

地球科學教學問題與改進

黃朝恩

壹、前言

地球是全人類的家，在宇宙中，再也找不到比地球更值得我們珍視的星球，它畢竟是我們的食源住所。在物質方面，地球提供給人類生存所賴的各種資源；在精神方面，地球展現各樣景色讓人類觀賞，並以衆多奧秘的自然現象激發人們求知的慾望。可是，美麗而富足的地球，卻又是那麼的脆弱，那麼的善變，它無時無刻不在調整自身的種種不均衡，於是火山在爆發、大地在震動、地層也在下陷；還有颱風、海嘯、山崩、洪水、乾旱、寒潮等，也都紛至沓來，給渺少的人類帶來無情的災難。近世，更因人口激增，以致人類對地球的需索也愈來愈大，對地球環境的衝擊也日趨劇烈。地球雖大，地球雖美，要是人類不妄予維護，它就不會成爲人類永世的樂土，它那強而有力的還擊，足以使人類頓毀前程。因此，人類必須對地球有正確的認識，方能談到如何更有效地利用地球資源，減少地球災害，並且保護地球環境。

這就是地球科學教育（以下簡稱地科教育）最重要的功能。地球科學讓我們認識自己身處的環

境，包括環境中的物質特性和能量特性；它讓我們了解更完整的時空觀念，培養出「夫天地者，萬物之逆旅；光陰者，百代之過客」這般豪情；它讓我們知道如何去和大自然協調，而不是一味索取；它也讓我們在進行各種決策時，能配合自然規律作出明智的價值判斷；它更讓我們訓練出地球科學家所具有的獨特科學方法和科學態度，使我們明白如何去鑲而不捨地究明地球現象。試想，作為一個現代國民，如果缺少了上述這些薰陶，他的科學素養還能稱得上完備嗎？而很不幸，我國的地科教育卻是一直處在被忽略的狀態，委實令人扼腕長嘆。固然目前師大科教中心推動的科教改革計劃已經納入地科課程，但是能否因而一舉使地科教學完全正常化，實在言之尚早，並不樂觀。

反觀各先進國家，沒有一個會在中學的自然科學課程中將其中一科輕視或忽略。尤其美國和日本，對地科教育的發展更是不遺餘力。日本早在戰後不久，即接受佔領軍（美軍）當局建議，創設「地學」（即地球科學）一科，至今已快有四十年歷史。美國為著太空發展和國士開發，亦在五十年代將地科列為中學課程中的一環，現在亦已根深蒂固。①這些國家的經驗，非常值得國人參考。常言道：亡羊補牢，未為晚也；於此，特別呼籲教育當局及有關人士大力支持地科教育的發展，使國家不致因國民缺少這個環節而產生不可彌補的損失。

現行中學的地科課程，只供高三甲組學生修習，而且在客觀條件的限制下，教學問題層出不窮，百病叢生，非徹底擊劃整頓實不足以起死回生。下文將分三部分作一檢討，首節先介紹地科教育過去的發展，接著討論目前各校教學上面臨的問題，最後再提出解決該等問題的芻議，並作一展望。

貳、高中地科教學問題的由來——回顧

我國的科學教育中，數學、物理、化學和生物皆能正常發展，唯獨地球科學自始即未能受到應有的重視。由小學開始，地科教育就已經萎縮落後。小學自然課本原來也有不少的地科教材，奈何教師在師專就讀時根本沒有修習地科的課程，因為師專多未開設天文、氣象、地質、海洋等科目。這種遺憾迫使小學自然教師在授課時困難重重，孩子們所學到的地科常識往往是似是而非的觀念。

到了中學，情形更使人失望，因為目前的國中階段，地科完全消失於無形，學童和無生命的自然界完全脫節了三年（連高中算在內就不止此數）。本來，地理一科中的自然地理如果能夠發揮功能，也可以彌補部分不足，然而我國國中的地理完全著重區域地理的介紹，使學童的地球科學概念貧乏不堪。

其實，早在民國三十年頒布的課程標準中，初中有博物一科（其中含有礦物、岩石和化石教材）、高中也有礦物一科（高三每週一小時），使學生仍有機會得以和一部份的地科知識略作接觸。但不久到了三十七年，高中礦物首先被廢止；到了五十一年，初中博物科也變成了清一色的生物，地科部分遂面臨三振出局的命運，從此消聲匿跡。這時，若要從頭收拾舊山河，其困難之程度可想而知。

幸好，前國科會主任委員吳大猷博士終於發現此一缺漏，從而大力提倡，才使地科在民國五十九年開始重新以新面目復甦。可惜的是，原擬在初三設置每週四節的地科課程，爾後卻因某種緣故，改

在高三甲組開每週兩節課，而且又沒考慮到大專聯考的問題，以致地科教育至今仍然是我國中學科教中最弱的一環，甚至有人譏之爲名存實亡^②。

叁、高中地科教學問題的性質——現況

自從民國五十九年開始至今，地球科學一科在高中課程中的地位從未變更過，亦即僅僅點綴性設置於高三甲組，每週兩節課，而聯考又不考。凡此種種，早就註定了這門科目失敗的命運，有如一箇嬰兒誕生後立即患上小兒麻痺症，難以正常撫養長大。究其原因，聯考未列爲必考科目應是最大的致命傷。在升學主義的作祟下，學生爲了順利過關，即使對地科有興趣，也不敢灌注心血、花費時間。所以在當初設計課程時，其實理應考慮到聯考不考時，就必要把地科放在高一才對。高一同學升學壓力較小，多少還會重視這門科目。或許有人會認爲這是浮光掠影的看法，故再根據臺省高中科教實施成果評鑑報告書（民六十八年）各校所提出的建議作一統計分析，以尋找出有力的支持。該次評鑑的對象共有七十一所高中，除了埔里高中等五校沒開甲組班外，其餘六十六所學校均曾針對地科的教學問題分別提出二至八項建議，統計結果列表如表一。由表中觀之，各高中在地科教育方面之共同缺失或有待加強之事項有下列數點：

表一 全省高中地科教學評鑑建議事項統計表

建議事項		次數
師資方面	一、宜聘請本科系專任教師 二、專業精神需大幅提高 三、訂定教師進修計畫 四、教師之理科知識再求充實	四 一 七 三 五
教學方面	五、加強實驗及學生自學活動 六、多利用研究室及其他設備 七、加強作業指導及批改 八、採用聽教學及觀摩教學 九、舉辦鄉土教材運用地方資源 一〇、補進教學方法 一一、改善研究風氣	二 一 八 四 六 四 三 三
學校行政方面	三、添購儀器及標本設備 四、補充圖書之不足 五、設立專用教室或實驗室 六、增加經費 七、停止將本科時間改授其他課程 八、儀器購置及保管不當	五 二 四 四 二 九 三 四 一 二
學生方面	一、九學生程度欠佳 二、〇學生未購教科書	一 六
教材方面	一、教材增加實驗部分 二、課本太繁雜、影響進度 三、教材忽視科學概念，宜加改善	二 一 四 三

一、師資方面

六十六所學校中，有四十一所認為師資亟需改善，可見教師陣容大多不符合地科教學要求；這是由於國內師範院校當初並無地球科學系，高中成立地科一科時，只得由相關科系的教師（除了地理、物理等科系外，還有化學、生物、甚至考古、工程、法商、公訓等科系畢業的老師）中，抽調至師大作短期的訓練。但卻由於地科包羅甚廣，受訓期又十分短促，效果並不彰顯，據了解很少有自信能勝任一半以上教材的教學。其次，還有不少學校發覺地科教師之專業精神低落，對所教授的科目毫無興趣，甚至懷著厭惡的心理。這也難怪，因為他們之中有不少是帶著當公差的心情來兼任這份工作，絕非遵照個人的選擇意願；加以，從校長而下，教師和學生都不重視地科。所以，制定長程的師資培養計劃和短程的教師進修計劃，都是刻不容緩的補救方法。

二、教學方面

以現行地科課程標準看來，每週兩小時的課，光是教學已嫌不足，更遑論進行實驗，以致高中的地科淪為空談，紙上談兵，當然引不起學生興趣。由表一觀之，其他教學上的缺點還包括：(1)學生缺少自學活動，(2)設備並未充份利用，(3)作業批改指導不力，(4)甚少使用視聽教學，(5)極少舉辦教學研討會或觀摩，(6)鄉土教材及地方資源未能善加運用，(7)不重視課程研究。凡此種種，均能扼殺地球科學之教育功能。

三、學校方面

最爲教師們不滿的，是校方未能對地科教育作大力的支持，由表一觀之，共有五十二所學校認爲儀器及標本設備甚感不足，有四十九所認爲缺少地科方面的圖書，有四十三所連專用教室（或實驗室）也尙付闕如。有二十五所感到經費有欠充裕；更有二十一所學校的教師建議停止將地科時間改授其他課程。由此可見，掛羊頭賣狗肉的風氣已經成了公開的秘密，如此辦教育的精神令人擔憂。

四、學生方面

在現行教育制度下，學生早已養成一種依賴性，主動學習精神極爲貧乏，再加上地科教育有著上述缺失，其學習地科時心理障礙之嚴重性不言而喻。升學第一既已成了大前提，則一切妨碍升學的措施，儘可擱諸腦後，地科教育因而被徹底犧牲。固然教育當局在每年科展中明訂地科爲當中要項，奈何參展的作品寥寥無幾，水準亦顯著偏低。省立嘉義高中過去曾作問卷調查，^④發現不把時間花在地球科學的學生高占四一%；每週只在上課的兩小時聽聽講，其餘時間置之不顧的學生占五八%；只有一%的學生，每週除了上課聽講外，還花兩小時做作業。至於問及沒有用功研讀此科的原因時，有五三%認爲是聯考不考，另有一三%認爲沒興趣，很明顯的，學生非常現實，對聯考不考的科目不用功研讀，沒有興趣，把時間都放在應考的科目上去。長此以往，學校雖設有此科，其實卻是徒具虛名而已。嘉中的調查是七、八年前舉行的，時至今日，相信情形更是每下愈況吧！試問，教師在課堂上面

對心不在焉，沒精打采的學生，內心是如何苦悶，情緒是如何沮喪？地科教育焉能不大打折扣？

五、教材方面

教材本身存在的問題也同樣的多，一學年每週兩小時的時數要把天文氣象、地形、地質、水文、海洋、土壤、古生物……通通交代完，談何容易；編者爲了不願割捨任何重要理論，只好把教科書寫成像大學用書的濃縮本。不少教師強調課文繁雜難懂，條理不夠分明，圖片短缺不用說，若干課文更是由名詞堆砌而成，只求灌輸事實而不問現象的由來，過程之演化，讓學生無從訓練推理的能力。另有二十一所學校強調課程缺少實驗，是一大敗筆，關於此點，上文已經提到過，不再重覆。

肆、高中地科教學問題的改進——展望

由上述列舉之弊端，可以看出目前高中地球科學教育失敗之癥結所在。筆者在此試著對症下藥，提供若干可行的改進方向。

一、課程方面的改進

過去高中地科教育之所以如此一敗塗地，教育當局應難辭其咎；因爲當局對地科教育缺乏推動發展的誠意和決心，以致學校方面也未加重視；課程的安排上（如時數、授課年級、聯考問題）同樣未

臻理想，以致亦心存敷衍，終於造成自生自滅的命運。爲今之計，教育當局應從速鄭重闡明地球科學教育的重要性，宣布發展地球科學教育的決心，並提出具體的實施辦法，節令各校嚴格執行，同時也要配合需要，增設時數，列爲聯考中必考科目。

談到這裏，當然要提一提目前的高中自然科學課程改革計劃，這項由師大科教中心執行的計劃已經將地科列爲課程的一部分，並且和物理、化學、生物等量齊觀。在訂定大綱時，因爲考慮到現行社會組自然科學教學上的不正常，而有基礎科學課程的擬訂，設在高一，每週六小時；其中基礎地球科學在高一下學期開授，每週三小時。到了高二、高三，自然科學課程即各自獨立，亦即分爲物、化、生、地科，每科每週授課三小時（包括間隔一週的實驗課），高二理組可任選其中二到三科，社會組則任選一科；到高三時，理組任選其中二科，而社會組則不再選修。這種彈性的安排，相信對科學教育的發展必定能帶來一番新氣象。不過對地科而言，問題仍出在聯考，表面看來，地科與其他自然科鼎足而立，但如果聯考不考，上文所提到的弊端仍會借屍還魂，照樣帶來困擾。爲期未雨綢繆，更需決策當局（即教育部）當機立斷，預先成立地科教育專案研究小組釐定具體計劃，配合新課程的實施，以免到全國推行時，措手不及，遭遇到與目前相同的地科教學問題。

二、師資方面的改進

改善地科師資，乃目前地科教育首急之務。教師素質提高後，其他問題都較易解決。當然，上述之課程改革計劃如果順利實施，則全國高中的地科教師一定供不應求，所以治本的長程計劃，必須趁

早在師範院校成立經費充足的地球科學系，目前師大的物理系已設有地科組，但因編制、預算、課程等種種限制，離開理想中的水準仍遠，每年培養出的畢業生數目也很有限。至於治標的短程計劃，就應積極調訓現有的地球科學教師作更長時間的講習，較好的方法是分爲天文、氣象、海洋、地質等四期，每期專門訓練一科，消弭過去囫圇吞棗的後果。又若改革計劃不能順利實施，一切就要另當別論。因此，教育部實應立即決定該構想到底是否要執行，然後再籌劃地科教育的發展方針，以求配合，才不致臨渴掘井。

三、學校方面的改進

首先是學校必須儘可能聘用專任教師，只有專任的地科教師，才會更堅守自己的崗位，才會主動地、積極地發展高中地科教育，有助於教學的成功。另外，各校應積極添購地科教學設備，並闢建地科專用實驗室，聘請專人管理。教育廳局也應邀請教授專家組織巡迴輔導小組，定期輔導各校地科之教學；同時，各區地科教師亦宜組織協進會，定期舉辦研討會和教學觀摩，交換教學意見。至於教學方法的改善（如自學活動的推廣、視聽教材的運用、作業的認真批改等），也應由各校責成任教師的切實執行。

四、教材教法方面的改進

本來，受到授課時數之限制，實難編出一套質、量俱佳的教材。但起碼仍應在下列幾方面力求改

進：

(一) 儘可能用淺明的解釋來說明複雜的自然現象，教本中的許多專門名詞，應使師生均能正確理解，並避免使用高深或含糊的闡述。

(二) 地科教材以不脫離鄉土為原則，應以本省及我國其他地區的實例為優先考慮對象來解釋地球現象。

(三) 儘量用實驗讓學生親知地球現象的變化過程和交互作用，藉此培養其正確的科學方法和態度。

(四) 取材宜多採用與日常生活有關的材料。固然學生也有部分日後會以地科有關部分作為他們的發展方向，但大部分只需養成地科素養即可，教材確宜強調其生活性。

(五) 地球現象有的空間遼闊、或歷時悠久、或變因複雜，無法實驗證明，則需多採用野外實察，引導學生找尋證據作間接推論。這方面的訓練是其他學科無法提供的，也是地科教育的特色，實有加強的必要。

(六) 如因困難不便進行多次的戶外教育，則宜代以各種教學媒體（如電影、幻燈片、透明片、掛圖、標本、模型、地圖等）來說明地球現象。

(七) 另外，也可以代以「乾實驗」的運用，譬如：提供數據給學生作統計處理、圖表製作、分析應用；引導學生判讀各種地科的主題圖（如地質圖、地質剖面、等高線圖、天氣圖、航照圖等）；利用圖片訓練價值判斷。

(八) 教材方面更要配合其他階段(如國中、大學)及其他課程(如物理、地理)在縱、橫兩方的連繫，避免因重覆而消滅教育功能。

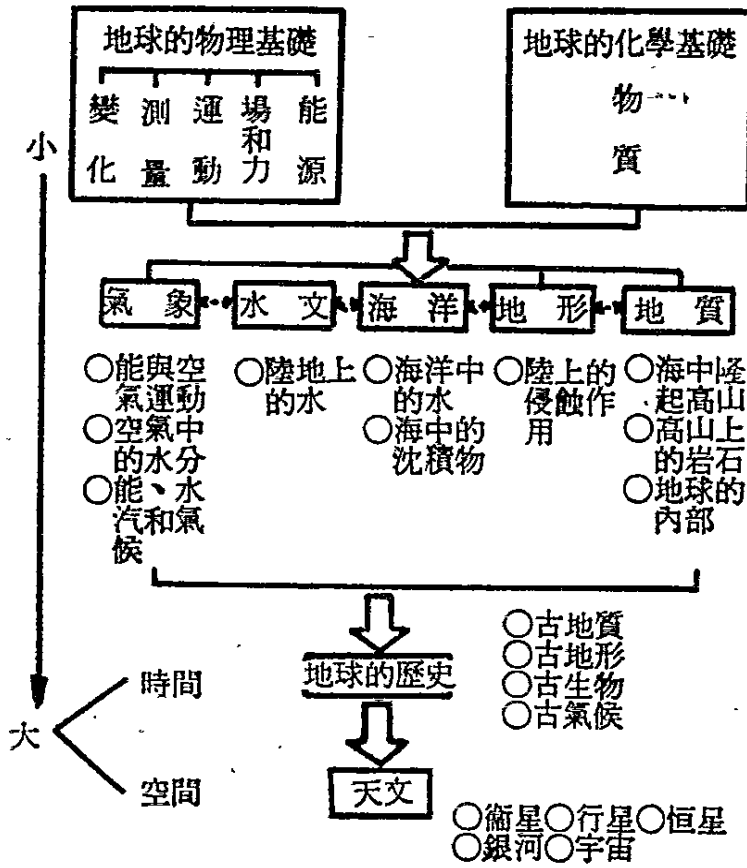
總之，未來的地科教材不宜再像傳統方式，只著重地科知識的灌輸，更要加強科學方法和科學態度的培養，使學生能確確實實獲得一些一生受用無窮的實質內涵。今天的社會是一個科技的社會，它最大的特點是「變」，變得快、變得大、變得多、而且變得劇烈；科學教育的一大目標，就是要培養能夠適應這種急劇變化的國民，使他們能夠處變不驚、應變有方、態度若定。為此，科學教育除了傳給下一代科學概念、科學知識外，更重要的是要使他們具有科學精神、態度、頭腦和方法，最後才形成具有科學能力、科學素養的國民，適應瞬息萬變的環境，解決千變萬化的問題。⑥而在培養過程當中，自應逐漸由「知識導向」推展到「方法導向」，由「讀科學」推展到「做科學」，並且由「教師中心」推展到「學生中心」。在這樣的科學教育發展主流影響下，地球科學教育亦要調整步調，作一配合。務必要提供充份的機會，讓學生能儘量由做中學習，親自探究及利用地球科學的科學過程和科學成果。上文提及的高中地球科學課程也已經注意到這個趨勢及觀點，由所列舉的課程目標即可看出，其主要目標有下列三點：⑦

(一) 探討地球的物質、構成、作用、歷史及地球在宇宙中的地位，以加深認識我們居住的地球。

(二) 瞭解地球與宇宙的事物及現象，以發現問題，進行實驗觀察，熟練科學的方法，培養創造的能力。

(三) 認識地球科學與人類生活的密切關係，促進地球科學的研究，改善人類生活的環境與增進人類的福祉。

此外，在地科教材編寫的哲學觀念上，個人還有一點淺見，亦即是必須考慮到地球科學的整體性。過去傳統上地科教材的編寫，總是各自為政，天文、氣象、水文、海洋、地形、地質、古生物等，壁壘分明。說起來其實也是其來有自，因為人類對自然界的興趣都是個別產生，以致上述這些學問都是分門別類自行發展，彷彿瞎子摸象，各人都在摸其中一部分。在學術研究，這是無可厚非的方



圖一 ESCP 的概念組織圖
(資料來源：見註一中之拙作)

盤。其實，地科儘管是門綜合科學，它其中的各分科是彼此密切關聯的，它們探討的對象同屬地球環境裏的要素，互相影響，互相牽引，互相激盪，它們同樣是由物質和能量兩項基本成份所組成，它們隨著時間的推移而發生變化。因此，地球科學理應是一門整體性的學科，在編寫教材時，若能以若干共同中心主題（例如：物質、能量、變化、循環、守恆、時間、空間、天律不變、演化和發育……等）為經緯穿梭在各章節中，必更能顯露這整體性的特色。美國的ESCP (Earth Science Curriculum Project) 課程就這方面來說，相當成功，它將不同的地球科學分科融合為一體，使學生對於行星地球及其環境產生更統整的認識，由其課文之概念組織（圖一）即可見諸一斑。由此得知，課程之統整性為目前地球科學教育努力的另一主要方向。

伍、結

語

本文剖析了地球科學教育的重要性，我國地科教育的發展經過，目前面臨的教學問題以及其改進方向。令我們擔憂的是，現今的高中地科教育在先天不足，後天失調的影響下，的確是百廢待舉，甚至病入膏肓。尤其是因為社會大眾對地科教育缺乏認識，教育當局對推展地科教育缺乏決心，再加上聯考制度的存在，似乎早已註定了高中地球科學教育失敗的命運。

還好，地科教育的發展仍有其樂觀的一面。首先是：地科教育之失敗並非因為該項教育本身毋須存在，而只是因為某些人為因素使然。事實上，地科教育的功能和價值無庸置疑，確是我國高中生必

式，但是如果在中學的地科課程也作這種安排，將會失去它的連貫性和整體性，令人覺得它是個拼湊須修習的課程。此一事實使我們產生信念——只要將過去人謀不臧的情事改進，地科教育仍然可以發揮它最大的價值，替國家培育具有完備科學素養的國民。其次，目前大眾已逐漸了解到地科教育的重要性，有識之士更在未來科教改革計劃中納入正常化發展的地科課程，只要能配合具體可行的改進方向，地科教育的發展應是前程似錦。當然，聯考問題也要同時考慮，才不致再一次扼殺地科教育的教育目標。

於此，我們反問一下：何以在美、日推行有效的課程，到了我國施行起來，就會困難重重，一波三折？難道真像淮南的橘子傳到淮北，就變成枳嗎？須知橘踰淮為枳是自然因素，而地科推行至我國完全變質走樣卻是人為因素啊！於此再度強調：教育當局應該捐棄成見，以國家利益為重，立即邀集國內外地科專家及科教專家組成專案小組，集思廣益，共同研商推動發展地科教育之良策，則國民幸甚，國家幸甚！

【附 註】

- ① 請參閱石再添「我國中學地球科學教育的濫觴」，科教月刊第八期，第四頁（年六十六年）及石再添、黃朝恩、張瑞津「美、英、日三國主要地球科學課程的比較研究」，科教月刊第八期，第五十四至六十二頁（民六十六年）
- ② 如楊宏儀「嘉南地區地球科學教育之概況」，地球科學第六期，第一頁（民六十六年）；夏智「推行地球科

- ① 學教育最迫切的問題」，中學地球科學研討會專刊第四輯，第十三至十五頁（民六十四年）。
- ② 依據「臺灣省高中科學教育實施成果評鑑報告書」（民六十八年）第六十三至一五五頁資料統計。
- ③ 調查對象為臺省十三所具有代表性的高中八百五十位高三自然組學生，統計結果發表於該校的研究專輯第三期。
- ④ 參見拙作「由冰期說的建立談地球科學的研究方法」，科教月刊，第二十七期第十六至十九頁（民六十八年）。
- ⑤ 參見黃季仁「科學教育的特性及其發展方向」，臺灣教育第三四四期，第一至五頁（民六十八年）。
- ⑥ 請參閱師大科教中心「高級中學自然科學課程綱要草案」，第三十八頁（民六十九年）。