

我對

POLLUTION

的認識

• 蔡清讚
葉國樑 •

前 言

「太陽神」八號太空人安德孫上校曾經談過：「我覺得大家應該同心協力，維護這微小，美麗而脆弱的星球—地球。」這是個優美的大自然，人類和各種生物協調地生活在其中。人是自然的產兒，在自然的懷抱中，人類愉快地生活，不但享受自然界物質的供給，更能享受自然界給予心靈上的薰陶。

自從工業革命以後，由於科學技術的發展，使得人們生活水準提高，傳染病被適當控制，糧食產量增加，死亡率降低，人口因自然增加率的急遽上升而大量增加，在人口爆炸與科技高度發展的互為因果下，產生嚴重的環境污染。

環境污染的嚴重性

近年來一般民衆漸漸開始感到環境污染之嚴重性。例如幾年前紐約的 Cuyahoga 河，因河水上漂浮的油漬和可燃物過多而引起燃燒。工廠的烟囱噴出大量的廢氣和毒塵到空氣中，工廠的排水道傾泄無數的污物到河流裏，使得我們居住的環境充滿各種含重金屬的毒物，各式各樣有害健康的有機化合物和許多能致命的塵埃，最普通的例子是煤礦工人，他們都染有黑肺症（Pneumoconiosis）鉬礦工人也常染上致

命的鉍肺疾（Berylliosis），石棉工人經十五至卅年後也都染上致命的肺癌死亡。在美國也有不少工人因水銀中毒而腦受損發瘋，台灣居民也有因砷中毒而染上烏腳病。

環境污染——公害

最近打開報紙，可以看到有關環境污染或說是公害的報導相當的熱門。一般學者認為：「公害是由於人爲之因素，持續一段時間，導致對人民全體或多數人民之生命、安全、健康、財產有所危害，或對大眾持有之共同權益有妨礙之行爲。」公害範圍極為廣大，不只是包含噪音之妨礙鄰人睡眠或震動之擾人安寧，而且包括了空氣污染、水源污染、亂拋污物放射性廢物之污染及妨礙公共衛生之事件。

空氣污染

一今之所謂「空氣污染」，乃是由於將人類廢氣無限的排入大氣中，使大氣之稀釋度與自然清理之功能，無法消除其毒氣至無害健康之程度，以致危害多數人民之生命、安全、健康、財產等。（註 1）

二空氣污染質之來源甚多，主要有(1)固體微粒。在台灣地區，煤煙是固體污染質的主要成分，其次為重油、焦炭、煉炭

、柴油、其他飛灰及浮游塵。(2)有毒氣體。包含(a)二氧化硫 (SO_2) 或三氧化硫 (SO_3) 一來自煉硫酸的工廠。(b)二氧化氮 (NO_2) 一主要來源為火力發電廠、化學工廠及內燃機等所排出之廢氣逸出。(c)氯氣 (Cl_2) 一來自塑膠廠之逸出。(d)一氧化碳 (CO) 一大部分來自汽車排出的廢氣。(e)二硫化碳 (CS_2) 一來自人造纖維廠。(f)二氧化碳一主要為化石燃料之不完全燃燒所生者。(g)醛類一來自汽車廢氣(註2)

三、固體微粒：

(1)有機塵埃 (Organic dust)

(a)活體塵埃：活的細菌 (Bacteria) 與黴菌 (Fungus) 對呼吸富刺激性與傳染性，但很少是工業所引起，也很少產生真正的肺塵埃沉着病。

(b)非活體塵埃：包括甘蔗灰及棉屑。某些人在充滿甘蔗灰之環境下呼吸幾個月之後，便發生肺部的甘蔗灰沉着病。棉屑沉着病見於棉花處理工人。

(2)無機塵埃 (Inorganic dust)

無機塵埃分為兩大類，其一是單純的塵埃，引起「非惡性」的肺塵埃沉着病。另一類是增生性塵埃，直徑都在 1.0μ 以下，當呼吸一段時間之後，肺部會產生進行性纖維組織，對肺功能有相當之損害。

(a)矽土沉着病 (Silicosis)

多少世紀以來，只要是鑽、鑿岩石工作的人，矽土沉着病是肺部職業病為數最多的一種。產生矽土沉着病的環境有下述數端：任何岩石的鑽、研、磨、鑿、鋸、挖、掘、爆炸、雕刻等等，如果產生二氧化矽的塵粒，其直徑大部分在 1.0μ 以下，便有產生矽

土沉着病的可能。矽土沉着病的預防，着重在工人與塵土的隔離，而使用過濾口罩及濕鑽之方法是無效的。

(b)石棉沉着病 (Asbestosis)

其病因是吸入矽化鎂，矽化鎂晶體非常微小，成羽毛狀，長形而帶鋒利的尖端，從事石棉工業的工人都有得此病的可能。和矽土沉着病一樣，工人們從事石棉職業若干年後，才會得石棉沉着病，它是可預防性的職業病。

(c)農夫肺病

農夫耕作時，常吸入野外之塵埃，吸入濃塵後，可能發燒一兩天，有時會進一步引起肺炎，大多數天便痊癒，但長久呼吸野外塵埃後，肺臟可能有纖維增生有如肺塵埃沉着病，加帶口罩及頻換口罩能預防此病。

(d)煤礦工肺病 (Pneumoconiosis)

病因是吸入無煙煤塵埃，多半的專家認為無煙煤或煤礦塵粒可引起肺纖維的增生，肺功能大為受損。

(e)癌症 (Cancer)

鉻酸鹽、鎳化物、砷、石棉、煤焦油化合物吸入後，能造成肺癌。一些芳香族胺，如 β -萘胺 (β -naphthylamine)，聯萘胺 (Benzidine)， α -萘胺 (α -naphthylamine) 及雙苯胺 (4-Amino-biphenyl) 對人可引起膀胱癌。

引起癌症的煤焦油及陽光的紫外線之照射與臉部海鹽長期的汗漬可能造成皮膚癌。(註3)

四、有毒氣體：

(1)二氧化硫 (SO_2)

二氧化硫是無色而有刺激性臭的氣體

，具毒性，有害呼吸系統，在空氣的污染物中，佔着最重要的位置。

二氧化硫對人類社會所招致的災害，可分為下列三方面：

(a) 危害人體健康—過量的二氧化硫，吸入人體，會引起呼吸器官的疾病，如支氣管炎、氣喘。1952年12月英國倫敦大煙霧 (Smog)，於數天內死亡4,000人，病者不計其數，即因天空的煤煙、水霧及過量的二氧化硫結合之所致。民國54年本省高雄市東南化工廠排放過量二氧化硫，致使緊鄰的樹德女中師生92人急性中毒。

(b) 傷害農作物—二氧化硫在空氣中緩緩變成亞硫酸、三氧化硫及硫酸霧，會使植物的葉面生成斑點而焦爛，果實減產，甚至枯死。

(c) 腐蝕財物建築— SO_2 或 SO_3 與水分化合所生成的亞硫酸或硫酸，具強烈腐蝕性，會使金屬銹爛，塑膠碎裂，皮革腐化，水泥牆壁損毀或減短上述物品使用年限。(註4)

(2) 二氧化氮 (NO_2)

在空氣污染物中，就數量而言，氮之氧化物僅次於二氧化硫。其形成之過程言，一氧化氮最先生成，繼而與空氣中之氧氣作用而產生二氧化氮。

氮之氧化物對人類之影響可分兩方面言之：第一，一氧化氮與過氧化氮被吸入肺部後，甚易被血液吸收而與血色素作用，形成與一氧化碳中毒類似之化合物，嚴重時，可致人於死。第二，二氧化氮經光化作用後，形成有刺激性之強氧化劑，對人類、動植物均造成嚴重之損害。

(3) 一氧化碳 (CO)

一氧化碳為無色無臭，有毒之氣體，

而其危險性即在此，因其無色無臭，故常使人中毒而不自知。一氧化碳之

所以有毒性，係因其能與血液中之血色素 (Hemoglobin) 化合而生一氧化碳血色素 (Carboxyhemoglobin) 阻止血色素在肺部與氧化合而運送至體內各組織之機能。全體內之血色素如有50%以上變成一氧化碳血色素時，即可使人導致一氧化碳血色素中毒而致人於死。如未達到中毒之程度，而中止一氧化碳之繼續吸入時，則在三至四小時內，血液將可自動清除已進入體內之一氧化碳而使一氧化碳血色素之含量逐漸減少，因一氧化碳乃一非累積性毒氣。

(4) 二氧化碳 (CO_2)

二氧化碳通常均不被認為是一種空氣污染物。然而最近科學家均相信，如吾人任大氣中之二氧化碳繼續不斷地增加時，則地球上之天氣將受到嚴重之不良影響。因大氣層中之二氧化碳對地球具有所謂暖房效應 (Green house effect)，農業上之暖房具有吸收陽光並防止其再行外洩以保持植物生長最適當溫度之作用，同理，大氣層中之二氧化碳亦具有吸收太陽之輻射線並防止其再行反射回太空之暖房作用，如此將使地球上之氣溫漸漸升高。如果人類毫無節制地任空氣中之二氧化碳不斷增加時，則數十年後，有朝一日，地球的南北極之冰山全部溶解，到時，人類縱然不被熱死，即溶解成水之冰山，亦可使人「無立錐之地」。

(5) 醛類

甲醛 (Formaldehyde) 在濃度低至0.25 PPM時，對人類之眼睛即有刺激性。雖則，理論上，數PPM

之濃度始能對大多數之人有較嚴重之不良影響。一般言之，空氣中醛類本身之濃度對人類尚不足以構成任何威脅，但微量之醛類經光化作用後，却能產生相當量之有機酸及臭氧而威脅人類。（註5）

(6)四氯乙烯、三氯乙烯

此兩種氣體能造成人體之損傷。如美國飛歌電子公司發生工業意外連續五名年輕女工死亡，多名女工發生皮膚炎，五名死亡者均死於急性肝炎、毒性皮膚炎，其發生原因為銲後清潔溶液內含四氯乙烯、三氯乙烯，銲後沖洗熱力太大，氣體擴散，因無良好排氣設備，以致使工人大量吸入此種氣體。

水道污染

一水道污染是公害，由於人之生活活動如都市之發展，及社會活動如工業建設，所發生之污水大量排入水道，超過水道之自然清理之限度，使水道污染，甚至生物滅絕，發生惡臭，繁殖病菌病媒，妨礙人類健康。（註6）

二水道污染源—污水

所謂「污水」，乃包括各類業經使用過之廢水。

- ①凡由家庭排出之污水，稱為家庭污水或衛生污水。其內容包括食物殘渣、油脂、手紙、肥皂沫、樹枝、破布、木條、烟蒂、死屍體、砂石等。
- ②暴雨時由屋頂流至排水溝者，稱天然污水。此種污水常與家庭污水混合流入下水道，則稱為混合污水。
- ③凡由工廠所排出之污水，稱之為工業污水。（註7）

三工業廢水

工廠中每天不停地排入河川之大量廢料，造成嚴重的水污染，這些有毒的廢物如砒霜、水銀、銅、鉛、鋅、鎘、氧化

物、鉍精等都能危害所有生物。砒霜的毒害在台灣南部沿海一帶最為有名，一種叫烏腳病的患者會雙腳糜爛。水銀的遺毒在日本最為嚴重，目前日本沿海一帶幾乎均遭水銀污染。最近日本最大的一家化學工廠，因產生水銀污染，而造成77人中毒死亡。核能工廠排出之Fission product含有放射性同位素如銨90，據說吸入人體後會進入人的骨髓，危及人的血液組織。

(1)水銀的污染

在1953—59年間，日本熊本縣水俣地方一帶的漁民及其家屬們曾遭到一種神秘的腦神經疾病之侵襲。患者得此病後肌肉逐漸衰弱，視力減退，齒齦出血、潰瘍、牙齒脫落、消瘦、言語能力發生障礙、精神異常、大腦機能受到損害，終致癱瘓，昏迷不起甚至死亡。這事發生後接着發覺在水俣地方的海鳥及家貓也有類似病徵發生，而這些海鳥及貓同漁民一樣主要是靠魚來維持生活。這些汞經追跡後發現是來自一家工廠所流出之廢棄物。許多同樣令人驚惶的事件，也在世界其他各地發生。故引起各國注意，紛紛採取行動限制在已污染之海域捕魚及販賣，管制含汞的廢棄物排入湖泊及河流中。

水銀流失常常留在裂縫，24小時不停的蒸發使空氣中的水銀濃度達到驚人的程度，高溫則蒸發更快。容器沒有蓋子是打翻、潑散與蒸發最直接的原因。開採水銀礦的工人、製造氘、消毒紗布、汞合金之工人，都有機會吸入過量的水銀，製造、塗上或除去船身含水銀的防污漆也有危險，使用含汞材料或藥物的醫師、牙醫及護士亦要防止水銀中毒。（註8）

(2) 烏腳病

烏腳病係一種末梢血管病變，導致四肢壞疽，尤以下肢為甚，偶而在手指上，患部常變黑、枯乾、脫落。此病係潛伏性，漸漸發生，經過長時間而蔓延。病發初期，先是肢體麻木、冷感、間歇性跛行，局部蒼白、局部紫紅、發癢、局部易破、終至發生萎縮、腐爛及至壞疽，往往伴有劇痛，壞疽部有時自行脫落，但大部分患者因不耐劇痛而行截斷手術，且就醫學觀點而論，烏腳病患，其患部的割除乃為必要，否則蔓延全身，終則不免一死，因至目前為止，醫學上尚無有效之治療法。烏腳病的分布狀態與深井之分佈狀態適成平行關係，且一般深井水中多含高量之砷，故判定烏腳病係飲含砷量過高之井水所致，撲滅該症的唯一辦法為改善飲用水。近年來，烏腳病患者數漸隨自來水之供應而普遍降低，由此可見，烏腳病的防治工作已漸收其效。（註9）

(3) 鉛中毒

鉛中毒是金屬中毒最常見的一種。差不多有兩百種工業與鉛有關，最容易引起鉛中毒是加熱後的氧化鉛。

鉛中毒可由口吃入，經皮膚吸收或由肺部吸入。水管或陶瓷釉中的鉛也可能污染飲水或食物，而引起中毒。其症狀是貧血、腹痛（鉛絞痛）、高血壓、腦病、鉛中毒麻痺、鉛線。

(4) 其他工業廢水污染質的中毒

錳是最毒的金屬，鐵罐的罐頭或其他食物容器曾發生很嚴重的錳中毒事件。慢性的錳中毒有胃腸道症狀及極度消瘦。

鉍中毒是一種慢性、進行性而至死亡的疾病，其症狀為接觸鉍之皮膚傷口

會產生慢性的潰瘍及肉牙腫、肺臟吸入鉍而中毒則病狀嚴重。此中毒沒有很好的治療法，最重要還是預防。（註10）

四 殺蟲劑與農藥

現代殺蟲技術格外發達，但大量使用合成殺蟲劑破壞了自然界的原有關係，使正常調節作用失效，廣泛撒佈殺蟲劑消滅了天然存在的生物，則重建生物性控制將極不容易。1962年美國女作家雷雪兒卡孫女士（Rachel Carson）

在〔寂靜的春天〕（Silent Spring）詳盡的敘述了人類瘋狂地使用DDT噴殺昆蟲，結果害蟲被殺死了，但益蟲也同遭消滅，造成食物環的不平衡。

殺蟲劑之種類包括①DDT—白色晶體，不溶於水，能溶於有機溶劑及石油產品。②BHC—略帶黃褐色粉狀體，具有特臭。③靈丹—由工業級BHC中分離而成。④Dieldrin—呈淺黃或帶褐色片狀固體，略有特臭。⑤Malathion—黃褐色油狀液體，具特臭。

⑥Chlorthion—棕黃色常有粘滯液體，含有特殊油脂氣味。⑦Chlordane—工業級產品為琥珀色粘性液體，不溶於水。⑧Toxaphene—黃色蠟狀固體，可溶於有機溶劑中。⑨氰酸氣—為無色之氣體，稍具苦杏仁味。⑩ CH_3Br —常溫下為無色氣體，略帶氯仿臭味。（註11）

(1) DDT

DDT對多種昆蟲及某些其他節肢動物有毒性作用，本藥可以經局部，穿透入幾丁質外骨骼作用於神經系統，使神經原胞膜不穩定，而致節肢動物死亡。

DDT之類的農藥不能分解，它能完全不變地通過食物環。當DDT被雨水沖

入河中，被水中浮游生物所吸收，小蝦吃了它們便轉存入小蝦體內，接著魚吃蝦，因此造成1969年6月萊茵河裏，為殺虫劑毒死的魚類約為4,000萬條，使得萊茵河被稱為「歐洲的陰溝」。

DDT對哺乳動物之藥理作用主要作用於中樞系統，所有部位均受影響。直接使神經元興奮，為強力中樞興奮藥。症狀由震顫，反射亢進，全身痙攣，而重至強直性一陣痙攣性驚厥，終因呼吸衰竭致死。

- (2)其他殺虫劑的危害。Gamma benzene hexachloride 作用與DDT相似，其副作用能使人類驚厥抽搐致死。Rotenone 能迅速殺滅蒼蠅或其他昆蟲。但能刺激人體呼吸，造成興奮過度，共濟失調及驚厥。(註12)

噪音

噪音增加的心理擾害，為現代生活的一大公害。人口不斷的增加，交通繁雜，工程建築，器械操作均發出嚴重的噪音，日有增加之嚴重趨勢，噪音對人類身體心理健康之影響，已為不爭之事實。

噪音可分為：

- (1)工業性噪音——造船廠、鐵工廠、建築工業工程、各種工業工廠，所發出的噪音。
- (2)社會噪音——包括廣自街道上交通工具的噪音，街道兩旁收音機電視機噪音、家庭電化設備、洗衣機發出的噪音及學校學生喊叫的噪音，歌仔戲、零售商在街頭的演唱等。
- (3)非常噪音——飛機突然過境聲、放鞭炮聲、打靶聲，各種突如其來的聲音。

類對它的感應更為複雜，除了種種生理上的因素以外，還與心理的狀況有關。(註13)。

噪音對健康之影響

(一)工業噪音——對人的影響來說，可以分為二類。一種是會導致人類聽力減退或喪失的聲音。另一種噪音，雖然對人類的生理機能沒有直接的影響，但是能夠引起人的厭煩，妨害人們的工作與休息，我們稱之為心理上的噪音。

(二)社會噪音——人們通常把「不受歡迎」的聲音列為噪音，可是受不受歡迎要由聽的人來決定。一個人很容易自我陶醉在他自己的歌聲中，可是這些聲音對別人說來，可能就是慘不忍聞的噪音，由於此種現象而產生妨害鄰人的安寧。

(三)非常噪音——突發噪音，其聲音與爆炸，常使人驚悸不安，發生食慾不振，情緒不安，臉色蒼白，疲勞，精神渙散，易發脾氣，肌肉緊張，動作緩慢，頭痛，耳鳴，失眠等情況。

垃圾問題

垃圾對於環境衛生影響甚大，尤以在人口麋集之都市中，如無適當處理方法，不但發生惡臭，污染空氣，及孳生蠅鼠害虫對市區發生污穢不潔的觀感外，並且此種鼠蠅害虫，常為傳佈霍亂、傷寒、痢疾、鼠疫及黃熱等病之媒介，造成死亡率慘重之流行疫病。

垃圾的成分非常複雜，就以處理的觀點而言，本省的垃圾可分為四類：①廚餘、②可燃性廢棄物、③不可燃性廢棄物、④灰分。

(一)廚餘——凡是家庭或餐館的廚房為準備烹調食物及吃完後的殘渣，稱為廚餘。這類垃圾的成分幾乎全部為有機物像動物內臟、皮、骨、肉

聲音本身已經是非常複雜的物理現象，人

屑、果皮、菜葉、菜梗、剩飯、剩菜等。廚餘是最可厭的垃圾，因為它含有大量水份？同時很容易腐敗產生臭味，孳生蒼蠅，引來老鼠，所以要是清運不妥或在屋內放置不當都會引起麻煩。

(二)可燃性廢棄物——大都是不易腐敗的有機物，例如紙張，紙板，木，草，樹葉，皮革，橡膠，塑膠，紡織品等。本省對於這些物質的回收工作做得徹底，所以垃圾中這類成分百分比低。

(三)不可燃性廢棄物——指在 $1,300 \sim 2,000^{\circ}\text{F}$ 的溫度下尚不燃燒的物質，通常係指玻璃，金屬，陶器而言。在台灣地區農村社區不可燃性廢棄物所佔的百分比較都市為高，可能因為鄉下垃圾中含有較多陶器所致。

(四)灰分——固體燃料燃燒後的灰燼及塵土等皆屬於這類垃圾，是穩定的無機物，不會腐敗，但收集不當引起灰塵滿天亦是嚴重的問題。(註14)

輻射線之污染

前面所談的公害，不但直接加害於我們，並且是可以具體看到、摸到、聞到的，所以它們就成了環境污染的惡首。其實，另外還有一個暗地裏逐漸成長，而且危害人類更深且遠的敵人，即就是輻射線之廢棄物。

(一)輻射線污染之嚴重性

西元1879年Herting和Hesse二人解剖死亡的礦工，發現礦工的肺部，成長不太正常。1911

年Arnstein方證實所謂不正常的肺，即為肺癌。其原因係礦工攝取鈾的放射性子產物——釷(^{226}Ra)、釷(^{228}Ra)、釷(^{210}Po)等的

輻射，因礦中含有鈾。西元1925

年Martland報導：夜光錶表面漆刷工人，患癌死亡，因漆中含有放射性鐳。1904年Bergonie和tribondeau以X射線照射老鼠的睪丸以觀察其組織組織之變化，導出一基本定律：未成熟的細胞和正在分裂的細胞，較形態和生理均已成熟的細胞，對輻射更為敏感。Albers-Schonberg氏以X射線照射兔子和天竺鼠，竟能產生不孕症。Heineke氏證實X射線能引起白血病。

(二)輻射線之來源

(1)天然的——地球表面一直曝露於此種輻射達30億萬年之久。

a. 地上的放射性：大部分之物質如鈾及鈾，仍然留存於地殼中，其分解產物形成大量的地上放射性。

b. 宇宙輻射：宇宙線主要為質子。

(2)人工的——人類由於爆炸核子裝置，在醫學上，工業上及研究上增加使用離子化輻射，因而加深了放射性輻射。

a. 醫學上的來源：主要來自X射線的診斷。

b. 一般來源：由於使用放射性螢光漆而產生。

c. 工業上的來源：包括核能工業及生產放射性同位素與其它多項用途之照射設備，核能發電，及生產放射性螢光漆。

d. 核子武器試驗(Nuclear Weapon Testing)：核武器之試驗已引起在大氣層及生態圈的總放射量的增加。(

註15)

三) 輻射對生物之影響

(1) 對細胞的影響

游離輻射穿過細胞時，將引起一連串下列複雜的現象。

- a. 輻射與細胞內的分子或原子互起作用，發生初步游離的現象。
- b. 細胞經游離作用以後，形成新的產物。輻射與細胞內的水質互起作用，產生氧基和氫氧基。
- c. 以上所形成的基，彼此之間會產生化學反應，同時也會與未受影響的細胞分子起化學反應。
- d. 最後一階段為細胞遭受破壞後所引起的生物效應。這效應的嚴重與否，視細胞遭受破壞的程度以及細胞在人體中所佔的重要性而定。

(2) 軀體效應

軀體效應係指曝露於輻射的個體，在其有生之年，即能顯現出來的效應。軀體效應又可分為急性和慢性二大類。前者係指於一相當短的時間內，接受相當大量的輻射。後者則反是。職業病即屬於慢性軀體效應。慢性軀體效應，較為普通的為白血病和壽命縮短，也可能引起皮膚癌、白內障等。

(3) 遺傳效應

組成細胞內遺傳物質的分子，其變化稱為突變。配子或生殖細胞曝露於輻射，會產生遺傳效應。突變既可由輻射誘發，故輻射對於遺傳是有害的。最普通的效應為產生低能或畸形的後代。(註

16)

- 註1、榮達坊教授環境衛生學（空氣污染概說）
- 註2、Barker, K. et. all, "Air Pollution", WHO, Geneva, 1961
- 註3、科學月刊第四卷第三期（塵埃引起的職業病）
- 註4、Barker, K. et. all, "Air Pollution", WHO, Geneva, 1961
- 註5、錄自榮達坊教授環境衛生學（水道污染概說）
- 註6、錄自鄭隆炎教授公共衛生學（污水處理）
- 註7、Scientific American, May, 1971
- 註8、台大創刊號烏腳病漫談，陳輝德教授（神中毒）
- 註9、陳輝德教授藥理學（各種金屬中毒及其治療）
- 註10、榮達坊教授環境衛生學（病媒管制）
- 註11、Silent Spring (Rachel Carson) The Limits to Growth. 陳輝德教授藥理學（殺虫劑藥理）
- 註12、錄自鄭隆炎教授公共衛生學（噪音處理）
- 註13、科學月刊第三卷第六期（台灣垃圾問題）
- 註14、錄自鄭隆炎教授公共衛生學（核子醫學）
- 註15、科學月刊第四卷第三期（使用輻射線可能引起的職業病）