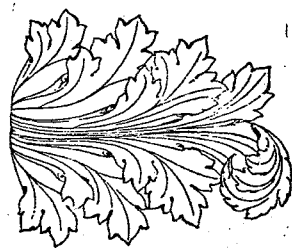


環境教育與理科



小林學 著

呂美芳 譯

〔譯自：日本理科教育 1973年5月號〕

一、人類之生存與環境問題

1969年，約旦駐聯合國祕書長曾說：「聯合國各國，從古就在控制戰爭，抑制軍事競爭，迴避人口之爆滿，改善人類的環境，以及為世界合作之所需而努力。但這一切努力是否有效，就要看往後這十年了，如果這種世界性的團結合作，在今後十年內沒有進展的話，它將會超越我們的控制能力，而會有意想不到的嚴重後果。」

如果要繁榮全世界的經濟，約旦駐聯合國祕書長所指的軍事戰爭之擴大，人類環境之破壞，人口之爆發，資源之枯竭，該為重要的中心課題。這些問題均有相互關係，不能單獨討論。本篇的重點是在談論有關人類生存之場地，以考察人類環境的保育問題。

二、環境問題的特徵

1972年6月，在瑞典的斯德哥爾摩召開的「聯合國人類環境會議」是把全世界合而為一，以整個地球的立場來檢討對人類生存場地之保全。

該會議所採用的「人類環境宣言」，是由七項目之前言及二十六項目之原則構成，細述了對環境問題的認識。在此將引用該前言，來瞭解環境問題的特徵。

(1) 人類與環境的關係

「人類乃環境的創造物，同時也是環境的創造者。環境支持了人類的生存，並給與智慧、道

德、社會及精神成長的機會。地球上長期的，且充滿苦難的進化過程中，人類與科學技術，有了加速度的進步，把自己的環境，用無數的方法，和前所未有的規模，達到了能改革它的階段。大自然的環境，和由人類造成的環境，都是為人類的福利，及基本人權，甚至享受生存所需要的。」，以上乃「人類環境宣言」之第一項目。

地球離開太陽 1.5 億 km，質量為 $5.977 \times 10^{27} \text{ g}$ ，具有生物賴以生存所需之空氣和水。這個地球，並非從古就有目前的環境，而是經數十億年之演化過程造成的。就以生物生存所必要的氧為例，原始時代其含量比現在少很多，古生物學家和地球化學家，把氧氣之增加歸因於地球上之綠色植物所造成。另外海洋中，鹽的濃度，也因長時間的流動而繼續在改變中。

使生命能產生並生存之地理環境，從遠古經過十數億年，甚至數十億年之演化，產生了生物，從這一點（包括人類）可說是環境的創造物。有生命者，從環境求其形成所必要的物質，並得其活動所需要的能量。故生物不能離開環境而生存。

但人類也是環境的形成者，該形成者，不單被收容而生存於自然界裡，並依其輝煌的科學技術，作了大規模的環境改良，移山填海，建築堤壩，甚至於改變了氣候。

(2) 科學技術與環境的破壞

「人類必須不停地以經驗，作為發明及創造的原動力，以求不斷的進步，這種改變環境的力

量，若能審慎地應用，可帶給人類很多的開發與享受的機會。但若用錯了力量，或不夠謹慎，反會帶給環境多種的弊害。許多公害，目前在各地區漸漸增加，例如水和空氣之污染，已達到危害生物生存之程度，在生物圈內，對生態學的均衡，已有極大而不利的攪亂。」此乃第三項目所示者，論及人類所開發的科學技術，引起了環境的破壞與污染，並提起了地球上資源的開始枯竭。

由環境創造之人類，不能離開環境而生活，人類除了需要空氣、水、及適當的溫度以外，還需由生活之環境中求得每日所需的食物。而且人與其他動物之不同，即在不斷地追求文明的生活，求得更豐富的衣、食、住、及更舒服的生活。這種慾望永無止境，因此總在為獲得大量且低價的資源而努力。

以農業生產為例，人類大量使用了科學技術的產物——農葯，以解決農作物的病虫害。又使用化學肥料，增加農產物之產量。但病虫害之驅除，同時也消滅了自然界的有害昆蟲而妨礙了其傳遞花粉的作用，減少所結的果實。並且農葯的一部分，積蓄於水或土壤中，被植物所吸收，並進一步進入人體中，造成危害人體的因素。

人類為求幸福的願望，追求更豐富，更舒服的生活，而發展其科學技術，但由於不慎重的利用，各種科學技術的發明，正在破壞人類的生活環境。

以礦物資源來說，其埋藏量是有限的。人類生活程度的急速向上，使各種天然資源的需要量，作飛躍性的增加，連石油產國的美國，也已有石油不足的現象。故對資源的保護，迫切地需要再作檢討。

論及環境破壞問題時，其特質在：這些不小心的文明產物，使所有人類均成為加害者，同時也是受害者。

三、環境保育與學校教育

維護生活環境，是為人類生存直接有關係的

問題。不僅牽涉到自然科學，且與社會科學也有關係。故環境教育在學校教育中，不能特定在某教學科目中。例如對環境問題，必須認識環境破壞之受害者，同時也是加害者，而應禁止發展其破壞環境的行為。簡單地說，解決環境之第一步，要由不妨害別人開始。要達到這種程度，需依賴學校中教育道德觀念及社會（倫理·社會）觀念的任課者，同時若把環境問題視為人類社會與大自然界的關係，則期待於社會科學（倫理·社會，政治·經濟·地理）之處反而大，但對空氣，水等污染引起之疾病，則喚起保健醫學之重要性，而要瞭解這些地球上的許多環境問題，則理科教育者之責任很大。

會產生目前環境破壞之現象，可說是大家缺乏了由全盤的研究立場來觀察自然界問題的能力。今後，理科之教育，需要把整個自然界綜合成一個系統來觀察。以下將從認識自然界的立場來檢討和環境保育有關連的問題。

四、環境保育與理科教育

(1) 將地球視做密閉的系統

在漫長的人類歷史中，環境之破壞問題，還是近年的事。古代的人類，也為生存而爭取食物並排出廢物。但人口很少的那些時代，他們的廢棄物與排泄物，由於微生物的作用，再把它完全還原於大氣及土壤中。就以一克土壤細粒來說，也含有數億至數十億數目的微生物。土壤中即使混入有機物，也會由奧妙的微生物的作用，轉變為本來的土壤。例如，有機物中含有的氮化合物，在土壤中形成 $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ 之循環，一部分放在空氣中，一部分在土壤中形成易被吸收之化合物，不久即進入植物內，而形成植物體。硫黃化合物也一樣，由土壤中的硫黃微生物，經過 $\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{SO}_4$ 之循環而分解，並安定化。水的淨化作用也很奇妙，由流水稀釋，擴散，並且被微生物作用，把有機性污染物質分解，而把水還原為自然界的狀態。

像這樣，在大自然的曠野中，除了特別的情

況以外，環境破壞之所以不會發生，乃因動物所造成之污染物質，能由自然的淨化作用還原為本來的物質。但這種自然之淨化作用是有限度的。隨着人口之過度密集，及近代工業產品所放出之大量廢棄物，使自然無法完成其淨化作用，而以沒有還原的狀態累積於自然界中。人類的慾望，更使生產活動作飛躍性增加，而急激地增添龐大廢棄物的量。

現在，人類的生活活動範圍擴大，不能像以前把全地球當做一個「開放系」來看，現在應該把它當做一個「密閉系統」來認識，此為很重要的一個課題。「地球宇宙船」這個名詞，正好能代表現在這個保有 30 多億人口的地球。

(2)自然界中的物質循環

人類能生活的場地，只在地球的表面，具有岩石及其風化物——土壤。上面有空氣。而岩石，土壤和大氣之間，有各種狀態的水，這三者相互作用，構成了人類生活的場地，同時也是物質循環的場地。前已論到一部份土壤和水的循環，下面再談論到大氣的情況。

人類為求高級的生活水準，需要大量的能量，該能量之最大供給來源是石油。它的燃燒產生大量的水，二氧化碳，甚至一氧化碳。其中水是沒有什麼問題的。二氧化碳也曾被認為人類所產生的量，不致於影響大氣的成分。此因地表的 70% 為海水，具有緩衝作用。即空氣中的二氧化碳增加時，可將增加部分溶於海水中，反之減少時，就會由海水解離出來。這種看法，現在仍有許多學者支持。也有學者主張，植物的光合作用之增強，不是光的量，而是二氧化碳的量。故大氣中二氧化碳的增加，會使光合作用增加，於是減少二氧化碳。前學說乃有關地球物質的受容量的問題，而後學說的關鍵則在物質的循環問題。

但有學者從實測值發現，大氣中二氧化碳之量有增加的趨勢。單以二氧化碳為例，更明確地瞭解，地球上物質量的改變情況，可說很難。

二氧化硫，也在利用石油能量時，大量放出

大氣中。它是具有毒性的物質，而在會排煙之工廠及礦物冶鍊所附近，早就受到其害處。由於它的強烈毒性，人類會引起氣管系統的疾病，植物則遭枯萎。在雨剛停時，天空顯得很美，乃因除了灰塵以外，這種水溶性的氣體，被溶解而除去的緣故。濃的二氧化硫水溶液，害處極大，但若是稀的水溶液，則可被土壤中的微生物，還原於自然界中。對氮的氧化物，也可做同樣的說明。

許多毒性物質，在為量少的時候，可經各種過程還原為本來的物質，也就是有物質的循環性存在。因此物質能作循環時，可把地球保持為好的生活環境。這表示人類必須把所作的廢棄物，全部運入可循環的境況下，而且納入有自淨作用的限界中。

人類的慾望，幾乎要使地球上的「物質循環」失去效能。例如為人類生活的便利而製作的各類塑膠製品。其最大優點為不易腐爛，不易變質，而永遠可使用。結果日本的瀨戶內海之海底，佈滿了塑膠，連人體內也積蓄了它。這種現象歸因於它脫離了自然界的物質循環的規律。若放在自然界的這些物質，能加以分解，而還原為其成分元素的話，就不會發生這樣的弊害。

自然界分解的過程，為下列三個階段：

生產者 → 消費者 → 分解者
(植物) (動物) (細菌)

其最後一階段的分解者之任務，一向未被重視，乃因缺乏對自然界物質循環重要性的認識。我們必須要瞭解自然界物質循環的意義，也要瞭解它是有限度的。

(3)自然界之平衡

地球科學家把地球比喻做「沒有縫隙的紡織物」，而表示地球上的各種現象，具有密切的相互影響力。以最近報導的熱公害為例，由原子力發電產生的溫水，放入河川時，水溫約上昇攝氏二度。河中的魚，因經過好幾年都在其數度之溫度差內生存，因此我們認為這種微升的溫度，將不會影響魚的生存。但在該河流，中途遇到河壩，使河水跳散，攪拌時，事情就有了很大的變化

。因防堤之存在，空氣變成 100 % 之飽和狀態。之後河水之溫度降至該土地之通常溫度時，以前的 100 % 之飽和，變成了過飽和的現象。因此在溫度的上流呼吸的魚類，游到下流時，血液中的過飽和的氮氣便游離而使魚致死。只 2 度微升的溫度，引起這麼大的問題，可見大自然的一切，真是息息相關。這種情形，若從另外的觀點來看，也可說人類把自然界的平衡都搗亂了。

再舉一個例子來說，聳立在東京西部的丹沢山坡之鹿，曾喚起多少人的關心！因鹿的族群過度增殖，於是政府許可捕獲或射殺。雖強調尊重生命，保護自然，但過分增加，就發生了這種現象。於是對教育家的立場來說，難免發生混亂，該以何者為準則？總之，我們應該使學生認識丹沢這自然界中的平衡。本來保持平衡的大自然，被人類所改變，鹿的天敵消滅了，使其數目已達無法控制的程度。故重要觀點在要把自然以整個系統來考慮。

人類站在所有生物的頂點，但人類仍然無法離開地球而生活，故需瞭解，該自然界雖有種種因素——它們相互地息息相連，但仍被維持在單純的一個構成系統中。

五、理科之教育課程與環境的保育

環境保育教育，要從小學開始培育其基礎。日本新的小學理科課程中，三領域之一即為「A，生物與其環境」。在小學階段，不能立即照前述(1)~(3)之內容教育學生，但可讓他們瞭解生物與環境，有多深的關係。在新的中學理科課程中，第 2 分野之內容與環境保育有很大的關係。首先在第一學年之第一大章，即由「自然界與其中的生物」提起問題，而在第三學年之最後，以「自然界的平衡及其保護」而結束。其中間，生物把重點放在與生活的關連，將光合成和呼吸當着一環的能量之流動，並在生態學中把這些關係當做群來觀望。在高中的理科中，生物 I II，地學 I II 以及基礎理科，關係到這個問題。高中教學的情況，由於指導要領之表示方法較為簡單，需

思考的地方很多。新教育課程之實施，使地學之學習者，有減少之趨勢，該歸因於環境保育教育之不夠加強。

六、環境教育學會的動向

保育環境與保護自然的教育，早在日本生物學會，日本生物會，日本地學教育學會中，繼續作各種研究與討論。最近還應社會的要求，在教育部特定之專題研究中，進行三年計劃的「保護自然與其教育」研究，而由多方面收集資料。

又在學術會議，及保護自然小委員會中，組織了初等，中等，高等之各教育階段，以研討如何教育保護自然的問題，及如何來訓練這樣的教育家。最近在教育部專題研究綜合班裡，為檢討對環境科學教育今後該進行之方針，召集了各學會的代表學者，開了一次會議。像這樣，目前有各種團體，熱心地以各自的立場，做多方面的研究，為環境保育的目標在努力。若能瞭解環境問題乃是包含太多因素的問題時，這種多方面的計劃是有意義而且需要的。人類所面臨的這一個重大課題，必須彙集人類的智慧，而從各方面做繼續不斷的努力。

參考文獻

- 1 環境科學研究所編：人類環境宣言 日本綜合出版機構 47年 7 月
- 2 帝國地方行政學會：公害關係法令・解說集 帝國地方行政學會 46年 1 月
- 3 楠本正康：公害之基本想法 家庭科學研究 13卷，獅子家庭科學研究所 46年 2 月
- 4 山根靖弘：如何考慮環境污染問題
- 5 榊原康南：環境問題的教育課題 高等教育 第 5 卷 14 號 47年 12 月
- 6 文部省：小學校指導書理科編 44年 5 月
(教育部)：中學校指導書理科編 45年 5 月
：高中學習指導要領 理科編 理數編 47年 5 月
：中等教育資料(自然與學校教育)
(下接 26 頁)