

台灣南部地區大學生對生態與 環境概念理解之研究

林達森

嘉南藥理科技大學師資培育中心副教授

摘要

本研究旨在發展「生態與環境概念認知測驗」，將此測驗併用本文作者所設計之「生物能量概念診斷測驗」對隨機抽選之台灣南部地區大學生進行施測，以瞭解不同背景的大學生對於生態與環境概念認識情況，及與生物能量概念理解程度之相關性，並探究以生物能量概念理解及背景變項對大學生生態與環境概念認識之預測性。樣本抽選自 12 所大學共 840 位大學生，有效樣本共計有 802 位，其中生物主修樣本 343 位，非生物主修為 459 位。施測所得數據經輸入電腦閱卷計分，以 SPSS 軟體進行統計分析，包括描述統計、相關分析、變異數分析及多元回歸分析。研究所得結果如下：一、大學生在生態與環境概念的認識程度與對生物能量概念理解情況存在顯著相關性；二、生物主修與非生物主修大學生在生態與環境概念的認識程度存在顯著差異；三、不同生物相關課程修讀經驗及生長環境相異的大學生，在生態與環境概念的認識存在顯著差異；四、成長環境、生物相關課程經驗、主修別、及生物能量概念理解等變項能有效預測大學生生態與環境概念認識程度；五、大學生對於生態與環境概念仍存有相當程度的另有概念。

關鍵字：生物能量、生態與環境、另有概念、環境教育

一、緒論

晚近社會上各種生態保育及能源議題備受重視與爭議，同時，教育部將環境教育納入中小學課程作為六大議題之一，使得環境教育深受中小學教育及師資培育課程的重視。由於概念內容相當巨觀，成功學習生態與環境概念實屬不易，且生態與環境概念的學習又必須以抽象的生物能量(bioenergetics)概念理解為基礎，然而生態與環境概念確為環境教育的核心。本文中所指稱之「生態與環境概念」乃以生態系統為中心，並含括系統中所涉及之環境成分。大學生即將成為社會中堅，或為未來中小學校教師之新生代，勢必為左右人類永續發展之發展之重要力量，發展有效的評量工具並探究此一階層學生的生態系統與生物能量認知學習成果實屬重要且必要之研究工作。國外相關研究雖已有成果可供參考，可是教育成果有其國家政策制度之區隔，生態與環境概念理解情況又受到地理與文化之影響，目前國內相關研究不多，且著重於中小學生學習成果之研究。然而，對於大學生之研究所得結果可直接回饋於未來環境教育與生物教育之改進。本文作者曾完成國、高中及技專校院學生之生物能量概念的迷思概念研究，而生物能量乃為生態與環境概念之主要認知基礎。基於這些研究結果發現學生在這些抽象概念之學習成效不彰，無法形成系統性的認知架構。對於科學概念若不能達成認知目標，則更遑論在情意態度上能夠有所正向發展，故進行此一調查研究對於大學生進行深入探討。

基於上述對於大學生生態與環境探究之價值與需要，本研究之目的如下：

1. 利用所發展之「生態與環境概念認知測驗」，以及「生物能量概念診斷測驗」，探究大學生對生態與環境及生物能量概念理解之相關程度。
2. 探究南部地區大學「生物」及「非生物」主修學生在生態與環境概念及生物能量概念理解程度之差異情況。
3. 瞭解大學生生態與環境概念理解情況是否因性別、成長環境、及家長職業等背景變項而存在差異。
4. 試探利用大學生生物能量概念理解及其他背景變項，預測其生態與環境概念認識程度之可能性。
5. 分析大學生對生態與環境概念的另有概念情況。

二、文獻探討

生態與環境概念的理解與建構需循序漸進，其學習有賴成功地生物能量概念系統的建立，大學學生未來進入社會即成為左右社會中環境相關議題的社會力

量，值此國內外大力推動環境教育之時，實應對大學生之生態與環境相關概念的理解程度進行深入探究，以供各教育階段之生物教育或環保教育參酌運用。以下分就「生態與環境概念」及可能影響之相關因素兩部分進行相關文獻探究。

(一) 生態與環境概念

學生在科學概念的學習成果，一直與教師所期望的相去甚遠。究其原因顯示學生由日常生活經驗獲得對於自然現象的直觀想法，這些想法往往有別於科學概念，且有其共通性及穩定性，相關研究者稱之為另有概念(alternative conceptions)或迷思概念(misconceptions)(Mintzes, Wandersee, & Novak, 2001)，本研究將統一稱為另有概念，而另有概念往往影響了學生在教室中對於科學知識的認識與理解。因此，從 1970 年代中期開始，許多關於學生在正式學習科學概念前所持有的另有概念相關研究如雨後春筍般大量展開，這些研究成果不僅顯示學生確實在進入教室前多已持有各種不當的科學知識外，也顯示了科學的教學並未達到預計的教學成果。這些被研究的科學領域包含有物理、化學、生物、及地球科學等(林達森，2004；Mintzes, Wandersee, & Novak, 2001)。

1. 生態與環境概念解析

生態學(Ecology)是由 Haeckel 提出，此詞源於希臘語，“Eco”意指住所或棲息地，“logy”表示科學、研究的意思。由此，生態學最基本的任務就是研究、認識生物與其環境所形成的結構以及這種結構所表現出的功能關係與規律(Gates, 1989；孫儒泳、李博、諸葛陽、尚玉昌，1995)；Andrewartha(1954)認為生態學是“研究生物的分布和廣度的科學”(引自孫儒泳等，1995)。自 20 世紀 60 年代之後，動物生態學和植物生態學趨向匯合，在環境、人口、資源等世界性問題的影響下，生態學的研究重心轉向生態系統，Odum(1975)提出的定義是：生態學是研究生態系統的構造和功能的學，他的名著《生態學基礎》便是以生態系統為中心，對後來的研究影響很大。我國的生態學家馬世駿則認為，生態學是研究生態系統和環境系統相互關係的科學。綜理學者觀點，本研究所指稱之生態與環境概念乃以生態系統概念為中心，同時含括系統中所涉及之環境成分。

分析國內中小學各版本之課程標準及教材單元，民國 82 年頒佈之國民小學自然課程標準中將食物鏈、族群與群落及自然界中的物質循環分別安排於國小三、五、六年級中實施，而依據民國 83 年頒佈之國民中學生物課程標準，乃將自然界中能量流動及物質循環之概念安排於國一生物科進行教學，並加深加廣生態系統動態平衡之概念建構。民國 84 年頒佈之「高級中學基礎生物課程標準」則將生態系統中組成、運作機制與功能等相關概念納入，並依據「高級中學選修生物課程標準」，將生物能量流動概念系統(包含細胞及分子層次之運作機制)納入二、三年級的「生命科學及生物」學科之中。此外，目前國中小所實施的九年一貫課程，自然與生活科技領域中有關生態概念之教學主要安排於第四階段開始實施，由於環境教育日益受到重視及統整課程取向所致，新課程中有關生態概念

系統及能量流動與物質循環等相關概念基礎除在學習內容比例加重，同時亦融入其他領域課程之中。綜觀高中、國民中小學生態相關課程，學生所學習之內容主要包含以下數個概念：生態系、能量流動、物質循環、食物網、掠食者與被食者交互作用、生態地位、群落、物種多樣化、負荷度、限制因子、資源的保護等概念。

在高等教育階段，除了專攻生物及生態相關領域之學系外，配合國際趨勢，許多大專院校於通識課程中開授如「生態科學導論」、「環境資源概論」、「環保與生活」等課程，作為中小學生態環境相關課程經驗與未來社會生活之接軌。整合學者及自然課程中對於生態與環境概念所包含之內容，顯示其含括的範疇相當廣泛，然就整個概念系統而言，其核心結構主要是由生態系統構成，而生態系統的存在及運作，主要由構成生態系統的靜態成分：生物與非生物成分、以及能流物復的動態平衡現象所共同完成。

2. 生態與環境另有概念之研究

在探討生態與環境概念的另有概念相關研究，國外學者如：Griffiths 和 Grant(1985)、Webb 和 Boltt(1990)對於食物網相關概念的研究；食物鏈概念研究有 Gallegos, Jerezano 和 Flores(1994)；生物生態地位(ecological niche)和環境負荷量(carrying capacity)概念的研究有 Munson(1991)；生態學學習的研究 Shayer 和 Adey(1987)及 Vance, Miller 和 Hand(1995)。

Brumby(1982)研究 52 位大學生的生命概念，僅半數學生能說出食物鏈，更少的學生能說出食物鏈需要綠色植物的原因，他們認為食物網是由單一食物鏈構成。學生們經常認植物的存在是為裨益人類和其他高等動物的生存。他們無法透過光合作用、食物鏈和營養循環來了解生物圈中的能量流動。Griffiths 和 Grant(1985)以食物學習階層模型探討 200 位中學生食物網內的關係的迷思概念，他發現學生對於食物網內某一族群數量改變的影響，不會有「牽一髮而動全身」的整個食物網都會受其影響的概念，甚至認為，被捕食者是弱小民族，捕食者的數量不會受其影響，他的研究發現也支持 Brumby(1982)的結果，學生也是用食物鏈的名詞來解釋食物網的概念。

Webb 和 Boltt(1990)以開放式測驗探討高中與大一學生有關食物網內之關係的概念，以了解學習者在學了較多與較複雜的生態學概念後，對食物網內生物關係之概念是否有不同。結果發現高中生和大一學生的生態概念並無顯著差異，顯示學校裡的教學若沒有建立正確的概念，迷思概念將延續至大學階段。同時也發現學生由食物鏈的概念進到食物網概念的學習頗為困難，因為他們常以捕食與被捕食的關係建構食物鏈，因此，也會影響到以此概念為基礎的其他生態學概念之建立。Gallegos 等(1994)的研究在探討 9-10 歲的兒童繪製食物鏈時所持有的掠食者與被捕食者(predator-prey)關係以及其前置概念，其研究結果發現學生對於草食性和肉食性動物的分類是依據其前置概念(preconception)所決定，前置概念為兒

童用以了解自然現象、過程及經驗使用的先備知識，而此前置概念分為：1.動物體型；2.凶猛程度。亦即學生在繪製食物鏈時對於動物的食是依據上述兩種因素來判斷，這些前置概念會引導學生繪製食物鏈時，判斷較高層級掠食者的選擇性，而研究也發現學生繪製食物鏈時，使時用的另外一個因素是掠食者與被捕食者關係，學生往往對什麼動物吃什麼動物、什麼動物被什麼動物吃有某一種偏好，而這些偏好及想法是受到日常生活及經驗的影響，進而影響到其繪製食鏈的方法。

綜理學生有關生態與環境概念的另有概念成因之研究顯示，主要源自於中小學生對於這些相關概念的認識，僅著重表象，此為感官經驗的侷限性。以食物網而言，學生從日常生活與學校經驗難以理解食物網中種群間環環相扣的系統關係，這種關係是動態變化的、具有連鎖反應的特質，並且需要抽象的理化概念為基礎。因為學習經驗的空間與時間限制，學生難以覺察，故對於生態系統中基於最大負荷量與食性關係所產生的種群消長現象，採線性地單向思考，將原來複雜的網狀關係，簡化著重在和該種群有直接食性關係的種群，屬表象固著(surface fixation)及表象直接推論，意即學習者的思考受限於物體表面顯現的行為，而未能分析現象中所涉及之各種因素，再重行解釋各種因素之間的確切關係。學生在不瞭解抽象地、範圍廣大的生態系統變化情況之下，易於受生活經驗的影響，或是概念之間的干擾，以及本能地運用具有擬人意識的擬人化或目的論觀點，加諸於對自然現象或相關概念的解釋。國外學生則因為宗教觀點，將例如聖經中有關創世紀的說法遷移至生態與環境中的種群關係，可稱為神為論(或神創論)觀點，與上述表象固著等另有概念成因則有所區隔。

依生態與環境概念相關研究成果，顯示學生在生態系統組成成分與交互作用、生態平衡之特性、能流物復(意指能量流動與物質循環)現象、營養結構(有關食物網與食物鏈)之特徵及環境負荷量等概念上，常有另有概念產生。依此，本研究將這些相關內容審慎地納入測驗發展與探究重點。

(二) 影響生態與環境概念認知的可能因素

美國自 1970 年代以來，對於各學習階段學生在生態與環境相關概念的學習成就與態度之研究開始出現，研究指出學生對於生態與環境的認識受到成長環境的地理條件和曾經發生的環境問題有密切關連(Perkes, 1974)。此外，Barraza 和 Walford(2002)、DeChano(2006)等跨國或跨區域相關研究的實徵資料也都指出學生生態與環境的學習成就受到自然環境、地區文化及生活習慣的影響相當大。國內余興全(1984)的研究也指出學生性別、學校性質與家庭均可能影響學生在生態概念的學習。因此，生態與環境相關研究常將學生的背景因素納入探討，作為探究學生學習成就之影響因素，整合相關文獻得到這些因素主要包含：如性別、不同族群與文化、地理環境、家庭環境(如：家長社經地位與教育程度)等，均可能影響學生在生態與環境概念的學習成效(張學文，1994；謝佩靜，2000；林佩舒，

2002；王俊財，2003；呂文雄，2006；Blum, 1987；Saul, 2000)。

本研究除了以學生背景作為可能影響因素之外，從概念學習的認識層面來分析，自然界中生物能量流動的相關概念是影響生態與環境概念學習成效的主要因素。生態系統功能主要表現在物質流與能量流；而事實上物質流是依附於能量流之上，因此對於生物能量流動概念的完備理解，顯然對建立生態與環境的整體概念有相當重要的影響(參考洪正中等，1996；Starr & Taggart, 1987)。生物能量的相關概念主要包含了呼吸作用、光合作用以及兩者之間的交互作用，這個概念系統代表了生物圈中無生物界與生物界之間能量與物質的循環交流，植物界與動物界之間如何相互依存的關係。因此，本研究希望同時探究生物能量與學生背景變項對於生態與環境概念學習成效之預測性，這也是國內外相關研究尚未見到之探究變項，作者企圖對此概念系統做整體性的理解，研究成果盼有助於學生對「生態系」、「環境保育」、「人類如何永續生存與發展」等自然科學相關領域的學習，以及正確態度的養成。

三、研究方法

(一) 研究工具

本研究之測驗工具「生態與環境概念認知測驗」發展步驟參考 Treagust 和 Haslam(1986)發展概念診斷測驗之程序(同時發展適用於國中版本(林達森，2007)，相關研究已發表)，主要以下列三項資料為基礎：1.分析描述相關學科內容；2.以晤談及分析相關文獻等方法蒐集學生對生態與環境概念之另有概念；3.綜合學科內容與另有概念資料，設計測驗中各題幹之選項。依據這三個步驟所得資料，將本研究「生態與環境概念認知測驗」的範疇訂為：1.生態系組成與特性：包含構成要素、群落成份、種群依存、生態平衡、生態失衡、環境負荷量等；2.營養結構：包括食性關係、營養級概念、能量流動、物質循環等；3.生物多樣性：含種群多樣性、生態穩定性等；及 4.環境資源：含資源保育、資源種類與特性等重要概念，作為測驗工具題幹與選項之範圍與內容基礎，測驗中並包含對於受試者家庭背景及學校特徵之調查。所發展之測驗初稿，總計 32 題選擇題，經由相關學科內容之命題對照，建立內容效度；並經過三位生物相關背景之專家審查，據以修正測驗內容，以確保測驗工具之專家效度。初稿對 120 位大學生進行預試，所得結果經過項目分析，其內部一致性係數達.83，各題目鑑別度均在.4 以上，符合測驗理論之要求水準，發展完成「生態與環境概念認知測驗」。接著利用此測驗及林達森(2003)所發展完成之「生物能量概念診斷測驗」兩種測驗工具，對台灣南部地區大學生進行施測。「生物能量概念診斷測驗」發展過程以五位專家審查建立專家效度，並以生物能量概念命題分析對照表確保內容效度；在信度上其內部一致性 Cronbach α 係數為.77(林達森，2003)。

(二) 研究對象

研究樣本之母群為台灣南部地區大學生，區分為生物相關及非生物相關科系學生，其中生物相關科系乃包含：生物學系、生物科技學系、環境科學學系等，餘者歸為非生物相關科系。依分層抽樣方式，隨機對高雄縣市、嘉義縣市、及台南縣市等地區進行抽樣，各地區分別選取 2 所大學，各大學抽選約 70 名學生做為樣本進行施測，總共有 840 人受測，剔除 38 份無效測驗後，有效測驗共計 802 份，其中主修為生物相關科系樣本為 343 人，非生物相關科系樣本為 459 人，所得數據輸入電腦以 SPSS 統計軟體進行各項統計分析。

(三) 分析方法

測驗施測所得資料，經評閱計分後，連同樣本的基本資料均輸入電腦，以 SPSS 軟體進行統計分析，包括基本統計、次數分配、相關分析、單因子變異數分析及多元回歸分析，並依據分析所得結果進行分析討論。

四、結果與討論

(一) 生態與環境概念及生物能量概念理解之相關性

自然界中生態系統之運作機制，主要以生物能量之使用與流動為基礎，而學習者在生態系統概念的認識過程也應以生物能量之完整認識為主要條件，因此，本研究以「生態與環境概念認知測驗」及「生物能量概念診斷測驗」對大學生進行施測，以探究大學生在這兩個概念系統理解之相關程度。統計分析結果如下表二及表三所呈現，「生態與環境概念認知測驗」包含 32 題，每題答對計一分，平均數為 23.27，平均得分率為 72.7%；「生物能量概念診斷測驗」包含 15 題，每題答對計一分，平均得分率為 60.3%。研究樣本在「生態與環境概念認知測驗」及「生物能量概念診斷測驗」兩種測驗的得分表現，在顯著水準.01 時，存在顯著相關性，Pearson 相關係數為.65。以生態與環境整體概念系統的邏輯發展層次而論，生物能量為生態與環境巨觀概念的基礎；若依學生學習這些相觀概念的先後順序而言，中小學及大學生均是先學習生物能量概念，然後修讀生態系統單元，故以此統計分析結果，可以推論大學生對生物能量概念的認知程度，能夠有效預測在生態與環境概念的理解情況。此研究結果與林達森(2007)針對國中學生進行的調查研究結果類似，其他研究者則上未見對此兩個概念系統進行分析研究。

表二 「生態與環境概念認知測驗」及「生物能量概念診斷測驗」的描述統計量

	平均數	標準差	個數
生態系統概念	23.27	4.00	802
生物能量概念	9.05	3.58	802

表三 「生態與環境概念認知測驗」及「生物能量概念診斷測驗」的相關性分析

		生態系統概念	生物能量概念
生態系統概念	Pearson相關	1.00	.65**
	顯著性		.000
	個數	802	802
生物能量概念	Pearson相關	.65**	1.00
	顯著性	.000	
	個數	802	802

**在顯著水準為0.01時，相關顯著

(二) 不同主修學生在「生態與環境」及「生物能量」概念理解之差異

生物相關主修的學生與非生物相關的學生，在生態與環境概念理解的程度存在顯著差異，統計分析結果如表四及表五所示。生物相關主修的學生在「生態與環境概念認知測驗」的得分平均為 25.21，標準差為 3.74；非生物相關的學生在「生態與環境概念認知測驗」的得分平均為 21.81，標準差為 3.55。經單因子變異數分析，結果顯示 F 值為 172.42，在顯著水準為.001 時，生物相關主修的學生與非生物相關主修的學生在「生態與環境概念認知測驗」的得分之間，達到顯著差異。

表四 不同主修大學生在「生態與環境概念認知測驗」得分之描述統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
生物相關	343	25.21	3.74	.20	24.82	25.61	8	32
非生物相關	459	21.81	3.55	.17	21.48	22.14	7	29
總和	802	23.27	3.99	.14	22.99	23.54	7	32

表五 不同主修大學生在「生態與環境概念認知測驗」得分之變異數分析

	平方和	自由度	均方和	F檢定	顯著性
組間	2272.46	1	2272.457	172.42	.000***
組內	10543.97	800	13.18		
總和	12816.43	801			

***在顯著水準為0.001時，相關顯著

生物相關主修的學生與非生物相關的學生，在生物能量概念理解的程度存在顯著差異，統計分析結果如表六及表七所示。生物相關主修的學生在「生物能量概念診斷測驗」的得分平均為 10.80，標準差為 3.68；非生物相關的學生在「生物能量概念診斷測驗」的得分平均為 7.75，標準差為 2.89。經單因子變異數分析，結果顯示 F 值為 174.03，在顯著水準為.001 時，生物相關主修的學生與非生物相關的學生在「生態與環境概念認知測驗」的得分之間，達到顯著差異。

表六 不同主修的大學生在「生物能量概念診斷測驗」之描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
生物相關	343	10.80	3.68	.20	10.41	11.20	0	15
非生物相關	459	7.75	2.89	.13	7.48	8.01	1	15
總和	802	9.05	3.58	.13	8.81	9.30	0	15

表七 不同主修的大學生在「生物能量概念診斷測驗」之變異數分析

	平方和	自由度	均方和	F檢定	顯著性
組間	1837.61	1	1837.61	174.03	.000***
組內	8447.09	800	10.56		
總和	10284.70	801			

***在顯著水準為0.001時，相關顯著

(三) 相異背景學生在生態與環境概念理解情況之差異

1. 生態與環境概念理解因生物相關課程經驗不同存在差異

擁有不同的生物相關科目的修讀經驗者，在生態系統概念的理解情況，存在有相當顯著的差異，經單因子變異數分析及 Scheffe 事後比較，結果如下表八、九、十所呈現。其中生物相關課程經驗共區分為四組：1. 「高中有生物」（以下以「A 組」示之）意指該樣本在高中階段有選修生物相關課程，但在大學階段則無；2. 「高中無生物」（以下以「B 組」示之）意指該樣本在高中及大學階段均沒有修讀生物相關課程；3. 「高中有生物+大學」（以下以「C 組」示之）意指在高中及大學階段均有修讀生物相關課程；4. 「高中無生物+大學」（以下以「D 組」示之）乃指高中階段雖無修讀生物相關課程，但在大學階段則有。目前各大學因應人類科技快速發展對於環境帶來衝擊逐漸加劇，以及教育部在中小學課程加強環境教育之重視，多在通識教育課程增開有關環境教育、生態與社會、永續發展導論等相關課程，而一般學系也儘可能於本身的核心課程架構中衍生人文科技議題，因此樣本之中於大學階段修讀過生物相關課程之人數相當多。依據表八描述統計結果顯示，測驗得分的平均數顯然因生物相關課程經驗由低至高而增加。表九單因子變異數分析結果顯示各組之間存在顯著差異，經事後比較結果，

下表十顯示：1.C 組與 A 組樣本之間存在差異顯著性達.000，C 組優於 A 組樣本；2.A 組與 D 組樣本之間存在差異顯著性達.01，A 組優於 D 組，顯示在高中有，而在大學階段沒有修讀過生物相關課程的學生，較大學階段有但在高中階段沒有修讀生物相關課程的學生來得好，其中高中階段的生物相關課程對學生在生態與環境概念的效應較大學階段來得大。可能原因在於高中階段的生物相關課程較具系統性，內容完整，兼具基礎與應用性，但是大學階段課程多半認為學生已有相當基礎，因此課程內容可能較深而零碎，未能由基礎扎根做起所致；3.A 組與 B 組樣本之間存在差異顯著性達.000，A 組優於 B 組樣本；4.C 組與 D 組存在差異顯著性達.000，C 組優於 D 組。

表八 不同生物課程經驗學生在「生態與環境概念認知測驗」的描述統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
A組	210	22.54	4.04	.28	21.99	23.09	7	31
B組	33	18.61	3.56	.62	17.34	19.87	10	24
C組	512	24.12	3.62	.16	23.81	24.43	8	32
D組	47	20.49	4.06	.59	19.30	21.68	11	29
總和	802	23.27	4.00	.14	22.90	23.54	7	32

表九 不同生物課程經驗學生在「生態與環境概念認知測驗」之變異數分析

	平方和	自由度	均方和	F檢定	顯著性
組間	1562.88	3	520.96	36.94	.000***
組內	11253.55	798	14.10		
總和	12816.43	801			

***在顯著水準為0.001時，相關顯著

表十 不同生物課程經驗學生在「生態與環境概念認知測驗」的事後比較(Scheffe法)

(I)	(J)	平均數差異 (I)-(J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
	B組	3.93	.70	.000***	1.96	5.90
A組	C組	-1.58	.31	.000***	-2.44	-.72
	D組	2.05	.61	.01*	.35	3.75
	A組	-3.93	.70	.000***	-5.90	-1.96
B組	C組	-5.51	.67	.000***	-7.40	-3.62
	D組	-1.88	.85	.18	-4.27	.51
	A組	1.58	.31	.000***	.72	2.44
C組	B組	5.51	.67	.000***	3.62	7.40
	D組	3.63	.572	.000***	2.03	5.23
	A組	-2.05	.606	.01*	-3.75	-.35
D組	B組	1.88	.85	.18	-.51	4.27
	C組	-3.63	.572	.000***	-5.23	-2.03

* $p < .05$

** $p < .01$

*** $p < .001$

2. 生態與環境概念理解因性別存在差異

不同性別學生在生態與環境概念的理解情況，並未出現顯著差異，分析結果如下表十一、十二所示，顯示性別差異並未影響對於生態系統概念的學習成就。參考相關研究結果，如：謝佩靜(2000)、林佩舒(2002)、呂文雄(2006)及 Deluca, Kiser 和 Frazier(1978)等均指出不同性別學生的生態平衡概念理解並無顯著差異，與本研究結果相似；但是，Schlageter(1980)的研究則顯示男生顯著優於女生。

表十一 不同性別學生在「生態與環境概念認知測驗」之描述統計量

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
女	494	23.31	4.08	.18	22.95	23.67	7	32
男	308	23.19	3.88	.22	22.76	23.63	11	32
總和	802	23.27	4.00	.14	22.99	23.54	7	32

表十二 不同性別學生在「生態與環境概念認知測驗」之變異數分析

	平方和	自由度	均方和	F檢定	顯著性
組間	2.51	1	2.505	.156	.693
組內	12813.93	800	16.017		
總和	12816.43	801			

3. 生態與環境概念理解因成長環境不同存在差異

在不同的地理環境中成長的大學生，對於生態系統概念的理解程度有顯著差異，統計分析結果如下表十三及十四所示。在都市中成長的學生顯著優於在鄉村成長的學生，推論可能原因是都市中所能接觸、提供及取得的資源較為豐富且多元，有助於學生對於如生態系統此種巨觀且兼具生活化特質的科學大概念之理解。參考國內外相關研究，多數著重中小學生樣本所就讀學校之地理環境，研究結果如：王俊財(2003)及呂文雄(2006)等研究顯示在市區、市郊及鄉下學校之間，學生生態概念知識理解並無顯著差異；而余興全(1984)、傅木龍(1991)、林佩舒(2002)及 Richmond 和 Morgan(1977)等研究顯示都市學校的學生優於鄉村。本研究結果應為支持後者都市學校學生顯著優於鄉村，因本研究之對象為大學生，而背景變項乃以成長環境為考量。不過，雖然成長於鄉村的學生在認知方面得分較差，但是與自然共存的生活形態可能對其而言是自然的習慣，若由完整均衡的環教理念而言，認知、情意、與技能三元一體，若未來能對環境行動與態度進行更完整之研究，不僅有助於系統性理解，亦可作為朝向規劃城鄉學生環境經驗與知識交流活動之基礎。

表十三 不同成長環境學生在「生態與環境概念認知測驗」之描述統計量

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
鄉村	533	22.00	3.61	.16	21.69	22.31	7	29
都市	269	25.77	3.54	.22	25.34	26.19	8	32
總和	802	23.24	4.00	.14	22.99	23.54	7	32

表十四 不同成長環境學生在「生態與環境概念認知測驗」之變異數分析

	平方和	自由度	均方和	F檢定	顯著性
組間	2537.72	1	2537.72	197.513	.000
組內	10278.71	800	12.85		
總和	12816.43	801			

4.生態概念理解是否家長職業不同存在差異

家長職業性質可能影響對於子女教育的重視，以及各種教學輔助材料的提供，進而影響學生在生態與環境概念的學習機會與成效。相關研究如：林村助(2002)、林佩舒(2002)、沈廣城(2002)、呂文雄(2006)、林達森(2007)、Schlageter(1980)以及 Arcury 和 Christianson(1993)，均指出家庭環境因素對於學生生態與環境知識的學習成就，產生顯著的效應。不過依據下表十五及表十六的統計結果顯示，大學生在生態與環境概念的理解程度，並未因家長職業不同也存在顯著差異。比較前述相關研究，其主要差異在於本研究之對象為大學生，而前述研究之對象均為中、小學生。大學階段學生大多脫離家庭獨自外宿求學，自主學習的能力亦較為提升，因此，可能受到課程經驗及概念基礎影響教大，故本研究之對象在生態與環境概念理解的程度，不因家長職業不同而存在顯著差異。

表十五 家長職業不同的學生在「生態與環境概念認知測驗」之描述統計量

	個數	平均數	標準差	標準誤	95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
工	198	23.06	3.66	.26	22.54	23.57	10	31
農	72	23.43	4.31	.51	22.42	24.44	13	31
公教醫	298	23.69	4.12	.24	23.22	24.16	7	31
商、服務業	234	22.85	3.99	.26	22.34	23.36	8	32
總和	802	23.24	4.00	.14	22.99	23.54	7	32

表十六 家長職業不同的學生在「生態與環境概念認知測驗」之變異數分析結果

	平方和	自由度	均方和	F檢定	顯著性
組間	105.03	3	35.01	2.20	.087
組內	12711.40	798	15.93		
總和	12816.43	801			

(四) 綜合相關變因之回歸分析

若同時考量上述所有可能影響大學生生態與環境概念理解之因素，進行多元回歸分析，所得結果如下表十七所示。所投入的預測因子包括：(一)性別；(二)成長環境；(三)家長職業；(四)生物相關課程經驗；(五)主修別；(六)「生物能量概念診斷測驗」得分等六個變項。所有預測變項對國中學生生態與環境概念學習成效的解釋量可達 46.1% ($R^2=.461$)。其中性別及家長職業 2 個變項對於大學生生態與環境概念理解程度無顯著解釋力。解釋力較高者為成長環境及生物能量概念理解，成長環境解釋力可達 19.8% ($\Delta R^2=.198$, $\Delta F=197.09$, $p<.001$)；此外，大學生在生物能量概念診斷測驗得分可對生態與環境概念認識程度解釋達 17.6% ($\Delta R^2=.176$, $\Delta F=261.832$, $p<.001$)。其餘 2 個預測變項，生物相關課程經驗解釋力為 6.6% ($\Delta R^2=.066$, $\Delta F=23.689$, $p<.001$)；主修別解釋力為 2.6% ($\Delta R^2=.026$, $\Delta F=29.586$, $p<.001$)。此回歸分析結果能完全呼應本文在文獻探討中論及生長環境及生物能量概念對於環境教育的重要影響力，並與林達森(2007)、Barraza 和 Walford(2002)、DeChano(2006)以及 Perkes(1974)等研究成果與觀點一致。

表十七 大學生生態與環境概念理解影響因素之多元回歸分析

模式	R	R 平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤	變更統計量				
					R 平方改變量	F 改變	分子自由度	分母自由度	顯著性 F 改變
1	.014 ^a	.000	-.001	4.00	.000	.156	1	800	.693
2	.445 ^b	.198	.196	3.59	.198	197.088	1	799	.000
3	.445 ^c	.198	.195	3.59	.000	.002	1	798	.950
4	.514 ^d	.264	.258	3.44	.066	23.689	3	795	.000
5	.539 ^e	.290	.284	3.38	.026	29.586	1	794	.000
6	.683 ^f	.466	.461	2.94	.176	261.832	1	793	.000

模式 1：預測變數：性別

模式 2：預測變數：性別、成長環境

模式 3：預測變數：性別、成長環境、家長職業

模式 4：預測變數：性別、成長環境、家長職業、生物相關課程經驗

模式 5：預測變數：性別、成長環境、家長職業、生物相關課程經驗、主修別

模式 6：預測變數：性別、成長環境、家長職業、生物相關課程經驗、主修別、生物能量概念理解

(五) 大學生生態系統概念之迷思概念分析

關於受試樣本在生態與環境概念的另有概念分析，結果如下表十八所示。考量篇幅限制，表十八中僅呈現持有比例超過 20% 的迷思概念。其中若區隔樣本的不同主修，生物相關主修學生僅在第 4、6 項另有概念超過 20% 的比例，分別為 37.3% 及 32.4%，雖然生物相關主修學生持有之另有概念比例明顯少於非生物主修學生，不過此兩個概念是生態與環境概念的重要基礎，故仍值得生態與環教專家重視。依據表十八各項另有概念扼要說明：(一)表中第 1 項迷思概念，有 38.4% 的樣本不瞭解在特定時空環境之中，同一種生物的總和即為「族群」，其中有 18.6% 認為同一種生物總和為「群落」；11% 認為是「生態系」；另有 8.9% 的樣本認為是「物種」。(二)第 2 項關於環境負載定額的概念，有 26.9% 的樣本認為若環境能提供食物，生物便會不斷繁殖增加，若食物開始匱乏，便會一直減少至

零。(三)第 3 項有關於營養結構的組成，有 28.4% 的樣本認為人類既是生產者，也是消費者。這與 Adeniyi(1985)的研究顯示國中學生將蝴蝶當作生產者可能有類似的起因，學生認為蝴蝶會製造花蜜，所以是屬於「生產者」，而本研究之結果，樣本可能基於人類會進行農作生產糧食，故亦扮演「生產者」的角色，未了解所謂之「生產者」，乃基於生物是否能自己利用無機物與自然能源製造食物，亦即自營與異營之概念的建構。(四)第 4 項關於自然界中能量流動之概念，有高達 61.2% 的樣本認為自然界中能量是循環不已的，在自然界中物質是循環，而能量僅在生物界中流動一次，學生在過去的學習經驗中學習過此兩種概念，可能由於概念本身抽象度高，在未能真正理解的情況之下，兩種概念相互干擾所致。(五)第 6 項關於生態平衡的特質，生態平衡為一種動態平衡，其意涵是指：生態系統各組成成分之間彼此保持一定的比例關係，能量、物質的輸入與輸出在較長時間內趨於相等，結構和功能處於相對穩定的狀態，在受到外來干擾時能通過自我調節恢復到初始的穩定狀態。在受試樣本中有 50.2% 認為生態平衡是一種循環性的平衡，以長時間而言，對於物質與能量的輸入與輸出時多時少，生物數量也起起伏伏。生態平衡是一巨觀概念，對特定時空之中的生態與環境所組成之生態系統而言，在達到平衡狀態時，長時間觀之為一動態平衡，意即系統對於物質與能量的輸入與輸出維持恆定，而非不需要，基於此，系統中的生物數量亦在較長時間軸具上顯現為穩定的狀態。因此，受試樣本對於生態平衡的動態平衡特質仍有進一步釐清與提昇之空間。

以下二項為和環境資源有關之概念分析：(六)第 6 項有關環境資源的概念，有 34.9% 的樣本認為持續使用化石燃料等不可更新的能源，不會有值得重視的問題存在。事實上，不可更新的資源除了化石燃料有溫室氣體排放之問題，核能亦有核廢料之問題，且共同的問題是資源有限，終將用罄的潛在威脅。(七)第 7 項乃是針對於 90 年代以來備受生態與環境保育學家提倡與重視的永續發展概念，永續發展的概念植基於 20 世紀初所謂的「保育主義」觀點，保育主義主要是相對於當時廣為流傳的「保存主義」所提出，其核心意涵是人類社會文明的發展仍有賴自然環境資源的利用，但是在發展過程之中如何將對自然環境的衝擊儘量降低，使得人類社會能持續經營，不致受到文明發展的反噬。在受試樣本中有 30.8% 將永續發展的想法視同於保存主義，意即為了人類的生存，人類應該放棄對自然環境資源的使用(參考楊冠政，1997；Starr & Taggart, 1987)。如若以此種想法，人類只得放棄文明發展，回歸原始型態的生活。然而，若以此種方式面對人類社會，則糧食生產與問生安全等基本生存需求，都將無法達到人類目前的需求。

表十八 大學生生態與環境概念主要另有概念分析

另有概念	人數 (%)
1. 不瞭解特定時空之同一種生物構成「族群」。	302 (38.4)
2. 認為種群數量在有食物時會持續增加，一旦耗盡便持續減少至零。	216 (26.9)
3. 認為人類是生產者及消費者。	228

	(28.4)
4. 認為生物界能量流是循環不已的。	491 (61.2)
5. 不瞭解生態平衡之動態平衡特質(詳如內文說明)。	403 (50.2)
6. 認為使用化石燃料作為主要能源並無嚴重問題。	280 (34.9)
7. 認為永續發展是儘量不取用環境中的任何資源。	247 (30.8)

五、結論

本研究研閱國內外相關研究文獻，並參考 Treagust 和 Haslam(1986)發展概念診斷測驗之程序，依據以下流程：一、國內外相關研究成果；二、國、高中階段生態與環境教材內容分析；三、對大學生晤談及原案分析結果等三個步驟做為基礎，發展完成「生態與環境概念認知測驗」，其信度與效度符合測驗理論之標準，可實際對大學生進行施測，用以瞭解大學生在生態與環境概念的認識程度。本研究以此測驗工具及林達森(2003)所發展的「生物能量概念診斷測驗」，對台灣南部嘉義縣市、台南縣市和高雄縣市的大學進行抽樣調查研究，實際施測樣本共計 840 位，最後獲得有效樣本 802 位，進行統計分析後所得結果如下列四項：

1.大學生在「生態與環境概念認知測驗」與「生物能量概念診斷測驗」之得分存在顯著相關性，依據概念發展的先後層次及學習順序而論，學生對於生物能量理解情況愈好，對於生態系統的認識程度愈高。

2.生物主修與非生物主修大學生在生態與環境概念的認識程度存在有顯著差異，生物主修的大學生在生態系統概念的理解顯著優於非生物主修的大學生。

3.不同的生物相關課程修讀經驗及成長環境相異的大學生，在生態與環境概念的認識存在顯著差異。在生物相關課程修讀經驗方面，高中與大學階段均有修讀相關課程者顯著優於其他三種課程經驗者；次之，為高中有生物相關課程經驗，大學階段則無的大學生；最差的是高中與大學階段均無生物相關課程經驗者，顯示大學生在生物相關課程經驗愈豐富，對於生態系統的認識程度愈好，同時高中階段的課程經驗較大學階段有所助益。另外，在受試樣本的背景變項方面，不同性別的大學生之間沒有顯著差異存在；在成長環境上，都市中成長的大學生顯著優於成長環境為鄉村者；在家長職業方面，受試樣本對於生態系統概念的認識程度不因家長職業不同而產生顯著差異。

4.成長環境、生物相關課程經驗、主修別、及生物能量概念理解等變項能有效預測大學生生態與環境概念認識程度，四個變項解釋力共可達 46.1%。其中成長環境解釋力可達 19.8%；大學生在生物能量概念診斷測驗得分可對生態與環境概念認識程度解釋達 17.6%。

5.本研究的受試樣本在生態系統組成的各種單位之特徵、環境負荷量與生物環境依存關係、各營養級特性與功能、能量流動與物質循環、生態平衡特質、不同環境資源種類特徵與永續發展的概念等，仍存在相當比率的另有概念。

基於這些研究結果，本文作者提出數項建議：

1.大學生在歷經國中、高中階段或是大學階段有關生態系及環境單元的學習之後，可以利用本研究所發展之工具進行概念認知測驗，並將測驗結果與表十七各項另有概念之比率做一比較，可瞭解學習成果之程度為何。

2.在教師教學上，為求提昇大學生生態與環境概念學習成效，未來應朝向改善生態與環境相關教學單元的教學設計與教學方法。由於生態概念單元乃屬統整性知識領域，應在學生已有較充分的「物質不滅」及「熱力學二大定律」等概念基礎後，搭配生物能量基礎概念進行單元設計較佳。同時，藉由教師提供生活化的問題情境，讓學生有更多機會主動探索，將理論與實際經驗進行有機融合，確保有意義地思考與學習能於焉產生，期待能更進一步有效提升學生在生態與環境相關概念的學習成效，對未來人類永續經營與發展有所助益。

3.在後續研究上，依據本研究之結果，大學生在生態與環境概念的學習成果仍有相當的改善空間，特別是生態與環境概念之中，較具抽象性的概念在基礎概念不足情況之下可能產生相互干擾，或是受到生活經驗之影響，導致另有概念形成致使學習成效不佳。基於此發現，生態與環境課程的設計不應僅呈現資訊，更需要提供探索機會與興趣的引發，未來可結合探究取向教學方法，以及促進主動學習的後設認知工具，並於教學現場進行實驗教學研究，以期能更進一步對大學生在生態與環境單元的教學成效有所助益。

參考文獻

- 王俊財(2003)，大桃園地區國小六年級學童生態概念形成的研究，台北市立師範學院科教所碩士論文。
- 余興全(1984)，國中環境教材及學生環境知識與態度之研究，台灣師範大學教育研究所碩士論文。
- 呂文雄(2006)，澎湖地區國小學生對環境問題認知與態度之調查分析，台南大學教育經營與管理研究所碩士論文。
- 沈廣城(2002)，國小環境知識、環境態度與環境行為之研究，屏東師範學院國教所論文。
- 林村助(2002)，我國高級職業學校機械群學生環保態度與認知之研究，彰化師範大學公教系碩士專班論文。
- 林佩舒(2002)，國小高年級學童生態保育知識、態度與環境行為之研究—以澄清湖與鳥松濕地鄰近地區為例，屏東師範學院國教所碩士論文。
- 林達森(2003)，台灣南部地區技職校院學生生物能量迷思概念之研究，嘉南學報 29 期。
- 林達森(2004)，運用概念構圖科學教學模式於高中生物科生物能量教學的實徵研究，南大學報，38(2)。
- 林達森(2007)，國中生對生態與環境概念的認知，教育實踐與研究，20(2)。
- 洪正中、吳天基、杜政榮(1996)，環境生態學，台北：國立空中大學。
- 孫儒泳、李博、諸葛陽、尙玉昌編(1995)，普通生態學，台北：藝軒。
- 張學文(1994)，我國學生自然科概念發展與診斷教學的研究：中學生生態概念的發​​展及教學成效的改進，國科會專題研究計畫成果報告(編號：NSC83-0111-S-110-01-D)。
- 傅木龍(1991)，國民小學環境教育教學內容及學生環境知識與態度之研究，高雄師範大學教育研究所碩士論文。
- 楊冠政(1997)，環境教育，台北：明文。
- 謝佩靜(2000)，國小學童生態平衡概念與環境態度之相關研究，國北師數理教育研究所碩士論文。
- 顏如君(2003)，台灣高中職學生在環境永續發展概念之現況調查—以南部地區為

例，中山大學教育研究所碩士論文。

- Adeniyi, E. O. (1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. *Journal of Biological Education*, 19(4), 311-316.
- Arcury, T. A., & Christianson, E. H. (1993). Rural-urban differences in environmental knowledge and actions. *Journal of Environmental Education*, 25(1), 19-25.
- Barraza, L., & Walford, R. A. (2002). Environmental education: a comparison between English and Mexican school children. *Environmental Education Research*, 8(2), 171-186.
- Blum, A. (1987). Student' s knowledge and beliefs concerning environmental issues in four countries. *Journal of Environmental Education*, 18(3), 7-13.
- Brumby, M.N.(1982). Students' perceptions of the concept of life. *Science Education*, 66(4), 163-622.
- DeChano, L. M. (2006). A multi-country examination of the relationship between environmental knowledge and attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 15(1), 15-28.
- Deluca, F. P., Kiser, L. L., & Frazier, K. F. (1978). Environmental education and the interrelationships among attitudes, achievement and piagetian levels. In C.B. Davis & B. Sacks (Eds.), *Current issues in environmental education-IV*. (ERIC Document Reproduction Service NO ED 167407)
- Gallegos, L., Jerezano, M.E., & Flores, F.(1994). Perceptions and relations used by children in the construction of food chains. *Journal of Researchin Science Teaching*, 31(3), 259-272.
- Gates, J. M. (1989). *Consider the Earth: Environmental Activities for Grade 4-8*. Colorado: Teacher Ideas Press.
- Griffiths, A. K., & Grant, B. A. C. (1985). High school students' understanding of food webs: identification of learning hierarchy and related misconception. *Journal of Research in science teaching*, 22(5), 421-436.
- Mintzes, J. J. et al. (1991). Children' biology. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds), *The Psychology of Learning Science*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Mintzes, J.J., Wandersee, J.H, & Novak, J.D.(2001). Assessing understanding in biology. *Journal of Biological Education*, 35(3), 118-124.

- Munson, B. H. (1991). Relationships between an individual' s conceptual ecology and the individual' s conceptions of ecology. Unpublished doctoral dissertation, University of Minnesota, Minneapolis.
- Munson, B. H. (1994). Ecological Misconceptions. *Journal of Environmental Education*, 25(4), 30-34.
- Odum, E.P.(1975). *Ecology: The Link Between the Nature and the Social Science*. New York: Holt, Rineheart and Winston.
- Perkes, A. C. (1974). A survey of environmental knowledge and attitudes of tenth and twelfth grade students from five great lakes and six far western states. *Dissertation Abstracts International*, 34(8A), 4914-5.
- Richmond, J. M., & Morgan, R. F. (1977). The national survey of the environmental knowledge and attitudes of fifth year pupils in England. Information Reference Center (ERIC/IRC), The Ohio University, Columbus, Ohio.
- Saul, D. (2000). Expanding environmental education: thinking critically, thinking culturally. *The Journal of Environmental Education*, 31(2), 5-8.
- Schlageter, J. N. (1980). Student cognition, attitudes, and action orientation and teacher attitudes toward environmental education concepts at the seventh grade level. Unpublished Doctoral Dissertation, The University of Rochester, Rochester, NY .
- Shayer, M., & Adey, P. (1987). *Towards a science of a science teaching*. London: Heinemann Educational Books.
- Starr, C. & Taggart, R. (1987). *Biology: The Unity and Diversity of Life(4th)*. California, Belmont: Wadsworth, Inc.
- Treagust, D. F., & Haslam, F. (1986). Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants: using two-tier diagnostic instrument. (ERIC Document Reproduction Service NO ED 283713).
- Vance, K., Miller, K., & Hand, B.(1995). Two constructivist approaches to teaching ecology at the middle school level. *American Biology Teacher*, 57(4), 244-249.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Arnaudin, M. W. (1989). Biology from the learners viewpoint: A content analysis of the research literature. *School Science and Mathematics*, 89(8), 654-668.
- Webb, P., & Blott, G. (1990). Food chain to food web: A natural progression. *Journal*

通識教育與跨域研究 第四期 2008 年 6 月

of Biological Education, 24(3), 187-190.

A Study on Conceptions of Ecology and Environment of University Students in Southern Taiwan

Ta-Sen Lin

Associate Professor of Teacher Education Center,
Chia Nan University of Pharmacy&Science

Abstract

The purpose of this study was to develop “A test of Concepts in Ecology and Environment of University Students” and to investigate the university students’ conceptions of ecology and environment. This test and “The Test of Concepts in Bioenergetics” developed previously by the author were used in the study. 840 students sampled from 12 universities located in Chia-Nan area participated in this study. They all took the two aforementioned tests. Totally, 802 questionnaires were completed. The data collected were computed basic statistics to see the current states of university students in ecology and environment concepts. Then they were analyzed with ANOVA to compare differences among majors and backgrounds. Major results were as follows: First, there was a significant positive correlation between conceptions of ecology and environment and that of bioenergetics; Second, there were significant differences in conceptions about ecology and environment between the biology-major-students and the minor ones; Third, there were significant differences in conceptions about ecology and environment among the students with different biology-related curriculum experiences and their growing-up environment; Forth, the effects of environmental education could be predicted by bioenergetics understandings and other backgrounds; And further, the students still had other alternative conceptions of ecology and environment.

Key words: bioenergetics, ecology and environment, concepts understanding, environmental education