

# 以做中學與問題導向學習提升地形學學習成效

馮正一<sup>(1)</sup> 許冠羿<sup>(1)</sup> 林碩彥<sup>(1)</sup> 文雋亞<sup>(1)</sup>

## 摘要

國立中興大學水土保持學系碩士班課程「地形學特論」以「做中學」與「問題導向學習」等為目標，規劃教學內容，以提升學生在地形學的基礎能力、提升學習動機與應用在水土災害整治。本計畫之教學分為6個階段，包括分組進行地形模型實作與試驗（邊坡、河川演變、河川整治工程模型等）、無人飛機數值地形模型製作、調查工具學習與現地地形校外勘查等。在教學成效評量方面，本計畫本著「具證據的評估」的理念來多元評量學生，並進行觀察學生反應與分析教學成效，包括問卷、個別面談口試、分組期末簡報互評、學生影片觀賞心得等評量。本課程之教學紀要可供後續地形學教學之參考。

**關鍵詞：**地形學、做中學、問題導向學習、現地勘查、模型試驗

## Enhancing Learning Effectiveness in Geomorphology through Learning by Doing and Problem-Based Learning

*Feng Zheng-Yi<sup>(1)</sup> Kuan-Yi Hs<sup>(1)</sup> Shuo-Yen Lin<sup>(1)</sup> Chun-Ya Wen<sup>(1)</sup>*

Department of Soil and Water Conservation<sup>(1)</sup>, National Chung-Hsing University, Taiwan

### ABSTRACT

The course "Special Topics in Geomorphology" in Department of Soil and Water Conservation in National Chung Hsing University aims to enhance students' fundamental abilities in geomorphology, boost their learning motivation, and apply their knowledge to soil and water conservation through "learning by doing" and "problem-based learning" approaches. The course is structured into six stages, including group-based terrain model experiments (such as slope stability, river evolution, and river engineering models), UAV-generated digital terrain model production, learning investigation tools, and field geomorphological investigations. For evaluating the teaching effectiveness, this project adopts a "evidence-based assessment" approach, employing diverse evaluation methods to assess students and analyze teaching outcomes. These methods include the questionnaire, individual oral interviews, group peer reviews of final presentations, and students' reflections on course videos. The teaching practice of this course may serve as a reference for future geomorphology education.

**(Keywords:** Geomorphology, learning by doing, problem-based learning, field investigation, model test)

---

<sup>1</sup> 國立中興大學水土保持學系

\* 通訊作者：tonyfeng@nchu.edu.tw

## 前言

本計畫提出的教學實踐課程是國立中興大學水土保持學系碩士班之「地形學特論」，主要以「做中學(Learning by doing)」與「問題導向學習(Problem-based learning)」為教學方法。該課程旨在讓學生理解地形變遷過程及其可能引發的災害，以提升預防能力。為了改善傳統被動聆聽的學習模式，本教學實踐課程引入更多實作項目以進一步改進教學現場，通過現場地形勘查、河川地形與河川整流工程模型試驗，以及邊坡模型試驗等實作活動，增強學生對地形學的理解和應用能力。本計畫採用定量和定性方法評估教學成效，包括專業能力提升和學生滿意度的回饋。本計畫完成之後撰寫成此教學實務紀要文章。

## 教學現場問題

在國立中興大學水土保持學系「地形學特論」課程的教學過程中，過去發現一些影響學生學習成效的問題。首先，傳統的授課方式偏重於講授，缺乏動手實作的環節，學生難以在短時間內充分理解課堂內容。修課學生來自不同的大學畢業科系，包括水保、水利、土木、營建、森林等相關領域，因此學生之基礎學科知識應有所差異。此外，缺乏實地勘察經驗使學生難以將地形學課堂所學與實際情境聯繫，可能降低了學習動機。也

或許過去課程內容多集中於基礎地形學觀念，而應用性技術較少，削弱了學生的學習興趣。因此，為提升學生的專業能力與學習動機，有必要在教學中增加實作課程和地形勘察活動，以「做中學」與「問題導向學習」的方法，規劃教學內容，提升學習動機，並期望學生未來可應用在水土災害整治。

## 創新教學策略與教學設計

### 一、創新教學策略

本課程計畫融入「做中學」與「問題導向學習」的理念，通過現場地形勘查和河川、邊坡模型試驗，讓學生在實作中瞭解實際問題，可再深入理解地形演化和工程實務的關聯。本課程設計旨在激發學生學習動機，通過實作與成果簡報達成學習目標，從而強化地形學的應用能力與學習興趣。以下為本課程的教學策略：

- 1.加入校外地形勘查，可加強學生對該地形形成、變遷與破壞的理解。
- 2.製作河川模型，學生親自動手實作，可加深河川形成機制的瞭解，也會自發性查閱資料，以建置模型。另外，加入規劃河川整流工程之設施，強化與工程實務的聯結。

馮正一、許冠羿、林碩彥、文雋亞：  
以做中學與問題導向學習提升地形學學習成效

3.製作邊坡模型試驗，增加學生實作機會，也加深學生對邊坡崩塌機制的瞭解，透過動手實作增加學生該課題之興趣。

4.以無人機空拍 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) 現地地形，使用 Pix4Dmapper 製作立體的數值表面模型(DSM, Digital Surface Model)。

## 二、教學設計

本碩士班課程「地形學特論」於 112 學年度第二學期開設，共有 21 位碩士生選課。本課程旨在以做中學與問題導向學習方法來改變教學現場，並配合數堂講授課程說明地形學要點。故在教學設計上加入了前述之創新教學策略。圖 1 為本課程教學流程，而附錄表 1 為課表，附錄表 2 為教學歷程照片。課程設計主要分為 6 個教學階段，教學方法與場域如下說明：

**1.課前自主預習基礎知識：**針對部分學生基礎學科程度不足的情形，在課前提供教材並提示重要觀念。對於自主預習的教材，本計畫以林惠娟教授在修習石再添教授的地形學課程時的手抄繪筆記作為基礎，讓學生在課外研讀。學生課外自主研讀後，可於上課時間與老師進行討論，並由老師進行觀念解說。藉由學生提問、老師講解或者老師提問、學生回答的互動過程，使學生能夠

在課前預習與課後複習地形學基礎知識，老師也可瞭解學生學習狀況。

**2.崩塌地調查常用儀器與軟體操作教學：**校園內空曠處（校內湖邊），進行崩塌地調查常用儀器與軟體操作教學，例如：運用無人飛機進行航拍測量地形、用 Pix4Dmapper 製作 UAV 數值地形模型(DSM)等。透過讓學生實際操作的方法，使學生具備進行野外勘查與製作 UAV 數值模型的技術。

**3.現場地形勘查：**河谷地形及大規模崩塌勘查。由授課老師與業師帶領學生至現場教學場域：苗栗火炎山、卓蘭大峽谷地形、苗栗鯉魚潭水庫進行地形地質勘查、無人飛機空拍、蒐集資料等。請同學對現場所觀察到的現象提出想法，使學生能夠把課堂上所學的知識套用至現場，培養學生實際現場勘查

#### 4.以問題導向學習(Problem-Based Learning)訂

**定實作課題：**老師在課堂上提出地形學災害相關問題，整治處理的因應需求。學生以自己的構想，利用試驗實作來瞭解邊坡破壞及河川侵蝕機制，嘗試尋找解決問題的方案。

#### 5.地形模型實作與試驗：

製作邊坡模型及河川地形、規劃河川整流工程模型試驗。為利於學生易於瞭解地形演變，故加入邊坡模型及河川地形、河川整流工程模型試驗的實作課程。透過讓學生親自動手及找尋資料來製作地形模型及整治構造物，讓學生體會課本內容所要傳達的觀念與理論：

(1)邊坡模型試驗:透過邊坡模型試驗讓學生了解課本所提及的邊坡崩塌破壞機制。對應課堂所教授的理論，加上實際的動手操作，學生對於內容更能理解。

(2)河川地形模型試驗:預先了解河谷地形的特徵，而後建置模型來呈現河川的演變及沖刷輸砂情形。可考慮情境，如河岸材料、蜿蜒程度等。並觀察和比較這些情境的差異。

(3)河川整流工程模型試驗:透過製作河川整流工程模型進行試驗，藉此了解整治工程的功能與表現。整治工程可如固床工、丁壩等：如固床工可預防河床下切與穩定流心；如丁壩由河岸向河心

方向構築，它可輔助造灘、掛淤、挑流或作為護岸之構造物。

**6.分組成果報告：**在各組現地勘查與模型製作完成後，分5組進行成果報告，並與同學們討論試驗成果以及實務經驗分享。訓練學生上台表達成果，增強簡報信心、並觀摩其他組成果，並進行互評，獲取地形學相關經驗

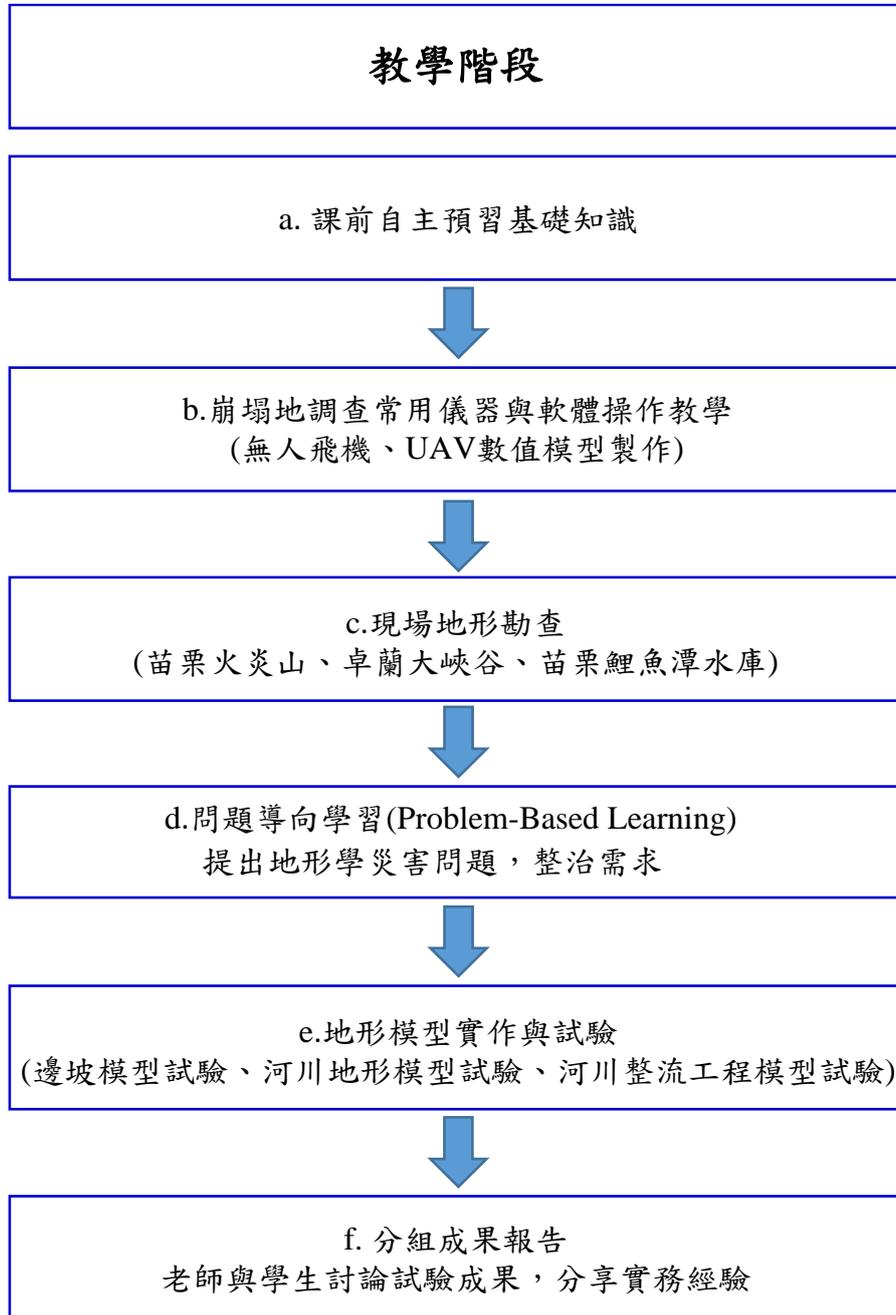


圖1 國立中興大學水土保持學系「地形學特論」教學流程

### 三、教學成效評量方式

本課程目標是探討這些教學方式是否能夠提升學生的學習動機、學習效率和成就感，並透過定量與定性的方法收集具有說服力的證據進行評估。本課程針對修課學生進行前後測問卷調查，問卷題目係參考 Tuan, et al., 2005 之學生科學動機量表(SMTSL, students' motivation toward science learning)與作者等(2024)的內容訂定。問卷題目如附錄表 3 所示。除此之外，本計畫亦採其他方法多元評估，如個別面談、分組期末成果簡報評比、平時表現、口試以及學生對觀賞影片的心得（透過 OOiLearning 系統）。透過這些定量與定性評估方法，希望能夠客觀評估本教學方法的效果。

## 教學成果

### 一、模型試驗與期末簡報

本課程的主要特色之一是地形模型試驗的實作課程，透過試驗了解河川、邊坡等地形發展的過程及工程實務相關情境(每組試驗的部分過程照片呈現在附錄表 2)。地形模型試驗分組與主題如表 1。

第一組展示的是模擬河川地形中常見的樹枝狀水系，該組試驗的沖刷時間最長，試驗結果也與樹枝狀水系相似。整體而言，試驗結果符合主題目標。

第二組利用保麗龍製作固床工，但由於保麗龍具有浮力且埋置不夠深，水流開始沖刷後不久便被破壞了。從試驗結果來看，保麗龍製作的固床工功能反而更像防砂壩。第二組的試驗設計頗具創意。

第三組使用冰棒棍與黏土製作梳子壩，並利

表 1 地形模型試驗分組與主題目的

組別	主題	目的
第一組	河川地形模型試驗	模擬樹枝狀水系的形成過程
第二組	河川構造物模型試驗	探討固床工在河川整治的成效
第三組	河相變遷與構造物模型試驗	探討梳子壩和丁壩在河川整治的成效
第四組	波浪侵蝕邊坡試驗	探討不同波浪頻率下邊坡的侵蝕情況
第五組	邊坡模型試驗	模擬邊坡開挖的工程情境

馮正一、許冠羿、林碩彥、文雋亞：  
以做中學與問題導向學習提升地形學學習成效

用磚塊當作丁壩。由於試驗中的梳子壩與實務工程上的梳子壩製作有所差異，導致模型梳子壩的整治效益不如預期。第三組的簡報相當完整，演講也很精彩，整體表現優良。

第四組使用不同的波浪頻率沖刷邊坡，觀察在各頻率波浪下邊坡的侵蝕狀況。試驗設計完整，成果表現符合主題目標。

第五組的試驗模擬邊坡開挖工程的情境，利用竹筷模擬排樁，並使用珍珠板模擬板樁，比較各個工程的效益。第五組花了不少心思設計多組試驗進行對比，值得嘉許。

各組的試驗都有其優缺點。然而，更為重要的是，老師和業師在評論與分享實務經驗後，會結合每組的試驗結果進行評析，檢討試驗設計是否貼近實務情境。這樣的過程不僅提升了學生對地形學理論的認識，還增強了他們在工程整治方面的實務經驗。

根據一對一面談的結果，大部分學生認為地形模型試驗是不錯的實作課程。然而，學生也反映了分組試驗的時間太短。因此，雖然學生對分組試驗的接受度高，但仍有需要改進的空間：如本課程未來可以提早安排試驗進行的時間，或進行兩次試驗報告，讓學生有更多時間思考並修正

試驗錯誤；再者，未來將更明確設定試驗目標，提供清晰的指導方向，幫助學生更有效地規劃試驗；更進一步，也可引進行動裝置對試驗後地形，進行光達掃描，獲取數位地形，提升試驗技術。

## 二、校外地形勘查：苗栗火炎山、卓蘭大峽谷、苗栗鯉魚潭水庫

本計畫安排了苗栗火炎山、卓蘭大峽谷與苗栗鯉魚潭水庫的校外地形勘查活動，並於2024年5月2日一天內走訪這三個教學場域。大多數學生對此次活動表現出濃厚的學習興趣，並希望能增加校外地形勘查的次數。因此，參訪活動能夠明顯提升學生學習動機。然而，校外地形勘查活動安排在平日，導致部分同學無法參加。此外，原定於113年4月26日舉行的活動因連日降雨推遲至113年5月2日。基於這些考量，未來舉辦校外地形勘查活動，應盡量安排在周末假日，並避開梅雨季，以提高參與度和教學成效。

## 三、口試結果定性評估

本課程在學期末進行一對一口試，除了地形學相關知識的問答，還請學生提供對課程教學模式的回饋，以定

性評估學習成效。在地形學相關知識的口試中，發現大部分的學生在提前準備的情況下表現

良好。此外，面談的最後還會請學生對地形學特論課程進行 1 到 5 分的評分（可以有小數點）。所有學生的評分皆在 4.5 分以上，顯示他們對整體教學模式感到滿意。其中最受好評的課程是校外地形勘查活動，其次是地形模型試驗和使用保麗龍球製作立體投影圖等實作課程。因此未來授課將繼續維持這些課程單元。

學的教學方式，老師與學生尚未適應？亦或許是另有許多因素影響了問卷的填報？總之，本課程未來將再進一步改良教學方法與時程安排，修正此次教學的缺點，使其更符合學生的學習需求，應能再次提升學生的學習動機。

#### 四、SMTSL 問卷定量評估

SMTSL 問卷後測分數相比前測分數略有提升(如表 2)，顯示本課程的教學成效在一定程度上有助於提升學生的學習動機，不過並未大幅提升學習動機。這或許是因本課程第一次進行做中

表 2 地形學特論 STMSL 前後測結果比較

向度	前測平均分數 M /標準差 SD	後測平均分數 M /標準差 SD	$\Delta M$ (後測 M-前側 M)	T 檢定統計量 t	顯著性 p
自我效能 SE	3.71/0.27	3.49/0.24	-0.21	3.834	0.009*
主動學習策略 ALS	4.10/0.10	4.05/0.15	-0.05	0.894	0.401
科學學習價值 SLV	3.95/0.11	4.08/0.21	0.13	-1.486	0.211
非表現目標導向 NPG	2.76/0.42	2.90/0.20	0.14	-1.050	0.371
成就目標 AG	3.98/0.20	3.93/0.15	-0.05	0.632	0.561
學習環境誘因 LES	3.75/0.22	3.87/0.19	0.12	-2.076	0.093
整體六向度平均	3.71/0.22	3.72/0.19	0.01	-2.09	0.843

馮正一、許冠羿、林碩彥、文雋亞：  
以做中學與問題導向學習提升地形學學習成效

的學習動機與成效。

## 結論與建議

在「地形學特論」碩士班課程中，我們採用了「做中學」與「問題導向學習」的教學法，目標是提升學生在地形學領域的基礎能力與學習動機。課程設計以現地地形勘查、無人飛機空拍地形與數值模型製作、以及河川與邊坡模型等分組實作活動為核心。教學效果則透過多元的定量與定性評估進行測量。

大多數學生對本課程給予了積極的回饋，特別是地形模型試驗，這讓他們更深入地理解了地形發展過程以及相關的工程實務。然而，部分學生反映試驗時間不足，這表明未來課程可考慮延長試驗時長，並進一步明確化學習目標。校外的地形勘查活動同樣受到學生的歡迎，但由於平日安排的參訪活動影響了部分學生的參與度，建議未來將這類活動安排在週末，並避開雨季，以提高參與度。

此外，無人飛機（UAV）數值地形模型的課程由於技術門檻較高，學生的學習成效相對較低。為提升教學效果，建議未來增加課程時數，並提供更多的實作練習機會。總體而言，這門課程的教學實踐獲得了學生的廣泛接受，但針對特定教學單元的改進仍然是必要的，以進一步提升學生

## 參考文獻

1. Tuan, H. L., Chin, C. C., and Shieh, S.H. (2005). The development of students' motivation toward science learning questionnaire. *International Journal of Science Education*, 27, 639-654.  
作者等人(2024)。

附錄表 1 教學歷程表(2024 年)

授課日期	課程主題	說明
2024/2/22	地形學發展、地形學的基本觀念 課程說明；(期初問卷調查評量)	對課程內容與教學方法進行說明，並開始講解地形學基本知識。進行問卷調查學生學習背景，此問卷將以 Google 表單進行
2/29	地球的面貌、山嶽、海底地形、 林惠娟老師手抄繪本	課堂講授地形學基本知識
3/7	侵蝕與土壤、海岸地形	課堂講授土壤與岩石邊坡分析方法 課堂講授海岸地形、侵蝕與土壤與影響地形作用之環境因子
3/14	火山地形、冰河地形、石灰岩地形	課堂講授火山地形、冰河地形與需特殊條件才能形成之石灰岩地形
3/21	河川地形、整流工程、防砂工程	課堂講授各種河川的形式；講述整流工程；解說具重要概念之考題為目標，引導學生學習動機。
3/28	UAV 數值地形模擬、台灣的地形介紹	製作 DSM 模型，讓學生製作數值模型，可加強對地形的識別程度；幫助學生了解台灣地形
4/11	台灣的地形介紹、地質立體投影模型製作	讓學生進一步了解台灣地形；讓學生動手來製作立體投影模型；了解邊坡崩塌的機制
4/18	Mass wasting、邊坡崩塌、邊坡模型試驗說明(含解說遷急點、遷急線)	課堂講授、邊坡、崩塌；邊坡模型製作方法；以解說具重要概念之考題為目標，引導學生學習動機
4/25	自主學習	老師準備地形學課程材料，由學生自主學習
5/2 (全天)	校外地形勘查：苗栗火炎山、卓蘭大峽谷、苗栗鯉魚潭水庫	就野外調查、進行各種地形問題探討，操作空拍機進行影像拍攝與影像組合
5/9	講解地形模型試驗、介紹砂箱模型、討論試驗主題。	講解地形模型試驗、介紹砂箱模型，幫助學生了解試驗內容，並與學生討論試驗主題。
5/16、 5/23、 5/30	邊坡崩塌模型試驗、波浪侵蝕邊坡試驗 河川地形模型試驗、河川整流工程(丁壩、防砂壩、固床工、護岸)模型試驗、河川地形模型試驗； 自主學習	讓學生動手來製作河川地形等模型，幫助學生了解地形形成的機制；讓學生通過動手製作地形模型，加強對地形學的認識。 (安排各組使用試驗儀器時間)
6/6	期末考(口試)	面談評估學生學習成果；進行後測

馮正一、許冠羿、林碩彥、文雋亞：  
以做中學與問題導向學習提升地形學學習成效

	(期末問卷調查評量)	
6/13	河川整流工程、邊坡模型試驗成果總報告 (老師與業師進行評量)	讓學生在動手製作模型之後，再思考製作本學期之模型時發現的一些問題，進行分組報告。

附錄表 2 教學歷程照片

附錄表 2-1 3D 地形圖、保麗龍球地質立體投影模型

	
<p>附圖 2-1-1 學生使用 3D 眼鏡觀察教材中的 3D 地形圖。</p>	<p>附圖 2-1-2 學生動手製作保麗龍球地質立體投影模型。</p>

附錄表 2-2 空拍機操作教學、空拍機地形勘查應用

	
---	--

附圖 2-2-1 助教講解空拍機操作方法。	附圖 2-2-2 校外地形勘查-苗栗卓蘭大峽谷 (空拍機拍攝)
-----------------------	------------------------------------

馮正一、許冠羿、林碩彥、文雋亞：  
以做中學與問題導向學習提升地形學學習成效

附錄表 3 教學歷程照片

附錄表 3-1 校外地形勘查-苗栗火炎山、苗栗鯉魚潭水庫

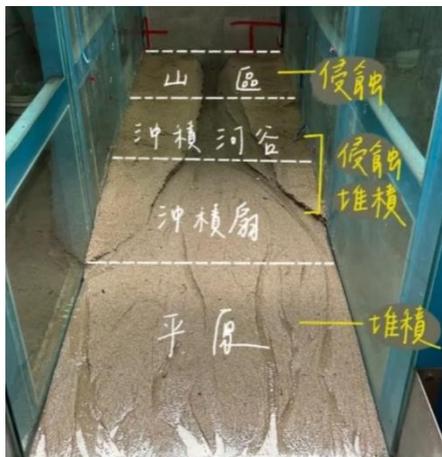


附圖 3-1-1 苗栗火炎山-2 號坑附近



附圖 3-1-2 苗栗鯉魚潭水庫-「羊腳滾」(建壩時之 Caterpillar 夯實機具)大合照

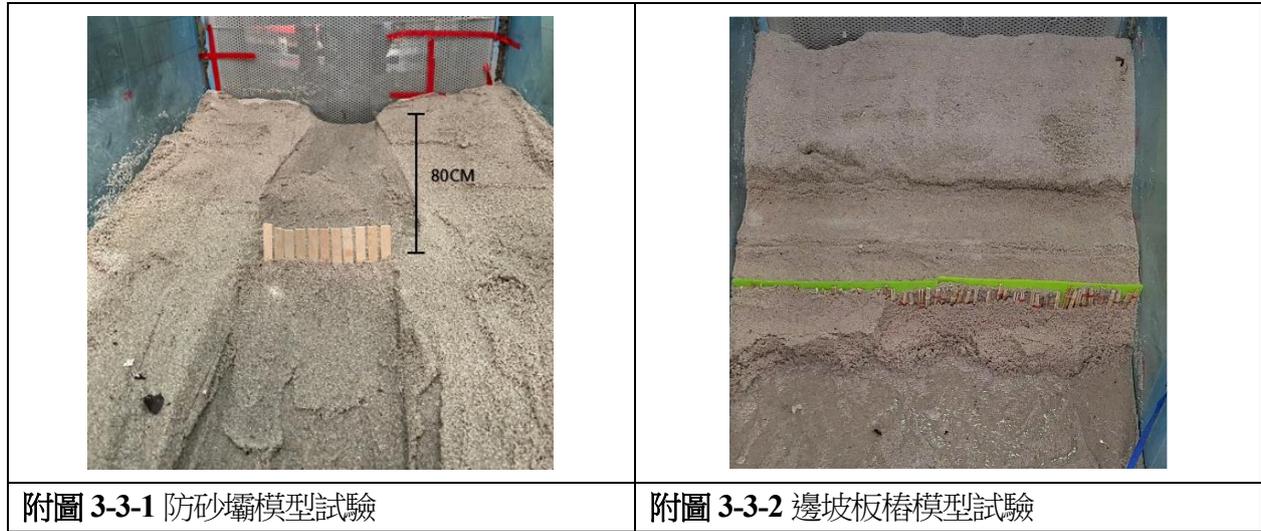
附錄表 3-2 地形模型試驗成果



附圖 3-2-1 河川地形模型試驗



附圖 3-2-2 河川固床工模型試驗



附錄表 4 學生科學動機量表(SMTSL)問卷

	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
<b>壹、自我效能(SE)</b>					
一、不論地形學簡單與否，我都有把握能學會。	<input type="checkbox"/>				
二、我對較難的新觀念沒有把握學會。	<input type="checkbox"/>				
三、我沒有信心在測驗中取得好的成績。	<input type="checkbox"/>				
四、我沒有把握學會地形學的相關知識。	<input type="checkbox"/>				
五、在課堂中學習新進度有點難時，我不是放棄就是只做簡單的部分。	<input type="checkbox"/>				
六、在課堂中接觸到較高難度的內容時，我會跳過不碰它。	<input type="checkbox"/>				
七、在遇到問題時，我喜歡直接問別人而不是自己思考答案。	<input type="checkbox"/>				
<b>貳、主動學習策略 (ALS)</b>					
一、我在學習新知識時，會企圖理解它。	<input type="checkbox"/>				
二、我在學新知識時，會嘗試跟自己以前所學的相關知識做連結。	<input type="checkbox"/>				
三、當有一些觀念無法瞭解時，我會找相關資料來幫助理解。	<input type="checkbox"/>				
四、當有一些觀念無法理解時，我會與人討論(老師或同學)來幫助理解。	<input type="checkbox"/>				
五、在學習的過程中，我會企圖瞭解所學到的知識之間的關聯性。	<input type="checkbox"/>				
六、當我寫錯答案時，我會努力了解寫錯的原因。	<input type="checkbox"/>				

七、當我有一些觀念無法瞭解時，我會試著去理解這些觀念。	<input type="checkbox"/>				
八、當所學的觀念與我以前所了解的觀念有差別時，我會試著去弄懂兩者的差異。	<input type="checkbox"/>				
<b>參、科學學習價值 (SLV)</b>					
一、我認為學地形學很重要，因為可以為日後研究工作或職場帶來幫助。	<input type="checkbox"/>				
二、我認為學地形學很重要，因為可以激發我的主動學習動力。	<input type="checkbox"/>				
三、我認為學地形學有助於拓展視野。	<input type="checkbox"/>				
四、我認為學地形學時參與實作是很重要的。	<input type="checkbox"/>				
五、我認為學地形學來滿足自己的好奇心是很重要的。	<input type="checkbox"/>				
<b>肆、非表現目標導向 (NPG)</b>					
一、我參與課程活動主要是為了得到好成績。	<input type="checkbox"/>				
二、我參與課程活動主要是為了表現得比同學好。	<input type="checkbox"/>				
三、我參與課程活動主要是為了能讓同學認為我很聰明。	<input type="checkbox"/>				
四、我參與課程活動是希望老師重視我。	<input type="checkbox"/>				
<b>伍、成就目標 (AG)</b>					
一、在學習時，我覺得最有成就感的時候是，當我考得很好時。	<input type="checkbox"/>				
二、在學習時，我覺得最有成就感的時候是，當我對題目練習越做越有自信時。	<input type="checkbox"/>				
三、在學習時，我覺得最有成就感的時候是，當解決一個難題時。	<input type="checkbox"/>				
四、在學習時，我覺得最有成就感的時候是，當我的想法被老師接受時。	<input type="checkbox"/>				
五、在學習時，我覺得最有成就感的時候是，當我的想法被同學認可時。	<input type="checkbox"/>				
<b>陸、學習環境誘因 (LES)</b>					
一、我願意參與本課程，是因為課本內容生動有趣。	<input type="checkbox"/>				
二、我願意參與，因為老師教學有變化。	<input type="checkbox"/>				
三、我願意參與，因為老師沒有給我壓力。	<input type="checkbox"/>				
四、我願意參與，因為老師重視我們的學習。	<input type="checkbox"/>				
五、我願意參與，因為課程的挑戰性高。	<input type="checkbox"/>				
六、我願意參與，因為同學能互相討論。	<input type="checkbox"/>				

水土保持學報 54(1) : 3305 - 3319 (2024)

Journal of Soil and Water Conservation , 54 (1) : 3305 - 3320 (2024)

---

113 年 11 月 11 日收稿

113 年 11 月 21 日修改

114 年 01 月 10 日接受