

第二章 生態環境研究方法

2-1 基地環境概述

現地調查區域位於東北角台北縣石門鄉麟山鼻漁港北側的人工潮池區，其地理位置如圖 2-1 所示。測量範圍於麟山鼻漁港北側人工潮池，如圖 2-2 所示，每次針對 3 處位置及 2 種型式材質(岩面及深槽)結構物觀測，依不同潮位進行觀測海藻附著之狀況，如圖 2-3 所示。試驗區共分三區為：St.1 潮池內平均潮位；St.2 潮池內低潮位；St.3 潮池外低潮位。

本區地形為岩礁性人工潮池。年平均溫度為 18.5~20.5°C。冬季受東北季風及大陸沿岸流冷水團影響，表面水溫一、二月間在 11.5~14.0°C 左右，隨著東北季風轉弱，黑潮暖流的影響逐漸轉強，在四、五月時水溫即升至 25°C 以上，夏季七月在 27.8~29.5°C，有些潮池內水溫可升至 30°C 以上。在東北角是中午或午夜約時分退乾，清晨及傍晚時漲最高，其統計平均潮差約為 1.5~1.9 公尺。



圖 2-1 東北角麟山鼻之地理位置圖

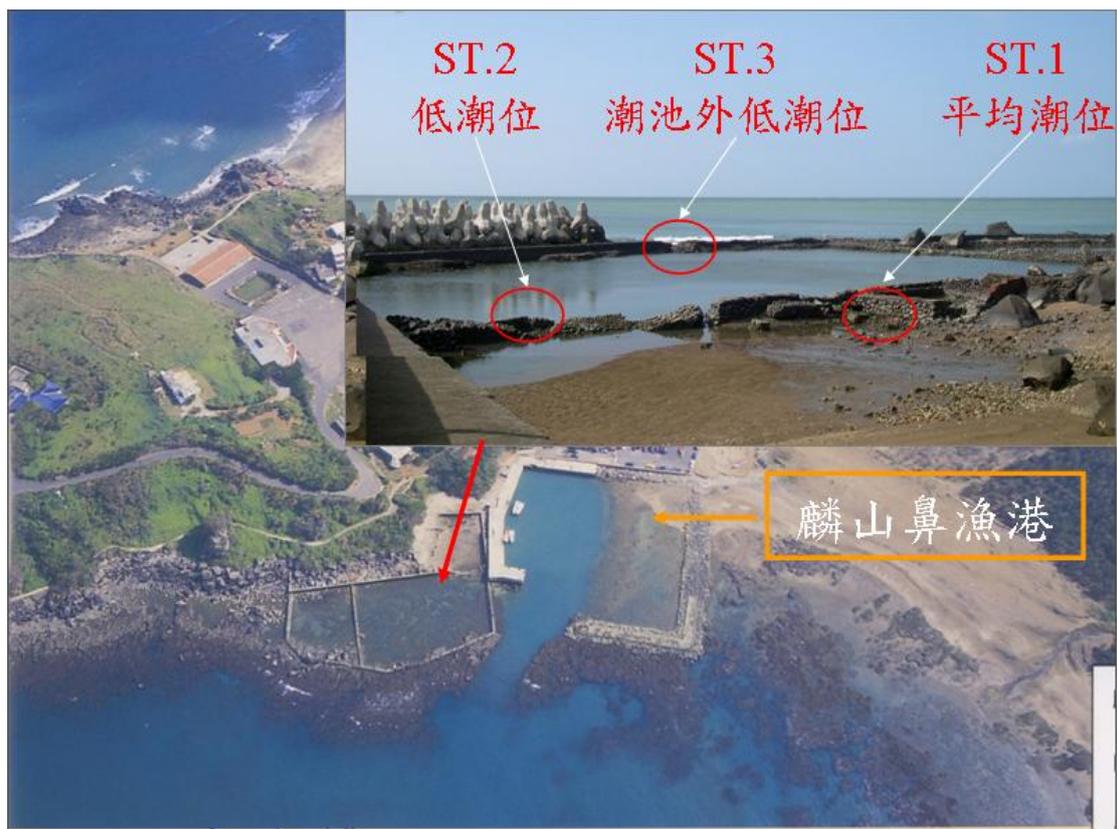


圖 2-2 人工潮池現地試驗位置圖



圖 2-3 結構物型式材料(上為岩面，下為深槽)

2-2 室內實驗室位置與環境概述

室內試驗地點位於交大工程二館大樓之實驗室，如圖 2-4 所示。本研究探討不同光照度的變化對藻類成長之影響，假設條件為水質恆定情況下，利用空調保持室內幾乎恆溫狀態，水槽四周以黑色塑膠袋圍住其遮蔽光源進入水中，而實驗室牆壁貼鋁箔壁紙來增加環境之光照度，實驗期間約每半個月至新竹南寮更換海水，為保持所培養之藻類與其生存環境相似，以維持水中營養鹽的供應不虞匱乏，故水體以沉水式馬達作為循環流動，方可控制藻類培養溫度不因陽光照射而上升，及增加水體二氧化碳量。另外於室內設置一對照組，在無空調恆溫及人工光源照射的條件下，其餘設置條件與實驗場一致，亦能與室內恆溫實驗室來比較其藻類生長狀況，設置如圖 2-5 所示。

室內實驗水槽以 500W 的鹵素燈作為光源(SA122-R7S, 110V, CHINA)，並以智慧型電子式定時器控制光照度時間，利用不同基質水深設置培養條件為透光度 5%、20%、40%、55%、70% 及 85% 等六個不同光照度處理組，光照度調整以不同水深與水表面間的距離來達成，本文透光度以水面上 15cm 之光源配對不同水深處之光照度，成為本試驗之 6 組透光度量，試驗水槽水深維持在 50cm，實驗水槽如圖 2-6 所示，實際光照度量測以(DLM 531, TECPEL, TAIWAN)使用數位式照度計的矽光質二級體感光器。本研究室內實驗室配置如圖 2-7 所示。

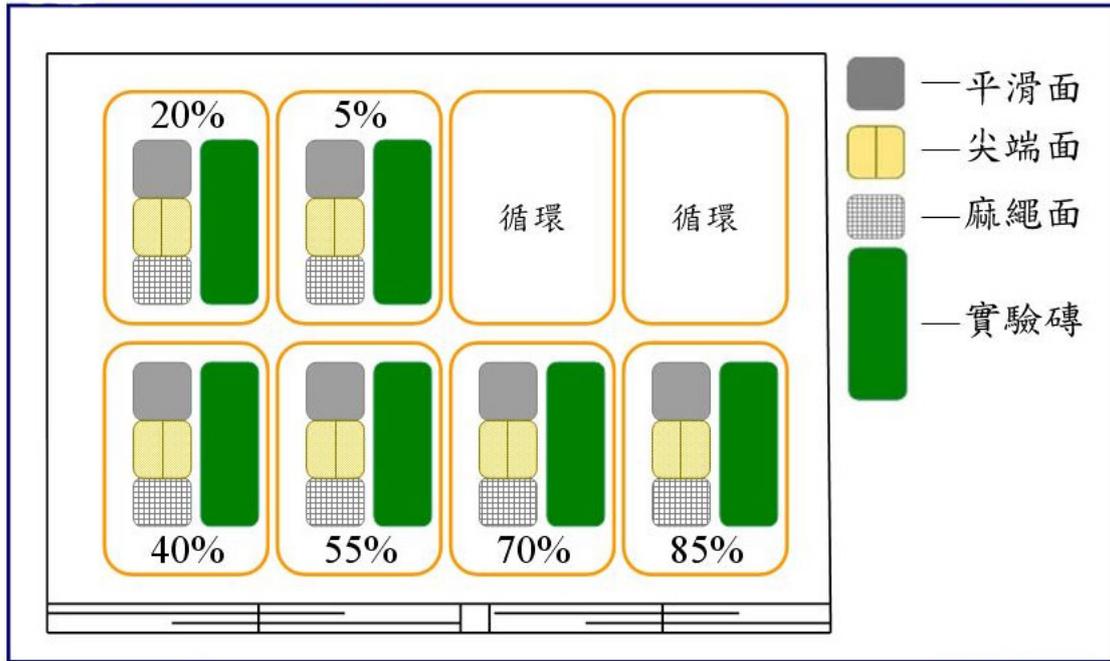


圖 2-4 交大工二館室內實驗室示意圖



圖 2-5 室內對照組配置圖

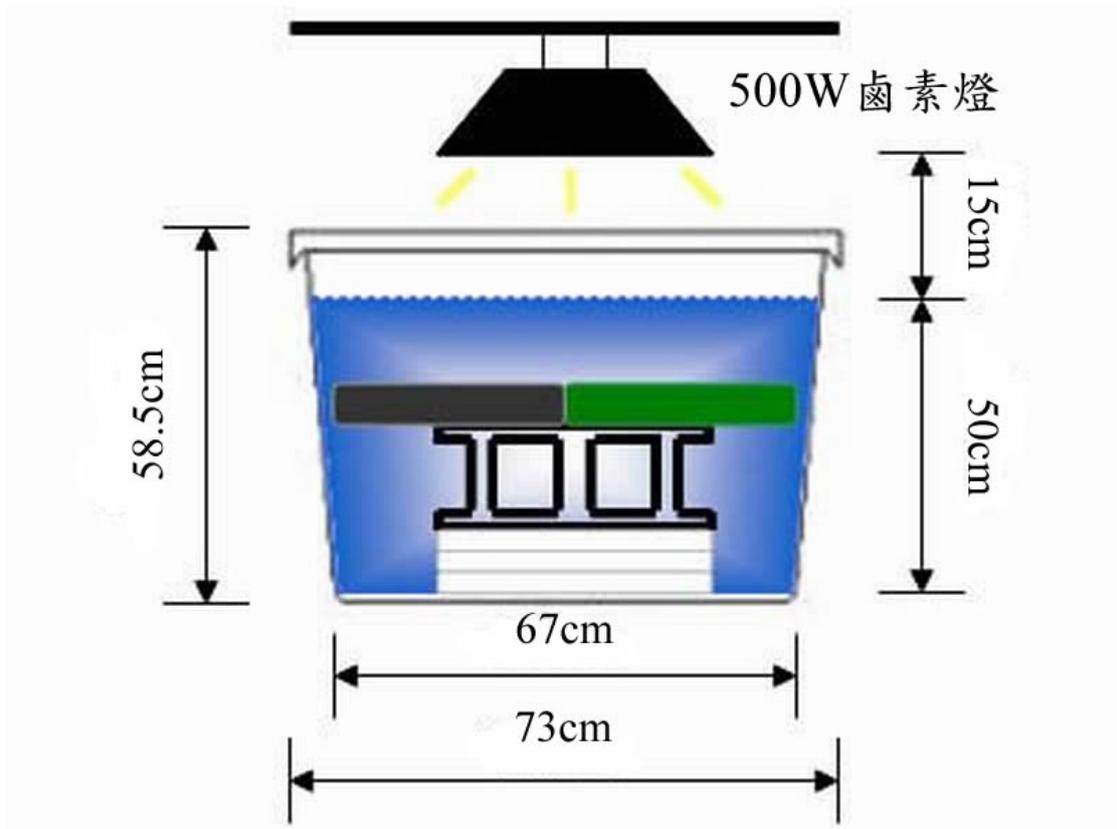


圖 2-6 水槽示意圖



圖 2-7 室內藻類生長試驗配置圖

2-3 現場與實驗室之生態環境調查

2-3-1 調查時間

本研究現地調查係於民國 94 年 1 月至 94 年 8 月進行，前往麟山鼻漁港海域所選定之測站進行採樣。每次針對 3 處位置及 2 種型式材質(岩面及深槽)結構物觀測，調查項目包括人工潮池內部以及周圍進行各種生態特性與水理特性的調查，進行附著生物之結構物材質與型式之現地試驗。室內藻類養殖實驗於民國 95 年 2 月至 95 年 6 月，以室內實驗室模擬自然環境來進行藻類之生育試驗。

2-3-2 水質調查

現地由每月觀察海岸結構物之海藻著生狀況時，現場同時量測海水之水溫、鹽度、溶氧、酸鹼度及導電度等基本項目，以初步瞭解本區海藻之水質生長環境，並紀錄所處之潮汐水位。室內實驗室由每日之 11、16 及 21 時分三次量測水質，量測項目與現地相同。在水質量測儀器上，溫度、鹽度、導電度、酸鹼度係以攜帶式 pH 計(YSI Model 63)測定之。而新竹海水水體之溶氧、氨態氮、硝酸態氮、正磷酸態磷、矽酸鹽、生化需氧量、懸浮固體物、化學需氧量、濁度及葉綠素 a 等水質調查項目，以兩次水質採樣日期分別為民國 94 年 6 月 7 日及 9 月 28 日。

2-3-3 光照度調查

室內實驗室由每日之 10、12 及 14 時分三次量測光照度，觀察室外、實驗室試驗水槽及室內對照組水槽水表面光照度，以瞭解其室內海藻之光照度生長環境。在光照度量測儀器上，照度係以攜帶式數位式照度計(DLM 531, TECPEL, TAIWAN)的矽光質二級體感光器測定之，量測範圍 320~730nm。

2-3-4 著生海藻採樣與鑑定

依每月低潮位時間至現地觀察潮池內外海岸結構物之海藻著生

狀況，記錄其附著之基質與位置，同時以數位相機拍攝海藻生態照，並將施放結構物攜回實驗室在光學顯微鏡(Zeiss Axiostar plus)的觀察下，鑑別藻種及生長長度與覆蓋度，以瞭解結構物材質與型式於潮池內之海藻分佈與生長狀況。根據藻類樣本的外型觀察，判斷其科別或屬別，查閱台灣已記錄的相關海藻種類 (Lewis and Norris, 1987；柳, 1998)，進行可能種類的特徵比對 (江等, 1990；黃, 2000；柳, 2000)；此外，並比對太平洋海藻種類 (岡田, 1934；瀨川, 1974；千原, 1990；Price and Scott, 1992；Womersley, 1998；Abbott, 1999) 及世界其他地區海藻種類 (Littler 等, 1995；Littler and Littler, 2000)。

2-3-5 藻類葉長樣框採樣法

藻類葉長量測以樣框採樣法(Quadrat, 1997)，其量測方法為隨機抽樣樣框中藻類葉長。操作時將 45×19 公分樣框分為六個象限，使用鑷子在六個象限中取出藻體，並量測其葉長大小，在以數位相機拍攝記錄其相關影像。現地藻類葉長量測為每月一次，則室內藻類葉長為每十日測量一次，如圖 2-7、2-8 及 2-9 所示。



圖 2-8 現地藻類葉長量測圖



圖 2-9 室內藻類葉長量測圖

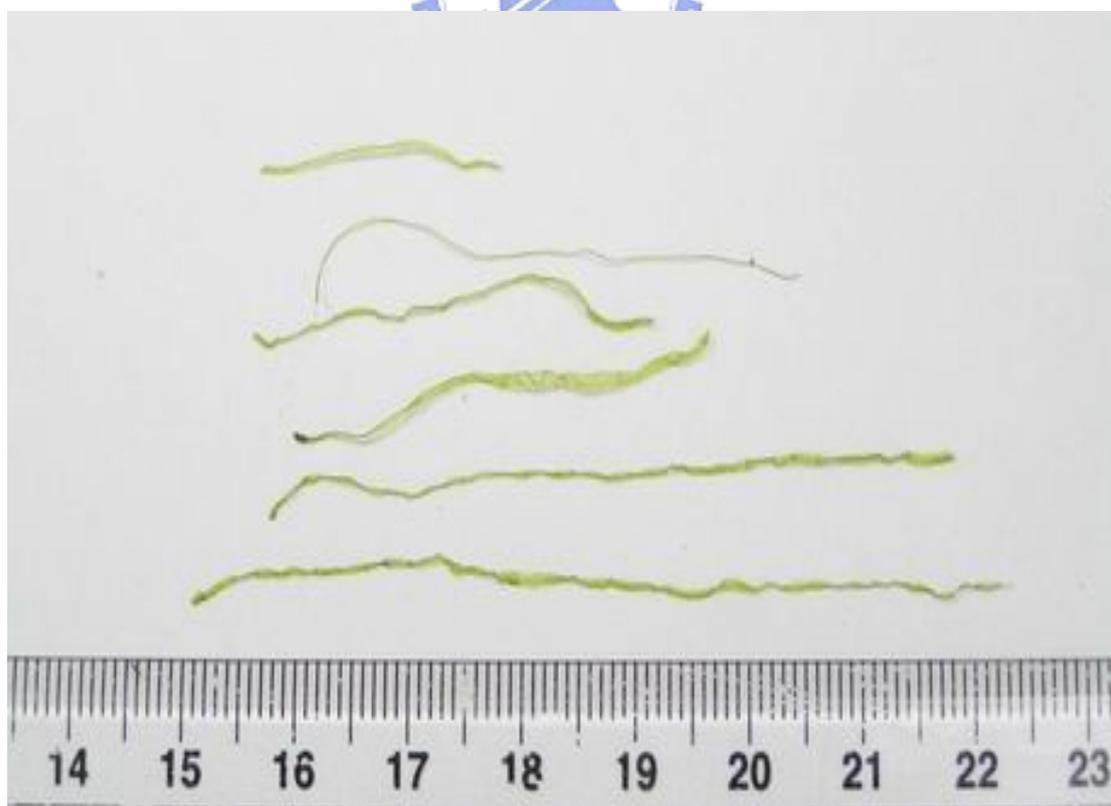


圖 2-10 藻類葉長量測圖

2-4 藻類覆蓋度影像處理及分析

本研究以影像處理的方式來測量藻類覆蓋度，應用影像分析的方法，可將藻類作非侵入式的量測，亦可確保藻類其自然生長。因此，將附著結構物放到以 1cm 網格的切割板作為背進行分組拍攝，如圖 2-11 所示，再將所拍攝的影像作傾角修正，傾角修正是將所拍攝的影像，分別在切割板上兩邊縱軸的 0cm、15cm、29cm、43 cm、58cm 以及兩邊橫軸的 21cm、43cm 處，本文使用 Matlab Image Toolbox 程式，定出控制點與程式中的基板作修正，如圖 2-12 所示，在傾角修正的同時，也可修正相機鏡頭的球面鏡所造成的像差 (Aberration) 現象。修正後影像如圖 2-13 所示。修正處理完所得的影像與試驗磚尺寸一致，調整影像整體對比度及整體的色彩(綠色圖層之色相與飽和度)，突顯實驗磚中綠色藻體範圍，如圖 2-14 所示，係以電腦數值辨識將圖片從 RGB 三原色模式轉為 HSB(Hue Saturation Brightness) 模式，而 HSB 色彩空間是將 RGB 色彩空間之卡式座標系統轉換成圓柱座標系統，使得三刺激值轉換成色彩之三屬性—色相(Hue)、飽和度(Saturation)、亮度(Brightness)，訂定出 HSB 範圍值，套疊每張圖片亦能增加數值辨識之效率。數值辨識以黑色像素(pixel)點作為藻體辨識之判別，白色相素點為試驗磚上之砂層，其中以亮度層辨識圖較為符合原始圖像，而色相層辨識為次之，最差為飽和度層辨識，如圖 2-15 所示，因此給定亮度層較大權重為 0.7，色相層權重為 0.2，而飽和度層權重為 0.1，將 HSB 三層計算其權重總和為藻類之覆蓋度，應而得知電腦數值辨識藻類於試驗磚中覆蓋度大小。

為了驗證其數值辨識的可信度，本研究採用人工格網點選影像中藻類多寡，如圖 2-16 所示，格網中分為藻體未滿 50% 及藻體超過 50% 兩部份來作為點選，再計算其人工量測藻類覆蓋度大小，並比較其差異性。以 6 張藻類覆蓋度影像作為調查，受測對象主要以學生為主，且每張圖片為 10 個樣本數。假設此母體人工量測藻類覆蓋度為一常態分布 N ，統計檢定之虛無假設(H_0)為人工量測藻類與數值辨識無差異，以統計學之 T 檢定的方式求出雙尾 p-值，將顯著水準設為 0.05 (建立在 95% 的可信度之下)，計算其樣本之平均數與標準差，檢定值設

定為數值辨識藻類覆蓋度之數值，來瞭解各群體之間的平均值是否相同。若 p -值小於所設定的顯著水準 α 時，則否定虛無假設 H_0 ，反之則不否定虛無假設 H_0 。

分析結果得知(見附錄一)，人工量測藻類覆蓋度平均數較電腦數值辨識總值較低，差值為 0.2~2.1%。T 檢定之雙尾 p -值皆大於顯著水準 0.05，則表示肯定虛無假設 H_0 ，亦即人工量測及電腦數值辨識對藻類覆蓋度量測結果是相似的。誤差域平均為 $\pm 5.67\%$ ，因此數值辨識提升量測覆蓋度的準確度及效率。



圖 2-11 傾角修正前影像

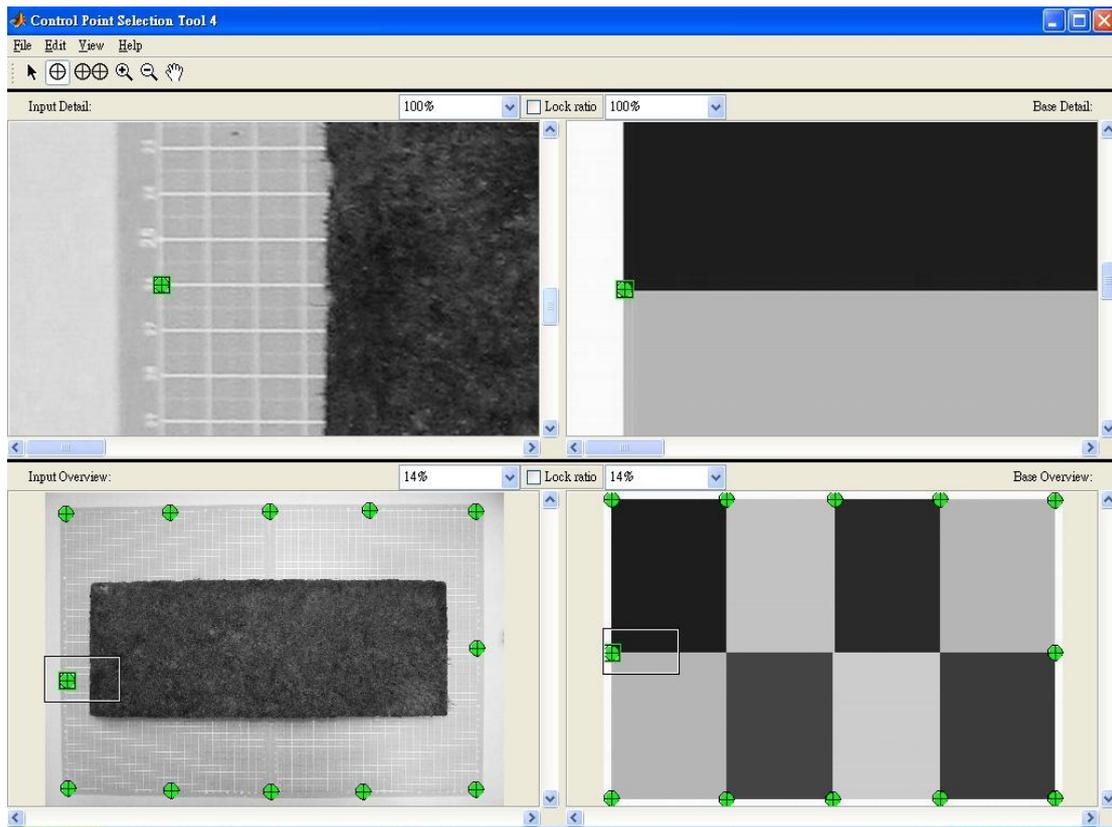


圖 2-12 傾角修正中影像



圖 2-13 傾角修正後影像

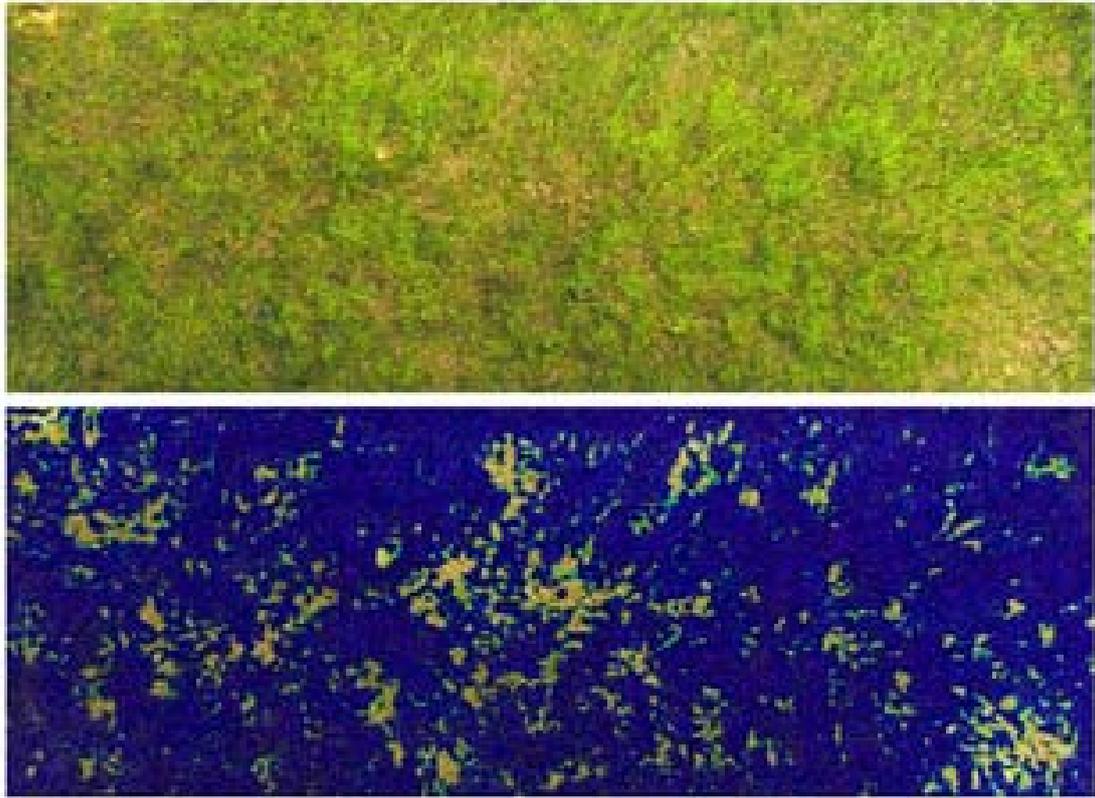


圖 2-14 裁切後突顯綠色藻體之影像

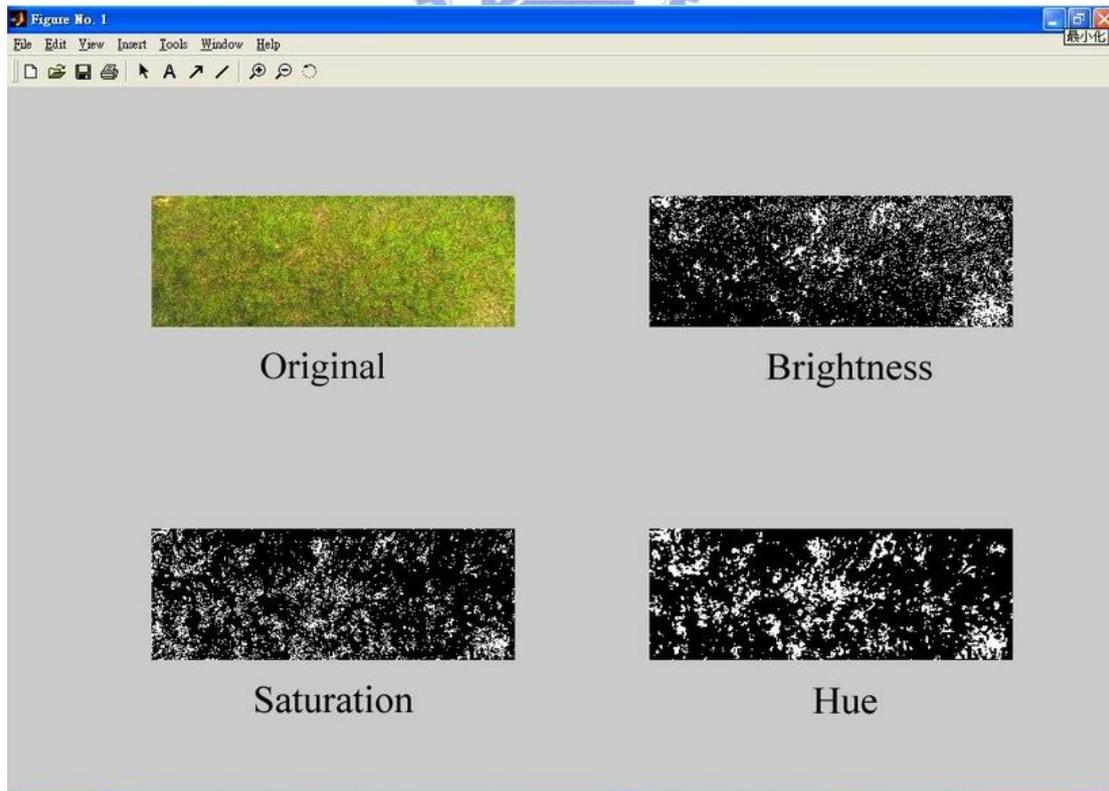


圖 2-15 數值辨識藻類覆蓋度之影像

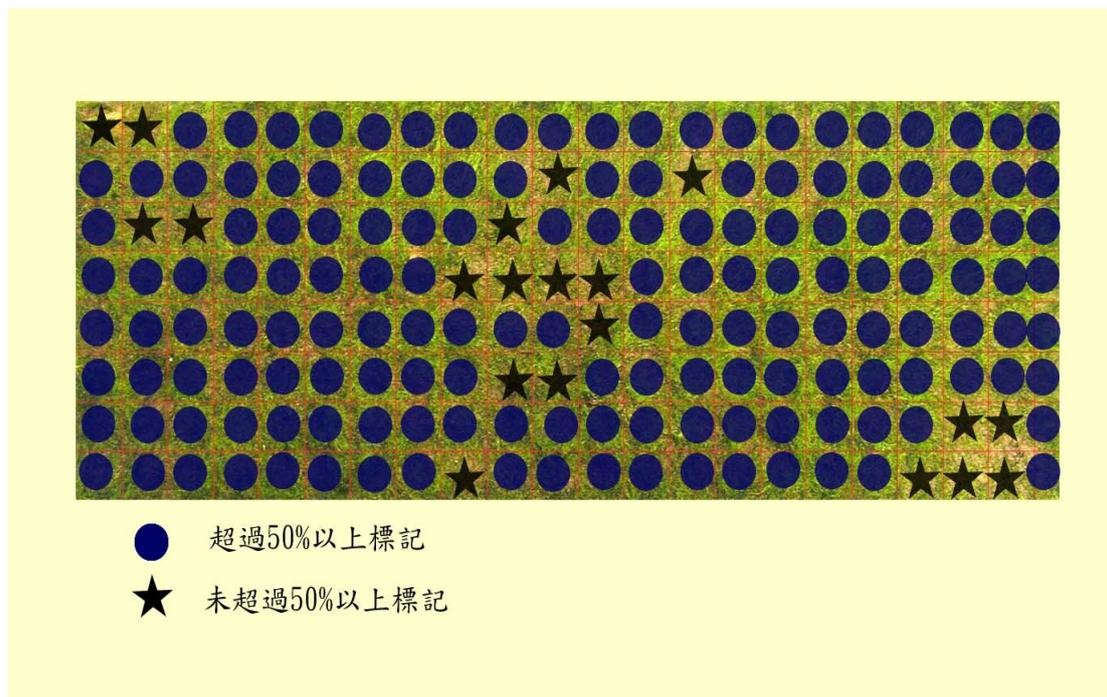


圖 2-16 人工網格量測藻類覆蓋度

2-5 HSI 棲地模式

2-5-1 概述

藻類生態特性分析方法則由棲地適合指數(habitat suitability index, HSI)關係式建構，首先需確認各測站調查所獲得之棲地藻類覆蓋度，以作為建立模式環境值之設定，並分析調查期間海岸棲地環境各項因子與覆蓋度之間的關係表現，進而建立一套適合指數 suitability index, SI)與環境因子之關係的包絡趨勢線圖，並由各測站各個環境因子之表示值於包絡趨勢線圖求得 SI，以建立 SI 與棲地適合指數(HSI)關係式，方可進一步探討 HSI 指數與棲地覆蓋度之相關性程度。而相關性程度的高低可作為評估棲地模式建立之良好程度之討論，建立完成之模式可作為評估生態環境之參考。

2-5-2 HSI 模式建立流程

HSI 模式建立的過程可分為七個步驟：(1) 棲地環境因子評估項目的選定，(2) SI 模式圖之建立，(3) 棲地環境因子表示值之設定，(4) HSI 與 SI 關係式設定，(5) HSI 與覆蓋度之相關性評估，(6) HSI 與 SI 模式之修正，(7) HSI 模式完成。其所建立的流程如圖 2-17 所示：

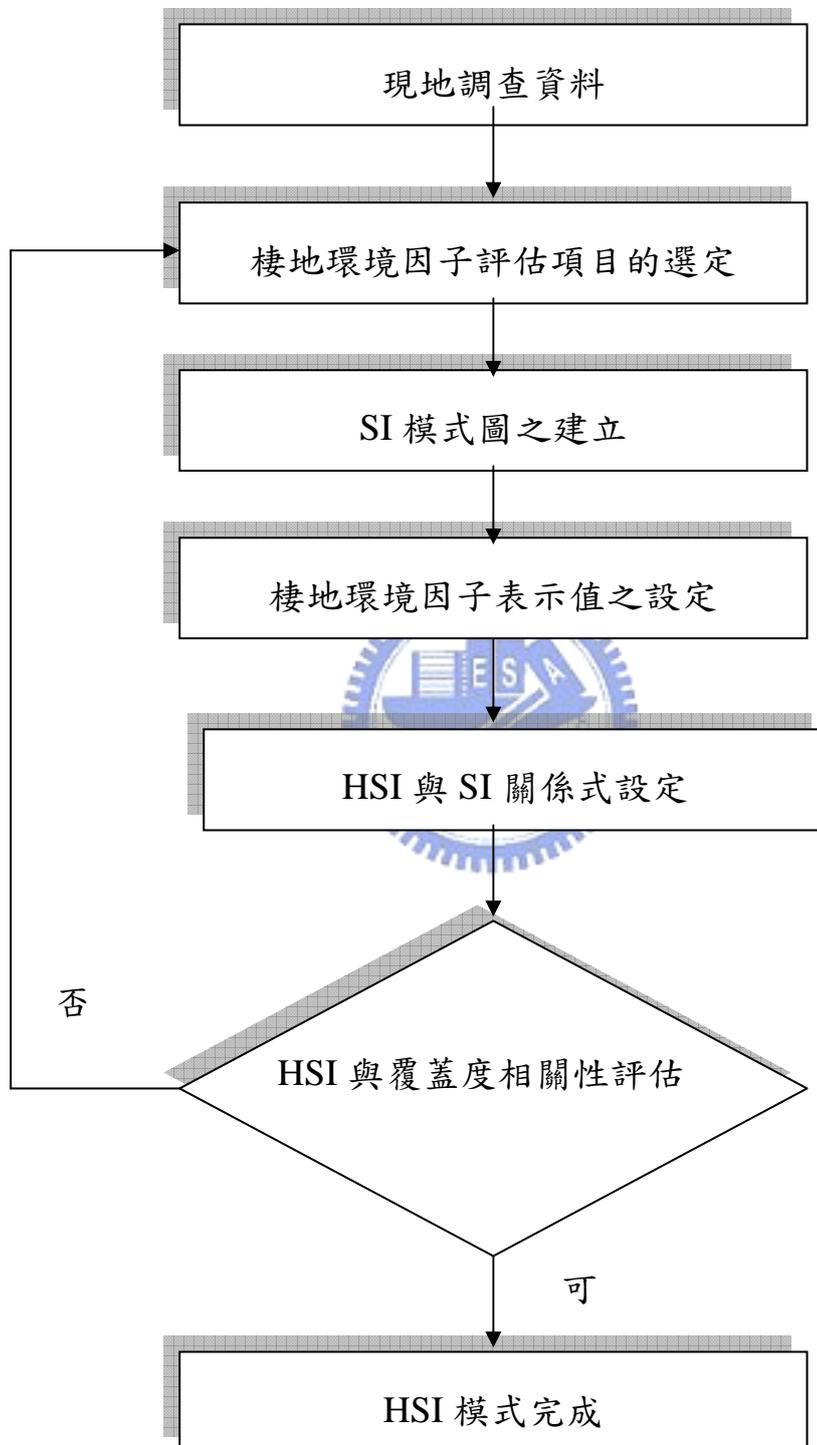


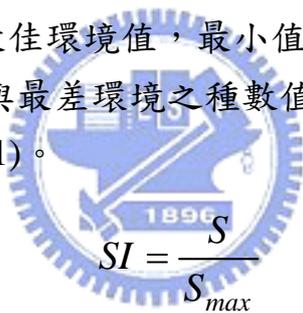
圖 2-17 模式建構流程圖

2-5-3 棲地環境因子

環境因子是建立模式的重要因素。SI、HSI 與覆蓋度的表現皆與它有著相互關係性，且環境因子在長期監測下，數值幅度的變動會明確呈現環境因子實地現況，進而影響各測站表示值之設定，此將使得環境因子與藻類著生之關係具體呈現，亦能使整體模式建立更驅於完善。為瞭解海域各測站環境影響因子對藻類附著造成的影響，故在選定環境因子的建立項目之參數，可依據水質因子及物理因子等因子進行討論，而水質因子方面有水溫、鹽度、導電度、酸鹼度等因子，物理因子方面有浸水時間等因子。

2-5-4 SI 模式建立

依據現地測量調查的各點位站資料，建立各環境影響因子與藻類覆蓋度間之關係包絡趨勢線 SI 模式圖。SI 模式圖中左縱軸標尺為 SI，最大值 1，對應之最佳環境值，最小值 0，對應之最差環境值，右縱軸標尺為最佳環境與最差環境之種數值，橫軸標尺為影響因子之數值。SI 之定義如下(2-1)。


$$SI = \frac{S}{S_{max}} \quad (2-1)$$

其中 S 為某測點環境因子之總種類數， S_{max} 為全區所調查之最大種數。

故 SI 介於 0 至 1 之間，SI 的大小代表棲地環境適合性之狀態。SI 建立首先依據現地測量調查的各測站資料，確認各測站各次所調查的藻類覆蓋度，於模式圖中建立各環境因子與藻類覆蓋度間之座標點，取其各測次中最大藻類覆蓋度作為最佳環境值 1，取其各測次中最小藻類覆蓋度作為最差環境值(最小藻類覆蓋度/最大藻類覆蓋度)，以此繪製圖中各測點之包絡趨勢線，建立 SI 模式圖。

2-5-5 HSI 與 SI 關係模式建立

環境因子的 SI 將於我們建構的 SI 模式圖中推求得到，其推求原理乃為選定之各環境因子調查資料之上下限區間值，並依包絡趨勢線形式，選取所需區間值的百分比值作為與物種間關係性之表示值，以

此表示值可於 SI 模式圖中求得 SI，如所測得海水的酸鹼度(PH)資料數據上下限的範圍於 7.5 至 8.5 之間，則區間值為 1，包絡趨勢線斜率為正，則取其下限區間值 30%處 7.8 為 PH 因子之表示值。以此作為環境因子表示值之設定，並於在 SI 模式圖中推求各環境因子之 SI，當環境因子 SI 值確立後，則利用藻類覆蓋度關係式建立 HSI 與 SI 之關係模式，以求得各測站之 HSI 值。田中(2002)一般設定方法有四種。

1.算術平均法(arithmetic mean): 算術平均法為取 n 項環境因子 SI 值的平均值。

$$HSI = (SI_1 \times SI_2 \times SI_3) / 3 \quad (2-2)$$

2.幾何平均法(geometric mean): 幾何平均法為取 n 項環境因子 SI 值相乘並開 n 次方。

$$HSI = (SI_1 \times SI_2 \times SI_3)^{1/3} \quad (2-3)$$

3.限定要因法(minimum function): 限定要因法為取 n 項環境因子 SI 值之最小值。

$$HSI = \min(SI_1, SI_2, SI_3) \quad (2-4)$$

4.加算要因法(additive function): 加算要因法為取 n 項環境因子 SI 值的總合，如總合大於 1 時則以 1 計算

$$HSI = SI_1 + SI_2 + SI_3 \quad (2-5)$$

其中下標 1、2、3 為選定之環境因子。

2-5-6 HSI 與藻類覆蓋度之相關性

當 HSI 與 SI 關係式確立，則可計算各測站之 HSI，以將各測站的 HSI 與棲地最小生物種數進行相關性迴歸分析，如相關係數值相當接近 1 值時，則所建立的模式可較完整描述，生物棲地與環境的關係。反之亦然，因此，相關性較差之模式則需進行模式檢討與修正，而主要影響模式評估效果的因素有下列四點：

1. 監測時間甚短，以至資料太少。
2. 環境因子考慮項目太少或則不適當。
3. 包絡趨勢線於 SI 模式圖中繪製不佳。
4. 各環境因子之表示值設定不良。
5. HSI 與 SI 關係式設定不良。

2-5-7 模式修正

若各測站的 HSI 與棲地藻類覆蓋度相關係數值甚低，故需對整體模式加以修正。主要檢討改進的方法可分以下列五點：

1. 長期監測，增加調查資料。
2. 排除相關性低之環境因子，加入相關性高之環境因子。
3. SI 模式圖之包絡線趨勢形態之修正，以增加 SI 值之品質。
4. 各環境因子之表示值修正。
5. HSI 與 SI 關係式之修定，利用式(2-2)至(2-5)之關係式，整合出一個相關性高的關係式。

經由監測資料，我們可以得到各測站環境因子的區間值之變動幅度，以便取得精確環境因子之表示值，增加它對模式的相關性，亦可排除或加入之，此可瞭解那些環境因子與海藻覆蓋度相關性高。修改 SI 模式圖的包絡線趨勢的形態，以符合環境因子與海藻生態間實際環境行為。整合出 HSI 與 SI 之間相關性高的關係式，以提高 HSI 與海藻生態間之相關性。

上述藉由式(2-3)簡單說明之，如資料完整，SI 模式圖無需修正，而考量 PH 值、鹽度、溫度環境因子，利用限定要因法建立的 HSI 與 SI 關係模式，若此形式並無得到與藻類間之高相關性，則需排除或則增加環境因子。

$$HSI = \min(SI_{PH}, SI_S, SI_T) \quad (2-6)$$

排除可靠性低之 PH 值因子，加入可靠性高的浸水時間因子，並結合限定法要因法與幾何平均法建立 HSI 與 SI 之關係式，增加 HSI 與棲地藻類覆蓋度進行相關性，以此改良 HSI 模式，則修正式(2-17)變為

$$HSI=[\min(SI_T, SI_S) \times (SI_w)]^{1/2} \quad (2-7)$$

