

六月份 國中生物教室

楊 榮 祥
國立臺灣師範大學

這個月是學年結束，也是國中生物課最後的一個月，我們國中生物教室要討論的主題，也是國中生物教材中，最重要而最現實有關生物科的社會問題，包括環境污染、人口與資源問題等。

上個月的國中生物教室討論過生物與環境的相互關係。我們認為沒有任何一種生物能單獨生活，生物與生物，無論其為同種或異種，乃至生物與環境，都有其極為密切的相互關係。生態系，事實上就是這些相互關係，所構成的有機體，也是一種動態的平衡系統。

人類同其他各種生物一樣，本是生態系內相互作用中的一單元。自從人類出現在地球上以來，人類同其他生物一樣，都在大自然嚴厲的考驗中，也就是在天擇的力量下，維持其個體與種族的生命。但自從本世紀後半，由於人類科技的突飛猛進，不單使人口大幅度增殖，更因其科技的「產品」，污染生命環境，還威脅到這本來就有限而極為脆弱的平衡系統。

國中學生之中，固然有一部分學生將繼續升學，但也有很多學生在畢業之後，就要「各就各業」，可能再也沒有機會到學校學生物科學。所以這些有關生態系平衡以及直接影響全人類唯一的「家」（地球），還可能斷送生命世界的現代社會問題，都要有正確的認識。所以本章最主要的「科學概念」就是：

1. 人類也是生物與環境相互關係中生態平

衡系統裡面的一份子。

2. 人類的數量（人口）以及人類的活動，均已經發展到足以影響，甚至破壞自然環境及其均衡的地步。

3. 地球生命圈內的天然資源極有限，並非用之不盡，取之不竭。

4. 地球生命圈的空間也有限，人類科技的發展，尚無法為人類提供無限度的居住空間。

5. 人類必須節約天然資源，節制人口膨脹，並努力維護天然環境的品質。

本章最主要的「學習行為目標」，自然以瞭解上述各項科學概念為重要目標，此外，更重要的仍然屬「德育」目標。我們希望教師都能幫助學生們培養「愛好生命世界，維護生活環境優良品質的積極意願」。

教材研究

第一節 污染

「環境污染」可以說是現代社會的新名詞，幾乎每天的報章雜誌，大街小巷裡大家都在討論的問題。除了課本中所提水與空氣污染之外，大凡對於公眾有害的，例如：因肥料與殺蟲劑所引起的土壤污染；因發電廠或其他工廠冷卻系統裡所排出高溫水的熱污染；都市成群車輛所引起的噪音污染等等都是公害。其中最為嚴重的還是水

與大氣的污染。

希臘的詩人平德爾(Pindar, 522-443 B.C.)，曾說過：「水是萬物之中最美好的物質」。我們生物教育界的同仁應最能了解這一句話的意義。生物體的組成中，以水為最多，一切生命現象均在水中進行，沒有水，生物就不能生存。據農學家估計，為生產一公斤的小麥穀需要大約1,000公斤的水；為生產一公斤的牛肉需約24,000公斤的水。地球上凡有水的陸地都可以長生物，缺水的地方生物質量(biomass)都很低，甚至無任何生命。但最近人類卻以各種「方法」以污染水域。

課本首先提及英吉利海峽油輪相撞，原油污染英國海岸的事件。在1967年，剛好十年前的三月，美國油輪托利峽谷號(Torry Canyon)裝載十一萬八千噸的原油，自科威特駛往英國的威爾斯，不幸在英格蘭西南端觸及暗礁，船體開裂，更因風浪猛烈衝擊，終於在十天之後斷成兩截，數萬噸原油噴洩入海洋。

當時英國政府派出36艘船，拋入千百噸的清潔劑以便使油污化開沈澱海底，以避免污染海岸；英國防止虐待動物協會也派出救護隊，設法營救困在油污中的雀鳥，又用皮帶管將壓縮空氣打到蠔床，並鋪設草席與鋅網，以保護蠔床。另外還派出卡車，將幾百萬幼蠔移植到南岸。但，大批的清潔劑，對於蠔類、貝類及床棲魚類，造成新的污染，導致大批死亡，使該地區養殖業幾乎完全破產。又因浮油斷絕水中生物所需之光與氧，使沿海迴游性魚群遠離，嚴重影響沿岸漁民的生活。此外據統計，困在浮油之中而死亡的鳥類，達十萬多隻！可見其對於生態系直接、間接的均有嚴重影響。最後在無計可施之下，英國當局派空軍，投下燃燒彈，熊熊的大火衝上高空達200呎，所產生的灰燼又造成嚴重的大氣污染。

十年之後，風水輪流轉，幾乎同樣的事情發生在我國基隆外海。今年二月七日，科威特籍

21,616噸的油輪布拉哥號(Borag)，自波斯灣載運三萬多噸燃料油來我國，就在上午11時45分，在基隆北部約3海里海面觸上「新瀨礁」而告擱淺，加上海浪太大，無計可施，終於在15日(8天後)船身斷裂，使所載的燃料油漏出三分之一，污染北部海域，嚴重影響其生態系的平衡。據中國時報三月一日報導：基隆市政府調查漁業損失初步報告，包括鰻魚苗33萬多尾、烏魚苗381萬尾、虱目魚苗31萬尾、蝦種苗5噸、貝類種苗6噸、成魚950噸、蝦10噸、貝類及龍蝦6噸、海藻34噸等。

關於布拉哥輪油災，我們成立漁業調查小組，由中央研究院動物研究所、台灣大學海洋研究所及動物系、海洋學院、衛生署環境衛生處、台灣省漁業局、水產試驗所等學術及行政機構就下列各項分組調查：1.除油劑及油污污染對生物的影響。2.生物體中的海產食品油污量以及除油劑對人類健康的影響。3.漁業生產長期損害的評估。4.油污污染對於海域生態結構的長期影響，分水文及水質化學分析，植物性浮游生物及藻類調查，動物性浮游生物調查，無脊椎動物調查，魚類調查等等。

另外行政院國家科學委員會，也發動中央研究院及台大海洋研究所與動物系專家，提出七大專題研究，包括：

1. 水質化學分析：主要工作包括水文分析、溶氧量、總油量及碳氫化合物之分析，基礎生產力測定，光合作用色素之測定，化學營養表之分析。

2. 植物性浮游生物及藻類之檢定：旨在觀察植物性浮游生物之種類及數量，並調查沿岸藻類之種類與數量。

3. 動物性浮游生物之檢定：主要在調查浮游性甲殼類、稚魚之種類、數量、分佈、迴游與季節變異，以及魚類產卵場等之變動與影響。

4. 底棲動物之調查：主要在調查附著於海

底岩石上之海螺、海胆及牡蠣，其數量及大小結構變異情形，生長及死亡情形。

5. 魚類之分析檢定：計畫每月分別用同樣大小漁網以同一方法採集魚類樣品兩次，鑑定魚種，計算各類魚種數量，量取每一魚體之體長、體重、生殖腺重等，以了解此海域魚類消長情形，並分析油污染對於各種魚體大小、重量組成、生殖等季節、性比例、食性之影響。

6. 漁場經濟效益之調查統計與評估：調查台灣北部海域實際生產之魚種及漁獲量及魚苗變異情形，藉以了解每月生產魚種，並評估其經濟效益。

7. 油及除油劑對海水生物之急速毒性：旨在實驗室內分析油污染及除油劑對生物之毒性作用，所得結果與野外調查結果，相互配合，即能了解油污染及除油劑之毒性。

這些都是活生生的生物教材，海洋的污染並非只影響那少數的漁民，它會破壞生態系的平衡。近年來工業發達，各國對於石油需求大量增加，在運油過程中，常引起海洋污染，影響整個生態系的平衡，絕不可輕視。無論是淡水、海水都是寶貴的資源，絕不可隨意污染。

在陸地上，水污染的情形，恐怕有些地區還比布拉哥號油災更厲害。水污染的來源有很多，諸如，工廠所排出的廢水，農田所流出含有大量肥料與殺蟲劑的毒水，都市家庭的排水，包括含有大量清潔劑的排水，衛生設備的廢水，家庭或城市的垃圾所污染的水等等。

最近在各地區中小學科學展覽會中，常常看見很多有關水污染的研究報告，可見我們中小學科學教師，早就注意到其重要性，實屬可貴。省政府所倡導的消除髒亂運動，也對於我們環境品質的改善有直接貢獻。維護生活環境人人有責，教師宜諄諄教誨，解以利害關係，防止任何工廠、機關、以及住家，任意污染環境才對。

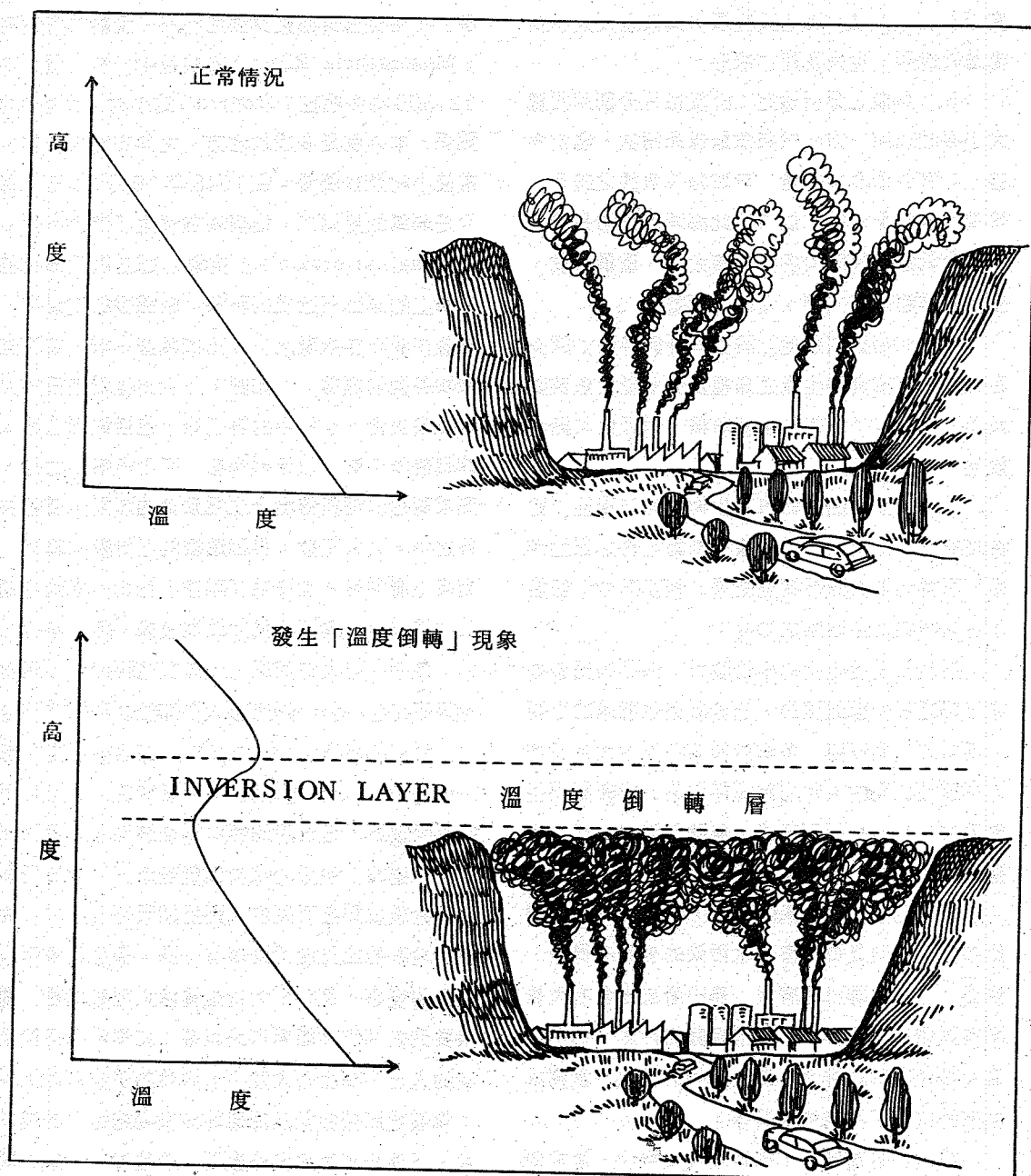
關於大氣污染的災害也有好幾個「有名的故

事」。在美國東部賓夕法尼亞州，孟納格喜拉河（Monongahela River）的峽谷中，有一個人口12,300叫多納拉（Donora）的小村。因地形的關係，本來就是多煙的地方，尤其在秋天多霧，常使小村煙霧瀰漫。在1948年10月26日，那天是無風的星期二，這個峽谷發生「溫度倒置（thermal inversion）」現象。這是因地形與氣象學上的原因而造成的現象，較溫暖的空氣層，覆蓋在較冷空氣層之上，正如鍋蓋一樣，蓋住整個峽谷裡的煙霧，（如圖1）引出極為嚴重的大氣污染災害。小村中的各工廠，包括電纜工廠、鋅與硫酸工廠、以及製鋼廠，所不斷噴出的紅、黑或黃色的煙與霧混合成為致命的煙霧，滯留峽谷之中，久久不散。再因煙霧的上層吸收陽光，提高上層溫度，加強這「鍋蓋」作用。直到星期天，這有毒的煙霧才開始慢慢散去，但已有6000人，幾乎一半人口病倒，且有15個男人，5個女性因而喪生，另外還有很多人不知縮短了多少壽命。

類似的事情，於1952年，在倫敦發生。那一天是12月5日星期五，天氣很冷，家家戶戶都大開暖爐，他們用的燃料都是煤炭。大量的煤煙在「適時」發生的溫度倒置現象下，使原已多霧的倫敦成為漫天煙霧。到星期天時，倫敦市街有些地區的能見度低到僅有一碼，發生許多難以相信的怪事。例如，大量煙霧滲入電影院裡，觀眾要到前四排才能看得到銀幕；在泰晤士河畔散步的人士，在粗心大意下，居然舉步步入河水中；靠儀器將飛機安然降落倫敦機場跑道上的駕駛員，下機後駕車離開停機坪，前往機場大廈之間，竟告失蹤，使機場不得不指派一隊警員在機場內搜救。根據當局統計，有4000人的死亡，應歸咎於這一次倫敦大霧。

在我國最近數年來，這些水與大氣污染所引起的災害或糾紛已屢見不鮮，以最近數日為例，6月2日台北縣新店亞洲工業公司，為生產油漆，因原料反應不完全，產生一種蒜臭味刺激性的

(圖一) 大氣污染溫度倒轉現象



氣體，使三平方公里，一萬人口受害，並使附近大豐國小數百學童中毒；有五人暈倒急送耕莘醫院急救；6月1日報載台南新營三家紙廠，被控排放工業廢水，毒斃魚鮮，造成數千萬損失案，經台南地院審結宣判有罪，工廠負責人被判處有期徒刑等。

大氣污染最主要的來源有二：一為各號工廠

所排廢氣，另一則為各種機動車輛的排氣。根據美國公共衛生署統計，在1960年一年中，美國全國約九千萬輛大小各種機動車，向大氣中噴入66,000,000噸的一氧化碳，1,000,000噸的氧化硫，6,000,000噸的氮的氧化物，12,000,000噸的碳氫化合物及1,000,000噸其他固型物質。這些數字如換算為一天的量，美

國的車輛所排出污染物的重量，約等於從紐約到芝加哥頭尾相接排成一行汽車的總重量。在台北市也有數十萬輛大小車輛，在上下班時間所排出的煙幕之大，大家有目共睹。

大氣污染物中，一氧化碳極易與血液中的血紅素結合，結果紅血球運氧的功能大減。如果人在一氧化碳含量 80 ppm (1 ppm = 百萬分之一) 的大氣中活動 8 小時，他循環系統的運動機能要減弱 15%，這等於他失血一品脫 (568 cc)。在上下班時間，台北市幾個主要馬路的十字路口紅燈亮時，所雲集車輛的排氣，可能使大氣中一氧化碳含量升為高達 400 ppm。一氧化碳中毒的症狀，有頭痛、視力障礙、肌肉浮動受阻、嘔吐及腹痛等，嚴重時失去知覺、痙攣甚至致死。其他各種污染物，也都對於呼吸器、循環器有嚴重的傷害，可能引發氣喘症、支氣管炎、肺炎、肺氣腫，甚至肺癌等疾病。

有人認為工業發達之後，大氣與水污染是免不了。甚至還視為這表示我們已經「步」入工業國家之林而沾沾自喜。這完全是錯誤的。固然大氣與水污染，令工業國家頭痛，但，均已逐漸的加以改善。例如，倫敦泰晤士河，一度髒亂如高雄愛河，但據報導已大有改善，反觀高雄愛河，似有愈來愈使人感覺到有換名之必要。如此臭河實不配用此名。記得筆者二十年前在南部服役時，尚見有垂釣人，如今卻皆掩鼻而過。再說大氣污染，十年前洛杉磯城，因龐大工業地區內的工廠與數百萬部汽車排煙，使此城得「煙城」之稱。但最近因工廠濾煙系統以及其他各種措施，在工廠排煙方面已有顯著改善。在交通方面，則積極發展大量運輸系統 (mass transportation system)，以減少車輛數目，改良汽油品質，或以電動車代替內燃引擎車輛等，在治本治標兩方面積極推展其研究。

防止環境污染人人有責，生物教師更應負起輔導之實責，設法使學生去影響家庭與社會。實

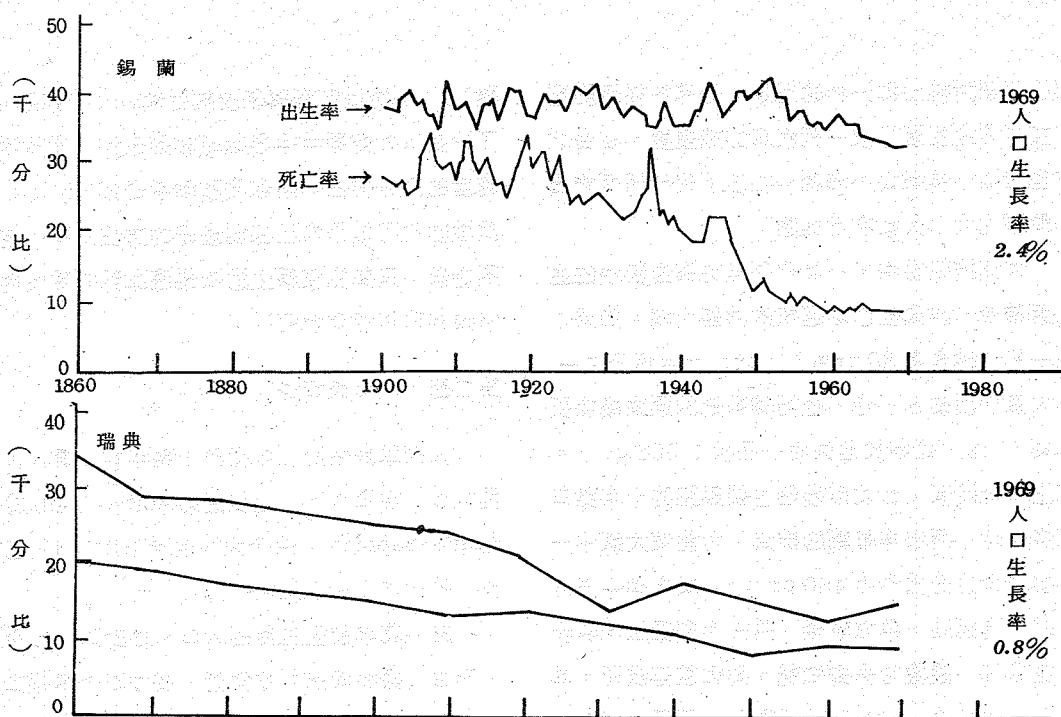
驗 12-1 不妨以家庭與學校附近地區為調查區，除了調查以外鼓勵學生思想應如何改進。關於污染程度的評分方法，請參閱教師手冊第 65 頁。當然教師也可以用自己認為最好的方法，不一定要照書做，只要能使學生認識維護品質的重要性，培養其積極意願就可以了。

第二節 人口與資源

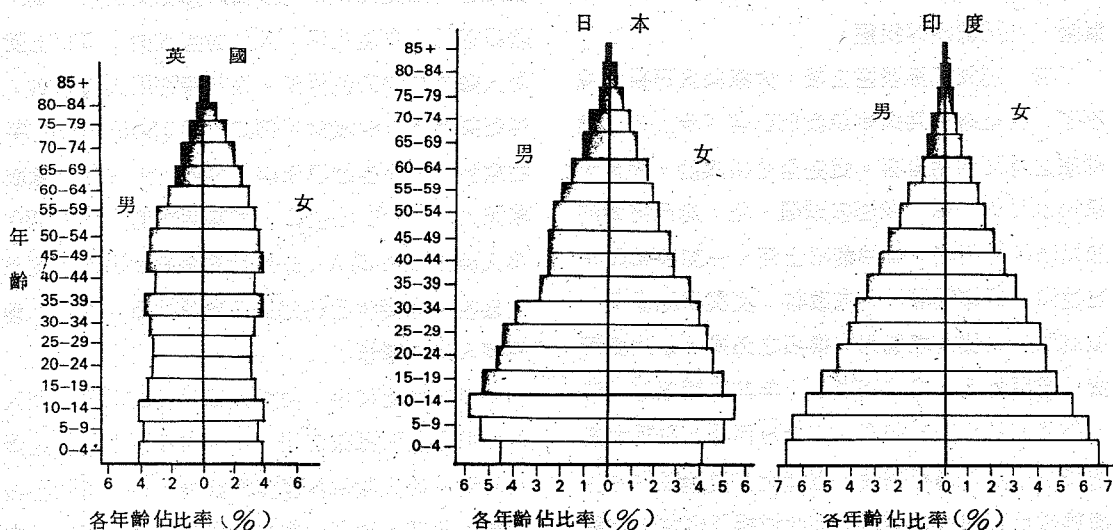
人類學家估計，自從數十萬年前「真人」出現之後，在這地球上已住過約 600 ~ 1000 億 Homo Sapiens，但今天的地球上就有 40 億人口，約佔其 4 ~ 6%。

約一萬年前全世界的人口，估計只有 5 百萬，過去人類的增殖率非常低，這並不表示過去的人出生率低。相反地，過去的人出生率都很高，但死亡率則更高，使人類在天擇律支配下，保持著很低的人口生長率。人口的生長史，事實上就是人類死亡率的改變史。人類時常因天災人禍，得到調節人口的機會。例如公元 1348-1350 年在歐洲，所發生的黑死病 (鼠疫) 大流行，奪取歐洲人口 25% 的生命，尤其英國的人口由 380 萬人減至 210 萬人。此外世界各地因洪水、乾旱、蟲害，而發生的飢荒以及戰爭都曾「有效」地壓制人口的膨脹。

但本世紀後半，由於人類科技的發展，使人類逐漸擺脫天擇律支配，例如防疫技術，抗生素的發明，使人類解除瘟疫的威脅；農工業的科技例如：育種、灌溉、肥料、殺蟲劑及農耕方面的知識與技術，使人類減少許多飢饉的發生，核能科學，尤其原子彈的發明，確實阻止了大規模的戰爭。結果全世界各國均大幅度地降低了死亡率。有些國家死亡率降低之時，也相對降低其出生率，保持穩定的人口，但，也有許多國家，尤其未開發國家，只降死亡率，不減其出生率，使人口急速膨脹，請比較圖二，甲圖錫蘭與乙圖瑞典的情形。



(圖二) 已開發國家與開發中國家的人口生長率 (年)



(圖三) 三國人口年齡組成之比較

為瞭解人口問題，除了調查其出生率與死亡率，還要分析其人口組成。圖三為三個國家在1965年的人口組成。0~14歲為未達生育年齡，並無工作能力的一群，15~64歲為能生育，而有工作能力的一群；65歲以上為已過生育並達退休年齡的一群。由圖來看，印度的人口組成成為金字塔形，其人口生長的「潛能」最大，其

將來人口膨脹是必然的。在英國未生育幼年的一群所佔比例不多，其人口將是穩定的，在日本，幼年人口有減少之傾向，其人口將是萎縮。在我國，去年所生「龍子」與「龍女」可說是抗日勝利光復之時，所生大批嬰兒達生育年齡之後的「產品」。只怕這一批「龍子龍女」在二十多年之後年齡達可添「龍孫」之時，又將是各大小醫院

婦產科的「忙期」。

「多子多孫」在過去農業社會中是「福」，在現代「化」的社會，那是「禍」也，這些觀念的糾正與迷信的破除，正是現代社會中生物教師所能貢獻重大的神聖使命。因為人口膨脹所引出的問題，實在太多，也太大。

第一個，也是最直接的問題，就是糧食問題。根據美國總統科學諮詢委員會（President's Science Advisory Committee），在1967年發表的「世界糧食問題（The World Food Problem）」中，亞洲地區可耕種面積15億公畝地中，已耕種12億84萬公畝地約佔83%。所謂「可耕種之地」包括全部能以現代的科技耕種之地，而事實上亞洲各地區的耕地，都需要特別的灌溉系統始能耕種。再因都市住宅，工業區，交通用地，包括公路與機場，「佔用」許多可耕種土地，事實上，農耕面積似乎早已達到飽和點。

既然耕種面積不能增加，是否可提高單位面積產量，以解決糧食問題？在美國農業部的國際農業發展公署（International Agricultural Development Service）的積極協助下，在東南亞各國曾有相當輝煌的成績，美其名為「綠色革命（Green Revolution）」。他們使用高產量品種，大量肥料與殺蟲劑，充分而有效的灌溉系統，並且在農技專家的指導下，印度在1968年將

小麥的單位面積獲量提高35%，巴基斯坦的玉米也有37%的增產。

可是大量的肥料及殺蟲劑，却引出嚴重的水污染，影響河川魚介的生存，所建造的水庫，灌溉系統改變當地的生態系，也破壞了其他許多地區的生態平衡。更值得注意的是這些農業上的成就，也就是農產品的生長率，居然還趕不上這些國家的人口生長率。

很多人認為海洋就是無限的寶藏，其資源取之不盡，用之不竭。事實上如何？美國伍茲豪海洋研究所（Woods Hole Oceanographic Institute）的海洋生物學家J. H. Ryther認為：「遠洋地區佔地球表面的四分之三，佔整個海洋的90%，但在生物學的觀點來看，那只是「海洋沙漠」，其生產量（Productivity）微不足道，現在如此，將來也這樣」。Ryther將海洋分為三類海域：遠洋區（open ocean）、近岸區（coastal zone）與湧升流區（coastal up-welling areas）。其中近岸區可靠陸地河川沖下來豐富的有機及無機養料，魚族生長量很高；湧升流區也靠陸地，再因湧升流使海面下更有豐富的養料，生產量更高；遠洋區則因遠離陸地，雖也有陽光供給充分的能源，但由於缺乏各種有機及無機養料，生產量甚低。Ryther（1969, Science）對於這三類海域的生產量估計如下表：

海 域	海洋面積比	面積 (km ²)	有機碳平均生產量 (g/m ² /年)	平均食階層次數	年生產量 (噸)
遠 洋 區	90	326,000,000	50	5	160,000
近 岸 區	9.9	36,000,000	100	3	120,000,000
湧升流區	0.1	360,000	300	1.5	120,000,000
					年總生產量 240,000,000
					年可漁獲量 100,000,000

表中所謂「平均生產量」是以1m³海水在1年中所生產有機物中所含碳的元素的重量為代表；「食階層次數」就是其食物鏈的層次數。

這表顯示，主要的漁業區只佔整個海洋的10%。儘管我們許多漁船從事「遠洋」漁業，並非在大洋當中遠洋區內捕食，他們事實上還是

在近岸與湧升流區撈魚，因為近陸地的海域才有豐富的魚，難怪我們的漁船常誤入人家的領海而被扣留。現代世界各國紛紛聲明，將其經濟領海擴大至200海里，如此一來，各國遠洋漁業只有關門，回到自己領海內作業，除非訂「合作」的合同。海洋的食物資源並不豐富，最近甚至還有

過度開發 (over exploitation) 的現象，例如，鯨業雖然早有國際捕鯨協會 (IWC, International Whaling Commission) 的組織，但由于蘇俄與日本捕鯨船隊的大肆濫獲下，現在最大最有經濟價值的藍鯨 (blue whale) 與長鬚鯨 (fin whale) 都面臨絕種的危機。據美國洛克菲勒大學的 Roger Payne 博士說，蘇俄已轉而大量捕撈南極磷蝦 (krill)，磷蝦為許多鯨類的主食，體內僅含有 6% 的脂質與 20% 蛋白質，但，就算他們能以最好的捕鯨船捕撈，1 天每船最多 12 噸，24 小時不停地捕鯨，以最高效率提出其 80% 的脂質與蛋白質，其量還不如同量的磷蝦所能「供養」的鯨肉量。所以 Payne 說：「他們所做的事情等於趕走牧場上的肉牛，以便從牧草中提煉濃縮的蛋白質」。

隨著科學技術的發展，各國漁船均已具有現代化設備，例如雷達、聲納、甚至直升機群，再配以機械化的捕撈網具，漁撈業的效率已大大提高，但，海洋的生產量仍然有限，為了維護海洋資源，亟需各國理智的合作，以免因濫獲而破壞了海洋生態的平衡，反而加重人類糧食問題。

筆者在 61 年 12 月，出席中日教師研討會，在科學教育組討論中，曾提出專題報告「資源的開發與維護問題與科學教育」，這個摘要正好也可以做為本章教材的摘要，請參考。

一、人口問題：

(1) 由於本世紀人口急劇的增殖，地球上人口幾已達到飽和邊緣。

(2) 由人口增殖的歷史來看，過去的人類由於天擇 (Natural selection) 的力量，不斷地接近大自然嚴厲的考驗而演化。過去的人口的增殖，常受到瘟疫、戰火、饑荒以及其他天災人禍，而受到適當的調節。

(3) 自從本世紀以後，由於醫藥及環境衛生之進步，人類大有擺脫自然調節律之勢，死亡率 (尤其是嬰兒、幼兒) 降低，而出生率却大為提

高。因而人口的組成也改變，生產者所佔比率減低，被扶養人口大增。

(4) 已開發國家的出生率，漸已受到相當的控制，但未開發國家，仍然是個嚴重的問題。

(5) 地球上人口的分佈，並不均勻。人口的增殖率也無法和資源的開發相配合。

(6) 都市人口急劇增加，農村人口相對減少。在已開發國家來說，由於工業技術的發展，都市是財富 (wealth) 與動力 (power) 的根源，但對於未開發國家來說，都市往往就成為失業者的逃避所，他們是消費者，並不參加生產工作。

二、地球的極限：

(1) 人類的交通事業已相當發達，但仍然無法將過剩的人口疏散到外太空，也無法由人口密度高的地方，遷移到較低的地方。

(2) 人類主要的能源—化石燃料 (煤、石油、天然瓦斯) 將在數百年內用盡。運用水力、太陽能、潮汐、地熱以及核能的發電，能否取代化石燃料為人類效勞？仍然是個問題。

(3) 許多無法更新的資源，在地殼中分佈並不均勻，其蘊藏量也有限，開發及運用均有其極限。

(4) 地球上水圈中，淡水僅佔 3%，其中 98% 又冰凍在南北極及高山的冰帽中無法運用。由於人口增加，人類本身以及栽培動植物之需求量日益增加，將來淡水的供應堪慮。

(5) 人類的糧食：

a. 陸地上可耕之地，幾已全部耕作。

b. 農作物品種以及耕作技術均已改進 (綠色革命 Green revolution) 耕地單位面積的生產量已大增。但仍然無法趕上近十年來的人口的增殖率。

c. 海洋資源開發價值甚高，但已有過度開發之現象。

(6) 未來十年的基本問題：

a. 氣候將能否「風雨兩調」？

b. 能否改變未開發國家的農業經營，導向「綠色革命」？

c. 為「綠色革命」所帶來的生態學上的代價如何？

d. 為海洋資源較為理智的開發，能否溝通各國間的諒解？

三、中小學科學教育的使命：

(1) 鼓勵人類環境科學的研究工作。

(2) 人類文化的演化史及生態學教材（如：生態學、自然界的平衡、物質循環、能量的轉移等），應及早編入中小學課程，使學生早日接觸並了解地球上生命世界的問題。

(3) 鼓勵並積極發展學生探討科學問題的技術訓練。

(4) 積極培養學生愛護生命世界、維護大自然平衡的強烈意願。

第三節 有利或有害

這一節是以人類資源開發問題為主題，培養學生價值判斷能力為主要目標。這在布倫氏教學目標分類的認知領域中，屬最高層次 610「根據內在基準評量其價值」的教學目標，任何一件事都有其「有利」與「有害」的一面，以立場不同，其評價也不同。

教師手冊建議用「法庭審判」的方式讓學生們來討論，並例舉 10 個假想的「案件」由學生分別擔任「法官」、「原告」、「原告律師」、「被告」、「被告律師」、「證人」以及「陪審員」，以辯論的方式，來討論這些有關「人類與自然環境問題」的「案件」。

這種學習活動，就是所謂的 simulation game（暫譯：模擬遊戲）。學生在這種學習活動中，可以經驗到本人所扮演角色有關各種遭遇、問題與一些基本知識。例如：扮演法官的學生，必會經驗到當法官的各種滋味，包括其重責、機智等，另外更重要的經驗將是做決策（decision-making）所需的思考與果斷。另外，他們還

通過其活動中相互作用的經驗，學習他們所共同討論的問題本身有關很多知識以及處理問題的技術態度。在美國據觀察生成功的 simulation game 活動之後學生都表示這種學習方法是「Thrilling！」、「absorbing！」或「Neat！」（過癮！有趣！漂亮！）。

那麼教師應如何使這種「模擬遊戲」進行得有聲有色？首先教師要(1)使每一學生都瞭解其所扮演之角色的特性、地位與任務，(2)使每一學生都有充分的時間與機會，事先收集足夠的有關資料，(3)提示此項「模擬」與「真實」的情況之間的關係，以及其間不可避免的差異所在。

這種「模擬遊戲」的學習方法，對於學生來說是「很好玩」，但並不是能讓學生任意胡鬧。反之，教師應設法使學生感覺到這是件「認真」的事。當學生們在遊戲中，遭遇到難題，或需要做「重大」的「決策」時，教師更需認真、誠懇的態度從旁協助。

在這種學習活動中，學生也應能學到競爭（competition）與合作（cooperation）的真義，以及前已所提及之價值判斷（valuing）和下決策（decision-making）應有的態度與技能。

第四節的討論，也是關於人類對自然環境種種措施的價值判斷。教師宜鼓勵每一個學生都能積極參與討論活動。科學教育的目的，並不只給學生科學知識和最新科學概念而已，此外，諸如訓練其創造能力、發表能力、價值判斷能力、以及下決策的能力才是最重要的學習行為目標。現在的中學生似乎最缺乏此類能力，科學教師宜設法補救，積極幫助學生培育這些探討科學的基本能力。

國中生物教室，在本月份已研討完上下兩冊全部教材，謝謝國中生物教師對於本教室的支持。國中生物教室將繼續存在，日後凡是有關國中生物教材教法，還請繼續來信以便共同研究。