

臺灣淺堆周邊海域浮游動物組成及豐度變動之初探

陳律祺¹、葉宇庭²、林綉美²、莊美英²、歐麗榛²、謝恆毅²

¹ 水產試驗所海洋漁業組、² 澎湖海洋生物研究中心

前言

臺灣淺堆又稱臺灣淺灘、臺灣灘或南淺，英文為 Taiwan bank，位在澎湖海域的西南方。由過去相關研究顯示，該海域是許多重要經濟物種的產卵場，亦是澎湖當地漁民重要的作業海域。然而由於近年來漁業捕撈技術進步，許多高效率與高破壞性之漁具及漁法出現，容易造成區域性漁業資源減少及棲地破壞，產生不可挽救之情境。再加上中國對砂石之需求量大，許多中國鐵殼抽砂船及運搬船常態性進入海峽中線，至臺灣淺堆周邊海域大量進行抽砂及轉載作業，嚴重影響及破壞該海域海洋生態及海底棲地。

浮游動物是海洋生態系中豐度以及多樣性高之一大類群，其水平移動主要都是靠海流之運輸。也因浮游動物即為大部分海洋生物之發育初期，對於適應外在環境變化之能力不足，因此海洋中各區域浮游動物之種類組成與空間分布，與當地海洋環境的變動有著相當密切之關係。而浮游動物對於海域生態極為重要，因體型小可以直接作為許多海洋生物的餌料，也是海洋中無機物轉化成有機蛋白質一連串過程中一個重要環節。此外，浮游動物亦可做為判斷不同流系或水團

之依據，即作為指標生物或物種。

魚類的仔稚魚期亦可歸為浮游動物，屬魚類初期生活史，並由其脊索末端之長成及上曲情況，決定其為浮游或具微游泳能力狀態。因為受外在環境變動影響大，故仔稚魚的活存率多寡，對漁業資源的起伏影響甚鉅。透過觀察仔稚魚現存量，可應用於未來進行加入量及資源量推估與預測之重要參數之一。

綜上所述可以發現，若缺少相關基礎資料，對於面臨現今漁業資源過度開發造成魚類資源枯竭之狀況，將缺少可供參考之依據提供給漁政管理單位訂定相關管理政策，以有效預估、管理並降低漁獲量持續下降的情形。據此，本調查透過系統性之監測調查方式收集臺灣淺堆周邊海域浮游動物樣本資料，探討該海域浮游動物之時空變化特性，藉以瞭解臺灣淺堆周邊海域浮游動物之現況，相關成果期能作為有關單位進行政策管理之參考。

材料與方法

本研究調查於 2022 年以四季各 1 次之頻度 (季度劃分原則為 1-3 月為第 1 季、4-6



月為第 2 季等以此類推)，於臺灣淺堆周邊海域所設定之 12 個定點測站進行浮游動物採集 (圖 1)。利用本所海安號試驗船 (總噸位 42.43 噸、馬力數 470 匹)，以表層 (約 1–2 m 深) 水平拖曳方式，於船艉後方分別拖曳標準稚魚網 (網口直徑 130 cm、網身長 450 cm，網身前 150 cm 網目大小為 3,000 μm ，後 300 cm 網目大小則為 330 μm) 及北太平洋標準網 (網口直徑 45 cm、網目大小為 330 μm)。各測站皆拖曳 10 分鐘，且船速儘可能維持在 1–2 節之間。採集網之網口中央結附流量計以計算濾水體積，並將樣本以 24% 福馬林溶液加以固定保存，攜回實驗室進行後續工作。

由北太平洋標準網所採獲之浮游動物樣本會先以分割器重複進行均勻且隨機之分割，直到樣本總個體在 3,000 個左右，再置於解剖顯微鏡下進行大類分類及計數；而由標準稚魚網所採獲之仔稚魚則全數挑出，並

透過解剖顯微鏡描繪各仔稚魚之外部形態，並依據其外部形態特徵和形質，參考相關圖鑑進行辨識及分類鑑定。本研究將所採集之浮游動物樣本分屬 16 個分類群，包括橈足類、毛顎類、海樽類、有尾類、多毛綱、水母類、枝角類、蝦類幼生、蟹類幼生、端足類、腹足類、翼足類、頭足綱、魚卵、仔稚魚及其他浮游動物，並透過結附於網口中央處之流量計數據求得各測站採樣網具的濾水體積，以求得各測站浮游動物之豐度。

最後利用 Primer 6.0 軟體進行群集分析。先將各測站浮游動物豐度資料進行對數轉換 (其中剔除不足 1% 之大類)，再以布雷-柯蒂斯相異度 (Bray-Curtis dissimilarity) 分析各測站間浮游動物大類組成的相似度，再以平均連結聚合演算法計算各點與各點間距離總和的平均，由此對各測站進行群集分析並將結果繪製成樹狀圖，以探討各測站間浮游動物大類組成之變異程度。

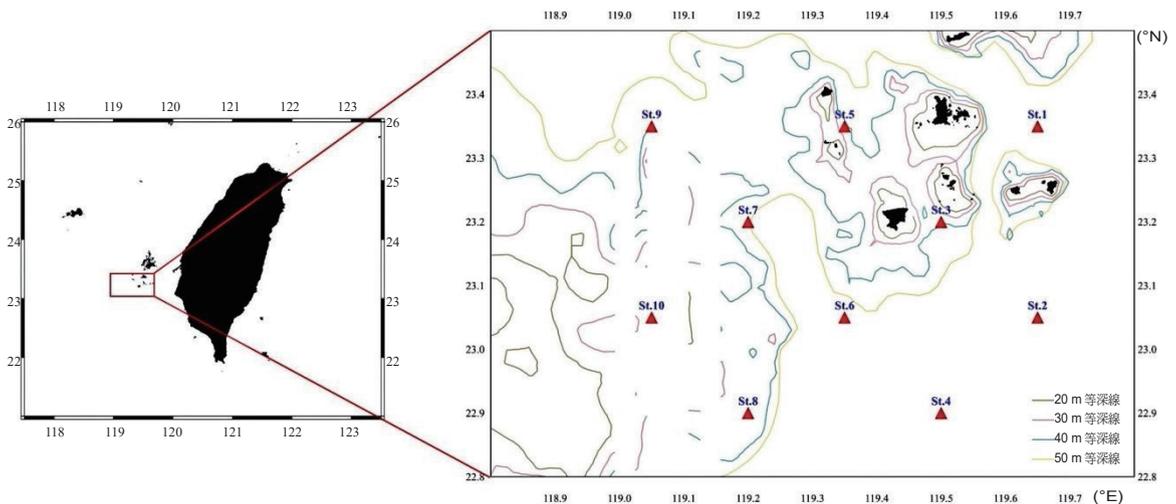


圖 1 本研究調查海域及固定測站位置圖

結果與討論

一、浮游動物豐度變化及類群分析

由北太平洋標準網採集結果發現，臺灣淺堆周邊海域浮游動物主要優勢大類以橈足類最為優勢 (52.8%)，其次依序為蝦類幼生 (17.6%)、枝角類 (8.8%)、有尾類 (5.8%) 及魚卵 (5.4%) 等，前 5 大類累計佔總豐度 90% 以上 (圖 2)。浮游動物豐度變動方面，橈足類平均豐度為 $131.6 \pm 160.4 \text{ ind./m}^3$ ；毛顎類平均為 $5.2 \pm 4.9 \text{ ind./m}^3$ ；海樽類平均為 $2.4 \pm 4.5 \text{ ind./m}^3$ ；有尾類平均為 $14.4 \pm 42.3 \text{ ind./m}^3$ ；多毛綱平均為 $0.09 \pm 0.1 \text{ ind./m}^3$ ；水母類平均為 $3 \pm 7.8 \text{ ind./m}^3$ ；枝角類平均為 $21.9 \pm 72.3 \text{ ind./m}^3$ ；蝦類幼生平均為 $43.8 \pm 267.3 \text{ ind./m}^3$ ；蟹類幼生平均為 $0.8 \pm 1.8 \text{ ind./m}^3$ ；端足類平均為 $0.5 \pm 1.9 \text{ ind./m}^3$ ；腹足類平均為 $6.7 \pm 21.5 \text{ ind./m}^3$ ；翼足類平均為 $2.4 \pm 6.9 \text{ ind./m}^3$ ；頭足綱平均為 $0.009 \pm 0.03 \text{ ind./m}^3$ ；魚卵平均為 $13.3 \pm 78.2 \text{ ind./m}^3$ ；仔稚魚平均為 $0.5 \pm 1.3 \text{ ind./m}^3$ ，而其他浮游動物平均為 $2.4 \pm 12.7 \text{ ind./m}^3$ (表 1)。由上述結果可得知，調查海域浮游動物主要優勢大類以橈足類最為優勢，以毛顎類豐度之時空間變動最為穩定，而蝦類幼生豐度變動情況則最大。

為探究臺灣淺堆周邊海域浮游動物大類組成之變動狀況，本研究進一步解析該海域浮游動物大類豐度分群狀況，將各測站所採集的浮游動物大類進行群集分析並繪製成樹狀圖 (圖 3)，由群集分析各季不同測站大類組成之相似度結果表明，調查海域各測站浮游動物分群主因可能與時間因子有關，可以將第 2 季及第 3 季分為一大類群，而第 1 季及第 4 季則為另一類群，大致上可由季節別區分為夏秋群及冬春群。

二、仔稚魚物種組成

標準稚魚網總計採獲 2,237 尾仔稚魚，分屬 56 科 122 類。由科別及物種組成圓餅圖結果發現 (圖 4)，臺灣淺堆周邊海域前十大優勢科別分別為鱈科 (14.2%)、鯖科 (13.4%)、燈籠魚科 (12.7%)、鬚鯛科 (11.6%)、鰺科 (9.8%)、海鰻鰵科 (7.2%)、鰕虎魚科 (4.8%)、雀鯛科 (2.9%)、鯧科 (2.6%)、鯉科 (2.1%)；而前十大優勢物種則分別為日本緋鯉 (10.9%)、圓花鯉 (9.6%)、逆鈎鱈屬 (9.1%)、花身鰺 (8.6%)、海鰻鰵屬 (6.1%)、鰕虎魚科 (4.6%)、瓦明氏角燈魚 (4.4%)、七星底燈魚 (3.3%)、鬼頭刀 (2.6%)、黃鰭鮪 (2.4%)。可以發現，臺灣淺堆周邊海域以鱈科仔稚魚最常見。

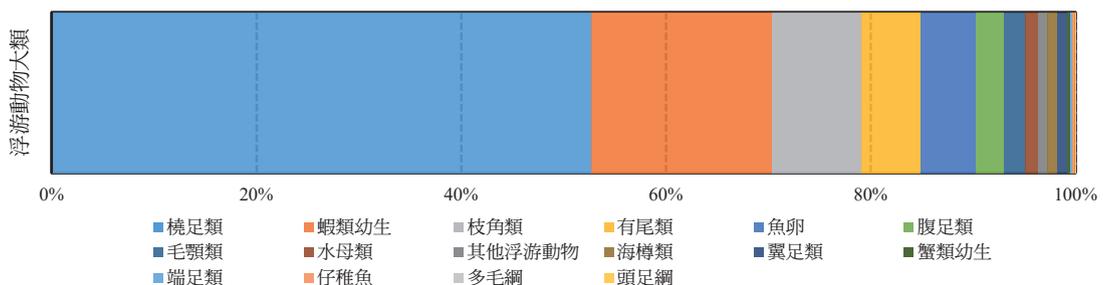


圖 2 調查海域浮游動物大類百分比組成



表 1 調查海域各測站浮游動物大類豐度 (ind./m³) 一覽表

	第 1 季										第 2 季									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
橈足類	39.8	170.7	169.9	171.2	89.5	169.3	710.3	577.2	522.2	13.1	19.2	45.6	112.4	98.0	197.2	30.6	272.4	14.8	5.1	32.3
毛顎類	3.6	5.6	12.0	11.7	6.2	4.8	18.0	8.4	9.3	2.0	1.9	4.7	10.3	9.2	15.6	3.2	15.8	0.8	0.1	0.7
海樽類	2.4	0.6	5.0	7.2	2.3	14.9	1.4	0.0	0.0	0.0	7.0	3.5	5.8	24.9	0.6	0.9	4.9	0.1	0.2	0.0
有尾類	7.6	4.6	15.8	14.5	5.0	12.4	66.6	88.3	268.8	35.0	1.7	1.5	0.6	3.5	2.7	0.6	5.0	0.2	0.1	1.2
多毛綱	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	0.4	0.0	0.8	0.1	0.1	0.0+
水母類	1.7	0.3	1.1	0.3	0.2	0.8	3.4	2.8	0.8	0.2	1.8	0.4	0.6	9.8	1.3	0.5	0.8	0.2	0.3	0.0+
枝角類	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	43.8	39.2	22.0	0.0	0.1	0.7	1.4	1.2	0.1
蝦類幼生	0.0+	0.4	0.8	6.7	0.3	62.6	8.6	1795.9	1.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.0	15.7	0.4	15.8	3.4	0.2	0.3
蟹類幼生	0.0+	0.1	0.2	0.2	0.4	2.5	2.0	1.4	1.3	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	1.0	0.0+	0.9	0.4	0.0+	0.2
端足類	0.1	0.5	0.0	2.6	0.0	3.2	0.5	12.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0
腹足類	1.0	0.1	13.9	6.3	0.3	9.2	2.7	9.8	2.7	0.0	0.3	0.1	1.8	2.7	1.0	0.04	0.4	0.1	0.4	0.5
翼足類	0.2	0.5	1.0	3.6	0.3	2.0	3.0	1.4	0.3	0.0	0.4	0.0	1.1	0.3	0.7	0.1	0.7	0.0	0.1	0.2
頭足綱	0.0	0.0	0.0	0.1	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	0.0	0.0	0.0
魚卵	1.4	1.7	1.3	0.4	1.4	3.3	6.8	8.4	16.5	526.2	1.1	0.9	0.2	1.5	1.5	0.1	1.7	1.2	1.8	0.7
仔稚魚	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.3	0.0	1.4	0.3	0.0	0.0+	0.8	0.2	1.2	3.6	0.0+	4	0.0	0.1	0.0
其他浮游動物	0.2	1.3	0.6	8.7	0.1	2.1	1.4	85.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0
	第 3 季										第 4 季									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
橈足類	74.4	196.6	261.0	250.5	257.9	417.5	69.3	6.6	133.0	95.4	5.3	33.5	2.9	5.2	6.6	220.3	14.9	59.7	1.2	38.6
毛顎類	1.4	10.0	1.2	10.5	4.7	7.5	2.8	0.3	4.7	6.9	0.9	0.5	1.0	0.3	0.6	4.1	0.2	2.8	0.0+	3.0
海樽類	0.0	0.0	1.6	0.1	8.8	1.8	0.4	0.0	0.0	0.0	2.3	0.1	5.7	0.0	0.0	0.6	0.1	3.1	0.0	0.3
有尾類	7.5	0.0	0.0	0.3	9.3	27.1	12.3	0.2	0.3	19.1	4.1	0.9	1.3	0.0+	0.1	1.4	0.0	4.0	0.0	0.9
多毛綱	0.0	0.3	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0+	0.0+	0.0+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水母類	0.5	1.4	0.8	7.1	1.4	41.3	32.8	0.0	7.4	10.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	0.2	0.3	0.0+	0.1
枝角類	5.0	446.0	12.2	91.4	182.3	68.9	45.3	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
蝦類幼生	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.2	0.4	0.0+	1.0	5.4	0.0+	0.1	0.1	0.1	0.5	2.9	0.5	0	0.2	1.5
蟹類幼生	0.1	0.0	0.1	0.7	0.1	0.9	0.9	0.1	11.6	2.2	0.3	1.4	0.2	0.3	0.8	4.5	0.0	0.0	0.1	0.2
端足類	0.0	0.8	0.0	0.4	0.0	0.6	1.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0+	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
腹足類	4.6	2.7	4.1	1.7	15.3	67.2	2.6	0.1	9.5	1.9	0.2	1.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1
翼足類	12.7	1.2	3.8	1.9	18.3	42.4	4.4	0.0+	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1
頭足綱	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
魚卵	0.0	0.0	0.1	0.0	0.7	1.1	1.9	0.3	0.0	0.5	0.3	0.1	0.2	0.0+	0.0	0.4	0.1	0.5	0.0+	0.3
仔稚魚	0.0	7.8	0.2	0.5	0.1	0.3	0.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0+	0.0	0.0	0.1
其他浮游動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0+	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0

註：S1-10 表示測站 1-10；+ 表示 <0.1

進一步分析仔稚魚及魚卵季節之豐度變化，結果發現，無論是標準稚魚網或北太平洋標準網所採集到的魚卵及仔稚魚豐度，皆

呈現相同之變動趨勢，即魚卵豐度以第 1 季最高，並隨時間推移降低；而仔稚魚豐度則以第 2 季最高，第 4 季最低 (圖 5)。

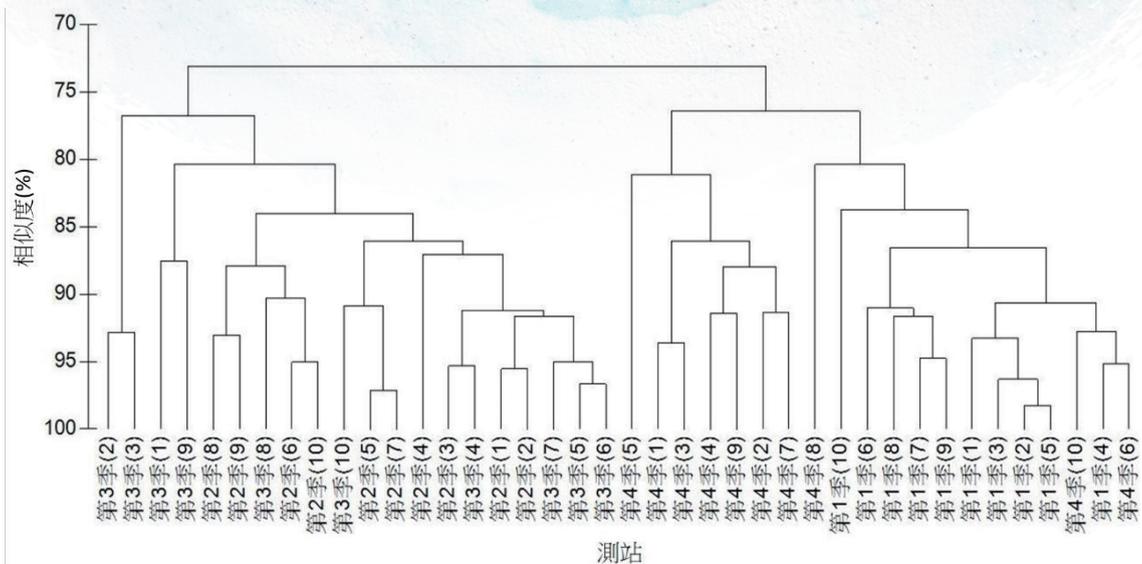


圖3 調查海域各測站浮游動物大類群集分析樹狀圖(後方括號內數字為測站別)

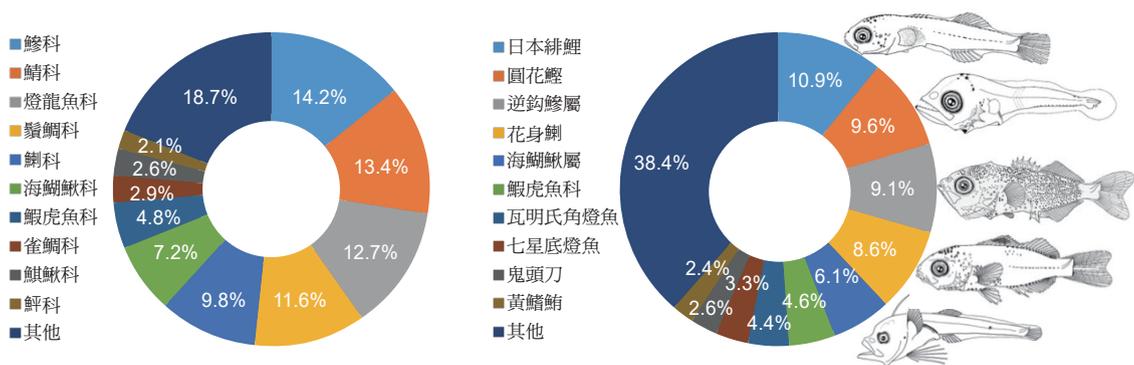


圖4 調查海域仔稚魚科別(左)及物種(右)組成圓餅圖

結語

本研究結果發現橈足類為臺灣淺堆周邊海域最為優勢之浮游動物大類，與許多過往調查結果一致。此外，由早期調查臺灣淺堆海域相關文獻顯示，該海域浮游動物計有水母類、腹足類、多毛綱、枝角類、介形綱、橈足類、糠蝦目、端足類、磷蝦目、十足目、毛顎類及被囊動物亞門等十二大類，且各季

節皆以橈足類最為豐富。由於浮游動物主要隨水流運輸，故推測可能因調查海域終年受不同水團影響，如南海表層水及黑潮支流水，不同時節受到不同流系影響且程度亦不相同，使浮游動物大類組成及豐度有所變化，導致有不同的類群組成。該海域主要以鰺科仔稚魚為主，與過往調查相似，發現該海域仔稚魚種類主要為鰺科、鮒科、狗母魚科、鰕虎魚科，而最優勢物種則為藍圓鰺。

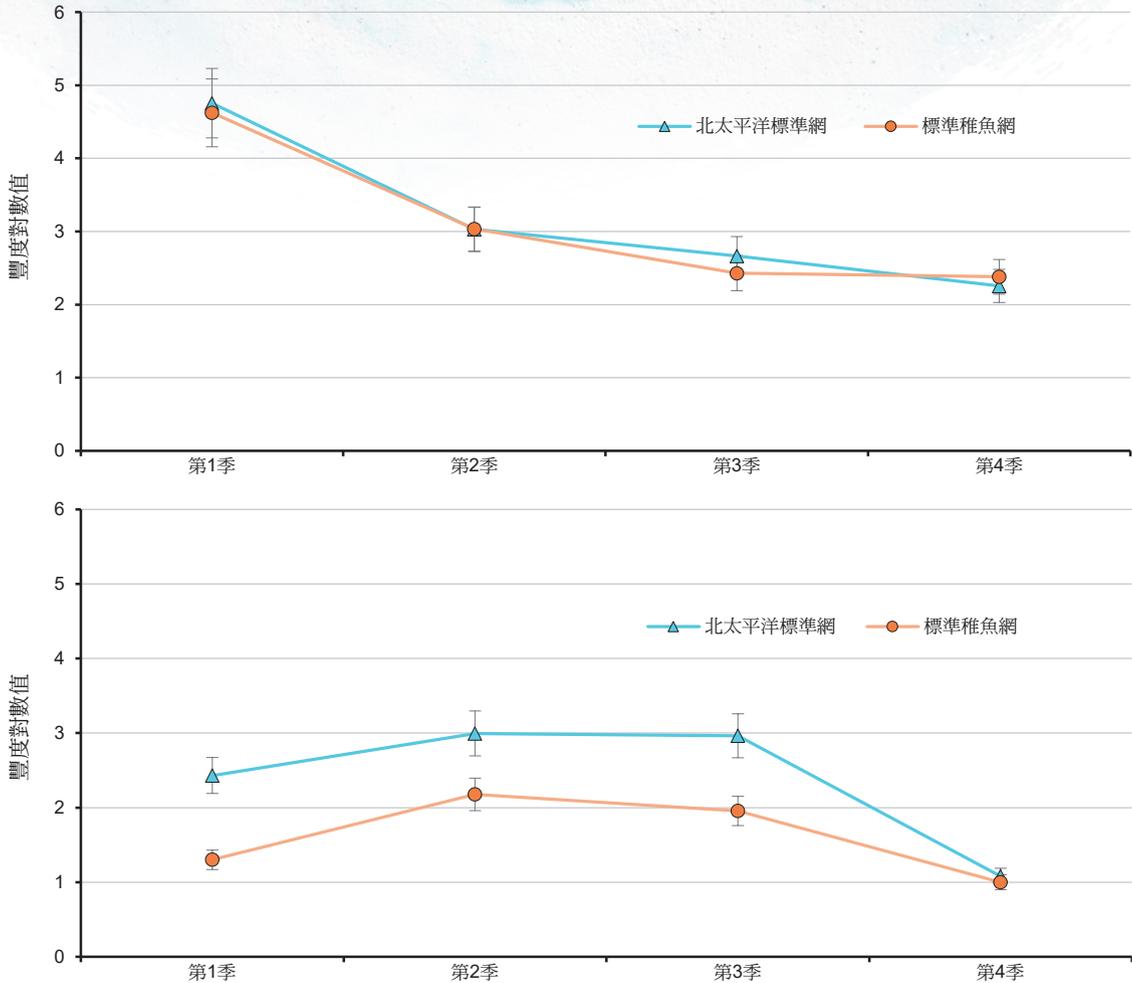


圖 5 魚卵(上)及仔稚魚(下)豐度季節變動圖 (豐度單位 ind./1,000m³)

魚卵及仔稚魚豐度變動有相當明顯之季節變化，此部分極有可能與該海域親魚產卵模式有關，推測調查海域魚類可能較多在春季產卵並隨著時間推移孵化，使仔稚魚豐度在夏季達到最高。

現今因漁業資源受到人為及氣候變遷等不同因子交相影響下，維持目前或回復過去漁業資源狀態成為當下漁業發展及科學研究努力之目標。浮游動物調查雖對整體漁撈產業並無直接關聯性，但其抵抗外界能力微弱

之特性及仔稚魚為魚類早期生活史，對海域環境監測及資源加入量相當重要，其結果亦可作為應用研究的背景參考資料，再加上目前臺灣淺堆海域遭受中國頻度極高之抽砂行為，可能會使該海域底棲生態發生變化。據此，浮游動物之調查對於掌握當地漁業資源變動現況更甚至到整體漁撈業產業而言，皆屬非常重要之任務，故應持續進行監測該重要漁場浮游動物變動情形，提供相關適切的建議，方能達漁業資源永續利用之願景。