



# 環境污染對人類健康之威脅

## The Threat of Environmental Pollution on Human Health

臺灣大學農業工程學系教授

徐 玉 標

Y. P. Hsu

環境污染大致可分為：空氣污染、水源污染、固體廢棄物之污染、化學藥劑之污染、重金屬污染、放射性物質之污染以及噪音污染等等。它是人口繁殖、都市集中、以及各種工業、礦業及農業生產日增之必然結果。環境污染不但使人類之健康及生存條件受到威脅，對農工業之生產、自然界生態物種之平衡、建築與古物遺產之保存等，都能遭受嚴重之侵害。

隨着人類活動範圍日益擴大，環境污染之程度正有與日俱增之趨勢，因此，若在目前不能立即加以嚴格控制，長此以往，將給人類帶來無窮災禍！

本文大多取材於 Paul R. Ehrlich & Anne H. Ehrlich 所著之 "Population, Resources, Environment" 一書，內容僅着重於人類健康之威脅方面加以介紹，使讀者對環境污染之嚴重性有較清晰之認識！

### 一、環境污染之種類

環境污染並不是一新課題，自古以來都一直在滋生。例如：火山爆發、河流冲刷、風吹塵砂以及森林起火等等，在人類文明有史以前便在進行，所以可稱為「自然污染」。近世以來，由於人口增殖、都市發達、土地加強利用以及工業化之結果，人們利用後之廢棄物不斷增加，同時工廠之產品與副產品亦日新月異，因而使人類賴以生存之自然資源——空氣、水源、土地，在質及量上產生種種不利之變化，從而構成自然資源與環境之污染，因為此種變化多屬人為，故亦稱「人為污染」。人為污染在目前之情況下已日趨嚴重，故已受到各國政府及民間普遍之重視。

環境污染若僅分為自然及人為兩方面，實無法窺其全貌。因此，在討論環境污染時，一般都是從「污染質」(Pollutant) 本身之性質與來源加以探討。

污染質可以分為：「量污染」與「質污染」兩種：

#### (A) 量污染 (Quantitative Pollution):

是指自然界中本來便有該種物質之存在，惟由於人口增加與工業化之結果，使污染質之來源與數量亦大為增加，因而形成「量之污染」。量污染一般是在下述三種情況下產生：

(1) 污染質本身並不一定俱有劇毒，但因量多，其量之大足以擾亂或破壞自然界各種之循環平衡，使人類及生物社會受到嚴重之影響。例如：二氧化碳在自然界之循環平衡、氮之循環平衡、熱（長時間）之循環平衡等是。

(2) 某一地區，工廠過於密集，或是突然發生災變，因而釋放或產生某種物質，此種物質如與大自然比較，可能微不足道，但其量仍可造成局部地區之環境污染，如：工廠冒煙所形成之煙霧 (Smog) 或油管、油輪破裂所形成之局部性禍害等是。

(3) 自然界中，因某種有毒物質之濃度增加，使自然界之資源受到污染，因而威脅人類之健康或影響生物之生存環境，如汞、鉛、二氧化硫及放射性物質之增加等是。

### (B) 質污染 (Qualitative Pollutant):

自然界本來無該種物質存在，但由於工業進步，許多人工合成之新產品，不斷問世；此種新產品不但俱有劇烈毒性，而且很難分解，同時俱有殘效性及累積性，日久量多，能破壞生物及微生物之生存環境。此種純由人工合成之新產物而構成環境污染者稱為「質污染」。例如有機合成之殺蟲劑及殺草劑之不斷增加應用，便屬質之污染。

環境污染之結果，可以造成多方面之禍害。但最爲人所關心者，還是有關人們本身健康與生存所產生之威脅。一般言之，環境污染對人類之威脅，可分直接及間接兩方面：

(A) 直接影響：係直接襲擊人體、心理及精神之健康，往往是明顯及易察覺，例如：

1. 空氣污染對人類呼吸之影響。
2. 水源污染對飲料之影響。
3. 土地污染對食品之影響。
4. 噪音對人類聽覺神經之影響等。

(B) 間接影響：指環境污染對生物社會及自然界平衡之破壞，其變化是緩慢而複雜，不易爲一般人所察覺，但其進行是全面而深入，其最後之結果將關係整個人類之存亡。

上述之直接與間接分類法，祇是便於說明之權宜而分類，實際上許多污染性質，是兼俱直接及間接兩種。

## 二、空氣污染 (Air Pollution)

地球外圍之空氣圈，其厚度雖然可以達 35,000 哩，然有 99% 之空氣量是處在距地表 19 哩以內，至於對人類生活有影響之對流層，厚度僅 7 哩，其空氣含量，約佔全量 80%。空氣在量之行動上如陰、晴

、風、雨是受地形及氣象因子所支配，迄今人類毫無控制之能力。但在質之變化上，是人們種種活動之結果，其變化與影響之程度愈來愈大，例如：居住在城市或工廠集中地附近之居民，往往覺得眼睛刺熱或肺部不適，此種現象，大多是由空氣污染而引起。實際上，世界各地主要都市都在發生嚴重之空氣污染問題。旅客們初履一城市，有些時日，可一眼望見，濃厚之煙霧 (Smog) [係 smoke 與 fog 兩字之合併，指城市中之霧因煙之摻混而變濃者] 籠罩在上空。根據觀測，大城市如紐約，因空氣污染僅有 25% 之陽光能到達地面，芝加哥亦祇有 40%，展望今後，都市建築更形發達，人口愈趨集中，此種情況可能更壞。目前空氣污染，並不僅限於城市，就是環繞地球表面之整個大氣層，亦已蒙受相當程度之污染。氣象學家已提出警告：大氣層中已有一層渾濁模糊之空氣污染圈，正在形成包圍着地球之外表。煙霧已經能在海洋中以及北極之上空觀測到。由於大氣正在不斷吸收及擴散人口稠密地區之廢氣，空氣污染程度日見增加，大氣之組成分亦漸漸不適於人類健康之要求。

### (A) 空氣中污染質之來源：

空氣中污染質 (Pollutant) 之來源，大部分是由燃料燃燒，消耗空氣中之氧，同時將燃燒後之廢氣排入大氣中而引起。根據估計一磅汽油燃燒時需要 158 立方呎之空氣，一磅油要 166 立方呎，煤要 186 立方呎，天然瓦斯要 248 立方呎。若以消耗燃料最多之美國一地而論，每年全國因燃料而消耗空氣之量達 3,000 立方哩以上，其中汽車燃料所消耗爲 640 立方哩，佔全部燃料消耗量 21%。在燃料消耗之同時，其所產生之廢棄物即空氣之污染質却相對地污染於大氣中。關於大氣中污染質之來源及含量，從表(-) 所列可知其梗概：

表(-) 美國一九七〇年內空氣污染質主要來源及數量

(單位：噸)

來源	一氧化碳	氧化硫	氧化氮	碳酸化物	特殊化學物	總計
交通車輛	66,000,000	1,000,000	6,000,000	12,000,000	1,000,000	86,000,000
工業燃料及棄氣	2,000,000	9,000,000	3,000,000	1,000,000	3,000,000	18,000,000
居民生活燃料及污染質	2,000,000	3,000,000	—	1,000,000	1,000,000	7,000,000
都市垃圾及其他燃料之廢氣	1,000,000	1,000,000	100,000	1,000,000	1,000,000	4,000,000
合計	71,000,000	14,000,000	9,100,000	15,000,000	6,000,000	115,000,000

從上表中可知美國空氣污染之最大來源為交通車輛，1970年全國已有九千萬輛汽車，（1972年已增至一億一千萬輛以上），每年排入大氣中之污染質大約為86,000,000噸，其次為工業燃料及棄氣，大致為18,000,000噸，大部分是由木漿造紙廠、石油化工廠、鋼鐵廠、煉鐵廠及化學工業製藥廠等所噴出，再次為居民生活燃料，包括都市公寓日常炊煮、冬季禦寒以及機關、學校、商業公司、食堂、旅館飪煮洗沐之燃料消耗，其量在7,000,000噸左右，此外都市垃圾及其他燃料廢棄物，每年亦有4,000,000噸。上述四種來源中，每年將有115,000,000噸之污染質送入大氣中，如果再將農村田野之收穫廢棄物及森林墾殖，所燃燒之煙霧一併計算，總量將達140,000,000噸，亦即是說，在美國（包括男女老幼）每年每人將製造0.75噸之污染質送入大氣中。

在各種之污染質中，以二氧化硫之毒性最大，根據估計至1980年，每年排入大氣中二氧化硫之量將達36,000,000噸，即每日將有10萬噸之二氧化硫污染美國大氣上空。

臺北市區空氣污染程度，手邊尚無精確之數據，但若單以車輛數約略來推算，例如每一車輛每日排出燃料之廢氣，以6.25磅計，則臺北市為數75,000輛之汽車，每日將產生470,000磅之廢氣，在污染臺北市之上空。

#### (B) 污染質對人體之毒害：

空氣污染足以致人死命，已成爲不爭之事實。根據美國公共衛生局之統計，如果某一地區常有煙霧(Smog)形成，則該地區之人口死亡率，將顯然增高，尤其是對老年、小孩以及呼吸器官系統不健全之住民爲甚。最明顯之事例，如1948年美國賓州Donora城煙霧之毒害，以及1952年英國倫敦大霧所造成之禍害〔詳於下節〕。但是此種禍害爲時短暫，其爲害多屬急性有形，如果與整年累月居處在嚴重空氣污染之地區；居民所遭受全面無形之侵害而言，其爲害之程度，可以說是微不足道。

空氣污染對人體之毒害可分如下數種：

##### (1) 一氧化碳：

一氧化碳對人類是一種俱有劇毒之氣體，其與人體血液中紅血素(Hemoglobin)接觸時，能置換出血液中之氧氣，而使血液循環停止，細胞之新陳代謝作用無法進行，而導至窒息。因爲紅血素與一氧化碳之結合力遠比氧之結合力爲強，因此，大氣中若有一氧化碳存在時，極易造成窒息而死亡。

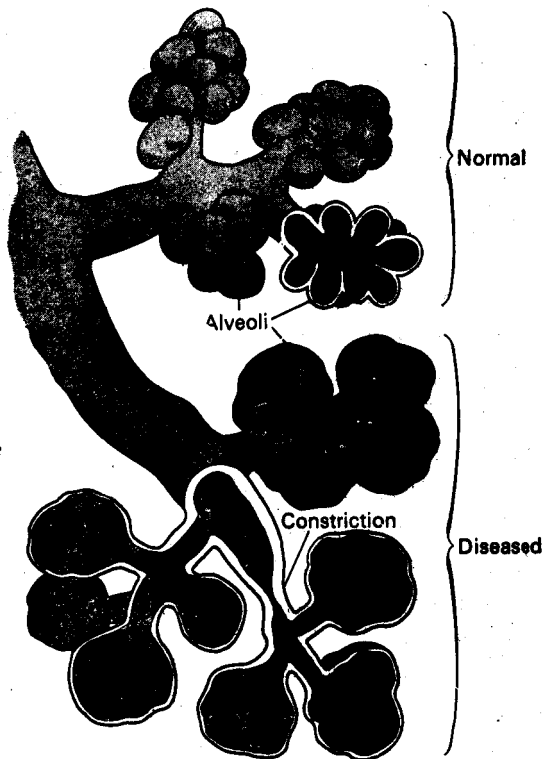
在人體細胞中，一旦氧之供應量減少時，心臟之「作功」就必加強，呼吸也呈急促，此種情形若是長期作用之結果，便引起心臟病及肺病。根據試驗證明，人們若是生活在含有80ppm一氧化碳濃度之大氣中八小時，則呼吸循環系統輸送氧之能力，將降低約15%。一般在都市交通阻塞，車輛咆哮之情況下，空氣中一氧化碳將達400ppm。因此，住在都市之人們，在交通擁擠之情況下，會感到頭暈，視力減退，肌肉不適以及作嘔與腹部疼痛等經驗，此種現象，如嚴重時，將失去知覺、痙攣、隨而死亡。空氣污染對人類健康之威脅，已引起醫學界極大之關懷。茲舉美國洛杉磯城爲例來說明，可窺見其嚴重之一斑情形。根據洛杉磯城市之統計，在1962-65年間，市民因患慢性一氧化碳中毒現象而死亡之比率，遠比附近之鄉村爲高。由於此種事態之發展，曾引起洛杉磯大學六十名醫學從業人員在1969年對南加州之煙霧提出嚴重警告，該聲明謂：「空氣污染目前已在洛杉磯城大部分之社區中產生最大之公害，任何人居住在此區域中，都無法避免遭受慢性呼吸器官疾病(Chronic respiratory diseases)如支氣管炎(Bronchitis)及氣腫(Emphysema)等。同時該聲明亦曾估計在洛杉磯區域內之診所私人醫生，每年曾勸告大約有10,000名病人，離開此地，避免呼吸洛杉磯社區中之空氣，以作爲醫療處理之一部分。由此可見，洛杉磯空氣污染之嚴重性。

##### (2) 二氧化硫：

1963年，芝加哥大學毒性研究室(University of Chicago Toxicity Laboratory)曾指出：「燃煤時所產生之二氧化硫(SO<sub>2</sub>)附着在煤粒上而飄散在都市上空，此種粒子如被吸入肺部中，與水分化合而成硫酸，硫酸對人體有高度之侵蝕毒害」。

大多數之硫化物能很嚴厲地刺激呼吸器官通道而引起咳嗽窒息。例如：哮喘、支氣管炎及氣腫等，便是因空氣中二氧化硫之存在而發生。支氣管炎是肺部支氣管之一種過敏症，哮喘(Asthma)便是支氣管炎及氣腫之結果現象。因支氣管是輸送空氣從主氣管進入肺部之中間通路，當含硫化物之空氣刺激支氣管壁，時間一久，侵蝕達相當程度時，其細小嫩枝管壁腫大，彈性減弱，同時管徑縮小，因此，咳嗽時便無力彈出肺部吸入之外來物質而積聚痰液。病情較嚴重者，便成哮喘病。所謂哮喘病，即當哮喘時，肌肉收縮，使支氣管壁互相接觸粘合，而成暫時窒息現象。因此，有哮喘者，有力量吸入空氣，而無足夠力量排

除肺部中積存空氣，結果使肺部逐漸膨脹擴大，因吸入超過呼出，二氧化硫積聚於肺部，使肺部吸氧功能降低，同時痰液積聚，往往形成嚴重窒息情況，使病者不堪其苦，此種病徵，若發生在老年人身上，很易因窒息而死亡。



圖(一) 支氣管炎及氣腫病是由空氣污染所引起或惡化之病症。圖中上部係一正常之肺，其支氣管之細微分枝能直接使氧氣吸入至數以百萬計以蜂窩狀之肺泡中，再輸入血管中。圖之下部係有病態之肺，肺泡合併，減少氧氣輸送之有效表面積，同時支氣管之嫩枝收縮，亦減低氧氣交換之比率。

(3)其他：除一氧化碳及氧化硫之外，尚有氧化氮，碳氫化物以及許多特殊污染質之毒害。其中氧化氮對人類之毒害與一氧化碳相似，亦是破壞血液循環系統，降低氧之輸送能力。至於碳氫化物類，最主要之毒害是與癌症有關。例如苯駢蕊 (Benzpyrene)，一般均懷疑是致癌物。此外，有許多特殊之污染質，如石棉 [asbestos (Mg, Fe) SiO<sub>2</sub>] 以及許多金屬物，如汞及放射性之物質等，亦均被懷疑是一種強有力之致癌物質。在特殊污染質中，數種物質同時存在組合之結果，曾經證明能導致肝之硬化 (Cirrhosis of the liver)，但其毒害是否是由某一種主成分直接中毒或是由其他各種成分組合後，才發生毒害，尚

待證明。例如石棉粒在雪茄煙中，對吸煙者引起肺癌之關係，在醫學上已受重視。

一般而言，空氣污染，迄今為止，尚難肯定地說明何種污染質，對人類之健康將產生何種精確之後果，其原因是：

(1)污染質之種類繁多，來源不一，有許多污染質很難檢定。

(2)污染質之成分、濃度因區域之地形而不同。

再者，空氣污染往往不能單從某一種特殊污染質濃度之測定而判明其危險性，必需同時測定其他種種污染質後，再綜合研究判斷，才能得到較可靠之結論。例如：石棉微粒如被不吸煙者吸入，因肺部之支氣管壁較健全，所吸入之粒子可籍氣管壁纖毛之蠕動，推進痰液將石棉排出肺部，再從口中吐出。但如果是吸煙者吸入時，支氣管壁之纖毛多少已失去彈性，無法執行此種自然清潔作用，而增加石棉粒侵蝕附着之機會，便易誘導生成 Mesothelioma——肺癌之一種。

二氧化硫能妨害肺部之自清作用，因此含有硫化物污染之空氣（如汽車使用含硫成分高之汽油），則該處之居民之患肺癌率，將會顯然提高，至於其機率之大小，則視肺部吸收致癌物質，如碳氫化物之 Benzpyrene 類時間之久暫而定。所以空氣污染，如果大氣中有二氧化硫，再配合有 Benzpyrene 存在時，其毒害將加強，此種交感作用 (Interactions)，在醫學上稱為毒害之增強性 (Synergistic)，即兩者共同引起之毒害，較之單獨引起毒害之和還要大。

### (C) 空氣污染之實例：

空氣污染已成爲世界性問題，其爲害非常廣泛而深入，茲舉出數個目前已經統計出來之實例來說明其爲害之一般情形：

(1)在有空氣污染之美國密蘇里州聖路易城 (St. Louis)，有吸雪茄煙者，其患氣腫 (Emphysema) 之比率，較加拿大空氣污染輕微之溫尼伯城 (Winnipeg) 之有吸雪茄煙者，約高出四倍。

(2)當空氣污染質之濃度增加時，人們頭暈之機率亦增加。

(3)在有空氣污染之地區，住民患肺炎之死亡率亦較高。

(4)倫敦郵差之患支氣管炎病患者，遠較空氣污染輕微地區之郵差爲高。

(5)氣腫死亡率在空氣污染程度增加時，其死亡率

亦急劇增加。

(6)英國空氣污染較之美國還要嚴重，故英國男人患肺癌約為美國男人之兩倍。

(7)統計英國患肺癌之死亡率與該地區大氣中煙霧之密度有高度之相關。

(8)根據紐約市之統計，在市中心區患肺癌症之比率是每 100,000 人有 55 人，空氣污染稍為緩和之 Staten Island 為 45 人。但在其數哩外，空氣污染較輕微之郊區，其患肺癌之比率，祇有 40 人。

(9)美國賓州之 Donora 城，係屬 Monongahela 河流上之一小鎮，1948 年全鎮人口 12,300 人，因位處峽谷中，四週羣山環抱，空氣對流較差，加以工業發達，故空氣污染較其他工業城市嚴重。每年秋天，大氣中之霧易和工廠濃煙結合而成煙霧，如逢空氣發生逆流時，往往造成災害。例如 1948 年 10 月 26 日（星期二），大氣溫度發生逆差，即暖空氣在上，冷空氣在下，誘迫污染之煙霧接近於地面，結果產生嚴重之禍害。原因是：Donora 地面之巨大工廠如金屬提煉廠，鋼鐵工廠，煉油廠及硫酸廠等，竟日噴出濃煙，與霧氣結合形成化學光霧，呈紅、黑、黃等顏色逗留在惡濁之市區上空，同時，處於上層之霧，因吸收太陽熱能，溫度升高，而形成上熱下冷之情況，於是產生逆流。此種逆流迫使污濁空氣接近地面，多日無法消去，直到 10 月 31 日（星期日）有 6,000 人病倒，約佔當地居民 50%，其中有 15 名男人，5 名婦女死亡，此外對當地居民之壽齡，亦產生極其深遠之不利影響。

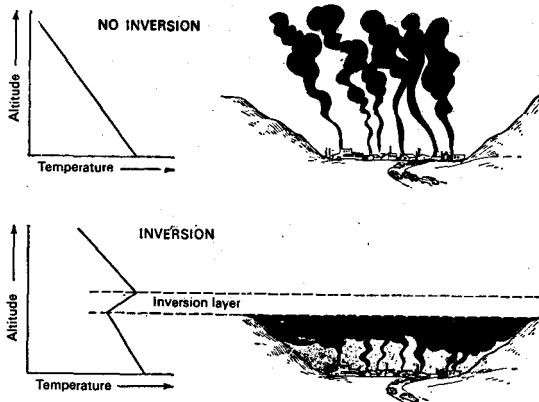


FIGURE 6-2

圖(二) 大氣層之溫度發生逆差，即上層空氣溫度高於地表空氣之溫度，迫使上層污染之空氣對流至地表之情況。

(10) 1952 年冬，倫敦亦發生類似之煙霧事件，即大霧與氣溫逆差，再配合嚴寒天氣所造成之慘劇。原因是當時倫敦居民，家家燃煤，取暖禦寒，由於氣候寒冷，煤量消耗多，結果使大氣中之二氧化硫含量倍增，該年 12 月 5 日（星期日），情形日趨嚴重，白天之能見度僅及一碼。濃煙霧侵入電影院，祇有在最前排座位觀眾，才能看到銀幕。人們沿 Thames 河碼頭行走，稍不留意，便墮入河中，對海外陸空交通完全停頓，市內交通失事比比皆是，估計直接死於該次煙霧事件，包括肺炎及支氣管炎，達 4,000 人之多。

(11) 一般在大氣中，正常之氣溫是隨高度而遞減。但如陽光充足之山谷或盆地，大氣垂直混合作用受到嚴重限制，如果該地是工業區又是人煙稠密之城市，則不時有煙霧出現。洛杉磯因俱備上述之條件，故自地表至海拔 2,000 呎處之大氣層中，往往是形成煙霧理想場所。有時氣層溫度逆差能延續 7-16 天之久。

洛杉磯之煙霧是遐邇聞名，其起因是洛杉磯盆地中有超過 3 百萬輛以上之汽車以及密集之工廠地帶，每天送入大氣中之污染質達數萬噸之多，更由陽光充足，太陽光作用於氧化硫、氧化氮、碳氫化合物等污染質，能產生「光化煙霧」(Photochemical Smog)。因此，使居住在洛杉磯之居民，所呼吸之空氣，殊不正常。根據分析，洛杉磯之空氣含有：一氧化碳、臭氧、醛、酮、醇、酸、醚，peroxyacetyl nitrate, peroxyacetyl nitrite, alkyl nitrate and nitrite, Benzpyrene 以及其他各種危險性之金屬化合物等。

由於人們無法預知，何時將會有煙霧發生，同時對煙霧發生之頻率及間隔期距如何，亦全然不知，因此居住在洛杉磯之市民們（密蘇里之聖路易城亦然），於 1969 年秋天，便接到醫生之勸告，不要玩高爾夫球，慢步或任何戶外之深呼吸運動，因為空氣污染之禍害正在盛行。同時在 Los Angeles 盆地區域內，學校兒童之課外活動，亦受醫師公會之勸告，要求縮短，因為戶外活動將增加哮喘、呼吸器官疾病及心臟病之機率。

總之，空氣污染在今日已認清其不但能侵蝕油漆、鋼鐵、所有建築材料與曝曬衣物，同時還能腐損最耐用抗蝕之尼龍織物、塑膠用品與擋風玻璃等，其不但使全球之農作物，每年遭受數十億美金之損失，同時也是威脅人類生存，摧殘人們健康之兇手，但其手段往往是緩慢而寧靜，雖致人於死命，而不易為人所

察覺。根據估計，單在美國每年因空氣污染影響健康所付出之醫療費，高達140-290億美元，如果空氣污染之情況不再加以改善而任其發展，則死亡率將急劇增進。美國公共衛生局預測，美國一地，每年二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排入大氣中之量可從1960年之20,000,000噸增至公元2000年之35,000,000噸，氧化氮從11,000,000噸至30,000,000噸，特殊污染物從30,000,000噸增至45,000,000噸以上。公元2000年，汽車之數目將4倍於1960年，燃料之消耗亦將4倍於目前。空氣污染當其濃度達臨界值後，微量之增值，將增強至不可預想之禍害。因此，空氣污染之改善與控制，正是目前最迫切研究解決之課題。

### 三、水之污染

清潔之水源是人類健康最大的恩物；反之，若一區域城市無法覓得淨潔水源，而經常使用未經處理之污染水時，則水便構成該地區人類健康威脅之最大禍源。世界衛生組織曾經明白指出，水源不潔之地區，居民經常患有各種疾病之死亡率顯然較高，人們所預期者往往低於實際之情況。

水源不潔地區，傷寒、副傷寒性桿菌、阿米巴（極小之單細胞原生動物變形蟲）、赤痢及其他腸熱病之病原菌等，往往是該地居民致病死亡之最大原因，尤其是嬰兒，因為此種病原菌多存在於水中，是由飲料水作為媒介而引起。此外水源不潔，經常飲用之結果，而使身體受害殘廢，在全世界各開發落後地區，是屢見不鮮。

根據統計全世界約有五億人口，每年中均有遭上述諸病原菌之侵害而致病，同時有五百萬以上之嬰兒是受不潔水源影響而死亡。有許多國家，腹瀉性之疾病如同痢等而致死者往往高居第一或第二位。此種可以防止疾病之痛苦及死亡悲劇，很不幸均由於飲料水不潔以及缺乏現代一般常識而發生。

霍亂在近年來曾奪去人類數千萬之生命。霍亂菌多存在於不潔之食物與水中，因此控制霍亂之鑰，首在改進環境衛生，其中最要者便是水質之安全檢查為最不可忽視者。

瘧疾亦是一種人盡皆知與水有關之傳染病，是由蚊蟲傳播病原菌於水中而引起，此種疾病在工業革命初期，蠻荒辟壤公路鐵路開發期中，曾經猖獗為害不少國家之人民健康與生命。近年來由於WHO及各國公共衛生當局花費無數人力物力，才漸告絕跡，其最重要之手段便是環境改善與飲料水之消毒控制。

吸血蟲(Bilharzia)或血蛭(Schistosomia-

sis)雖然不如瘧疾之受到人們之廣泛重視，但生存在熱帶及亞熱帶開發中之國家，却備受威脅，據估計約有1億5千萬人受害，約佔全人類人口總數廿分之一。吸血蟲之寄生雖然非立刻致命之疾病，但能使受害人產生無限之痛苦、折磨、虛弱，亦使社會上一健康有用之人變成不能生產徒事消費之廢人。同時由於身體虛弱之故，易受其他疾病襲擊，而造成夭折，根據統計患吸血蟲寄生而造成其他症狀併發死亡者，以青年與小孩佔絕大多數。一般農村中，灌溉排水溝渠中，除非在設計或操作時採用事先預防措施以防止蝸牛或其他寄主之繁殖，否則很易引起爆炸性之繁殖，而成吸血蟲寄生之溫床。在歷史上有許多以農業為基礎之文明，結果趨於衰亡，部分之原因便是由於知識不足，使吸血蟲之寄生大量繁殖無控制而引起。

水生病原菌引起之疾病，在目前有更加劇之趨勢。尤其在發展中國家，胃腸寄生蟲，極端猖獗，因而使人們攝取之營養熱量及價值受到嚴重之阻礙。世界衛生組織官員指出，某些亞熱帶國家之住民受寄生蟲之傳染，寄生蟲攝取之營養分供本身新陳代謝之需要量已超過居民本身。此種寄生蟲大部分是由不潔受污染之水源中而來。

發展中國家大部分居民受寄生蟲傳染，因此其勞動能力亦大為降低。根據比較，發展中國家每一勞動者能力，僅及已開發國家之三分之二。

目前世界上所有之國家均面臨公共用水水質不良之威脅，尤以開發中國家為甚，在自由世界中大約有15億人口之飲料水，其水質不合衛生標準，因此影響所及每年大約有一千萬人，其中大半為嬰兒，因飲水不良罹病而死，另外五百萬人患上慢性傳染病，苟延殘喘，痛苦不堪，因本身無法再事生產，而成社會上之累贅。

赤痢、傷寒、霍亂以及人體器官損害等疾病，通常是由飲用污染之水源而起，他如斑疹傷寒、沙眼、結膜炎、印度豆等疾病，經常是由水源不潔，或其量不能使洗滌之衣物、住所保持乾淨而引起。

至1964年止，在發展國家中，大約有四分之三之鄉村，約八億人口，尚無自來水之設備。三億人雖享有公共給水，但在家尚無水管接通，真正能獲得家庭自來水供應者為數不多。

以都市人口而言，約有40%即一億四千萬人口，尚無自來水供應，九千萬人享有公共給水，有家庭自來水供應者，祇有一億七千萬人，因此可說，在發展中國家，在家有自來水設備者，僅佔總人口數1/9而已。

十年以來隨着人口之迅速增加，至 1974 年，據估計開發中國家，人口增加約 3 億 5 千萬人，其中城市增加率約為鄉村增加率之兩倍。因此，都市用水設施包括公共給水與家庭自來水要做到能服務一億四千萬人之程度，才能保持在 1964 年之水平。由此可知，在發展中國家，縱使能付出極大努力，或許能勉強應付水量之要求，但對水質改善方面，便無法兼顧，甚至有每況愈下之趨勢。固然，各國間開發情形有所不同，有些國家可能在質及量方面，可以同時改善，但有些地區祇能顧及量之要求。惟就整個人口增加情形觀之，量之要求還更較質之要求迫切，故對人們飲料用水，前途困難尚多！

#### 四、固體廢棄物之污染

今日世界上無論是那一國家，均面臨一嚴重問題，便是都市垃圾之處理。都市垃圾如果放置在露天垃圾場，不但覓地不易，妨害環境美化，同時將變為老鼠、蒼蠅、蟑螂、螞蟥之理想溫床，各種病原菌傳播之源泉；如果進行燒燬，則影響空氣污染，埋入土中，由於地下水之滲濾作用，而構成水源污染，所以有關垃圾問題，任何處理，均一無是處，迄今尚無妥善之消除辦法，因而形成都市中很感頭痛之問題。

以美國而論，根據 1970 年之估計，每年將有 550 億罐頭殼，260 億玻璃瓶，650 億個金屬瓶與塑膠製品，以及價值 5 億美金以上之包裝箱，紙匣以及其他種種材料。此外，廢棄之車輛每年便達 7 百萬輛以上，除上述之廢棄物外，還有都市居民日常生活如廚房殘鏽、紙張、廢料等，據估計每年將達 2 億噸，統計美國人民，包括男女老幼，平均每年每人將製造一噸之垃圾。與此同時，在工業及農業生產之過程中，還拋棄 1 千萬噸以上之廢銅破鐵與油垢，礦業方面還有億噸以上之礦石廢料與巨量之礦渣及灰分……等。

垃圾處理已成全球性之難題，絕大部分之都市對此均感棘手，處理方法亦完全不適當。在美國根據衛生教育及社會福利部之調查結果，全美有 12,000 個垃圾處理場，其中有 94% 之處理方法是不能接受。許多城市面對人口膨脹，原有之垃圾場面積，已愈來愈不敷使用。由於市區面積之擴展，垃圾必需搬運遠離郊區，因此，每位市民對垃圾清潔費之負擔亦愈來愈重。

目前，舊金山之垃圾，一部分是用高昂之代價用

火車裝運至遠離市區之垃圾場，另一部分則傾入已荒廢之礦坑中，然此種處理方式，仍然引起附近居民之抗議，原因是將引起地下水源污染，空氣中灰塵量增加，再者是許多微生物不能分解之物質，因不易壓緊，不但浪費礦坑空間，且易引起崩塌。至於歐洲國家，對垃圾之處理多採用火焚，而將其熱能供作發電或其他用途，但此舉祇是將土地污染移作於空氣污染而已！

改善固體廢棄物污染之法，除限制都市人口之增長外，在法律上，對許多能產生大量廢棄物之產品或包裝品應課以重稅，此外便是儘量鼓勵廢物再利用。

#### 五、農藥與表面活化劑之污染

所謂農藥是指任何物質，其能用以殺滅、控制或排斥昆蟲、齧齒動物、蕨類、菌類、野草，過濾性細菌等之功能者均稱之。農藥因殺死對象之不同，可分為殺蟲劑 (Insecticides)、殺藻劑 (Algicides)、殺菌劑 (Fungicides)、殺草劑 (Herbicides) 等。農藥之使用雖然對人類健康之保育與糧食增產上帶來極大之效果，但在另一方面，也給人類環境資源如漁業、水質、土壤之污染上產生極大之困擾！

一般農藥之化學物質可概分三大類，即：無機化合物、有機合成化合物、自然有機化合物。其中無機化學物多屬砷、汞、硼、銅、氟等鹽類，其可毒害所有之植物、昆蟲及人畜，有些無機性農藥對哺乳動物較昆蟲更俱毒性。有機合成化學物如碳氫氯化物 (Chlorinated hydrocarbons)，有機磷及 Thiocarbamates，其毒害較有選擇性，通常俱有特殊用途，至於自然有機化學物如 Rotenone, Pyrethrum 及 Nicotine 等，其來源有限，使用還未普遍。目前之趨勢，多有應用有機合成化學物之粉末來代替無機化學物之傾向。同時對野生草類之控制，亦多採用化學藥劑。茲舉數例來說明殺蟲劑之應用對環境所產生污染之梗概：

在農藥中，碳氫氯化物 (Chlorinated Hydrocarbons) 是最普遍被應用之殺蟲劑，例如：DDT, Dieldrin, Chlordane, Toxaphene, Aldrin, Heptachlor, Benzene Hexachloride, Chlorinated Benzenes 等。此類農藥殘效極長，施用於土壤中，經年累月毒性無法消失，由於農藥使用日益普遍，對人類之接觸日增，因此已被認為是目前很值得重視之環境污染物。

例如 DDT，自第二次世界大戰以後，曾經廣泛大量使用作為殺蟲劑。今日吾人經常發現在人類脂肪中之含量有超過 12ppm，在母親之奶水中一般之含量是在 0.05-0.26ppm，亦有高達 5ppm 者。母親奶水中規定最高含 DDT 量是 0.05ppm，除 DDT 外，其他之碳氫氯化物如 Aldrin, Dieldrin, Benzene Hexachloride 在人奶中亦有發現。

最近，碳氫氯化物如 Poly Chlorinated Biphenyls (PCBs) 之使用日趨普遍，因此亦構成嚴重之污染，PCBs 在許多不同工業製造過程中都曾施用，同時亦可從許多路徑污染我們之環境，它可以從貯藏之罐頭中蒸發而出，亦可從工廠煙囪中噴出，亦有隨工業廢水流入河川湖泊，在汽車輪胎之損磨時，亦能以微粒污染於大氣中。其和其他之殺蟲劑相同，在母親奶水中亦有發現。加州大學動物學家 Robert Risebrough 氏最近指出：PCBs 成氣體被人們吸入後，俱有高度之毒性，氯化物之分量愈重其毒性亦愈大。但在目前對人類食品之安全設限標準尚未確定；至於其能否引起癌症，尚在研究鑑定階段。

碳氫氯化物在飲料水、水菓、蔬菜及空氣中存在之量尚低，還不足為害，但在肉類、魚類及蛋類中含量較多。然而有許多農民，當使用殺蟲劑遠超過規定量時，便有殘效存在，要是商店或市場之水菓商用來驅除果蠅時，則其毒害更形嚴重。

在美國雖然蔬菜及果樹嚴禁使用有殘效性或累積性之農藥，但在各地檢驗之結果，發現至少有 12 州以上之魚類，其含殺蟲劑之殘餘量是超過政府規定量，有許多魚類含有 DDT 之量超過允許量 10 倍以上。

殺蟲劑對人類之毒性由於試驗困難，同時殘效要經長時期之鑑定，故至今仍在研究階段，但用動物試驗所得之結果是：

大量噴射 DDT 能使白鼠引起癌症，特別是肝癌，因此，亦有極大可能，DDT 是人類致癌物質。又根據試驗，人體中如存有 10ppm 之 DDT 時，將使肝臟中某些酵素活動不正常，即使應用藥物治療，亦屬無效。藥物學者 Richard M. Welch 氏指出：DDT 對老鼠不僅能破壞及降低許多酵素，同時能使子宮腫重，積聚葡萄糖，並刺激破壞性賀爾蒙，對許多牲畜，禽鳥失去生殖能力。

根據醫院病死驗屍之統計報告稱：病人因患腦軟呆癱症(Softening of the brain)、腦出血(Cerebral anaemia)、高血壓(Hypertension)、肝硬化(Portal cirrhosis of the liver) 以及各種病

症而死亡，其脂肪中含有之 DDT、DDE、DDD 以及 dieldrin 等殺蟲劑之濃度顯較傳染性疾病死亡者為高，又從病人之生前生活狀況調查中，發現其使用 DDT 之用量遠較一般使用者為多。

又根據許多試驗，證實 DDT 對人類及許多動物之神經中樞系統俱有強大之破壞力，其毒性是不可逆。生物學家 M.R. Peterson 氏將鱒魚放進 20ppb (Part Per Billion) 之 DDT 水溶液中，能使鱒魚之神經受害，不能閃避電震，而在清水中所培養者，對電震却能很自如地閃避。

一般人體中，在吸入 DDT 時，往往是積聚在脂肪及血液中，其累積時間長達一年，然後其吸入與排除之間才能達到平衡。在美國 DDT 殺蟲劑早已禁止使用，所以在過去廿年來，人體內含有 DDT 之濃度，雖不再增加，但其平均含量已達 7-12ppm。根據試驗結果，人們若攝食 0.7 克之 DDT，便能使情緒激動，舌頭及嘴唇面部發癢，其量至 1 克時，能發生神經顫抖痙攣，但致命之量是在 30 克左右。

在人類中目前人體內含有 DDT 之平均濃度是因地理區域、國別、人種、年齡及生活方式而有很大之不同。何以如此，其原因尚不十分清楚。例如美國黑人血液中之 DDT 含量較白人為高，或許是黑人多居住在都市，或是居住在鄉間而從事農場工作較有機會接觸農藥之故。

表(二) 人體脂肪中 DDT 之平均含量

地 域 國 別	測定年份	測定樣本數	DDT (ppm)
美 國	1942	10	0
美 國	1950	75	5.3
美 國	1955	49	19.9
美 國	1961-62	130	12.6
美 國	1964	64	7.0
美國 (New Orleans)	1964	25	10.3
美國 (白人, 6 齡以上)	1963	90	8.4
美國 (非白人, 6 齡以上)	1968	35	16.7
Alaskan Eskimo	1960	20	3.0
加 拿 大	1959-1960	62	4.9
加 拿 大	1966	27	3.8
英 國	1951-1962	131	2.2
英 國	1963-1964	65	3.3
德 國	1958-1959	60	2.2
匈 牙 利	1960	50	12.4
法 國	1961	10	5.2
以 色 列	1953-64	254	19.2
印 度 (新德里)	1964	67	26.0



## 六、重金屬污染

### (1)鉛 (Pb) :

鉛在自然界存在於石灰石或方鉛礦中，天然水源中，含量有時亦可高達 0.4-0.8ppm，除飲用水外，在我們生活環境中亦經常受到鉛金屬污染之威脅，如提煉鉛礦所、汽油燃燒及香煙之污染大氣、茶、咖啡、酒、牛奶之飲料中，此外如殺蟲劑、油漆、食品罐頭之封錫、新排設之鉛管、含鉛之器皿、陶磁及玻璃之含鉛金屬之原料粉末、以及各種化粧品等，從各方面來襲擊人體。根據加州地質化學家 Clair C. Patterson (1965) 說明：美國居民正遭受嚴重鉛之侵害，一般成人平均每日從食物、空氣及飲用水中攝入之總量達 0.4 毫克，其中有 0.01-0.03 毫克是從食物中吸取。關於人體中每日攝入之鉛量，至何種程度時便超越其排洩量而形成累積，迄今尚未完全確定，可能是在 0.3-1.0ppm 之間。惟根據估計，如果一成人每日總攝入量達 0.6 毫克時，則其有生之年，便可能遭受到慢性鉛毒之危險。

鉛俱有劇毒，是不爭之事實，雖然目前對低含量之慢性鉛毒其結果之情形如何，尚無法完全明白，但對汽車汽油燃料所冒出之大量鉛於大氣中所呈之毒性，已有清楚之認識。

鉛對人體骨骼俱有累積性之毒害，惟人們對鉛毒之忍受性可能因體質而異，一般鉛中毒之徵象是便秘、食慾不振、貧血虛弱、感覺麻木、腹痛、冷漠、肌肉麻痺及婦女流產等症狀。中度鉛毒往往是表現昏睡、癡呆、胃腸氣腫以及有時腹痛，其能損害神經、循環以及胃腸消化道系統，也能傷害腦部。

根據歷史學家之研究，古代希臘與羅馬文明之衰敗，有部分原因是與過度使用鉛器有關。正如 S. C. Gilfillan 氏指出，古羅馬人所使用之青銅煮鍋之襯裡，食具器皿以及酒瓶等均採用鉛製，因此，雖然是避免了銅之不適味道與銅毒，但換回的是更詭譎之鉛毒。

古羅馬之家庭用水雖然是用鉛管，但此點可確定不是毒害羅馬人之理由，其原因是大部分之自然水屬微鹼性，其含有物能形成不溶性之物質而吸附積聚在鉛管內表面成鉛衣，因此足以阻止鉛之溶解進入水源中。然而，羅馬人之食物、飲料，尤其是酒，則含有相當量之鉛，蓋食物及酒所成之酸或醇類與鉛接觸之結果，能使鉛受化學作用而成可溶性鉛鹽而進入人體中。根據古羅馬人骨骼化驗分析結果顯示：上層統治階層之骨骼含有鉛之數量較下層階級者為高，因為下

一般而言，北方國家，因農作物生長季節短、病蟲害並非經常發生，使用 DDT 機會較少，故人體中之含量亦較低。農業較集約之以色列，則人體中之含量顯然較高。但不幸農業較發達之國家如日本及荷蘭，尚無可靠之報告來說明此種情形，臺灣之情況如何，亦無人知曉。至於印度新德里人民含 DDT 量如此高，或許是由於使用大量之 DDT 來保存糧食之故。

最近之調查研究，DDT 自胎盤進入胎兒中是自妊娠開始至妊娠後 22 星期中完成。從許多死胎之檢驗中，顯示胎兒含 DDT 之量與其母體中之 DDT 含量有密切之相關。

又從狗之研究中發現，如果狗攝入 DDT 同時也攝入 Aldrin 或其他碳氫氯化物類之殺蟲劑時，則狗體中之 DDT 之累積濃度將急劇增加，亦即說明污染質之間往往發生增強作用 (Synergism)，至於其對人類之關係，目前尚未確定，但相信是有極大之可能性。

其他殺蟲劑對人類之毒性，根據試驗之一般結果謂，Dieldrin 之毒性較 DDT 大四倍，且更易引起肝硬化。Benzene hexachloride 也是致癌物質，但此類殺蟲劑並不是立刻中毒現象，而是由長期累積所引起。

時至今日，許多年長之老百姓，仍然是廿年前之觀念，大量噴射 DDT，但此類人是否已因經常使用 DDT 而減短壽命，抑或不受影響，除非再經一段時間之考驗，目前還無法知道。但在瑞典據稱有 70% 之喂奶嬰兒，已經接受 DDT 之量超過最大允許量，在英國及美國之喂奶嬰兒，其接受 Dieldrin 約超過允許量 10 倍以上，在澳洲西部嬰兒更高達 30 倍，此種兒童將來是產生何種結果，目前亦還是未知數。生物化學家 Göran Löfroth (1968) 指出：「許多為人父母者，目前已面臨一困難之選擇，就是願意讓嬰兒冒着吸入含有過量有機氯化物之母體奶水，或是就決意剝奪嬰兒在溫暖懷抱裡吸收俱有豐富滋養奶水之權利。縱使是後者之勝算較大，但農藥毒害可能性之陰影，也將帶給父母極大之困擾！」

由於殺蟲劑之不斷出現，有許多已給人類健康與生命帶來極大之威脅，正如許多生物學家所說：要是碳氫氯化物類之農藥不設法加以禁止而繼續使用下去，則人類及其他許多動物將扮演此類殺蟲劑試驗之犧牲品！

層社會之勞動者生活比較簡單，從鉛瓶中飲酒之機會與數量均較少。

鉛構成環境污染之嚴重性可從另一調查研究報告中證明：原來北極附近之格陵蘭冰帽中，自 1750 至 1940，先後 190 年中，鉛之含量祇增加四倍量；但在 1940-1967 短短 27 年中却增加 3 倍。然而格陵蘭之海水中鹽分濃度自 1750 年以來，一直保持不變，可以說明冰帽中含鉛量之增加，並非來自海水中之鹽分，而是另有來源。目前已有強有力之證據，格陵蘭冰帽含鉛量增加之來源是由鉛提煉廠冒出之煙霧，以及近年來急劇增加之汽油燃燒所致；此種鉛污染之空氣正在飄流於北半球之上空，且向南半球擴散中。

迄目前為止，鉛污染為害之主要來源還是來自食物及飲料水，但由於汽油燃料年來急劇增加，來自空氣中鉛之污染有後來居上之勢，尤以城市之環境而言，情形更是如此。例如美國 Los Angeles 等許多大城市，人們從肺部吸入之鉛量多於消化食道系統所攝入。根據統計調查，在美國由於汽車燃燒汽油而傳播於大氣中 Tetraethyl lead 之量，在 1924 年以前，每年還不及一百萬磅，至 1950 年增至 2 億 8 千 5 百萬磅，1968 年更高至 7 億磅。在 1968 年，美國人之血液中含鉛之平均濃度大約為 0.25ppm，此量已達工作於鉛有關工廠中，工人受勸告應離開工廠工作時含有量之一半。目前工作於汽車修理廠及停車場跟從人員中，其血液中鉛之濃度已達 0.34-0.38 ppm。在 1968-69 年間，美國政府曾在各地取樣檢驗大氣中鉛之濃度，顯示各地均較 7 年前有顯著增加，如 Philadelphia 及 Cincinnati 之增加率自 2-36%，Los Angeles 自 32-64%。

總之：鉛對人體之骨骼及各器官均具有累積性之毒害，目前之趨勢，大氣中鉛之含量正與日俱增，若是等到大部分之人類受到慢性或急性鉛毒時，才開始着手防範，恐怕已經太遲，因為鉛毒與其他之污染毒質往往俱有增強作用，很易產生併發症。因此關於鉛之污染問題，不管是政府或人民團體，均應從現在起立即重視其結果之嚴重性，採取一切可能方法力謀補救減輕其污染，否則人類之前途，實不堪設想。

## (2) 汞 (Hg) :

汞對人類環境之污染是經由許多路徑促成。例如工業上生產氯氣 (大量用於塑膠工業)，苛性鈉、紙廠、殺菌劑、殺草劑工廠以及種子消毒處理上均曾使用而釋放大量之含汞化合物。石油中亦含量微量之汞，故當石油燃燒時，汞亦能污染大氣，雖然其含量不

多，但因每年之消耗量極多，因此，一般均視為汞對環境污染之主要來源。汞在工業及電學上用途廣泛，如顏料、超導管、鍍金、電燈、電子工業、照相等均作為原料，此外如醫院中之醫藥，消毒沖洗以及溫度計之損壞等，也是汞污染來源之一。根據估計，單是在美國 1971 年度中，便有約 23,000,000 磅之汞在污染環境。

海水中汞之含量是隨鹽分濃度及深度而不同，一般平均為 1ppb (part per billion)，根據估計，人類之活動在目前對海洋中海水之含汞量尚不致發生顯著之影響，但對近海及港灣之水質，則影響甚大。

淡水中汞之含量因水源而有很大之不同，其含量之高低隨水源污染之程度而定，例如加拿大之 Saskatchewan 河在 Edmonton 市之上游不及 0.05ppb，但在下流却高達 0.12ppb，如有採用汞以製造氯或苛性鈉之工廠，其流出之廢水中，汞之含量可高達 1800ppm。在北美洲諸河流中，均有同樣之趨勢，由於人類之活動，已使許多河川、湖泊、增加汞之人為污染。

金屬汞元素不溶於水，對人類並不發生毒性，然而許多汞類化合物對水却有高度之溶解性；但金屬汞元素很易被某些微生物作用成有機汞如 Methylmercury 及 Alkyl-mercury 化合物，此種化合物俱有高度之溶解性而且產生劇毒，很不幸是此類作用一直在進行。因此，金屬汞在淡水中就變成製造有機汞之給源，其能源源不斷地製造毒質污染環境達 20 年 50 年甚至數世紀之久，直至汞消耗完盡為止。

甲基汞 (Methylmercury) 能被微生物及人類許多食物所濃縮積聚。例如魚類，能從平常食料中及從通過魚鰓之水中吸收積聚，所積聚濃縮之量往往較所生存之水超過數千倍之多。甲基汞被魚類或其他動物吸收積聚遠較無機汞化合物為易，但排洩之量却比無機汞為難，因此，在鮭魚、旗魚 (Swordfish) 以及其他許多海產品中，甲基汞之含量極高，如鮭魚中一般含量均在 0.13-0.25ppm，旗魚之平均含量還更高些，根據美國食品及藥物管理局 (FDA) 檢驗之結果，大多數之旗魚中，甲基汞之含量均超過最大允許限度，其中約有 8% 已超過最大允許限度 3 倍以上。

汞在飲料水中之設限標準，雖然在美國公共衛生局 (USPHS) 及世界衛生組織 (WHO) 均無明文規定，但遠在廿年前，蘇俄曾經規定飲料水中汞離子濃度不得超過 0.005ppm。汞對人們之毒性甚大，胃腸消化食道能很快吸收，一般服用量在 3-30 克後，

便能立刻致命。又根據 Smith (1945) 之研究，成人每日服用量在 4-12 毫克，尚可保安全，但其量增至每日 75-300 毫克時，便有生命之危險。關於汞中毒之徵狀有多種多樣，諸如：目盲、耳聾、肌肉運動失去調整作用、瘋狂甚至死亡等，皆由血液中含有高濃度之甲基汞所引起。根據試驗記錄證明，一個人之體重為 70 公斤，如果每日攝入 0.3 毫克 (300ppm) 之甲基汞時，能使血液中汞之濃度保持在 0.2ppm，亦即是說，一體重 70 公斤之人，每週進食含有 0.5ppm 甲基汞之魚類達 9 磅重時，則其血液中汞之含量便可達 0.2ppm 之水平。在美國食品及藥物管理局 (FDA) 之規定，供人吃用之魚類，甲基汞之最大允許濃度是 0.5ppm。

汞中毒之地方性禍害時有所聞。例如：1953 年日本 Minamata 之一化學工廠曾經生產及大量逸出汞劑於 Minamata 海灣中，當地居民食用該海灣所出產之海產，結果引起 "Minamata" 病，結果有 100 人以上因神經系統遭受嚴重破壞而死亡。又在 1965 左右，紐約市有一婦女，因每日進食 10 盎司 (Ounce) 之旗魚，結果體重減輕 45 磅，頭腦暈眩，記憶喪失，雙手顫抖，舌頭戰慄，對光線過度敏感，目光很難集中，行動癡鈍等。初步之診斷認為是屬於精神異狀病 (Psychosomatic illness)，但在 1971 年，才確定是由於汞中毒所引起。

總之：汞對自然環境之污染，如果是屬自然背景之下形成，其所造成之毒害如何？尚需長期之觀察研究，才能得出可靠之結論，但其嚴重性不可加以忽視，應力謀對策以求改善。至於地域性如工廠廢水之污染，其為害是顯然的，應徹底取締改善以避免禍害。

### (3) 鎳、砷、鋇、錳、碲等之污染：

鎳是以亞硫酸鹽之形態存在於含有鋅及鉛之礦石中，工業上可以用作銅、鉛、銀、鋁、碲等之合金，亦可用於電鍍、陶磁、顏料、照相與核子工業之原料，農業方面之殺蟲劑中亦常用之。因此在上述工廠附近之廢水中，經常有存在。例如紐約長島之地下水中，鎳之含量高達 3.2ppm，其原因便是由於電鍍工業廢水之污染所引起，世界上許多含有鎳之礦區或泉水中，其濃度往往有超過 1,000ppm。有人懷疑蠟及許多海產中含有相當量之鎳，但對其來源尚未徹底明瞭。

鎳是放射性物質，在美國有許多地區，因在第二次大戰期間，地下曾埋入放射性物質如隔之類，現因地下水流動，現已慢慢擴大地區。

鎳對人畜均呈劇毒，以狗作試驗，當進食鎳之量佔其體重 0.15-0.30 克/公斤時，便立刻死亡；白兔是在 0.3-0.5 克/公斤。又白鼠飲用含有鎳之飲料水，結果能使血液中紅血球急劇減少。一般常人飲用約 14.5 毫克之氯化鎳，能使身體抽筋、痙攣、嘔吐及腹瀉等現象。飲用量達 8.9 克，能於 90 分鐘內死亡。

在醫學上已證明鎳俱有累積性之毒害，一旦積聚之後便無法消去，如人畜之肝臟、腎臟、胰臟及甲狀腺等器官中，都能濃縮積聚，尤以腎臟，其積聚量約為肝臟之 2-3 倍。鎳毒所引起之病徵，能使生長機能衰退、貧血以及破壞腎臟、甲狀腺等功能。在日本曾發現由鎳中毒而引起很嚴重之病例，稱為 "itai-itai" 病，病者極痛苦。又美國地質調查所發現全國有廿個以上之城市，未處理前之飲料原料水中，鎳之含量已超過公共衛生局之規定標準，其含量在 10-130ppb 之間，如長島之部分地區，地下水中鎳及鎘之濃度已達無法飲用之程度。

砷亦是一種具有累積性劇毒之元素，存在於自然水源以及許多植物中，例如水菓及蔬菜類均含有微量之砷，海產生物如甲殼之動物中可高達 100mg/kg，尤其是有經過噴射農藥之水菓中，含量尤多。砷雖然不是人類營養上所必需之元素，但血液中能够吸收；一般正常人血液中砷之濃度在 0.2-1.0ppm 之間，人體中若注射量達 130 毫克時，便能立刻致命。砷雖然一部可籍排洩排除之，但其中大部分可形成長久之累積，慢性之砷毒，其潛伏期為 2-6 年，病發時，最初是發生在手及足趾上，隨後形成癌症。飲料水中砷之量過多，有時亦能誘發肝臟及心臟之一般病症，據報告稱，臺灣臺南縣六脚鄉之「烏足病」，便是因飲料水中砷之含量過多所引起，患者足趾濃腫烏黑，嚴重時足趾脫落，痛苦不堪。又南非共和國境內亦有發現，該地井水中砷之含量達 12ppm，結果引起居民死亡。此外，有許多病例證明，砷與癌症有關，如皮膚癌等，又如肝癌亦有可能。

鋇 (Ba) 對人體肌肉有刺激作用，尤其對心臟及血管能產生收縮現象，而增加心跳及血壓，同時對神經系統亦有妨礙作用。鋇在自然界是存在於礦石如重晶石中，在工業用途頗為廣泛，如冶金、合金、油漆、水泥、陶磁、玻璃工業等皆有用及，故在有關礦區及工廠附近之水源，經常遭受污染，而構成環境污染之威脅！

鉻 (Cr) 在飲料水中對人們之毒害是能侵蝕胃腸、消化食道及腎臟，在吸入物如空氣或香煙中有鉻之

存在時，已證明是癌症之催生劑。鎊在天然食物中不常存在，但在工業上如鍍金、皮革、油漆、染料、陶磁、造紙、玻璃、照相以及及洗滌各種金屬之稀酸等，均採用鎊之化合物，因此，在工業廢水中經常有受到鎊之污染。

錳 (Mn) 在地下水中經常有相當量之存在。錳是所有動物及植物營養上所必需之元素，人們缺錳之結果能使生育不正常，激動中樞神經系統、貧血，此外對生殖器官亦有影響，惟濃度太高時，往往能積聚在肝及腎臟中而發生錳中毒之徵象。關於錳中毒之事件，數年前曾在日本東京之郊區發現，患者類似腦炎症、昏睡、浮腫，先後有三人死亡，經追蹤檢查之結果，原來該地居民飲用之井水，是受工廠廢水中錳之污染所致。此外，在日本 Manchukuo 區之居民，因飲料水中含有過量之錳，而使飲者患該區特有之風土病 (Endemic disease)。

硒 (Se) 在工業上如油漆、顏料、玻璃、整流器、半導體、橡皮工業、冶金及殺蟲劑等均有利用，所以在工業廢水中，經常可以發現。在自然界土壤中，亦能存在大量之硒，例如美國之 South Dakota 及 Wyoming 諸州之土壤中，含量可達 30mg/kg。硒對人畜俱呈劇毒，其毒性與砷相似，一般均懷疑是癌之誘導物。硒雖能很快被消化道系統吸收，但大部分可從尿中排除，積存於人體者，最高是在肝及腎中。又根據調查顯示，在硒含量豐富之土壤中，人們患齲齒之比率顯較無硒土壤區域為高。

除上述諸種金屬外，尚有其他各種如鎳、銅、銀等之污染，惟程度較輕，毒害還未完全明瞭。關於此方面之研究，目前尚在開始階段，其真相如何，有確切瞭解之必要，因為有了此方面之資料，才能對環境控制之對策，得到最有效之運用。

## 七、放射性物質之污染

吾人所居處之地球，實際情況是處在各種放射性離子之「海洋」中而無從躲避，因為環繞在吾人之週遭，有來自太空之宇宙射線，來自地殼之放射性物質，以及來自某些同位素物質如  $K^{40}$ 、 $P^{32}$  等。

放射性物質為害人類可分為四類：即  $\alpha$  質點 (Alpha particle)， $\beta$  質點 (Beta particle)， $\gamma$  射線 (Gamma rays) 及中子 (Neutrons)。 $\alpha$  質點帶正電，放射速度很高，達  $10^9$  cm/sec，雖不能穿透皮膚，但如攝食含有  $\alpha$  放射性物質，能在體內長久累積，極俱危險性。 $\beta$  質點速度與光相同，透

射力較強，殺害性亦大。 $\gamma$  線為波長極短之射線，一般波長為  $10^{-7}$ - $10^{-10}$ mm (X-Ray  $10^{-8}$ - $10^{-9}$ )，故透射力最強。惟殺害力較  $\alpha$  及  $\beta$  為差。至於中子，不帶電荷，也是高速度、高透射及殺害力極強之放射線。上述四類中，除  $\alpha$  質點較大不能透射，僅從水及食物中攝入而長期積聚於人體骨骼及器官中以外，其他三類因俱有高度之透射力，能穿透人體內部，所以還能從水以外之來源如大氣中侵害人類。

放射性物質，侵入人體所產生之生理反應是依放射能量之大小來決定，單位為“Rad”即身體組織中每一克重之骨肉吸收 100 爾格 (Ergs) 能量之謂。一般放射量在 0-25 “Rads”之間，臨床檢查還不能測出，但緩慢之生理反應可能發生。25-100 “Rads”之間對白血球有破壞作用。100-200 “Rads”時，能產生嘔吐、噁心、疲勞，白血球減少症狀。200-300 “Rads”，嘔吐、噁心，潛伏期為兩星期，然後喪失食慾，抑鬱、喉嚨痛楚、蒼白憔悴，若無併發症，約三月後可以恢復。300-600 “Rads”，在初數小時內發生嘔吐、噁心，潛伏期 3-7 日，然後發生癲癇、喪失食慾、抑鬱、腦溢血、皮膚發現紫斑、口及喉嚨發炎，2-6 星期後死亡。如果吸收放射能超過 600 “Rads”時，其症狀和 300-600 “Rads”相同，但在七日內死亡。上述係急性中毒現象，至於放射性所呈之慢性中毒，一般甚難估計。例如白內障、白血球過多症、骨痛、皮膚癌、以及許多器官之生理機能損害等等，均由放射能之慢性中毒所引起。放射能除引起癌症及許多病狀外，還能使人產生遺傳缺陷、突變及生殖障礙、畸型、死胎等。

今日，吾人每年平均約承受 0.08-0.15 “Rads”之放射能量。根據 Morgan 氏 (Head of health physics at Oak Ridge National Laboratory) 指出，人們每人每年所承受之放射能量最大不可超過 0.17 “Rads”。惟今日就美國而言，單是從醫科及牙科之治療上，平均已達 0.06 “Rads”，若以此觀之，人們所能承受其他放射線來源之負荷，最多僅有 0.1 “Rads”，其包括各種宇宙線，核子試爆之放射物質，核能發電廠以及彩色電視等日益增多之放射性射線之潛在性污染。

## 八、噪音污染

噪音也是近年以來新形成之一種環境污染，尤以人口密集之城市及工業區情形更為嚴重。目前有許多十多歲之青年由於長期浸淫在擴大音響之搖滾樂下，

已經變成耳聾重聽，還有許多刺耳之超音波，很易刺激聽覺神經而失去知覺，生活在都市裡或工廠附近，許多人感受噪音之干擾，整日情緒不寧，夜難安寢，脾氣亦愈變愈暴躁，此種情形，對神經質及中老年人影響尤大。

噪音之污染，一般是用音量單位“Decibels”來表示之。所謂“Decibels”是音響強度除以人類平均能聽到最低音響之對數 10 倍值來衡量之。即：

$$\text{Decibels} = 10 \log_{10} \frac{\text{測定音響強度}}{\text{(人類平均能聽到之最低音響)}}$$

茲將各種聲音一般音響標準說明如下：

各種音響	Decibels
(1)人類平均能聽到之最低音響	1
(2)正常呼吸聲音	10
(3)微風吹樹葉之沙沙聲	20
(4)低聲談話或耳語聲	30
(5)寧靜辦公時之音響	40

(6)家庭中	45
(7)餐廳中	50
(8)平常對話或閒談聲	60
(9)汽車聲音	70
(10)食品工廠食品調合操作聲	80
(11) Niagara 瀑布基地之音響	90
(12)重型運輸貨車或噴射機臨空之聲音	100
(13)噴射機起飛或是機關鎗在近旁發射之聲音	120

一般高強度之音響，即使為時短暫，亦能造成短期間之失去聽覺；音響如果達 50-55 “Decibels” 時，便能妨碍或干擾睡眠，或是從睡夢中吵醒；曾有經驗證明，音響達 90 “Decibels” 時，便能使自主神經系統 (Autonomic nervous system) 產生不調恢復之改變。噪音能使人引起許多疾病，如胃潰瘍及動血壓等，同時使人感到難受不寧，噪音污染亦是目前生活在都市中人們很感懊惱之社會問題！

## 主要參考文獻

1. Paul R. Ehrlich, Anne H. Ehrlich (1972) Population, Resource, Environment. 2nd Edition, Freeman.
2. Ralph W. Marquis (1966) Environmental Improvement. USDA Graduate school.
3. Robert M. Hagan (1973) Water and man. Department of Water Science and Engineering UCD.
4. Nyle C. Brady. (1967) Agriculture and the Quality of Our Environment. AAAS Publication 85.
5. W. L. Faith (1972) Air Pollution John Wiley and Sons, Inc.

(文接61頁)

，可供考慮配合噴灌系統多目標利用之參考。本省目前噴灌系統區域日漸擴大，設能充分利用已有系統設備配合施肥，其所能獲得之經濟價值當甚為可觀。惟本省農地一向耕地坵塊面積較小，同一區域內之作物栽培種類甚不一致，為使用之障礙條件。若能實施集團栽培以大面积應用，其即能發揮本文所述之各項優點。因此，對農業經營走向專業區集團栽培之輔導，為促成農業現代化之必須途徑。

## 六、參考文獻

1. 自動液肥混入裝置之製造及施肥方法 水利局崎頂海岸砂丘地灌溉實驗站 62年12月
2. 海岸砂丘地液肥試驗報告 崎頂海岸砂丘地灌溉實驗站 臺灣肥料公司 62年
3. Applying Fertilizers and Chemicals Through Sprinkler System.—Rain Bird 1971
4. Application of Fertilizers Through Sprinkler System.—Rain Bird 1961
5. Multiple Purpose Sprinkler System.—Rain Bird 1969