科學教育學刊 Chinese Journal of Science Education
2005, 第十三卷第一期, 71-100 2005, 13(1), 71-100

# 國小自然科學地質概念個別化教學的研究

**許民陽**[1] **王郁軒**[2] **梁添水**[3]
[1]臺北市立師範學院自然科學教育學系
[2]臺北市立國語實驗國民小學
[3]臺北市立石牌國民小學

(投稿日期：民國92年4月7日，修訂日期：93年3月29日，接受日期：93年7月1日)

**摘要**：地球科學是與日常生活關係最密切的生活科學，尤其是近幾年來颱風、豪雨以及大地震帶來的災害，更使國人深刻體認地球科學相關課題的重要性。現行國小自然科學與九年一貫課程中的自然與生活科技領域均將地球組成物質與地球環境的變化列爲重要的探討主題。隨著科技與社會的快速發展，兒童接受訊息與刺激也日趨多元，傳統分科形式的科學課程將無法滿足學習者的需要，因此有必要考量兒童的先備知能、認知程度，以及生活經驗，將現行的科目加以統整，重視兒童的個別學習差異，設計個別化教學方案，才能達到最佳學習成效。本研究選取北投區某國小二年級以及中正區某國小三年級學童，分別以「泥沙」及「流水的作用與山川地形」爲主題進行個別化教學研究。將生活中的地質概念與問題融入該單元，擬定教學目標，編製形成性評量，進行單元教學後，以口頭及紙筆測驗實施形成性評量，再選取對象進行補救教學或充實教學。整個教學活動結束後，實施學習感想問卷與總結性評量，統計分析學生對教學活動整體學習成效。研究結果發現總結性評量的成績優異，顯示經由個別化補救與充實教學後，整體的學習表現能達成預期的目標。對學生進行的學習感想調查，也呈現出學生對於教學的滿意度均很高，顯示學生喜歡這樣的教學方式，認爲個別化教學的學習有助於其調整學習進度，增進學習成效與自我肯定。

**關鍵字**：概念發展、個別化教學、地質概念。

## 壹、研究動機與目的

地球科學是與日常生活關係最爲密切的生活科學，尤其是地球內、外營力所造成的地質現象，更是與日常生活息息相關。近年來台灣地區颱風、豪雨、土石流以及大地震帶來的災害與刻骨銘心的慘痛經驗，都使國人體認到地球環境的重要性，不再自豪人定勝天，而是開始思考如何與大自然和平共存。因此，引導兒

童認識地球環境、培養環保意識，進而身體力行，是落實環境教育最有效的方法。現行國小自然科學課程標準以及實施的九年一貫自然與生活科技領域課程綱要，均將地球環境中最重要的相關地質概念列爲重要學習主題。

隨著科技與社會的快速發展，兒童接受的訊息與刺激也日趨多元，但相對的，兒童知識背景的差異性也可能因而擴大。傳統的大班教學情境中，由於師生比例過於懸殊，教師對於教學進度的考量與教材的編排，多以中等程度的兒童爲主要對象，無法顧及班上所有學生，使得程度優異或較差的兒童缺乏積極學習的意願。因此，引導兒童探究相關的地質概念時，除了參照教科書原有單元內容外，整個教學活動的設計與實施，更有必要考量兒童的認知發展、先備知識與生活經驗，重視兒童的個別差異，才能達到最佳的學習成效。

基於上述想法與教學需求，本研究選取國小中、低年級學生進行以地質概念爲主題的個別化教學研究。先分析現行國小自然科學與九年一貫自然與生活科技領域課程中的地質概念，參考個別化教學理論，將生活中的地質概念與問題融入現行國小自然科學教學單元，設計個別化教學方案（individualized educational program），進行試教、評估與修正，以期研究結果能作爲改進國小自然科學教學參考使用。

## 貳、理論與文獻探討

### 一、個別化教學理論與精熟學習理論

Keller 的個別化教學理論（Personalized System of Instruction, 簡稱 PSI）是以個人爲基礎，並由學生依據教材內容自訂學習步調（self-pacing）學習，而不與其他同班同學共同學習。這種學習方式通常由助理（proctor）告知學生錯誤之處，學生必須重複學單元教材，自行更正，再參加另一次單元考試。

根據國外文獻探究結果得知，此學習理論的教與學大多應用在中等學校及大專院校程度的學習情境裡。如 Callahan, C & Smith, R.M.（1990）探究中學資優生的學習成效，結果學生在期末考的得分表現比接受傳統教學法的資優生還高；Almeida（1974）及 Zeilik（1974）在天文學課程中，以個別化教學理論作爲教學重點，並評估其成效；Andrews（1977）進行探究地質學的教學活動；Schwartz（1980）探究在臨床生化課的學習成效；Gifford, V. D., & Vicks, J.（1982）針對專科學校新生在生物課學習成效的比較。

Bloom（1968）則提出精熟學習法（mastery learning），主張提供教室裡每位兒童合適的教學品質與學習機會，傳統班級的教學必須適應個別差異，因此要設計個別化教學以達成教學目標。其教學策略是先將教材分爲若干小單元，教學之後進行評量，了解學生學習的精熟度。通過評量的兒童進行加深加廣的充實學習，未通過的學生則施以校正或補救教學，經第二次測驗通過後再進行下一個小單元的教學。精熟學習能提供所有兒童足夠的學習時間與有效的教學策略（Bloom, 1981; Levine, 1985），以及增進學生的學習態度和興趣（Fehlen, 1976）。林來發（1990）根據精熟教學法的精神，參考國內實際班級教學情況，提出完全學習的個別化教學模式。完全學習所強調的「完全」，是預期基準點的「完全」，而非絕對的「完美」，目的是希望透過個別化教學措施，促成全體學生學習成就的提昇。

整個完全學習的教學流程如圖 1 所示，完全學習最重要的是發現學生的學習程度是否達到教學目標，在教學前要事先計劃教學目標，訂定精熟學習標準，根據學習目標實施形成性評量，才能發揮診斷功能，並依標準參照評量來解釋結果。形成性評量不一定是紙筆測驗，可以透過各種方式來了解學生是否達到精熟

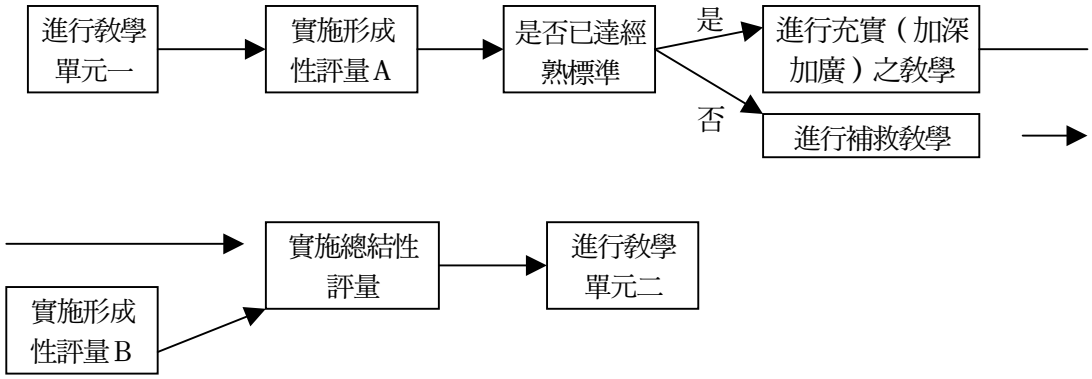



圖 1：完全學習教學流程。（教育部, 1992）

（郭生玉, 1990）。

自個別化教學理論與精熟學習理論發表之後，國內外學者採用其論點應用在普通班教學領域裡。毛連塭、邵慰龍、劉緬懷、鄭錦彬、楊瑞智、陳麗華、張世彗和陳明終（1991）針對台北市兩所國小五年級學童 242 名爲對象，進行教學實驗，結果發現：在數學學業成就方面「精熟學習組」、「一般教學 + 形成性測驗組」及控制組的數學成就後測得分，無顯著差異。三組學童數學學業成就的後測變異量顯著大於前測變異量。陳東陞（1992）爲探究學習障礙、智能不足及部分普通學童在數學學習上常有低成就的情形，採用實驗研究法針對國小二年級學童，採用完全學習策略進行教學實驗，其研究結果發現完全學習策略可增進普通兒童的數學學習成效。

根據上述結果，國內個別化學習成效之研究，所探究學科領域普遍爲數學科，其方法是否能廣泛應用在自然科教學情境中則有待研究。

爲了符合國內目前採用大班教學情境現況，本研究乃採用 Bloom 的精熟學習法，是以團體爲基礎，並由教師決定學習步調。教學策略先將學習內容分成幾個小單元，每的小單元相當於 2-3 節的教學長度，教學之後進行形成性評量以了解到學生學習進步到何種程度，最後針對學童的能力需求進行個別化的學習活動。整個學習活動過程中，教師的角色是教學的引導者和協助者，引導學生以團體方式進行各種學習活動，最後使每個學童達到學習的效果。

## 二、個別化教學的需求與策略

在傳統的大班教學情境中，由於班級人數衆多，不得不採取統一的教學進度、固定的教學模式，與講述式的教學。如此不但限制學生的學習速度和範圍，更無法顧及在智力、人格、能力、家庭背景皆不同的學生。Guskey（1997）認爲，每一位學生都有能力學好教材內容，只是在學習速度上有快慢之分。爲適應學生學習差異的需求，在普通班級的教學情境下，可以採行個別化教學來協助兒童學習，實施對象涵蓋全體兒童，由教師針對每位兒童的獨特性與差異性設計個別化教育方案，在個別化教學的情境中，兒童通常是教學活動的重心，而教師則是扮演協助者（facilitator）的角色協助兒童培養主動學習的興趣與自我實現的能力，這就是個別化教學的眞諦（林寶山, 1990）。

根據 Mohan & Hull（1974）的研究，以及國內實際班級教學狀況與個別化教學需求，

普通班級可以採取的個別化教學策略大致包括下列五種：

**(一)調整學生的學習速度：**

允許學生依照自己的速度（student self-pacing）去學習，面對學習速度較快或遲緩的學生，調整學習時間以適應其需求。

**(二)提供多樣性的教材內容：**

指導班級中學習能力與認知程度較高的學生施予層次較高的學習，或利用班級、學校圖書、網際網路等資源蒐集資料進行延伸學習；對程度較差或學習遲緩的學生運用簡化的教材教學，安排程度較高的學生個別指導。

**(三)調整課程的各項要求：**

普通班級的教學有既定的課程標準教學爲前提，爲達成教學目標，又兼顧個別差異，根據學生個別的學習目標，分別設計不同的評量方式。

**(四)調整教師的角色：**

爲因應個別化教學的實施，教師的角色必須有所調整，以教學設計爲主，扮演協助者的角色，減少權威的色彩，以溫馨、尊重、鼓勵、包容的態度，引導學生主動學習。

**(五)規劃合適的班級環境：**

在一般的班級裡要實施個別化教學，教學環境必須要有高度的相關性與支援性，才能發揮最大的效益，例如規劃教室各個角落的使用，將空間設計成學習角、圖書角、電腦角等學習區，有助於學習程度不同的學生或小組進行討論、補救教學或同儕互動。運用電腦、視聽器材等教學媒體來使學生自行調整速度，加深或淺化。

由以上文獻探討可知，凡是以人性化爲基礎的主張所實施的教學，均可視爲個別化學習（黃政傑, 1990; 1998）。個別化並不只限定一對一的教學，學習目標、學習過程、學習結果，可視個人因素而改變，以精熟學習法爲基礎發展的完全學習，是普通班級教師可以選擇的個別化教學模式。

## 三、國小的地質概念教學

認識地球環境，了解地表作用，欣賞自然之美，進而維護人類與萬物賴以生存的地球，是國小自然科學與九年一貫自然與生活科技學習領域課程的重要理念。而教育部（1993）頒布的國小自然科學課程標準與 2000 年頒布的九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要（教育部, 2000），即根據學生的認知發展與生活經驗，有系統的將此一教學理念分階段融入，期獲得最佳教學效果。1993 年頒布的教育部課程標準，有關地球環境領域的主題概念可分爲土地、資源利用與環境保育兩大部分，主要教學目標是爲了解地球岩石圈的組成物質及變化，資源利用與環境保育的方法與重要性。此主題概念探討項目爲：

**(一)土地：**

- 地表的沙土是農作物生長的地方　二年級
- 雨水滲入沙土中形成地下水　三年級
- 水流侵蝕砂石搬運泥沙至海洋　三年級
- 地下水的成因與污染　四年級
- 搬運海洋的泥沙，沉積後可成地層　五年級
- 火山噴出的岩漿凝固後成岩石　五年級
- 地層中含有許多礦物、岩石等資源，可以利用　五年級
- 礦物具有可辨認的特性　五年級
- 認識水土保持　六年級

**(二)資源利用與環境保育**

- 環境污染的檢驗與防止　六年級
- 了解地球資源的有限並有效運用資源　六年級
- 地球是我們唯一的家，維持平衡的系統很重要　六年級

九年一貫課程自然與生活科技學習領域的

課程綱要中，也列有許多與地質概念有關的課題，列舉如下：

**(一)地球的環境**

| | |
|---|---|
| 組成地球的物質（岩石、水、大氣） | |
| 水、空氣、土地 | 一、二年級 |
| 水、空氣、土地的性質 | 一、二年級 |
| 岩石的組成與性質 | 五、六年級 |

**(二)地表與地殼變動**

| | |
|---|---|
| 土壤、砂石的變化 | 三、四年級 |
| 地表作用 | 五、六年級 |

綜合國內現行國小自然科學課程標準與九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要得知，現行國小自然科學教學強調「解決問題的教學方法」(毛松霖等, 1996)，課程內容探討兒童生活上的經驗與問題。在此課程架構下，國小科學教育中有關地質概念的教學，也應循序漸進，配合學生身心能力發展，以學生生活爲中心，尊重個性發展，以培養科學知能，適應現代生活需要（教育部, 2000），在學習指導上應重視：

1. 以探究及實作方式來進行學習，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧、知能與態度並重。
2. 以學習者爲教學活動的主體，重視開放架構和專題本位的方法。
3. 學習應該培養國民科學與技術的精神與素養。

傳統的科學教育（包括地球科學教育）的教材內容重視學科邏輯架構及科學過程技能（process skill）(Ajeyalemi, 1993)，往往只重視科學概念與技能的學習成效，且學科之間缺乏聯繫，與生活經驗脫節，使得兒童不但未能養成主動探究的習慣，反而還不喜歡科學。因此，實際擔任教學工作的國小自然科學教師在教學策略的採用、教學素材的選用，是否以學生的學習需求爲出發點來進行教學活動設計，就成爲教學成敗的關鍵。國內學者指出，許多國小自然科學教師在實施地球科學教學時會感到困難而需要教學協助（姜滿, 1996; 施惠, 1994）。

因此，基於上述個別化教學與國小自然科學地質概念發展的教學需求，本研究將根據現行自然科學課程標準與九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要，參考個別化教學理論，將生活中的地質概念與問題，融入教科書單元來實施教學活動，評估學習成效，期以研究結果能作爲改進國小自然科學教學的參考。

## 叁、研究方法與步驟

### 一、研究對象

研究對象選定台北市北投區某國民小學二年級及中正區某國民小學三年級各一個班級，兩校均採常態分班。其中北投區某國民小學位於人口密集住宅區內，該校是台北市資訊發展重點及小班教學發展重點學校，因此，該班在教學上的軟硬體設備齊全，大部分學生學習能力積極，教學特色強調小組合作的學習，無論知識優異或學習遲緩的學生，皆能接受適當的協助與指導。中正區某國民小學爲公立實驗國民小學，學校擔負學術研究機構與教育當局的教學研究，教學軟硬體設備齊全。該班約一半學生來自學區外，家長多爲公務人員，社經地位高，家長關心孩子課業。因此，在研究對象的選擇上，對於研究結果的推論應無偏失之虞，實際有效樣本爲二、三年級各爲 30 與 34 人。參與研究的自然科學教師爲地球科學研究所科學教育組畢業，具有良好學科背景與豐富教學經驗，擔任本研究教學活動的設計與教學，十分適當。

### 二、研究工具

本研究用以蒐集資料的工具主要分爲形成性評量、總結性評量與學習感想問卷、與「流

水的作用」專題報告等四項。考量國小低中年級學生書寫表達能力的限制，在紙筆測驗部分，均以選擇題或簡答題型式命題。所有試題編製是依據教學目標與教材的重要內容兩個要素進行檢核，經過學科專家與國小自然科學資深教師審修，並另選班級重複施測，以確保試題的效度與信度。

**(一)形成性評量：**

1. 在「沙土」單元方面：紙筆測驗命題原則是依據教學目標主要概念的層次而編製，每一個選項皆符合兒童的學習經驗且是學習單元中的重要教材。學童從遊戲活動中，能察覺沙與土各有不同的地質概念特性。所以，試題選項沒有單一的答案，而是採用多重選擇題目編製試題，主要讓學生依其所學自由發揮，減低猜測因素的影響。活動單元編製成三份試題（參見附錄一、二、三）：分別在各單元活動結束後施測，評量內容以問題情境作答的紙筆測驗爲主。教學者經由學童作答表現結果給予優、可及劣三個等第作爲評量學習成效的標準，標準如表 1 所示。形成性評量的評定結果，再參照實地觀察與上課中實作表現，作爲補救教學與充實教學進行的依據。本研究實施形成性評量是參照一般個別化學習學理所設定精熟標準，設定評量標準爲，等第皆爲優及可者，認定爲已達到精熟標準；假如答題表現被評定爲劣者，就針對該題的作答表現，進行補救教學。
2. 「流水作用」單元方面：包括口頭問答與紙筆測驗兩大部分。口頭問答部分係以學生實際上課內容爲主，由教師詢問了解。紙筆測驗部分則編製兩份試題：第一份試題在活動一、活動二結束後施測，包括兩大題組，每個題組由 5 個子題構成，均爲選擇題（參見附錄四）。第二份試題在活動二課程結束後施測，包括兩大題組，試題型式分別爲多選題與「連連看」（參見附錄五）。形成性評量的評定結果作爲補救教學與充實教學進行的依據。

**(二)總結性評量：**

利用總結性評量了解個別化教學方案的整體學習成效，作爲教學者進行往後教學之參考。在「沙土」單元：包括 7 題選擇題、6 題是非題、3 題做做看與 4 題比一比共有 20 題（參見附錄六）。「流水作用」單元方面：包括 10 題選擇題與一個看圖作答的選擇題題組（參見附錄七）。兩個教學單元的總結性評量試題的信度考驗，是分別抽取已上過此單元國小二、三年級的學生兩班各 63 人與 60 人接受測試，求出重測信度，兩次測驗相隔時間爲 8、10 天，重測信度係數分別爲 0.74 與 0.71，皆符合本研究的需求。

**(三)「沙土」單元的充實教學活動學習單：**

活動單設計是主題式試探來呈現，整個活動是與教師和同學一起進行，在活動結束後由學生自己完成實驗活動之後，在課堂上發表自己實驗成果及心得。

**(四)「流水的作用」學習感想問卷：**

本問卷主要是用於瞭解學生對於整個學習活動的想法。包括 10 個自陳式問句：9 個正向題、1 個反向題，無記名的方式填寫。在活動結束後由學生自己根據學習狀況作答（參見附錄八）。

## 三、實施方法

研究對象選定後，分別選擇兒童熟悉的「沙土」與「流水作用與山川地形」作爲教學主題，參考現行國民小學自然科學課程標準、九年一貫自然與生活科技學習領域課程綱要的分段能力指標與概念內容，國編版國小自然科學第四

表1：「沙土」單元紙筆測驗評量標準

| 評量等第 | 評 量 標 準 |
|---|---|
| 優 | 每一題目作答中，能全部正確勾選出答案選項 |
| 可 | 每一題目作答中，雖然沒有全部正確勾選出答案，但大多數的選項答對。例如3個選項答對2項；4個選項答對3項；5個選項答對4項；6個選項答對4-5項等。 |
| 劣 | 所勾選的選項是全部正確選項的一半以下。 |

冊第五單元「沙土」及牛頓版國小自然科學第六冊第七單元「流水的作用」的課文內容設計個別化教學活動。

整個個別化教學活動在「沙土」單元部分係利用沙與泥土做遊戲，如做成各種模型….等，發現沙和泥有不同的特性，以此經驗來解決「做個小模型，用沙還是用泥土較好呢？」的問題，進而從沙與泥土的滲水、透氣情形，並了解要選擇合適土壤，才能使植物長得好。「流水的作用」單元部分係以台灣地區最著名地形景觀，如大漢溪、太魯閣峽谷的幻燈片與生活時事議題爲出發點，引起兒童學習動機與探究的意願，探討流水作用與山川地形的關係，進而以實驗活動的方式，探究流水對地表侵蝕、搬運和堆積的作用，推想河川地形的形成原因。兩個單元的教學時間爲七節課，共280分鐘。教學計劃如表2及表3所示。

## 四、資料分析

擬定教學目標之後，立即根據教學目標設計形成性評量，在每一小單元教學結束後即實施形成性評量，包括問題情境作答的紙筆測驗及口頭能力表達。所有評量題目是依據各單元目標編製，教學者經由學童作答表現結果給予優、可及劣三等第作爲評量學習成效的標準。最後，運用此評量結果做日後修正教學之參考，同時選擇對象進行補救教學或更進一步、加深加廣的充實教學。整個教學活動結束後，實施總結性評量，學生評量作答資料均輸入電腦，以統計分析學生對於教學活動的適應情況與整體學習成效。

# 肆、研究結果

## 一、個別化教學的學習成效

### (一)「沙土」單元部分：

#### 1. 活動一：大家來玩堆沙山和泥土山的遊戲

透過兒童的生活經驗，察覺到在許多的場所裡到處都有泥沙，利用沙或泥土玩遊戲，從親自動手操弄沙與泥土等活動中，來激發學童的想像力、思考力，藉由觀察與比較能發現出，沙與泥土無論在顆粒的大小、固結情形等不同的特性，進而應用此特性，能夠塑造出各種小模型的活動，再設計更多的沙土創作。在上課期間除了引導學童發言、參與討論外，另外指導學童利用挖土工具從事採集的操作，藉此引導兒童以手腦並用來學習本活動。最後經由形成性評量來檢視學習成效。

答題表現及評量結果如表4所示，在所有受試學生中，僅有18號及31號兩位同學在第三及第四題作答結果，不能表達出水倒在沙和泥土堆之變化情形。然而，透過教師與同學協助重新示範把水倒在沙堆和土堆之後，讓學童觀察水滲入土裡的情形、沙土顏色變化現象及是否會黏在手上等差異的情況，讓學童加深印象。該2名學生經補救教學之後，回答問題表現以評定"可"的標準，結果如表5所示。其他在本活動作答表現有達到學習目標的同學，有待在下一活動進一步的評估與觀察。

表2：「沙土」單元個別化教學活動計劃

| | |
|---|---|
| 教學活動 | 活動一：大家來玩堆沙山和泥土山的遊戲 |
| 教學時間 | 2 節課（80 分鐘） |
| 教學目標 | 1-1 能知道哪裡有沙和泥土。 |
| | 1-2 能說出可以玩沙和泥土的地方。 |
| | 1-3 由堆沙遊戲中發現乾沙和溼沙堆高的程度和固結情形都不一樣。 |
| 補救教學 | 1-1 利用幻燈片引導兒童察覺到處都有沙與泥。 |
| | 1-2 請同組較資優同學擔任小老師協助學習 |
| 評量方法 | 1-1 能說出可以玩沙和泥土的地方。 |
| | 1-2 能正確表達哪裡可以看到有沙和泥土。 |
| | 1-3 能了解乾沙與濕沙不同的特性。 |
| 教學活動 | 活動二：觀察沙和泥土有什麼不一樣 |
| 教學時間 | 3 節課（120 分鐘） |
| 教學目標 | 2-1 能根據遊戲中得到的心得及細心觀察的結果指出沙和泥土兩者不同性質。 |
| | 2-2 能提出沙和泥土的固結性不同，黏著性也不同。 |
| | 2-3 能發現沙和泥土沉澱情形不同，沙比較快，泥土比較慢。 |
| | 2-4 能發現沙土滲水很快，泥土比較慢又少。 |
| 補救教學 | 2-1 利用水桶蒐集沙土與泥土陳列在教室，供大家觀賞、再觀察與比較。 |
| | 2-2 請同組較資優同學擔任小老師協助學習，教師從旁輔導與操作示範。 |
| 充實教學 | 2-1 實驗操作，引導同學觀察沙與泥滲水的特性並記錄其快慢。 |
| 評量方法 | 2-1 能察覺沙堆與泥土堆不同的正確敘述。 |
| | 2-2 能比較並說出各地方泥沙的異同 |
| | 2-3 從實驗觀察中能說出並能勾選出沙與泥正確敘述。 |
| 教學活動 | 活動三：泥土是農作物生長的好地方。 |
| 教學時間 | 2 節課（80 分鐘） |
| 教學目標 | 3-1 發現花園內的土壤不太鬆、不太黏，又會透氣也容易含水。 |
| | 3-2 種植物的沙土含有沙和泥土。 |
| 補救教學 | 3-1 請小老師示範實驗操作， |
| | 3-2 請同組較資優同學擔任小老師協助學習，教師從旁輔導與操作示範。 |
| 充實教學 | 3-1 利用放大鏡，引導同學觀察花園土壤沙土的特徵。發表土壤中有哪些小生物。 |
| 評量方法 | 3-1 能指出水澆在花園土壤上的現象。 |
| | 3-2 能從澆水中能說出並勾選出沙土的特性。 |

2. **活動二：觀察沙和泥土有什麼不一樣**

本活動是藉由動手操弄的感官探究過程中，察覺不同的泥沙有不同的特徵：乾的沙不容易捏成一團且不容易沾在手上，較快沉澱，滾動後容易散掉；泥土玩起來滑滑黏黏容易沾滿雙手；泥球由上往下滾不容易散開且滾得較遠，較慢沉澱等等。教學過程中採用探究方法，鼓勵兒童積極討論，主動分享經驗與看法。教

表3：「流水的作用」單元個別化教學活動計劃

| 教學活動 | 活動一：美麗的山川 | 活動二：河流的作用 | 活動三：流水實驗 |
|---|---|---|---|
| 教學時間 | 1 節課（40 分鐘） | 2 節課（80 分鐘） | 4 節課（160 分鐘） |
| 教學目標 | 1-1 能表達觀賞山川地景幻燈片的感受或想法。<br>1-2 能指出人類如何利用水資源。<br>1-3 能提出節省用水的方法。 | 2-1 能分辨平日與豪雨期間河水不同處。<br>2-2 能說明獲得有關豪雨災情資料的方法。<br>2-3 能指出豪雨期間暴漲河水造成的災情。<br>2-4 能指出河流的地形作用。 | 3-1 能觀察根據流水實驗指出水澆在泥土的現象。<br>3-2 能根據流水實驗推想地下水的來源。<br>3-3 能根據流水實驗推想山川地形的成因。 |
| 補救教學 | | 2-1 利用幻燈片引導兒童察覺平日與豪雨期間河水在流量、流速、顏色的不同。<br>2-4 利用教學錄影帶引導兒童察覺豪雨期間暴漲河水會侵蝕河岸，引發土石崩落，將泥沙搬運至下游處。 | 3-1 請小老師示範實驗操作。<br>3-2 引導兒童觀察流水作用。<br>3-3 對泥土的影響，及進行專題報告，推想地下水的來源與山川地景的成因。 |
| 充實教學 | | 2-2 利用班級電腦上網查詢相關資料爲同學做介紹。 | 3-1 示範實驗操作，引導同學觀察流水作用。 |
| 評量方法 | 1-1 能說出對於觀賞幻燈片後的想法。<br>1-2 能說出日常生活利用水資源使生活便利的例子。<br>1-3 能提出節省用水的方法。 | 2-1 能勾選出平日與豪雨期間河水不同的正確敘述。<br>2-2 能說明獲得豪雨災情方法，以及獲得哪些豪雨災情的資訊。<br>2-3 能勾選出河流對地形作用的正確敘述。 | 3-1 能指出水澆在泥土上的現象。<br>3-2 能將地下水源與流水實驗相關的現象聯結。<br>3-3 能將山川地形成因與流水實驗相關的現象聯結。 |

表4：「沙土」單元活動一答題表現人數統計表（有效樣本：30 人）

| 題號<br>評量等第 | 問題一 | 問題二 | 問題三 | 問題四 | 問題五 | 問題六 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 優 | 13 | 11 | 18 | 16 | 26 | 24 |
| 可 | 17 | 19 | 10 | 12 | 4 | 6 |
| 劣 | ／ | ／ | 2 | 2 | ／ | ／ |

學結束即針對教學內容實施形成性評量，形成性評量結果如表6所示：

根據評量結果（表 6），發現此活動的學習表現全班皆已達到精熟表現。分析其原因是，該活動主要是學童透過實地觀察與操作的方式來覺察沙與土不一樣的地方，此項教學學活動方式對地質概念的學習有促進學習效果，因此沒有進行補救教學。

最後，將紙筆測驗活動一與活動二全部答對題數 11 題以上的學生( 共 12 人 )分成四組，進行更進一步、加深加廣的充實教學活動。本活動充實學習包括下列兩項活動：同儕教學與

表5：「沙土」補救教學評量結果（通過：○ 未通過：× 未測驗：—）

| | 學生編號 | 18 | 31 |
|---|---|---|---|
| | 形成性評量表現等第 | 劣 | 劣 |
| | 1. 能察覺地表上到處有沙和土 | — | — |
| 重 | 2. 能知道可利用沙土來玩許多遊戲 | — | — |
| 要 | 3. 能察覺沙易滲水的特性 | — | — |
| 概 | 4. 能察覺泥土不易滲水的特性 | ○ | ○ |
| 念 | 5. 能察覺能察覺沙與土黏性不同 | ○ | ○ |
| | 6. 知道能察覺沙與土不同的地方 | — | — |

表6：「沙土」單元活動二答題表現人數統計表（有效樣本：30 人）

| 題號<br>評量標準 | 問題一 | 問題二 | 問題三 | 問題四 | 問題五 |
|---|---|---|---|---|---|
| 優 | 20 | 18 | 16 | 15 | 16 |
| 可 | 10 | 12 | 14 | 15 | 14 |
| 劣 | ／ | ／ | ／ | ／ | ／ |

表7：「沙土」充實活動學習單

實驗主題：沙與泥有什麼不一樣呢？

實驗材料：

| 材料 | 寶特瓶 | 花盆 | 杯子 |
|---|---|---|---|
| 規格 | 600 毫升（去瓶底） | 不限（容量要相同） | 500 毫升 |
| 數量（個） | 2 | 2 | 2 |

實驗過程：

準備好兩個分裝上一樣多沙與泥土的花盆。

把去瓶底的寶特瓶瓶口分別插入沙與泥土的花盆中。

同時利用杯子把等量的水到入寶特瓶中。

觀察水滲入土中的情形。

結果：①哪一個花盆裡的水最快滲入土中呢？答：＿＿＿＿＿＿＿＿

②爲什麼會這樣呢？答：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

實驗計劃報告。

同儕教學：把以上表現傑出的學童分派到各組，在往後進行活動課程學習中，擔任小老師的角色協助老師教導較低成就同學的學習活動。例如進行活動三教學時，幫忙引導學童到校園觀察植物生長場所，發表觀察植物成長下的

表 8：充實活動學習結果紀錄表

| 題目<br>學生座號 | 哪一個花盆裡的水最快滲入土中呢？ | 爲什麼會這樣呢？ |
|---|---|---|
| 第一組 | 沙的花盆 | 因爲沙比較粗，顆粒又比較大，所以水才會流的比較快。 |
| 第二組 | 沙的花盆 | 沙比較粗，空隙會比較大，才會先流出來，泥土比較細，空隙比沙少，水比較不容易流出來。 |
| 第三組 | 沙的花盆 | 因爲沙的隙縫比較大而且沙也比較粗 |
| 第四組 | 有沙的花瓶 | 因爲沙比較粗，水在沙堆裡會滲透到沙裡面去。 |

表 9：「沙土」單元活動三答題表現人數統計表（有效樣本：30 人）

| 題號<br>評量標準 | 問題一 | 問題二 |
|---|---|---|
| 優 | 10 | 28 |
| 可 | 20 | 2 |
| 劣 | ／ | ／ |

表 10：「美麗的山川」口頭問題與評量標準

| | | |
|---|---|---|
| 問題一 | | 剛才看了好多幻燈片，也聽了老師的介紹和同學的經驗分享，請你也說說看自己的想法或感受。 |
| 評量標準 | 優 | 能清楚的表達自己的想法或感受。 |
| | 可 | 在教師或同學的協助或提示下，能夠表達自己的想法或感受。 |
| | 劣 | 在教師或同學的協助或提示下，也不能表達自己的想法或感受。 |
| 問題二 | | 想想看，在日常生活中，水有哪些用途呢？ |
| 評量標準 | 優 | 能清楚的說出日常生活中水的用途。 |
| | 可 | 在教師或同學的協助或提示下，能夠說出日常生活中水的用途。 |
| | 劣 | 在教師或同學的協助或提示下，也不能說出日常生活中水的用途。 |
| 問題三 | | 缺水的時候是很不方便的，所以我們用水時都不應該浪費，想想看，怎麼做可以節省用水呢？ |
| 評量標準 | 優 | 能清楚的說出日常生活中省水的方法。 |
| | 可 | 在教師或同學的協助或提示下，能夠說出日常生活中省水的方法。 |
| | 劣 | 在教師或同學的協助或提示下，也不能說出日常生活中省水的方法。 |

土壤環境特徵。

實驗計劃報告：教學者與學童共同設計相關實驗主題進行實驗活動，讓學童有更進一步達到更高層次的學習機會，挑戰自己的潛能。把研究結果在班及上發表，整個研究過程與結果表 7、表 8 所示。從表 8 中觀察到這幾位學童無論在形成性評量或是充實活動的表現，總是學得比較快，而且成績總能達到超過精熟標

表 11：「河流的作用」形成性評量結果（有效樣本：34 人）

| 答對題數 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 人數 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 12 | 9 | 5 |
| 百分比 % | 0 | 0 | 0 | 0 | 3% | 9% | 12% | 35% | 26% | 15% |

表 12：「河流的作用」充實教學資料查詢結果

| 組別 | 查詢關鍵字 | 查詢網站名稱與網址 | 報告內容 |
|---|---|---|---|
| 第一組 | 河流 | 大河戀<br>http://contest.ks.edu.tw/~river/ | 河川功能、污染、風景照片 |
| 第二組 | 颱風 | 中央氣象局<br>http://www.cwb.gov.tw/V3.0/index.htm | 颱風百問、豪雨災情 |
| 第三組 | 土石流 | 土石流<br>http://earth.gl.ntu.edu.tw/magazine/980602.htm | 土石流成因、災情介紹 |
| 第四組 | 瀑布 | 十分大瀑布<br>http://paradise.linyun.com.tw/default.htm | 瀑布成因、風景介紹 |
| 第五組 | 淡水河 | 淡水河之歌<br>http://www.chinatimes.org.tw/tamsui/ | 淡水河水系與沿岸城鎮介紹 |

準。

3. **活動三：泥土是農作物生長的好地方**

本活動主要學習目標是引導學童到校園觀察植物生長場所，了解到地表上植物生長所需的土壤並不完全是沙也不完全是泥土，而是適量的沙與泥土混合而成的沙土，進而啓發學童察覺沙土是農作物成長的好地方，也是一些動物成長活動的場所，最終目的培養學童細心觀察的能力，進而喜歡並愛護大自然。教學結束即針對教學內容實施形成性評量，作爲實施補救教學與充實教學的依據。形成性評量結果如表 9 所示。

從表 9 的答題表現發現到，雖然在活動三答題表現全部在評量標準「可」以上的表現，但是在問題一答題的表現方面，大部分沒有達到完全精熟的程度。探究其原因，無法理解選項四中落葉腐爛的物質意義。因此，針對此項問題，由學習完全精熟的學童分配到各組擔任小老師，協助老師教學的工作，到花園裡利用放大鏡細心觀察或講解土壤裡有一些落葉腐爛的物質，增強學童學習的印象。此外，針對此項答題結果，也作爲教學者往後修正教學及修正評量試題的參考。

**(二)「流水的作用」單元部分：**

**1. 活動一：美麗的山川**

透過台灣著名山川景觀( 包括:烏來瀑布、角板山河階、太魯閣峽谷、蜿蜒的基隆河、秀姑巒溪河口、日月潭等)，與水資源利用（翡翠水庫、公館淨水場、水資源博物館、馬公四眼井、缺水乾涸的土地等）等幻燈片教學，引導學生探討流水作用與山川地景的關係，水資源的利用，進而養成節省用水的習慣。問題評量標準與作答情形分別如表 10 所示。

在所有受試學生中，僅有一位學生無法在提示下順利回答問題，但經過教師與同學協助該名學生回想生活經驗，與父母到山裡、溪邊遊玩所看到的景象，日常生活中如何節約用水等實際狀況，已能簡單回答問題。

表 13：「河流的作用」補救教學評量結果（通過：○　未通過：×　未測驗：—）

| 學生編號 | | 03 | 08 | 13 | 14 | 24 | 27 | 31 | 35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 形成性評量答對題數 | | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 |
| 重要單元目標與概念 | 1. 能指出豪雨與平日河流流速不同 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 2. 能指出豪雨與平日河流顏色不同 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 3. 能指出豪雨與平日河流泥沙量的不同 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 4. 能指出豪雨與平日河流流量不同 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 5. 能指出豪雨與平日河流衝擊力的不同 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 6. 能知道河水會將河岸泥沙沖刷下來 | ○ | — | ○ | — | — | — | — | — |
| | 7. 能知道河水會搬運泥沙到其他地方 | ○ | ○ | ○ | — | — | — | ○ | — |
| | 8. 能知道泥沙容易堆積在流水緩慢處 | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ |
| | 9. 能指出容易堆積泥沙的河川地形 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 10. 能了解河川上、下游河流搬運能力與泥沙堆積的關係 | × | × | × | ○ | ○ | ○ | × | ○ |

表 14：「流水實驗」形成性評量結果（有效樣本：32 人）

| 答對題數 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 人數 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 5 | 3 | 2 |
| 百分比 % | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6% | 6% | 12% | 19% | 25% | 17% | 9% | 6% |

**2. 活動二：河流的作用**

製作 powerpoint 教學投影片，教材內容包括：颱風豪雨期間河流暴漲現象、水災、土石流、山崩等災情，以及平日河流的景象。與學生針對投影片內容進行討論，鼓勵兒童主動分享經驗與看法。比較平日與豪雨期間河水不同處，了解獲得資訊的方法，探究暴漲河水造成的災情與對地形的侵蝕作用。教學結束即針對教學內容實施形成性評量，形成性評量結果如表 11 所示。

根據評量結果，將答對題數 8 題以上的學生（共 26 人）分爲五組進行充實教學，利用教室內電腦連線上網搜尋有關資料，爲全班同學簡單介紹網站資料。學生上網搜尋常用的關鍵字分別爲：土石流、水災、颱風、豪雨、河流、基隆河、瀑布等。五組查詢報告的內容與結果如表 12 所示。

答對題數少於 8 題的學生（共 8 人），則由教師以教學錄影帶及幻燈片實施補救教學，引導學生分辨平日與豪雨期間河水在顏色、流速、流量上的不同，以及豪雨期間河水強大沖刷力量造成的災情與現象。並針對學生個別學習差異，以口頭發問的方式來確定學習是否獲得改善。結果如表 13 所示。

**3. 流水實驗：**

在校園沙坑邊的空地佈置小土堆，利用可控制水量大小的水管澆水，透過觀察探討流水對泥沙的侵蝕、搬運、堆積作用，並利用河川地景圖片引導學生推想山川地形的成因。教學結束即針對教學內容實施形成性評量，作爲實施補救教學與充實教學的依據。形成性評量結果如表 14 所示。

根據評量結果，將學生分爲五組同時實施補救教學與充實教學，答對題數不到 10 題的

表 15：「流水實驗」補救教學評量結果（通過：○ 部分通過：△ 完全不會：×）

| 學生編號 | | 03 | 08 | 13 | 23 | 27 | 31 | 32 | 35 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 形成性評量答對題數 | | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 7 | 9 |
| 重要 | 1. 能指出三種流水對坊泥沙的作用現象 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ |
| 概念 | 2. 能舉出兩種與流水作用相似的山川地形 | × | △ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | △ |

表 16：是非題：答對人數統計表（有效樣本 30 人）

| 題號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 人數 | 30 | 30 | 26 | 26 | 30 | 28 | 30 |
| 通過百分比 | 100％ | 100％ | 86.7％ | 86.7％ | 100％ | 91.3％ | 100％ |

表 17：選擇題：答對人數統計表（有效樣本 30 人）

| 題號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 人數 | 29 | 29 | 28 | 30 | 30 | 29 |
| 通過百分比 | 99.7％ | 99.7％ | 99.3％ | 100％ | 100％ | 99.7％ |

表 18：比一比：答對人數統計表（有效樣本 30 人）

| 題號 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| 人數 | 30 | 29 | 30 |
| 通過百分比 | 100％ | 99.7％ | 100％ |

表 19：做做看：答對人數統計表（有效樣本 30 人）

| 題號 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 人數 | 30 | 28 | 29 | 30 |
| 通過百分比 | 100％ | 99.3％ | 99.7％ | 100％ |

學生（共 8 人）分派至各組施予補救教學，由答對題數 13 題以上的學生（共 5 人）分別擔任組長負責實驗指導，其餘學生則分別指派任務，協助小組長進行實驗教學。教師則輪流至各組實驗場地以口頭詢問方式了解學習改善情形，結果如表 15 所示。

## 二、整體教學的學習成效

### (一)「沙土」單元部分：

整個教學活動結束後一週，對全班學生進行本單元的總結性評量（附錄四），以了解學生的學習成效，並了解本單元的整體教學效果及學生對些概念目標的瞭解和達到的認知程度，整份試題包括 7 題選擇題、6 題是非題、3 題做做看與 4 題比一比，共有 20 題，結果如下表 16 至表 17 所示。

由表 16 至表 19 答對人數統計結果，顯示除了是非題的第三與第四題通過率未達 90 % 以上，其餘各題普遍有達到精熟學習的目標。事後針對答錯學童進行晤談以了解錯誤原因，

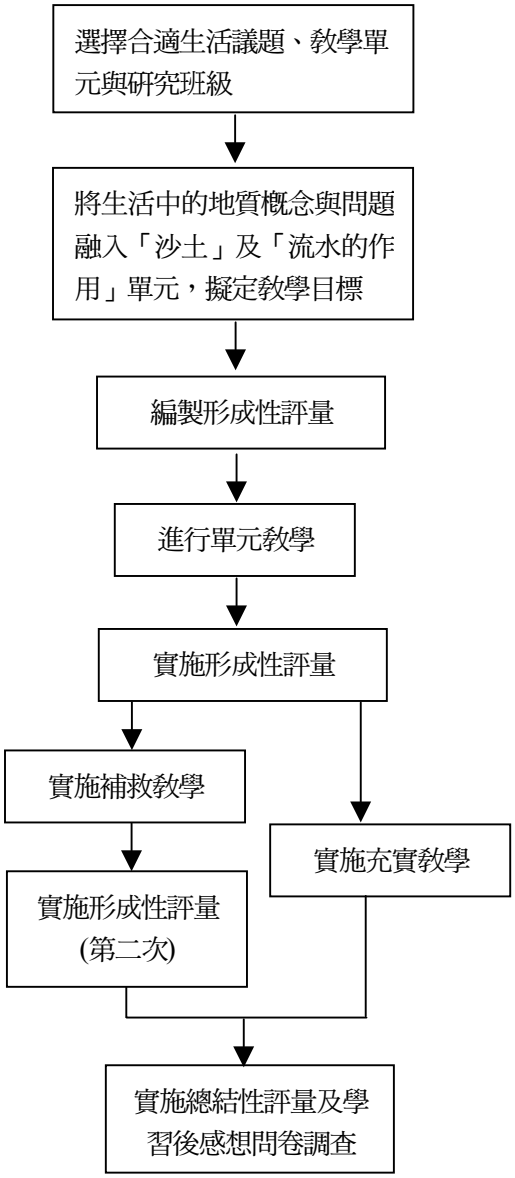



圖 2：「沙土」與「流水的作用」單元個別化教學實施流程

表 20：學生「流水的作用」總結性評量成績統計表（有效人數：33 人）

| 題號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 答對人數 | 30 | 29 | 32 | 28 | 30 | 27 | 27 | 28 | 32 | 33 |
| 通過百分比 | 91％ | 88％ | 97％ | 100％ | 91％ | 82％ | 82％ | 85％ | 97％ | 100％ |

表21：「河流的作用」單元學習感想調查結果（有效樣本：32 人）

| 題目 | 調查結果：人數（百分比） | | |
|---|---|---|---|
| | 同意 | 沒有意見 | 不同意 |
| 1. 我很喜歡這個單元的學習活動 | 26（81％） | 5（16％） | 1（3％） |
| 2. 這個單元的學習活動讓我覺得自己其實也很厲害 | 19（63％） | 8（27％） | 3（10％） |
| 3. 我覺得活動學習結果可以應用在日常生活中 | 25（78％） | 3（9％） | 4（13％） |
| 4. 活動中我有足夠的時間學習自己想學或還不懂的內容 | 21（68％） | 8（26％） | 2（6％） |
| 5. 在整個活動中老師鼓勵我們自己去思考問題和尋找答案 | 28（88％） | 3（9％） | 1（3％） |
| 6. 我覺得這樣的學習方式可以幫助我學的更好 | 23（77％） | 6（20％） | 1（3％） |
| 7. 我覺得這個單元的學習活動好無聊 | 7（23％） | 4（13％） | 20（65％） |
| 8. 我喜歡老師用幻燈片、錄影帶來上課 | 25（78％） | 6（19％） | 1（3％） |
| 9. 我喜歡老師用實驗、觀察等方式來上課 | 29（94％） | 2（6％） | 0 |
| 10. 我喜歡老師讓我們用討論、發表等方式來上課 | 15（47％） | 6（19％） | 11（34％） |

以便改進錯誤重新學習正確觀念，發現大多同學過於粗心會錯題意，經過師生共同研討之後，皆能學習正確概念。

**(二)「河流的作用」單元部分：**

整個教學活動結束後一週，對全班學生進行本單元的總結性評量（附錄七），以了解學生的學習成效。根據統計結果表 20 可知，學生在每一題的答題均能達到 80 %以上的精熟學習標準，顯示透過個別化教學研究所設計的教學活動，能夠有效引導學生學習，達成預期目標。

## 三、學習適應的結果分析

教學活動結束後，即對全班學生實施本單元學習感想的問卷調查，結果如表 21 所示。整份問卷共計 10 個題目，包括 9 個正向題與 1 個反向題，根據調查結果顯示學生的答題狀況應可作爲評估學習反映的參考。

# 伍、討論

根據本研究前述之文獻探討可知，美國在 70、80 年代的個別化教學方案主要實施對象爲中學與大專學生，年齡較大，在學習過程中，學生可依教材內容自訂學習速度的快慢，不與班上其他同學採取共同的學習進度，而且在教學中，通常有助理或助教告知學生錯誤之處。但在國內的國小階段，由於學生年齡較小，加上認知程度未達運思操作期，教師必須講述教科書內容及提示重要概念，與國外相較，在國小階段實施個別化教學方案有其困難處，國外的做法未必符合國內現有班級狀況。

國內小學的教學環境係屬大班教學，班級內的學生數多、個別差異大，的確有實施個別化教學的必要，因此毛連塭等（1991）以及陳東陞（1992）參考完全學習理論，進行國小學童數學學習的個別化教學研究，結果發現完全學習的確有助於學生的數學學習。

本研究的對象爲國小學童，研究的學習領域爲自然與生活科技領域中的地球環境，相關學習主題與兒童生活息息相關，能夠引起學習者的興趣，適合作爲個別化教學的學習主題。本研究即以生活中的地質主題引起動機，參考完全學習的理論，設計個別化教學方案進行教學，合乎國內的實際教學環境，而且研究的領域爲國內未曾進行者，具有領域的開創性，學

習者經過個別化學習之後，高、低成就的學童均能精熟學習與深入學習，且興趣高昂，顯示本研究所設計的個別化教學方案確實可行，只要能掌握個別化學習的精神，選定實用的學習主題，在自然與生活科技領域的教學上，一樣能呈現良好的學習成果。

## 陸、結論與建議

本研究參考完全學習的理論與精神，設計個別化教學活動，提供適合所有學生程度的教學活動，讓程度較差的學生有足夠的時間精熟學習的材料，採用的補救教學策略包括：重新教學、使用輔助器材（幻燈片、錄影帶、風景圖片等）、同儕教學等，經過個別化教學處理的學生，除了幾乎都能達成要求的目標外。更能促進資優學童獲得較高層次的學習，並挑戰自己的潛能。對於學習遲緩的學童也可以增加學習時間與機會，促進其達成精熟學習目標。合乎完全學習所強調的「完全」是預期基準點的「完全」，而非絕對的「完美」，目的是希望透過個別化教學措施，促成全體學生學習成就的提昇。

在充實教學部分，本研究採用的教學策略包括：利用電腦輔助教學、擔任小老師協助指導等，學生透過小組合作上網搜尋資料，爲全班學生介紹分享，擴展學習領域與視野。在實驗中擔任協助操作示範的工作，透過後設認知（meta-cognition）的教學策略，以自身學習的經驗引導低成就學生學習，確實發揮小老師的功能，這樣的學習過程，學生能將自身學習經驗與查詢的資料進行消化、整理。不但能夠依自己的興趣積極主動學習，掌握學習進度，更能拓展人際關係，可稱得上是全方位的高層次學習。

根據總結性評量的成績可知，學生在每一答題的通過率均達 80 %以上，達到精熟學習標準的比例均高，顯示學生經過本單元的學習之後，整體學習成效達到預定的教學目標。

教學與評量是一體的兩面，傳統的紙筆測驗雖然具有標準、齊一與批改方便的優點，但卻往往忽略了個別化的差異。本研究爲了解學習者的學習成效，除了傳統的紙筆測驗，另採行口頭發表、實作等較高層次的綜合應用方式來進行形成性評量，讓教師有機會在教學過程中，更清楚的瞭解程度較差的學生的學習問題，也提供他們多元的管道表達自己的想法，更提供了高層次的學生更多的學習選擇，以及社會義務，這些方法都能有效掌握學習者的學習成效，也大大增加了學習者與教師之間良性的互動，充分掌握個別化教學與九年一貫課程的精神。

學習興趣也提供了學習者對於教學者乃至於整個教學活動的重要回饋線索。本研究結果顯示，學習之後對於所有學生進行的感想調查，結果發現學生在每一項問題的滿意程度均很高，顯示學生喜愛這樣的教學方式，認爲在這樣的學習活動中，學習主題、活動方式、評量方法等，有助於其調整學習進度，增進學習成效與自我肯定。

在整個研究過程中發現，不同程度的學生均能在學習過程中保持著高昂的學習興趣，達成既定的學習目標。究其原因，乃是生活化的學習主題與學生爲主體的學習體驗，讓學生能充分將其生活經驗與學習活動相互連結，更增加其學習意願與應用的機會。在此一教學理念下，針對程度不同的學生安排各種適性的學習活動，加深其學習印象，而且學習者可以透過各種評量方法瞭解自己是否達成學習目標，充分建立自信與興趣，應是本研究學習結果符合研究期待的原因。這樣的教學模式，除可適用於地質概念外，也可適用於其他科學概念的學習，可作爲進一步發展教學模組或教學研究的方向。

## 誌謝

本研究承蒙國科會專案計畫經費補助，計畫編號 NSC 89-2511-S-133-007，特此感謝。

## 參考文獻


1. 毛松霖和陳文典(1996)：解決問題教學法。台北縣：台灣省板橋教師研習會。
2. 毛連塭、邵慰龍、劉緬懷、鄭錦彬、楊瑞智、陳麗華、張世彗和陳明終（1991）：精熟學習方案對國小學童數學學業成就及數學自我觀念之影響(II)，**台北市立師範學院學報**, **22**, 1-27。
3. 林寶山(1990)：**教學理論與方法**。台北市：五南圖書出版公司。
4. 林來發（1990）：完全學習概論 － 載於**完全學習實驗教學研討彙編**。台北市：台北市政府教育局。
5. 施惠（1994）：國小教師在職研習探究活動之研究 － 月球運動的探討過程。論文發表於**中華民國第十屆科學教育學術研討會**。台北市：國立台灣師範大學，775-799。
6. 姜滿（1996）：國小學童對地球形狀及地心引力之另有概念研究（II），論文發表於**八十五年度科學教育專題研究計畫成果討論會**。台北市：行政院國家科學委員會，543-549。
7. 教育部(1992)：**國民小學個別化教學手冊**。台北市：教育部。
8. 教育部（1993）：**國民小學課程標準**。台北市：教育部。
9. 教育部（2000）：**國民中小學九年一貫課程暫行綱要 － 自然與生活科技學習領域**。台北市：教育部。
10. 郭生玉（1990）：完全學習的評量 － 載於**完全學習實驗教學研討彙編**。台北市：台北市政府教育局。
11. 黃政傑（1990）：精熟學習的課程設計－載於**完全學習實驗教學研討彙編**。台北市：台北市政府教育局。
12. 黃政傑（1998）：**個別化教學法**。台北市：師大書苑。
13. 陳東陞（1992）：The Use of Selected Mastery Learning Techniques on Mathematics Performance in Nondisabled, Learning Disabled, and Educable Mentally Retarded Children。**台北市立師範學院學報**, **23**, 559-606。
14. Ajeyalemi, D. A. (1993). Teacher Strategies used by Exemplary STS teachers. In R. E. Yager (Ed.). *The Science Technology Society Movement*, 7, 49-52, Washington, D.C: National Science Teachers Association.
15. Almeida, S. P. (1974). Self-Paced Astronomy. *Science Education*, 58, 1, 23-28.
16. Andrews, R. S. (1977). Customizing Geology in the Self-Instruction Mode: For Example. *Geological Oceanography Journal of Geological Education*, 25, 4, 108-111.
17. Bloom, B. (1968). Learning for mastery. *Evaluation Comment*, *1*(2), 1-5.
18. Bloom, B. S. (1981). *All Our Children Learning*. New York: McGraw-Hill.
19. Callahan, C&Smith, R. M. (1990). Keller's Personalized System of Instruction in a Junior High Gifted Program. *Roeper Review*, 13, (1), 39-44.
20. Fehlen, J. (1976). Mastery learning techniques in the traditional classroom setting. *School Science and Mathematics*, 68, 241-245.
21. Guskey, T. R. (1997). *Implementing Mastery Learning* (2nd ed.). Wadeswoth Publishing.
22. Gifford, V. D., & Vicks, J. (1982). A Comparison of the Personalized System of

Instruction and a Conventional Biology Course on the Achievement of Junior College Freshmen. *Journal of Research in Science Teaching*, *19*(8), 659-64

23. Levine, D. (1985). *Improving Student Achievement Through Mastery Learning Programs*. San Francisco: Jossey-Bass.
24. Mohan, M. and Hull, R. E. (eds). (1974). *Individualized Instruction and Learning*. Chicago: Nelson-Hall Company.
25. Schwartz, P. L. (1980). A Controlled Trial of Teaching Clinical Biochemistry by the Keller Plan. *Journal of Medical Education*, 55, (12), 1013-1020.
26. Zeilik, M. II. (1974). A PSI Astronomy Course. *American Journal of Physics*, 42, (12), 1095-1100.

## 附錄一　國小二年級自然科學「沙土」單元形成性評量(一)

1. 哪裡可以看到沙或泥土？
   - ☐ 建築工地
   - ☐ 鄉下田園裡
   - ☐ 河流裡
   - ☐ 河邊或海邊
   - ☐ 花園裡
   - ☐ 操場沙坑裡
   - ☐ 海灘
   - ☐ 山上
   - ☐ 其它：_____

2. 小朋友，你們在沙堆裡，會玩哪些遊戲呢？
   - ☐ 堆沙堆、滾沙球
   - ☐ 造高山、挖山洞
   - ☐ 挖河流、做水壩、做水庫
   - ☐ 堆沙堡、
   - ☐ 做動物模型、做蛋糕
   - ☐ 滾沙球、玩沙丘大戰
   - ☐ 找貝殼
   - ☐ 其它：_____

3. 小朋友倒水在沙堆之後，你發現了什麼現象？
   - ☐ 沙比較鬆，水很快就滲進沙堆裡面
   - ☐ 沙的顏色會變暗
   - ☐ 水不會滲進去沙堆裡面
   - ☐ 溼的泥土比溼的沙還黏
   - ☐ 沙不容易揉成一團，容易散掉
   - ☐ 其它：_____

4. 小朋友，把水倒在泥土堆之後，你發現了什麼現象？
   - ☐ 泥土堆比較密，水比較不會滲進泥土堆裡
   - ☐ 泥土變泥巴
   - ☐ 泥土變軟、顏色變深
   - ☐ 水由高處往低處流下來，好像一條河流，水濁濁的
   - ☐ 泥土倒水後，摸起來溼答答的、黏黏的
   - ☐ 其它：_____

5. 摸玩沙或泥土之後，把手拍一拍，你發現了什麼？
   - ☐ 手變粗，手上沾了許多的沙或泥
   - ☐ 沙好拍容易掉
   - ☐ 泥土會黏著手，不容易拍掉
   - ☐ 其它：_____

6. 小朋友倒水在沙堆與泥土堆之後，你發現了什麼現象？
   - ☐ 水很快就滲進去了
   - ☐ 沙的顏色變深
   - ☐ 水比較不會滲進去
   - ☐ 溼的泥土比溼的沙還黏
   - ☐ 沙堆會誇掉
   - ☐ 其它：_____

## 附錄二 國小二年級自然科學「沙土」單元形成性評量(二)

1. 小朋友，沙摸起來覺得怎樣？
   - ☐ 乾乾的、一粒粒的
   - ☐ 鬆鬆的、散散的
   - ☐ 粗粗的
   - ☐ 其它：_____

2. 小朋友，泥土摸起來覺得怎樣？
   - ☐ 細細的、黏黏的
   - ☐ 軟軟的
   - ☐ 一團一團的，看起來髒髒的
   - ☐ 其它：_____

3. 把沙和泥土加水後做成圓球，在斜板上滾滾看，你發現什麼呢？
   - ☐ 泥球較硬，可以滾到下面
   - ☐ 沙球較硬，可以滾到下面
   - ☐ 泥球一滾就散了
   - ☐ 沙球一滾就散了

4. 一隻手握溼沙另一隻手握溼泥土，然後放開，你發現什麼呢？
   - ☐ 泥土顆粒較細，會沾在手上
   - ☐ 沙的顆粒較粗，沙會散開`，不容易沾在手上
   - ☐ 泥土比較黏，容易黏在手上，較容易形成一團

5. 準備透明杯子各裝了半杯水，一杯放進泥土，一杯放進沙，各攪拌之後，過了 20 鐘之後，你發現什麼呢？
   - ☐ 泥土的顆粒很細、比較黃濁，不容易沉澱
   - ☐ 沙的顆粒很細、比較黃濁，不容易沉澱
   - ☐ 沙的顆粒比較大、又重，很快就沉澱了，水比較清
   - ☐ 泥土的顆粒比較大、又重，很快就沉澱了，水比較清

## 附錄三　國小二年級自然科學「沙土」單元形成性評量(三)

1. 觀察學校花園或花圃中的沙土，你發現了什麼？
   - ☐ 看起來有大顆粒也有小顆粒
   - ☐ 摸起來不太鬆也不太黏
   - ☐ 用手搓搓看覺得有一點黏
   - ☐ 沙土中有落葉腐爛的物質
   - ☐ 濕濕的，有的有裂痕
   - ☐ 其它：_____

2. 用噴水壺把水澆入花園中的沙土中，你發現了什麼？
   - ☐ 水不會停在土上
   - ☐ 水會慢慢的滲入沙土中，最後水不見了
   - ☐ 土中會冒出氣泡來，可能沙土中有空氣
   - ☐ 沙土會變軟
   - ☐ 其它：_____

## 附錄四　國小三年級自然科學「流水的作用」單元形成性評量(一)

一、下過大雨的河流和好久沒有下雨的河流，看起來有什麼不同呢？請將正確答案的號碼填寫在（　）裡。

（　）1. 河水漲的比較高的是【(1)下過大雨後的河水 (2)好久沒有下雨的河水 (3)都差不多】。

（　）2. 河水流動速度比較緩慢的是【(1)下過大雨後的河水 (2)好久沒有下雨的河水 (3)都差不多】。

（　）3. 河水顏色看起來比較混濁的是【(1)下過大雨後的河水 (2)好久沒有下雨的河水 (3)都差不多】。

（　）4. 哪種河水帶來的泥沙比較多？【(1)下過大雨後的河水 (2)好久沒有下雨的河水 (3)都差不多】。

（　）5. 哪種河水衝擊的力量比較大？【(1)下過大雨後的河水 (2)好久沒有下雨的河水 (3)都差不多】。

二、河流經過的地方，流水可能會造成哪些現象呢？請仔細閱讀每一個句子，請將正確答案的號碼填寫在（　）裡。

（　）1. 【(1)湍急的河水 (2)緩慢流動的河水】容易將河岸的泥土、砂石沖刷下來。

（　）2. 沖刷下來的泥沙掉進河裡會使河水【(1)變得清潔透明 (2)混濁的土黃色】。

（　）3. 掉進河裡的泥沙【(1)全部都立刻沉到水底 (2)都浮在水面上 (3)會被河水帶到比較遠的地方】。

（　）4. 河水從山上流向平地，河流【(1) 變得愈來愈窄，河水的速度也愈來愈湍急 (2)變得愈來愈寬，河水的速度也愈來愈緩慢 (3)沒有什麼改變】。

（　）5. 河水的速度變緩慢了以後，河流裡的泥沙【(1)比較容易沉澱堆積 (2)容易流到更遠的地方 (3)比較容易浮在水面上】。

（　）6. 河流裡的泥沙最後可能會沉澱堆積，這些泥沙不可能會在下列哪個地方沉澱堆積？【(1)海洋 (2)湖泊 (3)瀑布】。

## 附錄五　國小三年級自然科學「流水的作用」單元形成性評量(二)

一、在佈置好的小土堆上澆水，有什麼發現呢？請將你觀察到的現象在□裡打勾。

□ 水滴會把泥土打成一個一個的小凹洞。
□ 水會滲到泥土裡去。
□ 水和泥沙混合後會變成土黃色的泥水。
□ 水會往低的地方流動。
□ 水流經過小坑洞會積水，等水積滿了再往下流動。
□ 水流過的地方會形成一條溝紋。
□ 水澆的愈多，流動得愈快，溝紋也愈來愈明顯。
□ 被流水沖刷下來的泥土會堆積比較低的地方。
□ 其他的發現：_____

二、下列哪些流水實驗中觀察到的現象與常見的地形作用有關，請將有關聯的選項連起來。

| 流水實驗 | 地形景觀或現象 |
| --- | --- |
| 1.雨水會滲到地面下 | *A.湖泊* |
| 2.水流過的地方會形成一條溝紋 | *B.地下水* |
| 3.被流水沖刷的泥土會在堆積比較低的地方 | *C.河口常有沙洲堆積* |
| 4.水澆的愈多，流動得愈快，溝紋也愈明顯 | *D.大雨期間暴漲河水沖刷力量比較大* |
| 5.水流經過坑洞會積水，積滿後再往下流動 | *E.流水侵蝕岩層形成河谷* |

## 附錄六　國小二年級自然科學「沙土」單元診斷評量試卷

一、是非題：35％

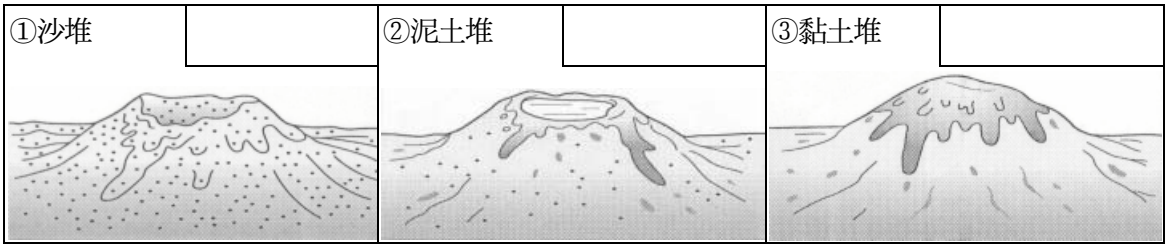
1. (　) 學校的沙坑踩起來硬硬的，而且也有好多棵樹生長在沙坑裡。
2. (　) 沙和泥土的顏色不同，顆粒大小也不同。
3. (　) 沙土是農作物生長的好地方。
4. (　) 沙的顆粒比泥土大，又重，所以容易沉澱在杯底。
5. (　) 濕沙球會比濕泥土球滾得較遠。
6. (　) 花園的沙土沒有沙那樣鬆，也沒有像泥土那樣黏。
7. (　) 用沙做的模型，乾掉之後會比泥土做的模型較容易散掉。

二、選擇題：30％

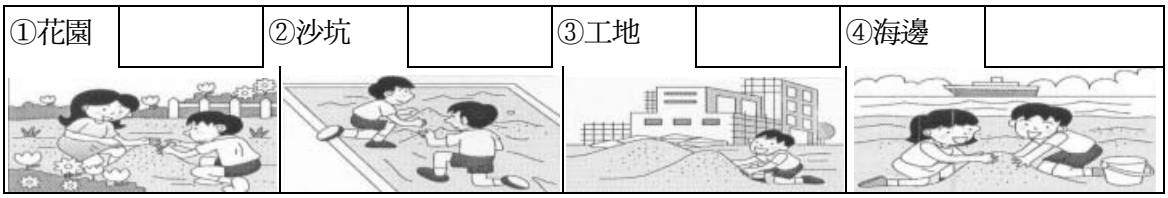
1. (　) 沙摸起來的感覺是①粗粗的②滑滑的③軟軟的。
2. (　) 容易被水沖垮的是什麼？①沙堆②石頭堆③泥土堆。
3. (　) 下列哪一種最適合用來種花？①沙②泥土③含沙的泥土。
4. (　) 下列哪一種最容易沾在手上？①沙②泥土③一半沙一半泥土。
5. (　) 加水後最不容易捏成一團的是①沙②泥土③一半沙一半泥土。
6. (　) 倒入水中攪拌後過一會兒，比較混濁的是①沙②泥土③一半沙一半泥

三、做做看：15％

1. 小明在三堆小山上加水，哪一堆最容易讓水滲下去？請打✓：



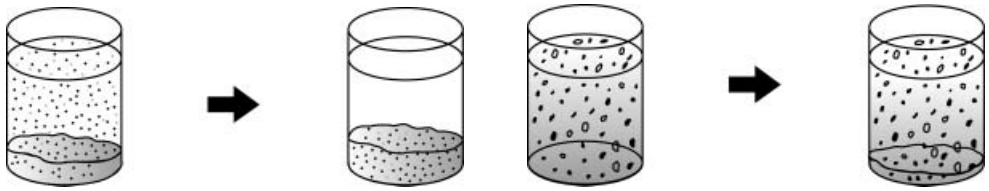

2. 哪裡比較安全，可以自己去玩沙或泥土？請打✓：



3. 圓圓把沙和泥土拿來做沉澱的遊戲，請在( )中填上沙或泥土：

①( ) ②( )

很快沉澱 不易沉澱



四、比一比：沙和泥土有什麼不同？在空格中打✓（20％）

| 比 較 的 項 目 | 沙 | 泥土 |
|---|---|---|
| 1.不容易捏成模型，而且稍微碰一下就散開了 | | |
| 2.容易捏成各種模型。 | | |
| 3 摸起來細細滑滑的 | | |
| 4.出現在海邊的量比另一種多。 | | |

## 附錄七　國小三年級自然科學「流水的作用」單元總結性評量

一、選擇題：60％

1. (　) 雨水從天上降下來，可能會到哪裡去呢？ (1)滲到地下去 (2)流到水溝裡 (3)滴在水池裡 (4)前面三個答案都有可能。
2. (　) 下面哪個風景名勝與流水的作用沒有關係？(1)壯闊的十分寮瀑布 (2)莊嚴的中正紀念堂 (3)美麗的日月潭 (4)彎來彎去的基隆河。
3. (　) 颱風期間帶來大雨，想要知道氣象消息或與豪雨有關的新聞，下列哪個方法是不理想的？(1)收看電視新聞 (2)收聽廣播消息 (3)隔壁叔叔說的 (4)打 166 氣象電話。
4. (　) 平常很久不下雨的時候，河水(1)會比較混濁 (2)流得比較湍急 (3)水量會比較多 (4)沖刷的力量比較小。
5. (　) 下大雨的時候，河水的顏色會變成土黃色，是因爲(1)大量泥沙被沖刷到河裡 (2)工廠排放廢水 (3)枯黃樹枝掉落河裡 (4)河水本來就是這樣的顏色。
6. (　) 下列哪個選項是河流裡的泥沙不容易大量堆積的地方？(1)平靜無波的湖底 (2)流動緩慢的大河 (3)水流湍急的瀑布 (4)靠近河口的沙洲。
7. (　) 井裡頭水的來源是？(1)地下水 (2)海水 (3)河水 (4)水庫。
8. (　) 流水實驗中觀察到的現象：「水流過的地方會形成一條溝紋，而且水澆的愈多，流動得愈快，溝紋也愈明顯」，和下列哪種地形現象的形成原因有些類似？(1)一望無際的沙漠 (2)斷層活動使得地面隆起 (3)壯麗的河川峽谷 (4)火山地區硫磺氣味濃。
9. (　) 溪水從山上流下來，可能會流到哪裡？(1)湖泊 (2)海洋 (3)水庫 (4)前面三個答案都有可能。
10. (　) 颱風大雨期間，常常會發生可怕的土石流災害，你認爲發生土石流可能的原因是？(1)溪水暴漲，沖刷力量太大 (2)森林被砍伐，變成光禿禿的山 (3)山坡上建了許多房子，沒有做好水土保持 (4)前面三個答案都有可能。

二、山上的溪流和平地的河流有什麼不同呢？請在正確答案前的□打勾。40％

| 河流<br>地形 | 水流速度 | 河面寬度 | 河谷地形 | 泥沙沖刷或堆積 |
|---|---|---|---|---|
| 山上的溪流 | □ 比較湍急<br>□ 比較緩慢 | □ 比較寬<br>□ 比較窄 | □ 有比較高深的河谷<br>□ 沒有峽谷，只有河岸堤防 | □ 沖刷力量比較大，泥沙容易被帶走<br>□ 沖刷力量比較小，泥沙容易堆積 |
| 平地的河流 | □ 比較湍急<br>□ 比較緩慢 | □ 比較寬<br>□ 比較窄 | □ 有比較高深的河谷<br>□ 沒有峽谷，只有河岸堤防 | □ 沖刷力量比較大，泥沙容易被帶走<br>□ 沖刷力量比較小，泥沙容易堆積 |

## 附錄八　國小三年級自然科學「流水的作用」單元學習感想調查表

小朋友們！經過了「流水的作用」這個單元的學習活動之後，你有沒有什麼心得或感想呢？請你閱讀每個題目的敘述，在句子最後的選項中勾選自己的答案，謝謝！

| | 同意 | 沒有意見 | 不同意 |
|---|---|---|---|
| 1. 我很喜歡這個單元的學習活動 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 2. 這個單元的學習活動讓我覺得自己其實也很厲害 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 3. 我覺得這個單元的活動內容與學習結果可以應用在日常生活中 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 4. 我覺得這樣學習活動可以讓我有足夠的時間學習自己想學的或還不太會的內容 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 5. 在整個學習活動中老師鼓勵我們自己去思考問題和尋找答案 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 6. 我覺得這個單元的學習方式可以幫助我學習的更好 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 7. 我覺得這個單元的學習活動好無聊 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 8. 我喜歡老師用幻燈片、錄影帶等來教我們學習「流水的作用」 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 9. 我喜歡老師用實驗、觀察等方式來教我們學習「流水的作用」 | ☐ | ☐ | ☐ |
| 10. 我喜歡老師讓我們用討論、發表等方式來學習「流水的作用」 | ☐ | ☐ | ☐ |

# A Study of An Individualized Education Instruction Program on Geological Conceptions

**Ming-Yang Hsu[1], Yu-Hsuan Wang[2] and Tien-Sue Liang[3]**

[1]Department of Math and Science Education, Taipei Municipal Teachers College

[2]Taipei Municipal Mandarin Experiment Primary School

[3]Taipei Municipal Shih-Pai Primary School

**Abstract**

Earth science is the science most closely related to our daily lives. As Taiwan has been experiencing geological disasters with greater damage in recent years, it is important to provide school children with knowledge about our geological environment. This will also help to enhance the publics' consciousness of environmental conservation. Talented or retarded students are often disregarded inside an over-sized classroom, therefore, this study focuses on individual differences in learning geological conceptions. By analyzing the concept of geology in current primary science curriculums and in the realm of the 9-year integrated curriculum, and by implementing the theory of individualized instruction, the daily life experiences of each school student is considered as one of the elements in developing an individualized educational program. In this study, "mud and sand" and "fluvial erosion and landform" were chosen as the bases for developing individualized educational programs for experimental teaching. The main target was 2nd and 3rd graders. These students were provided with supplementary equipment, peer teaching and computer software to minimize learning differences. These students attained positive achievement. The results of this research can be applied to individualized and small class teaching, as well as to fit the needs of the 9-year integrated curriculum of primary schools to provide teaching activities with flexibility.

**Key word**: Conceptual Development, Individualized Educational Program, Geological Conception.