國小在職教師地質學習之敘事探究

賴慶三
國立台北教育大學自然科學教育學系
clai@tea.ntue.edu.tw

摘　要

隨著知識經濟社會的蓬勃發展，國小教師的專業發展日益受到重視，並有越來越多的國小教師返回大學研究所，繼續在職進修並攻讀碩士學位。本研究之目的，在探究教學碩士班國小教師於地質在職進修課程的學習表現。本研究採用質性研究方法，採用國小教師的學習回饋意見與學習歷程表現，作為本研究資料分析之現場文本的主要來源。研究主要結果：(1)國小教師對地質學習態度的改變，(2)國小教師地質概念的發展，(3)國小教師教學自信心的增強。

關鍵詞：地質學、科學師資培育、教師專業發展

壹、前言

隨著知識經濟社會的蓬勃發展，國小教師的專業發展日益受到重視。在台灣，目前有越來越多的國小教師返回大學研究所，繼續在職進修並攻讀碩士學位。

孫志麟(2004)指出，教師的專業發展是一種專業學習，教師的教育專業知能必須經由教師自我的學習、反思、管理與成長，才能增進教育專業發展的廣度、深度與厚度。National Research Council(1996)針對科學教師專業化發展的標準指出，科學教師在專業發展過程必須達到下列要求，包括(1)教師必須發展出充實的科學知識，並以探究式作為探討科學活動的主要策略；(2)教師必須具備統整的學科教學知識，包括科學內容、課程內容、學習原理、教學原理、和學生特性等要項的理解與知能，並將其運用於科學教學上；(3)教師必須發展生涯學習的能力，具備生涯學習的知識和學習技能。

基於當前世界環境變遷快速，國小教師不斷遭遇新的衝擊與挑戰，所以我們必須更加關注國小教師的教師專業發展，透過理論與實務的結合，提供國小教師更好的生涯學習發展基礎。本研究之目的，在探討自然科學系教學碩士班國小教師於在職進修地質課程的學習。

貳、地質與地質教學知識

Hoffman & Barstow(2007)針對 21 世紀的地球系統科學教育的探討範疇指出，地球系統科學教育應包括：(1)地球是一個動態系統，(2)太空時代的觀點，(3)21 世紀的科技，(4)科學探究本位的取向，(5)海洋素養，(6)大氣、天氣、氣候，(7)環境素養。King(2008)指出，地球科學教育主要在培養學童對地球物質、地球活動作用、地球構造等的瞭解。Dal(2009)進一步指出，地球科學教育應探討下列四大主題，包括：(1)地球的構造，(2)

地球各層圈的演化機制，(3)地球在行星體系中的角色與運動，(4)地球上的有機體。

針對地質探究能力的培養，Apedoe(2008)和 National Research Council(2000)均強調，要加強下列五個探究歷程的體驗與學習，包括：(1)運用科學關鍵問題；(2)尋找與提出證據；(3)由證據形成解釋，來回答科學關鍵問題；(4)評量解釋；(5)針對解釋進行溝通和辯護。Apedoe(2008)安排這五個探究歷程，提供學生進行地質探究學習，研究結果發現，學生的學習成效優於傳統的學習方式。

Veal & Chandler(2008)指出，透過科學分站學習的方式，有助於學童對岩石循環的理解，並且透過分站科學探究活動的訓練，能強化學童對岩石探究的科學過程技能。針對不同的地質學習主題，Veal & Chandler(2008)建議，應指導學童分別加強不同科學過程技能的練習，例如：(1)岩石中的礦物，可加強練習「觀察、適當運用工具、分析資料、傳達結果」；(2)砂形成砂岩，可加強練習「觀察、形成假設、測量」；(3)火成岩的形成，可加強練習「預測、形成推論」；(4)變質岩的形成，可加強練習「製作模型、觀察」；(5)岩石鑑定，可加強練習「觀察、搜集與組織資料、推測和發展分類檢索的指標項目」等。

針對礦物的辨識與鑑定，Allison(2005)指出，採用最佳與次佳辨識特徵的探究學習模式，會優於死記硬背礦物七大特徵的學習；研究結果顯示，透過最佳與次佳辨識特徵的探究學習模式的學生的學習成效與學習興趣都有顯著的提昇。

另外，李春生與陳培源(1987)指出，地質野外考察實習是地質學之良好傳統，國內外均十分重視野外訓練，其在地質學教育上的功能，是獲取地質知識之捷徑，在教學理論上也是一種直接的、有目的的經驗獲取的教學方法。針對地質野外考察探究活動，有不少研究者指出，可以幫助學生對地質概念發展完整的理解(Huntoon, Bluth, & Kennedy, 2001; Kern & Carpenter, 1986)。Orion(1993)進一步指出，地質野外考察實習過程應重視下列事項，包括：(1)強調動手實作活動與體驗，(2)重視科學過程技能取向的訓練，(3)深化學生野外考察實習前的準備和參與，(4)野外考察實習應融入教學，提供學生完成有意義的學習。另外，Rudmann (1994)強調，在地質野外考察實習現場，應提供學生足夠的時間，進行動手實作與體驗，感受大自然的神奇奧妙與野外現場探究的感動，返校回到教室後，並應進行後續的延伸探討學習，以強化地質野外考察實習的學習成果。

近年來地質教學方法的改進與創新教學活動設計，已有若干成效(許民陽、王郁軒、梁添水，2004；蘇明俊、江新合，2004；譚柏雄、劉玉春、毛松霖、楊冠政，1992)。蘇明俊、江新合(2004)強調，創造思考的教學，可以促進學生解決問題的能力，藉由野外探究教學環境的妥善安排，及發散思考與收斂思考交互運用的教學技巧，研究結果顯示，野外地質探究教學的實施成效良好。

參、研究方法

本研究採用質性研究方法；研究對象與情境，本在職進修課程係自然科學系教學碩士班的一門課程，本地質在職進修課程為 2 學分(星期六授課)，修課研究生 29 位。地質課程內容與實施方式，主要包括：地球系統科學概述、礦物與實作探究、岩石與實作探究、地質活動與成因、礦物與岩石鑑定測驗、國土資源參觀教學、戶外地質考察與礦物採集等；除了課堂內容講授與討論外，地質探究實作活動有 5 次，包括：礦物實果、礦物實作、火成岩實作、沉積岩實作、和變質岩實作，後 4 項實作活動，均利用美國 Carolina

儀器供應公司(www.carolina.com)的標本與學習單進行；其次，標本鑑定測驗有 4 次(每次 10 種標本，以分站跑檯方式實施)，包括：礦物標本鑑定測驗、火成岩標本鑑定測驗、沉積岩標本鑑定測驗、和變質岩標本鑑定測驗；另外，校外教學有 2 次，包括：國土資源參觀教學，和戶外地質考察與礦物採集。

根據 Clandinin & Connelly（1998, 2000)對質性資料文本的來源指出，包括教師的故事、自傳性的書寫、書寫日記、現場筆記、信件、對話、研究訪談、家族故事和家人的故事、文件、照片/記憶盒/人工製品、生活經驗等，均可以作為現場文本的來源。所以本研究嘗試選擇國小教師的學習回饋意見，作為主要的現場文本的來源。本研究於課程完成並送交成績二週後(以避免研究生因擔心成績，而致學習回饋意見失真)，以 email 請修習本課程的研究生繳交學習回饋意見，計回收 20 份(回收率，69.0%)；國小教師的學習回饋意見與學習歷程表現，成為本研究之資料分析的主要來源。國小教師的學習回饋意見的呈現，資料編碼以新細明體字型顯示。搜集所得資料，經實施三角校正和交叉個案歸納分析(Silverman, 1993, 2000)，完成效度考驗，以確認資料分析與發現的可靠性與一致性。

肆、國小教師地質在職進修之敘事分析

有關國小教師地質在職進修的學習，以下以阿康(匿名)的學習回饋意見為主要代表，再輔以其他教師的回饋意見，對國小教師的地質在職進修進行敘事分析。

「經過一個學期的課程後，對於認識的礦石有石墨、方鉛礦、磁鐵礦、黃鐵礦、角閃石、黑雲母、石英、赤鐵礦、褐鐵礦、正長石、石膏、白雲母、岩鹽、方解時、螢石、滑石與高嶺土等十七種。然而要鑑別這些礦石的方法，首先可以先從外觀的顏色深淺來分，然後分別從硬度、解理、是否具有金屬光澤等來做判斷。不過令我印象最爲深刻的還是礦石、岩石的期中考試，事前大家都非常的認真，想盡辦法來了解與掌握各種岩石、礦石的特徵，考試時緊張刺激的感覺，到現在都還感受的到呢！不過話又說回來，就是因爲這樣從實作、經歷考試、發現，才能讓我對於這門課收穫更多。

在這學期的課程裡，剛開始覺得有點不太習慣，因爲在星期六上課，原本兩天的假日可以利用，卻因爲上課而少了半天。之後習慣了，卻也覺得很好。對於上課的內容，個人覺得很喜歡，尤其礦石與岩石的部份，真的讓我把零碎的概念，組織起來弄清楚了。加上老師給我們的作業，不但不會讓我們覺得有負擔，反而讓我對課程的內容，進一步的瞭解與認識。」(阿康的回饋意見)

大家常說學生怕考試，即便是擔任國小教師的研究生，當面臨考試(礦物岩石標本鑑定測驗)時，仍然會顯露緊張焦慮的情緒，阿康在學期結束二週後回想課程，仍然表示：「令我印象最爲深刻的還是礦石、岩石的期中考試，事前大家都非常的認真，想盡辦法來了解與掌握各種岩石、礦石的特徵，考試時緊張刺激的感覺，到現在都還感受的到呢(阿康的回饋意見)」。其次，對考試感到緊張焦慮的，還有不少人，例如：

「因爲『跑堂測驗』的關係，班上同學不只在考試前討論，在其他門課時，也會拿出各組的岩石與礦物交互練習辨識，我們都開玩笑的說，比自己的學生還認真！」(阿吟的回饋意見)

「以跑臺的方式做標本測驗相當有趣，令人畢生難忘，人生會有幾回這種測驗呢？看到同學們匆匆忙忙、驚惶失措的樣子真的挺有趣的。」(阿萍的回饋意見)

「在課程中讓我印象深刻的還有跑檯，考試的跑檯方式最爲刺激，雖然大家都已事前預作準備，但是考試當天面對可能出現的礦物、岩石卻是既期待又怕受傷害。」(阿壬的回饋意見)

可喜的是，經過一個學期的努力，大家普遍覺得學習歷程很有收獲和成就感，阿康表示：「這學期的課程裡，剛開始覺得有點不太習慣，因爲在星期六上課，原本兩天的假日可以利用，卻因爲上課而少了半天。之後習慣了，卻也覺得很好。對於上課的內容，個人覺得很喜歡，尤其礦石與岩石的部份，真的讓我把零碎的概念，組織起來弄清楚了。加上老師給我們的作業，不但不會讓我們覺得有負擔，反而讓我對課程的內容，進一步的瞭解與認識(阿康的回饋意見)」。由阿康的回饋意見顯示，透過礦物岩石的實作的不斷演練及標本鑑定測驗的動力，終於讓他能把零碎的概念組織起來，進而對礦物岩石有正確完整的理解，甚至不再覺得星期六上課是被剝奪休憩時間，而獲得學習的喜悅與成就感。其次，由阿康的回饋意見發現，他對礦物的內容，包括顏色、硬度、解理、光澤等特徵要項，都已能夠有效掌握，對礦物特徵的辨認鑑定，已具備充足的知能，顯示阿康的地質在職進修過程，確實獲得充分的地質學科知能的專業成長。其他的國小教師也有相同的回饋，包括：

「在這整個學期的課程中，最喜歡的是岩石和礦物的部份，可能是因爲有辨識考試的緣故吧。每次小組同學都會利用下課時間，拿出老師發給各組的小袋岩石或礦物，一起來練習（我們還會互相交換，也練習別組的標本喔，果真，都有些許的不同）。從一開始的一兩顆，到最後幾乎都能認出來了，這種喜悅，真的是筆墨難以形容耶！」(阿琦的回饋意見)

「礦物和岩石對我來說，本來是非常陌生的，因在未上老師的課之前，我的生活是不會出現這兩樣東西，更別說地質考察了。但現在的我不一樣了，不會排斥認識礦物和岩石，尤其是礦物。我覺得礦物很有趣，以前國中讀地科時，會背前十大硬度的礦物，但並未看過他們的廬山真面目。這次上完地科礦物，前十大硬度礦物的倩影已深深的烙印在我腦海。」(阿篷的回饋意見)

從他們的回饋中可以發現，不論國小教師在職前教育的學科背景是理工科系或文法科系，透過科學實作探究與標本鑑定測驗活動的交互進行，讓他們對岩石礦物由陌生害怕，轉變為熟悉喜歡，並能進一步掌握觀察與辨識的要領，同時獲得學習的喜悅與成就感，這項結果和 Allison(2005)、Apedoe(2008)、Veal & Chandler(2008)等人的發現一致。由阿篷的回饋意見也顯示，台灣中小學地質單元的教學困境，常因為中小學教學設備的不足或教學時間的限制，學童通常無法真正動手接觸礦物岩石，無法進行科學實作探究學習活動，只能藉由記憶或背誦來應付考試，所以學童對地質的印象總是零星片段的知識，無法對它產生學習的興趣與樂趣。因此，由阿篷等人的回饋意見可以知道，科學的探究活動過程，積極的運用動手操作和動腦思考，確實是使學習者達成有意義的學習的重要關鍵。

其次，在礦物岩石標本觀察與辨識的過程，可以看出除了教師個人的努力之外，他們也漸漸的發展成小組成長團體，小組一起練習一起合作，共同探討礦物岩石標本的特

徵與鑑定技巧。由阿琦的回饋意見可以發現，小組合作學習確實有助於降低學習焦慮感，並能提昇小組的學習情緒與學習成效。

此外，National Research Council(1996)對科學教師專業化發展強調，教師的科學知識是教學成功的基礎。阿萍的回饋意見顯示，透過地質在職進修課程的陶冶，強化她在礦物岩石方面的學習成果，讓她從門外漢的角色，成功充實了地質學科知識內容，並充分增強了她的教學自信心，阿萍表示：「學習這些多層面的知識不僅令我增廣見聞，讓我對礦物有更深入的了解，跳脫了門外漢的腳色，整個人好像脫胎換骨似的，相信在小學—岩石與礦物這個單元一定可以更加得心應手。……日後在野外看到岩石還可以爲學生做介紹呢！……從這門課讓我有「溫故知新」的體會，我喜歡老師上課的方式，讓我在沒有任何壓力的狀態下學習許多關於地球科學的知識，不但加深也加廣了國中與高中的地球科學的學習，並且可以讓我學以致用，應用於小學的教學活動中。」。顯示隨著阿萍的礦物岩石概念的拓展，不僅讓她敢於進行教學，並且樂於教學，更願意將她所發展的地質學科知能，提供給她的學生進行更優質的教學與學習。其他教師也有相同的經驗，包括：

「雖然是從高中開始就是選讀理科，但看到老師在課堂上從地球科學課程的緣起、包含的範圍、各種型態的礦物、一直到有時十分相似的岩石時，心裡還是惶恐不安的，……真正再度接觸這些東西，就從自己必須擔任自然科任教師開始，我還記得爲了教五年級「岩石與礦物」的單元，把自然教室內的岩石和礦物分批整理一次，才對這方面有些許的熟悉感，……經歷這門課的磨練，相信我們對地球科學的內涵有另一番的認識與見解，對於未來在教學上也有不小的幫助。」(阿吟的回饋意見)

「這門課讓我們獲得許多知識，也學會辨識礦物和岩石的技巧，更引起大家探索礦物和岩石的興趣，相信自己日後對自然與生活科技領域，礦物和岩石的教學有很大信心。」(阿聲的回饋意見)

「有時候我覺得很簡單的概念，轉換成教學概念要讓學生瞭解時，並不是我們想像中容易，如何講解或是運用教具，是需要基本知識與經驗累積而來。這學期的課程中，我覺得在礦物、岩石的基礎上老師給我們很多基礎的概念，雖然在小學的課程上不需要認識那麼深入，但是在跑台的壓力下，也硬逼我們認識很多的礦物與岩石，這些基本功相信在未來，我們自然與生活科技科目中教導學生或是戶外教學上一定會有助益的。」(阿娟的回饋意見)

從阿吟、阿聲、和阿娟的回饋意見顯示，他們也和阿萍一樣獲得充足的礦物岩石概念，並藉由學科知識為基礎發展出更堅實的學科教學知識和科學探究教學的信念，所以他們都深感這些學習，對他們未來在國小的科學教學有幫助、有信心。其中，阿娟的回饋意見也顯示，學科知識轉化成學科教學知識的重要，所以阿娟強調：「如何講解或是運用教具，是需要基本知識與經驗累積而來的」。因此，阿娟經由這些醒思與體會，相信對她未來的教學會大有幫助。

另外，校外教學的進行，也提供國小教師很好的學習體驗。雖然地質野外考察是費時費力的活動，但是現場的學習體驗卻是其他教學媒體所難以取代的。阿萍的回饋意見就充分顯示，「我最喜歡跑野外了，大學在花蓮師院唸書時，頻頻跑野外，我認爲實地

考察是個很好的教學方式，比紙上談兵生動有趣，活生生的地質擺在眼前讓我們觀察它的特徵，欣賞大自然的鬼斧神工，體驗大自然的力量，這真的是最好不過的，……讓我滿載而歸，讓我可以摸摸陽明山上的安山岩，與小油坑做親密的接觸(阿萍的回饋意見)」。其他國小教師也有相同的感受，包括：

「陽明山的地質考察，老師帶我們走訪小油坑，觀察爆裂口、噴氣口、火山角礫岩、換質後的安山岩、硫黃結晶等，又帶大家到河裡採集角閃石和輝石，雖然因爲路不好走，有些同學因而跌倒，大家還是興緻勃勃，採集到許多標本。」(阿聲的回饋意見)

「經由這樣的實地考察，也讓我知道什麼地方會有那些的礦物、岩石、與地質，以後如果有機會帶學生到這些地方的時候，也可以適時的向學生講解地質學的知識，讓我的學生也能夠學到初步的地質學知識概念。……經由二次的校外參觀後，我覺得上課先讓學生了解初步的科學知識，然後再帶學生去實際的觀察與探索，這樣會使得學生的學習效果變的更好。」(阿哲的回饋意見)

「地質考察更是難得的經驗，從沒想過那麼不起眼的地方，裡頭竟有如桃花源。那是我的第一次地質考察，因以前的求學歷程是不須地質考察的，地質考察的經驗也更讓我體會到「讀萬卷書，不如行萬里路」，親身體驗對於學生的學習真的很重要。」(阿篷的回饋意見)

「這學期最讓我開心的就是地質考察了，老師帶著我們到處走走看看，雖然頂著大太陽，不過實際在路邊認出岩石或礦物的感覺真的很不一樣，希望自己以後也能秉持著這樣的精神在教導小朋友。」(阿琦的回饋意見)

阿萍和阿聲等其他教師的回饋意見，也印證了李春生與陳培源(1987)、Huntoon, Bluth, & Kennedy(2001)、Kern & Carpenter(1986)、Orion(1993)、Rudmann (1994)等人的見解。

伍、結語

國小教師在本地質在職進修課程的學習回饋結果，經由上述的分析與歸納，重要的研究結果，包括：(1)國小教師對地質學習態度的改變，由害怕焦慮轉變為熟悉喜歡；(2)國小教師地質概念的發展，已能充分掌握礦物岩石的特徵，並能辨識不同的礦物岩石；(3)國小教師教學自信心的增強，並樂於指導學童探究礦物岩石，並願意帶領學童到野外一起探索礦物岩石與地質地貌；(4)地質野外考察強化國小教師對地質的學習，能啟發國小教師對地球和大自然的態度。整體而言，本地質在職進修課程(尤其是地質的科學探究實作活動)，對國小教師未來的教學，具有正面的啟發與幫助。最後，雖然地質野外考察費時費力且需要車資經費，但由國小教師的學習回饋反應發現，國小教師的學習情緒高昂，戶外探究體驗成果豐碩，所以建議：地質野外考察探究教學活動，值得繼續加強推展。

參考文獻

李春生、陳培源(1987)。地質野外考察實習在地球科學教育上的功能。**中等教育，38**(1)，18-20。

蘇明俊、江新合(2004)。創造思考在野外探究教學上的應用。**科學教育研究與發展，35**，1-19。

Allison, D. (2005). Identification of minerals. *Science Scope, 29*(2), 24-29.

Apedoe, X. S. (2008). Engaging students in inquiry: Tales from an undergraduate geology laboratory-based course. *Science Education, 92*(4), 631-663.

Clandinin, D. J., & Connelly, F. M. (1998). Personal experience method. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.), Collecting and interpreting qualitative materials (pp. 150-178). Thousand Oaks, CA: SAGE.

Clandinin, D. J., & Connelly, F. M. (2000). *Narrative inquiry: Experience and story in qualitative research*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Dal, B. (2009). An investigation into the understanding of earth sciences among students teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice, 9*(2), 597-606.

Kem, E.L., & Carpenter, J. R. (1986). Effect of field activities on student learning. *Journal of Geological Education, 34*(3), 180-183.

King, C. (2008). Geoscience education: An overview. *Studies in Science Education, 44*(2), 187-222.

Silverman, D. (2000). *Doing qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Veal, W. R., & Chandler, A. T. (2008). Science sampler: The use of stations to develop Inquiry skills and content for rock hounds. *Science Scope, 32*(1), 54-57.