

國一學生對植物行呼吸作用之了解 個案研究

林獻升 顧文欣 薛靜瑩 林陳涌
國立臺灣師範大學 生物系

一、前言

(一)研究的背景與重要性

學生科學概念的發展與其科學學習有密切的關係 (Champagne *et al.*, 1980; Champagne and Klopfer, 1982; Gilbert *et al.*, 1982.)。現今學者們普遍相信學生的學習並非被動的將課堂上和教科書的資訊，一字不變的拷貝下來而已，學生會主動地選擇他要的訊息。而其先備知識 (prior knowledge)、先前概念 (preconceptions) 決定了他所注意的、要選擇的資訊。因此，有關「學生科學概念發展」相關的研究，是課程教材編纂，教學法設計及師資培育內涵必須參考的依據。

許多研究均指出學童會用他「個人的想法」來解釋日常生活經驗 (Champagne *et al.*, 1980) 而這些「想法」和正統的科學往往有很大的差異，且會影響其日後的科學學習。當每位學生都帶著自己的先前概念進入教室，學習時都會受此先前概念影響，影響其所接收到，所看到的訊息，此訊息再納入學童的原有概念架構中，所以學習後的概念其實也建立在其先前概念上，因此，教師應瞭解學生的先前概念，從學生的先前概念教起，才能使學習更有效率，且較能達成有意義的學習。

但教師要如何了解學生的先前概念呢？最好的方式便是對學生作簡單的訪談，本文即顯示出，短短一小時的訪談，便能了解學生學習困難所在，及其迷思概念。因此，教師在繁忙的教學中，亦可以利用短短的空閒時間，對學生作簡短的訪談，一方面可了解學生的先前概念，另一方面也可將訪談結果應用於教學中。本文主要目的是利用訪談來探究學生的先前概念，一方面了解學生對「植物行呼吸作用」的迷思概念，另一方面提供簡便的訪談方式，供教師應用於教學中。

(二)研究目的

本研究主要想探究國中學生對「植物行呼吸作用」的概念，並嘗試使學生達成概念改變。本研究之研究目的可分為下列三項：

1. 了解國一學生對「植物行呼吸作用」的概念。
2. 找出國一學生對「植物行呼吸作用」的迷思概念與困難所在。

3. 嘗試藉由訪談使國一學生達成概念改變。

二、研究方法

本研究使用詮釋性研究法 (interpretive research methodology; Erickson, 1986)，來探討一名國一學生小婷對「植物行呼吸作用」概念的了解，並嘗試找出其迷思概念，進而講解使其達成概念改變，以獲得正確的概念。下面將分別就(一)研究參與者之背景資料(二)面談題材選定(三)題材架構(四)訪談流程等四點，詳述如下。

(一)研究參與者之背景資料

小婷 女 臺北縣XX國民中學一年級學生

1. 父親是警員，大專畢業；母親為家庭主婦，國中畢業。父母親對她的學業非常關心，並希望能繼續升學。
2. 家中沒有訂購自然科學方面的書籍或雜誌，也沒有飼養寵物，但有栽種植物。
3. 每週平均有一節生物課，會到專用實驗室做實驗，課堂中老師經常會提出問題讓學生搶答，答對者可加分，有時會補充課外的資料，也會幫學生複習，有使用測驗卷的習慣。
4. 實驗課時老師經常會先示範，小婷也會自己動手去做。
5. 小婷認為她生物成績比其他科目差（第一次段考生物科 62 分，該次考試全班平均 66.2 ± 17.1 分），也不太喜歡生物科，因為「常常聽不懂老師講的，生物課本也看不太懂」。
6. 小婷平常沒有閱讀生物科課外讀物的習慣，偶而會到郊外接觸大自然，嗜好是看書、聽音樂。

(二)面談題材選定

為了尋找面談的題材，我們努力回想以前在國中時代不太清楚的概念，希望選取其中比較重要，而且又常被學生及老師忽略的，做為面談的主題。於是我們選擇了「植物會行呼吸作用」，希望透過面談的過程，了解國一學生對其認知情況如何。

會以這個概念作為主題，是因為我們發現教科書中完全沒有提及這樣的概念，只有在第三章第一節有一段相關的敘述：「在生物體內或生物體外，分解物質把能量釋放出來是一種氧化作用的結果。生物體內物質氧化分解是一種呼吸作用的現象。」雖然植物是生物的一種，但以上的敘述方式，對還沒上過理化的國一學生來說，要由此獲得「植物會行呼吸作用」的概念，似乎是難了些。如果老師沒有很明確地指出，一般國一學生恐怕也不會做這樣的「聯想」。另外會造成學生有這樣疑惑的原因是「植物會行光合作用」的概念，因為光合作用是吸入二氧化碳，呼出氧氣，這與呼吸作用的吸入氧氣，呼出二氧化碳，似乎是互相矛盾而不相容的，雖然我們知道這兩個作用的目的、發生部位（胞器）等等根本

是不同，而沒有矛盾之虞。

總括來說，我們以「植物會行呼吸作用」作為面談主題，是因為教科書沒有直接提到，但有間接提示這樣的概念，所以由面談過程中，我們除了可以了解國一學生對其認知程度，及概念發展狀況外，也可以大概知道學生對教科書的接受度、了解程度，以及教師在教授這段課程時，是否會替學生補充，或做概念上的統整及澄清。會有以上的想法當然是因為我們認為「植物會行呼吸作用」的概念很重要，而其形成應該是來自於對「呼吸作用對於生物的意義」，以及「生物體本身運作方式」的了解。然而現行的教科書似乎太多過於專業的零碎概念，而且使用的多為科學上的術語，對於初入這個領域，甚至只是需要獲得這方面大概觀念的人來說，都是一種認知上的阻礙及不必要。所以透過面談，可以了解學生對教科書的接受度，希望以後教學時，能在教法上加以調整，盡量使學生能夠了解。

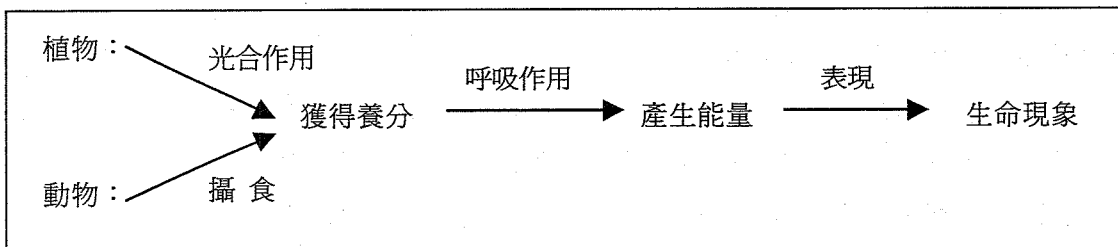
(三)題材架構

誠如前面所述，我們希望學生有「植物會行呼吸作用」的概念是基於對「呼吸作用對於生物的意義」，以及「生物體本身運作方式」的了解，也就是要知道：

1. 生物需要能量來維持其生命現象；
2. 生物（包括植物及動物）可藉由呼吸作用將養分轉換成生物體可利用的能量。
3. 動物藉由攝食獲得生長所需的養分，而植物則是以光合作用獲得養分（如下面概念圖表示）。

所以我們大致上會依照以下的順序來發問，以確定學生是否具有上面所述的概念：

- (1) 什麼是呼吸作用？在生物體內的功能為何？
- (2) 什麼是光合作用？在生物體內的功能為何？
- (3) 植物會行呼吸作用嗎？
- (4) 為什麼你覺得植物會（不會）行呼吸作用？（藉此了解概念來源）
- (5) 若學生有「植物會行呼吸作用」的概念，則再以其他問題確定其觀念是否正確；若無「植物會行呼吸作用」的概念，則講解使其獲得正確之概念。



圖一、面談主題相關的概念圖

(四)訪談流程

對於整個面談的流程，做以下之規劃：

1. 先向學生自我介紹，然後告知面談的目的，並說明這並非考試，請她心情放輕鬆，而且我們會將面談過程錄音下來作為日後分析之用。
2. 學生背景資料調查。
3. 針對主題開始訪談，並同時錄音。問題依序為：
 - (1) 什麼是呼吸作用？（可給予些許提示，讓學生就其所知回答。）
 - (2) 生物行呼吸作用的目的是什麼？（或生物為什麼要行呼吸作用？呼吸作用的功能為何？）
 - (3) 什麼是光合作用？（盡量引導學生，讓他指出「光合作用可產生葡萄糖」。）
 - (4) 光合作用的功能為何？（學生應要能指出「植物可藉光合作用產生生長所需的養分」。）
 - (5) 植物會不會行呼吸作用？（如果學生回答「不知道」，則要其根據上述之概念加以推測。）
 - (6) 你為什麼覺得植物會（不會）行呼吸作用？（以了解概念的來源及形成過程。）
 - (7) 若在（5）回答「會」，則再問其「植物什麼時候會行呼吸作用？」，「植物的光合作用和呼吸作用是否會同時進行？」等問題，以確定學生之認知是否正確。若在（5）回答「不會」，則盡量了解學生有這樣想法的關鍵因素為何，並引導使其獲得正確之觀念。
4. 完成面談，感謝學生配合，並贈與其小禮物。

三、研究發現與結果

1. 個案（小婷）分析

從與小婷的面談過程中，發現她對於我們的主題—「植物會行呼吸作用」—及其他相關概念的認知大致上是：

- (1) 呼吸作用是「吸入氧氣，吐出二氧化碳」。
- (2) 光合作用是「吸入二氧化碳，吐出氧氣」，是在早上進行的，而且可分成光反應及暗反應。
- (3) 「植物早上行光合作用，晚上行呼吸作用」，而且兩者在植物體內無法同時進行。

2. 概念的來源分析

以上(1)、(3)兩部份，據小婷所說是從錄音帶中聽到的，而(2)應該主要是來自課本。對於這樣的結果，我們以下的想法：在我們進行面談時，小婷那班的生物老師已將與此概念相關之部分（第三章第一至三節）教完了，而且對於圖一所表示者，課本也先後有直接或間接提到，但我們發現小婷對這方面之觀念非常欠缺。她無法說出光合作用及呼吸作用對植物或其他生物的意義，也沒有生物體活動需將養分變成能量才能加以利用的概念。也就是說，對於課本上有，而且我們覺得重要的概念，小婷卻完全沒有。造成這樣結果的原因，大概可以分成以下幾點：

- (1)教科書主要概念不明顯：課本第三章第一及第三節的標題分別為：「食物供應養分和能量」及「植物怎麼製造養分」，而內容主要是說明生物日常所需的養分、動物與植物取得養分的方式不同、氧化作用的概念與目的、「卡」的概念及光合作用(包括場所、能量來源、反應過程及產物)。我們發現課本的標題很明確點出呼吸作用與光合作用的功能，但是由於一節內所提到的觀念太多與太瑣碎，缺乏一致而整體的概念，加上課文敘述方式不夠直接，所用的詞句亦太多科學專業術語（如：「物質」及「能量」的概念要到國二理化課才會教到），降低了學生對其之理解度及接受度，以致學生在學習或老師教學這部份時，沒有注意到其所要表達的主要概念是什麼，而只注意內容所提到的其他瑣碎概念，使學生學習焦點模糊，偏重零碎的記憶。在本個案中，小婷對於呼吸作用的了解只限於吸入氧氣，呼出二氧化碳而已，並不清楚其真正的意義。
- (2)教材中概念太多：小婷提過，生物老師是「大部分照課本講」，所以老師的教學受課本內容影響很大，加上目前為止都還有考試引導教學的狀況，使得課本每一節中所提到的概念都要教給學生，造成學生在學習時必須一下子接受很多新的概念。如果老師都完全按照課本講，沒有把其中觀念加以連貫，或是強調主要的概念，也會使學生學習時因此而無法全盤了解。
- (3)學生學習不主動：小婷對於生物科的學習意願並不高，一方面覺得課本內容「看不懂」，一方面對於老師教的「聽不懂」，也沒什麼印象，生物科學習成就低，因此對於生物科沒有什麼興趣，使她即使是某些重要的概念不會或是不太懂，也不會主動發覺或是探究原因。
- (4)各個學科間課程銜接問題：課程的安排也是關鍵之一，由於國一並沒有理化課，小婷對於物質與能量的概念非常不瞭解，不清楚兩者的性質及之間的差異，對於物質要轉換成能量才能做功的觀念也很欠缺，因此很難理解呼吸作用與光合作用的意

義。

3. 概念內容分析

(1) 學生雖能用科學術語來解釋呼吸問題，但並不真正理解其過程與意義。

在訪談過程中，小婷往往用科學術語或非自己的語句來解釋所詢問的科學名詞，但是，當更深入的詢問時，便可發現小婷並不明瞭此科學名詞的意義。例如：

研究者：對於呼吸作用你了解有多少？例如：什麼是呼吸作用？

小婷：呼吸作用？？呼吸作用是什麼？（迷惑狀）

研究者：比如說你聽到這個名詞，你覺得它的內容該會是怎樣？

小婷：好像是植物的那個……（思考狀）。植物早上是行光合作用嘛，那晚上是行呼吸作用，是吸入氧氣，呼出二氧化碳。應該是這樣子吧！不知道！（笑……）

研究者：你覺得它（植物）這樣做（行呼吸作用）的目的是什麼？……

小婷：這個……不知道！

(2) 學生傾向用進行時間不同來區分呼吸作用和光合作用。

在訪談中，可以發現小婷認為呼吸作用和光合作用最主要的不同是進行的時間不同，小婷認為光合作用是在早上進行，呼吸作用在晚上進行。而且小婷認為此兩種作用不能同時進行。會導致此迷思概念的主因應該是因為小婷並不了解呼吸作用的功能何在，此外在課堂中十分強調光合作用需要太陽，但呼吸作用並未在上課中強調作用時間。例如：

研究者：那你剛才說植物晚上行呼吸作用，早上它會行光合作用。……那你覺得呼吸作用與光合作用可以同時進行嗎？

小婷：應該不可以吧！

研究者：那就是說植物一定早上行光合作用，晚上行呼吸作用囉？

小婷：應該是這樣吧！

(3) 學生的概念來源，常是由日常經驗或日常學習經驗而來。

在訪談過程中，發現小婷已經不大記得老師所教的內容，或老師是否教過哪個概念，但是卻對日常所聽的錄音帶所講的話印象深刻。而此由日常生活所得來的知識並不一定與老師上課的教學相符，但是學生卻較能接受日常生活所接收到的知識，而此由日常生活所得的知識十分深刻的留在學生的記憶中，難以用傳統式教學法改變其概念。

研究者：植物也會行呼吸作用囉！

小 婷：對！

研究者：你為什麼會這樣想？

小 婷：我媽有買一種大和的錄音帶，它裡面有講這種植物的，我有聽過啊！

研究者：喔！那就是在錄音帶裡有聽到過……它(錄音帶)是直接很明確的跟你講說植物會行呼吸作用呢？還是……？

小 婷：它(錄音帶)說植物早上行光合作用，晚上行呼吸作用！

研究者：喔！錄音帶裡是這樣講的。那你們老師有提到這一點嗎？比如說植物會行呼吸作用，你們老師有提到這一點嗎？比如在教第三章或是教到目前為止有提到嗎？

小 婷：忘記了。

四、建議與結語

對於以上的分析結果，我們有一些想法及建議：

- (一) 如果想要讓學生對於生物科課程感興趣，而且容易獲得重要的概念，在課本內容的安排上，必須注意下列兩點：
 1. 課本的文字敘述不要太過艱深，盡量以學生能夠自我學習的程度去編寫教材；也避免使用太多學生沒有學過的專業術語，即使專業術語的使用可節省文字敘述上的繁雜，但若是老師對於專業術語沒有很詳盡的解釋，則學生在自行閱讀課文時，無法了解內容而降低學生對其的接受度。或者迫使學生用讀國文科的方式來學科學課程，最後只會背誦許多科學術語，卻不明瞭其涵義。
 2. 內容編排上應該避免把主要概念以許多零碎的、偏重記憶的方式呈現，使老師在教學或學生在學習時，忽略概念的建立，反而捨本逐末地死背零碎的知識。所以編寫時，應該盡量凸顯主題，明確而直接地敘述所要表達的意義，零碎的資料盡量不要加入，以免破壞整體性，使學生學習焦點模糊。而教學時，應將整個概念作一統整，使學生了解內容的整體性，及概念間的相互關聯性。
- (二) 老師在教學時，對於教材要懂得取捨及做適當的安排。國內目前在聯考制度及教科書制度，已有重大的改變，今後老師在教學時可以有較大的自由度，不必因為聯考的約束完全按照課本的內容上課；今後高中聯考取消後，教科書也即將開放，教師對教材的分析能力更顯重要，應該要考量學生的學習狀況與程度，以學生能夠接受的方式，選取主要的概念來教導學生，而不要讓學生學習瑣碎或偏重記憶的知識。整個生物科

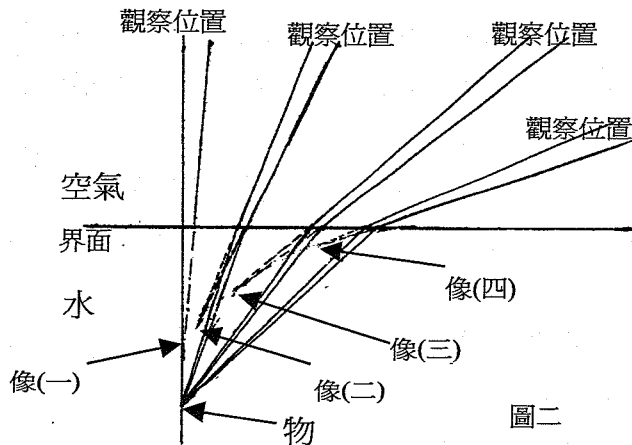
學的學習，應讓學生了解主要概念，而不是讓學生如讀國文般逐字背誦，也不是要讓學生成為賣弄名詞的鸚鵡，要讓學生了解重要概念、概念間的相互關係，而不是讓學生背誦支微末節。畢竟教學並不是要扼殺學生對自然的喜愛，而是讓學生能夠欣賞大自然，驚嘆大自然的奧妙，這才是教學的主要目的。

(三) 近年來，學者們普遍相信，學生是主動的建構知識而非被動的背誦知識。因此，在教學時，應更注重學生的先前概念、容易有的迷思概念，方能達成有效的教學。而本文提供一簡易的模式供教師們參考，如何藉由簡單的訪談來探究學生的概念。此方法並不費時，但卻能得到相當多的訊息。因此，在此建議教師們嘗試用此法探究學生的先前概念，並將結果運用於教學中。

五、參考文獻

1. Champagne, A. B., and Klopfer, L. E. (1982). A causal model of students' Achievement -- a college physics course. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 299-309.
2. Champagne, A. B., Klopfer, L. E. and Anderson, J. H. (1980). Factors influencing the learning of classical mechanics. *American Journal of Physics*, 48, 1074-1079.
3. Ericson, (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. Wittrock(ED.), *Handbook of Research on Teaching*. (3rd ed.). New York: Maemillan Publishing.
4. Gilbert, J., Osborne, R. and Fensham, P. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66. 623-633.
5. Gunstone, R. F. and White, R. T. (1981). Understanding gravity. *Science Education*, 65, 291-299.

(上接 47 頁)



圖二