

## 臺灣北部海域沿岸波候空間均勻性之探討

李汴軍<sup>1</sup> 范揚洺<sup>2</sup> 朱宗蔚<sup>2</sup>

1. 副教授，華梵大學環境設計系，台北縣石碇鄉豐田村華梵路 1 號，  
電子郵件：beng@huafan.hfu.edu.tw
2. 研究生，國立成功大學水利及海洋工程研究所，台南市 701 大學路 1 號，  
電子郵件：n8890112@ccmail.ncku.edu.tw  
n8689411@ccmail.ncku.edu.tw

### 摘要

本文目的是利用臺灣海域不均勻分佈的長期波浪資料，經由主成分分析及群集分析來進行海岸空間相似波候的均勻性的探討，分析結果顯示，北臺灣沿岸冬季空間分布之歐氏距離最小，此現象與北台灣海域測波站較密及冬季季風所造成的波候比較均勻有關。比較北部海域空間均勻分區與中央氣象局近海漁業氣象北部沿岸(從新竹到花蓮沿海)之預報分區，每一預報分區至少可再細分一個預報區，這個初步的建議可提供中央氣象局近海漁業氣象預報分區重新調整之參考。另外本文目前所分析空間均勻分布可提供未來區域波浪模式網格點大小之選定及在海岸變遷模式中所需模擬範圍內波候資料獲得之參考。初步結論也顯示，臺灣海域沿岸波浪特性有地域性之影響，因而影響沿岸空間均勻分區之大小，因此不論從科學上、海洋工程觀點、海象預報以及未來海岸遊憩區等各方面需求，應繼續增設現有測波站密度。

**關鍵詞：**波候，主成份分析，群集分析。

## A study on the homogeneity of the wave climate along the Northern Taiwan coast

Beng-Chun Lee Yang-Ming Fan Zong-Wei Zhu

### Abstract

The purpose of this paper is to analyze the inhomogeneous distributed long-term wave data over Taiwan waters by using the principal component and cluster analyses for the study of the homogeneity of the regional wave climate along coasts. From the hierarchical plot, it is shown that the Euclidean distance of the spatial homogeneous distribution of the winter case is the shortest along the northern Taiwan coast. This phenomenon is also related to more other stations there and the winter-monsoon-generated wave climate there is also smoother. The results of the homogeneity of wave climates are compared with the operational fishery weather forecasts issued by the Central Weather Bureau around northern

Taiwan waters, it shows that each forecasting area can be subdivided into one more forecasting region from Hsinchu to Hualien coasts. The initial suggestions can provide the Central Weather Bureau for its' adjusting references on coastal fishery meteorology forecasting regions. Besides, the result of the homogeneity of wave climate can be provided to decide the resolutions of wave models and the initial wave data for the coastal changed model. From the above preliminary conclusions, it shows that the local region influences the wave characteristic of Taiwan coasts. So, no matter whether it is from the standpoint of the science, the ocean engineering, the wave forecasting and the future recreations along the seashore areas, the increase in the establishment of the density of filed measured stations should be continued.

**Keywords** : wave climate, principal component analysis, cluster analysis.

### 一、前言

由於居住空間需求及經濟活動規模日益擴大，人類活動往海岸及海洋區域發展是必然的趨勢，為了能夠有安全的活動，海洋環境訊息的掌握相當重要，獲得準確的海氣象資訊是其中重要的一環。目前中央氣象局每日進行四次漁業氣象預報作業，其中近海漁業氣象預報區域，將台灣鄰近海域沿岸分割為 14 個預報區(圖 1)，在東海岸離岸約 60 公里，西海岸離岸約 40 公里。

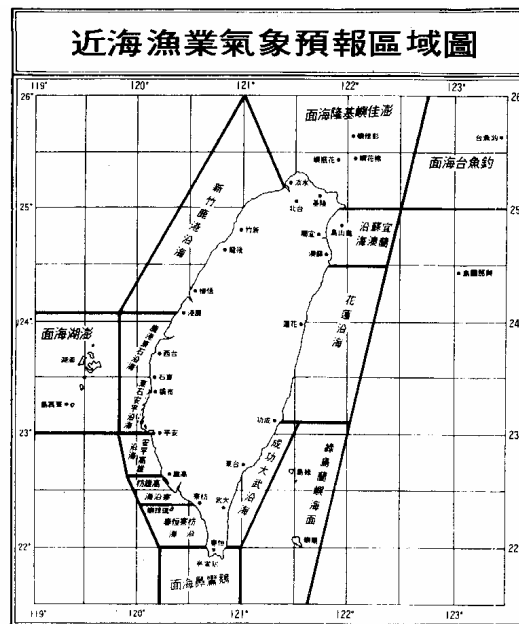


圖 1 近海漁業氣象預報區域圖(摘自中央氣象局)

由於近海漁業氣象預報係以”區域”為預報單元，則某預報區內的海象特性應滿足均勻性的要求。為了要探討近海漁業氣象預報分區是否合適，就必須探討近海之相似

波候的均勻特性，亦即是從事波候均勻區劃分的研究。本文的研究一方面可以檢討現行預報分區的合適與否，另一方面提供學理的依據來解釋分區結果。

波候一詞可引用氣候定義來描述，即指長時間的波高與週期等變量之特性，而變量的特性可以用平均值來表示其平均狀態，及變異數來表示平均值變動之情形。當海域空間之測站愈多，且觀測時間愈長，愈能分析其空間均勻之特性。顯然的，波浪受海岸地形影響相當大，但國內沿岸測波站空間分布仍不均勻，因此沿岸波候空間均勻性之問題，在國內一直很少被討論。

海象波候分區的研究並不多見，前人研究中多著重在陸地水文環境均勻區的劃分，如楊、游(1994)以台灣南部流域為對象，從事均勻區劃分以發展區域流量延時曲線。少數與波候有關的研究則是著重在探討特定區域的波候統計特性，如高(1980)以平均波高來探討台灣北部海域冬季波候特性，胡(1998)提出估算台灣西部海岸波候的方法，李(1995)利用作業化海面風場模式及波浪模式分析台灣海峽的波候，Young (1999)藉由衛星遙測以平均波高、平均週期、尖峰週期來探討全球的波候差異。

由於臺灣北部海域之測站密度較高(圖 2)，於是本文以北部海域波候空間分布之特性為研究重點，但資料處理及波候空間分布之計算，仍然以全省海域儘可能蒐集測站為對象，後續之工作再配合數值模擬來研究臺灣海域從大範圍到近岸波候空間均勻性特性。



圖 2 台灣海域測站相關地理位置

## 二、研究方法

### 2.1 主成分分析

主成份分析是以少數成分來代表多數變量的一種統計方法。由於大多數的變量間可能彼此有高度的相關，主成分分析可將彼此的相關性去除，使變量間是相互獨立，進而找出各主成份所佔的比例及大小順序，並透過因子負荷(factor loading)說明各主成分與其他變量間的相關程度與物理意義。因此主成分的優點是具有消除變量間的相關性、降低變量維度及萃取重要訊息以及提供適切之現象解釋等優點。根據(羅，1980；Gnanadesikan，1977；Dunteman，1984)其分析過程與步驟簡述如後。

首先將每一個變量的觀測值給予標準化，使其具有平均值為零及變異數為一單位，其目的在將  $P$  個具有相關性的原始變量  $X_i$  轉換為  $P$  個不相關的新變量  $Y_i$  (稱為主成份)，因此各主成份與原始變量間存在著線性轉換關係：

$$Y = C \cdot X \quad (1)$$

上式中  $C$  為  $P \times P$  的矩陣，用來定義原始變量與主成分間的轉換關係，為一正交矩陣且滿足  $C \cdot C' = I$ ，而  $C'$  為  $C$  的轉置矩陣， $I$  為單位矩陣。

其次原始變量  $X$  經標準化處理後，則各變量間原始數據的相關係數，可以轉換成相關矩陣  $R = XX'$  的特徵值  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p$  (亦即主成分的變異數)及特徵向量  $C_1, C_2, \dots, C_p$  (亦即主成分波的係數)，則原始變量  $X$  經主成份正交轉換後得到新的隨機向量  $Y$  可表為：

$$\begin{aligned} y_{1j} &= C_1 X_j \\ y_{2j} &= C_2 X_j, \quad j=1, 2, \dots, n \\ y_{pj} &= C_p X_j \end{aligned} \quad (2)$$

另外主成分  $Y_k$  與變量  $X_i$  之相關係數矩陣，又稱為因子負荷(factor loading)矩陣，由各主成分與原始變量間之因子負荷量，即可了解該主成分與原始變量間之關係。由於因子負荷量往往不能突出地解釋原始變量與主成分之間的關係，因此須對因子負荷矩陣施行旋轉，使得因子負荷矩陣之平方值向 0 與 1 做極化，以便解釋原始變量與主成分間之關係。為達到將因子負荷矩陣簡單化之目的，經正交軸旋轉後須使用下式值極大化。

$$\text{Max}\{V_{a_k^2}^2\} = \frac{1}{m} \sum (a_{ki}^2 - \overline{a_k^2})^2 \quad (3)$$

其中  $\overline{a_k^2}$  為第  $k$  個主成分在  $m$  個變量上因子負荷量平方數之平均值， $V_{a_k^2}^2$  是第  $k$  個主成份上各因子負荷量平方值之方差。

由於主成份可降低原始變量維度以達到精簡資料為目的，並且可選用較少之主成

份來替代原始大量的變數訊息，然而選取適當成分個數尚無規則可依。所以本文選取主成分的依據，假設最大特徵值之主成份變異數總和達全部主成份變異數總和的 85% 時即選用。

## 2.2 群集分析

群集分析是根據相似性及相異性，客觀地將相似者歸集在同一群集內，使得每個群集內的個體差異小，而群集間的個體差異大。然而群集分析法並不曉得研究資料的群數，是一種僅根據資料中各個體之特徵是否相似而進行分群的方法，根據(羅，1980；Romesburg，1984)其分析過程與步驟簡述如後。

在群集分析處理過程中，由於不同變量一般都有不同的數量級，爲了將不同數量級的數據放在一起比較，本文以標準化變換(處理程序與主成分分析相同)來排除數量級的影響，作相似性測度之計算。

相似性測度乃表示變量或樣本間親疏程度的數量指標。常用有兩種方法，一種叫相似係數，性質越接近的樣本，它們之間的相似係數則越接近於 1 或-1，而彼此無關的樣本，則其間的相似係數則接近於 0；另一種則是距離，它是將具有  $m$  個變量的樣本視爲  $m$  維空間中之一個點，在  $m$  維空間中定義距離，距離較近的點歸爲同一類，距離較遠歸爲不同類。目前統計學家已設計了大量的相似係數和相關距離的推算方法，本文選取應用最廣泛的歐氏距離(Euclidean distance)來衡量樣本間的親疏程度，其表示爲

$$d_{ij} = \left[ \sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, (i, j=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

其中  $d_{ij}$ ：第  $i$  個樣本和第  $j$  個樣本之間的距離， $m$ ：變量數， $n$ ：樣本數。

樣本間的親疏程度再根據 Ward(1963)提出離差平方和法(squares sum of dispersion method)，亦稱華德法來分析階層群集。離差平方和法基於方差分析概念，若類區分得宜則同類樣本之間離差平方和應當較小，類與類之間的離差平方和應當較大。假定已將具有  $m$  個變量的  $n$  個樣本分成  $T$  類， $X_{ikt}$  表第  $t$  類第  $i$  個樣本之第  $k$  個變量， $n_t$  表示第  $t$  類樣本之個數， $\bar{X}_{kt}$  代表第  $t$  類第  $k$  個變量的重心，則第  $t$  類中樣本的離差平方和爲

$$S_t = \sum_{i=1}^{n_t} \sum_{k=1}^m (X_{ikt} - \bar{X}_{kt})^2 \quad (5)$$

其中  $\bar{X}_{ikt} = \frac{1}{n_t} \sum_{i=1}^{n_t} (X_{ikt}) \quad (6)$

$T$  個類的總類內離差平方和

$$S = \sum_{t=1}^T S_t = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{n_t} \sum_{k=1}^m (X_{ikt} - \bar{X}_{kt})^2 \quad (7)$$

Ward 提出先使  $n$  個樣本自成一類，此時  $S=0$ ，然後將其中某兩類合併成爲一類，使  $S$  增加最少，這時類的數目變爲 $(n-2)$ 個，隨後在合併其中兩類，使  $S$  增加最少，直到所有樣本都歸爲一類爲止。計算類與類間之距離後，可繪製群集譜係圖(hierarchical diagram)進行樣本之分類。

### 三、分析與討論

#### 3.1 資料來源

本文進行分析的實測波浪資料，來自中央氣象局提供的新竹資料浮標站、花蓮資料浮標站、龍洞資料浮標站、國光鑽油平台、成功波浪測站、鼻頭角波浪測站、琉球嶼波浪測站、東吉島波浪測站；水利署提供的蘇澳資料浮標站、鵝鑾鼻資料浮標站、金門資料浮標站；基隆港務局提供的八里觀測樁，共有 12 個測波站。各測波站的地理位置如圖 2，有關水深、觀測儀器形式及資料分析筆數彙整等如表 1 所示。

本文主要探討波候空間均勻性受季風影響之特性，定義冬季爲 11 月至翌年 2 月取樣的期間，夏季爲 5 月至 8 月，但排除中央氣局發佈海上颱風警報起到解除颱風期間，因颱風引起的波浪特性過於複雜。據此原則，將上述 12 個測波站之示性波高與平均週期之氣候值如表 2 所示。

#### 3.2 波候分區計算

從事波候均勻區的劃分必須決定何者是描述波候的變量，Young(1999)選用平均波高、平均週期兩個變量來探討全球性波候的季節變化，Lemm(1999)以平均波高、平均週期及波能三個變量來研究澳洲西南岸波候的特性，而 Kimball(1983)則以風浪的波高、週期、波向以及湧浪的波高、週期、波向等六個變量來描述美國東南岸波候的區域特性，其結果顯示湧浪成份是當中重要的因子。

根據前人研究之建議，本文將各項波浪的統計參數以主成份分析進行計算。分析結果以波高、週期分別爲第一、第二主成份量，再利用方差最大正交旋轉(Variance maximum orthogonal rotation)計算各主成份量間之係數，此係數再與測波站波高、週期之長期平均值進行群集分析，找出臺灣海域各測波站之波候值間是否有相似性。

經由上述對主成份分析的運算描述，本文計算各變量間的相關係數、特徵值及特徵向量(如表 3~5 所示)，以下以冬季季節分析的結果予以說明：

表 1 台灣近岸海域波浪站相關資料

站名	位置 經度/緯度	水深 (m)	儀器形式	資料起訖時間	資料樣本(月)	提供單位
新竹	$24^{\circ} 54' 51''$ $120^{\circ} 56' 31''$	22	加速度計	86.05~89.12	56	中央氣象局
花蓮	$24^{\circ} 02' 06''$ $121^{\circ} 37' 53''$	30	加速度計	86.05~89.12	56	中央氣象局
龍洞	$25^{\circ} 05' 42''$ $121^{\circ} 55' 28''$	32	加速度計	87.10~89.12	27	中央氣象局
蘇澳	$24^{\circ} 37' 45''$ $121^{\circ} 52' 45''$	23	加速度計	88.09~89.12	18	水利署
八里	$25^{\circ} 10' 09''$ $121^{\circ} 17' 23''$	12	超音波	88.01~89.12	19	基隆港務局
成功	$23^{\circ} 04' 47''$ $121^{\circ} 23' 00''$	36	超音波	69.06~88.12	137	中央氣象局
東吉島	$23^{\circ} 15' 00''$ $119^{\circ} 41' 46''$	44	超音波	70.07~88.12	147	中央氣象局
琉球嶼	$22^{\circ} 24' 13''$ $120^{\circ} 20' 46''$	34	超音波	66.01~89.12	134	中央氣象局
鵝鑾鼻	$21^{\circ} 52'$ $120^{\circ} 42'$	35	加速度計	89.11~89.12	14	水利署
國光	$24^{\circ} 47' 07''$ $120^{\circ} 39' 53''$	52	超音波	86.10~89.12	31	中央氣象局
鼻頭角	$25^{\circ} 08' 09''$ $121^{\circ} 55' 31''$	55	超音波	69.10~89.12	150	中央氣象局
金門	$24^{\circ} 22' 47''$ $118^{\circ} 24' 52''$	22	加速度計	89.07~89.12	17	水利署

表 2 各測站之月平均示性波高與月平均週期統計表

季節 測站	夏季 ( $H_s(H_{1/3})/ T_z(T_{1/3})$ )	冬季 ( $H_s(H_{1/3})/ T_z(T_{1/3})$ )	全年 ( $H_s(H_{1/3})/ T_z(T_{1/3})$ )
花蓮	66.50 / 5.75	155.29 / 6.39	114.44 / 6.22
蘇澳	78.29 / 5.94	156.09 / 6.44	111.50 / 6.15
龍洞	67.01 / 5.74	178.63 / 6.23	117.88 / 5.98
鼻頭角	61.27 / 6.25	178.63 / 6.64	121.47 / 6.87
八里	58.96 / 5.45	157.57 / 6.89	105.28 / 6.16
新竹	69.54 / 4.43	123.57 / 5.12	93.25 / 4.87
國光	92.43 / 4.39	223.77 / 6.39	149.40 / 5.73
金門	88.47 / 5.23	125.14 / 5.38	107.52 / 5.28
東吉島	75.52 / 5.50	169.83 / 6.16	128.88 / 6.15
琉球嶼	105.94 / 5.91	73.48 / 5.25	77.58 / 5.76
鵝鑾鼻	127.30 / 6.32	82.23 / 6.38	91.95 / 6.05
成功	95.37 / 7.02	147.04 / 7.37	119.82 / 7.66

由表 4 中顯示前五個主成份可以影響整體總變量 93%，本文選取第一至五主成份作為群集分析之變量。為了進一步解釋此五個主要成份代表的物理意義，本文利用變異數最大正旋轉(Varimax rotation)的方法，得到因子負荷矩陣(如表 5)，依此表各主成份代表之意義簡述如下：第一主成份：第一主成份與湧浪波向具有高度的相關性，這個變量所反映的信息量幾乎佔總體信息的 35%，故第一主成份可視為湧浪傳遞的波向；第二主成份為湧浪波高；第三主成份：第三個主成份主要與風浪波高相關，可視為『風浪波高』；第四主成份為風浪週期；第五主成份為浪波向。

文中採用前五個主成份做為分析冬季所需的群集變量，也就是說，台灣海域之波候可以為此五個波浪特性之加權平均表示之，在夏季及全年的群集變量亦可得知。

圖 3~圖 5 分別是臺灣海域全年、冬季、及非颱風期之夏季(以後稱夏季)等在穩定季風天氣系統下各測波站波候相似譜系圖，這些譜系圖可以顯示北部海域波候之均勻性與否。再根據群集分析中之歐式距離(Euclidean distance)的群集距離來初步圈定臺灣北部海域沿岸空間均勻性之分區，以羅馬符號 I,II...表示，其結果如圖 6~圖 8 所示。



表 3 與波浪站最近之網格點之波候模擬其主成分分析：相關係數 (冬季)

Variable	$H_{wind}$	$T_{wind}$	$\theta_{wind}$	$H_{swell}$	$T_{swell}$	$\theta_{swell}$
$H_{wind}$	1	-0.0165	-0.0057	0.0466	-0.0935	0.0809
$T_{wind}$	-0.0165	1	-0.3443	-0.0584	0.3352	-0.3371
$\theta_{wind}$	-0.0057	-0.3443	1	-0.2506	-0.2819	0.4737
$H_{swell}$	0.0466	-0.0584	-0.2506	1	-0.2623	-0.2242
$T_{swell}$	-0.0935	0.3352	-0.2819	-0.2623	1	-0.4024
$\theta_{swell}$	0.0809	-0.3371	0.4737	-0.2242	-0.4024	1

表 4 與波浪站最近之網格點之波候模擬其主成分分析：特徵值 (冬季)

Principle Component	Eigenvalue(Variance)	Percentage	Accumulation
第一個主成分	2.11	0.35	0.35
第二個主成分	1.31	0.22	0.57
第三個主成分	0.99	0.16	0.73
第四個主成分	0.67	0.11	0.85
第五個主成分	0.52	0.09	<b>0.93</b>
第六個主成分	0.40	0.07	1.00

表 5 變異數最大正交旋轉法計算後，前四個主成份極化值後的因子負荷矩陣 (冬季)

Original Variable Symbol Definition	Principle Component			
	第一主成分	第二主成分	第三主成分	第四主成分
$H_{wind}$ 風浪波高	-0.0517	0.0246	<b>0.9981</b>	0.0031
$T_{wind}$ 風浪週期	0.1913	-0.0644	0.0038	<b>0.9677</b>
$\theta_{wind}$ 風浪波向	-0.2286	-0.1189	-0.0269	-0.159
$H_{swell}$ 湧浪波高	0.1022	<b>0.9808</b>	0.0194	-0.0375
$T_{swell}$ 湧浪週期	0.7596	-0.5907	-0.0565	0.1785
$\theta_{swell}$ 湧浪波向	<b>-0.9185</b>	-0.2779	0.0496	-0.1808

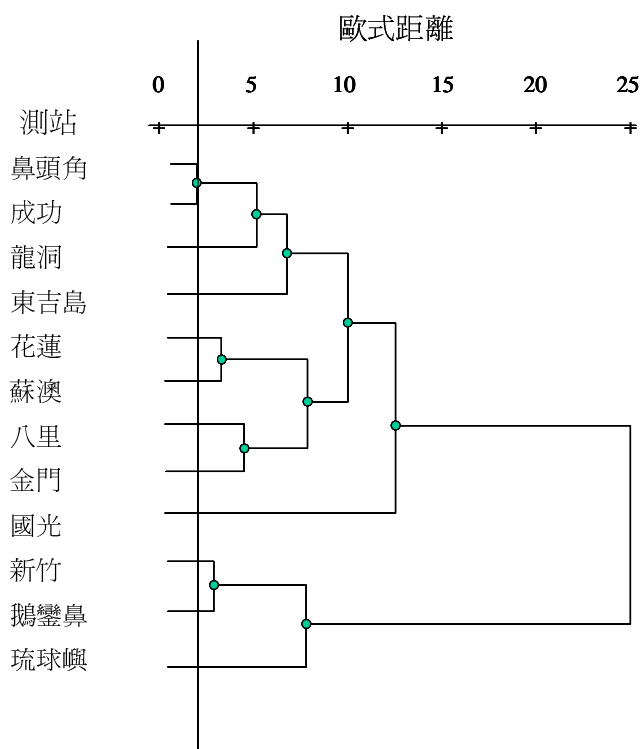


圖 3 台灣海域波浪站的譜係圖(全年)

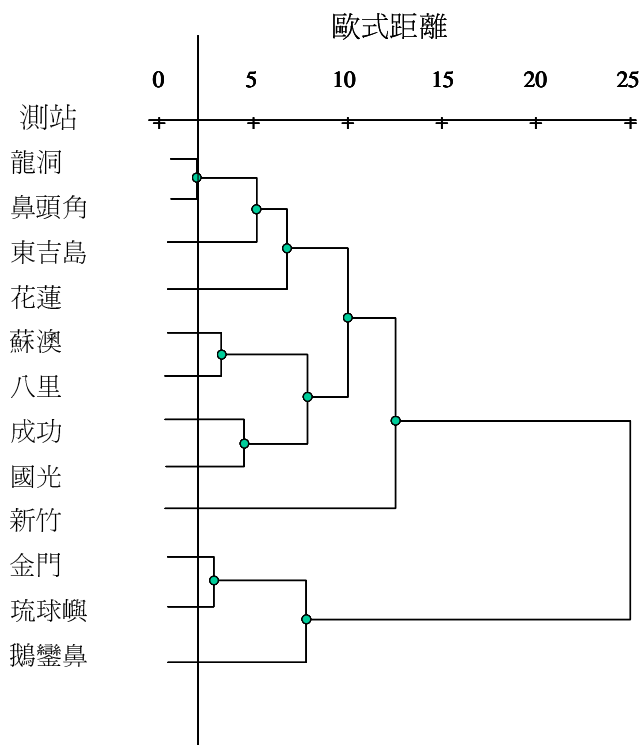


圖 4 台灣海域波浪站的譜係圖(冬季)

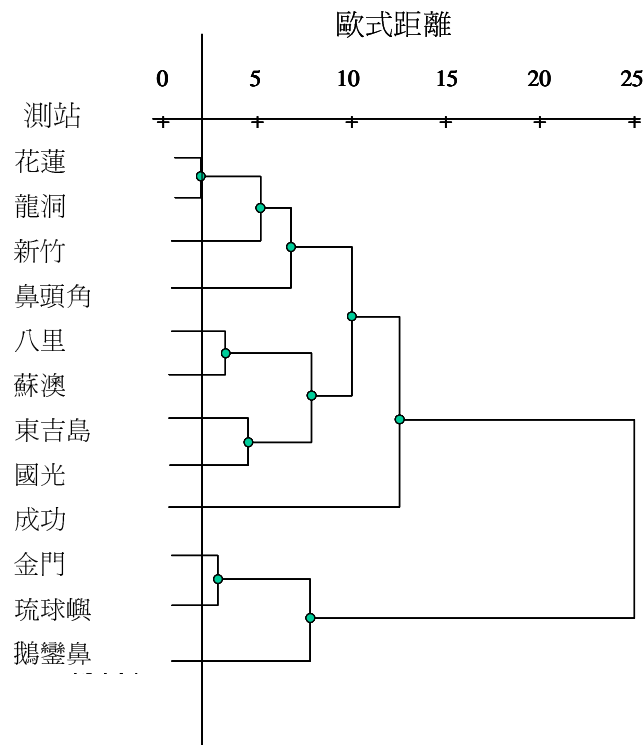


圖 5 台灣海域波浪站的譜係圖(夏季)

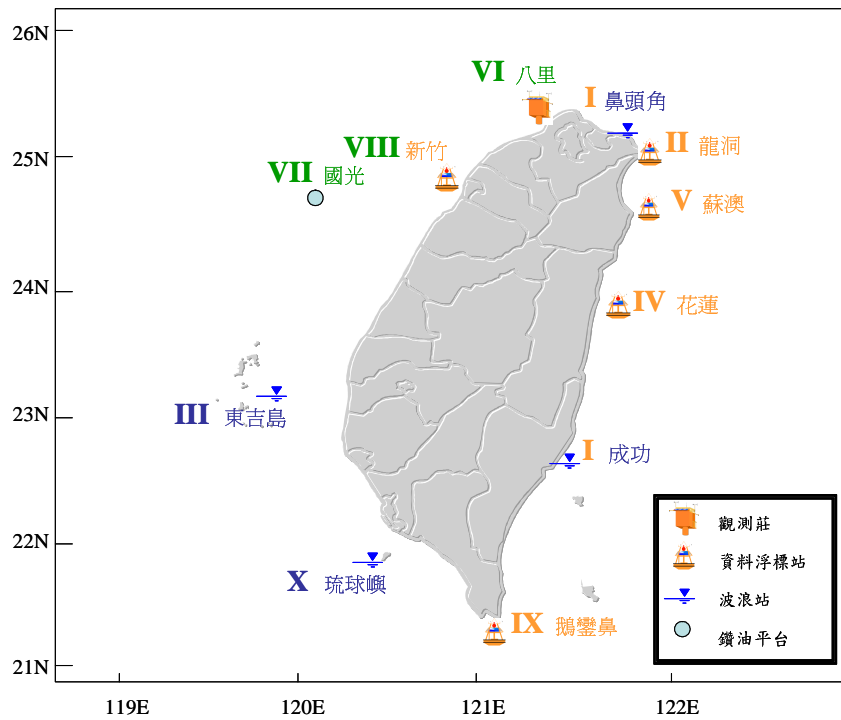


圖 6 群集分析後的空間分布圖(全年)

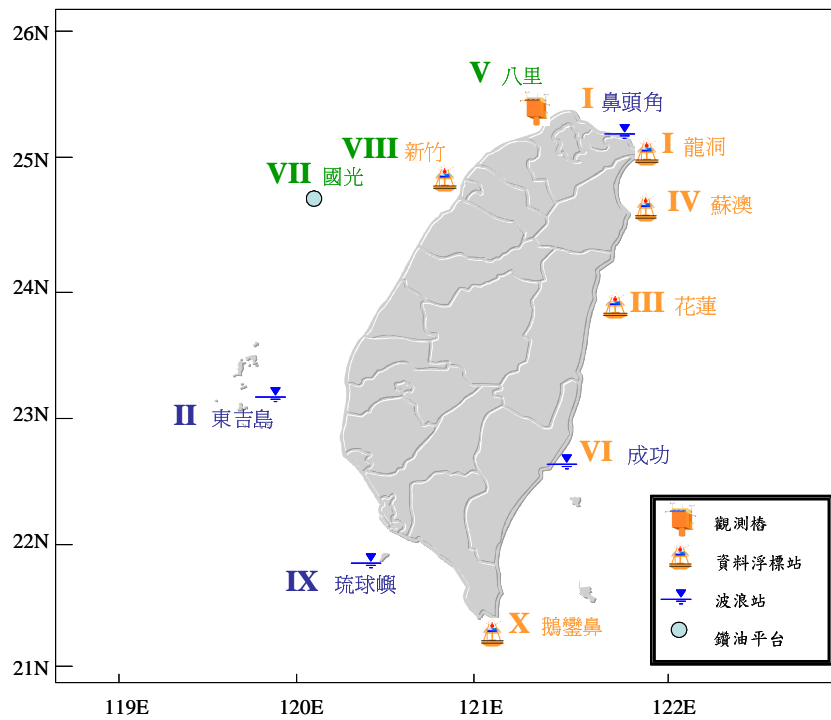


圖 7 群集分析後的空間分布圖(冬季)

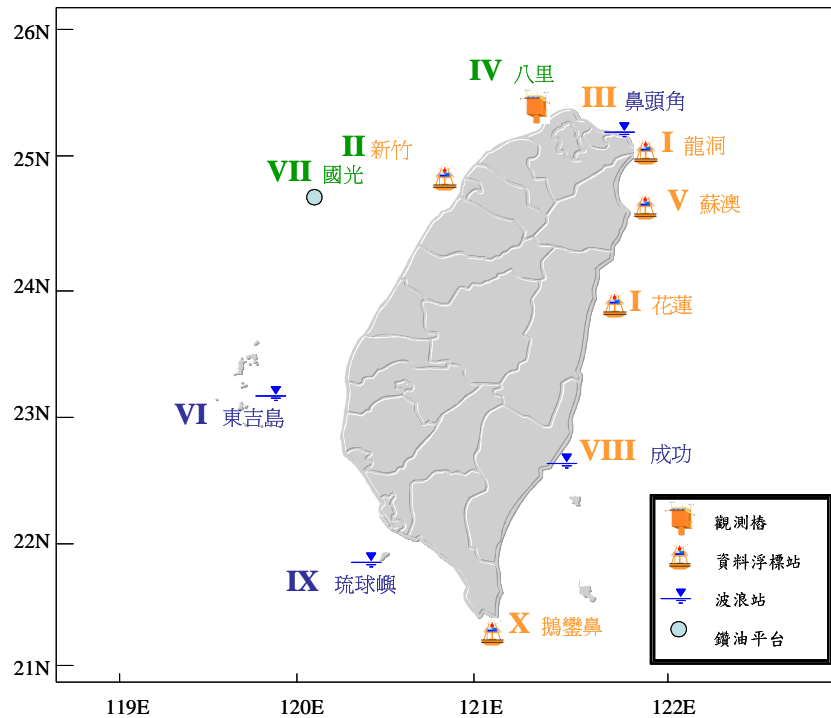


圖 8 群集分析後的空間分布圖(夏季)

### 3.3 討論

本文將環島沿岸 12 個實測波浪站波高與週期氣候值經由主成分分析及群集分析，來探討北部沿岸波候空間均勻性區域分佈的問題。其全年、冬季、夏季最後分析結果如圖 3~圖 5 的譜系圖所示，圖中橫軸為歐氏距離，距離較近的點歸為同一類，距離較遠歸為不同類。本文以測站間具有最短之歐氏距離且相似時，作為區域劃分之依據。

以冬季為例(如圖 4 所示)，龍洞與鼻頭角間的歐氏距離最短，本文以此距離作為冬季期間之劃分依據，因此龍洞與鼻頭角歸為同一類，其他的測站則各自被劃分為不同代表性的波候。圖 7 則表示冬季期間依歐氏距離最短所劃分的台灣海域空間分布的情況，圖中的數字若相同，則表示測站間的波候特性相似，例如龍洞與鼻頭角的數字均為 1，表示這兩個測站之波候相似，數字若不相同，則表示各測站具有獨立的波候特性。因此台灣北部沿海共有 4 個不同代表性的波候，分別是蘇澳海域為一區，鼻頭角至龍洞海域為一區，八里海域為一區，新竹海域為一區；夏季期間台灣北部沿海可分為 5 個不同代表性的波候(圖 8)，分別是蘇澳海域為一區，鼻頭角海域為一區，龍洞海域為一區，八里海域為一區，新竹海域為一區；分析全年的資料，顯示台灣沿海亦可分為 5 個不同代表性的波候(圖 6)，其結果與夏季相同。

上述波候相似區或稱均勻性分布之結果正如一般所認知，在近岸，波浪特性受地形水深影響具有區域性，這也表示本省沿岸目前測波站確實有其獨立空間之代表性，從分析的結果顯示空間均勻性之特性顯然與測站密度有關，會影響空間均勻分區之大小。

從譜系圖中的最小歐氏距離來分析，以冬季最小，其次是夏季與全年的個案。這說明二個現象，首先是臺灣北部沿岸在冬季受東北季風所造成的波浪，相對地比其他季節來的均勻，這是由於東北季風持續較長而且較穩定所致。其次是測波站之密度也會影響分析之結果，本文分析的測波站比較偏重北部沿岸，這是由於中央氣象局在北臺灣的測波站之分佈比其他地區較多，而西部沿岸及西南沿岸測波站的資料比較不易取得，這是部份原因之一。

由於龍洞與鼻頭角兩地相鄰不超過五公里，在冬季個案中可視為一個空間均勻性分區。因此若以空間均勻性分區而言，北臺灣沿岸測波站之密度仍嫌不足。另外假設龍洞與鼻頭角兩地為一個空間均勻性分區，說明若要以次網格架構之數值模式來研究近岸的波浪特性，大範圍五公里的網格間距是最起碼的解析度，然後將此網格點波浪場、風場提供五公里內區域近岸波浪數值模式的邊界值。

北臺灣波候空間均勻性分析的結果，相對於中央氣象局近海漁業氣象預報分區(圖 1)來比較，即從新竹到花蓮沿海，分為新竹鹿港沿海、澎佳嶼基隆海面、宜蘭蘇澳沿

海等四個沿海預報分區，在此先不討論沿海離海岸多遠之探討，因這方面中央氣象局無資料可提供，於是本文著重在沿岸分區範圍來討論其差異性，因此澎佳嶼基隆海面之預報區就偏重在基隆沿岸。中央氣象局發佈新竹鹿港沿海預報範圍北起淡水河口南至鹿港，但本文分析新竹以北到淡水河口，其間有新竹與八里兩站，而群集分析顯示其波候為獨立空間。因此從新竹沿海依順時針方向到花蓮沿海，在冬季的群集分析圖中，鼻頭角與龍洞之間可視為一個預報分區外，其他各預報分區至少可再細分一個預報分區。這個建議可提供中央氣象局發佈近海漁業氣象預報分區重新調整之參考，至於目前每一個預報分區離海岸多遠之研究，這是本文後續要探討的主題。

#### 四、結論與建議

波候過去國內之研究比較偏重在單點的長期統計特性之研究，甚少在海域空間波候之研究。本文嘗試利用目前臺灣海域不均勻分佈的長期波浪資料，經由主成分分析及群集分析來探討海岸空間相似波候的均勻性。由於臺灣地區夏季受颱風影響次數不一，而且其路徑也不同，故本文以穩定季風天氣系統下所造成波候在空間相似性的研究為主。

初步的經果顯示在目前研究 12 個測波站之資料，僅有鼻頭角~龍洞海域之間可劃分一個相似波候區，其他各測站均為獨立波候特性，這表示臺灣海域近岸波浪特性受地形與水深影響而具區域性的本質。因此臺灣沿岸波候均勻性之分區，就目前測波站之密度猶嫌不足，故不論從科學上、海洋工程觀點、海象預報、以及未來海岸遊憩區等各方面需求，應繼續增設現有測波站密度。

檢視目前測波站之配置，以新竹到花蓮沿岸測站密度較大，計有 6 個波浪站即新竹資料浮標站、八里觀測樁、鼻頭角波浪測站、龍洞資料浮標站、花蓮資料浮標站、蘇澳資料浮標站。在冬季個案中，除了鼻頭角~龍洞之間可劃為一區外，其餘均為獨立空間，此現象相對於中央氣象局近海漁業氣象北部沿岸預報分區來對照，從新竹到花蓮沿海之預報分區，每一預報分區至少可再細分一個預報區，這個初步的建議可提供中央氣象局近海與遠海漁業氣象預報分區重新調整之參考。

從譜系圖及空間均勻性分佈圖中，說明由於北台灣海域測波站較密與冬季季風比較均勻有關，而西南海域測波站歷史資料比較不易取得而顯得測波站密度較疏，因而影響分析之結果，因此後續之研究需配合數值模擬來探討臺灣海域從大範圍到近岸波候空間均勻性特性。另外本文目前所分析空間均勻分布，即五公里之大範圍解析度，是最起碼提供未來區域波浪模式網格點大小之選定，及在海岸變遷模式中所需模擬範圍內波候資料獲得之參考。

### 謝誌

本文承蒙行政院國家科學委員會 NSC90-2611-E-211-001 專題計畫補助，並且中央氣象局、水利署、基隆港務局慷慨提供相關波浪資料，特此一並致謝。

### 參考文獻

1. 胡重威 (1998) 「台灣西海岸波候估算法之研究」，國立台灣大學海洋研究所碩士論文，台北。
2. 李汴軍 (1995) 「台灣海峽波候之研究」，國科會計畫 NSC85-2611-E052-001。
3. 楊道昌、游保杉 (1994) 「台灣南部流域均一性之劃分」，台灣水利季刊，第二十四卷，第二期，第 63-79 頁。
3. 高治平 (1980) 「台灣北部海域波候研究」，國立台灣大學海洋研究所碩士論文，台北。
4. 羅積玉 (1980) 「多元統計分析方法與應用」，科技圖書股份有限公司，台北。
5. Dunteman G.H. (1984) *Introduction to Multivariate Analysis*, Sage Publications.
6. Gnanadesikan, R. (1977) *Methods for Statistical Data Analysis of Multivariate Observations*, John Wiley & Sons, Inc.
7. Kimball S. (1983) "Regional wave climate and shorezone response," Doctoral Thesis of University of Virginia.
8. Lemm, A.J., Hegge, B.J., and Masselink, G. (1999) *Offshore Wave Climate, Perth (Western Australia)*, Mar. Freshwater Res..
9. Romesburg, H. C. (1984) *Cluster Analysis for Researchers*, Lifetime Learning Pub.
10. Ward, J.E. (1963) "Hierarchical grouping to optimize an objective function," *Journal of America Statistical Assoc.*, Vol. 59, pp. 236-244.
11. Young, I.R. (1999) "Seasonal variability of the global ocean wind and wave climate," *International Journal of Climatology*.

---

2003 年 4 月 9 日 收稿

2003 年 7 月 2 日 修改

2003 年 8 月 14 日 接受