

臺灣東北角岩岸潮間帶貝類相之數理分析*

王繼忠
台灣大學 海洋研究所譚天錫
台灣大學 動物學系

摘要

在臺灣東北角岩岸潮間帶所採集之軟體動物，自民國六十七年四月至六十八年三月止，共鑑定得到 105 種貝類。由 Jaccard's 相似性分析配合方格分析及數理分析中之 UPGMA 法作生物相分佈之“Q”分析測試，發現東北角之貝類分佈明顯地受地形影響。遮蔽性 (sheltered) 的岩岸，貝類種數較多，個體量也多。開放性 (exposed) 的岩岸中，退潮後有平臺暴露在空氣中者與潮間帶完全呈傾斜狀的岩岸，貝類相仍有差別。

由各月份自東北角採到的貝類相之總種數，總個體量及一般性歧異指數 (H')，均衡性指數 (e) 及豐度 (d)，發現當地貝類相有季節性變化。此係環境因子所造成，尤其以東北季風及溫度兩因子為重要。

H' 值與 e 及 d 值間之相關係數的 t 值 $\langle t(n=10, p=0.05) = 2.228 \rangle$ 均不顯著。因此推測當地潮間帶之貝類相迄未達到飽和。

前言

Lewis (1964) 對潮間帶所作之定義“整年潮位的變動中，最高潮(EHWS)及最低潮(ELWS)間的範圍”已為多數學者所接受。因為各地海岸地形的不同，各地區之潮間帶受到之波浪作用程度不同。致地形有開放 (exposed) 及遮蔽 (sheltered) 的區分。因生物對環境適應能力不同，故在兩種地形中之生物相及各種生物在潮間帶內分佈的情形即有所差異。而由生物出現的地區差異，配合地形的描述，即可對各類生物之生態習性略作了解。

數理分析法 (Numerical analysis method) 已廣泛的用在生態學的研究。尤其是羣聚結構 (Community structure) 的研究，更是常用以作為工具，處理大量的資料。在不同的地形下，出現之生物種類不同而探討生物相分佈的差異 (Q 分析)，及各種生物在各種地形內分佈的情形，來分析各種生物對其生長環境所需要的條件 (R 分析)，均為數理分析法之主要目的 (Whitlatch, 1977)。

種歧異指數 (Species diversity index) 在生態學的研究擔任之角色為 (1) 測度環境的變遷 (MacArthur, 1958; Sanders, 1968; Connell, 1961) (2) 汚染指標 (Barrett, 1969) (3) 測度演替發生及其過程 (Connell & Slatyer, 1977) (4) 分類學上之應用 (Raup, 1975)。常用的指數包括 Shannon-Weaver 之一般性歧異指數 (Pielou, 1975)、豐度 (Richness) 及均衡性指數 (Evenness index) (Odum, 1973) 等。

國內底棲生物 (benthos) 方面的研究偏重亞潮帶 (Sublittoral zone) 的魚類及珊瑚生態 (鄭等, 1972; 張等, 1973; 楊等, 1975, 1976, 1977)，除巫及張 (1978) 將金山國盛附近岩岸大型貝類，以種歧異性指數討論其分佈特徵外，貝類羣聚生態的研究欠缺。本文以數理分析法中之

* 本文係王繼忠 1979-June 在臺灣大學海洋研究所碩士學位論文的一部份。

“Q”分析，討論臺灣東北角貝類相之分佈特徵。同時以種歧異指數討論該地區貝類相之季節性變化。

採集地區之生態環境

臺灣東北角（由鼻頭角到三貂角）位於 $25^{\circ} 05'N$, $121^{\circ} 55'E$ ，在臺灣地形分類上屬於北部沈降海岸（林，1957）。由於下沈後，不等面積的上升致波切臺地、海蝕臺……等自然景觀很多。因此東北角地形上最明顯的特徵是沿岸有許多寬闊的平臺。在其盡頭，有短窄的傾斜坡。這近低潮線的岩岸上，各季節均有許多貝類存在。

東北角沿岸有些地區山勢逼近海邊，潮間帶內無平臺，懸崖石壁上隨着藻類相的演替，亦有多種貝類棲息。

本研究中所設置的六個採集站（圖一）I、III、IV、V等四站均有平臺，近低潮線亦有狹窄之斜坡（圖二）。II站之潮間帶地形如圖三，坡度很大的傾斜面直入海水中。VI站地形類似II站，惟近低潮線坡度較緩，且為多毛類 *Spirobranchas giganteus* 與 *Spirobis* sp. 之殼所覆蓋，致空隙很多。在各採集站中，I、II、IV、V、VI等五站均為開放型之地形，潮間帶受波浪直接衝擊。III站兩平臺兩側都有岩壁遮擋，形如山谷。谷內少有大浪發生。

臺灣東北角在筆者採集的一年中（六十七年四月至六十八年三月），依中央氣象局地面天氣圖分析，各月海面超過風力蒲福六級以上日數秋冬兩季均在10天以上。東北季風開始於九月。冬季期間，海面浪高經常在12呎以上（朱，1962）。據連及陳（1977）臺灣東北部海域表面鹽度，終年在 33.9% ~ 34.4% 之間。由中央氣象局鼻頭角附近每月落雨日數資料統計，九月至翌年五月為兩季，每月降雨日數均在10天以上。夏季當地甚小降雨。各採集站各月之水溫及氣溫依省水試所海況調查定地觀察月報（省水試所，1978, 1979）鼻頭角者為代表，兩者夏季時高而冬季時低（圖四）。

材料及方法

本研究之貝類採集站本來係依等距離在東北角沿岸設置，因濱海公路及養殖池之闢建中，逐一損毀而剩下六個。這些採集站均自民國六十七年四月至六十八年三月間，每月均曾前往採集乙次。每次均在各站之潮間帶依生物相成帶分佈（Zonation）的不同。採集 $4 \sim 5$ 個 $25cm \times 25cm$ 範圍內的所有貝類。攜回實驗室以10%的福馬林固定並加以分類整理。每次前往採集時必根據潮流表（中國文化學院，1978, 1979）。在各月白天有最低潮位時前往。貝類以各採集站出現與否，以表理分析法中方格分析法（matrix analysis）（Bray & Curtis, 1957）及 UPGMA 法（Unweight pair-group method using arithmetic averages）（Sneath & Sokal, 1973）分析之。兩種方法所需之相似性指數（Similarity index）引用 Jaccard's 係數（Sneath & Sokal, 1973）。

$$\text{Jaccard's coef. (Jc)} = \frac{C}{A+B-C} \times 100$$

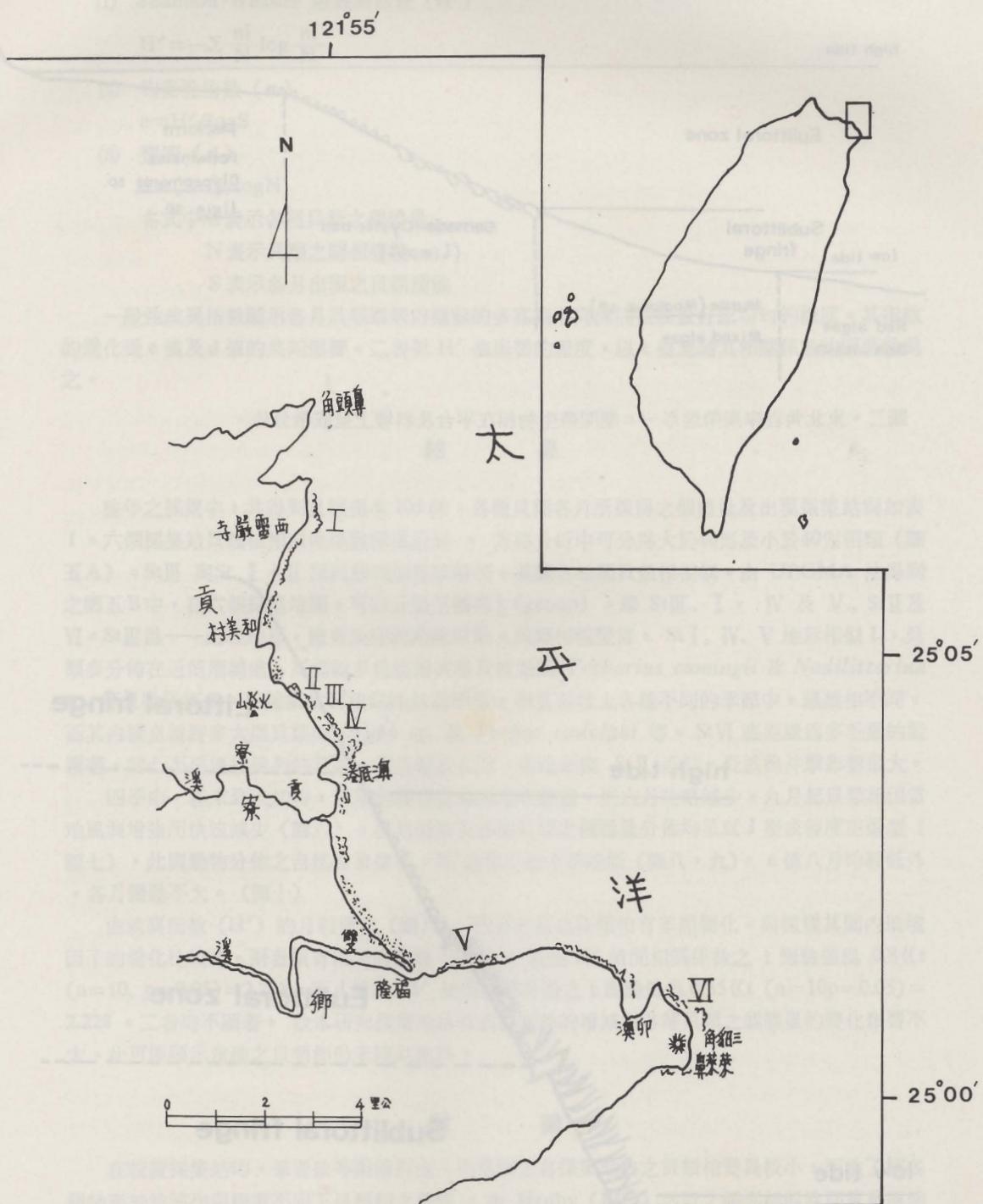
A 及 B 是任何兩採集站出現貝類種數

C 是在 A、B 兩站均出現之貝類種數

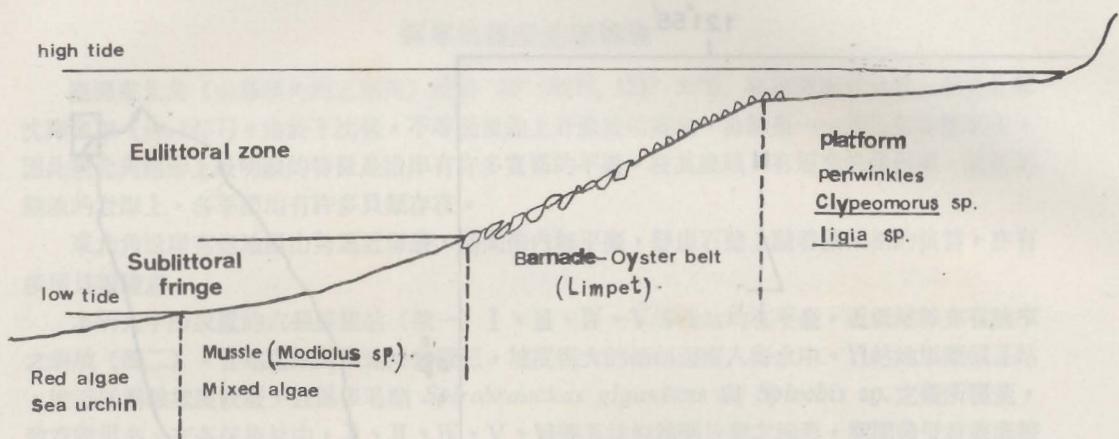
任何兩採集站相似程度以40%之相似性為標準（Hruby, 1975）。

而 Dissimilarity index = $1 - Jc$ 。

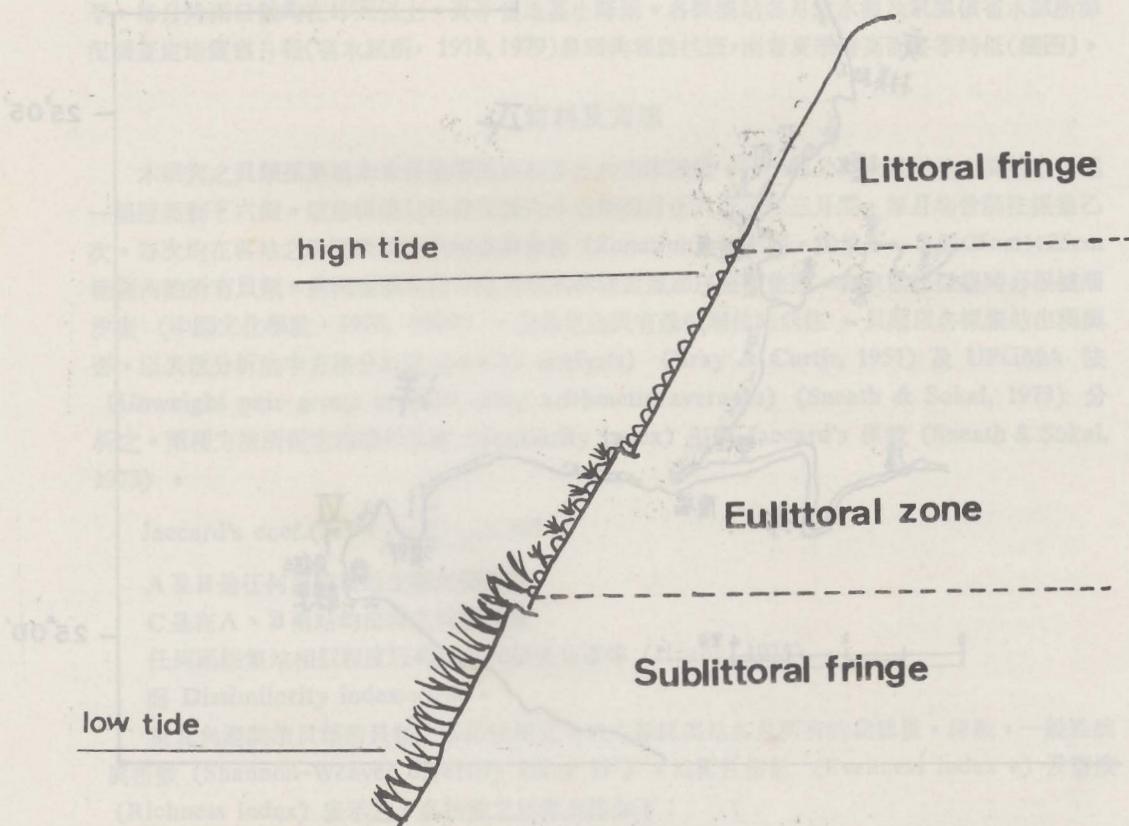
東北角潮間帶貝類帶貝類之季節性變化，以六個採集站各月所有的個體量，種數，一般性歧異指數（Shannon-Weaver diversity index H' ），均衡性指數（Evenness index e）及豐度（Richness index）表示之。各指數之估算方法如下：



圖一、台灣東北角位置，海灣及六個岩岸貝類採集站分佈圖。



圖二、東北角岩岸潮帶地形一。潮間帶生物相在平台及斜坡上呈成帶分佈。



圖三、東北角岩岸潮間帶地形二。潮間帶生物相在直斜坡上呈成帶分佈。

(1) Shannon-Weauer 種歧異指數 (H')

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \log \frac{n_i}{N}$$

(2) 均衡性指數 (e)

$$e = H'/\log S$$

(3) 豐度 (d)

$$d = (S-1)/\log N$$

各式中 n_i 表示各種貝類之個體量

N 表示貝類之總個體量

S 表示各月出現之貝類種數

一般性歧異指數顯示各月貝類羣聚內種數的多寡與不同種間個體量分配均勻的程度。其指數的變化受 e 值及 d 值的共同影響。二者對 H' 值影響的程度，以 t 值測驗其相關係數的顯著性為之。

結 果

整年之採集中，共得到貝類標本 105 種。各種貝類各月所採得之個體量及出現採集站別如表 1。六個採集站貝類相相似性係數頗為近似。方格分析中可分為大於 40% 及小於 40% 兩類（圖五 A）。St III 與 St I, II 間貝類相似程度較低。其餘各站間貝類相相似。由 UPGMA 法得到之圖五 B 中，在六個採集站間，可以分為三個羣 (group)。即 St III., I., IV 及 V., St II 及 VI。St III 為——山谷地形，擁有良好的遮蔽效果。貝類相較豐富。St I, IV, V 地形相似，貝類多分佈在近低潮線處。高潮線多為能耐高溫及乾燥的 *Techarius cumingii* 及 *Nodilittorina* sp. 等且數量極多。三採集站間相似性超過 50%。St II 斜坡上各種不同的季節中，藻類相不同。而其內棲息着許多大型貝類如 *Drupa* sp. 及 *Purpur rudolphi* 等。St VI 底潮線為多毛類的殼覆蓋，凹凸不平邊緣銳利的基底，雖然富於孔隙，但地形與 St II 近似。受波浪衝擊影響很大。

四季中，春末到秋初時，貝類的個體量與種類均豐富。惟六月時略減少。九月起貝類相因當地風浪增強而快速減少（圖六）。各月種數及各種貝類之個體量分佈均呈反 J 型或極度正偏型（圖七），此與動物分佈之自然現象接近。 H' 值及 d 值冬季時低（圖八，九）。 e 值八月時較低外，各月變動不大。（圖十）

由歧異指數 (H') 的月別變化（圖八），明顯的看出貝類相有季節變化。與採樣其間內環境因子的變化比較時，兩者似有相同的趨勢。但是 e 值與 H' 值間相關係數之 t 測驗值為 $0.8 \ll t$ ($n=10, p=0.05$) = 2.228。而 d 值與 H' 值間相關係數之 t 測驗值為 $0.85 \ll t$ ($n=10, p=0.05$) = 2.228。二者均不顯著。故本研究採集地區貝類相種數的增減對各種貝類之個體量的變化影響不大。此可能顯示當地之貝類相仍未達到飽和。

討 論

在設置採集站時，筆者依等距離訂定。乃是假定各採集站內之貝類相變異較小，而欲了解各種地形於波浪作用程度不同下貝類相之差異。依 Hruby (1975) 估計之 40% 相似性即算是兩地區生物相近似的原則，在方格分析及部落分析 (clustering analysis) 下發現東北角之貝類相分佈受地形影響很大。一般而言，開放形海岸，貝類相是較相似的。除 St III 以外，包括五個採集站的兩個羣 (group) 間相似性亦在 40% 以上（圖五 B）。退潮後有無平臺露出的地形，似因受到

波浪衝擊影響的程度不同，致貝類相亦有所差異。遮蔽的沿岸，可能受到波浪衝擊的影響較小，貝類相較多豐富。

種歧異指數 (H') 的變動受均衡性指數 (e) 及豐度 (d) 的控制 (Pielou, 1975)。但是筆者的對東北角潮間帶貝類相的調查中， e 及 d 值與 H' 間之相關係數並不顯著（顯示貝類種數增減對每種貝類之個體量增減影響不大）。推其原因可能為：(1) 貝類棲息在不同的生物成帶 (Zonation) 中，各成帶中貝類未達到飽和。(2) 該地區潮間帶的各種貝類所含之個體量相當平均，無長期的優勢種存在。(3) 當地居民四季刮取沿岸生物，破壞了潮間帶的生物相所致。Gunter (1957) 指出可數幾種如 *Nodilittorina* sp. 能忍耐 40°C 的高溫。但是自五月起，低潮線附近的藻類相開始演替，高潮線的藻類如石蓴 (*Ulva* sp.) 多已枯死 (王, 1979)。七、八月間，高潮線只有可數幾種貝類，大多數的貝類均移棲於低潮線。可能係由於缺乏食物所致。因此貝類會有垂直的洄游移動的情形 (Paine, 1966)。由於出現在潮間帶的大型無脊椎動物多係當地固有種 (Dayton, 1971; Paine, 1977)。故在夏季時，在低潮間附近貝類相可能會受到種間作用 (interspecies action) 的影響。而終年固定於同一成帶的貝類並不多。

低潮線的有機質分佈呈季節性變化 (Stephens et al. 1957; Moore, 1972)。Liventon (1972) 推測沿岸腐食性及草食性者的出現時間不同，生物相演替 (succession) 情形於是發生。Sanders (1968) 指出棲息在高潮線的生物受環境變化的影響，棲息在低潮線的生物主要受到生物種間作用的影響。此即同食性的生物為食物而競爭，但却因季節性藻類及有機質量的變化而發生演替的情形 (Liventon, 1972)。這可能係六、七月間歧異指數下降的主因。

由圖七中顯示各月份所採得之標本中都有一、二種貝類含有大量的個體量，而這些種類均棲息在高潮線。棲息於低潮線的貝類很少有如此多之個體量者。故在 H' 值之估計時，稀有種及優勢種佔有相同比重的原則下，各月出現之優勢種即為棲息在低潮域的貝類相所影響，致各月間 H' 值變化不大。

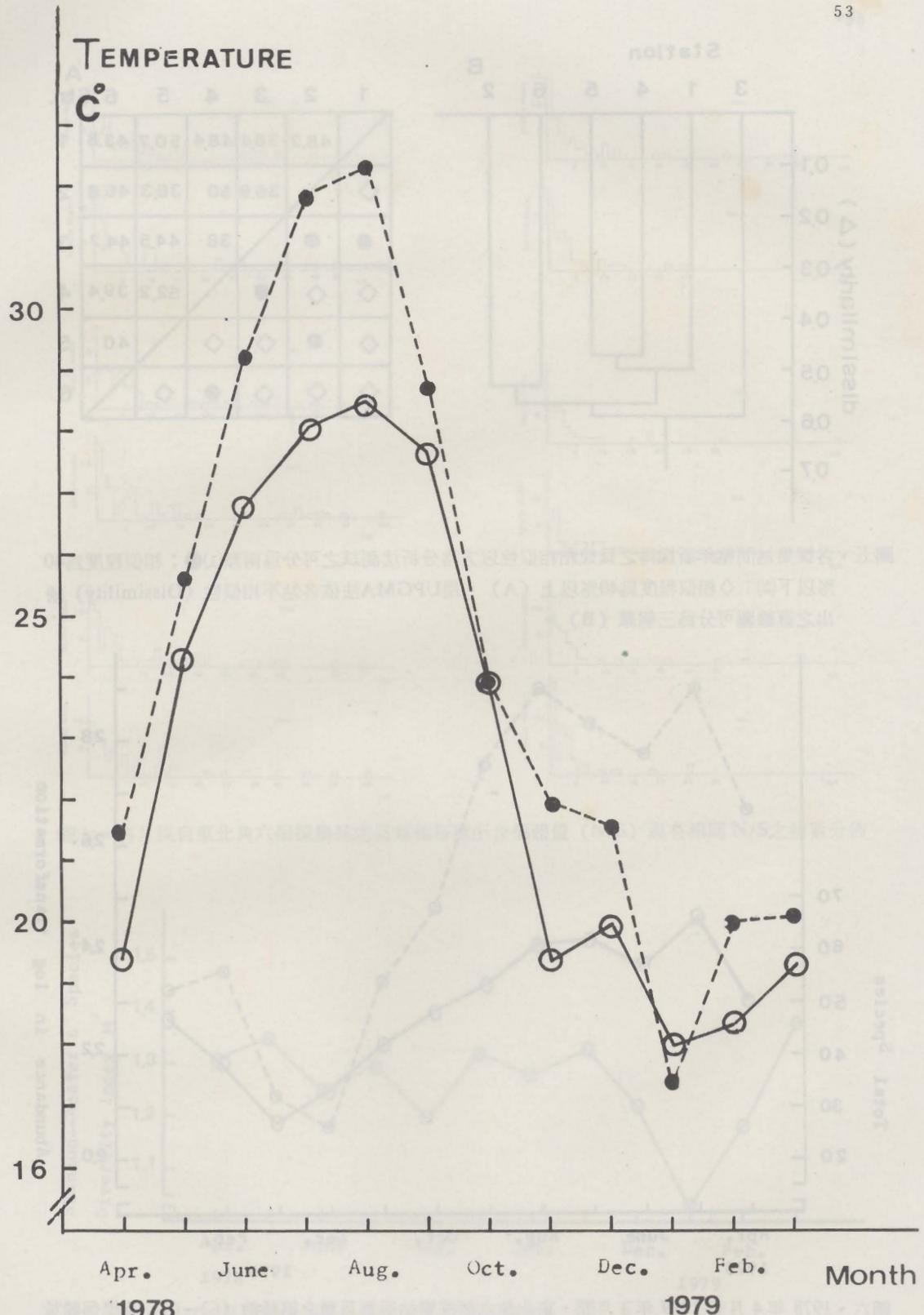
當地的居民冬季時刮取紫菜 (*Prophyra* sp.)，春季時採取石花菜 (*Gelidium* sp.)，夏、秋季中刮取笠螺 (limpet) 及 *Modiolus* sp. 常致潮間帶生物相嚴重的破壞。許多棲息在大型藻類間的貝類也連同被採走。有些迴游至潮間帶產卵的貝類，也常因此而失去被筆者採到的機會。致潮間帶貝類根本無法達到飽和，優勢種不易形成，此可能為造成 H' 值不及 e 及 d 值影響的原因之一。

以歧異指數表現羣聚之季節變化主旨為測定生物相之暫時性改變。羣聚短期的變動，主要是因為環境因子的改變所致 (Sanders, 1968)。由圖八及當地採集期間環境因子變化情形的比較下，東北季風及溫度的改變可能是兩最主要的影響因子。此與張等 (1973) 發現影響臺灣北部沿岸魚類季節性變化的環境因子相同。前者引發大風浪，使得波浪衝擊岩岸的力量增強。後者水溫及氣溫的驟降是導致貝類死亡的主因 (Gunter 1957)，二個因子的混合作用下，冬季貝類於是減少，致歧異指數值降低。

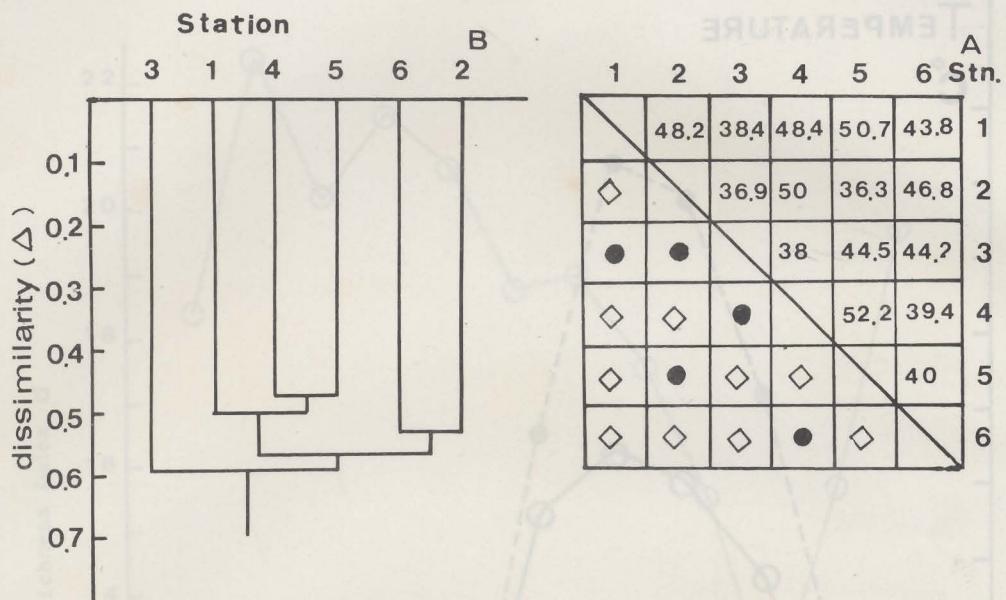
由於欲在底棲生物及固着性生物尋求逢機樣本是很困難的 (Pielou, 1966; 1975)，本文中沿 I—VI 採集站之潮位而訂定之採樣區 (25cm × 25cm) 未曾加以估計其在各採集區貝類相之代表性，故將各採集區之標本綜合而以採集站討論之，以減少其差誤。其潮間帶貝類相的垂直分佈則未加分析討論。而棲息在潮間帶的各種貝類相之習性及其扮演之生態職位 (niche) 頗值得繼續研究之。

謝辭

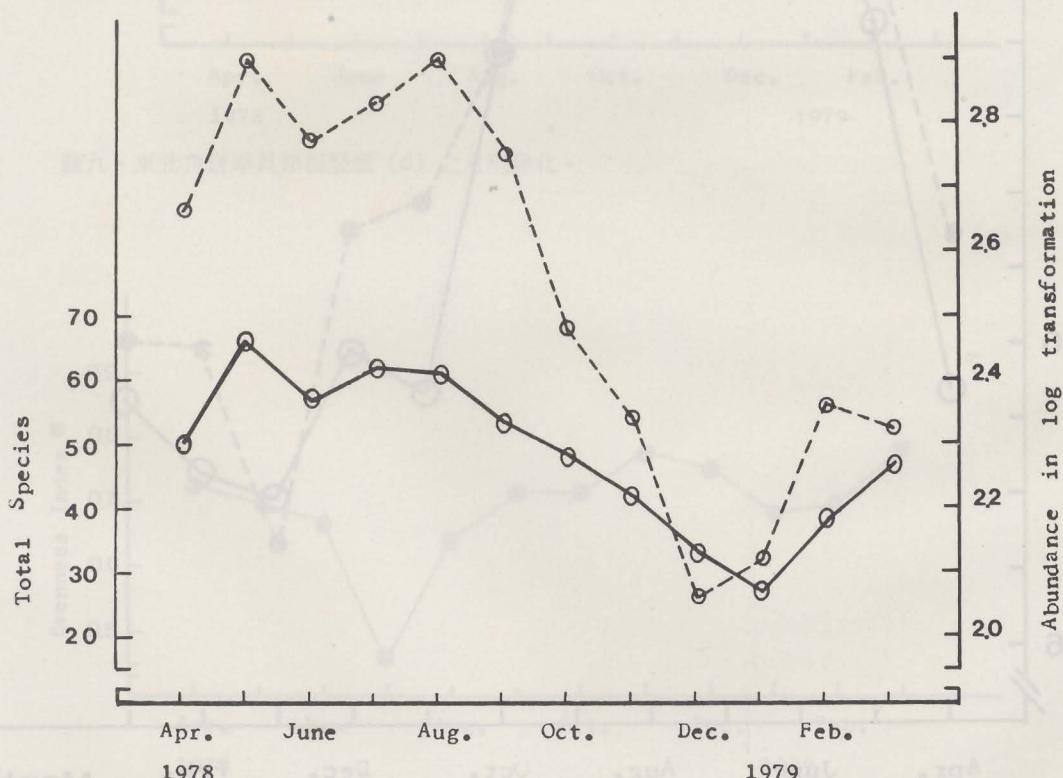
本文曾得到臺大動物系陳弘成博士協助鑑定標本，中研院動物所李信微博士、巫文隆先生指正，同學宋克義、石聖龍協助採集，助理胡良金、林建春兩位幫忙繪圖得以完成，謹此一併誌謝。



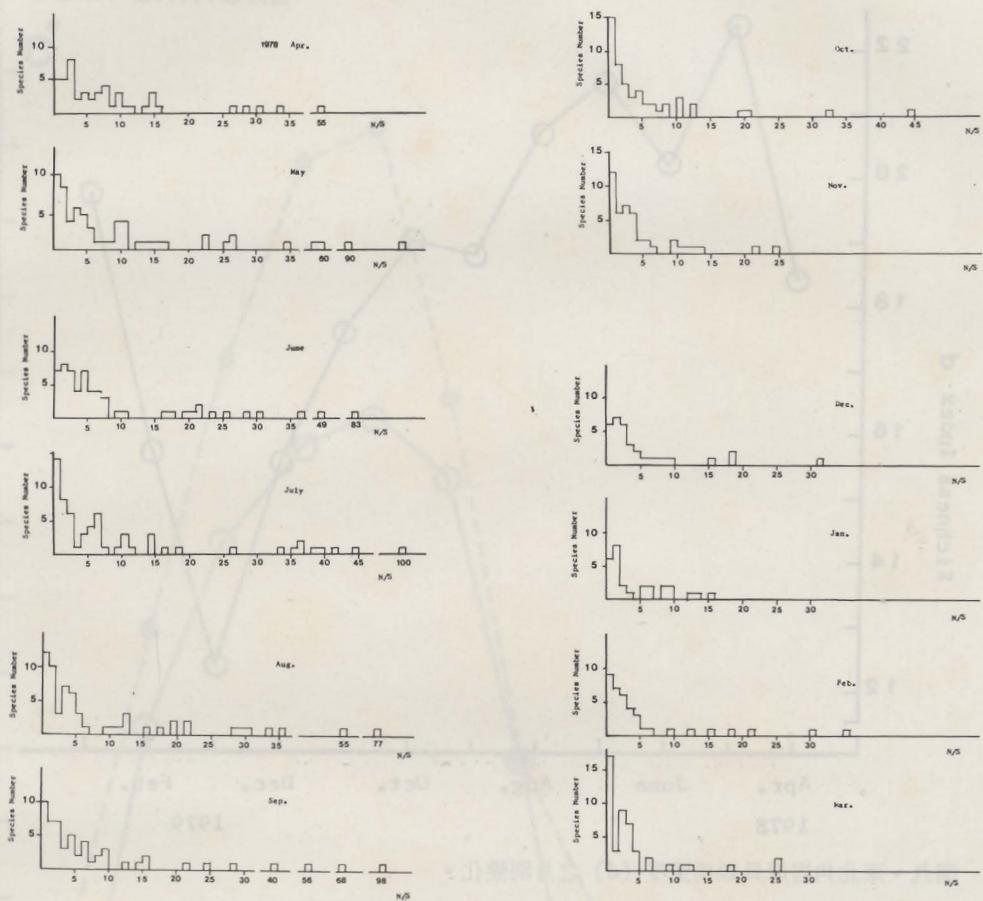
圖四、1978年4月至1979年3月間台灣東北角沿岸水溫(○—○)及氣溫(●—●)之月平均變化。



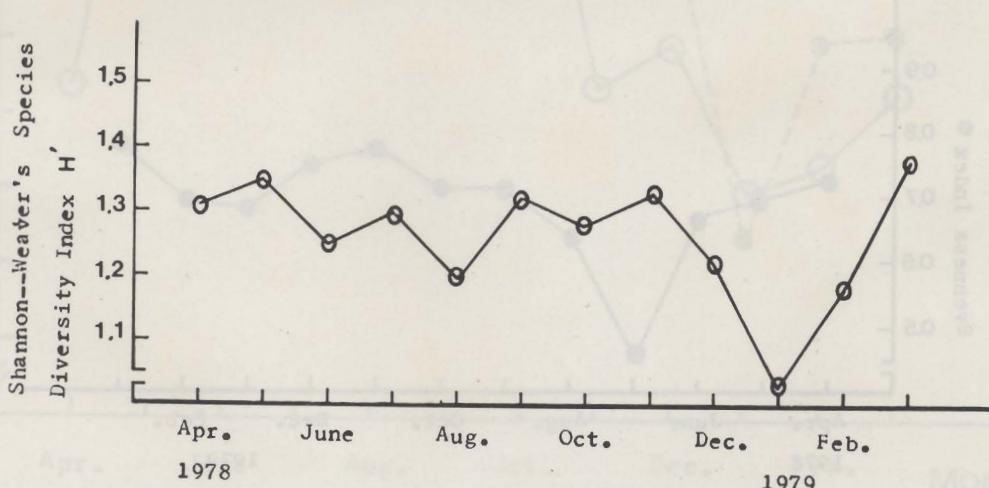
圖五、各採集站間整年所探得之貝類相相似性以方格分析法測試之可分為兩類(1)●：相似程度為40%以下(2)：◇相似程度為40%以上 (A)。用UPGMA法依各站不相似性 (Dissimilarity) 繪出之直線圖可分為三個羣 (B)。



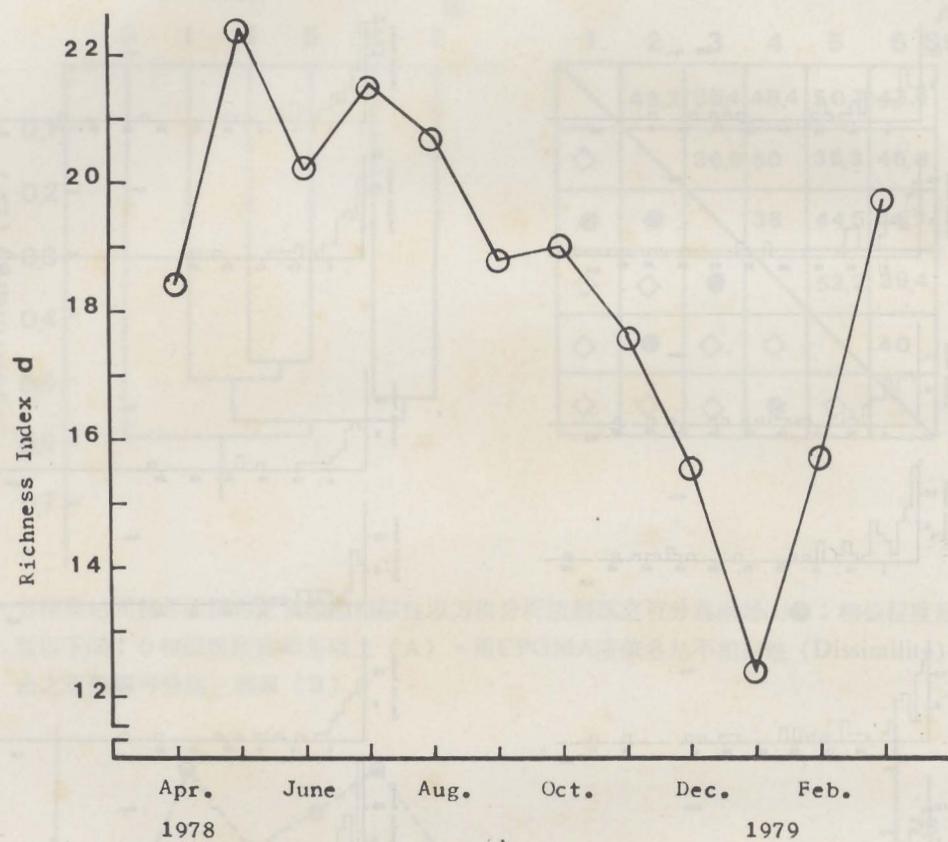
圖六、1978年4月至1979年3月間，東北角六個採集站得到貝類之總種數 (○—○) 及總個體量 (○.....○) 之月別變化



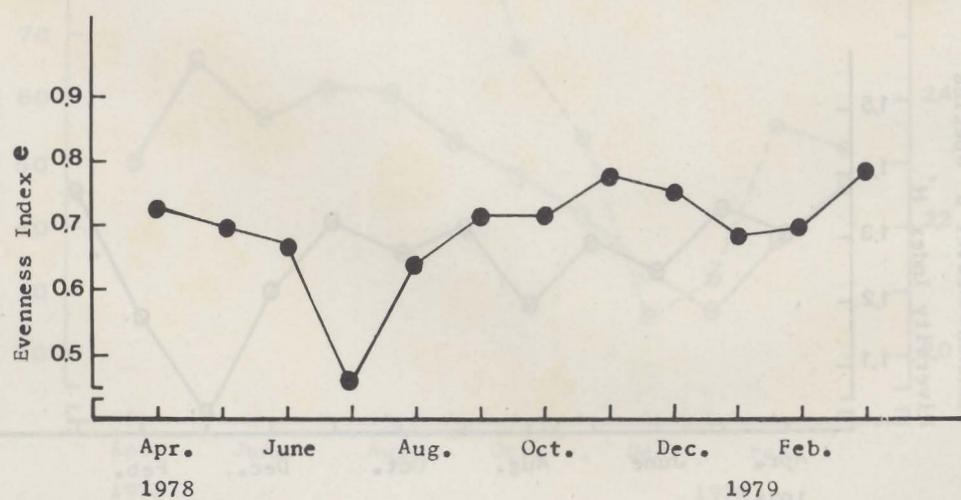
圖七、各月採自東北角六個採集站之貝類相每種所含個體量 (N/S) 與有相同 N/S 之種數分佈



圖八、東北角岩岸貝類相種歧異指數 (H') 之月別變化。



圖九、東北角岩岸貝類相豐度 (d) 之月別變化。



圖十、東北角岩岸貝類相均衡性指數 (e) 之月別變化。

表一 1978 年 4 月至 1979 年 3 月間各月自台灣東北角六個採集站潮間帶之貝類相

	A & O	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	S		A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
Class Gastropoda														
<i>Acteocina decorata</i>			1 III		1 II		4 I			1 I			1 I	
<i>Anachis misera</i>	7 I III VI	23 I III VII VI		11 I II III	27 I II III IV VI	77 I III III IV V VI	68 I II VI	8 I II V	14 VII III V IV	2 III		IV	12 I V VI	
<i>Angiola incepta</i>	2 VI	5 III VI			3 VI						1 VI	1 VI	4 VI	
<i>A. longispira</i>		1 III			1 III			1 III						
<i>Astralium haematogum</i>			3 VI				3 VI				1 VI	1 VI		
<i>A. oculifera</i>			3 IV						1 III	4 III	6 III V			
<i>Balcis grandis</i>	2 V		5 VI		3 III									
<i>Bullina</i> sp.													1 VI	
<i>Buccinulum</i> sp.			6 III VI	3 III										
<i>Bnderipia iridescent</i>	3 I IV	3 IV VI	8 I	6 I IV V	5 I V			1 V			2 IV		2 I VI	
<i>Cantharidus callichroae</i>	11 I II V	6 I II IV	7 I II	5 I II IV V	5 II III	8 I II IV V	4 II V	4 I	2 I	6 I	4 I V	5 I		
<i>Canarium mutabilis</i>	2 V			1 V			1 V						1 VI	
<i>Chlorostoma lischkei</i>	2 I VI	4 VI		1 VI			2 VI							
<i>Clypeomorus sejunctus</i>			1 VI	5 VI	4 VI	25 VII III	4 VI	6 VI	9 VI I	9 VI	1 VI			

	A & O		M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	S														
<i>Chelyconus</i> sp.									I III		I III				
<i>Coralliphila costultris</i>						2 VI									
<i>Cellana enneagona</i>	3 I V III	11 III V		5 I VI	7 I V	2 III IV		2 I	I I		2 I			3 I	
<i>C. stearnsii</i>			2 V							3 V				1 V	
<i>C. nigrisquanata</i>	1 I	9 I		3 I	2 I	4 I		3 I	1 I	1 I	2 V	2 V	2 V	4 I	
<i>C. grata</i>	3 V	2 III V		2 I IV		5 III V			3 I V	2 V	3 I	3 I IV		2 I V	
<i>C. toreuma</i>	5 III V	14 IV V			11 I IV III V	4 I III	16 I IV III V	5 I III	3 III V	8 I IV III		4 IV	3 I V		
<i>C. toreuma</i> f. <i>amussitata</i>	10 I V VI III IV	9 I V IV VI		5 III IV VI	5 I IV III VI	6 III VI IV	7 I VI III	2 I III	5 I III	6 IV VI	2 I VI	5 IV VI	3 VI		
<i>Collisella heroldi</i>	12 I II III V VI	16 I II III IV V VI		22 I II IV IV VI	45 I II III IV V VI	29 I II III IV V VI	22 I II III V VI	20 I II III V VI	10 III V VI	10 III VI	7 I VI	7 I VI V	4 VI		
<i>Clypidina notata</i>	14 I II	2 I		7 I	15 I IV V	3 II		6 I	1 II		1 I				
<i>Clivipollia pulchra</i>		1 V		3 III V	1 V	1 III		1 III		1 V		1 V		1 V	
<i>Clypeomorus petrosus</i>						1 III									
<i>Crassostrea amasa</i>										1 II					

S A & O	M											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Drupa (S.S) ricina</i>		1 III		3 III	2 V		1 V					
<i>Drupa morum</i>						2 III						
<i>Euplica borealis</i>	8 I VI	5 I VI	2 V	3 I	2 V	7 I V	2 I V		2 I	1 I	1 VI	
<i>Emarginula crassicosfata</i>		2 IV V										
<i>Ergalatex contracrus</i>	1 V		5 V	2 V	4 V	5 V		2 V				
<i>Euhadra dixoni</i>	10 V	23 III V	18 III V	34 I V	30 V	46 III V	11 V	12 III V	16 V	2 I	7 V	
<i>Evenaria fimbriata marmorata</i>		1 III								2 V VI		
<i>Granulittorna philippiana</i>						2 V	1 V	3 V	1 V	3 V	1 V	
<i>Galeommella utinoumii</i>				1 V	1 V	3 III V	1 V	2 V				
<i>Heminerita japonica</i>						5 III	1 III					
<i>Hazuregyra watanabei</i>							7 VI			2 VI	1 VI	
<i>Homalopoma laevigatum</i>			1 III									
<i>Hybochelus cancellata orientalis</i>		1 III		1 III	1 III							
<i>Littoraria pantado</i>	6 VI					1 VI	1 VI					
<i>Lienardia purpurascens</i>					1 III							
<i>Littoraria scabra</i>	9 VI	1 VI	4 VII	7 V	1 V	9 V	11 VI	1 V	1 V			
<i>Lunella coronata</i>				4 III	3 III	3 VI	1 III			1 VI		

	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
	S											
<i>Purpura rudolphi</i>				2IV				1VI				
<i>Pusiotosta mendicaria</i>				2III								
<i>Planaxis sulcatus</i>	15III	5III	2III		19III	10III V		6III V		2V	5V	1V
<i>Purpura bronni</i>		2III	2III	6II	2III	2II	6II					
<i>Pictobalcis articulata</i>					1V							
<i>Pyramidella terebellorides</i>	1III	7III	3III		2III							
<i>Pyrene testudinaria tylerae</i>	3VI	1VI		1VI		5VI		1VI				1VI
<i>P. punctata</i>			1VI		4II	9II	4II	2II				
<i>Penepatella stellaeformis</i>				1V	2VI							
<i>Patelloidea pygmaea</i>	5I V	35I IV	6IV	2I	1I	6I IV	2I	6IV	9II	2I	13I IV V	10I V
<i>Ravitrona caputserpentis mikado</i>		9III V		1V	19III	1V		5III			16V	
<i>Ritena undata</i>	4III	2III					5VI					
<i>R. pilcata</i>							2VI					

S A & O	M											
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<i>Strigatella</i> sp.		2Ⅲ	1Ⅲ		1Ⅲ	2Ⅲ		2Ⅲ				
<i>Siphonaria subatra</i>	8Ⅱ Ⅲ Ⅵ	5Ⅲ	10Ⅲ	11Ⅲ Ⅵ	11Ⅲ Ⅵ	7Ⅲ		2Ⅵ	4Ⅱ		1Ⅵ	
<i>S. japonica</i>		3 I Ⅵ					1 I		5 II			1Ⅵ
<i>S. sirius</i>		11 II		2Ⅲ	9Ⅲ Ⅵ	3Ⅲ V		2Ⅲ V				3 V VI
<i>Turbo cornutus</i>	27 I Ⅲ V	26 I Ⅱ Ⅲ IV V	3 IV	3 III Ⅳ	13 I Ⅱ III Ⅳ	5 III Ⅳ	9 I Ⅱ	22 I Ⅱ V IV	7 I Ⅱ V	14 I V	4 I Ⅳ V	26 I V
<i>Tectarius cumingii</i>										2 I		
<i>Tectus conus</i>	3 VI	8 VI			6 III VI	4 VI		2 I	10 VI	4 VI	3 VI	
<i>Thais clavigera</i>	4 III	4 I Ⅲ V	4 III VI	8 III	18 II Ⅲ	9 I Ⅲ	21 I Ⅱ Ⅲ	4 VI	3 III			3 I VI
<i>Tugali decussata</i>	13 I Ⅱ Ⅲ IV V VI	10 III Ⅳ VI	31 IV VI	6 VI	7 II VI III Ⅳ	1 III	3 III V	4 I Ⅲ	4 II	2 IV	3 I V	1 VI
<i>Thaisella rugosa</i>				1 VI		1 VI						
<i>Turbo chrysestomus</i>	6 II Ⅲ VI	6 II Ⅲ VI	5 I II	2 I II	1 II	1 II	5 I II	1 II	3 II	9 VI	3 VI	4 I VI
<i>Virroconus ebraeus</i>	1 III	3 III		6 III VI	2 VI	2 III VI		3 VI				1 VI
<i>Virgiconus flavidus</i>				2 V VI		2 V VI						1 VI
<i>V. lividus</i>		2 II	1 II	1 II	4 II Ⅲ			1 III	1 III			3 I
<i>Vasum turbinellus</i>	2 II	5 II Ⅲ	5 II Ⅲ	1 II	1 II	4 II Ⅲ	1 II	1 III				
<i>V. ceramicum</i>				1 III								

*阿拉伯數字：個體數

**羅馬數字：各種貝類出現站別

參考資料

1. 林朝榮 1957. 北部沈降海岸·臺灣地形·臺灣省文獻委員會, 385 頁。
2. 鄭穎敏、H.T. KAMI, 麥兆文 1972. 臺灣南部沿海珊瑚礁生物調查報告·臺灣大學理學院海洋研究所專刊第1號。
3. 朱祖佑 1962. 中國東海及臺灣附近海流之研究·中國氣象學會刊, 4:27-48.
4. 張崑雄、李信徵、李健全、陳章波 1973. 臺灣潮間帶魚類生態之研究·中央研究院動物研究所集刊, 12(2): 45-50.
5. 楊榮宗 1975. 小琉球沿岸魚類和底棲生物相調查報告·臺灣大學理學院海洋研究研專刊第五號。
6. 楊榮宗 1976. 馬鞍山核能電廠預定地附近海洋生物綜合調查計劃I·臺灣大學理學院海洋研究所專刊第11號。
7. 楊榮宗 1977. 馬鞍山核能電廠預定地附近海洋生物綜合調查計劃II·臺灣大學理學院海洋研究所專刊第13號。
8. 連三郭、陳維宗 1977. 臺灣沿海海洋觀測水文資料·臺灣大學理學院海洋研究所專刊第15號。
9. 巫文隆、張崑雄 1977. 臺灣北部海域軟體動物相種歧異性分析·中國貝誌, 4:25-30.
10. 臺灣省水產試驗所 1978-1977. 海況調查定地觀察月報, 第 305-317 號期。
11. 王繼忠 1979. 臺灣東北角岩岸潮間帶底棲無椎動物及藻類相群聚結構之研究·臺大海洋研究所碩士論文。
12. BARRETT, G.W. 1969. The effects of an acute insecticide stress on a semienclosed grassland ecosystem. *Ecology*, 49:1019-1035.
13. BRAY, J.R. & J.T. CURTIS 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27:329-349.
14. CONNELL, J.H. 1961. The influence of interspecific competition and other factors on the distribution of the barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology*, 42:710-723.
15. CONNELL, J.H. & R.O. SLATYER 1977. Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Amer. Natur.*, 111(982):1119-1144.
16. DAYTON, P.K. 1971. Competition, disturbance, and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.*, 41:351-389.
17. GUNTER, G. 1957. Temperuture. Treatise on marine ecology and palaeoecology. *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 67(I):159-184.
18. HRUBY, T. 1975. Seasonal changes in two algae populations from the coastal waters of Washington State. *J. Ecol.*, 63:881-889.
19. LEVINTON, J. 1972. Stability and trophic structure in deposit-feeding and suspension-feeding communities. *Amer. Natur.*, 106:472-486.
20. LEWIS, J.B. 1964. *The Ecology of Rocky Shores*. London. English Universities Press, P. 1-323.
21. MACARTHUR, R.H. 1958. Population ecology of some warblers of northeastern coniferous forests. *Ecology*, 39:599-619.
22. MOORE, P.G. 1972. Particulate matter in the subtidal zone of an exposed coast and its ecological significance with special reference to the fauna inhabiting kelp holdfast. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 10(1):59-80.
23. ODUM, E.P. 1973. *Fundamentals of Ecology*. 3rd ed., W.B. Saunders, Philadelphia, London. 1-574p.
24. PAINES, R.T. 1966. Food web complexity and species diversity. *Amer. Natur.*, 100:65-75.
25. PAINES, R.T. 1977. Controlled manipulations in the marine intertidal zone, and their contributions to ecological theory. *Natural Sciences*, 12:245-270.

26. PAIN, R.T. & R.L. VADAS 1969. The effects of grazing by sea urchins, *Strongylocentrotus* spp. on benthic algal populations. *Limn. Oceanogr.*, 14: 710-719.
27. PIELOU, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of species diversity: Its use and misuse. *Amer. Natur.*, 100 (914):463-465.
28. PIELOU, E.C. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley & Sons Inc., N.Y., 165 pp.
29. RAUP, D.M., 1975. Taxonomic diversity estimation using rarefaction. *Paleobiology*, 1:333-342.
30. SANDERS, H.L. 1968. Marine benthic diversity: A comparative study. *Amer. Natur.* 102:243-282.
31. SEGAWA, S., 1956. *Colored Illustrations of the Seaweeds of Japan*, Hoikusha, Osaka. 175p.
32. SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL 1973. *Principles of Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco, p.114-307.
33. STEPHENS, K., R.W. SHELDON and T.R. PARSONS 1967. Seasonal variations in the availability of food for benthos in a coastal environment. *Ecology*, 48(5):852-855.
34. WHITLATCH, R.B. 1977. Seasonal changes in the community structure of the macrobenthos inhabiting the intertidal sand and mud flats of Barstable harbor Massachusetts. *Biol. Bull.*, 152:275-294.

Numerical Analysis of Intertidal Mollusk Fauna on Rockyshore at Northeast Part of Taiwan

WAN , Chi-chung
Institute of Oceanography
National Taiwan University
Taipei, Taiwan

TAN, Tien-shi
Department of Zoology
National Taiwan University
Taipei, Taiwan

A total of 105 species of the mollusks were collected during April 1978 and March 1979 from the intertidal zone of 6 stations covering two types of topographical appearance, the sheltered and exposed rockyshore, in the north-east part of Taiwan.

Distribution pattern of mollusks in the studied area was analyzed by means of non-weighted similarity coefficient applying matrix analysis and unweight pair group dendograms. It indicated that the distribution of mollusks was highly effected by the topography of the seashore. Sheltered rockyshore has more complex species composition and higher abundance than those in the exposed rockyshore. It confirms that the distribution of mollusks on rockyshore is relation to the wave action.

Judging from the available indices of the Shannon-Weaver diversity (H') evenness (e) and richness (d), the seasonal variation of intertidal mollusk fauna was effected by physical environment especially the temperature and the dry monsoon from north-east direction. Either the relative coefficient between H' and e or H' and d were found not significant under t-test. Therefore the intertidal mollusk fauna in the north-east sea shore of Taiwan may be under saturation.