

海洋環境概論

— 談台灣沿海環境 —



范光龍 著

台灣西書出版社 印行

海洋環境概論

—談台灣沿海環境

范光龍 教授 編著

台灣大學海洋研究所 教授

美國北卡州立大學 物理海洋學博士

台灣西書出版社 印行

著作權及版權所有
不得抄襲、翻印或重製

海洋環境概論

(全一冊)

原 著：范 光 龍 博士

出版者：台灣西書出版社

發行人：吳文清

總經銷：台灣西書出版社

台 北 市 臨 沂 街 6 9 巷 1 號 1 樓

電 話：(02)23212308 23927137

FAX : (02)23415600

劃撥帳號：0167238-6 吳文清 帳戶

http : [//www.western.com.tw](http://www.western.com.tw)

E-Mail : westbook@ms14.hinet.net

定 價：新台幣 250 元

中華民國 92 年 2 月一刷

序 言

1. 我在台大海洋研究所教書已達 26 年，大約 10 年前左右，在大學部開了一門通識課程：「海洋環境概論」，引起相當熱烈的迴響，修課的人數太多，對於上課場地及講義都造成困擾，幾經改變，最後決定每學期開兩班，每班限 200 人，由於每次印講義都印到手軟，才想把上課的講義寫成書，也讓學生可以得到更完整的知識，這就是我寫此書的主要動機。我希望這本書也將在各大書局銷售，或許有助於對社會大眾環保教育的推廣，這樣更有意義。
2. 本書共分 10 章，海洋環境受到破壞是工業革命以後的事，因此第 1 章開宗明義就談工業文明的災難，第 2~9 章的內容都與海洋環境有關，每章一般先說明海洋學的理论與現象，然後盡量以台灣沿海的例子說明海洋環境。第 10 章談心靈環保，這是較為特殊的內容，我每次上 2 小時的課，最後會留 10~20 分鐘談「人生看透透」，天南地北談環境，談人性……無所不談。幾年下來，最受學生歡迎的部分竟然是「人生看透透」，因此我就把這部分的內容重新編排撰寫下來，希望能讓學生增進瞭解人類心靈與自然環境相互契合之重要。
3. 這本書之編寫，鄭金玉、張德俊、張淑惠、陳韻晴四位小姐及林國龍先生均幫忙甚多，在此一併致謝。此外，當然我還要感謝太太何雲霞小姐的支持。
4. 本人才疏學淺，本書疏漏甚至錯誤之處在所難免，請各位先進、讀者不吝指正。謝謝！

台灣大學海洋研究所教授

范光龍 謹誌

2003 年 2 月

海洋環境概論

(全一冊)

目 錄

第 1 章	工業文明的災難.....	1
1.1	工業文明的災難.....	2
1.2	智者之言.....	3
1.3	海洋學里程碑.....	4
第 2 章	海平面上升的問題.....	7
2.1	全球暖化問題.....	9
2.2	海平面上升.....	14
第 3 章	聖嬰現象—El Niño.....	21
3.1	海面水溫.....	23
3.2	El Niño 的成因.....	25
3.3	El Niño 的現象.....	27
第 4 章	海流與環境.....	33
4.1	海流的分類.....	35
4.2	密度流.....	35
4.3	風吹流.....	37
4.4	上升流.....	41
第 5 章	波浪與海岸環境.....	47
5.1	波浪特性.....	49
5.2	碎波.....	51
5.3	海嘯.....	55
5.4	台灣的海岸.....	55

5.5	台灣海岸環境的變遷	59
第 6 章	潮汐與沿海環境	65
6.1	潮汐	67
6.2	潮汐的特性	68
6.3	潮汐與環境	74
第 7 章	河口環境	79
7.1	河口	81
7.2	河口環境	83
7.3	河川淤沙	86
第 8 章	海洋資源	91
8.1	物質資源	93
8.2	生物資源	95
8.3	非取用資源	99
8.4	海洋能源	102
第 9 章	海洋污染	107
9.1	海洋污染的定義	109
9.2	污染物的特性	111
9.3	生態環境的破壞	120
9.4	對策與展望	123
第 10 章	心靈環保	127
10.1	十二項方針	128
10.2	結語	141

第 1 章

工業文明的災難

1945年，第二次世界大戰結束，人類進入了一個新的時代。在戰後的幾十年裡，科學技術日新月異，生產力得到了空前的解放。然而，在工業文明的繁榮背後，隱藏著一場巨大的災難。這場災難並非來自自然，而是來自人類自己的創造。它是一種系統性的危機，威脅著人類的生存和文明的延續。

在 1945 年之前，人類對自然的認識還停留在經驗的層面上。然而，隨著科學的進步，人類開始試圖征服自然，改造自然。這種征服和改造的過程，就是工業革命的過程。在工業革命的過程中，人類創造了前所未有的財富和文明。但是，在創造財富和文明的同時，人類也創造了前所未有的災難。這場災難就是環境污染和資源枯竭。環境污染和資源枯竭是工業文明的伴生品，是人類在征服自然的過程中，對自然造成的巨大破壞。環境污染和資源枯竭已經威脅到了人類的生存和文明的延續。如果我們不採取行動，這場災難將會變得更加嚴重，甚至會導致人類的滅亡。

環境污染和資源枯竭是工業文明的伴生品，是人類在征服自然的過程中，對自然造成的巨大破壞。環境污染和資源枯竭已經威脅到了人類的生存和文明的延續。如果我們不採取行動，這場災難將會變得更加嚴重，甚至會導致人類的滅亡。環境污染和資源枯竭是工業文明的伴生品，是人類在征服自然的過程中，對自然造成的巨大破壞。環境污染和資源枯竭已經威脅到了人類的生存和文明的延續。如果我們不採取行動，這場災難將會變得更加嚴重，甚至會導致人類的滅亡。

環境污染和資源枯竭是工業文明的伴生品，是人類在征服自然的過程中，對自然造成的巨大破壞。環境污染和資源枯竭已經威脅到了人類的生存和文明的延續。如果我們不採取行動，這場災難將會變得更加嚴重，甚至會導致人類的滅亡。環境污染和資源枯竭是工業文明的伴生品，是人類在征服自然的過程中，對自然造成的巨大破壞。環境污染和資源枯竭已經威脅到了人類的生存和文明的延續。如果我們不採取行動，這場災難將會變得更加嚴重，甚至會導致人類的滅亡。

1.1 工業文明的災難

工業革命造就了生產技術的進步，延長了人的生命，但也使得人口逐漸增多，不僅使其他物種的生存受到威脅，地球環境受到破壞，同樣也使人類受害。工業文明造成的一些主要災難分述於下：

1 環境破壞

在西元 1800 年，全世界人口僅約 9 億，1900 年到達 16 億，到了 2000 年已逼近 60 億，為維持眾多人口生存，需耗用大量資源，使得海洋、陸地都被過度開發，每年都有近一千種物種因而滅絕。在地球 45 億年的歷史中，已發生 5 次環境大變化，每次都造成大量物種的滅絕，最近一次大約在 6,500 萬年前，是由於一顆相當大的流星撞擊地球造成的，很多物種因而滅種，其中最著名的動物是恐龍。諷刺的是，現在地球上又在進行第 6 次物種大滅絕，理由是地球上的人口太多；現代的人類存在於地球上才不過 200 萬年，很快就成了地球的主宰，如果由地球上的總體物種票選最惡的生物，毫無疑問地，自稱萬物之靈的人類應是首選。

2 貧富不均

工業文明往往會出現實行資本主義的弊端，富國壓搾窮國，造成國與國之間的貧富不均，使國際局勢不穩；而在一國內，資本家也較勞動階級佔優勢，貧富不均嚴重的話，除了喪失社會公義外，也容易造成社會動盪不安，在台灣平均收入前 20% 的國民所得相較於最低 20% 所得的倍數，已由 1996 年的 5.38 倍緩步上升至 2001 年的 6.38 倍，相對地台灣的治安也有惡化的趨勢，這是政府在提振經濟成長時必須面對的嚴肅課題。

3 人得惡疾者大增

在全世界大部份的開發國家中，心臟血管的病變和癌症是死亡的主因，前者是由於攝取飲食不當及缺乏運動，而癌症致死的人大量增加，則多歸因於飲食不當、壓力以及污染，除了飲食不當外，壓力也會造成免疫力降低而導致癌症；至於污染，不同性質的污染物造成不一樣的惡疾。人的生命三要素：陽光、

空氣、水全部都被污染，空氣與水的污染大家已熟知，由於工廠排出的廢氣，造成大氣臭氧層的破洞，使過量的紫外線傳達到地球表面，陽光曬多了易使人得到皮膚癌，附帶提一下，白種人比黃、黑色種的人更易得皮膚癌。

1.2 智者之言

工業革命造就了物質的文明，但也對人類造成壓力，並未讓更多人感到幸福，我們聽聽下列幾點智者之評論：

1. 物質文明使人們的生活庸俗化、平淡化，這也是生存競爭下的結果，換言之，機器、工廠是近代文明特有的產物，它挾著巨大的勢力，造成人類外在生活的枯燥俗惡、了無詩趣，人人急急忙忙，日夜奔營，不但享受不到生活的樂趣，反而更深切感受生存競爭的痛苦，過著慌忙而落寞的歲月。
2. 人類愈進步，機器使用愈普遍，我們的生活就愈遠離自然。物慾節節高升，永無填滿之時，生活費用也就愈趨膨脹，每個人腦海裏總是想：不論再苦也得拼湊出錢來，以滿足這些物質慾望，於是個個發揮其所能，你爭我奪，不甘後人。人們對於物質生活所耗費的努力，比之逍遙閒散的中世紀時代，殆有十百倍之多，因而又倒果為因，更加促使物質的進步，再進而增加生活的困難，如此惡性循環不已。
3. 一般而言，當人年登老邁時，因智力活動較遲鈍，體力也逐漸衰退，一切物質上、肉體上的慾望也就日益減少，自然而然想寄望於來世，而有信仰宗教的傾向；反之，在年輕力壯時，肉慾、物慾正當最熾烈之期，對於現世有較濃厚的希望和強烈的執著，在現實生活中忙得團團轉，根本就沒有空閒去數念珠，或上教堂充實精神食糧，以致傳統家庭倫理及社會人情逐漸淡薄，造成年輕人空虛，老年人寂寞的生活形態。

1.3 海洋學里程碑

本書主要談海洋環境，我們分別說明海洋學發展史上的幾個重要里程碑：

1 哥倫布發現美洲

哥倫布(Columbus)在西班牙皇家的資助下，於 1491 年 1 月自西班牙 Seville 出發，隔年發現了美洲，事實上早他 500 年以前，挪威維京人已開始造訪美洲，只是他們沒有像哥倫布那麼聲勢浩大而已。哥倫布原本計畫是希望從海路也能航行到早他 200 年的馬可孛羅所描述的東方世界，根本沒想到發現新大陸這回事。美洲的存在廣為人知後，歐洲人漸漸移入，摧毀了一些美洲原有的文化，再造了另一種新的文明，同時也大大改變了美洲的生態環境。

2 麥哲倫 1519～1522 年環球一週

麥哲倫(Magellan)於 1519 年，也是從西班牙出發，花了 3 年時間首次完成環球一週的壯舉，他本人於 1521 年在菲律賓被殺，1519 年出發時原有的 250 名船員最後也只剩 18 人活著回來。船員中很多人死亡是因為當時仍然不曉得在海上長時間航行，如果未帶足夠蔬菜、水果的話，會因缺乏維他命 C 引起敗血症而死亡。麥哲倫證明了地球是圓的，這激發了歐洲人往外探險的野心，但也開始了歐洲國家往外掠土搶奪的黑暗歷史，許多美洲人被剝削，自然資源被掠奪，很多古文明也遭到摧毀。

3 庫克 1768～1780 三次環太平洋探測

庫克(Cook)在英國海軍服務，1768～1780 年三次完成環太平洋的探測航行，是大家公認的第一位海洋學家，他很受尊敬，他的名字也廣受歡迎，在各地地方多所引用，例如，紐西蘭有庫克山，阿拉斯加有庫克海峽。他每到一處新的陸地或島上，都相當尊重原住民，但諷刺的是，他本人不幸於 1779 年在夏威夷被土著殺了，肇因於他的船員觸犯了原住民的禁忌。

4 達爾文 1831～1836 環球探測

1831 年達爾文(Darwin)剛從英國劍橋大學畢業，他念的是神學，只是業餘

的自然科學家，受邀參加環航世界一週，費時 5 年的探測之旅，這份工作因沒薪水，父親反對他參加，但最後他還是堅持加入，後來根據該次航行收集的資料發表了進化論，大大改變了物種演化的理論。我們現在談起進化論相當自然，但別忘了，當時宗教勢力很大，達爾文的理論違反了神創造宇宙的學說，因而冒了被處死的危險；他是大家公認影響人類最大的科學家，而公認最聰明的人是發明相對論的愛因斯坦。

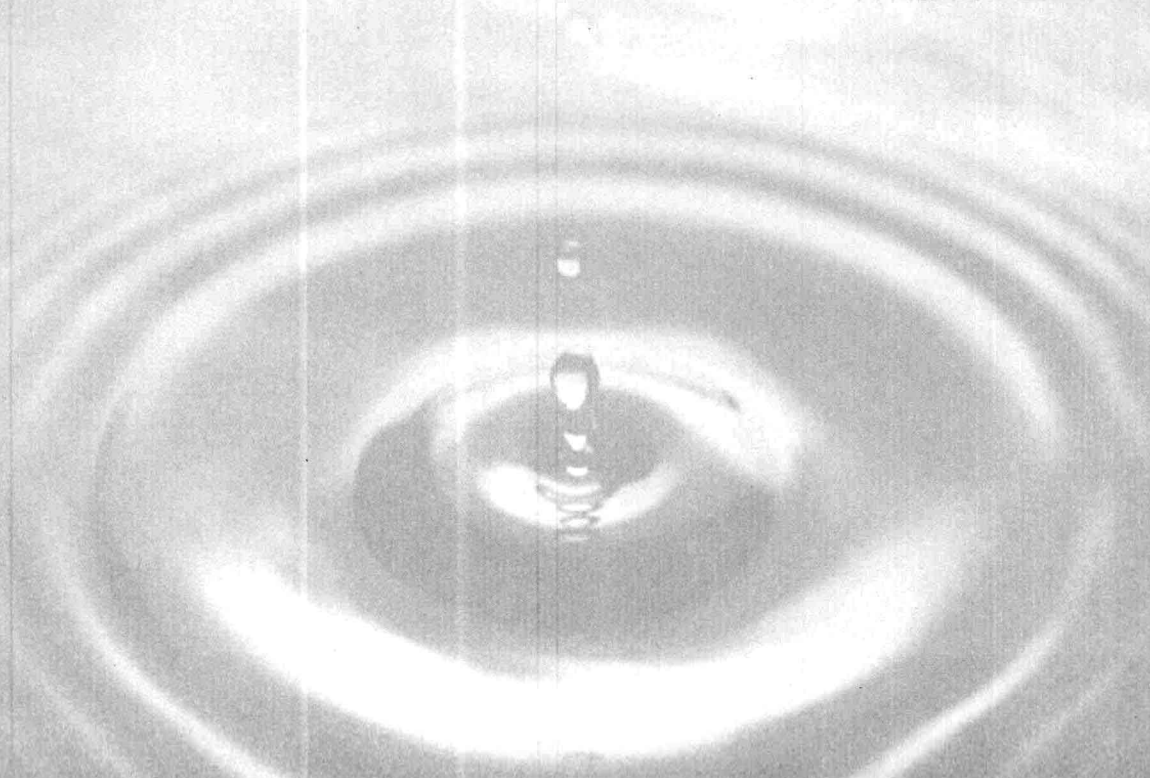
四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百。

第 2 章

海平面上升的問題

劉氏之出題◎

劉氏之面平審◎



海洋佔地球表面積 71% ，但這比例並非一成不變，大約 18,000 年前，海平面比現在低約 100 公尺，當時中國大陸與台灣以陸相連，英國與歐洲也是以陸地相接，後來地表溫度逐漸上升，陸上的冰融化了流入海洋而使海平面漸漸上升，直到 3,000 年前左右才穩定下來，然後一直維持到現在都很少變化，近年來由於溫室效應的影響，地表溫度又有上升的趨勢，這又將造成海平面的上升，使陸地的面積減少。事實上，已有資料顯示過去 100 年來海平面大約上升 10 公分左右，全球 90% 以上的冰在南極，因此南極冰的動態自然成為大眾注目的焦點。

2.1 全球暖化問題

- ⊙大氣成分與地表溫度
- ⊙地球上的冰

2.2 海平面上升

- ⊙陸地之升降
- ⊙海平面之升降

2.1 全球暖化問題

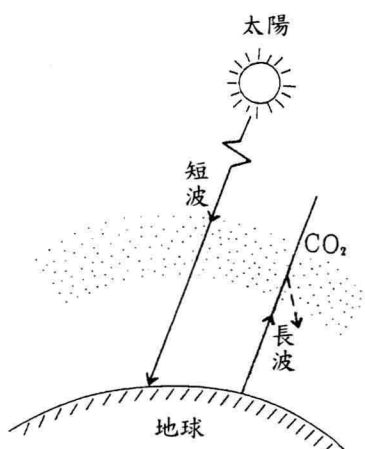
造成海平面上升的主要原因是全球暖化的效應，而近百年來全球暖化主要是溫室效應造成的。大氣暖化使海水因溫度上升而膨脹，再加上陸地上的冰川融解後流入海洋而造成海面上升。本節將討論大氣成分及地球上的冰。

2.1.1 大氣成分與地表溫度

大氣成分的變化會影響地表溫度，使地表溫度上升的稱之為溫室效應，而使之下降的，我們姑且稱之為冷卻效應，今分別說明如下：

1 溫室效應

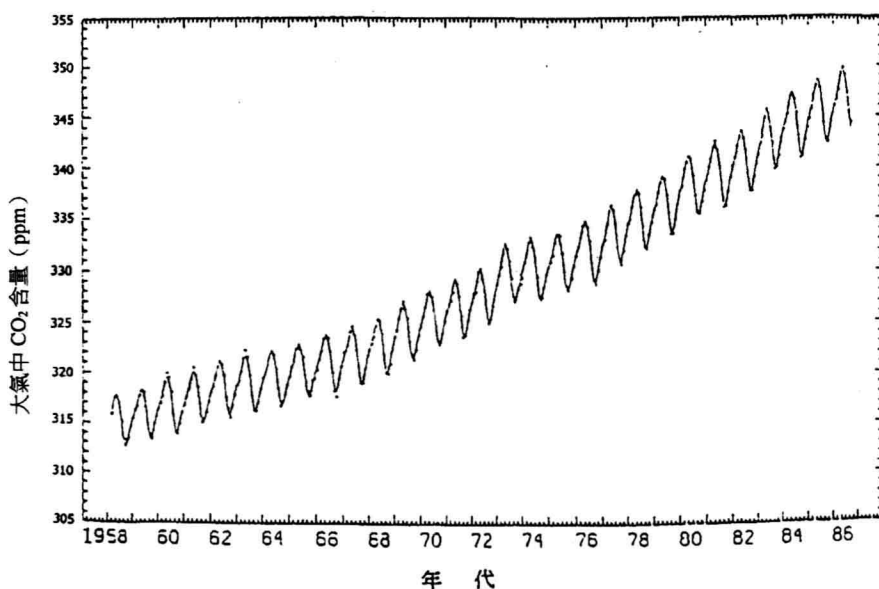
溫室花房的玻璃屋頂讓陽光容易傳入，室內熱量卻不易輻射出去，因而能夠保持室內溫暖，這就是所謂溫室效應。太陽熱能以短波方式傳至地球，部份為地球吸收，但地球同時也把熱量以長波方式輻射出去，大氣的功能使傳入與傳出地球的熱能大致相等，因而保持了地表溫度的穩定，但是如果大氣中二氧化碳增加太多的話，等於加強了溫室效應，會造成地表溫度的上升(圖 2.1)。



▲▲圖 2.1 大氣中太多 CO₂ 會造成溫室效應

長久以來，大氣中新增加的與消耗的二氧化碳量大致相等，因而大氣中二氧化碳含量相當穩定，但現在情況不一樣了，1958~1986 年間，在太平洋夏

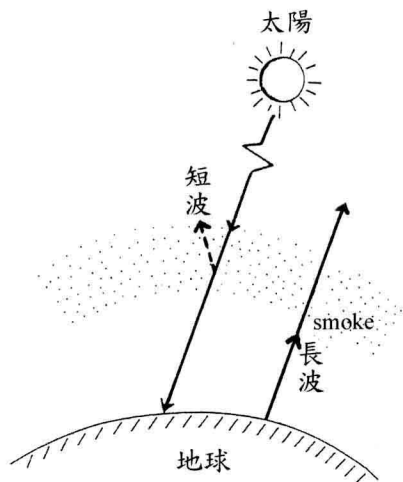
夏威夷島上測得的大氣中二氧化碳含量增加了 30ppm 左右(圖 2.2, ppm 代表百萬分比), 大約增加 10%。造成二氧化碳含量增加的原因有二, 一為石化燃料如汽油、煤等的使用量增加了, 另一原因為砍伐森林, 這是由於樹木行光合作用會消耗大氣中的二氧化碳, 如果大氣中不斷加入新的二氧化碳, 而砍掉會消耗二氧化碳的樹林, 二氧化碳的含量自然會增加。因此近年來巴西亞馬遜河兩旁原始森林被大量砍伐, 引起環保人士高度的關注。為了防止溫室效應擴大, 目前國際間對於每一個國家排放二氧化碳的總量都有嚴格的規定, 超過標準的國家會受到經濟制裁。



▲▲圖 2.2 夏威夷測量大氣中二氧化碳含量(單位: ppm)

2 冷卻效應

如果大氣中含太多煙 (smoke), 其效應剛好與 CO₂ 相反, 它不會影響地球的熱量輻射出去, 但會阻擋部分太陽熱能傳至地球(圖 2.3), 因而使地表溫度降低。火山爆發及核戰都會使大氣中的 smoke 增加, 每次發生較大規模的火山爆發, 煙霧遮天, 其鄰近地區的氣溫都會下降, 而且持續一段時間。核戰也會製造大量煙霧, 但它對人類的摧殘太可怕了, 希望永遠不會發生。



▲▲圖 2.3 大氣中太多 smoke 會使地表降溫

2.1.2 地球上的冰

地球上最冷也是最多冰雪的地方，在高山上以及南、北兩極。高山冰川以及南、北兩極的冰川並不一樣，分別討論於下：

1 高山冰川

高山上的氣溫比平地低，在中、高緯度的高山上，如歐洲的阿爾卑斯山以及亞洲的喜馬拉雅山等都還有冰河時期殘存的冰仍未融化(圖 2.4)，由於近年來氣溫的升高，冰川逐漸融化而漸往後退卻，這些融化後的水最終流入了海洋。



▲▲圖 2.4 喜馬拉雅山冰河時期的冰