談臺灣的人口與環境問題

Population Growth and Environmental Problems in Taiwan

■ 李 遠 輝* (Y.H.Li Ph. D.)
■ 黃 明 哲** (M.J. Huang M.S.)

ABSTRACT

Taiwan has the highest population density in the world today. The population growth-rate has been decreasing linearly since 1951, but the present growth-rate of 2% is still much too high to lessen the population pressure. With the area of agricultural land severely limited, the agricultural sector of Taiwan can no longer absorb extra farm labourers without sacrificing the productivity of each farm labourer.

In order to feed the growing population, the high productivity of a rice paddy has been maintained by applying ever-increasing amounts of chemical fertilizers and pesticides, which in turn cause many pollution problems. Moreover the rapid growth of industries, which are mainly financed by outside capital, causes the expansion and congestion of the cities along with all sorts of pollution problems (air pollution of cities, water pollution of rivers, harbours, coastal waters, etc.)

The heavy dependence on imported energy (70% of the total energy consumption) and on trade with Japan and the United States, puts Taiwan in a vulnerable position with regard to fluctuations in the world economy. The ever-increasing population density, and the demands of a higher *per capita* consumption on the limited natural resources, risk leading to economic inadequacy and ecological degradation for our industrial civilization.

緒 言

人口與環境問題近來頗為大家所關心注目，然而目前在國內書店可以找得到的有關人口及環境問題的書，像「人口炸彈」、「寂靜的春天」、「環境的危機」、「成長的極限」等等①，雖然都是值得細讀深思的好書，可惜的是這些都是經過翻譯的外國書，其所引用的幾乎全是發生在外國的例子，其中有很多事實令人警惕，但總無法予國人切身燃眉的緊迫感覺。本文的目的即針對著這個遺漏，收集國內現有的各種資料，綜合地看看到底台灣歷年的人口增加、經濟的發展所造成的對環境的影響，是否已構成本島生態上某種程度的不平衡。由於文中所收集的資料只是片段的，不足以顯示全部真象，但盼望本文能引起一般國人的注意，進而大家合力來維護及改善我們所居住的生活環境。

本文所引用之各種統計資料，大致來自本文末列出之「一般統計參考資料」，又為前後比較方便，年代一概用公元。

第一節 臺灣的人口膨脹—結果—世界第一的人口密度

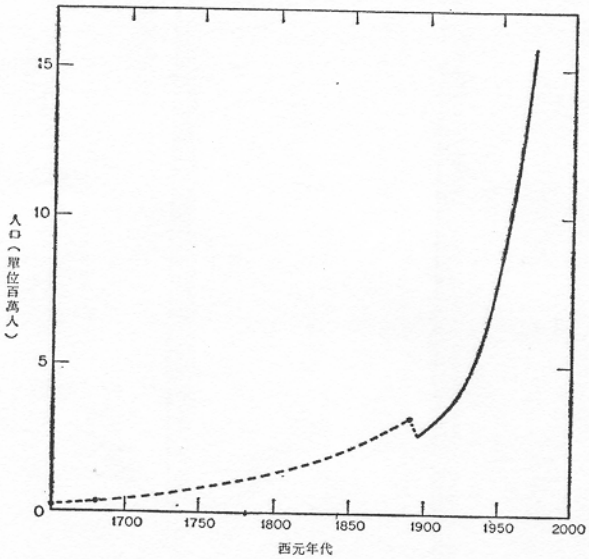
臺灣的人口從公元1650年（即荷蘭人據臺盛時）的20萬左右（其中大約一半是當時的土著），指數地增加到今天（1976年）的1600萬人口。（圖一）。在這320年中，人口增加約 80 倍。從1895年之後較詳細

* 哥倫比亞大學博士，現在該校拉蒙地質調查所研究。
** 工業技術研究院礦業研究所副研究員

可靠的人口統計看來（圖二上），臺灣的歷年人口增殖情形，大致可分成三個階段：

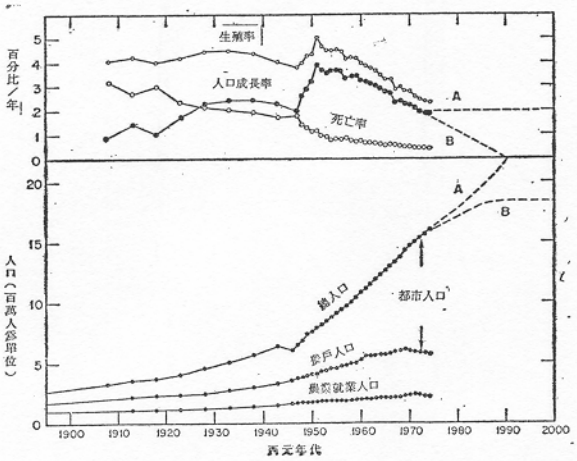
第一階段：1920年以前的高出生率高死亡率時期（分別爲每年4％及3％），人口增加率卽約爲1％。

第二階段：1920年到1951年的高出生率（4～5％）下降死亡率（由3％一直下降到1％）時期，人口增加率卽由1％增加到4％，尤其戰後自1946年至1951年之間，人口增加率的提高最爲特出。下降死亡率反映著公共衞生與醫學的連年進步。



圖一、臺灣歷年人口之增殖情形。虛線部份是由圖上三點（陳正祥「臺灣地誌」）估計而得，虛線部份之人口年增加率約爲1％。

第三階段：1952年至今天的下降出生率（5％降到2.5％）下降死亡率（由1％下降到0.5％）時期，人口增加率卽在短短二十多年內，從4％降到約2％。下降出生率反映著社會感受到人口壓力之後，一般人對家庭節育計劃的接受，爲了容易想像不同的人口年增加率代表多快的人口增殖，圖三繪示了人口增加率及其對應的人口增倍所須時間的關係，譬如1920年以前的1％人口增加率卽相當於約每隔70年人口將增加一倍，若照目前的2％人口增加率，則約每隔35年人口就會增倍。至於臺灣的人口會繼續增加多少的問題，若以最樂觀的估計，假設人口的增加率會依照最近十幾年的趨勢，而繼續直線下降的話（如圖二上虛線B所示），則大約在1990年人口增加率將變成零，而當時及以後的人口將保持在1800萬人左右（圖二下B）。若以最悲觀的估計，假設以後的人口增加率與目前的2％一樣，那麼到1990年人口將增加爲2200萬（圖二下A），且以後每隔35年人口卽增一倍。實際上，將來的人口可能介乎這兩個極端之間。



圖二、臺灣歷年有關人口的基本資料。光復前是每五年之平均值（李登輝，1972）。虛線A和B是極端的將來估計（見本文）。

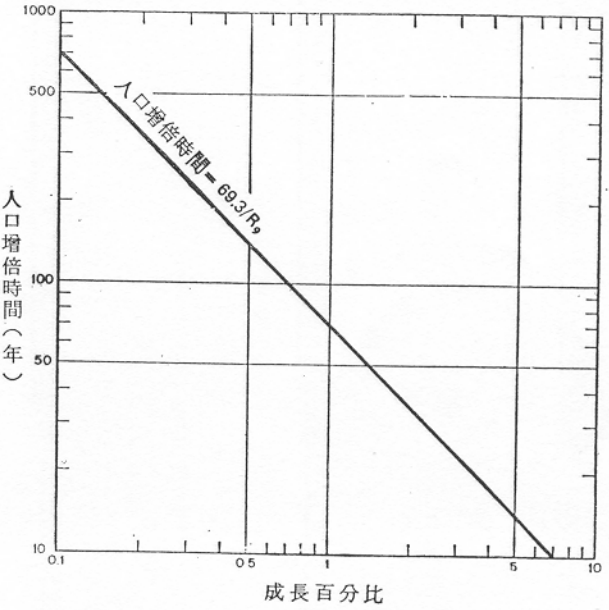
臺灣及澎湖的總共面積約有35,981平方公里，其中森林與山地保留地約佔69％，農業用地25％，住宅及工廠用地2％，其他用地佔4％。平均人口密度從1896年日本剛佔據臺灣時的每平方公里72人，增加到1945年的每平方公里167人，及1974年的每平方公里436人，已超過日本（296人/km²）荷蘭（332人/km²）等國家而成爲世界第一位。若單以農業用地計算，則今天的人口密度更高達每平方公里約1,750人以上，亦爲世界之冠。

第二節　糧食生產和人口增加之間的長程賽跑

歷年臺灣的農戶人口及農業就業人口的增加率，比不上總人口增加的快，（圖二），從1911年到今天

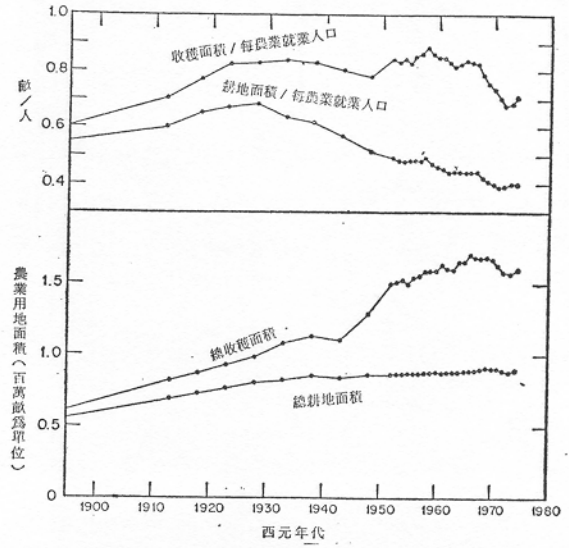
總人口增加成6倍，但農戶人口只增加成3.5倍，農業就業人口更少，只增加一倍。在1911年農戶人口佔總人口數的63%，今天則只佔37%，農業就業人口在1911年佔33%，今天則只佔約14%。以上的統計，相對地顯示都市人口及工商就業人口的急劇增加。

另一方面臺灣的農業用地面積從1911年到1969年只增加約36%，至1970年後由於都市和工業用地的加速擴張的結果，農業用地反有減少的傾向（圖四下）。幸運的是臺灣位於亞熱帶區，只要有完善的水利灌溉系統，加上適量的肥料，農田一年中可種植及收穫兩三次。所以實際上一年裡作物收穫面積可比農田面積本身爲大，正如圖四（下）所示。比較圖二及圖四（下），可以看出光復後五、六年之間，每年農作物收穫面積之大幅增加，正和當時人口壓力之急速增加相對應。農村人口壓力的增加也能從每一個農業就業人口平均分得的農田面積看出：如圖四（上）所示，在1930年的巔峯時期，每人可得0.7公頃的農田，以後則連年下降，到今天已不足0.4公頃（一公頃相當於每邊100公尺長的正方形面積），若與外國農民來比較，實在少得很多，例如根據1971年的統計，日本每一農業勞動力可得0.6公頃，德國3.2公頃，法國5.8公頃，蘇俄6.1公頃，美國48.4公頃，加拿大81公頃等等。不過若以每年農作物收穫面積計算，則在1920年到1968年之間，臺灣之每個農業就業人口平均可獲得約0.8公頃，但1968年之後也有下降的趨勢（圖四上）。



圖三、年成長率和增倍時間之關係。

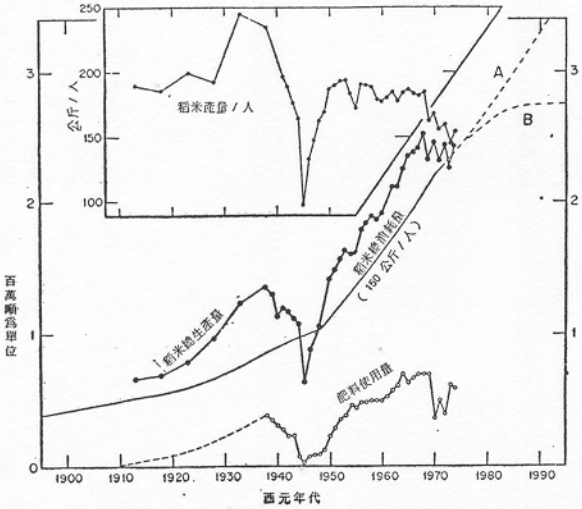
糧食生產，臺灣一直是自足的（除戰後一兩年外），以我們的主食糙米爲例，除了光復前後幾年外，生產量一直比消費量（假設每人一年平均消費糙米150公斤計算）爲高（如圖五）。不過自1968年來糙米的生產量並沒有繼續直線上升，而人口却急劇地增加，若如此下去，不要幾年，生產量再也趕不上消費量（見圖四虛線部分），那時候臺灣要由食米的輸出國轉變成輸入國了。其他主要農產品的歷年及將來的自給程度，可參閱邊裕淵的「臺灣糧食自給率的研究」（臺灣銀行季刊第24卷4期，149頁，1973）。



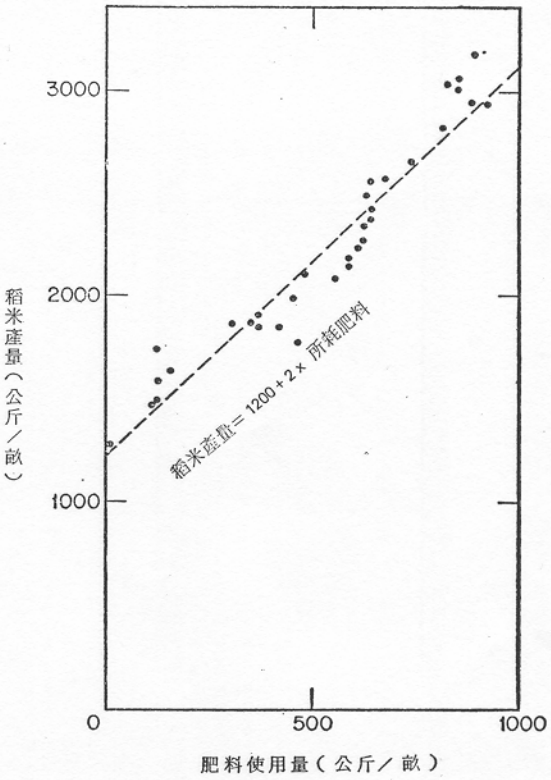
圖四、臺灣歷年農業用地之增減情形（總共及每農業勞力所得）。1950年前資料是每五年平均值。

農田單位面積的稻米生產量，受到水利灌溉、稻的品種等等因素的控制。但是這些因素滿足到上限時，稻米的生產量幾乎和化學肥料的施用量成正比，臺灣就是這樣的情形，圖六清楚地顯示臺灣歷年單位稻田面積之糙米生產量和化學肥料施用量之間的正比關係：不施用化學肥料時，每公頃稻田平均一年生產1200公斤的糙米，而每增加施用一公斤的化學肥料，大約能增產二公斤的糙米（若增加太多的肥料，稻米增產率反而會降低下來）。由此可見要

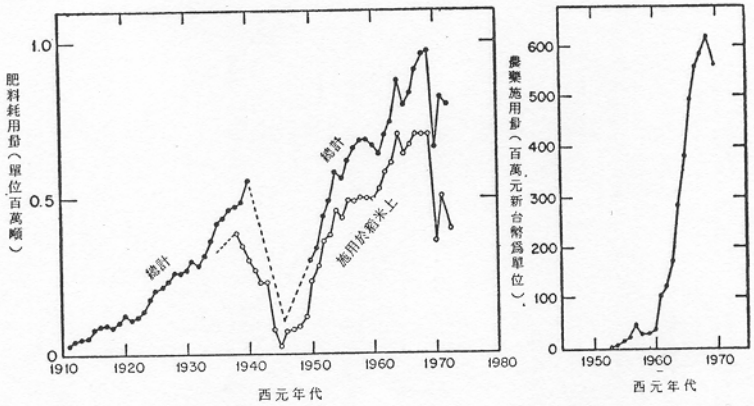
增加稻米生產量就必須增產化學肥料，但是化學肥料的原料（尤其是磷和鉀原料）幾乎全靠進口，故可以預料將來若要增產稻米，成本要提高許多。稻米的增產除了靠大量的化學肥料外，還須用大量的各種農藥，如有機氯劑（DDT, BHC 等等）、有機磷、有機汞、有機砷劑等，來控制稻田的各種病蟲害。結果肥料與農藥反而變成了污染農產品、土壤、水質及毒害魚貝類的元兇之一。爲了參考方便，圖七繪出歷年臺灣肥料與農藥的消費量。



圖五、臺灣歷年糙米生產量，消費量及稻田化學肥料消耗量。虛線是依據圖二虛線A和B而估計的將來糙米消費量。



圖六、單位面積化學肥料施用量與單位面積糙米生產量之關係（只包括 1938 至 1968年之資料）。



圖七、臺灣歷年化學肥料和農藥消費量。後者資料來自蕭榮福之「臺灣農藥使用管理與展望」，臺灣農業，第8卷第1期，165頁，1972。

第三節　人口的都市集中和島國工業經濟

都市人口的增加情形大約可從圖二（下）所示之非農戶人口之增加而窺知。例如非農戶人口由1911年到今天增加成8倍，佔今天總人口的63%左右。又如表一所示，在1900年二萬五千以上人口的城市只有兩個，佔當時總人口之4%，到了1970年則增加爲38個，約佔總人口的40%，而這些衆多的都市人口竟聚集居住在不到全島面積的2%的土地上！目前都市人口的平均密度在每平方公里七千二百人左右，可看出都市人口極端集中的程度（美國都市平均人口密度爲每平方公里一千五百人左右）。並且集中的傾向仍然在繼續中。如表二所示，在1972年縣轄市的人口社會增加率（即遷入率與遷出率之差），男女各爲1.73%和2.07%，兩者平均約1.9%，再加上大約2%的人口自然增加率（出生率與死亡率之差），則都市的人口總增加率約爲3.9%，也就是說每18年都市的人口約增加一倍（見圖三）。相反地，鄉鎮人口的社會增加率均爲負值，尤其在山地鄉，負的女性社會增加率反比自然增加率爲大，表示著山地鄉女性人口的歷年減少，目前已造成許多的婚姻問題。人口的過度都市集中，不僅僅造成各式各樣的社會問題，更由於都市居

表一、臺灣二萬五千人以上的都市數目（括弧內）及都市人口（千人單位）

都市人口之間隔（千人）	年代（公元） 1900	1920	1940	1955	1960	1965	1970
>1,500							(1)1,741
1000～1500						(1)1.136	
500～1000				(1) 705	(1) 901		(1)586
250～500			(1) 285	(1) 258	(2) 618	(4)1,301	(3)1,023
100～250		(1) 140	(2) 209	(4) 711	(5) 833	(5)711	(7)1,061
50～100	(1) 70	(1) 66	(3) 221	(5) 348	(7) 445	(7)454	(10)674
25～50	(1) 48	(2) 52	(2) 75	(10) 318	(14) 459	(15)507	(16)521
總合	(2) 118	(4) 258	(8) 790	(21) 2340	(29) 3256	(32)4109	(38)5606
總人口百分比	4.1	6.6	13.2	25.8	30.2	32.5	38.2

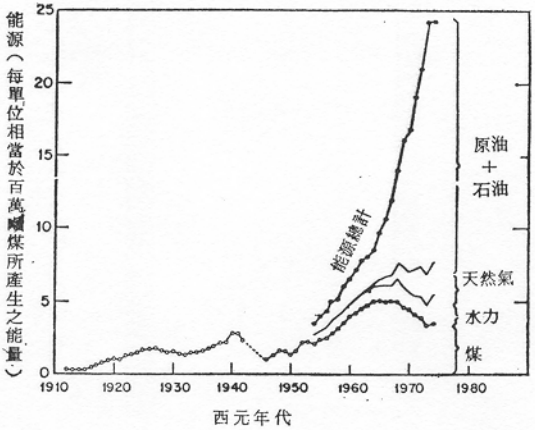
表二、臺灣都市鄉鎮人口的遷入率和遷出率（1972年）

行政區分	遷入率% 男	遷入率% 女	遷出率% 男	遷出率% 女	社會增加率**% 男	社會增加率**% 女
五大都市*	13.36	14.49	12.20	12.68	+ 1.16	+ 1.80
縣轄市	8.79	9.38	7.06	7.31	+ 1.73	+ 2.07
鎮（所有）	5.12	5.66	5.65	6.25	− 0.52	− 0.59
鄉（所有）	4.11	4.64	5.20	6.05	− 1.09	− 1.41
山地鄉	2.29	2.58	3.87	5.20	− 1.58	− 2.62

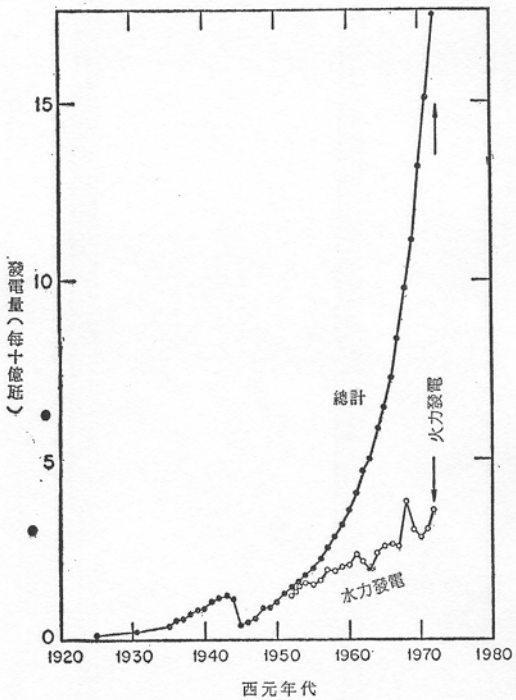
* 臺北市、基隆市、臺中市、臺南市、高雄市。
** 社會增加率＝遷入率－遷出率。

民所產生的大量垃圾、人肥（平均每人每日濕重各爲0.5公斤及1.3公斤，乾重各爲0.25公斤及0.1公斤），及家庭廢水的處理均造成嚴重問題。任意地把都市產生的廢物（包括工業廢水廢物）排放到河川或沿海的結果，已造成各種環境污染問題，詳細情形將在第五節中加以討論。

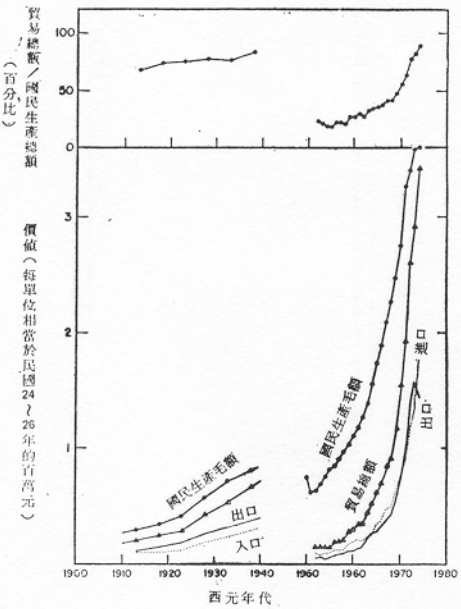
臺灣各種工業的加速成長，可從歷年總能量及電能消費量的指數增加看出大概，如圖八及圖九所示。



圖八、臺灣歷年各種能源之消費量。



圖九、臺灣歷年水力和火力發電量。戰前資料來自「臺灣之電力問題」臺灣銀行臺灣研究叢刊第16種。



圖十、臺灣歷年總貿易額（出口值＋進口值）和國民生產總額之比率（上）及其增減情形（下）。戰前資料爲每五年平均值。

問題是臺灣的能源自給率不高，在圖八裡只有煤、水力、天然氣是臺灣自己能大致供應的，其他原油、石油大部分依靠進口，在1974年，能源自給率不到30%。同年總電能的3/4是靠火力發電，只有1/4是來自水力發電。火力發電當然要靠燒煤，燒原油，其中煤的產量自1969年後已連年降低（圖八），今後大概也無法增產，因爲臺灣煤的蘊藏量已不多，再加上煤層薄、成本高，所以將來依靠原油的程度將會增高。發電廠及其他工業燒煤所產生的問題是空氣污染，尤其臺灣產的煤一般含硫量高（0.6到3%），同時進口的原油其含硫磺成份亦高（～3.6%），燃燒後會造成空氣中二氧化硫（SO_2）含量特高，雨水中之硫酸根離子及酸性亦隨之升高的現象，其他各種工業廢棄物造成的污染問題將留在第

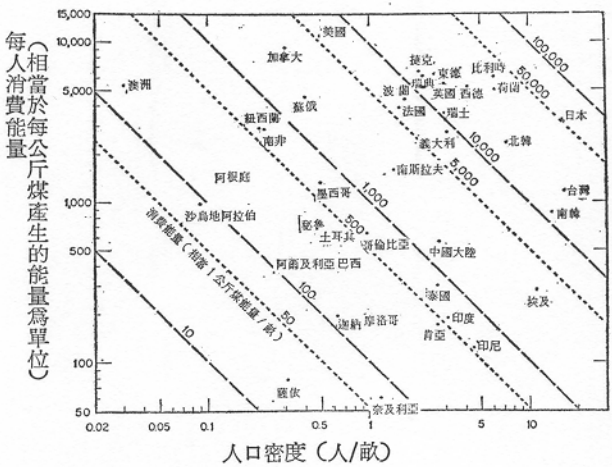
五節中討論。

島國的工業由於島內之自然資源有限，市場又狹小，所以進出口貿易變成經濟上重要的一環。如日本、英國就是很顯然的例子，臺灣自亦不能例外。一個國家依賴國際貿易的程度，可由總貿易值（輸入值加上輸出值）對國家總生產值的比例看出，如圖十所示，總貿易值對國家總生產值的比例，由1950年之20%增加到1968年的40%，以後更是指數地增加到今天的90%以上，這表示著每一塊錢新臺幣幾乎都和國際貿易有關。根據聯合國的統計資料，在1971年日本的總貿易值對國家總生產值之比例只有22%，英國也只有37%，西歐國家均在20%～40%之內，美國則更少，只有10%左右。臺灣的貿易主要從日本及美國輸入（由1972年之統計，各佔總輸入值的22%），也主要向日本與美國輸出（各佔總輸出值的13%和43%）。從戰後到1969年臺灣一直入超，1970年後轉爲出超，但自1973年能源危機發生後又稍有逆轉的傾向。臺灣的輸入品主要爲農工業原料及愈形重要的資金。輸出品則由 1952 年的統計，農產品及其加工品佔 95 %，到1974年則只佔15%，而工業產品則佔85%（詳情可參閱行政院經濟設計委員會編的「臺灣統計手册」）。

輸入大量工業資本，設立各種工廠，同時也輸入了環境污染的各種問題。目前歐美日等工業先進國家，由於已身受工業高度發展所帶來的環境污染之害，紛紛地嚴格執行工廠的污染管制法規，强制工廠設立防污染設備，結果許多不能在本國設廠的工業，及另外不少工廠寧可移到還未執行或未制定污染管制法規的開發中國家，結果開發中國家也變成污染的輸入國，實在令人警惕。我們在估計任何新工業、新工廠所帶來的經濟利益時，也應同時考慮它可能造成的污染，以及將帶給社會的損失，否則即使工廠替我們賺了大錢，它對環境的破壞，反而使整個社會蝕了本。

第四節　臺灣的污染潛在力

世界各國的國民年平均能量消費量（圖十一），一方面可用來衡量各國之工業化程度及各國之物質生活水準，同時却亦可用來指示各國國民消耗自然資源及污染全球性大氣、海洋的多寡。工業化的國家（如北美、歐洲、日本、澳洲、紐西蘭等）只佔全球人口的29%，但却耗用全球85%的能源產量。美國就是最極端的例子，它只有全球人口的 5 %，却用去全球能源的33%，比起印度（佔全球15%的人口，只用去 1.5 %的全球能源），每一個美國人日常所消耗的能源相當於六十多個印度人的消耗量（聯合國統計年鑑，一九七一年的資料）。可見工業化國家對大氣及海洋的污染應負多大的責任：從1900年到今天，由於工業化國家大量燃燒化石燃料（煤、石油等）的結果，大氣中的二氧化碳含量從1900年的 290ppm 左右，增加到1970年 322ppm 的，並可能增加到 2000 年的375～400ppm②（ppm 爲百萬分之一的意思），同時大氣中的浮塵濃度也有歷年增加的趨勢。高空飛行的噴射機也增加了同溫層（Stratosphere）的水份和浮塵②，這些人爲的改變對全球性氣候的影響，應及早探求，等到問題發生已太遲矣！何況有些人爲的改變，人



圖十一、各國單位面積之能源消費量、人口密度及國民平均能源消費量，三者間之關係（全依據1971年資料）。

類可能尚未察覺呢！

第二次世界大戰後到1963年間，美國與蘇俄大量核子試爆的結果，已造成全球性的原子塵污染，一度造成牛奶中以及孩童骨骼內含多量的放射性元素，如鍶—90，銫—137等③，將來若不幸發生核子大戰，全人類不但要受害於高度的原子塵污染，可能連保護生命的大氣臭氧圈（Ozone Layer）也將遭受到破壞。汽車產生的一氧化碳（CO）、氮氧化合物（NO_x）、碳氫化合物等，及各種清潔劑產生的氯化物等，也可能影響臭氧層的臭氧（O_3）的濃度，以致增加皮膚癌的病患②。至於大洋、南北極的冰雪及生存其中的生物，均已遭受各種現代文明的廢物如鉛、水銀、農藥、PCB、油跡、塑膠……等等的污染④。南極洋一度繁盛的鯨魚類也經幾個工業國家的濫捕結果，走向絕滅之路⑤。太平洋海底表層的一大片錳核礦，只有工業大國才有獨佔開採的能力及意圖，若無國際性的管制，將不但增加國際間貧富之不均，更造成公海污染的大問題，將來核子能發電流行以後，核子廢物在公海丟棄更會造成大問題……。

各國家區域內的環境污染情形，大致可由各國單位面積之能量消費量來衡量。不過很多國家有大片的沙漠或森林地，兩者人口稀疏，比較上不和區域性的污染發生直接關係，所以在本文計算各國單位面積之能量消費量時，只考慮農工業用地之大小。同時，各國單位面積之能量消費量又是各國人口密度（亦以農工業用地計算）和各國國民平均能量消費量之函數，三者之間的關係可從圖十一清楚的看出：圖中顯示日本是單位面積能量消費最高的國家，也就是世界上最受污染的國家，有名的水銀、鎘中毒，母奶裡的高BHC含量……等等事件之發生實非偶然⑥；其次是歐美國家，如有美麗的風景而屢爲詩人歌頌的萊茵河之變成臭水溝；波羅的海（Baltic Sea）海底之變成無氧狀態；地中海之油跡斑斑；美國伊利湖（Eric Lake，爲五大湖之一）魚類之死亡⑥……等等，亦非一日所成。同圖中顯示臺灣的污染潛在力已與歐洲國家並駕齊驅，唯一不同的是臺灣的工業化時間較短而已。如果我們不立即設法積極地控制，不消數年，臺灣的污染程度將比起日、歐、美國家有過之而無不及，因爲這些國家早已進行嚴格的控制了。

第五節　臺灣的環境污染近況一瞥

（甲）和農藥有關的污染：

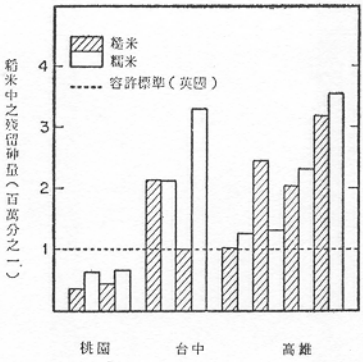
臺灣農民施用於農田的主要農藥有滴滴涕（DDT，已禁用）、六氯化苯（BHC），其他有機氯劑，有機汞劑（已禁用）、有機砷劑、有機磷劑等等。這些農藥對臺灣稻米、糖及其他農作物之增產功勞極大，但同時也造成土壤及農作物遭受殘留農藥之污染等問題。從表三可看出臺灣各地稻田表面土壤的平均含汞量比地表深處的高出很多⑧，若深處（26～38公分）的土壤含汞量代表天然的含量，則高過0.1ppm亦表污染。這些殘留在土壤中的農藥汞對農作物有何影響，需要更進一步的研究，但是有機汞劑對稻米、

表三、臺灣各地稻田土壤之平均含汞量（ppm）及有機氯劑含量（ppb）

土壤深度（公分）	Hg(ppm) 汞	Lindane (r-BHC) 靈丹	Heptachlor 飛佈達	Heptachlor epoxide	Aldrin 阿特靈	Dieldrin 地特靈	ΣDDT 涕涕滴
0～13	0.22	11.8	1.2	2.1	11.3	17.8	85.3
13～26	0.15	4.7	0.5	2.1	1.6	11.7	20.5
26～38	0.10	3.8	0.4	0.6	1.1	7.4	3.7
土壤中消失95%所需平均時間（年）*		6 (3～10)	3.5 (3～5)	—	3 (1～6)	8 (5～25)	10 (4～30)

* 括弧內表示可能的年限。

洋菇之污染早有所聞。例如1968年到1969年之間，米穀中之含汞量一般在0.01到00.9 ppm 之間，到了1970年，普遍地增加到0.5～1.5ppm之間。這三年中汞的檢出率以糯米爲最高（達46%），糙米次之（19%）⑨。洋菇若用受汞污染的稻草做培養材料，則亦受汞的污染，據說在1974年含汞量高達0.1至0.3ppm的洋菇，佔檢查樣品的20%，可見有機汞劑雖在1972年已禁止使用，仍有一部分在市場上變相出售，或者是由於土壤中殘留的汞所造成的影響。依據英國食品標準，任何農產食品的含汞量不得超過 0.1 ppm⑩，超過此限就會危害人體。稻田土壤中砷的殘留量雖仍無有系統的分析資料，可想像其必相當高：1972年市售糙米中的含砷量在0.7至3.5ppm之間，尤其南部地區稻米之含砷量特別高（圖十二）⑪。根據英國標準，一般食品的含砷量不得超過 1ppm，可見目前砷污染的嚴重性。磷肥也常含有高量的鎘、鋅、鉛、汞等元素而污染土壤，這方面臺灣尚未見調查報告，上述臺灣土壤表層之高汞量，一部分可能也與磷肥有關。表三亦顯示臺灣各地稻田土壤中殘留有機氯劑的平均值⑫，和殘留汞一樣，表土的有機氯劑含量比深處者高出許多，有趣的是像滴滴涕、地特靈、靈丹等較不易分解的有機氯劑，在土壤深處（30±10公分）亦殘留不少（見表三）。土壤中的殘留農藥對農作物的影響，猶待進一步的研究。至於蔬菜水果中殘留的農藥對消費者健康的危害，一直受到各國政府的注意，在國內亦設有許多殘留農藥的檢查站。1969年七月臺北市中央蔬菜批發市場之蔬菜經檢查結果，有72%含農藥，其成份竟高達1.5至2.0ppm⑬（未指明何種農藥）。最近蔬菜檢查不合格之比率據說歷年降低，不過仍約在 10%左右，而殘留量大都在 0.1～0.5ppm之間（γ-BHC 佔大部分）。



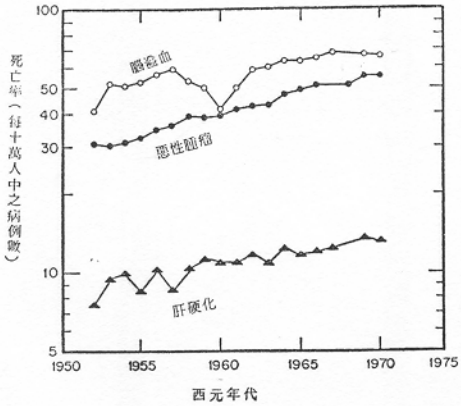
圖十二、臺灣市售稻米中之殘留砷量。

農藥對臺灣飲用水源的污染已有所聞⑭，例如民國五十八年彰化自來水廠之水源含 γ-BHC 高達 0.06 ppm⑬，目前島上已有二十個水源可測出 γ-BHC⑭。同時，臺灣各地（包括高山上）魚貝類均含微量之 BHC（全 BHC 量在 0.01～0.1ppm 之間），表示農藥可經過大氣擴散到高山上，又除文蛤外，所有魚貝類均含微量的 DDT，其代謝物（全 DDT 含量在 0.01～0.2ppm 之間）及極其微量之地特靈（～0.006ppm）⑮。臺灣各種鳥類體內之有機氯劑含量未曾見有報告，但實值得研究。一般家庭所噴用的各種殺蟲劑也多半是有機氯劑，更增加了人體吸收有機氯劑的機會。

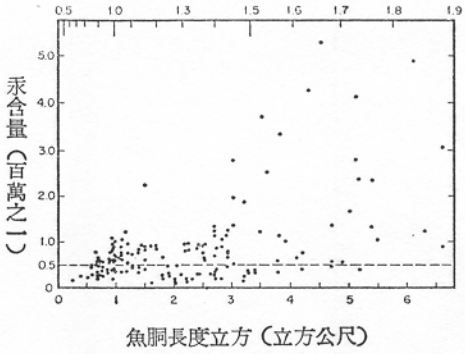
長期食用含有微量農藥及有毒金屬（汞、砷、鎘等）的食品，對人體會有何等影響，是極重要的研究題目。根據外國所作的研究⑯，分析人體死後腦、肝及脂肪組織內所含之有機氯劑，發現死於腦溢血、高血壓、肝硬化及各種癌症（包括上皮組織之癌、血癌等）的病人比起死於傳染病的人（及一般人）含更多的DDT，其代謝物（DDE，DDD 等）和地特靈(Dieldrin)。雖然無法確定爲何如此，但已足够使人警惕。另外，重金屬常積留於肝、腎臟組織內隨年歲而增加，汞更能積留在腦部，甚至會帶到胎兒體內，所有這些事實，豈不令人心驚膽跳？我們再看看國內的衞生統計：傳染性的瘧疾、肺結核、支氣管炎、肺炎及腎炎、胃腸炎等，由於醫學及公共衞生之進步，其死亡率均歷年降低，惟有腦溢血、癌病、肝硬化等病症，則反有增加的傾向（如圖十三）。其原因到底爲何？盼望國內醫學界能在這方面多作研究。

（乙）與農藥無關的食品污染：

自從美國發現大洋捕獲的劍旗魚（Swordfish）含高量汞之後，各國對各種魚類的含汞量也開始注意，國內自不例外⑰，尤因其與魚類罐頭的出口貿易有關。臺灣魚船在各大洋捕獲的魚類中，大型魚類（胴長在一米以上）如各種旗魚（雨傘旗魚例外）及各種鯊魚，其含汞量過半（60%）超過美國的容許量（圖十四），中型魚類如土鐶、黃鰭鮪、小型魚如沙條、赤海、白鯧等的平均含汞量均在0.3ppm 以下；其他



圖十三、臺灣歷年腦溢血，癌症，肝硬化之死亡率增高傾向，（沒做年齡訂正）。

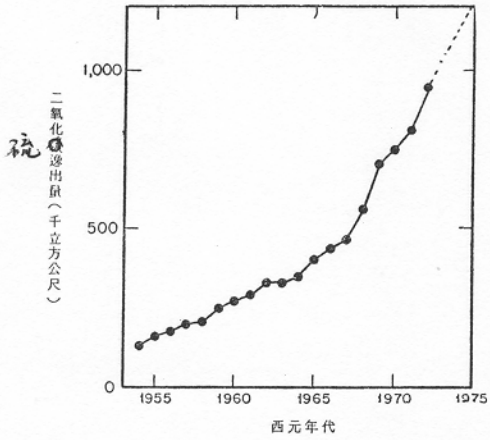


圖十四、臺灣漁船捕獲之劍旗魚含汞量及其胴長（或胴長立方）的關係。

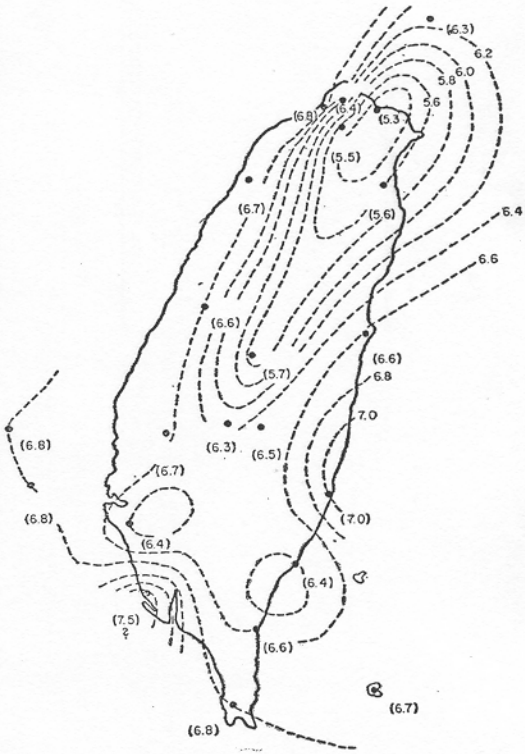
小型魚類和蝦蟹類均在 0.1ppm 以下。目前國內對市售魚類含汞量仍未加以限制，參照各國的研究結果，同時考慮國情，來訂定一種限制的標準實在是必要的一尤其是對大型魚類及其加工食品。另外，在食品中添加的防腐劑、調味劑、着色劑、罐頭中的鉛錫等，長期過量的食用對人體皆有大害，這方面的管制也是極爲重要的。其他例如僞藥及藥品品質的管制也尙在初期階段。

（丙）空氣污染：

化石燃料（煤、原油等）消耗量歷年增加的結果，排放到台灣上空的二氧化硫量（SO_2）亦歷年增加（圖十五，假設煤和原油的含硫量平均各爲1.8%和3.6%來估計）。二氧化硫在空氣中停留的時間並不長，通常在40天內就氧化水解而變成硫酸懸浮微粒，再經雨水洗刷而降落到地面，所以受到二氧化硫污染的地區，其雨水一般酸性較强（pH

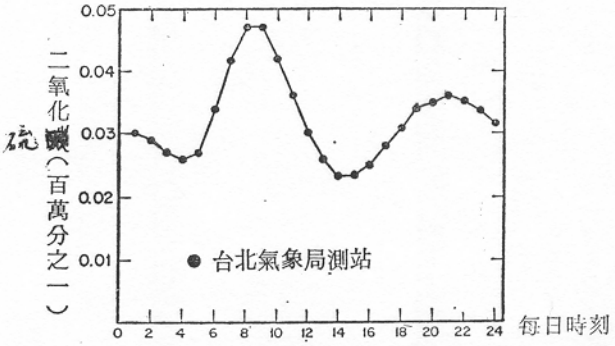


圖十五、歷年二氧化硫（SO_2）排放到臺灣上空的總量。

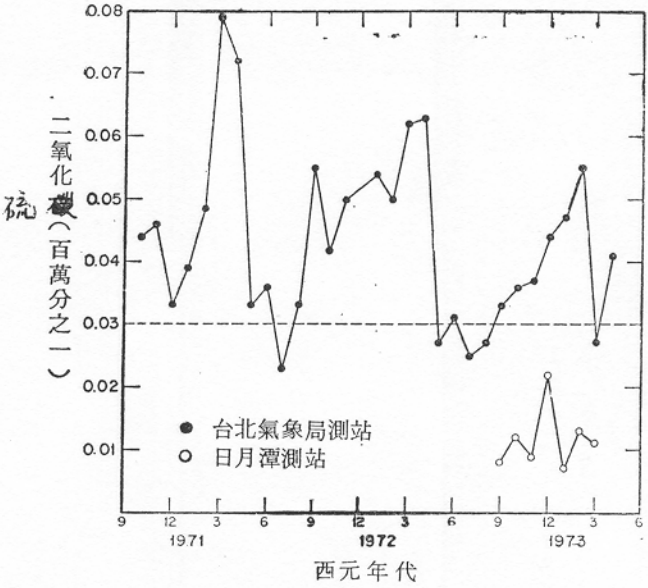


圖十六、臺灣各地雨水之平均酸度值（PH）

值較低），同時其空氣中的懸浮微粒亦含較高量的硫酸根離子。圖十六顯示台灣各地雨水的平均酸度值（pH）⑱，基隆台北兩地之間（PH約爲5.5）顯然是最大的二氧化硫污染源，這跟此地區火力發電廠，鍊鋼廠及各種工廠的集中有關。都市空氣污染的調查以台北市較爲詳細：台北市氣象局上空中二氧化硫濃度在24小時內的變化情形，及二氧化硫每月的平均濃度分別繪示在圖十七（上）及圖十七（下）。在後圖內，爲比較方便亦另加上污染較輕微的日月潭地區測值⑲。根據美國的標準，二氧化硫的年平均值不得超過0.03ppm⑳，則台北市已超出標準甚多，尤其二月到四月間之情形更爲嚴重。圖十七中，一日內及一年內二氧化硫較低的時刻及月份，表示空氣垂直對流旺盛，使得二氧化硫受到上層空氣的稀釋。



圖十七、（上）臺北市氣象局空氣中二氧化硫濃度之日變化，



圖十七、（下）同測站及日月潭測站之 SO_2 每月平均濃度。水平虛線爲美國之年空氣污染標準。

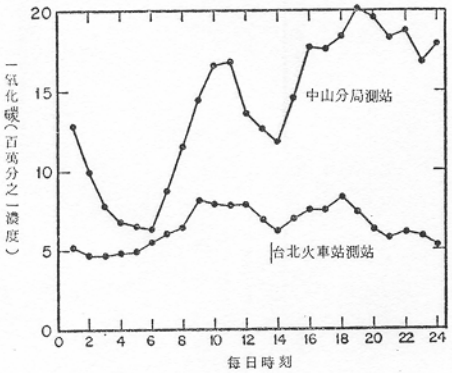
和燃燒化石燃料有關的另一污染物就是空氣中的懸浮微粒。根據表四㉑，台灣各縣市懸浮微粒含量均超過污染標準—75$\mu g/m^3$（微克/立方公尺空氣）⑳。有趣的是台灣懸浮微粒的平均成份除了鉛偏低外，和美國都市平均值極爲相近（表四）。假設台灣懸浮微粒中的氯離子（Cl^-）全是海風帶來的海水成份，則台灣懸浮微粒中自海鹽的成份只佔5％左右。佔有約20％的有機物、硝酸根、硫酸根則大部分直接和燃燒化石燃料有關，鉛則和汽車燃料有關，其他爲各種工廠及土壤灰塵之金屬矽鋁氧化物。工廠排放的灰塵一般含有高的重金屬。懸浮微粒中之某些有機成份量（煤煙、焦油等），某些重金屬（如鉻、鎳、砷等等）及石棉等已證實會引起動物及人的肺癌㉒。

空氣的污染除了二氧化硫及懸浮微粒外，另有主要由汽車排放出來的一氧化碳（CO），氮氧化合物（NO_2, NO）及碳氫化合物等等。台北市各鬧區空氣的一氧化碳日平均值大部在 6～14 ppm 之間（平均爲8.5ppm）。圖十八繪示台北車站及中山派出所兩測站在1971年三月到十二月間所測得的一氧化碳，一天內每小時的平均值；其他鬧區測值大致落在上述兩測站測值之間㉓。根據美國標準，空氣中一氧化碳的含量8小時內平均不能高過 9 ppm ⑳，日平均值更應該降低，可見台北市一氧化碳污染已達嚴重程度。另外台北市空氣中二氧化氮（NO_2）的日平均值在0.015～0.04 ppm 之間⑲㉓，尚在美國標準（0.05ppm）之下⑳。

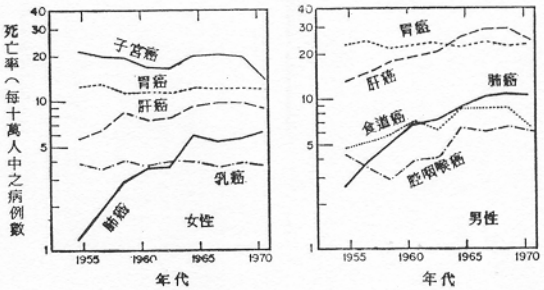
其他工廠內及其附近的空氣污染有：磷肥工廠、鋁廠等排放的氟化物（HF, SiF_4 等），各種製酸工

表四、臺灣人口稠密市鎮之空氣懸浮微粒平均濃度及其成份（%）（1972年）

各縣市（測站數）	總微粒 (ug/m³)	有機物	氯重子 Cl^-	硝酸根 No_3^-	硫酸根 $SO_4^=$	鈣 Ca	鐵 Fe	鉛 Pb
基隆市 (5)	226.1	8.8	4.3	2.3	8.2	5.9	1.2	0.09
臺北縣 (13)	283.8	8.1	2.9	2.4	7.8	5.9	1.1	0.09
桃園縣 (3)	206.8	9.4	2.4	2.7	8.5	5.9	1.0	0.09
新竹縣 (3)	210.9	7.5	2.4	3.3	10.0	8.6	1.0	0.09
臺中市 (6)	210.8	10.3	2.3	3.1	8.4	5.0	1.1	0.09
臺中縣 (2)	145.3	10.1	2.4	2.6	10.9	7.5	1.2	0.10
彰化縣 (5)	252.6	7.8	2.1	2.3	7.8	5.2	1.0	0.06
嘉義縣 (4)	234.7	7.6	2.1	3.2	8.2	6.0	1.3	0.07
臺南市 (4)	224.0	7.5	2.3	2.2	7.4	5.3	1.0	0.10
臺南縣 (5)	189.8	6.8	2.0	2.3	8.5	6.3	1.2	0.07
高雄市 (12)	288.3	5.9	3.0	2.8	7.7	7.8	1.1	0.09
高雄縣 (7)	240.8	7.5	2.5	3.3	8.0	7.1	1.1	0.09
宜蘭縣 (8)	204.3	8.2	2.9	2.9	8.3	9.7	1.0	0.06
平均	224.5	8.1	2.6	2.7	8.4	6.6	1.1	0.08
美國城市平均	102.0	6.7	—	2.4	10.1	—	1.43	1.11
美國郊區平均	21.0	5.1	—	2.2	11.8	—	0.71	0.10



圖十八、一氧化碳（CO）在臺北市區一天內之變化（1971年3月到12月間之平均值）。



圖十九、臺灣各種惡性癌症之死亡率（年齡訂正）。

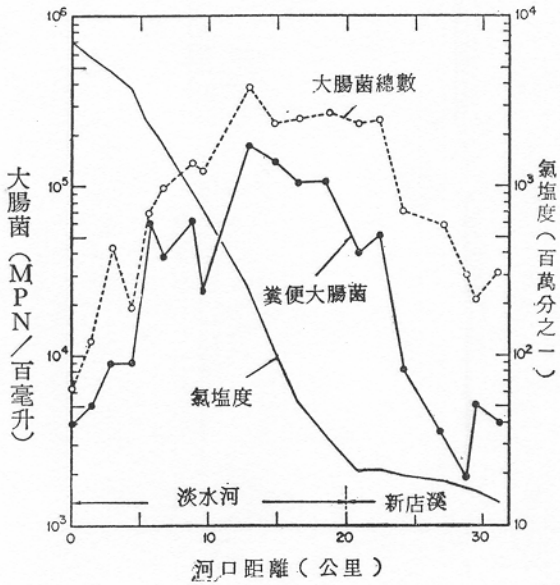
廠的酸氣、水泥廠的石灰塵、煉油廠的硫化物（SO_2, SO_3, H_2S 等）及碳氫化合物、鍊鋼廠的硫化物及重金屬氧化物、碱氯工廠之汞蒸氣、石棉工廠的石棉懸浮微粒等等。這些空氣污染物對工人、附近的居民、農田，或多或少都有害處㉒。有系統地長期調查工人健康狀況及改善工廠工作環境，實爲現代國家照顧人民生活的重要工作。

空氣污染不僅使農作物受到損害（如植物葉子直接受損），各種建築物受到侵蝕，增加洗衣費用……

等，但直接與人體有關的是增加呼吸器官的疾病，如肺癌、支氣管炎、氣喘等等。令人注目的是台灣省居民肺癌死亡率在近二十年來顯著地增加（圖十九），同時省縣轄市居民的肺癌患病率比鄉鎮者高4倍，而男女肺癌死亡率比例約爲1.8。從各地每人每年香煙平均消費量及成人男女抽煙的比例等的統計看來，抽煙只是肺癌的次要因素，而空氣污染才是其主要的促成因素㉔。

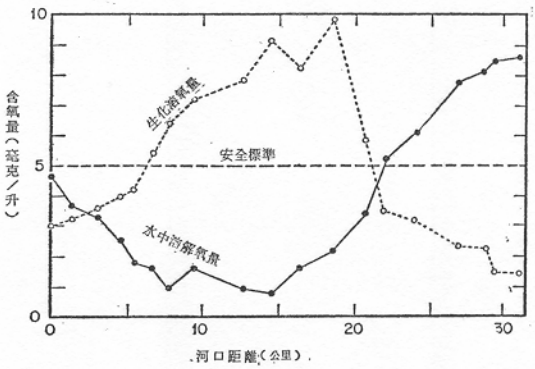
（丁）河川污染：

台灣的河流都發源於高山，在未流入平地以前一般水質優良，可當作食用及灌溉水源，一旦經過平原，在流入大海之前，幾乎有大半受到嚴重的污染，特別是人口稠密的西部平原。目前污染河川最普遍的物質是各種有機廢棄物，其主要來源有未經處理的都市家庭污水（包括水肥—近幾年來由於大量化學肥料的使用，使都市水肥不再回到農田循環，反直接倒棄於河川中），各種動植物品加工廠的廢水（例如糖廠、紙廠、紡織廠、皮革廠、罐頭工廠、屠宰廠…）及傾倒於河岸附近的垃圾等等。這些有機廢棄物流入河川，一方面携帶著大量的各種大腸菌，可傳染各種消化器官的疾病；另一方面有機物本身在河川中及河床底亦受到多種細菌的消化分解，在分解過程中會大量地消耗溶在水中的氧氣（其反應式爲： $CH_2O+O_2 \rightarrow CO_2+H_2O$），若空氣中的氧來不及補充消耗量，則水中的溶氧量將逐漸降低，以致魚貝類無法生存。淡水河系的污染最爲顯著，對其調查也最詳細㉕。圖二十繪出氯鹽濃度隨距離的變化，顯示海水及河水相混合的情形㉕，通常氯鹽高過500mg/ℓ(500毫克/升)，則不適於作灌溉田水，同圖裡的大腸菌資料顯示新店溪上游既已受水肥的污染（大腸菌總數爲30,000MPN/100ml，糞便大腸菌4,000 MPN/100ml, MPN 爲 most probable number —最可能數目—的縮寫），愈靠近台北市則更爲利害㉕。根據美國水質標準㉖，灌溉水的大腸菌總數，不論任何月份，均不得超過 20,000 MPN/100ml、糞便大腸菌4,000 MPN/100ml，尤其是直接施用於食用蔬菜的葉子或根部時，其檢查更加嚴格；飲用水源之大腸菌總數不能超過 10,000 MPN/100ml、糞便大腸菌 2,000 MPN/100ml；至於娛樂游泳用水，糞便大腸菌不得超過 200 MPN/100ml；另外，沿海養殖貝類用水，糞便大腸菌不得超過 70 MPN/100ml。由此可見依此嚴格的標準，則淡水河系實在一無是處。當然各國國情不同，比方說西方人喜歡生吃蔬菜，喝未煮沸過的自來水，所以對大腸菌限制得比較嚴格，我們不一定全要照外國標準，但反過來說，台灣的自來水、蔬菜一定要煮沸過，否則食用後患上消化器官傳染病的機會很高。圖二十一顯示整個淡水河及新店溪下游的溶氧量，在多季低平潮時都在水生生物的水質標準(5mg/ℓ 以上，否則魚貝類無法生存）之下，參照同圖的「生化需氧量」（BOD_5）可知多季中，淡水河生化需氧量若超過約3mg/ℓ時，溶氧量就會低於5mg/ℓ。夏天，河中藻類繁殖，產生多量的氧氣，更因溫度高增加氧氣從空氣滲透到水中的速率，所以生化需氧量要超過 8mg/ℓ 時，才會使溶氧量降低到 5mg/ℓ 以下㉕。生化需氧量 BOD_5 的定義；在定溫下



圖二十、氯鹽度和大腸菌數目沿着淡水河和新店溪變化的情形(1971年冬季低平潮時的資料)

—通常爲 20°C —使水標本對氧氣飽和，密閉後置於暗室內五天，然後測定水中氧氣的消耗量即爲生化需氧量。生化需氧量 BOD_5 可代表在水中易於被細菌消化的有機物含量，故比水中有機物總含量少。通常消耗 1 毫克的氧氣，相當於氧化了0.94毫克的碳水化合物。



圖二十一、溶氧量和生化需氧量沿着淡水河和新店溪變化的情形（1971年冬季低平潮時的資料）。

除了有機物的河川污染外，各種工廠排泄出來的有毒重金屬（如汞、砷、鎘、鉛、銅、鋅、鎳、鉻，等）及有毒化合物（如酚類、氰化物、農藥、紙廠黑水等等）更直接地毒害水生生物，如果人類及陸上動物食用了遭受污染的水生生物，則亦間接地受到毒害。汞中毒引起的日本「水俣病」，鎘中毒引起的「痛痛病」：就是一些例子⑥·⑯。由沿着河流的工廠種類即可預測河水會有怎麼樣的有毒物污染。表五列出一些有毒重金屬的可能污染來源，及各毒物對水生生物的安全濃度標準㉗。淡水

表五、工業廢水中所含的一般重金屬

工業項目	銀 Ag	砷 As	鎘 Cd	鉻 Cr	銅 Cu	鐵 Fe	汞 Hg	錳 Mn	鎳 Ni	鉛 Pb	硒 Se	鈦 Ti	鋅 Zn
一般工業、鑛業		X	X	X	X	X		X		X			X
電鍍、板鍍	X		X	X	X	X	X		X	X			X
顏料產品	X	X	X	X	X		X			X	X	X	
肥料（磷肥）			X	X	X	X	X	X	X	X			X
農藥		X			X		X				X		
鞣皮		X		X	X		X						
造紙		X		X	X		X		X	X		X	X
攝影	X		X	X									
纖維、塑膠			X		X								X
印刷、染色				X						X	X	X	
電子	X		X	X							X	X	
冷却水				X									
導管侵蝕					X					X			
氣碱				X									
玻璃陶器	X	X	X	X							X	X	
鋁廠				X		X							
水中生物水質標準（ppm）*	1	1	.02	.05	.02	1	.0002	1	.1	.1	.05	—	.04

* 任何的水質標準只是暫定的，須待實驗決定。

河系普遍地含氰化物約 0.5 ppm 左右－水中生物水質標準約爲0.01ppm。另外上游的景美溪、萬盛溪流域近年來工廠林立，在河水中已測出鎘（Cd）的濃度大都在 0.01～0.04 ppm 之間，銅（Cu）在0.05 ppm 左右，均超過了水中生物的安全標準㉘。最近（1974年）中壢某工廠廢水排入灌溉水系，流入魚塭池，造成大量養殖魚的死亡。分析養殖魚死亡前後的池水，發現含有極高量的鉛和鎘，足以使任何魚類中毒死亡，此種事件實不勝枚舉。

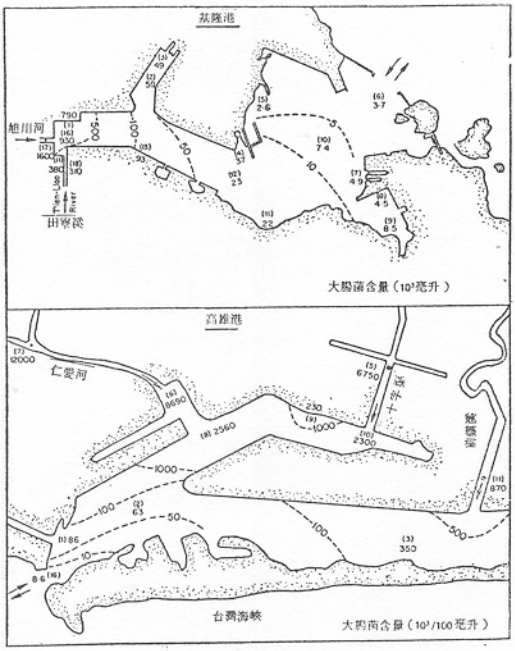
根據北美的統計，用汞當做電極來電解食鹽以製造氯氣及苛性鈉，一般每生產一公噸的氯氣，會漏失約0.1～0.25公斤的汞㉙。觀察台灣製氯工廠的情形，漏失的汞可能更多。從民國35年（1946年）到目前爲止，台灣總共生產了30萬噸到80萬噸（若包括塑膠原料 PVC 中的氯）以最保守的估計，設每公噸的氯會遺漏約0.3公斤的汞，則到今天約有90到240公噸的汞由碱氯工廠排放到工廠附近的環境裡，實在驚人，何況這還未將電子工業排放出來的汞計算在內（根據1968年美國所作的統計，電子工業用汞量佔總消費量的27％，氯一苛性鈉製造工業佔23％、儀器工業11％、油漆工業14％、農業5％、牙醫業4％、造紙工業1％等等）㉙，所以目前急需對汞之污染加以深入的調查，否則等到發現了像日本的「水俣病」時，已太遲矣！綜合各方面的調查資料及實地觀察，台灣西部平原河川受到嚴重污染的，除了淡水河系外，有基隆市的田寮河、旭川河（都市廢水）；桃園的南崁溪及灌溉水路（大小工廠約兩千個）；新竹縣頭前溪下游（皮革廠）、新豐溪下游（化工廠）、後龍溪（大小工廠）、白河溪（農藥廠）；苗栗縣的中港溪下游（化工廠）、後龍溪（大小工廠）；台中市的綠川（都市廢水）；台中縣的葫蘆墩圳（大小工廠），大肚溪（大小工廠）；雲林縣的新虎尾溪（紙廠）；嘉義縣的北港溪（紙廠、化工廠）、朴子溪（紙廠、糖廠）；台南縣的八掌溪（紙廠、化工廠、藥廠）、急水溪（紙廠、糖廠）；台南市的安平運河（都市廢水）；高雄縣的後勁溪（煉油工廠）；高雄市的愛河、前鎮溪（都市廢水）；屏東縣的高屏溪下游（紙廠）等等。這些河川的污染自然地導致台灣沿海及港口的污染，所以對全島各河川的污染程度（包括有機物，溶解氧及各種有毒金屬，有毒化合物等）加以有系統地調查，實在是迫切需要。

（戊）沿海及港口的污染：

河水流入海裡，由於比重比海水輕，不會馬上和海水完全混合而冲散，反而受到沿海潮汐流之影響，而大致沿著海岸往復流動、擴散。故任何河川污染卽會造成或大或小的沿海污染。雲林、嘉義兩縣近六、七年來，每到春天雨季開始時，養殖在沿海的牡蠣及文蛤常大片死亡。由貝類死亡的地區分佈，及死亡的前後關係來看，顯然地與該地區幾條河川的大量污水（乾季後的雨水使大量的紙廠、糖廠污水一併灌入沿海）如何被潮汐流所帶動擴散有關，死亡的直接原因是由於污水內含的有機物太多，致使溶解氧量太少所造成[30]。

近幾年來，高雄台南兩縣貝類生產已漸漸減少，顯然是兩縣市所產生的污水污染沿海造成，使得成千的漁民生計成了問題。最近金山、淡水一帶沿海捕魚量之連年降低，可能與污染有關，值得驚惕。同時，海水浴場若靠近受污染河川河口，則有受到大腸菌污染的危險。沿海污染又和垃圾塡海有關，如基隆一八斗子垃圾場沿海地區的海水中，其含汞量已超過水中生物水質標準（卽0.2 ppb 以上）㉛，在附近所採的牡蠣中，亦含極高量的銅（426 ppm）及鋅1452 ppm，均以濕重表示）㉜，這些事實顯示有毒物質可從垃圾堆裡經由滲透之雨水帶入海裡。台灣北部沿岸（尤其淡水與金山之間）到處可看到塑膠廢棄物，一部分是來自不守公德的遊客，另外從北部各地垃圾堆經潮汐流携帶而來的，也一定不少。許多人提議把都市廢水、工廠廢水用大口徑的運輸管直接排放到沿海，殊不知其後果不堪設想；除非運輸管長到所排泄的海域已不受潮汐的影響（據淡水一帶海域的調查，距沿岸至少四公里以外的海域才不大受潮汐流的影響），否則一切廢棄物又沿著海岸擴散，徒增沿海污染而已。對台灣海域的洋流、潮汐流、沿岸流加以有系統的調查，爲一重要課題。

台灣的兩大海港（基隆港和高雄港），港內海水一方面接受大量的家庭和工業污水，一方面港口太狹小，和港口外面海水交替混合的速率慢，造成港水的極端污染。圖二十二顯示大腸菌在兩海港內表面水中

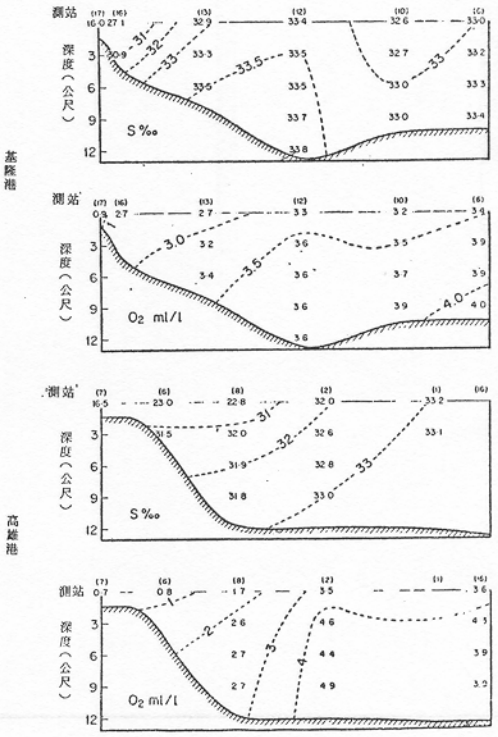


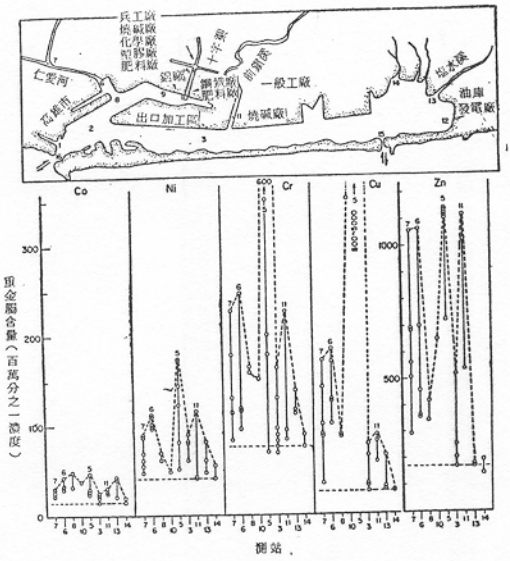
圖二十二、基隆港（1973年1月）和高雄港（1974年9月），表面水之大腸菌分佈情形。括弧內代表測站號碼，括弧外即大腸菌總數（以千個/100毫升爲單位）。

圖二十三、基隆港（1972年12月）和高雄港（1973年11月）之鹽度和溶氧量之剖面圖。（測站位置，參照圖二十二）。

之分佈情形，流入基隆港的旭川河、田寮河，流入高雄港的愛河、十字渠、前鎮河及鹽水溪（未繪示於圖內）等爲主要的有機廢棄物及水肥來源，且高雄港的大腸菌污染比基隆港更加利害。根據美國標準，港口內大腸菌數目不得超過1000/100ml），可見兩大海港無一處合乎標準，從海鹽濃度剖面圖（圖二十三）可看出河水與海水相混合的情形，又從同圖裡的溶氧量剖面可看出在十二月份基隆港不論深淺，沒有一處其溶氧量高過4ml/ℓ（～5ml/ℓ），在十一月中，高雄港的第一港區，溶氧量也都在4ml/ℓ以下，故在多季魚類幾乎不能在兩港內生存。至於其他季節的情況，也不會好多少。

圖二十四繪示出高雄港各測站之位置及各測站港底沉積物表層中（約20公分到60公分深），各種重金屬的含量：顯然愛河、十字渠、前鎮河也是重金屬污染的主要來源，尤其是十字渠。重金屬污染和港



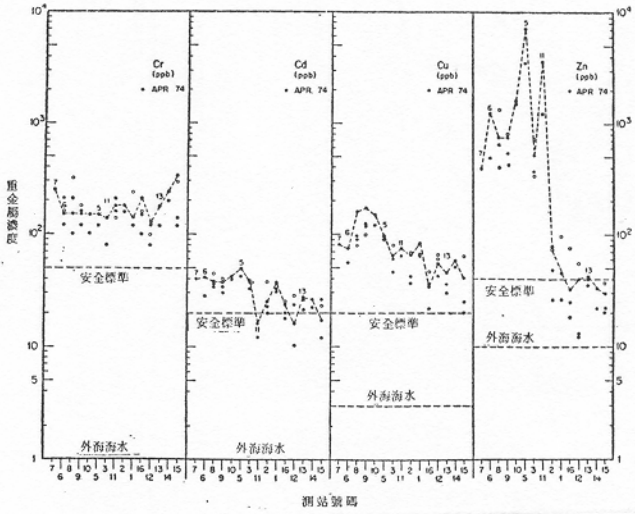


圖二十四、（上）高雄港區之各種工業及測站位置，（下）各測站港底沉積物中之重金屬含量。一般愈近深部，重金屬含量隨之減低。水平虛線代表天然重金屬含量，高過此虛線即表示人為的污染。

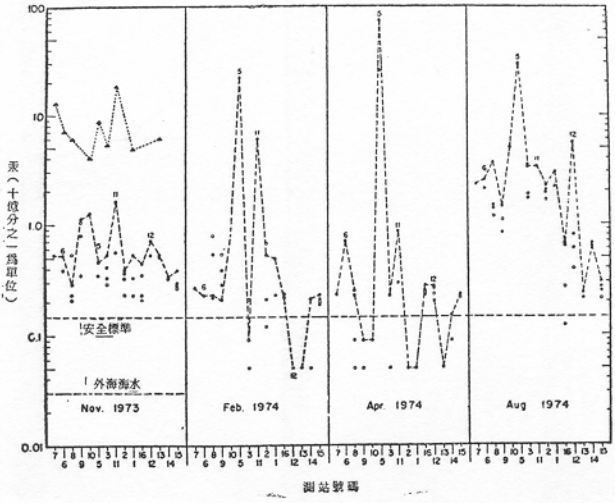
區電子工業、電鍍工廠最有關係。

圖二十五且繪示各測站海水各種金屬在四月份的濃度；幾乎所有港水都超過水中生物的水質標準，圖二十六示出前鎮河和十字渠是主要的汞污染來源，汞和當地區的碱廠有關。又有趣的是在港內捕獲的蟹(Portunus sequinolentas)，其肉和殼內所含之銅、汞、鋅之量比在港外深處捕獲的同種類蟹高出很多（圖二十七），由以上的各種事實，可看出高雄港至目前為止受到重金屬污染的嚴重性㉞。

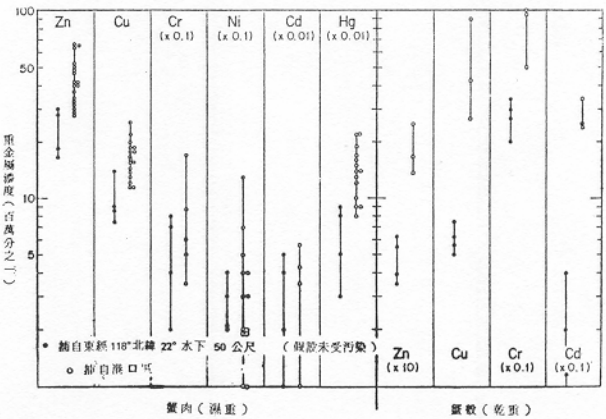
另外，高雄港表面海水的溶油量，在第一港區約在 200～700ppm 之間，第二港區約 80 ppm，有些地點更高達 3,600 ppm，港內到處可看到黑斑斑的浮油，在這種含高量溶油的海水中，牡蠣幼虫根本無法生存。



圖二十五、高雄港內各測站海水之重金屬濃度。黑圓點用虛線連接者代表表面水標本，空圓圈代表深水標本（～9m）其他點代表3米至6米深之水標本。



圖二十六、高雄港內各測站海水之汞濃度，符號與圖二十五同。三角形代表表面沉積物中間隙水之汞濃度。



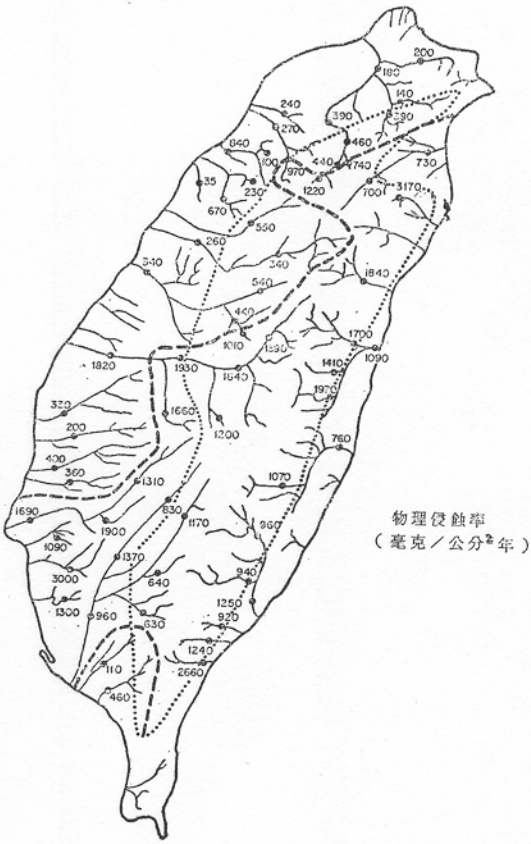
圖二十七、高雄港內及外海捕獲之蟹類內，其肉與殼重金屬含量之比較。

第六節　臺灣的其他環境問題

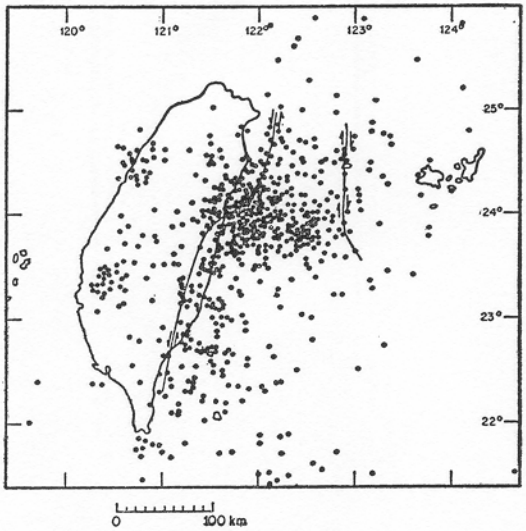
目前台灣平地的開發已達飽和狀態，要想減輕人口壓力，唯有向山坡地及中央山脈地區發展，問題就是如何保護山地的水土。台灣地勢落差極大，且乾雨季的雨量極爲懸殊，加上大小地震觸發的山崩，使得土地受到的冲刷特別利害，如圖二十八所示，中央山脈區的平均物理侵蝕率高達 1,300mg/cm²-yr 泥土（即每年每平方公分的山地有1300毫克的泥土被侵蝕掉）以上，山坡地亦達 325mg/cm²-yr 左右㉟，台灣島可能是世界上受侵蝕最快的地區（亞洲的平均物理侵蝕率爲 31mg/cm²-yr，北美洲 9 mg/cm²-yr），歐洲 3mg/cm²-yr，阿爾卑斯山 100mg/cm²-yr），所以，若開發山坡地或中央山脈區時稍有疏忽，

把保護土壤的植物覆蓋移去，將引起嚴重的土壤流失，使得土壤喪失肥力及蓄水能力，並引起下游河段的淤積、氾濫及水庫的淤淺，八七水災就是這樣的一個例子㊱。目前國內對於山坡地之開發，尚無系統的管理，向公家租用山坡地的農民，儘想在短期內以最小的勞力和金錢投資，來獲得最大的收益，因此常造成山坡地的濫墾現象，很少考慮到水土的保護。中央山脈森林的開發，亦因開山路林道的資本巨大，常無選擇地把林道兩邊的原始森林全部砍光，造成嚴重的土壤冲刷及山崩問題。砍伐過的地方雖然重新種殖樹苗，但待其長成至少須二三十年，且一般植林的成功率只有三、四成，在這期間土壤的流失實在可觀，坡度過大的地區，可能永遠不再長成森林㊲，另一方面，都市本身也漸漸向外圍的山坡地擴張，若無嚴格的管制，就會造成各種土崩，最近基隆市及各地的土崩即爲其例。

台灣舊水庫的淤淺㊳，加上日益增加的對新水源的需求，水庫建設將一直是重要的建設目標。設計水庫時，必須考慮到台灣是在環太平洋地震帶之內，地震頻繁（如圖二十九）㊳·㊴，台灣島本身亦到處是斷層線（圖三十）㊵，由許多外國例子可看到在水庫完成後，在水庫附近的舊斷層常開始活動



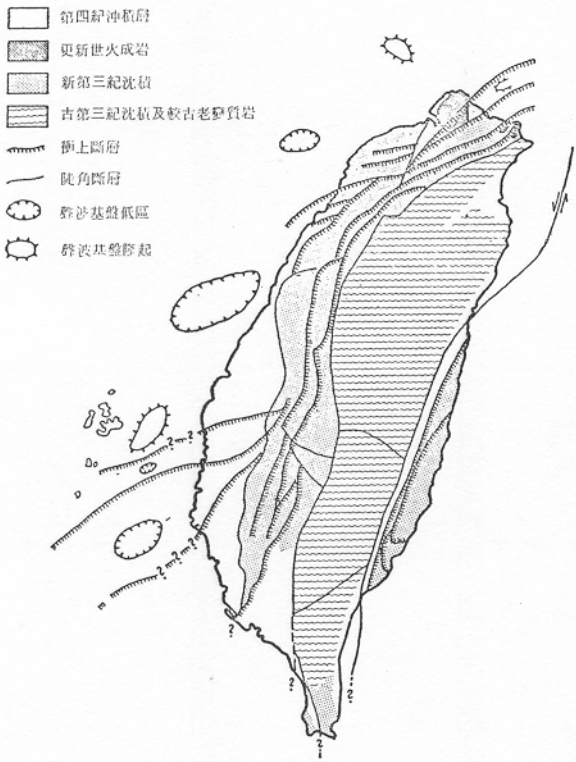
圖二十八、臺灣島之侵蝕率（毫克/平方公分年），點線內主爲中央山脈古第三紀前之地層。



圖二十九、歷年臺灣附近震央分佈（1930至1961規模大於偶發地震）。東部斷層谷（細線）之移動方向以箭頭示出。

起來，造成大小地震。曾文和達見水庫現均由中央研究院地震小組建立小地震網，密切注意附近斷層之動態中。其他大建設，更須嚴格遵守防震規格，否則將來完工後的防護修繕費用，將更驚人。

國內將來的能源供給也會慢慢地走向以核能發電爲主，目前已有兩個核能發電廠在台灣北部海岸建造中，還有三、四個計劃在南北部海岸建造。核能發電廠影響環境的第一個問題是造成沿海的廢熱污染，可使淺海珊瑚羣體滅亡，據在國外的研究，海水的年平均溫度只要增加攝氏1度，即足够使得珊瑚成長不良，導致死亡，而影響沿海生態至鉅，不幸的是台灣的珊瑚亦只長在南北海岸。其次的問題是放射性廢物的處理。台灣島內實在沒有安全的存放點地，若丟棄於公海底，又易於引起國際糾紛



圖三十、臺灣島之簡化地質構造。

，實在棘手。第三個問題，萬一核能發電廠發生洩漏放射性物質時（例如由於大地震或其他人爲過失），則沿海將受到污染，或者放射性物質隨風向擴散，污染鄰近地區。另外核能電廠的廢氣含放射性的氪（Kr）、氙（Xe）、氚（T）等（尤其是長半衰期的Kr-85（11年）、H-3（12年），廢水中亦含各種放射性元素，如鈽（Pu）可能對生命有長遠的影響㊵。希望台電計劃核能電廠時，已研究及考慮了這些因素。

結　　語

台灣地小人多，任何自然資源（如森林、土壤、水源、沿海生物…等等）均極爲寶貴，若不善加保護，合理化利用，一旦被破壞，將很難恢原狀。加上人口的膨脹，經濟的擴張，一天比一天加重對自然環境及自然資源的壓力，如何保持生態平衡，實在是我們當前最大的考驗。

謝　　誌

在收集本文各種資料時，曾蒙李昭興、李國欽、呂世宗、金昭興、周天固、洪楚璋、陳月娥、高肇潘、徐田璋、徐玉標、許澤民、莊進源、曾文陽、楊思標、鄭森雄、蔡義本、蔡維鐘、簡道南、魏維新等人之多方協助，提供各種文獻及一些尚未發表之研究結果。行政院經濟設計委員會、經濟部水資源統一規劃小組、台灣省新聞處、台灣省水利局、台北市地下水道規劃小組、台灣省環境衞生實驗所、食品工業發展研究所等機構亦曾提供各種寶貴資料，另外，本文第一作者亦曾受國科會1973～1974年之研究補助（高雄港重金屬污染研究計劃），在此一併致謝。

一般統計參考資料

△ 台灣省政府編印的「五十一年來台灣統計要覽」（1946）：綜合日本統治台灣時期之各種統計，極爲寶貴，近有古亭書局的副印本。

△ 台灣省政府編印的「二十一年來台灣省統計提要，1946～1967」，可以說是「五十一年來台灣統計要覽」的續文。

△ 台灣省政府編印的「台灣省衞生統計」。

△ 美援會經濟研究中心（現由行政院經濟設計委員會）編印的 Taiwan Statistical Data Book”（台灣統計手册、英文）。簡單明瞭，又有一些外國的統計資料在內。

△ 李登輝著「台灣農工部門間之資本流通」共161頁，台灣銀行台灣研究叢刊第106種，1972年出版。分析1895年到1960年間台灣農業發展最澈底的論著，雖然某些部分太專門化，但仍是值得一般社會人士細讀的好書。其中各種綜合性的統計表格極爲珍貴。

△ 聯合國編印 "U.N. Statistical Year Book"，美國新聞處，台大法學院圖書館各有一套。

△ 聯合國 Food and Agriculture Organization (FAO) 編印 "Production year book"，農復會圖書館有一套。

△ 聯合國世界衞生組織編印之 "World Health Statistical Annual, Vol. 1, Vital Statistics and Causes of Death"，台大公共衞生研究所圖書館有一套。

參考文獻

① 張帆節譯「人口炸彈」大學雜誌63期，及轉載于許澤民編之「人與環境」。("The Population Bomb", P.R. Ehrlich)。
溫繼榮、李文蓉合譯「寂靜的春天」，今日知識叢書。("Silent Spring", R.L. Carson)。
宋尚倫譯「環境的危機」，巨流出版社，1974.("The Closing Circle", Barry Commoner)。
朱岑樓、胡薇麗合譯「成長的極限」，巨流，1973。("The limits to Growth", D. H. Meadows, 1972)。

② "W.H. Matthews, W.W. Kellogg & G.D. Robinson (1971): "Man's Impact on the Climate". MIT Press.

③ "Environmental Contamination by Radioactive Materials" International Atomic Energy Agency, Vienna, 1969.

④ W. H. Matthews, F. E. Smith & E. D. Goldberg (1971): "Man's Impact on Terrestrial and Oceanic Ecosystems", MIT Press.
D. W. Hood (1971): "Impingement of Man on the Oceans" Wiley-Intersci.
H.V. Weiss, M. Koide and E. D. Goldberg (1971): "Mercury in a Greenland Ice Sheet", Science, Vol. 174, p. 692.

⑤ P.R. Ehrlich, A.H. Ehrlich and J.P. Holdren (1973): "Human Ecology-problems and Solutions" Freeman Co.

⑥ T. Takeuchi (1972): "Biological reactions and pathological change in human beings and animals caused by organic mercury contaminations" in "Environmental Mercury Contaminations" ed. by R. Hartung and B.D. Dinman, Ann Arbor Sci. Pub. Inc.,
J. Ui (1972), "A few coastal pollution problems in Japan" in "The Changing Chemistry of the Oceans" ed. by D. Dyrssen and D. Jagner, Nobel Sym. 20.

⑦ "Eutrophication", National Academy of Science, Washington D.C., 1969.

⑧ 李國欽、李運申、劉壽珠（1973）：「台灣水稻田土中汞之殘留量」植物保護學會會刊；第十五卷第四期，第一七〇頁（英文，附中文摘要）。

⑨ 莊進源、李樹久（1974）：「台灣生活環境與環境污染問題之關係」，行政院衞生署印。

⑩ 張爲憲（1974）：「世界各國對食品中重金屬及有毒元素污染之容許限量」，食品工業第六卷第四期，第卅二頁。

⑪蘇昕（1972），「米穀及稻藁中殘留砷量測定法之研究」，台灣農業第八卷第四期，第九十六頁。

⑫ 李國欽、李運申（1973）：「數種有機氯烴類殺虫藥劑在台灣水稻田土中之殘留量」，植物保護學會會刊第15卷第4期，第163頁。（英文，附中文摘要）

⑬ 黃添盛（1973）：「談BHC及其殘毒問題」，台灣農業第9卷第2期第149頁。

⑭ 羅美棧、沈元肇、黃美奈（1973）：「自來水源農藥污染及其防治之研究」，環境衞生實驗所報告。

⑮ 孫藍天（1974）：「有機氯劑農藥對台灣養殖魚貝類之影響」，台大海洋研究所碩士論文（鄭森雄指導）。

⑯ J.L. Radomski, W.B. Deichmann and E.E. Clizer (1968): "Pesticide concentration in the liver, brain, and adipose tissure of terminal hospital patients", Food & Cosmetic Toxicology, Vol. 6., p. 209.

G.F. Nordberg (1974): "Health hazards of environmental Cadmium pollution", AMBIO, vol. 3, no. 2, p. 55.

R. Hartung and B.D. Dinman (1972), "Environmental Mercury Contaminations)", Ann Arbor Sci. Pub. Inc.

⑰ 張爲憲、孫超財（1972）：「台灣漁船所捕獲魚類之汞污染研究」，食品工業發展研究所研究報告第27號。

⑱ 呂世宗。（私人通信）。

⑲ 呂世宗、陳福來、繆在澄（1973），「台北市大氣污染之現況」，氣象學報第19卷53頁。

⑳ 伊利特（1973）：「台灣工業空氣污染控制」，經濟部工業局報告，轉載于許澤民編之「人與環境」，台北市國際青年商會出版。

㉑ 台灣省環境衞生實驗所報告（1972）。

㉒ D.B. Clayson (1962): "Chemical Carcinogenesis", J. and A. Churchill LTD, London.

"Health Hazards of the Human Environment", World Health Organization, 1972.

S. Milham, Jr. and T. Strong (1974): "Human arsenic exposure in relation to a copper smelter", Environment Research, vol.l, P. 176.

㉓ 莊進源（1972,1973）："Research on air pollution in Taipei city" 能源季刊第2卷第4期，及第3卷第1期。

㉔ 陸坤泰、郭壽雄、林吉崇、楊思標、陳拱北（1974）：「台灣之原發性肺癌，第一部，流行病學特徵之年代觀察及病因的探討」，台灣醫學會雜誌第73卷第3期129頁。

㉕ 歐陽嶠暉（1973）：「淡水河渠水污染調查及河川自淨能力之研究」，台灣水利第19卷第3期67頁。

「淡水河系污染調查報告，（1971～1972）」，「河川污染調查，1971」，「工業廢水調查，1971」，「萬盛溪流域工廠廢水調查，1971」，均爲行政院經合會台北區衞生下水道規劃小組的報告。

㉖ J.E. Mackee, H.W. Wolf (1963): "Water Quality Criteria" 2nd. ed., State Water Quality Control Board California, pub. #3A.

"Water Quality Criteria" Federal Water Pollution Control Administration, U.S. Dept. of the Interior, 1968.

㉗ D.C. Burrell (1974): "Atomic Spectrometric Analysis of Heavy Metal Pollutants in Water", Ann Arbor Science.

M.B. Pescod, "Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for

Tropical Countries", U.S. Army Research Development group, Far East, Report no. EF476-I.

㉘ 沈元肇、王重仁（1973）：「新店溪農藥與重金屬污染之調查研究及其對魚類生存之研究」，台灣省環境衛生實驗所。

㉙ R. Hartung, B. D. Dinman (1972): "Environmental Mercury Contaminations", Ann Arbor Science.

㉚ 洪楚璋、陳汝勤、林良平、梁乃匡（1975）：「台灣西南沿海貝類死亡原因之研究」台大海洋研究所專刊第 6 號。

㉛ 洪楚璋、江堯渝（1973）：「基隆八斗子沿海海水污染之研究」，Acta Oceanographica, no. 3, P. 65.（英文，附中文摘要）

㉜ 鄭森雄、黃耀文、李義生、王果行、鄭淑楨（1973）：「基隆港捕獲魚貝類之重金屬含量」，台灣水產學會會刊第 2 卷第 1 期78頁。

㉝ 洪楚璋、李啓成、江永棉、譚天錫、鄭森雄（1973）：「基隆港灣海水污染之研究」，台大海洋研究所專刊第 3 號。

㉞ 洪楚璋、李遠輝、吳大成、江永棉、譚天錫（1975）：「高雄港灣環境與生態調查」，台大海洋研究所專刊第 5 號。

㉟ 李遠輝（1976）："The denudation of Taiwan Island since the Pliocene time", Geology, vol. 4, P. 105.

「台灣各河川輸沙量之初步估算」，經濟部水資源統一規劃委員會，1973。

㊱ 「台灣水災之研究」台灣銀行台灣研究叢刊第91種。

㊲ 「台灣之木材問題」，「台灣之木材採運」，台灣銀行台灣研究叢刊第92種及第94種。

㊳ 徐明同：「台灣地區地震活動研究報告」。

㊴ 李昭興、徐春田、呂峰政（1973）：「台灣海峽東部地質構造之研究」，Acta Oceanographica Taiwanica, no. 3, P. 117.（英文，附中文摘要）

㊵ D.A. Berkowitz and A.M. Squires (1971): "Power Generation and Environmental Change", MIT Press.

W.J. Bair & R.C. Thompson (1974): "Plutonium: biomedial research." Science, vol. 183, p. 715.