
高中基礎生物－「生物多樣性」主題

應發展之概念與能力

楊澄涓、黃珮瑩、吳雅嵐、黃璧祈、張永達
國立臺灣師範大學 生命科學系

一、前言

現行高級中學課程標準係民國八十四年所發布，並自八十八學年度起開始實施。幾年來，由於國、內外人文、社會、科學及教育等環境變化甚鉅，以及我國已實施國民中小學九年一貫新的課程，必須使國民中學畢業生，將來進入高級中學後，於課程方面能有所連貫；於是教育部自九十年五月起開始重新研修高級中學課程標準，成立「普通高級中學課程發展委員會」等任務編組，執行研修任務；歷經三年的努力，「普通高級中學課程暫行綱要」已在九十三年八月三十一日發布，並預定九十五學年度起開始實施。

目前高中基礎生物學係開放民間書商編輯，並由國立編譯館負責審查，此即教科書審訂制。目前全國各高中職所使用的民間版教科書，其教材內容各家之間的差異為何？現行教科書與新發布的普通高級中學基礎生物課程暫行綱要相關單元之內容重點有多大的差異？未來的教科書應有何內容才能符合該課程暫行綱要之標準，都值得探討。

教育部修訂公布的課程標準，是教科書教材編輯的依據。雖然課程綱要中有列

出「主要內容」、「內容說明」及「備註」等資料，但為求教材內容能達成預期教學目標，教科書編輯者應根據學生在國中階段所獲得的知識背景做為高中學習的起點行為，再編寫詳細且適合高中學生學習的教材內容，和補充內容的活動等。

綜上所述，本研究之目的為分析現行各出版商所出版的高中基礎生物教科書內容中的「生物多樣性」部份，包括教科書內容的異同以及是否符合新修訂的普通高級中學基礎生物課程暫行綱要之內容；並依據高一學生的起點行為，提出有關未來新教科書在「生物多樣性」的內容中，應包含的活動等建議，以供編輯者修訂教材之參考。

二、新修訂高中暫行綱要內容，「基礎生物-生物多樣性」部份

新修訂的高中課程標準，課程援用現行高中課程標準，仍分成第一年「基礎生物」一學期必修、第二年「生物」（或稱必修生物），以及第三年「生物」（或稱選修生物）三個階段。

「基礎生物」的課程內容主要分為四大主題：生命的特性（佔七～八節）、生物

多樣性(佔八~九節)、生物與環境(九~十節)、人類與環境(佔四~五節)。

在「生物多樣性」主題中，細分為八項主要內容(如表一)，分別介紹生物多樣性的意義(如：遺傳多樣性、物種多樣性、生態多樣性...等)、生物的分類(如：生物的分類系統...等)、病毒與細菌(如：病毒與細菌的形態及其與人類的關係...等)、真菌和藻類(如：真菌與藻類的形態及其與人類的關係...等)、植物(如：蘚苔、蕨類、種子植物...等)、動物(如：無脊椎動物、脊椎動物...等)，以及討論(如：討論使用抗生素的利弊...等)。

表一 新版高中生物暫行綱要「基礎生物-生物多樣性」之內容

主題	二、生物多樣性
主要內容	1.生物多樣性的意義 2.生物的分類 3.病毒與細菌 4.真菌與藻類 5.植物 6.動物 7.討論 8.探討活動 2-1 探討活動 2-2
內容說明	1-1 遺傳多樣性、物種多樣性、生態系多樣性 2-1 生物的分類系統(原核生物、原生生物、真菌、植物、動物) 3-1 病毒與細菌的形態、構造與繁殖 3-2 病毒、細菌與人類的關係 4-1 真菌、藻類的形態 4-2 真菌、藻類與人類的關係 5-1 蘚苔，蕨類，種子植物 6-1 無脊椎動物 6-2 脊椎動物 7-1 討論使用抗生素的利弊 8-1 真菌和藻類的觀察 8-2 校園生物的觀察

備註	<ul style="list-style-type: none"> • 不宜涉及細菌的接合現象 • 均不宜涉及生活史 • 藻類部分僅簡介矽藻、綠藻、紅藻和褐藻 • 以台灣常見的植物為例，簡介其特性，不宜涉及生活史 • 僅簡介刺絲胞動物、扁形動物、圓形動物、軟體動物、環節動物、節肢動物、棘皮動物
節參考數	8-9

三、比較與建議

針對現行各出版商所出版之基礎生物「生物多樣性」教材內容之異同進行比較，並提出未來教材修訂之建議。教材異同之比較，列表如表二；關於建議之事項則詳述如后。

參考表二比較，並基於高一學生具備國中生物程度的背景知識，我們建議未來所修訂的新教科書，「生物多樣性」主題的部份，其教材內容可參考下列所述。

(一) 生物多樣性的意義

「生物多樣性」主題中，關於生物多樣性意義的介紹，各版本解釋程度不同。有二個現行版本除解釋生物多樣性的意義外，尚分述多樣性可分三大方面探討：物種歧異度、基因歧異度、生態系統歧異度，但僅其中之一有對這三方面加以舉例說明，如：果蠅眼睛不同顏色、玫瑰有不同花色等，個體間性狀有差異，稱為基因歧異度，並且就影響歧異度的因素做詳細的敘述，另一版本僅就物種歧異度作解釋，其餘兩項則只提及其對於維護生態平衡的重要性某些版本則僅就物種豐富性及物種

均勻性介紹並解釋，並未提及上述三大方面之多樣性。

表二 現行基礎生物「生物多樣性」教材異同之比較

主題	課程綱要		現行教材相關內容之相同點 (各版本皆有之內容)	現行教材相關內容之相異點 (部分版本才有之內容)
	內容 主要	說明 內容		
貳、生物與環境	一、生物多樣性的意義	遺傳多樣性	皆有提到地球初期生物的演化過程，並解釋生物多樣性的由來	1.提到基因歧異度、物種歧異度、生態系歧異度。 2.詳述物種歧異度減少的主要因素：自然因素、人為干擾為主要因素。 3.提到物種豐富性以及物種均勻性。 4.提到遺傳(基因)歧異度、物種歧異度、生態系歧異度，以及物種豐富度和物種均勻度。 5.提到地球早期環境與生物演變的過程(如：異營→自營、無氧→有氧、單細胞→多細胞) 6.簡略提及早期生物的演化(只說明異營性的定義，未再舉例說明。) 7.有提到地球早期環境與生物演變過程。 8.詳細描述多細胞生物之細胞有特化和合作現象。
		物種多樣性		
		生態多樣性		
二、生物的分類	原生的分類系統(原核、真核、植物、動物)	1.皆提及生物分為五界。 2.五界的特徵以及包含的生物種類。	1.原核及真核的差異。	
三、病毒與細菌	形態、構造與繁殖	1.介紹病毒構造。 2.皆有提到細菌不同的構造跟外形，並舉例說明。 3.皆有提及細菌對生存環境的要求。	1.提及病毒的組成及構造，並附有病毒形狀、大小與大腸桿菌比例示意圖，另附「小常識」介紹類病毒及傳染性蛋白顆粒，以及簡要說明病毒感染寄主不同的方式、介紹潛溶性噬菌體之生活史。 2.介紹病毒的發現歷史、簡要說明病毒有不同種類，並附有各形狀病毒示意圖及病毒構造圖，且以噬菌體生活史為例，介紹病毒的繁殖、解釋病毒套膜形成的過程，簡要介紹病毒感染寄主過程以及潛溶現象。 3.詳述各形狀病毒的特徵，並加以舉例、附有病毒的構造模式圖與電顯圖，並介紹病毒感染動、植物的過程及病毒繁殖的步驟、病毒的傳播途徑，介紹病毒與人類的關係。	

	形態、構造與繁殖 病毒、細菌		4. 簡要介紹不同形狀之細菌，及其特殊構造、細菌的組成及內容物，並附「小常識」解釋質體、簡介細菌之內孢子、適宜細菌生長之環境、細菌繁殖的方式，且附有分裂示意圖、電顯圖、分裂中細菌模式圖。 5. 介紹發現細菌的歷史，且特別針對細菌之「細胞質」、「封套」、「胞外附加物」詳細說明。並將細菌繁殖分為三個時期、介紹細菌分裂速率及 DNA 轉移、影響細菌生長因素，如：溫度、酸鹼度、鹽濃度、氧氣濃度、含水量，最後簡述細菌形成內孢子之因素。 6. 列表詳述細菌和胞器大小的計算單位，且詳細介紹細菌構造，並附有構造模式圖，特別介紹細菌特殊構造之功能，如：線毛與生殖過程有關、鞭毛具運動功能、莢膜具保護作用。另列表比較原核與真核細胞之差異、及細菌營養方式的介紹，如：異營性和自營性的定義；提及適合細菌生長之環境與需求，如：適合溫度為 20℃~45℃；對氧氣的需求，將細菌分三類：有氣的、無氣的，有氣與無氣皆可的；說明細菌的分裂生殖以及接合作用，並附示意圖；最後提及細菌與人類的關係，分別就益處與害處加以說明舉例，如：大腸菌能產生維生素有益人體。
四、真菌與藻類	真菌、藻類的形態 與人類、藻類的關係	1. 現行教材對藻類著墨不多，僅在部分章節舉例提及 2. 說明真菌的種類與基本構造 3. 介紹各類真菌的營養及生殖方式 4. 提及真菌與人類的關係	1. 真菌的基本形狀構造與藻類比較，且有提到真菌細胞壁多由幾丁質構成並將菌絲作進一步的分類，如：功能、隔膜有無等。
五、植物	蘚苔、蕨類、種子植物	簡介不同演化階層，其植物配子體與孢子體的外形與世代交替的現象	1. 部份版本未提到植物的演化、未指出孢子囊堆的形狀和排列因種類不同而異、未提及花瓣吸引傳粉者的內部構造，但有提及兩性花、單性花、雜性花、無被花、完全花、不完全花的區別 2. 部份版本補充教材中簡介陸生植物的演化趨勢，並指出孢子囊堆的形狀和排列因種類不同而異。提及兩性花、單性花，指出花瓣組織的細胞可產生鮮豔顏色、香氣、花蜜吸引傳粉者 3. 部份版本提到蘚苔植物是最早的陸生植物，但未指出孢子囊堆的形狀和排列因種類不同而異，亦未提及花瓣吸引傳粉者的內部構造，僅簡介完全花的構造
六、動物	無脊椎動物 脊椎動物	動物的分類架構並無明確的描述，僅在部分章節中舉例介紹各種生物	

現行版本令老師較為困擾之處，就是常只提出一個名詞，但對此專有名詞的定義及意義常常語焉不詳，造成書內專有名詞繁雜，乍看之下內容不多，但為了將這些專有名詞解釋清楚，往往需要耗費許多的時間講解，因而造成進度遲滯的現象，建議在撰寫 95 年的課本時，能對書中所提出的專有名詞作言簡意賅的敘述，如此方可增加學生對專有名詞的了解，在進度的安排上也能有較準確的估計。

比較中發現，版本不同，對於同一概念的名詞使用上會有些許差異，如：多樣性與歧異度、遺傳歧異度與基因歧異度、生態系歧異度與生態系統歧異度，故建議對於同一概念的名詞，在使用上加以統一，避免學生認知上產生混淆。國中生物課程內容中並未提過多樣性的概念，對於此部分之內容若可統一，往後學生接觸類似概念時，可避免因名詞的差異造成概念模糊。

關於生物多樣性另包括生命起源的部分，各版本皆有提及地球形成及初期生物的演化過程，有些版本在此部分又分為三大方面加以介紹：異營性生物到自營性生物、無氧環境的生物到有氧環境的生物、單細胞生物到多細胞生物，十分清楚，並可呈現出生物多樣性的起因，建議其他版本可參考以此方式介紹生物的演化，使學生瞭解生命的多樣性乃是以循序漸進的方式發展而來，對於生物多樣性的概念能更具體化。

（二）生物的分類

在生物多樣性後為生物分類系統的介紹，此部分於國中生物「形形色色的生物」，或「地球上的生物」等主題中，亦提及生物的命名和分類，故對於分類，學生已有粗淺的概念，但各版本仍可再次介紹生物的分類系統，複習國中已習得的觀念，目前有兩版本皆只著重於原核與真核的比較，建議於內容的豐富度上可增加對生物五界的介紹，如：包含哪些動物？分在某一界的依據為何？幫助學生對於生物界的分類有更具體的概念及認識。

（三）病毒與細菌

關於病毒與細菌之部分，各版本對於病毒及細菌的構造皆有介紹，且內容豐富度頗高，因國中生物對於細菌無詳細解說，在病毒的部分則完全沒有介紹，各版本在此部分所著重的內容略有差異。以介紹病毒的部分而言，有些版本除介紹病毒的基本組成及構造外，另有附圖比較病毒形狀、大小與大腸桿菌比例，且對於病毒感染寄主的不同方式亦有解說；另有些版本先介紹關於病毒的發現歷史，且以噬菌體為例，介紹病毒的繁殖過程，並解釋病毒套膜的形成，對於感染寄主的方式亦有介紹；另一版本特別針對不同形狀病毒的特徵做介紹並舉例說明，此外還附上實際病毒的電顯圖，在感染寄主的解說則分為動、植物寄主，最後還提及與人類之間的關係，與其他版本不同的是，未提及潛溶現象。

在細菌部分，現行皆有提到不同細菌的構造及外形，以及其對生存環境的要求。差別在於某一版本對於細菌的組成、內容物，及形成內孢子的因素介紹較多，並附有示意圖及電顯圖解釋細菌繁殖的方式；另一版本則介紹細菌發現的歷史，並特別針對細胞質、封套、胞外附加物詳細說明，且提及細菌 DNA 轉移、影響細菌生長的因素、內孢子；其他版本則列表詳述細菌和胞器大小的計算單位及細菌大小，還特別介紹特殊構造，如：線毛、鞭毛、莢膜…等等，且又再次比較原核與真核的差異，最後說明細菌與人類關係，並分別就益處與害處說明舉例。

統合以上各版本的內容，我們建議新教材可包含以下內容：細菌和病毒的發現屬於科學史的一部分，內容有趣且可訓練學生科學思考邏輯的養成，可引起高一學生對生物的學習動機，再來可介紹細菌、病毒的基本構造及功能，至於感染方式建議只說明簡單步驟，就學生的學習經驗考量，建議將潛溶現象刪除，延後至高三的課程內容再加以介紹，由於微生物多屬一般視覺無法直接觀察，為避免因抽象而影響學習效果，建議各版本在介紹病毒或細菌的同時，可附上比例換算表，並將病毒與他種微生物以圖片做比較，使學生對病原體的大小具有具體概念，且瞭解一般計算微生物大小的單位及方法。加以生活中充滿病毒與細菌，故其與人類間的關係十分重要，在此部分，建議內容上可分別描述對人類之益處與害處，且就病毒與細菌所

引起的常見疾病分別舉例介紹，增加學生預防疾病的觀念，增加對生活中常見疾病的瞭解。

(四) 真菌與藻類

目前市面上各高中教材版本，對於真菌的形態介紹及生活史，均有相當清楚的描述，而「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」建議應刪除其生活史。但在國中課程已簡單介紹過真菌的形態、營養方式、分類，若僅再針對真菌的外部形態做介紹，高中課程在真菌方面的內容恐未能有加深、加廣的知識效果。故建議對於一般真菌具有的營養方式、繁殖方式可斟酌介紹，但要注意避免具有過多的專有名詞讓學生感到陌生及恐懼；至於真菌和人類的關係，目前高中教材有相當清楚的介紹及描述，符合「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」中，真菌與人類關係的內容說明，相較學生在國中課程學到真菌的應用也已有加深的內容，因此此部分可以現行版本已有內容做為參考即可。

相較於真菌的詳細內容，藻類卻無專門的章節提及。高一學生在之前國中的課程中，對藻類的形態、生活方式已有初淺的簡介，但因藻類在一般生活中並不像真菌那樣容易取得及接觸，建議可以在實驗觀察中，讓學生觀察「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」建議簡介的矽藻、綠藻、紅藻和褐藻的外部形態，可讓學生直接對藻類的外形有深刻的印象，於實驗說明中亦可說明這些藻類的取得方式，增加

學生對週邊生物的了解，由於藻類在現行版本的介紹較少，對人類的貢獻的說明比國中課程的更少，建議新版教材內容可以就藻類的應用多加著墨，或可參照真菌在各行各業的應用來分別介紹，爲了讓學生能更切身感受到藻類在生活上的應用，建議可以由超市購買到的昆布、洋菜等各類藻類加工食品切入介紹。例如藻類可以直接食用，紫菜、海帶等可以拿來做菜，提供我們營養所需。另外由藻類所提煉出來的醣類可以製成感冒膠囊，能在胃裡漸漸溶解。還有洋菜可以用來做果凍，或是實驗中培養細菌所用的培養基等。

（五）植物

「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」中植物部分的內容包含蘚苔、蕨類及種子植物，目前高中教材均有介紹各類植物配子體與孢子體的外形與世代交替的現象，但「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」中建議簡介植物特性，不宜涉及生活史，故對於各類植物的生殖方式及世代交替可斟酌刪減。在國中課程中對於植物的基本特徵、演化及分類有初略的介紹，對於維管束的概念也相當完備，故可參照「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」的建議，以台灣常見的植物爲例，簡介各類植物的外形構造，並建議比較維管束的有無，對於各類植物適應環境的特性差異，但不涉及生活史及內部生理，此部分可留待高二再行介紹。

（六）動物

無脊椎動物的部分在「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」中，僅需簡介刺絲胞動物、扁形動物、圓形動物、軟體動物、環節動物、節肢動物、棘皮動物，但動物的分類架構在現行的高中教材中並無明確的描述，僅在部分章節舉例介紹。而在國中課程中已針對刺絲胞動物門、軟體動物門、環節動物門、節肢動物門、棘皮動物門有基本的特徵介紹，故高中課程中可參照植物部分的建議，多以台灣的動物作例子更詳細介紹各類無脊椎動物的外部形態及生活習性；並可就各類無脊椎動物與人類的關係來引導學生認識。如刺絲胞動物門中的海蜇可供食用、游泳時刺絲胞動物的刺絲囊對人體有傷害性，甚至可引致死亡，例如僧帽水母；而刺絲胞動物門中的珊瑚有相當美麗的型態，但近年來卻面臨環境變遷，因而造成珊瑚白化，此部分議題可讓學生進行討論。扁形動物門中寄生於人體的吸虫及條虫皆能引致寄生蟲病。圓形動物門中超過五十種線虫是以人爲寄主，會引起人體寄生蟲疾病。環節動物門中的蚯蚓可以改良土壤，但也可能令灌溉的水流失及加速斜坡的泥土侵蝕、或損壞幼苗；環節動物門中的大多數蛭類以吸取人或動物的血液作爲食物，但有一種歐洲醫蛭自古已被歐洲各國利用來吸取病者的膿血。軟體動物的食物價值很高，可食用的包括鮑魚、烏賊、螺、蜆、蠔、蚌等，但貝殼類動物大多用過濾方法濾取水中食物，所以體內容易積聚污染物，例如

細菌及重金屬。吃下受污染的貝類有中毒的危險，此部分也可提供讓學生討論環境污染的問題。節肢動物門中的甲殼類，有很多種類的蝦、蟹可供食用；蛛形類中的蜱蟎類有的會寄生於人體及家禽皮層內，形成疥癬、或存在於家居地板及地氈內，其排泄物能引致敏感及哮喘；昆蟲是重要的傳粉者，可製造蜂蜜、蠶絲等用品，但也會危害農作物，也有蟑螂、白蟻、蒼蠅等，對家居造成滋擾及破壞，也可能傳播疾病，如瘧蚊傳染瘧疾、埃及斑蚊傳染登革熱病等；部份的棘皮動物如海參可供食用，部份種類的大海膽卵也可供食用。

脊椎動物的分類架構在現行的高中教材中亦無明確的描述，僅在部分章節舉例介紹。在國中課程中已對於脊索動物門的一般特徵做基本介紹，對於魚類、兩生類、爬蟲綱、鳥綱、哺乳綱的外部形態也有簡略的描述，相較於無脊椎動物，學生在日常生活中較常與脊椎動物接觸，對於脊椎動物的背景概念應較完備，故在此章節除了基本的外形、生理特性，建議可增加介紹脊索動物各綱的種類，如兩生類不再僅介紹青蛙及蟾蜍，可以讓學生認識還有山椒魚等物種；並利用台灣特有或常見的動物作為例子，引導學生關懷台灣的環境與保育議題，如保育中的櫻花鉤吻鮭面臨水溫逐年上升、棲地環境破壞、攔砂壩阻隔、人類漁獵與遊憩的環境壓力；紅樹林特殊的河口沼澤環境，孕育了彈塗魚適應半陸生的生活，可以離水生活一段時間。台灣的兩生類特有種的比例很高，可

利用蟾蜍科中分佈最廣、體型最大的盤古蟾蜍，與其他特有的樹蛙類進行蟾蜍與青蛙來進行比較。爬蟲類當中的蛇類長久以來備受一般人的恐懼誤解，建議可多介紹其生活習性，並教導學生如何辨識有毒及無毒蛇、野外面對蛇類應有的態度及方式、還有被蛇類咬傷後該如何急救處理？而台灣具有相當多的特有鳥類，建議可由都市中常見的鳥類著眼，讓學生由這些熟悉的鳥類來認識其特性。身為人類，學生對於哺乳類動物的基本特性已有相當的認知與瞭解，而各類哺乳動物的生殖方式可留待高二介紹，建議可提及現今社會中普遍的流浪狗問題，讓學生討論對任何一種生命應有的尊重與關懷。

(七) 討論

在討論及探討活動中，「普通高級中學基礎生物課程暫行綱要」的內容包含討論抗生素的濫用、真菌與藻類的觀察、病毒引起的疾病及其預防方法資料蒐集。現行教材中均有利用各類真菌進行觀察，且國中對於其基本的特徵也有介紹，故只要取材來自生活中常見的素材，加深學生對於教科書內容的認知與瞭解即可；而藻類的觀察如前文所述，因一般生活中較不容易直接觀察到各類藻類的形態，建議將矽藻、綠藻、紅藻和褐藻均作為觀察的材料。在抗生素的濫用上，建議可讓學生由不同的角色，如病患、醫生、專家學者去探討抗生素為何會濫用？在病毒引起的疾病上，「普通高級中學基礎生物課程暫行綱

要」建議以 AIDS、SARS、流感為例，除了其預防方法的資料收集，筆者建議對於其病徵、治療方法、社會的防疫工作、媒體的宣導工作該如何進行？還有面對此疾病和病患應有的態度等進行全方面資料的收集，以期讓學生能夠由各個層面去認知此感染性疾病對人類的影響，並培養面對流行性疾病的正確態度。

四、結語

「生物多樣性」的範圍廣泛，分類系統及架構學生在國中學習階段應已粗略架

(上承第 29 頁)

3. Tucker, *Applied Combinatorics*, 3rd edition, John Wiley & Sons, 1995.

構完成，在高中階段可以予以加深加廣，並引導學生欣賞生物之美，培養愛護生命的情操。本文以將實施之高中基礎生物課程暫行綱要生物多樣性之內容為基礎，探討現行教科書中相關內容之差異，並提出未來教科書內容之建議，希望能提供教科書編輯時之參考。

五、參考文獻

1. C. Starr & R. Taggart, *Biology: The unity and diversity of life*, 9th ed., Brooks/Cole

4. H. S. Wilf, *Generatingfunctionology*, 2nd edition, Academic Press, 1994.