淨水過濾法等處理，阻止有毒廢水污物流入農地。

② 用深耕、客土之方法改良受污農地。

③ 耕種作物種類，品種之改換、種植期之變更、及設畦、施肥等方法改善。

(7) 其他有地下水受污處理，如苗栗勝興一帶某地井水為黃褐色不能飲用，仍待調查研究。他如地下水吸取導致海水倒灌亦極可能發生。

3. 防止污染之行政措施。

欲達水質控制之目的，政府必須明訂水污染防治政策，而付諸實行，且行之有效，始能適應時代之需求。其必要措施擇要分列於下。

(1) 立法：

① 需要立法之理由——近代政體，法為施政之依據、法立，則國民知所歸趨，污染問題得以解決。

② 立法階層——水資源為國家重要之天然資源，其利用需符合全國國民之利益，故需由中央立法，其法始能遍及全國，而不致有所偏。

③ 立法內容——要能昭示政府對水污染防治之目標，以及實施此項政務之原則及程序。

(2) 設立專業機構。

① 水污染防治之專業機構，業務繁雜，一方面執行立法之任務與精神，一方面須在科學技術上不斷研究與發展。

② 水污染防治之專業機構有流域性與地方性，故專業機構應以流域組織及以城市或工業區為單位。

(3) 人才之訓練與儲備。

水污染防治牽涉之範圍既廣，而技術性工作復多，故行政管理，必須以專業人員，負責進行。

(4) 研究發展。

水污染防治之科學根據，應用技術，隨工業之日新月異，而有不同之需求，故此項業務，不僅不能墨守成規，更須研究發展。

(5) 加強社會公共教育，使國民瞭解水污染之不良後果，以及防治水污染之利。

4. 實施水污染防治應注意事項。

(1) 求得工礦業及城市合作。

① 使工礦界及城市當局市民認識水污染防治為工業及國民應遵行之義務。

② 使工礦界認識自廢物中收回有價值之副產品，而此項收回工作，有助於水源污染之減低。

③ 以技術服務換取合作。

(2) 鼓勵，協調重於執法。

(3) 技術服務重於行政措施。

(4) 政府機關及公營工廠，對於其工業廢物應率先處理以為倡導。

(5) 在水污染法規未訂定前，應於有關專業條款中，訂立臨時法規，提高污染防治之效果。

參 考 文 獻

1. 土壤沖蝕原理及分類講義。 周 恒
2. 森林與水資源。臺灣集水區工作與其趨向。 盛志澄
3. 集水區研習會講義。水污染之防治。 張祖璿
4. 臺灣銀行經濟叢刊第83種臺灣之水資源。
5. 加洲水資源開發與利用。 毛壽彭
6. 景美溪集水區煤渣問題概況報告。 農牧局第四工作處
7. Soil and water conservation Vol 22. 2. 1967 Land treatment and water quality
8. Soil conservation Vol 33. No. 2 1967 A look at water quality
9. Handbook of applied Hydrology section 19. quality of water Ven Te Chow
10. Water-resources Engineering municipal and industrial water supply; sewage disposal and water quality control. LinsLey Franzini
- 11 水質汚濁と廢水處理 水利學大系 第7卷 日本水利科學研究所
- 12 水質汚濁の調査法 水利學大系 第8卷 日本水利科學研究所
- 13 水質源總論 水利學大系 第1卷 日本水利科學研究所
- 14 臺灣水利 第十五卷 第二期，二十年來之水政管理