行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※
※　　※
※大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程※
※　　※
※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

計畫類別：□個別型計畫　　■整合型計劃

計劃編號：NSC 93-2522-S-216 -001, NSC 94-2522-S-216 -001

執行期間：93 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

計劃主持人：曾文慶　副教授

共同主持人：劉世華　助理教授
張奇偉　副教授
楊朝平　副教授
吳淵洵　副教授
周文杰　副教授
林道通　副教授
張慧玫　助理教授
劉志俊　助理教授
侯玉松　助理教授
李麗雪　副教授
官宜均　講師

執行單位：中華大學生物資訊學系

中　華　民　國　95　年　10　月　23　日

成果報告內容說明：

成果報告內容包含三大部份：

1. 第一年完整報告
2. 第二年完整報告
3. 課程內容光碟片，內含完整報告之電子檔及教學內容之電子檔

由於各課程教學內容資料龐大且內含大量彩色教材，因此課程內容部份以光碟片方式呈報，以期忠實呈現教材內容，並便於進一步之運用。

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

Sustainable Ecological Engineering Program(1/2)

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

主持人：中華大學景觀建築系教授郭一羽

生物資訊系副教授曾文慶

共同主持人：

中華大學生物資訊系助理教授張慧玫、助理教授侯玉松、助理教授劉世華

中華大學資訊工程系副教授林道通、助理教授劉志俊

中華大學土木工程系副教授吳淵洵、副教授楊朝平、副教授張奇偉、副教授邱垂德、副教授周文杰

中華大學景觀建築系副教授李麗雪、講師官宜均

E-mail: ttzeng@chu.edu.tw

一、中文摘要

現代工程技術不僅注重結構安全，減少對環境之衝擊，同時要以生態保育為導向，達到永續經營本土資源的目標。本校許多學生畢業後將會投入工業界服務，成為工程技術人員，其所從事之工作很可能與環境生態有關，因此本研究以「永續生態與工程技術的整合」為主題規劃跨領域學程，其特色為生命科學、生態、景觀、生物資訊與工程領域之相互支援與整合。目的在於強化學生對於生命科學與生態保育的認知，落實生態工法及景觀生態理念，確保本土生態的永續發展，為國家社會培育具有環保意識的工程人才。

本研究規劃之學程共開設 11 門課程，每門課程二或三學分，共 32 學分，學生選修通過 22 學分可取得學程證書。學程內之課程分為四個領域：生命科學與生態保育相關課程、生物資訊相關課程、生態工法相關課程及景觀生態相關課程。93 學年度由各領域之基礎課程著手，已開授生命科學概論、生物統計學、環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法、景觀生態學及生態植栽工程等七門課程，修課學生人數達 238 人次。其餘核心課程將於 94 學年度陸續開授，其中包括本土生態學、保育生物學、生物資料庫概論、生物資訊學等四門課程。本研究以生物資訊技術輔助生命科學與生態保育知識的教學推廣，並提供生態工法及景觀生態所需的資訊管理服務。核心課程強調與自然生態相融合之工程技術，以達自然生態資源的永續經營與應用。

關鍵字：生態保育、生命科學、生態工法、景觀生態、生物資訊

Abstract

The modern engineering technology not only emphasizes on structural safety and environmental impact, but also on the conservation of ecosystem. The main goal of this project is to ensure that domestic natural resources can be managed enduringly. Since many of students graduated from this university will serve in the field of engineering, their work may, directly or indirectly, pose impact on environmental ecosystem. In this study, we integrate the courses from the fields of life science, ecology, bioinformatics, landscaping and engineering science to offer a multidiscipline

and cross-field education program. The proposed courses help students majoring in engineering or landscaping strengthen knowledge and comprehensive understanding in life science and ecology conservation. After the educational training, the engineers may implement the concept of ecology engineering in their work, offering their contribution to the conservation and enduring management of our natural resources.

In this course program, 11 courses, totally 32 credits, are offered. To obtain the course program certificate, a student must finish at least 22 credits. The courses in this program cover the following fields: life science, ecology conservation, landscape ecology, bioinformatics, and ecology engineering. Starting from the basic courses, 7 courses have been offered in the 93 academic year, including "Introduction to life science", "Biostatistics", "Introduction to environmental science", "Ecological construction method in waterside", "Ecotechnology for civil engineering projects on Land", "Landscape ecology", and "Ecological planting". There have been 238 students enrolled in these courses. The remaining advanced courses, which will be implemented in 94 academic year, are "Local ecology", "Conservation biology", "Introduction to biological database", and "Bioinformatics". This project is intended to apply bioinformatics technology to promote the education of life science and ecology conservation, and to provide the knowledge management for ecological engineering and landscaping. The main feature of this course program is to provide environmental conservation training to students to help them realize the preciousness of our natural ecosystem and contribute their efforts to protect and improve it.

Key words: Ecological conservation, Life science, Ecological engineering, Landscape ecology, Bioinformatics

二、緣由與目的

工程人員往往是人類經濟開發過程中，對自然景觀及生態棲地第一線接觸的人，如何將人類活動對自然干擾所造成的衝擊降到最低，這是當代工程人員需要面對的嚴肅課題。落實生態保育工作，需治標亦需治本，工程技術人員除工程力學等理論知識和實務技能之外，亦需加強完整的生態保育觀念。

本計畫研究目標乃針對工程與景觀設計相關科系之學生，加強其生命科學、生態保育、生物資訊、景觀生態與生態工法的觀念，並據此在本校工學院與建築學院開設跨系所的課程，以理論與實習並重，加強學生對生命科學與生態保育的觀念，以期未來應用在工程時，能運用生物資訊所提供的生命科學及物種保育的相關訊息，落實景觀生態與生態工法的理念，確保本土生態的永續發展，為國家社會培育環保工程尖兵。

本計畫涵括四個領域，各類課程之目的如下：

(1) 生命科學與生態保育相關課程：
包含生命科學及生態保育相關課程。經由對生態系的了解，使人類能知道如何永續經營自然環境。加強學生對生命科學的觀念，未來進行整體的工程規劃時，除了一般營造安全、空間美感之考量外，在營造工法的選擇上，則以最貼近生態的方式來進行，為動植物保有並營造更多的棲地。

(2) 生物資訊相關課程：
包含生物資料庫及生物資訊相關課程。在基因、物種及生態多樣性的系列研究中，往往需要處理許多實驗數據資料，需結合資訊科技，才能迅速地獲得正確的研究結論。其中較為相關的資訊科技為資料庫與分析軟體。。

在資料庫方面，因為生物實驗與研究觀察的資料量大，資料庫的建構與運作，及資料整合，將影響生物資料的正確性與擷取效率；在分析軟體方面，目的在眾多的生物資料當中，

分析其關聯性，進而萃取其內在意義，幫助獲得正確的理論或結論。

(3) 生態工法相關課程：

包含環境及生態工法相關課程。目前國內生態工法尚缺乏實際的經驗，也沒有可遵循的設計規範，所以在應用上相當困難，因此，透過本計畫將整合土木工程、環境生態、景觀規劃等相關領域師資，對生態工法與理論技術之研究建立出一套完整之河川生態工法之基礎教育，培養相關領域人才之目的。

(4) 景觀生態相關課程：

包含景觀生態及生態植栽工程相關課程。現階段生態工程熱絡發展，成為解決環境生態問題重要手段之一，企圖以此營造永續環境。然而面對破碎化的地景、都市景觀生態、生態廊道網絡系統、生態復育、環境變遷與監測等課題，景觀生態學與生態植栽工程之研究與應用將更形重要。景觀生態學研的目的是為了對合理土地利用規劃與管理的景觀動態過程及作用尺度有清楚的認識，以利進行景觀保育、規劃、設計與經營管理。

三、計畫內容

本計畫將課程分為四個群組，所規劃之學程包含 11 門課程，每門課程二或三學分，共 32 學分，學生選修通過 22 學分即可獲得學程證書：

(1) 生命科學與生態保育相關課程規劃：
包含生命科學概論、生物統計學、本土生態學、保育生物學等四門課程。

(2) 生物資訊相關課程規劃：
包含生物資料庫概論、生物資訊學等二門課程。

(3) 生態工法相關課程規劃：
包含環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法等三門課程。

(4) 景觀生態相關課程規劃：
包含景觀生態學、生態植栽工程等二門課程。

所有的課程從 93 學年及 94 學年起開始開授，依據課程難易度及銜接性，先實施「基礎課程」，接下來開授「核心課程」。各領域的基礎課程與核心課程規劃如表一所示。

在四類課程之間的相關性方面，生命科學課程是生態保育、生物資訊、生態工法及景觀生態課程的基礎知識。生態保育是生態工法及景觀生態的目標。生物資訊課程提供生態工法及景觀生態所需的資訊管理、資料探勘服務，並輔助生態保育的教學推廣工作。生態工法及景觀生態則是結合土木工程技術、景觀建築與生態保育觀念的綜合應用，整體架構圖如圖一。

本計劃以平衡、融合與精進為課程元素，把生態、生物統計、生物資訊，藉由課程的設計與實踐，在工程專業實作中，輸入生態關懷與多領域工具。過程中以研究和教學互動，也必然刺激校內各學門的良性衝擊，厚實學生及教師實力，以因應未來「符合環境保育」的工程要求水準。

四、計畫成果自評

生態工程、景觀生態與生物多樣性是目前十分重要的研究主題。本學程程希望將來有意從事生物工程、生態工程及景觀建築的學生也能具有開發生物資料庫與運用生物資訊的能力，以利於未來的學術研究及實務應用。

本研究規劃之學程共開設 11 門課程，分為四個領域：生命科學與生態保育相關課程、生物資訊相關課程、生態工法相關課程及景觀生態相關課程。93 學年度由各領域之基礎課程著手，已開授生命科學概論、生物統計學、環境科學概論、景觀生態學、生態植栽工程、水域生態工法及陸域生態工法等七門課程，修課學生人數達 238 人次(表二)。其餘核心課程將於 94 學年度陸續開授，其中包括本土生態學、保育生物學、生物資料庫概論、生物資訊學等四門課程。

為能吸引學生選修本學程及鼓勵同學投入環境保育之行列，本研究於 93 學年上學期製作精美海報張貼於各學院及活動中心，海報內容如圖二所示。本年度完成之

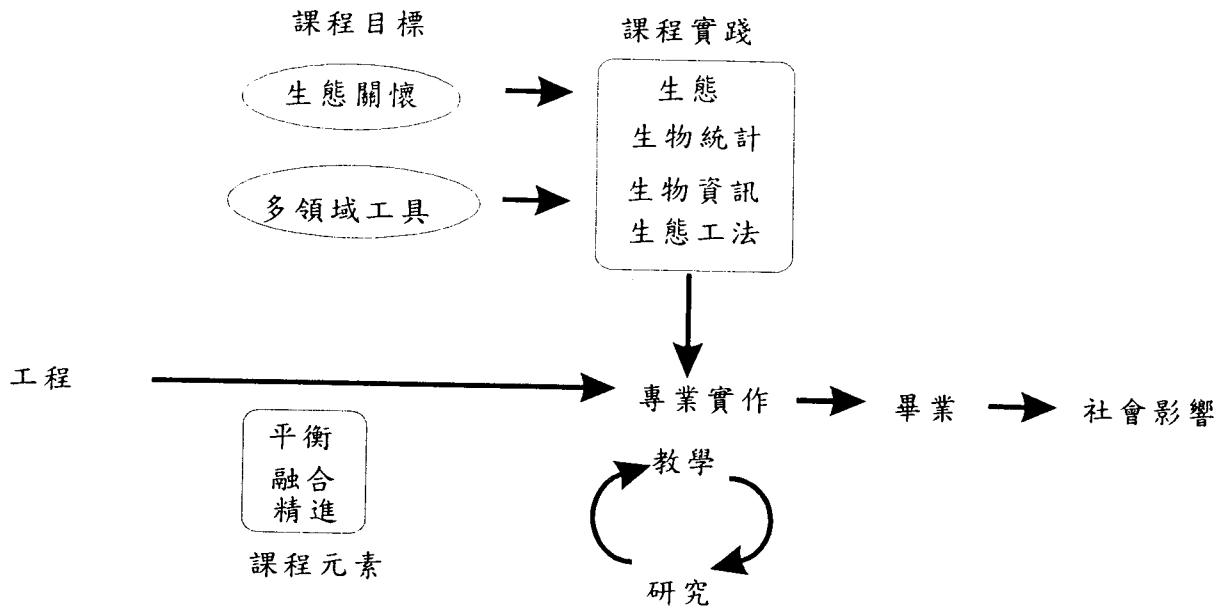
各課程期中報告依生命科學概論、生物統計學、環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法及景觀生態學之順序附於本報告之後。

表一　永續生態工程學程四大領域之基礎課程與核心課程

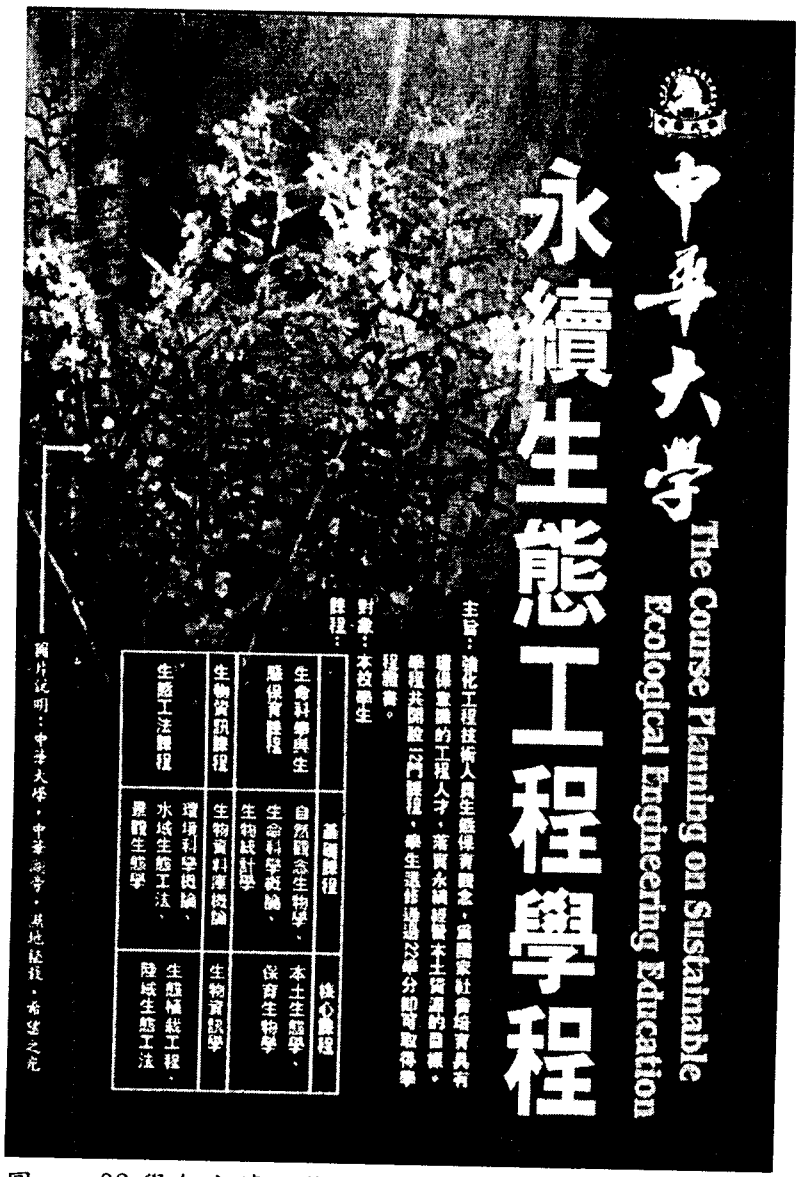
	基礎課程	核心課程
生命科學與生態保育課程	生命科學概論、生物統計學	本土生態學、保育生物學
生物資訊課程	生物資料庫概論	生物資訊學
生態工法課程	環境科學概論	水域生態工法、陸域生態工法
景觀生態課程	景觀生態學	生態植栽工程

表二　永續生態工程學程 93 學年開授課程及修課學生人數

課程名稱	開課時間	修課學生人數
生命科學概論	93 學年上學期	56
生物統計學	93 學年上學期	53
環境科學概論	93 學年上學期	27
水域生態工法	93 學年上學期	27
陸域生態工法	93 學年下學期	19
景觀生態學	93 學年上學期	25
生態植栽工程	93 學年下學期	31



圖一　永續生態工程學程整體架構圖



圖二　93學年永續生態工程學程招生海報

以下為本年度完成之各課程期中報告，依序為：

生命科學概論

生物統計學

環境科學概論

水域生態工法

陸域生態工法

景觀生態學

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

生命科學概論

Introduction to Life Science

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學生物資訊學系助理教授劉世華

E-mail: liush @chu.edu.tw

一、中文摘要

生命科學概論為上學期生態工法學程所開之基礎課程，此課程主要目標在幫助學生，透過閱讀英文撰寫的專業教科書，而能對生物學的三個主題有一基本認識。此三個主題分別是生命的化學基礎、細胞生物學以及遺傳學。生物學的許多重要概念與人類生存息息相關，為了強化同學們對此認知，本課程儘量引用學術期刊論文來做佐證，在課堂上與同學討論，以引發興趣。預定講授的章節共有 22 章，但實際上只授完 15 章(總進度的 71.4%)。在 56 位修課同學中，最後只有 39 人修完此一三學分課程。

關鍵詞：生命科學概論、生物化學、細胞生物學、遺傳學、期刊論文

Abstract

"Introduction to Life Science", one of the basic courses of the Ecological engineering Program, was offered in the last semester. The major goal of this course was to help students to understand three biological themes, the chemical basis of life, cell biology, and genetics, through reading good original (i.e. written in English) textbooks. To emphasize the meaning of the basic biology concepts to human's daily life, several intriguing articles regarding these themes were also cited as extra teaching materials whenever doing this was expecting and time-available. Fifteen out of 22 listed chapters (71.4 %) were accomplished during the semester. Fifty-six students have taken this course and 39 of them got the credits.

Keywords: life science, biochemistry, cell biology, genetics, journal articles

二、緣由與目的

生命科學概論是生態工法學程中的基礎課程，列在第一年的上學期開課。此課程目的是引導修課同學對生物學的基本入門知識有一認識，授課目標在同時完成基礎生物化學(basic biochemistry)、細胞生物學(cell biology)以及遺傳學(genetics)的重要觀念之介紹。至於在生物學上其他重要的子題例如生態學(ecology)、保育生物學(conservation biology)以及演化論(evolution)等核心內容因另有保育生物學和本土生態學等課程銜接，故不在授課內容。生物學上另兩個重要的主題為高等植物(顯花植物)解剖生理學與哺乳動物解剖生理學，此二部份於本學程之關連性較低，乃於以割愛。(對此部有興趣之學生仍然可自行修課，在生物資訊系課名為基礎生物學)

修課學生共有 53 人。課程採用 Campbell Neil A. 和 Jane B. Reecl 二氏所著之 Biology（2002 年第 6 版,出版商為 Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc.）。此書內容豐富，計有 7 大單元，55 章，1247 頁。生命科學概論講授內容集中在前三單元，分別是生命的化學（The chemistry of life）、細胞（The cell）及遺傳學（Genetics），其中遺傳學的部份只講授古典遺傳學的四個章篇，而未講授分子生物學部分的 5 個章篇。連同第一、二單元的各有六個章篇，合計共教授了 15 章。

三、結果與討論

期初時擬訂了一份課程大綱，作為授課與考試的指導原則。依據課程綱要，這門課程應當授完 21 個篇章共 421 頁。故實際進度落後了六章，相當於少講了 28.6 %，以頁數計則約少教了 33.0 %。造成進度不足的主要原因是修課學生均為生資系大一新生（無二年級以上修課生），在授課三週之後，學生即反應內容太多，原文不易閱讀，以致上課跟不上進度。部份學生（約佔 1/2）並非第三類組考生身分進入生資系就讀，生物學基礎知識原本不足，如強行授完預定進度，恐怕教學效益差不說，將學生興趣澆熄，及致退掉生態工法學程，甚至轉出生資系，非本課程之目的。故在隨後之課程一再進行調整，除放慢速度，多舉有趣實例配合教學之外，每至一章結束，新的章節開始之前，皆先做一概念式的複習。如此重新調整後，其中屬於分子遺傳學的部份因時間不足未列入教材中（此部分已移至生資系一下的基礎生物學中講授）。

生命科學概論課程以原文書教授，在資料的時效性上一般約較中文書早 2 至 4 年不等，也就是說一本新版原文教科書出版後約 2 至 4 年才有中譯版出來。中文書當然還有其他缺點，如譯語精準性不足、售價高、無配套的教學光碟配合等。閱讀原文書則是趨勢必然，使學生可在日後培養直接從原文資料攝取資訊的能力，故採用原文雖然授課效率較差，教授課程的老師亦勉力為之；學生亦知讀原文書痛苦，但多半也願勉強配合。只是生命科學概論令初學學生痛苦和挫折因素中之最大者，在其專業詞彙太多。不單是多，一般英漢字典和專業的生物學辭典還常查不到其之中譯譯名，有的即使查到，其譯名也常常令人不知所云，或是誤導學生。目前大學生普遍依賴翻譯機或是網路提供的字典，這些來源堪稱方便，但並非每個學生都有此資源，或是有此時間查閱。以每週上一個章節來說，平均就約有二百個的專業詞彙，加上同週內要學的字根和字首約有 20 至 40 個不等，查閱單字的負荷相當重，學生極易「望文生畏」，遑論要求其等透過課後的閱讀學習生物學知識。

為了鼓勵學生勇於閱讀原文書，於準備課程內容時，由本人編寫授課篇章的中英名詞對照，每次二至四頁不等。其內容包括三大部分，一是課程中心重要詞彙（key Terms，在教科書中以粗體字列印者），第二是重要字根（Word roots）的涵義，第三部份則是在書中圖表出現的字彙。由於書中重要的內容一般都有相關的圖表配合，且圖表本身也附有文字，敘述該圖表中重要的概念，故學生有了這份中英文名詞對照後，閱讀書中的重要圖表的困難度降低很多，據學生反應，他們閱讀原文書的意願提高。

授課期間共舉行三次測驗，二次期中，一次期末。考題型試有是非、名詞解釋、簡答、配合題、填充題及問答題。考試時間每次 120 分鐘，題分也是 120 分。

為提高同學興趣，上課舉例說明時，非常強調該主題與健康或是環保的關連，並且告訴同學們，如何善用該一生物學的知識和原理由，從中找出生財之道。這些例證當可從考題中窺知。根據已往經驗，學生們對於健保、環保和賺錢的主題均有甚高興致，此正是授課的基本原則：投其所好。由於時事新聞亦不時出現與上述主題有關之內容，故本課程在講授期間，亦多有配合。不過，根據臨場同學的反應，選修此課程的同學似乎平常不太注意時事新聞。

四、計畫成果自評

本課程除生資系同學之外，並未見有外系同學選修。推究其原因可能是本學程公告之時間是在課學期初，而二年級以上同學的許多課程均已排定或是選修的課程在暑假之前便已決定（本校均是在前一學期結束前開放全校同學選讀下學期課程）。但也有可能是對此有興趣的同學選讀本校在夜間所開的「觀念生物學」課程（由本校建教合作單位的台灣動物科技研究所楊天樹博士教述）。此外土木系、景觀系或是其他科系的同學在選擇選讀生態工法學程時，可能是依慣例，先選讀由土木系或景觀系所開之相關課程，而將與生物相關之課程留到第二年再來選讀，故在

進入第二年後，相信選課衝堂的問題將可減少。

本課程所選用的教科書內容頗多，除了本學期已上過之內容之外，其他之單元亦將在生態工法學成的其他課程中選用，例如第二學期所開的「保育生物學」，即採用同一本教科書的第七單元生態學（Ecology）為授課的主要內容，其不足部份，再由網路和學術期刊中尋到的資料補充。至於生資系同學在本學期所修的另一門課「基礎生物學」，亦是採用此一教科書，講授內容則包含了分子遺傳學、動物生理和植物生理等篇章。故排選此書亦減輕學生購書讀負擔。但平心而論，此書內容對一年級同學稍難，此點當在第二年教學時，除繼續提供中英名詞對照表之外，在所選的授課內容和講授技巧上做更多改進。

本課程在生資系原來就有，為生物資訊系一年級必修課程。在本校新增生態工法學程之後，將此課程開在第一年的上學期，開課對象為全校同學（但大部份仍是景觀、建築和土木系學生）。由於生資系同學與景觀等系之高中學經歷不同，他們在大學的專業主修差異亦甚大，對「生命科學概論」課程內容的需求不僅有別，授課教師亦得在面對不同的學生實有不同的教法。就此點考量，本課程可能不宜將上述三系同學編在同一個班級上課。比較理想的方式是生資系單獨開班，而其他科系選修同學合併成另一班上課。兩班的教材和考試方法亦要有所差別（例如生資系不允許帶書考試，而別的系修課同學則是「open book」應試）。為此議雖有其合理訴求點，但這邊需校方的設備空間、教師時間和選讀此生態工法學程的同學修課人數是否能達到合理數等多方條件配合才行。

五、參考文獻

1. Campbell NA, Reece LB, 2002. Biology, 6th. Ed, Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc., San, Francisco, CA, U.S.A.
2. Campbell NA, Reece LB, Mitchell LG, Taylor MR, 2003. Biology, Concepts & Connections, 4th. Ed, Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc., San, Francisco, CA, U.S.A.
3. Mader SS., 2003. Inquiry into Life, 10th ed., McGraw-hill Book company, New York, NY, U.S.A.
4. Stellman JM, Stellman SD, Christian R, Weber T, Tomasallo C, 2003. The extend and patterns of usage of agent orange and other herbicides in Vietnam. Nature 422:681-7.
5. Carvalho AB, 2003. The advantage of recombination. Nature Genetics 34; 128-9.
6. Sprent J, 2003. Mutual sanctions. Nature 422: 672-3.
7. Gough C, 2003. Rhizobium symbiosis: insight into nod factor receptors. Current Biology 13: R973-5.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

生物統計學

Biostatistics

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學生物資訊學系助理教授劉世華

E-mail: liush@chu.edu.tw

一、中文摘要

生物統計學是生態工法學程的基礎課程之一，此課程目的在教導最基本的生物統計學概念和技巧。為達成目的，此課程採用嘉義大學呂鳴宇教授精編之講義，另外自國內可購得之中英文教科書選取適當之題目，做為課後練習之習題。美國職棒之安打紀錄、期刊論文和報紙上的數據，則是廣被援引為課程討論之主題。藉由教學、習作與討論等方式，上課同學習得辨明廣告之真偽之技巧和背後理論之依據。本課程內容包括：資料與數據的特性、分立資料和連續資料分布、擬說測驗、t 分布、變方分析、多重比較、迴歸與相關、以及分類資料分析等項。共 53 人修課，其中 47 人取得課程學分。

關鍵詞：生物統計學、大聯盟紀錄、基因改良作物、健康議題新聞與廣告

Abstract

Biostatistics is one of the basic courses in the Ecological Engineering Program. The goals set for the students were to learn the basic concepts and analytical skills of statistics. To achieve that, a concise handout written by professor Lu Min-yu of National Jia-yi University was used as the main materials, and examples from other textbooks were used as supplement home works. In addition, hit records of the Major League in 2004, data regarding GM crops on the journal articles and health-related news and ads were selected as the discussion topics during the classes throughout the semester. By ways of listening, practicing, and discussing, students have learned basic concepts that lead to development of skills to distinguish the difference between truth and ads. The topics of the course include: data description, distributions of discrete and continuous data, hypothesis test, the Student's t test, categorical data analysis, ANOVA and multiple comparison, regression and correlation. Fifty-three students have taken the course and 47 of them got the credits.

Keywords: biostatistics, the Major League record, GM crops, health-related news and ads

二、緣由與目的

生物統計學為本學程的基礎課程，列在第一年上學期開課。授課目的在教導學生最基本的生物統計學概念和技巧。為達成目的，對修課學生設定須完成之目標有三：一為通過三次主要之考試，二為繳交六次課後作業，三為積極參與課堂的討論。其中達成前兩項可獲得基本分，第三項是額外加分。修課學生共有 53 人，最後有 47 拿到此課程之學分。本課採用呂鳴宇教授所編講義授課(英文版)，另外搭配張雲景與曹麗英二氏所著之實用生物統計學(2003 年第 5 版，華騰文化)以及楊惠齡與林明德二氏所著之生物統計學(2001 年第 2 版，新文京)為輔助教材。

三、結果與討論

呂教授為嘉義大學畜產系(現稱

動物科技系)副教授，在嘉義大學教授生物統計學和試驗設計學多年。其自編講義只有 79 頁，重要基礎觀念均羅列在內。雖以英文編寫，但因頁數不多，而修課學生多為二年級同學，其閱讀原文的能力仍在提昇階段，故 79 頁 A4 版面大小的份量，對選修此課程同學來說，精讀的份量還算合理。兩本搭配的中文書在提供同學機會學習用 Microsoft Excel™ 軟體執行基本的統計運算。Microsoft Excel™ 雖不若專要統計分析軟體功能強力，但足供統計初學者使用，加上 Microsoft Excel™ 普遍性高，一般電腦均有，所以採用該二書供參考。

呂編講義頁數不多，故所舉實例常有需補充處。為多找關連例子，強化同學統計理論的應用，授課期間也自 Snedecor GW 和 Cochran WG 二氏所著 Statistical Methods (1976 年七版，藝軒書局代理)、Steel RGD 和 Torie JH 二氏所著之 Principles and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach (1976 年二版，藝軒書局代理)、Rosner B 所著之 Fundamentals of biostatistics(1989 年第三版，歐亞書局代理)以及 Milton JS 所著之 Statistical Methods in the Biological and Health Sciences (1999 年三版，滄海書局代理)找合適例子，供做上課補充教材、作業題目，或是考試題目。這四本書均是生物統計方面的權威之作，在國內也有書商代理，需要進一步深入瞭解或自修的同學皆可方便取得，校內圖書館也可借閱。這是當初設想的理想狀態。唯對一般大二上同學而言，要使用這四本原文書中任一本當做教材，則負擔和實質學習效果仍不是很理想。但是正由於書中所引皆是生物或醫學等實際例子，學生在學統計時，還可以明白統計學與生物學、及醫學各科知識之演進關係，並因此而珍惜重視生物統計學，故最後之評估仍然認為講義加知名教科書作業的教學組合基本是成功的。

本課程前後一共出了六次作業，三次考試(期中考一、期中考二和期末考)，無論出出問題或是非改作業和考卷均相當費力，但這是必須面對的難題。學生也普遍反映作業雖多，但確實有助他們熟悉觀念和做判定。

四、計畫成果自評

在教授過程中經常善用一個基本原則：凡是儘量列舉學生關心的例子，就有助強化其對特定主題的吸收。一般學生較少閱讀報紙，如有閱讀，也較偏影視體育或是娛樂等消息。此是趨勢，不能強求其等改變，但可善加利用於教學上。比如說在講授資料的分布時，莖葉圖(stem-and-leaf plot)與箱鬚圖(box-and whisker plot)均是常用之工具，此二工具可清楚顯示資料的集中趨勢和變異趨勢，而且可顯示特異值(又稱極端值 outlier)。學生雖然對於平均值(集中趨勢)和變異數(變異趨勢)較易理解接受(因高中數學課程學過)，但對特異值較為茫然。在教該主題前一日，美國職棒大聯盟恰好出現西雅圖的水手隊日籍球員鈴木一朗創大聯盟安打紀錄(262 支)，且遙遙領先第二名打者(221 支)。除了全世界媒體的熱烈報導之外，也佔據了台灣的報紙版面，大多數同學均甚關注之事，認為是亞洲人(或人類)的光榮。於是在課堂上乃提出一問題，鈴木一朗究竟是不世出的天才，還是只是表現正常優秀選手。學生們最初多反映是超級天才。但經引該年度大聯盟和水手隊員資料分析，所得結論是：一朗的打擊率和安打數只是偏高的正常值，而不是極端值，只能算是 mild outlier (suspected outlier)，此例讓同學們對統計學上的 outlier 要求的嚴格“標準”，印象很深，也有人因此不同意訂定的期 outlier 標準，於是引起課間的討論。有討論，授課目的即已達到。

至於說明並比較 LSD 與 Dancan's multiple range test 二者之差異時，也採取保險套避孕一事比喻。LSD 每次犯錯之機率雖只小於 5%(顯著)或是 1%(極顯著)，但多重比較時，至少犯一次錯誤之機率會迅速增加，此與保險套單次避孕效果很好，但經長靠它避孕甚易失敗之道理一致。故採多重比較時，LSD 風險增大。而解決之道便是採用較保守之 Dancan's multiple range test，對於彼此差距較大者，其採用之差距參考值亦用較高之標準，此正如單靠保險套易至避孕失敗，而另加殺精藥膏、算安全期或是戴雙層保險套即可大幅

降低懷孕風險一樣。

在教授變方分析(Analysis of variance 或 ANOVA)的基本概念，對初次講授者和聽課同學均是一大考驗，加上理論、舉例、乃至習題所用之符號非常混亂不一致，使得此部份教學過程進行不順。同學中不乏自行購書者，或是曾至圖書館借閱，課後進修，亦多有類似困擾。經與本校應用數學系有多年統計學教學經驗之羅琪教授請益解決之道，彼告之符號不一致的確是教授建議統計學常見困擾，而解決之道是自行統一符號，將不同資料來源(包括不同之中英文版本教科書、講義)重新抄寫，使符號一致，然後才可順利授課，不生困擾。變方分析的這一部份的講義後來重新編寫，也慎重告知修課同學，日後若是要找補充資料，務必注意符號不一致的問題。由期末試題答題狀況來看，最後大部份同學能理解變方分析的原理和重要性。

五、參考文獻

1. 呂鳴宇, 2004。 自編講義(英文版)，嘉義大學。
2. 張雲景與曹麗英，2003。實用生物統計學，第 5 版，華騰文化出版。
3. 楊惠齡與林明德，2001。生物統計學，第 2 版，新文京出版。
4. Snedecor GW, Cochran WG., 1980. Statistical Methods, 7th ed., 1980.The Iowa State University Press, Ames, IW, U.S.A.
5. Steel RGD, Torrie JH, 1981. Principle and Procedures of Statistics, A Biometrical Approach. 3rd ed., McGraw-hill Book company, New York, NY, U.S.A.
6. Rosner B, 1989. Fundamentals of Biostatistics. 3rd ed., PWS-Kent Publishing Company, Boston, MA, U.S.A.
7. Milton JS, 1999. Statistical Methods in the Biological and Health Sciences, 3rd ed., McGraw-hill Book company, New York, NY, U.S.A.
8. Campbell NA, Reece LB, Mitchell LG, Taylor MR, 2003. Biology, Concepts & Connections, 4th. Ed, Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc., San, Francisco, CA, U.S.A.
9. Mader SS., 2003. Inquiry into Life, 10th ed., McGraw-hill Book company, New York, NY, U.S.A.
10. American League Hitting Stats, 2004. League Leaders, updated through Oct. 03, 2004 07:40 PM EDT. http://seattle.mariners.mlb.com/NASApp/mlb/sea/stats/sea_league_leaders.jsp
11. Losey JE, Rayor LS, Carter ME, 1999. Transgenic pollen harms monarch larvae. Nature 399: 214.
12. Tatem AJ, Guerra CA, Atkinson PM, Hay SI. Momentous sprint at 2156 Olympics? Nature 431: 525. *Correspondence, 2004. Nature 432: 147.*

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

環境科學概論

Environmental Science

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學土木工程學系副教授周文杰

E-mail: wcchou@chu.edu.tw

計畫參與人員：王秀玉

一、中文摘要

在環境科學概論這門課程中，教學目標在於介紹環境科學的基本理念、包含的學科，與環境的永續性及其經營管理方法與策略。

所以在本子教學計畫中，焦點著重於環境科學中各類複雜且交互影響的問題，包括人口、地球資源、環境污染等，以探討環境在人類社會為維持生命而對自然系統的壓力下，能否保有正常之功能。教學方式以教科書導讀與專題研究之心得報告等方式進行，以期增進同學在此環境科學的基本認知。

關鍵詞：環境科學、生物多樣性、永續經營、棲地保育

Abstract

In the course of environmental science, teaching purposes were introducing the fundamental concepts of environmental science, related interdisciplinary, environmental sustainability, and management policies and strategies.

In this subproject, the main topics on environmental science are the complicated and interrelated environmental problems such as population distribution, earth resources, and environmental pollutions. The nature is under severe stress caused by human activities. Would it be functionally working? The class meetings were introducing textbook and special topic presentation to improve students' basic knowledge on environmental science.

Keywords: environmental science, biodiversity, sustainable management, habitat conservation

二、緣由與目的

環境科學認為無法永續經營的人類行為有以下數項：

1. 在無法確保無限供應下，仍使用無法更新之能源（例如 fossil fuels）。
2. 在超過天然潔淨的速度下，仍使用可繼續使用之能源（例如清潔的淡水）。
3. 在環境無法無限吸收的能力下，以毒性物質污染環境。
4. 不管地球的供應能力，仍無限制地擴張人口。

而在此有限的生存條件下，現代人有義務也有必要認知，人類在地球村應該扮演的角色，亦即人類如何在地球環境中最適當地生存。因此人類與其他生物及非生物環境間的多重領域研究範圍，必須經由科學方法確認與建立決策機制，避免不當的資源浪費或污染行為。

為了使學生具備上述生態教育學程的環境科學基本概論，在大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程，本計畫特別安排這門課程，希望學生能趕上目前生態工程的熱潮，以即早掌握各項生態工程發展的技術與工程實務，這是本子計畫的緣起與目的。

三、結果與討論

為了完整介紹環境科學機概念，本課程實施重點教學項目分別為：

第一章 緒論:針對環境的組成及其結構與環境的功能特性進行概述，並探討環境科學發展之歷史與台灣環境科學之現狀。

第二章 生態系統:介紹生態系統的概念、組成、結構、功能、演替與生態平衡等各項生態系統之單元與重點，並以生態學在生態保護中的應用進行說明。

第三章 生物多樣性:介紹何謂生物多樣性、生物多樣性的價值，以及現今生物資源常遭受的威脅以及如何保護生物多樣性的方法。

第四章 自然保育:介紹自然保育的基本概念與自然保護區的基本概念，並探討自然保護區的重要意義，以及在台灣的自然保留區、國家公園等具有自然景觀與文化資產保護之區域與架構。

第五章 水資源保護與利用:探討水文循環、水資源及其利用與保護，以現有台灣的特殊河川與集水區環境進行台灣地區水資源利用現況的說明與分析。

第六章 環境問題與環境保護:介紹環境系統的發展及環境問題與現今面臨的各類環境問題，並以世界環境問題和台灣特有環境問題進行對比及說明。

第七章 環境永續發展:介紹永續發展與環境以及可持續發展之策略，並強化說明台灣永續發展條件與組織架構，以政府及民間力量維護永續發展之環境。

本課程實施對象為大學部二年級學生，學分數是 3 學分，一學期課程。課程評分要求為期中考、專題報告，本教學計畫製作或引用許多特殊主題之環境科學教學投影片，因限於篇幅，其中河川環境專題課程內容如附件。

課程實施結果良好，大部分同學反應考題難易適中，對於環境科學概論，都能有所心得，對於日後進一步的研究興趣，已經啟發適當的方向。

事後檢討本課程，教學重點放在水的環境，是優點也是缺點。好處是台灣面臨極大之水環境挑戰與生態工法之創新，但相對而言，在環境賀爾蒙與健康風險上的主題雖有提到，建議仍需要再加強。

另外在課程安排上，修課同學必須挑選環境主題，製作一個專題演講，在生態環境上的主題探討佔較大部分，仍須加強傳統環境工程的領域，部分同學以集水區環境與災害的報告，能配合土石流的現場攝影記錄，亦可與台灣現有山坡地環境災害相結合。

在學生反應上，雖與老師課後討論的情況不錯，但同學間相互的討論仍不夠踴躍，本課程在 ecampus 上設有電子學習區，學生學習情況尚可，解決之道應該借用各類學生感興趣之動畫或影片，以強化學習興趣與心得，在環境科學這種與生活息息相關的學科上，會具有較大的認識與體驗，以及日後深化的學習基礎。

四、計畫成果自評

本課程完成環境科學的七個重要課題的介紹與探討，並針對相關論文，指導學生研讀，並在研討中互相交換觀點，課程內容充實，對於學生的未來研究，有很大幫助。

本課程教材與台灣問題現況，都是採用最新的書籍與參考資料，可以掌握最新資訊，是一項優點。但是相對地，準備課程必須耗費更多的時間，每個學年教材內容都會更新，無法完全沿用舊教材，備課較為辛苦，但是較能符合環境科學與問題不斷變化的情況。

本課程最大缺點是學校相關的環境科學教學影片不足，無法以較多災害或災難的影片教學，以促發學生保護環境的強烈意念，此部分或許在圖書館的未來方向，可再加強相關收藏，對於未來研究或相關課程學習，都會很有幫助。

五、參考文獻

1. Raven, P. H., Berg, L. R., Aliff, J., 2004. Environment. John Wiley & Sons, Inc.
2. Cunningham, W.P., Cunningham, M.A.,

Saigo, B. W., 2003. Environmental Science. McGraw Hill Companies.
3. 蔡勇斌、余瑞芳、白子易、莊順興，2005，「環境科學概論：調查與應用」，美商麥格羅・希爾出版。
4. Subramanian, V., 2002. A Textbook in Environmental Science. Alpha Science International Ltd.
5. Molles, M. C., 2005. Ecology: Concepts & Applications. McGraw Hill Companies.
6. 金恆鑣，2002，「生態學: 概念與應用」，美商麥格羅・希爾出版。
7. 張仁福，2004，「環境科學導論」，文京出版社。
8. Miller, G.T., 2001. Living in the Environment/Infotrac: Principles, Connections, and Solutions. Brooks/Cole Publishing Company.
9. Kupchella, C.E., Hyland, M.C., 1992. Environmental Science: Living Within the System of Nature. Prentice Hall.
10. Enger, E., Smith, B.F., 2003. Environmental Science: A Study of Interrelationships with bind in OLC card. McGraw-Hill Companies.
11. Wright, R.T., Nebel, B.J., 2002. Environmental Science: Toward A Sustainable Future. Prentice Hall.
12. Enger, E.D., Smith, B.F., Smith, B., 2001. Environmental Science: A Study of Interrelationships w/OLC password code card. McGraw-Hill Companies.
13. Changnon, Stanley A., 2003. Present and future economic impacts of climate extremes in the United States. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 47-50.
14. Hall, Jim W.; Evans, Edward P.; Penning-Rowsell, Edmund C.; Sayers, Paul B.; Thorne, Colin R.; et. al., 2003. Quantified scenarios analysis of drivers and impacts of changing flood risk in England and Wales: 2030–2100. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 51-65.
15. Hoffman, Susanna, 2003. The hidden victims of disaster. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5:67-70.
16. Mustafa, Daanish, 2003. Reinforcing vulnerability? Disaster relief, recovery, and response to the 2001 flood in Rawalpindi, Pakistan. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 71-82.
17. McGee, Tara K.; Russell, Stefanie , 2003. "It's just a natural way of life..." an investigation of wildfire preparedness in rural Australia. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 1-12.
18. Buzzelli, Michael; Jerrett, Michael, 2003. Comparing proximity measures of exposure to geostatistical estimates in environmental justice research. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 13-21.
19. Lane, Lucille R.; Tobin, Graham A.; Whiteford, Linda M., 2003. Volcanic hazard or economic destitution: hard choices in Baños, Ecuador. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 23-34.
20. Klein, Richard J.T.; Nicholls, Robert J.; Thomalla, Frank, 2003. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 35-45.
21. Haque, C. Emdad; Kolba, Michael; Morton, Pauline; Quinn, Nancy P., 2002. Public involvement in the Red River Basin management decisions and preparedness for the next flood. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 87-104.
22. Changnon, Stanley A.; Changnon, Joyce M., 2002. Major ice storms in the United States, 1949–2000. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 105-111.
23. Comenetz, Joshua; Caviedes, César, 2002. Climate variability, political crises, and historical population displacements in Ethiopia. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 113-127.
24. Burke, Tara J.; Sattler, David N.; Terich, Thomas, 2002. The socioeconomic effects of a landslide in

Western Washington. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 129-136.
25. 徐貴新，環境科學概論，http://www.hydraulic.org.tw/env_sci/index.htm
26. 行政院環保署全球資訊網首頁，http://www.epa.gov.tw/main/index.asp
27. 行政院農業委員會全球資訊網首頁，http://bulletin.coa.gov.tw/show_index.php?cat=index
28. 水土保持局全球資訊網，http://www.swcb.gov.tw/Newpage/main.asp
29. 特有生物研究保育中心，http://www.tesri.gov.tw/species.asp
30. 台灣生物資源資料庫中心，http://bio.forest.gov.tw/bio/
31. Natural Resources Conservation Service，http://www.nrcs.usda.gov/
32. USDA Forest Service，USDA Forest Service
33. Bureau of Reclamation，http://www.usbr.gov/
34. U.S. EPA，http://www.epa.gov/
35. USDA.gov – Home，http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

水域生態工法

Ecological Construction Method in Waterside

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學土木工程系副教授　楊朝平

E-mail: ycp@chu.edu.tw

中文摘要

在「水域生態工法」這門課程中，教學目標在於介紹水域環境的重要性、生態工法調查資料及構造物設計法等。

本子計畫已編寫了完整教材，其內容含河川環境、水文、水利、河道特性、流體力、多孔隙材料、生態型河防構造物及河道景觀等。教學方式以教材研讀與專題報告之方式進行，以期增進同學在此領域的專業能力。

關鍵詞：環境、水域、河川、生態工法

Abstract

A textbook for the course of "Ecological Construction Method in Waterside" were edited. This textbook includes river's environment, hydrology, hydraulics, waterway's characteristics, fluid's force, porous materials, ecological structures for disaster and view of channel etc. The teaching methods combined the study of textbook and presentation to improve professional power of students in the field.

Keywords: environment , waterside , river, ecological construction method

一、緣由與目的

水與空間創造出自然，而水域生物、陸域生物是連結水環境與人類生活的要素。於臺灣，因都會區擴大，與河爭地結果，夏季之豪雨、颱風來臨時即水患成災，淹水已成為河道兩岸人民年年揮之不去的夢魘，故河川之整治一直是最急迫的水利工程。河川混凝土溝渠化乃為近年整治之主流，再加上水質之惡化，致使其喪失了生態性、生活性及親水性之功能，即此等水路僅具有輸水性與生產性而已。為恢復水路原有之多樣機能(生活、文化、生態、地下水涵養、水質淨化、親水、休閒、環境調和等），生態工法與綠美化乃為當今水路整治之主流。

生態工法重其裡，而綠美化裝飾其表；以多孔隙材為工料之生態型構造物，因其日後可生長植物而達生態保育，綠美化等之效果。所謂「水域生態工法」乃指使用多孔隙材料施做具安全性之河防構造物工法，其使用之多孔隙材料為土、草、石材、木材、混凝土塊(異形塊、預鑄塊、連結塊)、石籠、土籠、土壤水泥、地工合成纖維等，多以護岸護坡工、護岸基礎工、護坦工、固床工等為對像構造物。

在未來的社會及學術發展中，水域生態工法將成為土木領域的重要研究課題。為了使學生早先具備此類專業知識而特別安排這門課程。

二、授課內容與方式

為了完整介紹水域生態工法之知識，本子計畫已編寫完成「水域生態工法論」一書，作為授課教材。此教材之章節內容如下：

第一章　序論
第二章　河川環境
第三章　水文
第四章　河川型態
第五章　水理
第六章　外力與壓力

第七章　堤防
第八章　護岸
第九章　丁壩
第十章　固床工
第十一章　魚道
第十二章　水域生態工法安全穩定分析
第十三章　水域生態工法材料
第十四章　水域生態工法之施工與維護

本課程之授課方式為(1)教師輔以相片製作 Power-point 教材說明檔、(2)環境檢測相關試驗儀器說明、(3)學生製作專題並報告、(4)期末書面考試。

三、計畫成果自評

本課程之實施對象雖為全校三、四年級之學生，但因此課程被開在土木系，或宣導期間不足等原因，只有土木系 27 名四年級學生來修課。

課程實施結果良好，大部分同學反應所學甚具實用性，離校就業即可發揮所學。特別是本課程乃四年所學土木課程（水文、水利、環應、大地結構、材料等）之綜合應用，學生皆有「學以致用」之實務感。

事後檢討本課程，因其內容廣泛致無法深入教學，且因較欠缺檢測儀器致實作項目少，而使授課略顯欠缺生動性。關於此項之改進，仍有待後續計畫予以經費支援。

四、參考文獻

1. 水利局，「防洪工程設計手冊」，臺灣省水利局叢書之七十三號， 1968。
2. 水利處，「台灣重要河川-資料冊（修正版）」，1999。
3. 中國土木水利工程學會，「中國工程師手冊-水利類（上冊）」，第六篇，1972。
4. 中華大學水域生態環境研究中心，「水域生態工程」，滄海書局，2001。
5. 宜蘭縣政府，「宜蘭河全流域初步水理分析檢討」，1998。
6. 經濟部水資源局，「河川環境保育規劃準則」，1999。
7. 經濟部水資源局，「永續河川空間規劃設計」，2000。
8. 經濟部水利處，「主要採石河川砂石資源調查報告書」，2001。
9. 經濟部水利署，「烏溪水系支流筏子溪治理規劃檢討報告」，2004。
10. 陽明，「[大學用書]-生態工法」，文笙書局，2004。
11. 楊朝平，「河川近自然工法論」，中華大學「水域生態工程」教材，2003。
12. 蕭慶章、程桂興，「實用河川工程」，水利處，1997。
13. 玉井信行、水野信彥、中村俊六，「河川生態環境工學」，東京大學出版社，1997。
14. 高瀨信忠，「河川水文學」，森北出版社，1983。
15. 千田 禾念，「自然的河川計畫-改修における自然との調和と對策」，1993
16. （財）國土開發技術研究センター，「護岸の力學設計法」，山海堂,1999。

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

陸域生態工法

Ecotechnology for Civil Engineering Projects on Land

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學土木工程系副教授吳淵洵

E-mail: jasonwu@chu.edu.tw

計畫參與人員：陳彥佃

一、中文摘要

土木工程為人類歷史與文明得以演進之重要技術領域。由於長期以來之過度開發，使得地球之環境與生態迭遭破壞，為使其得以永續發展，推行生態工法已成為近年來世界之潮流，我國亦不例外。推行方式甚多，但其中以教育訓練最為重要。本計畫之執行即係依此原則，於大學部開授基礎課程，介紹生態工法於土木工程陸域部分之應用觀念與原則。

本課程針對生態工法於土木工程陸域部分之應用，依不同主題編寫完成陸域生態工法的六大章節的介紹與探討，並要求學生以蒐集文獻、彙整課內外資料之方式，提昇學習效果。依據課程評估調查結果，授課學生一致認為本課程對其於相關專業知識之培育方面具有實質效果，對其未來畢業後之升學或就業發展均具有正面助益，充分符合本計畫之研究目標，值得在現有基礎上進一步蒐集實務案例，強化課程資料，以期設置成為常態課程。

關鍵詞：生態工法、土木工程、陸域生態、永續發展

Abstract

Human history and his civilization have relied on civil engineering technology ever since his beginning. However, burgeoning populations and extravagant lifestyles of the most successful people threaten the natural resources of the earth. To achieve the goal of sustainable world, the development of ecotechnology in civil engineering becomes essential. There are many ways to prompt the ecotechnology, however, education and training will be the most important. This research was initiated based on this principle and to offer a basic course in undergraduate level.

The course introduces the applications of ecotechnology for civil engineering projects on land. The lecture has been compiled to different categories based on six subjects in this field. The course requires each of the attended students to develop his capability by participating the class, taking the course notes, conducting literature researches, and preparing final term paper. This course has provided basic education and training for the students, improved their career development for future, and thus conformed to the requirements of the project. Based on the course evaluations, all students considered that this course has offered them substantial improvement for their knowledge development. Further collections of practical case studies

to improve the course lecture are recommended so that it can be established as a regular class for undergraduate students.

Keywords: ecotechnology, civil engineering, ecological in land, sustainable development

二、緣由與目的

近年來由於經濟快速的發展，國民生活品質的提昇，國內公共工程之推動及民間大興土木，新建工程為考量其耐久性、施工性及安全性，均以混凝土為主體。台灣由於地狹，導致山坡地高度的開發利用，又因山坡地遭濫墾濫伐使得水土保持日益受損，自然環境遭受污染及破壞，使得每遇颱風或豪雨，災情頻傳，造成重大傷亡[1-3]。

由於大地的反撲，喚起國人的醒思，為考慮整體自然資源、生態環境、工程設施及自然景觀，除積極喚起國人對自然生命之重視外，亦需讓大眾體認人類與自然環境和諧共存的重要性，如此才得以提昇生態之觀念、工程品質、環境品質等，並增進人們對周遭環境生態之重視，進而維護自然環境與生態機能的運作，此為目前各機關單位重視的問題[4-5]。

目前國內重大公共工程建設之推動，對於自然環境及整體景觀的維護已逐漸重視，計畫工程之相關規劃均有環境影響評估計畫報告，計畫工程若通過山坡地，需依水土保持法之相關規定提出水土保持計畫，若跨越主、次要河川，均需依水利署跨河構造物設置相關規定辦理河川水理分析等等，由此可知工程選擇會影響整體自然環境衝擊之多寡，以及工程定案後會影響區域復育之工程設計，此亦為相關單位需特別研議的議題[2,6]。

國內目前除了水土保持與水利工程已積極投入水域生態工法的應用與研究外，另一個必須同樣積極進行的生態工法應用領域即為陸域方面的應用。陸域生態工法融合生態保育的理念與原則在國外正方興未艾，因此本課程蒐集工程實例並參考國內外相關資料將傳統陸域土木工程之工程實踐與生態工法之理念與原則結合，用以強化學生之陸域生態營建觀念，自教育著手以期達到國家生態與環境保育之永續需求。

三、結果與討論

由於生態工法之觀念與實務在國內均屬起步階段，而國內大學土木工程科系學生以往亦未接觸任何此一方面之訓練，因此本課程之規劃係自基本生態工法觀念開始，介紹生態材料次再依序探討公共工程、山坡地工程、道路工程、綠營建等各項工程中之陸域部分與生態工法之關聯與應用[5-9]。相關課程內容說明如次：

1. 總論

說明生態工法之推行緣由與目的，概要介紹生態工法之規劃與設計、生態調查方法、生態工法之相關安全問題、成本問題，最後略述生態工法之相關法規。

2. 生態材料

介紹生態材料之定義、種類，以及選擇生態材料之基本原則。

3. 公共工程與生態工法

說明公共工程之定義與內容，包括公路、鐵路、水庫(圖 1)、電力、垃圾(圖 2)及污水處理等對生態環境之影響及改善方式。

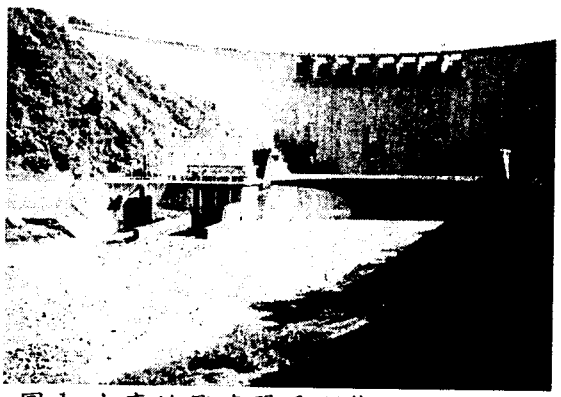


圖 1 水庫的興建嚴重影響下游之生態

4. 山坡地工程

說明山坡地之定義、坍方之定義與原因、傳統邊坡改善工法、以及生態工法於護

坡、擋土之應用(圖 3-圖 8)。

圖 2 垃圾處理不當所製造之環境污染問題

圖 3 山坡地事故可嚴重改變當地之環境與生態

圖 4 良好的加勁擋土工法可有效兼顧坡地生態與安全之需求

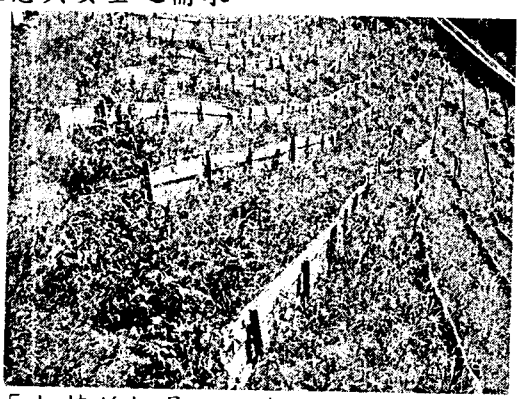


圖 5 打樁編柵是工程會極力推行的生態工法之一

圖 7 欠缺了解生態工法意義之代表作

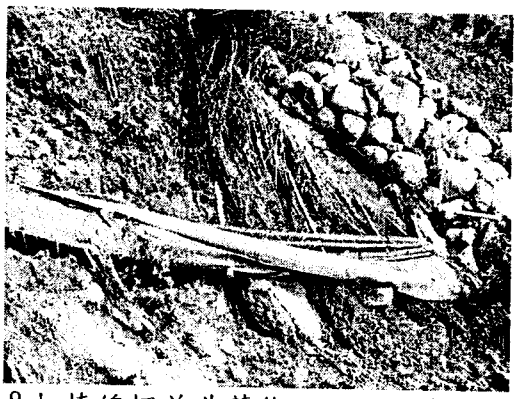


圖 8 打樁編柵並非萬能，工程仍應以安全為重。

5. 道路工程

說明道路工程之傳統規劃與設計及施工對生態與環境所造成破壞(圖 9)，繼而闡述生態工法理念與原則於道路工程之規劃與設計之應用。

圖 9 道路工程之規劃與設計對環境與生態具有嚴重影響

6. 綠營建

說明綠營建之定義與內涵、綠營建執行重點與綠營建工法種類與內容

本課程實施對象為大學部四年級學生，課號為：B04408A、B044088B 及 C04408A，學分數是 3 學分。於 94 年下學期開授一學期，修課人數 19 人。課程要求為作業、期中考與期末報告，教學投影片(圖 10)如附件。

圖 10 陸域生態工法課程講義

課程實施至今成效甚佳。對同學而言，在此之前從未接觸任何有關生態工法方面之學術觀念或實務說明。本課程由淺入深，配合實務圖照片循序說明生態工法之理念與原則於各類型陸域工程中之應用。由於臺灣地質構造破脆、環境複雜，以及國情影響，工程習性不良。國外頗具成效之生態工法未必完全適用於國內，不可盲目移植，揠苗助長反而斯害生態工法於國內之成長，不利我國環境保護與生態永續之發展。本課程依循此一理念，強調生態工法之必要性。但也闡述工程安全之重要性。二者可以得兼是為上策，惟若無法兼顧之時，則仍以安全為要。切不可為了生態而生態，犧牲民眾之安全。

四、計畫成果自評

本課程針對生態工法於土木工程陸域部分之應用，依不同主題編寫完成陸域生態工法的六大章節的介紹與探討，並要求學生以蒐集文獻、彙整課內外資料之方式，提昇學習效果。依據課程評估調查結果，授課學生一致認為本課程對其於相關專業知識之培育方面具有實質效果，對其未來畢業後之升學或就業發展均具有正面助益。充分符合本計畫之研究目標，值得在現有基礎上進一步蒐集實務案例，強化課程資料，以期設置成為常態課程。

五、參考文獻

[1] 交通部國道新建工程局，「高速公路建設應用生態工法設計準則及範例之研究」，2004。

[2] 行政院公共工程委員會，「生態工法入口網站」，http://eem.pcc.gov.tw/natural/index.php.

[3] 林鎮洋、邱逸文，生態工法概論，台北科技大學水環境研究中心，2002。

[4] 林信輝，921 震災重建區治山防災構造物運用自然生態工法之調查評估及新工法之研發計畫，中興大學，農委會水土保持局委託，2001。

[5] 陽明，「生態工法」，文笙書局，臺北，2004。

[6] 蔡厚南、邱銘源、呂慧穎，「道路建設與生態工法」，熊貓出版社，臺北，2003。

[7] Cappenter, T.G.," Issues and Options for Construction, "*Environment, Construction and Sustainable Development,* Crpenter, T.G., Editor, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, pp.311-322, 2001.

[8] Cappenter, T.G.," Construction Materials, "*Environment, Construction and Sustainable Development,* Crpenter, T.G., Editor, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 323-344, 2001.

[9] Emberton, J. R.," Green Engineering," *Environment, Construction and Sustainable Development,* Crpenter, T.G., Editor, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 367-383, 2001.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(1/2)

景觀生態學

Landscape Ecology

計畫編號：NSC 93-2522-S-216 -001

共同主持人：中華大學景觀建築系副教授 李麗雪
E-mail: lslee@chu.edu.tw

一、中文摘要

永續發展已是全球重要議題，也揭櫫了人如何在創造良好生活，且依存自然環境的同時，也不喪失自然。結合生態概念的景觀規劃設計旨在建構一個人與自然共存的合諧環境，並對傳統土地使用規劃手法提出新的挑戰，期以解決土地自然喪失之課題。因此在景觀生態學這門課程中，教學目標在於介紹景觀生態學原理、規劃及設計之應用，在永續發展上的鏈結概念與未來發展。旨在，(1)建立學生以景觀生態學及永續觀點，判斷人為土地利用課題的能力。(2)建立生態永續發展概念，對景觀專業可能面對課題具解決問題，擬定對策能力。(3)具跨學門之宏觀，以做為未來升學就業之參考應用。

關鍵詞：景觀生態、景觀結構、景觀規劃設計、永續發展、跨學門

Abstract

The objective of sustained development is to create the best natural environment for human. Therefore, the concept of landscape planning and design is combined the ecology and reasonable land use, to relieve the impact of natural environment because artificially over development. The purposes of landscape ecology program are application the landscape ecology on landscape planning and design, and to tie sustained development in the future. The program is focusing on train the abilities 1. Established in landscape ecology and then applies to landscape planning and design; 2. The ability to solve the differ scale of problem of landscape ecology, 3. To be provide with macro vision for landscape practice and research.

Keywords: landscape ecology、landscape structure、landscape planning and design、sustained development

二、緣由與目的

景觀生態學是景觀規劃重要基礎理論之一，是探討環境空間及時間過程機制，主要研究內容是景觀結構、景觀功能、及景觀動態，在其基本原理影響下進行實質之分析操作。景觀生態學研的目的是為了對合理土地利用規劃與管理的景觀動態過程及作用尺度有清楚的認識，以利進行景觀保育、規劃、設計、經營管理。

統計近十年（至 2003）台灣景觀生態學研究的博碩士論文近九十篇，期刊論文超過百篇，國外當然更不勝枚舉，面對破碎化的地景、都市景觀生態、生態廊道網絡系統、生態復育、環境變遷與監測等課題，景觀生態學研究與應用將更形重要。

現階段生態工程熱絡發展，成為解決環境生態問題重要手段之一，企圖以此營造永續環境。然而從不同空間尺度及時間向度共同探討景觀生態的動態過程有其重要性，將更能掌握景觀生態實務規劃設計及經營管理，生態工程的操作與應用上更具生態系統效益。

為了使學生具備該理論研究及實務操作能力，在永續生態工程學程研究計畫中，我們特別安排這門課程，希望學生能趕上景觀生態學研究及規劃應用熱潮，及感受未來景觀生態學的發展脈動，這是本子計畫的緣起與目的。

三、結果與討論

為了完整介紹景觀生態學，本課程實施重點說明如下：

(1)永續發展與土地使用規劃

介紹都市化與環境危機，生態學與景觀生態學，環境規劃理念思潮之演變與發展。

(2)景觀生態學基礎原理和概念

介紹景觀生態之意涵、類型及其相互作用，及景觀生態學的理論基礎。

(3)景觀結構

介紹景觀生態的結構，包括區塊(Patches)、廊道(Corridors)、基質(matrix)、網絡(network)、格局及生態交錯帶。

(4)景觀過程

介紹人類開發、自然運作對景觀破碎化的過程、鏈結(connectivity)過程。

(5)景觀功能

介紹景觀生產、美質、生態功能。並著重在生態功能的能流、物流、阻力和空間擴散功能。

(6)景觀生態學規劃方法

介紹 GIS 在景觀生態學的應用、景觀模型、景觀生態圖、生態規劃方法。

(7)景觀生態學與永續土地利用

包括都市與景觀生態的應用、鄉村與景觀生態的應用、國土與景觀生態的應用、生態網絡的建構概念、生態跳島及廊道的規劃概念。

(8)生物多樣化棲地與管理

介紹生物多樣化的重要性，棲地保護、保育、復育、補償等措施及棲地管理。

(9)實務案例操作

新竹香山地區為操作案例，讓區臨海、都市化較為晚期的地區，自然環境由於幾所大學、二高及西演公路開發，造成景觀生態環境破碎化，以景觀生態學原理及規劃方法進行改善操作規劃。

本課程實施對象為大學部四年級學生，課號：B07307A，學分數是 2 學分，一學期課程，修課人數 25 人。課程要求為期中考、期末考與論文報告，教學投影片如附件。

課程實施結果良好，大部分同學反應考題難易適中，對於景觀生態學原理及案例規劃操作，都能有所心得，對於日後實務應用及研究生涯，已經奠定深厚的基礎。

事後檢討本課程，由於學生對整體環境、生態學基本概念不足，使得從整體環境規劃切入以解決整體環境問題的掌握力不足，致使在實務案例案操作上普遍易落入只考慮以生態工法解決環境生態單一化議題，對於其它環境諸如能量流動、水循環、熱島效應等問題，則完成忽略或無法有效的以景觀生態手法來處理。

解決之道應該需借重外界力量，例如邀請業界在景觀生態規劃設計有實務操作經驗者，到課堂演講；或是增加案例操作的實務練習，這樣會讓學生對課程較有具體的認識與體驗，對於日後的實務應用及研發工作，會大有幫助。

四、計畫成果自評

本課程完成景觀生態學的八個重要課題的介紹與探討，並以一個實務案例操作，指導學生應用原理及規劃方法進行基地分析探討及改善操作規劃，並在操作中互相交換觀點，課程內容充實，對於學生的未來研究，有很大幫助。

有關景觀生態學國內外的研究進展非常快速蓬勃，因此本課程教材與輔助教材論文及案例，都是採用最新的書籍與期刊論文，可以掌握最新資訊，是一項優點。但是相對地，準備課程必須耗費更多的時間，每個學年教材內容都會更新，無法完全沿用舊教材，備課較為辛苦，但是較能符合景觀生態學的日新又新的情況。

本課程最大缺點是設備不足，因受限於經費，無法構置 GIS 系統，同學多以疊圖方式進行基地分析，以致同學無法同時整理大量資料，希望未來能添購相關設備，以增強學生的實務經驗與操作能力，對於未來研究或就業，都會很有幫助。

五、參考文獻

1. 李麗雪等譯，1998，都市和自然作用(Cities and Natural Process)，台北：田園城市文化事業有限公司。

2. 李麗雪等譯，William M.Marsh 著，2002，環境景觀之規劃與應用」，台北：田園城市文化事業有限公司。

3. 李麗雪等譯，2003，J.Leitmann 著，永續都市：都市設計之環境管理，台北：六合出版社。

4. 李麗雪，2002，都市生態廊道網絡系統評估架構之建立，海峽二岸園藝發展學術研討會。

5. 郭城孟、李麗雪，2000，以生態跳島與綠手指建構生態都市之研究--以台北市為例，第三屆環境綠化成果研討會，中華民國造園學會、台灣大學園藝系。

6. 林憲德，1999，城鄉生態，西拉雅生態叢書。

7. 林鎮洋、邱逸文，2002，生態工法概論，台北：北科大水環中心。

8. 張啟德譯，1994，景觀生態學，台北：田園城市文化出版。

9. 黃書禮，1999，生態土地使用規劃，台北：詹氏書局。

10. 鄔建國，2002，景觀生態學，台北：五南

11. Dramstad, Wenche, James D. Olson and Richard T.T. Forman, (1996), *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*, Harvard university graduate school of design.

12. Preece, R.A.(1991) Designs on the *Landscape* : Everyday *Landscape*, Values and Practice. Belhaven Press.

13. Steiner, H. (1990) The living *Landscape*: An Ecological Approach to *Landscape* Planning. McGraw Hill.

14. McHarg, I.L. (1992) Design with Nature. Wiley.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

Sustainable Ecological Engineering Program(2/2)

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

主持人：生物資訊系副教授曾文慶

共同主持人：

中華大學生物資訊系助理教授張慧玫、助理教授侯玉松、助理教授劉世華

中華大學資訊工程系助理教授劉志俊

中華大學土木工程系副教授吳淵洵、副教授楊朝平、副教授張奇偉、副教授邱垂德、副教授周文杰

中華大學景觀建築系副教授李麗雪、講師官宜均

E-mail: ttzeng@chu.edu.tw

一、中文摘要

現代工程技術不僅注重結構安全，減少對環境之衝擊，同時要以生態保育為導向，達到永續經營本土資源的目標。本校許多學生畢業後將會投入工業界服務，成為工程技術人員，其所從事之工作很可能與環境生態有關，因此本研究以「永續生態與工程技術的整合」為主題規劃跨領域學程，其特色為生命科學、生態、景觀、生物資訊與工程領域之相互支援與整合。目的在於強化學生對於生命科學與生態保育的認知，落實生態工法及景觀生態理念，確保本土生態的永續發展，為國家社會培育具有環保意識的工程人才。

本研究規劃之學程共開設 11 門課程，每門課程二或三學分，共 32 學分，學生選修通過 22 學分可取得學程證書。學程內之課程分為四個領域：生命科學與生態保育相關課程、生物資訊相關課程、生態工法相關課程及景觀生態相關課程。93 學年度由各領域之基礎課程著手，已開授生命科學概論、生物統計學、環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法、景觀生態學及生態植栽工程等七門課程，修課學生人數達 238 人次。94 學年度起再依照計畫加開本土生態學、保育生物學、生物資料庫概論、生物資訊學等四門課程，完成本研究規劃之 11 門學程課程。94 學年度除生物統計學及生物資料庫因課程規劃所需遞延至 95 學年開課外，其餘九門學程課程，修課學生人數達 461 人次。本研究以生物資訊技術輔助生命科學與生態保育知識的教學推廣，並提供生態工法及景觀生態所需的資訊管理服務。核心課程強調與自然生態相融合之工程技術，以達自然生態資源的永續經營與應用。

關鍵字：生態保育、生命科學、生態工法、景觀生態、生物資訊

Abstract

The modern engineering technology not only emphasizes on structural safety and environmental impact, but also on the conservation of ecosystem. The main goal of this project is to ensure that domestic natural resources can be managed enduringly. Since many of students graduated from this university will serve in the field of engineering, their work may, directly or indirectly, pose impact on environmental ecosystem. In this study, we integrate the courses from the fields of life science, ecology, bioinformatics, landscaping and engineering science to offer a multidiscipline

and cross-field education program. The proposed courses help students majoring in engineering or landscaping strengthen knowledge and comprehensive understanding in life science and ecology conservation. After the educational training, the engineers may implement the concept of ecology engineering in their work, offering their contribution to the conservation and enduring management of our natural resources.

In this course program, 11 courses, totally 32 credits, are offered. To obtain the course program certificate, a student must finish at least 22 credits. The courses in this program cover the following fields: life science, ecology conservation, landscape ecology, bioinformatics, and ecology engineering. Starting from the basic courses, 7 courses have been offered in the 93 academic year, including "Introduction to life science", "Biostatistics", "Introduction to environmental science", "Ecological construction method in waterside", "Ecotechnology for civil engineering projects on Land", "Landscape ecology", and "Ecological planting". There have been 238 students enrolled in these courses. The remaining advanced courses, which have been implemented in 94 academic year, are "Local ecology", "Conservation biology", "Introduction to biological database", and "Bioinformatics". All courses in the program, except "Biostatistics" and "Introduction to biological database", were offered in 94 academic year with a total of 461 students enrolled. "Biostatistics" and "Introduction to biological database" will be offered again in 95 academic year. This project is intended to apply bioinformatics technology to promote the education of life science and ecology conservation, and to provide the knowledge management for ecological engineering and landscaping. The main feature of this course program is to provide environmental conservation training to students to help them realize the preciousness of our natural ecosystem and contribute their efforts to protect and improve it.

Key words: Ecological conservation, Life science, Ecological engineering, Landscape ecology, Bioinformatics

二、緣由與目的

工程人員往往是人類經濟開發過程中，對自然景觀及生態棲地第一線接觸的人，如何將人類活動對自然干擾所造成的衝擊降到最低，這是當代工程人員需要面對的嚴肅課題。落實生態保育工作，需治標亦需治本，工程技術人員除工程力學等理論知識和實務技能之外，亦需加強完整的生態保育觀念。

本計畫研究目標乃針對工程與景觀設計相關科系之學生，加強其生命科學、生態保育、生物資訊、景觀生態與生態工法的觀念，並據此在本校工學院與建築規劃學院開設跨系所的課程，以理論與實習並重，加強學生對生命科學與生態保育的觀念，以期未來應用在工程時，能運用生物資訊所提供的生命科學及物種保育的相關訊息，落實景觀生態與生態工法的理念，確保本土生態的永續發展，為國家社會培育環保工程尖兵。

本計畫涵括四個領域，各類課程之目的如下：

(1) 生命科學與生態保育相關課程：
包含生命科學及生態保育相關課程。經由對生態系的了解，使人類能知道如何永續經營自然環境。加強學生對生命科學的觀念，未來進行整體的工程規劃時，除了一般營造安全、空間美感之考量外，在營造工法的選擇上，則以最貼近生態的方式來進行，為動植物保有並營造更多的棲地。

(2) 生物資訊相關課程：
包含生物資料庫及生物資訊相關課程。在基因、物種及生態多樣性的系列研究中，往往需要處理許多實驗數據資料，需結合資訊科技，才能迅速地獲得正確的研究結論。其中較為相關的資訊科技為資料庫與分析軟體。。

在資料庫方面，因為生物實驗與研究觀察的資料量大，資料庫的建構與運作，及資料整合，將影響生物資料的正確性與擷取效率；在分析軟體方面，目的在眾多的生物資料當中，分析其關聯性，進而萃取其內在意義，幫助獲得正確的理論或結論。

(3) 生態工法相關課程：

包含環境及生態工法相關課程。目前國內生態工法尚缺乏實際的經驗，也沒有可遵循的設計規範，所以在應用上相當困難，因此，透過本計畫將整合土木工程、環境生態、景觀規劃等相關領域師資，對生態工法與理論技術之研究建立出一套完整之河川生態工法之基礎教育，培養相關領域人才之目的。

(4) 景觀生態相關課程：

包含景觀生態及生態植栽工程相關課程。現階段生態工程熱絡發展，成為解決環境生態問題重要手段之一，企圖以此營造永續環境。然而面對破碎化的地景、都市景觀生態、生態廊道網絡系統、生態復育、環境變遷與監測等課題，景觀生態學(94 學年起，學程課程為生態景觀設計)與生態植栽工程之研究與應用將更形重要。生態景觀學研的目的是為了對合理土地利用規劃與管理的景觀動態過程及作用尺度有清楚的認識，以利進行景觀保育、規劃、設計與經營管理。

三、計畫內容

本計畫將課程分為四個群組，所規劃之學程包含 11 門課程，每門課程二或三學分，共 32 學分，學生選修通過 22 學分即可獲得學程證書：

(1) 生命科學與生態保育相關課程規劃：
包含生命科學概論、生物統計學、本土生態學、保育生物學等四門課程。

(2) 生物資訊相關課程規劃：
包含生物資料庫概論、生物資訊學等二門課程。

(3) 生態工法相關課程規劃：
包含環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法等三門課程。

(4) 景觀生態相關課程規劃：
包含景觀生態學(94 學年起，學程課程為生態景觀設計)、生態植栽工程等二門課程。

所有的課程從 93 學年及 94 學年起開始開授，依據課程難易度及銜接性，先實施「基礎課程」，接下來開授「核心課程」。各領域的基礎課程與核心課程規劃如表一所示。

在四類課程之間的相關性方面，生命科學課程是生態保育、生物資訊、生態工法及景觀生態課程的基礎知識。生態保育是生態工法及景觀生態的目標。生物資訊課程提供生態工法及景觀生態所需的資訊管理、資料探勘服務，並輔助生態保育的教學推廣工作。生態工法及景觀生態則是結合土木工程技術、景觀建築與生態保育觀念的綜合應用，整體架構圖如圖一。

本計劃以平衡、融合與精進為課程元素，把生態、生物統計、生物資訊，藉由課程的設計與實踐，在工程專業實作中，輸入生態關懷與多領域工具。過程中以研究和教學互動，也必然刺激校內各學門的良性衝擊，厚實學生及教師實力，以因應未來「符合環境保育」的工程要求水準。

四、計畫成果自評

生態工程、景觀生態與生物多樣性是目前十分重要的研究主題。本學程程希望將來有意從事生物工程、生態工程及景觀建築的學生也能具有開發生物資料庫與運用生物資訊的能力，以利於未來的學術研究及實務應用。

本研究規劃之學程共開設 11 門課程，分為四個領域：生命科學與生態保育相關課程、生物資訊相關課程、生態工法相關課程及景觀生態相關課程。93 學年度由各領域之基礎課程著手，已開授生命科學概論、生物統計學、環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法、景觀生態學(94 學年起，學程課程為生態景觀設計)及生態植栽工程等七門課程，修課學生人數達 238

人次(表二)。94 學年度起再依照計畫加開本土生態學、保育生物學、生物資料庫概論、生物資訊學等四門課程，完成本研究規劃之 11 門學程課程。94 學年度除生物統計學及生物資料庫因課程規劃所需遞延至 95 學年開課外，其餘九門學程課程，修課學生人數達 461 人次(表二)。

為能吸引學生選修本學程及鼓勵同學投入環境保育之行列，本研究於 94 學年上學期製作精美海報張貼於各學院及活動中心，海報內容如圖二所示。本年度完成之各課程報告依生命科學概論、生物統計學、本土生態學、保育生物學、生物資料庫概論、生物資訊學、環境科學概論、水域生態工法、陸域生態工法及生態景觀設計之順序附於本報告之後。

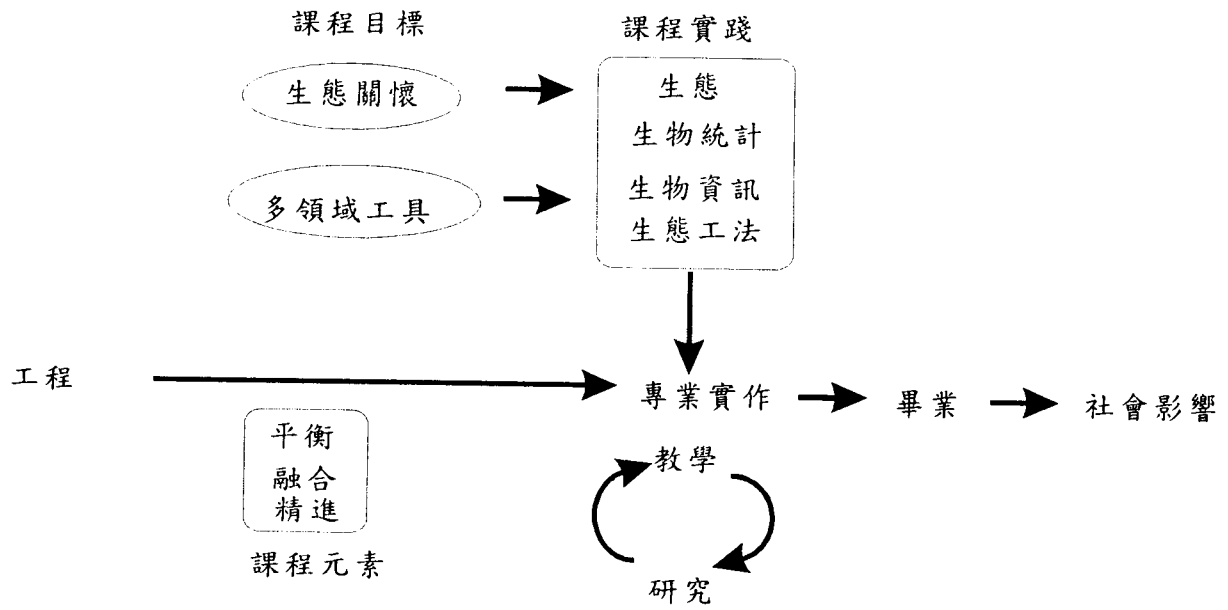
表一　永續生態工程學程四大領域之基礎課程與核心課程

	基礎課程	核心課程
生命科學與生態保育課程	生命科學概論、生物統計學	本土生態學、保育生物學
生物資訊課程	生物資料庫概論	生物資訊學
生態工法課程	環境科學概論	水域生態工法、陸域生態工法
景觀生態課程	生態景觀設計	生態植栽工程

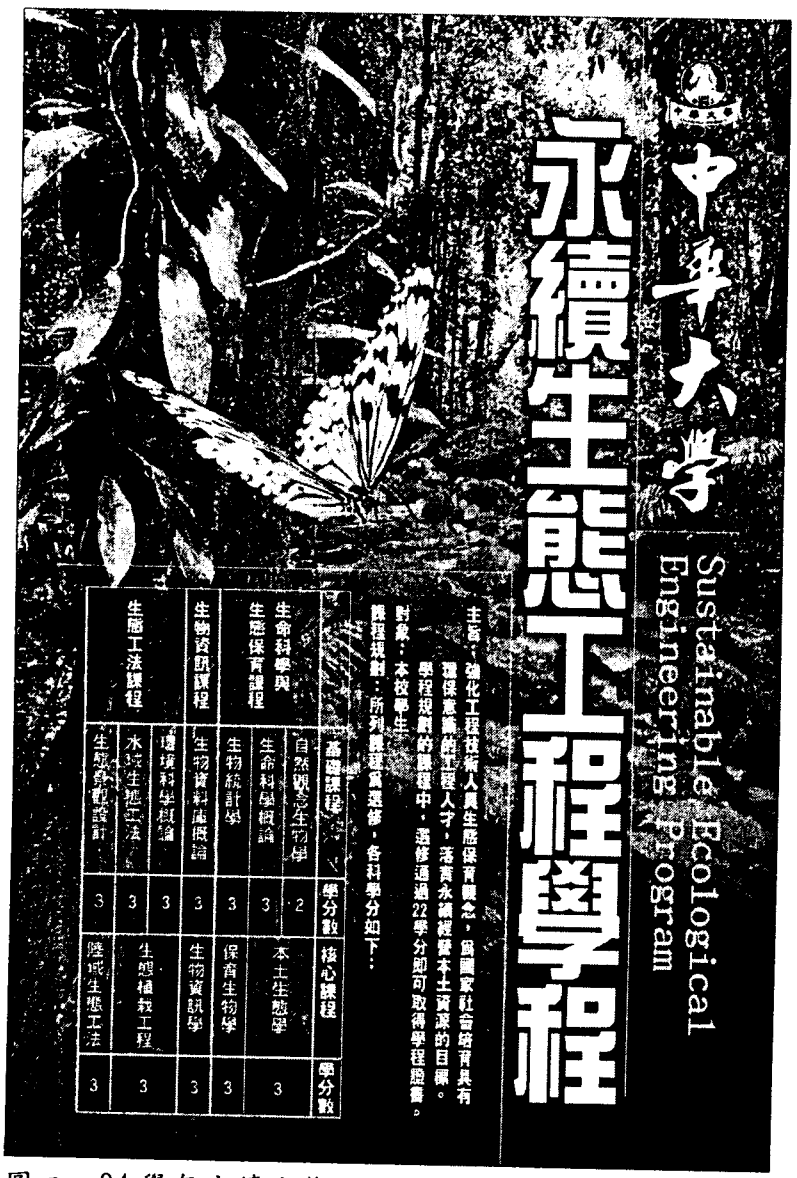
表二　永續生態工程學程 93、94 學年開授課程及修課學生人數

課程名稱	93 學年	94 學年
生命科學概論	56	66
生物統計學	53	註 1
本土生態學	94 學年開課	50
保育生物學	94 學年開課	74
生物資料庫概論	95 學年開課	95 學年開課
生物資訊學	94 學年開課	60
環境科學概論	27	64
水域生態工法	27	57
陸域生態工法	19	9
景觀生態學	25	45(註 2)
生態植栽工程	31	36

註 1：由於生物資訊學系課程規劃之變動，生物統計學遞延至 95 學年開課。
註 2：94 學年起，學程課程為生態景觀設計。



圖一　永續生態工程學程整體架構圖



圖二　94 學年永續生態工程學程招生海報

以下為本學程各課程報告，依序為：

生命科學概論

生物統計學

本土生態學

保育生物學

生物資料庫概論

生物資訊學

環境科學概論

水域生態工法

陸域生態工法

生態景觀設計

生態植栽工程

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

生命科學概論

Introduction to Life Science

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學生物資訊學系助理教授劉世華

E-mail: liush @chu.edu.tw

一、中文摘要

生命科學概論為上學期生態工法學程所開之基礎課程此課程。主要目標在幫助學生，透過閱讀英文撰寫的專業教科書，而能對生物學的三個主題有一基本認識。此三個主題分別是生命的化學基礎(即生物化學)、細胞生物學以及遺傳學。生物學的許多重要概念與人類生存息息相關，為了強化同學們對此認知，本課程儘量引用學術期刊論文和新聞報導內容做為佐證，在課堂上與同學討論，以引發興趣。預定講授的章節共有 21 章，但實際上只教授了 17 章，佔總進度的 81.0%)。在 66 位修課同學中，最後只有 46 人修完此一三學分課程，佔總人數的 69.7%。

關鍵詞：生命科學概論、生物化學、細胞生物學、遺傳學、期刊論文

Abstract

"Introduction to Life Science", one of the basic courses of the Ecological engineering Program, was offered in the last semester. The major goal of this course was to help students to understand three biological themes, the Chemical Basis of Life (i.e. Biochemistry), Cell Biology, and Genetics. , through reading good original (i.e. written in English) textbooks. To inspire students with the significance of the basic biology concepts to human's daily life, several intriguing articles regarding these themes from academic journals and newspaper were also cited as extra teaching materials. Seventeen out of 21 planed to be taught chapters (81.0%) were accomplished during the semester. Sixty-six students have taken this course and 46 (69.7%) of them got the credits.

Keywords: life science, biochemistry, cell biology, genetics, journal articles

二、緣由與目的

生命科學概論是生態工法學程中的基礎課程，列在第一年的上學期開課。此課程目的是引導修課同學對生物學的基本入門知識有一認識，授課目標在同時完成生物化學(biochemistry)、細胞生物學(cell biology)以及遺傳學(genetics)的重要觀念之介紹。至於生物學其他重要的子題，例如生態學(ecology)、保育生物學(conservation biology)以及演化論(evolution)等核心內容，因另有保育生物學和本土生態學等課程銜接，故不在授課內容。生物學上另兩個重要的主題為高等植物(顯花植物)解剖生理學與哺乳動物解剖生理學，此二部份與本學程之關連性較低，乃予以割愛。(對此部有興趣之學生仍然可自行修課，在生

物資訊系的課名為基礎生物學)

修課學生共有 66 人。課程採用 Campbell Neil A. 和 Jane B. Reece 二氏所著之 Biology (2006 年第 7 版，出版商為 Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc.）。此書內容豐富，計有 7 大單元，55 章，正文(亦即不包含目錄、附錄及索引)的部份共有 1,231 頁。生命科學概論講授內容集中在前三單元，分別是生命的化學（The chemistry of life）、細胞（The cell）及遺傳學（Genetics），其中遺傳學的部份講授了包括古典遺傳學的 3 章和分子遺傳學部分的兩章。連同第一、二單元的各 5 與 7 章，合計共教授了 17 章。

三、結果與討論

期初時擬訂了一份課程大綱，作為授課與考試的指導原則。依據課程綱要，這門課程應當授完 21 章共 435 頁(第一年為 21 章共 421 頁)。故實際進度落後了 4 章，相當於少講了 19.0%(第一年為 6 章和 28.6%)；以頁數計只完成 333 頁，約少教了 23.4%(第一年為 286 頁 和 32.1%)。第二年與第一年相比，無論是章節進度或是頁數進度均有約 10%的微幅進步。造成進度未達成預訂目標的主要原因是修課學生主要為生資系大一新生（二年級或以上修課生有 10 位，佔 15.2%），在授課三週之後，學生即反應內容太多，原文不易閱讀，以致上課跟不上進度。大一新生中有約 1/2 並非第三類組考生身分進入生資系就讀，生物學基礎知識原本不足，如強行授完預定進度，恐怕教學效益差不說，將學生興趣澆熄，及致退掉生態工法學程，甚至轉出生資系，非本課程之目的。故隨後一再調整課程進度，除放慢速度，多舉有趣實例配合教學之外，每至一章結束，新的章節開始之前，皆先做一概念式的複習。如此重新調整後，其中屬於分子遺傳學的部份因時間不足，只能勉強教授兩章，而仍有 4 章未能授畢（唯此部分已移至生資系一下的基礎生物學中講授）。在 66 位修課同學中，最後只有 46 人修完此一三學分課程，佔總人數的 69.7%。

生命科學概論課程以原文書教授，在資料的時效性上一般約較中文書早 2 至 4 年不等，也就是說一本新版原文教科書出版後約 2 至 4 年才有中譯版出來。中文書當然還有其他缺點，如譯語精準性不足、售價高、無配套的教學光碟配合等。閱讀原文書則是趨勢必然，使學生可在日後培養直接從原文資料攝取資訊的能力，故採用原文雖然授課效率較差，教授課程的老師亦勉力為之；學生即使知道讀原文書很辛苦，但多半也願勉強配合。只是生命科學概論令初學學生痛苦和挫折因素中之最大者，在其專業詞彙太多。不單是多，一般英漢字典和專業的生物學辭典還常查不到教科書中之原文名詞，有的即使查到，其譯名也常常令人不知所云，或是誤導學生。目前大學生普遍依賴翻譯機或是網路提供的字典，這些來源堪稱方便，但並非每個學生都有此資源，或是有此時間查閱。以每週上 1 至 1.5 個章節來說，平均就約有二百個的專業詞彙，加上同週內要

學的字根和字首約有 20 至 40 個不等，查閱單字的負荷相當重，學生極易「望文生畏」，遑論要求其等透過課後的閱讀學習生物學知識。

前一年曾針對上一版原文書做了中英名詞對照表，學生接受度很高。為了鼓勵學生勇於閱讀原文書，於準備課程內容時，乃針對新版教科書完全重新編寫授課篇章的中英名詞對照，每次 3 至 7 頁不等。其內容與前一年相同，包括三大部分，一是課程中心重要詞彙（key Terms，在教科書中以粗體字列印者），第二是重要字根（Word roots）的涵義，第三部份則是在書中圖表出現的字彙。由於書中重要的內容一般都有相關的圖表配合，且圖表本身也附有文字，敘述該圖表中重要的概念，故學生有了這份中英文名詞對照後，閱讀書中的重要圖表的困難度降低很多，據學生反應，他們閱讀原文書的意願有因此提高。新編之中英文名詞對照與舊版相比，除修正之前錯誤之外，主要是將遺傳學中屬於分子遺傳學之名詞補齊。

授課期間共舉行三次測驗，二次期中，一次期末。考題型試有是非、名詞解釋、簡答、配合題、填充題及問答題。考試時間每次 120 分鐘，題分也是 120 分。

為提高同學興趣，上課舉例說明時，非常強調該主題與健康或是環保的關連，並且告訴同學們，如何善用該一生物學的知識和原理由，從中找出生財之道。這些例證當可從考題中窺知。根據已往經驗，學生們對於健保、環保和賺錢的主題均有甚高興致，此正是授課的基本原則：投其所好。由於時事新聞亦不時出現與上述主題有關之內容，故本課程在講授期間，亦多有配合。不過，根據臨場同學的反應，選修此課程的同學似乎平常不太注意時事新聞。

四、計畫成果自評

本課程除生資系同學之外，只有一位外系(資訊管理系三年級)同學選修，該生並非以三類組考生身份入學，故並無高三生物學基礎，然修課成績為全班分數最高。該生之表現可能只是特例，或者是該生本身唸書之態度與讀原文之能力和其餘同學有別，但此至少顯示授課內容不致偏難。

本課程所選用的教科書內容頗多，除了本學期已上過之內容之外，其他之單元亦將在生態工法學成的其他課程中選用，例如第二學期所開的「保育生物學」，即採用同一本教科書的第七單元生態學（Ecology）為授課的主要內容，其不足部份，再由網路和學術期刊中尋到的資料補充。至於生資系同學在本學期所修的另一門課「基礎生物學」，亦是採用此一教科書，講授內容則包含了分子遺傳學、動物生理和植物生理等篇章。故挑選此書亦減輕學生購書讀負擔。但平心而論，此書內容對一年級同學稍難，此點當在第二年教學時，除繼續提供中英名詞對照表之外，在所選的授課內容和講授技巧上做更多改進。

本課程在生資系原來就有，為生物資訊系一年級必修課程。在本校新增生態工法學程之後，將此課程開在第一年的上學期，開課對象為全校同學（但大部份仍是

景觀、建築和土木系學生）。由於生資系同學與景觀等系之高中學經歷不同，他們在大學的專業主修差異亦甚大，對「生命科學概論」課程內容的需求不僅有別，授課教師亦得在面對不同的學生實有不同的教法。就此點考量，本課程可能不宜將上述三系同學編在同一個班級上課。比較理想的方式是生資系單獨開班，而其他科系選修同學合併成另一班上課。兩班的教材和考試方法亦要有所差別（例如生資系不允許帶書考試，而別的系修課同學則是「open book」應試）。為此議雖有其合理訴求點，但這邊需校方的設備空間、教師時間和選讀此生態工法學程的同學修課人數是否能達到合理數等多方條件配合才行。

五、參考文獻

1. Campbell NA, Reece LB, 2006. Biology, 7th ed, Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc., San, Francisco, CA, U.S.A.
2. Campbell NA, Reece LB, Mitchell LG, Taylor MR, 2003. Biology, Concepts & Connections, 4th. Ed, Benjamin Cummings, Pearson Education, Inc., San, Francisco, CA, U.S.A.
3. Mader SS., 2003. Inquiry into Life, 10th ed., McGraw-hill Book company, New York, NY, U.S.A.
4. Stellman JM, Stellman SD, Christian R, Weber T, Tomasallo C, 2003. The extend and patterns of usage of agent orange and other herbicides in Vietnam. Nature 422:681-7.
5. Carvalho AB, 2003. The advantage of recombination. Nature Genetics 34; 128-9.
6. Sprent J, 2003. Mutual sanctions. Nature 422: 672-3.
7. Gough C, 2003. Rhizobium symbiosis: insight into nod factor receptors. Current Biology 13: R973-5.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

生物統計學

Biostatistics

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學生物資訊學系助理教授劉世華

E-mail: liush@chu.edu.tw

一、中文摘要

本課程在第一年上學期教授時，為開在生物資訊系二年級之三學分選修課程。生物資訊系二年級上學期另外開機率學(三學分)必修課，下學期另外開統計學必修課，也是三學分課程。據修課同學於該學年下學期期中考後反應，必修之*統計學*與本生態工法學程所開之選修*生物統計學*這兩門課同質性太高，似不宜分上下兩學期各別教授，且在內容上也應有所區隔。經生物資訊系系務會議討論後議決，將此課自二年級調至三年級開(2006 年秋)，在內容上則著重於生物醫學實例之應用、解釋與判讀為主。本課程因此遞延一年。

關鍵詞：生物統計學、統計學、選修課、必修課

Abstract

This course (Biostatistics) was offered by the Department of Bioinformatics (DOB) as an optional course for undergraduate students. DOB also offered two required courses at the same semester year: Probability and Statistics, and both are three-credit courses, same as the course Biostatistics. Many students who took all of three courses have suggested that the contents of Biostatistics and Statistics were so overlapped, and it would be more beneficial to them if the two courses would be offed in different semester year and if the goals of the two courses were not overlapped too much. A meeting was held regarding students' suggestion and a conclusion was made that the Biostatistics course will not be offered until fall of 2006. The revised contents of the Biostatistics course in the coming semester should be focusing on how to *properly* apply statistical method to the *real* biomedical and life science examples, and how to *precisely* read the statistical analysis report. While the Statistics course will be focusing on basic concepts. Because the Biostatistics course was not offered in the last semester year, the results regarding teaching and learning this course are not available at this moment.

Keywords: biostatistics, statistics, optional course, required course

註：有關生物統計學課程之詳細報告內容請參閱第一年之完整報告。

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

本土生態學

Domestic ecology in Taiwan

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

主持人：中華大學生物資訊系助理教授張慧玫

E-mail: wmchang@chu.edu.tw

一、中文摘要

台灣在地理位置特殊造成顯著的地區性生態差別。為了完整介紹本土生態學概念，本課程實施重點教學項目分別為：(A)生態學基礎。(B)台灣生態棲位。(C)台灣生態研究(I)、台灣生態研究(II)。(D)有機農業或休閒農業之類的題目等。(E)台灣生態探索 DVD。教學策略以教師講授、多媒體影片放映、學生簡報等為主要教學活動。所以在本子教學計畫中，焦點著重於建立對本土生態環境的基本認識以銜接生態工法相關課程。

在五大分項的課程設計中，部分學生已修過保育生物，第一主題的生態學基礎，促使學生能在相同的基礎點上再深入針對台灣生態作探討。各主題中以台灣生態棲位、有機農業或休閒農業、台灣生態探索，較能引起學生的興趣與回響。根據一般性教學模式評量：在教材表達、互動學習、活動設計都還算相當不錯。而針對本課程實施後檢討與心得，對未來課程建議做參考，大致可分為以下幾點：邀請外師來演講的方式或保育單位專家或獸醫等來協同教學、適當的戶外教學、最佳環境資源利用的目的。在促發學生保護生態環境的強烈意念，可再加強相關影片與資料收藏，對於未來研究或相關課程學習，都會很有幫助。

關鍵詞：台灣生態棲位、有機農業、生態工法、多媒體教學

Abstract

The unique geological properties of Taiwan have made great diversity in Taiwan local ecology. In order to introduce domestic ecology in Taiwan with completeness and explicit, this course plans to cover five main teaching topics, and they are (a) basic ecology, (b) Taiwan ecological niche, (c) research about Taiwan ecology, (d) organic agriculture or recreational agriculture, (e) exploration of Taiwan ecology by DVD. The teaching strategy has focused on activities such as lecturing, multi-media presentation, and students' Powerpoint presentation. In doing so, we hope that this design of class coordinates well with other class in this ecological engineering-oriented teaching project.

For the reason of taking conservation biology before, most students were able to start at the same point and get into the topics of the domestic ecology in Taiwan. Among the five main teaching topics, Taiwan ecological niche, organic agriculture or recreational agriculture, and exploration of Taiwan ecology are most popular and interesting topics for students. As for general teaching model assessment, the teaching materials were reasonably perceivable, the learning interactive, and the course activities helpful. After reviewing and discussion the layout of the whole course, it comes to suggestions fro future reference as followings: inviting speeches from other experts, conservative biologists, or even veterinarians for alternative teaching, and arranging ecological on-site visits in order to optimizing the proper usage of environmental resources. This course is designed to encourage students always

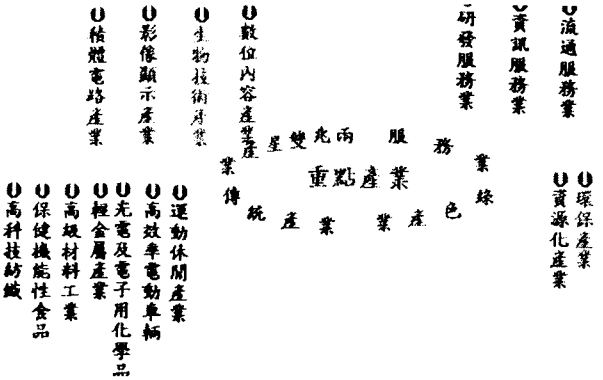
possessing good wills to protect wherever the ecology they are in. I hope that more related videos or teaching materials can be supplemented, and these should strengthens the influence that this course could bring to the students not only for their future research but also their learning in other related classes.

Keywords: Taiwan ecological niche, organic agriculture, ecological engineering, multi-media teaching

二、緣由與目的

為了使學生具備上述生態教育學程的本土生態觀念，在大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程，本計畫特別安排這門課程，希望學生能具備生態工程的觀念，以期能及早掌握各項生態工程發展的技術與工程實務，這是本子計畫的緣起與目的。

另外本課程遠程目標與使命就是，有鑒於政府當前重要產業政策措施，如圖所示其四大發展重點產業中，有綠色產業之稱的環保產業與資源化產業，如何儲備訓練人才，因應需求，將綠色產業推廣到工程應用上，將是不容稍怠的。



台灣這個南北狹長的小島，面積雖然不大(36000 平方公里)，卻擁有豐富的生態面貌。台灣位於亞洲大陸棚東南邊緣，處於熱帶與亞熱帶之間，又有中央山脈阻隔，東西岸也有顯著的生態差別。台灣豐富的生態面貌，有高屏溪、濁水溪、淡水河三大河系。有 15 個溪口平原、沖積平原、或縱谷等。有 11 個主要離島、6 座國家公園、以及 18 個自然保護區。擁有許多台灣稀有與特有動植物。對於所擁有的這好山好水，盼望藉著本課程學生能成為護衛台灣的生態精兵。

為了完整介紹本土生態學機概念，本課程實施重點教學項目分別為：

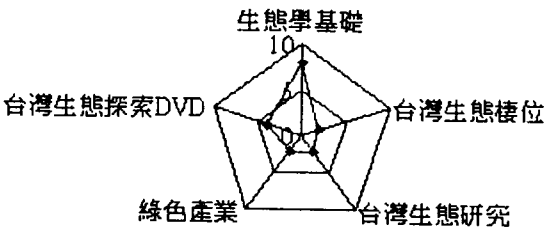
(A)生態學基礎：介紹生態學的定義、生態系的觀念、族群生態學概念、環境因子、生物交互作用、溫室氣體與全球變遷、生物多樣性、自然淘汰與適應。如生態系統的概念、組成、結構、功能、演替與生態平衡、生物多樣性的價值等。

(B)台灣生態棲位：介紹台灣自然環境、台灣天然災害。如台灣的自然保留區、國家公園等具有自然景觀與文化資產等。

(C)台灣生態研究(I)、台灣生態研究(II)。世界環境問題和台灣特有環境問題，台灣永續發展條件等。

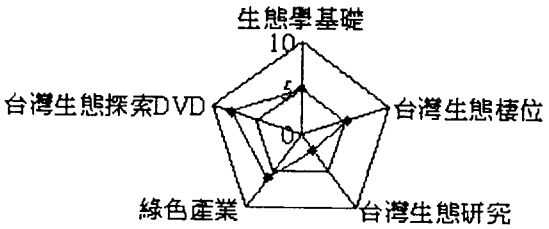
(D)有機農業或休閒農業之類的題目等。針對發展台灣往永續而無污染的發展等。

課程設計主要是以講課與影片欣賞交互安排，希望以較輕鬆而且內容精采的氣氛，來進行對台灣生態的認識。課程中選用一些還滿適合的 DVD 像公視的"黑潮三部曲","台灣生態探索、"廣點基金會的"台灣生態顯影"，期望學生能獲得較好的學習效果。其中各課程主題時數安排如下圖所示。



三、結果與討論

在五大分項的課程設計中，部分學生已修過保育生物，第一主題的生態學基礎，促使學生能在相同的基礎點上在深入針對台灣生態作探討。各主題中以台灣生態棲位、有機農業或休閒農業、台灣生態探索，較能引起學生的興趣與回響。其中各課程主題學生的興趣指數如下圖所示。



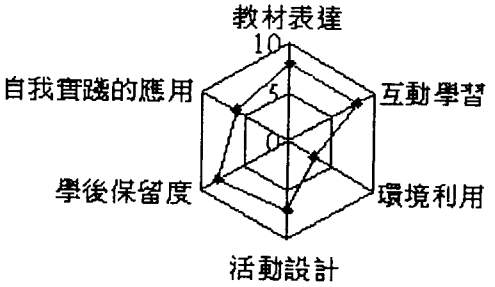
本課程實施對象為大學部二年級學生，學分數是 3 學分，一學期課程。課程評分要求為期中考、專題報告與討論，本課程內容如附件。

課程實施後，大部分同學反應結果良好，對於本土生態，同學間相互的討論都能有所心得，表示在認知上相當不錯，也有相當的認識與興趣。另外在課程安排上，修課同學必須挑選本土生態的主題探討，加強其對本土生態價值觀的重構。本課程在 e-campus 上設有電子學習區，提供學生學習範圍的縱深。

在設法加強政府與民間對本土生態的垂直整合程度上，本課程介紹永續發展以及可持續發展之策略，並強化說明台灣永續發展條件與組織架構，以政府及民間力量維護永續發展之環境。

四、計畫成果自評

本計畫執行中開課情況為：94 學年度：週二 09：25～10：15、週三 13：10～15：00、選課人數：50 人。根據一般性教學模式評量：如教材表達、互動學習、環境利用、活動設計、學後保留度、自我實踐的應用等評估。(A) 教材表達：多以 PPT 簡報檔案教學，短時間多資料，進行有效交流。回應還算不錯。(B) 互動學習：學生小組討論與授課師生間互動，回應還算不錯。(C) 環境利用：本課程在設計上，較缺乏這方面的安排。將來在經費可允許的範圍下，可以往適當的戶外教學方面努力，以達到最佳環境資源利用的目的。(D) 活動設計：活動效果評估，僅由一位教師教學的方式，將來也可以適度地邀請外師來演講的方式來協同教學。(E) 學後保留度：本課程以紙筆測驗與上台簡報方式評估學生的學後保留度，普遍都能達到所要求的標準。(F)自我實踐的應用：本課程對自我實踐的應用上，比較不易掌握，不能從紙筆測驗與上台簡報直接觀察評估。預計將列入以後教學上需要改進的地方。

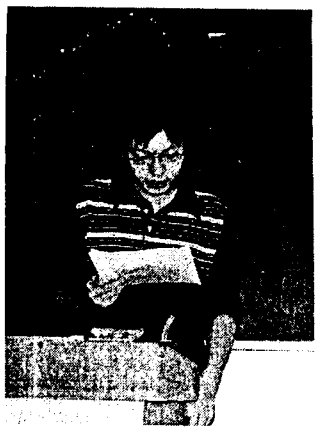


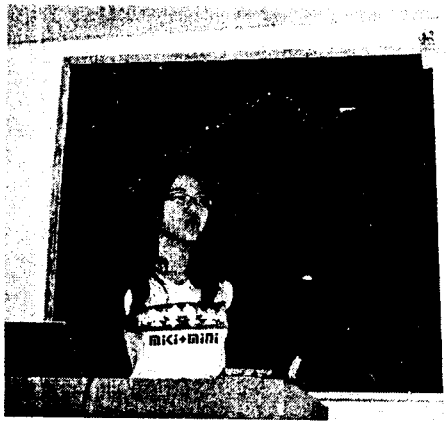
由於學生上過保育生物學一學期的課程，在課程銜接上相當容易進入狀況，本課程完成生態學的重要課題的介紹與探討，課程內容充實，影片資料也受學生肯定，對於學生的未來生態觀念建立，有很大幫助。同學對台灣特有、稀有生物也多了一些關懷。

有鑑於台灣本土許多環境污染問題的嚴重性，本土環保意識的崛起雖然只有短短幾年，已經養成一般大眾共同關心和一起把關的好習慣，對於如何能成為地球村的好公民也非常能贊同。如此造成現在正是本課程實施的好時機。

而針對本課程實施後檢討與心得，對未來課程建議做參考，大致可分為以下幾點：邀請外師來演講的方式或保育單位專家或獸醫等來協同教學與現身說法、適當的戶外教學、最佳環境資源利用的目的。在促發學生保護生態環境的強烈意念，可再加強相關影片與資料收藏，對於未來研究或相關課程學習，都會很有幫助。

本課程在和其他課程的配合上，和保育生物最為接近，也在課程設計上有互補的設計和安排。相信對需要用到生態工法的工程背景學生，應該對景觀課程觀念與生態工程之應用與防災觀念都有所加強。相信在種種配合改進上，必能帶學生精采可期的學程經歷。





五、參考文獻

1. 應用生態學(Applied Ecology)"(2001)，Edward I. Newman 著，趙榮台譯， 國立編譯館出版 ISBN 957-02-8635-0(五南圖書代理)
2. 動物保護概論"(2002)，陸承平主編，ISBN 957-8324-58-8 (九州圖書代理)
3. 生態學—概念與應用"(2002)，金恆鑣等譯，, ISBN 957-493-578-7 (滄海圖書代理)
4. 生態學"(1998)，朱錦忠著，, ISBN 957-584-626-5 (高立圖書代理)
5. 金恆鑣，2002，「生態學: 概念與應用」，美商麥格羅・希爾出版。
6. 行政院環保署全球資訊網首頁，http://www.epa.gov.tw/main/index.asp
7. 行政院農業委員會全球資訊網首頁，http://bulletin.coa.gov.tw/show_index.php?cat=index
8. 特有生物研究保育中心，http://www.tesri.gov.tw/species.asp
9. 台灣生物資源資料庫中心，http://bio.forest.gov.tw/bio/
10. Natural Resources Conservation Service，http://www.nrcs.usda.gov/
11. USDA Forest Service，USDA Forest Service
12. U.S. EPA，http://www.epa.gov/

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

保育生物學

Conservation biology

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

主持人：中華大學生物資訊系助理教授 張慧玫

E-mail: wmchang@chu.edu.tw

一、中文摘要

在保育生物學這門課程中，教學目標在於介紹保育生物學的基本理念。保育生物學在概念和實踐上需要甚多生態學知識做基礎。故本課程內容分兩大部分，前半段介紹生態學之基本概念，後半段介紹保育生物學重要之觀念、其對人類永續生存之影響以及實踐保育的具體做法。

在本子教學計畫中，為配合本校生態工法學程，開課焦點著重於保育最具代表性的主要問題，包括生態工法的保育相關性、環境污染、生物多樣性、生態失調、保育的執行與成效等。教學方式以教科書參考資料簡報教導相關影片欣賞與專題心得報告等方式進行，以期增進同學在此學科的基本認知。本學年度為第二年執行，參與學生更為踴躍，選修人數由 40 人上升至 74 人，學習情況較第一年更佳。

關鍵詞：保育生物學、生物多樣性、生態失調、保育的執行與成效

Abstract

In the course of conservation biology, the goals of teaching aim at introducing the fundamental concepts of conservation biology. Since conservation biology is mostly founded on ecological knowledge both in concept building and application, we therefore design the course to include, the first part, the basic concepts in ecology and , the second part, conservation issues per se. Discussion of conservation influences human sustainability in earth and strategies involving practical applications were also emphasized.

In this subproject, we incorporated ecotechnology engineering with main issues in conservation biology which include conservation and ecotechnology engineering, environmental pollution, biodiversity, ecology imbalance, conservation execution and evaluation. The course was delivered by different activities instructor presentation of textbook and reference materials, watching related DVD shows, and student presentation of special topics. Multi-media were also applied. All of these were provided to encourage students to join in the conservation action in any possible way. This year was the second time that this course was provided and the class was increasing from 27 students to 64 students with more interactive feedback.

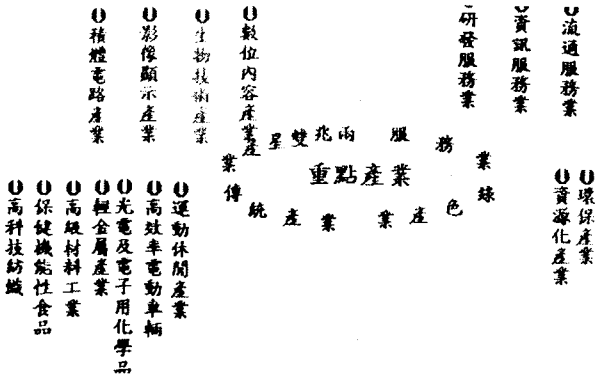
Keywords: conservation biology, biodiversity, ecological unbalance, conservation execution and efficiency

二、緣由與目的

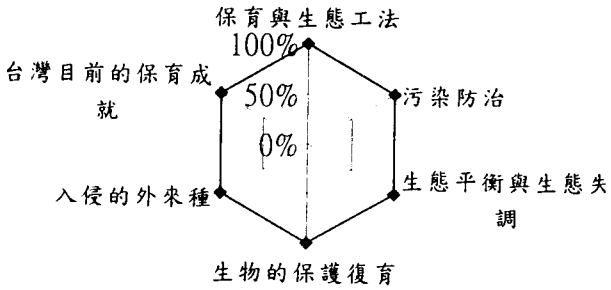
人類和同是身為地球村所有生物如何適當地永續共存，原是生態工程深遠的本意。因此如何經由科學方法確認與建立決策機制，避免不當的資源浪費或污染行為，便是我們工程生物教育整合型總計劃願意配合的目標。

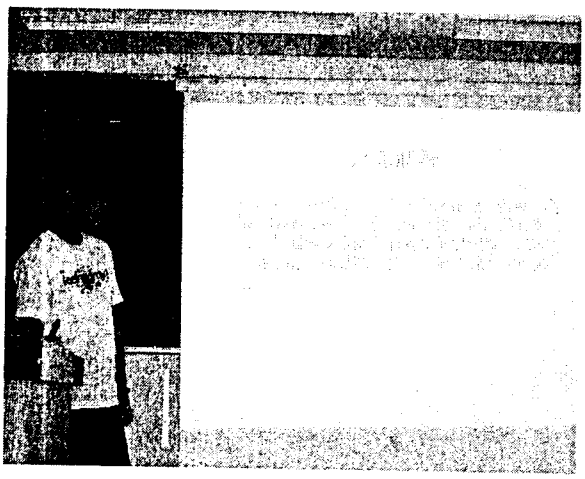
本課程遠程目標就是，有鑒於政府當前重要產業政策措施，如圖所示其四大發展重點產業中，有綠色產業之稱的環保產業與資源化產業，如何儲備訓練人才，因

應需求，將綠色產業推廣到工程應用上，將是不容稍怠的。

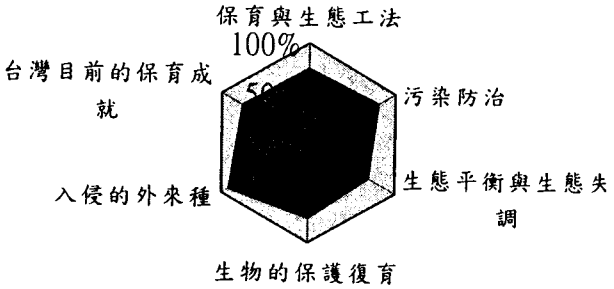


為了使學生具備足夠生態教育學程的基礎，本子計畫特別安排這門課程，希望學生能趕上目前生態工程的普遍重視，以即早掌握各項生態工程發展的技術。





三、結果與討論



本課程實施重點教學項目分別為：

第一章 保育生物學緒論與生態工法：針對生態工法對工程在生態環境的組成及功能特性之要求主要理念進行概述，並探討環境科學發展之歷史台灣保育類生物與復育之現狀。

第二章 生態系統、生態平衡與生態失調：介紹生態系的本質而言，多樣的結構成分、複雜的能量流動、物質循環的過程之平衡，以及現存的生態失調問題。

第三章污染防治與生態保育：介紹污染物與污染源、污染防治工作、環境保護措施、自然資源保育，以及全球性監測工作、監測技術的標準、環境背景值的建立。

第四章野生動物的保護：介紹廣義野生物種的基本概念，與保育的優先次序、維護或促進多樣性、多樣性指數、物種與面積的關係、入侵率和滅絕率對多樣性的影響、切割的棲地、邊緣效應、最小可存活族群等自然保護的基本概念，並探討自然保護區的重要意義。

第五章入侵的外來種生物水資源保護

與利用：介紹何謂外來種與入侵種動物？探討外來種入侵途，徑刻意引入與入侵媒介，以及台灣目前普遍的外來種介紹及對生態的危害的說明與分析。

第六章台灣目前的保育成就：介紹台灣保育類生物等級分法，以及各保育等級的生物概略介紹並台灣各保育單位的貢獻和成就。

第七章學生上台報告。每位學生上台作 5~10 分鐘保育類生物報告。題目限台灣保育類瀕絕生物、稀有生物、特有生物。而且題目不得與其他同學重複，否則以嚴重扣分處置。 報告時臨時缺席視同零分，實在有事時請事先和同學交換報告時間。而報告評分標準：內容有料、資料不過時、整理過有條有理、重點清楚、說明清楚、目光注意觀眾等。

本課程實施對象為大學部一年級學生，學分數是 3 學分，一學期課程。課程評分要求為期中考、專題報告、作業和期末考，本教學課程內容如附件。

大部分同學反應良好，尤其上台報告資料收集相當用心都能有所心得，對於日後進一步的保育生物的關懷和興趣相當濃厚，對本課程實在是一種肯定。

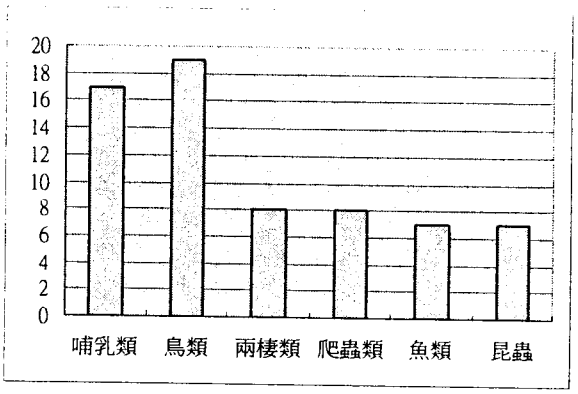
本學期課程設計上，特別向台灣特有生物研究保育中心，索取教學圖鑑及保育生物影片，以強化學習興趣。

四、計畫成果自評

本課程完成生物保育科學的六個重要課題的介紹與探討，課程內容充實，對於學生的未來保育概念，有很大幫助。

本課程教材與台灣保育問題現況與應用，引導學生如何觀察，並從實驗數據得到結論以應將來可能的應用，是一項職得肯定的優點。

就本課程中學生報告的主題，來分析一般人對保育生物類型關懷程度，的確不同。鳥類與哺乳類最受歡迎，兩棲類爬蟲類魚類和昆蟲類較少被當作簡報主題。這種簡報主題的偏差，可以當做以後教學加強補足的地方，希望喚起較無偏見的保育觀念。



本計畫執行中二次開課情況各為：93 學年度週二 09：25～10：15、週三 13：10～15：00 選課人數：40 人。94 學年度週三 10：25～12：15、週五 9：15～10：15 選課人數：74 人。第二年之學習情況較第一年更佳，學生在瞭解基本課程後，可以進一步加強保育工作參與感，使未來課程在落實上給學生更深刻的印象，成為保育的業餘義工並能融合所學到其專業科目上。

五、參考文獻

1. 應用生態學(Applied Ecology)(2001)，Edward I. Newman 著，趙榮台譯， 國立編譯館出版 ISBN 957-02-8635-0(五南圖書代理)
2. 動物保護概論(2002)，陸承平主編，ISBN 957-8324-58-8 (九州圖書代理,)
3. 生態學—概念與應用(2002)，金恆鑣等譯，, ISBN 957-493-578-7 (滄海圖書代理)
4. 生態學”(1998)，朱錦忠著，, ISBN 957-584-626-5 (高立圖書代理)
5. 2PJ Bryant. Biodiversity and Conservation: A Hypertext Book, 2005.
6. http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio6
7. 特有生物研究保育中心，http://www.tesri.gov.tw/species.asp
8. 台灣生物資源資料庫中心，http://bio.forest.gov.tw/bio/
9. Natural Resources Conservation Service，http://www.nrcs.usda.gov/

USDA Forest Service，USDA Forest service

10. U.S. EPA，http://www.epa.gov/

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

生物資料庫概論

Biological Databases

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學資訊工程學系助理教授 劉志俊

E-mail: ccliu@chu.edu.tw

一、中文摘要

在人類基因組計畫（Human Genome Project, 簡稱 HGP），完成人類基因組定序的草圖工作後，下一階段的主要研究工作在於瞭解這些基因組序列的意義。由於基因組的資料是如此的龐大，此項工作有賴於生物學家、生化學家與資訊研究人員的共同努力才能解決。由於人類基因的研究在醫學、農業、工業、製藥方面影響深遠且具有龐大的商機，故生物資訊被視為本世紀最重要的研究領域。

生物資訊是一項跨領域的研究學科。傳統的資訊研究人員對生物學的基本知識並不熟悉，必須補充分子遺傳學、分子生物學、生物化學與蛋白質結構等生物學專業知識，了解生物學專門語彙才能開展生物資訊的研究工作。在本計畫中，我們將結合生物學與資料庫兩個領域的研究成果，設計生物資料庫、進階資料庫、平行與分散式資料庫課程。課程主旨在介紹生物資料庫的基本觀念與技術，主要討論的生物資料庫包含 DNA 資料庫與蛋白質資料庫兩大類，介紹 DNA 與蛋白質的結構，以及現有的主要生物資料庫如 GenBank, PIR, Swiss-Prot 等的使用與建構技術。課程目的在奠定生物資訊在資料庫方面的研究基礎，並為國家培養專業的生物資訊人才，提昇我國生物資訊的整體競爭力。

關鍵詞：生物資料庫、生物資料庫設計、分子生物資料庫、GenBank、基因體資料庫、蛋白體資料庫

Abstract

As the working draft of the entire human genome sequence was announced by HGP（Human Genome Project）, the major research issue is to understand the semantics of these genome sequences. Since the amount of human genome data is so large, computer scientists are needed to develop techniques for storing this information in databases and to improve tools for data analysis. Technology and resources generated by the Human Genome Project are already having a major impact on many research areas. potential applications of genome research include, molecular medicine, bioarchaeology, anthropology, evolution, and human migration, agriculture, livestock breeding, and bioprocessing.

Traditional computer scientists are nor fimiliar with biology. Basic concepts of genetics, biochemistry, molecular biology, and protein structure should be studied for a computer scientist. In this project, we design a new course on bio-databases. Hope students can be benefit from these courses to derive more meaningful knowledge from the human genome sequence in the future.

Keywords: bio-databases, biological databases, molecular databases, genomic databases, proteomic databases

二、緣由與目的

生物資訊是一項跨領域的研究學科。傳統的資訊研究人員對生物學的基本知識並不熟悉，必須補充分子遺傳學、分子生物學、生物化學與蛋白質結構等生物學專業知識，了解生物學專門語彙才能開展生物資訊的研究工作。

資料庫是資訊學門的主要研究領域，國內資訊類科系皆有開設資料庫系統的課程。但傳統的資料庫是以商業應用為主，故主要的資料庫教科書皆是以公司或學校管理資訊系統為例來教授有關資料庫設計、關連式資料庫模型、ER 模型、正規化理論與 SQL 等內容[16][17][18][19][20]。所以我們在設計生物資訊學程的資料庫課程時，希望能以生物資訊為實際範例，例如: 繪製 DNA 與蛋白質的資料實體關連圖，設計 DNA 與蛋白質的資料庫綱目等。此外由於生物資訊強調資料公開，所以網際網路下的資料庫系統開發技術顯得尤其重要，我們也加強學生此方面的訓練，並要求學生設計一網際網路生物資料庫作為期末專題。

三、結果與討論

為了完整介紹生物資料庫，本課程特色以及培養學生具體之能力說明如下：

3.1 課程特色

- 結合資料庫與生態工程兩項領域的專業技術
- Species 2000 物種資料庫的本土化建置
- 強調蛋白質與 DNA 資料庫的使用
- 主要生物資料庫如 GenBank, PIR 等的使用
- 使用 Linux 與 PC Clustering 平台建立自有的生物資料庫
- 強調實作: 學生必須實際設計與建置一蛋白質與 DNA 資料庫並撰寫比對或分類演算法
- 強調研討: 學生必須研讀與報告課程相關的最新文獻

2.4 培養學生具體之能力

- 了解 DNA 的資料型態
- 了解蛋白質的立體結構
- GenBank, PIR, PDB 等主要生物資料庫的使用
- 了解生物多樣型與物種分類資料庫
- 熟悉 Linux 作業系統與 MySQL 資料庫在生態工程資料庫的實際應用
- 培養學生實際建立物種分布資料庫的能力與經驗
- 了解生物資料庫的研究現況
- 奠定生物資訊相關研究的基礎

本課程實施對象為大學或研究所學生，學分數是 3 學分。課程要求為期中考、期末考與期末專題，教學投影片如附件。

就以往在資訊工程系開設相關之經驗，課程實施結果良好，大部分同學反應考題難易適中，對於生物資料庫原理及實際生物資料庫規劃操作，都能有所心得，對於日後實敉應用及研究生涯，已經奠定深厚的基礎。

事後檢討本課程，由於學生對分子生物基本概念不足，使得從生物資料庫關於資料涵意方面觀念性資料庫模型設計的掌握力不足，導致難以設計完全符合生物學需求的生物資料庫。

解決之道由觀摩現有主要的生物資料庫設計方式為出發點，補充關於分子生物方面的專業知識，使得資訊工程為背景的學生具備足夠之專業能力來進行實際生物資料庫系統開發技術。

四、計畫成果自評

建立生物資料庫是從事生物資訊相關研究的首要基礎工作。生物資料庫包含 DNA 資料庫與蛋白質資料庫兩大類，熟悉此兩類生物資料庫的操作是生物資訊相關研究的基本入門需求。我們希望能進一步建立本土化的生物資料庫，完全掌握 DNA 與蛋白質的各種資料，並期盼能對 DNA 與蛋白質的查詢與分類在理論上與實作上做出貢獻。並在未來與基因表現資料庫與疾病資料庫結合，開啟生物資訊探勘的研究之門。

生態工程與生物多樣型皆是目前十分重要的研究主題。傳統的資料庫探討的對象為商用資料庫，一般資工系學生對生態工程與生物多樣型等觀念並不熟悉，導致跨領域的研究難以進行。本課程希望能培養具備從事生物工程、生態工程與資料庫的研究人力。

在應用方面，生物科技將是台灣未來的重要產業。而兼具生物與資料庫背景的人力十分稀少，本課程希望能培養生物資訊的專業人才，建立本土化的生物資料庫。

五、參考文獻

[1] International Human Genome Sequencing Consortium, "Initial sequencing and analysis of the human genome," *Nature* **409**, pp. 860-921, 2001.

[2] The International Human Genome Mapping Consortium, "A physical map of the human genome," *Nature* **409,** , pp. 934-941, 15 February 2001.

[3] The Celera Genomics Sequencing Team, "The sequence of the human genome," *Science,* pp. 1304-1351, Feb 16 2001.

[4] D. R. Bentley, et al., "The physical maps for sequencing human chromosomes 1, 6, 9, 10, 13, 20 and X," *Nature* 409, pp. 942-943, 15 February 2001.

[5] Charles A. Tilford, et al., "A physical map of the human Y chromosome," *Nature* 409, pp. 943-945, 15 February 2001.

[6] Kate T. Montgomery, et al., "A high-resolution map of human chromosome 12," *Nature* 409, pp. 945-946, 15 February 2001.

[7] Thomas Brüls, et al., "A physical map of human chromosome 14," *Nature* 409, pp. 947-948, 15 February 2001.

[8] Letwin, B., *Genes VII*, Oxford University Press, 2000.

[9] Russell, *Genetics*, 5th ed., 1998.

[10] Albert, B., et al., *Molecular Biology of the Cell*, 3rd ed., New York:Graland, 1994.

[11] Lodish, H., J. Darnell and D. Baltimore, *Molecular Cell Biology*, 3rd ed., New York:Scientific American Books, 1995.

[12] Mathews, *Biochemistry*, 3rd ed., 2000.

[13] Zubay, *Biochemistry*, 4th ed., 1998.

[14] Lesk, A., *Protein Architecture: A Pratical Approach*, Oxford University Press, 1991.

[15] Branden, C. and J. Tooze, *Introduction to Protein Structure*, 2nd ed., Garland Publishing, 1999.

[16] Date, C. J., *An Introduction to Database Systems*, 7ed., Addison-Wesley Longman, 2000.

[17] Elmasri and Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, 3rd ed., Addison-Wesley, 2000.

[18] Silberschatz, A, H. F. Korth, and S. Sudarshan, *Database System Concepts*, 3rd ed., McGraw-Hill, 1997.

[19] Post, G. V., *Database Management Systems*, McGraw-Hill, 1999.

[20] Connolly, T. M. and C. E. Begg, *Database Systems: A Pratical Approach to Design, Implementation, and Management,* 2nd ed., Addison-Wesley, 1998.

[21] Hector Garcia-Molina, Jeffrey D. Ullman and Jennifer Widom, *Introduction to DBMS Implementation*, Prentice Hall, 1999.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

生物資訊學

Bioinformatics

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

主持人：中華大學生物資訊學系助理教授侯玉松

E-mail: yshou@chu.edu.tw

一、中文摘要

在生物資訊學這門課程中，教學目標在於結合：計算生物學、生物資料庫及生物分析軟體的實務操作與設計。

所以在本子教學計畫中，焦點著重於資訊技術應用在基因體學與蛋白質體學，包括生物資訊庫、序列比對、種族樹、RNA與蛋白質結構分類與預測、基因預測、基因體分析等，採用美國冷泉港實驗室出版的生物資訊學為教材，教學方式以實例逐一說明各生物資料庫及分析軟體的設計理念與實務，以達到理論與實務合一的成效。

關鍵詞：生物資訊學、計算生物學、生物資料庫、基因體學、蛋白質體學

Abstract

In the course of bioinformatics, teaching purposes combined the following terms: the theory of computational biology, the design of biological databases and the practical training of biological analysis software.

In this project, the applications of computer technique on the genomics and proteomics were focused. The contents include biological databases, sequence alignment, phylogenetic trees, classification and prediction of RNA and protein structures, gene prediction, gene analysis, and so on. The bioinformatic book pressed by Cold spring harbor laboratory was adopted as the textbook. The databases and software were explained case by case and then students could learn theory and practice together for bioinformatics.

Keywords: bioinformatics, computational biology, biological databases, genomics, proteomics.

二、緣由與目的

永續生態工程學程著重生態保育與工程技術的整合教育，主要有二個面向：

1、加強工程技術人員完整的生態保育觀念，以防止工業造成的棲地破壞和環境污染。此面向包含生命科學與生態保育二大類課程。

2、強調工程人員能以生態保育觀點來平衡工程技術應用，此面向主要以生態工法類課程為主，生物資訊類課程為輔。

在生物資訊學方面，主要是利用資訊技術，提供生態工法所需的資訊管理、資料探勘服務，並輔助生態保育的教學推廣工作。

為了使學生熟悉生物資訊學的方法與實務，本計畫特別安排這門課程，加強學生對於相關資訊技術的訓練，以期能加強學生在生命科學、生態工法、生態保育等方面的研究能力與推廣應用，這是本子計畫的緣起與目的。

三、結果與討論

為了完整介紹生物資訊學概念，本課程實施重點教學項目分別為：

第一章 緒論：簡介生物資訊學的研究

範疇、發展沿革、及其影響。

第二章 生物資料庫概論:介紹生物學研究產生的序列資料種類與特性，資料庫設計的方法，生物資料儲存在資料庫的技術與相關問題，以及現有生物資料庫(如：NCBI、SWISSPORT 等)的運用方法。

第三章 序列比對:介紹二條或多條核苷酸或蛋白質序列的相似度比對技術與生物意義，以及 Blast 與 Fasta 等大型序列資料庫的快速搜尋比對方法。

第四章 種族樹:種族樹是生物學研究物種血緣親疏關係的重要工具，此章探討種族樹在生物學的應用方式，建構種族樹的資訊技術，與 PHYLIP 等種族樹預測軟體的實務應用。

第五章 RNA 結構預測：此章探討 RNA 結構的生物原理與重要性，RNA 結構預測的資訊技術，以及 Zuker 的 RNA 結構預測網站的使用介紹。

第六章 基因預測:介紹基因序列的生物學特性，基因位置預測的資訊技術，相關分析軟體與網站(如：EMBOSS 的 PLOTORF、Genscan 等)。

第七章 蛋白質結構分類與預測:介紹蛋白質結構的分類方式與生物特性，現有的蛋白質結構資料庫(如：PDB 或 NCBI 的 MMDB)與分類資料庫(如：SCOP、CATH 等)，以及蛋白質結構預測的資訊技術與軟體(如：PHD)。

第八章 基因體分析:介紹基因體的生物學理論，現有的基因體資料庫(如：TIGR)，與基因體分析流程。

本課程實施對象為大學部三年級學生，學分數是 6 學分，二學期課程，修課總人數約 60 人。課程評分要求為期中考、期末考、生物資料庫與軟體實務操作、分析軟體設計。

教材採用美國冷泉港實驗室出版的生物資訊學權威教本，本教學計畫自製或引用許多國內外網站的教學投影片，因限於篇幅，投影片內容如附件。

課程實施結果良好，大部分同學反應考題難易適中，對於生物資訊學的資料庫及分析軟體的操作與設計原理，都能有所心得，對於日後進一步的研究，已經奠定深厚的基礎。

本課程之後續發展，可另外開設進階課程，如生物資訊學專題研究，實際帶領同學分組製作一套生物資料庫及分析軟體的環境，以加強同學實作經驗，是相當值得努力的未來發展方向。

四、計畫成果自評

在生物資訊學的學習過程中，最困難的是生物科學與資訊工程的結合，其中牽涉的學科相當廣泛，在生物科學方面，如：基礎生物學、生物化學、分子生物學、遺傳學、基因體學、蛋白質體學、生物技術學等。在資訊工程方面，如：軟體設計、演算法、資料庫、平行處理、電腦網路、影像處理、資料探勘等。需學好生物與資訊兩大領域的重點學科，才能進一步深入生物資訊學領域。

除了上述的生物與資訊學科理論外，還需熟悉實務上的運用，主要包括生物資料庫及分析軟體，從實務操作的經驗中，引導開發生物資料庫及分析軟體的設計與撰寫能力，再結合上述的學科理論，以培養優秀的專業人才。

基於上述原因，很難找尋精通生物與資訊的單一師資，為克服此問題，本課程師資由一名生物專長博士與一名資訊專長博士共同授課，為整合二位教師的授課深度與課程銜接，二位教師在課前與課後屢屢互相討論授課內容，在授課時，二位教師皆同時參與上課，隨時互相補充說明專長知識，在課程準備與進行，耗費許多時間與精力。

在教學上的第二個困難處，是現有生物資源網站與分析軟體經常改版，與教科書內容有所差異，有時甚至遇到網站關閉，無法使用。為克服這些問題，要預先操作生物資源網站與分析軟體，瞭解改版之處。若遇到無法使用時，則需另外找尋類似功能的替代網站或軟體，備課是相當辛苦的。

除了改版問題外，還有執行分析軟體的作業系統問題，有的軟體可在 Window 系統下執行，有些則是在 DOS 環境，有些是在 UNIX 或 Linux 環境，有些需在 MAC OS 環境，非常雜多，需要找尋合適的電

腦作業環境才能執行，也是相當耗時。

在生物學方面，生物資訊學所涉及的生物學觀念，往往涵蓋許多生命科學、生物化學、分子生物學、遺傳學、基因體學、蛋白質體學等領域的教材，很難發現一本生物資訊學教科書，可以清楚完整介紹生物資訊學所牽涉的生物學知識，需要閱讀許多領域的書籍，抽取整理其精華，才能在課堂上清楚講解，也是非常耗時的工作。

上述困難處都是整合性課程常會遇到的問題，在歷經這段過程之後，不但啟發同學的專業知識，更能開拓視野，以更包容的胸襟，跨領域學習整合各種專長，讓我們授課教師覺得付出的辛勞是值得的。對於啟發學生的研究或實務能力，有很大幫助。

五、參考文獻

1. David W Mount, 2004, Bioinformatics : sequence and genome analysis, Cold Spring Harbor Laboratory Press.
2. Pierre Baldi and Sren Brunak, 2001, Bioinformatics : the machine learning approach, Cambridge, Mass MIT Press.
3. Christine Orengo, David Jones and Janet M Thornton, 2003, Bioinformatics : genes, proteins, and computers, Springer-Verlag.
4. Stanley Letovsky, 1999, Bioinformatics : databases and systems, Kluwer Academic Publishers.
5. Zoe Lacroix and Terence Critchlow, 2003, Bioinformatics : managing scientific data, Kaufmann Publishers.
6. D. Higgins and W. R. Taylor, 2000, Bioinformatics : sequence, structure, and databanks : a practical approach, Oxford University Press.
7. T. Lengauer, 2002, Bioinformatics : from genomes to drugs, Weinheim Cambridge Wiley-VCH.
8. Andreas D. Baxevanis and B. F. Francis Ouellette, 2001, Bioinformatics : a practical guide to the analysis of genes and proteins, Wiley-Interscience.
9. Arthur M. Lesk, 2005, Introduction to bioinformatics, Oxford University Press.
10. Jonathan Pevsner, 2003, Bioinformatics and functional genomics, Wiley-Liss, Inc.
11. Hans-Werner Mewes, B. Weiss and Henrik Seidel, 2002, Bioinformatics and genome analysis, Springer.
12. Miguel A. Andrade, 2003, Bioinformatics and genomes : current perspectives, Horizon Scientific.
13. Hooman H. Rashidi and Lukas K. Buehler, 2000, Bioinformatics basics : applications in biological science and medicine, CRC Press.
14. Michael Moorhouse, and Paul Barry, 2004, Bioinformatics, biocomputing and Perl: an introduction to bioinformatics computing skills and practice, John Wiley & Sons Inc.
15. Bryan P. Bergeron, 2003, Bioinformatics computing, Prentice Hall.
16. Jean-Michel Claverie and Cedric Notredame, 2003, Bioinformatics for dummies, Wiley Pub.
17. Michael R. Barnes, and Ian C. Gray, 2003, Bioinformatics for geneticists, Wiley.
18. J. Setubal and J. Meidanis, 1997, Introduction to computational molecular biology, PWS Publishing Company.
19. T. K. Attwood and D. J. Parry-Smith, 1999, Introduction to bioinformatics, Prentice Hall.
20. W. J. Ewens and Gregory Grant, 2001, Statistical methods in bioinformatics : an introduction, Springer.
21. Cynthia Gibas and Per Jambeck, 2001, Developing bioinformatics computer skills, O'Reilly.
22. James D Tisdall, 2001, Beginning Perl for bioinformatics, O'Reilly.
23. Dan E. Krane and Michael L. Raymer , 2003, Fundamental concepts of bioinformatics, Benjamin Cummings.
24. C.W. Sensen, 2002, Essentials of genomics and bioinformatics, Wiley-VCH.
25. Ingvar Eidhammer, Inge Jonassen and William R. Taylor, 2004, Protein

bioinformatics:an algorithmic approach to sequence and structure analysis, Wiley.
26. Jin Xiong, 2006, Essential bioinformatics, Cambridge university press.
27. Pavel A. Pevzner, 2000, Computational molecular biology : an algorithmic apprroach, MIT Press.
28. Neil C. Jones and Pavel A. Pevzner, 2004, An introduction to bioinformatics algorithms, MIT Press.
29. Martin Bishop, 1998, Guide to human genome computing, Academic Press.
30. Maxim Frank-Kamenetskii, 1997, Unraveling dna: the most important molecule of life, Addison-Wesly.
31. Charles Cantor and Cassandra Smith, 1999, Genomics: the science and technology behind the human genome project, John Wiley & Sons, INC.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

環境科學概論

Environmental Science

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

主持人：中華大學土木工程學系副教授周文杰

E-mail: wcchou@chu.edu.tw

一、中文摘要

在環境科學概論這門課程中，教學目標在於介紹環境科學的基本理念、包含的學科，與環境的永續性及其經營管理方法與策略。

所以在本子教學計畫中，焦點著重於環境科學中各類複雜且交互影響的問題，包括人口、地球資源、環境污染等，以探討環境在人類社會為維持生命而對自然系統的壓力下，能否保有正常之功能。教學方式以教科書導讀與專題研究之心得報告等方式進行，以期增進同學在此環境科學的基本認知。

本學年度為第二年執行，參與學生更為踴躍，選修人數由 27 人上升至 64 人，學習情況較第一年更佳。

關鍵詞：環境科學、生物多樣性、永續經營、棲地保育

Abstract

In the course of environmental science, teaching purposes were introducing the fundamental concepts of environmental science, related interdisciplinary, environmental sustainability, and management policies and strategies.

In this subproject, the main topics on environmental science are the complicated and interrelated environmental problems such as population distribution, earth resources, and environmental pollutions. The nature is under severe stress caused by human activities. Would it be functionally working? The class meetings were introducing textbook and special topic presentation to improve students' basic knowledge on environmental science.

This year was the second time course implementation and the class was increasing from 27 students to 64 students. The learning condition was better and improved comparing to the first year.

Keywords: environmental science, biodiversity, sustainable management, habitat conservation

二、緣由與目的

環境科學認為無法永續經營的人類行為有以下數項：

1. 在無法確保無限供應下，仍使用無法更新之能源（例如 fossil fuels）。
2. 在超過天然潔淨的速度下，仍使用可繼續使用之能源（例如清潔的淡水）。
3. 在環境無法無限吸收的能力下，以毒性物質污染環境。
4. 不管地球的供應能力，仍無限制地擴張人口。

而在此有限的生存條件下，現代人有義務也有必要認知，人類在地球村應該扮演的角色，亦即人類如何在地球環境中最適當地生存。因此人類與其他生物及非生物環境間的多重領域研究範圍，必須經由科學方法確認與建立決策機制，避免不當的資源浪費或污染行為。

為了使學生具備上述生態教育學程的

環境科學基本概論，在大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程，本計畫特別安排這門課程，希望學生能趕上目前生態工程的熱潮，以即早掌握各項生態工程發展的技術與工程實務，這是本子計畫的緣起與目的。

三、結果與討論

為了完整介紹環境科學機概念，本課程實施重點教學項目分別為：

第一章 緒論:針對環境的組成及其結構與環境的功能特性進行概述，並探討環境科學發展之歷史與台灣環境科學之現狀。

第二章 生態系統:介紹生態系統的概念、組成、結構、功能、演替與生態平衡等各項生態系統之單元與重點，並以生態學在生態保護中的應用進行說明。

第三章 生物多樣性:介紹何謂生物多樣性、生物多樣性的價值，以及現今生物資源常遭受的威脅以及如何保護生物多樣性的方法。

第四章 自然保育:介紹自然保育的基本概念與自然保護區的基本概念，並探討自然保護區的重要意義，以及在台灣的自然保留區、國家公園等具有自然景觀與文化資產保護之區域與架構。

第五章 水資源保護與利用:探討水文循環、水資源及其利用與保護，以現有台灣的特殊河川與集水區環境進行台灣地區水資源利用現況的說明與分析。

第六章 環境問題與環境保護:介紹環境系統的發展及環境問題與現今面臨的各類環境問題，並以世界環境問題和台灣特有環境問題進行對比及說明。

第七章 環境永續發展:介紹永續發展與環境以及可持續發展之策略，並強化說明台灣永續發展條件與組織架構，以政府及民間力量維護永續發展之環境。

本課程實施對象為大學部二年級學生，學分數是 3 學分，一學期課程。課程評分要求為期中考、專題報告，本教學計畫製作或引用許多特殊主題之環境科學教學投影片，因限於篇幅，其中河川環境專題課程內容如附件。

課程實施結果良好，大部分同學反應考題難易適中，對於環境科學概論，都能有所心得，對於日後進一步的研究興趣，已經啟發適當的方向。

事後檢討本課程，教學重點放在水的環境，是優點也是缺點。好處是台灣面臨極大之水環境挑戰與生態工法之創新，但相對而言，在環境賀爾蒙與健康風險上的主題雖有提到，建議仍需要再加強。

另外在課程安排上，修課同學必須挑選環境主題，製作一個專題演講，在生態環境上的主題探討佔較大部分，仍須加強傳統環境工程的領域，部分同學以集水區環境與災害的報告，能配合土石流的現場攝影記錄，亦可與台灣現有山坡地環境災害相結合。

在學生反應上，雖與老師課後討論的情況不錯，但同學間相互的討論仍不夠踴躍，本課程在 ecampus 上設有電子學習區，學生學習情況尚可，解決之道應該借用各類學生感興趣之動畫或影片，以強化學習興趣與心得，在環境科學這種與生活息息相關的學科上，會具有較大的認識與體驗，以及日後深化的學習基礎。

四、計畫成果自評

本課程完成環境科學的七個重要課題的介紹與探討，並針對相關論文，指導學生研讀，並在研討中互相交換觀點，課程內容充實，對於學生的未來研究，有很大幫助。

本課程教材與台灣問題現況，都是採用最新的書籍與參考資料，可以掌握最新資訊，是一項優點。但是相對地，準備課程必須耗費更多的時間，每個學年教材內容都會更新，無法完全沿用舊教材，備課較為辛苦，但是較能符合環境科學與問題不斷變化的情況。

本課程最大缺點是學校相關的環境科學教學影片不足，無法以較多災害或災難的影片教學，以促發學生保護環境的強烈意念，此部分或許在圖書館的未來方向，可再加強相關收藏，對於未來研究或相關課程學習，都會很有幫助。

本計畫執行中二次開課情況各為：93學年度：週二 09：25～10：15、週三 13：10～15：00、選課人數：27 人。94 學年度：週一 09：25～10：15、週三 08：30～10：15、選課人數：64 人。第二年之學習情況較第一年更佳，學生在瞭解基本課程後，可以進一步引起學弟妹的迴響或導引後來的學習方向。

五、參考文獻

32. Raven, P. H., Berg, L. R., Aliff, J., 2004. Environment. John Wiley & Sons, Inc.
33. Cunningham, W.P., Cunningham, M.A., Saigo, B. W., 2003. Environmental Science. McGraw Hill Companies.
34. 蔡勇斌、余瑞芳、白子易、莊順興，2005，「環境科學概論：調查與應用」，美商麥格羅・希爾出版。
35. Subramanian, V., 2002. A Textbook in Environmental Science. Alpha Science International Ltd.
36. Molles, M. C., 2005. Ecology: Concepts & Applications. McGraw Hill Companies.
37. 金恆鑣，2002，「生態學: 概念與應用」，美商麥格羅・希爾出版。
38. 張仁福，2004，「環境科學導論」，文京出版社。
39. Miller, G.T., 2001. Living in the Environment/Infotrac: Principles, Connections, and Solutions. Brooks/Cole Publishing Company.
40. Kupchella, C.E., Hyland, M.C., 1992. Environmental Science: Living Within the System of Nature. Prentice Hall.
41. Enger, E., Smith, B.F., 2003. Environmental Science: A Study of Interrelationships with bind in OLC card. McGraw-Hill Companies.
42. Wright, R.T., Nebel, B.J., 2002. Environmental Science: Toward A Sustainable Future. Prentice Hall.
43. Enger, E.D., Smith, B.F., Smith, B., 2001. Environmental Science: A Study of Interrelationships w/OLC password code card. McGraw-Hill Companies.
44. Changnon, Stanley A., 2003. Present and future economic impacts of climate extremes in the United States. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 47-50.
45. Hall, Jim W.; Evans, Edward P.; Penning-Rowsell, Edmund C.; Sayers, Paul B.; Thorne, Colin R.; et. al., 2003. Quantified scenarios analysis of drivers and impacts of changing flood risk in England and Wales: 2030–2100. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 51-65.
46. Hoffman, Susanna, 2003. The hidden victims of disaster. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5:67-70.
47. Mustafa, Daanish, 2003. Reinforcing vulnerability? Disaster relief, recovery, and response to the 2001 flood in Rawalpindi, Pakistan. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 71-82.
48. McGee, Tara K.; Russell, Stefanie , 2003. "It's just a natural way of life…" an investigation of wildfire preparedness in rural Australia. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 1-12.
49. Buzzelli, Michael; Jerrett, Michael, 2003. Comparing proximity measures of exposure to geostatistical estimates in environmental justice research. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 13-21.
50. Lane, Lucille R.; Tobin, Graham A.; Whiteford, Linda M., 2003. Volcanic hazard or economic destitution: hard choices in Baños, Ecuador. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 23-34.
51. Klein, Richard J.T.; Nicholls, Robert J.; Thomalla, Frank, 2003. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 5: 35-45.
52. Haque, C. Emdad; Kolba, Michael; Morton, Pauline; Quinn, Nancy P., 2002. Public involvement in the Red River Basin management decisions and preparedness for the next flood. Global Environmental Change Part B:

Environmental Hazards, 4: 87-104.
53. Changnon, Stanley A.; Changnon, Joyce M., 2002. Major ice storms in the United States, 1949–2000. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 105-111.
54. Comenetz, Joshua; Caviedes, César, 2002. Climate variability, political crises, and historical population displacements in Ethiopia. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 113-127.
55. Burke, Tara J.; Sattler, David N.; Terich, Thomas, 2002. The socioeconomic effects of a landslide in Western Washington. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, 4: 129-136.
56. 徐貴新，環境科學概論，http://www.hydraulic.org.tw/env_sci/index.htm
57. 行政院環保署全球資訊網首頁，http://www.epa.gov.tw/main/index.asp
58. 行政院農業委員會全球資訊網首頁，http://bulletin.coa.gov.tw/show_index.php?cat=index
59. 水土保持局全球資訊網，http://www.swcb.gov.tw/Newpage/main.asp
60. 特有生物研究保育中心，http://www.tesri.gov.tw/species.asp
61. 台灣生物資源資料庫中心，http://bio.forest.gov.tw/bio/
62. Natural Resources Conservation Service，http://www.nrcs.usda.gov/
63. USDA Forest Service，USDA Forest Service
64. Bureau of Reclamation，http://www.usbr.gov/
65. U.S. EPA，http://www.epa.gov/
66. USDA.gov – Home，http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

水域生態工法

Ecological Construction Method in Waterside

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學土木工程系副教授　楊朝平

E-mail: ycp@chu.edu.tw

中文摘要

在「水域生態工法」這門課程中（3 學分），教學目標在於介紹水域環境的重要性、生態工法調查資料及構造物設計法等。

本子計畫已編寫了完整教材，其內容含河川環境、水文、水利、河道特性、流體力、多孔隙材料、生態型河防構造物及河道景觀等。教學方式以教材研讀與專題報告之方式進行，以期增進同學在此領域的專業能力。

關鍵詞：環境、水域、河川、生態工法

Abstract

A textbook for the course of "Ecological Construction Method in Waterside" were edited. This textbook includes river's environment, hydrology, hydraulics, waterway's characteristics, fluid's force, porous materials, ecological structures for disaster and view of channel etc. The teaching methods combined the study of textbook and presentation to improve professional power of students in the field.

Keywords: environment , waterside , river, ecological construction method

一、緣由與目的

水與空間創造出自然，而水域生物、陸域生物是連結水環境與人類生活的要素。於臺灣，因都會區擴大，與河爭地結果，夏季之豪雨、颱風來臨時即水患成災，淹水已成為河道兩岸人民年年揮之不去的夢魘，故河川之整治一直是最急迫的水利工程。河川混凝土溝渠化乃為近年整治之主流，再加上水質之惡化，致使其喪失了生態性、生活性及親水性之功能，即此等水路僅具有輸水性與生產性而已。為恢復水路原有之多樣機能（生活、文化、生態、地下水涵養、水質淨化、親水、休閒、環境調和等），生態工法與綠美化乃為當今水路整治之主流。

生態工法重其裡，而綠美化裝飾其表；以多孔隙材為工料之生態型構造物，因其日後可生長植物而達生態保育，綠美化等之效果。所謂「水域生態工法」乃指使用多孔隙材料施做具安全性之河防構造物工法，其使用之多孔隙材料為土、草、石材、木材、混凝土塊(異形塊、預鑄塊、連結塊)、石籠、土籠、土壤水泥、地工合成纖維等，多以護岸護坡工、護岸基礎工、護坦工、固床工等為對像構造物。

在未來的社會及學術發展中，水域生態工法將成為土木領域的重要研究課題。為了使學生早先具備此類專業知識而特別安排這門課程。

二、授課內容與方式

為了完整介紹水域生態工法之知識，本子計畫已編寫完成「水域生態工法論」一書，作為授課教材。此教材之章節內容

如下：

第一章　序論
第二章　河川環境
第三章　水文
第四章　河川型態
第五章　水理
第六章　外力與壓力
第七章　堤防
第八章　護岸
第九章　丁壩
第十章　固床工
第十一章　魚道
第十二章　水域生態工法安全穩定分析
第十三章　水域生態工法材料
第十四章　水域生態工法之施工與維護

本課程之授課方式為(1)教師輔以相片製作 Power-point 教材說明檔、(2) 環境檢測相關試驗儀器說明、(3)學生製作專題並報告、(4)期末書面考試。

三、計畫成果自評

本課程之實施對象雖為全校三、四年級之學生，但因此課程被開在土木系，或宣導期間不足等原因，於 93 年度只有土木系 27 名四年級學生來修課。於 94 年度學生人數增加至 57 人，其中土木系 51 人、其他系學生有 6 人；對土木系所開選修課程而言，屬學生較多之課程。

課程實施結果良好，大部分同學反應所學甚具實用性，離校就業即可發揮所學。特別是本課程乃四年所學土木課程(水文、水利、環應、大地結構、材料等）之綜合應用，學生皆有「學以致用」之實務感。

事後檢討本課程，因其內容廣泛致無法深入教學，且因較欠缺檢測儀器致實作項目少，而使授課略顯欠缺生動性；尤其是在河域生態物種調查方面，若能排入實地調查將可大幅提昇其生動性，並提高學生興趣。關於授課內容之改進方面，將朝兩方向進行，即先廣而淺的介紹「水域生態工法」之相關知識；再多參閱實務之規劃報告及構造物設計內容，找出重點專業知識，以深入說明其學理依據，並輔導進行案例設計。而於生態物種調查方面，則須多購置相關設備，仍有待後續計畫予以經費支援。

四、參考文獻

1. 水利局，「防洪工程設計手冊」，臺灣省水利局叢書之七十三號， 1968。
2. 水利處，「台灣重要河川-資料冊（修正版）」，1999。
3. 中國土木水利工程學會，「中國工程師手冊-水利類(上冊)」，第六篇，1972。
4. 中華大學水域生態環境研究中心，「水域生態工程」，滄海書局，2001。
5. 宜蘭縣政府，「宜蘭河全流域初步水理分析檢討」，1998。
6. 經濟部水資源局，「河川環境保育規劃準則」，1999。
7. 經濟部水資源局，「永續河川空間規劃設計」，2000。
8. 經濟部水利處，「主要採石河川砂石資源調查報告書」，2001。
9. 經濟部水利署，「烏溪水系支流筏子溪治理規劃檢討報告」，2004。
10. 陽明，「[大學用書]-生態工法」，文笙書局，2004。
11. 楊朝平，「河川近自然工法論」，中華大學「水域生態工程」教材，2003。
12. 蕭慶章、程桂興，「實用河川工程」，水利處，1997。
13. 玉井信行、水野信彥、中村俊六，「河川生態環境工學」，東京大學出版社，1997。
14. 高瀨信忠，「河川水文學」，森北出版社，1983。
15. 千田 禾念，「自然的河川計畫-改修における自然との調和と對策」，1993
16. (財）國土開發技術研究センター，「護岸の力學設計法」，山海堂,1999。

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

陸域生態工法

Ecotechnology for Civil Engineering Projects on Land

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學土木工程系副教授吳淵洵

E-mail: jasonwu@chu.edu.tw

一、中文摘要

土木工程為人類歷史與文明得以演進之重要技術領域。由於長期以來之過度開發，使得地球之環境與生態迭遭破壞，為使其得以永續發展，推行生態工法已成為近年來世界之潮流，我國亦不例外。推行方式甚多，但其中以教育訓練最為重要。本計畫之執行即係依此原則，於大學部開授基礎課程，介紹生態工法於土木工程陸域部分之應用觀念與原則。

本課程針對生態工法於土木工程陸域部分之應用，依不同主題編寫完成陸域生態工法的六大章節的介紹與探討，並要求學生以蒐集文獻、彙整課內外資料之方式，提昇學習效果。依據課程評估調查結果，授課學生一致認為本課程對其於相關專業知識之培育方面具有實質效果，對其未來畢業後之升學或就業發展均具有正面助益，充分符合本計畫之研究目標，值得在現有基礎上進一步蒐集實務案例，強化課程資料，以期設置成為常態課程。

關鍵詞：生態工法、土木工程、陸域生態、永續發展

Abstract

Human history and his civilization have relied on civil engineering technology ever since his beginning. However, burgeoning populations and extravagant lifestyles of the most successful people threaten the natural resources of the earth. To achieve the goal of sustainable world, the development of ecotechnology in civil engineering becomes essential. There are many ways to prompt the ecotechnology, however, education and training will be the most important. This research was initiated based on this principle and to offer a basic course in undergraduate level.

The course introduced the applications of ecotechnology for civil engineering projects on land. The lecture has been compiled to different categories based on six subjects in this field. The course requires each of the attended students to develop his capability by participating the class, taking the course notes, conducting literature researches, and preparing final term paper. This course has provided basic education and training for the students, improved their career development for future, and thus conformed to the requirements of the project. Based on the course evaluations, all students considered that this course has offered them substantial improvement for their knowledge development. Further collections of practical case studies to improve the course lecture are recommended so that it can be established as a regular class for undergraduate students.

Keywords: ecotechnology, civil engineering, ecological in land, sustainable development

二、緣由與目的

近年來由於經濟快速的發展，國民生

活品質的提昇，國內公共工程之推動及民間大興土木，新建工程為考量其耐久性、施工性及安全性，均以混凝土為主體。台灣由於地狹，導致山坡地高度的開發利用，又因山坡地遭濫墾濫伐使得水土保持日益受損，自然環境遭受污染及破壞，使得每遇颱風或豪雨，災情頻傳，造成重大傷亡[1-3]。

由於大地的反撲，喚起國人的醒思，為考慮整體自然資源、生態環境、工程設施及自然景觀，除積極喚起國人對自然生命之重視外，亦需讓大眾體認人類與自然環境和諧共存的重要性，如此才得以提昇生態之觀念、工程品質、環境品質等，並增進人們對周遭環境生態之重視，進而維護自然環境與生態機能的運作，此為目前各機關單位重視的問題[4-5]。

目前國內重大公共工程建設之推動，對於自然環境及整體景觀的維護已逐漸重視，計畫工程之相關規劃均有環境影響評估計畫報告，計畫工程若通過山坡地，需依水土保持法之相關規定提出水土保持計畫，若跨越主、次要河川，均需依水利署跨河構造物設置相關規定辦理河川水理分析等等，由此可知工程選擇會影響整體自然環境衝擊之多寡，以及工程定案後會影響區域復育之工程設計，此亦為相關單位需特別研議的議題[2,6]。

國內目前除了水土保持與水利工程已積極投入水域生態工法的應用與研究外，另一個必須同樣積極進行的生態工法應用領域即為陸域方面的應用。陸域生態工法融合生態保育的理念與原則在國外正方興未艾，因此本課程蒐集工程實例並參考國內外相關資料將傳統陸域土木工程之工程實踐與生態工法之理念與原則結合，用以強化學生之陸域生態營建觀念，自教育著手以期達到國家生態與環境保育之永續需求。

三、結果與討論

由於生態工法之觀念與實務在國內均屬起步階段，而國內大學土木工程科系學生以往亦未接觸任何此一方面之訓練，因此本課程之規劃係自基本生態工法觀念開始，介紹生態材料次再依序探討公共工程、山坡地工程、道路工程、綠營建等各項工程中之陸域部分與生態工法之關聯與應用[5-9]。相關課程內容說明如次：

1. 總論

說明生態工法之推行緣由與目的，概要介紹生態工法之規劃與設計、生態調查方法、生態工法之相關安全問題、成本問題，最後略述生態工法之相關法規。

2. 生態材料

介紹生態材料之定義、種類，以及選擇生態材料之基本原則。

3. 公共工程與生態工法

說明公共工程之定義與內容，包括公路、鐵路、水庫(圖 1)、電力、垃圾(圖 2)及污水處理等對生態環境之影響及改善方式。

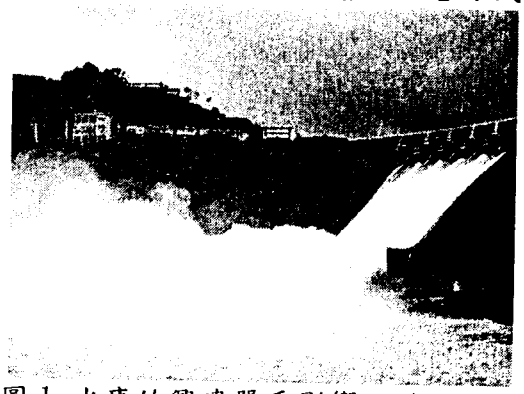


圖 1 水庫的興建嚴重影響下游之生態

4. 山坡地工程

說明山坡地之定義、坍方之定義與原因、傳統邊坡改善工法、以及生態工法於護坡、擋土之應用(圖 3-圖 8)。

圖 2 垃圾處理不當所製造之環境污染問題

圖 3 山坡地事故可嚴重改變當地之環境與生態

圖 4 良好的加勁擋土工法可有效兼顧坡地生態與安全之需求

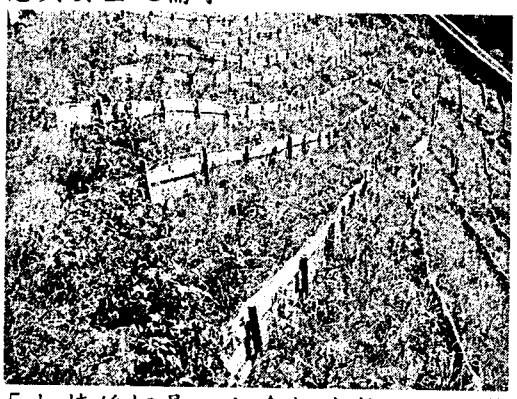


圖 5 打樁編柵是工程會極力推行的生態工法之一

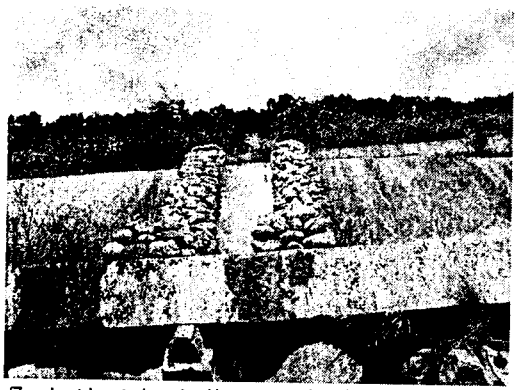


圖 7 欠缺了解生態工法意義之代表作

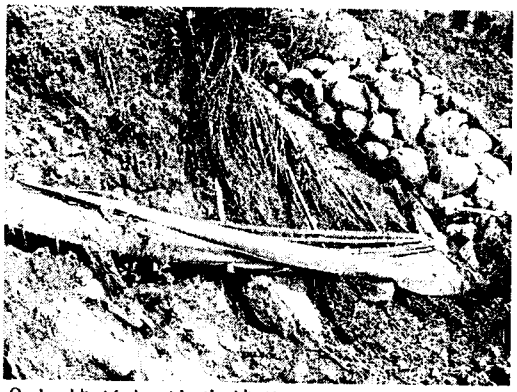


圖 8 打樁編柵並非萬能，工程仍應以安全為重。

5. 道路工程

說明道路工程之傳統規劃與設計及施工對生態與環境所造成破壞(圖 9)，繼而闡述生態工法理念與原則於道路工程之規劃與設計之應用。

圖 9 道路工程之規劃與設計對環境與生態具有嚴重影響

6. 綠營建

說明綠營建之定義與內涵、綠營建執行重點與綠營建工法種類與內容

本課程實施對象為大學部四年級學生，課號為：B04418A、B044188B 及 C04418A，學分數是 3 學分。於 94 年下學期開授一學期，修課人數 9 人。課程要求為作業、期中考與期末報告，教學投影片(圖 10)如附件。

圖 10 陸域生態工法課程講義

課程實施至今成效甚佳。對同學而言，在此之前並未廣泛接觸有關生態工法方面之學術觀念或實務說明。本課程由淺入深，配合實務圖照片循序說明生態工法之理念與原則於各類型陸域工程中之應用。由於臺灣地質構造破脆、環境複雜，以及國情影響，工程習性不良。國外頗具成效之生態工法未必完全適用於國內，不可盲目移植，揠苗助長反而斲害生態工法於國內之成長，不利我國環境保護與生態永續之發展。本課程依循此一理念，強調生態工法之必要性。但也闡述工程安全之重要性。二者可以得兼是為上策，惟若無法兼顧之時，則仍以安全為要。切不可為了生態而生態，犧牲民眾之安全。

四、計畫成果自評

本課程針對生態工法於土木工程陸域部分之應用，依不同主題編寫講義，完成陸域生態工法的六大章節的介紹與探討，並要求學生以蒐集文獻、彙整課內外資料之方式，提昇學習效果。依據課程評估調查結果，授課學生一致認為本課程對其於相關專業知識之培育方面具有實質效果，對其未來畢業後之升學或就業發展均具有正面助益。充分符合本計畫之研究目標，值得在現有基礎上進一步蒐集實務案例，強化課程資料，以期設置成為常態課程。

五、參考文獻

[1] 交通部國道新建工程局，「高速公路建設應用生態工法設計準則及範例之研究」，2004。

[2] 行政院公共工程委員會，「生態工法入口網站」，http://eem.pcc.gov.tw/natural/index.php.

[3] 林鎮洋、邱逸文，生態工法概論，台北科技大學水環境研究中心，2002。

[4] 林金德等人，「生態工法應用在道路工程之使用手冊」，亞新工程顧問有限公司，行政院公共工程委員會委託，2005。

[5] 陽明，「生態工法」，文笙書局，臺北，2004。

[6] 蔡厚南、邱銘源、呂慧穎，「道路建設與生態工法」，熊貓出版社，臺北，2003。

[7] Cappenter, T.G.," Issues and Options for Construction, "*Environment, Construction and Sustainable Development,* Crpenter, T.G., Editor, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, pp.311-322, 2001.

[8] Cappenter, T.G.," Construction Materials, "*Environment, Construction and Sustainable Development,* Crpenter, T.G., Editor, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 323-344, 2001.

[9] Emberton, J. R.," Green Engineering," *Environment, Construction and Sustainable Development,* Crpenter, T.G., Editor, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, 367-383, 2001.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

生態景觀設計

Ecological Landscape Planning and Design

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001
執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學景觀建築系副教授 李麗雪
E-mail: lslee@chu.edu.tw

一、中文摘要

永續發展已是全球重要議題，也揭櫫了人如何在創造良好生活，且依存自然環境的同時，也不喪失自然。結合生態概念的景觀規劃設計旨在建構一個人與自然共存的合諧環境，並對傳統土地使用規劃手法提出新的挑戰，期以解決土地自然喪失之課題。因此在生態景觀設計這門課程中，教學目標在於介紹景觀生態學規劃設計原理及其應用，及其在永續發展上的鏈結概念與未來發展。旨在，(1)建立學生永續發展的概念，判斷人為土地開發課題的能力。(2)培養生態景觀規劃設計能力，對環境永續可能面對課題具解決問題，擬定對策方案能力。(3)培養學生對永續環境的宏觀視野。

關鍵詞：景觀生態、景觀規劃設計、永續發展

Abstract

The objective of sustained development is to create the best natural environment for human. Therefore, the concept of landscape planning and design is combined the ecology and reasonable land use, to relieve the impact of natural environment because artificially over development. The purposes of Ecological Landscape Planning and Design program are application the landscape ecology on landscape planning and design, and to tie sustained development in the future. The program is focusing on train the abilities 1. Established in landscape ecology and then applies to landscape planning and design; 2. The ability to solve the differ scale of problem of landscape ecology, 3. To be provide with macro vision for sustained environment.

Keywords: landscape ecology、landscape planning and design、sustained development

二、緣由與目的

生態景觀規劃設計是環境永續發展的重要應用手法，是將土地的開發利用引導朝向對環境有所回應，也就是避免土地利用與環境的衝突。景觀規劃處理的是含蓋對環境的景觀特徵、程序及系統等的土地利用及規劃行動。是就環境生態景觀的空間及時間過程機制進行實質之分析操作，以提出對環境的合理土地利用規劃設計與經營管理。

統計近十年（至 2003）台灣景觀生態策略規劃設計相關研究及期刊論文頗多，國外當然更不勝枚舉，面對環境危機、破碎化的地景、景觀生態改變與衝擊、生態廊道網絡系統、生態復育、環境變遷與監測等課題，生態景觀規劃的研究與應用將更形重要。

現階段生態工程熱絡發展，成為解決環境生態問題重要手段之一，企圖以此營造永續環境。然而從不同空間尺度及時間向度共同探討環境的動態過程有其重要性，將更能掌握生態景觀實務規劃設計及經營管理，同時將使生態工程的操作與應用上更具生態系統效益。

為了使學生具備該理論研究及實務操作能力，在永續生態工程學程研究計畫中，我們特別安排這門課程，希望學生能趕上生態景觀規劃設計研究及應用熱潮，及感受未來生態景觀規劃設計的發展脈動，這是本子計畫的緣起與目的。

三、結果與討論

為了完整介紹生態景觀規劃設計，本課程實施重點說明如下：

(1)永續發展與土地使用規劃

介紹都市化與環境危機，環境規劃理念思潮之演變與發展。

(2)生態景觀規劃的本質、問題及內容

介紹生態景觀規劃的本質、環境所面臨的改變與衝擊、生態景觀規劃的範疇及其相關領域。

(3)景觀型式與機能

介紹生態景觀之意涵、類型及其相互作用，及景觀生態學的理論基礎。包括景觀結構、景觀過程、景觀功能等。

(4)生態景觀規劃方法介紹

(5)各論

分別從地形土壤、水資源、太陽、微氣候、都市環境、植被、棲地、溼地與土地使用規劃做各論介紹。

(6) 生態景觀規劃與永續土地利用

包括都市與景觀生態的應用、鄉村與景觀生態的應用、國土與景觀生態的應用、生態網絡的建構概念、生態跳島及廊道的規劃概念。

(7)生物多樣化棲地與管理

介紹生物多樣化的重要性，棲地保護、保育、復育、補償等措施及棲地管理。

(8)實務案例操作

新竹南港溼地為操作案例，該區為新竹與苗栗交界面臨陸化危機的海岸溼地，因生態資源豐富在保育與遊憩利用衝突狀況下，使得溼地的永續受到極大挑戰，又因大型建設與及西濱公路開發，造成生態環境劣化與破碎化，以生態景觀規劃原理及方法進行改善操作案例。

本課程實施對象為碩博士班學生，課號：E04835A、M16825A、D04943A，學分數是3學分，一學期課程，修課人數45人。課程要求為期中報告與期末報告，教學投影片如附件。

課程實施結果良好，大部分同學反應從以案例操作驗證學習到的理論與規劃方法，對於生態景觀規劃理論及案例規劃操作，都能有所心得，對於日後實務應用及研究生涯，已經奠定深厚的基礎。

事後檢討本課程，由於學生背景多樣,所以對生態景觀整體環境、生態學基本概念不足，使得從整體環境規劃切入以解決整體環境問題的掌握力不足，致使在實務案例案操作上普遍易落入只考慮以生態工法解決環境生態單一化議題，對於其它環境諸如能量流動、水循環、熱島效應等問題，則完成忽略或無法有效的以景觀生態手法來處理。

解決之道應該需借重外界力量，例如邀請業界在景觀生態規劃設計有實務操作經驗者，到課堂演講；或是增加案例操作的實務練習，這樣會讓學生對課程較有具體的認識與體驗，對於日後的實務應用及研發工作，會大有幫助。

四、計畫成果自評

本課程完成生態景觀規劃設計的七個

重要課題的介紹與探討，並以一個實務案例操作，指導學生應用原理及規劃方法進行基地分析探討及改善操作規劃，並在操作中互相交換觀點，課程內容充實，對於學生的未來研究，有很大幫助。

有關生態景觀規劃設計國內外的相關研究與實務進展非常快速蓬勃，因此本課程教材與輔助教材論文及案例，都是採用最新的書籍與期刊論文，可以掌握最新資訊，是一項優點。但是相對地，準備課程必須耗費更多的時間，每個學年教材內容都會更新，無法完全沿用舊教材，備課較為辛苦，但是較能符合景觀生態學的日新又新的情況。

本課程最大缺點是設備不足，因受限於經費，無法構置 GIS 系統，同學多以疊圖方式進行基地分析，以致同學無法同時整理大量資料，希望未來能添購相關設備，以增強學生的實務經驗與操作能力，對於未來研究或就業，都會很有幫助。

五、參考文獻

1. 李麗雪等譯，1998，都市和自然作用 (Cities and Natural Process)，台北：田園城市文化事業有限公司。

2. 李麗雪等譯，William M.Marsh 著，2002，環境景觀之規劃與應用」，台北：田園城市文化事業有限公司。

3. 李麗雪等譯，2003，J.Leitmann 著，永續都市：都市設計之環境管理，台北：六合出版社。

4. 李麗雪，2002，都市生態廊道網絡系統評估架構之建立，海峽二岸園藝發展學術研討會。

5. 郭城孟、李麗雪，2000，以生態跳島與綠手指建構生態都市之研究--以台北市為例，第三屆環境綠化成果研討會，中華民國造園學會、台灣大學園藝系。

6. 林憲德，1999，城鄉生態，西拉雅生態叢書。

7. 林鎮洋、邱逸文，2002，生態工法概論，台北：北科大水環中心。

8. 張啟德譯，1994，景觀生態學，台北：田園城市文化出版。

9. 黃書禮，1999，生態土地使用規劃，台北：詹氏書局。

10. 鄔建國，2002，景觀生態學，台北：五南

11. Dramstad, Wenche, James D. Olson and Richard T.T. Forman, (1996), *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*, Harvard university graduate school of design.

12. Preece, R.A.(1991) Designs on the *Landscape* : Everyday *Landscape*, Values and Practice. Belhaven Press.

13. Steiner, H. (1990) The living *Landscape*: An Ecological Approach to *Landscape* Planning. McGraw Hill.

14. McHarg, I.L. (1992) Design with Nature. Wiley.

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大學工程生物教育整合型研究計畫－永續生態工程學程(2/2)

生態植栽工程

Ecological Vegetation Engineering

計畫編號：NSC 94-2522-S-216 -001

執行期限：94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

共同主持人：中華大學景觀建築系講師 官宜均

E-mail: kuan@chu.edu.tw

一、中文摘要

工程人員往往是人類在開發過程中，與自然景觀及生態棲地第一線接觸的人。如何將人類的活動對自然界的衝擊減至最低，是當代工程人員所要面對的重要課題。本課程主要針對工程相關科系的學生（景觀建築系、土木工程系、營建工程系、建築系等），加強其生態植栽工程的觀念，以期未來在進行相關工程時，能兼顧本土生態的永續發展。因此，本課程主要教授：(1)生態植栽工程之意義與目的(2)生態植栽工程與景觀植栽工程之差異(3)生態植栽工程之計劃流程與原則(4)植栽資源調查與處理(5)陸域植生工法(6)河域植生工法(7)海岸植生工法(8)濕地植生工法。

關鍵詞：生態工法、永續發展、植生工程

Abstract

Engineers are usually on the front line to contact the natural landscape and ecological habitats in the development process. It is the important issue for the engineers of the time to diminish the impact of human activities on the nature. This course is aimed to enhance the concept of ecological vegetation engineering for the students of the engineering fields (landscape architecture, civil engineering, architecture, construction engineering...etc.,) so that the construction and the local ecological system can be compatible and sustainable developed. The syllabus of this course are：1. definition and goal of ecological vegetation engineering 2. difference between ecological vegetation engineering and landscape planting engineering 3. principles and procedures of ecological vegetation engineering 4. investigation and treatment of vegetation resource 5. ecological vegetation engineering for terrestrial regions 6. ecological vegetation engineering for stream & rivers 7. ecological vegetation engineering for estuaries & seashores 8. ecological vegetation engineering for wetlands

Keywords: ecological engineering methods, sustainable development, vegetation engineering

二、緣起與目的

根據非正式的調查，目前在國內各大專院校中的景觀、營建、建築及土木系所，並未開授「生態植栽工程」之課程，相關類似課程主要係水土保持系、所開設的「植生工程」、「特殊地植生工程特論」，而本校景觀系則係開設「植栽工程與維護管理」。其主要教授的內容為陸域的植生工法及景觀植栽工程，較少論及河域、海域及濕地所需的植生工法，且多為造林綠化及景觀綠化之觀點，而較缺少生態綠化的觀點。

為了使景觀、營建、建築及土木系所

的學生具備該理論研究及實務操作能力，在永續生態工程學程研究計畫中，我們特別安排這門課程，希望能加強其生態植栽工程的觀念，以期未來進行土木、建築、景觀等營建工程時，亦能兼顧本土生態的永續發展，此乃本子計畫之緣起與目的。

三、結果與討論

本課程的授課方式係以課堂講授、學生報告及課堂討論、校外參觀教學及實地操作來進行各主題：

(一) 課堂講授：教學投影片如附件。

(1)生態植栽工程之意義與目的

(2)生態植栽工程與景觀植栽工程之差異

(3)生態植栽工程之計劃流程與原則

(4)植栽資源調查與處理

(5)陸域植生工法

(6)河域植生工法

(7)海岸植生工法

(8)濕地植生工法

(二) 學生報告及課堂討論

(1)生態植栽工程之相關網站、國內外期刊、圖書、博碩士論文

(2)生態植栽工程之實際案例：已完工、施工中及招標中的陸域、河域、海域及濕地工程。

(3)校外參觀心得報告

(4)期末專題報告

(三) 校外參觀教學

第一年參觀地點為：福寶生態園區、王功漁港、王功生態景觀橋。

第二年參觀地點為：宜蘭綠色博覽會、羅東運動公園、內埤海岸。

(四) 實地操作：

以中華大學的山坡地為實際操作之基地，讓學生練習進行既有植栽資源之調查工作，並深入瞭解何謂潛在植被，及其與一般景觀設計的植栽調查有何不同。

本課程實施對象為大學部四年級學生，為 3 學分的選修課程。成績係以分組報告、課堂討論、學期報告與校外參觀報告評定。

事後檢討本課程，發現有以下現象必須加以改善。其一為本課程原係針對工程相關科系的學生(景觀建築系、土木工程系、營建工程系、建築系等)所開設的，可惜只有景觀建築系的學生選修，未能達到不同領域間互相交流、教學相長之目的。關於這點，日後需要設法推廣之。

其二則是本課程開設於大四下學期，適逢學生的畢業設計總評及展覽活動，學生常會因為課業準備工作而導致出席不正常。因此，原訂課程即時彈性調整以進行為期兩天的校外教學。雖然，總時間較原授課時間多出許多，但學生的整體反應非常好。因為透過學生的課堂心得報告，可再次將校外參觀教學所獲得的資料與課堂講授之課程相互印證，而亦避免掉學生出席不正常之情形。但是，由於學生修課多樣化，僅能利用週末假日，故在住宿花費上較高，而參觀教學品質上則較不理想。日後，或許能朝「學系年度校外教學」之目標邁進，結合相關課程作系統性的序列安排，讓學生的支出減少、學習收穫增加。

四、計畫成果自評

本課程完成生態植栽工程的八個重要課題的介紹與探討，並以校園為實際操作之基地，指導學生進行植栽資源調查。此外，並安排校外參觀教學，讓學生得以理論與實務並重

有關生態植栽工程國內外的研究方興

未艾，因此本課程之教材都是採用最新的書籍與期刊論文，而案例則是配合國內外的實際案例，包括已完工、施工中及招標中者。

本課程採用互動式的教學方式頗獲學生好評，因為學生擅長透過網路蒐集資料，但未能充分瞭解、常會斷章取義，而對生態植栽工程有所誤解。因此，透過課堂中的學生報告，除了教師單向授課之外，尚可掌握學生的學習狀況並即時導正其觀念。老師的授課內容及學生的報告，均上傳至 e-campus 教學平台，讓學生得以下載課程資料以利課後複習，同時亦可分享同學所蒐集整理的資料。

五、參考文獻

15. 林鎮洋、邱逸文，2004，生態工法概論，明文書局
16. 林鎮洋主編，2004，生態工法技術參考手冊，明文書局
17. 林鎮洋、陳彥璋、吳明聖，2004，河溪生態工法，明文書局
18. 林信輝、張俊彥，2005，景觀生態與植生工程規劃設計，明文書局
19. 林信輝，1999，溪流護岸生態植生工法之研究，坡地防災與溪流治理生態工法學術研討會論文集
20. 官宜均，1994，營建過程中樹木保存之研究—以台北都會區捷運系統工程為例，台灣大學園藝研究所碩士論文
21. 陳有祺，2004，濕地生態工程，中華大學水域生態環境研究中心
22. 陳彥璋、陳偉堯譯，2005，Donald H. Gray, Robbin B.Sotir 著，坡地生態工法：坡地植生工程理論與實務，明文書局
23. 郭一羽主編，2001，水域生態工程，中華大學水域生態環境研究中心
24. 郭一羽、李麗雪，2005，海岸景觀與生態設計，田園城市文化事業有限公司
25. 郭瓊瑩，2003，水與綠—網絡規劃理論與實務，詹氏書局
26. 許榮輝、徐德生編著，1999 ， 工業區環境綠美化規範，經濟部工業局
27. 許慶文，1998，竹塹的海濱植物，新竹市立文化中心
28. 曾耀德，1995，海岸林景觀綠化之生態規劃，東海大學觀學研究所
29. 經濟部水資源局，2000，海岸工法之新技術研發
30. 蔡如藩，1991，水土保持學，中央圖書出版社
31. 劉棠瑞、廖日京，1981，樹木學，台灣商務印書館
32. 鄭元春，1987，台灣的海濱植物，渡假出版社
33. 謝平芳、單玉珍、邱茲容，1981，植物與環境設計，知音出版社
34. 謝瑞麟、林鎮洋，2004，河溪生態工法案例圖集，明文書局
35. Patrick C. Kangas, 2004, Ecological engineering：Principles and Practice, Lewis Publisher