

## 第四章 現地水質 HSI 棲地模式

本研究在資料分析的策略是把影響海藻生物量變化的可能原因分為內在(生理、遺傳)原因及外在(環境)原因兩種。前者限於時間及能力，在試驗設計中並未規劃及探討，但我們卻不能因此否定存在的可能性。

### 4-1 藻類生長之水質條件

在溫度方面以往許多研究亦發現溫度對生理之影響主要在改變代謝作用的速率，光合和呼吸作用速率等之化學反應速率及代謝速率、生長、營養鹽吸收甚至生活史中之世代交替以致於地理分布等(Davison, 1991; Lobbab and Harrison, 1994)。在藻類光合作用中，溫度並不參與光反應之啟動，但參與光反應之電子傳遞、磷酸化酵素等均受溫度左右(Davison, 1991)。Sasikumar et al.(1993)的研究中指出，大部分的大型附生藻類會在水溫高達 37°C 時消失，水溫低於 31°C 時出現，與我們實驗的結果符合。本研究現地與室內實驗其量測溫度範圍為 15.2 到 33.4°C 間，受到季節變動的影響，海藻的生長大都集中在冬、春交會之際，而夏、秋出現的海藻種類及數量最少，現地冬季測量與室內實驗室水溫差異不大，室內實驗室以空調來調節水溫變化，水溫不受天候及季節性變化。

在鹽度方面，由於海洋中生長的生物必須維持體內水分及離子恆定才能生存下來，現地各測站之鹽度範圍都介於 27.7 至 34.6mg/m<sup>3</sup> 之間，由於大型藻類均可在此範圍內生長，所以鹽度變化應不是大型藻類單位面積生物量變化的原因(吳, 2003)。雖然現地鹽度變化不是影響大型藻類單位面積生物量變化的原因，但是夏季雨量增加所造成的瞬間鹽度變化，可能使生長於朝上帶潮池內的藻類受到瞬間低鹽逆境變化而造成藻體生理及生長受阻而死亡，但仍待進一步的探討。方(2000)研究報告指出，鹽度過高會導致藻類生物量、覆蓋面積及生物量降低。因此鹽度的高低對藻類來說影響是非常之大，因而不管鹽度

過高或過低，藻類都必須花費更多的能量來維持體內滲透壓的恆定，如此藻類就沒有辦法將合成的能量完成提供植物體的生長。本研究中所量測室內實驗室的鹽度平均值為  $32.9\sim 33.2\text{ mg/m}^3$ ，與一般的海水數值比較有偏高的現象，其主要的的原因是受到人工鹵素燈光照射導致蒸發快速的影響。

在 pH 值方面，pH 值與水中二氧化碳的含量有密切的關係，當水中二氧化碳增加時，則 pH 值降低，相反的，二氧化碳減少時，則 pH 值增高。所以當水中植物行光合作用時，會用掉水中的二氧化碳，而使 pH 值上升，而生物呼吸作用排出二氧化碳，則會使 pH 值降低。因室內實驗室與對照組皆設置沉水馬達加以循環流動，增加其溶氧及二氧化碳，本研究中所採集的樣本，其酸鹼度之平均值介於  $7.87\sim 8.23$  間，故與現場 pH 值差異不大，與往昔的研究結果相符合。

在營養鹽方面，營養鹽為水中藻類生長所不能或缺的化學物質，於海洋中，營養鹽主要來源為有機物之分解，而在近岸地區，營養鹽除了來自有機物之分解外，亦可能受溪流輸入帶有家庭、農業及工業廢水的影響。低營養鹽輸入會使得藻類的生物量相對偏低，然而高營養鹽的水體，其生物量明顯的偏高(Kinney and Roman, 1998)，因此為培養之藻類與其生存環境相似，在本實驗期間約每十五天前往新竹南寮更換海水，在新竹水質兩次採樣中，水域之營養鹽(磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽)濃度變化不大，皆與未受污染之海域環境值相似。由於麟山鼻現地實驗並未測量營養鹽濃度，未避免遺漏營養鹽資料，故引用過去(2001-2003 年)北部核能電廠附近海域之生態調查資料，顯示各季節之營養鹽濃度皆與未受污染之海域環境值相似(方, 2003)，且營養鹽濃度較新竹海域低  $5\sim 8\%$ 。不同藻類有不同的生長模式，因此在同樣的環境下對營養鹽的需求也會不同(Björnsäter and Wheeler, 1990)，所以無法僅由水體中營養鹽濃度比來判斷藻類生長的營養鹽限制因子。

其潮間帶的水分也是影響生長及生物量的因素之一，本研究附著之澱苔和石蓴主要生長在潮間帶的最上緣，可能因為其可忍受因每日受到潮汐的影響而有長時間暴露於空氣中的缺水及高溫、高光照的逆

境，原因主要於受光照度需求影響，其他藻類卻無法忍受高溫、高光照的逆境，而無法生長於潮間帶最上緣。

## 4-2 現地水質 HSI 棲地模式

### 4-2-1 環境因子選定

本研究所測量的環境因子，在水質調查方面包含水溫、鹽度、pH 值、導電度及浸水時間。本研究在環境因子的選定，參考高山(2003)之建議，選定環境因子為水溫、鹽度及浸水時間，共三項包含水質因子與物理特性因子。本研究在環境因子的選定，首先選定的環境因子為水溫及鹽度，物理特性為浸水時間，並繪製各測站之水質因子區間圖，分別如圖 4-1 至 4-3。由於兩種不同型式之結構物有相同的水質與物理特性紀錄，因此則有 3 測站之環境因子區間統計圖。

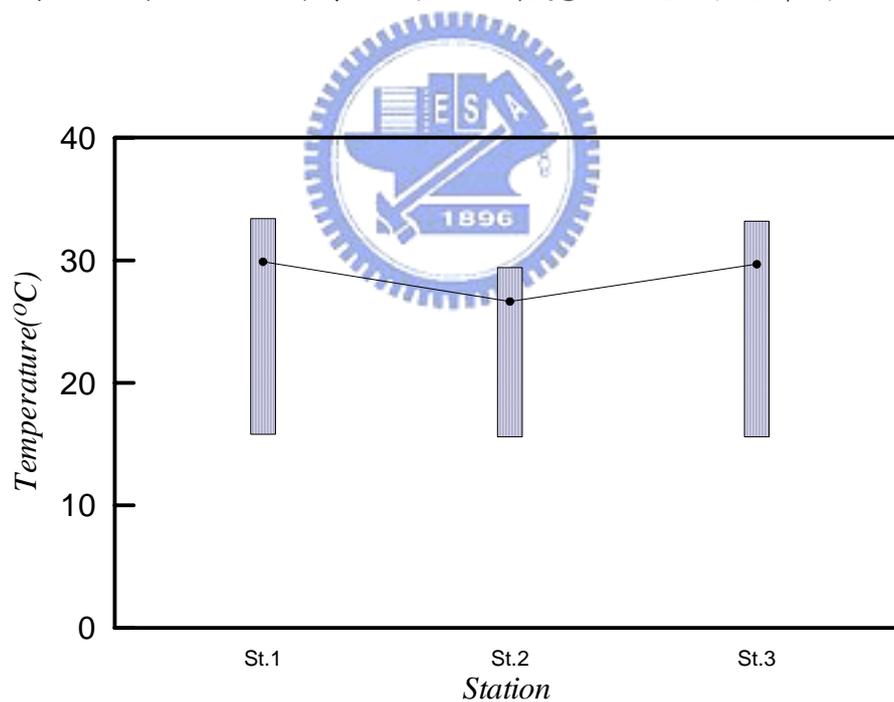


圖 4-1 現地各站水溫區間

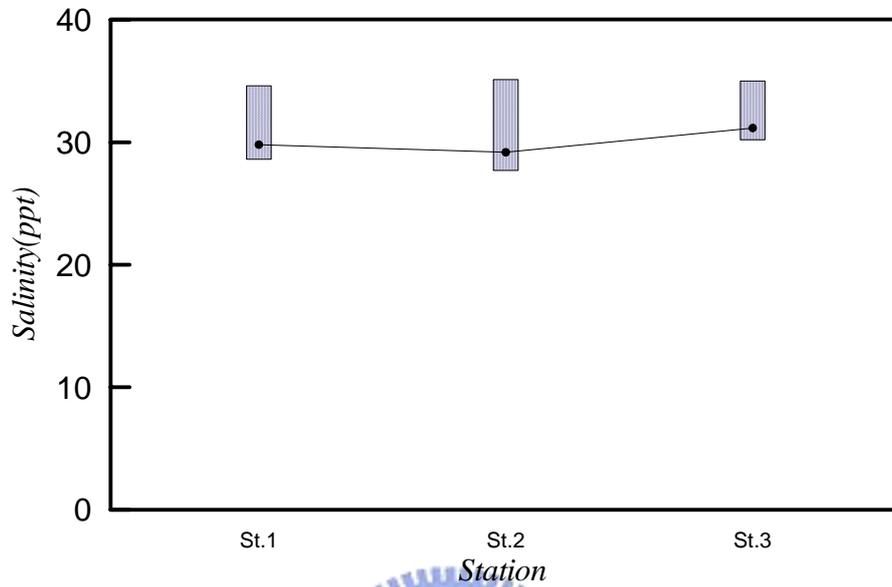


圖 4-2 現地各站鹽度區間

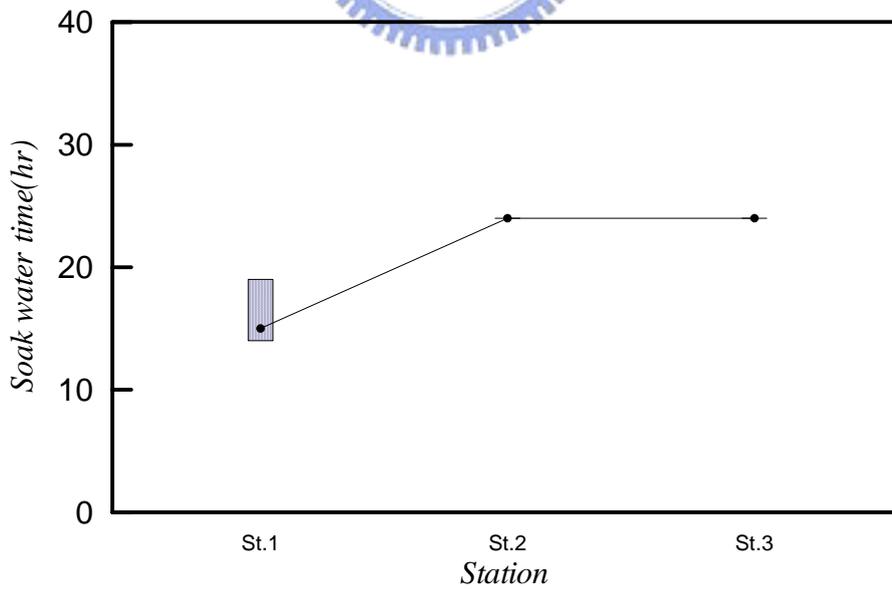


圖 4-3 現地各站浸水時間區間

由圖 4-1 可知，水溫區間值以測站 ST.2 變動幅度最小，主要可能水深為低潮位，海水受日照後水溫變化較不大，整體變動幅度值介於 3.8 至 4 之間。並依 SI 模式圖之原則設定水溫區間表示值，如表 4-1 所示。由圖 4-2 可知，各測站鹽度變動幅度均不大。並依 SI 模式圖之原則設定鹽度間之表示值，如表 4-1 所示。由圖 4-3 可知，浸水時間以 ST.1 變動幅度較大，而 ST.2 及 ST.3 變動幅度最小。並依 SI 模式圖之原則設定浸水時間區間之表示值，如表 4-1 所示。

#### 4-2-2 SI 模式建構

由麟山鼻海域藻類之 93 年 1 月至 93 年 8 月資料，可知一個測站所調查之最多藻類覆蓋度若為 100%，則於包絡趨勢線 SI 模式圖中，以最大覆蓋度取對應 SI 值之最佳環境值為 1，而一個測站所調查之最少生藻類覆蓋度若為 0%，則於包絡趨勢線 SI 模式圖中，以最小覆蓋度取對應 SI 值之最差環境值為 0。並以此建構各測站之包絡趨勢線。以此建立水溫、鹽度、浸水時間之 SI 模式圖，如圖 4-4、4-5 及 4-6 所示。

高山等 (2003)指出藻類於高水溫時適應性較弱。從圖 4-4 中可知，海水溫度約於 28°C 以下為海藻覆蓋最多且設定對應之 SI=1.0，為環境因子最佳狀態，並於海水溫度 28 至 35°C 間物種呈遞減狀態，海水溫度 35°C 以上為物種最小且設定對應之 SI=0，為環境因子最差狀態。所以溫度越高，藻類受溫度的影響愈大。溫度因子右邊包絡趨勢線斜率為-0.143，因此溫度值較大時敏感度則較高，則選取水溫區間值之 80%處，對應 SI 模式圖求得 SI 表示值。水溫 SI 表示值如表 4-1 所示。

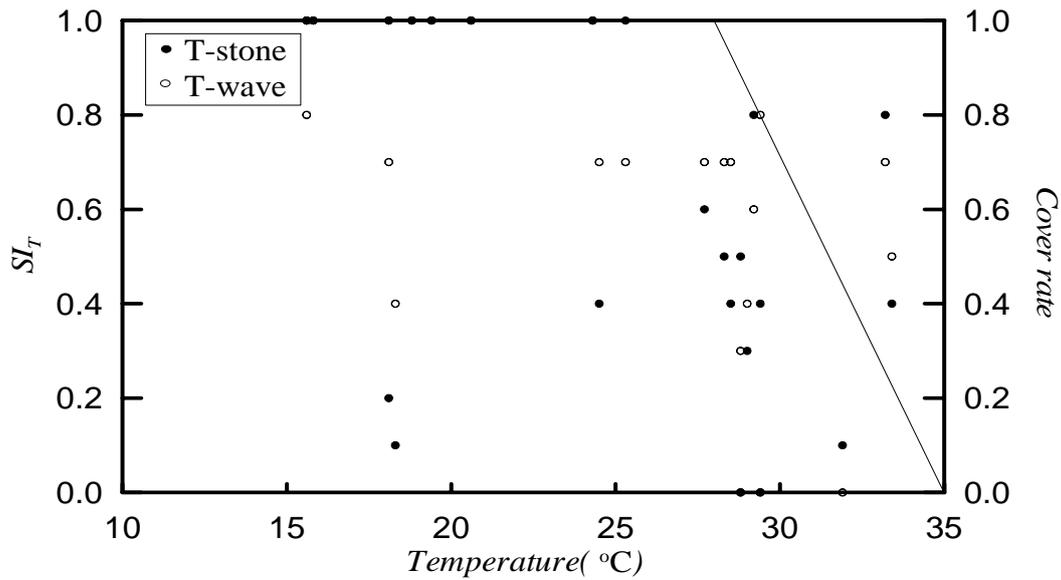


圖 4-4 水溫 SI 模式

從圖 4-5 中可知，海水鹽度約於 30~34mg/m<sup>3</sup> 為物種最多，高山等 (2003) 指出藻類於鹽度 17~34 mg/m<sup>3</sup> 最適合生長，故以鹽度於 30.7mg/m<sup>3</sup> 設定對應之 SI=1.0，為環境因子最佳狀態，並於海水鹽度 28.3 至 30.7 mg/m<sup>3</sup> 間物種呈遞減狀態，海水鹽度 28.3mg/m<sup>3</sup> 為物種最小且設定對應之 SI=0，為環境因子最差狀態。顯示鹽度越低，受其影響之藻類覆蓋度越多。鹽度影響因子左邊包絡趨勢線斜率為 0.44，因此鹽度值較大時敏感度則較高，則選取鹽度間值之區間值 20% 處，對應 SI 模式圖求得 SI 表示值。SI 表示值如表 4-1 所示。

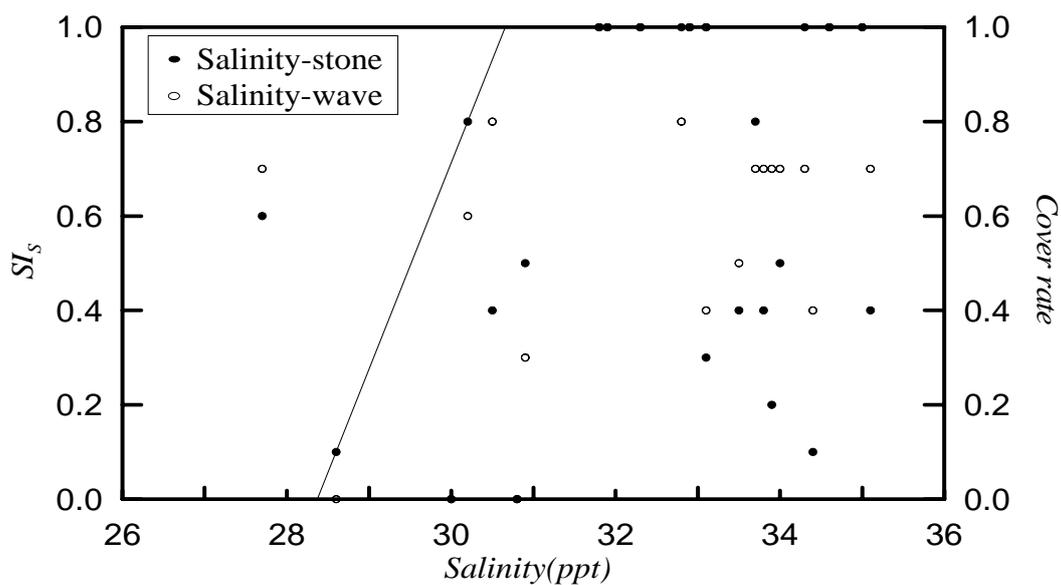


圖 4-5 鹽度 SI 模式

若將岩礁頂部設在約中潮位高程，礁石能在一天中有一半以上時間浸到水中，礁石表面即可有豐富的生態(郭一羽等，2002)為了探討浸水時間環境因子對藻類覆蓋度之影響性，由圖 4-6 浸水時間 SI 模式中可知，浸水時間 17 至 24 小時為覆蓋度最多，以浸水時間為 17 小時設定對應之 SI=1.0，為環境因子最佳狀態，並於浸水時間 17 以下覆蓋度呈遞減狀態。顯示浸水時間 17 至 24 小時之間，藻類較適合於此浸水時間環境生存，並選取浸水時間值之區間 20% 處，對應 SI 模式圖求得 SI 表示值。浸水時間 SI 表示值如表 4-1 所示。

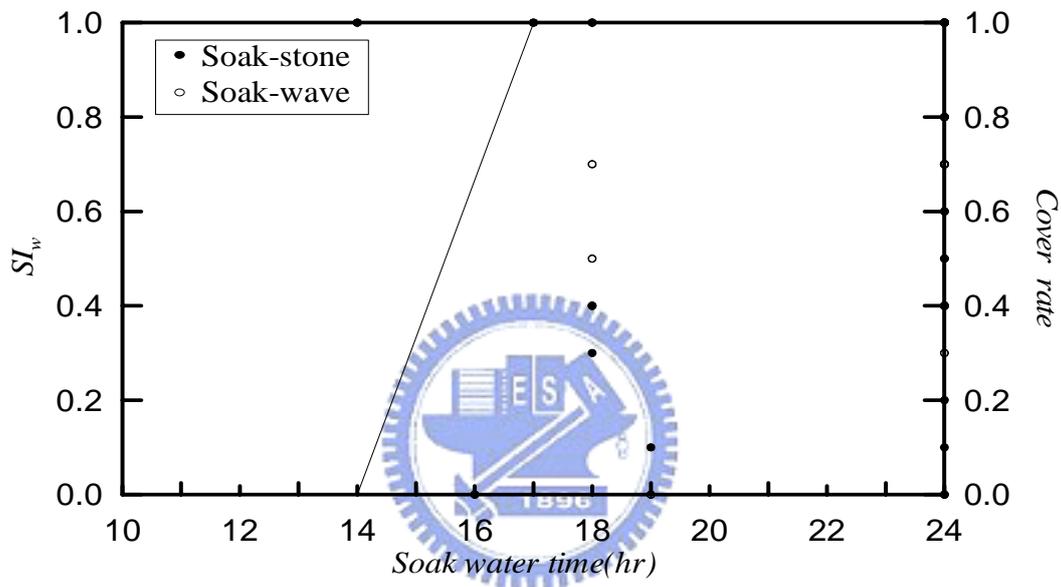


圖 4-6 浸水時間 SI 模式

經由上述步驟計算水溫、鹽度及浸水時間之 SI 之代表值，並整理如表 4-1。由表 4-1 可知，溫度表示值最大為 St.1，最小為 St.2，介於 26.64°C 至 29.88°C 之間；鹽度表示值最大為 St.3，最小為 St.2，介於 29.18 至 31.16ppt 之間；浸水時間表示值最小為 St.1，介於 15 至 24hr 之間。

表 4-1 現地各測站選定因子表示值

	溫度表示值	鹽度表示值	浸水時間表示值
St.1	29.88	29.80	15.00
St.2	26.64	29.18	24.00
St.3	29.68	31.16	24.00

#### 4-2-3 麟山鼻 HSI 模式之建立

HSI 值之計算方法由上述章節所提，先計算出各測站之水質因子代表值，再於 SI 模式圖中，分析水質因子與覆蓋度區間之 25% 與 50% 的相關性，則可設定包絡趨勢線，如此可求得環境影響因子表示值所對應之 SI 值，來求得 HSI 值。最後進行 HSI 與測站間覆蓋度之線性迴歸，並計算其相關性，若相關性高則代表 HSI 可完整描述受環境影響之生物物種。田中(2002)一般設定方法有三種：算術平均法(arithmetic mean)、幾何平均法(geometric mean)、限定要因法(minimum function)，示如式(4-1)至式(4-3)。

$$HSI_1 = (SI_T \times SI_S \times SI_W) / 3 \quad (4-1)$$

$$HSI_2 = (SI_T \times SI_S \times SI_W)^{1/3} \quad (4-2)$$

$$HSI_3 = \text{Min}(SI_T, SI_S) \times SI_W \quad (4-3)$$

為了提高 HSI 與藻類之相關性，進而檢討所選定之環境因子，以評估相關性較小之環境因子，亦初步所建立之模式。由表 4-2 可知，則可知採限定要因法(minimum function)之關性係數平方較其他方法高，此表示限定要因法模式可較合適描述受環境影響之藻類，據以往研究藻類成長初期亦受環境變化影響程度較大，因此選用較低之藻類覆蓋度(25% 與 50%)為下限，並發現海藻覆蓋率 25% 之關性係數值較覆蓋度 50% 者提高許多，故選取限定要因法，示如式(4-3)，來求得 HSI 值。最後進行 HSI 與測站覆蓋度 25% 與 50% 間之線性迴歸，並計算其相關性，以式(4-3)求得迴歸之相關係數平方為 0.74 與 0.42，而 HSI 與海藻覆蓋度 25% 及 50% 之相關性示如圖 4-7 及圖 4-8。

表 4-2 現地各測站 HSI 與藻類覆蓋度間之相關係數平方比較

	藻類覆蓋度 25%	藻類覆蓋度 50%
算術平均法	0.51	0.32
幾何平均法	0.64	0.38
限定要因法	0.74	0.42

當 HSI 與藻類間相關係數高時，則代表整體模式建立的良好，並可依此模式進行藻類預測。未來在評估海域之生態只須調查與藻類相關性高的環境因子，方可預測此時之生態情況，評估過程因此減少許多，以此可提高生態環境評估之效率及客觀性。本文即利用此模式來評估麟山鼻海域之生態環境，作為工程對環境影響之參考。

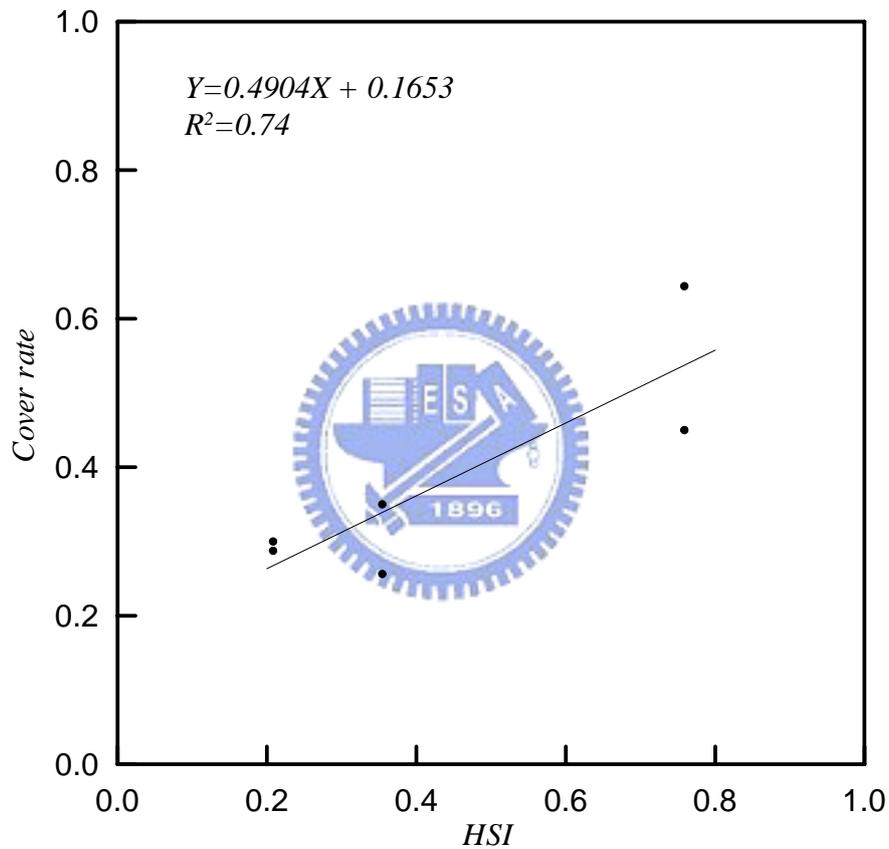


圖 4-7 限定要因法 HSI 與覆蓋度 25%之相關性

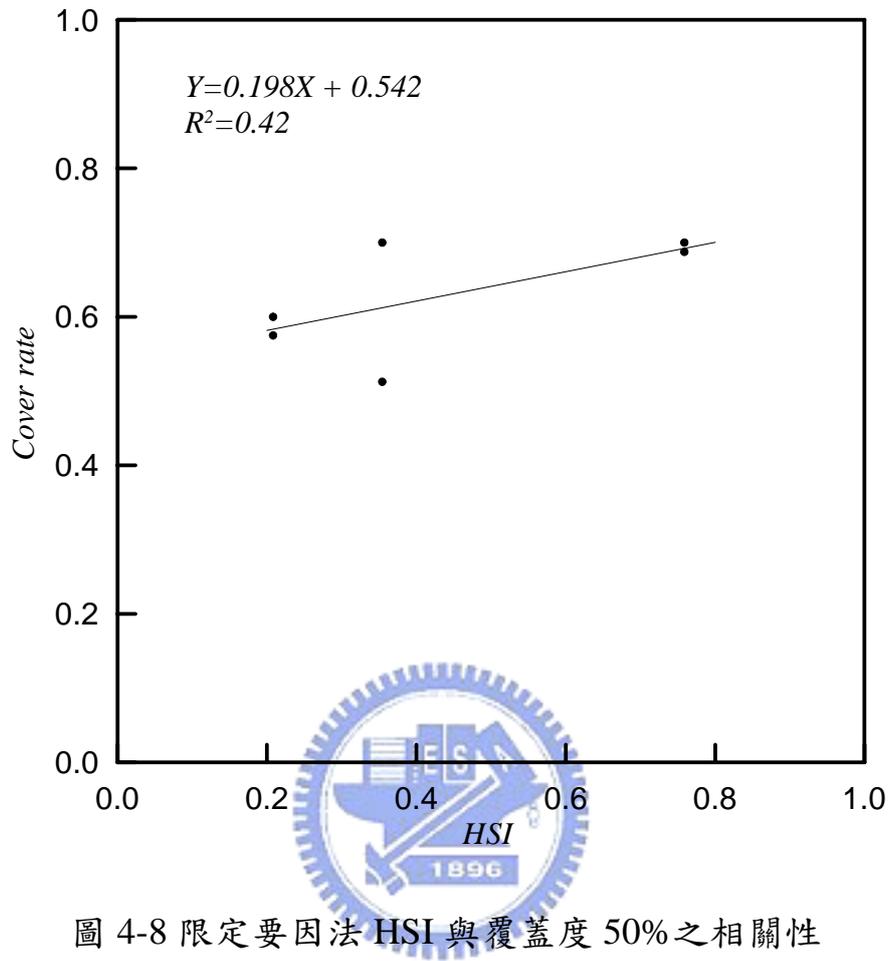


圖 4-8 限定要因法 HSI 與覆蓋度 50% 之相關性