

國中生對生態與環境概念的認知

林達森*

本研究旨在發展「生態與環境概念認知測驗」，並實際對國中學生進行施測，以瞭解國中學生生態與環境概念認識情況，並探究生物能量概念理解及其他相關因素對生態與環境概念學習成效之預測程度。藉由相關文獻研閱、國中自然與生活科技領域教科書內容分析及對國中學生晤談，發展完成「生態與環境概念認知測驗」，其信效度符合測驗理論之規範。將此測驗以及林達森（2004a）發展之「生物能量概念測驗」對隨機抽選之嘉南地區七縣市，共計 16 校 50 個班級 1735 位學生進行施測，最終有效樣本為 1702 位，所得數據以 SPSS 軟體進行描述統計、變異數分析及多元回歸分析。結果如下：1. 國中學生在生態與環境概念認識情況因性別、家長學歷、家長職業、成長環境及學校位置的不同，存在顯著差異；2. 學生性別、家長學歷、家長職業、成長環境、學校位置及生物能量概念理解程度等變項，能有效預測學生在生態與環境概念學習成果；3. 國中學生在學習過有關生態與環境相關課程後，對於生態系的組成成分、生物環境依存關係、生態平衡、自然界中生產者與消費者的角色功能、物質循環與能量流動、生物界中各營養級特性、生物多樣性及不同種類環境資源的特徵等概念，仍存在有相當程度的另有概念。

關鍵詞：生態、環境、概念理解、環境教育

* 林達森：嘉南藥理科技大學師資培育中心副教授
Premio2697@yahoo.com.tw

Junior High School Students' Conception of Ecology and Environment

Ta-Sen Lin*

The purpose of this study was to develop "The Test of Concepts in Ecology and Environment for Secondary School Students" and to investigate the junior high students' conceptions of ecology and environment. This test was constructed based on related literature review, content analysis of textbooks, and interviews with high school students. This test and "The Test of Concepts of Bioenergetics" previously developed by the author were used in the study. 1735 students sampled from 50 classes in 16 junior high schools located in Chia-Nan area participated in this study. They all took the two aforementioned tests. Totally, 1702 questionnaires were complete. The data collected were computed basic statistics and analyzed with ANOVA and multiple regression to predict effects of environmental education by bioenergetics understanding, gender difference, and other backgrounds. Major results were as follows: first, there were significant differences in conceptions about ecological environment among the students with different genders, parents' educational backgrounds and occupations, living environments, and school locations; second, the effects of environmental education could be predicted by bioenergetics understandings, gender, and other backgrounds; and third, the students still had many alternative conceptions in ecological environment concepts after learning.

Keywords: *ecology, environment, concept understanding, environmental education*

* Ta-Sen Lin: Associate Professor, Center for Teacher Education, Chia-Nan University of Pharmacy and Science

國中生對生態與環境概念的認知

林達森

壹、緒論

近年來由於社會中各種生態保育及能源議題備受重視與爭議，同時，自民國九十年正式實施之九年一貫課程，將環境教育納入為六大議題之一，使得環境教育深受中小學教育及師資培育課程的重視。本文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。然而，學習者對於生態與環境概念的理解與建構必需循序漸進，成功地生態與環境概念學習主要倚賴生物能量概念的理解，生物能量概念中所涉及的光合作用、呼吸作用、生物界與無生物界的能量維繫關係及物質循環等，均可做為生態平衡、種群交互作用、營養結構（食物網與營養級概念）、資源保育與永續發展等生態學中的核心概念重要的認知基礎。而生態與環境概念的認識更進一步作為環境教育的堅實基礎。因此，科教及環教學者更需從生物能量的理解及學生的背景因素，對學生在生態與環境概念的認識進行探究與瞭解。本文作者曾對於國中小、高中及技專校院學生之生物能量概念理解進行完整研究，並採用概念構圖教學實施於國中小、及高中生物科的教學中，獲得生物能量概念系統的系統性成果，結果顯示學生在生物能量及生態概念這類抽象概念之學習成效相當有限（林達森，2003，2004a，2004b，2005）。為求能進一步對於目前備受重視的環境教育有所助益，本研究主要探究由國中學生各項相關背景因素及生物能量概念理解程度，預測國中學生在生態與環境概念學習成果之可能性，盼能為中小學環境教育有所幫助。

本研究之目的如下：

- （一）發展適用國中階段學生之「生態與環境概念認知測驗」。
- （二）瞭解不同背景的國中學生在生態與環境概念認識程度所存在之差異。
- （三）試探利用學生生物能量概念理解及其他相關變項，預測其生態與環境概念認識程度之可能性。
- （四）分析國中學生對生態與環境概念所持有的另有概念之情況。

貳、文獻探討

一、概念學習與另有概念

「概念」是指被歸為同一類事物的共同屬性之抽象意涵，通常以一概括性的名詞或符號指稱之。人類運用認知功能對環境與經驗中複雜之資訊與刺激加以概念化，始得藉以發展對於自然現象之解釋並建構理論。依認知心理學觀點，學習者的學習成果受到原有認知結構的影響甚鉅，諸如 J. Piaget 的基模理論 (Wadsworth, 1972)、Bruner (1960) 的學習準備度及認知發展觀點、Gagné (1970) 的學習條件、Ausubel (1963) 的認知結構觀點等，均一致地說明此種概念學習的建構取向。依此認知心理學的觀點，概念不僅是與學習活動之間存在緊密關連，成功的概念學習更是引領學習者邁向高級認知活動的關鍵。

然而，學生在接受科學概念教學之前或之後，往往從生活經驗或不適當的學習材料及活動中，建立起對於自然界各種現象不同於現今科學家的想法，科教學者將此種不正確的想法稱之為迷思概念 (misconceptions)、素樸理論 (naïve theory)、另有概念 (alternative conceptions) 或先前概念 (preconceptions) 等各種不同的名稱。學者並從 1980 年代開始努力於迷思概念的研究，所探究之重點由自然科學中理化、生物、天文地科，擴及如醫學、地理、商學等各重要學科領域 (引自林達森, 2004b)，其中生物科學為研究的主要重點之一，其內容涉及如：植物營養、光合作用、呼吸作用、生態系、遺傳與演化、及動物分類等相關概念 (Mintzes, Wandersee, & Novak, 2001)。

生物概念的學習除了學習者對概念本身的邏輯解釋外，亦受到下列因素之影響：（一）資訊的來源：來自社會生活與文化情境、正式與非正式學習環境；（二）資訊的豐富性或完整性：對特定概念的學習，是否獲得適當深度與廣度的資訊；（三）學習活動型態與特質：提供知識的獲得、統整及運用之功能。就生物能量概念，乃至於生態與環境概念，整體相關概念範疇大都超越學生日常生活中的感官經驗，且必需以抽象的理化概念為基礎，依據前述三項影響因素而言，學生難以、也少有機會發展為合邏輯性的抽象概念，同時造成目前絕大部分相關研究成果中所謂的迷思 (Esiobu & Soyibo, 1995)。這些迷思的存在與產生，主要可能導因於：（一）著重表象的感官侷限性：包括表象固著及基於表象直接推論；（二）生活經驗的轉借；（三）模糊概念

之間相互干擾；（四）採目的論或擬人化等擬人意識之本能思考；（五）另有受到宗教信仰之神創論觀點所致。故以下本文稱這些與現代科學概念不一致的想法為另有概念，乃有鑑於在生物領域中，學生有許多迷思主要由於所獲得的資訊尚不完整，或是直接經驗付之闕如所致。

二、生態與環境之認識及相關另有概念

到 2006 年為止，至少約有 5000 篇的學生科學迷思概念之研究（參考游淑媚，2004；ERIC, 2006），被研究的科學領域包含有物理、化學、生物、及地球科學等。這些研究的成果不僅讓科學教育相關人員瞭解學生學習前的認知架構，亦提供了提升科學教學成效與學習進步的基礎。不過，在這些概念研究中，生態與環境概念的研究起步較晚，數量也較少（游淑媚，2004；Leach, Driver, Scott, & Wood-Robinson, 1995, 1996；Wood-Robinson, 1995）。其中以較大樣本對於整體生態概念進行調查之研究相當有限，然而於此生態與環境議題備受重視之際，實有必要由學生基本認識程度為基礎，藉以提昇環境教育之成效。

（一）生態與環境概念

所謂生態與環境概念乃以生態系統為核心，同時亦著重系統中所涉及之環境成分的角色與重要性。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，意即對於生態系統的認識論（Gates, 1989；孫儒泳、李博、諸葛陽、尚玉昌，1995）。Odum（1956）提出的定義是：生態學是研究生態系統的構造和功能的學問（引自孫儒泳等，1995）。Cherrett（1989）提出最重要的 50 個生態學概念，後來整理成為最重要且為環教學者所接受的 20 個生態學概念（引自 Munson, 1994），包含：1.生態系；2.演替；3.能量流動；4.資源保護；5.競爭；6.生態地位；7.物質循環；8.群落；9.生命史策略；10.生態系脆弱性；11.食物網；12.生態適應；13.環境異質性；14.物種多樣性；15.密度調節性；16.限制因子；17.負荷度；18.最大生存量；19.種群循環；20.掠食 — 被食者交互作用。

Starr 和 Taggart（1987）將生態系統的組成區分如下：1.生物成份：其中包含：（1）生產者（producers）：指能利用簡單的無機質製造食物的自營性生物；（2）消費者（consumers）：異營性生物，主要指以其他生物為食的各種動物；（3）分解者（decomposers 或 reducers）：異營性生物，分解動植物殘體、糞便和複雜有機物為無機物，這些無機物再被自營性生物重新利用而達成物質循環。2.非生物成份：包含：（1）

無機物質：包括處於物質循環中的各種無機物，如氧、氮、二氧化碳、水和無機鹽；

(2) 有機化合物：包括蛋白質、醣類、脂類和腐植質等；(3) 自然現象：如太陽能、溫度、溼度、風雨雪等。其他學者觀點相近，認為生態與環境應包括（引自洪正中、吳天基、杜政榮，1996）：1. 生物群聚的組成：含該地區生物的種類、數目、生物量、生活史以及各種種群在該空間的分布；2. 該地區中無生命物質：如營養、水等的質量及其分佈；3. 該地區生存條件：如溫度、光等。而生態系的功能應包括：1. 透過生態系流動的生物能量；2. 該地區生物或營養循環；3. 生物的和生態的調節，包括環境對生物的調節及生物對環境的調節。

綜合言之，生態系統不論是自然或人工造成，都包含以下特質（Starr & Taggart, 1987）：1. 具有有限度的自我調節的能力。2. 具有能量流動、物質循環和信息傳遞三大功能：能量是單方向流動並散失的；物質的使用呈現是循環狀態；信息傳遞包括營養信息、化學信息、物理信息和行為信息。3. 環境中種群與群落數量受限於生產者的最大能值與能流過程中的損失。4. 生態系是動態變化的，要經歷一個從簡單到複雜、從不成熟到成熟的發育過程。

現行九年一貫自然與生活科技領域課程，有關生態與環境概念之學習內容主要安排於第四階段開始實施，分析坊間各版本教科書中，生態與環境相關內容主要包含以下數個概念：種群、群落、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、物種多樣化、負荷度、資源保育等概念。

整合學者及自然領域課程中對於生態相關概念內容，顯示其含括的範疇相當廣泛，其核心概念主要是生態系統，而生態系統的存在及運作，主要由構成生態系統的成分：生物成分和其內部交互作用、生物與非生物成分交互關係、以及基於這些交互作用所產生之能流物復的動態平衡現象所共同完成，故以下將針對此核心概念進行文獻探究，此即為本研究之探究主題。

（二）學生生態與環境概念理解之相關研究

在探討生態與環境概念的理解情況之相關研究上，多數著重於食物網或食物鏈，以及植物與動物在能量與物質需要的相互依賴關係；另有學者著文探究生態地位與環境負荷量等主題。

相關研究如：Brumby（1982）的研究顯示僅半數大學生能說出食物鏈，更少學生能說出食物鏈需要綠色植物的原因，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。Adeniyi（1985）研究中學生，發現有相當多的學生無法區分

種群、群落及生態系，有多數的學生以人類的種群、群落概念去思考；對於「能量流動」、「食物鏈」、「能量金字塔」具有迷思概念。許多學生認為植物由土壤中獲得養分；而水中並沒有植物存在，因此水中的食物鏈是大魚吃小魚，而非由植物獲得養分。Griffiths 與 Grant (1985) 以食物學習階層模型探討中學生食物網內關係的迷思概念，發現學生認為食物網內某一種群數量的改變，只會影響與該種群有直接食性關係的種群，並不會影響整個食物網，並認為被捕食者是弱小民族，捕食者的數量不會受其影響，此研究結果也支持 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，後續的研究如 Barman 和 Mayer (1994) 也有相同的結果。Webb 及 Bolt (1990) 以開放式問卷探討高中與大學生有關食物網的概念，結果發現高中生和大一學生的生態概念並無顯著差異，顯示學生要從食物鏈的認識發展出食物網的概念，並瞭解其互動的功能性是不容易的。Marek (1986) 以 58 個中學生進行有關食物鏈的開放式問題，發現 57% 的學生對食物鏈有誤解，有學生認為食物鏈是操控動物的鎖鍊，並認為種群關係是神創的。Gallegos、Jerezano 和 Flores (1994) 探討小學生繪製食物鏈時，所持有的掠食者與被捕食者 (predator-prey) 關係以及其先前概念 (preconception)，此先前概念分為：1. 動物體型的大小；2. 凶猛與否。學童在繪製食物鏈時對於動物的食物是依據上述兩種因素來判斷，這些先前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。Leach 等人 (1995, 1996) 及 Wood-Robinson (1995) 對於生態與環境核心概念「物質循環」及「能量流動」進行研究，發現中小學生對於這些概念的發展相當困難，且必需歷經「無守恆」、「部分守恆」，才達成「守恆」的概念。

Munson (1994) 則對於相關研究作一統整性地文獻分析，整理出五大方向探討生態迷思概念，包括：1. 食物網：學生僅有食物鏈的概念、營養級愈高累積能量愈多、營養級愈高生物數量愈多；2. 生態適應：性狀的出現與演化是有目的的等；3. 負荷度：種群數量可無限制地遞增或遞減；4. 生態系：某一種群變化僅影響與其有直接食性關係之生物；5. 生態地位：各種群能在生態系中生存是因為彼此和睦相處。

國內關於「生態平衡」概念相關的研究，張敬宜和熊召弟 (1994) 除了對國小生態平衡概念進行分析，亦對國小學生進行概念理解研究，發現學童在許多生態概念的瞭解多從人為中心及表象認識，建議重新思考如能量、營養級等不易學習之概念的教學設計。游淑媚和陳素琴 (1994) 觀察與晤談，對國小學生「生物群落」概念發展做過研究，研究結果顯示國小五、六年級學生，對生物群落組成份子——生產者、消費

者、分解者的概念，多數學生具有消費者吃與被吃的概念；也認為植物需要水，但是水對植物的功用、光合作用的過程與目的、植物須土壤、養分等概念，則不符合科學家想法之迷思概念；學生對於分解者的分解概念有最嚴重之迷思概念。謝佩靜（2000）以調查研究對台灣地區 728 名國小學生，進行有關生態平衡概念及態度研究，發現小學生對於生態平衡的認識多固著於表象的判斷，或是擬人化的思考投射。徐兆正（2002）利用概念構圖協助教學，藉以探究學生在學習前、後在生態概念的概念改變情況，除了肯定概念構圖之效應，也對於國小學生在生態系、種群與群落、食物網與營養級等所持有的相關迷思概念做出報告。

學者另針對生態系中物質循環與能量流動等基礎概念，撰文論述者如：胡瑞萍和林陳涌（2001）、Yu（2003）、游淑媚和張政昌（2003）等研究者，探究有關物質循環與能量流動之學生另有概念，顯示學生對於生態與環境中物質循環的機制有相當多的迷思，此外，游淑媚（2004）對於學生生態消長認知的相關研究，顯示學生對於生態系統動態變化的特質亦有需多學習上的困難。

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，屬表象固著及表象直接推論。其餘相關另有概念如：1. 食性關係愈簡單，生態系統愈穩定；2. 營養級愈高，蓄積愈多能量；3. 物質逐漸損耗，而非形成循環；4. 高營養級生物會吃所有低營養級的生物等，均可能部分導因於類似成因。依據學習經驗，學生不易於瞭解這些抽象地、範圍極大的系統變化，學生便可能受到生活經驗的影響，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問卷發展

與探究重點。

三、影響生態與環境認識的可能因素

影響學生建立正確完整之生態與環境相關概念理解的可能因素很多。美國在 1970 至 80 年代，即所謂的「環境的十年」之中及之後，對於中小學生在生態與環境的概念學習成就與態度之研究開始出現，研究指出學生對於生態環境的認識受到成長環境的地理條件和曾經發生的議題有密切關連 (Perkes, 1974)；Horvat (1974) 則指出不同社經地位家庭的學生，對於環境問題的關注程度與類型也不相同。此外，Blum (1987)、Barraza (1996) 及 Saul (2000) 從認知心理學的角度，以及教學現場之省思加以論述，均認為生態與環境的教育成果，受到自然環境、地區文化及生活習慣的影響相當大，而此一觀點後續亦得到如：Barraza 和 Walford (2002)、Barrett、Kuroda 和 Miyamoto (2002)、DeChano (2006) 等跨國或跨區域相關研究的實徵資料所支持。國內相關研究如余興全 (1984) 或可為較早關注於學生背景因素對生態環境認識之影響的研究，其中指出學生性別、學校性質與家庭均可能影響學生在生態概念的學習。

生態環境相關的研究常將學生的背景因素納入，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、年級、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；郭金水，1998；謝佩靜，2000；林佩舒，2002；王俊財，2003；呂文雄，2006；Hines, Hungerford & Tomera, 1986; Blum, 1987; Saul, 2000）。以下分數項扼要說明相關研究結果：（一）性別：性別因素對生態與環境相關概念學習成果的影響，呈現不一致之結果，余興全 (1984)、Richmond 與 Morgan (1977)、Schlageter (1980)、Kollmuss 與 Agyeman (2002) 研究顯示男生顯著優於女生；林村助 (2002)、顏如君 (2003)、Deluca、Kiser 與 Frazier (1978)、Connell、Fien、Syks 和 Yencken (1999)、Lindemann-Matthies (2002) 則指出女生優於男生；傅木龍 (1991)、張學文 (1994)、沈廣城 (2002)、謝佩靜 (2000)、林佩舒 (2002)、呂文雄 (2006)、Perkes (1974)、Hines、Hungerford 和 Tomera (1986)、Eagels 與 Demare (1999) 以及 Alp、Ertepinar、Tekkaya 與 Yilmaz (2006) 均指出男女學生之間的差異並不顯著。Makki、ABD-EL-Khalick 與 Boujaoude (2003) 的研究則顯示雖然所有樣本分析顯示性別之間無顯著差異，但是不同年級之樣本，有些年級有顯著差異，有些則無。（二）年級：整體而言，高年級學生優於低年級學生（沈廣城，2002；林佩舒，2002；呂文

雄，2006；Horvat & Voelker, 1976；Alp et al., 2006）。(三) 族群文化：謝佩靜（2000）的研究顯示非原住民學生在生態概念的理解顯著優於原住民學生。國外則有對於中學生生態與環境知識的跨國研究，如：Barraza 與 Walford（2002）對於英國與墨西哥中學生進行的研究，及 DeChano（2006）對美、英、智利與瑞士學生進行的研究，均顯示不同族群文化中，學生對於環境知識的理解有存在相當差異。(四) 地理位置：研究多將學校所在地理位置區分為都市與鄉村，研究結果頗為一致，多數研究結果指出都市學校學生較鄉村學校學生佳（余興全，1984；傅木龍，1991；洪俐玲，1999；謝佩靜，2000；Richmond & Morgan, 1977）；不過，林佩舒（2002）及 Arcury 與 Christianson（1993）的研究顯示國小學生生態保育知識不因居住地區的不同而有顯著差異，而 Wesley（1981）則指出不同居住區域之學生其環境態度無差異，而此態度可能造成在環境知識亦無差異。由於地理位置除了學校位置，學生成長環境或居住地區對於其生態環境知識的了解可能更為重要，本研究將同時探究學校與成長環境兩個變項對學生生態環境概念認識之影響程度。(五) 家庭環境：相關研究常考慮家長社經地位因素，如職業與收入等，研究結果顯示高社經地位家庭的學生，其生態概念或環境相關知識顯著優於較低社經地位家庭的學生（林村助，2002；林佩舒，2002；沈廣城，2002；呂文雄，2006；Schlageter, 1980；Arcury & Christianson, 1993）；此外，Makki 等人（2003）研究指出家長教育程度在大學以上者，學生環境知識顯著優於家長教育程度在大學以下之學生。基於這些相關研究成果，以目前教育部推動環境教育不遺餘力，若能夠同時考量學生性別、家庭環境、地理區域特徵及生態環境概念的重要認知基礎等各項因素，探究對於國中生生態與環境概念學習成果的預測性，並進行較大研究樣本的實徵性研究，將對於教育現場及學術界更有幫助。

本研究除針對學生背景及學校所處地域之特色作為可能因素之外，從概念學習的認識層面探究之，自然界中生物能量流動的相關概念可能為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。

參、研究方法

一、研究架構

本研究以調查研究為主，目的在探究嘉南地區國中學生對於生態與環境概念認識情況，並蒐集受試學生性別、家庭相關因素、學校地特徵及生物能量概念理解等可能的影響因素，探究以學生的生物能量概念理解程度及各相關因素預測國中生在生態與環境概念認識的可能性。

二、研究對象

利用分層隨機取樣方式，以嘉南地區（包含嘉義縣市、台南縣市、高雄縣市及澎湖縣）各縣市公立國民中學為樣本母群，每一縣市隨機抽選 2 至 3 所學校（澎湖縣抽選一所），再以每間學校二年級所有班級為母群，隨機抽選 2 至 4 個班級為施測對象。最後施測樣本共計 16 所國中，50 個班級，1735 位學生，問卷數據資料經閱卷輸入電腦，填答不完整的問卷再經由原施測教師進行確認後，採計有效樣本計為 1702 位。

三、測驗工具

本研究的測驗工具之編制乃依據 Treagust 和 Haslam (1986) 發展概念診斷測驗之步驟，此程序主要著重於概念知識與學生另有概念為測驗編制之基礎，此程序主要包含下列三大部分：（一）首先蒐集並研閱分析國內外相關研究成果；（二）分析國中階段生態與環境相關教材內容，建立主要概念分析表；（三）以前二項工作成果為基礎，對十五位中學生進行生態與環境相關概念之晤談及原案分析結果。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，發展「生態與環境概念認知測驗」，測驗中並包含對於受試者家庭背景及學校特徵之調查。本問卷初稿經生物背景之大學教

授 2 位及國中生物教師 3 位審查內容與措辭，並據以修訂，建立本測驗之專家效度；另參考生態與環境相關研究文獻，以及分析國中現行教科書生態與環境相關內容，建立課程內容分析表及內容命題對照表（參考下表 1 及表 2），以確保工具之內容效度。

表 1 現行國中自然與生活科技領域教科書生態與環境相關內容分析表

類別	編號	概念	內容敘述
生態系組成與特性	E1	生態系構成要素	生態系統由群落及群落的环境所組成。
	E2	種群概念	特定環境空間內同一種生物的集群。
	E3	群落概念	特定環境空間內各種生物的集合體。
	E4	群落成分	生態系中的生物部分依功能可分為生產者、消費者及分解者。
	E5	生產者	將能量及無機物從無生物界帶入生物界。如：綠色植物、光能及化能自養型微生物。
	E6	消費者	發揮物質及能量的傳遞功能。主要為動物等異營性生物。
	E7	分解者	將有機物分解為無機物，達成物質循環。主要是細菌及真菌等微生物。
	E8	種群依存	各種群之間密切關聯，任一種群的消失均可能導致嚴重後果。
	E9	環境負荷量	一個環境能供養的生物有一最大數量限制。
	E10	生態平衡	是動態平衡，其特徵為能量的需要、及物質的輸入輸出維持一定，種群結構為穩定。
	E11	生態失衡	因人為導致環境因素或生物種類改變，將造成生態失衡。
營養結構	N1	食性關係	不同種群之間依食性關係，形成一個複雜網路，即為食物網。
	N2	營養級概念	食物網依據生產、消費及分解者區分為低至高階營養級。
	N3	能量流動	群落所需能量由生產者引入，在各營養級中由低至高單向流動，階層間轉換率僅十分之一。
	N4	物質循環	各種組成生物的物質，由無生物界而來，最終將再回歸無生物界。
	N5	生物累積作用	各種污染物，依營養級向上累積，高階營養級生物將累積許多污染物。
生物多樣性	D1	生物多樣性	包含遺傳、種群、生態系多樣性。
	D2	種群多樣性	生態系中種群種類愈複雜，穩定性愈高。
環境資源	S1	資源保育	環境中的各種資源應適度取用，並適當復育。
	S2	資源種類與特性	有些資源是無法更新、復育的，人類應減少使用。

表 2 「生態與環境概念認知測驗」各題項與生態與環境相關課程內容命題對照表

題號	內容命題編號	題號	內容命題編號
1	<i>E1</i>	14	N2N3
2	<i>E1</i>	15	<i>E1D1</i>
3	<i>E8</i>	16	D1 <i>S1</i>
4	<i>E8</i>	17	N4 <i>E7</i>
5	<i>E2</i>	18	<i>S1S2</i>
6	<i>E9</i>	19	<i>S2</i>
7	E4 <i>E6</i>	20	<i>E10</i>
8	E4 <i>E5</i>	21	<i>E11</i>
9	N1D1D2	22	E1 <i>E11</i>
10	N1D1D2	23	N1N5
11	N1N2	24	<i>S1</i>
12	N2N4	25	<i>E8N1</i>
13	N2		

註：粗體字為該題項所涉及之主要概念，餘者為相關概念

「生態與環境概念認知測驗」正式施測前，以國二學生計 4 班 128 人進行預試，經項目分析顯示其內部一致性係數 α 值為.82。各題項之鑑別度除了第 16 題.26 偏低之外，其餘分佈在.3 至.7 之間，不過，依測驗理論鑑別度在.2 以上均為可接受之範圍，因此僅就第 16 題題幹及選項做適當修飾，完成之測驗工具定稿可對國中學生進行施測。在有關國中學生生物能量概念理解情況的資料蒐集方面，利用林達森（2004a）所發展之「生物能量概念測驗」，作為蒐集國中學生生物能量概念理解程度之工具。該測驗之信度與效度均已建立完成，且原測驗工具即是針對國中學生發展，故可直接對國中學生進行施測。

四、資料分析

上述「生態與環境概念認知測驗」及「生物能量概念測驗」兩種測驗工具對樣本進行施測後，所得數據資料輸入電腦並以 SPSS 統計軟體進行統計分析，分析方法包含描述統計及單因子變異數分析（ANOVA），並進行多元回歸分析，計算受測樣本之生物能量理解程度及各背景變項對生態與環境概念認識情況之解釋程度。

肆、結果與討論

一、生態與環境之描述統計與變異數分析

以「生態與環境概念認知測驗」對 1735 位國中學生進行施測，最後有效問卷共計 1702 份，將所得資料輸入電腦，以 SPSS 統計軟體進行描述統計及變異數分析，所得結果如下表 3、表 4 所示。依變數為問卷得分，因子依序分別為：學生性別、家長學歷、家長職業、成長環境及學校位置。

表 3 生態與環境概念認知測驗描述統計量

因子	組別	人數	平均數	標準差
性別	女生	888	16.44	4.87
	男生	814	15.94	5.21
	總和	1702	16.20	5.04
家長學歷	博碩士	66	19.17	4.63
	大學	319	18.53	4.31
	專科	286	16.36	4.70
	高中職	740	15.56	4.86
	國中	291	14.44	5.46
	總和	1702	16.20	5.04
家長職業	工	296	15.80	4.90
	農	72	14.13	4.48
	軍公教醫護	455	18.54	4.32
	商+服務業	546	16.03	4.80
	自由業+無業	333	14.09	5.31
	總和	1702	16.20	5.04
學生成長 環境	鄉村	191	11.59	5.05
	都市	983	16.33	4.76
	城鎮	528	17.63	4.55
	總和	1702	16.20	5.04
學校位置	縣	877	16.49	4.88
	市	825	15.90	5.19
	總和	1702	16.20	5.04

表 4 生態與環境概念認知測驗變異數分析

因子	來源	平方和	自由度	均方	F 檢定	顯著性	事後比較
性別	組間	103.37	1	103.37	4.07	.04*	
	組內	43109.11	1700	25.36			女生 > 男生
	總和	43212.47	1701				
家長學歷	組間	3516.23	4	879.06	37.58	.000***	博碩士 > 專科; 博碩士 > 高中職; 博碩士 > 國中以下
	組內	39696.24	1697	23.39			大學 > 專科; 大學 > 高中職; 大學 > 國中以下
	總和	43212.47	1701				專科 > 國中以下 高中職 > 國中以下
家長職業	組間	4357.03	4	1089.26	47.57	.000***	軍公教醫護 > 其他
	組內	38855.44	1697	22.90			商及服務業 > 農; 商及服務業 > 自由業及無業
	總和	43212.47	1701				工 > 自由業及無業
學生成長環境	組間	5151.20	2	2575.60	114.97	.000***	
	組內	38061.28	1699	22.40			城鎮 > 都市; 城鎮 > 鄉村
	總和	43212.47	1701				都市 > 鄉村
學校位置	組間	150.27	1	150.27	5.932	.02*	
	組內	43062.20	1700	25.33			縣 > 市
	總和	43212.47	1701				
* $p < .05$		** $p < .01$		*** $p < .001$			

依據表 3、表 4 結果顯示，所有有效樣本在「生態與環境概念認知測驗」得分之平均值為 16.20，標準差為 5.04，顯示國二學生在生態與環境概念的認識情況尚可（測驗滿分為 25）。針對各相關背景變項進行變異數分析，結果如下說明：1. 樣本中國二女生在生態與環境概念認識程度顯著優於國二男生（ $F=4.07$ ， $p < .05$ ）。此結果與謝佩靜（2000）、林佩舒（2002）及呂文雄（2006）以國小高年級學童所進行的生態平衡及生態保育概念理解研究結果不同，這些研究顯示性別之間並無顯著差異。參酌國外研究，在性別相關的研究結果歧異度很大，林村助（2002）、顏如君（2002）、Deluca、Kiser 與 Frazier（1978）及 Lindemann-Matthies（2002）與本研究相同，但 Schlageter（1980）、Kollmuss 與 Agyeman（2002）則是男生顯著優於女生。相關研究在性別變項的結果出入甚大，本研究顯示女生優於男生，進一步計算兩組數據之效果量為 $d=.10$ ， $\delta=2.06$ ， $\text{power}=.54$ （參考 Howell, 1997），依據 Cohen（1988）的說法， $d=.10$

之效果量偏小（引自 Howell, 1997），而 $\text{power}=.54$ 意即男女生確有差異的正確機率為 54%（在 $\alpha=.05$ 時）。由於性別因素包含了生物基礎的差異，並且牽涉家庭與社會期望的不同，所產生的效應複雜不易釐清，這可能是相關研究結果不一致的原因。然而，一些研究結果顯示女生較重視生活環境相關問題，對於生態與環境的態度較男生積極，而此態度傾向與概念認識程度存在高度相關性（Tosunoglu, 1993; Alp et al., 2006），對於生態環境概念的學習而言是一重要契機，此一因素或可為本研究結果之可能推論。再者，由於時空背景差異，課程編排、學習階段別、樣本母群所在地區均有所不同，相關研究之結果仍有參酌價值。2.家長學歷不同的學生其生態與環境概念認識程度亦有顯著差異（ $F=37.58, p<.001$ ），事後比較考驗共 10 組，有 8 組達顯著差異。家長大學以上學歷之學生顯著優於家長學歷為大學以下的學生；家長學歷為專科及高中職的學生顯著優於家長學歷為國中以下之學生；而家長學歷為博碩士者與大學之間，學生得分並無顯著差異；家長學歷為專科與高中職的學生，得分亦無顯著差異。顯示家長學歷較高，對於子女生態與環境概念認識的程度有所影響，此結果與 Makki et al.（2003）結果一致。3.家長從事不同職業的學生之間，亦存在有顯著差異（ $F=47.57, p<.001$ ），事後比較考驗共 10 組，有 7 組達顯著差異。軍公教及醫護人員的子女在生態與環境概念認識程度顯著優於其他各種職業家長的子女；其次為從事商業及服務業家長其子女顯著優於從事工、農、及無固定職業家長之子女；最差為家長無固定職業之學生。第 2、3 項分析結果與林佩舒（2002）、沈廣城（2002）、呂文雄（2006）、Schlageter（1980）及 Arcury 與 Christianson（1993）等研究結果相近，較高社經地位家庭，學生在生態與環境知識的表現顯著優於低社經地位家庭的學生。

接續討論第 4 及 5 項背景因素：4.成長環境不同的學生，存在顯著差異（ $F=114.97, p<.001$ ），事後比較考驗共 3 組，3 組都達到顯著差異。在城鎮環境中成長的學生對生態與環境概念的認識顯著優於在都市及鄉村成長的學生；而在都市成長的學生顯著優於在鄉村成長的學生。相關研究多將學校地理位置納入研究探討，如下第 5 項因素，但對於學生成長環境較少著墨。少數如 Arcury 與 Christianson（1993）指出學生生態環境知識不因居住地區而有顯著差異。學生若在城鎮環境中成長，在自然環境裡活動的機會較都市環境中成長的學生多，兼且目前資訊科技進步快速，城鎮地區在各種訊息的取得均可能較鄉村為佳。城鎮環境成長的學生兼得兩種優勢，因此，顯著優於其他兩種環境。5.若考量受測樣本學校的行政區域劃分，位於「縣」的學校之樣本顯著優於位於「市」的學校（ $F=5.93, p<.05$ ）。參照相關研究，如余興全（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，但王俊財（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。本研究結果與這些文獻均不相同，其可能原因為學生就讀位於「縣」的學校，接觸自然環境機會較多，進行田野活動的資源與空間易於取得，兼且近年來許多生態保育公園及生態觀光農場的開發多位於市郊或縣市郊界處，少有位於市區的位置，例如高縣的濕地園區及南縣的保育公園均是如此，這些社會環境因素可能與本研究分析結果有關。同時也因為學校地理環境的特色，近年來在教育部鼓勵學校發展本位課程號召之下，也獲得較多機會及經費支持，將生態教育或環保教育有效融入校本課程的重點與執行。

二、多元回歸分析

本研究依據前述相關研究文獻之結果分析，以及考量國中學生學習生態與環境概念時，可能影響其學習成效之各項背景因素與所需要的概念基礎，最後確定探討學生性別、家長學歷、家長職業、成長環境、學校位置以及生物能量概念理解程度對生態與環境概念理解之預測情形。由於這六個變項影響學生學習生態與環境概念成效的作用順序有其先後，其中性別乃為不可改變之優先存在因素，其次依序可為家長學歷、家長職業、學生成長環境及學校位置，最後為生物能量概念的理解程度，因此將這六個變項經轉換虛擬變項，按以下順序強迫輸入進行多元回歸，實際順序為：（一）性別；（二）家長學歷；（三）家長職業；（四）成長環境；（五）學校位置；（六）「生物能量概念問卷」得分等六個變項做為預測因子。分析所得結果如下表 5 所示。

依據下表 5 所呈現結果，每一個預測變項對生態與環境概念認識程度的解釋力均達 $p < .05$ 之顯著水準；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 49.6% ($R^2 = .496$)。以下針對表五結果逐一精簡說明：（一）學生性別可解釋量為 0.2% ($\Delta R^2 = .002$, $\Delta F = 4.08$, $p < .05$)；（二）家長學歷的解釋量為 8.2% ($\Delta R^2 = .082$, $\Delta F = 37.85$, $p < .001$)；（三）家長職業的解釋量為 5.3% ($\Delta R^2 = .053$, $\Delta F = 26.24$, $p < .001$)；（四）學生的成長環境 8.3% ($\Delta R^2 = .083$, $\Delta F = 59.98$, $p < .001$)；（五）學校位置解釋量為 0.3% ($\Delta R^2 = .003$, $\Delta F = 7.03$, $p < .01$)；（六）最後，在學生各項背景因素解釋完成後，以學生在「生物能量概念測驗」的得分，對學生生態與環境概念理解的解釋量可達 27.2% ($\Delta R^2 = .272$, $\Delta F = 907.73$, $p < .001$)。顯示國中學生在生物能量概念的學習成效，能有效預測學生在生態與環境相關概念的學習結果。

此結果說明國中學生在生態與環境概念的學習成效，可由包括性別、家長學歷、家長職業、成長環境與學校地理環境等相關背景因素加總解釋量為 22.4%，然而，國中學生在生物能量概念的理解程度卻可解釋 27.2%，較其他所有納入研究的背景因素之總和要高。此結果不僅強烈地支持本文在文獻探討中所述及的建構主義的知識論觀點，同時也說明成功的生態與環境概念之學習，必須建立在完整的生物能量概念學習成果之上，當然包括家長學歷與職業，以及學生的成長環境等有關家庭環境的因素亦不容忽視。特別是學生的成長環境若在城鎮環境下成長，一方面接觸自然環境較都市為多，另一方面在相關資訊的獲得可能較鄉村便利，其資訊流通機會較近於都市環境。再依據林達森（2004a）的研究結果顯示，國中學生在生物能量概念的學習有相當限制，其學習成果有限，而本研究回歸分析顯示學生生物能量概念理解程度能高度預測學生在生態與環境概念的學習成果。無論在生物科學領域相關概念的科學發展、或是中學自然領域的教學內容編排，此結果均有其理論與實務的重要性及價值。此外，除了本研究所納入之相關因素的解釋量，影響國中學生在生態與環境概念認識程度的因素仍有約 50.5% 尚未被解釋，參閱賴銀海（2005）、林佩舒（2002）、Marcinkowski（1988）、Hines（1985）等相關研究文獻，學習者的情意態度可影響其生態與環境相關知識的習得，因此，在這約一半的影響力之中，可能部分為情意態度因素之影響，此部分仍有待進一步的資料蒐集並深入探究。

表 5 國中學生生態與環境概念認識及其相關因素之多元回歸分析

模式	變項	R	R ²	變更統計量		
				ΔR^2	ΔF	顯著性 ΔF
1	性別	.049	.002	.002	4.08	.04*
2	家長學歷	.290	.084	.082	37.85	.000***
3	家長職業	.371	.138	.053	26.24	.000***
4	成長環境	.470	.221	.083	59.98	.000***
5	學校位置	.473	.224	.003	7.03	.008**
6	生物能量概念理解	.704	.496	.272	907.73	.000***

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

模式 1：預測變數：性別

模式 2：預測變數：性別、家長學歷

模式 3：預測變數：性別、家長學歷、家長職業

模式 4：預測變數：性別、家長學歷、家長職業、成長環境

模式 5：預測變數：性別、家長學歷、家長職業、成長環境、學校位置

模式 6：預測變數：性別、家長學歷、家長職業、成長環境、學校位置、生物能量概念理解

三、國中學生生態與環境概念之另有概念分析

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 6 所示。考量篇幅限制，表 6 僅呈現持有比例超過 20% 的另有概念。依據表 6 各項另有概念扼要說明：

（一）在有關生態系組成與特性的概念：第 1 項有關生態系組成的另有概念，20.6% 的樣本認為「僅生物成分便構成生態系」，顯示國中學生雖然已學習完生態系相關內容，但是對於生態系包含生物與無生物部分的概念並不清楚，在 Adeniyi (1985) 的研究中，有類似結果。第 2 項另有概念，20.6% 的樣本認為「爲了人類開發，將某些種群移置，並不會影響生態系的存在與穩定」；另有約 13.6% 認為以該種群爲食物的生物才會受到影響。前者未能瞭解生態系中各組成要素環環相扣，任一因素的變動均可能引發連鎖反應，即所謂種群依存的關係；後者雖已有部分依存關係，但採取單向直接關連的想法。相關研究如游淑媚 (2004)、Leach 等人 (1996) 亦指出仍有許多中學生不能以種群依存關係考量生態系統變動的情況。第 3 項另有概念「種群數量在有環境資源時，會一直增長，當環境資源不足時，便會一直減少至零」，佔樣本的 35.3%，然而環境中各種群之數量會因爲生物或非生物因素，以及環境負荷量的限制，而保持在一個大約固定的數量，張學文 (1994) 的研究亦顯示學生對於負荷量的概念學習有其困難；此外，第 4 項關於生態平衡特徵之另有概念，有 66.7% 的樣本未了解生態平衡的動態平衡特徵，包含 58.4% 的學生認為生態系隨時變動，不存在平衡的狀態；其餘 8.3% 的學生認為「生態平衡是靜態平衡，平衡時生態系不需要能量與物質的輸入」。前述第 3 及 4 項另有概念，比對 Munson (1991, 1994) 相關迷思概念的研究，有相近的結果呈現。

（二）在營養結構的概念：第 5 項有 21.8% 的樣本認為人類同時分屬營養級中的生產者與消費者，可能因爲學生以爲人類有能力從事農耕生產糧食所致，對於營養級之中的生產者概念有所誤解，這與 Adeniyi (1985) 的研究顯示國中學生將蝴蝶當作生產者有類似的起因，學生對於生產者、消費者及分解者的認知，並非以能量及物質利用爲基礎，而是採用日常生活的慣用語爲基礎，乃爲生活經驗的轉借。依據本文作者教學經驗，甚至到大學階段學生仍有這種想法。第 6 項另有概念「生態金字塔中的數量金字塔，是營養級愈高，生物數量愈高」，佔 35.6% 的樣本。第 7 項有 37.4% 的樣本認為「生物能量的流動是循環不已的」，若學生未能對熱力學兩大定律有完整的認識，則對於自然界中看不見也難以觀察的能量現象實無法建立真切的瞭解，又或僅

能背誦定義。結合第 6 與 7 項另有概念討論，在 Adeniyi (1985) 及 Munson (1994) 的論文中亦提及相關的另有概念，可能成因包括因為高營養級生物吃掉了低營養級生物，所以數量得以擴充，且經由攝食讓能量蓄積於高營養級的生物中，爾後在以未明之途徑供低營養級生物運用。第 8 項有關物質循環的另有概念，有 28% 的學生認為「因為這些物質在自然界中存在數量龐大，所以難以察覺其消耗，而非循環狀態」，誠如游淑媚和張政昌 (2003)、Vance、Miller 與 Hand (1995) 之研究顯示，中學生即使學習完相關生物單元，仍難以覺察及瞭解自然界中存在物質循環的現象。成因乃由於現象本身無法觀察，且難於實驗呈現，兼且此概念植基於理化科目中「物質不滅」與「能量轉換」定律等抽象概念等因素。另外，第 9 項另有概念，由於食物網所形成的營養結構關係，使得環境污染物會在高階營養級的生物體內累積，相關時事議題學生或可從新聞中略知一二，但是其確切原因學生則未必清楚，有 26.9% 的樣本認為「高階營養級之所以產生生物累積作用，是因為一般而言這些生物壽命較長的原因」，這些學生對於營養結構的關係仍未瞭解。

(三) 有關生物多樣性的概念：第 10 項有 20.2% 的樣本認為「食性關係愈簡單，關係愈單純，生態系愈穩定」，依據 Munson (1994) 的分析，學生會認為食性關係均為直線鏈狀，本研究未顯示有此另有概念，然卻顯示學生以為種群愈少、關係愈簡單的食性關係愈穩定，此結果與謝佩靜 (2000) 的研究相近，近年來中小學課程在環境教育的重視，顯然對學生在這重要概念的認識程度上並未提昇。此外，第 11 項另有概念，有 28.8% 的樣本認為「除了當作燃料及建材，群落複雜的生態系並無其他功能」，未了解遺傳與種群多樣性乃是一座資源豐富的基因庫，提供科研與醫藥的材料，並且對於氣候及環境均有多重貢獻。

(四) 在有關環境中生物資源及其他能源的認識方面：學生對於環境資源保育的認識較少有超過 20% 的另有概念。不過，關於第 12 項另有概念，對於近來環境議題中有關核能及化石燃料的認識上，有 41.4% 的樣本認為這種能源是可以更新的，若就地球環境的時間長度而言確實是如此，但是「能源」概念乃針對人類文明之發展觀之，這些資源在數百至數千年間，實屬無法更新的資源，也因為如此，才衍生許多人類環保與永續生存之危機與議題，對照賴銀海 (2005) 的研究結果，學生對於「可更新」或「再生」能源的認識確實與教師期望有所差距，這同時也提供環教、科教及所有教師一項訊息，學生在對於這種能源概念的認識，仍有待進一步的提昇。

表 6 國中學生生態與環境概念之另有概念分析

分類	另有概念	人數 (%)
生態系	1. 認為生物本身即構成生態系。	350 (20.6)
	2. 認為只要該種群保留著，即使遠離原生態系也不會有任何影響。 （不瞭解生態系中種群依存及環境依存關係。）	351 (20.6)
	3. 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。	600 (35.3)
	4. 不瞭解生態平衡之動態平衡的特質（詳如內文說明）。	1135 (66.7)
營養結構	5. 認為人類是生產者及消費者。	371 (21.8)
	6. 認為愈高營養級，生物數量愈大。	606 (35.6)
	7. 認為生物界能量流是循環不已的。	636 (37.4)
	8. 認為自然界中的物質循環（如：碳、氮）其實是因數量很大，所以不會有減少。	477 (28.0)
	9. 認為高級消費者累積高度污染物，是由於壽命較長的關係。	458 (26.9)
多生物 樣性	10. 認為食性關係（食物網）愈簡單，生態系愈穩定。	343 (20.2)
	11. 認為像熱帶雨林這種複雜生態的區域除了提供建材與燃料，並無其他價值。	490 (28.8)
資源環境	12. 認為核能及化石燃料是用之不竭的能源。	704 (41.4)

伍、結論與建議

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）國中階段生態與環境教材內容分析；（三）對國中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，可實際對國中學生進行施測，用以瞭解國中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（2004a）所發展的「生物能量概念測驗」，對台灣南部地區包含嘉義縣

市、台南縣市、高雄縣市及澎湖縣國民中學進行抽樣調查研究，實際施測樣本共計國二學生 1735 位，最後獲得有效樣本 1702 位，進行統計分析後所得結果如下列三項：

一、國中學生在生態與環境概念認識情況因性別、家長學歷、家長職業、成長環境及學校位置的不同，存在顯著差異。其中女生優於男生，可能與女生較關心生活環境問題有關，對於生態與環境相關議題的敏感度較高，而生態環境態度與相關知識存在相當高的相關性，一些研究如 Kaiser (1996) 及 Alp 等人 (2006) 都指出此一現象。家長學歷高的學生優於家長學歷較低者，家長職業為軍公教醫護之學生顯著優於其他職業，意即家庭社經地位高的學生，在生態與環境概念認識程度較優。學生成長環境為城鎮者，在生態與環境概念認識程度最優，其次為都市，最低為鄉村；學校位置則是縣優於市。此結果可能與學生所能獲得的接觸自然環境與生態農場等資源多寡，以及資訊流通便利性有關；

二、以性別、家長學歷、家長職業、成長環境、學校位置及生物能量概念理解程度等變項對生態與環境概念認識程度的解釋力達 49.6%，能有效預測學生在生態與環境概念學習成果。其中以生物能量概念理解程度的解釋力達 27.2%，所有背景變項解釋力的總和為 22.4%。背景變項之中以家長學歷、家長職業及學生成長環境解釋力較高，依次分別為 8.2%、5.3% 及 8.3%。顯示生態環境概念的學習首要需有完整的生物能量概念為基礎，並從學習環境中獲得豐富的資訊與學習的機會；

三、國中學生在學習過有關生態系與環境相關課程後，對於生態系的組成成分、生物環境依存關係、生態平衡、自然界中生產者與消費者的角色功能、物質循環與能量流動、生物界中各營養級特性、生物多樣性及不同種類環境資源的特徵等概念，仍存在有相當程度的另有概念。

基於這些研究結果，本文作者提出數項建議：

一、國一學生在學習完生態系及環境單元後，可以利用本研究所發展之工具進行概念認知測驗，並將測驗結果與表六各項另有概念之比率做一比較，可瞭解學生學習成果之程度為何。

二、在教師教學上，為求提昇中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。

三、在後續研究上，依據本研究之結果，國中學生在生態與環境概念的學習成果仍有相當的改善空間，特別是生態與環境相關概念之中，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。基於此研究發現，並參酌 Makki 等人（2003）的觀點，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，並重視興趣的引發，未來可結合探究取向教學方法及促進主動學習的後設認知工具（如：概念構圖），營造問題情境與直接經驗的提供，並於教學現場進行實驗教學研究，以期能更進一步對國中生態與環境單元的教學成效有所助益。

誌 謝

本研究之完成承國科會九十四年度專題計畫經費資助（NSC94-2511-S-041-001），敬表謝忱。

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，未出版，台北。
- 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，未出版，台北。
- 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，未出版，台南。
- 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，未出版，屏東。
- 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，未出版，彰化。
- 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，未出版，屏東。
- 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（人文類），29，351-366。
- 林達森（2004a）。發展二階式測驗診斷國中生概念學習成效之研究。輯印於林達森、施宏彥（主編），「課程與教學的省思及前瞻」論文集（頁 145-183）。台南：嘉南藥理科技大學。
- 林達森（2004b）。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），45-67。
- 林達森（2005）。不同導入訓練歷程之「概念構圖教學法」對國小階段生物能量概念學習與態度影響之實徵研究。高雄師大學報，19，105-122。
- 洪正中、吳天基、杜政榮（1996）。環境生態學。台北：國立空中大學。
- 洪俐玲（1999）。國小六年級學生對野生動物保育的知識、態度及行為之研究。花蓮師範學院科教所碩士論文，未出版，花蓮。
- 胡瑞萍和林陳涌（2001）。學生對物質循環與能量流動概念的診斷分析。發表於中華民國第十七屆科學教育學術研討會，國立高雄師範大學。
- 孫儒泳、李博、諸葛陽、尙玉昌編（1995）。普通生態學。台北：藝軒。
- 徐兆正（2002）。以概念構圖教學策略探究國小高年級學童生態概念的概念學習研究。國北師數理教育研究所碩士論文，未出版，台北。
- 張敬宜、熊召弟（1994）。我國國小學生對生物現象概念意義化之研究（二）生態平

- 衡。國科會專題研究計畫成果報告（編號：NSC83-0111-S-152-006-N），未出版。
- 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），未出版。
- 郭金水（1998）。國民小學學生環境責任概念之研究。台北師院學報，**11**，251-286。
- 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，未出版，高雄。
- 游淑媚（2004）。中、小學學生對生態概念的理解：生態消長。台中師院學報，**18**（2），207-239。
- 游淑媚、張政昌（2003）。中、小學學生對生態概念的理解：物質循環。台中師院學報，**17**，251-281。
- 游淑媚、陳素琴（1994）。國小學童生物群落概念發展之研究（一）。國科會專題研究計畫成果報告（編號：NSC83-0111-S-142-004-N），未出版。
- 賴銀海（2005）。桃竹苗地區綠色學校國小學生對環境知識、環境態度及環境行為的調查研究。新竹師院數理研究所碩士論文，未出版，新竹。
- 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，未出版，台北。
- 顏如君（2002）。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。國立中山大學教育研究所碩士論文，未出版，高雄。
- Adeniyi, E. O. (1985). Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. *Journal of Biological Education*, 19(4), 311-316.
- Alp, E., Ertepinar, H., Tekkaya, C., & Yilmaz, A. (2006). A statistical analysis of children's environmental knowledge and attitudes in Turkey. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 15(3), 210-223.
- Arcury, T. A., & Christianson, E. H. (1993). Rural-urban differences in environmental knowledge and actions. *Journal of Environmental Education*, 25(1), 19-25.
- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. N.Y.: Grune & Stratton, Inc.
- Barman, C. R., & Mayer, D. A. (1994). An analysis of high school students' concepts and textbook presentations of food chains and food webs. *The American Biology*, 56, 160-163.
- Barraza, L. (1996). *Environmental knowledge and attitudes of English and Mexican school*

- children. PhD dissertation, University of Cambridge, Cambridge, England.
- Barraza, L., & Walford, R. A. (2002). Environmental education: a comparison between English and Mexican school children. *Environmental Education Research*, 8(2), 171-186.
- Barrett, B. F. D., Kuroda, A., & Miyamoto, K. (2002). Ecological modernisation, environmental knowledge and societal change: Attitudes and behavior of young people in Japan. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 11(3), 237-262.
- 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), 163-222.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. New York: A. A. Knopf and Random House.
- Connell, S., Fien, J., Lee, J., Sykes, H., & Yencken, D. (1999). If it doesn't directly affect you, you don't think about it. *Environmental Education Research*, 5(1), 95-113.
- 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)
- Eagels, P. F. J., & Demare, R. (1999). Factors influencing children's environmental attitudes. *The Journal of Environmental Education*, 30(4), 33-44.
- ERIC (2006). *The educator's reference desk* (Search ERIC database). Retrieved August 18, 2006, from http://www.eduref.org/Eric/adv_search.shtml.
- Esiobu, O. G., & Soyibo, K. (1995). Effects of concept and vee mappings under three learning modes on students' cognitive achievement in ecology and genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 971-995.
- Gagné, R. M. (1970). *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gallegos, L., Jerezano, M. E., & Flores, F. (1994). Perceptions and relations used by

- children in the construction of food chains. *Journal of Research in 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.
- Hines, J. (1985). An analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior. *Dissertation Abstracts International*, 46(3), 655A.
- Hines, J. M., Hungerford, H. K., & Tomera, A. N. (1986). Analysis and synthesis of research on responsible environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 18(2), 1-8.
- Horvat, R.E. (1974). Fifth and eighth grade students' orientations toward the environment and environmental problems. *Dissertation Abstracts International*, 35(1A), 168.
- Horvat, R. E., & Voelker, A.M. (1976). Using a Likert scale to measure environment responsibility. *The Journal of Environmental Education*, 8(1), 36-47.
- Howell, D. C. (1997). *Statistical methods for psychology* (4th) (pp.216-223). Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Kaiser, F. G. (1996). *Environmental attitudes and ecological behavior*. (ERIC Document Reproduction Service NO ED 409179).
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1995). Children's ideas about ecology 1: Theoretical background, design and methodology. *International Journal of Science Education*, 17(6), 721-732.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: Ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18(2), 129-141.
- Lindemann-Matthies, P. (2002). The influence of an educational program on children's perception of biodiversity. *The Journal of Environmental Education*, 33(2), 22-46.
- Makki, M. H., Abd-El-Khalick, F., & Boujaoude, S. (2003). Lebanese secondary school

- students' environmental knowledge and attitudes. *Environmental Education Research*, 9(1), 21-33.
- Marcinkowski, T. J. (1988). An analysis of correlates and predictors of responsible environmental behavior. *Dissertation Abstracts International*, 49(12), 3677A.
- Marek, E. A. (1986). They misunderstand, but they'll pass. *The Science Teacher*, 53, 32-36.
- 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.
- 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.
- Starr, C., & Taggart, R. (1987). *Biology: The unity and diversity of life* (4th). California, Belmont: Wadsworth, Inc.
- Tosunoglu, C. (1993). *A study on the dimensions and determinants of environmental attitudes*. Unpublished PhD Thesis, Middle East Technical University, Turkey.
- Teagust, 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.

- Wadsworth, B. J. (1972). *Piaget's theory of cognitive development*. New York: David McKay Company.
- Webb, P., & Blott, G. (1990). Food chain to food web: A natural progression. *Journal of Biological Education*, 24(3), 187-190.
- Wesley, S. R. (1981). *The influence of students' values on behavior related variables in environmental education*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University, Bloomington.
- Wood-Robinson, C. (1995). Children's biology ideas: Knowledge about ecology, inheritance, and evolution. In S. M. Glynn & R. Duit (Eds.), *Learning science in the schools: Research reforming practice* (pp.111-130). New Jersey: Laurence Erlbaum.
- Yu, S. M. (2003, August). *Assess students' understanding of key ecological concepts*. Paper presented at the Forth International Conference of the European Science Education Research Association. E. S. E. R. A, Noordwijkerhout, Netherlands.

投稿收件日：2007 年 4 月 20 日

接受日：2007 年 8 月 8 日

