

## 2008 年澎湖寒害對海域內浮游性橈足類群聚之影響

藍揚麒<sup>1\*</sup> · 李季恬<sup>2</sup> · 冼宜樂<sup>3</sup> · 李明安<sup>2</sup> · 吳繼倫<sup>1</sup> · 蔡萬生<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

<sup>2</sup> 國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

<sup>3</sup> 行政院農業委員會水產試驗所澎湖海洋生物研究中心

### 摘要

冬季期間大陸沿岸流冷水由東海向南流經台灣海峽，並受黑潮支流暖水阻擋於澎湖西側海域。但 2008 年 2 月期間受大陸冷氣團南下影響，大陸沿岸流向東南海域推進，涵蓋澎湖附近海域，使得青灣內海水溫度於本研究期間較往年約下降 3.5 °C。本研究調查期間共記錄橈足類 84 種，分屬 2 目 23 科 38 屬，前 5 種主要優勢種類包括瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis*)、針刺擬哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、麗隆水蚤 (*Oncaea venusta*)、錐形寬水蚤 (*Temora turbinata*) 及長尾基齒哲水蚤 (*Clausocalanus furcatus*)。群集分析結果顯示，青灣海域內外之橈足類組成有明顯之差異，其中瘦尾胸刺水蚤於寒害次月大量出現於該灣內海域。青灣屬半封閉海域，其灣內海水交換速度低於灣外海域，因此，灣內海域之橈足類組成於寒害後連續 2 個月期間有明顯差異，而灣外海域受寒害之影響相對較小。

關鍵詞：台灣海峽、澎湖、瘦尾胸刺水蚤、大陸沿岸流、黑潮、鋒面、寒害

### 前言

浮游性橈足類是海洋浮游動物中數量最多的種類，而且是許多海洋魚類仔稚魚的重要食物來源 (Hunter, 1981; Sanchez, 1998)，在海洋食物階層中佔有相當重要的地位。它們的分布及豐度的變動與其棲息環境的水文狀況有密切的關係 (Shih and Chiu, 1998; Lan *et al.*, 2008, 2009)。此外，浮游性橈足類的豐度及組成常隨魚類族群數量及組成之變動而有所改變 (Gliwicz and Pijanowska, 1989; Pauly *et al.*, 1998)。

澎湖位於台灣海峽南部海域，其水文狀況主要受西北太平洋季風系統影響。東北季風於冬季時盛行，推送低溫低鹽之大陸沿岸流由東海沿大陸沿岸進入台灣海峽，並受高溫高鹽之黑潮支流阻擋於澎湖西側及北側海域 (Jan *et al.*, 2002)。往

年，黑潮支流由南向北，經由澎湖水道進入台灣海峽，並影響澎湖附近海域的水文狀況，但 2008 年 2 月 5 ~ 19 日期間，由於大陸沿岸流流勢變強並流入澎湖附近海域，造成海域內水溫大幅度下降之寒害事件。

澎湖縣政府為保護澎湖內灣海域豐富的水產資源及生物多樣性，因此將該海域劃為禁漁區以進行漁業資源保護。2008 年寒害發生時，造成澎湖附近海域約 1,700 mt 魚類凍死。海洋浮游性橈足類是許多海洋魚類仔稚魚的重要餌料生物，而且它們對於環境變動相當敏感，因此，當它們面臨澎湖寒害所造成之水文環境及海域內魚類數量激烈變動狀況下，對於其族群結構有何衝擊，目前尚無這方面相關研究報告。因此，本研究針對澎湖內灣海域寒害前後之浮游性橈足類組成及豐度進行調查，以了解寒害對其族群結構之衝擊。

### 材料與方法

#### 一、水文資料

\*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號; Tel: (02) 2462-2101 #2304; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: yclan@mail.tfrin.gov.tw

本研究利用水產試驗所試驗船「海安號」於澎湖內灣海域 A、B 與 C 三個測站進行水文資料蒐集及浮游動物採樣，調查期間包括 2006、2008 及 2009 年 2~4 月 (Fig. 1 and Table 1)。水文資料係利用溫鹽深度儀 (SBE 911 plus CTD System) 下放至離海底約 5 m 深度，並記錄海水之溫度、鹽度及深度資料，再透過 SeaBird 公司提供之軟體 (Seasoft V4.202) 轉換成數位 (ASCII) 資料後，繪製成溫度垂直剖面圖，藉以了解研究海域之水文分布特性。另透過國立台灣海洋大學環境生物與漁業科學系高解析影像接收系統取得 2006、2008 及 2009 年 2 月期間之 NOAA/AVHRR 衛星海水表面溫度影像圖，藉以了解澎湖周邊海域及台灣海峽內之水文分布情形。NOAA/AVHRR 之影像解析度為 1.1 km。

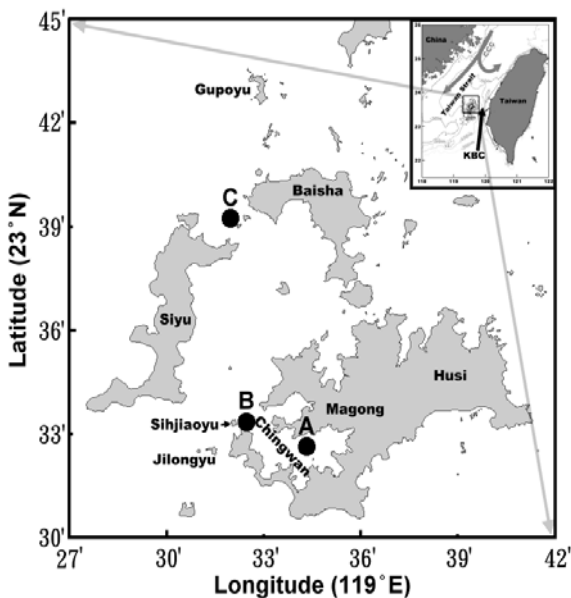


Fig. 1 The spatial distribution of sampling stations in the waters of Penghu.

## 二、浮游動物資料

浮游動物樣本採集係利用網口直徑大小為 45 cm，網目大小為 330  $\mu\text{m}$  之北太平洋浮游動物網，以斜拖的方式採集海水表面至離底約 5 m 左右整個水層之浮游動物，並於網口結附一個流量計，藉以計算網口過濾海水之體積。採集上船之浮游動物先以 5~10% 福馬林海水溶液保存，帶

回實驗室後再利用二分法，將浮游動物樣本分割至橈足類含量約 300~500 隻左右之子樣本，再針對橈足類進行物種鑑定，並儘可能鑑定至種的層級。橈足類之鑑定係參閱 Frost and Fleminger (1968)、Nishida (1985)、Park (1995)、Chihara and Murano (1997)、鄭等 (1964, 1980) 及陳與章 (1965) 等之分類圖鑑作為橈足類物種鑑定之依據。測站間橈足類物種多樣性係以各測站橈足類之豐度 (abundance)，利用 Shannon 的歧異度指標 (Shannon's diversity index) 進行分析。另為測量各測站間橈足類種類組成之相似關係，本研究將各橈足類豐度值加 1 取對數 ( $\ln(N+1)$ ) 後，利用群集分析法 (Cluster analysis) 計算各測站間之歐式距離 (Euclidean distance)，並以華德法 (Ward's method) 繪製其樹狀關係圖。

## 結果與討論

### 一、水文

台灣海峽冬季期間之水文狀況主要受東北季風影響，透過 NOAA/AVHRR 衛星海水表面溫度影像圖可了解其分布動態 (Fig. 2)。東北季風推送海水表面溫度約 10~19  $^{\circ}\text{C}$  的低溫大陸沿岸流由東海沿大陸沿岸向南進入台灣海峽，並與經由澎湖水道向北流動，且水溫約 22~27  $^{\circ}\text{C}$  的高溫黑潮支流相遇於台灣海峽中部海域。由 Fig. 2 之衛星海水表面溫度影像圖可看出，澎湖附近海域之水文狀況於 2006 及 2009 年 2 月時主要受黑潮支流影響，而 2008 年 2 月期間則主要受大陸沿岸流之影響。大陸沿岸流與黑潮支流於冬季期間之推移變化可由 Fig. 3 之 20  $^{\circ}\text{C}$  等溫線得知，該等溫線左側海域 (西北部海域) 主要為大陸沿岸流影響之海域，而右側海域 (東南部海域) 則為黑潮支流影響海域。在 2006 與 2009 年 2 月期間，此 20  $^{\circ}\text{C}$  等溫線距離澎湖超過 60 km，但該等溫線於 2008 年 2 月時移動至澎湖東部及南部海域。因此，由 Fig. 3 可看出澎湖周邊海域水文環境於 2006 與 2009 年 2 月期間主要受黑潮支流影響，但於 2008 年 2 月則主要受大陸沿岸流影響。

**Table 1** Species composition and abundance of copepod in each sampling station

Station	A	B	C	A	B	C	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
year	2006						2008						2009								
Date	2/13			3/15			4/12			2/25			3/21			4/2			3/11		
Species	Abundance (inds./m <sup>3</sup> )																				
<b>CALANOIDA</b>																					
<b>Acartiidae</b>																					
Acartiidae copepodid	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0
<i>Acartia bifilosa</i>	0.1	0.9	0.1	0.1	0.4	1.7	0.2	0.0	0.2	1.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0
<i>Acartia danae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acartia erythraea</i>	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.2	0.0
<i>Acartia negligens</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acartia pacifica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Aetideidae</b>																					
<i>Aetideus acutus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Calanidae</b>																					
Calanidae copepodid	0.2	0.3	0.1	0.0	3.8	0.1	0.1	3.4	0.0	1.0	0.6	2.1	0.6	0.2	0.1	0.2	0.4	0.0	1.0	0.8	0.0
<i>Calanoides carinatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Calanus sinicus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
<i>Canthocalanus pauper</i>	0.1	0.3	0.1	0.0	1.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.8	0.3	4.3	0.2	0.7	0.1	0.6	0.2	0.0	0.3	0.2	0.0
<i>Cosmocalanus darwini</i>	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
<i>Nannocalanus minor</i>	0.1	0.1	0.1	0.0	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.9	0.0	0.5	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	1.2	0.0
<i>Undinula vulgaris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Calocalanidae</b>																					
<i>Calocalanus pavo</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Calocalanus plumulosus</i>	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Calocalanus styliremis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Candaciidae</b>																					
Candaciidae copepodid	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<i>Candacia curta</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Candacia pachydactyla</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Paracandacia truncata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Centropagidae</b>																					
Centropagidae copepodid	3.2	0.0	0.0	1.6	0.3	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	42.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0
<i>Centropages tenuiremis</i>	6.5	0.1	0.0	16.1	1.9	0.0	0.1	0.3	6.8	0.6	0.0	925.1	1.8	1.2	0.1	0.0	0.7	17.6	0.1	0.0	0.0
<i>Centropages orsinii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Centropages gracilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Centropage elongatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Clausocalanidae</b>																					
Clausocalanidae copepodid	0.4	0.9	0.1	0.0	0.8	0.1	0.1	1.5	0.3	1.1	2.1	0.0	1.2	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.7	2.0	0.0
<i>Clausocalanus aruicornis</i>	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	1.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
<i>Clausocalanus farrani</i>	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.6	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	0.0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0.4	3.0	0.2	0.2	3.0	0.2	0.1	1.1	0.6	6.5	7.2	0.0	1.7	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	1.5	7.1	0.0
<i>Clausocalanus lividus</i>	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
<i>Clausocalanus mastigophorus</i>	0.1	0.9	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.1	0.1	1.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
<i>Clausocalanus minor</i>	0.3	0.6	0.0	0.0	0.9	0.3	0.0	0.0	0.2	1.9	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5	0.5	0.0
<i>Clausocalanus pergens</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Clausocalanus spp.</i>	0.2	0.6	0.1	0.1	0.7	0.1	0.1	1.0	0.2	0.8	0.9	0.0	0.5	0.1	0.0	0.1	1.0	0.1	0.6	1.3	0.0

Table 1 Continued

<b>Eucalanidae</b>																				
Eucalanidae copepodid	0.1	0.8	0.1	0.1	0.3	0.9	0.2	0.3	0.3	1.0	0.2	0.0	2.0	0.3	0.1	0.8	0.5	0.4	1.0	0.8
<i>Eucalanus hyalinus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
<i>Pareucalanus langae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>Pareucalanus attenuatus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Subeucalanus crassus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2
<i>Subeucalanus mucronatus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	1.0
<b>Euchaetidae</b>																				
Euchaetidae copepodid	0.4	0.0	0.1	0.1	1.3	2.2	0.1	0.2	0.3	3.4	2.4	0.0	1.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	2.9	2.7
<i>Euchaeta rimana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7
<i>Euchaeta concinna</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<b>Lucicutiidae</b>																				
<i>Lucicutia curta</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Lucicutia flavicornis</i>	0.0	0.8	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.7
<b>Metridinidae</b>																				
<i>Pleuromamma</i> copepodid	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Paracalanidae</b>																				
<i>Acrocalanus</i> copepodid	0.2	0.7	0.1	0.5	1.5	0.3	0.2	4.2	0.3	2.3	1.8	4.3	1.5	0.9	0.0	0.4	0.9	0.1	1.5	1.2
<i>Acrocalanus</i> spp.	0.4	1.4	0.2	0.3	2.3	1.1	0.3	3.3	0.6	2.9	3.0	8.6	2.5	0.5	0.1	1.5	0.7	0.7	2.0	0.2
<i>Acrocalanus gibber</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Acrocalanus gracilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.7	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2
<i>Acrocalanus monachus</i>	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.8	5.1	1.7	1.8	13.5	3.3	0.5	6.9	1.6	11.4	8.2	8.6	5.9	4.6	0.1	2.6	34.1	0.7	12.6	13.6
<i>Paracalanus parvus</i>	0.4	0.1	0.1	2.4	6.7	0.2	0.1	14.7	0.5	1.0	2.6	4.3	0.7	0.6	0.0	0.0	0.2	0.0	1.2	0.7
<b>Phaenidae</b>																				
<i>Phaenna spinifera</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Pontellidae</b>																				
Pontellidae copepodid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.2	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Calanopia elliptica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Labidocera detrucata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Pontella plumata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Pontellopsis yamadae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Pseudodiaptomidae</b>																				
<i>Pseudodiaptomus incisus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
<b>Rhincalanidae</b>																				
<i>Rhincalanus rostrifrons</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
<b>Scolecitricidae</b>																				
Scolecitricidae copepodid	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.3
<i>Scolecitrix danae</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.5
<b>Temoridae</b>																				
<i>Temora turbinata</i>	2.2	0.4	0.1	0.7	1.5	0.2	0.3	25.7	1.0	1.0	1.4	17.1	3.3	0.2	0.1	0.3	0.2	1.1	4.1	6.6
<i>Temora stylifera</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1	0.0	0.2	5.7	0.1	1.1	1.1	0.0	0.3	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.4	0.8
<i>Temora discaudata</i>	0.0	0.2	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.2	0.5	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2
<b>Tortanidae</b>																				
Tortanidae copepodid	0.1	0.0	0.0	1.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0
<i>Tortanus forcipatus</i>	0.1	0.0	0.0	1.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0
<b>Pontellidae</b>																				
Pontellidae copepodid	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	0.0	0.2	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Calanopia elliptica</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Table 1 Continued

CYCLOPOIDA																				
Corycaeidae																				
Corycaeidae copepodid	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.5	0.3	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.3	1.3	0.1	0.3	0.8
<i>Corycaeus</i> spp.	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.8
<i>Corycaeus (Agetus) flaccus</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Corycaeus (Agetus) limbatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Corycaeus (Agetus) typicus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3
<i>Corycaeus (Corycaeus) clausi</i>	0.0	0.2	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0
<i>Corycaeus (Corycaeus) crassiusculus</i>	0.0	1.0	0.0	0.2	0.5	0.3	0.1	0.5	0.1	1.3	0.3	2.1	0.5	0.0	0.2	0.5	0.5	0.0	0.4	2.9
<i>Corycaeus (Corycaeus) speciosus</i>	0.1	0.6	0.1	0.1	0.5	0.7	0.1	1.1	0.2	1.3	0.8	0.0	0.1	0.1	0.4	1.2	0.9	0.1	0.3	1.0
<i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) affinis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.2	0.0
<i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) andrewsi</i>	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
<i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) asiaticus</i>	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0
<i>Corycaeus (Ditrichocorycaeus) dahli</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.1	0.0	0.0
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) agilis</i>	0.1	0.1	0.0	0.2	1.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.8	1.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) catus</i>	0.0	0.2	0.1	0.7	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	2.1	0.2	0.0	0.5	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	1.3
<i>Corycaeus (Onychocorycaeus) pacificus</i>	0.1	0.6	0.1	0.4	0.9	0.5	0.1	0.2	0.4	1.0	0.5	0.0	0.5	0.1	0.4	0.6	1.7	0.2	0.3	2.2
<i>Corycaeus (Urocorycaeus) longistylis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Corycaeus (Urocorycaeus) lautus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Farranula gibbula</i>	0.2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Oithonidae																				
<i>Oithona</i> copepodid	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0
<i>Oithona plumifera</i>	0.2	0.4	0.0	0.2	0.3	1.0	0.2	0.2	0.0	1.9	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.2	0.4	0.2
<i>Oithona setigera</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0
<i>Oithona tenuis</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oncaedidae																				
<i>Oncaea conifera</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Oncaea media</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.3	0.2	0.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2
<i>Oncaea mediterranea</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.7
<i>Oncaea venusta</i>	1.2	6.1	1.2	0.6	25.1	7.4	1.0	10.0	1.3	9.2	2.1	12.8	7.8	0.6	1.8	7.2	3.7	1.4	6.0	9.3
Sapphirinidae																				
<i>Copilia mirabilis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sapphirina darwinii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sapphirina opalina</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sapphirina stellata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
Copepodid	0.9	0.8	0.3	0.7	4.6	0.9	0.2	3.6	0.6	3.6	3.2	4.3	0.7	0.7	0.1	0.6	0.7	0.4	1.2	2.2
Unidentified	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3

在海水溫度的垂直分布方面，由於本研究之 4 個調查測站水深較淺 (< 20 m)，因此，由 Fig. 4 可看出各測站海水垂直混合均勻，海水溫度之垂直變化不大。2008 年 2 月期間，各測站之垂直溫度介於 17.0 ~ 19.4 °C 之間，均低於 2006 年 2 月各測站之垂直溫度分布範圍 (20.0 ~ 22.3 °C)。

此外，大陸沿岸流於 2008 年 2 月入侵澎湖附近海域，造成青灣內灣之測站 A 的海水溫度較 2006 年 2 月約下降 3.5 °C；但於寒害後一個月 (2008 年 3 月) 期間，各調查測站之海水溫度均高於 2006 與 2009 年 2 月之海水溫度。根據陳等 (2008) 報告指出，2008 年為反聖嬰年，西北太平

洋之海水溫度較前二年高，但 2 月期間由於受大陸冷氣團南下之影響，使澎湖附近海域近一個月處於極低溫狀況，平均溫度低於 15 °C，且超過 1/4 個月的時間均低於 13 °C。本研究 4 月份調查期間各測站海水溫度均高於 2006 與 2009 年同期之調查結果，應與南下之大陸冷氣團消失及受反聖嬰現象之影響有關。

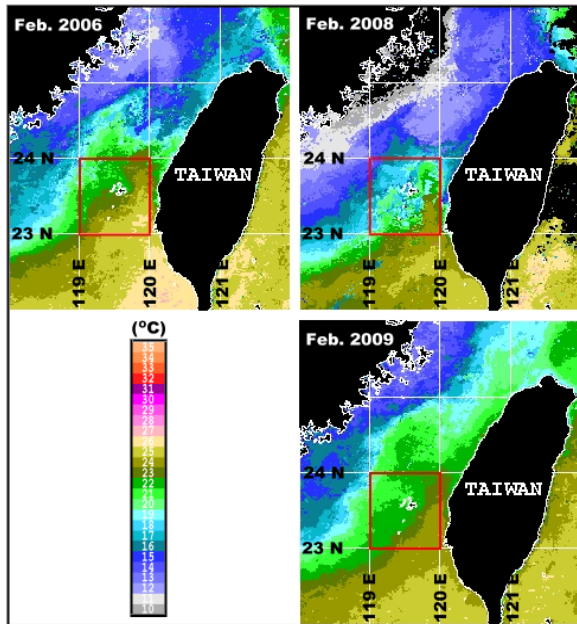


Fig. 2 The spatial distribution of the sea surface temperature derived from NOAA/AVHRR.

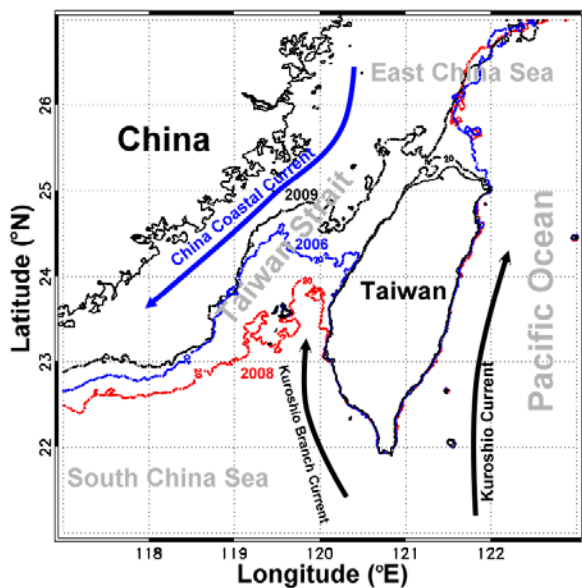


Fig. 3 Illustration of the 20 °C isotherm of the sea surface temperature derived from NOAA/AVHRR on February 2006 (blue line), 2008 (red line) and 2009 (black line).

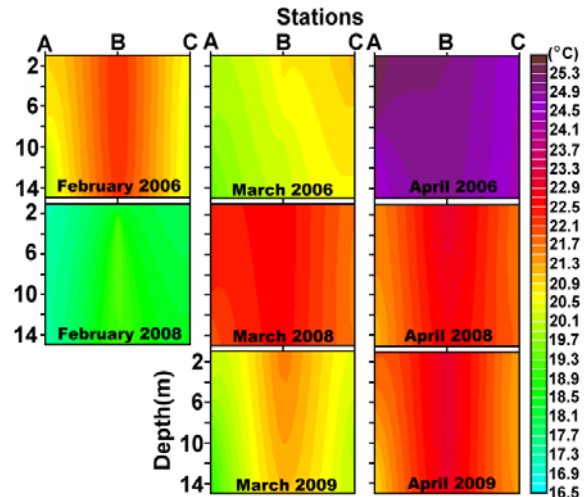


Fig. 4 Vertical distributions of sea temperature of each sampling station.

## 二、橈足類種類組成

本研究調查期間橈足類豐度及種類歧異度指標 (Shannon's diversity index) 之變化如 Fig. 5 所示，其豐度變動介於 4.6 ~ 1053.6 inds./m<sup>3</sup>，且最大與最小值分別出現於 2008 年 3 月與 4 月期間之測站 A；歧異度指標變動則介於 0.90 ~ 4.54 之間，且其最大值出現於 2006 年 4 月期間之測站 B，最小值為 2008 年 3 月之測站 A。各測站浮游動物樣本經鑑定後，共記錄橈足類 84 種 (Table 1)，分別屬於 2 目 22 科 38 屬，且前 5 種主要優勢橈足類包括瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis*)、針刺擬哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、麗隆水蚤 (*Oncaea venusta*)、錐形寬水蚤 (*Temora turbinata*) 及長尾基齒哲水蚤 (*Clausocalanus furcatus*)。各測站之前 3 種主要優勢橈足類如 Table 2 所示。青灣海域內之測站 A 的主要優勢種類包括瘦尾胸刺水蚤、錐形寬水蚤、麗隆水蚤、針刺擬哲水蚤、小擬哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、美麗大眼水蚤 (*Corycaeus speciosus*)、太平洋大眼水蚤 (*Corycaeus pacificus*) 及紅紡錘水蚤 (*Acartia erythroa*)。瘦尾胸刺水蚤為冬季期間測站 A 海域內最優勢的種類，其豐度於 2008 年 3 月時高達 968.0 inds./m<sup>3</sup>，佔橈足類總數量 91.9%，但其豐度於次月銳減至 0.1 inds./m<sup>3</sup> (2.2%)。測站 B 與 C 位於青灣灣口及灣外海域，其橈足類豐度介於 2.6 ~ 176.5 inds./m<sup>3</sup> 之間，主要優勢種類包括麗隆水蚤、針刺擬哲水蚤、長尾基

**Table 2** The abundance and percentages of first three dominant copepods of each sampling station

year	month	A			B			C		
		Species	(inds./m <sup>3</sup> )	%	Species	(inds./m <sup>3</sup> )	%	Species	(inds./m <sup>3</sup> )	%
2006	2	<i>Centropages tenuiremis</i>	9.62	48.3	<i>Oncaea venusta</i>	6.14	18.8	<i>Paracalanus aculeatus</i>	1.65	30.2
		<i>Temora turbinata</i>	2.15	10.8	<i>Paracalanus aculeatus</i>	5.08	15.6	<i>Oncaea venusta</i>	1.21	22.2
		<i>Oncaea venusta</i>	1.23	6.2	<i>Clausocalanus furcatus</i>	2.96	9.1	<i>Clausocalanus furcatus</i>	0.24	4.4
	3	<i>Centropages tenuiremis</i>	17.68	56.7	<i>Oncaea venusta</i>	25.06	30.1	<i>Oncaea venusta</i>	7.37	10.7
		<i>Paracalanus parvus</i>	2.40	7.7	<i>Paracalanus aculeatus</i>	13.47	16.2	<i>Paracalanus aculeatus</i>	3.26	7.4
		<i>Paracalanus aculeatus</i>	1.78	5.7	<i>Paracalanus parvus</i>	6.74	8.1	<i>Acrocalanus</i> spp.	1.07	3.5
	4	-	-	-	<i>Oncaea venusta</i>	0.95	19.6	<i>Temora turbinata</i>	25.65	27.6
		-	-	-	<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.52	10.6	<i>Paracalanus parvus</i>	14.71	15.8
		-	-	-	<i>Acrocalanus</i> spp.	0.35	7.2	<i>Oncaea venusta</i>	9.97	10.7
2008	2	<i>Centropages tenuiremis</i>	6.76	29.1	<i>Paracalanus aculeatus</i>	11.44	16.7	<i>Paracalanus aculeatus</i>	8.23	16.4
		<i>Paracalanus aculeatus</i>	1.65	7.1	<i>Oncaea venusta</i>	9.15	13.3	<i>Clausocalanus furcatus</i>	7.16	14.2
		<i>Oncaea venusta</i>	1.30	5.6	<i>Clausocalanus furcatus</i>	6.48	9.4	<i>Acrocalanus</i> spp.	3.05	6.1
	3	<i>Centropages tenuiremis</i>	967.98	91.9	<i>Oncaea venusta</i>	7.83	18.7	<i>Paracalanus aculeatus</i>	4.60	35.3
		<i>Temora turbinata</i>	17.13	1.6	<i>Paracalanus aculeatus</i>	5.87	14.0	<i>Acrocalanus</i> spp.	1.43	11.0
		<i>Oncaea venusta</i>	12.85	1.2	<i>Temora turbinata</i>	3.34	8.0	<i>Centropages tenuiremis</i>	1.21	9.3
	4	<i>Oncaea venusta</i>	1.80	39.2	<i>Oncaea venusta</i>	7.22	33.4	<i>Paracalanus aculeatus</i>	34.10	62.6
		<i>Corycaeus speciosus</i>	0.39	8.5	<i>Paracalanus aculeatus</i>	2.64	12.2	<i>Oncaea venusta</i>	3.73	6.8
		<i>Corycaeus pacificus</i>	0.36	7.7	<i>Acrocalanus</i> spp.	1.52	7.1	<i>Corycaeus pacificus</i>	1.71	3.1
2009	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-	-	-	
		-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	<i>Centropages tenuiremis</i>	17.63	42.9	<i>Paracalanus aculeatus</i>	12.58	29.7	<i>Paracalanus aculeatus</i>	13.65	19.4
		<i>Tortanus forcipatus</i>	8.04	19.5	<i>Oncaea venusta</i>	6.03	14.3	<i>Oncaea venusta</i>	9.27	13.2
		<i>Acartia erythraea</i>	5.21	12.7	<i>Temora turbinata</i>	4.07	9.6	<i>Clausocalanus furcatus</i>	7.08	10.1
	4	<i>Centropages tenuiremis</i>	6.16	39.4	<i>Oncaea venusta</i>	40.65	23.0	<i>Oncaea venusta</i>	2.63	28.1
		<i>Acartia erythraea</i>	1.95	12.5	<i>Paracalanus aculeatus</i>	32.52	18.4	<i>Corycaeus pacificus</i>	1.29	13.8
		<i>Temora turbinata</i>	1.43	9.1	<i>Clausocalanus furcatus</i>	15.87	9.0	<i>Paracalanus aculeatus</i>	1.06	11.4

齒哲水蚤、小擬哲水蚤、隆哲水蚤屬 (*Acrocalanus* spp.)、錐形寬水蚤、太平大眼水蚤及雙毛紡錘水蚤 (*Acartia bifilosa*)。

根據以往研究顯示，瘦尾胸刺水蚤廣泛分布於中國大陸沿岸海域 (Huang, 1994)，且於 12 ~ 5 月期間為廈門海域的主要優勢種類 (Chen *et al.*, 1998)，屬於冷水性種類；Wu *et al.* (2007) 指出瘦尾胸刺水蚤產卵率會隨海水溫度及葉綠素濃度增加而提高，但當其豐度達到環境最高容許密度時，其豐度則與溫度呈負相關；Li *et al.* (1989) 報告指出瘦尾胸刺水蚤之母體於每年 12 ~ 4 月期間產下之受精卵，可於 2 天內孵化；此外，該寒害造

成澎湖周邊海域大量成魚及仔魚死亡，對於內灣之生態造成嚴重衝擊。因此，本研究於 2008 年 3 月發現瘦尾胸刺水蚤大量出現於青灣內海域，推測可能因灣內環境適合其生存，且寒害次月溫度提升有助於其族群繁衍，另因其掠食者 (魚類) 大量死亡而減少，可降低其被捕食率。

Lan *et al.* (2009) 報告指出，針刺擬哲水蚤、小擬哲水蚤及錐形寬水蚤為大陸沿岸流與黑潮支流之混合水的主要優勢種類，而此 3 種橈足類於本研究亦為各測站的主要優勢種類，意即本研究海域主要受大陸沿岸流及黑潮支流之混合水所影響。然因長尾基齒哲水蚤為青灣外測站之優勢種

類，而該種類於 Lan *et al.* (2009) 之報告中屬於黑潮支流之優勢種類，因此，青灣外之海域雖然主要受大陸沿岸流及黑潮支流之混合水所影響，但受黑潮支流之影響高於大陸沿岸流之影響。

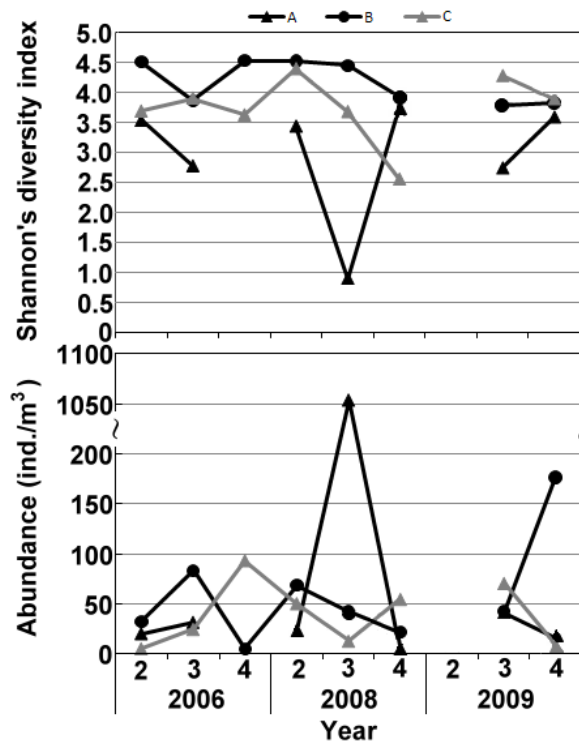


Fig. 5 Copepod abundance and Shannon's diversity index at each sampling station.

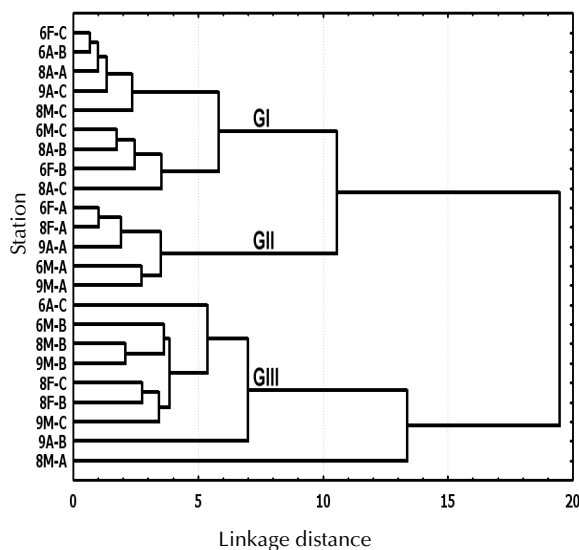


Fig. 6 Dendrogram of station derived from the cluster analysis based on the copepod communities. (6F-A: station A on February 2006; 8M-B: station B on March 2008; 9A-C: station C on April 2009, and so on).

### 三、測站間橈足類組成差異

本研究各測站之橈足類組成經群集分析後，其結果如 Fig. 6 所示，可將測站區分成 GI、GII、GIII 及 2008 年 3 月之測站 A (8M-A)。

青灣海域內測站 A 之橈足類組成除 2008 年 3 月與 4 月 (測站代號分號為 8M-A 與 8A-A) 之外，均被劃分至 GII 類群，與灣外測站之種類組成有明顯區分。灣外各測站於各調查期間之橈足類種類組成歸屬於 GI 與 GIII 類群，且各測站於澎湖寒害發生後，其種類組成並無明顯差異而被獨立區分形成一個類群，因此，青灣外海域橈足類受寒害之影響相對於灣內海域較小。大陸沿岸流於 2008 年 2 月入侵至澎湖海域，造成青灣內灣海域內其後 2 個月之橈足類種類組成發生明顯之改變。青灣內灣海域於寒害後之次月 (3 月) 時種類歧異度下降至 0.90，主要因瘦尾胸刺水蚤大量出現於該海域所致，其豐度由 6.8 inds./m<sup>3</sup> 提高至 968.0 inds./m<sup>3</sup>，佔橈足類總數量 91.9%；但至 4 月時，其種類歧異度提升至 3.73，且優勢種類改以麗隆水蚤、美麗大眼水蚤及太平大眼水蚤為主與灣外海域之橈足類種類組成較為相近。

青灣屬半封閉海域，其灣內海水交換速度低於灣外海域，因此，灣內海域之橈足類組成於寒害後連續 2 個月期間有明顯差異；而灣外海域由於屬較開放之海域，其海水交換速度較高，且寒害影響時間短，因此，在橈足類組成方面受寒害之影響相對較小。

### 參考文獻

- 陳清潮, 章淑珍 (1965) 黃海和東海的浮游橈足類 I (哲水蚤目). 海洋科學集刊, 7: 20-131.
- 陳永明, 于宜強, 黃柏誠 (2008) 災害防救科技與知識專欄 - 澎湖海域 2008 年寒害分析報告. 災害防救電子報, 35: 1-5.
- 鄭重, 張松踪, 李松, 方金釧, 賴瑞卿 (1964) 中國海洋浮游橈足類 (上卷). 上海科學技術出版社, 210 pp.
- 鄭重, 李松, 李少菁, 陳柏云 (1980) 中國海洋浮游橈足類 (中卷). 上海科學技術出版社, 162 pp.
- Chen, R. X., J. H. Lin, M. Lin and Y. Y. Dai (1998) Ecological study on zooplankton in western Xiamen Harbour. J. Oceanogr. Taiwan Strait, 17: 294-298 (in Chinese with English abstract).



- Chihara, M. and M. Murano (1997) An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan. Tokai Univ. Press, 649-1004.
- Frost, B. and A. Fleminger (1968) A revision of the genus *Clausocalanus* (COPEPODA: CALANOIDA) with remarks on distributional patterns in diagnostic characters. Univ. California Press, 235 pp.
- Gliwicz, M. and J. Pijanowska (1989) The role of predation in zooplankton succession, *In* Plankton Ecology: Succession in Plankton Communities (U. Sommer ed.). Springer-Verlag, Berlin, 253-296.
- Huang, Z. G. (1994) Marine species and their distribution in China's Sea. China Ocean Press, Beijing (in Chinese).
- Hunter, J. R. (1981) Feeding ecology and predation of marine fish larvae. *In* Marine Fish Larvae (R. Lasker ed.), Washington Sea Grant Pub., Seattle, pp. 34-77.
- Jan, S., J. Wang, C. S. Chern and S. Y. Chao (2002) Seasonal variation of the circulation in the Taiwan Strait. *J. Mar. Syst.*, 35: 249-268.
- Lan, Y. C., M. A. Lee, W. Y. Chen, F. J. Hsieh, J. Y. Pan, D. C. Liu and W. C. Su (2008) Seasonal relationships between the copepod community and hydrographic conditions in the southern East China Sea. *ICES J. Mar. Sci.*, 65: 462-468.
- Lan, Y. C., M. A. Lee, C. H. Liao and K. T. Lee (2009) Copepod community structure of the winter frontal zone induced by the Kuroshio Branch Current and the China Coastal Current in the Taiwan Strait. *J. Mar. Sci. Technol.*, 17(1): 1-6.
- Li, S. J., F. Chen and G. Z. Wang (1989) Studies on the feature of eggs and their hatching rates of some planktonic copepods in Xiamen waters. *J. Xiamen Univ. (Nat. Sci.)*, 28: 538-543 (in Chinese with English abstract).
- Nishida, S. (1985) Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (COPEPODA, CYCLOPOIDA) in the Pacific and Indian oceans. *Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*, 20: 167 pp.
- Park, T. (1995) Taxonomy and Distribution of the Marine Calanoid Copepod Family Euchaetidae. Univ. California Press, 203 pp.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese and F. C. J. Torres (1998) Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860-863.
- Sanchez, V. L. (1998) Diet composition and feeding habits of fish larvae of two co-occurring species (Pisces: Callionymidae and Bothidae) in the north-western Mediterranean. *ICES J. Mar. Sci.*, 55: 299-308.
- Shih, C. T. and T. S. Chiu (1998) Copepod diversity in the water masses of the southern East China Sea north of Taiwan. *J. Mar. Syst.*, 15: 533-542.
- Wu, L. S., G. Z. Wang, X. D. Jiang and S. J. Li (2007) Seasonal reproductive biology of *Centropages tenuiremis* (copepod) in Xiamen waters, People's Republic of China. *J. Plankton Res.*, 29(5): 437-446.

## Effect of the 2008 Cold Accident on the Planktonic Copepod Community in the Waters Around Penghu

Yang-Chi Lan<sup>1\*</sup>, Chi-Tien Lee<sup>2</sup>, Yi-Le Sheng<sup>3</sup>, Ming-An Lee<sup>2</sup>, Chi-Lun Wu<sup>1</sup>  
and Wan-Sheng Tsai<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

<sup>2</sup>Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University

<sup>3</sup>Penghu Marine Biology Research Center, Fisheries Research Institute

### ABSTRACT

The cold China Coastal Current flow from the East China Sea southward into the Taiwan Strait in winter and it is usually blocked by the warm Kuroshio Branch Current in the western water of Penghu. In February 2008, a China cold air mass intruded southeastward into the surrounding waters of Penghu unexpectedly. This cold accident caused a 3.5 °C drop in water temperature in the station A inner the Chingwan bay of Penghu in contrast to the same month of pervious year. There were 84 species of copepods and belonged to 2 orders, 23 families, and 38 genera in this study. The first five dominant copepods were *Centropages tenuiremis*, *Paracalanus aculeatus*, *Oncaea venusta*, *Temora turbinata* and *Clausocalanus furcatus*. The cluster analysis showed that copepod compositions at those stations inner the bay were significant differences with stations outside the bay. The Chingwan bay is a semi-closed bay and the rate of water change in the inner bay is slower than that in outer bay. The cold accident resulting from the intruding of China Coastal Current clearly changed the copepod compositions of Chingwan bay in the following two months.

**Key words:** Taiwan Strait, Penghu, *Centropages tenuiremis*, China Coastal Current, Kuroshio, front, cold accident

---

\*Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 20246, Taiwan.  
TEL: (02) 2462-2101; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: yclan@mail.tfrin.gov.tw