

南 華 大 學

環境與藝術研究所

碩士論文

以使用管理觀點探討國小校園生態池規劃之研究

A Study on Exploring the Planning of Ecological Ponds on Elementary School
Campus by Means of the Viewpoint of Usage Management

研 究 生：林可涵

指導教授：薛方杰 博士

郭建慧 博士

中華民國 九十五年 六月 十六 日

南 華 大 學

環境與藝術研究所

碩士學位論文

以使用管理觀點探討國小校園生態池規劃之研究

研究生：林可涵

經考試合格特此證明

口試委員：何武璋

陳湘芹

鄧建慧

薛方杰

鄧建慧

指導教授：薛方杰

系主任(所長)：李吉政

口試日期：中華民國 95 年 6 月 16 日

摘要

近年來，生態與永續環境受到格外重視，生態池在此教育理念下迅速出現校園之中，為了解國民小學校園生態池型式與趨勢，必須對現況校園生態池的基礎資料進行基本勘查，探究規劃與管理兩者間相互矛盾點，及釐清不同狀況下設置生態池應考量條件與原則。

本研究運用文獻分析法、資料調查法、儀器測繪法、觀察記錄法及深入訪談法等多項調查方式與評估方法，選擇生態池設計型式不同、區位不同、教學使用兩年以上且安排人員整理之學校，因此選擇洛津、西勢、芳苑、陝西四間國小學校，分別針對學校生態池「教學使用」與「維護管理」等規劃議題進行深入調查與評估，藉由實地調查資料之綜合分析，釐清生態池使用上與管理上之需求。依據評估分析成果，提出國小校園生態池之規劃建議，以供未來學校興建規劃及現有學校維護管理參考之用。本研究重要結論如下：

1. 生態池型式上依主體樣式分為池塘式、溪流式池、綜合式；管理方式依照規劃主體性與日後水生植物管理方式分為景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型四種。
2. 區位選擇除生態性、教學性應再添加人為因素與管理方式，避免生態池遭到破壞和管理上之矛盾。
3. 校園生態池大多使用地下水源，應設置輔助用水降低水源維護管理費；水質維護上使用水生植物搭配曝氣設施，降低設備使用率減少電費支出。
4. 採用綜合式生態池有利於學校教學使用與維護管理
5. 解說牌應採用固定式及材質選擇需注意其特性與安全問題；解說內容應採用不易退色材質，並且注意教學者與學習者的使用形態
6. 透過訪談與調查生態池在教學上不易觀察到沉水性植物與水生動物，應增設陳列箱輔助學生觀察沉水植物與水生動物。

關鍵詞：國小校園、生態池、教學使用、維護管理

Abstract

The concepts of ecology and sustainable environment have been emphasized in recent few years. The ecological pond appeared on elementary schools' campus immediately under this concept of education. For understanding the style and trend of the facilities for ecological pond on elementary schools' campus, basic investigation should be conducted on the basic data of current situation of aforesaid pond. The conflict of planning and management should be studied. Considering the conditions and principle is necessary for setting up the ecological pond under different conditions.

This research employs diverse investigation methods and evaluation methods, such as literature analysis, data survey, instrumental, observation and record, detailed interviews. This research is conducted on four public primary schools, namely Lou Jin, Hsi She, Fang Yuan, San Hsi, which are characterized by different style and region of ecological pond, for teaching usage for more than two years, as well as setting persons to arrange them. Detailed investigation and assessment are conducted on the teaching usage and maintenance management of schools' ecological ponds. It is hoped that, through integrated analysis of the findings of the practical survey, needs for usage and management of ecological pond will be discovered and clarified. This research is also intended to put forth proposals about the planning of ecological ponds on elementary schools' campus, on the basis of the findings of the aforesaid assessment and analysis, to be the reference for subsequent planning of a school to be built, implementation of the construction plan as well as the school's maintenance management. Important conclusions of this research are as follows:

1. The style of ecological pond includes three kinds: pond style, stream style and multiple style. In management, that may be classified as landscape pattern, teaching material pattern, eco-facsimile pattern and eco-learning pattern.
2. In site selected, in addition to the character of ecology and teaching, the man-made factor and the method of management should be considered. That will protect the ecological pond from being destroyed as well as avoid the conflict of management.
3. Since most of underground source water has been used for ecological pond in campus, so auxiliary water should be setted up in order to reduce the maintenance management charge. Aquatic plant and facilities should be used on water quality maintenance in order to

reduce the using rate of equipment and save the electric power charge.

4. Taking a multiple ecological pond is favorable for teaching and maintenance management.
5. Illustration brand should be taken a fixed one. To select the brand material should attend it's character and safety. And the usage pattern of teacher and student should be attended.
6. The deep water plant and aquatic animal are uneasy observed in teaching through interviews and investigation. Gallery box should be setted up to help student observe them.

**Keyword: elementary schools' campus 、 ecological pond 、 teaching usage 、
maintenance management**

目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究動機	1
第二節 研究目的與內容	2
第三節 研究範圍與對象	3
第四節 研究方法	6
第五節 研究架構與流程	10
第二章 相關文獻回顧	13
第一節 相關論文研究	13
第二節 國民小學校園空間之構成	19
第三節 生態池之型式與構造	26
第三章 國小校園生態池空間落實現況調查	37
第一節 洛津國小	38
第二節 西勢國小	45
第三節 芳苑國小	52
第四節 陝西國小	59
第四章 生態池使用管理之議題綜合分析	67
第一節 生態池設置區位之評估分析	69
第二節 生態池引用水與水質之議題分析	82
第三節 生態池型式與使用管理之議題分析	93
第四節 生態池教學與解說牌之議題分析	101
第五章 結論與建議	111
第一節 研究結論	111
第二節 研究建議	116
參考文獻	119

表目錄

表 1-3-1	生態池區位調查表	6
表 2-1-1	以規劃觀點探討生態池之論文	14
表 2-1-2	以教學角度探討生態池之論文	15
表 2-1-3	以維護管理探討生態池之論文	17
表 2-2-1	九年一貫與綠色學校願景融合一覽表	21
表 2-2-2	皮亞傑的認知發展期	22
表 3-1	申請項目及數量表	37
表 3-1-1	洛津國小基本資料表	38
表 3-2-1	西勢國小基本資料表	45
表 3-3-1	芳苑國小基本資料表	52
表 3-4-1	陝西國小基本資料表	59
表 4-1-1	每生校地使用面積	69
表 4-1-2	案例學校生態池區位配置與規劃考量因素	70
表 4-1-3	區位生態性議題之狀況分析	73
表 4-1-4	區位教學性議題之狀況分析	75
表 4-1-5	案例學校生態池營造方式	79
表 4-1-6	區位較理想之營造方式	81
表 4-2-1	底層構造議題之狀況分析	85
表 4-2-2	生態池補注用水狀況說明	87
表 4-2-3	案例學校水質處理之狀況	89
表 4-3-1	生態池型式歸類表	94
表 4-3-2	生態池型式與教學議題之分析	96
表 4-4-1	解說牌材質狀況說明	108
表 4-4-2	解說內容材質選擇分析彙整表	109
表 4-4-3	解說牌固定之狀況分析	110
表 5-2-1	申請項目及數量表	117

圖目錄

圖 1-3-1	學校篩選流程圖	4
圖 1-3-2	學校地理位置圖	5
圖 1-4-1	校園生態池調查內容架構圖	8
圖 1-5-1	研究流程示意圖	11
圖 2-2-1	學校建築規劃涵義的概念模式	20
圖 2-2-2	戴爾經驗塔	24
圖 2-3-1	濃縮式水域環境示意圖	27
圖 2-3-2	各種土壤滲透性細數及是驗法	31
圖 2-3-3	黏土層間隙滲漏示意圖	33
圖 2-3-4	混凝土底材施工是意圖	33
圖 2-3-5	水生植物生態圖	35
圖 3-1-1	洛津國小校園配置圖	40
圖 3-1-2	洛津國小生態池	41
圖 3-1-3	洛津國小生態池規劃概念	41
圖 3-1-4	洛津國小生態池平面圖	42
圖 3-1-5	生態池 A-A 剖面圖	42
圖 3-1-6	洛津國小水源補充圖	43
圖 3-1-7	生態池旁修剪過後的樹木	44
圖 3-2-1	西勢國小陳列箱	46
圖 3-2-2	西勢國小校園配置圖	47
圖 3-2-3	西勢國小生態池	48
圖 3-2-4	西勢國小生態池規劃概念圖	48
圖 3-2-5	西勢國小生態池平面圖	49
圖 3-2-6	生態池 A-A 剖面圖	49
圖 3-2-7	生態池 B-B 剖面圖	50
圖 3-2-8	西勢國小水源補充圖	51
圖 3-3-1	芳苑國小校園配置圖	53
圖 3-3-2	芳苑國小生態池	54
圖 3-3-3	芳苑國小生態池規劃概念	55
圖 3-3-4	芳苑國小景觀水池	56
圖 3-3-5	芳苑國小生態池平面圖	56
圖 3-3-6	生態池剖面圖	56
圖 3-3-7	芳苑國小水源補充圖	57
圖 3-4-1	陝西國小校園配置圖	60
圖 3-4-2	陝西國小生態池	62
圖 3-4-3	芳苑國小生態池規劃概念	62

圖 3-4-4	陝西國小生態池平面圖	63
圖 3-4-5	生態池 A-A 剖面圖	63
圖 3-4-6	陝西國小水源補充圖	64
圖 4-1	生態池使用管理綜合分析架構圖	68
圖 4-1-1	教材資料庫型水生植物池	77
圖 4-2-1	濾水設備示意圖	90
圖 4-2-2	運用水生植物淨化水質示意圖	90
圖 4-2-3	運用沼澤濕生植物來淨化水質示意圖	91
圖 4-2-4	濾水性水生植物安排示意圖	91
圖 4-2-5	規劃生態池水源與水質維護圖	92
圖 4-3-1	西勢國小前一代水生植物池	93
圖 4-3-2	草港國小水生植物池	93
圖 4-3-4	建築材料隔離挺水、浮葉植物根的蔓延	99
圖 4-3-5	栽植於盆內抑制挺水、浮葉植物的蔓延	99
圖 4-3-6	抑制挺水植物及浮葉植物擴大用之擋牆	100
圖 4-3-3	綜合式生態池植栽示意圖	100
圖 4-4-1	國民小學生學習示意圖	103
圖 4-4-2	教師教學上的協助項目需求之調查	105
圖 4-4-3	解說牌過於學術性影響學習	107
圖 4-4-5	解說牌示意圖	108
圖 4-4-5	水生植物生態示意圖	107
圖 5-1-1	校園生態池區域選擇考量圖	112
圖 5-1-2	濾水性水生植物安排示意圖	113
圖 5-1-3	綜合式生態池植栽抑制示意圖	114
圖 5-1-4	西勢國小陳列箱	116

第一章 緒論

第一節 研究動機

農業的出現，帶領人類踏上「文明」之路。人類文明發展歷程，不斷攫取地球資源，破壞自然環境。根據最早書面記載，中東地區「蘇美爾文明」為最早出現的文明，蘇美爾人於兩河流域地區從事農業活動。「拉犁」、「引水灌溉工程」和「品種選擇」等農業科技，造就蘇美爾文明蓬勃發展。水利工程擴大農地開發面積，然而水中鹽份長期的累積，農地土壤含太多鹽分而不適耕作，糧食產量萎縮，導致文明的崩潰。蘇美爾地區文明消逝，並不代表人類文明的結束，人類文明轉移至其他地區，一再的興起，又不斷衰亡，生態環境面臨無止盡破壞¹。

兩次能源危機後，省能及環保意識抬頭，民間的環保團體也應運而生，相關環境保護活動也時有所聞。為了響應環保，政府機關亦已開始重視與環境相關課題，並加速制定與修改相關環境保護法令，訂定了許多環保標章，並鼓勵業界朝省資源、省能源、低污染之綠建築方向發展。

政府深知教育乃建國之根本，台灣由農業社會轉型為工業社會，依靠的不但是政府不斷推動經濟建設，基礎教育其實是培育青年學子投入這整個戰鬥體系的動力，人的問題比任何都重要，重視人才的培養、訓練和任用，使人力發展和國家建設密切契合，各項建設才能順利進行。隨著時代的改變，國家發展到達一定程度，所該意識到的問題不再只是經濟發展，民生富裕背後帶來的是對自然無止盡破壞，各縣市垃圾大戰、山區土石流危機、沿海民眾飽受海水倒灌等等問題，教育不能專為培養科技人才，更該灌輸國民重視與了解環境生態，使之尊敬自然愛護自然。

時代環境變遷，教育因經濟、政治與社會需求丕變而不斷改良，過去教師單一課本制式教學，如今多版本教科書活化課程選擇，建立學習者多元價值觀及文化認知。多元化學習內容必須搭配多元學習空間，融入多元活潑教材提高教學品質，帶入戶外教學課程使學習生活化，知識建構是由點而面、由簡入難逐步學習，空間身體感官的目的在於對環境多一份感知，進而引發學習者關懷周遭事物的轉變，誘發學習興趣加深學習效能，之所以人們塑造環境，環境也改造空間使用者，新式學校設計理念油然而生。因此民國九十二年教育部編定的國民小學設

¹ 鄭先祐，1994，人類生態與社會文明，幼獅文化事業公司，頁 79

備基準中，就編列了校園內綠地、庭園、步道用地約占十分之四，學校空間整體規劃活動性質可區分為動態區、靜態區、中性區、文化活動區及生態教育區。

隨著教育當局重視環境教育之時，國民小學校園生態與永續環境受到格外重視，綠學校網路計劃及永續校園改造方案，再再表現出環境改造的成效。從王珮蓮(2000)²普查台北市所有國民小學，受測學校已有 63.3%設置生態池，由此可見生態池已經普遍出現於校園環境，為了解國民小學校園生態池設施型式與趨勢，必須對校園生態池現況的基礎資料進行基本勘查，以便了解教育者與設計者刻意營造校園情境教育時，空間改造的設計理念與實質環境是否有了落差，理想與現實間相互磨合有待空間研究者進一步分析探討，彙整空間設計的成效。

本研究基於過去少有研究者具體的將生態池「維護管理」一併納入考量，大部分都是單獨討論生態池教學模組與生態池之規劃設計，甚至連維護管理部分都被輕描淡寫草草帶過，常常只是被視為綠建築指標的一環。學校空間所重視的是教育傳承，環境融入生態建設固然具有教育意義，但人為營造出的自然生態體系畢竟是工程操作手法，欠缺是一股自然界生生不息的動力，人造環境無法新陳代謝就必須使用人力資源維護整理，而不是一味探討校園環境是否達到綠建築指標為基礎。本研究跳脫以往研究多著重於生態池之「規劃設計」與「教學模組」，鮮少以「使用管理」的角度探究生態池的「規劃」，明瞭管理者面臨維護的爭議點，提升生態池之空間使用的延續性，降低學校不必要的額外負擔。

第二節 研究目的與內容

民必先富而後教治，必先足食而後足兵；過去台灣為了使經濟起飛，做了許多破壞自然的政策，以自然資源換取民生富裕，今日政府就應當承擔起教育的責任，尤其環境生態保育觀念必須從教育體系著手才能真正落實。開放式教育所訴求的學習場所以原來教室內延伸至教室外的校園空間，塑造生態環境的校園應該是應地制宜、有組織、有計畫地規劃出校園中適合發展生態教學的區位，在不受人為干擾的狀況下做適度的保護及搭配動線串連，已成為天然的學習教室³，生態池正是在此一風潮下出現在各個校園之中。

校園建築革新不僅是硬體設備，更須配合軟體資訊，尤其是人的觀念。建築革新、人在空間落實的觀念也要轉換，培養師資課程與教師在職進修，應當要有談論環境教育與週遭維護的管道，讓校長與老師了解設備維護與環境教育的議

² 王珮蓮，2000，國小環境教育檢核表之探討，台北市立師範學院學報 31 期，頁 329

³ 李怡慧，2001，生態工程應用於校園水域設施之研究—以台北市國民小學為例，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，頁 1~3

題，提供如何經營管理校園設施的建議。由王珮蓮(1999)⁴全國國小生態教學資源現況之探討顯示，在國小生態教學資源中最迫切需要的是提供相關資訊占 28%，其次經營管理占 18.7%，大多數學校還是想做好生態教學，但不知如何做，再則為經營管理也是延續教學的重要因素。本研究以生態池使用管理為議題做實地的調查與紀錄，呈現生態池實際空間使用狀況，進一步探究生態池之主體結構規劃設計與使用需求兩者矛盾之處，依循生態池經營管理觀點詳加分析及探討，提供往後學校興建生態池及現有學校經營維護上之參考。綜合以上內容，本研究之目的可歸納下列幾點：

1. 發掘國小校園生態池規劃過程，以及實質空間生態池之使用維護狀況，反應學校使用者的需求，探究規劃與管理兩者間相互矛盾點。
2. 整合既有校園設計理論與生態池設計觀念及技術，對不同區位與環境條件之學校進行評估，釐清不同狀況下設置生態池應考量條件與原則。
3. 依據實地取得評估資料，以使用管理角度探討生態池設計之缺失，並對生態池之相關設備配置議題進行彙整與分析。
4. 藉由研究分析成果，提出針對國小校園生態池設計、管理與維護的規劃原則及建議，提供未來學校規劃生態池之操作建議，及現有學校管理維護上之參考憑據。

第三節 研究範圍與對象

教育理念的改變，校園建設形式與機能也跟著演變，教育就是凡進入校門，一切就都變的有意義了，教學空間配置須以學生為主體，以累積生活經驗為重心，培養所需具備的基本能力。空間情境的感受學習，自然環境的造化往往是最直接有力，綠色校園創意來自於此，藉由自然情境明瞭自然界奧秘與偉大，觸使學校教育從教室課程延伸至校園環境，學習無時無刻充斥整個校園空間。

基於對現階段學校生態池「教學使用」與「維護管理」現況做了解與調查，同時為了檢驗學校在規劃上是否對使用者與管理者的影響，本研究以「使用管理」的觀點探究生態池的規劃缺失，發掘使用者於空間運用上之影響。由於本研究探討著重於生態池主體結構與周邊設施的評估，因此排除學校人事編列上的分析與探討。

選擇此四間小學為案例之理由有下列幾點：

⁴ 王珮蓮，1999，全國國小生態教學資源現況之探討，台北市立師範學院學報 30 期，頁 329

1. 學校接受研究之意願

本研究以觀察記錄法與深入訪談為主要調查方法，研究者必須長時間於研究場域中觀察使用者使用模式，並且與校方行政人員與教學人進行深入訪談，由於這兩種研究方法佔用學校人員較長時間，需顧及學校意願配合本研究調查。

2. 時間與人力條件之限制

考量台灣教學體制國中以上升學主義掛帥，升學課程配合問題，推動環境教育相對於國民小學為數較少，環境設施不比國小校園來的生動活潑，況且年紀較小之國小學童環境敏感度較高，對於週遭空間的好奇與探索值得進一步研究，故選擇國小為主要研究對象，在考慮到研究之可及性區位與深渡等條件後則以彰化縣為地域選擇範疇。

3. 教學使用兩年以上且安排人員管理

上網擷取縣內各國民小學校園設施配置，進而採取電話直接訪問，取得學校共識約定時間拜訪，實地了解該校生態池於空間使用與功能性上的扮演角色，以便架構研究探討項目。歷經多間學校訪談、資料彙整，交叉比對各學校規劃、使用、管理上的差異性，選擇出校園生態池設計模式不同、教學使用兩年以上並且有定時安排人員整理生態池之學校，因此以洛津、西勢、陝西、芳苑四間國民小學為調查對象，篩選學校程序如下圖 1-3-1，地理位置如圖 1-3-2。

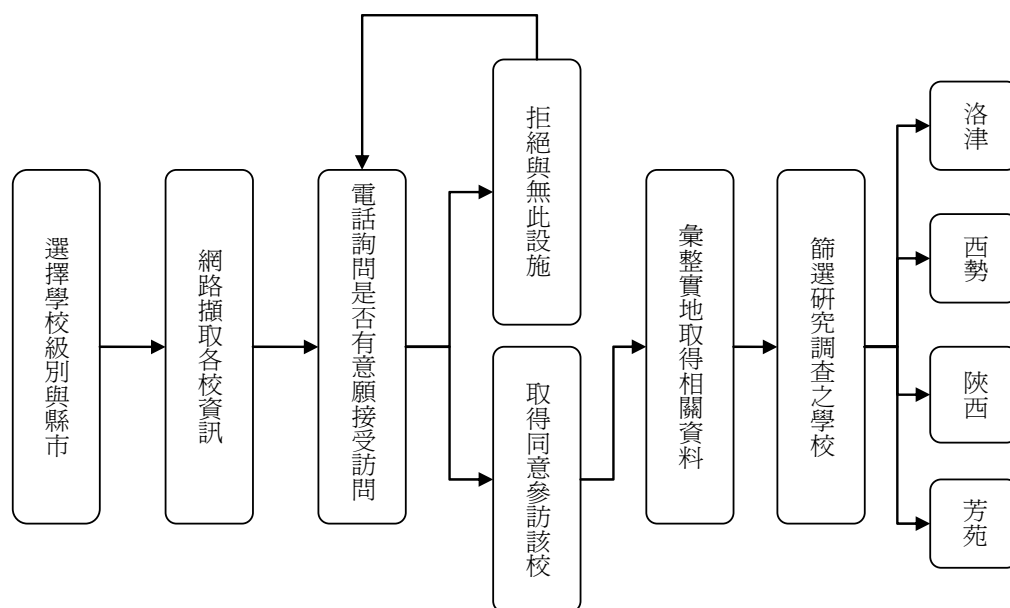


圖 1-3-1 學校篩選流程圖

資料來源：本研究整理

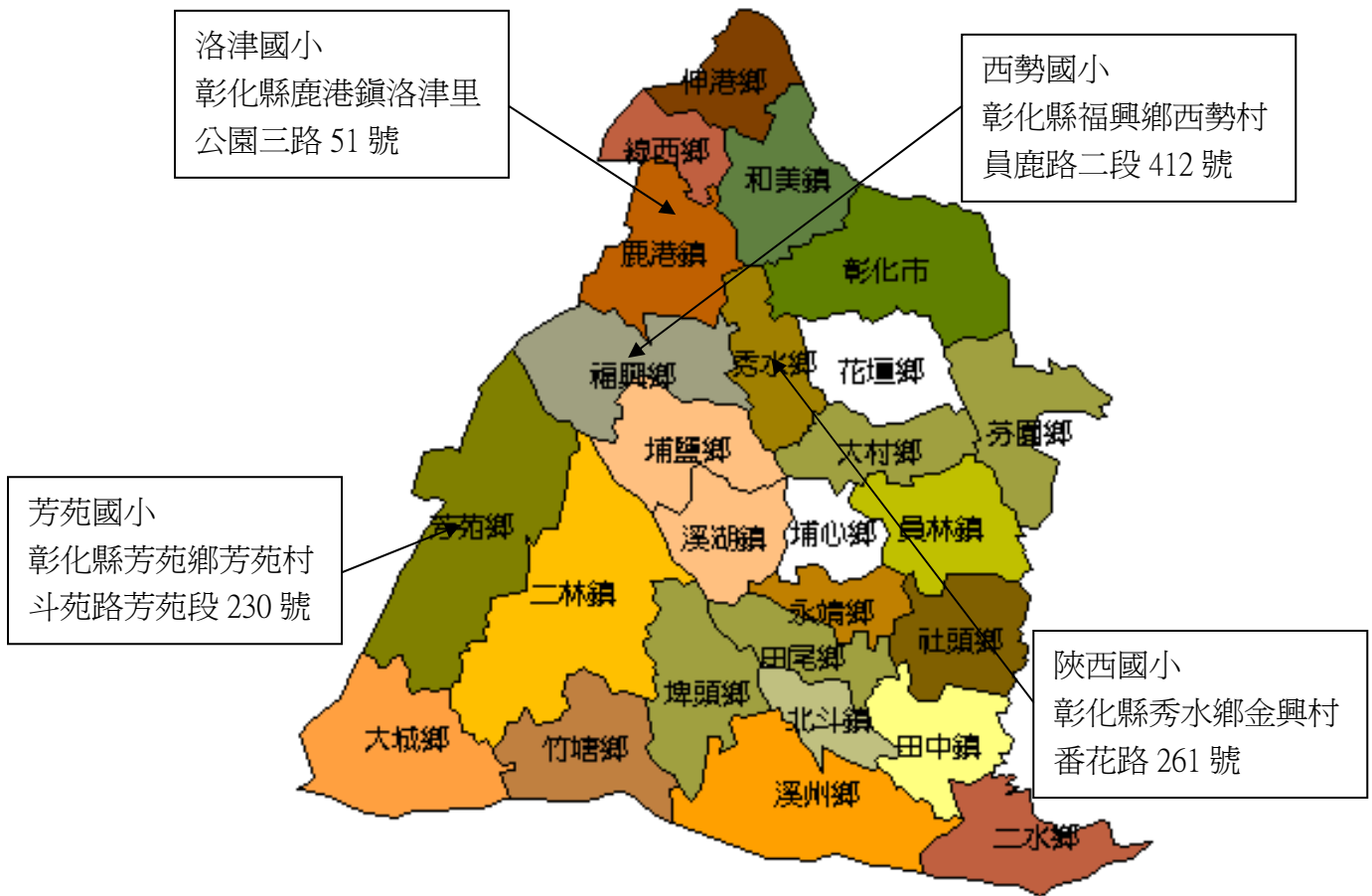


圖 1-3-2 學校地理位置圖

資料來源：本研究整理

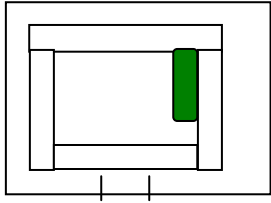
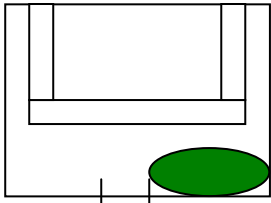
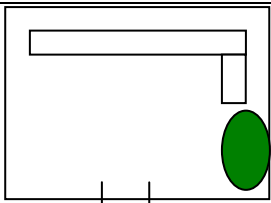
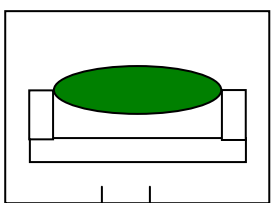
4. 選擇不同區位生態池之學校

校園設施並不同於公園，校園內之環境設施皆是教學之材料，每一建設都以教學為出發點，達到學童學習之優良品質，優質空間則為學校規劃之基本範疇。校園規劃融入「濃縮環境」，在有限的綠地面積內蘊育多種而且多量之生態資源，本是為方便教師上課教材之應用，但校園於有限空地塑造之人為自然環境，並無法達到真正生態，經營管理頗需人為照料，稍加不注意生態園區在物種自然淘汰下，多元環境變為一元化甚至依片荒蕪。

有鑑於生態池建築型式各有差異，故選擇四間學校生態池座落於不同區位、不同營造型式，是希望能夠從坐落區位與週遭環境類型中，整理出生態池的機能考量與型式決定要素，將其所遇教學、經營、管理之困難相做結合，比較其中之優缺點、差異性，交叉比對四個案例學校實施辦法試圖尋求符合生態池良好

管理維護之規劃參考建議。經過實地調查，本研究案例學校生態池設置區位分別於中庭、前庭入口處、邊陲角落及校園中央不同區位。其分布原因與考量因素整理於下表 1-3-1：

表 1-3-1 生態池區位調查表

學校	區位	分佈原因	區位配置示意圖
洛津國小	中庭	搭配學校原有中庭花圃，建構具有人文氣息及附有教學生態池，傳承在地文化。	
西勢國小	前庭入口	校地面積較為狹小，前庭入口本為封閉草地，空間再利用設置教學生態池。	
芳苑國小	邊陲角落	配合原有設置景觀池，兩者水源互通，營造不同生態之教學模式。	
陝西國小	校園中央	利用操場與教學大樓中間地帶，改造先前庭園景觀，搭配柔和水域串連整個區塊。	

資料來源：本研究整理

第四節 研究方法

由於過去研究都將校園生態池集中「生態工法」與「校園環境教育」的討論，少有人能以「使用管理」觀點論述，探究如何規劃出符合永續校園教學環境，應用校園環境支援教師教學必能事半功倍，假如環境無法持續維持只不過是曇花一現，環境教育只能是空談。談到生態池永續經營，必需先明瞭現今維護管理上問題爭議點，教育資源落實於空間應用，重點不在於現階段校園建設內有無此設施，而是設施規劃使用過後，校方如何持續經營管理延續生態池發揮其功能性上的扮演。針對篩選的四間學校進行調查工作，為理解各間學校生態池設施規劃趨

勢、現實使用狀況與管理模式，透過初步訪談資料與文獻回顧做為藍本，採用調查方法大致分為「文獻分析法」、「資料調查法」、「儀器測量法」、「觀察紀錄法」及「深入訪談」，以下逐一說明本研究運用之研究方法。

一、文獻分析法

文獻回顧目的在於了解曾經研究過的領域與相關研究課題，對於研究相關理論的文獻、評估方法做回顧、做整理分析，了解此一議題研究或探討的程度以及理論觀點，統合目前各領域之相關設計技術與規範，澄清觀念及做法上的盲點，以應用於進一步研究基礎，藉此方法，對研究主題之思考架構與批判有所依據。

二、資料調查法

簡易來講是建立對學校生態池設施設計規劃、教學補充之基礎資料，做為本文各項研究基本架構，且方便日後提出意見時，參考者能清楚明瞭各校園規劃的時空背景、教學應用模式，解決現有生態池面臨之窘境並進一步提出改善辦法。根據圖 1-4-1 擬定整體的調查項目如下：

1. 學校基本資料：班級數、學生數、校地面積、興建年代、坐落區位，對案例學校有詳盡、完整的了解，以作日後資料討論的基礎。
2. 生態池規劃設計：蒐集生態池設置時間、如何選定座落區位、採取參與式設計或外包廠商自行施工，及生態池營造型式(河流式、池塘式、綜合式)，清楚校方如何預期生態池使用功能，設計者規劃之預定目標，做為整體比對。
3. 教學使用方面：調查教師教學相關課程是否使用生態池，使用方式如何搭配課程應用教學，以生態池教學模組支援教學學生學習成效如何，生態池對於學生又是扮演何種角色，配合教學上設備又有何須加強部份，其目的在於了解規劃預期是否與使用需求一致。
4. 維護管理方面：維護管理相關資訊是以總務處人員、生態池管理人員與校長訪談取得，從維護管理能觀察出學校管理概念與重視程度。

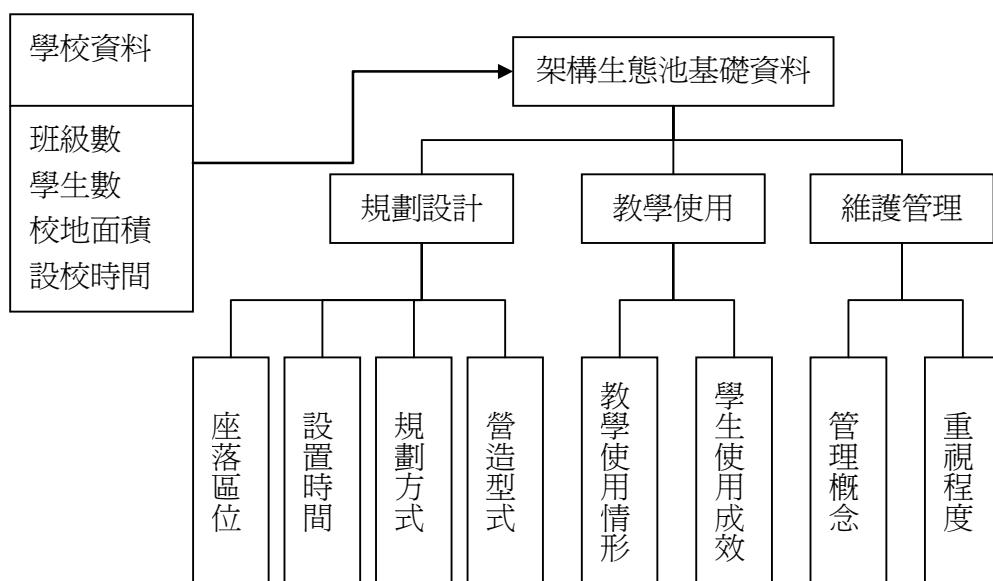


圖 1-4-1 校園生態池調查內容架構圖

資料來源：本研究整理

三、儀器測繪法

由於調查所選之學校，有些學校興建校園水池年代較久遠，校方沒有保留當時生態池建築平面圖及設計相關圖說，或是校方從過去現有水池不斷修建、改建成現階段的型式，與設計圖說有所出入，無法有效模擬生態池目前所呈現的建築樣式。本研究以捲尺作為測量工具，實地取得生態池實際尺寸，經過訪談中整理出建築方式與材料，利用製圖軟體繪製生態池簡圖或示意圖，輔助日後資料呈現與分析時架構基礎資料。

四、觀察記錄法

依照本研究性質，屬觀察記錄法中之自然觀察法，即研究者在不干擾空間原本使用模式，在自然狀態下觀察研究對象空間實踐方法，其最大的優點可以實地觀察到現象或事件的發生，根據使用行為與觀察現象了解生態池於實際空間發展趨勢。校園生態池屬於開放性空間，下課與放學時間不乏有學生在週遭活動、嬉戲，空間設施加入人為活動產生之特殊效應，是本研究最能直接了解空間學習者的形態，利用觀察教學者與學習者在生態池使用過程，發現生態池的區位、型態與周邊設施在使用上是否符合需求，進一步的分析探討，讓空間規劃者能重視使用者行為活動，發揮設備生態池預期性效能。

五、深入訪談法

空間是人與環境、環境與人的互動關係；空間設施的建構由規劃者與設計者預期目標構思而成，然而空間日後呈現模式卻是使用者身體力行軌跡所創造，空間設計者與使用者之間往往出現一道鴻溝，無法發揮設備實質上的效能。訪談校園規劃者—校長或參與人事，是本研究取得學校當初規劃設計構想資料的重要方法，藉由訪談過程，清晰整間學校設計原始構想，進而求證生態池出現之契機，並且釐清生態池構築模式。訪談生態池使用者—教師與學生對空間設施的感知；訪談生態池管理維護單位，整理出管理者對經營生態池的看法，提供生態池往後設計規劃上的建議。訪談資料取得主要是求證下列幾項目的：

1. 經由談話途徑來還原當時設計構想的產生過程與原意，以及規劃設計採取何種方式，完工後所產生的問題等相關資料；藉由資料了解前因後果，抽絲剝繭找出問題爭議點。
2. 藉由與校長與學校人員(行政人員與老師)面對面交談的機會，親身體驗校園空間感受，藉機發現生態池規劃使用與維護管理的細部問題，提供資料彙整時進一步探討。
3. 半結構式訪談，訪談空閒時間抽空到該校生態池旁，觀察該校學生接近生態池活之動項目，甚至接近學生詢問其觀察成果及以何種方式學習生態池相關資訊。

本研究之訪談分為初步訪談與深入訪談；初步進入校園觀察訪問校園生態池規劃方式與空間應用模式，確定研究內容及目標選定研究案例學校，進行深入訪談資料整理。深入訪談前是先將訪談主題確立，依循各間學校生態池教學使用方式之特色、維護管理之方式設計訪談內容，因此針對四間案例學校規劃人員與使用者訪談內容不盡相同，但為了研究者事後能夠互相比對探討，設定一些必定訪問項目明確本研究指標，加強訪談之信度與效度。

第五節 研究架構與流程

本研究之流程如圖 1-5-1 所示，全文將分爲五章，以下將各章之內容依序做簡要說明：

第一章 緒論

說明本研究之背景與動機、研究目的與內容、研究範圍與對象、以及本研究所採取的研究方法，並擬定出具體流程，作爲本研究整體執行之架構與依據。

第二章 文獻回顧

本章節將分三部份加以彙整，依序針對過去相關研究論文、國小校園空間構成以及國小校園生態池規劃方法，進行文獻綜合回顧。整理有關國小校園生態池之相關論文研究，建立有關於校園生態池的檔案資料，以便延續過去研究者之研究議題，突顯本研究的重要性；針對校園構成相關理論，確立生態池於國小空間的存在性；彙整校園生態池規劃方法，以作爲後續探討國小校園生態池用後評估之基礎。

第三章 國小校園生態池空間落實現況調查

本研究所選取的校園生態池均具有不同規劃考量，並且呈現不同的生態池營造方式，本章節中分別說明本研究選取之四所案例學校相關基本資料、生態池規劃設計考量原則、維護管理方法與相關圖面，釐清各學校生態池使用狀況與管理維護之問題。案例學校資料之匯整除了提供下一階段綜合討論的基礎外，更可提供外界作爲觀摩學習之用。

第四章 綜合分析

本章將綜合前述章節所整理的四間案例學校之基礎資料，以使用管理觀點進行探討國小校園生態池之規劃設計，發覺及歸納各生態池所發生的問題與現象，提出具體建議以提供學校規劃設計及管理維護之參考。

第五章 結論與建議

總結本研究上述各章節之研究成果，結合不同校園生態池規劃特色、管理辦法之分析探討，提出本研究之結論與建議。

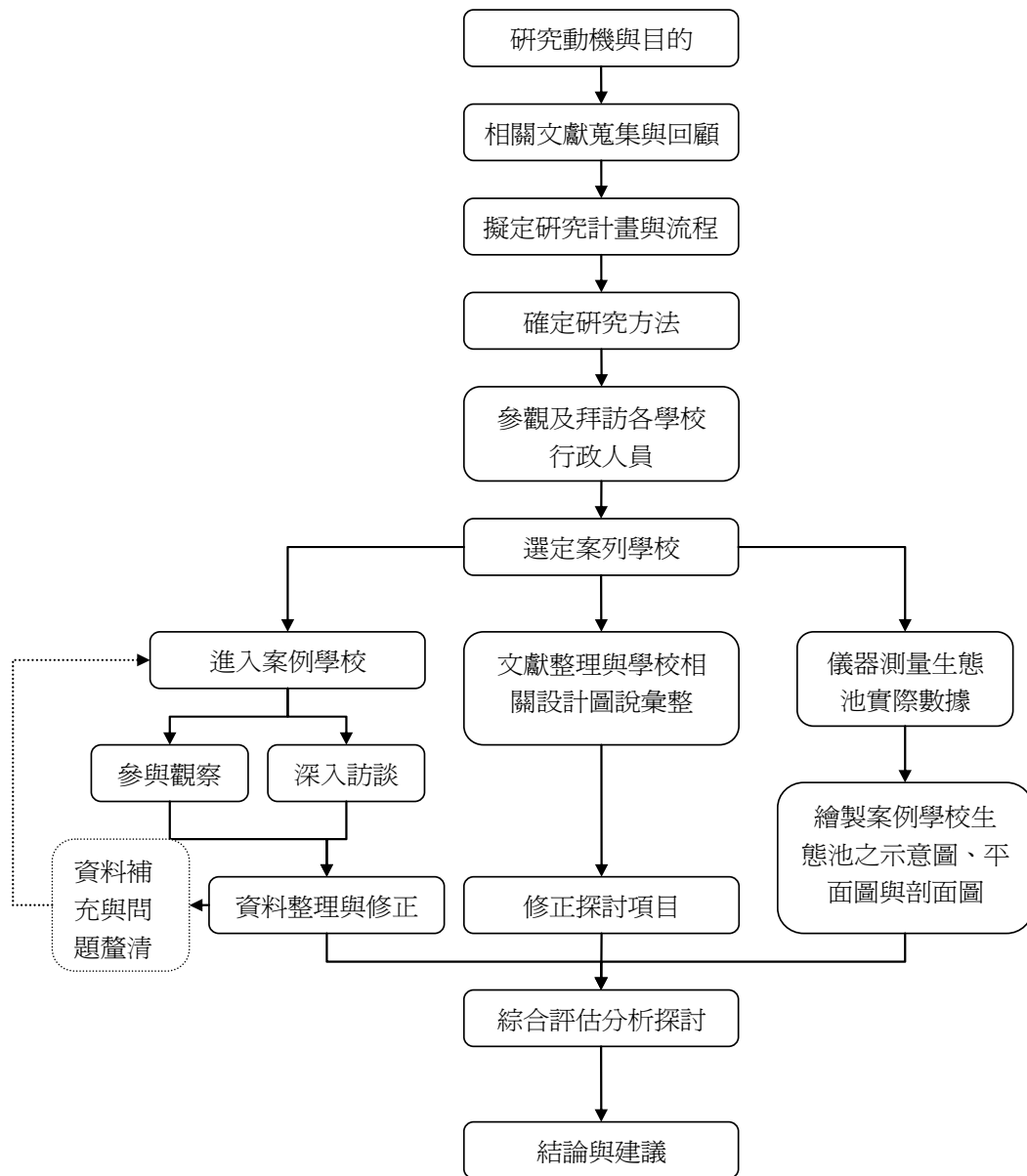


圖 1-5-1 研究流程示意圖

資料來源：本研究整理

第二章 相關文獻回顧

在本章中主要搜集校園生態池相關論文做統合整理，並針對校園建築相關教育理念、學校生態池規劃設計原則與內容，進行回顧與探討。整理有關校園生態池之相關論文研究，建立校園生態池的檔案資料，以便延續過去研究者之研究議題，突顯本研究的重要性；針對校園構成相關理論，強調生態池於國小空間的存在性；彙整校園生態池規劃方法，以作為後續探討國小校園生態池用後評估之基礎。

第一節 相關論文研究

教育政策不斷推陳出新，開放教育、協同教學、九年一貫等教育理念，分階段性的落實於校園學習空間。九年一貫課程實施，強調協同教學與統整課程的學習，學習空間突破刻板式室內黑板教學，擴展到開放式、戶外室的學習空間，誘發學生在不同情境、不同空間，有更豐富的身體經驗，觸發自身學習興趣。國民小學課程教育中，不論國語文、自然科學、社會課程，課文中不斷提到關於環境的敘述，為加強學生對環境與生態的認知，並有鑒於圖片、多媒體教學不如實物的效果，諸多學校紛紛設立生態景觀水池以利教師教學，增加學生觀察機會，教學更具體、更生活化。

近年來，生態與永續環境受到格外重視，生態池在此教育理念下迅速出現校園之中，為了解國民小學校園生態池設施形式與趨勢，必須對現況校園生態池的相關論文研究作基礎統合整理，架構研究方向。本文回顧重點分為三方面，第一，以規劃觀點探討生態池之研究；第二，以使用教學角度探討生態池之論文；第三，以維護管理觀點探討生態池之研究。

一、以規劃觀點探討生態池之研究

本研究將生態池相關之研究，依照其內容與性質，以生態工法與綠建築標準作為評估分析之論文，歸類為以規劃觀點探討生態池之研究。以下採用表格方式，依照研究者姓名、學年度、學校系所、論文題目、論文摘要與指導教授做分類整理。整理如表 2-1-1：

表 2-1-1 以規劃觀點探討生態池之論文

編號	研究生姓名 學年度	論文題目	論文摘要	指導教授	學校系所
1	張謙方 84 學年度	福山植物園水生植物池共棲蛙種間資源分配之研究	在臺灣省林業試驗所福山分所水生植物池內共域蛙種進行群聚長期變動及資源分配的研究調查，以估算出各蛙種對不同資源之生態棲位寬度，及蛙種間對環境資源利用之重疊度，並探討共棲蛙種間資源分配的策略。	呂光洋	台灣師範大學 生物學系 碩士班
2	吳宗憲 89 學年度	生態教育園棲地規劃設計之研究—以台灣低海拔西南氣候區為例	以普通生態學及景觀生態學的學理為基礎，研究生態教育園棲地營造時在規劃及設計上的流程及方法。並透過台灣生態教育園調查分析，了解目前生態教育園的棲地模式，作為棲地空間規劃設計的參考。	凌德麟	台灣大學 園藝學研究所 碩士班
3	李怡慧 89 學年度	生態工程應用於校園水域設施之研究—以台北市國民小學為例	藉由相關文獻與案例探討，了解現階段生態工程實施原則與做法。再對現況校園水域設施進行深入調查，分析普遍之生態環境構成，透過濃縮式生態自然環境組成要素分析，提供已有水域設施學校改善的依循及新建學校實做上參考。	黃世孟	台灣大學 土木工程所 碩士班
4	陳衍派 91 學年度	生態池規劃方法之研究—以屏東建功森林親水公園為例	探討生態池規劃設計之模擬，應用水文模式系統(HEC-HMS)進行模擬，主要以降雨頻率分析及區域設計雨型之概念，配合 SCS CN 與 SCS UH 法計算降雨損失及逕流估計，在分析生態池之滯洪效益。	李錦育	屏東科技大學 水土保持系 碩士班
5	何晨瑛 92 學年度	台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究	實地探訪國內通過教育部綠色學校認證之小學，透過詳實的調查實測與訪談記錄，整合既有環境設計理論與技術，探討校園環境生態之設計方向與評估方式。	林憲德	成功大學 建築學系 碩士班

6	蔡雅慧 92 學年度	生態工法應用於永續校園水域棲境構築之規劃探討—以屏東科技大學為例	以系統規劃法為研究主軸，依循永續校園發展目標的引導，參酌國內水域棲境構築成功案例的共同模式，彙整龐雜的基地及區域環境基礎資料，採因地制宜的原則進行水域濕地的整理規劃建議。	丁澈士	屏東科技大學 土木工程系 碩士班
7	陳治勛 93 學年度	濕地水文系統之研究—以屏東科技大學生態池為例	探討屏東科技大學後山生態池的特性，利用水收支平衡方程式了解其水文狀況，突出水量管理上之建議。	丁澈士	屏東科技大學 土木工程系 碩士班
8	楊麗敏 93 學年度	校園生態池規劃設計與其棲息地生態系統調查評估	以都市中的校園為主軸，透過監測方式觀察校園生態系統對其週遭環境之自然物種及其遷徙路徑之影響，分析小型棲地的自然價值。	陳偉堯	台北科技大學 土木與防災所 碩士班

資料來源：本研究整理

二、以使用教學角度探討生態池之研究

本研究將生態池相關之研究，依照其內容與性質，以教學理論與製作教學模組作為評估分析之論文，歸類為以使用教學角度探討生態池之研究。以下採用表格方式，依照研究者姓名、學年度、學校系所、論文題目、論文摘要與指導教授做分類整理。整理如表 2-1-2：

表 2-1-2 以教學角度探討生態池之論文

編號	研究生姓名 學年度	論文題目	論文摘要	指導教授	學校系所
1	董志峰 89 學年度	國小生態教材園經營與教學實務之研究	探討國小生態教材園的教育功能、如何管理與實施教學，以供未來設置、利用與管理生態教材園之參考。透過實際的教學活動設計與教學，對生態教材園有更進一步的認識。	莊奇勳	嘉義大學 國民教育所 碩士班
2	林秀滿 90 學年度	水生教材園的經營與教學設計之行動研究	探討教師在教學運用上的需求與經營上的意見；以教學設計實做，研究學生在校園水生植物教學上的學習成效。	盧秀琴	台北師範學院 數理教育所 碩士班

3	林政仁 90 學年度	生態教材園 模組發展及 教學實務探 究	以一所有豐富生態教材資源之小學，與該校老師發展環境教育教學模組；模組設計完後，利用該校兩班六年級進行教學實施。	熊召弟	台北師範學院 數理教育所 碩士班
4	鄭傳榮 92 學年度	由經營國小 生態教材園 融入自然與 生活科技學 習領域教學 之研究	探索經營生態教材園及利用其教學過程，在經營和教學過程所遭遇的情境，提出解決之道。	杜明進	新竹師範學院 進修部數理所 碩士班
5	林慧容 93 學年度	生物多樣性 主題融入戶 外教學之研 究—以台大 農場水生池 及傳園為例	將生物多樣性主題融入國小五年級自然與生活科技形形色色的生物單元，進行台大農場水生池及傳園戶外教學活動，探究學生的學習成效及自然保育態度之轉變。	盧秀琴	台北師範學院 自然教育所 碩士班
6	陳東漢 93 學年度	中部地區國 小校園環境 學習佈道的 規劃與硬用 之研究	探討中部地區國小校園環境學習步道的規劃現況及應用情形，並提出適當的學習步道規劃、設計與教學活動之作法。	林明瑞	台中師範學院 環境教育所 碩士班
7	黃瑞銘 94 學年度	國小高年級 學童水生植 物概念之研 究	了解國小各種背景下的高年級學童對水生植物概念的表現是否差異，探討學童水生植物概念的表現情形與形成另有概念之原因。	陳麗文	台中教育大學 自然教育系 碩士班

資料來源：本研究整理

三、以維護管理觀點探討生態池之研究

本研究將生態池相關之研究，依照其內容與性質，以維護管理與使用後觀點作為評估分析之論文，歸類為以維護管理觀點探討生態池之研究。以下採用表格方式，依照研究者姓名、學年度、學校系所、論文題目、論文摘要與指導教授做分類整理。整理如表 2-1-3：

表 2-1-3 以維護管理探討生態池之論文

編號	研究生姓名 學年度	論文題目	論文摘要	指導教授	學校系所
1	李蕙宇 89 學年度	生態園之水棲生物棲地營造	主要是對於現有生態園中水棲生物棲地做調查，並將結果加以分析整理，提出現有生態園所面臨的課題。個案研究則以士林官邸生態水池為案例，提出生態教育園內水棲生物棲地營造之建議與維護管理準則。	蔡厚男	台灣大學園藝所碩士班
2	張蕙莉 91 學年度	小學校園水生池現況及其課題探索之研究	利用實地的訪談及觀察的方式，了解小學校園水生池的現況及在建置管理及教學上所遇到的一些問題，找出這些現況及問題，與相關思潮間的一些關係與對話。	王順美	台灣師範大學環境教育所碩士班
3	林楠凱 92 學年度	學校水池生命週期成本(LCC)之研究—以台中市國小為例	藉由實地調查法對各國小水池做調查與記錄，並以訪談法來瞭解設計人員與維護管理者之建造工法、維護管理方式及使用後評估，再以歸納法進行分類後針對不同類型的水池作生命週期成本(LCC)計算。	張莉欣	朝陽科技大學建都所碩士班
4	林鎔岷 93 學年度	台灣農村庭園水池生態環境改善之研究—以宜蘭縣員山鄉休閒農業區為例	選取七個庭園水池案例，調查水文規劃、池體營造及生物狀況三方面，了解現今農村庭園水池現況。並以台灣大學綠房子生態池進行實利營造作業，提出改善建議。	韓選棠	台灣大學生物環境所碩士班
5	陳智帆 93 學年度	永續校園生態景觀池之規劃設計課題探討—以 92 年度申請永續校園局部改造計畫南區國民小學為例	探討永續校園思潮為校園生態景觀池帶來的影響，調查與分析校園改造內容、目前使用狀況與課題，並建構永續校園生態景觀池之規劃設計原則。	黃世孟	高雄大學都市與建築所碩士班

6	蔡宜君 93 學年度	大台北地區 校園水生池 經營管理研 究	本研究針對大台北地區校園水生池的經營管理進行探討，研究方法採質量並重，研究過程為先收集整理相關文獻，作為論文研究架構之依據，以及了解水生池設立過程及規劃情形，並提出經營管理建議。	陳建志	台北師範學院 環境教育所 碩士班
---	---------------	------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	-----	------------------------

資料來源：本研究整理

由以上校園生態池的相關論文研究中可以發現，有關於生態池規劃、配合教學與用後評估的研究已逐年增加，顯示目前國內學界與教育界對於校園環境教育與相關設施規劃使用已相當重視。學校空間之塑成是為求教育傳承，學生從學校安排課程、環境知覺累積經驗，學習日後解決問題的能力，校園環境構成是為教育、為了學習，每一角落充滿教學氛圍，營造學生求知的場所。

然而空間之形成必有其場域需求，依照此需求架構空間物質的排序，為觸使空間使用功能可以永久延續，應依其形成的紋理與脈絡加以管理維護。在以上論文分類上，從規劃觀點探討生態池之論文，由於採用生態工法與綠建築的評估方法，將生態池過於抽離現實狀況，太過強調生態特性，較無法去融入校園的教學使用與管理；使用管理之論文寫作，則是解決了生態池除了生態特性外，更添加校園空間教學使用的需求，但是在教學使用探討過程，忽略了維護管理，使用材料有時都造成日後的困擾；而維護管理之論文探討，太過於偏重於現況的呈現，對於具體維護管理之方式，則只停留在提出方案，並有太多規劃上明確的建議。

本研究在已建立的研究研究基礎上，綜合學生學習與教師教學需求，及校園生態池管理者之課題，以結合「教學使用」與「維護管理」的「使用管理」觀點，重新審視生態池規劃上之缺失，提出適合國小校園教學使用與維護管理之規劃。

第二節 國民小學校園空間之構成

本節章節中，將回顧有關學校建築的將關資料，以了解我國教育的發展現況與理念。並且彙整校環境構成之相關理論，突顯出學校建築對於學生學習與教師教學的相關性，以作為本研究後續調查分析之基礎。

一、 學校空間之定義

橘生淮南則為橘，生於淮北則為枳，葉徒相似，其實位不相同。所以然者何？水土易也。」〈晏子·春秋〉

「蓬生麻中，不扶而直；白沙在涅，與之俱黑。蘭槐之根是為芷，其漸之滌，君子不近，庶人不服。其質非不美也，所漸者然也。」〈荀子·勸學篇〉

環境對居於其間的人們，具有直接間接的影響為不爭之事實，「孟母三遷」的故事即最佳之證明；而「橘生於淮北則為枳」和「蓬生麻中，不扶而直；白沙在涅，與之俱黑」，亦說明了環境與行為在互動間的影響關係。

英國首相邱吉爾(W. S. Churchill)的名言「我們先塑造了建築，然後建築塑造我們」(We shape our buildings; thereafter they shape us.)說明學校建築環境對學生的行為必然會造成影響。學校是學習求知的場所，亦是作育英才、培養人才的教學地方，學校為滿足學習求知和作育英才的條件，因此其空間環境就必須考慮及教師教學、學生學習和相關人員作業的活動需求，此時學校建築便應用而生¹。

學校建築規劃(the school building planning)的涵義可從三方面加以分析：首先，在規劃的內涵上，由上述學校建築的定義可以了解，學校建築規畫係以校地的運用、校舍的設計、校園的規劃、運動場的配置及其附屬設施的設置等主要為範圍。其次，在規劃基礎上，從教育理念來看，這些教學活動場所應符合教育目標、教學方法和課程設計的需求；從學校環境來看，這些教學活動場所應融合學校的自然環境、社會環境和物質環境的脈動；從建築條件來看，這些教學活動場所應配合建築法規、建築技術和建築材料之規定。第三，在規劃的向度上，人、空間、時間和經費是學校建築規劃的基本要素(圖 2-2-1)。

¹ 陳錦賜，2003，論三體環境共生學校建之可持續發展觀，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會，頁 1

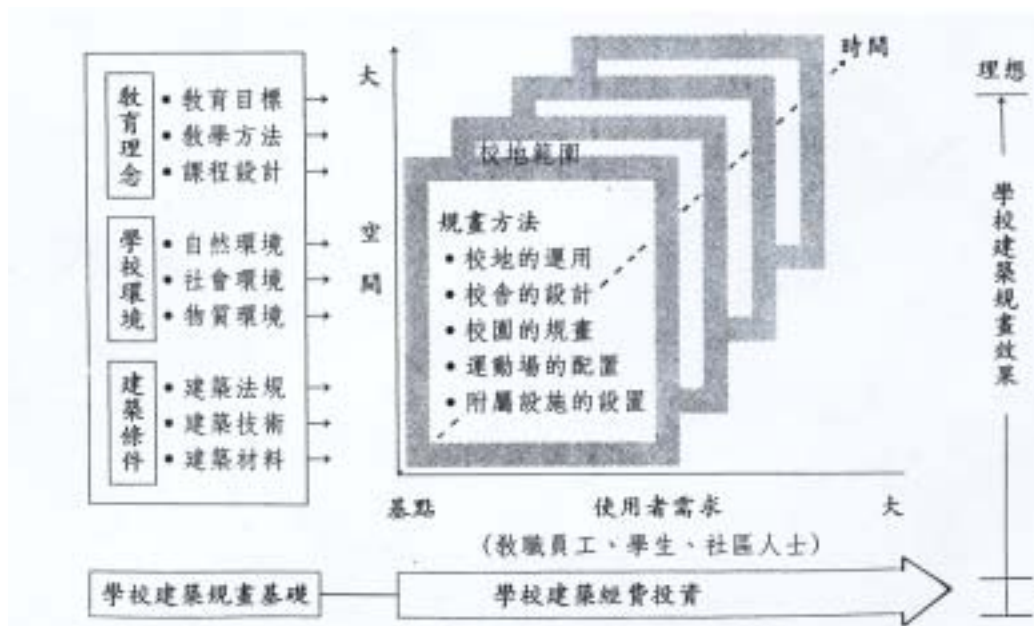


圖 2-2-1 學校建築規劃涵義的概念模式

資料來源：湯志民，1992，學校建築與校園規劃，五南圖書公司，頁 11

學校建築規劃係以教育理念、學校環境和建築條件為基礎，以人、空間、時間和經費為基本向度，使校地、校舍、校園、運動場與附屬設施的配置設計能整體連貫之歷程²。校園應該「自我博物館化」，成為學習的開眼器(eye-opener)，尤其在潛在課程的觀點下：校園是一本打開的課本。因此，不只從教科書內容導三年級生有關於生態池與自然棲息地，而要帶學生花一整個下午，來探索校園的池子；就如自然科學不只是講述太陽能的科技，更要向學生說明學校的太陽能板可以降低學校電器經費，這就是為什麼設計者要問每一個教育的意義，並投入審思、時間與有效的規劃技術，才可以建造出最理想的學習環境(an optimum learning environment)³。

我國為了提升國家競爭力所推行的「九年一貫」教程改革；九年一貫是在培養學生的能力，處理現今過度分科、知識斷裂不統整的問題，也在挑戰過去以預定知識架構形成教學內容的方式。在課程上做了漸進式的努力，想要朝向教育為有機的方式，並且開始相信各校各教育者有此潛能，自發自主的發展，把能力的建構取代過去知識的累積，而課程的統整工作試圖建構學生的能力。王順美教授提出九年一貫教改課程結合校園環境，達成學校的空間建築（境教）、學校的生活（身教）與九年一貫課程改革做銜接，校園規劃亦屬教材之重要一環，提出九年一貫與綠色學校願景融合，其大致內容如下表：

² 湯志民，1992，學校建築與校園規劃，五南圖書公司，頁 1~16

³ 湯志民，2003，學校綠建築規劃之探析，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會，頁 48

表 2-2-1 九年一貫與綠色學校願景融合一覽表

面向	內涵架構
校園生活	順應自然的生活方式，師生力行簡樸生活，綠色消費，省能源，省資源，避免污染，並與人及環境和諧相處
空間規劃	師生參與建築設施的規劃，以符合生活機能，達到省能源、省資源、乾淨寧適的目標，營造校園生物多樣性、教材化、並與社區文化和自然環境融合
環境教學	在環境中教學－教師能規劃設計適用該地的鄉土與戶外教育，及社區與學校教學步道；教導環境知識－融入九年一貫教學，研發綠色課程；為環境而活動－進行環境議題行動研究，或環境主題活動
環境政策	師生能定期進行校園環境調查，共同制定改善學校環境的政策，成立推動環保的行動小組，校長與領導者願意承諾執行，並且定期辦理環境稽核

資料來源：取自「綠色學校與九年一貫」，王順美，2003，<http://www.greenschool.org.tw>

校園的智性活動中，代表人類社會對自然生態環境的觀察，透過研究的方法與工具，應用知識、經驗與智慧推理研究創造出新的科技與物質文明。換言之，學校的環境是人類營造物質科技文明的結果，但最重要的是他必須植基於校園生態環境中。人是校園生活的主體，以人為本營造人性化的校園生活空間，並在其中表現出公共性，領域感以及校園活動的活力，這是校園規劃的主軸，校園設計不是在設計建築而是在設計學校，如果能夠充分利用地景地貌、水、樹與多樣化的生物，做適當的功能區分型態佈局，結構規劃將生態相互融合把人為的都市化與自然化的生態作有機的結合形成景觀生態網路的巧妙建構，則必可彰顯學校教育功能，提升學校教育品質與成效⁴。

二、 校園環境構成之相關理論

近年來戶外環境教育的理論基礎主要被倡導的有經驗主義、皮亞傑(Piaget)認知發展論、布魯納(Bruner)發現學習論、奧蘇貝爾(Ausubel)有意義的學習、戴爾(Dale)的經驗塔理論、建構主義理論，其內容分述如下：

1. 經驗主義

經驗主義的代表人是洛克(Locke)，把人類的知識視為經驗下的產物，一切知識的起源皆來自於經驗。而經驗可以來自於感覺，經由感官與外界的接觸，從環境中獲得素材，屬於一種外在感官的學習；也可以來自於反省，及透過知覺、

⁴ 林海清，2003，從 SARS 風暴探討校園規劃與永續發展，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會，頁 101~103

記憶、推理與思為作用組成有意義的內容或概念，由單純的觀念構成複合的觀念，進而產生各種知識。「經驗主義」者的教育內容強調教育即生活；教育方法重視學生的活動，強調「做中學」與「問題解決法」；學生為學習的中心，是主動的學習者⁵。

杜威認為一切事情都依賴已經有經驗的性質。以經驗為基礎的教育，其中新問題是從各種現實經驗中，選擇那種在後來的經驗中能夠豐富而具創造性的生活經驗。教育是「在經驗中」、「由於經驗」和「為著經驗」的一種發展過程，越是明確地和真誠地堅持這種主張，對於教育是什麼，應有一些清楚的概念就愈加顯著重要。情境和交互作用這兩個概念是互不可分的，經驗往往是個人和當時形成它的環境之間發生作用的產物。環境就是那些同個人的需要、願望、目的和能力發生交互作用，以創造經驗的種種情境。他在一種情境中所學到的知識和技能，可以變為有效地理解和處理後來情境的工具⁶。

2. 皮亞傑(Piaget)認知發展論⁷

從皮亞傑各認知階段的發展顯示，兒童隨著年紀的不斷增加，其思考模式由完全主觀轉變為客觀，由接受動作或知覺的影響變為受理念的影響，由具體思考而變為抽象思考，由呆板思考變為彈性思考，而且從無批評變為自我批評的人，其認知發展逐漸接近成人的標準，如表 2-2-2：

表 2-2-2 皮亞傑的認知發展期

期別	年齡	基模功能特徵
感覺動作期	0~2 歲	1. 憑感覺與動作以發揮其基模功能 2. 由本能性的反射動作到目的性的活動 3. 對物體認識具有物體恆存性概念
前運思期	2~7 歲	1. 能使用語言表達概念，但有自我中心傾向 2. 能使用符號代表實物 3. 能思維但不合邏輯，不能見及事務的全面
具體運思期	7~11 歲	1. 能根據具體經驗思維以解決問題 2. 能理解可逆性的道理 3. 能理解守恆的道理
形式運思期	11 歲以上	1. 能做抽象思維 2. 能按假設驗證的科學法則解決問題 3. 能按形式邏輯的法則思維問題

資料來源：張春興，2003，教育心理學—三化取向的理論與實踐，頁 90

⁵ 黃光雄 蔡清田，1999，課程設計—理論與實際，五南圖書公司，頁 55

⁶ 杜威 姜文閔 譯，1995，經驗與教育，五南圖書公司，頁 18~43

⁷ 張春興，2003，教育心理學—三化取向的理論與實踐，東華圖書公司，頁 95~100

具體運思期(或具體運算階段)(concrete operational stage)是七歲至十一歲兒童認知發展階段，正是小學的主要學習時期。此一時期兒童思維的主要特徵是，他能夠面對問題時，循邏輯法則推理思維能力只限於眼見的具體情境或熟悉的經驗。小學中年級能夠學習算數四則題，而且能夠按題意自行運算，主要就是他們基模的功能已經達到合理思維的地步。亦即是顯現在前運思期的幾種心理上的限制，已不復存在。前運思期的知覺集中傾向，已由去集中化所取代。所謂去集中化(decentration)，是指具體運思的兒童，在面對問題情境思維時，不再只憑知覺所見的片面事實去做判斷。此外，具體運思期的兒童，對可逆性的問題，也不再以不可逆性的思考方式去思維，而且他們均已具備了守恒的概念。去集中化的思維特徵，是具體運思期兒童思維成熟的重大特徵。

3. 布魯納(Bruner)發現學習論⁸

發現學習(discovery learning)所指者是學生在學習情境中，經由自己的探索尋找，從而獲得問題答案的一種學習方式。在學生發現答案之前，布魯納認為，鼓勵學生根據自己的知識和經驗，對問題情境先作一番直覺思維(intuitive thinking)(不按邏輯推理方式的思維)。當然，直覺思維未必一定獲得正確答案，但敢於從事直覺思維者，其心智運作一定較為活躍。在直覺思維時，一旦發現解決問題的線索，此直覺思維就變成了發現學習的前奏。

發現學習只有在具有結構性的學習情境下會產生。結構(structure)是指知識構成的基本架構，在架構中，包括著某些彼此相關連的概念。布魯納列舉四點，說明學習情境結構條件的重要性：(1)具有結構性的教材，才會使學生理解。(2)具有結構性的教材，才會學後長期保持，不容易遺忘。(3)學生從結構中學到的原理原則，將有助於以後在類似情境中，產生正向的學習遷移。(4)從結構性知識中學到原理原則後，可以培養學生自行求知時執簡御繁的能力，俾便從事獨立研究，以求取更高層知識。

4. 奧蘇貝爾(Ausubel)有意義的學習

「有意義學習」是奧蘇貝爾理論中的主要核心理念：只要學習者有意識地將新知識與其已經知道的概念或命題(即既有的舊知識和舊經驗)相連結時，有意義學習便告產生。學習要能夠變成一項有意義學習的活動，就必須建立在學習者的「先備知識」之上；在此前提下，學習者已具備有意義學習的心向，再加上使用有意義的教材，整個學習活動就容易被引導入有意義的學習中，學習者也就容易將新學習的知識或概念，快速地與既有的舊知識與舊經驗做連結，統整成一個更大、更廣的知識結構，以作為後續學習的「先備知識」⁹；之後當學習發生於

⁸ 張春興，2003，教育心理學—三化取向的理論與實踐，東華圖書公司，頁 215~216

⁹ 余民寧，1997，有意義的學習—概念構圖之研究，商鼎文化出版社，頁 54~55

有意義的情境時，便會產生有效的學習¹⁰。

5. 戴爾(Dale)的經驗塔理論¹¹

一九五四年美國教育學者戴爾(Edgar Dale)在其「視聽教學法」中，以三角錐體圖形，稱為經驗塔(The cone of experience)表示教學上相當實用的基本概念。戴爾的經驗塔在科學教學上，不僅闡釋最基本的一般學習途徑，也為教師提供教學媒體、教學模式或學習資料的選用原則。



圖 2-2-2 戴爾經驗塔

資料來源：魏明通，1999，科學教育，五南圖書公司，頁 258

戴爾經驗塔有十一層(圖 2-2-2)，可分為三個部份。塔底的三層，就是經由直接經驗而學生自身參與學習的部份。學生要動用所有的感官來學習，學生親自參與學習活動。中間的三層，即第四到第六層為學生可運用全部或一部份的感官從事觀察的學習。此三層的學習經驗比最底層的抽象一些，學生並不能真正參與實體的學習活動。塔往上升，就是「電視」與「電影」。這些是二次元的學習經驗，學生只能運用視覺與聽覺兩個感官去學習別人所表演或演示、拍攝的成果。在上去的靜畫、廣播、錄音等都是二次元而經由一種感官的學習經驗，所學習的對象通常是符號或象徵，甚至抽象的事物而不是實體。

¹⁰ Choi, J. & Hannafin, M.(1995). Situated cognition and learning environments: Roles, structures, and implications for design. *Educational Technology Research and Development* 43(2), page 53~69

¹¹ 魏明通，1999，科學教育，五南圖書公司，頁 257~265

6. 建構主義理論¹²

這個理論觀點在思考知識的本質即知識建構的問題上，把新知識的產生解釋成是一種人類的建構行為，包括所持這種理想觀點的架構、任何可用的手段及複雜多變的情緒等特點。

所謂的「建構主義」(constructivism)，即是指一種看法而言，它認為學習者建構並且重組他們自己對外在世界的知識，並且透過反省、詰問與行動來決定該種知識的產生，遠勝於外在世界本身的特性。由於學習本身在習得知識與從中建構意義的學習過程中，扮演一個最基礎且主動的角色；因此，即使是教師傳遞同一批訊息給一班學生，這班學生所接受的訊息卻不一定會完全相同，因為他們會組合、忽略或轉換部分傳遞訊息的意義，亦即，每位學生都再建構對這一批訊息的意義，即使把用來辨認知識的看法分享出來，每位學生所持看法的意義還是會不一樣的。

建構主義學者葛拉沙菲德(von Glasersfeld)更進一步提出一種他稱之為「基本的建構主義」(radical constructivism)的知識論。他對知識學習的看法是，認為知識的建構是個人的事情，舉凡感官資料的挑選、解釋和重組，都仰賴個人的先備知識而定。因此，人與人之間的概念化活動可能相似，但絕對不會完全一樣。他甚至認為，學習新事務及是在「發現某種將現行概念元素塞進被特殊限制所圍繞的組型裡」。

葛拉沙菲德(von Glasersfeld, E.)認為建構主義的知識理論是建立在兩個主要的基本原則上：

- (1)知識無法被動地接受，而是被具有認知能力的個人所主動建構出來的。
- (2)認知的功能在於能夠適應環境，以及將經驗世界加以組織，而不是去發現客觀存在的現實世界。

換句話說，建構主義者認為「知識是被個體主動建構出來的，他無法存在於具體認知能力的個體之外」及「學習就是知識的建構，是使舊經驗與新知識產生意義的過程，以適應新環境」。

¹² 余民寧，1997，有意義的學習—概念構圖之研究，商鼎文化出版社，頁 34~37

第三節 生態池之型式與構造

在前一節中，回顧了校園建築與戶外教學相關理念之論述。在此基礎下，對於以教育功能為目的的生態池來說，如何以工程手法創造生物多樣性，以符合學校教學之需求，本節將整理生態池規劃相關文獻，本研究將文獻分為校園生態池之定義、生態池之生態規劃考量、生態池型式、生態池池底構造與經營管理等方面探討，以作為本研究調查與分析之基礎。

一、校園生態池之定義

校園本身就是一個生態圈，挖掘、設置小型自然水池、濕地或滯洪池，都豐富了校園中生物多樣性的可能，而且更能搭配教學處使學生認識生態的相關知識，發揮校內環境教育的功效。山田辰美(1999)¹³對於學校生態環境的改善有以下之建議：

1. 增加林地：導入野地花草及恢復森林。
2. 創造水環境：對現有水資源的檢討、水池及小川的創造。

除此之外，吳宗憲(2001)¹⁴提到學校生態教育環境中，其構成要素應有以下四點：

1. 迷你密林
2. 裸丘：包括林緣草地、野生花草持、乾燥砂礫地、矽浴池。
3. 水生環境：包括溪流、池塘、小川、水田。
4. 園路：包括用碎木片、碎石、原木階梯、木橋材質等作成之步道。

由以上文獻整理可知，水環境資源對於校園環境的重要性，其所提供的生態效益、環境教育等功能，皆是校園不可或缺的重要元素。但礙於目前學校校地面積在 20000m² 上下¹⁵，並沒有足夠的空間創造完全生態之水域環境，且 Wilson(1995)¹⁶認為學習環境是學生可以使用資源來理解事物及自我建構出有意

¹³ 山田辰美，1999，教育入門，社團法人農山漁村文化協會

¹⁴ 吳宗憲，2001，生態教育園棲地規劃設計之研究，國立台灣大學園藝所碩士論文，頁 36

¹⁵ 何晨英，2004，台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究，成功大學建築研究所碩士論文，頁 40

¹⁶ Wilson, B.G.(1995).Constructive learning environment: Case studies in instruction design. Educational Technology,35(5), page 25~30

義問題答案的地方。他並提到學習環境應包括：學習者以及一個可以讓學習者活動、使用工具及器材、收集並詮釋所得到的資料以及和他人互動的情境空間，設置人工仿生態水池是有其必要性。因此為考量到校園內教學需求與校園環境生物多樣化，並且顧及校園日後管理之便利性，因此廣義認定在校園中具有生態教育意含之水池，都視為「校園生態池」。

二、生態池之生態環境規劃考量

生態池規劃過程，首先必須要設計適合生物生存的「濃縮式自然生態環境」(圖 2-3-1)。所謂「濃縮式自然生態環境」是由杉山惠一(1987)¹⁷所提出，其主要精神是在有限的面積內，輔以人為工程手法，使其孕育多種的生物資源；濃縮環境組成包括基質條件、植物要素、多孔性空間、多種類環境及連續空間等五項條件。

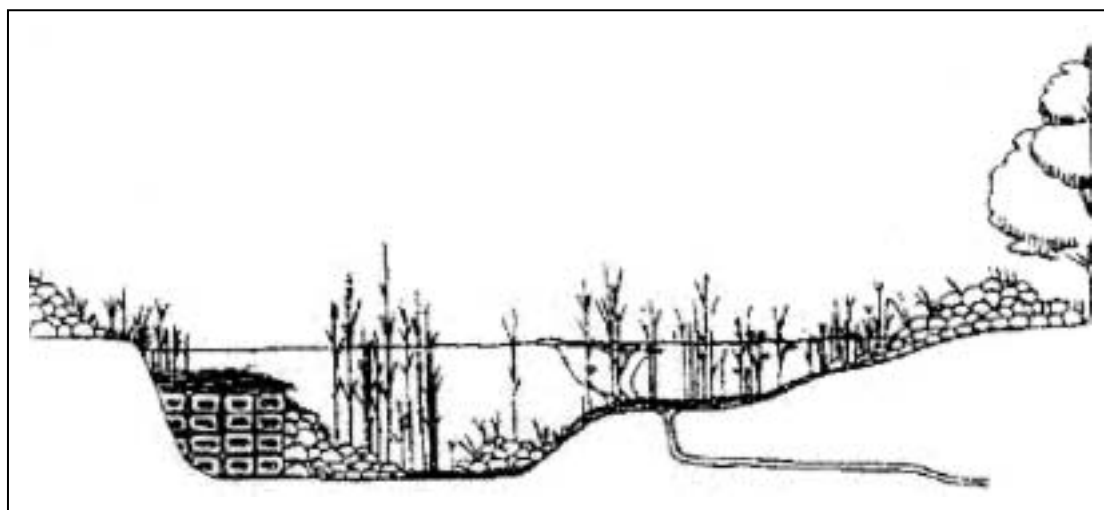


圖 2-3-1 濃縮式水域環境示意圖

資料來源：鄭先祐，1992，生態環境影響評估學，財團法人徐氏基金會，頁 447

在水域「濃縮式自然生態環境」的五項注意要素分述如下：

1. 基質條件

指的是綠地環境之地形與土壤等承載生物之「基質」。基質的好壞，將限制此綠地生物成長與日後發展之極限。

2. 植物要素

綠地植物是綠地之基本生產者。綠地植物之基礎生產量已限制了這塊綠地所能蘊育生物之總量。而在水生環境的塑造上，於岸邊栽植混以水中植物、浮水

¹⁷ 鄭先祐，1992，生態環境影響評估學，財團法人徐氏基金會，頁 427~458

性植物與挺水性植物混合之植被，這類環境對水生昆蟲及動物生活有很大助益。

3. 多孔質空間

大多數動物之棲息地生活與繁殖，都必須要擁有小空間。為提供水棲昆蟲藏身處所，可以沉入泥礫、空心磚與石礫等，已造就多孔質空間。另外，蜻蜓幼蟲喜歡生活於淺水處，為避免互食，可在水底多設小溝，並放置枯草。

4. 多種類環境

環境種類愈多愈能保有生物資源。蛙類、魚類、水中昆蟲類等，都必須要有水域生態環境才得以生存，創造各類含水之窪地是必要的。類似稻田式之窪地，亦可供各類蛙類、魚類、水中昆蟲等動物棲息。

5. 連續空間

各保護區間最好有棲息走廊，以免各生物族群間有隔離之狀態。綠地之間亦需要考慮隔離所造成之限制，儘可能的建造棲息走廊是值得考量的。

在校園生態池設計規劃上，國內學者李蕙宇(2000)¹⁸、彭國棟(2001)¹⁹、林憲德(2001)²⁰、盧秀芳(2002)²¹也提出一些看法供參：

- 1.水深要考量到生物的棲息環境，水深一部份以 20~30 公分，適合淺水性生物，一部分作成 40~80 公分，適合較深水之生物。但需考慮安全性，以不超過 1 公尺為考量，若有深淺變化上的設計，則應該標示清楚，以避免危險。
- 2.採用生態工法，池內鋪黏土已達儲水功能，避免過度使用水泥或磁磚等材料，並可於池底挖溝、堆石、枯木，便於水棲昆蟲及魚蝦生存棲息。
- 3.池岸邊坡應平緩，並避免採用直線方式，維持邊坡多孔隙性及多變化性，並可栽種親水的原生地被、灌木、喬木，但避免種植過於高大的樹木，以免水池日照減少，影響生物繁殖。
- 4.池面大部分之面積應維持至少每天 5 個小時之日照，以利各種動植物繁殖生長，所以避免放置於高大建築物旁。
- 5.流動的水聲可營造活潑的校園氣氛，同時對某種動物具有吸引力，亦可用沉水馬達創造類似的循環水流。
- 6.水源及水量應維持清潔及穩定，可加裝濾水裝置避免水池優氧化；池中及岸邊

¹⁸ 李蕙宇，生態園之水棲生物棲地營造，台灣大學園藝所碩士論文

¹⁹ 彭國棟，2001，如何營造有生命力的生態水池，自然保育季刊 35 期

²⁰ 林憲德 編，2001，綠建築設計技術彙編，內政部建築研究所

²¹ 盧秀芳，2002，校園即教室—淺談校園生態教材園，優質的校園環境，中華民國學校建築研究會

植物應視生長及競爭情形，做必要整理。

7.設置生態水池解說牌，並禁止任意放生，以防過多外來物種破壞原生物種生態。

三、生態池設計型式

盧秀芳(2002)²²依照目前生態池樣式分類為河流式、池塘式、綜合式，分述如下：

1. 河流式生態池

是指將水生植物園開闢成河流，一般從上游到下游均可種植水生植物。這種方式特別適合小型的挺水植物及沉水植物，但其缺點在於無法控制強勢生長的植物，優點在於占地不多，且可種植不少植物。

2. 池塘式生態池

池塘式生態池又可分為圓形池、方形池、不規則形等。圓形池通常方便配合某種植物之美觀設計(如蓮花)，方形池則可區隔成更小的方格以利單種植物觀察，但上述圓形池與方形池皆有不經濟實用且過於呆板之缺點。反觀不規則形的限制較少，面貌一多樣性呈現。

3. 綜合式生態池

將上述兩式合併使用，可造一個完整的水生植物生態情境。可行的方式為先池後河，或先河後池型，水深 1m 以內為限，若加上小方形池，穿插栽培水生植物，則更臻理想。

張蕙莉(2003)²³論文研究，則將生態池依照規劃主體性、生態考量、教育功能，分類為景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型四種，分述如下：

1. 景觀型

景觀型的水生池重視外觀的美感，用人為造景的方式塑造出美麗的景觀，以滿足人的需求為主要功能，較少考量到其他生物需求的生態問題；在規劃上也完全以規劃者的專業觀念來做設計，把少數教學的需求納入其中，因此較少用在教學上。

²² 盧秀芳，2002，校園即教室—淺談校園生態教材園，優質的校園環境，中華民國學校建築研究會，頁 161~180

²³ 王順美，2003，從建置生態校園來進行學習—生態水池，台灣綠色學校伙伴網路網頁，頁 1~2

2. 教材資料庫型

教材資料庫型的水池剛好與景觀型水生池相反，這一類型的水生池完全是爲了教學的需求而設計，主要以提供教材及方便關特定物種原則。可以形容是一個大型教具，所以外觀的設計上大多以水泥區隔爲幾個區域，分別種植浮水、沉水以及挺水型的水生植物，這樣的設計原則是爲方便種植各種不同的水生植物。

3. 仿生態型

仿生態型的水生池設置的目的，也是爲滿足教學需求，仍以自然科爲主，但是與教材資料庫型不同，此在於它重視水池生態，盡量按照生態原則來建造。同時他塑造一個比較好的學習環境讓學生去學習，比較像提供一個天然的池塘，少利用人爲的材質爲建材，學生可以實地去觀察體驗池中各種生物的生活，了解生物間的相互關係。所以他並不是一個大型教具，而是一個可供生態教學的場所。這類型的水生池在規劃上就加入了一些生態上的考量，水池的造型跳脫了教材資料庫行水生池以水泥區隔的樣貌，而是與自然環境融合爲一體。

4. 生態學習型

這類型水生池是以生態爲主要的思考模式來營造或建置的，也就是塑造一個適合生物前來棲息的環境，而不給予人爲的干擾，希望能夠擁有一個美麗的大自然環境。在作法上盡量運用生態工法或較不會造成干擾的方式，雖是由人塑造出來的，但盡量降低人爲的干預，讓他自然演替。更重要的特點是在塑造過程提供學生參與學習的機會。

本研究依照上述兩種生態池分類方式，進入校園實地調查，發現目前學校在設計的樣式上皆是採取河流式、池塘式或綜合式，但每間學校皆因校內各自需求，採用不同之建築材料，營造出學校所要呈現的景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型的型態。因此，本研究將生態池的分類依照生態池主體樣式分爲河流式、池塘式或綜合式，稱爲生態池之型式；再由學校規劃主體性與日後水生植物管理方式來分類景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型，稱爲生態池之管理方式。

四、生態池之池底構造

生態池的池底構造其目的是為了防止水分過渡滲漏，然而目前從文獻所提及之作法，主要為皂土毯、土工膜布²⁴、混凝土、黏土夯實等種作法，皂土毯、土工膜布及混凝土皆是以一層不透水材質鋪於池底，以達到防止水分滲漏的目的，黏土夯實的作法為達其不透水標準，則必須有一定的標準加以規範，以能達到保水的效果。現階段校園使用之池底構造，大多以使用混凝土或黏土夯實的作法較多，下列將這兩種施工方式進行探討：

1. 黏土夯實施工法

(1) 土壤滲透性試驗法²⁵

土壤內部具有不規則形之連續性孔隙，在水壓力的作用下，水能在此孔隙內流動，故土壤也為一滲透性土壤。水在土壤孔隙內流動，其單位距離之水頭降低值為水力坡度(Hydraulic Gradient)。當水力坡度為一時，水滲入土壤的流速稱為滲透性係數(Coefficient of Permeability)k，用以研判土壤之透水性。影響土壤滲透性的因素包括：溫度、孔隙比、土壤顆粒大小、孔隙形狀與排列、飽和度、水流內是否有氣泡等。透過下列比較表，我們可以發現要判斷土壤之保水性能($k < 10^{-7}$)，可以透過變水頭測定法(Falling Head Permeability)或壓密試驗之數據推算法(Consolidation Test Data)求得之。

10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
透水良好			透水不良				不透水				
潔淨礫石		潔淨的砂 潔淨的砂與礫石混合物			極細砂、有機或無機粉土 砂、粉土、黏土的混合物 成層黏土				不透水土壤， 如：風化層以下的 均質黏土		
					以受植物及風化作用影響之不透水土壤						
用水頭測定法測定之						用變水頭測定法測定之					
				結果可靠		結果不可靠			結果尚可靠		
由於顆粒大小用赫曾氏公式估計之，僅適用於潔淨砂與礫石											
用橫置毛細管試驗法測定之								由壓密試驗之資料推導之			
10^2	10^1	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}

圖 2-3-2 各種土壤滲透性細數及是驗法 k 滲透性細數(cm/ses)

資料來源：蔡攀鰲，2001，土壤力學試驗，三民書局，頁 91

²⁴ 陳傲季 編，2002，環境大地工程學，茂昌圖書有限公司，頁 128~140

²⁵ 蔡攀鰲，2001，土壤力學試驗，三民書局，頁 89~91

(2) 黏土夯實²⁶

黏土夯實要達到一定的不透水性能，必須有一定的規範標準來限制之，根據美國環境保護署(U.S. Environmental Protection Agency, EPA)之規定，黏土防水層之水力傳導 k 必須小於 10 cm/sec。要達到此一數值，營造廠必須確定所使用的土壤滿足以下之需求(Environmental Protection Agency, 1989)：

- A. 土壤必須含有 20% 以上之細料(粉土或黏土尺寸之顆粒)。
- B. 塑性指數(PI)應大於 10。土壤 PI 若大於 30 則難以施工。
- C. 土壤礫石尺寸之顆粒比例不應該大於 10%。
- D. 土壤中不應該含有大於 25 至 55mm(1 至 2in)之顆粒或岩塊。

影響黏土夯實保水性的要素如下所示：

A. 夯實含水量

相似乾當位重之土壤，當夯實含水量濕於最佳含水量時，其水力傳導會比較低。因此，黏土夯實的過程中，將土壤之含水量保持於較最佳含水量略濕狀態，有助於提升土壤的保水能力。

B. 黏土塊之大小

夯實黏土之水力傳導身受夯實而形成知粘土塊大小的影響。當黏土塊尺寸增大時，水力傳導可以增加數個十的次方倍。因此，在夯實過程中，土塊必須以機械的方法盡量打碎。使用非常重型的機具做夯實，可以幫助打碎土塊。

C. 鋪土層厚度

由於重型羊角輓在夯實的過程中會使土壤產生更大的剪力應變而導致更為分散的土壤結構，有利於保水性能，因此，為了使夯實過程中羊角輓之凸角能夠完全穿過鋪土，應使用薄鋪土。

D. 鋪土層間的膠合

夯實的過程中，鋪土層的膠合也是很重要的因素。若膠合不良，浸透液體可以經由夯實黏土之垂直裂縫中穿過，然後沿著鋪土層間之介面遊走直到另依裂縫為止，如圖 2-3-3 所示。膠合能夠大量的降低夯實黏

²⁶ Braja M. Das (2002). Principles of Geotechnical Engineering 5E, page 188~190

土的整體水力傳導，因此，每一鋪土層夯實後，其表面之粗糙化與含水量的控制，對整體的保水能力都是極為重要的。

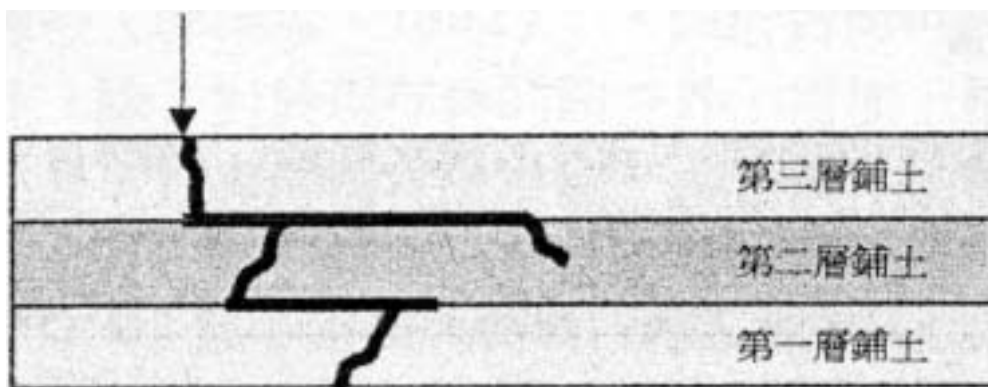


圖 2-3-3 黏土層間隙滲漏示意圖

資料來源：何晨英，2004，台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究，成功大學，頁 12

2. 混凝土底材²⁷

採用混凝土底材，雖然是不透水底材，但使用久了之後均會有龜裂的發生，為防止混凝土底材日後之滲水問題，在水底或水際鋪土木系的止水材料(圖 2-3-4)，避免增添管理之麻煩。種植水草則在池底構在上，鋪上 30~50 公分的覆土，以利水生植物生長之環境。若設置石塊，為不使石塊破裂，可用保護水泥砂漿保護。另外，學校營造屬於較自然的方式(仿生態型、生態學習型)，可用粘土系的止水劑止水。

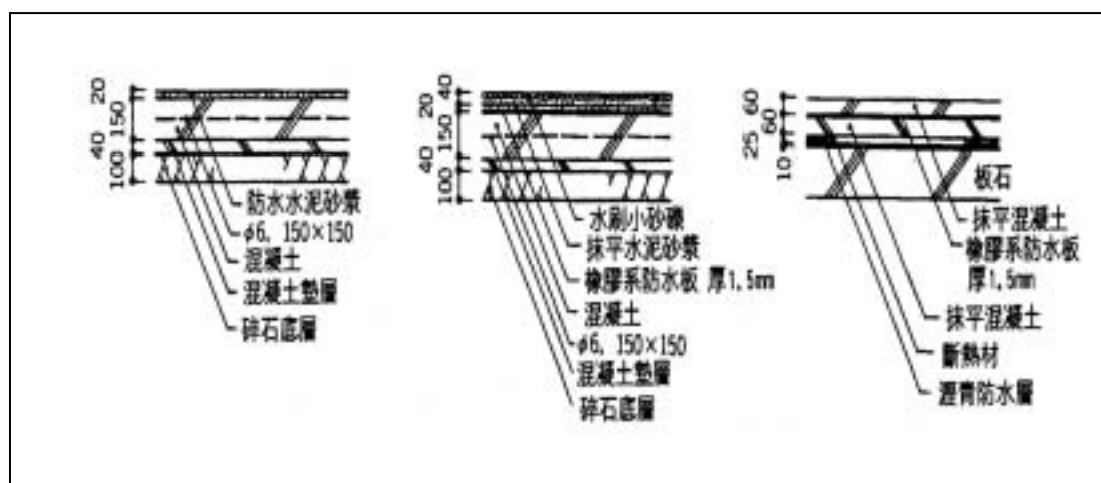


圖 2-3-4 混凝土底材施工示意圖

資料來源：豐田幸夫 著 林鑑澄 胡田田 譯，2003，造園設計資料集，詹氏書局，頁 183

²⁷ 豐田幸夫 著 林鑑澄 胡田田 譯，2003，造園設計資料集，詹氏書局，頁 182

五、生態池之經營管理

本研究彙整林惠瑕(1994)²⁸、劉維敏(1998)²⁹、李蕙宇(2000)³⁰、豐田幸夫(2003)³¹、林楠凱(2003)³²、何晨瑛(2004)³³等有關生態池經營管理之方式，分述如下：

1. 池底與水質維護

- (1) 確認過濾裝置設置的必要性，基本上如有藻類產生容易污染水質，最好設置過濾裝置。
- (2) 由於水棲生物對水質之容忍有一定的範圍限制，故需進行定期的水質監測，水質監測應一個月進行依次，監測項目為水溫、溶氧量、PH 值、導電度、濁度等。
- (3) 水池內的水若以污濁或池底堆積泥沙應將池水排空，予以清洗後再注入乾淨水。令可以循環處理或瀑氣淨化，以維持水質的乾淨。
- (4) 水池進出口如有堵塞，應予以清理，保持正常水流及水位。
- (5) 水池如有裂滲情形，應將水池排空後修補或重新鋪設防水設施。
- (6) 檢查水池內養殖動物的活動及存活情形，如活動及存活狀況不佳，應探查其原因，是否水質不佳或食物不夠，而針對原因加以改善。
- (7) 為保持水質潔淨，應隨時摘除變黃葉片、凋萎花朵、果實，如水池太小可用修剪樹木之長柄刀修剪除去。
- (8) 藻類過多時易造成水質優養化，應在池中飼養一些蝌蚪食藻動物，或每加侖池水中加入一湯匙飽和的過猛酸鉀溶液，或在池中栽植足夠的水生植物，與藻類競爭日照，抑制藻類生長。

2. 水生植物與動物之管理

- (1) 水生植物包括浮葉、挺水、沉水、浮水性植物四類，其中浮葉性植物生長在淺水中，葉片及花朵浮在水面，莖部在水中，而根則固定於土壤中；挺水性植物生長於水深半公尺至一公尺淺水中，根部著生在水底土壤中，莖基部在

²⁸ 林惠霞 編，1994，庭園造景—水篇，淑馨出版社

²⁹ 劉維敏 編，1998，造園，地景企業股份有限

³⁰ 李蕙宇，生態園之水棲生物棲地營造，台灣大學園藝所碩士論文

³¹ 豐田幸夫 著 林鑑澄 胡田田 譯，2003，造園設計資料集，詹氏書局

³² 林楠凱，2003，校園水池生命週期成本(LCC)之研究—以台中市小學為例，朝陽科技大學建築及都市研究所碩士論文

³³ 何晨英，2004，台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究，成功大學建築研究所碩士論文

水中，莖、葉則伸出水面；沉水性植物其莖、葉多在水中，根部固著於土壤內；浮水性植物，根部不固著，全株生於水中或水面(圖 2-3-5)。

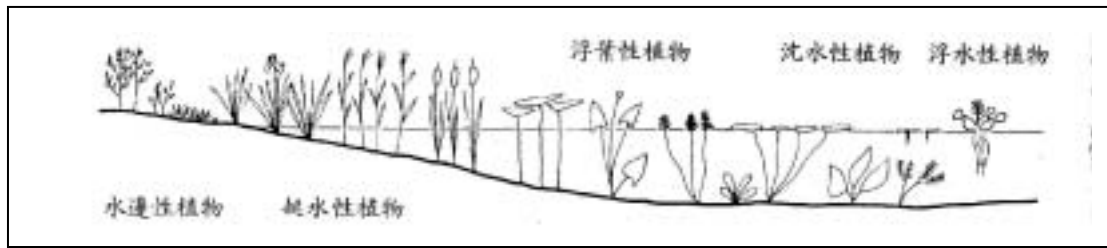


圖 2-3-5 水生植物生態圖

資料來源：林惠霞 編，1994，庭園造景—水篇，淑馨出版社，頁 146

- (2) 初栽植時水深不宜過深，後隨水生植物特性調節水深，生長區水流速度應保持緩和。
- (3) 水中若有魚、龜等生物，則在表土須加鋪一層石子，以免因魚類翻攪而使植株浮起，或水質混濁、泥土流失。
- (4) 如栽植經年，葉片失綠，則可在根部加錠劑肥料，或將鉀肥、油粕及黏土混合，捏成團狀壓入土內。
- (5) 當水生植物繁衍過多，產生擁擠現象，或因日照不足及通風不良，均易阻礙生長，產生病蟲害，此時應去除植株外圍部份葉片或拔除部分植株。
- (6) 水生植物的栽植，可考慮每種類型選擇 3~5 種，並須避免栽植繁殖過於快速的種類(如香蒲、李氏禾)。
- (7) 為避免浮葉性與挺水植物繁殖過快，在其根部中，以盆子、建築材料或者是打樁隔離。
- (8) 水池之水生植物應定期的清除，保持生長環境，但須注意池面之植物覆蓋率應保持在 20%~40% 之間最為適宜，一方面可以提供水中生物充足之食物來源，一方面維持較高之綠色景觀和野生動物棲息、避敵場所。
- (9) 校園生態池管理上，以校內師生共同維護管理之費用比校內專屬技工維護管理來的低。
- (10) 水棲動物的引入，可選擇適應力較強、當地常見的小型水棲動物，並須注意不可超過棲地的容許量。較適合的種類如大肚魚、黑殼蝦、細蟪科稚蟲等，蛙類則須等環境狀況穩令，視棲地條件是否適合才能引入，可引入的種類如盤谷蟾蜍、貢德氏赤蛙。

第三章 國小校園生態池空間落實現況調查

現在學校教學都強調戶外學習空間之延伸，並可以與自然資源密切結合與利用，處處可遊戲、處處皆教具之理想。教育部九十二年補助「永續校園局部改造案」報告書中，從下表 3-1 可以很明顯的發覺全國學校申請項目，以生態景觀水池(41 所)、透水性鋪面(40 所)、落葉廚餘堆肥(37 所)、教學農園(37 所)為多，其次為雨水再生水利用(34 所)、多層次生態綠化(32 所)居次，這幾部分為現階段校園設施申請熱門項目，接下來申請學校將有大幅落差的為親和性圍籬(15 所)、節約能源設計(14 所)、資源回收(13 所)、再生力能源應用(12 所)及地表土壤改良(12 所)，而共生動物養殖(5 所)、健康教材與自然素材(3 所)、人工濕地(3 所)與室內環境改善(1 所)最為少學校申請¹。由教育九十二年補助資料，清楚了解近期各學校致力興建、改造部分是哪些項目，生態景觀水池嚴然已成為校園建設最熱門設施。

本章節將針對四所案例學校生態池之相關基本資料、規劃設計、教學使用、管理維護與設計圖面加以整理說明，分類各校間之使用現況及相關問題，釐清各校生態池實際配置狀況和使用後發現之缺點，作為下階段生態池維護管理綜合分析探討議題之基礎。

表 3-1 申請項目及數量表

項目名稱	學校間數	項目名稱	學校間數
生態景觀水池	41	資源回收	13
透水性鋪面	40	再生力能源應用	12
落葉廚餘堆肥	37	地表土壤改良	12
教學農園	37	共生動物養殖	5
雨水再生水利用	34	健康與自然素材	3
多層次生態綠化	32	人工濕地	3
親和性圍籬	15	室內環境改善	1
節約能源設計	14		

資料來源：本研究整理

¹ 江哲銘，2004，教育部永續校園推行改造成果分析說明，教育部九十二年補助「永續校園局部改造案」計畫成果交流會—會議手冊，教育部，頁 7

第一節 洛津國小

一、基本資料簡介

本研究將以表 3-1-1 呈現洛津國小校地面積、學校規模、學校人數、生態池籌備人員、興建年代、生態池位置、型式、資金來源、水池面積、池底構造、進水來源與維護人員等資料。

表 3-1-1 洛津國小基本資料表

項目	內容
校址	彰化縣鹿港鎮洛津里公園三路 51 號
校地面積	21686 平方公尺
學校規模	20 班
學校人數	535 人
生態池籌備人員	蔡麗卿校長
生態池興建年代	民國 85 年
生態池興建前用途	未經規劃的草地
生態池位置	中庭花園
生態池型式	不規則形狀之水池
資金來源	家長會補助興建
水池面積	19 平方公尺
池底構造	混凝土鋪面
進水來源	馬達抽取地下水
排放	都市排水溝
維護人員	總務處人員、工友

資料來源：本研究整理

二、校園設施配置與周邊環境

1. 校園設施配置狀況

洛津國小(學校平面圖參見圖 3-1-1)又稱烏魚寮小學，在清朝時期鹿港溪入海，在其間有一塊浮嶼，是捕捉烏魚停泊處，故稱為烏魚寮，日月更迭鹿港海岸線外移，改變了鹿港風貌，洛津國小就建在這塊浮嶼上。洛津國小於民國十一年創建，創校之初專收女學生，係鹿港地區唯一的女子公學校，直到民國三十年改為男女兼收成為一般國民小學。民國八十七年在政府推展小班小學校的政策下，洛津國小奉令輔導創設鹿東國小，並把大部分的學區規劃到新校，所以洛津國小

不得不減班為中型學校²。轉型後過去學校班級人數眾多，當時建設遺留下來的資源，反而成為現今校園活用的教學財產，讓每位學童可以享用到更多教學資源，得到教師更用心的照顧和指導。

教育當局推動校園藝術化，洛津國小在歷任家長會長大力支援下，先後配合現有校園環境修建有關鹿港當地人文、藝術、校史的設施，增添校園更具藝術氣息的情境，甕泉浮青、陶魚躍庭、藝林迎曦、西嶼飄樂是學校規劃之特色。剛進入洛津國小校門，馬上見到兩座樓梯有些不雅，學校在此做一造景不但可美化又可達到宣導的效果，此處是洛津畢業的民俗陶藝家施性輝先生的巧思，全校師生共同合作捏塑成這片代表鹿港又可代表校史的陶藝牆，陪伴校園琅琅的書生中。

陶魚躍庭的背後是學生頻繁出入的樓梯，有鑑於平常學生藝術方面的表現，如書法、繪畫、勞作品展現的空間有限，此處既可提供展覽的空間又可提高藝術氣息，於是設立藝林迎曦的展覽空間，每年邀請鹿港地區藝文作家做兩至三檔的展覽，增加學童觀摩的機會，刺激他們性向發展。在走進校園東南角，有些古厝年久失修、無人居住，附近又有還自最喜愛的大象溜滑梯，孩子們老是繪聲繪影，為改善校園風貌，擬定做一代表烏魚的魚身牆遮掩老屋，前端設計一個舊時烏魚寮嶼的形狀，作為師生表演劇場，地面圍繞象徵鹿港溪的流水，讓孩子有與流水親近的滿足感。

中庭花園中有一具教學與景觀水池，又名甕泉浮青，此處設置水池是礙於自然課教學單元有一水生植物課程，為增進學生學習興趣且配合鹿港當地人文地理資訊，規劃設計此設施；池中有蓮花、水蠟燭、浮萍、大萍、金魚藻…等教學用水生植物，養殖金魚、大肚魚及後來加入的青蛙和蝴蝶，造型堅實、優美是小朋友上課的活教材亦是下課嬉戲賞魚的最佳場所。

2. 周邊環境與生態池之連結

洛津國小整體校園配置採取以搭配鹿港地區文風為主，其校園建築搭配著當地建築特色，飄散著一股古色古香的氣息，完全融入鹿港地區性的色彩。但在學校生態層面的配置上，學校尚無考量到搭配校地周圍的空地，營造出適合生物棲息的校園環境；雖然洛津國小周圍過去存在著相當多的空地，在生物面的營造上並不是那麼的困難，不過近年來不斷興建道路設施，校地四周都由道路所包圍，降低校外生物與校內生物的遷徙，而且生態池又放置於中庭區位，池中的水生動物大多是校方自行放養，除了豆娘以外較少見到其他生物自行加入。

² 王俊義 許坤鑫 編，2002，情牽烏魚寮—彰化縣洛津國民小學八十周年校慶專輯，彰化縣洛津國民小學，頁 8~9



圖 3-1-1 洛津國小校園配置圖

資料來源：本研究整理

三、校園生態池規劃構思

從教育層面探討洛津國小生態池的沿革，得知民國六、七十年政府很重視科學教育，定期舉辦科學展覽，當時提及洛津國小都知道該校科學展覽很有名，但是在硬體方面的配合顯然很缺少，上自然課的時候關於一些水生植物，不知要帶學生去哪邊觀察水生植物，教學上遇到一些困擾。有位自然科科任老師提議建設水生植物池，於是建了最早期的水生植物池於舊操場邊，此水池是一個四四方方方體形狀分成八格左右之方格，格內放置布袋蓮、浮萍、大萍等植物，池子上方再加設網子，後來因管理不方便，操場重建時連同水生植物池一同拆除，這就是洛津國小第一代水生植物池。學校水生植物教學池拆除後，校方找尋校園適合的區塊重建生態池，當時洛津國小家長會長非常熱心，配合學校教學全力支持，經費全由家長會提撥，設計規劃完全不用顧慮到經費問題。

因緣際會下，在一次學校舉辦活動中，參加的廠商湊巧有間景觀設計公司，校方留下了與廠商的聯絡方式，往後討論生態池規劃相關事宜時，開始與這間景觀設計公司接洽，互相協商生態池規劃設計與內部需求。設計師帶同學校相關人員前往設有水生植物池的地區觀摩，解說各個水生植物池設計理念、形狀、樣式與需求；學校考量種種因素，為增進學生學習水生植物的興趣，且配合鹿港當地人文地理資訊，規劃由原始石頭堆砌配合美學與實用原則，猶如鹿港 T 字路口

的石敢當，再搭配上酒甕引喻鹿港甕牆女兒紅酒瓶，造作流轉不息的酒甕噴泉，故取名為甕泉浮青(圖 3-1-2)。



圖 3-1-2 洛津國小生態池

資料來源：本研究拍攝

洛津國小設置校園生態池出發點除教學之外就以美觀為主，對於植物生長環境是已故退休老師鄧政標老師與廠商互相協商設計各池子的深度，鄧老師本身對於水生植物非常感興趣，退休後在彰化家裡種滿整屋的水生植物，免費提供彰化縣熱愛水生植物人士，只要去函跟他索取水生植物幼苗，他都會很熱心免費送到學校給他們。整體來說洛津國小之生態池規劃是綜合教學、文化、景觀與生態共構的生態景觀水池，概念如下圖 3-1-3：

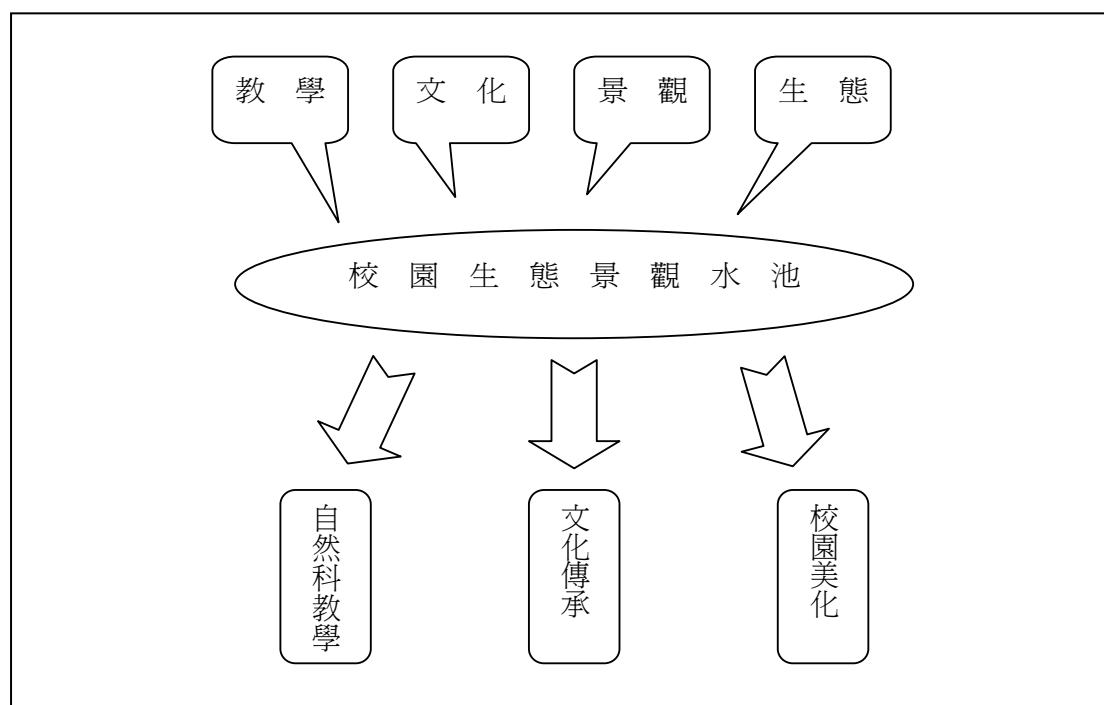


圖 3-1-3 洛津國小生態池規劃概念

資料來源：本研究整理

四、生態池設備與管理說明

1. 池底構造說明

洛津國小生態池設計時並沒有考慮生態因素，池底選材以 10 公分混凝土構築成一層不透水層，藉由不透水層保持生態池內水源不至於入滲過量；至於水生植物池的深度是由鄧振標老師設計規劃(圖 3-1-5)，考量因素在於水生植物生長環境所需要水深不同，應用大石頭一格一格分開，不至於優勢品種過於繁殖，以致於學校不需太刻意管理尚能符合使用(圖 3-1-4)。

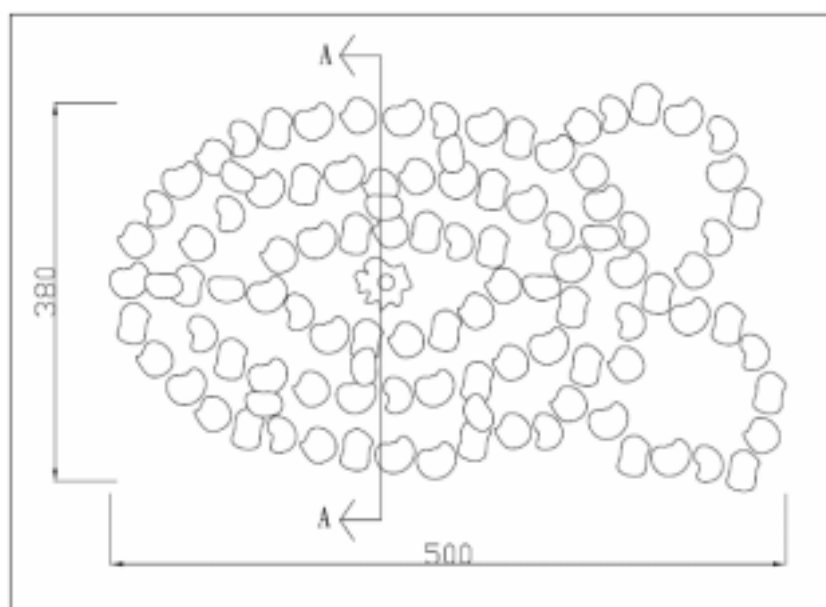


圖 3-1-4 洛津國小生態池平面圖

資料來源：本研究繪製

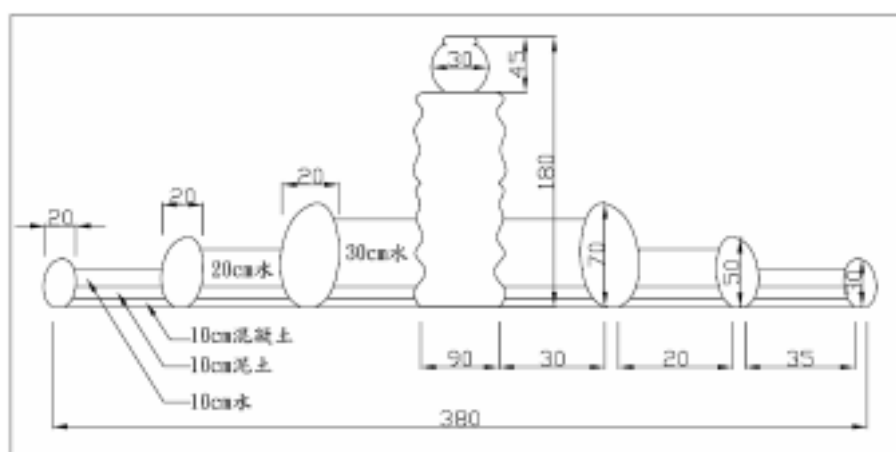


圖 3-1-5 生態池 A-A 剖面圖

資料來源：本研究繪製

2. 引用水說明

學校生態池是以景觀為重，後面一排水蠟燭高高佇立於甕背後，搭配走廊的一堵牆水由高而低留下來營造山野布瀑景觀，美化中庭花園。依照石頭樣式不同、大小不一堆砌成有層次的水池，並且利用石頭分隔成數個大、小池，模擬自然中水池景觀。水源的取得是採用馬達抽取地下水，水從甕中流出來象徵著瀑布的水源，底下之水池有如瀑布下方的深潭，大池與小池間埋設水管互相串連，水池補充水源時，打開串連開關，讓水源互通補充水分；水量如果過多，將沿著各池排水管排入都市排水溝(圖 3-1-6)。

剛建設好的生態池非常漂亮綠意盎然，水質非常清澈，水生植物都養護的很好，但礙於馬達不斷的抽取地下水非常耗電，學校並沒有安裝定時抽水裝置，規劃時又沒設計中水系統補充水源，因此水質漸漸優養化，影響了生態池生物生長條件。基於學校尚無安裝定時系統，工友應定時打開水源循環，保持池中水源的水質潔淨，這樣比較容易維護水生植物生長基本要素，不過工友覺得時常開水循環太耗電，添加學校經費負擔。

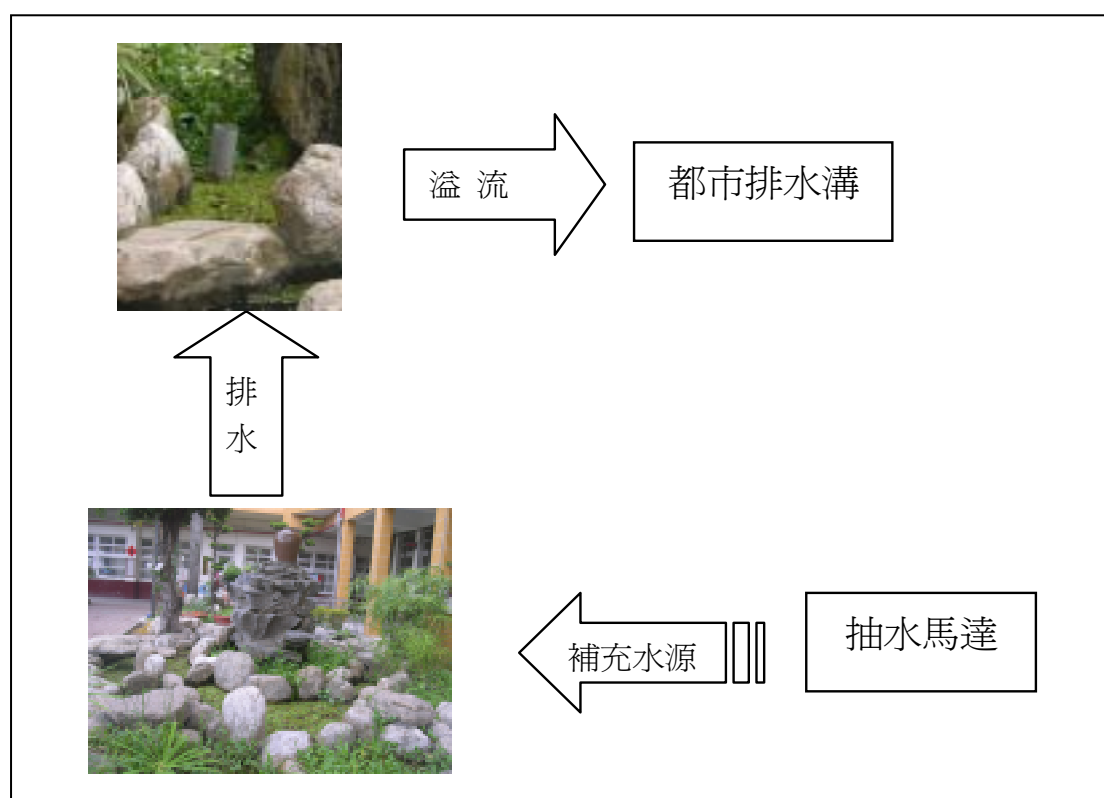


圖 3-1-6 洛津國小水源補充圖

資料來源：本研究整理

3. 學校管理方式說明

池內植物種類學校並沒有強制管理，生態池剛興建好時，水生植物依照課本需求栽種，使用時間拉長，有些水生植物因水土不服或氣候變化相繼死亡，學校並沒有再補栽水生植物，池中植物的維持是自然老師上課時到附近找尋，上完課後放入池中繁殖，水中植物最不用管理的莫過於大萍、槐葉萍，一年四季不管天氣如何酷熱、如何寒冷都能生長。生態池總體規劃算是良好，長久以來沒有人管理，狀況還算差強人意，不至過於頹廢不堪。

不過生態池有兩大規劃上的缺失，其一是製造人工瀑布的水流影響浮水植物種植，每當水從酒甕中依序流下來，水波不時打在出水口濾網上，濾網禁不起水波長期拍打而脫落，浮水植物順著排水管道流入排水溝。其二是池子底下是鋪混凝土不透水層，做了以後可能沒有考慮到鹿港泥沙很多，冬天北風吹來泥沙吹進池子，池底都有一層爛泥巴，池中深度慢慢不足，且各個小池間埋設的連通管無法完全暢通，積砂過久難免會水濁，影響學生教學觀賞，所以每半年得徹底清理一番。生態池旁的鳳凰木、榕樹的樹葉時常落入池中，不時帶人撈除，以免影響水質妨害水生植物生長；校方考量到樹葉掉入池內造成水質優養化，而且阻擋陽光照射影響水生植物生長，故已將周邊樹木修剪砍除(圖 3-1-7)。



圖 3-1-7 生態池旁修剪過後的樹木

資料來源：本研究拍攝

現階段生態池中的植物，是由一位張主任自發性維護管理，不過他並不是改善生態池先天上的缺失，而是擴大經營，把不容易生長的植物移到教學步道，以盆子一盆盆分開栽種；張主任喜歡蓮花、荷花，連盆戴花栽植在池子中，其他部份沒太多去打理，嚴格來說生態池還是沒有人在管理。

第二節 西勢國小

一、基本資料簡介

本研究將以表 3-2-1 呈現西勢國小校地面積、學校規模、學校人數、生態池籌備人員、興建年代、生態池位置、型式、資金來源、水道長度、池底構造、進水來源與維護人員等資料。

表 3-2-1 西勢國小基本資料表

項目	內容
校址	彰化縣福興鄉西勢村員鹿路二段 412 號
校地面積	13069 平方公尺
學校規模	22 班
學校人數	696 人
生態池籌備人員	梁淳熙校長
生態池興建年代	民國 91 年
生態池興建前用途	以磚牆砌成封閉草地
生態池位置	校門入口右側(前庭)
生態池型式	水道
資金來源	校外捐贈及學校次籌款
水道長度	10 公尺
池底構造	混凝土鋪面
進水來源	馬達抽取地下水
排放	自然溢流
維護人員	校長、總務處人員、工友、編排打掃班級

資料來源：本研究整理

二、校園設施配置與周邊環境

1. 校園設施配置狀況

西勢國小(校園平面圖參見圖 3-2-2)地理位置緊隔著福鹿溪與鹿港鎮相鄰，長期受文風影響甚大，生活圈亦和鹿港緊密結合。學校推展鄉土教育課程，以認識福興鄉為出發，發掘逐漸失落的產業，將教學現場由教室延伸至整個生活空間，依校園特殊之人文歷史或校園景觀等，搭配老照片展示、校園十景的選拔，使學校所學的知識得與生活經驗相驗證，學校與社區相融合，引導學生認識自己生長的地方，進而熱愛鄉土。

雖然學校所處區位與鹿港非常接近文風頗受影響，校園設施卻與鹿港鎮內多間小學設計理念多有出入，在校園內漫步遊走，很難看到如鹿港地區校園強調當地文化采風。進入校門孔子銅像佇立大門口，入口兩側前庭分別設置方位噴泉(蕨類教學園區)與水生植物步道(水生植物教材)，此處設置是梁淳熙校長就任後極力規劃之學習角。穿過中廊，佈告欄上不只是各處室公告有關校園行政措施，並且張貼了許多學生自行創作的作品及有校園生態相關資訊，增進學生對空間的參與感也能讓外來賓客欣賞學校教學特色。學校最有特色之一就屬教材園，園內各式各樣動植物陳列其中，一個個透明方形陳列箱是校長的巧思，梁校長認為水生動物與沉水植物不易觀察，特地購買一整批水族箱以方便觀察，提供學生課程教學與課後欣賞之活教材(圖 3-2-1)。操場兩側花圃種滿誘蝶植物，每到開花季節，整個校園蝴蝶翩翩起舞充斥著大自然的氛圍，大體來說西勢國小是一個面積不大卻生意盎然的小學。



圖 3-2-1 西勢國小陳列箱

資料來源：本研究拍攝

2. 周邊環境與生態池之連結

生態池的規劃致力於梁校長就任後推動之建設，讓學生自己培養出興趣，啟發對大自然的喜愛，比對大自然的知識還來的重要。希望帶出小朋友喜歡自然的感覺，以環境達到潛移默化效果，而不是硬性要學生能告訴我們這顆樹叫什麼名子、這隻魚叫什麼名子，這不是校長設置生態池的初衷。生態池整體規劃屬於生態學習型，譬如減少生態池蚊蟲滋養，避免殺蟲劑二次公害，選擇在池內放入大肚魚，降低蚊蟲產卵。

校長有鑑於校園環境需多樣化，在設置生態池時，區位的選擇上考量到學校周圍尚有水田耕作，將生態池設置於前庭入口處，方便連結附近稻田中生物的遷徙，只要將生態池的環境整理得宜，附近的兩棲類、蜻蜓等動物就會自行進入繁殖。學校地教師也反應生態池中的生物，會因季節性的不同，會有不同種類的生物進入繁殖，增加了很多機會教學，讓學生更能了解學校附近的生態環境。

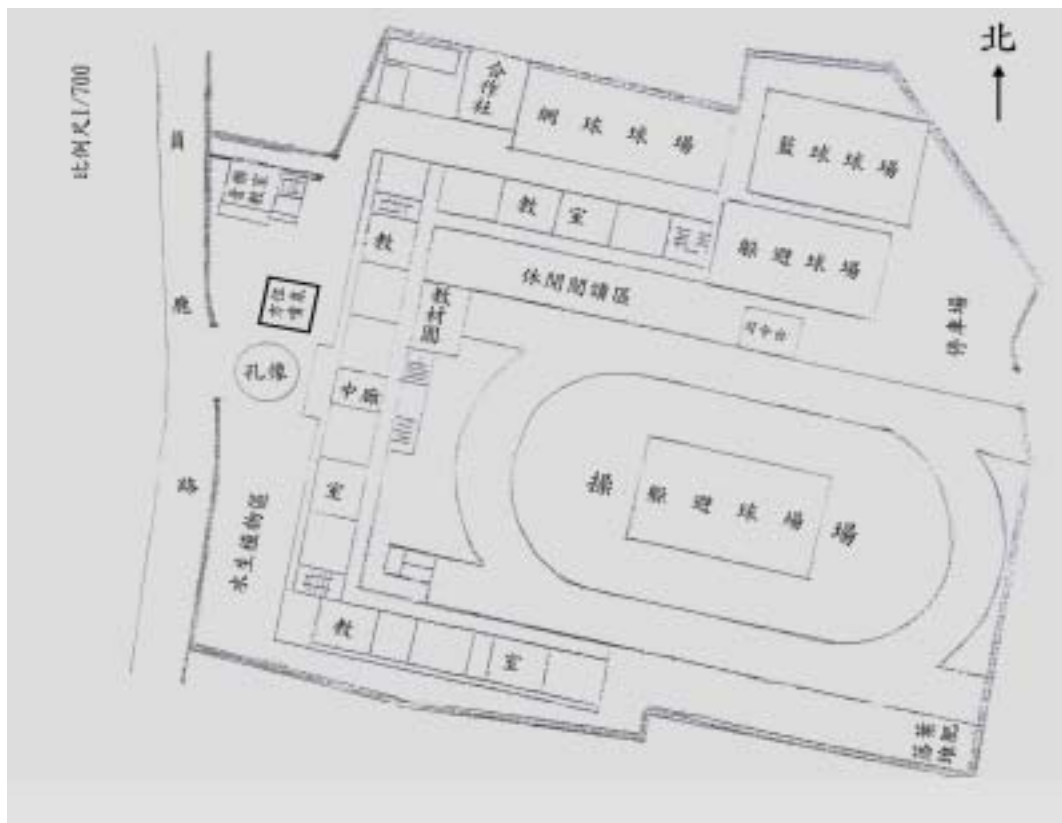


圖 3-2-2 西勢國小校園配置圖

資料來源：西勢國小

三、校園生態池規劃構思

良好的生態池是能營造出適合生物生存的環境，穩定的人為環境與四周自然環境相互融合，自足自餘、環境共生成為一個穩定的小生態體系。人為規劃的設施，如不採用生態工法，必須長期與自然界生生不息的力量對抗，付出相當大的人力資源維護環境設施的整潔。西勢國小生態池規劃採用最簡易的規劃，池內動物放養清除孑孓的大肚魚，清理池底懸浮物的蝦子，簡易營造生態體系，其餘青蛙、蟾蜍、豆娘等生物由自然界自行加入，大量減低人為的管理，自然成一個穩定的生態體系；生態池中的水植物應用些微人工方式加以區隔優勢品種，以免覆蓋了其餘生長緩慢的品種。

學校很久之前就已經設置教材園，教材園各有一個圓形及 L 行水生植物池，圓形水池只種植水蘊草一種水生植物，L 型水池內隔成數個小方形池，各個小池中種植不同植物，供應老師教學及學生觀摩學習。教材園內很少有挺水植物，挺水植物根部需要有土壤，沒有土壤根部無法附著，沒辦法挺出水面，大約兩、三年前學校在校門旁設立生態池，礙於教材園中缺少挺水植物，所以水生步道非常重視挺水植物的營造(圖 3-2-3)。過去物種太過於單調無法做多元教學，現

今多做改良使用上的不足，不只是沉水性植物、浮水性植物甚至於挺水性植物都一應俱全，學生會認識更多層面植物生態，教學也會更方便，多元教學方法增加活絡思考，減少刻板式學習。



圖 3-2-3 西勢國小生態池

資料來源：本研究拍攝

由此理念校長自行規劃童心園水生植物步道，手繪初步設計圖再與廠商互相搭配施工，後期軟體設施有興趣的老師參與養殖，完成現有校園生態池，規劃構想如圖 3-2-4。

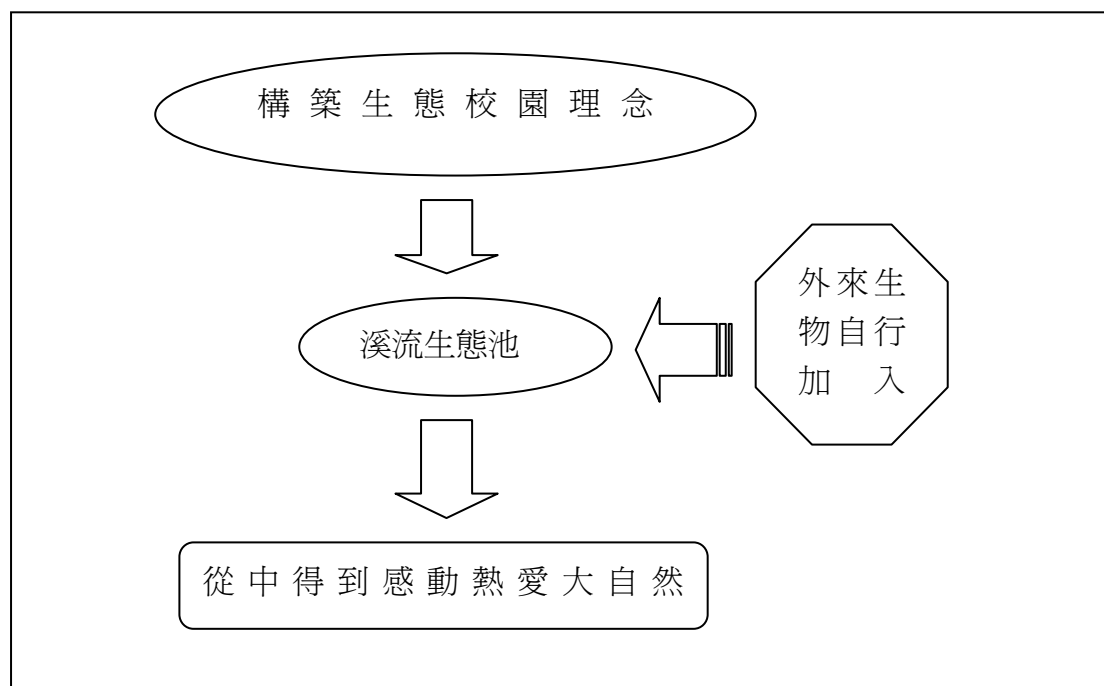


圖 3-2-4 西勢國小生態池規劃概念圖

資料來源：本研究整理

四、生態池設備與管理說明

1. 池底構造說明

西勢國小生態池是用水泥設計施工，現在教育當局不希望學校以水泥構築，比較鼓勵使用黏土夯實，黏土夯實的困擾在於很容易滲水，仿自然的人工生態池就在於水源不夠多，不似外面溝渠水源源源不斷。西勢國小生態池雖說是以水泥當底材，經過長期熱漲冷縮龜裂很嚴重，滲水問題日益嚴重，如果能夠解決水源問題，鼓勵使用黏土夯實較具生態性能，當初學校規劃生態池時，還沒有使用黏土夯實的觀念，梁校長就採用水泥施工(圖 3-2-5~圖 3-2-7)。

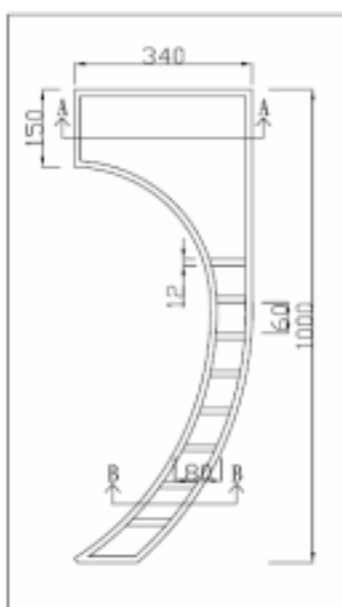


圖 3-2-5 西勢國小生態池平面圖

資料來源：本研究繪製

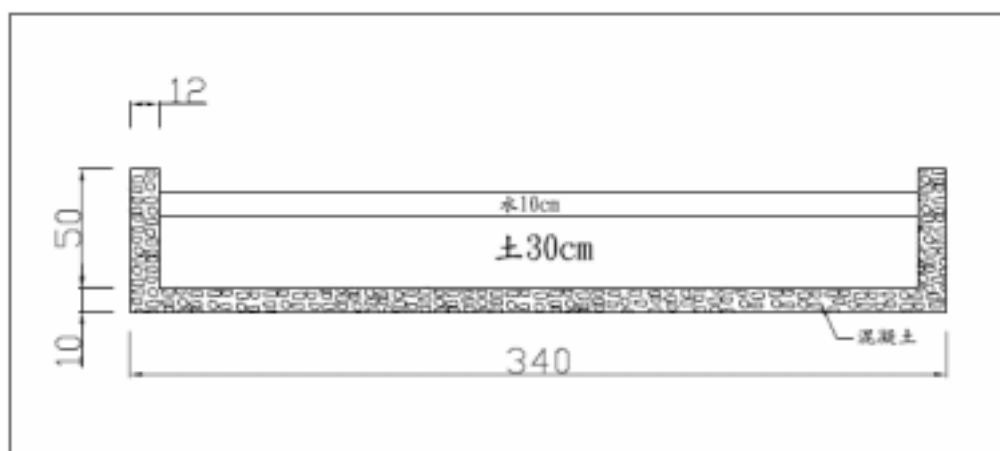


圖 3-2-6 生態池 A-A 剖面圖

資料來源：本研究繪製

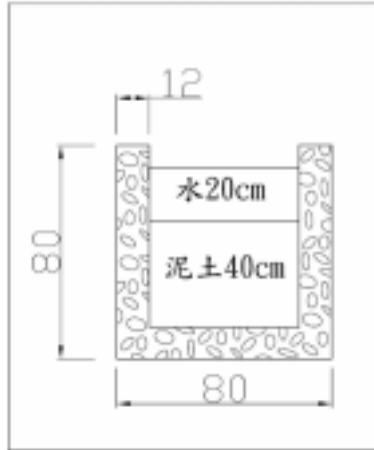


圖 3-2-7 生態池 B-B 剖面圖

資料來源：本研究繪製

2. 引用水說明

校園生態池大多是引用地下水為主要水源，西勢國小也不例外，不過校方因長期使用地下水，在設施維護與電費的支出上陸續的增加，學校後續考慮引用洗手台廢水輔助用水，過濾後引入生態池使用，但是學校在引用廢水處理時，要注意學校經費問題，如果引用過於污穢的廢水，不只增加系統維護費用，且過濾系統無法完全過時，容易造成生態池水質的汙染，影響水中生物的生存環境，因此規劃尚未完善之前還先採用地下水補充。生態池設置在戶外，需考慮風吹日曬雨淋，日照過強水分蒸發、滲透，水源不足就從抽水馬達抽水補充；下雨天雨量過大，池水溢流出來，西勢國小是讓水自然滲透。生態池水生步道設置在童心園內，生態池周圍種植了水濱植物和花草草，生態步道是挑高的木棧道，因此四周都是自然的泥土，雨量過大生態池池水滿出來，順著泥土滲漏到地底下。

學校在營造方面，校門口童心園生態池步道，營造出河川周期生態，從水往下流，製造一個瀑布景觀，瀑布下方是一個深潭，再來是上游、中游、下游河川生態。校長設計生態池構想是從瀑布、深潭、上游、中游到比較靜態的下游，每一段水道分別陳列該水域生長的水生植物，學生不只能從中學習水生植物，更能了解水生植物生長之自然環境是何處。反倒是水質問題，水生植物非常重視水質的穩定，學校為了保持水生態時水質穩定，下游設有地下馬達抽水循環，將水抽回最前面瀑布區，再經由深潭、水道循環一次，使池水成為流動水源。抽水馬達學校設置一個定時裝置，調整上、下學各讓他循環一次，電費方面還是要適當節制節省經費，循環主要是要水流曝氣，學校池子不大，一天曝氣一、兩次就夠了，也節省電能降低花費(圖 3-2-8)。

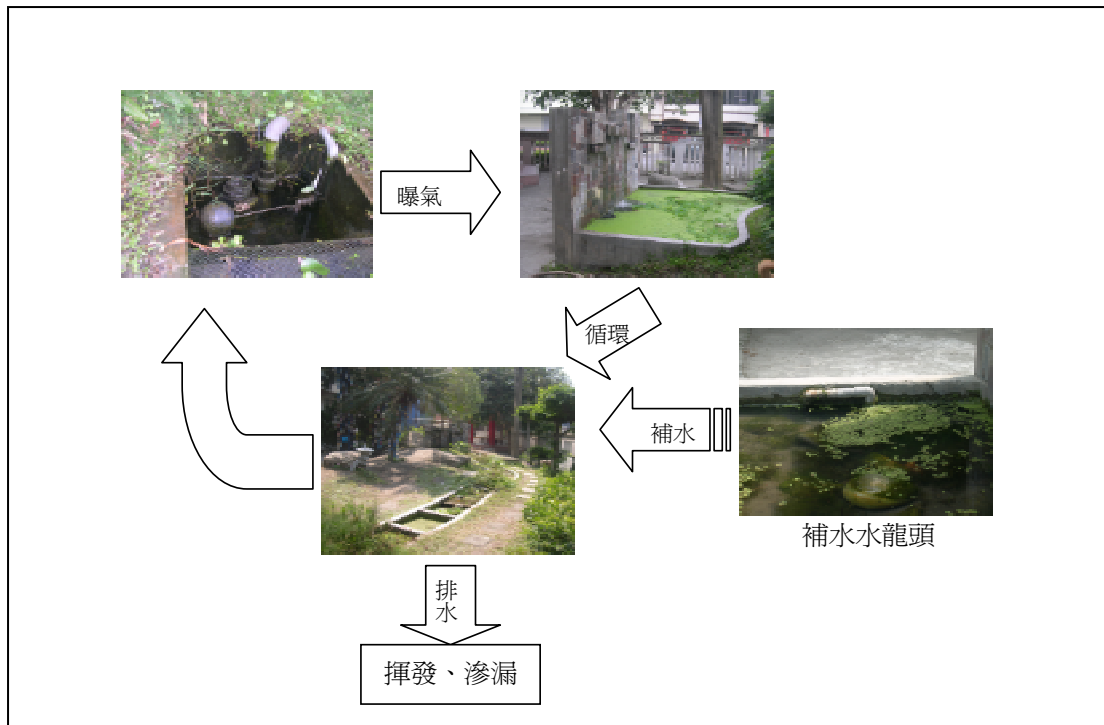


圖 3-2-8 西勢國小水源補充圖

資料來源：本研究整理

3. 學校管理方式說明

實際動手維護疏濬還是以校長、總務處為主，此外還安排六年忠班的同學負責整理，不過學生打掃著重在水生步道區內垃圾撿拾，剩下雜草由工友來清除，像現在雜草長度過長，維護人員會用推草機推一次，鋤草週期大概兩、三個月要割一次，疏濬大概也是這一個時間，有時要不定時的觀察池內生態，看池內品種維持狀況如何，發現過多優勢品種擁塞水道，就著手清除過多的部份。生態池放置此區位，雖然緊臨教學大樓，但是日照量還算足夠，日照對水生植物生長不至於有太大影響。學校生態池問題癥結點在於水池面積不夠大，維護品種不易。

梁校長管理生態池是強調生態性高一點，要做就做到昆蟲能在此很自在生活，不是做一些表面人工化設施。校長想闡訴是生態池中有昆蟲、有蝌蚪自成一個人小生態系自體循環，能在不經意撥動植物青蛙忽然跳出來、蜻蜓迎面撲來，人力越少越好，但是如何減少人力必須動點腦筋，比如說優勢品種生長太過快速。生態池選擇門口雖是不得已，造成日後維護上一點點小插曲；生態池放置於校門口，管理採半放任狀態，學校門面家長進進出出難免會有意見，尤其家長觀念會認為學校行政部門沒在管理，做事風格過於懶散。如能夠建造在偏遠地區，面積範圍能不至於物種競爭太激烈，讓草長長一點，一些生物較能躲藏，不用太多太多人為整理反而會好一點，管理層面上來探討，生態池地點選擇也是很重要的。

第三節 芳苑國小

一、基本資料簡介

本研究將以表 3-3-1 呈現芳苑國小校地面積、學校規模、學校人數、生態池籌備人員、興建年代、生態池位置、型式、資金來源、水池面積、池底構造、進水來源與維護人員等資料。

表 3-3-1 芳苑國小基本資料表

項目	內容
校址	彰化縣芳苑鄉芳苑村斗苑路芳苑段 230 號
校地面積	22994 平方公尺
學校規模	6 班
學校人數	180 人
生態池籌備人員	廖進森校長
生態池興建年代	民國 92 年
生態池興建前用途	學校圍牆邊一塊空地
生態池位置	邊陲角落
生態池型式	水池
資金來源	教育部永續校園經費
水池面積	40 平方公尺
池底構造	黏土夯實/不織布
進水來源	馬達抽取地下水/雨水、逆滲透廢水回收
排放	自然溢流、都市排水溝
維護人員	校長、總務處人員、工友

資料來源：本研究整理

二、校園設施配置與周邊環境

1. 校園設施配置狀況

芳苑國小(學校平面圖參見圖 3-3-1)是一個班級數六班的小學校，學生人數不多校舍建蔽率只佔校園面積 10.3%，校園設施設置活用範圍極大。這幾年廖進森校長推動「永續校園局部改造」計畫，向教育部申請透水性鋪面、雨水再生水利用、親和性圍籬、多層次生態綠化、生態景觀水池、落葉與廚餘堆肥六項經費，

改造後全校綠覆率 70%、可透水面積比率 81%³。對於學校操場刻印象不是紅土操場就是不具環保的 P U 跑道，芳苑國小突破此印像，採用能綠美化校園、增加綠色面積、減少砂塵、增進學校透水的草地跑道，此項設施不但改善學習環境、加強學生視力保健，更維護校園環保。

芳苑鄉的海濱是中部最大紅樹林區域，又考慮台灣環境遭受嚴重污染，許多過去道路邊、池塘和水渠裡隨處可見之動植物，隨著水泥溝渠的出現已消失殆盡，進而將水生植物池、紅樹林生態池引進學校，創造優質學習環境。國小六年級自然課程教學內容有一單元為蕨類植物，芳苑地處海邊並無蕨類植物，教學的需要及空間環境的再生利用，於校園陰暗處種植蕨類植物；種植誘蝶植物，吸引蝴蝶在此繁殖、活動，以宣導校園環境教育。

2. 周邊環境與生態池之連結

配合教學之校園建設，因地制宜相對重要，了解校園各角落之環境，設立屬與此角落的教學設施，減少日後管理之人力與經費。而在學校周圍之環境景觀，校門口緊臨著幹道，且位於市區，生態層面較為不足，不過學校後方是大片的稻田，所以生態池物種豐富，不難發現蝴蝶、青蛙與蜻蜓在此出入。

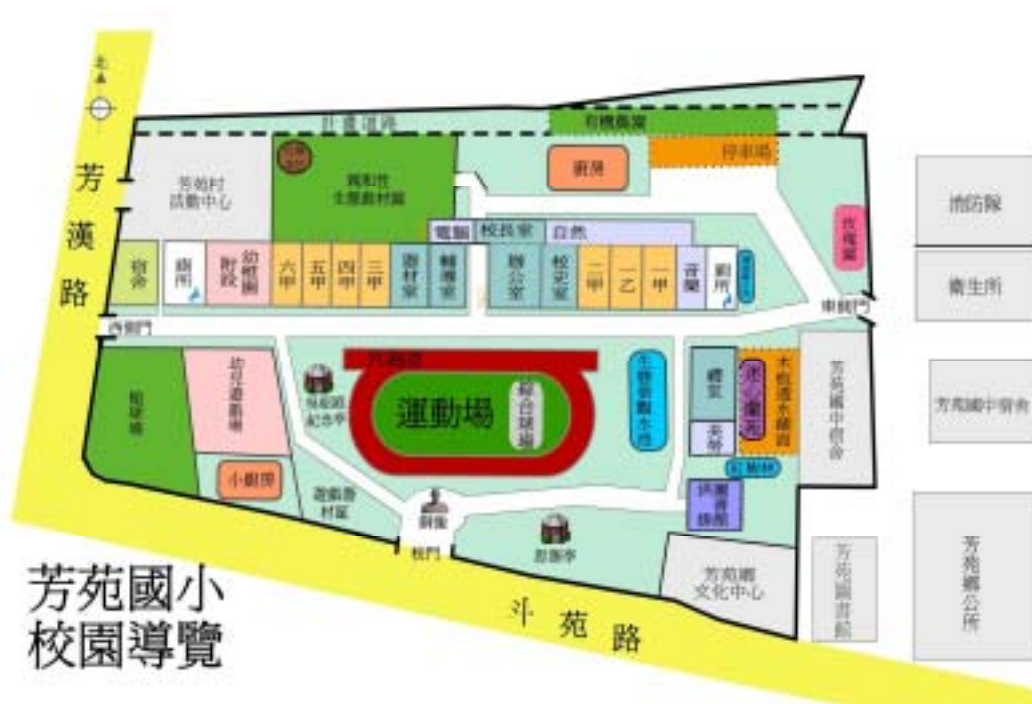


圖 3-3-1 芳苑國小校園配置圖

資料來源：芳苑國小

³ 彰化縣芳苑國小永續校園局部改造期末報告書，頁 1

三、校園生態池規劃構思

由於台灣環境遭受嚴重污染，許多過去道路邊、池塘和水渠裡隨處可見之動植物，隨著水泥溝渠的出現已消失殆盡，現今課程教學只能以圖片式為教材，無法達成良好學習環境，進而將水生植物池、生態池引進學校，配合教師教導模式，創造優質學習環境。校園不等於公園，校園與公園之差異性在於：公園是休閒娛樂場所，學校是教育之殿堂，依校園之地理環境、人文特色、現有狀況，營造具有當地人文、地理環境之校園生態，完備鄉土教學。校園中每一處角落都有其教學功能，規劃不同的教學園區，讓學校變成環境多元，提供教教師授課、學生學習的真實教材(圖 3-3-2)。



圖 3-3-2 芳苑國小生態池

資料來源：本研究拍攝

教學本身就是有計畫有組織有系統，學校為什麼設立生態池？其最主要是有課程的需要，課程有許多跟生態有關係的；另一個是誘發性的教學，依季節之不同，生態池產生不同變化，學童有許多自發性的活動，如：池中的蝌蚪，學生自行去觀察親近(抓蝌蚪)。生態池邊最好能有坐下觀察的空間，水中植物有明確標示，更能誘發學童自發性的學習。校園環境與教學互相結合，相輔相成提升教學品質、再造校園空間。教學是由點而面，具體的實物教學讓學生以身體感官去感受學習，教學由媒體說明，欠缺實際的感覺，要有實物對應、對照。

雖然規劃生態池站在教學立場設置，但當初建立學校第一座景觀水池工友反對聲極大，先入為主的觀念：水生植物池維護不易，定期需要大量人力打掃清理，維持水生植物生長環境，這些措施增加工友工作上負荷。設立初期校長以身作則，不假他人之手自行管理清潔，找機會與工友互相溝通，水質穩定後，池內自成一生態體系，除水量不足時，需額外添加水源，此外鮮少需大量人力支援。當校內提出申請修建紅樹林生態景觀水池時，工友反對聲浪已消除，反而支持校長的政策。

生態池之規劃事前工作由設計師提供專業領域的建議，校方匯集需求統整轉達設計單位，依據需求規劃設計，從設計圖說中探討是否教學及安全考量，彼此協商共構而成。生態池設立的初期，規劃者(校長與行政人員)與使用者(教師與學生)所持之角度本身就有所不同，規劃者應用各種技巧誘發教師，完全使用行政命令容易產生反感，事倍功半，規劃概念圖如圖 3-3-3。

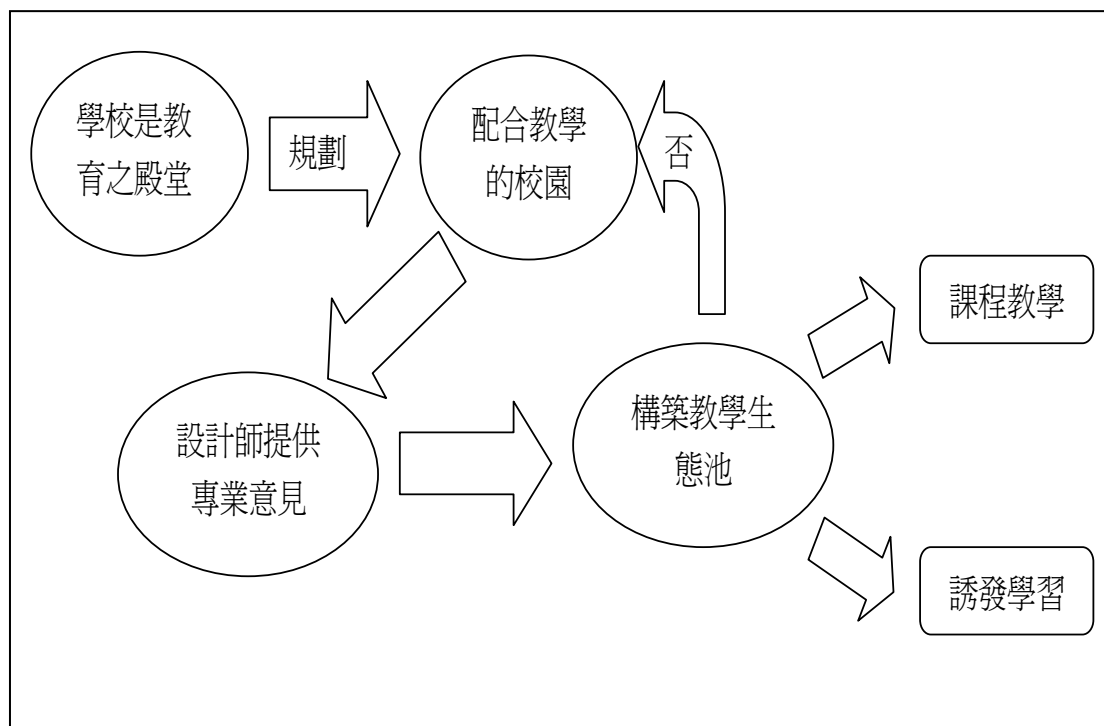


圖 3-3-3 芳苑國小生態池規劃概念

資料來源：本研究整理

四、生態池設備與管理說明

1. 池底構造說明

民國九十一年興建水生植物池；當時家長會長為留下紀念物品，芳苑國小一直沒有水生植物池，於是校長提出水生植物池之構想，可美化綠化校園消滅髒亂，又可達成教學實質目的(生態教學園區)，教學者能靈活運用豐富教學內容。規劃時以最簡易的工法製作而成，故整座水生池以混凝土製作而成(圖 3-3-4)。九十二年學校申請永續校園改造計畫案中的生態景觀水池，在原先水生植物池旁設立，永續校園局部改造計畫案中規定生態池池底構造應由黏土夯實等透水性建材設置而成，學校設計上須配合計畫案的規定才選用此工法，增加校內基地保水量(圖 3-3-5~圖 3-3-6)。



圖 3-3-4 芳苑國小景觀水池

資料來源：本研究拍攝

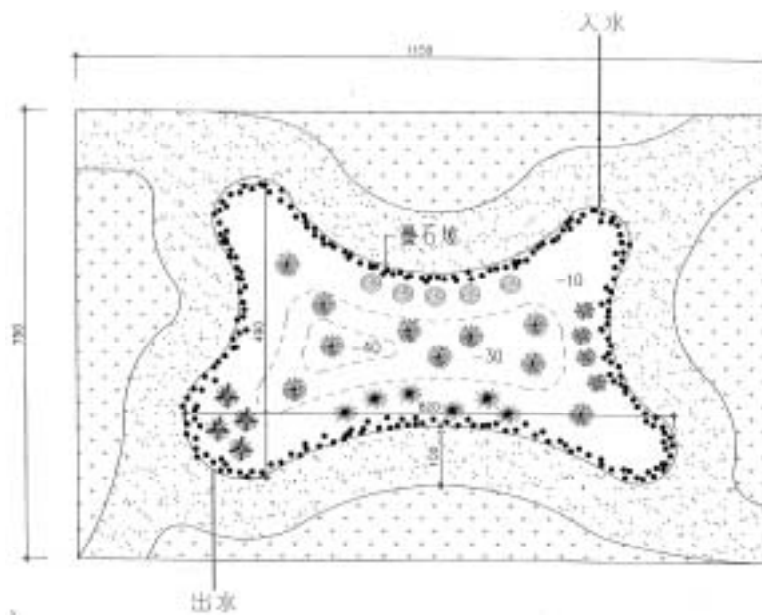


圖 3-3-5 芳苑國小生態池平面圖

資料來源：芳苑國小永續校園局部改造期末報告書，2003，頁 8

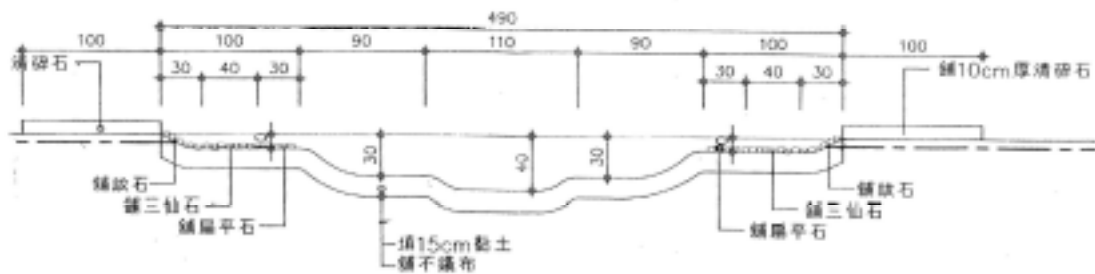


圖 3-3-6 生態池剖面圖

資料來源：芳苑國小永續校園局部改造期末報告書，2003，頁 10

2. 引用水說明

芳苑國小地處濱海地區，周遭並沒有乾淨的水源可以直接引用，民國九十一年設置景觀水池就設置抽水馬達，抽取地下水作為引用水源，由於池底是以混凝土構成一層不透水層，水分滲透到地底的量並不大，大部分的水都是蒸發至空氣中，因此使用地下水補充就已足夠。民國九十二年芳苑國小提出永續校園改造計畫案，計畫書中申請生態景觀水池及雨水回收系統，回收學校內逆滲透回收水及雨水，收集到一定的量自動漫流到水生植物池，水生植物池與生態池是互通的，水生植物池過多水分流入生態池滲漏，兩者之間傳連成一循環保持水質清潔，如池中水源不夠，抽水馬達設有定時裝置補充水分的不足(圖 3-3-7)。

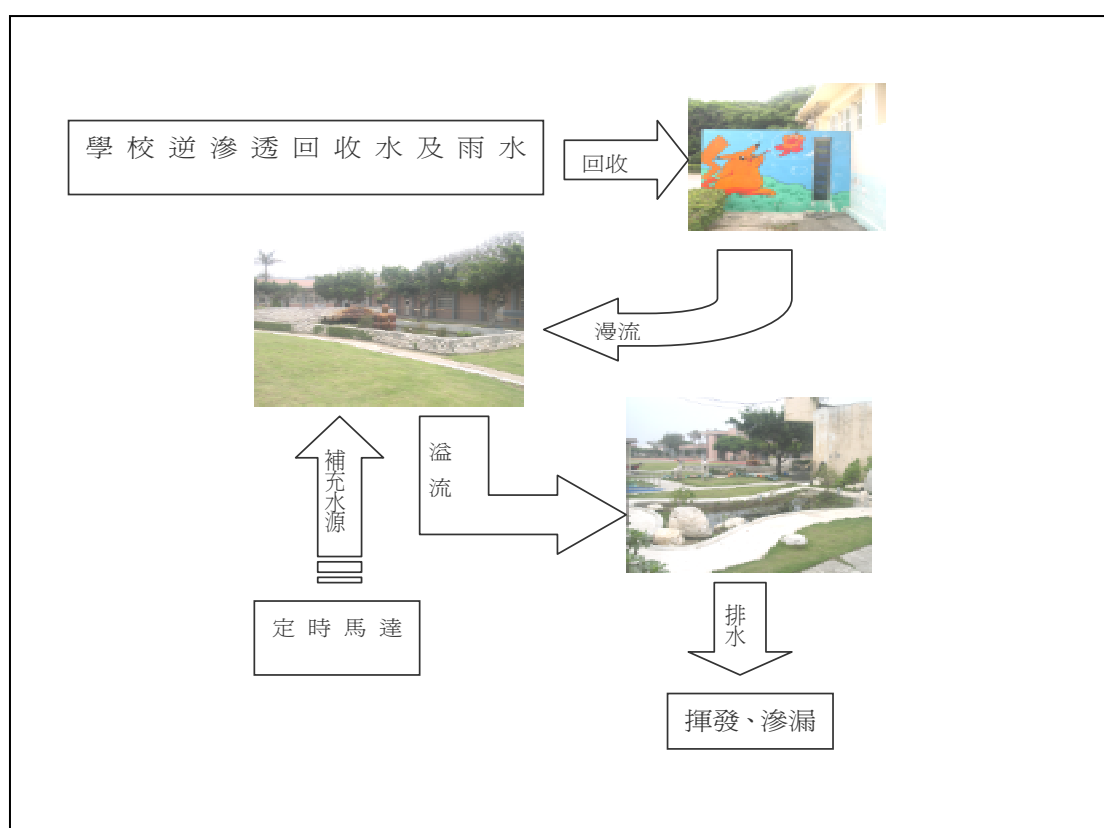


圖 3-3-7 芳苑國小水源補充圖

資料來源：本研究整理

3. 學校管理方式說明

芳苑國小校園規劃理念秉持豐富教學資源、教學活潑生動，校園並不等於公園，校園環境不只是綠美化更是學習的殿堂，一草一木都是教育資源。校園空間賦予教育性，學習不在只是侷限室內小小環境，環境的觸發學習、引導學習、誘發學習逐漸貫穿學校教育方式，教師啟蒙是學生學習的開眼鏡，知識傳輸建構學生思考脈絡，多元知識架構學習網絡，建立學生學習的原動力。

教育部推廣九年一貫課程教材多元化，除了教育部的教材外還要增加一些補充教材，補充教材就是增加學生學習、引導他們，畢竟老師並不是學習的主角，從環境及教材中探索答案，尤其是自然科學沒有一定標準答案，由學生操作發掘問題解決問題，教師只是從旁指導操作，答案由他們自行去發掘。因此老師校內再進修是有其必要性，每位老師學習、了解層面並不相同，教導學生初嚐學習滋味，引導學習是不容易，教導過程必須不斷修正自己教學方式，配合課程蒐資料，提昇教師教學品質。因應教師專業領域之不同，排定教師進修充實教師先備知識，構築校內網站方便教師上網找尋校內教學資源，種種方式鼓勵與強迫參半，行政層面與教學實行者間搭配的默契是教育推廣的要素。

在學校規劃各式的學習角落，教學上真實環境能與課程內容相輔相成，學生學習不再是枯燥乏味，豐富教學內容提高學生學習興趣，興趣產生對於教學是有很大大助益。不過興趣的產生只能觸發學生短暫學習，後序學習還是需要教師系統性引導，誘發學習動能，加深學習印象。生態池為一個親近式的教具，無疑的方便教師教學資源，提高學生學習興趣，延伸的問題在於校園除行政人員、教師及工友固定人員外，並沒有多餘人士負責照料，廖校長表示要有一個好的生態池，管理上須具備先前設計優良→教師培養興趣→學生與生態池培養感情→達成維護。

學校人員不足以校長、總務主任及工友來維護，管理上會負擔較重，培養起校內共同興趣，一起維持校園生態池的營運固然好方法，囿於教學過程不只有教導自然科學部份，或許生態池能應用在各個課程活用教學，但並不是每個人對這部分都有那股熱誠，還是會有人對這部份是不想接觸，要從教學資源推廣培養教師興趣是蠻完善的構思，興趣有先天與後天培養，學校的努力老師當然能體會，假如校內人員達成共識妥善安排管理，訂定相關規範相信應該都願意加入管理維護的行列，推動興趣培養與妥善安排管理，雙管齊下效果應該會有顯著的改善。

第四節 陝西國小

一、基本資料簡介

本研究將以表 3-4-1 呈現西勢國小校地面積、學校規模、學校人數、生態池籌備人員、興建年代、生態池位置、型式、資金來源、水道長度、池底構造、進水來源與維護人員等資料。

表 3-4-1 陝西國小基本資料表

項目	內容
校址	彰化縣秀水鄉金興村番花路 261 號
校地面積	14500 平方公尺
學校規模	12 班
學校人數	294 人
生態池籌備人員	張信堯校長
生態池興建年代	民國 88 年
生態池興建前用途	庭園美化
生態池位置	操場與教學大樓中間地帶(校地中央)
生態池型式	水道
資金來源	教育部校園綠美化經費
水道長度	55 公尺
池底構造	混凝土鋪面
進水來源	馬達抽取地下水
排放	自然溢流/植栽澆灌
維護人員	校長、總務處人員、工友、編排打掃班級

資料來源：本研究整理

二、校園設施配置與周邊環境

1. 校園設施配置狀況

陝西國小(校園平面圖參見圖 3-4-2)地理區塊有別於其他三間學校，位於山麓與沿海中間位置，冬天東北季風不如其他三間沿海學校來的強勁，校園綠美化工程減少部分風害呈現綠意盎然，這是學校地理位置上的優勢。校園設置田野間，與主要幹道有一小段距離，有助於周圍環境自然生態之維護，固校園內先天自然生態資源就較豐富。校門口緊鄰一條水圳，柔性地區分了校區與社區，宛如世外桃源，此乃陝西國小先天上之特色。

校園周圍能讓參觀者產生好奇，踏入校門口對環境多會一份感動；學校植物很多，甚至比許多大學校還要更多，校方用心經營活用本身之優勢，設立許多自然教學園區，水生植物教學步道、螢火蟲復育區和多個自然教學步道，充分應用環境之便達到學生對自然環境的認知。其中校園內名聲最大、最有特色的就是司令台後方水生步道區，當初這地區只是做一般庭園造景，機會巧合下綜合各方意見，精心構思設計陸域景觀與水域相互搭配，柔和串聯教學大樓前、司令台後整塊區域，原先最早思考模式是要活化、美化校園空間，沒想到水生溝渠營造名聲卻大過地面景觀，聲名遠播全縣、赫赫有名。

2. 周邊環境與生態池之連結

生態池裡除了水生植物外，學校還放入貢德氏赤蛙、小雨蛙、哲蛙這幾種，每天都在水道旁呱呱嗚叫，天然交響樂聲吸引學生親近大自然，不過由於水到位於學校中央，學生活動較為頻繁，相對也降低了周圍生物加入的機會，除了黑光蟾蜍自行加入外，水道內的動物大多是自行放養，如果學校能夠設置較隱密的廊道，吸引生物由此廊道遷徙，無疑的增加了生態池的生物多樣性。



圖 3-4-1 陝西國小校園配置圖

資料來源：<http://www.ssps.chc.edu.tw/class/flower/>

三、校園生態池規劃構思

適合教學的環境有時是刻意規劃，主要是活用校園空間提升教學品質；有時卻也能在無意間創造良好使用空間。良好的空間應用不是一開始就能發揮其最大效能，經歷專業人士設計規劃、空間應用者使用磨合及用後綜合評估改善現有設施的不足。陝西國小生態池就是良好例子，原本這一整個生態池水生步道為分散的五、六區塊，前總務主任計劃將這些區域串連做景觀改造，各方意見整合、互相討論計劃，達成共識後認為區域與區域間如果能夠以水域做連結，活化校園只是花花草草的刻版印象。

因此整合全部校內構思，教務處郭主任提出建造一條河流的建議，依著溪流上游、中游、下游，大石頭、中石頭、小石頭及鵝卵石的景觀排列，事實上這是未與設計師討論前的構想。與設計師接觸後，來來回回反覆協商討論，施作上與校方的想法有所出入，設計師規劃重點沒辦法符合學校的需求；設計師依計畫規劃了一條水渠，這一條水渠沒有辦法照著先前討論上、中、下游去營造，整體設計看起來像再做一般景觀河流。規劃初期前校長發表自己意見，將此條溪流加入戲水功能，有此想法在於那時政府做了許多親水公園、親水步道，依循這理念將溪流水設計很淺，學生可以進入水道內玩水。

問題點產生於學校不像親水公園一樣，有這麼大量的水在流動，每天都有固定時間抽換水，學校經費有限，做出來的水道無法容納過多水量，水源流動也不多更無法時常抽換水，久而久之水中就開始長青苔，水質逐漸惡化，學生看到水不乾淨不喜歡下水去玩，造成整個水道沒辦法達到親水效果。水質優養化，溝渠變的無法使用，是整個景觀上美中不足的地方，恰巧學校人員閱讀報紙，萬來國小有個家長委員專門在種植水生植物，建議校長引進水生植物試試看能否改善，於是拜訪這位家長委員。

家長委員來到現場仔細觀察，探討如何改善現有面臨的窘境，提出改善問題首先要填土，填完土，過了不久家長委員帶了第一批水草過來，種了些水蘊草、池藻、金魚藻等等。水草剛種入有些因水土不服相繼死亡，家長委員又帶了第二批水草過來補充入溝渠內，可能是氣候轉換，氣候由熱轉涼，天氣過熱水溫過高種入水草比較容易死亡，氣候轉涼有益水草生長，水草如預期生長起來，水草如果能夠再水中生長一段時間就不會死亡了。種了水草，發現水草效果不錯，環境也不會因水道的優養化降低視覺上的美感，第二階段，學校就放入魚、蝦，慢慢將生態池經營起來了(圖 3-4-2)。



圖 3-4-2 陝西國小生態池

資料來源：本研究拍攝

一開始完全沒有想到要種水生植物營造生態景觀，只是想規劃出一條河流景觀，讓學生能從事親水活動，完全沒有考慮到要做教學，美化環境是首要目標，雖然說水道曾經想過營造溪流景觀，不過現在水生植物並不是依照溪流上、中、下游排列模式，都是隨意種植，大部分上游都是種植過濾性植物，像布袋蓮、大萍、槐葉萍。談到教學層面，是這三、四年才剛開始實施，初設立階段沒有加入教學使用，先前設立構想經過設計師改變後，放棄原先溪流教學為主軸的規劃，主要目的是讓學生作親水遊憩活動，陸續遇到問題才慢慢改變計畫，引進水生動植物改造水道的水質問題，逐漸才加入課程教學，生態池規劃概念如下圖 3-4-3。

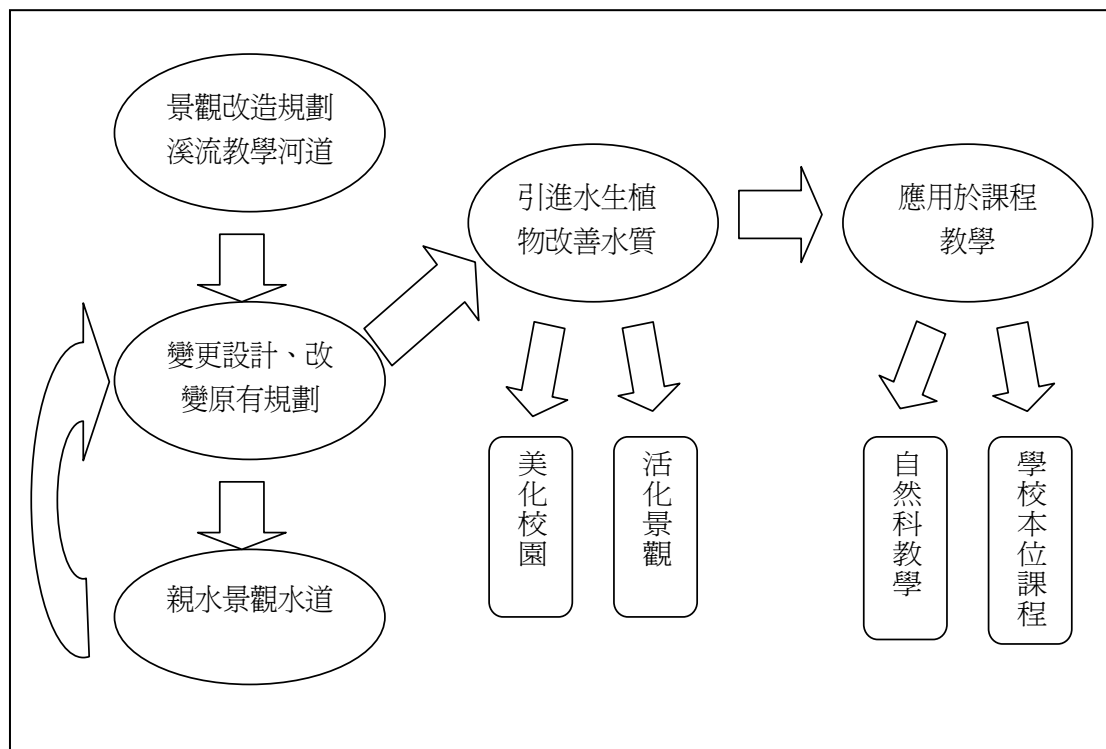


圖 3-4-3 芳苑國小生態池規劃概念

資料來源：本研究整理

四、生態池設備與管理說明

1. 池底構造說明

陝西國小之生態池，由於初期規劃並不是建築生態景觀水池，而是想建造串聯司令台後方與教學大樓間之庭園景觀(圖 3-4-4)，而有鑑於興建時期台灣諸多地方都設有親水公園，因此池底構造以混凝土建材製作而成(圖 3-4-5)，讓學生能方便下水遊憩，之後囿於水質優養化，才依照原有構造改建成現在形勢。

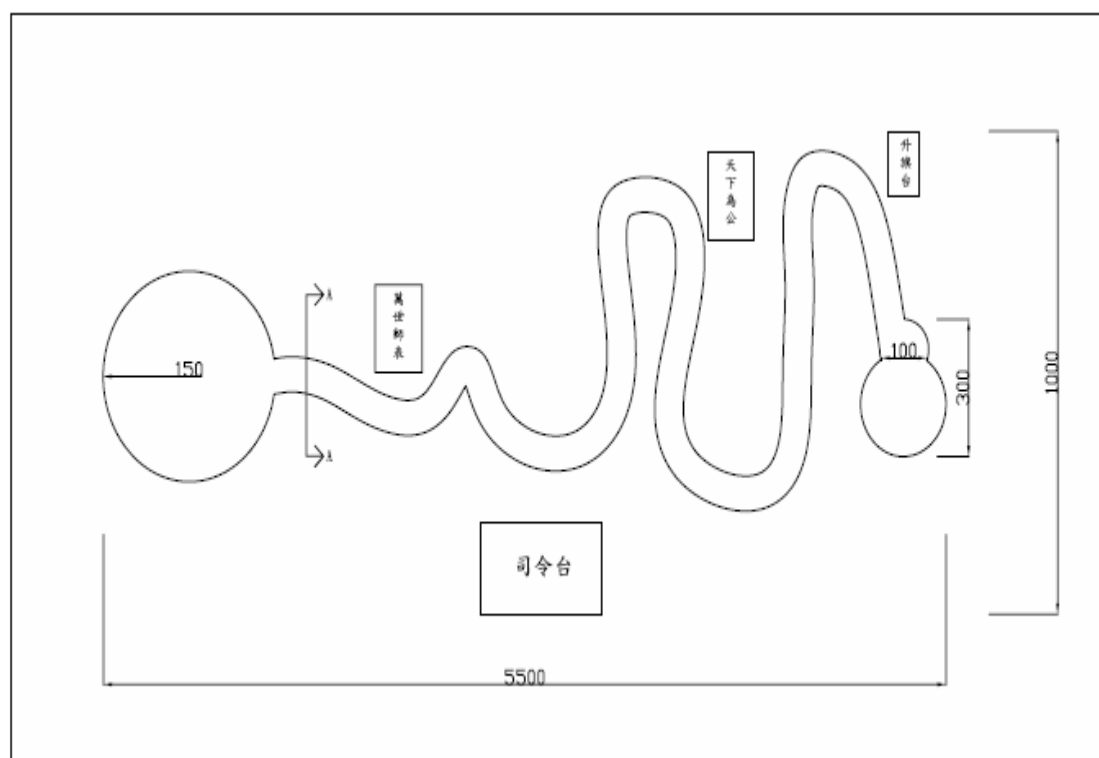


圖 3-4-4 陝西國小生態池平面圖

資料來源：本研究繪製

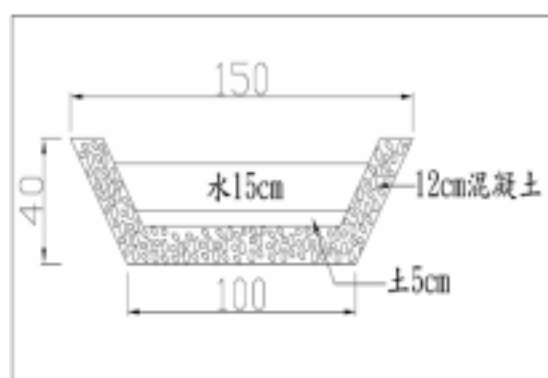


圖 3-4-5 生態池 A-A 剖面圖

資料來源：本研究繪製

2. 引用水說明

陝西國小生態水道是使用地下水灌入源頭，經過漫長水道流到下游，本來是想從下游抽水道上游做循環，當初設計上設想不太周到，設計上水源是有一抽水動作，不過水不是回到水道的源流做瀑氣，而是利用流水道的水抽上來噴草皮，推動水牆上的水車，是有點浪費水資源(圖 3-4-6)。

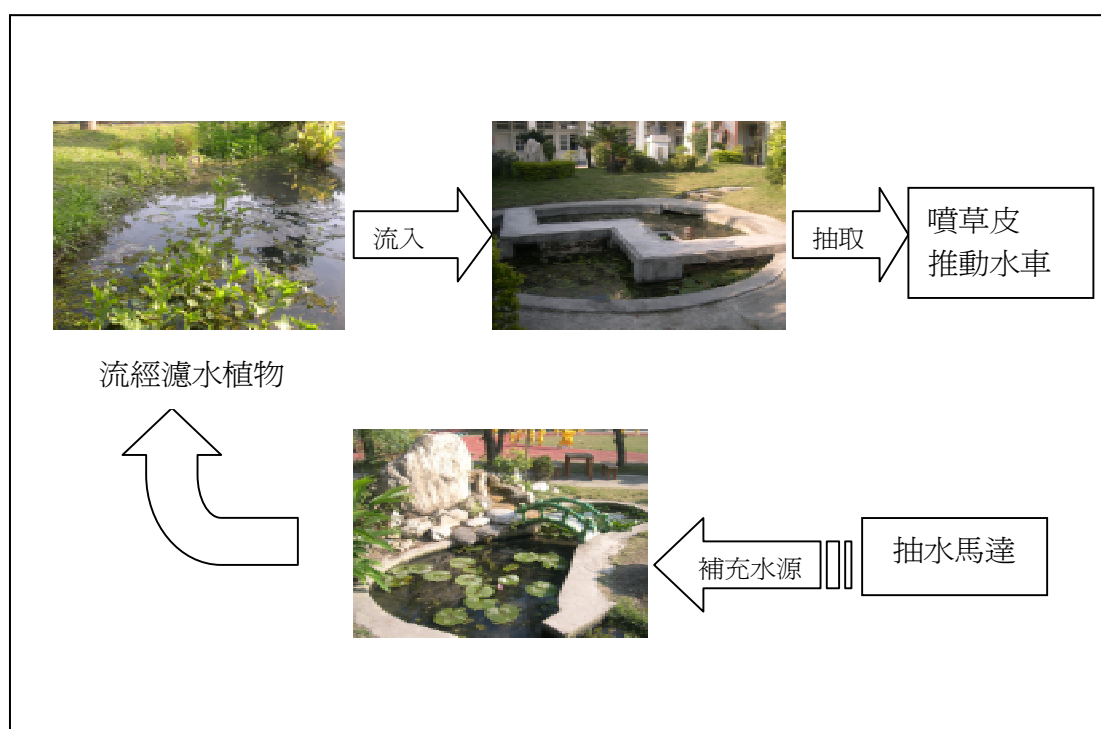


圖 3-4-6 陝西國小水源補充圖

資料來源：本研究整理

3. 學校管理方式說明

開始做校園景觀改造，只是想規劃出一條河流景觀，讓學生能從事親水活動，沒有考慮到要配合課程教學，美化環境是規劃的首要目標，陸陸續續水道出現水質惡化的現象，變更原先設計改種水生植物克服水質問題，慢慢才帶入課程教學。校方開始營造生態池，秉持著教科書內有的物種，盡量找尋回來種植或飼養，但每種物種生長環境差異性大，況且學校水道水量較少，夏季氣候炎熱水溫容易過高，許多魚類不耐熱相繼死亡不容易養殖，累積一些經營管理經驗，生態池其實也不一定要配合課本，課本內容是死的，教學就由老師自己掌握，如何取得學校既有資源。

陝西國小生態池步道面積範圍很大，長約五十五公尺、寬約十公尺之用途上，校方用心經營生態池不只維持現有品種，只要校方人員參訪其他校，發覺某

種植物是學校生態池所欠缺的，恰巧別學校沒有繁殖上的困擾，就會要一、兩株放入水道，因此學校水生植物種類繁多。水生植物最簡易分類為浮水植物、沉水植物、挺水植物三種，穿插種植於水道中，剛開始探索混雜在一起的水生植物，首先要先辯認他是什麼品種，有些植物特徵較為類似，對於水生植物不較熟悉的人士，是不容易辨別水植物的品種。

因此學校舉辦研習活動，加強教師在校進修，增加教師對學校內資源的了解，提高設施的使用頻率。前一陣子學校舉辦認事水生植物的研習，舉辦研習大多數是校長、郭主任擔任講師，室內部份先以學校拍攝的照片、投影片作解說，大體上說明完畢再帶到戶外實物講解；戶外實際教學，從實物中植物的特性判別水生植物的種類，水生步道彎彎曲曲距離不短，一一介紹當下都能明白其特性，整體統合重新再走過一次，不是很清楚的就會搞混了，如果教師沒有再特地留意、上課前沒再複習，下次在看到還是不容易辨別品種。教學資源要很清晰標示出來，教學上才能方便活用，自行拍攝校園內水生植物、陸生植物上傳學校網頁，讓老師上課前方便做預習，活潑教學內容，提高學生學習興趣。

談到生態池管理，學校沒有特地安排維護人員，主要管理的第一個就是校長本身，之前設置溝渠的張校長，現任的胡校長，兩個都會自情去清理維護溝渠的整潔暢通；第二個會去整理的是學校工友先生，工友林先生認識水草也非常廣泛，清除水道過於擁塞部份，知道何者是該保留何者是多餘的，盡心盡力維持水道通；第三個清除人員是掃地區域分配到班級的老師與學生，學校通常將水生步道掃地區域分配給五年級，五年級學生每天都要來這邊做清掃工作。

學校本位課程的推廣，搭配校內舉辦各項研習，增加老師對於學校資源的認知，活用校園環境活化教學內容；生態池配合課程教學不但提升教學品質，更能帶動學生學習興趣，達到傳授知識的效果。管理上雖然優勢品種已經適當的圈養，繁殖還是過快，而且又被視為重點整理區域，打掃此區域需花費眾多人力來維持水生步道的整潔。

第四章 生態池使用管理之議題綜合分析

審視現階段大部分研究者對生態池的論述，皆單獨探討生態池設計規劃或是討論生態池教學模組，維護管理部分只是輕描淡寫草草帶過。本研究以使用管理為著眼點探討生態池之規劃，依據案例學校生態池「教學使用」與「維護管理」現況，探究生態池於空間落實上的不足，提出可行性規劃之建議。

空間之形成必有其場域需求，依照此需求架構空間物質的排序，為觸使空間使用功能可以永久延續，應依其形成的紋理與脈絡加以管理維護。在第二章文獻回顧論文分類上，從規劃觀點探討生態池之論文，由於採用生態工法與綠建築的評估方法，將生態池過於抽離現實狀況，太過強調生態特性，較無法去融入校園的教學使用與管理；使用管理之論文寫作，則是解決了生態池除了生態特性外，更添加校園空間教學使用的需求，但是在教學使用探討過程，忽略了維護管理，使用之材料有時都造成日後的困擾；而維護管理之論文探討，太過於偏重於現況的呈現，對於具體維護管理之方式，則只停留在提出方案，並有太多規劃上明確的建議。

本文是透過資料調查、實地觀察記錄與深入訪談等用後評估調查作業，發掘學校生態池主體結構及周邊硬體設施的規劃與管理兩者間相互矛盾點，並且以案例學校互相比對及文獻資料探討，改善生態池設備之缺失。

本章將針對生態池主體規劃上分為「設置區位」、「引用水與水質」、「規劃型式與使用管理」、「教學與解說牌」等四項議題，進行「使用管理」綜合評估分析。在設置區位議題中，將設置區位對於生態池生態性、教學性、人為因子與管理方式進行交叉式比對探討，釐清生態池區位選擇對於使用性上的差異；引水與水質議題中，以案例學校採用水源與水質維持的方式進行探討，找尋適合學校水源與水質維護的可行性辦法；規劃型式與使用管理議題中，則以學校生態池規劃樣式與水生植物管理辦法相互比對，探究不同樣式之生態池教學使用與維護管理上的差異性；教學與解說牌之規劃議題中，以現階段學校教學方式及需求，與解說牌現況加以評估，發覺解說牌設置上之議題，探討解說牌在教學使用上之狀況(圖 4-1)。

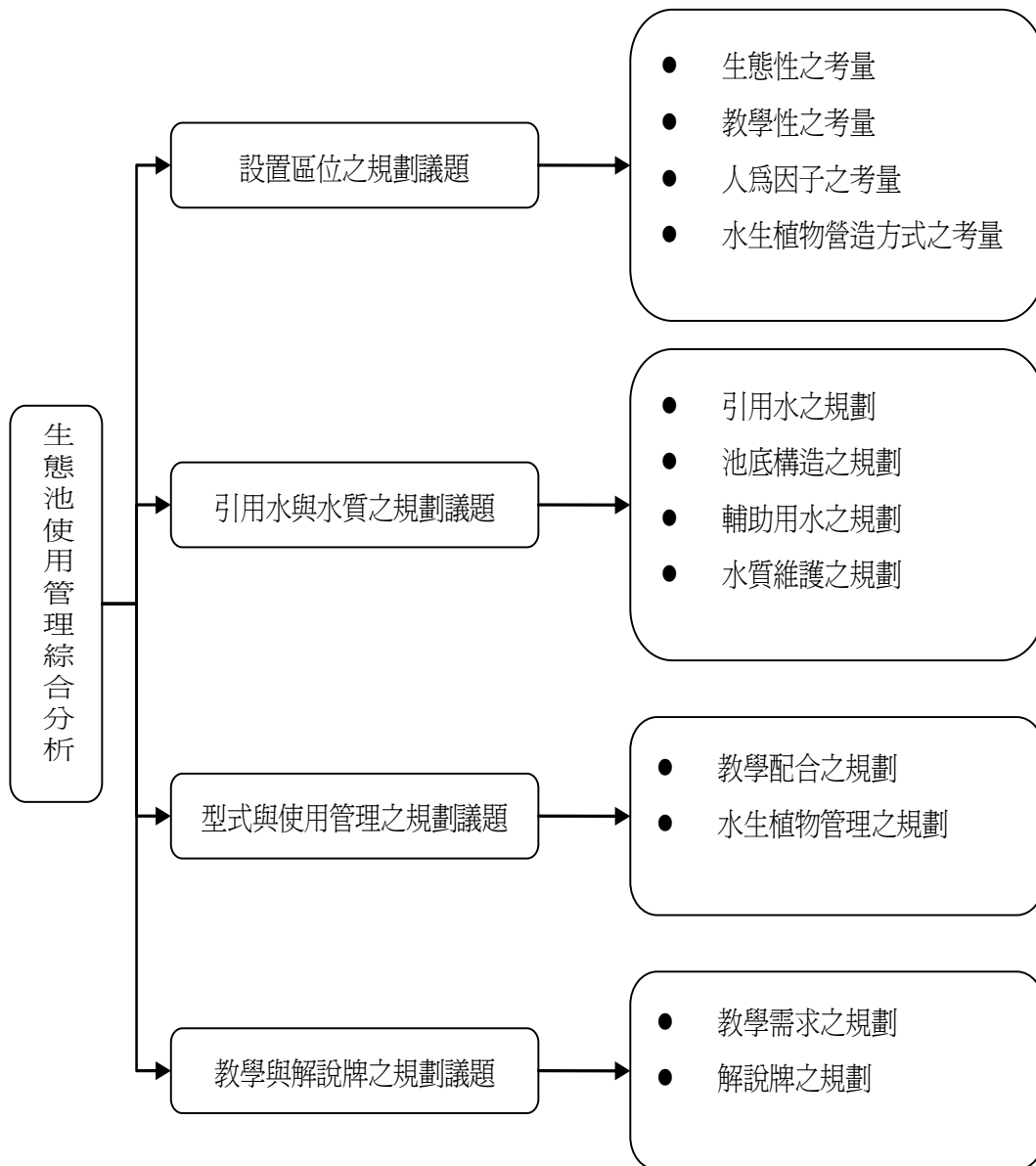


圖 4-1 生態池使用管理綜合分析架構圖

資料來源：本研究整理

第一節 生態池設置區位之評估分析

一般國民小學校園設計條件，依照教育部「國民小學設備標準」(民國七十年)規定，一萬人口以下都市計畫區之國小每校校地面積不得小於 18000 平方公尺，一萬人口以上都市計畫區內之國小，每校校地面積不得小於 20000 平方公尺¹。根據教育部九十一年度資料分析可知台灣國民小學校地從 20000 平方公尺到 50000 平方公尺不等，大多學校校地面積分佈在 20000 平方公尺上下²。

在過去二十年間，國民生活水準有了改變，也相對提升了校舍的量與質的標準，每生校地面積從原先的 10.67 平方公尺提升為 12 平方公尺³。篩選之四間國民小學洛津國小每生校地面積為 40.53 平方公尺、西勢國小為 18.78 平方公尺、芳苑國小為 127.74 平方公尺、陝西國小為 49.32 平方公尺(下表 4-1-1)。這四間學校設校時間悠久，甚至所有學校都比教育部訂定設施標準還來的早，其中有西勢國小、陝西國小校地面積無法達到教育部之基準，不過以每生校地使用面積計算，四間學校都超越標準，除西勢國小勉強多出 6.78 平方公尺外，其餘三間學校都多出「國民中小學設備基準」數倍，尤其以芳苑國小多出 10.6 倍最多，根據數據可見這幾間學校發展校園教學綽綽有餘了。

表 4-1-1 每生校地使用面積

校名	洛津國小	西勢國小	芳苑國小	陝西國小
鄉鎮	鹿港鎮	福興鄉	芳苑鄉	秀水鄉
設校時間	民國 11 年	民國 38 年	民國 4 年	民國 18 年
校地面積(平方公尺)	21686	13069	22994	14500
學生人數 ⁴ (人)	535	696	180	294
校地面積/學生人數	40.53	18.78	127.74	49.32

資料來源：本研究整理

然而進入校內實地調查中，卻發覺數據往往與實際狀況有所出入，校園內建設除了操場、校舍以外的空間，所剩餘之校地許多以配合過去教育需求興建輔助教學設施，因此在具有悠久歷史的校園環境，閒置空間其實有限，規劃新進設施並不容易，區域位置的選擇上無法達到學校設定之預期功能。

¹ 邱茂林 黃建興 編，2004，小學、設計、教育，田園城市文化事業，頁 11

² 何晨英，2004，台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，頁 40

³ 邱茂林 黃建興 編，2004，小學、設計、教育，田園城市文化事業，頁 10

⁴ 所列率之資料為 2004 年招收之人數

透過本研究調查顯示，案例學校校園設置生態池區位選擇上，受限國小校園面積過小之外，其實更明確的來說，許多國民小學校園經歷長時間建設，校園土地利用幾近飽和，更何況生態景觀水池是近幾年教育推廣後的熱門設施，因此歷史悠久的學校，在生態池區位選擇上，不如新設學校空間選擇彈性較大。在本研究四間案例學校中，除了陝西國小區位選擇上並沒有受到限制外，設置於校園中央；芳苑國小考量與先前所設之景觀池做連結，規劃於校園邊陲角落，但是空間受限制以至於水池面積並不大；洛津國小與西勢國小則都因校內建築密度較高，區位選擇地點不多，分別設置於中庭與前庭入口處。其四間學校區位規劃因素整理成下表 4-1-2 說明：

表 4-1-2 案例學校生態池區位配置與規劃考量因素

案例學校	設置區位	考量因素
洛津國小	中庭	校內建築密集度過高，區位選擇考慮位置不多，配合中庭花圃，建構人文氣息之教學生態池，傳承地方文化。
西勢國小	前庭入口處	校地面積較為狹小，可使用空間有限，前庭入口處本為封閉之草地，空間再利用設置生態池。
芳苑國小	邊陲角落	搭配與原先設置之景觀水池，兩者相做連結，營造不同生態類型的生態池，輔助教師教學。
陝西國小	校園中央	原本是改造操場與教學大樓中間景觀造景，搭配水域串連整個區塊，融入親水遊憩概念，之後才改建成生態水池。

資料來源：本研究整理

本節採用訪談與實地觀察的結果，將案例學校生態池設置區位—中庭、前庭入口處、邊陲角落、學校中央，以「生態性」、「教學性」、「人為因子」與「管理方式」四個議題分析，交叉比對四個區位的優勢與限制，提供未來學校進行生態池規劃及現有學校管理上之參考依據。

一、區位生態性之議題分析

生態池規劃過程，首先是設計適合生物生存的「濃縮式自然生態環境」。所謂「濃縮式自然生態環境」是由杉山惠一(1987)所提出，其主要精神是在有限的面積內，輔以人為工程手法，使其孕育多種的生物資源；濃縮環境組成包括基質條件、植物要素、多孔性空間、多種類環境及連續空間等五項條件⁵。

由上述之定義，不難發現，學校生態池要滿足生物多樣性，除了學校自行

⁵ 鄭先祐，1992，生態環境影響評估學，財團法人徐氏基金會，頁 427~458

放養生物外，必須滿足濃縮式自然生態環境組成的五項條件，以利於吸引周遭生物進入繁殖。但是學校受限於校地面積，選擇的區位往往受到現有建築物的限制，而使得生態池與週遭環境受到建築物阻礙，減少兩棲類生物進入生態池繁殖，因此，區位的選擇會直接影響濃縮式自然生態環境的成效。

池邊原本有一棵榕樹和木麻黃，兩棵樹的枝葉直接影響生態池所需日照量，池中許多植物由於日照不足造成水生植物生長不易。現任總務處許主任就任後修剪週遭遮蔽的樹木改善日照不足，增加生態池中水植物日照量，改善之後水生植物日漸茂密。(A001)

生態池放置在中庭花園裡面，不太會有太多週圍生物自行加入；中庭位於口字型校舍中央，隔絕了許多生物進入池內繁殖的機會，不過我們學校生態池還是會有青蛙、豆娘加入，只是數量不多。(A002)

學校周圍有許多農田和空地，自然資源還蠻豐富的，我們將生態池放置在校門路口處，只要控制生態池裡穩定的小生態體系，引進大肚魚吃孑孓，減少蚊蟲孳生，加入瞎子清理池中懸浮物質，保持生態池適合生物生長環境，四周生物就會依照其季節性進入生態池繁殖。(B002)

我們學校生態池面積不算大，雖然可以看到池中有很多生物在裡面繁殖，但是生態體系是優勝劣敗的，因此真正從裡面繁殖出來的量每年就是固定的數量，這也是學校生態池的限制。(B001)

生態池放置於較邊陲角落其實有他的好處，此區域人員活動較少，對於生態池本身生態體系是有幫助的；生態池選擇在這一個區位，人為的干擾較少，且又接近校園周邊，生物遷移上受到較少的阻礙，生態層面占有一定優勢。(C002)

水中生物都是學校自行放養，少部分生物由周圍環境自行繁衍，大肚魚、蝦、貢德氏赤蛙、哲蛙都刻意放入，不是刻意的有豆娘、蜻蜓、蟾蜍自行下蛋。校園內很難看到原生種類，平地學校最多是哲蛙，不然校園內很少會有青蛙的蹤跡，學生活動多生物要在此生存實屬不易。(D001)

目前各校在設置校園生態池時，基於生物多樣化、棲地條件的考量，絕大多數是以規劃適合生物棲息的棲地為重點，除學校自行放養的生物外，其他生物是採以周圍生態體系自行加入為要點，以達到生態池生物的多樣性。從上述的訪談資料裡所呈現狀況，可以很明顯發覺，生態池區位的選擇對於生態性是有絕對直接的影響，生物會因遷徙之不便，而減少到生態池裡繁殖的機會。

本研究透過實地環境觀察及深入訪談，依照生態池之生態性對其四個區位(中庭、前庭入口、邊陲角落、校園中央)整理出以下規劃考量：

1. 位於中庭區位之生態池，由於四周遭受到建築物的包圍(表 4-1-3 之照片 1)，在其本身吸引兩棲類生物自行加入的機會相對減少，學校在營造生物多樣性的層面上，必須自行放養，以達到教學需求的多樣性。
2. 國小校園生態池受限於面積的限制，規劃面積不至於太大，在區位選擇上應該避免設置在大樹底下，影響水生植物所需的日照量。尤其以中庭區位最為顯著，四周受到建築物包圍，陽光受到建築物遮蔽，照射時間就已經縮減，如果再選擇於大樹附近(表 4-1-3 之照片 2)，水生植物之日照量將會嚴重不足。因此，生態池設置的地點，需維持大部分面積日照量在 5 個小時以上，以利各種動、植物繁殖生長⁶，在大樹附近之生態池，應定期修剪枝葉，以免影響日照量。
3. 坐落於校園中央的生態池，學生活動頻繁(表 4-1-3 之照片 3)，四周生物自行加入機會不多，生物多為校方自行放養較多，岸邊植栽規劃適度以植栽或地形隔離，增加某些區塊的隱密性(表 4-1-3 之照片 4)；採用多孔性空間，設置生物躲藏的場所，降低學生干擾的機會，誘使生物在此處繁殖。
4. 設置在邊陲角落(表 4-1-3 之照片 5)與前庭入口(表 4-1-3 之照片)兩處之生態池，處於學校邊界區位，與四周環境自然資源相鄰近，生態層面占了很大的優勢。由於學校生態池面積不大，在施工前應簡易調查學校周圍物種，選定所需物種，以營造適合之棲地，吸引四周生物前來棲息，增添生態池內物種多樣性⁷，增加鄉土教學之教材。
5. 中庭、前庭入口與校園中央之生態池因接近學生出入地點，常會有學生親近水池觸摸水中動植物，物種選擇上需選擇環境敏感度較低之品種，不然則需加強宣導，減少物種死亡的頻率。

⁶ 彭國棟，2001，如何營造有生命力的生態水池，自然保育季刊 35 期，頁 6

⁷ 林鎮洋 編，2004，生態工法技術參考手冊，明文書局，頁 61~62

表 4-1-3 區位生態性議題之狀況分析

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
受到建築物包圍，生物不易自行加入	附近種植樹木，阻擋所需之日照量	學生活動頻繁，降低四週生物入生態池繁殖
照片 4	照片 5	
		
說明	說明	
以植栽隔離學生活動範圍，增加隱密性	設置在邊陲角落與前提入口處的生態池，由於較接近校園周邊之空地，有利於兩棲類生物的遷徙	

資料來源：本研究整理

二、區位教學性之議題分析

學校是學習求知的場所，亦是作育英才、培養人才的教學地方。學校為滿足學習求知和作育英才的條件，因此其空間環境就必須考慮到教師教學、學生學習和相關人員作業的活動需求⁸。生態池設置於校園中，在區位的選擇上就要考量到教師教學需求，以及誘使學生自主性探索的功能。

學校生態池位於中庭，中庭附近的教室還有安排別的班級在上課，所以上到相關課程時，會去考慮到附近的教室是否有班級在上課，不然整班學生帶出去有時候鬧哄哄的會影響到其他班級上課；如果無法帶出去的時候，我們是會到生態池裡拿幾棵上課用的水生植物，帶到班級先給學生觀察，下課後他們再到池邊自行學習。(A003)

學生下課時都會在中庭嬉戲，有時候就會到池邊去觀察水中生物的活動，增加他們學習的機會。(A004)

⁸ 陳錦賜，2003，論三體環境共生學校建之可持續發展觀，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會，頁 1

生態池離教室並不遠，上課我會利用一些瑣碎時間帶學生去觀察，學生有時候下課就會到那邊去嬉戲、遊玩，抓到或看到什麼東西就會來問我，帶他們在校園裡找尋樂趣，讓他們眼睛不只是看操場上體育活動而已。(B004)

生態池放置於較邊陲角落其實有它的好處，此區域人員活動較少，對於生態池本身生態體系是有幫助的，而且上課使用上，不用擔心會影響到其他的班級上課，只要生態池沒有人在上課隨時都可以帶過來觀察。(C002)

學生喜歡課本外的輔助教材，上課交完後與戶外環境相似部份，下課時間學生會攜伴作觀察，生態池教區是他們探索水生動植物最好的去處，學生由好奇觀察、觸摸學習對大自然的認識，閱讀找尋相關書籍提出發問，觸發學生學習動力。但是學校的生態池設置在圍牆邊，除上課教學之外，不容易吸引學生好奇心。(C008)

平常下課，就有好幾個學生兩個兩個一對，在水道邊東摸西摸、找來找去，這種學習方式非常能夠處發學生探索新知識，像有些學生在摸索過程，遇到自己不知道的、不懂得，會自動自發的請教師長，摸索一段時間漸漸的熟悉水道內各種生物，看蝌蚪就知道長大後會成為哪一種青蛙。(D001)

學校空間之塑成是為求教育傳承，學生從學校安排課程、環境知覺累積經驗，學習日後解決問題的能力，校園環境構成是為了教育、為了學習，每一角落充滿教學氛圍，營造學生求知的場所。現況中，受訪老師皆表示校園生態池對於學生學習帶有課程輔助的效果，而且學生下課時間也會自行做探討摸索，在學生環境知覺上是很有幫助；但部分老師對於學校設置生態池區位，礙於周圍教室尚有其他班級上課，課程教學時間上的配合度不高，反而以其他方式授課，降低生態池的使用頻率。

綜合觀察記錄與深入訪談資料，整理出以下在區位教學性議題上之使用實態與需求：

1. 中庭、前庭入口與校園中央之生態池區位，大部分周遭都設有教室，教學使用上易影響到其他班級上課，尤其設置在中庭的最為明顯(表 4-1-4 照片 1)，建築物距離近，講課時產生迴音，加大聲音的分貝。在此議題上，學校應再生態池周圍之教室，排放較不受噪音干擾之教室，如：排設自然科教室、音樂教室等，或者是安排辦公室、校長室等行政單位，降低上課的互相干擾。
2. 設置在中庭、前庭入口與校園中央之生態池區位，雖然在教師授課上會有干擾到其他班級上課之疑慮，但是設置在這些區位，容易引發學生自主性探索

的機會(表 4-1-4 照片 2)，加強學習效果。

3. 邊陲角落之生態池，在授課上有期優勢，不受到其他班級的時間限制，不過在此區位學生較少活動(表 4-1-4 照片 3)，常受到忽略，學校應該舉辦有關於生態池的教學活動，增加生態池之使用率。
4. 水生植物的選擇上，除了考慮到學校教學需求外，必須注意到學校當地之氣候環境的特性，避免使用環境敏感性過高之水生植物，應多採用當地之水生品種或適合學校環境之水生植物，減低水生植物水土不服相繼死亡，徒增品種維護管理費用。

表 4-1-4 區位教學性議題之狀況分析

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
生態池週遭就是教室，教學上易影響其他班級上課	位於學生活動頻繁的區位，常發現學生自行探索的行為	邊陲角落上課應用上不受其他班及影響，但常受到忽略

資料來源：本研究整理

三、區位人爲因子之分析

國民小學設置生態池增添了教師教學資源，但從另外一個觀點討論生態池空間存在，生態池不比教室硬體設施，空間規劃師建設校舍完畢後，校方需考量的是如何應用此空間，維護管理層面，不須時時關注著教室主體建築是否損壞，更何況教室屬於半開放式空間，上課時間由老師帶動學生上課，放學及假日是鎖住不開放的，管理上不如生態池複雜。近期生態池規劃為講求開放式教育，多採用開放管理方式，校園空間隨時歡迎各界人士參觀；在這議題上案例學校有以下之表述：

生態池區位設置關係到日後管理難易度；校園空間是開放空間，放學後許多附近居民會到學校運動，還有很多來學校參觀的人士，設置過於偏僻地區容易遭到不良人士破壞、偷取池內植栽及生物；國民小學學童年紀普遍較小，小朋友難免會有親水行為，有時候會下水去捕捉魚類，影響生態池的維護，更重要的是學生本身的安全，因此設置生態池要考量師長視線所及的地方，減少無需的人為破壞，避免學生有過當的親水行為。(C001)

學校剛設立生態池，一開始種下比較稀有的品種，附近居民會將這些品種拿回去種，這是剛設立階段才會發生的事情，他們拿走了我們就在種幾棵下去，久了之後也就很少有水生植物失竊。(B002)

學校是開放式的空間，當然會有失竊的情形，雖然我們學校生態池就設在辦公室前面，不過下班時間是沒有人在學校看守的，比較會有偷竊情況發生。這問題我們有加強宣導，告知學生，如果想帶回去栽種的告訴老師，老師隨時都歡迎各位帶回去種植，所以學生與家長部份是比較不擔心的，現在比較麻煩的是有心人士在放學時間近來學校內刻意的破壞，學校是預計申請經費加設監視器，看能不能夠抑制破壞行為。(D001)

學校設置生態池是省思教學之需求，設施普遍採用開放式設計，不論上課、下課甚至例假日，隨時開放學生及學校周圍民眾參觀，藉由人與環境的接觸從中得到生態體系的智能，培養國民欣賞環境愛護生態的概念⁹；人接觸設施不乏有不當使用之行爲，更何況學校並不是一個營利單位，並沒有足夠的經費、人力、物力維護生態池永續經營，減少設施無意破壞及降低人力資源，生態池區位選擇應當加入人爲介入因子。

經由深入訪談資料，評估校園生態池人爲因子的影響，提出下列區位選擇之考量：

1. 國民小學學生平均年齡尚小，難免有些親水性行爲，區位選擇較偏僻地區的生態池，需要有周全的安全考量，以免學生在觀察或者玩耍過程中受傷；設置於中庭、前庭入口與校園中央之生態池，人員活動較多，從案例學校訪談中，發覺學生過度親水行爲有較少趨勢，而設置於邊陲地區的生態池，則明顯增加，需加強生態池使用安全之宣導。
2. 國小校園爲開放空間，學生下課放學後，仍然有許多人在學校裡活動，將生態池放置於過度隱密之區位，容易造成不良人是惡意的破壞，區位選擇上，不論放置於中庭、前庭入口、校園中央或是邊陲角落，應該要注意是否能讓管理人員視線所及之處，減低破壞行爲。
3. 綜合前兩項論述，學校並非營利單位，如再增加生態池管理人員，無非是造成學校行政費用上的負擔，因此規劃時如能選擇學校守衛室、教師或是行政人員辦公室附近，降低危險性行爲與破壞的發生。

⁹ 董志峰，2001，國小生態教材園的經營與教學實務之研究，國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文，頁 82

四、區位與管理方式之分析

張蕙莉(2003)論文研究¹⁰，將生態池依照規劃主體性、生態考量、教育功能，分類為景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型四種。本研究依循上述四種分類形式，但分類標準是以規劃主體性與日後水生植物管理方式兩者作為評估，與生態池之型式(池塘型、溪流型與綜合型)做為區隔。因學校中庭、前庭入口、學校中央與邊垂角落面積須視基地條件而異，生態池形式的設計較與區位無直關係，因此將生態池形式之議題於本章第三節再做分析探討。

在景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型四種中，由於教育部推行綠校園推廣計劃，校園生態池的規劃必須符合教育部所訂定的生態需求，以達永續校園的經營模式，因此本研究選擇上排除教材資料庫型(圖 4-1-1)，四間案例學校規劃原因如下所述：



圖 4-1-1 教材資料庫型水生植物池

資料來源：本研究拍攝

設計師帶同學校人員前往設有水生植物池的地區觀摩，當時參觀生態池大多是用花蓮運過來的石子堆砌構築而成，校方參觀各地生態池後，參觀人員集思廣義提出校園生態池之基本需求，與觀摩的生態池構想蠻符合，以石頭堆砌加強空間生動活潑且附有創意學校教學角落。堆砌成有層次，分成數個大池小池，模擬中自然景觀，才会有甕的出現，水從甕中流出來象徵著瀑布的水源，下方之水池如瀑布下方深潭，出發點除教學之外就以美觀為主。(A001)

參與觀摩的校方人士看到用大理石堆砌的大自然山林景觀，先入為主的觀念水生植物池不僅要達到美觀效果，甚至能促進校園文化傳承效果，出發點想法比較沒有從生物生長環境考量。(A003)

¹⁰ 王順美，2003，從建置生態校園來進行學習—生態水池，台灣綠色學校伙伴網路網頁，頁 1~2

校長覺得生態池要稍微荒廢，不要太多人工影響，這樣才能夠物種多元、多樣化。我們不像別間學校，做的非常人工化，雖然人工化的生態池會較美觀，相對的生態性會比較弱，我們校長強調是生態性高一點，而不是做一些表面人工化設施。校長想闡述是生態池中有昆蟲、有蝌蚪自成一個小生態系自體循環，能在不經意撥動植物青蛙忽然跳出來、蜻蜓迎面撲來，人力越少越好。(B002)

校園不等於公園，校園中每一處角落都有其教學功能，營造具有當地人文、地理環境之校園生態，完備鄉土教學。芳苑鄉為中部最大紅樹林生態區，引進紅樹林至生態池中以淡水養殖，結合外部環境提高教學品質。(C001)

原本這一整個生態池水生步道為分散的五、六區塊，這些區域串聯起來面積夠大，區域與區域間能以水域做連結，活化只是花花草草的刻版印象。規劃初期將此條溪流加入戲水功能，依循這理念將溪流水深設計很淺，學生可以進入水道內玩水，之後水質逐漸惡化，造成整個水道沒辦法達到親水效果，才改種水生植物。(D001)

透過訪談資料，洛津國小因地緣關係，位處鹿港鎮市區內，校內建築頗受當地文風影響，參與規劃團隊以石頭堆大小不同池子，融入地方特色模擬自然景觀，較少考量池內動、植物的生態特性(表 4-1-5 照片 1)；陝西國小原先計畫利用水域活化校園環境，之後因水質惡化才改種水生植物(表 4-1-5 照片 2)，兩間學校皆以校園景觀為出發點，屬於景觀型之生態池。

西勢國小在現任梁校長到校後，積極改造校園，使校園環境更生態化，因此營造生態池的概念上，以減少人為過多的干預與干擾，融合校園四周環境，自成小生態體系，創造生態池物種多元化，讓學生在校園中進一步接觸大自然，實地觀察池中各種生物相互關係(表 4-1-5 照片 3)，屬於生態學習型之生態池。

芳苑國小廖校長秉持校園環境亦是教學的一環，為達到優良教學品質，生態池是以輔助教學而設計，提升學生學習興趣。池內物種選擇，大多以融入授課內容為主，以方便教師上課活用(表 4-1-5 照片 4)，為仿生態型之生態池。

由學校訪談及校園環境觀察，國小校園生態池規劃上除考量教學外，各因學校環境訴求之不同，與主導規劃人員觀念的差異，對生態池性能上添加的功能皆有所詭異。綜合而言，生態池規劃過程中，賦與生態池額外功能，學校參與人士意見占相當重的比例，這影響日後生態池空間呈現模式與管理方式。

表 4-1-5 案例學校生態池營造方式

照片 1 洛津國小	照片 2 西勢國小
	
景觀型	生態學習型
說明	說明
以大石頭堆砌許多不規則形狀小池，模擬自然山林景觀，除教學應用外融合周圍環境，創造優美庭園景觀。	講求生態池自成小生態體系，不加諸太多人工影響自然，強調生態性高一點，減少人工化設施。
照片 3 芳苑國小	照片 4 陝西國小
	
仿生態型	景觀型
說明	說明
校園中每一處角落都有其教學功能，營造具有當地人文、地理環境之校園生態，完備鄉土教學。	串連原先分散的五、六塊區域，加入水域設施活化校園景觀刻版印象，之後因水質惡化，才改種水生植物。

資料來源：本研究整理

生態池屬於濃縮式生態環境，規劃上需考慮面面俱到，避免日後設施使用上因規劃不良而荒廢不用，徒增校方維護困擾。生態池管理方式四間學校分別以景觀型、生態學習型與仿生態型三種類型呈現，在現實空間中，校方區位的選擇其實對於管理方式是有明顯影響，區位的選擇必須搭配合適的管理方式，才能生態池發揮最大的功效。

實際訪談過程中，校方對於生態池區位設置與規劃時選擇之管理方式，兩者間的關係有以下之表述：

放置在中庭的生態池，是屬於校園視覺焦點，我們學校是以景觀的方式去規劃生態池，當時我們使用花蓮運來的大理石，對於水生植物稍加隔絕開來，以

至於目前管理上不造成太大的負擔。(A002)

學校中庭算是較多人走動的地方，在規劃考量上會想融入庭園造景及地方特色，主要也是能夠美化空間，在視覺感官上較為舒服，也比較符合學校管理上的需求。(A003)

學校校門口旁的童心園水生步道，原本是種植七里香並且用磚塊圍起來的草地，在生物多樣性上是比較不足的，剛好學校還沒有生態池，只能用水泥築起來分成數格來重質水生植物，但是以此種方法不是很生態，因此較考慮使用這一塊空地作為水生步道。水生步道作好以後，我們是採用比較生態的管理方式，比少去人為的干預，保持水中的生態環境，吸引周圍的動物自行加入，不過這種管理方式用在門口區位，似乎會影響到來訪人士對我們學校的感官，這也是因為我們學校校地比較小，沒有別的空間應用，如果放再教邊陲的地方或許效果較會比較好一點。(B001)

學校面積不夠大，生態池選擇門口雖是不得已，相對造成日後維護上一點點小插曲；本校生態池放置於校門口，管理是半放任狀態，位於學校門面家長進進出出難免會有意見，尤其家長觀念會認為學校行政部門沒再管理，做事風格過於懶散。如能夠建造在偏遠地區，面積範圍能不至於物種競爭太激烈，讓草長長一點，一些生物較能躲藏，不用太多太多人為整理反而會好一點，管理層面上來探討，生態池地點選擇也是很重要的。(B002)

生態池放在在垂角落對於學校管理上是比較方便，這都能隨著學校的需求去規劃，在這邊走動的人本來就不會多，外來的人士也不會過於關注這個位置，因此目前管理上還沒有遇到這方面的困擾。(A001)

生態池設置於這個區塊，被分配到打掃的班及其實壓力蠻大的，參訪人士來學校參觀都會經過此地，理所當然會被視為重點打掃區域，而且面積又大，打掃起來而外的吃力。(D002)

綜合以上之訪談內容，可以瞭解到，學校在生態管理形式的規劃上，尚處於僅考量到學校教學與生態需求，生態池應用過程中，反思當初選擇設立區位，不再只是生態池專業規劃者，立基於生態營造的基礎點上，或環境教育推動者，考量教學實際層面的構思，進入校園環境真實層面，生態池所需面對的需考慮到區位的選擇與管理方式兩者間的影響，透過以上的訪談，可以瞭解到營造方式將會構成日後管理上的困擾，本研究將案例學校發生的議題提出以下幾點之規劃注意事項(表 4-1-6)：

表 4-1-6 區位較理想之營造方式

項 目	景觀型	生態學習型	仿生態型
中庭	◎	×	○
前庭入口	◎	×	○
邊陲角落	◎	◎	◎
校園中央	◎	×	○

說明：◎：適宜 ○：尚可 ×：不適宜

資料來源：本研究整理

1. 中庭、前庭入口與校園中央主於學校視覺焦點，學生家長與來學校參觀的人士，一踏入校門便留下對學校的印象，如採用生態學習型(西勢國小) 這種較為放任的營造方式，容易造成來訪人士之誤解，對於學校經營環境的態度是否過於消極，造成學校聲譽的負面影響，而且學生家長也會督促校方儘快派人員清理，這些因素都與生態型營造方式相違背，因此放置於校園重點區位的生態池不宜使用生態型營造方式，應另外採用景觀型、仿生態型為佳。
2. 中庭、前庭入口與校園中央區位的生態池，應以景觀為重，在水生植物的選擇上，要避免過於蓬勃發展之植栽，或者過於雜亂的品種(如香蒲、李氏禾)，維持生態池的整潔，減少過多的人力資源投入。
3. 位於邊陲角落的生態池，生態池的營造方式上並沒有太多的限制，在規劃上視學校的需求而異，但要地點的選擇還是要注意水生植物的日照量，維持水生植物生存的基本要件。由於限制較少，建議採用生態工法，池內鋪黏土以達儲水功能，避免過度使用水泥或磁磚等材料，並可於池底挖溝、堆石、枯木，便於水棲昆蟲及魚蝦生存棲息，增加生態池生物的多樣性。

第二節 生態池引用水與水質之議題分析

湖泊豐富生態體系，依靠的並不只是充足的陽光，乾淨清潔水源更是生物生存的要害之一，山上溶化的雪水與降雨流入湖泊，過多水源由溪流流出，湖內水源不斷淘汰循環，維持整個湖泊生態平衡。校園生態池不似天然湖泊，水源不斷由自然界供給淘汰，維持生物所需求的潔淨水質；環境塑造要能考量各項應變因逐一克服，水的來源無法如自然環境自體循環，為達到生物生存要素必須考慮問題爭議點。本章以生態池之「引用水」、「輔助用水」、「底層構造」及「水質維護」等議題提出相關評估及建議。

一、引用水議題之分析

校方規劃生態池初期，首先考量引用何種水源，以保持水生植物生存環境；若學校基地處於自然環境良好之區塊，生物資源豐富，只需與周邊環境資源串連(如引用自然溝渠的水源等)，水棲動物便會自行遷入¹¹，且水生植物容易適應水質。但是目前絕大多數的國民小學位於平地地區，台灣污水排放並沒有一套完善的標準，家庭廢水、工業廢水許多都沒經過處理，紛紛流入河川污染水源，水流到下游之後早已污穢不堪，惡臭難聞根本無法直接引入生態池使用，水源的選擇將直接影響生態池日後營造的成敗。

學校在規劃這做景觀水生植物池時，絕大部分都是站在景觀面的因素較多，選擇水源時也沒有多做考慮，就使用抽水馬達抽取地下水；學校附近也沒有較潔淨的水源，況且現在的池子裡還會有福壽螺沿著排水管，爬進來產卵影響水生植物的生長，所以目前不會考慮引用附近水源。(A002)

是有考慮引進週遭的水源近生態池使用，自然界不受污染的水源，容易幫助水生植物和動物的生存。學校旁邊緊鄰福鹿溪，但是溪水受到嚴重污染，不能夠採用，如果就直接使用自來水，這自來水費用無疑的是增加了學校費用的支出，因此才選擇了地下水。(B002)

學校地處海濱，附近沒有乾淨水源能直接引用，九十一年設置水生植物池採用地下水補給，由於水生植物池池底以混凝土打底，水分滲漏到地底的量很少，九十二年學校申請永續校園改造計畫案中的生態景觀水池，在原先水生植物池旁選擇區位設立，兩池的池水是相聯結的，水源也就直接使用先前設置的地下水。(C001)

¹¹ 李蕙宇，2000，生態園之水棲生物棲地營造，國立台灣大學園藝學研究所碩士論文，頁 119

原先的設計在於能讓學生作為親水的渠道，學校考慮到讓學生遊憩的水，必須要乾淨的水質，學生進入裡面玩耍才比較衛生，避免得了傳染病，因此需選擇較乾淨之水源。雖然學校周圍有灌溉用之溝渠，不過水質較為混濁，來源也不知道是否受過污染，在比較之後，選擇了來源比較單純的地下水。後來新親水渠道修改為水生植物生態景觀步道時，也就直接沿用了，沒做太大的改變，只是多栽種水生植物與放養些水生動物。(D001)

本研究四間調查學校，就有三間學校位於人口密集度較高地地區，周圍皆為都市排水溝，水質污染嚴重不能直接引用；陝西國小雖位於田野間，校門口有一灌溉溝渠，可惜水源過於混濁水生動物無法在此種水質中存活。台灣多數國民小學都於人口密集度過高之區域，生態池水源選擇都以容易取得的地下水為供應用水，本研究之四間案例學校皆使用地下水；地下水優點在於水源取得單純，對於學校管理上較為方便，但設備經費相對提高(鑿井與抽水馬達)，另外在往後維護上，電費與抽水馬達亦是固定之管理支出。

生態池營造上水源取得相當重要，各學校地理條件差異甚大，其所需顧慮到的因素並不相同，本研究依據訪談資料，彙整以下應變措施：

1. 自然環境中有很多水中懸浮物質及夾帶部分藻類進入生態池，造成水中滋長不明生物，應定期以儀器測量水中微生物的含量，和宣導學生觀察後洗手的習慣，以免造成身體不適。更重要的是現階段水域生態受到外來品種(吳郭魚、福壽螺等)危害，水中生物紛紛面臨生存危機，校方引進外來水源時，盡可能加裝濾網或者是濾水系統，防止生態池進入不速之客。
2. 引用校園附近自然資水源之學校，除考量水中懸浮物與外來入侵者外，剛設立生態池初期，必須仔細觀察水中生物是否有水質不適應情況發生，如發生死亡現象，須立即查明水源上游是否有污染源。
3. 採用自來水與地下水為生態池引用水，其優點在於水源取得單純，直接進入封閉體生態體系，並不會受到外界環境污染，減低管理上的負擔；不過自來水費用，以及地下水設備維護費用，都比自然界用水高出甚多，如果結合附近社區水資源再利用系統，與社區居民協商接設管線引入學校生態池，節省學校設置額外設備的經費，降低管理費用。

二、底層構造議題之分析

一般而言，生態池池底使用材料以滲透係數小於 10^{-7} (公分/秒)為達不透水層之標準¹²，目前校園學校所設置的生態池底層的防水構造可分為：混凝土構造、皂土毯、膠布防水布、牛踏層、黏土夯實¹³。生態池池底構造隨校方考量因素不同採用適合學校之素材，因此出現多種構造方式。這些構造方式中以牛踏層與黏土夯實採用天然素材最具環保，經劉振宇博士研究，牛踏層與黏土夯實兩者做比較試驗，發現使用反覆耕犁與夯實的牛踏層，其減少入滲量之作用比純夯實來的佳¹⁴。

混凝土構築的不透水層一開始保水效果不錯，除了會有揮發問題之外，不太有水分入滲問題發生。使用久了以後，混凝土慢慢的龜裂，入滲問題有越來越嚴重的趨勢，造成補水不足的現象。(A001)

學校生態池底層構造雖然已混凝土做成一層不透水層，但生態池經過兩、三年的使用時間，太陽曝曬、氣溫驟降氣候變化很大，混凝土長時間熱漲冷縮相繼龜裂，池中的水源循著裂縫滲入地底，常常視水位狀況補水。(B001)

九十二年經興建的生態池，由於申請永續校園改造計畫案的經費，規定採用透水性底層，因此採用了黏土夯實的底材，需要有穩定的水源不斷的補充。(C001)

混凝土打底的底層，用久了還是會有滲漏現象的發生，要時常注意水位充足，以免水池乾涸水生動、植物死亡。(D001)

過去校園建設生態池為能減省建設經費與事後管理費用，池底結構多採取混凝土構造，防止水分入滲量過大，不過使用時間拉長，混凝土底層容易龜裂，造成入滲量加大的現象，在本研究之四間學校中，洛津國小、西勢國小、陝西國小採用此種施工方式，且都有漏水的問題發生。近年來環保意識抬頭，政府推動建築綠色指標，此種風氣尾隨吹至校園建築，教育部推動的「永續校園局部改造」計畫，為加強校園校地基地保水，生態景觀水池申請計畫書必須採用可透水性之建材，以達到基地保水之效能，降低水質優養化現象，本研究學校中只有芳苑國小申請教育部永續校園計畫經費，池底構造先鋪不織布，再以 15 公分壤土及 15

¹² 蔡攀鰲，2001，土壤力學試驗，三民書局，頁 4~7

¹³ 何晨英，2004，台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，頁 48

¹⁴ 劉振宇，2000，耕犁夯實對土層入滲影響之試驗研究，財團法人曹公農業水利研究發展基金會，頁 4-2


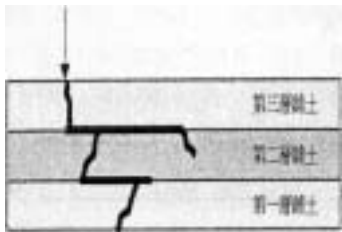
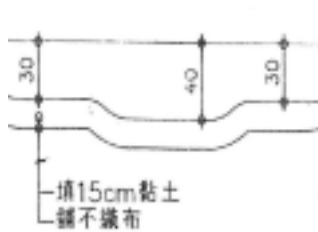
公分黏土夯實。

不論學校規劃採用黏土夯實等工程方式，或是採用不具環保特性的混凝土等建材，最終都要考慮到水份入滲問題；本研究中姑且不論各種池底構造對生態池有何影響，單以生態池用水為出發點，探討學校引用水之水量，以何種材料作為池底構造，較符合學校環境之需求。

綜合以上評估資料，在校園生態池對於池底構造議題之規劃與使用現況中，有以下之議題是規劃上需要注意：

1. 營造校園生態池規劃中，許多學校基於四周取得水源不易，須靠抽水馬達不斷抽水補充；經濟層面上考量不斷抽水產生電費問題，皆使用混凝土構造做為不透水層，防止水分入滲過快(表 4-2-1 照片 1)。但生態池設置於戶外，風吹日曬雨淋、四季氣候變化影響，時間拉長底層混凝土都發生龜裂，加速水份入滲，由此可見混凝土構造施作時，應加強執行防漏工程，避免日後滲漏問題。
2. 混凝土不透水層雖然能保持水分，生態性原則上，不流動水源容易造成水質優養化，必須增加曝氣與生物過濾法維持水質，長期使用下來累積費用不斐，在學校有充足水源，考慮改採透水材質，減緩水質變化，降低設備使用率。
3. 透水性施工上品質優劣，直接關係生態池底層保水功能(表 4-2-1 照片 2)，底層設計上應增加多層低透水材質；完全使用自然土質太容易造成水池乾枯，利用不織布等低透水材質穿插各層中(表 4-2-1 照片 3)，確實夯實各層黏土，降低水的入滲速度。

表 4-2-1 底層構造議題之狀況分析

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
採用混凝土底層的學校，必須注意施工時的防漏措施，減低日後發生龜裂漏水現象	膠合不良，浸透液體可以經由夯實黏土之垂直裂縫穿過，然後沿著鋪土層間之介面遊走直到另依裂縫為止	採用透水性底材實，應考慮學校本身之水量是否足夠，在施工上穿插多層低透水材質(不織布)，降低水份入滲速度

資料來源：本研究整理

三、輔助用水之規劃分析

在受訪的四間學校中，皆採用抽取地下水方式營造生態池，除了芳苑國小底層採用透水性構材，本身就會有滲漏的現象，其他三間學校都是以混凝土作為底層的構材，雖然初期使用上防滲漏的效能佳，但是設置時間較久後，受到天候影響熱漲冷縮產生龜裂，加快了滲漏的速度，因此案例學校在引用水外，對於輔助水源則有以下之陳述：

規劃水池過程，沒有考慮到這麼多相關問題，就直接以馬達抽取地下水補充到水池裡。不斷使用地下水似乎有點浪費經費，管理人員也就漸漸忽視，這也造成日後水源補充不足的現象。(A002)

為保持生態池固定水位，學校在生態池旁設置一個水龍頭，觀察日照量與入滲情形，視情況調節水龍頭水量。(B001)

單單使用地下水去補注生態池用水，長期使用下來，不只在水資源上算是一種浪費，對於學校經費也算是種負擔，學校考慮以後想引用洗拖把廢水，加以過濾後，在引入生態池中輔助用水。(B002)

之後再設的紅樹林生態池，由於以黏土夯實作成的底部，我們在營造有考慮到入滲量的問題，那年申請永續校園經費，提出雨水回收再利用申請，回收學校逆滲透回收水及雨水，收集到一定的量自動漫流到水生植物池，水生植物池與生態池是互通的，水生植物池過多水分流入生態池滲漏，如池中水源不夠，抽水馬達設有定時裝置補充水分的不足，兩者互相搭配維持水位。(C001)

學校水道是使用地下水灌入源頭，經過漫長水道流到下游，當初設計上設想不太周到，水流到下游就將水抽起來噴草皮與推動牆上的水車，水源的補注單單就用地下水，對水資源利用上是有點浪費。(D001)

由以上訪談資料與池底構造的議題分析中可以明顯看出，過去生態池剛設立時，洛津、西勢與陝西國小皆使用混凝土作為底層構材，每日入滲量並不大，只需考慮到水分的揮發問題，定時的檢查水池內的水源是否足夠，如果池中水位過低時，洛津與陝西國小是以抽水馬達補充池中水源的不足(表 4-2-2 照片 1)；西勢國小則是以水龍頭來控制補水的量(表 4-2-2 照片 2)，大致上來說，這三間學校都單單只以地下水作為補充的來源。

不過使用時間久了之後，混凝土龜裂越來越嚴重，生態池水分滲漏的速度越來越快，也增加了抽水馬達抽水的頻率，提高學校電費的支出。西勢國小就表

示在補充水源上，因單使用地下水來補充視太過於浪費水資源，而且電費也不斷的提升，這將會造成學校維護生態池的另一項負擔，因此考慮使用洗拖把的廢水經過處理後，引入儲水槽作為生態池補給用水；洛津國小因電費支出的增加，則減少水源補充的次數，造成生態池水質劣化與水量不足的情況發生，影響水生植物的生存；陝西國小在這方面尚無此議題上的反應。

另外在芳苑國小補充水上，由於生態池池底構造是採以黏土夯實建造而成，學校在設置初期瞭解黏土構成的透水性底層，入滲量會比混凝土底層來的大。因此在校園永續經營改造計畫中，雨水再利用系統與生態池一併提出金費申請，收集校園回收水漫流入生態池維持水位(表 4-2-2 照片 3)。雖說校園抽取地下水是最省事的方式，但近年來環保意識抬頭，推廣綠建築指標，依照永續校園省能模式，鼓勵學校應用中水系統調節水源，節省學校資源。

在國小校園中水系統的設置，其教育意含重於輔助用水的功能，學校設置時皆以較簡便的儲水系統，因此在擷取用水時，避免過度污染的水質流入生態池，收集學校廢水應以雨水或較清潔之廢水為佳，而且顧及收集中水量體的多寡，還是需要地下水補充生態池之用水。

表 4-2-2 生態池補注用水狀況說明

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
視水位狀況開起抽水馬達補充池中水分，沒有其他輔助用水，水源管理費較高。	以儲存的地下水經由水龍頭補注，規劃過濾拖把用水，降低費用支出。	回收逆滲透廢水和雨水，當水量滿到刻度 75 位置時，水會自動溢流到生態池。

資料來源：本研究整理

四、水質維護議題分析

人為手法設置之生態池不比自然界，自然界中水流潺潺不息，校園生態池則必需引用人為方式製造水流，以隨時補充池中水量之不足及保持水質穩定，之所以生態池建築成功與否需看其池底構造，主要目的在於製造一層不透水層，以達到水源不能持續補充的狀況下，能維持固定的水位來保持水生生物生長的穩定環境。水質的優劣決定生物生存的機率，校園生態池為人工仿自然體系施做的設施，規劃初期必須考慮到水質維護問題，創造與自然流水般循環體系，讓水質優

養化、惡化機率較低。所謂優養化意指的是湖泊、水庫等封閉性水域，水中所含營養物(氮、磷、碳等元素)過多的時候，造成藻類異常增殖，使水域水質產生惡化現象¹⁵。

在訪談中，對於學校水質維護的規劃上，則有以下的表述：

剛建設好的生態池非常漂亮綠意盎然，如果工友加緊打點常打開水源不斷循環，保持池中水源水質，這樣比較容易維護水生植物生長基本要素，不過工友覺得時常開水循環太耗電，添加學校經費負擔，因此水質的維護上做的並不是很好，水生植物也不如剛設置時那麼美觀。(A001)

生態池旁有一棵鳳凰樹和一棵榕樹，生態池設置在樹下的缺點很多，不只是日照量不足影響水生植物生長，兩棵樹時常掉落葉子入生態池，葉子在生態池裡腐化造成水質優養化，池中生物無法得到優良生存環境，得時常去撈除以免生物相繼死亡。(A002)

水生植物非常重視水質的穩定，學校為了保持生態池水質穩定，下游設有地下馬達抽水循環，將水抽回最前面瀑布區，再經由深潭、水道循環一次，使池水成為流動水源。抽水馬達我們設置一個定時裝置，上學期是調整每一節下課讓水流循環一次，這學期調整為上、下學讓他循環一次就好了，電費方面還是要適當節制節省經費，循環主要是要水流曝氣，學校池子不大，一天曝氣一、兩次就夠了。(B002)

區位選擇找尋無高大遮蔽物的方位，並且池畔不能有任何樹木，樹木所遮蔽的陽光倒是有限，主要是落葉掉入池內容易影響水質，池水受到污染水生動植物會大量死亡，維護起來特別耗費人力。先前的水生植物池以混凝土打底，水分滲漏很少，大部分都是蒸發成水蒸氣較多，時間久了水質變髒必需定期清掃。現在加設了生態池後，兩者水源互通，水分很多都流到生態池滲漏，所以降低了水質惡化的現象。而且我們學校設置了中水系統，水分不斷的補充淘汰，不太有水質不良的狀況發生。(C002)

雖然說水道曾經想過營造溪流景觀，不過現在水生植物並不是依照溪流上、中、下游排列模式，都是隨意種植。大部分上游都是種植過濾性植物，像布袋蓮、大萍、槐葉萍，中、下游沒有特定種植哪些種類。學校考量的是水質問題，水生植物有些品種有鬚根，能過濾水質，水質如不去過濾，水道長度有一定距離，水流到下游會產生臭味。學校水道是使用地下水灌入源頭，經過漫長水道流到下游，本來是想從下游抽水道上游做循環，當初設計上設想不太周到，設計上水源

¹⁵ 何立德 王鑫 編，2004，台灣的湖泊，遠足文化事業，頁 29

是有一抽水動作，不過水不是回到水道的源流，而是利用流水道的水抽上來噴草皮，推動水牆上的水車。(D001)

依照上述四間案例學校對於水質上提出之議題(表 4-2-3)，除了芳苑國小的池水以中水系統不斷的淘汰水源，水質維護上並沒有採取額外的濾水方式來維持水質；洛津國小所使用之水質維護也採用水源淘汰方式，但洛津國小水源的補給上，單用抽水馬達抽取地下水來淘汰池水，久而久之造成學校管理費用上的暴增，增加管理的困擾。

西勢國小考慮到學校水源的取得不足，水質的維護上不以淘汰水源的方式處理，此種方式對於西勢國小本身的資源利用上較為浪費，如果採用此方式，將會與洛津國小一樣發生管理費用暴增的問題。在此評估下，西勢國小選擇曝氣系統作為水質維護方式，視生態池水質狀況，調節每日曝氣次數。

陝西國小是以溪流方式設計校園之生態池，因水道長度較長，水源從上游流到下游時往往已經發出臭味，影響校園內之環境衛生，學校以水生植物之濾水特性，穿插排列於水道中，以達到水質的潔淨。但由於水道中的水源屬於靜止的水，在水生植物的濾水功能性相對降低，學校則以抽取池水澆灌花圃，再抽取地下水進入補充，此種方式雖能減少淘汰用水的量體，但對於學校資源之利用尚屬浪費。

表 4-2-3 案例學校水質處理之狀況

學校	水質處理方式	效 果	分 析
洛津國小	淘汰換新	直接汰換，較易維持水質	無輔助用水，增添電費支出
西勢國小	曝氣處理	曝氣處理，減少水源浪費	視水質狀況，調節曝氣次數
芳苑國小	淘汰換新	直接汰換，較易維持水質	注意中水量體，補充地下水
陝西國小	利用濾水性植物	降低水源汰換的頻率	應添加循環系統，節省水源

資料來源：本研究整理

以下便綜合調查評估資料，針對上述幾種校園生態池維護水質之辦法，提出下列幾點規劃考量：

1. 水質維護的方式最好的方法，是每天由水面及池底排出約水池水位 1/10 的量，再注入 1/10 乾淨的水源¹⁶，最能夠維持清潔的水質。
2. 為保持生態池內水池的潔淨度，必須定期更換池中的水，但定期更換池水又過於浪費水資源(洛津、陝西國小)，不符合生態條件，則可另加設曝氣(西勢

¹⁶ 林惠瑕 編，1994，庭園構造—水篇，淑馨出版社，頁 10

國小)與循環設備以淨化水質¹⁷，曝氣與濾水頻率則視校園內生態池水質狀況而異。學校對於水質維護上，應先採取曝氣設備，如曝氣設備未能淨化池水時，確認過濾裝置設置的必要性(基本上如有藻類產生容易污染水質，最好設置過濾裝置)，再加設濾水設備，以節省日後設備維護上之費用，其裝置如圖 4-2-1：

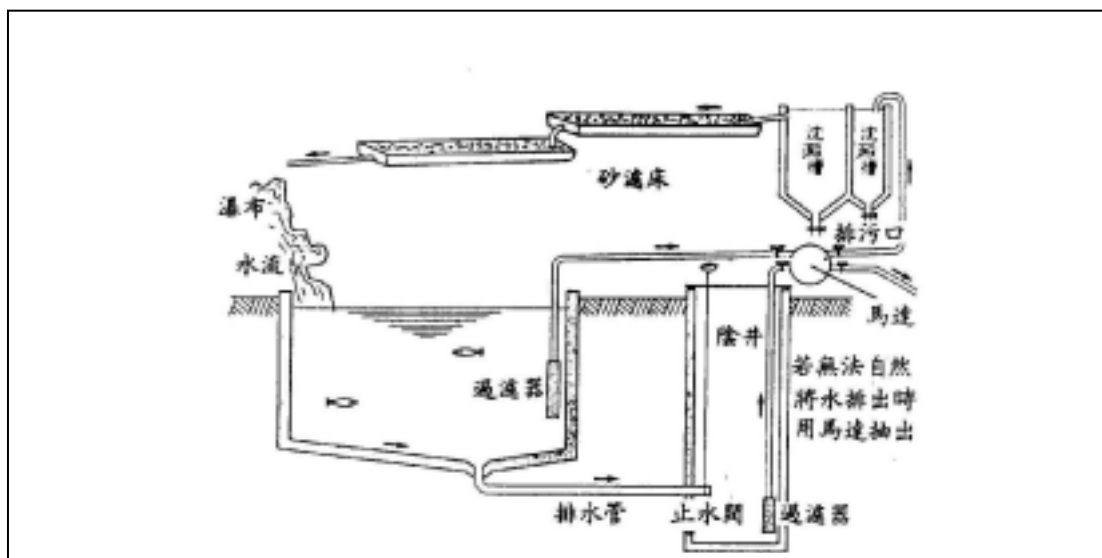


圖 4-2-1 濾水設備示意圖

資料來源：林惠瑕 編，1994，庭園構造—水篇，淑馨出版社，頁 10

3. 利用有濾水功能之水生植物(圖 4-2-2)或是以沼澤濕生植物(圖 4-2-3)淨化的特性，來達到生態池水質的淨化，加強水質的維護效果，降低使用人工機械曝氣與濾水設備，以減少機械設施(過濾器、沉水馬達)的故障頻率，徒增學校維護費用，並且減少電費支出。並且在池中飼養一些蝌蚪食藻動物，抑制池中藻類的繁殖。

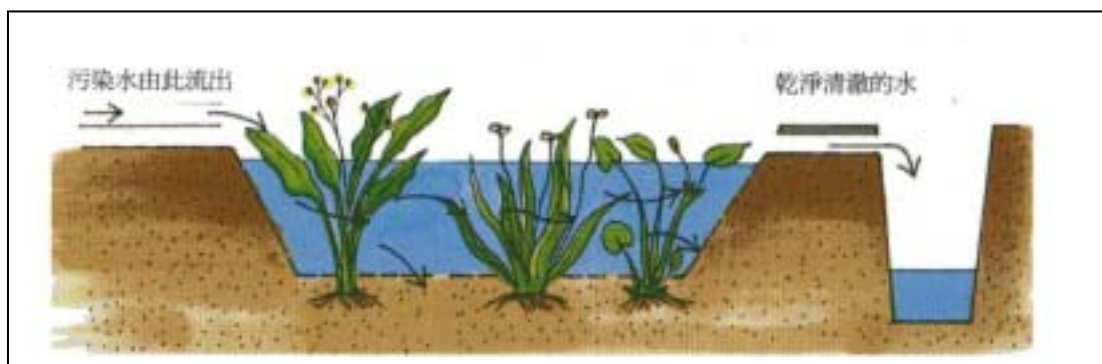


圖 4-2-2 運用水生植物淨化水質示意圖

資料來源：郭瓊瑩，2003，水與綠網絡規劃—理論與實務，詹氏書局，頁 475

¹⁷ 謝瑞娟 傅克昌 等編，1998，造園，地景股份有限，頁 226

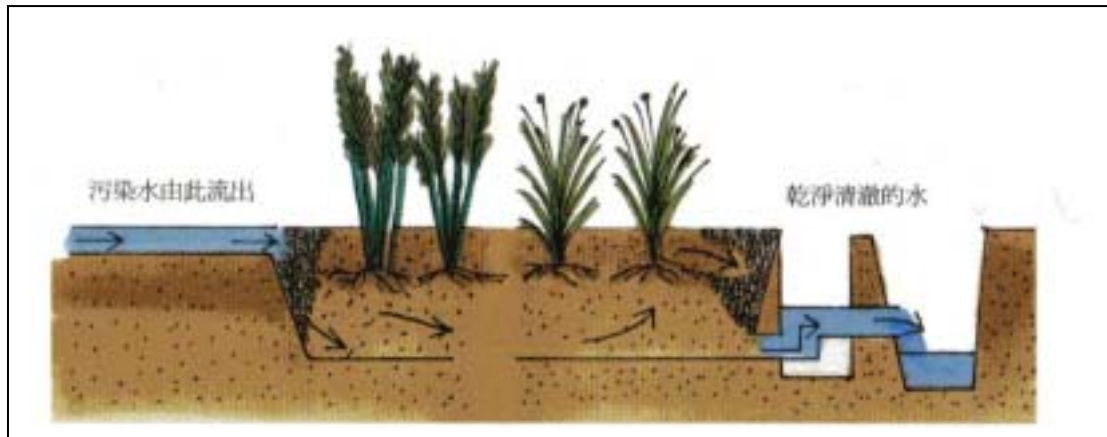


圖 4-2-3 運用沼澤濕生植物來淨化水質示意圖

資料來源：郭瓊瑩，2003，水與綠網絡規劃—理論與實務，詹氏書局，頁 475

4. 在生態池水質維護規劃上，單純設置濾水設備，在工程設計上是比較容易控制水質的清潔，然而單純使用濾水設備，經年累月的使用，設備必須維護、破損、汰換，增添了校園生態池的管理費用，因此，為了達到水質的清潔，可以規劃分段實施淨化水質，植物安排上選擇幾公尺內設置一段濾水性水生植物及沼澤濕生植物(圖 4-2-5)，不過在下游需設置抽水馬達，抽水至源頭曝氣，讓水源形成循環，兩者互相搭配不只減少水資源浪費更能節省電費。

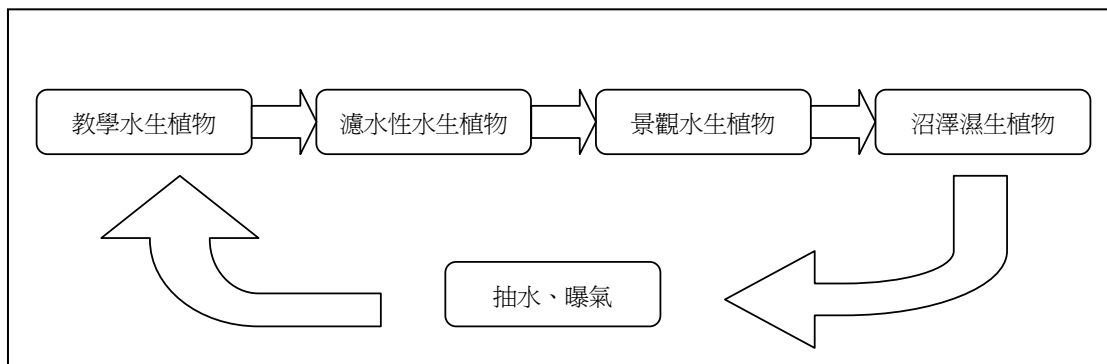


圖 4-2-4 濾水性水生植物安排示意圖

資料來源：本研究整理

小結：

生態池乃人為設置之水域，為求設施能在空間應用發揮其功能，規劃初期找尋適合用水，與輔助的補充水源，維持池內水源新陳代謝，並且規劃水質維護設備，不至於水源滯留過久呈現優養化；設計過程注意池底構造的選擇，採用適合校園環境之構材，施工階段加強施工品質，以確保生態持之保水功能，如下圖 4-2-5。

水源的取得上，學校應先考量附近是否有直接引用之自然用水，或者是社區水資源的利用，以便節省校內維護上的費用，學校如附近無水源直接取用，再考量使用地下水與自來水用水。不過在自然水源的使用上，由於水源來自於週邊環境，水質變異較大，較無法像地下水與自來水來的單純，學校必須定期取得樣體做試驗，以求水源保持潔淨。

學校除了尋找固定的水源外，應再另外設置輔助用水，以防止自然用水的不足，或是降低自來水與地下水之管理費用，而在中水系統的設置上，因學校皆採用較簡易之設備，未避免污染生態池之水源，收集學校廢水應以雨水或較清潔之廢水為佳。

在底材的選用，學校要先注意水源的充足性，如水源較不足之學校，應採用不透水之建材減緩水分的入滲，而水源充足之學校，在使用符合生態性質之透水性建材。底層之施工的管理上，混凝土應注意到天候因素所產生的龜裂，施工過程必須添加防水工程；透水性底層，要穿插些低透水建材(不織布)，並注意施工品質。

水質維護管理，以每入更換 1/10 的水源最為有效，而學校必須考量本身的水資狀況，選擇適合學校的濾水設施。依照案例學校之分析，在濾水設備之選擇上，以瀑器系統添加濾水性植物，兩種搭配使用減少水資源浪費更能節省電費。

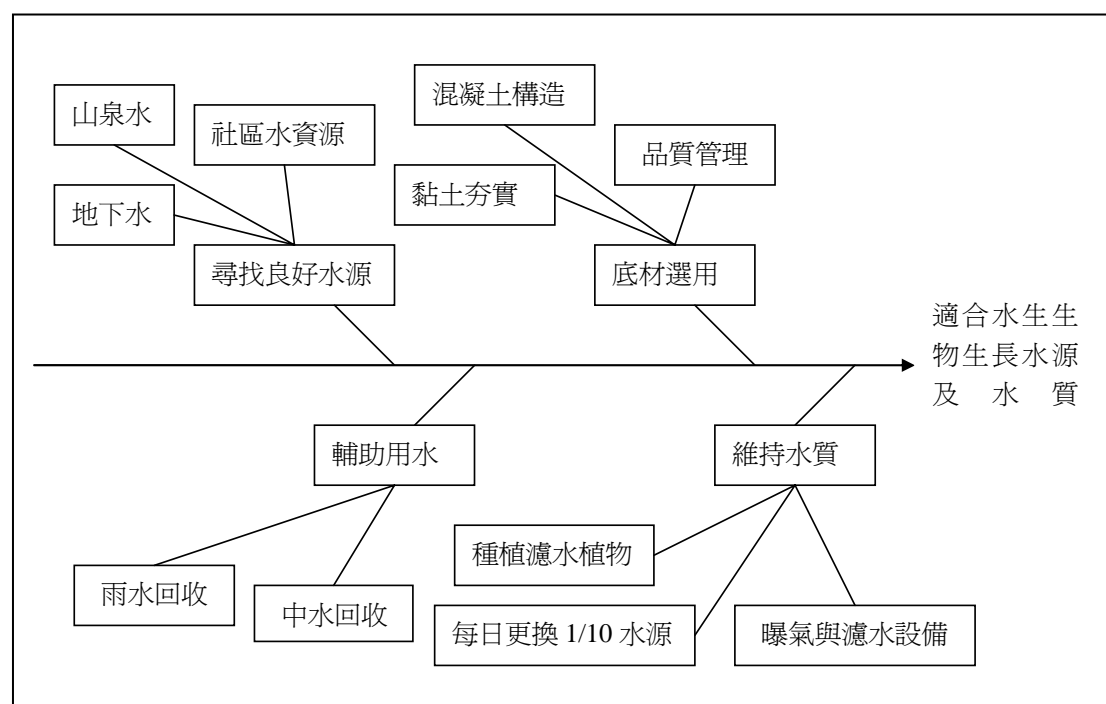


圖 4-2-5 規劃生態池水源與水質維護圖

資料來源：本研究整理

第三節 生態池型式與使用管理之議題分析

根據研究對象確定前各校參訪，很多學校在民國八十五年之前就已設立水生植物教學池，此類生態池多以混提土材料建築而成，設計都是垂直混凝土壁體高高凸起於地表面，構成一個方形容器並在於裡面隔成數個小方格，目的是用來培養自然課程實驗觀察的水生植物，不利於生物遷移較不具有生態上的功能與意義，圖 4-3-1~圖 4-3-2：

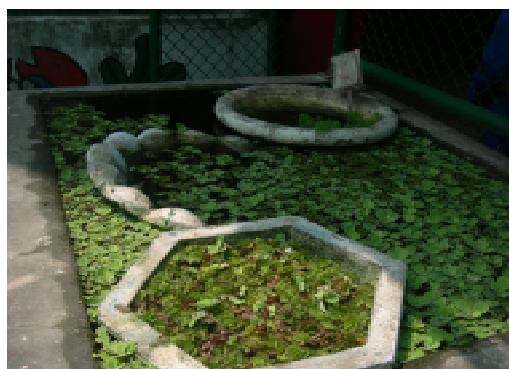


圖 4-3-1 西勢國小前一代水生植物池

資料來源：本研究拍攝



圖 4-3-2 草港國小水生植物池

資料來源：本研究拍攝

民國八十五年之後，政府大力推廣提倡，具有生態功能與教學意義的生態水池逐漸出於校園景觀之中。目前水池建築構造方式極多，有嚴謹的幾何式、自由活潑的自然式、運用節奏韻律的錯位式、錯落式、多邊型組合等等¹⁸；不過校園內所規劃之生態池構造形式甚少，盧秀芳(2002)依照目前生態池樣式分類為河

¹⁸ 吳為廉 編，2000，圖解景觀工程細部設計，地景股份有限，頁 417

流式、池塘式、綜合式¹⁹，分述如下：

1. 河流式生態池：是指將水生植物園開闢成河流，一般從上游到下游均可種植水生植物。這種方式特別適合小型的挺水植物及沉水植物，但其缺點在於無法控制強勢生長的植物，優點在於占地不多，且可種植不少植物。
2. 池塘式生態池：池塘式生態池又可分為圓形池、方形池、不規則形等。圓形池通常方便配合某種植物之美觀設計(如蓮花)，方形池則可區隔成更小的方格以利單種植物觀察，但上述圓形池與方形池皆有不經濟實用且過於呆板之缺點。反觀不規則形的限制較少，面貌一多樣性呈現。
3. 綜合式生態池：將上述兩式合併使用，可造一個完整的水生植物生態情境。可行的方式為先池後河，或先河後池型，水深 1m 以內為度，若加上小方形池，穿插栽培水生植物，則更臻理想。

校地面積有限考量下，生態池設置形式相對重要，本研究四間案例芳苑國小採用池塘營造方式(表 4-3-1 照片 1)，洛津國小構造是以岩石堆疊成數個不規則形水池(表 4-3-1 照片 2)；西勢國小、陝西國小選擇河流設計(表 4-3-1 照片 3)。

表 4-3-1 生態池型式歸類表

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
生態池大致採用長方形加上邊長以弧線修飾之池塘式生態池	利用岩石堆砌成數個小池子組合而成的不規則形生態池	西勢國小以河流上、中、下游營造；陝西國小以河道串連周邊景觀

資料來源：本研究整理

過去校園建築多半侷限於建築表現，規劃者鮮少有機會去表達對學校的看

¹⁹ 盧秀芳，2002，校園即教室—淺談校園生態教材園，優質的校園環境，中華民國學校建築研究會，頁 161~180

法；生態池則在新式教育理念下出現於校園環境，規劃師與校方工程小組來回不斷協商，設計與學習環境能產生互動的生態池，本節審視此波潮流設置之生態池於空間使用過程，從中探討生態池型式在「教學配合」與「維護管理」之缺失，以彌補日後規劃上的不足。

一、生態池型式與教學配合之議題分析

九年一貫能力指標也列出，學生須知道水生動植物外型特徵、運動方式，許多學校進行校園環境規劃與改造時，在生態池型式選取上必須注意到學生的觀察難易度，訪談四間案例學校教學使用上有以下之表述：

池子不會不好觀察，池子是開放式設計對於學生學習是很好的教具，生態池與學生非常親近，隨時隨地自己喜歡，可在生態池不同大小池子間跳來跳去，觸摸水中動植物易觀察又可引發興趣，尤其以低年級學生最為好奇，最喜歡在生態池上跳來跳去，東摸摸西摸摸到處探索。(A004)

學校生態池設計上，使用花蓮的岩石用意是要讓學生能在生態池上跳來跳去，觀察不同池子裡面水生動物及植物，所以學校的生態池在教學應用上，是很好觀察的。(A001)

溪流式生態池的好處在於河道不寬，不像池塘式的生態池過於寬廣，學生對於較靠近水池中央的水生植物不好觀察；溪流式生態池學生只要走在河道旁邊，就能夠觀賞水生植物，這也減少了學生自己跑進池子裡的疑慮。(B003)

學校設置生態池對於教師來講，是有很大幫助的，課程上到關於水生植物與水生動物的時候，我都會使用生態池來教學，但是在學生觀察上，如果學校能在生態池上架設木板，能讓學生更容易進行觀察。(C005)

學校在校園內設置各種教學園區，在老師教學上是有很大幫助，也能提高學生的學習動力。在生態池部份，教學上我發現學生在觀察水池中央的水生植物時，常會跟我反應看不清楚的情況發生，這是學校需要改善的部份。(C003)

我們學校生態池腹地較大，每一段河道都種植不一樣的水生植物，而且河道又不寬，學生只要蹲在河道邊，就能很接近水生植物，仔細的去觀察水生植物的構造與水中動物的動態。(D004)

透過深入訪談得知，近期教育部推廣九年一貫教育政策，國小教學課程將校園環境納入本位課程，教師在課堂授課中，教授有關校園環境資源時，絕大多

數的老師都有意願將學生帶到戶外觀察學習，而且對於學生是能夠提昇學習的興趣及意願。

然而在學生觀察過程中，教師在教學過程發現生態池的型式將會影響學生觀察，自本研究評估之對象學校中，西勢國小與陝西國小以溪流式為使用形態，目前尚無教師表示觀察上發生困難；洛津國小以岩石堆砌成數個串連不規則形水池，學生可踏在岩石上觀察，也不構成觀察上的困難；惟獨使用池塘式的芳苑國小，教師在使用生態池教學，皆有發生學生觀看不清楚的狀況。

依照本研究實地觀察與訪資料，在校園生態池型式與教學使用現況中，彙整出以下規劃建議：

1. 目前以有部分學校將生態池納入學校本位課程，教師使用生態池教學頻率已明顯增高，對於學生上課觀察上，教師的反應是以溪流式生態池會比池塘式生態池容易觀察(表 4-3-2 照片 1)，由此可見，學校在規劃生態池，應以溪流式為優先考量。
2. 學校在規劃生態池過程，因學校規劃區塊之限制或是景觀上的考量，而選擇使用池塘式生態池，學校必須顧慮到池塘式生態池寬度較寬，學生學習時不容易觀察，應在加設觀察步道(表 4-3-2 照片 2)。
3. 生態池規劃上需注意設計水深，設計深度應在 80 公分~100 公分即可，以免學生有落水之疑慮。尤其是加設觀察步道的池塘式生態池與不規則式生態池(表 4-3-2 照片 3)，因幅員較廣，如發生跌落較不易自行爬起，更要注意生態池之設計深度，避免學生發生溺水。

表 4-3-2 生態池型式與教學議題之分析

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
溪流式生態池寬度較窄，學生較無觀察不清楚的狀況產生	池塘式生態池寬度較廣，應加設觀察步道輔助	不規則式生態池要注意水深，以免學生跌落溺水

資料來源：本研究整理

二、生態池型式與水生植物管理之議題分析

新式校園設計理念，加強校園每一角落皆為學習之教材，學習不再是天馬行空，有助於學童親近大自然了解生態環境，學校在校地面積有限情況下，融入蘊育多種並且多量生物之生態池，規劃此「濃縮環境」是因應教師上課時多元教材之應用。在有限空間塑造人為自然環境，目前之科技就算用盡人力所及，尚且無法完全真正生態，生態池落成使用後頗需人為照料，深怕稍加不注意生態池內物種自體循環下，優勝劣敗淘汰弱勢品種，多元環境變為單一種類，還可能產生荒蕪的狀態。優質校園生態池，不能只是規劃初期良好的設計，後續經營管理亦是邁向永續教學之重點。

歷經長期使用，生態池硬體設施並不容易損壞，維護上不用太多經費投注在設施維修，反倒是池內品種管理不易，有些附有季節性和適應不良之植栽，隨氣溫變化影響生存環境陸續死亡，因此有固定管道取得品種是營造生態池不可獲缺的一環。有固定品種來源是後續管理其中要素之一，有時生態池過久沒人打理，池內荒煙漫草亂無章法，對於教學造成困擾，學校在管理維護與教學權衡下，兩者取其平衡點。

依據案例學校訪談資料顯示，校園生態池管理好與壞直接影響到教師使用意願，其論述內容如下：

生態池欠缺人員管理，池中雜亂無章多少會影響老師使用意願。生態池整理的好與不好上課都能夠上，像現在樣子物種有點繁亂，不只原先栽植水生植物生長，外來雜草也穿插其中，要辨認水生植物並不是很容易觀察，不過六年級自然科有一堂族群的課，那邊無處不是教學題材。(A001)

其實生態池裡面有許多植物，老師也不是很認識、很瞭解，需要依靠解說牌幫助較容易解說，可是解說牌設立時間較久了，生態池植物生長較為繁亂，有時自己也很難分辨種類，對一個不是很瞭解的人要使用教學時在不容易。(B003)

有時水生步道一段時間沒清理，水生植物生長較為混亂，有些特徵較為相似的品種，穿插在其中較不易辨認，上課前要先去問清楚，才能有效教學。(D003)

雖然說生態池不論紛亂或是整齊，站在教育立場都是教師教學上良好輔助教材，轉換觀察者使用角度，一位對於生態池環境熟悉的教師，就算生態池再怎們混亂在於他們的眼中，都能夠利用現狀機會教育，闡述現階段生態池中哪部分出現問題，帶入課程教學運用，如外來品種造成原生種的危機等；管理者不能以

偏概全的認為每位老師都能非常熟悉生態池，畢竟每位老師任之領域上都不同，有很多植物種類老師並不是非常了解，教學上沒有一定管道取得教學資源上的認知，其實有心應用卻無利應用，因此學校應適時管理生態池品種維護，才能有效達成提高教師使用機率。

學校校園所訴求是教育功能，校方人員編制上以教師為主要成員，不似植物園尚有專門管理人員維護園區整潔，要維持校園生態池環境輔助教學，各學校都面臨不同的考驗，以下是接受訪談陳述該校發生之議題與需求：

水生植物不會有蔓延上的問題，設計師用石頭隔成數個小池，適當區分品種與品種間の間隔，除了雜草滋生外，優勢品種不會侵占整個生態池。(A002)

在學校空間狹窄的生態池營造自然棲地，必須要人力不斷維持特有種生存空間，所以要多花一點時間，觀察我要保存的物種，是否還存在著或者有足夠空間生長，如果旁邊有一些優勢品種靠過來了，適時加以隔離、清除，維持適當生存空間，這方面會比較累一點。(B002)

設置生態池最需注意的一點，是優勢水生植物繁殖過快，像布袋蓮一放進池子裡，不稍加抑制它的生長範圍，一下子整片水池都變成布袋蓮，這就喪失生態池原有功能，要維持生態池種類多元化，現行狀況學校是採用適當的品種隔絕，減緩優勢品種擴散過快。(C001)

像大萍、槐葉萍這類繁殖過快的品種，造成學校維護上的困擾，幾乎整年都要不斷去清除，而且每次清除周期都相當接近，非常消耗人力資源。如果沒有時常注意，整條河道都會淤塞，更嚴重的是優勢品種生長過於迅速，阻礙其他種植物生長空間。(D001)

從以上訪談資料，不難發現校內生態池最大維護問題在於品種繁殖問題，優勢品種往往容易侵犯劣勢種類的生長範圍，導致劣勢品種沒有足夠生長環境，相繼在生態池中絕種。此種現象多發生於校地面積不足，或者建校歷史較為悠久的學校，空間格局已成一定形式，後續學校進行校園改造計畫，只能從既有設施以外的空地規劃生態池，無法設置面積夠大的生態池，如果要讓水生植物自然生長，可能會比較困難一點，範圍就只有一丁點大，生長環境過於狹隘，保持原來生態環境本來就比較困難，為了維護那麼多樣的物種，勢必要花費大量人力去照顧。

本研究透過深入訪談以及資料調查，整理出以下在水生植物管理議題上之規劃需求：

1. 校園生態池雖然標榜自然，但在有先天環境受限下，失去了許多生物生存之條件，故在規劃過程，更應該注意到水生植物(浮葉植物、挺水植物、沉水植物及浮水植物)物種之特性，以做預設之規劃，以免造成日後使用者管理上的負擔。
2. 池塘式生態池容易營造出與自然景觀相仿的池中生態，不過校園用地有限池中優勢品種，如果不以適當人工方式加以隔絕，過不了多久生態池多元品種馬上變為單一種類。因此面積過小之池塘式生態池，除了選擇較不易蔓延的品種外，抑制水生植物蔓延之設計上，挺水性植物及浮葉性植物則是以建築材料隔離根部的蔓延(圖 4-3-4)，或栽於盆內是最方便的處理方式(圖 4-3-5)；浮水性植物以生態島、挺水植物或跳躍的石頭柔性隔離。

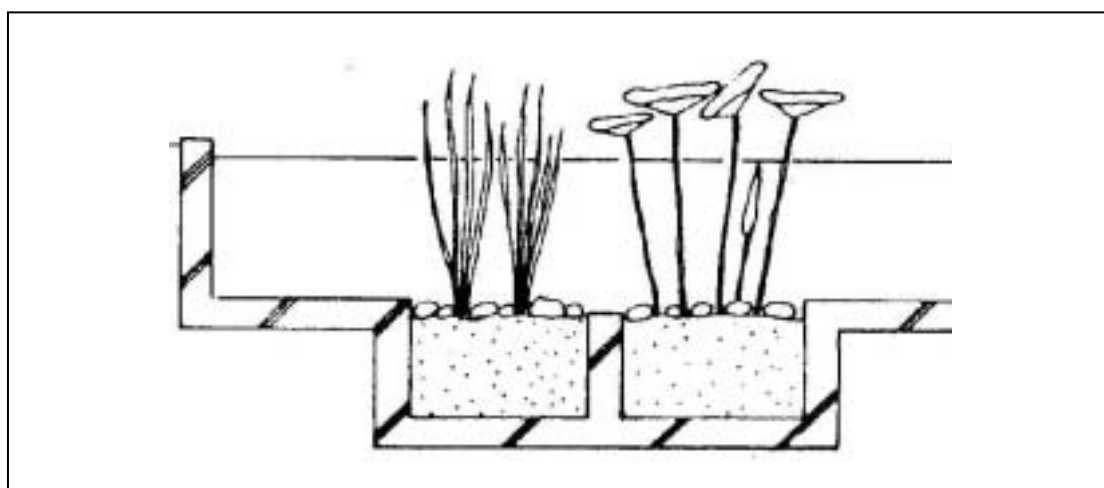


圖 4-3-4 建築材料隔離挺水、浮葉植物根的蔓延

資料來源：林惠霞 編，1994，庭園造景—水篇，淑馨出版社，頁 147

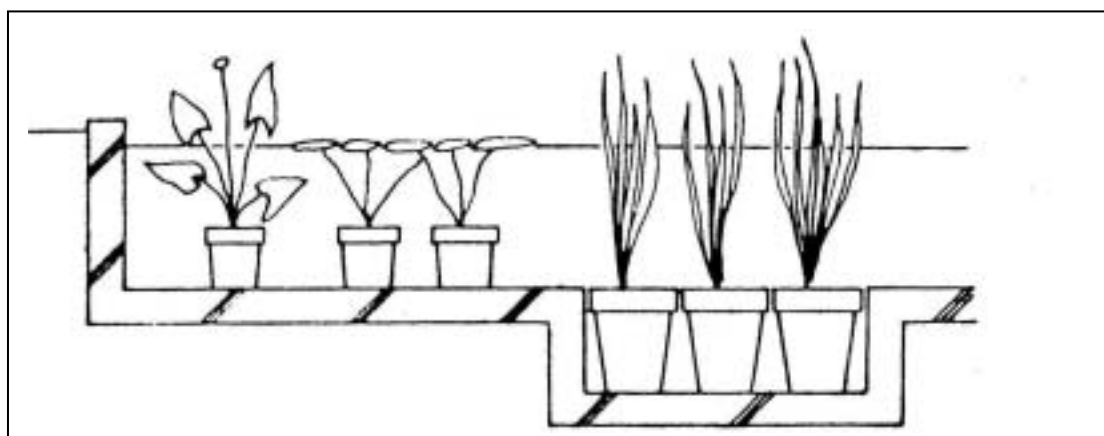


圖 4-3-5 栽植於盆內抑制挺水、浮葉植物的蔓延

資料來源：林惠霞 編，1994，庭園造景—水篇，淑馨出版社，頁 147

3. 溪流式生態池在挺水性植物及浮葉性植物抑制上，應以打樁的方式抑制其生長範圍(圖 4-3-6)，或是以建築材料隔離(圖 4-3-4)，較能符合其規劃型式。但溪流式生態池最大的話病，是以人為方式隔絕河段與河段間品種的接觸，雖能防止優勢種侵犯劣勢種的生長環境，但也容易造成此段河道淤塞，還是經常需要人力維護河道整潔，以免生長過多蔓延至另一河段。

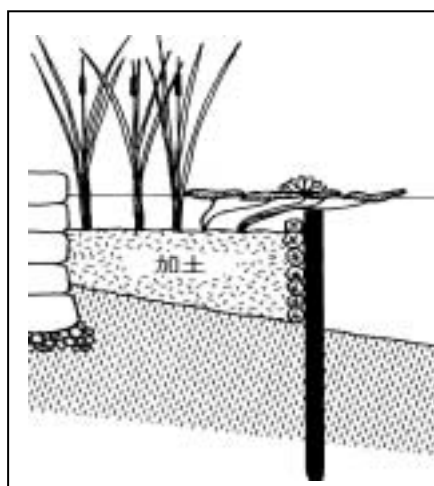


圖 4-3-6 抑制挺水植物及浮葉植物擴大用之擋牆

資料來源：龜山 章 等編 李叡明 賴明洲 譯，1995，最先端的綠化技術，淑馨出版社，頁 189

4. 總括池塘式、溪流式等生態池設計模式，純粹以一種方式營造，無法完善解決抑制優勢品種的功效。將溪流式與池塘式生態池優點結合營造，規劃數個小型池子再以水道串聯(圖 4-3-7)，河道種植浮葉性與挺水性植物，在以上述之方式抑制生長，阻擋池子浮水性與沉水性植物漂流，有效控制小範圍面積蔓延，減少過多人力維護。

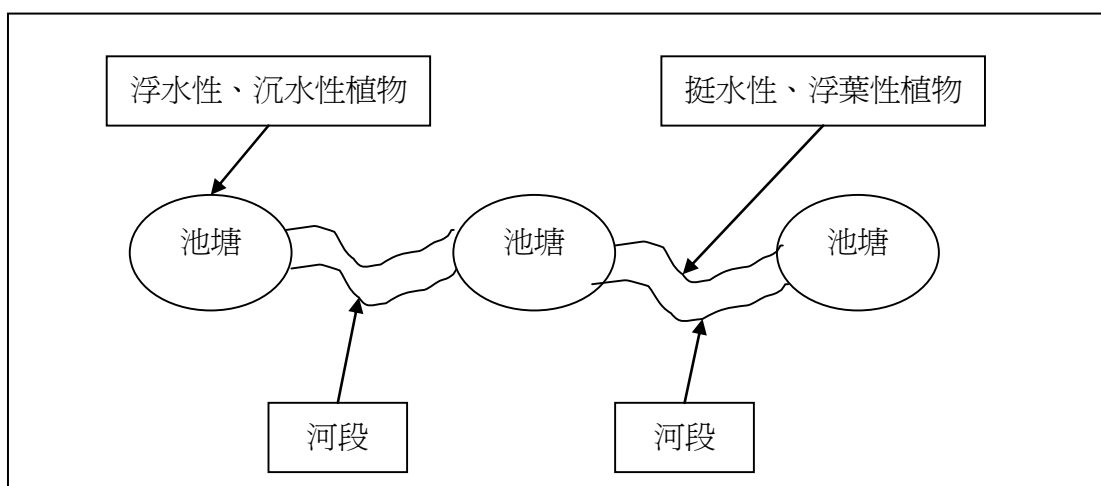


圖 4-3-3 綜合式生態池植栽示意圖

資料來源：本研究整理

第四節 生態池教學與解說牌之議題分析

生態池之於校園空間扮演角色，除學校本身額外附加生態性能、環境景觀，最主要還是考慮教學豐富度，營造安全、有趣、便利的探索學習空間，提供學生觀察生態池過程，從底層構景形式、類化、感官知覺層到環境景觀階層的完整感受，幫助學生從小環境體驗自然、了解自然和愛護自然。本節以教學理論探討學校環境學過程中，發覺「實物教學」與「解說牌」等議題之規劃需求，並提出相關和評估建議。

一、教學需求之規劃分析

本研究以學生學習狀況和態度，針對四間案例學校的老師，討論實物教學與圖片、多媒體資訊授課，由老師長時間教導經驗累積，比對實物、圖片與多媒體資訊教學上差異性為何，以下是受訪者之敘述：

有實物當然好啊，用教學帶、多媒體是虛擬世界沒有實際感，讓他們觸摸用感官去學習效果勝於只用眼睛觀察。他們來到生態池旁，要讓他們去摸布袋、要他們拿起布袋蓮，他們不只是看連同觸摸感覺會驅使他們好奇，產生疑問發問尋找資料，很容易代動學習樂趣。(A001)

教學實物較能夠觸發學生學習，也較能夠讓學生了解，錄影帶、多媒體播放只能學習到觀念，實際上像大萍、布袋蓮有浮力，要讓學生解剖，放到水中擠壓，實物上看到才會知道原理。(B005)

有實物教學，一教他們就了解，直接就接受了，如：植物繁殖，什麼是雌蕊什麼是雄蕊，由實物非常容易辨認，本身的參與就有一種成就感，觸發學習興趣，不用老師嘮嘮叨叨講了半天還是一知半解。(C002)

學校如有類似於教課書的教學角，可以讓學童有更高的興趣。並且可以對生態作持續性的觀察，從生到死會令學童對生態更進一步的了解。(C004)

圖片 CD 的教學當然比不過現場的觀察，在學校角落規劃教學園區，對小朋友有絕對的實質幫助。

1. 實地觀察讓小朋友有參與感，自己親手捉到或看到的東西印象較深刻，興趣也較高。
2. 圖片與 CD 有時會失真，且不能常常看到，如有一個教學區，小朋友可隨時隨

地去觀察，利用下課或課後，可更了解動植物的生長歷程，促進教學的加廣加深。

3. 教學園區除了教學外，學生也可加入參與照顧，更是拓展他們的生活經驗，而不只是死讀書。(C006)

學生在水生步道活動時間蠻多的，講到族群、群落我們會舉例水裡面大肚魚族群、槐葉萍族群，各種生物在水道生態系裡生存，有實際經驗學生比較容易把族群、群落的觀念帶進來。(D002)

自然課上到植物光合作用，就到生態池裡撈一些起來做實驗，一次都拿一整把，水草產生氧氣非常快速，漏斗只要放下去，一堆氧氣順著管路順延上來，一瞬間就能讓學生明白。(D001)

經驗主義學者，將人類的知識視為經驗下的產物，一切知識起源皆來自於經驗²⁰。經驗可以來自於感覺，經由感官與外界的接觸，從環境中獲得素材，屬於一種外在感官的學習，教育是「在經驗中」、「由於經驗」和「為著經驗」的一種發展過程²¹。戴爾的經驗塔理論中，又將經驗分為直接經驗、間接經驗和替代經驗，學習離現實環境越遠，事務呈現越抽象，不能由感官直接觸碰，學習經驗越模糊無法達到教學效果²²。從上述訪談不難發現教師認知上，實物教學能有效灌輸學生環境知識，利用圖片、錄音帶、多媒體輔助課堂教學，對於初探知識殿堂的國小學生，眼前呈現出來是虛擬世界沒有真實感。教師授課對於輔助教材之選擇，應視當教學各內容需求而定，創造學生和學習環境產生互動，從情境中學習累積環境智能。

皮亞傑認知發展理論顯示，兒童隨著年紀的不斷增加，其思考模式由完全主觀轉變為客觀，由接受動作或知覺的影響變為受理念的影響，由具體思考而變為抽象思考。皮亞傑把人認知發展其分為感覺動作期、前運思期、具體運思期、形式運思期四個時期，國小學童年齡介於七至十二歲，正屬於具體運思時期，此時期特色在於能藉由具體經驗解決問題，不再只憑知覺所見去做判斷，但還不能做過於抽象的思考²³。國小課程教授過於複雜的內容，此時學生不具完備抽象思考能力，對於複雜授課內容採用虛擬實境之輔助教材，僅以一種感官學習經驗，接收到的資訊通常只是影像或是符號而已，並無法徹底了解。就如國小六年級自然課教到生物的族群，學生先自行探索，發現問題爭議點，老師在從中講解說明，有了實際經驗學生也較容易理解，自然而然把環境中發覺到的知識帶進觀念。

²⁰ 黃光雄 蔡清田，1999，課程設計—理論與實際，五南圖書公司，頁 55

²¹ 杜威 著 姜文閔 譯，1995，經驗與教育，五南圖書公司，頁 18~43

²² 魏明通，1999，科學教育，五南圖書公司，頁 257~265

²³ 張春興，2003，教育心理學—三化取向的理論與實踐，東華圖書公司，頁 95~100

國民小學學生知識建構能力尚未發育完全，學習新事物會從先前累積經驗為思考邏輯，因此學習要能夠變成一項有意義學習的活動，就必須建立在學習者的「先備知識」之上；在學習者已能具備事務連結觀念，再加上使用有意義的教材，整個學習活動就容易被引導入有意義的學習中，學習者也就容易將新學習的知識或概念，快速地與既有的舊知識與舊經驗做聯結，統整成一個更大、更廣的知識結構²⁴。學生從學校累積許多學習經驗，漸進式的增廣邏輯思考面，先從實物引導學生學習興趣，誘發學生探究知識整個前因後果，教學由點而面慢慢架構學童對事物之思考邏輯。

綜合以上之討論，國小學生學習是藉由感官感受，不論是師長教導或日常生活探索得知小常識等方式，累積具體經驗儲存日後學習的先備知識，從眼前具體吸收到的經驗，建構解決問題的脈絡。因此學校建構學生學習過程，應採用直接經驗加深學生學習印象，並且規劃校園過程中，在不妨害學校教學營運上，能有效活用校園現有資源，設計校園生態池，學生學習示意圖如下。

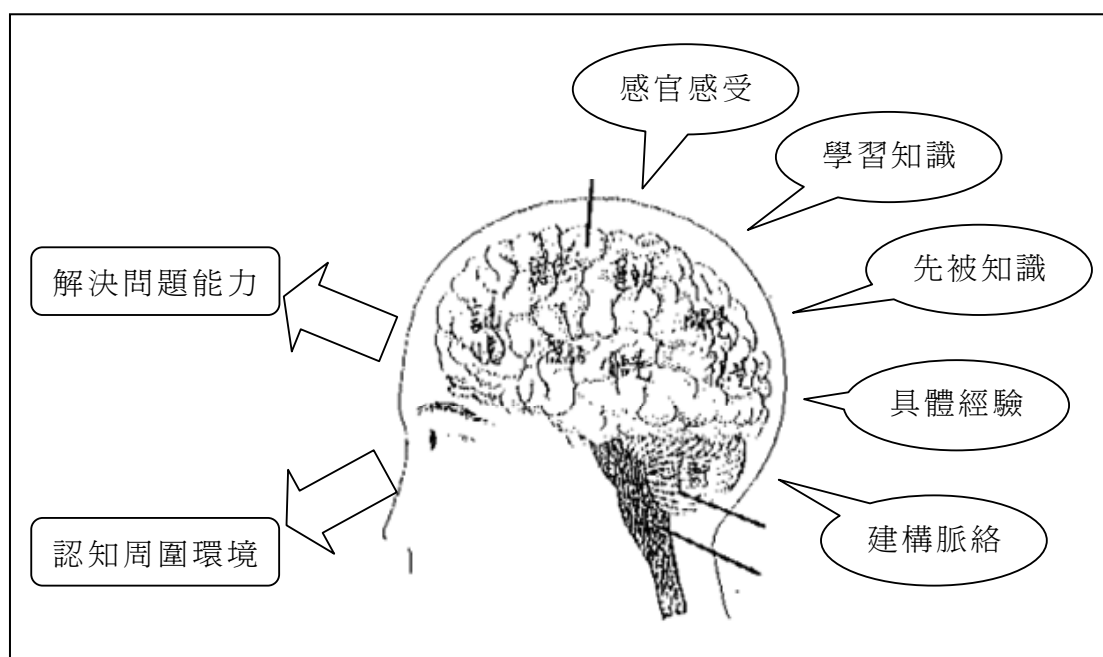


圖 4-4-1 國民小學生學習示意圖

資料來源：本研究整理

戶外教學、開放教學、鄉土教學、環境教育在國內已發展一段時日，學校推展校內環境建設如火如荼的舉行，生態景觀水池、落葉廚餘堆肥、教學農園、多層次生態綠化、共生動物養殖、健康教材與自然素材、人工濕地等教學園區充斥校園環境中，無疑的活化了學生學習內容。單以生態景觀水池論述，浮水植物、挺水植物、沉水植物種類繁多，為能配合課程教材的訴求，池內種植各式各樣不

²⁴ 余民寧，1995，有意義的學習—概念構圖之研究，商鼎文化出版社，頁 54~55

同的水生植物，附近生物也不時因應季節加入生態池濃縮環境，眾多生物齊聚小小生態池裡，諸多生物表面觀察有所類似，不易辨識品種對教師教學上是有些困擾，因此生態池觀察上自明性相當重要。

案例學校訪談中，相繼出現此類問題，綜合各訪談對象提出之議題與需求，分別陳述如下：

每個老師的專業智能不同，對於生態池的水生植物也不是很認識、很瞭解，需要依靠解說牌幫助較容易解說。(B003)

學校設置生態池，不能單單注意生態池設計構造，或是為達到教學應用，種植許多水生植物，硬體設施上這樣是不夠的。生態池放置於學校必有其學習功能，如何能讓學生自行探索非常重要，他們剛接觸新領域的事物，並不像大人會自行搜索資料，走走看看不懂、不喜歡就走了，不會有太多探索動作只是走馬看花。要能趨使學生進一步觀察，設置解說牌是相當重要的。(C001)

我們能從實物中植物的特性判別這是水芙蓉、那是大萍、槐葉萍，但是事後沒有在特地留意、上課前沒再複習，下次在看到還是叫不太出名子，水生步道彎彎曲曲距離不短，一一介紹當下都能明白其特性，整體統合重新再走過一次，不是很清楚的就會搞混了。(D002)

每位老師背景都不同，對事物產生興趣也有所差異，雖然過去環境較為優美，隨處都能觀察很多生物，但早期所受的教育沒有很實際的實物經驗，對於植物特性與種類，不能很清楚辨識植物的差異性，何況生態池一堆植物中，要讓一些了解不透徹的人去分辨品種，不是想像中那麼簡單。教師一至認為學校設有生態池、落葉廚餘堆肥、多層次生態綠化等教材園，教學資源相當豐富，想要帶動起校園一種教學文化，完善解說設備幫助老師進一步了解，提高教師參與意願，才能透過老師有時意外發現，藉機帶學生參觀實行機會教育，如青蛙在生態池產卵或池中長出菱角。

林秀滿、盧秀琴(2003)²⁵研究指出，教師對於「植物解說牌」需要的比率佔的最高(79%)，其次是「小小解說員的培訓」(75%)和「辦理學校水生植物的生態研習」(67%)為第三，因此學校在生態池經營項目，應以建立職務牌的標示最為優先考量。

²⁵ 林秀滿、盧秀琴，2003，探討水生教材園的經營以利教學，環境教育學刊，頁 53~54

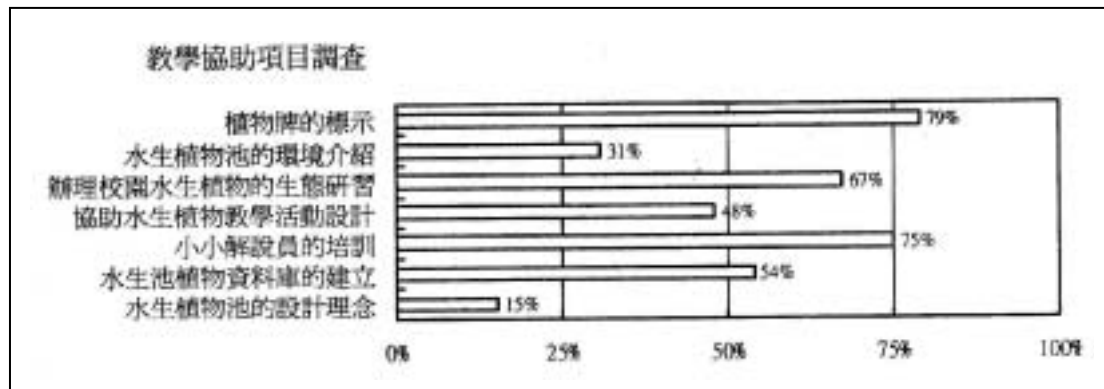


圖 4-4-2 教師教學上的協助項目需求之調查

資料來源：林秀滿、盧秀琴，2003，探討水生教材園的經營以利教學，環境教育學刊，頁 53

提高教師教學品質，不能一味追求校園教學設施多樣化，適當的教師配課也是活潑課堂教學要素。國小教師不似國中、高中、大學配課方法，國中以上教學內容屬於專精項目分科很細，需要具有專業背景的老師授課；國小教學重在統合各方知識，建構學生思考脈絡，除了少部分科任之外，小學校的教師都擔任級任老師較多。學校應該依照教師背景與興趣排定課程，不過有時還是會有配課問題，總會教到自己不是那麼熟悉的科目，上起課來會有點綁手綁腳，沒辦法如有專業知識背景的老師那麼投入、那麼突出，需要靠時間摸索經驗上的不足。一般人對生態池並不是很認識，標示能夠清楚一點，讓不熟悉的老師進一步了解，以方便應用到課程教學，增加生態池教學使用頻率。

二、 解說牌之評估分析

學校是實施教育的場所，其設施與環境自應具有教育意味，教育歷程不會發生於無形之中，學習方法建立在探尋與發現。學校教學是吸收經驗、尋求知識及探索環境奧妙之邏輯建構，學習行為是隨處隨時發生，並非只侷限於教師課堂授課，校園應提供引人入勝、發人省思的學習環境，以負起薰育沐化的教育作用，反映教育理念，使學生在環境中感染學習氣息，深受潛移默化的力量培養求學興趣。校園空間充分利用當地地景、在地文化，串連水、樹與多樣化的生物，把人為都市化與自然生態有效結合，形成景觀生態網絡巧妙建構，彰顯學校教育功能，提升學校教育品質。

教師身為第一線教學與環境使用者，可以依此發展有順序性的校園戶外環境教育活動，在學校裡建立一套完整的生態池環境教育的學習目標；基於教師平常受限課程進度壓力，通常無法有充分時間準備或自行製作輔助教材，所以學校行政人員的工作就是規劃好校園，製作教學輔助教材，建構適合教學的校園環境，並且鼓勵教師使用。

教育部推廣九年一貫教材，強調學校本位課程，利用校園周遭地理環境與配合校內現有資源，建構鄉土教材課程內容。學校規劃生態池學習角落，與鄉土教材互相搭配，教學上真實環境能與課程內容相輔相成，學生學習不再是枯燥乏味，由學習者從環境中發掘問題、解決問題，引發學生學習熱忱，興趣產生對於教學是有很大助益。不過興趣的產生只能觸發學生短暫學習，後序學習還是需要教師系統性引導，誘發學習動能，加深學習印象。

目前絕大多數學校在生態池周圍設置解說牌，然而教師在使用生態池教學時，卻還是發生應用上的問題，分述如下：

日前教育局評鑑，學校增設水生植物告示牌，加強學生自由學習輔助教材。或許使用材質問題，已相繼退色模糊不清，學生如要自行參觀學習，恐怕無法從告示牌中清楚生態池水生植物種類。(A001)

水生植物的告示牌設置不久後，經歷日曬雨淋都已經退色了，也看不清楚裡面到底是在解說什麼，這對於老師使用上，或是學生自主學習，無非造成了障礙。(A005)

解說牌設立時間較久了，有的就已經模糊掉了教學上不容易應用，有的甚至遭到拔除，根本找不到水生植物的解說。(B003)

學校生態池的解說設備，都單只是寫出學名與俗名，學生自行探索上其實是沒什麼大幫助的，應該加入一些水生植物的生活環境，加深學生學習的印象。(B004)

生態池必可引起學生之學習興趣，但前提是各相關設備是否齊全，水生植物的名稱牌子已不甚清楚，也不利學生課餘時間的自行學習。(C005)

學校在設置生態池就已規劃解說牌，解說牌的設置對老師解說水生植物是有幫助的，但是學校在設計解說牌需要注意它的材質，像我們學校紅樹林生態池旁的解說牌是屬於烤漆材質，不容易退色，其他的解說牌都已經不清楚了，會影響學生觀察和老師使用。(C007)

國小學生年紀差異性較大，身高也有些差距，雖然水生植物是四年級才會上到的課程，大部分道生態池觀察都是四年級以上的學生，不還是要考慮到設置牌的高度，避免影響學生學習。(C008)

之前學校在水生步道旁設置了很多告示牌，以方便來此觀察學習的人士容

易了解，放置沒多久時間很多都被破壞拔除了，所以現在走過去水道旁只有零星幾枝解說牌而已了。(D001)

其實水生植物解說牌常常都只是註明名稱、學名、科別、原產地等，學習上沒有什麼幫助，有時候看著解說牌，還找不到水生植物在哪邊，所以最好是能在解說牌上放置照片、特徵。(D005)

透過深入訪談、實地觀察及資料調查之後可以瞭解，學校在設計解說牌往往忽略了教師教學的需求，以及國小學生的學習方式。綜合上述訪談資料，彙整提出以下規劃需求：

1. 解說內容過於學術性應考量學生學習方式

由於校園解說牌大多是校方行政部門設立，因此解說內容都犯了共同的通病，解說內容大多是列出單棵植栽的俗名、學名及科別(圖 4-4-3)，在國小學生學習思考邏輯裡，標示內容需要有具體陳述，簡易標明植物之名稱和學名，不能讓學生輕易了解植物在環境中的特性，國民小學學生的年紀尚在培養自我學習能力及興趣，無法像成年人會自我探索新事物，遇到問題，自行從周邊資源找尋問題解決辦法。

設計解說內容同時，考量學生正處於累積解決問題能力之階段，和教師教學使用上的便利性，解說內容除了設置俗名、學名及產地外，應再添加照片方便學生觀察，而且還要描述水生植物特性，讓學生瞭解整體生態環境(圖 4-4-4)，或是另外在池邊加設水生植物整體生態示意圖(圖 4-4-5)，引起學生學習慾望，增加學習印象。



圖 4-4-3 解說牌過於學術性影響學習

資料來源：本研究拍攝

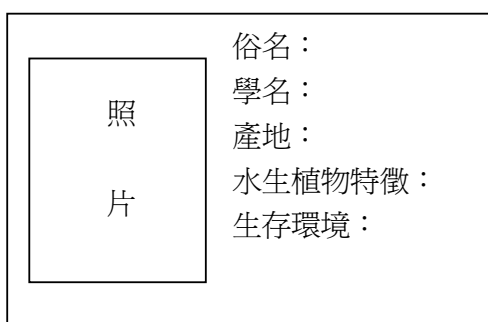


圖 4-4-5 解說牌示意圖

資料來源：本研究整理



圖 4-4-5 水生植物生態示意圖

資料來源：本研究拍攝

2. 解說牌材質選擇需注意其特性與安全問題

解說牌材質選擇上，學校普遍使用木頭或金屬質材，實際上採用何種質材並不影響學生學習熱誠，解說牌材質的選擇反倒是配合景觀的成分居多。但在材質的選擇上要考量到特性，使用木材容易受天候及微生物干擾，會有腐壞與蛀蟲的問題發生，不如金屬材料維護上方便，採用木材的解說牌，事先必須經過阻斷空氣、隔絕水分、高溫殺菌、表面炭化、藥劑處理及防蟲處理²⁶等方法，減少木材腐朽與蛀蟲的問題，降低學生因解說牌損壞減少學習機會。(表 4-4-1 照片 1)

另外還要注意到，金屬材料雖然在維護上比較方便，但是金屬材料質地較為堅硬，學生較容易發生碰撞到受傷或者是割傷，因此在設計上不應該有尖銳的角或是週邊太過銳利，以免學生發生受傷的疑慮。(表 4-4-1 照片 2)

表 4-4-1 解說牌材質狀況說明

照片 1	照片 2
說明	說明
做好防腐、防蛀，降低解說牌損壞	不該有尖銳的角，以免學生發生受傷

資料來源：本研究整理

²⁶ 吳卓夫 等 著，1991，營造法與施工 上冊，茂榮圖書有限公司，頁 254

3. 解說內容應使用不易退色材質

目前許多學校在設置解說牌時，在內容部分選用的材質都是採用學校最方便取得的原料，從實地觀察發現，絕大部分都是列表機列印出來，經過護貝後就拿來使用(表 4-4-2 照片 1)，有的甚至沒護貝就張貼出來(表 4-4-2 照片 2)，風吹、日晒、雨淋後，不久就模糊不清，造成學生與教師使用上的困擾。透過實地觀察，解說牌內容的材質選擇，以使用烤漆的方式較不容易退色，適合學校使用管理上的需求。

表 4-4-2 解說內容材質選擇分析彙整表

照片 1	照片 2	照片 3
		
說明	說明	說明
以列表機列印並且護貝，但使用後發生模糊與退色現象	不經護貝直接張貼使用，內容以模糊不清，且已破損	採用烤漆繪製，清除呈現解說牌的內容

資料來源：本研究整理

4. 解說牌應採用固定式以免遭到拔除

經深入訪談後，諸多教師皆反應解說牌遭到拔出，造成教學上的不便。透過實地觀察，很多簡易解說牌(表 4-4-3 照片 1)插設於生態池旁，由於解說牌體積較小，設置於池旁也無特別固定，校園又是開放式空間出入人數多，小學生年紀較小較頑皮，放置不久時間就被破壞拔除了，只剩零零星幾枝解說牌插在池邊，學習上並無法達到整體性。因此新設置的解說牌為避免無謂拔除與破壞，採用固定式解說牌，減少人為拔除的疑慮，不只方便教師日後使用方便，也能省略學校再從新設置解說牌的經費(表 4-4-3 照片 2)。

表 4-4-3 解說牌固定之狀況分析

照片 1	照片 2
	
說明	說明
<p>解說牌體型較小，設置於池旁也無特別固定，放置不久時間就被破壞拔除了</p>	<p>解說牌為避免無謂拔除與破壞，採用固定式解說牌，減少人為拔除的疑慮</p>

資料來源：本研究整理

5. 解說牌應架設在學生適合觀看的高度

一般而言，解說牌架設的高度會影響學生閱讀的狀況，目前學校在設置解說牌的高度，都隨著架設人員施工狀況而異。訪談中，部分教師提及到學校設置解說牌的高度，沒有顧及到學生觀察的方式，影響學生學習；透過本研究觀察中，學校在規劃設置解說牌，的確很少考慮到學生觀看的高度，不是高度過高就是太低甚至被水生植物所掩沒。所以在設置解說牌高度時，應考慮到學生觀察水生植物的方式，如：浮水性、沉水性等高度較低的水生植物，要考慮到學生會蹲下來觀察，設置的高度就應該要低一點；挺水性植物則要顧慮到高度較高，解說牌高度相對要有所提高。而在整體性生態解說牌高度上至上，則要顧及學校的平均身高，以免設置過高影響到學生觀看。

第五章 結論與建議

本研究透過深入訪談與實地觀察紀錄，針對篩選的四間學校進行調查工作，主要目的在於瞭解目前國小校園生態池「教學使用」與「維護管理」現況，並且以「使用管理」觀點探究使用者的需求，及釐清規劃與管理兩者間相互矛盾點，進而對於生態池之規劃設計提出建議。本章節將歸納調查與分析所發現之重點議題作綜合結論，並提出生態池規劃設計與使用管理之建議，提供未來學校規劃生態池之操作建議，及現有學校生態池管理維護上之參考憑據。

第一節 研究結論

本研究綜合前述各章之實態調查、分析作業，提出以下之重要結論：

一、生態池型式上分為池塘式、溪流式池、綜合式，管理方式分為景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型四種

盧秀芳(2002)依照目前生態池型式分類為河流式、池塘式、綜合式；張蕙莉(2003)論文研究，則將生態池依照規劃主體性、生態考量、教育功能，分類為景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型四種。本研究依照上述兩種生態池分類方式，進入校園實地調查，發現目前學校在設計的樣式上皆是採取河流式、池塘式或綜合式，但每間學校皆因校內各自需求，採用不同之建築材料，營造出學校所要呈現的景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型的型態。因此，本研究將生態池的分類依照生態池主體樣式分為河流式、池塘式或綜合式，稱為生態池之型式；再由學校規劃主體性與日後水生植物管理方式來分類景觀型、教材資料庫型、仿生態型、生態學習型，稱為生態池之管理方式。

二、區位選擇除生態性、教學性應再添加人為因素與管理方式

生態池應用過程中，反思當初選擇設立區位，不再只是生態池專業規劃者，立基於生態營造的基礎點上，或環境教育推動者，考量教學實際層面的構思，進入校園環境真實層面，所需面對的必須增加人為因子與管理方式(圖 5-1-1)。

目前學校在規劃生態池時，區位選擇都已考量到生態性與教育性；生態性上顧及池中生物所需生長條件外，並且吸引周圍生物，增添生態池內物種多樣性；教學性上除了方便教師應用，更考慮到學生自發性的學習。本研究透過實態調查，發現除了上述兩點因素外，近期生態池規劃為講求開放式教育，多採用開

放管理方式，校園空間隨時歡迎各界人士參觀，人接觸設施不乏有不當使用之行為，更何況學校並不是一個營利單位，並沒有足夠的經費、人力、物力維護生態池永續經營，減少設施無意破壞及降低人力資源，以及學生安全的考量，生態池區位選擇應當加入人為介入因子。區位選擇還需注意到學校視覺焦點不適宜放置生態型管理方式，容易造成來訪人士之誤解，對於學校經營環境的態度是否過於消極，造成學校聲譽的負面影響，而且容易造成管理上之矛盾，因此區位選擇還須考量管理方式。

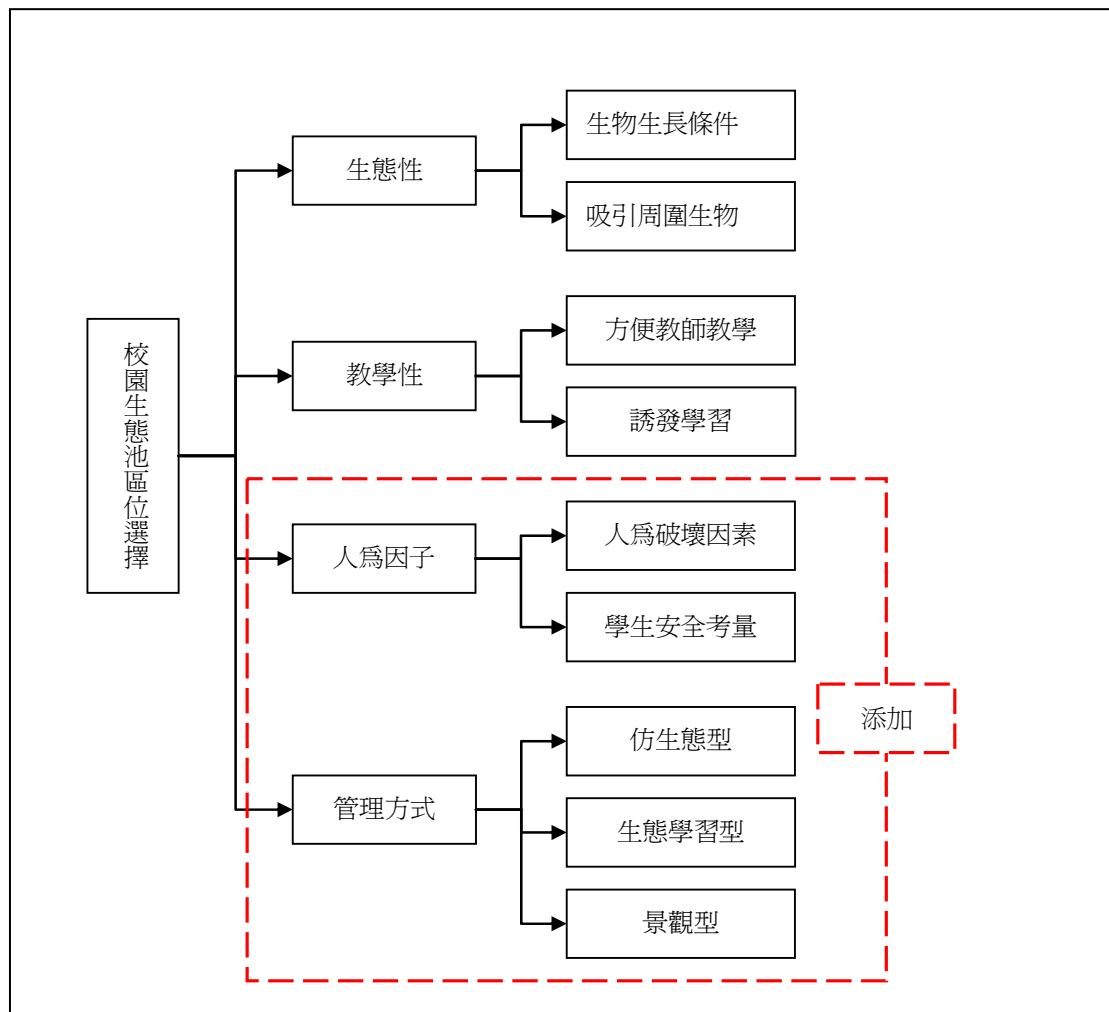


圖 5-1-1 校園生態池區域選擇考量圖

資料來源：本研究整理

三、 設置輔助用水降低水源維護管理費

生態池規劃初期，首先考量引用何種水源，以保持水生植物生存環境；如學校周圍自然資源豐富，只需與周邊環境資源串連(如引用自然溝渠的水源等)，水棲動物便會自行遷入，且水生植物容易適應水質。但是目前絕大多數的國民小學位於平地地區，台灣污水排放並沒有一套完善的標準，家庭廢水、工業廢水許

多都沒經過處理，紛紛流入河川污染源，水流到下游之後早已污穢不堪，惡臭難聞根本無法直接引入生態池使用。本研究案例學校皆使用地下水，除芳苑國小另設雨水再利用系統輔助外，其他三間學校都表示單以地下水供應用水，太過於浪費水資源，而且電費也不斷的提升，這將會造成學校維護生態池的另一項負擔，因此鼓勵學校應用中水系統調節水源，節省學校資源。

四、 使用水生植物搭配曝氣設施，降低設備使用率減少電費支出

水質維護的方式最好的方法，是每天由水面及池底排出約水池水位 1/10 的量，再注入 1/10 乾淨的水源，最能夠維持清潔的水質。但學校水源的供給不似天然湖泊潺潺不息不斷更換，除非學校附近有天然水源可以引用，其於學校在水源更換上無非是增加學校管理費用上的負擔。雖說設置濾水與曝氣設備能改善生態池水質上的問題，又須考量到設備的維護費用與電費，長期使用下增添學校經費的付出。因此規劃原則上，利用水生植物與沼澤濕生植物濾水特性，搭配曝氣設施(圖 5-1-2)，將水抽至源頭，流經水生植物與沼澤濕生植物過濾水質，讓水源形成循環，減少水資源浪費，並且降低生態池曝氣的次數。

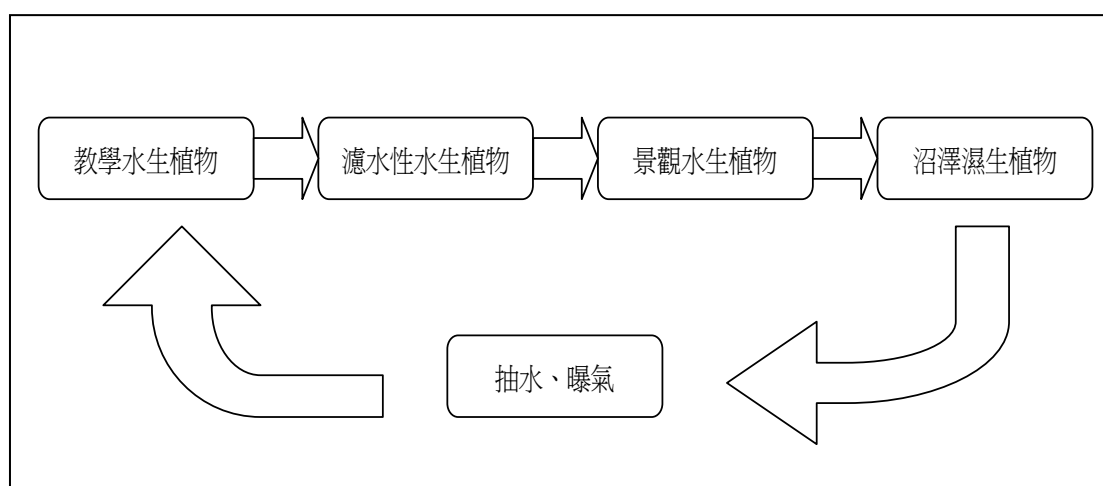


圖 5-1-2 濾水性水生植物安排示意圖

資料來源：本研究整理

五、 採用綜合式生態池有利於學校教學使用與維護管理

生態池形式規劃，除了學校顧及基地面積與搭配周為景觀外，最終還是須考慮到生態池的教學與管理的問題。透過深入訪談與實地觀察發現，現有的池塘式生態池在教學使用上，無法滿足教師的需求，多數的老師表示池塘式的生態池由於池面較廣，學生在觀察上沒辦法很清楚的看到水生植物的特徵，在學生學習效率是大打折扣，規劃上必須在池面加設觀察步道；溪流式生態池，水道寬度較為狹窄，教師在教學上較為便利。生態池管理上，學校管理單位反映，池塘式生

態池對於優勢品種的區隔不易，如不注意生態池容易多元變一元，需加使用建築材料或栽植於盆內抑制挺水、浮葉植物的蔓延；浮水性植物以生態島、挺水植物或跳躍的石頭柔性隔離；溪流式生態池最大的詬病，是以人為方式隔絕河段與河段間品種的接觸，雖能防止優勢種侵犯劣勢種的生長環境，但也容易造成此段河道淤塞，還是經常需要人力維護河道整潔。

總括池塘式、溪流式等生態池設計模式，純粹以一種方式營造，無法完善解決抑制優勢品種與符合教學的功效。將溪流式與池塘式生態池優點結合營造，規劃數個小型池子再以水道串聯(圖 5-1-3)，河道種植浮葉性與挺水性植物，以建築材料或擋牆方式抑制生長，阻擋池子浮水性與沉水性植物漂流，有效控制小範圍面積蔓延，減少過多人力維護，並且方便學生觀察。

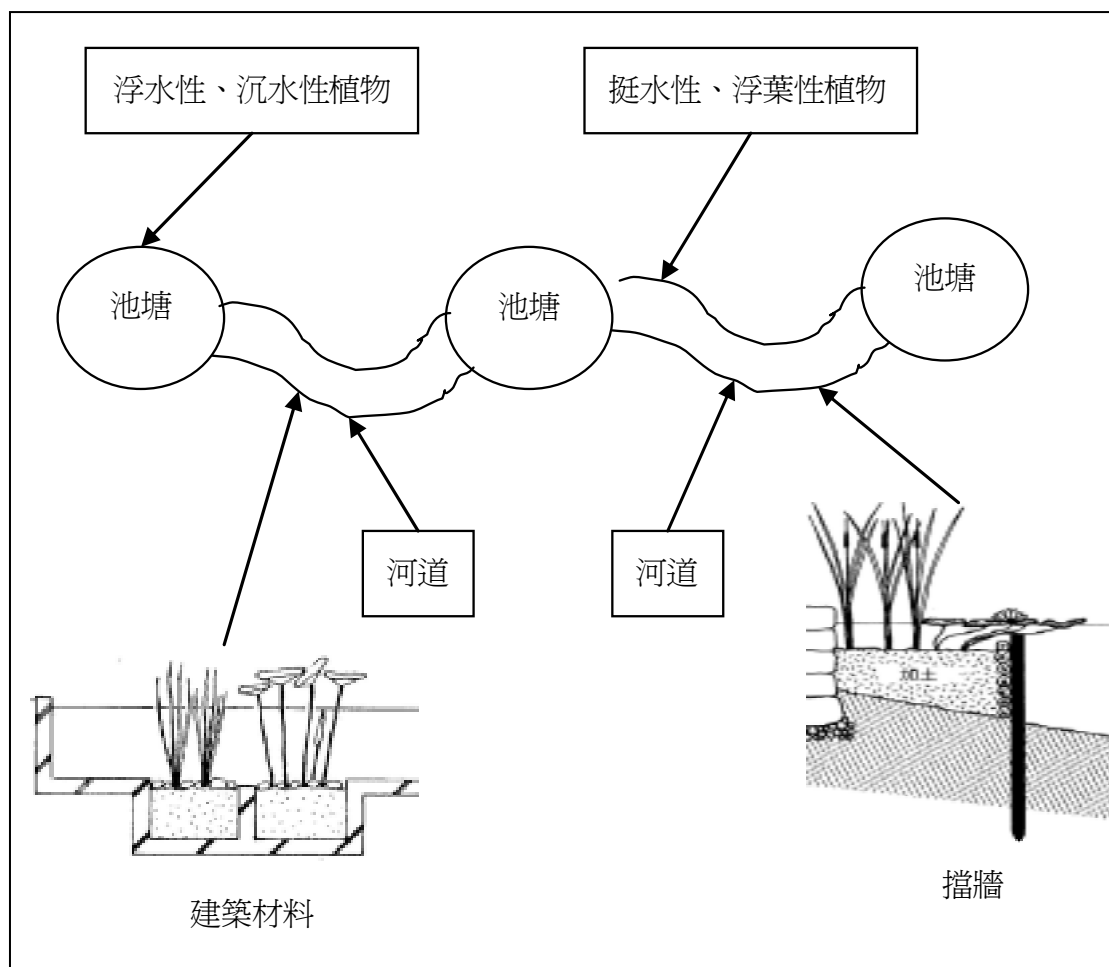


圖 5-1-3 綜合式生態池植栽抑制示意圖

資料來源：本研究整理

六、 解說牌應採用固定式及材質選擇需注意其特性與安全問題

透過實地觀察，許多學校都採用簡易式解說牌插設於生態池旁，由於解說牌體積較小，並沒有特別固定，校園又是開放式空間出入人數多，放置不久時間就被破壞拔除了，只剩零零星幾枝解說牌插在池邊，學習上並無法達到整體性。因此新設置的解說牌為避免無謂拔除與破壞，採用固定式解說牌，減少人為拔除的疑慮。

解說牌材質選擇上，學校普遍使用木頭或金屬質材。採用木材的解說牌，事先必須經過阻斷空氣、隔絕水分、高溫殺菌、表面炭化、藥劑處理及防蟲處理等方法，減少木材腐朽與蛀蟲的問題。金屬材料雖然在維護上比較方便，但是金屬材料質地較為堅硬，學生較容易發生碰撞到受傷或者是割傷，因此在設計上不應該有尖銳的角或是週邊太過銳利，以免學生發生受傷。

七、 解說內容應採用不易退色材質，並且注意教學者與學習者的使用形態

目前學校在解說內容選用的材質，皆是以學校最方便取得的原料，絕大部分都是列表機列印出來，經過護貝後就拿來使用，有的甚至沒護貝就張貼出來，經氣候幾次轉變後，很容易就模糊不清，造成學生與教師使用上的困擾。在解說牌內容的材質選擇上，應以使用烤漆的方式較不容易退色，且符合學校教學使用與維護管理的需求。

設計解說內容時，必須考量到國小學生學習能的程度，以及教師教學上的便利性，解說內應再添加入水生植物的照片方便學生學習，並且除了俗名、學名及產地外，而且還要描述水生植物特性，讓學生瞭解整體生態環境，或是另外在池旁加設水生植物整體生態示意圖，增加學習印象。在設置解說牌高度時，應考慮到學生觀察水生植物的方式；浮水性、沉水性等高度較低的水生植物，要顧及學生觀察時的形態，設置的高度就應該要低一點；挺水性植物因高度較高，解說牌高度相對要有所提高。而在整體性生態解說牌高度上至上，則要顧及學校的平均身高，以免設置過高影響到學生觀看。

八、 增設陳列箱輔助學生觀察沉水植物與水生動物

國小學生學習是藉由感官感受，不論是師長教導或日常生活探索得知小常識等方式，累積具體經驗儲存日後學習的先被知識，從眼前具體吸收到的經驗，建構解決問題的脈絡。透過深入訪談發現，學校設置生態池對於教師的教學是有正面幫助，不只方便教師教學，更能提起學生學習興趣及學習效果，因此學校建

構學生學習過程，應採用直接經驗加深學生學習印象。教師使用生態池教學中，皆認為浮水性、挺水性與浮葉性植物，是比較容易觀察到植物的動態，沉水性植物與水中的動物，由於生存空間是在水面下，不容易觀察到它們的動態，是生態池使用上較大的困擾。本研究的案例學校，就有兩間學校增設透明陳列箱(圖 5-1-4)，輔助學生觀察使用，而且在使用教學的教師也表示增設了陳列箱，對於沉水植物與水生動物的觀察型態，是能夠幫助教師講解，學生也較容易瞭解。



圖 5-1-4 西勢國小陳列箱

資料來源：本研究整理

第二節 研究建議

教學方式隨時代變遷不斷轉換，教學不再是坐在課桌椅前，聽老師講解課程綱要，開放式教學將學習帶進校園各個角落，學校一草一木亦是教學的活教材。生態池也在此風潮下，出現於校園建築中，也確實提供了教師教學的方便性，以及提升學生學習的興趣，但生態池在空間落實中相對的也衍生了許多新的議題，本研究藉由案例學校之調查結果，提出之相關建議分數如下：

一、 校際間建立起資源共享模式減低生態池管理上之困擾

由教育部九十二年補助「永續校園局部改造案」計畫成果交流會一會議手冊中，清楚的瞭解近期國小校興建與改造部分，生態水池巖然已經成為校園建設最熱門設施(表 5-2-1)。學校建築是為了能輔助教學而設立，而課程內容不只是單單與生態池相關，更需建設其他設施輔助教學，但站在學校管理的立場，增添學校設施無疑的也增加了管理上的負擔。因此在學校建築的規劃上，可與鄰近之學校互相合作，彼此規劃不同之校園設施，並且建立一套教學合作方案，降低資源的重疊與減低管理上之負擔。

然而並不是每間學校間之距離相接近，必須自行建設生態池，以達到教學

之需求。由本研究調查中，生態池營造過程，難免會遇到水生植物水土不服或是天氣變化過大而死亡，在水生植物種源的尋找上會造成學校之困擾，爲了能使生態池正常之運作，學校與學校間應建立生態池水生植物資源共享，互相提供欠缺之水生植物，增添生態池的豐富性。

表 5-2-1 申請項目及數量表

項目名稱	學校間數	項目名稱	學校間數
生態景觀水池	41	資源回收	13
透水性鋪面	40	再生力能源應用	12
落葉廚餘堆肥	37	地表土壤改良	12
教學農園	37	共生動物養殖	5
雨水再生水利用	34	健康與自然素材	3
多層次生態綠化	32	人工濕地	3
親和性圍籬	15	室內環境改善	1
節約能源設計	14		

資料來源：本研究整理

二、 結合教師與學生共同管理之方式

生態池最大的問題除了種源的提供外，其次是度強勢水生植物蔓延速度過快，常常造成生態池淤塞或是影響劣勢品種繁衍，由訪談學校相繼表示，要維護池內品種多樣化，都須動員大量人力清除過多優勢品種。現況中學校的管理方式都趨向分配打掃班級協助打掃，再由熱心的教師與管理單位輔助管理，但設置於學校視覺焦點區位的生態池，由於各界來訪人士出入，本來清理生態池就已經夠吃力不討好了，又被視爲重點維護區物，分配到的老師感到壓力倍增，打掃起來額外辛苦。

其實生態池管理維護，並不一定要依靠教師、打掃班級、總務主任或者是其他管理部門自行打理，也可提出全校學生認養活動，搭配良好的配套措施，讓學生認養浮萍、槐葉萍、布袋蓮等水生植物，教師再從旁輔助學生管理，提高學生學習興趣，也從中學到校園設施規劃、管理的辛勞，體會一草一木、一磚一瓦都得來不易，建立環境道德觀，珍惜學校現有資源。認養活動辦的好，學生注意力容易集中在生態池，只要池內有一點雜亂學生就會自行打掃，減少生態環境的自然淘汰，長久打掃下來搭起學生與生態池之間的情感，降低校內人爲破壞。

三、 統整校園生態池相關教材資訊架設教學網絡

學校每一位教師興趣各不一樣，教師教學都有自己不同風格，這些因素都會影響學生學習方式。學校執行環境教育過程，設置良好學習環境是首要之舉，其次是能夠妥善應用這些設備才能發揮功效；教師都有其教學上的見解，校方推動過程，要能架構出學校學習方向、學習模式，依現有環境資源，設計良好輔助措施，方便教師直接取材提升使用意願。編列教師教學手冊，書寫課本教學內容與校園資源相互結合；從課本節錄教學單元，清楚標示此課程可應用輔助教材為何，加以編著使老師容易從教學手冊清楚自己授課資源在理，減少老師額外花費時間搜尋製作輔助教材。

或者在學校網路裡，統整有關水生植物的特性，總總水生植物生態環境的資訊皆能找尋，教師在上課前稍加複習，就能豐富上課內容使之生動活潑，提高學生學習興趣。學校資源上傳網路不只提供教師授課方便，學生也能利用網路資源，課前預習課後複習，加深學習印象提高教學品質。

四、 定期舉辦生態池相關活動提高學習使用率

定期舉辦推廣活動，以生態池為題材，設計一系列相關活動，如花仙子選拔、水芙蓉代表人選拔等，學生必然會藉由參與活動認識水生植物；更可擴大範圍加入生態議題，宣導生態保育觀念，像吳郭魚的危害及外來品種對本土生態造成不良影響，免除學生任意放養生物入生態池，造成生態池生態失衡。由這些活動的推廣，加深學生對生態的觀念，而且能在活動內容中達到生態池管理的概念。

五、 排定校內進修增添教師對生態池之先備知識

學校教師人員甄選管道廣泛，每位教師來自四面八方，之前所受的教育以及教學經歷各不相同，對於生態池裡的生態環境並不熟悉，雖然學校設置良好之解說牌、教師教學手冊及水生植物網站，不過顧及到教師專業背景的不同，學校要排定校內進修，不只對生態池更能對校內環境資源詳加解說，讓教師能明瞭教學資源在何處，且能妥善利用。若能聘請對生態教材有具體實務經驗的專家，與進修教師相互切磋，定能提教師教學品質及設施使用率。

參考文獻

博碩士論文：

何晨瑛，2003，台灣綠色小學校園生態環境現況解析之研究，成功大學建築學系碩士論文

吳宗憲，2000，生態教育園棲地規劃設計之研究—以台灣低海拔西南氣候區為例，台灣大學園藝學研究所碩士論文

李怡慧，2001，生態工程應用於校園水域設施之研究—以台北市國民小學為例，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文

李蕙宇，2000，生態園之水棲生物棲地營造，台灣大學園藝所碩士論文

林秀滿，2001，水生教材園的經營與教學設計之行動研究，台北師範學院數理教育所碩士論文

林政仁，2001，生態教材園模組發展及教學實務探究，台北師範學院數理教育所碩士論文

林楠凱，2003，學校水池生命週期成本(LCC)之研究—以台中市國小為例朝陽科技大學建都所碩士論文

林慧容，2004，生物多樣性主題融入戶外教學之研究—以台大農場水生池及傅園為例，台北師範學院自然教育所碩士論文

林鍇岷，2004，台灣農村庭園水池生態環境改善之研究—以宜蘭縣員山鄉休閒農業區為例，台灣大學生物環境所碩士論文

張蕙莉，2002，小學校園水生池現況及其課題探索之研究，台灣師範大學環境教育所碩士論文

張謙方，1995，福山植物園水生植物池共棲蛙種間資源分配之研究，台灣師範大學生物學系碩士論文

陳東漢，2004，中部地區國小校園環境學習佈道的規劃與硬用之研究，台中師範

學院環境教育所碩士論文

陳治勛，2004，濕地水文系統之研究—以屏東科技大學生態池為例，屏東科技大學土木工程系碩士論文

陳衍派，2002，生態池規劃方法之研究—以屏東建功森林親水公園為例，屏東科技大學水土保持系碩士論文

陳智帆，2004，永續校園生態景觀池之規劃設計課題探討—以 92 年度申請永續校園局部改造計畫南區國民小學為例，高雄大學都市與建築所碩士論文

黃瑞銘，2005，國小高年級學童水生植物概念之研究，台中教育大學自然教育系碩士論文

楊麗敏，2004，校園生態池規劃設計與其棲息地生態系統調查評估，台北科技大學土木與防災所碩士論文

董志峰，2000，國小生態教材園經營與教學實務之研究，國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文

蔡宜君，2004，大台北地區校園水生池經營管理研究台北師範學院環境教育所碩士論文

蔡雅慧，2003，生態工法應用於永續校園水域棲境構築之規劃探討—以屏東科技大學為例，屏東科技大學土木工程系碩士論文

鄭傳榮，2003，由經營國小生態教材園融入自然與生活科技學習領域教學之研究，新竹師範學院進修部數理所碩士論文

中文書目：

王珮蓮，1999，全國國小生態教學資源現況之探討，台北市立師範學院學報 30 期

王珮蓮，2000，國小環境教育檢核表之探討，台北市立師範學院學報

王俊義 許坤鑫 編，2002，情牽烏魚寮—彰化縣洛津國民小學八十周年校慶專輯，彰化縣洛津國民小學

- 王順美，2003，從建置生態校園來進行學習-生態水池，台灣綠色學校伙伴網路網頁
- 江哲銘，2004，教育部永續校園推行改造成果分析說明，教育部九十二年補助「永續校園局部 改造案」計畫成果交流會—會議手冊，教育部
- 何立德 王鑫 編，2004，台灣的湖泊，遠足文化事業
- 余民寧，1997，有意義的學習—概念構圖之研究，商鼎文化出版社
- 吳卓夫 等 著，1991，營造法與施工 上冊，茂榮圖書有限公司
- 吳為廉 編，2000，圖解景觀工程細部設計，地景股份有限
- 杜威 著 姜文閔 譯，1995，經驗與教育，五南圖書公司
- 林秀滿、盧秀琴，2003，探討水生教材園的經營以利教學，環境教育學刊
- 林海清，2003，從 SARS 風暴探討校園規劃與永續發展，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會
- 林惠霞 編，1994，庭園造景—水篇，淑馨出版社
- 林憲德 編，2001，綠建築設計技術彙編，內政部建築研究所
- 林鎮洋 編，2004，生態工法技術參考手冊，明文書局
- 邱茂林 黃建興 編，2004，小學、設計、教育，田園城市文化事業
- 張春興，2003，教育心理學—三化取向的理論與實踐，東華圖書公司
- 郭瓊瑩，2003，水與綠網絡規劃—理論與實務，詹氏書局
- 陳俶季 編，2002，環境大地工程學，茂昌圖書有限公司
- 陳錦賜，2003，論三體環境共生學校建之可持續發展觀，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會

- 彭國棟，2001，如何營造有生命力的生態水池，自然保育季刊 35 期
- 湯志民，1992，學校建築與校園規劃，五南圖書公司
- 湯志民，2003，學校綠建築規劃之探析，永續發展的校園建築，中華民國學校建築研究學會
- 黃光雄 蔡清田，1999，課程設計—理論與實際，五南圖書公司
- 彰化縣芳苑國小永續校園局部改造期末報告書，2002
- 劉振宇，2000，耕犁夯實對土層入滲影響之試驗研究，財團法人曹公農業水利研究發展基金會
- 劉維敏 編，1998，造園，地景企業股份有限
- 蔡攀鰲，2001，土壤力學試驗，三民書局
- 鄭先祐，1992，生態環境影響評估學，財團法人徐氏基金會
- 鄭先祐，1994，人類生態與社會文明，幼獅文化事業公司
- 盧秀芳，2002，校園即教室—淺談校園生態教材園，優質的校園環境，中華民國學校建築研究會
- 謝瑞娟 傅克昌 等編，1998，造園，地景股份有限
- 豐田幸夫 著 林鑑澄 胡田田 譯，2003，造園設計資料集，詹氏書局
- 魏明通，1999，科學教育，五南圖書公司

日文書目：

山田辰美，1999，教育入門，社團法人農山漁村文化協會

英文書目：

Braja M. Das (2002). Principles of Geotechnical Engineering 5E

Choi, J. & Hannafin, M.(1995). Situated cognition and learning environments: Roles, structures, and implications for design. Educational Technology Research and Development 43(2)

Wilson, B.G.(1995).Constructive learning environment: Case studies in instruction design. Educational Technology,35(5)

網路資料：

洛津國小網站：<http://www.ljes.chc.edu.tw/>

西勢國小網站：<http://www.sses.chc.edu.tw/>

芳苑國小網站：<http://www.fyes.chc.edu.tw/>

陝西國小網站：<http://www.ssps.chc.edu.tw/>

台灣綠色學校夥伴網路：<http://www.greenschool.org.tw/node/10651>