

國立臺灣大學生命科學院漁業科學研究所

碩士論文

Institute of Fisheries Science

College of Life Science

National Taiwan University

Master Thesis



臺灣周遭淺海至深海底棲魚類群聚組成特性

Community structure of demersal fishes from continental  
shelf to lower continental slope around Taiwan

廖竣

Chun Liao

指導教授：蕭仁傑 博士

魏志潏 博士

Advisor: Jen-Chieh Shiao, Ph.D.

Chih-Lin Wei, Ph.D.

中華民國 105 年 2 月

February, 2016



## 致謝

還記得兒時常在家附近的公園玩耍，時常與朋友在湖邊以撈網捕捉水中生物，當時的小朋友可能完全不會想到，此舉動竟成了支持自己對於生物的熱愛，並造就今日的自己。感謝 邵廣昭老師、葉信明老師、廖運志老師與李英周老師老師特地撥冗前來擔任口委，並給予論文撰寫的指導，更感謝 蕭仁傑老師與 魏志潏老師的細心指導，並提供許多資源與想法，協助本論文的完成。在兩年半的碩士生涯中，透過不斷地摸索，從完全不了解，到稍微理解，最終總算完成碩士論文。在此過程中，感謝實驗室的夥伴，學姐美旋、妮娜、黃婕、潔晴的教誨，學長恩諭、博舜、子喬、品仁的教導與經驗談，以及同屆的翰駁、宗達、文謙、宏安等同學的陪伴與快樂的桌遊，還有學弟妹力錡、許蓁、謝瑀、允信的年輕活力。也感謝有容與健翔學長不厭其煩的教導與鼓勵，以及同屆的同學，昱宣、國璋、政為等一同打籃球的同學兼修課夥伴；還有太多人需要感謝，恕無法全數列出，在此感謝所有的親朋好友們，謝謝。

此外，特別感謝瑞宗學長與文謙的陪伴，一路從大學到碩班，從出差、採集到論文撰寫與未來的夢想等大小事，有你們的支持與協助，讓我能更順利地完成此論文。

最後，感謝家人與舒逸，無怨無悔地從旁協助，給予支持與鼓勵，讓我能無後顧之憂的專心於論文的撰寫，謝謝你們，謝謝。



## 摘要

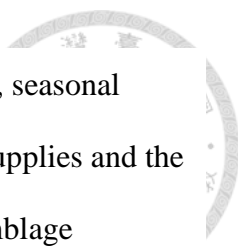
此論文以 PRIMER6 & PERMANOVA+所提供的群聚分析法，研究臺灣周遭海域的底棲魚類群聚特性，使用的資料為 2000 年至 2014 年間於深度 10 m 至 3580 m 的底拖調查數據—共 888 種魚種於 196 個測站。群集分析 (cluster)與多元尺度分析 (MDS)結果顯示整體魚類群聚隨深度逐漸改變，深度 200 m 以淺群聚主要分為西部與東北-西南兩群，而西部海域又可分為數群 (SIMPROF test;  $p < 0.05$ )，並隨深度越深不同海域間 (東北及西南海域)魚類群聚的差異雖然顯著 ( $p < 0.01$ )但隨深度越深而越小，RELATE 結果顯示魚類群聚與深度呈顯著中度相關 ( $Rho = 0.513$ ;  $p < 0.01$ )。DISTLM 分析結果顯示，200 m 以淺的群聚與深度、溫度、地形崎嶇度、表層平均初級生產力，以及顆粒有機碳通量呈顯著相關，而出現次數較高的魚類 (日本緋鯉、鱧蛇鰻、扁鰻)呈現類似南北分群的現象，分界位置大約位於澎湖群島地區；深度 201 – 1000 m 的群聚與深度、地形崎嶇度、表層平均初級生產力、表層平均初級生產力季節性變化，以及顆粒有機碳通量呈顯著相關，而出現次數較高的魚類 (小鰭新燈魚、多斑新魷魚與合鰓鰻)在西南海域以底棲性魚類 (鼠尾鱈科: Macrouridae)為主，東北海域除了底棲性魚類外，也有大洋垂直洄游性魚類 (燈籠魚科: Myctophidae)的出現，推測可能與長年存在的湧升流，使得浮游動物量增加，最終反映在東北海域魚類群聚組成上；深度超過 1000 m 的群聚與深度、溫度、地形崎嶇度、表層平均初級生產力、表層平均初級生產力季節性變化，以及顆粒有機碳通量呈顯著，但是主要以顆粒有機碳與地形的解釋力較高，出現次數較高的魚類以鑽光魚科 (Gonostomatidae)魚類為主。整體臺灣周遭的底棲魚類群聚主要受深度所影響外，還會受到其他環境因子 (水團、溫度、初級生產力)影響，甚至是小尺度的環境因子也可能會對魚類群聚造成影響 (底質、地形)。

**關鍵字：**臺灣周遭海域、底棲魚類群聚、魚類分布、魚類組成、帶狀分布

## Abstract



Community structure of demersal fish around Taiwan were examined from bottom trawl surveys between 2000 and 2014. A total of 888 fish species were recorded from 196 sampling sites extending from 10 to 2580-m depth and spanning the northeast (NE) and southwest (SW) shelves and slopes, as well as the western (W) shelf off the island of Taiwan. Cluster analysis and multi-dimensional scaling (MDS) show that the fish fauna changes were gradual and continuum along the depth gradient. On the continental shelf, the demersal fish can be separated into W and NE-SW assemblages, with the W assemblage being further divided into several significant subgroups. Along the shelves and slopes, the fish assemblage compositions were significantly different between the NE and SW regions, but the difference became smaller with depths. The assemblage composition was significantly correlated with depth, temperature, roughness, mean primary production and particulate organic carbon flux (POC flux) on the shelves, where the Lizardfish (*Saurida wanieso*) most frequently occurred on the shelf north of the Penghu island and Dragonet (*Callionymus planus*) characterized (by occurrence) the shelf south of the Penghu island. At upper bathyal depths (201 – 1000 m), the assemblage composition was significantly correlated with depth, roughness, mean primary production, seasonal variation of mean primary production and POC flux. The SW upper bathyal zone was characterized by demersal rattail fish (macrouridae) but the NE characterized by mesoplagic lantern fish (myctophidae). The frequent occurrence of lanternfish fish in the NE upper bathyal zone is presumably related to upwelling and abundant zooplankton in the region, in which the environmental conditions may favor the lanternfish with strong vertical-migration ability to optimize their foraging strategy. At the lower bathyal depths (>1000 m), the assemblage composition was significantly



correlated with depth, temperature, roughness, mean primary production, seasonal variation of primary production and POC flux; however, delining food supplies and the bottom terrain characteristic appears to be the main controls of the assemblage composition. The brislemouths (gonostomatidae) were the most frequently occurred fish species, suggesting that the habitats lokely become more similar between the NE and SW lower bathyal zones. In conclusion, the delineation of demersal fish assemblages off Taiwan were influenced by large-scale environmental forcing (e.g. depth and water masses) but the small-scale habitat heterogeneity may also contribute to small-scale regional variations (e.g. bottom type and terrain roughness).

**Key words:** Northwest Pacific, Taiwan, deep sea, continental shelf and slope, demersal fish community structure, assemblage composition, faunal zonation patterns

## 目錄



致謝 .....	i
中文摘要 .....	ii
英文摘要 .....	iii
目錄 .....	v
圖目錄 .....	vii
表目錄 .....	ix
附錄 .....	xi
第一章、前言 .....	1
1.1 臺灣周遭的海底地形 .....	1
1.2 島嶼四周的水文與洋流系統 .....	1
1.3 底棲魚類食性 .....	2
1.3.1 深度對於底棲魚類之影響 .....	3
1.3.2 底棲魚類群聚 .....	4
1.3.3 底棲魚類資源研究 .....	6
1.4 研究目的 .....	7
第二章、材料與方法 .....	9
2.1 魚類資料來源與詳細資訊 .....	9
2.2 魚類樣本處理 .....	10
2.3 統計分析 .....	11
2.4 環境資料來源與分析 .....	16
第三章、結果 .....	18
3.1 群聚結構分析 .....	18
3.2 物種出現率統計 .....	20

3.3	表層帶各海域群聚組成 (0 – 200 m) .....	20
3.4	中層帶群聚組成 (201 – 1000 m) .....	22
3.5	深層帶群聚組成 (> 1000 m) .....	23
3.6	廣深度分布魚類科別與體型隨深度之變化 .....	24
3.7	生物多樣性指數 .....	24
3.8	環境與生物間之交互關係 .....	26
第四章、	討論 .....	29
4.1	魚類多樣性與組成 .....	29
4.2	魚類群聚與環境之關係 .....	31
4.2.1	表層帶 (0 – 200 m)群聚 .....	31
4.2.2	中層帶 (201 – 600 m)群聚 .....	32
4.2.3	深層帶 (> 1000 m)群聚 .....	33
4.2.4	臺灣周遭海域測站整體群聚 .....	33
第五章、	總結 .....	37
第六章、	參考文獻 .....	39

## 圖目錄



圖 1、臺灣海域底層溫度型態.....	54
圖 2、臺灣海域底層鹽度型態.....	55
圖 3、臺灣海域海表面初級生產力型態 (1998 年至 2014 年間平均) .....	56
圖 4、193 測站 cluster 分析.....	57
圖 5、193 測站 MDS 分析.....	58
圖 6、193 測站各類群之位置分布.....	59
圖 7、東北海域 (65 測站) cluster 分析.....	60
圖 8、東北海域測站 MDS 分析.....	61
圖 9、東北海域 (65 測站)各類群之位置分布.....	62
圖 10、西南海域 (98 測站) cluster 分析.....	63
圖 11、西南海域測站 MDS 分析.....	64
圖 12、西南海域 (83 測站)各類群之位置分布.....	65
圖 13、深度 200 m 以淺 (44 測站) cluster 分析.....	66
圖 14、深度 200 m 以淺 (44 測站)MDS 分析.....	67
圖 15、深度 200 m 以淺 (44 測站)各類群之位置分布.....	68
圖 16、196 個測站於各海域 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 值.....	69
圖 17、196 個測站各類群 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 值.....	70
圖 18、東北與西南海域測站各類群 $\Delta+$ 值.....	71
圖 19、底棲魚類多樣性指數 (Delta+)隨深度之變化.....	72
圖 20、193 測站群聚與環境 DISTLM 分析.....	74
圖 21、東北海域之群聚與環境 DISTLM 分析.....	75
圖 22、西南海域之群聚與環境 DISTLM 分析.....	76
圖 23、表層帶可比較深度區間 (0 - 200 m)之群聚與環境 DISTLM 分析.....	77



圖 24、中層帶可比較深度 (201 - 600 m)之群聚與環境 DISTLM 分析.....78

圖 25、深層帶可比較深度區間 ( $> 1000$  m)之群聚與環境 DISTLM 分析.....79



## 表目錄

表 1、193 測站以歧異度 57% 區分為 A - H 類群.....	80
表 2、東北海域以歧異度 56% 區分為 A - H 類群.....	82
表 3、西南海域以歧異度 56% 區分為 A - E 類群.....	84
表 4、深度 200 m 以淺以歧異度 42% 區分為 A - E 類群.....	85
表 5、193 個測站 544 種魚種出現率區間分布.....	87
表 6、193 個測站以歧異度 57% 區分為 A - D 類群之物種出現率統計.....	88
表 7、東北海域測站 (共 65 個)各類群物種出現率統計.....	89
表 8、西南海域測站 (共 83 個)各類群物種出現率統計.....	90
表 9、西部海域測站 (共 29 個)各類群物種出現率統計.....	91
表 10、193 個測站各水層物種出現率統計.....	93
表 11、東北海域可比較深度區間之物種出現率統計.....	94
表 12、西南海域可比較深度區間之物種出現率統計.....	96
表 13、西部海域可比較深度區間之物種出現率統計.....	98
表 14、各海域表層帶可比較深度區間 (0 - 200 m)之物種貢獻度.....	99
表 15、各海域表層帶可比較深度區間 (0 - 200 m)之差異物種貢獻度.....	100
表 16、各海域中層帶可比較深度區間 (201 - 600 m)之物種貢獻度.....	101
表 17、各海域中層帶可比較深度區間 (201 - 600 m)之差異物種貢獻度.....	102
表 18、各海域深層帶可比較深度區間 (> 1000 m)之物種貢獻度.....	103
表 19、各海域深層帶可比較深度區間 (> 1000 m)之差異物種貢獻度.....	104
表 20、所有測站 (193 個測站)之 DISTLM 分析.....	105
表 21、所有測站 (193 個測站)東北海域之 DISTLM 分析.....	106
表 22、所有測站 (193 個測站)西南海域之 DISTLM 分析.....	107
表 23、可比較測站 (143 個測站)0 - 200 m 區間之 DISTLM 分析.....	108

表 24、可比較測站 (143 個測站)201 - 600 m 區間之 DISTLM 分析.....	109
表 25、可比較測站 (143 個測站) > 1000 m 區間之 DISTLM 分析.....	110
表 26、東北與西南海域，各水層之坡度與地形崎嶇度平均值.....	111

## 附錄



附錄 1、各採樣測站位置資料.....	112
附錄 2、出現次數為 1 物種清單.....	120
附錄 3、魚類科別預測深度分布與屬別之數量累計.....	130
附錄 4、魚類科別重量隨深度變化分布.....	135
附錄 5、所有測站 (196 個測站) 之多樣性指數.....	140



## 第一章、前言

### 1.1 臺灣周遭的海底地形

臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊的交界處，兩個板塊相互擠壓下的造山運動，形成了現今的島嶼環境。臺灣四面環海，島嶼東側緊臨廣大的太平洋海域，西側隔著臺灣海峽與歐亞大陸相望，朝北緊接東海，面南則是巴士海峽，西南側則是緊臨世界上最大的邊緣海之一——南海 (Sverdrup et al., 1942)。

臺灣東部外海的深度變化迅速，離海岸數公里遠便能達到 1000 m 以上的深海，最深深度則是大於 6000 m；臺灣東部的海底地形變化迅速，從陸棚斜坡、海盆、海脊到海底山脈。位於西南側的南海，與東部的狀況類似，同樣是深度變化迅速，且具有陸棚斜坡、海盆等複雜的海底地形。相較之下，位於西側的臺灣海峽，由於屬於歐亞大陸板塊的大陸棚區域，因此深度變化沒有如此劇烈，大部分海底均淺於 60 m 左右；此海域的地形特徵是底部平坦、寬闊且水淺的陸棚區域。位於北部的東海海域，其地形與臺灣海峽類似，同樣是底部寬闊而深度淺於 130 m 的陸棚區域；此海域海床平坦且沒有顯著的地形與地貌變化 (Dietz and Menard, 1951; Nino and Emery, 1961; Liu et al., 2006)。

### 1.2 島嶼四周的水文與洋流系統

根據 Casey and Cornillon (1999)研究結果，以及衛星遙測海溫資料與美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)的統計資料顯示，臺灣周遭的海表溫度，大致上是呈現東南向西北遞減的趨勢，而海表溫等溫線大多呈東北西南走向。相較於海表溫度，底部的溫度則是呈相反的現象，由西北向東南遞減，底層等溫線同樣呈東北西南走向 (圖 1)。整體而言，臺灣周遭的海表與底層溫度，由宜蘭與金山交界處，以及澎湖一帶，以上兩個位置相連延

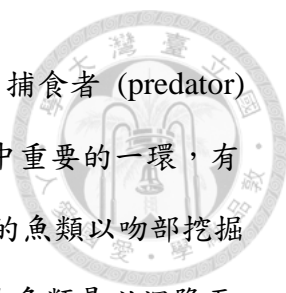
伸至外海；並將整個島嶼的溫度大致上分隔成南北兩區塊，而此切線也與前述等溫線位置相去不遠。底層鹽度雖無呈現明顯的南北差異（圖 2），但大致與底層溫度的趨勢相近（NOAA <https://www.nodc.noaa.gov/>）。

影響臺灣四周溫鹽的洋流系統，大致上分為三個，分別是黑潮源流、南海表層流與中國沿岸流。黑潮源流，又名「黑潮」，於臺大出版中心所出版之『臺灣區域海洋學』中之定義（戴等，2014）；以「黑潮源流」稱呼黑潮流系中，自菲律賓開始到東海陸棚斜坡為止（蘇澳—與那國島相連之界線以南），稱為「黑潮源流」，以下會以此稱呼流經臺灣東部的黑潮流系。

臺灣東部主要受到黑潮源流所主導，並隨季風吹拂呈季節性擺動，此外，黑潮源流流經東北海域碰撞至東海大陸棚，使得此海域產生廣為人知的海洋現象，位於彭佳嶼與棉花嶼之間終年存在的冷水團，此水團由較低溫且鹽度較高的海水所構成，又稱為「冷丘」（cold dome），冷丘一帶的基礎初級生產力高，是臺灣東北部的重要漁場之一（Chern et al., 1990; Jan et al., 2011）。北部海域則是受到一東一西兩個流系所影響，東為黑潮源流入侵東海陸棚的黑潮流系，西則為臺灣海峽北部的海流，其中包括臺灣海峽東側的北向流，以及冬季臺灣海峽西側南向的浙閩沿岸流（王與陳，1989；Chern and Wang, 1992）。西部與西南部海域，冬季時黑潮源流的支流入侵臺灣西南部，而中國沿岸流則自臺灣海峽由北向南流動，夏季時受西南季風吹拂，將南中國海表層水帶往臺灣海峽，臺灣的西部與西南海域主要受以上三個水團所影響。臺灣周遭海域因受到以上不同的洋流所影響，進而使得表層平均初級生產力（圖 3 b）、表層平均初級生產力之季節性變化（圖 3 c），以及 POC flux（圖 3 a）的分布因此而有差異。

### 1.3 底棲魚類食性


生存於海洋底層，底質表面的底棲魚類，對於整個生態系中的能量循環、有機物質的分解與堆積等作用，具有重要的影響。其中，底棲魚類依食性可區分為



草食者 (herbivores)、食碎屑者 (detritivores)、刮食者 (grazer)、捕食者 (predator) 以及腐食者 (scavenger)。不同食性的魚類各自扮演著能量循環中重要的一環，有些種類甚至演化出多樣的攝食方式，如鼠尾鱈科 (Macrouridae) 的魚類以吻部挖掘海床之砂泥底質，尋找小型底棲魚類或是甲殼類為食，甚至有些魚類是以沉降至海床的大型動物屍體為食，如盲鰻科 (Myxinidae) 的魚類。魚類具有較強的游泳能力，能透過大範圍移動以尋找可利用之食物，從沉積物中的有機物質、小型浮游甲殼類、其它底棲生物，甚至是魚類，都可作為食物來源。因此，大部分的底棲性魚類通常佔據食物鏈中較高的階層 (Lin et al., 2014；蕭等，2014)。

### 1.3.1 深度對於底棲魚類之影響

過去幾十年來，科學界不斷地對不同海域的深海生態系進行研究，試著找出深海生物適應的機制，並且探討隨深度變化的環境因子，對於生物體的影響。經研究發現，生物能夠透過改變生理反應以適應深海低溫、高壓的環境，隨著深度加深，體內酵素的功能受深度影響程度降低、細胞膜流動性降低，甚至是蛋白質的結構也會隨深度而改變等等；以深海魚的新陳代謝率下降為例，與運動器官（如：鰭）肌肉中產生 ATP 的能力下降有關，推測是因為在深海缺乏光照與食物來源取得不易的狀況下，為減少能量的散失，魚類將運動器官的使用率降低，藉此將能量保留 (Somero et al., 1983; Somero, 1992)。而 Childress et al. (1990) 進一步發現在食物來源短缺的狀況下，深海魚類體內的脂質含量比淺海魚類低，其認為在新陳代謝率下降後，也間接地使深海魚類對於能量儲存的需求降低。Yancey et al. (2014) 發現負責調節海水魚滲透壓的物質，氧化三甲胺 (Trimethylamine N-oxide, TMAO) 的含量隨著深度加深而有增加的現象，他們推測 TMAO 含量較高的物種能夠分布至更深的海域 (Yancey et al., 2014)。有些物種甚至出現生理結構上改變的現象，例如鑽光魚屬 (*Gonostoma*) 的成員中，能夠棲息在深度較深的種類，其體內骨骼骨化現象 (ossification) 比例的降低，以減少移動時過多的能量消耗；也有研究指出魚類



的體型隨深度越深有增大的趨勢 (Haedrich and Rowe, 1977)，但是其他學者以及研究發現此現象並不適用所有海域。在基礎生產力較高海域的深海底棲性魚類，沒有觀察到體型有增大的現象；其推測為表層基礎生產力高，沉降至深海的食物量相對較多，在此條件下的深海底棲性魚類，並不需要透過增大體型以獲得足夠的空間儲存能量 (Merrett and Marshall, 1980)。此外，深海魚類的肌肉組織相較淺海魚類而言，通常比較柔軟且含水量較高等現象，都是深海魚類適應後的結果 (Herring, 2002; Koslow, 2007)。

淺海有季風、洋流、溫度與鹽度等季節性的變化，而不同的底質與地形樣貌，如沙岸、珊瑚礁、岩石與海草床等結構上的差異，甚至是表層的初級生產力也會因不同海域而異，使得淺海生態系的變化與擾動頻繁。相較之下，深度超過約 1000 m 後溫度趨於穩定，鹽度變化、光照與食物來源跟著減少，使得深海的環境比起淺海而言相對穩定，在這些環境條件下，有些物種因此而得以擴散至不同海域的深海之中，呈現跨越不同氣候帶出現的情形。此外，有些深海魚類會為了不同的目的（例如：發育、繁殖、覓食甚至躲避掠食者的攻擊），隨著發育階段進展行垂直遷徙的行為（林，2011；劉，2013；隋，2015），生活策略上的差異使得不同魚種於深度上的分布情形不盡相同，進而呈現出有的魚種生活在固定的深度區間或海域中，有的魚種則能夠跨越不同深度甚至是分布至全世界各個角落，因而造成深海中魚種的分布情形如此地多樣化。

### 1.3.2 底棲魚類群聚

底棲性魚類的群聚組成，受到許多環境因子影響，如離岸遠近、地理位置、基礎生產力、溶氧、溫度、季節、深度等環境因子；此外，生物之間的互動關係，如捕食與被捕食、資源競爭等，也是造成物種組成在空間分布上產生差異的重要因子。據研究統計，對於陸棚區底棲群聚的物種組成與分布，主要受地理環境、洋流、季節與生物間交互作用所影響（陳，1996；李等，2006；林等，2006；Sell and



Kröncke, 2013)。陸棚區域因位於透光層，光照充足、營養鹽豐富、基礎生產力高，以及海表層合成之有機物質，能在短時間內傳遞到底層，因此浮游植物為海洋底棲生物的主要食物來源；根據張 (2013)的研究，東海陸棚底棲魚類與甲殼類，其體內穩定性碳及氮同位素值顯示與海洋浮游生物的碳同位素值 ( $\delta^{13}\text{C}$ )較為接近。相反地，陸源性有機物質則較少被海洋底棲巨型生物所利用，無論是在近岸或離岸結果皆相同。其推測於陸棚區域，因海洋表層之基礎生產力較高，足以維持淺海之食物鏈 (張，2013；Chang et al., 2014)。

相較陸棚區域，深度超過 200 m 的海域，其食物來源供應不穩定，除少數具有熱／冷泉出現的區域，能夠藉由化學自營之微生物所提供的基礎生產力外 (Etter and Mullineaux, 2001)，大部分區域食物來源多仰賴來自海洋表層逐漸沉降的有機碎屑，也有部分隨大陸斜坡由側向輸送至底層的可機物質。這些有機物質，大多由海洋表層浮游植物與浮游動物排泄物、屍體碎片所構成，從海洋表層沉降的可機物質，大約只有不到 10% 能夠到達深海底層；但是隨著區域的不同，有機物質沉降到底層的量也會有所不同 (Yool et al., 2007)，在某些高生產力的區域，則有可能高達 20 ~ 50% (Buesseler et al., 2007)。研究指出食物來源的多寡會影響群聚的組成、分布甚至是多樣性程度，此外，生物必須承擔尋找食物所消耗的能量，無法忍受飢餓的個體甚至物種消失，同時也會影響生物的消化與吸收等生理作用 (Carney, 2005)。當食物來源充足時，生物能夠將能量轉移至繁衍與爭取更好的棲地環境，物種間彼此競爭合適的繁衍空間與棲地範圍，然而當食物來源短缺時，物種間的競爭關係轉變為對於食物來源的需求；因此，多樣性較高的現象往往發生在較深的深海中。


近年的研究顯示，深海的生物多樣性高 (Hessler and Sanders, 1967)，從深海底部所採集到的物種，通常 80% 以上是新物種 (Snelgrove and Smith, 2003)。根據林 (2011)研究發現，不同海域的底棲生物中，於相近深度可發現同樣的物種，但是同海域不同深度間，物種組成差異卻很大。此外，林 (2011)的研究中發現以往只分

布在溫帶深海的 *Elassodiscus obscurus*，在亞熱帶臺灣東北海域的沖繩海盆中發現此物種。Menezes 等人於 2006 年，針對亞速爾群島海域底棲魚類的研究結果，同樣發現熱帶、亞熱帶與溫帶等不同起源的物種，呈現各自佔據不同深度水層的現象。

臺灣地處板塊交界帶，使得地形結構與深度變化迅速，尤其是東北以及西南海域，同時具有陸棚、陸棚邊緣、大陸斜坡等豐富的地形變化；而島嶼周圍的洋流系統，於不同海域間也不盡相同；根據前述許多的研究結果，推測臺灣周遭海域，屬於淺海的陸棚底棲魚類群聚可能受到地形、溫度、洋流等環境因子所影響，而東北與西南海域的陸棚區域，因為位於陸棚邊緣與斜坡過渡帶區域，位於此兩海域的魚類群聚則可能還受到深度所影響；而隨著深度越深，魚類群聚則可能受到食物來源因海域的不同而有所差異，甚至可能受洋流與溫度的季節性變化所影響。

### 1.3.3 底棲魚類資源研究


早期對於海洋底棲魚類資源的研究，大多著重在淺海陸棚區域的經濟性物種；主要有進行拖網作業的區域分為北部、東北部與西南部海域，其中黑姑魚 (*Atrobucca nibe*)、灰海鰻 (*Muraenesox cinereus*) 以及大眼鯛科的魚類 (*Priacanthidae*) 等，為北部與東北部海域常見的經濟性魚種 (秦等, 2005; 秦等, 2007; 陳等, 2012; 張等, 2013)。而花斑蛇鰻 (*Saurida undosquamis*)、長體蛇鰻 (*S. elongata*) 與大眼鯛科 (*Priacanthidae*) 魚類，則是西南海域常見的經濟性魚種 (葉等, 2010; 賴等, 2012; 吳等, 2012; 賴等, 2013; 吳等, 2014)。針對主要經濟性物種的研究，多著重在資源調查 (秦等, 2005; 秦等, 2006; 吳等, 2008; 吳等, 2010; )、漁業管理 (葉等, 2008; 葉等, 2009; )、魚類生物學 (吳等, 2013; )、與生殖生態學 (吳等, 2011; 吳等, 2012) 等方面，而且大多是針對區域性的物種組成，較少以不同海域之間，又或是同海域不同深度之間的群聚組成探討。根據資料庫統計，截至 2010



年止，針對臺灣周遭海域進行底拖漁業資源調查，結果顯示臺灣周遭海域，自陸棚至斜坡區域的底棲性魚類，物種數至少有 640 種以上（臺灣底拖漁業資源資料庫 <http://coatbp.sinica.edu.tw/2010/species.php>）。底棲動物群聚的地區性與不同深度間的差異比較，已有許多學者分別針對不同國家的海域進行研究 (Headrich et al., 1980; Rex, 1981; Koslow et al., 1994; Edgar and Shaw, 1995; Fujita et al., 1995; Williams et al., 2001; Menezes et al., 2006)，以上研究結果皆發現底棲魚類群聚組成會隨深度而逐漸改變，其中，Headrich et al. (1980)與 Rex (1981)發現生物多樣性隨深度越深而增加，並在深度約 1000 m 時達到最高，接著隨深度增加，生物多樣性逐漸降低；Koslow et al. (1994)則發現在澳洲南部斜坡中層的底棲魚類群聚組成，與北太平洋相近緯度及深度下的群聚組成沒有重疊，反倒是與北大西洋的群聚組成較接近，並指出深海的底棲魚類群聚組成不一定呈現全球性分布，部分會呈現與環境同質性高的區域，而有相似物種出現的分布現象；Menezes et al. (2006)於亞速爾群島的研究也有發現類似的情形，深海的底棲魚類群聚分群現象，與水團分層呈現相似的分布，而淺海的群聚則明顯與深海區隔開，並且發現淺海的群聚分布可能與地形及底質組成差異有關。臺灣過去也曾有對於周遭海域魚類組成的研究，發現淺海的魚類組成分布呈現南北分區的現象，並推測與溫度及洋流的季節性變化有關 (陳, 1996)，此外，針對底棲魚類群聚也有許多的相關研究 (吳, 2002；張, 2009；林, 2011；邱, 2013；張, 2013；方, 2015)，但是較少層面是針對不同海域以及不同深度間的物種組成進行分析與探討。

#### 1.4 研究目的

過去幾十年來累積許多針對臺灣周遭淺海至深海的生物資源調查，如：臺大底魚生態研究室的葉顯樞老師，曾對於東海陸棚區域的底棲魚類進行資源調查與評估；水試所與漁業署針對臺灣東北、西南與西部海域的底棲生物，以及物種組成變化的調查，並建置出臺灣底拖漁業資源資料庫（目前只提供魚類資料）；中研



院針對東部與西南海域深海的生物種類與分布調查，並建置臺灣深海生物相及其分布資料庫。雖然對於臺灣底棲魚類組成之相關資料累積不少，但是針對不同海域與深度下的底棲魚類群聚組成與變化，較少研究是以跨越不同海域（東北、西南與西部海域），甚至不同深度下等大範圍的探討。這類研究於西太平洋海域相對較少，而大西洋與澳洲等不同國家的研究結果，也不一定適用於太平洋海域的魚類群聚分布，因此透過整合過去魚類調查資料，建構出臺灣周遭淺海至深海，甚至是西太平洋海域的底棲魚類分布資訊，能夠在未來對於底棲魚類資源的了解與研究有更大的幫助；並且配合環境資訊，能夠更深入了解底棲魚類的分布與環境因子之間的關係，藉此探討臺灣周遭海域底棲魚類的分布特性。臺灣周遭海域生態系的研究，除了對淺海陸棚區域的了解較為深入外，對於深海生物甚至是魚類的相關研究，以及生物與環境間的相互作用等研究相對較少。因此若能透過更多、更廣範圍的資料，進行更大範圍海域之間的數據相互比對和研究，便能針對整個臺灣周遭海域的底棲生態系統有更完善之基礎資料。本研究目的如下：

- 一、彙整臺灣底拖漁業資源資料庫、臺灣深海生物相及其分布資料庫與臺灣大學海研所海研一號之底棲魚類調查資料，將現有資料統整分析，以求獲得更完善之基礎資料，提供未來海洋保育規劃之用。
- 二、利用生物資訊與環境資訊之整合比較，以解釋不同海域與深度之底棲魚類群聚組成與環境之間的關係。

## 第二章、材料與方法



### 2.1 魚類資料來源與詳細資訊

本研究所使用的魚類物種組成資料來自三處。


#### 1. 臺灣深海生物相及其分布資料庫：

由行政院科技部（前身為國家科學委員會）委託，中央研究院生物多樣性中心建置；採樣船舶共有三艘（水試一號、海研一號與海研三號）。測站地點主要集中在臺灣周遭深度超過 100 m 的海域，分別是位於東北部外海的沖繩海槽（Okinawa Trough）、東部、東南部的西太平洋海域（Western Pacific）與西南部的南中國海（South China Sea, SCS），自 2001 年至 2006 年間共累積採樣 128 個測站，綜合各測站之拖網深度其範圍是 132 m – 3580 m。

網具分別使用單拖網（Otter trawl），網具長度為 170 m，網寬 5 m，網目 10 cm；法式橫桿底拖網（French type beam trawl），網口高為 0.5 m、寬為 4 m、網長 9 m，最小網目 10 mm；日式橫桿拖網，又稱奧瑞岡式橫桿拖網（ORE beam trawl），網架為不鏽鋼製，網口高為 0.8 m、寬為 3.0 m、網長 9 m，最小網目 5 mm；IKMT 中層拖網（Isaacs-Kidd midwater trawl），網具全長 6.5 m，網口寬 1.75 m、高為 1.3 m，網目大小為 1 mm。待拖網沉至海底時，會以不同船速進行一小時的底拖作業，單拖網是以 1.5 – 2.5 節船速行進，其餘拖網則是以 1.0 – 1.5 節船速行進。其中 IKMT 中層拖網因不屬於底拖網類，故本研究中將不採用以此拖網所捕捉到的魚種。

#### 2. 臺灣底拖漁業資源資料庫：

由行政院農業委員會漁業署暨中央研究院委託，中央研究院動物研究所製作；採樣船舶是租借民間 20 噸的小型底拖漁船進行採樣。測站地點



則是分布在臺灣沿海與外海海域，大致上可分成四個區域，分別是臺灣北部金山地區與東北角的澳底與大溪地區、西南部的興達港、高雄港、東港與楓港地區、西部的新竹、苗栗與彰化地區，最後則是澎湖群島，自 2000 年至 2003 年間共累積 48 個測站，綜合各測站之拖網深度範圍是 10 m – 800 m。

網具是使用單拖網 (Otter trawl)，拖網時船速維持在 3 節，並進行一小時的拖網作業後收網。

### 3. 國立臺灣大學海洋研究所海研一號：

由海研一號每年不定期採樣所提供的魚類資料。測站地點位於臺灣東部海域 (the eastern coast off Taiwan, ECT)與南中國海兩個海域，自 2008 年至 2014 年間共累積 20 個測站，綜合各測站深度範圍是 91 m – 3458 m。

網具是使用蝦拖網 (bottom beam trawl)，網寬 4.7 m、高為 0.28 m，網目大小 15 mm，進行底拖作業時船速維持在 2 節，進行約 30 分鐘的拖網作業後收網。

以上的魚類樣本在底拖結束，並進行初步的分類後進行冷凍冰存，直到帶回至研究室進行鑑種、計數、秤量長度與重量。三個資料庫整合後採樣的深度由 10 m 到 3580 m，共累積 196 個採樣測站，各測站地理位置、詳細深度與日期資料如附錄 1 所示。

## 2.2 魚類樣本處理

臺灣深海生物相及其分布資料庫與臺灣底拖漁業資源資料庫，此兩個資料庫各別由執行單位負責鑑定、計數、秤重與體長測量等作業，並作為本研究魚種及其詳細資料的來源之一。

此外，由海研一號所採集之魚類樣本於物種鑑定參考"臺灣魚類誌" (沈，1993) 與 "Fishes of Japan" (Nakabō, 2002) 兩書所提供的形質特徵資訊，儘量將魚隻鑑定到

種 (species)的分類階層；同時佐以臺灣魚類資料庫以及 Fish Base (<http://www.fishbase.org/>)此兩網站上所提供之物種資訊與照片進行多次比對，以增加魚種鑑定上的可信度；同時配合網站所提供之魚種資訊 (如：學名、棲息深度、生活環境等)將各資料庫所採集之物種，進行統一的整理。於物種學名確認後，將確認之種名上傳至"世界海洋物種目錄"(World Register of Marine Species, WoRMS)之線上資料庫進行種名比對，藉此更新魚種名稱。

## 2.3 統計分析

本研究使用 PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v6 & PERMANOVA+ (Clarke and Warwick, 2001; Anderson et al., 2008)套裝軟體進行分析。

由於所有測站的魚種數量，因使用不同網具，且拖網面積不可考，魚種豐度資訊無法標準化，因此，於分析前將所有魚種數量資料轉變成有跟無 (Presence/absence)，而生物多樣性 (DIVERSE)分析上常用的三個指數：包括種類豐富度指數 (Species richness index)、物種歧異度指數 (Shannon diversity index)與均勻度指數 (Pielou's evenness index)皆易受魚種數量影響。本研究因而採用多樣性分析中的平均分類差異指數 (average taxonomic distinctness, AvTD,  $\Delta^+$ (Delta<sup>+</sup>))與分類差異變異指數 (variation in taxonomic distinctness, VarTD,  $\Lambda^+$ (Lambda<sup>+</sup>))，以各測站中魚種間分類階層 (或親緣關係)的平均距離 ( $\Delta^+$ )及變異數 ( $\Lambda^+$ )，來表示魚種組成的多樣化程度。計算公式如下：

- $\Delta^+$  (Delta<sup>+</sup>)：

$$\Delta^+ = \frac{[\sum \sum_{i < j} \omega_{ij}]}{[S(S-1)/2]}$$

此式中，S 為本次採樣或單一測站內的種類數量， $i$  與  $j$  為隨機取兩物種， $\omega$  為這兩物種在分類階層上，彼此的距離長度；其原理是計算所得的值，代表本次採樣中，兩兩物種間在分類階層上平均的距離。當此算式計算所得之值越大，



代表此採樣或測站中的大多數物種在較高的分類單元即分開，表示物種間的差異程度越高。

- $\Lambda^+$  (Lambda<sup>+</sup>):

$$\Lambda^+ = \frac{[\sum \sum_{i < j} (\omega_{ij} - \Delta^+)^2]}{[S(S-1)/2]}$$

此式中，與前式一樣，S 為本次採樣或單一測站內的種類數量，i 與 j 為隨機取兩物種， $\omega$  為這兩物種在分類階層上，彼此的距離， $\Delta^+$  即前式所得之值；本式計算所得的值，代表本次採樣中，兩兩物種間在分類階層上距離的變異情形。當此算式計算所得之值越大，除了代表有些物種在較高的分類單元即分開外，尚有部分物種是隸屬於單獨的分類單元，表示物種間的變異越大。


本研究中累計的總物種數為 888 種，利用 PRIMER 中提供之預測物種分類差異 ( $\Delta^+$ ) 與變異 ( $\Lambda^+$ ) 分布圖進行實際值與預測值的比較。預測值的計算，資料來源依本研究所出現的物種為主 (888 種)，經隨機抽樣 (設定為 0–1000 種) 計算出預測之 95% 信賴區間的分布與預測之平均值，接著依上述兩公式計算出各測站之  $\Delta^+$  與  $\Lambda^+$  觀測值放入預測分布圖中進行比較，舉  $\Delta^+$  值為例，若值落於 95% 信賴區間內，該測站或深度區間所採集到的物種數量符合預期，代表大多數物種都有被採樣到；低於預測平均值或是落於 95% 信賴區間以下，則表示該測站或深度區間所採集到的物種數量較預測值低，代表尚未採集到大部分物種，若配合  $\Lambda^+$  值來看，當  $\Delta^+$  值偏低而  $\Lambda^+$  值偏高時，則表示該測站的多樣性較低，且有優勢物種出現的現象。

此外，計算所有測站魚種組成的分類歧異度係數 (Taxonomic dissimilarity ( $\Gamma^+$ ))，此係數公式如下：

- $\Gamma^+$  (Gamma<sup>+</sup>):

$$\Gamma^+ = \frac{(\sum_{i=1}^{S_1} \min_j \{\omega_{ij}\} + \sum_{j=1}^{S_2} \min_i \{\omega_{ij}\})}{(S_1 + S_2)}$$





此係數是由 Bray-Curtis dissimilarity 衍生出來的方法，適用於無計數與未標準化的資料，其優點是藉由物種的分類階層資訊，即可探討不同採樣或測站間群聚的相似或差異程度；此係數需要兩筆資料作為計算基礎，第一筆為各測站所採集到的物種學名，第二筆為各測站所採集到的物種分類階層，從較高分類階層（例如：門或是綱）排序至較低分類階層（例如：科、屬或是種），分類階層的選擇依研究者所需而定，本研究是以門 (Phylum)到種 (Species)的資料，作為分類歧異度係數的參考依據；公式中， $S_1$  與  $S_2$  為各自兩個不同採樣或測站內的物種數量，而  $i$  與  $j$  為隨機自  $S_1$  與  $S_2$  中各取一個物種， $\omega_{ij}$  為此兩物種在分類階層上的距離；透過此公式計算，找出不同測站的物種間之最小距離，接著除以兩測站的總物種數，所得的值越低代表測站間的物種其分類階層越接近（若只有同物種出現，則此式的值為 0），其意義為測站間的物種組成越相近，反之，值越高則測站間物種組成差異越大 (Izsak and Price, 2001)。

接著以魚種的分類歧異度係數所得矩陣，對各測站魚種組成做群集分析 (cluster analysis)及多度空間尺度分析 (Non-metric Multidimensional Scaling, MDS)；然而於現實狀況中，對魚類群聚分布的影響是很複雜且多維的，而群集分析 (cluster analysis)是將前述所得之矩陣，以二維 (2D)的方式呈現出較簡易的樹狀圖，藉此分辨群聚的分布情形，此外，以 SIMPROF test，透過不斷地排列組合檢定樹狀圖的結構是否顯著 (Permutations = 999)。而多度空間尺度分析 (MDS)，同樣是將複雜且多維的空間分布以 2D 圖示結構呈現，並於空間分布尺度上，以視覺化的圖形檢視魚類群聚間分群的情形。

本研究測站之採樣深度與分布是未經事先設計，因此以 PERMANOVA test (Permutation Multivariate Analysis of Variance)多變量變異數分析，經隨機排列組合後的結果，檢定各海域的群聚組成是否呈顯著不同（將 3 個海域視為固定因子）。而深度則做為共變量 (covariate)加入分析中。若檢定結果各海域與深度間有交互關係 (interaction)，則表示各海域的測站數量深度分布不一致，因此透過此檢定方式

找出各海域可比較的深度區間。在尋找各海域可比較的深度區間前，將測站以不同水層分類，分別為表層帶 (0–200 m)、中層帶 (201–1000 m)與深層帶 (>1000 m)。接著以 PERMANOVA test，透過隨機排列 (Permutations = 999)先檢定不同海域與深度是否有顯著交互關係，檢定結果若有顯著交互關係，再進一步檢定不同水層間，各海域與深度是否有顯著交互關係，若有顯著交互關係則不將該深度區間納入後續分析；若無顯著交互關係則檢視不同海域 (固定因子)群聚組成是否顯著不同，並將該深度區間納入後續分析。透過此檢定找出測站分布一致的水層，以利後續 One-way ANOSIM 與群聚跟環境因子之間的分析 (Distance-based linear model, DISTLM)與比較；經 PERMANOVA 檢定後，在深度 601–1000 m 之間發現海域與深度之間的顯著交互關係 (或是測站深度分布不均)，其中東北海域 6 個測站，西南海域 28 個測站；因此於測站的選擇上，以西部、東北與西南海域各水層間可比較的測站為主 (共 143 個測站)，0–200 m 的比較以西部、東北與西南三個海域進行比較，而 201–600 m 以及深度超過 1000 m 的水層則以東北、西南兩個海域進行比較；後續在探討造成不同海域間群聚差異的環境因子時，會挑出此三個可比較的深度區間進行分析，而探討各自海域的群聚與環境因子間的關係時，則以各海域所有資料進行分析。接著再以 One-way ANOSIM (Analysis of Similarity) 分析，公式如下：

● ANOSIM (Analysis of Similarity)：

$$R = \frac{(\bar{r}_B - \bar{r}_W)}{\frac{1}{2}M}$$


公式中  $\bar{r}_W$  為群內各測站平均相似度的等級編號 (相似度最高的的測站為 1，第二高的測站為 2，以此類推)， $\bar{r}_B$  為群間各測站平均相似度的等級編號 (與前述編號方式相同)，分母中的  $M = n(n-1)/2$ ， $n$  為欲比較的總測站數；此方法是藉由不斷地排列組合 (Permutations = 999)，檢定各水層間的群聚差異程度 (Global R) 以及差異是否有顯著 (p-value)，R 值越高代表此海域不同水層間之群聚組成差異越高，

反之則較低，此處 R 值不代表各海域或水層間有多少比例的差異，而是差異的程度，p-value < 0.05 則代表顯著性差異，反之則否，以此檢定比較東北與西南海域隨深度變化之群聚差異情形；接著再以 RELATE test，計算各測站魚類群聚與深度變化之間的相關性，此檢定需要兩筆資料，第一筆為各測站之分類歧異度係數矩陣，第二筆為各測站深度變化的矩陣，其中深度變化矩陣，是以測站間之深度相差距離做出新的矩陣，並計算兩矩陣間的相關係數 (Rho)，Rho 值越高則代表深度越相近的測站，其群聚相關性越高，再將此兩矩陣進行排列組合 (Permutations = 999)，並計算 Rho 觀察值不存在的概率 (p)，p-value < 0.05 則代表顯著相關，反之則否。

最後，以各物種之累計出現次數 (轉換成 1 跟 0 後，物種的累計出現次數)，比較各水層間與海域間較優勢的物種；並且以相似度百分比 (Similarity Percentages, SIMPER) 分析計算貢獻度最高的物種 (Clarke 1993)，此分析方法分為兩步驟，第一步為計算出各水層或海域的平均 Bray curtis 歧異度，第二步驟是計算各物種對平均歧異度之貢獻百分比，而物種貢獻度高的原因有二，一為此物種只出現在其中一個水層或海域中，；另一個則是在水層或海域中皆有此物種出現，但是數量分布顯著不均，以上兩結果皆會使物種的貢獻度上升，經分析所計算出之物種，其代表意義為造成差異的主要貢獻物種，而不是相對較優勢物種，故此分析於本研究中之目的是用來找出同水層不同海域間，造成差異的物種組成。而優勢物種的統計方式統一以出現率方式計算，計算方式如下：

$$\text{Occurrence time} = \frac{C}{S} \times 100\%$$

算式中 C 為物種出現的測站數，S 為欲比較的測站數 (若比較整體測站，測站數為 193 個；若比較不同海域間，則以 PERMANOVA 檢定後的測站數進行比較，測站數為 143 個)，物種出現之測站數除以欲比較之測站數後乘上 100 % 得出此物種的出現率 (Occurrence time)。出現率以三種方式進行比較，第一種：從整體測站 (196 個測站、888 種魚種) 先扣除出現次數 1 以下的物種後 (同時扣除沒有物種出

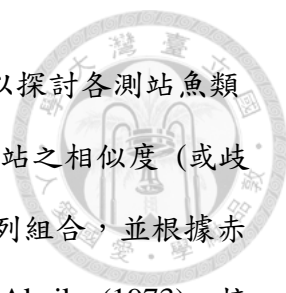


現的測站)，再計算其它物種出現率 (193 個測站、544 種魚種)，並以每 5 個百分點分為 5 組 (由小至大分別為： $\leq 5\%$ ,  $5 - 10\%$ ,  $10 - 15\%$ ,  $15 - 20\%$ ,  $> 20\%$ )，並統計各組的物種數量；第二種與第一種計算方式相同，從 196 個測站與 888 種魚種中，扣除出現次數為 1 的物種與沒有物種出現的測站後 (193 個測站、544 種魚種)，將測站依不同水層 ( $0 - 200\text{ m}$ ,  $201 - 1000\text{ m}$ ,  $>1000\text{ m}$ ) 區分並計算優勢物種，並列出出現率前三高的物種；第三則是經 PERMANOVA 檢定後，西部、東北與西南三個海域選取能夠比較之水層 ( $0 - 200\text{ m}$ ,  $201 - 600\text{ m}$ ,  $>1000\text{ m}$ ；測站數為 143 個)，比較兩海域不同水層下優勢物種 (同樣取出現率前三高) 的差異。

## 2.4 環境資料來源與分析

環境水文資料來源共分為二。海水溫鹽資料，是由美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 線上網站提供 (以四分之一度為單位)，並且以臺灣周遭海域自 1955 年至 2014 年，各月份的年平均以圖示呈現；坡度 (slope) 與地形崎嶇度 (roughness) 資料同樣依 NOAA 根據 Smith and Sandwell (1997) 統計之全球海洋深度與地形等測量結果，並以模式模擬計算之值為資料來源 (以十二分之一度為單位)。地形崎嶇度 (roughness) 的計算方式是將資料點視為九宮格，欲觀測的點為中心點，並計算出其周遭 8 個點的最大與最小值之間的差異值，當計算出結果越高則代表地形變化程度高，反之亦然；vgpm\_mean (表層平均初級生產力)、與 vgpm\_svi (表層平均初級生產力季節性變化暨標準差除以平均值) 的資料，則是由 Ocean productivity 線上資料庫提供 (以十二分之一度為單位)；而 POC flux (lutz\_poc，沉降至海床之顆粒有機碳通量) 的計算公式，是參考自 Lutz et al. (2007) 文中表二，上半部初級生產力季節性變化 (SVI) 的公式 ( $R^2$  較高的部分) 來計算。

各測站位置底部的溫度、鹽度、地形，以及平均初級生產力、平均初級生產力之季節性變化與 POC flux (lutz\_poc，沉降至海床之顆粒有機碳通量) 等六個環境



因子資訊，一併以 PRIMER 進行多變量迴歸分析 (DISTLM)，以探討各測站魚類群聚與環境因子的相關性。多變量迴歸分析 (DISTLM)是將各測站之相似度 (或歧異度)矩陣，與各測站之環境因子作線性迴歸，藉由模擬所有排列組合，並根據赤池信息量準則 (Akaike Information Criteria)選出最佳的模式組合 Akaike (1973)，接著以冗餘分析 (distance-based redundancy analysis, dbRDA)的二維 (2D)圖像表示，根據所選出的最佳模式組合中，各環境因子以向量方式表示，向量中的方向為生物與環境因子的線性關係，代表其環境因子數值增加的方向，而向量長短則是代表環境因子影響的程度；然而於現實環境中，各個環境因子與生物群聚之間的影響與關係是複雜且多維的，因此在建構出解釋度最佳的模式組合以及將結果以二維圖像呈現時，皆會導致資訊遺失，所以冗餘分析 (dbRDA)會先列出該圖像能解釋最佳模式組合之變異的程度，並以百分比呈現，接著再列出此結果能夠解釋多少比例的總變異，同樣以百分比呈現。

### 第三章、結果



#### 3.1 群聚結構分析

本研究所使用之三個資料庫依據作業上的需求不同，對各資料庫進行資料前置作業，以 PRIMER 軟體將所有測站的魚種數量轉換成有（資訊為 1）跟無（資訊為 0），其代表意義為該物種在某測站中出現與否；因此每物種於不同測站間會有其出現紀錄與次數，而將各物種之出現次數累加後，即為該物種於本研究中之累積出現次數。本研究以出現次數 $>1$  的物種為主進行分析，出現次數 $\leq 1$  的物種（物種名單如附錄 2 所示）則不列入分析。經分析所有 888 種魚種，發現出現次數 $>1$  的物種數為 544 種，分布於 193 個測站中。

193 個測站之群集分析 (cluster analysis) 結果 (圖 4)，將所有測站於歧異度 57% 時將測站分為 8 群 (SIMPROF test;  $p < 0.05$ )，以 A、B、C 群的測站數較多，D、E、F、G、H 群的測站數較少；多元尺度分析 (MDS) 結果，193 個測站中各類群 (圖 5 a) 與各水層 (圖 5 b) 的測站分布，大致上呈現由淺到深的漸進式分布情形，其中以表層帶 (0–200 m) 測站的區隔現象較明顯，而中層帶 (201–1000 m) 與深層帶 ( $>1000$  m) 的分群則有明顯重疊的現象，各測站分群與分布結果標示於地圖上 (圖 6)。各類群測站最淺與最深深度如表 1 所示，其中，A 群的測站以表層帶 (epipelagic, 0–200 m) 的測站佔大多數 (80%)，B 群則是中層帶 (mesopelagic, 201–1000 m) 的測站佔大多數 (80%)，C 群則是以深層帶 (bathypelagic,  $>1000$  m) 的測站佔大多數 (81%)。此外，測站的分布情形，只有在臺灣東北及西南海域的深度變化情形是相似的，且同時具有橫跨較大的深度範圍，因此在進行不同水層與各海域間之底棲魚類群聚組成分析之前，以 PERMANOVA test 檢定海域與深度間是否有顯著的交互關係，檢定結果顯示表層帶 (0–200 m) 的東北、西南與西部三個海域沒有顯著

交互關係 ( $p > 0.05$ )；中層帶 (201–1000 m)的東北與西南海域，有顯著交互關係 ( $p < 0.05$ )，深入檢視發現 601–1000 m 的東北海域與西南海域的深度分布不同，為避免分布不一致而造成的影響，因此中層帶兩海域間的比較以深度 201–600 m 間的測站進行比較；深層帶 ( $>1000$  m)的東北與西南海域測站分布均勻 ( $p > 0.05$ )。

因此在相同水層下不同海域的群聚組成，以及群聚與環境因子關係之比較如下：表層帶 (0–200 m)為西部、東北與西南三個海域進行比較，中層帶 (201–600 m)以及深層帶 ( $>1000$  m)皆是以東北與西南兩個海域進行比較。

由 One-way ANOSIM 檢定結果顯示，東北與西南海域各水層之間的差異，表層帶 (0–200 m)之群聚有顯著差異 (global  $R=0.341$ ,  $p < 0.01$ )，中層帶 (201–600 m)之群聚有顯著差異 (global  $R=0.192$ ,  $p < 0.01$ )，深層帶 ( $>1000$  m)之群聚有顯著差異 (global  $R=0.084$ ,  $p < 0.01$ )，雖然統計檢定結果皆呈現顯著， $R$  值卻隨著水層越深而越低，表示群聚在 200 m 以淺時，兩海域存在中度偏低的差異 ( $R$  值未達 0.5)，而隨著深度越深，兩海域間群聚組成的差異程度逐漸減少。RELATE 分析結果顯示，群聚與深度變化呈中度相關 (RELATE,  $Rho=0.513$ ,  $p < 0.01$ )。

東北海域 (共 65 個測站)群集分析結果 (圖 7)，於歧異度 56%時將測站分為 8 群 (SIMPROF test;  $p < 0.05$ )，以 A、B、C 群的測站數較多，D、E、F、G、H 群的測站數較少；多元尺度分析結果，東北海域各類群 (圖 8 a)與各水層 (圖 8 b)的測站分布，呈現隨深度的漸進式改變且區隔明顯，各測站分群與分布結果標示於地圖上 (圖 9)，各類群測站最淺與最深深度如表 2 所示。西南海域群集分析結果 (圖 10)，於歧異度 56%時將測站分為 5 群 (SIMPROF test;  $p < 0.05$ )，以 A、B、C、群的測站數較多，D、E 群的測站數較少；多元尺度分析結果，西南海域各類群 (圖 11 a)與各水層 (圖 11 b)的測站分布，同樣呈隨深度的漸進式改變，但是深度超過 200 m 的測站重疊現象較明顯，各測站分群與分布結果標示於地圖上 (圖 12)，各類群測站最淺與最深深度如表 3 所示。淺海 (0–200 m)群集分析結果 (圖 13)，於

歧異度 42% 時將測站分為 5 群 (SIMPROF test;  $p < 0.05$ )，以 A、B 群的測站數較多，C、D、E 群的測站數較少；多元尺度分析結果，A、B 兩群區隔明顯 (圖 14 a)，其中 A 群以臺灣西部海域測站為主，B 群則是以東北及西南海域為主 (圖 14 b)，各測站分群與分布結果標示於地圖上 (圖 15 a)；A 群主要以西部海域測站 (澎湖與西部沿岸) 為主，並且可分為澎湖與西部沿岸主要兩群，此外，西部沿岸分群傾向地區性的分布現象 (圖 15 b)，各類群測站位置、最淺與最深深度如表 4 所示。

### 3.2 物種出現率統計

193 個測站中，依出現率每 5 個百分點分成 5 組 (由小至大分別為： $\leq 5\%$ ,  $5 - 10\%$ ,  $10 - 15\%$ ,  $15 - 20\%$ ,  $> 20\%$ )，出現率小於 5 % 的物種數共 446 種，出現率介於 5 - 10 % 的物種數共 82 種，出現率介於 10 - 15 % 的物種數共 13 種，出現率介於 15 - 20 % 的物種數只有 2 種，出現率大於 20 % 的物種數只有 1 種，為纖鑽光魚 (*Sigmops gracilis*) (表 5)。

整體測站以及不同海域間，依群集分析分出之各大類群，193 個測站 (表 6)、東北海域 (表 7)、西南海域 (表 8) 與西部海域 (表 9)，出現次數與出現率前三高物種

### 3.3 表層帶各海域群聚組成 (0 - 200 m)

在 44 個測站中，出現次數最高 (33 次紀錄) 的物種為日本緋鯉 (*Upeneus japonicus*)，出現次數第二 (28 次紀錄) 的物種為準大頭狗母魚 (*Trachinocephalus myops*)，出現次數第三 (23 次紀錄) 的物種分別是大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*) 與花斑蛇鯔 (*Saurida undosquamis*) (表 10)。

選取各海域表層帶中，可比較測站 (143 個測站) 的深度區間 (0 - 200 m)，東北海域出現次數最高 (7 次紀錄) 的物種分別為斯氏鱷齒魚 (*Champsodon snyderi*)、菲律賓尖牙鱸 (*Synagrops philippinensis*)、大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*)、





刺鰩 (*Psenopsis anomala*)、灰糯鰻 (*Conger cinereus*)、白帶魚 (*Trichiurus lepturus*)、黃背牙鯛 (*Dentex hypselosomus*)與日本的鯛 (*Zeus faber*)等 8 種魚類，出現次數第二 (6 次紀錄)的物種分別為日本發光鯛 (*Acropoma japonicum*)、黑緣青眼魚 (*Chlorophthalmus nigromarginatus*)、五眼斑魮 (*Pseudorhombus pentophthalmus*)、黑口鮫鰐 (*Lophiomus setigerus*)、灰海鰻 (*Muraenesox cinereus*)、梭氏蜥鯊 (*Galeus sauteri*)、長臂囊頭魷 (*Setarches longimanus*)、密溝圓魷 (*Sphoeroides pachygaster*)、尖棘角魚 (*Pterygotrigla hemisticta*)、日本鰐 (*Uranoscopus japonicus*)與褐黃扁魷 (*Urolophus aurantiacus*)等 11 種魚類，出現次數第三 (5 次紀錄)的物種分別為絨魷 (*Erisphex pottii*)、斑鰭銀口天竺鯛 (*Jaydia carinatus*)、日本赤魷 (*Bembras japonica*)、藍圓魷 (*Decapterus maruadsi*)、臺灣腔吻魷 (*Coelorinchus formosanus*)、多棘腔吻魷 (*Coelorinchus multispinulosus*)、日本緋魷 (*Upeneus japonicus*)、黑潮新魷魚 (*Neobythites sivicola*)、新魷魚 (*Neobythites sp.*)、曲背新棘魷 (*Neomerinthe procurva*)、多橫帶擬魷 (*Parapercis multifasciata*)、尖棘鰐鯙 (*Okamejei acutispina*)、黑姑魚 (*Atrobucca nibe*)、白腹鯖 (*Scomber japonicus*)、鱧蛇鯔 (*Saurida wanieso*)與姬鱗角魚 (*Lepidotrigla hime*)等 16 種魚類，其中藍圓魷 (*D. maruadsi*)與白腹鯖 (*S. japonicus*)不屬於底棲性魚類 (表 11)。

西南海域出現次數最高 (6 次紀錄)的物種分別為羽根田氏發光鯛 (*Acropoma hanedai*)、日本尖牙魷 (*Synagrops japonicus*)、銼吻淵油鰻 (*Bathymyrus simus*)、黑緣青眼魚 (*Chlorophthalmus nigromarginatus*)、線鰻 (*Nemichthys scolopaceus*)、梭氏蜥鯊 (*Galeus sauteri*)、懷氏方頭鰩 (*Cubiceps whiteleggii*)、棘魷魚 (*Hoplobrotula armata*)、單斑新魷魚 (*Neobythites unimaculatus*)、日本光鱗魚 (*Lestrolepis japonica*)、黑姑魚 (*Atrobucca nibe*)、長臂囊頭魷 (*Setarches longimanus*)、小鰭鎌齒魚 (*Harpadon microchir*)、白帶魚 (*Trichiurus lepturus*)與尖棘角魚 (*Pterygotrigla hemisticta*)等 15 種魚類，出現次數第二高 (5 次紀錄)的物種分別為日本海魷魷 (*Bregmaceros japonicus*)、貢氏鱧齒魚 (*Champsodon guentheri*)、多線無線魷



(*Symphurus strictus*)、短帶鰭 (*Rexea prometheoides*)、七星底燈魚 (*Benthosema pterotum*)、亮眶燈魚 (*Diaphus splendidus*)、線尾蜥鰻 (*Saurenhelys fierasfer*)與大棘大眼鯛 (*Priacanthus macracanthus*)等 8 種魚類，其中日本海魷是屬於大洋表層性魚類；出現次數第三高 (4 次紀錄)的物種分別為日本發光鯛 (*Acropoma japonicum*)、赤鯮 (*Doederleinia berycoides*)、中線鸚天竺鯛 (*Ostorhinchus kiensis*)、大口長頰鰾 (*Chascanopsetta lugubris*)、刺鰩 (*Psenopsis anomala*)、斯普蘭汀烏鯊 (*Etmopterus splendidus*)、臺灣腔吻鱈 (*Coelorinchus formosanus*)、斑鰭馬頭魚 (*Branchiostegus auratus*)、喬丹氏短稚鱈 (*Gadella jordani*)、日本緋鯉 (*Upeneus japonicus*)、日本金線魚 (*Nemipterus japonicus*)、裙鰭蛇鰻 (*Ophichthus urolophus*)、雷氏光唇鯊 (*Eridacnis radcliffei*)、燭光魚 (*Polyipnus sp.*)與花斑蛇鰻 (*Saurida undosquamis*)等 15 種魚類 (表 12)。

西部海域出現次數最高 (24 次紀錄)的物種分別為日本緋鯉 (*Upeneus japonicus*)與準大頭狗母魚 (*Trachinocephalus myops*)，出現次數第二高 (18 次紀錄)的物種為花斑蛇鰻 (*Saurida undosquamis*)，出現次數第三高 (15 次紀錄)的物種分別為絲背冠鱗單棘魷 (*Stephanolepis cirrhifer*)與長體蛇鰻 (*Saurida elongata*) (表 13)。

表層帶可比較深度區間 (0–200 m)，東北、西南與西部三個海域的物種貢獻度累計前 30% (表 14)，以及各海域間群聚差異的累計前 10%物種 (表 15)，如表所示。

### 3.4 中層帶群聚組成 (201–1000 m)

在 88 個測站中，出現次數最高 (19 次紀錄)的物種為小鰭新燈魚 (*Neoscopelus microchir*)，出現次數第二高 (18 次紀錄)的物種為多斑新魷魚 (*Neobythites stigmosus*)，出現次數第三高 (16 次紀錄)的物種為合鰓鰻 (*Synphobranchus affinis*) (表 10)。

選取東北與西南海域中層帶中，可比較測站 (143 個測站) 的深度區間 (201–600 m)，東北海域出現次數最高 (10 次紀錄) 的物種為眶下眶燈魚 (*Diaphus suborbitalis*)，出現次數第二高 (9 次紀錄) 的物種分別為東方無線鰨 (*Symphurus orientalis*)、喀氏眶燈魚 (*Diaphus garmani*)、渡瀨眶燈魚 (*Diaphus watasei*) 與多斑新魷魚 (*Neobythites stigmosus*) 等 4 種魚類，出現次數第三高 (8 次紀錄) 的物種為臺灣絲尾海鰻 (*Gavialiceps taiwanensis*) (表 11)。

西南海域出現次數最高 (12 次紀錄) 的物種為小鰭新燈魚 (*Neoscopelus microchir*)，出現次數第二高 (9 次紀錄) 的物種為長頭膜首鱈 (*Hymenocephalus longiceps*)，出現次數第三高 (8 次紀錄) 的物種分別為棘魷魚 (*Hoplobrotula armata*)、刺吻膜首鱈 (*Hymenocephalus lethonemus*)、擬奈氏鱈 (*Pseudonezumia* sp.) 與長鬚凹腹鱈 (*Ventrifossa longibarbata*) 等 4 種魚類 (表 12)。

中層帶可比較深度區間 (201–600 m)，東北與西南兩海域的物種貢獻度累計前 60% (表 16)，以及兩海域間群聚差異的累計前 20% 物種 (表 17)，如表所示。

### 3.5 深層帶群聚組成 (> 1000 m)

在 61 個測站中，出現次數最高 (31 次紀錄) 的物種為纖鑽光魚 (*Sigmops gracilis*)，出現次數第二高 (17 次紀錄) 的物種為高氏合鰓鰻 (*Synaphobranchus kaupii*)，出現次數第三高 (12 次紀錄) 的物種為短吻擬海蜥魚 (*Halosauropsis macrochir*) (表 10)。

選取東北與西南海域深層帶中，可比較測站 (143 個測站) 的深度區間 (>1000 m)，東北海域出現次數最高 (14 次紀錄) 的物種為纖鑽光魚 (*Sigmops gracilis*)，出現次數第二高 (8 次紀錄) 的物種為短吻擬海蜥魚 (*Halosauropsis macrochir*)，出現次數第三高 (5 次紀錄) 的物種分別為異鱗海蜥魚 (*Aldrovandia affinis*)、大棘魷魚 (*Acanthonus armatus*) 與高氏合鰓鰻 (*Synaphobranchus kaupii*) 等 3 種魚類 (表 11)。

西南海域出現次數最高 (11 次紀錄) 的物種為纖鑽光魚 (*Sigmops gracilis*)，出

現次數第二高 (6 次紀錄)的物種為斯氏蝨魚 (*Chauliodus sloani*)，出現次數第三高 (5 次紀錄)的物種為底尾鱈 (*Bathygadus sp.*) (表 12)。

深層帶可比較深度區間 (> 1000 m)，東北與西南兩海域的物種貢獻度累計前 80% (表 18)，以及兩海域間群聚差異的累計前 40%物種 (表 19)，如表所示。

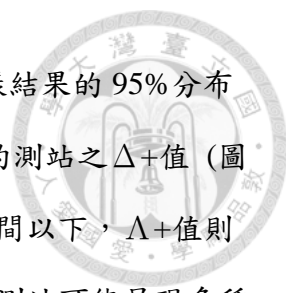
### 3.6 廣深度分布魚類科別與體型隨深度之變化

依各測站採集之魚種，配合深度製作魚類科別之預測深度分布 (附錄 3)，共累計 185 個科。其中預測深度分布最廣的科別為鮪鰯科 (Ophidiidae)、合鰓鰻科 (Synphobranchidae)、褶胸魚科 (Sternoptychidae)、燈籠魚科 (Myctophidae)、巨口魚科 (Stomiidae)、鑽光魚科 (Gonostomatidae)、背棘魚科 (Notacanthidae)、孔頭鯛科 (Melamphidae)、單鰭鰩科 (Arhynchobatidae)共 9 科。上述前 6 科在各深度區間皆有魚種捕獲，而孔頭鯛科與單鰭鰩科的魚種除了在 2000 – 3000 m 深度範圍測站沒有捕獲外，其餘深度範圍皆有捕獲，背棘魚科的魚種則是在 1000 – 3000 m 的測站沒有捕獲外，其餘深度範圍皆有捕獲。此 9 科魚類中，除了燈籠魚科的魚類在 1000 – 2000 m 的深度範圍，屬別之累計數量較高 (100 屬以上)，其餘科別的魚類大多在 1000 m 以深的深度範圍，屬別之累計數量即開始下降 (降至 100 屬以下)。

就所有魚類科別之預測深度分布結果，整體而言，屬別之累計數量隨深度越深而遞減，然而海蜥魚科(Halosauridae)的魚類與其他科別不同，此科魚類預測深度分布可達 3000 m，但是屬別累計數量最高值是在 1000 – 2000 m 的深度範圍，此深度範圍以淺或以深之累計數量皆降低。此外，魚類科別之平均重量隨深度的變化 (附錄 4)，並無明顯增加或減少的趨勢。

### 3.7 生物多樣性指數

將 196 個測站所有底棲魚類資料彙整後進行生物多樣性分析，包括測站、測



站深度、物種數、 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 等資訊列於附錄 5；並且與重複抽樣結果的 95% 分布漏斗圖比較，將測站資訊以海域來檢視時，可以發現西部海域的測站之 $\Delta+$ 值（圖 16），大多低於預測平均值且較高比例落於預測值的 95% 信賴區間以下， $\Lambda+$ 值則高於預測平均值（值約為 85，AcTD），顯示西部海域較高比例的測站可能呈現魚種多樣性較低，甚至是出現少數科別或屬的魚類較為優勢的現象；東北海域與西南海域之 $\Delta+$ 值，雖然多數測站低於預測平均值，但是普遍落在預測值的 95% 信賴區間內， $\Lambda+$ 值則雖然有測站落於 95% 信賴區間以上區域，但是多數測站皆落在 95% 信賴區間內，顯示東北與西南海域測站中的魚種多樣性與資料經預測的結果大致相符，然而部分測站 $\Lambda+$ 值高於預測平均值，顯示這些測站的魚種多樣性較低。

將測站資訊轉為不同水層（0–200 m, 201–1000 m, > 1000 m）呈現（圖 17），表層帶（0–200 m）大多數測站皆落在 95% 信賴區間內，顯示淺海的採樣大致上已經能夠涵蓋大多數物種，但是西部海域的測站則是普遍低於 95% 信賴區間，其可能原因與前段敘述相同；中層帶（201–1000 m）大多數測站同樣落在 95% 信賴區間內，然而較高比例的測站是低於預測平均值（值約為 68，AvTD），顯示位於中層帶深度的測站，採集到的物種多樣性可能略低於預估的多樣性；而深層帶（> 1000 m）的測站分布情形更明顯，大多數（88%）測站皆低於預測平均值，甚至部分測站顯著低於 95% 信賴區間以外，顯示就目前深層帶採樣的魚種多樣性，遠低於從資料庫中隨機採樣之多樣性，換言之，深層帶的魚種多樣性低於平均。

將生物多樣性的分析結果，以東北（圖 18 a）與西南（圖 18 b）兩海域分別檢視。兩海域表層帶（0–200 m）的測站皆位於 95% 信賴區間內，中層帶（201–1000 m）東北海域多數測站位於 95% 信賴區間內，而西南海域雖然也有測站位於 95% 信賴區間內，但是大多數測站（87%）皆低於預測平均值（值約為 68，AvTD），甚至有部分測站低於 95% 信賴區間以外；兩海域深層帶（> 1000 m）的測站則普遍低於預測平均值。

將各測站之生物多樣性指數（ $\Delta+$ 值）與深度作圖（圖 19 a），發現部分測站呈現

多樣性為 0 的情形，原因是該測站僅有單一物種出現所導致，因此在去除物種數少於 3 (包含 3) 的測站後重新作圖 (圖 19 b)，並且與東北 (圖 19 c) 及西南海域 (圖 19 d) 測站結果 (去除物種數 3 以下測站) 比較；無論是整體或是兩海域間的多樣性指數  $\Delta+$  值，於深度 200 m 以淺的測站分布較接近，並且於深度約 1000 m 的測站，有最高  $\Delta+$  值出現的情形。東北海域於 200 m 左右同樣有最高值出現的現象，並且最低  $\Delta+$  值出現深度則是在接近 1100 m 左右的深度；西南海域的最低  $\Delta+$  值則是分別出現在約 400 – 500 m 與深度超過 2000 m 以後。

### 3.8 環境與生物間之交互關係

以深度、地形崎嶇度、底層溫度、表層平均初級生產力、表層平均初級生產力季節性變化、顆粒有機碳通量等 6 個環境因子作為參數，以 DISTLM 多變量分析，檢視可能影響物種組成的主要因子。193 個測站依歧異度 57% 分出的不同類群，魚類與環境因子的分析結果顯示 6 個環境因子對於魚類群聚皆有顯著性影響 (表 20)，經 DISTLM 多變量分析選出 6 個環境因子為最佳的解釋組合 (圖 20)，其中以深度、顆粒有機碳通量與溫度的影響較高；將測站資訊以類群區分時，可發現 A、B、C 三群的分布情形與深度、地形崎嶇度因子呈現較佳的線性關係，根據結果 3.1 統計各群測站的深度分布範圍，A 群測站以表層帶 (0 – 200 m) 深度的測站為主，B 群測站以中層帶 (201 – 1000 m) 深度測站為主，C 群則是以深層帶 (> 1000 m) 深度測站為主，綜合上述結果顯示深度可能為主要影響魚類群聚的主要因子。

東北與西南兩海域測站各別以 DISTLM 多變量分析。東北海域依歧異度 56% 分出的類群與環境因子分析結果顯示，6 個環境因子對於魚類群聚皆有顯著影響 (表 21)，篩選後以深度、溫度、地形崎嶇度、表層平均初級生產力與顆粒有機碳通量等 5 個因子為最佳解釋組合 (圖 21)，其中以深度與顆粒有機碳通量的影響較高；與整體分析結果類似，東北海域的測站分群結果與深度、地形崎嶇度呈現較佳線性關係，顯示東北海域的群聚組成同樣受到深度與地形崎嶇度的影響較高。西南

海域依歧異度 56% 分出的類群與環境因子分析結果顯示，除了地形崎嶇度因子對於魚類群聚的影響不顯著外，其餘環境因子與群聚之間皆呈顯著相關（表 22），篩選後以深度、表層平均初級生產力、表層平均初級生產力之季節性變化，以及顆粒有機碳通量等 4 個因子為最佳解釋組合（圖 22），其中以深度對回歸模式的影響較高；與前述兩結果不盡相同，西南海域的測站分群與深度呈現較佳線性關係，顯示西南海域的群聚組成主要受深度所影響。

從東北、西南與西部三個海域中挑選可比較的深度範圍，0–200 m 為東北、西南與西部海域，201–600 m 與深度超過 1000 m 則是東北與西南兩海域，挑選上述各深度範圍內不同海域的測站，並進行群聚與環境因子的 DISTLM 多變量分析。

0–200 m 的分析結果顯示，魚類群聚與表層平均初級生產力季節性變化的相關性呈不顯著，其餘 5 個因子皆呈顯著相關（表 23），篩選後以深度、溫度、表層平均初級生產力、表層平均初級生產力季節性變化與顆粒有機碳通量為最佳組合，其中以溫度與表層平均初級生產力的影響較高（圖 23）。

201–600 m 東北與西南兩海域分析結果顯示，魚類群聚與溫度的相關性呈不顯著，其餘 5 個環境因子皆呈顯著相關（表 24），篩選後以深度、地形崎嶇度與表層平均初級生產力季節性變化為最佳組合（圖 24），其中以深度與表層平均初級生產力影響較高，此深度範圍下，東北與西南海域的魚類群聚雖然有部分重疊，但是仍然能夠區隔開。

深度超過 1000 m 東北與西南兩海域分析結果顯示，魚類群聚與 6 個環境因子皆呈顯著相關（表 25），然而篩選後是以地形崎嶇度與顆粒有機碳通量對於群聚的解釋為最佳（圖 25），顯示在深度超過 1000 m 以後，6 個環境因子中除了地形崎嶇度以及顆粒有機碳通量之外，其餘環境因子可能較無改變，使得篩選結果以此兩因子為最佳組合。

將東北與西南海域所有測站之坡度 (slope) 與地形崎嶇度 (roughness) 資料，依

兩海域整體測站 (Total)、不同水層間的測站 (0 – 200 m, 201 – 1000 m, > 1000 m) 與可比較深度區間 (201 – 600 m)，並計算兩海域之平均值 (表 26)。整體而言，東北海域之坡度與地形崎嶇度的平均值皆比西南海域高將近兩倍，顯示整體而言東北海域的坡度與地形變化是相對西南海域較劇烈的；而各水層間與可比較深度區間的平均值，除了表層帶 (0 – 200 m)是以西南海域較高之外，其餘皆以東北海域較高。



## 第四章、討論

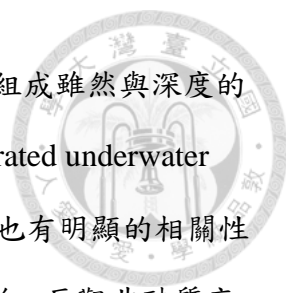


### 4.1 魚類多樣性與組成

臺灣的魚類種數豐富 (Shao et al., 2002)，而且近年都能陸續發現新物種，於 2007 年累計已確認的魚種數量已多達 2800 種以上 (Shao et al., 2007)，迄今累計之魚類物種數甚至超過 3000 種，約佔全球魚類總物種數 1/10 (Nelson, 2006)；其中，海水魚種類數約 2900 種。本研究累計採集之魚種數為 888 種 (145 科)，約佔臺灣海水魚物種數的 1/3。

由結果 3.3 得知，200 m 以淺 (表層帶)的魚種組成，於東北、西南與西部三個海域中，出現率較高的物種有明顯地不同 (表 11、表 12、表 13)，此外，東北海域與西南海域高出現率物種的數量 (5 至 6 種以上)皆顯著高於西部海域測站 (5 種以下)，而根據生物多樣性分析結果，西部海域測站的  $\Delta+$  值低於預測平均值，至於東北與西南海域測站的  $\Delta+$  值大多落在預測之 95% 信賴區間內，以上結果顯示西部海域測站的魚種組成中多樣性較低，而東北與西南海域則呈現魚種組成相對較多樣化的情形。推測西部海域測站為平坦的淺海，缺乏深海魚種，此外，漁業捕撈壓力也會對魚種組成產生影響，進而造成多樣性降低，導致單一物種出現的比例上升。

在東北與西南海域 201 – 1000 m (中層帶)的深度範圍中，出現率較高的魚種數量明顯減少，且兩海域的魚種組成上存在差異，東北海域以燈籠魚科的魚類佔較高比例，西南海域則以鼠尾鱈科的魚類佔較高比例；此兩科的魚類生活習性大不相同，燈籠魚科許多種類具晝夜垂直洄游習性 (Wang and Chen, 2001)，而鼠尾鱈科魚類則是行底棲生活 (Chiou et al., 2004)，由結果 3.10 得知，整體而言東北海域的坡度 (slope)與地形崎嶇度 (roughness)平均值相較西南海域而言較高 (表 26)。根



據 Baker et al. (2012)與 Porteiro et al. (2013)研究指出，魚類群聚組成雖然與深度的變化呈現較高的相關性，但是由無人遙控潛水器 (Remotely operated underwater vehicles, ROVs)觀察時發現，魚類群聚組成與小尺度的棲地變化也有明顯的相關性存在，於砂質底的棲地環境下，鼠尾鱈科的魚類有較優勢的情形，反觀非砂質底的棲地環境，則改以其他魚種較優勢。在此推測西南海域可能因為深度與地形變化較東北海域緩，使得西南海域棲地環境呈現平坦，供底棲性的魚類棲息，進而造成西南海域在中層帶的深度範圍以底棲性的魚類較為佔優勢，在魚種的組成上可能也因此使底棲性魚類 (鼠尾鱈科)的出現率較高。反之東北海域可能因為深度與棲地變化較頻繁，使得底棲性魚類的分布可能相對較零散，進而造成在此深度範圍下，以非典型底棲性魚類 (燈籠魚科)較佔優勢。

在東北與西南海域深度超過 1000 m (深層帶)的深度範圍中，兩海域高出現率的物種同樣明顯減少，且皆以纖鑽光魚 (*Sigmops gracilis*)為出現率最高的物種，出現率甚至高出第二的物種將近一倍，然而纖鑽光魚是屬於深海中層魚類而非典型底棲性魚類，顯示整體而言深度超過 1000 m 以後的高出現率物種逐漸改變，改以能夠進行垂直遷徙的魚類出現率較高，其中以西南海域的改變較為明顯，在深度 1000 m 以深的物種中，以非典型的底棲性魚類佔多數。


此外，綜合生物多樣性隨深度與海域的分析結果，西部海域 $\Delta+$ 值明顯較東北與西南海域低且多數測站低於 95%信賴區間，此外，西部海域大多數測站深度均淺於 200 m；而深度介於 201 – 1000 m 與超過 1000 m 的測站， $\Delta+$ 值同樣出現低於預測平均值甚至部分測站低於 95%信賴區間的情形。顯示西部海域測站的可能因位於透光帶，食物來源供應充足使得物種得以快速生長繁殖，經過相互競爭後，產生優勢物種 (如：日本緋鯉、準大頭狗母魚、花斑蛇鰻)，進而降低群聚組成的多樣性。而本研究於深度超過 200 m 測站中所採集到的物種數量，尚有許多測站低於預測平均值甚至更低，過去研究提及深海的生物多樣性高且少有優勢物種出現的現象 (Merrett and Headrich, 1997)，尤其是在 1000 – 2000 m 之間的深度範圍生

物多樣性最高 (Rex, 1981)，然而本研究尚未觀察出與此相符之現象，推測臺灣周遭海域因地形與深度變化迅速，使得採樣上具備相當高的難度，目前的採樣方式多以底拖網為主，雖然此方法能夠採集到各式各樣不同的魚類以及無脊椎等生物，但是部分地區或是海域會受到環境的限制（如：地形結構）而無法進行作業，使得深海採樣所採集到的物種數量可能是低估的，同時也間接表示深海的生物多樣性可能超出我們所能想像，就目前研究對於深海的探索與認知，尚須更進一步地精進與探討。

## 4.2 魚類群聚與環境之關係

### 4.2.1 表層帶 (0 – 200 m) 群聚

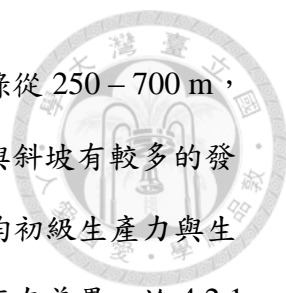
根據 3.9 結果顯示，東北、西南以及西部三個海域的魚類群聚呈現明顯的分群現象。其中西部海域測站的平均深度均淺於東北以及西南海域，而溫度的變化除了受到深度的影響外，尚會受到季風與洋流的季節性變化所影響，進而使得西部海域的測站，能以溫度差異再分出兩群，根據陳 (1996) 研究發現，由澎湖群島作為分界，能夠將臺灣沿岸的魚類分為南北兩區塊，其推測是因為洋流系統的季節性變化所致：冬季因東北季風威力增強以及來自北方的中國沿岸流南下，南方則是有來自黑潮支流入侵臺灣海峽的北向流，然而在澎湖群島地區，因受中國沿岸流與季風吹拂阻擋，使得較溫暖的海水無法繼續向北前進；夏季時西南季風增強，使南海表層水能夠順勢進入澎湖以北的區域，因為季節性的變化使得臺灣周遭海域的魚類呈現南北分區的現象，而根據本研究結果顯示，西部海域的底棲魚類群聚分群的結果傾向於地區性的分布，然而與過去研究結果有類似現象，澎湖群島以北測站（包含澎湖群島）的魚種組成較相近，以同屬或是同物種較佔優勢，而澎湖群島以南的測站中，則相對沒有此現象（表 9、圖 15）。而位於同深度區間的東北與西南海域測站，物種組成與西部海域不同，推測可能是因為此兩處海域測站



靠近陸棚邊緣，使得物種組成可能會受較深層的物種所影響；而西部海域測站則是普遍屬於陸棚區域，因此物種組成皆以淺層的物種為主。此外，東北海域因有全年存在的湧升流區，使得此海域的表層平均初級生產力偏高，進而反映在顆粒有機碳沉降至海底的通量上；相較之下西南海域表層的初級生產力，受到季節的吹拂與洋流系統所影響，使得西南海域的基礎生產力較東北海域低，進而導致陳降至海底的顆粒有機碳通量也較低，並可能因此影響西南海域的底棲魚類群聚。

#### 4.2.2 中層帶 (201 – 600 m) 群聚

中層帶可比較深度區間 (201 – 600 m) 的環境條件，正好是介於深度 200 m 以淺的表層帶以及深度超過 1000 m 的深層帶之間，在此深度範圍內只剩下微弱的光線能夠穿透，因此又稱為「微光層」，此外，中層帶的溫度變化隨深度呈急遽下降的趨勢，更因此而形成溫躍層 (Thermocline)。根據 3.9 的結果，位於此深度範圍的魚類群聚，經篩選結果顯示，主要可能受到深度、地形與表層平均初級生產力季節性變化所影響；然而分析結果除了溫度以外，其餘環境因子皆呈顯著，而且東北與西南海域仍然存在著環境上的差異，在地形的結構上，此深度範圍介於陸棚邊緣與斜坡上層的交界帶區域，然而東北海域的深度與地形變化劇烈，西南海域相對較緩慢，可能因此使得兩海域魚種的分布情形有些微差異，甚至高出現率的魚種其生活型態也不盡相同；東北海域除了底棲性魚類外，也有非典型的底棲性魚類 (燈籠魚科魚類) 出現，Wang et al. (2003) 的研究提及棲息於東部的熱帶斑海豚胃內含物，以燈籠魚科的魚類為主；而 Wang and Chen (2001) 則提出燈籠魚科魚類的食物來源以浮游動物為主，東北海域因長年有湧升流的存在，將深海的營養鹽帶至海表面，並提高東北海域的初級生產力，可能因此使東北海域的浮游動物生物量足以維持多數魚類，而燈籠魚科魚類則是相對受益較高的魚種，最後反映在魚類群聚組成上。西南海域則是以底棲性魚類的出現比例較高，但是西南海域於此深度範圍內出現比例最高的魚種是屬於非典型底棲性的小鰭新燈魚，此魚種




是廣泛分布於全球三大洋區熱帶與亞熱帶的海域，深度分布記錄從 250–700 m，過去臺灣周圍海域之採集紀錄，以西南海域至南海之陸棚邊緣與斜坡有較多的發現紀錄 (Wang and Chen, 2001)，與本研究結果相符。而表層平均初級生產力與生產力之季節性變化，以及顆粒有機碳通量在東北與西南海域間存在差異，於 4.2.1 已有描述，在此不贅述，綜合上述結果，於 201–600 m 深度區間的環境條件是相對較複雜的，此深度區間因位於地形轉變的過渡區域，溫度則隨深度而改變，甚至是不同海域間表層生產力的季節性變化等因子，皆有可能會對魚類群聚產生顯著影響，進而造成此深度區間魚類組成的獨特性。

#### 4.2.3 深層帶 (> 1000 m)群聚

深度超過 1000 m 的深層帶，光線無法穿透至此，食物來源以及沉降的量所剩無幾，而溫度此時已經趨於穩定的 4 至 5°C 左右，大致上深層帶的環境變化相較中層帶而言已減少許多，且大多呈現穩定的狀態；根據 3.9 結果，地形崎嶇度與顆粒有機碳為主要的解釋因子，顯示超過一定深度後，環境對於魚類群聚的影響已降低許多，但是地形崎嶇度與食物來源仍然可能是左右魚類群聚分布的重要因子，因為物理環境趨於一致，使得各海域甚至不同地理區深海中的魚種組成差異較淺海小，而且深海發現的魚類通常都屬於廣分布甚至是全球性分布的物種。此外，本研究發現於東北海域高出現率的魚種中，部分種類依過去採集的深度分布紀錄，呈現只分布在深度超過 1000 m 的現象，然而西南海域則沒有此情形，在此推測可能因為東北海域地形崎嶇度與深度變化劇烈，使得魚種在深度的分布上呈現明顯的區隔，而西南海域則因為變化相對平緩，因此西南海域的魚種多呈現能夠橫跨不同深度，甚至是重疊分布的情形。

#### 4.2.4 臺灣周遭海域測站整體群聚

魚類群聚的分布以及物種組成，除了受到生物之間相互的影響外，與環境因



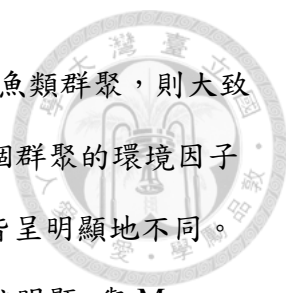
子呈現密切且複雜的關係，屬於熱帶或亞熱帶的小鰭新燈魚 (*Neoscopelus microchir*) 大多分布於淺海或是溫度高的海域，溫帶的物種如 Snailfish (*Elassodiscus obscurus*) 則分布於溫度較低或是傾向往深度較深的深海中棲息；而地形變化的劇烈與否也會影響不同生活型態的魚類分布，屬於非典型底棲性的燈籠魚科魚類能夠分布在較陡峭的環境行垂直遷徙洄游，底棲性的鼠尾鱈科魚類則喜好分布於坡度較緩的環境，以吻部搜尋沉積物或棲息於底部的生物為食；洋流系統與水團的變化也同樣可能對魚類群聚產生影響。本研究所選取的 6 個環境因子，經篩選後顯示 6 個因子皆具其重要性，顯示對於臺灣周遭海域的魚類群聚而言，環境因子的影響是密切且多樣的，此外，本研究雖然沒有分析洋流系統的影響，但是藉由不同海域的洋流組成，仍然能夠發現明顯地不同。在各海域受到不同程度的地形變化、豐富的地質構造與洋流系統，使得臺灣周遭海域的底棲魚類呈現多樣化的情形。

東北海域的魚類群聚，根據 3.9 結果顯示以深度與地形崎嶇度的影響最高，而西南海域則是以深度的影響最高；從魚種組成的類型隨深度變化可發現，東北海域出現率較高的物種中，除了底棲性魚類外，也有出現非典型的底棲性魚類，西南海域則是以底棲性魚類佔多數。綜合魚種變化與分析結果顯示，可能影響魚類群聚組成最主要的大尺度因子為深度，然而地形崎嶇度的變化程度、坡度以及各深度涵蓋的面積大小等小尺度因子，則是會因為所在的海域或地點而有所差異。其中東部與東北海域，因為位於板塊交界處，受到板塊擠壓產生的造山運動、隱沒帶的侵蝕作用以及堆積等作用，造就出豐富且複雜的海底地形，其中鄰近東北海域的海底地形由北而南為東海陸棚、東海大陸斜坡、南沖繩海槽、琉球島弧，琉球島弧南側離臺灣海岸線由近而遠又可分為和平海盆、南澳海盆、東南澳海盆與波照間海盆，其中琉球島弧—海溝系統在臺灣東北海域的地質作用複雜，除了介於隱沒與碰撞的過渡帶，還有許多地質事件的發生，因此琉球島弧的西南端與臺灣東北海域的地質作用一直是許多學者感興趣的焦點 (Chiao et al., 2001; Font et

al., 2001; Lallemand et al., 2001; Wu et al., 2007; Font and Lallemand, 2009; Matsumoto et al., 2009; 戴等, 2014)。因上述等地質作用與現象，使得東部與東北海域呈現地形崎嶇度與坡度變化劇烈的情形，進而造成棲地環境變化複雜、陡峭且深度變化劇烈，魚種的組成可能因此以能夠進行垂直遷徙的物種較優勢；同時，東北海域與東海陸棚交界處因地形抬升，使得黑潮源流流經此處，碰撞至東海陸棚而形成湧升流區 (Chern et al., 1990)，將底部富含營養鹽的水團帶至海表面，形成廣為人知的「冷丘」現象，使表層的初級生產力提高，進而能夠維持整個東北海域的食物鏈結構，此區域也成為東北海域重要的漁場之一 (Jan et al., 2011)。

相較之下，西南海域深度變化相對較平緩，地形崎嶇度與坡度也不如東北海域來得複雜與陡峭，因此西南海域以底棲性魚類較佔優勢。此外，過去研究指出，南海海域表層的基礎生產力與葉綠素分布，會受到不同季節的季風吹拂所影響 (Liu et al., 2002)，而位於南海與臺灣海峽交界處的臺灣西南海域，除了受到南海表層水與黑潮支流的季節性變化所影響外，此兩水團也會間接促使南海海域與西南海域的表層海水混合，進而影響臺灣西南海域表層的基礎生產力，最終可能影響底棲魚類群聚組成。

Baker et al. (2012)於紐芬蘭大淺灘 (北大西洋海域)的研究發現，在深度 800 m 以淺的魚類群聚，會隨棲地環境呈現明顯的變化趨勢，深度超過 800 m 以深的魚類群聚則沒有觀察到明顯的分群現象。而 Menezes et al. (2006)則指出亞速爾群島地區，淺海的魚類群聚與棲地環境的地形組成，以及結構變化具明顯的相關性，並呈現地區性的分布現象；此外，因為群島地處許多水團的交界處，各水團佔據不同的水層，較深的魚類群聚分群現象與棲地環境等因子的相關性，隨深度逐漸增加而降低，反而與水團分層的結果呈類似的分布，其推測深度與水團分布，可能是影響魚類群聚的重要且大尺度的因子之一，而小尺度的因子如棲地環境的結構與地形變化，也有可能會對魚類群聚分布產生影響。與 Baker et al. (2012)的研究結果相比，本研究於深度超過 1000 m，沒有觀察到魚類群聚有明顯的分群現象，甚



至各海域間的魚種組成差異同樣偏低；相對深度 1000 m 以淺的魚類群聚，則大致由 200 m 為界，區分成 200 m 以淺與 200 – 1000 m 兩群，此兩個群聚的環境因子除了深度為主要差異外，溫度、光線、洋流與棲地變化等因子皆呈明顯地不同。本研究在 1000 m 以淺的深度，各海域間的魚類群聚組成差異較明顯，與 Menezes et al. (2006; 2015) 的結果類似，淺海的魚類群聚呈現地區性分布的現象，而此現象可能受底質、洋流與溫度所造成。





## 第五章、總結

臺灣周遭淺海 (200 m 以淺)陸棚區域的底棲魚類群聚組成與分布，呈現區域性的分布情形。大致上分為東北、西南與西部海域等三個區域，其中西部海域可進一步細分為數個類群；陸棚邊緣以深 ( $> 200$  m)的底棲魚類群聚組成與分布，存在地區上的差異 (東北與西南海域)，但是隨著深度越深，魚種組成差異呈現越小的趨勢。

根據本研究結果，底棲魚類的分布受到許多環境因子的交互關係所影響，其中以深度的影響較為明顯。淺海 (200 m 以淺)的底棲魚類群聚組成，除了受到深度影響外，溫度、底質類型以及初級生產力也可能會對淺海的群聚組成產生改變，此外，淺海的魚類群聚組成多以深度分布較狹窄的魚種為主 (stenobathial)；深度超過 200 m 的魚類群聚，因為缺乏初級生產力，因此仰賴表層沉降與側面橫向輸入的有機碎屑，同時溫度開始隨深度下降，使得物理環境 (光照、溫度等)改變較明顯，部分魚類以躲避掠食者或覓食為目的，行晝夜垂直遷徙生活，使得魚類群聚組成開始改變以深度分布較廣的魚類較多 (eurybathial)；深度超過 1000 m 以後，物理環境趨向一致且穩定，使得跨海域甚至全球性分布的魚種比例較高，同時也以深度分布較廣的魚類佔較高比例。位於臺灣東北與西南海域的底棲魚類群聚組成，同樣受到深度因子的影響較大，然而兩海域可能也因為洋流、地形崎嶇度與底質結構改變等原因，使得魚種組成不盡相同，東北海域除了底棲性魚類外，非典型底棲性的魚類 (燈籠魚科魚類)也有較高的出現率，西南海域則以鼠尾鱈科的魚類佔多數。

對於底棲魚類群聚而言，大尺度的環境改變 (如：深度)可能是主要的影響因子，而隨著深度改變，其他環境因子 (如：溫度、初級生產力)也同時產生變化；

相對小尺度的環境因子（如：地形崎嶇度與地質結構產生的棲息環境阻隔），可能也會對魚類群聚的組成與分布產生一定程度的影響。



## 第六章、參考文獻



Baker KD, Haedrich RL, Snelgrove PV, Wareham VE, Edinger EN, Gilkinson KD

(2012) Small-scale patterns of deep-sea fish distributions and assemblages of the Grand Banks, Newfoundland continental slope. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 65: 171-188.

Bjorndal Å, Løkkeborg S (1996) Longlining. Fishing News Books, Oxford, 156 pp.

Buesseler KO, Lamborg CH, Boyd PW, Lam PJ, Trull TW, Bidigare RR, Bishop JKB,


Casciotti KL, Dehairs F, Elskens M, Honda M, Karl DM, Siegel DA, Silver MW, Steinberg DK, Valdes J, Mooy BV, Wilson S (2007) Revisiting carbon flux through the ocean's twilight zone. *Science* 316: 567-570.

Carney RS (2005) Zonation of deep biota on continental margins. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 43: 211-278.

Chang NN, Shiao JC, Gong GC, Kao SJ, Hsieh CH (2014) Stable isotope ratios reveal food source of benthic fish and crustaceans along a gradient of trophic status in the East China Sea. *Continental Shelf Research* 84: 23-34.

Chern CS, Wang J (1992a) The influence of Taiwan Strait waters on the circulation of the southern East China Sea. *La mer* 30: 223-228.

Chern CS, Wang J, Wang DP (1990) The exchange of Kuroshio and East China Sea

- 
- shelf water. *Journal of Geophysical Research* 95(C9): 16017-16023
- Chiao LY, Kao H, Lallemand S, Liu CS. (2001) An alternative interpretation for slip vector residuals of subduction interface earthquakes: a case study in the westernmost Ryukyu slab. *Tectonophysics* 333(1): 123-134.
- Childress JJ, Price MH, Favuzzi J, Cowles D (1990) Chemical composition of midwater fishes as a function of depth of occurrence off the Hawaiian Islands: food availability as a selective factor? *Marine Biology* 105(2): 235-246.
- Chiou ML, Shao KT, Iwamoto T (2004) A New Species, *Caelorinchus sheni*, and 19 New Records of Grenadiers (Pisces, Gadiformes, Macrouridae) from Taiwan. *Zoological studies* 43(1): 35-50.
- Clarke KR (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian journal of ecology* 18: 117-117.
- Dietz RS, Menard HW (1951) Origin of abrupt change in slope at continental shelf margin. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 35(9): 1994-2016.
- Edgar GJ, Shaw C (1995) The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia III. General relationships between sediments, seagrasses, invertebrates and fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 194(1): 107-131.

Etter RJ, Mullineaux LS (2001) Deep-sea communities. In: Bertness MD, Gaines SD,

Hay ME (Eds.). Marine community ecology. Sinauer Associates, Inc.

Massachusetts. pp. 367-393.

Font Y, Lallemand S. (2009) Subducting oceanic high causes compressional faulting in

southernmost Ryukyu forearc as revealed by hypocentral determinations of

earthquakes and reflection/refraction seismic data. *Tectonophysics* 466(3):

255-267.

Font Y, Liu CS, Schnurle P, Lallemand S. (2001) Constraints on backstop geometry of

the southwest Ryukyu subduction based on reflection seismic data.

*Tectonophysics* 333(1): 135-158.

Fujita T, Inada T, Ishito Y (1995) Depth-gradient structure of the demersal fish

community on the continental shelf and upper slope off Sendai Bay, Japan.

*Oceanographic Literature Review* 10(42): 877.

Haedrich RL, Rowe GT (1977) Megafaunal biomass in the deep sea.

Haedrich RL, Rowe GT, Polloni PT (1980) The megabenthic fauna in the deep sea

south of New England, USA. *Marine Biology* 57(3): 165-179.

Herring P (2002) The biology of the deep ocean. Oxford University Press.

Herring P (2002) The biology of the deep ocean. Oxford University Press.

Hessler RR, Sanders HL (1967) Faunal diversity in the deep-sea. *Deep Sea Research* 14:

65-78.



Hsieh HY, Lo WT, Liu DC, Hsu PK, Su WC (2007) Winter spatial distribution of fish larvae assemblages relative to the hydrography of the waters surrounding

Taiwan. *Environmental biology of fishes* 78(4): 333-346.

Hu J, Kawamura H, Li C, Hong H, Jiang Y (2010) Review on current and seawater volume transport through the Taiwan Strait. *Journal of oceanography* 66(5):

591-610.

Izsak C, Price ARG (2001) Measuring  $\beta$ -diversity using a taxonomic similarity index, and its relation to spatial scale. *Marine Ecology Progress Series* 215: 69-77.

Jan S, Chen CC, Tsai YL, Yang YJ, Wang J, Chern CS, Gawarkiewicz G, Lien RC,

Centurioni L, Kuo JY (2011) Mean structure and variability of the cold dome northeast of Taiwan. *Oceanography* 24(4): 100-109.

Jan S, Wang J, Chern CS, Chao SY (2002) Seasonal variation of the circulation in the Taiwan Strait. *Journal of Marine Systems* 35(3): 249-268.

Jones JB (1992) Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 26(1): 59-67.

Koslow JA (2007) *The silent deep: the discovery, ecology and conservation of the deep sea* (p. 270). Chicago: University of Chicago Press.

Koslow JA, Bulman CM, Lyle JM (1994) The mid-slope demersal fish community off



southeastern Australia. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research

Papers 41(1): 113-141.

Lallemand S, Font Y, Bijwaard H, Kao H. (2001) New insights on 3-D plates interaction

near Taiwan from tomography and tectonic implications. Tectonophysics 335(3):

229-253.

Larsen RB, Isaksen B (1993) Size selectivity of rigid sorting grids in bottom trawls for

Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). In

ICES Marine Science Symposia 196: 178-182.

Liu CS, Liu SY, Lallemand SE, Lundberg N, Reed DL (1998) Digital elevation model

offshore Taiwan and its tectonic implications. Terrestrial, Atmospheric and

Oceanic Sciences 9(4): 705-738.

Liu JP, Li AC, Xu KH, Velozzi DM, Yang ZS, Milliman JD, DeMaster DJ (2006)

Sedimentary features of the Yangtze River-derived along-shelf clinoform deposit

in the East China Sea. Continental Shelf Research 26(17): 2141-2156.

Liu KK, Chao SY, Shaw PT, Gong GC, Chen CC, Tang TY (2002) Monsoon-forced

chlorophyll distribution and primary production in the South China Sea:

observations and a numerical study. Deep Sea Research Part I: Oceanographic

Research Papers 49(8): 1387-1412.

Longhurst AR, Pauly D (1987) Ecology of tropical oceans. Academic Press, San Diego:

407.



Lutz MJ, Caldeira K, Dunbar RB, Behrenfeld MJ (2007) Seasonal rhythms of net primary production and particulate organic carbon flux to depth describe the efficiency of biological pump in the global ocean. *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978–2012), 112(C10).

Matsumoto T, Shinjo R, Nakamura M, Kimura M, Ono T. (2009) Submarine active normal faults completely crossing the southwest Ryukyu Arc. *Tectonophysics* 466(3): 289-299.

Menezes GM, Sigler MF, Silva HM, Pinho MR (2006) Structure and zonation of demersal fish assemblages off the Azores Archipelago (mid-Atlantic). *Marine Ecology Progress Series* 324: 241-260.

Menezes GM, Tariche O, Pinho MR, Sigler MF, Silva HM (2015) Structure and zonation of demersal and deep-water fish assemblages off the cape Verde archipelago (northeast-Atlantic) as sampled by baited longlines. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 102: 118-134.

Merrett NR, Gordon JDM, Stehmann M, Haedrich RL (1991) Deep demersal fish assemblage structure in the Porcupine Seabight (eastern North Atlantic): slope sampling by three different trawls compared. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 71(02): 329-358.





Merrett NR, Haedrich RL (1997) Deep-sea demersal fish and fisheries (Vol. 23).

Springer Science & Business Media.

Merrett NR, Marshall NB (1980) Observations on the ecology of deep-sea

bottom-living fishes collected off northwest Africa (08–27 N). *Progress in*

*Oceanography* 9(4): 185-244.

Nakabō T(Ed.) (2002) Fishes of Japan: with pictorial keys to the species (Vol. 1). Tokai

University Press.

Nelson JS (2006) Fishes of the World. 4th. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Nielsen JG, Bertelsen E, Jespersen Å (1989) The biology of *Eurypharynx pelecyanoides*

(Pisces, Eurypharyngidae). *Acta Zoologica* 70(3): 187-197.

Niino H, Emery KO (1961) Sediments of shallow portions of East China Sea and South

China Sea. *Geological Society of America Bulletin* 72(5): 731-762.

Pearcy WG, Stein DL, Carney RS (1982) The deep-sea benthic fish fauna of the

northeastern Pacific Ocean on Cascadia and Tufts Abyssal Plains and adjoining

continental slopes. *Biological Oceanography* 1(4): 375-428.

Porteiro FM, Gomes-Pereira JN, Pham CK, Tempera F, Santos RS (2013) Distribution

and habitat association of benthic fish on the Condor seamount (NE Atlantic,

Azores) from in situ observations. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in*

*Oceanography* 98: 114-128.

Ragonese S, Zagra M, Di Stefano L, Bianchini ML (2001) Effect of codend mesh size on the performance of the deep-water bottom trawl used in the red shrimp fishery in the Strait of Sicily (Mediterranean Sea). *Advances in Decapod Crustacean Research* 154: 279-291.

Rex MA (1981) Community structure in the deep-sea benthos. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12: 331-353.

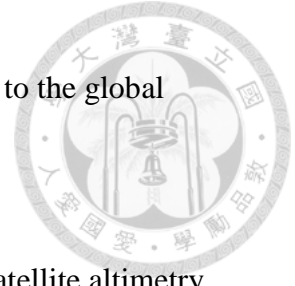
Rex MA, Etter RJ (1998) Bathymetric patterns of body size: implications for deep-sea biodiversity. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 45(1): 103-127.

Robison BH (2004) Deep pelagic biology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300(1): 253-272.

Sabrah MM, El-Ganainy AA (2009) Observation on biological traits of striped goatfish (*Upeneus vittatus*) and freckled goatfish (*Upeneus tragula*) from the Gulf of Suez, Egypt. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 1: 121-128.

Sell AF, Kröncke I (2013) Correlations between benthic habitats and demersal fish assemblages—a case study on the Dogger Bank (North Sea). *Journal of Sea Research* 80: 12-24.

Shao KT, Hsieh LY, Wu YY, Wu CY (2002) Taxonomic and distributional databases of fishes in Taiwan. *Environmental biology of fishes* 65(2): 235-240.



Shao KT, Lin JYC, Lin HH (2007) Linking the Taiwan fish database to the global database. *Data Science Journal* 6: S164-S171.

Smith WH, Sandwell DT (1997) Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. *Science* 277(5334): 1956-1962.

Snelgrove PVR, Smith CR (2003) A riot of species in an environmental calm: the paradox of the species-rich deep-sea floor. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 40: 311-342.

Somero GN (1992) Biochemical ecology of deep-sea animals. *Experientia* 48(6): 537-543.

Somero GN, Siebenaller JF, Hochachka PW (1983) Biochemical and physiological adaptations of deep-sea animals. *The sea* 8: 261-330.

Sverdrup HU, Johnson MW, Fleming RH (1942) *The Oceans*. Prentice Hall, New York, p.1087.

Wang JTM, Chen CT (2001) A review of lanternfishes (families: Myctophidae and Neoscopelidae) and their distributions around Taiwan and the Tungsha Islands with notes on seventeen new records. *Zoological studies* 40(2): 103-126.

Wang MC, Walker WA, Shao KT, Chou LS (2003) Feeding habits of the pantropical spotted dolphin, *Stenella attenuata*, off the eastern coast of Taiwan. *Zoological Studies* 42(2): 368-378.



Williams A, Koslow JA, Last PR (2001) Diversity, density and community structure of the demersal fish fauna of the continental slope off western Australia (20 to 35 S). Marine ecology. Progress series 212: 247-263.

Wu YM, Shyu JBH, Chang CH, Zhao L, Nakamura M, Hsu SK. (2009) Improved seismic tomography offshore northeastern Taiwan: implications for subduction and collision processes between Taiwan and the southernmost Ryukyu. Geophysical Journal International 178(2): 1042-1054.

Yancey PH, Gerringer ME, Drazen JC, Rowden AA, Jamieson A (2014) Marine fish may be biochemically constrained from inhabiting the deepest ocean depths. Proceedings of the National Academy of Sciences 111(12): 4461-4465.

Yool A, Martin A P, Fernández C, Clark DR (2007) The significance of nitrification for oceanic new production. Nature 447: 999-1002.

National Oceanic and Atmospheric Administration (1970) World Ocean Atlas [Data file] Available from National Oceanographic Data Center Web site, <https://www.nodc.noaa.gov/>

方品仁 (2015) 東海底棲性魚類群聚之時空變化。國立臺灣大學生命科學院漁業科學研究所碩士論文，共 112 頁。

王胃、陳慶生 (1989) 臺灣海峽東側冷季之浙閩沿岸水入侵事件。臺灣大學海洋學刊 22：43-67。



王胃、陳慶生、陳俊賢、黃耀瑩 (1988) 國光平台及附近海域氣象海象觀測報告。

國立臺灣大學海洋研究所專刊第 57 號，279 頁。

吳全橙、莊世昌、賴竹蘭、康偉福、陳玉姬 (2008) 臺灣北部海域中小型拖網漁業

資源現況調查。水產試驗所 2008 年報，行政院農委會水產試驗所，3 頁。

吳全橙、陳威克、莊世昌、吳繼倫、陳玉姬、陳悅祥 (2010) 臺灣北部底棲魚類資

源之調查與管理—7.5 cm 底拖網網目選擇性試驗。水產試驗所 2010 年報，

行政院農委會水產試驗所，7 頁。

吳宗翰 (2002) 臺灣北部及東北海域底拖魚類群聚結構之研究。國立臺灣海洋大學

海洋生物研究所碩士論文，共 111 頁。

吳春基、黃建智、翁進興、吳龍靜 (2014) 臺灣西南海域花斑蛇鯔之生殖生物學研

究。水產研究 22 (1)：23-41。

吳春基、賴繼昌、陳玟妤、黃星翰、黃建智、陳羿惠、何珈欣、陳秋月、張麗美、

翁進興、楊清閔、吳龍靜 (2013) 臺灣西南海域拖網漁業資源時空變動與永

續利用之研究(II)魚類生物研究、浮游生物調查、科學魚探聲學反射特性解

析。水產試驗所 2013 年報，行政院農委會水產試驗所，7 頁。

吳春基、賴繼昌、黃建智、陳羿惠、陳玟妤、陳秋月、翁進興、張麗美、吳龍靜 (2012)

臺灣西南海域拖網漁業資源時空變動與永續利用之研究—大眼鯛之漁況及

生物特性研究。水產試驗所 2012 年報，行政院農委會水產試驗所，5 頁。

吳春基、賴繼昌、謝泓諺、黃建智、陳羿惠、陳秋月、翁進興、程嘉彥、張麗美、



潘惠婉、吳龍靜 (2011) 臺灣西南海域底棲魚類群聚生態調查及其在漁業管理之應用研究—台灣西南海域拖網漁獲大眼鯛、白帶魚、刺鰓之生殖生態調查研究。水產試驗所 2011 年報，行政院農委會水產試驗所，8 頁。

吳龍靜、賴繼昌、翁進興、楊清閔、陳玟妤、黃星翰、黃建智、何珈欣 (2014) 氣候變遷對臺灣西南海域帶魚資源與漁場影響之研究。水產試驗所 2014 年報，行政院農委會水產試驗所，12 頁。

李建生、李經法、程家驥 (2006) 長江口漁場魚類組成和多樣性。海洋漁業 28：37-41。

李境超 (2007) 臺灣東北部海域三種腔吻鰻屬鼠尾鰻的食性及棲所資源分配之研究。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 28 頁。

沈世傑 (1993) 台灣魚類誌。Fishes of Taiwan。

林先詠 (2011) 以耳石微細結構與穩定性同位素組成探討深海底棲魚類之生活史。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 104 頁。

林佩諭 (2011) 南中國海及臺灣東北海域深海底棲性生物的多樣性及食物網分析。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 85 頁。

林龍山、鄭元甲、劉勇、張寒野 (2006) 東海區小型魚類生態研究 - 小型魚類的種類組成及季節變化。海洋科學 30：58-62。

邱鈺婷 (2013) 2009 年至 2011 年間夏季東海底棲性魚類群聚組成。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 70 頁。



秦韶生、黃士宗、黃四字、康偉服、李嘉林、陳慶聲、陳玉姬 (2005) 臺灣北部海

域中小型拖網單位努力漁獲量之調查研究。水產試驗所 2005 年報，行政院

農委會水產試驗所，3 頁。

秦韶生、黃士宗、黃四字、康偉服、陳慶聲、陳玉姬 (2006) 臺灣北部海域中小型

拖網單位努力漁獲量之調查研究。水產試驗所 2006 年報，行政院農委會水

產試驗所，5 頁。

秦韶生、賴竹蘭、康偉福、莊世昌、陳玉姬 (2007) 臺灣北部海域中小型拖網漁業

資源調查研究。水產試驗所 2007 年報，行政院農委會水產試驗所，7 頁。

張可揚、陳威克、莊世昌、吳全橙、王敏昌、吳繼倫 (2013) 臺灣東北海域底棲漁

業資源之監測(I)－宜蘭灣底拖漁獲種類組成變動。水產試驗所 2013 年報，

行政院農委會水產試驗所，3 頁。

張其永、楊甘霖 (1986) 閩南-臺灣淺灘漁場狗母魚類食性的研究。水產學報 10 (2):

213-222。

張妮娜 (2009) 2008 年夏季東海底棲性魚類多樣性及海洋生物與環境之相關性。國

立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 71 頁。

張妮娜 (2013) 東海底棲性魚類群聚與環境因子之關聯：論優養化之影響。國立臺

灣大學海洋研究所博士論文，共 133 頁。

陳正平 (1996) 利用型態及粒線體去氧核糖核酸的 12S rRNA 序列探討天竺鯛科魚

類分類與類緣關係。國立臺灣大學海洋研究所博士論文，共 192 頁。



陳威克、莊世昌、吳全橙、蕭聖代、吳繼倫 (2012) 臺灣北部海域底棲魚類資源之調查與管理—台灣產大眼鯛之系群遺傳結構。水產試驗所 2012 年報，行政院農委會水產試驗所，6 頁。

葉信明、吳春基、陳羿惠、吳龍靜、謝泓諺 (2010) 臺灣西南海域蛇鯔屬魚類的產卵洄游。水產試驗所 2010 年報，行政院農委會水產試驗所，8 頁。

葉信明、吳春基、賴繼昌、陳守仁、陳羿惠、吳龍靜、黃建智、翁進興、張麗美、陳秋月、潘惠婉、邵琬絜、蔡家聖、黃盟巽 (2008) 台灣西南海域底棲魚類群聚生態調查及其在漁業管理之應用研究-經濟魚類產卵場及漁場動態。水產試驗所 2008 年報，行政院農委會水產試驗所，7 頁。

葉信明、吳春基、賴繼昌、黃建智、陳守仁、陳羿惠、吳龍靜、柯慧玲、翁進興、張麗美、陳秋月、潘惠婉、邵琬絜、蔡家聖、蔣依依、黃盟巽 (2009) 臺灣西南海域底棲魚類群聚生態調查及其在漁業管理之應用研究—台灣西南海域刺鯔生殖洄游海域、漁業參數及網目選擇性。水產試驗所 2009 年報，行政院農委會水產試驗所，8 頁。

劉恩諭 (2013) 以耳石微細結構與穩定性同位素組成探討深海底棲魚類之發育垂直遷徙。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 101 頁。

賴繼昌、黃建智、洪銘昆、黃星翰、吳春基、翁進興、葉信明、吳龍靜 (2012) 臺灣西南海域海洋水文環境與漁業資源漁場變動監測研究。水產試驗所 2012 年報，行政院農委會水產試驗所，15 頁。



賴繼昌、黃建智、洪銘昆、黃星翰、吳春基、翁進興、葉信明、吳龍靜 (2013) 臺

灣西南海域海洋水文環境與漁業資源漁場變動監測研究。水產試驗所 2013

年報，行政院農委會水產試驗所，13 頁。

隋宗達 (2015) 以耳石微細結構與穩定性碳氧同位素組成探討深海底棲性魚類之

發育垂直遷徙。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文，共 152 頁。

戴昌鳳等 (2014) 臺灣區域海洋學。臺北：國立臺灣大學出版中心。

臺灣底拖漁業資源資料庫 — <http://coatbp.sinica.edu.tw/2010/home.php>

臺灣深海生物相及其分布資料庫 — <http://deepsea.biodiv.tw/>

臺灣魚類資料庫 — <http://fishdb.sinica.edu.tw/>

世界海洋物種目錄 — <http://www.marinespecies.org/>

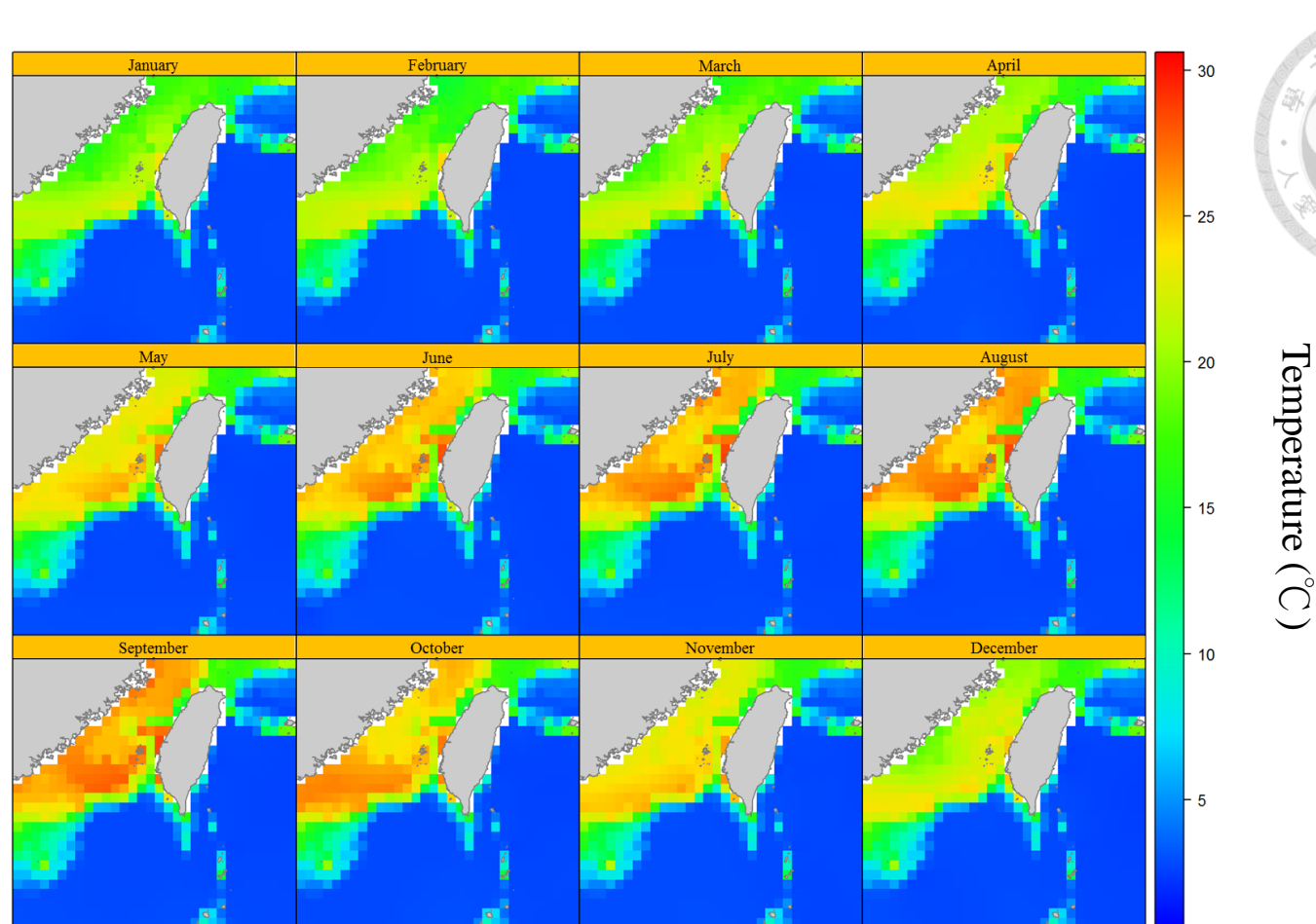


圖 1、臺灣海域底層溫度型態

NOAA 提供臺灣海域底層海溫分布 (單位：1/4 度)，各數字代表不同月份之年平均 (1955 年至 2014 年間)。

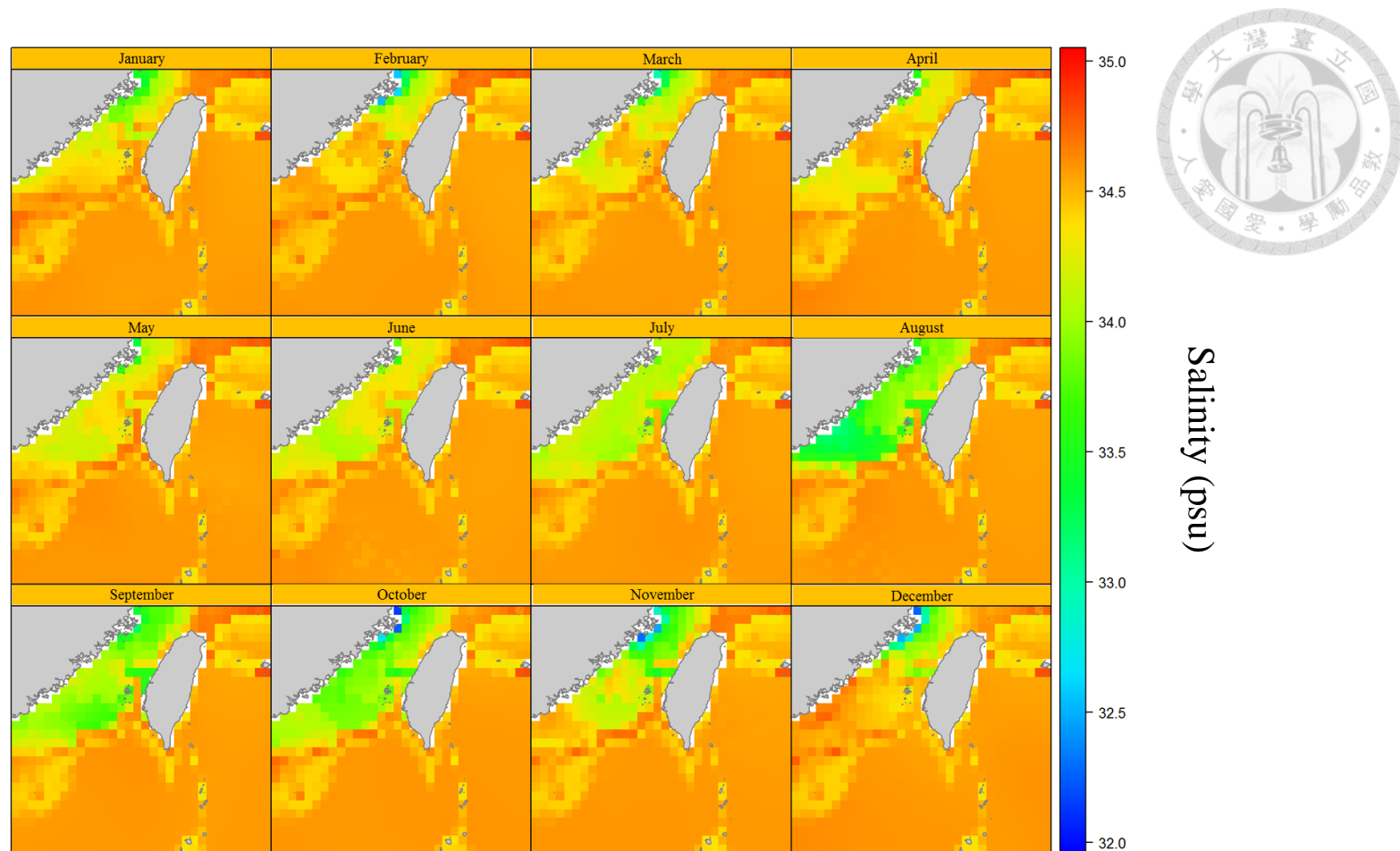


圖 2、臺灣海域底層鹽度型態

NOAA 提供臺灣海域底層鹽度分布 (單位：1/4 度)，各數字代表不同月份之年平均 (1955 年至 2014 年間)。

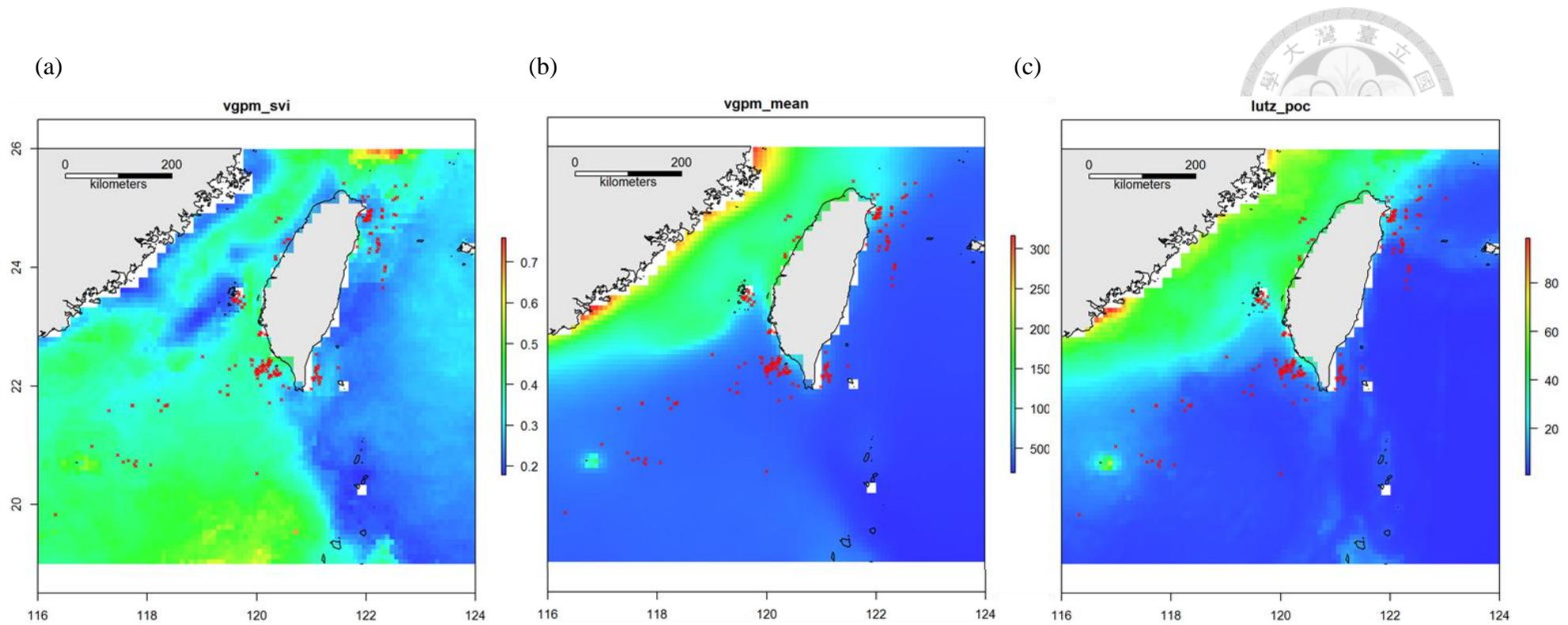


圖 3、臺灣海域海表面初級生產力型態 (1998 年至 2014 年間平均)

(a)表層平均初級生產力之季節性變化 (b)表層平均初級生產力 ( $\text{mgC}/\text{m}^2/\text{day}$ ) (c)POC flux (顆粒有機碳通量)。

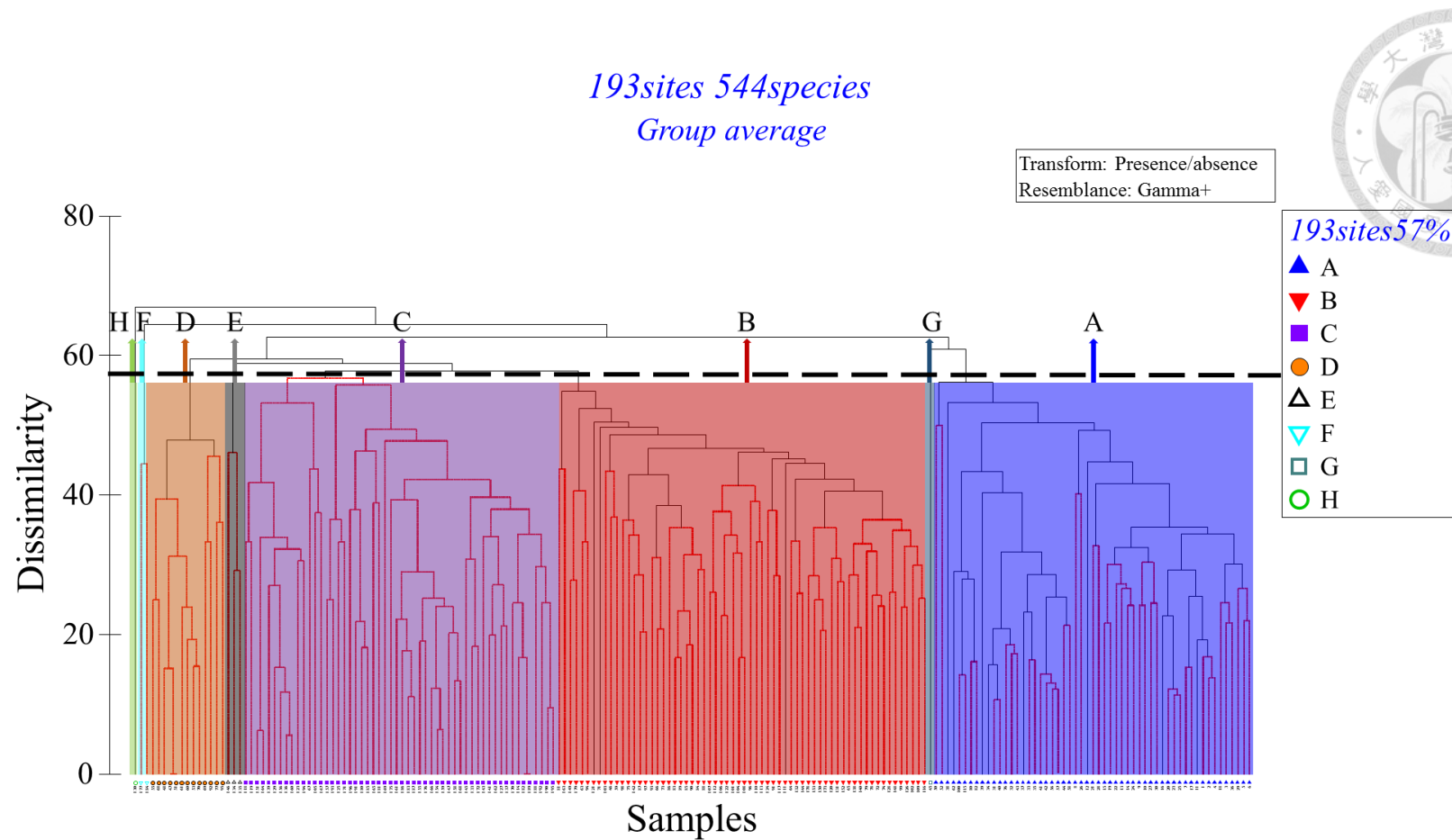
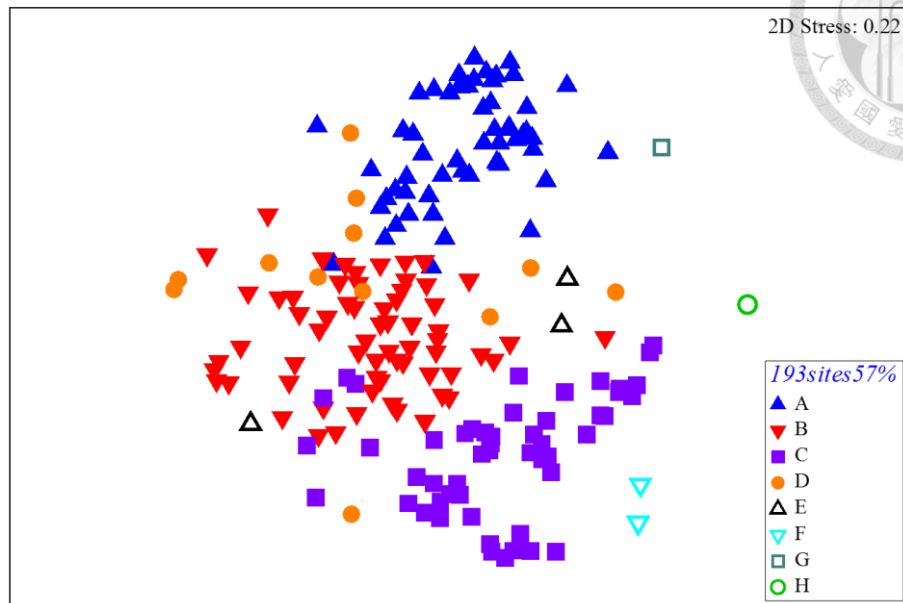


圖 4、193 測站 cluster 分析

SIMPROF 檢定後，黑色實線為分群達顯著水準 ( $p < 0.05$ )，水平虛線為 57 % 歧異度時可將測站分為 8 群，其中 A、B、C 及 D 群的測站數較多，各群 95% 測站之深度分布：A 群為 10 – 565 m、B 群為 309 – 1490 m、C 群為 739 – 3576 m、D 群為 250 – 546 m。

(a)



(b)

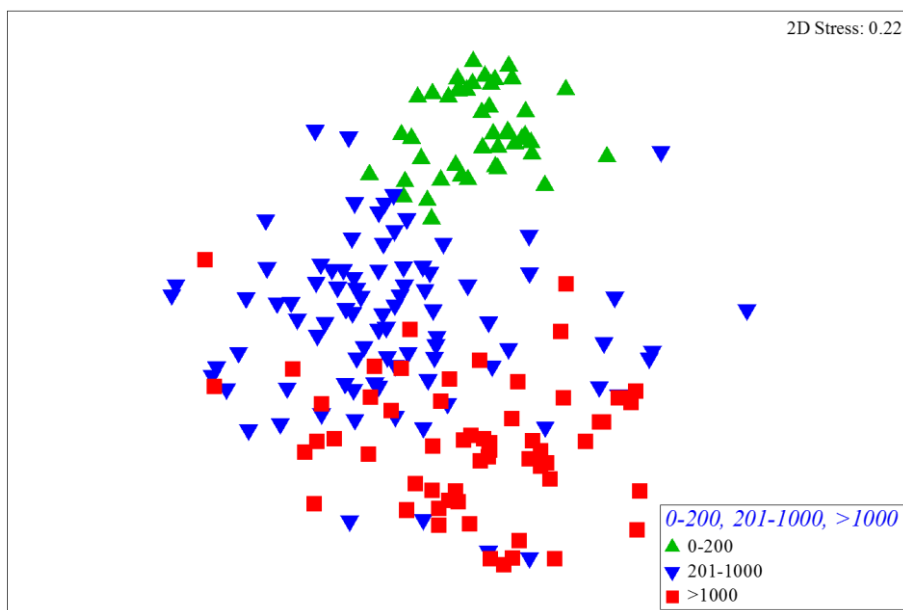


圖 5、193 測站 MDS 分析

(a) 分群依據圖 4，其中 A、B、C 分群明顯，而 D 群則分散於 A、B、C 三群之間 (主要分布於 A、B 群之間) (b) 將測站資訊轉為水層檢視時，可發現分群現象呈現隨深度越深而逐漸改變的情形，表層帶 (200 m 以淺) 群聚與較深水層分隔較明顯，而中層帶 (201 – 1000 m) 與深層帶 (> 1000 m) 則有重疊的區域。



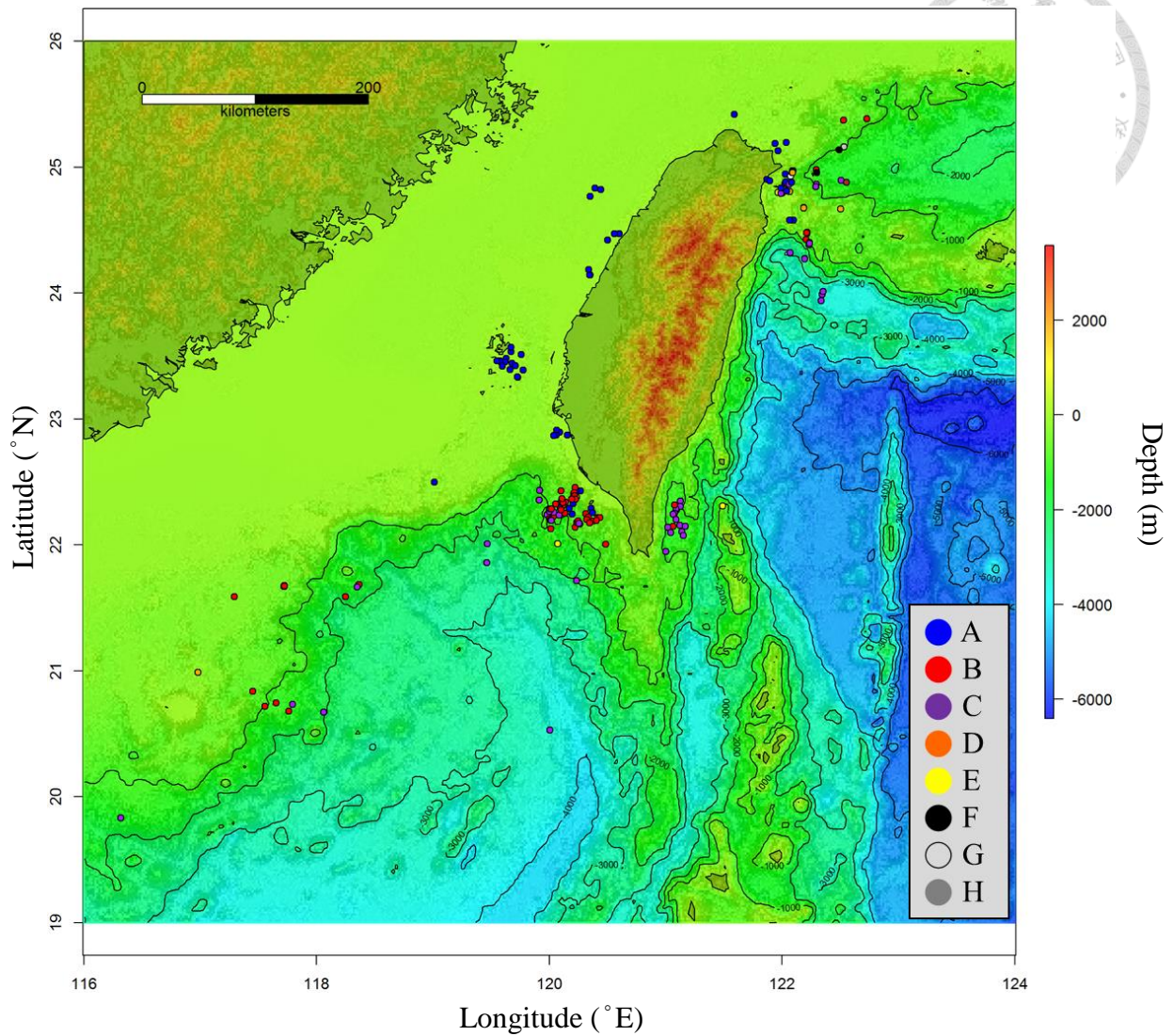


圖 6、193 測站各類群之位置分布

依歧異度 57% 可分為 8 群，其中 A、B、C 及 D 群的測站數較多，95% 測站之深度分布：A 群為 10 – 565 m、B 群為 309 – 1490 m、C 群為 739 – 3576 m、D 群為 250 – 546 m。

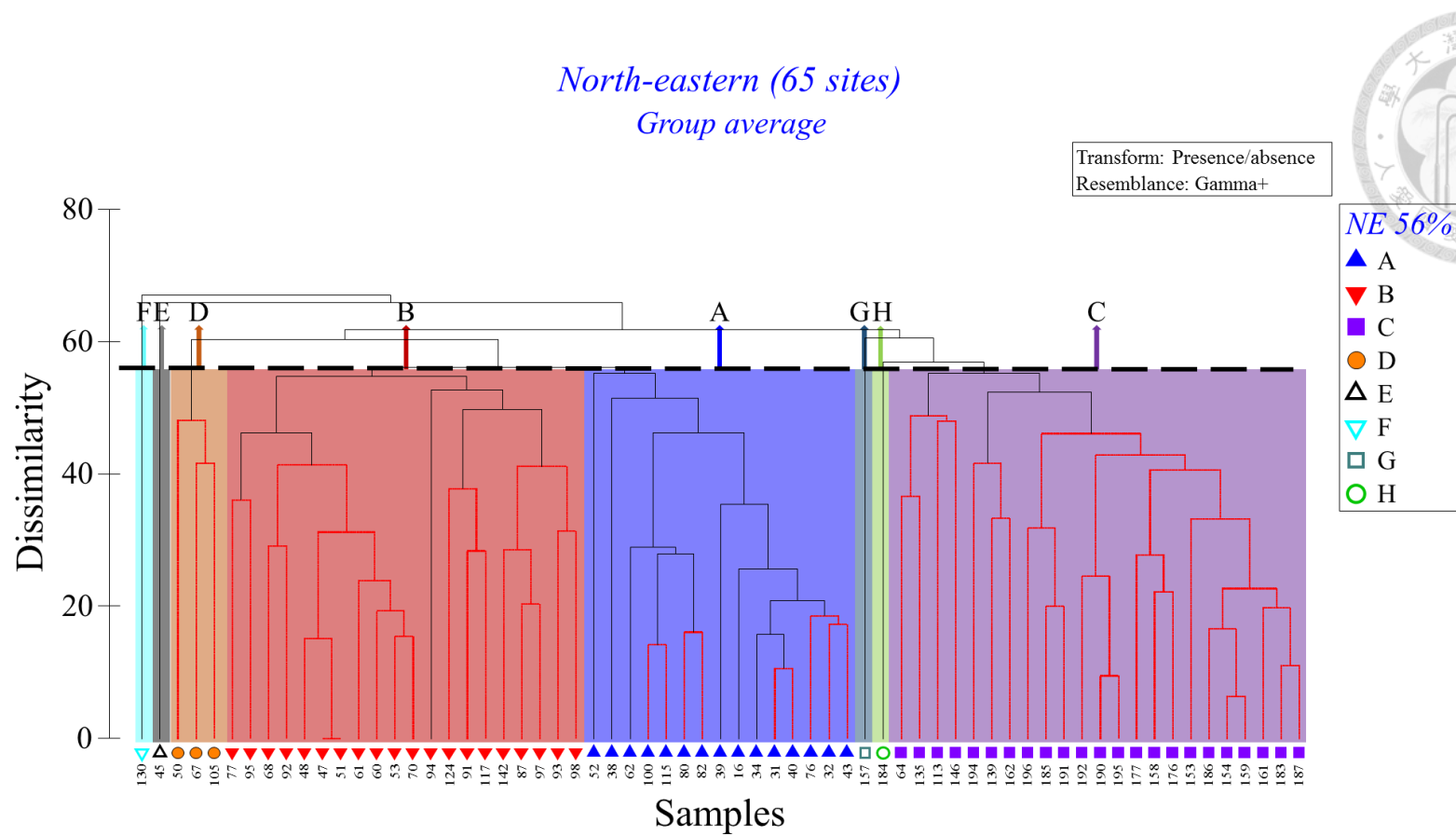
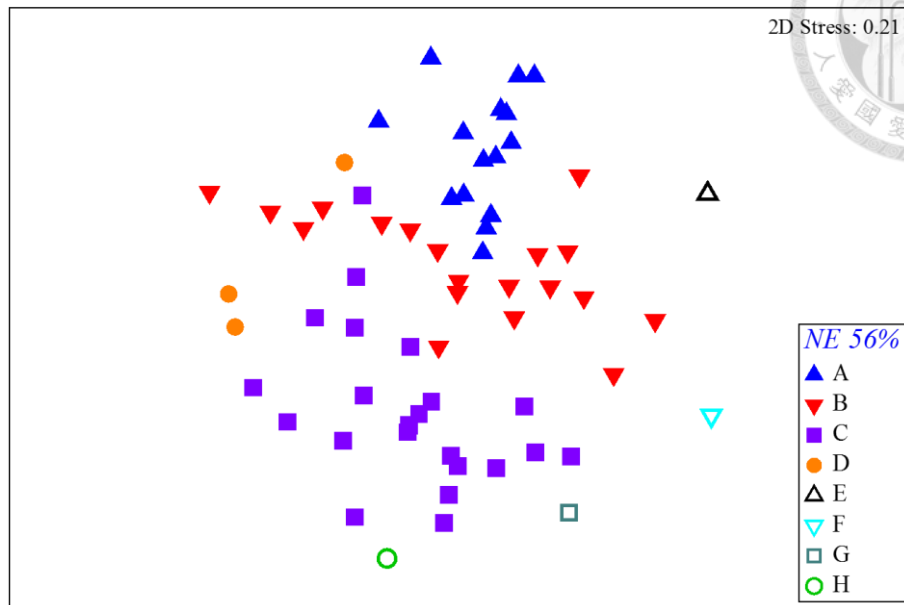


圖 7、東北海域 (65 測站) cluster 分析

SIMPROF 檢定後，黑色實線為分群達顯著水準 ( $p < 0.05$ )，水平虛線為 56 % 歧異度時可將測站分為 8 群，其中 A、B、C 群的測站數較多，各群 95% 測站之深度分布：A 群為 68 – 730 m、B 群為 250 – 1008 m、C 群為 574 – 3579 m。



(a)



(b)

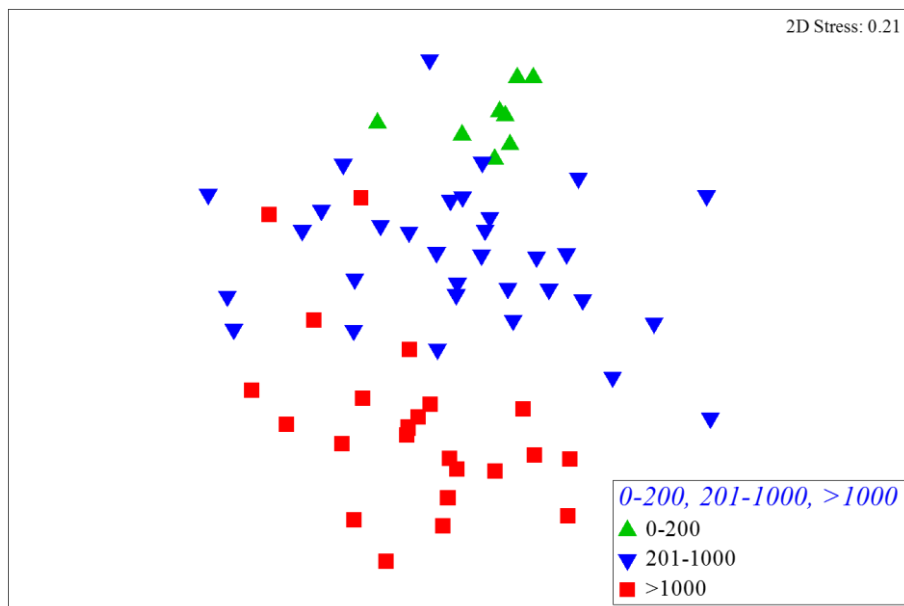


圖 8、東北海域測站 MDS 分析

(a) 分群依據圖 7，其中 A、B、C 分群明顯 (b) 將測站資訊轉為水層檢視時，可發現分群現象呈現隨深度越深而逐漸改變的情形，各水層有重疊現象，但是分隔的情形仍然存在。

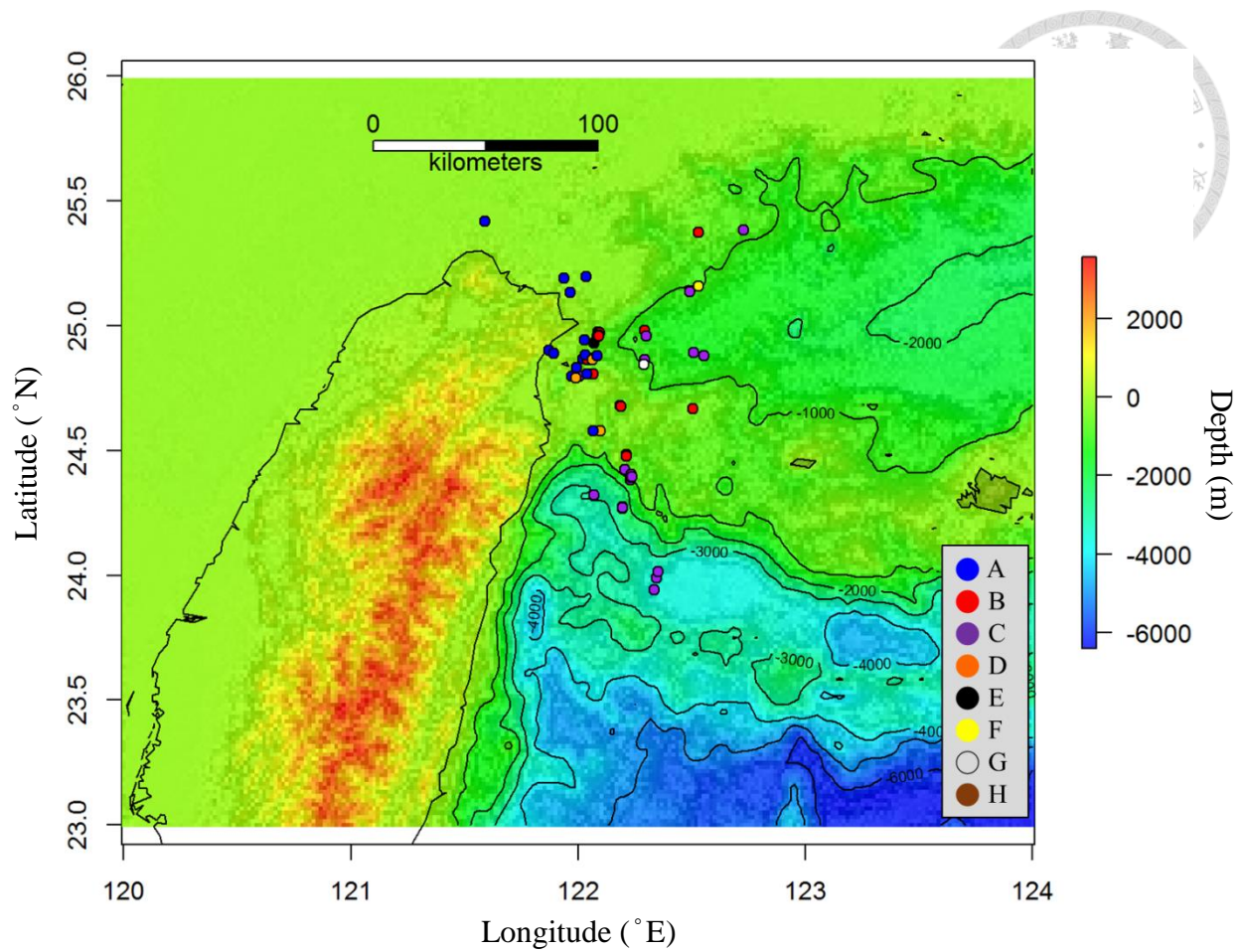


圖 9、東北海域 (65 測站)各類群之位置分布

依歧異度 56% 可分為 8 群，其中 A、B、C 群的測站數較多，各群 95% 測站之深度分布：A 群為 68 – 730 m、B 群為 250 – 1008 m、C 群為 574 – 3579 m。

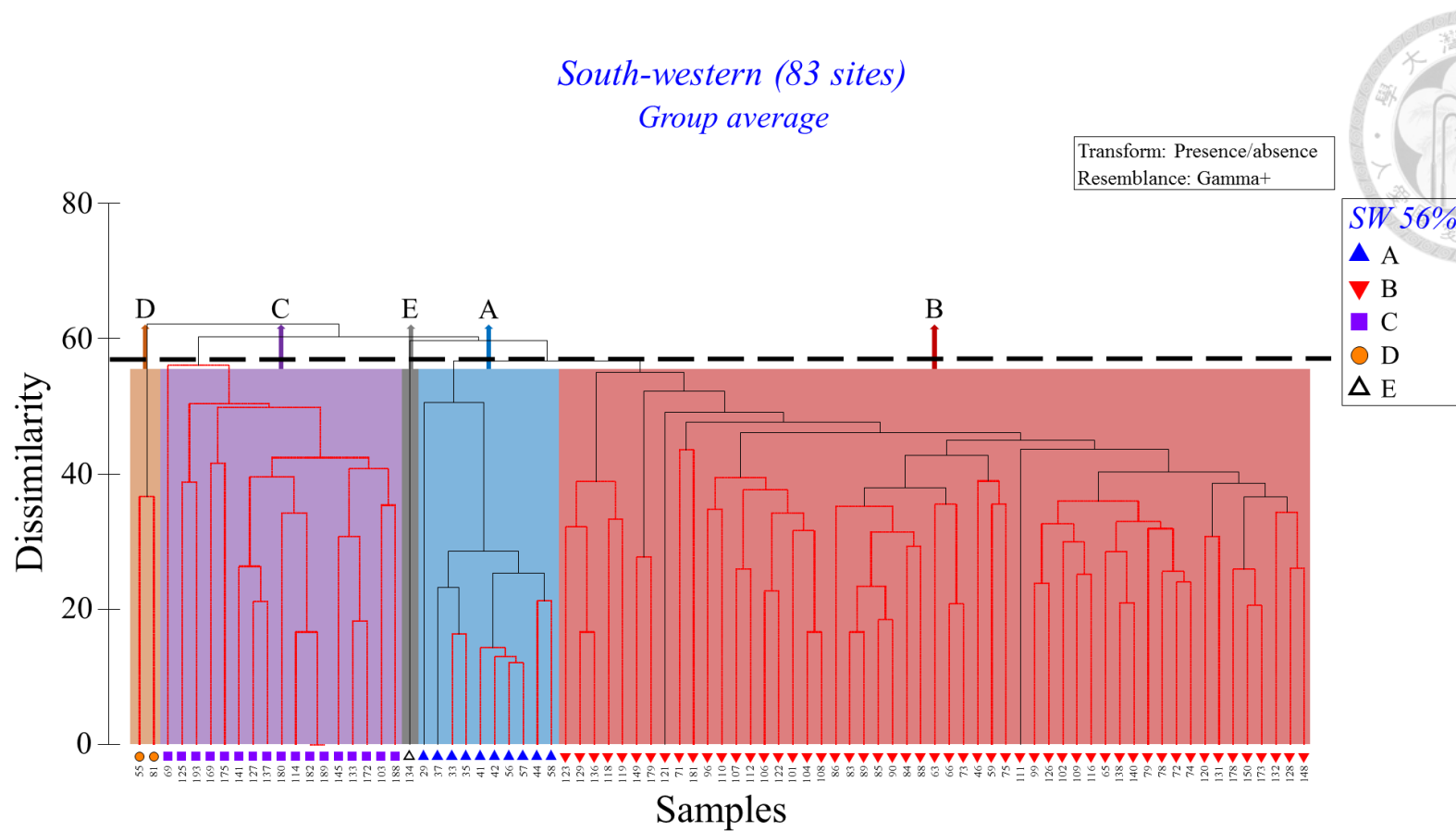
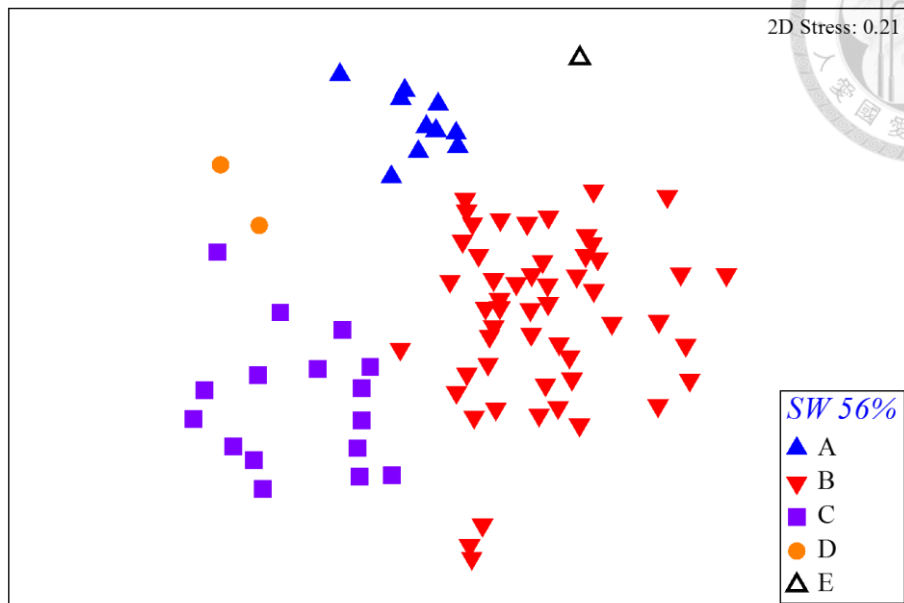


圖 10、西南海域 (98 測站) cluster 分析

SIMPROF 檢定後，黑色實線為分群達顯著水準 ( $p < 0.05$ )，水平虛線為 56 % 歧異度時可將測站分為 5 群，其中 A、B、C 群的測站數較多，各群 95% 測站之深度分布：A 群為 93 - 300 m、B 群為 305 - 1624 m、C 群為 483 - 3091 m。

(a)



(b)

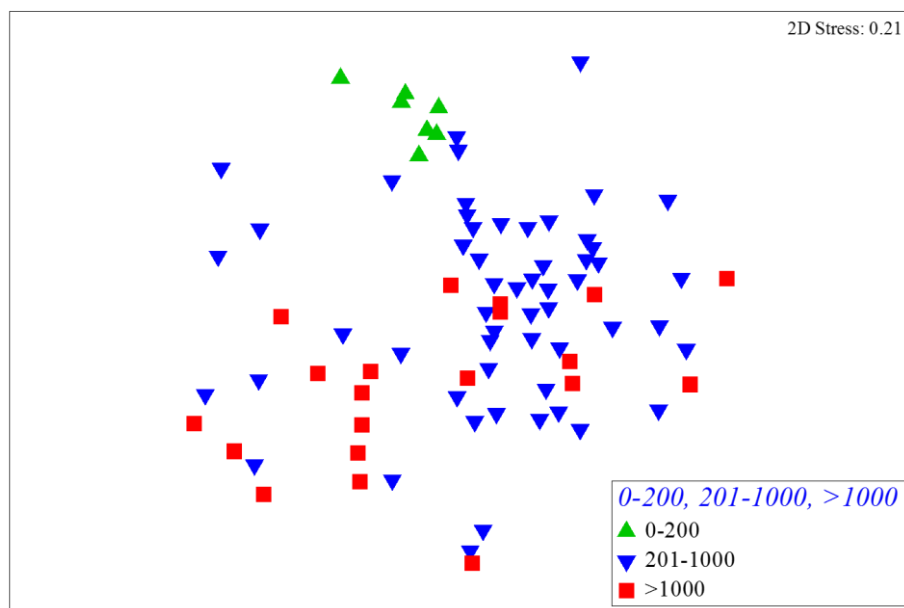
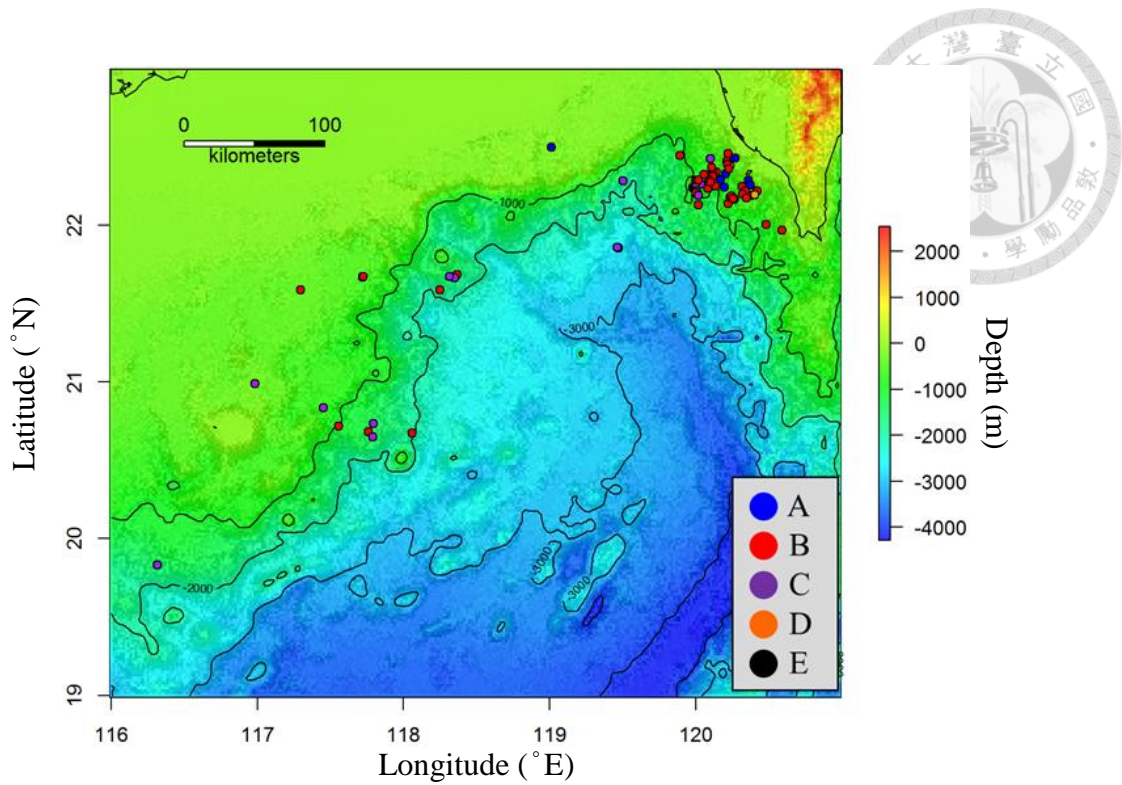


圖 11、西南海域測站 MDS 分析

(a) 分群依據圖 10，其中 A、B、C 分群明顯 (b) 將測站資訊轉為水層檢視時，可發現分群現象呈現隨深度越深而逐漸改變的情形，表層帶 (200 m 以淺) 群聚與較深水層分隔較明顯，中層帶 (201 – 1000 m) 與深層帶 (> 1000 m) 有重疊現象。

(a)



(b)

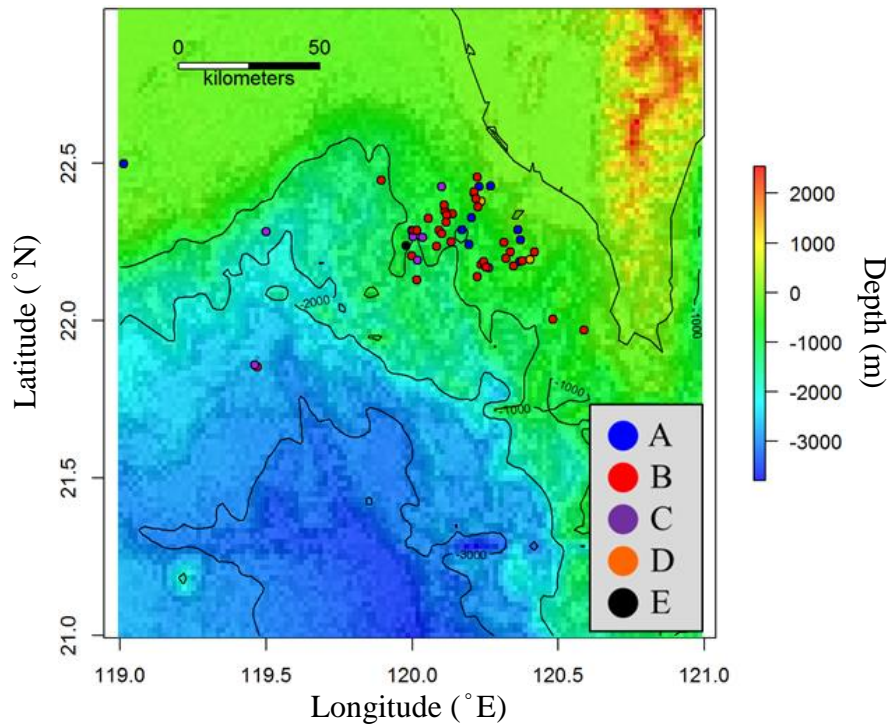


圖 12、西南海域 (83 測站)各類群之位置分布

依歧異度 56% 可分為 5 群，其中 A、B、C 群的測站數較多，各群 95% 測站之深度分布：A 群為 93 - 300 m、B 群為 305 - 1624 m、C 群為 483 - 3091 m。

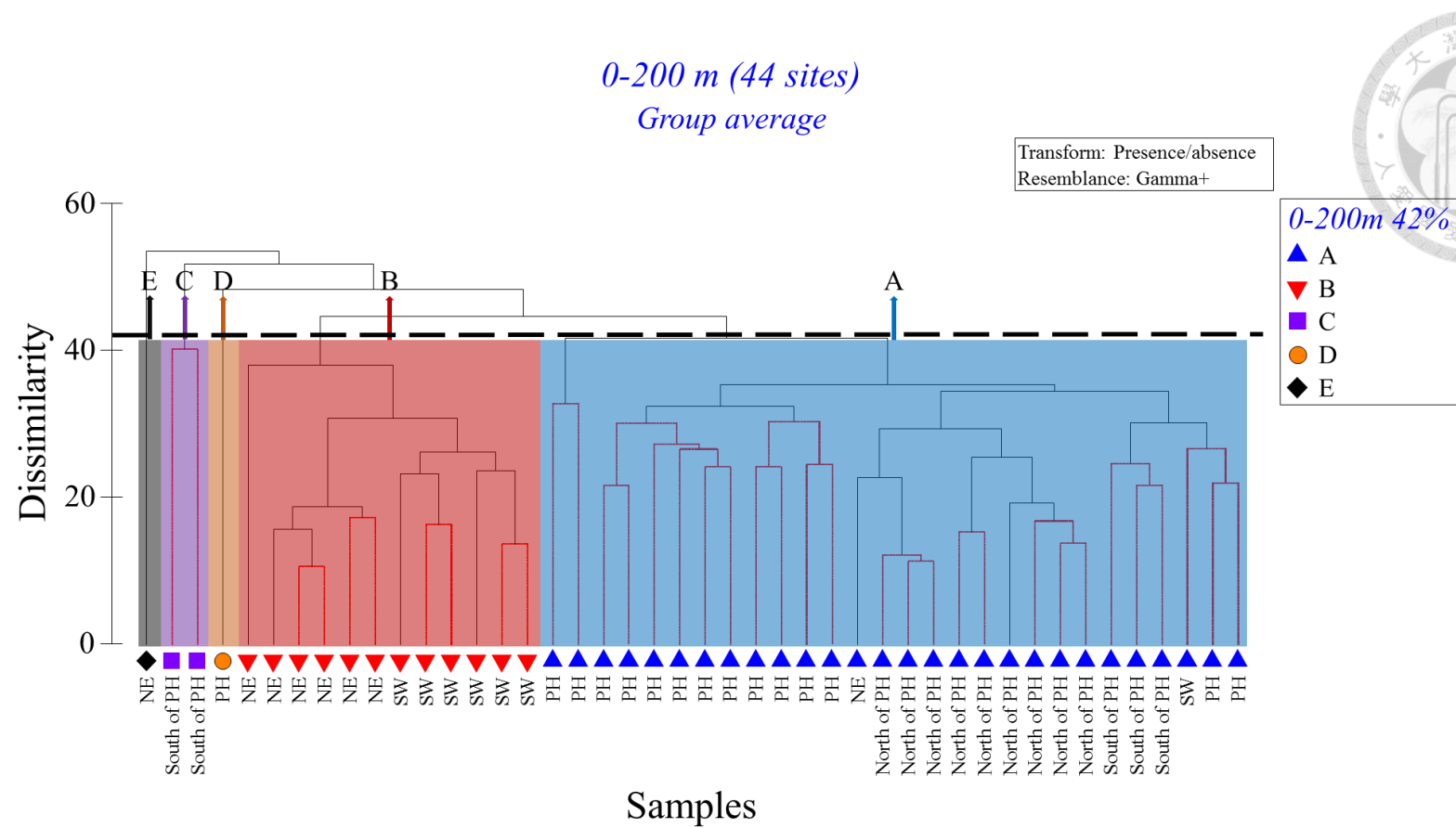
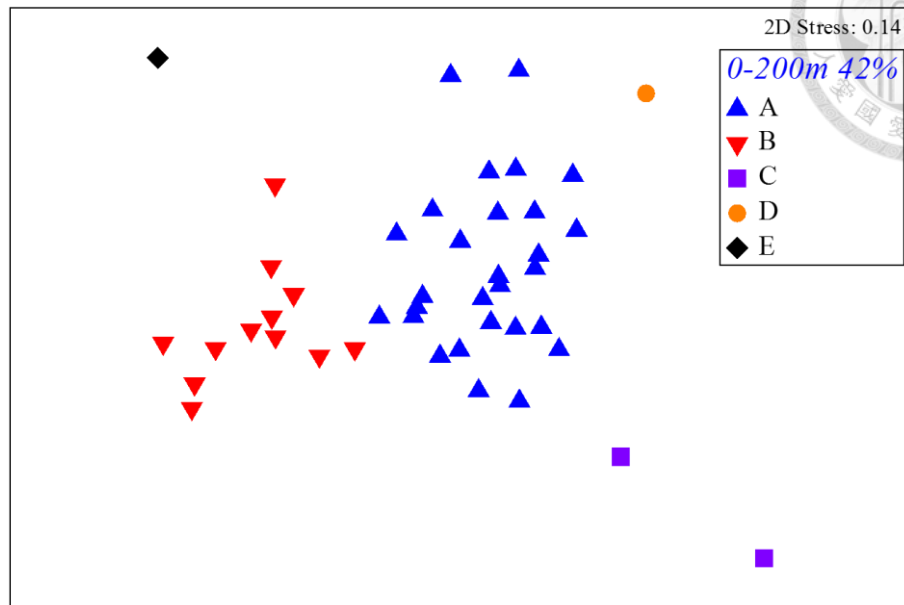


圖 13、深度 200 m 以淺 (44 測站) cluster 分析

SIMPROF 檢定後，黑色實線為分群達顯著水準 ( $p < 0.05$ )，水平虛線為 42 % 歧異度時可將測站分為 5 群，其中以 A、B 兩群的測站數較多。A 群中又可分為西部沿岸 (West)與澎湖 (PH)地區兩個主要類群。B 群則是可分為東北 (NE)以及西南 (SW)海域兩群。



(a)



(b)

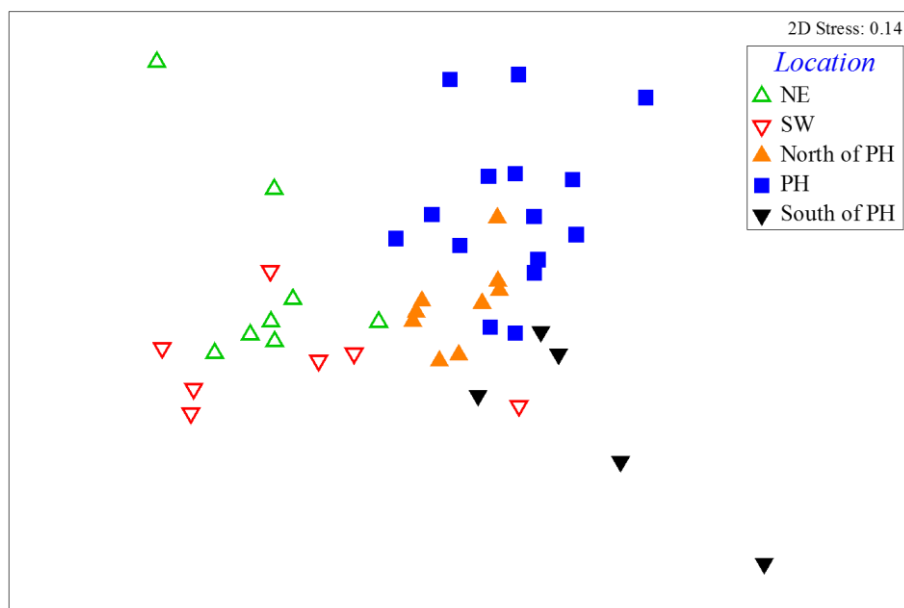
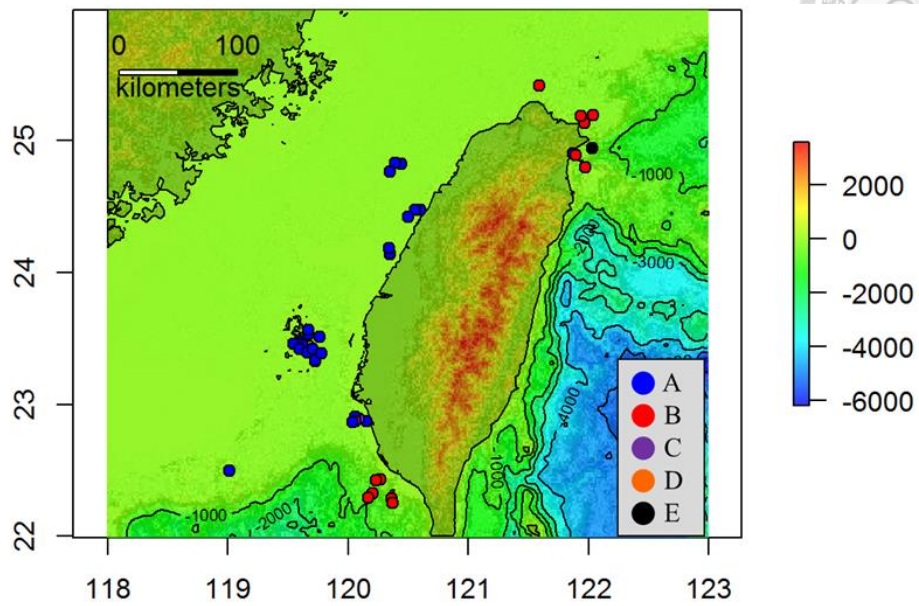


圖 14、深度 200 m 以淺 (44 測站)MDS 分析

(a) 分群依據圖 13，其中 A、B 分群明顯 (b) 將測站資訊轉為區域檢視時，可發現分群現象呈現隨區域區分，A 群中又可分為澎湖群島、澎湖群島以北與澎湖群島以南，B 群則可以分為東北與西南海域。

(a)



(b)

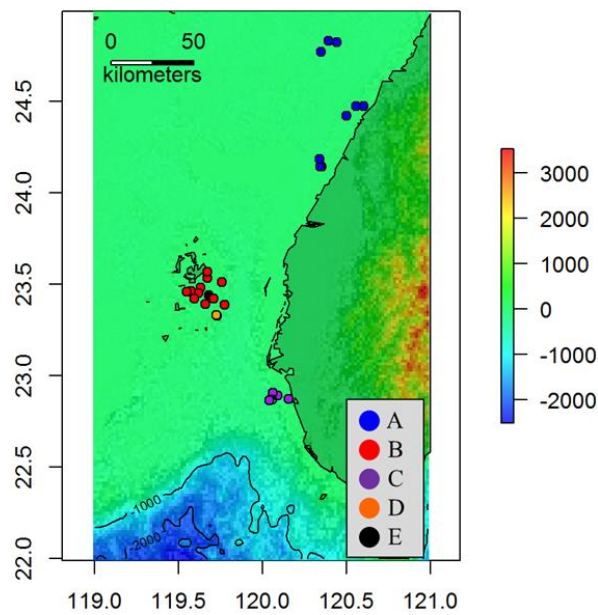


圖 15、深度 200 m 以淺 (44 測站)各類群之位置分布

(a) 依歧異度 42% 可分為 5 群，其中 A、B 群的測站數較多，A 群以西部海域測站為主，B 群以東北、西南海域測站為主 (b) 西部海域 (圖 15 a 紅色框) 局部放大圖；依群集分析結果又可分為 5 群，並呈現地區性區隔的現象。



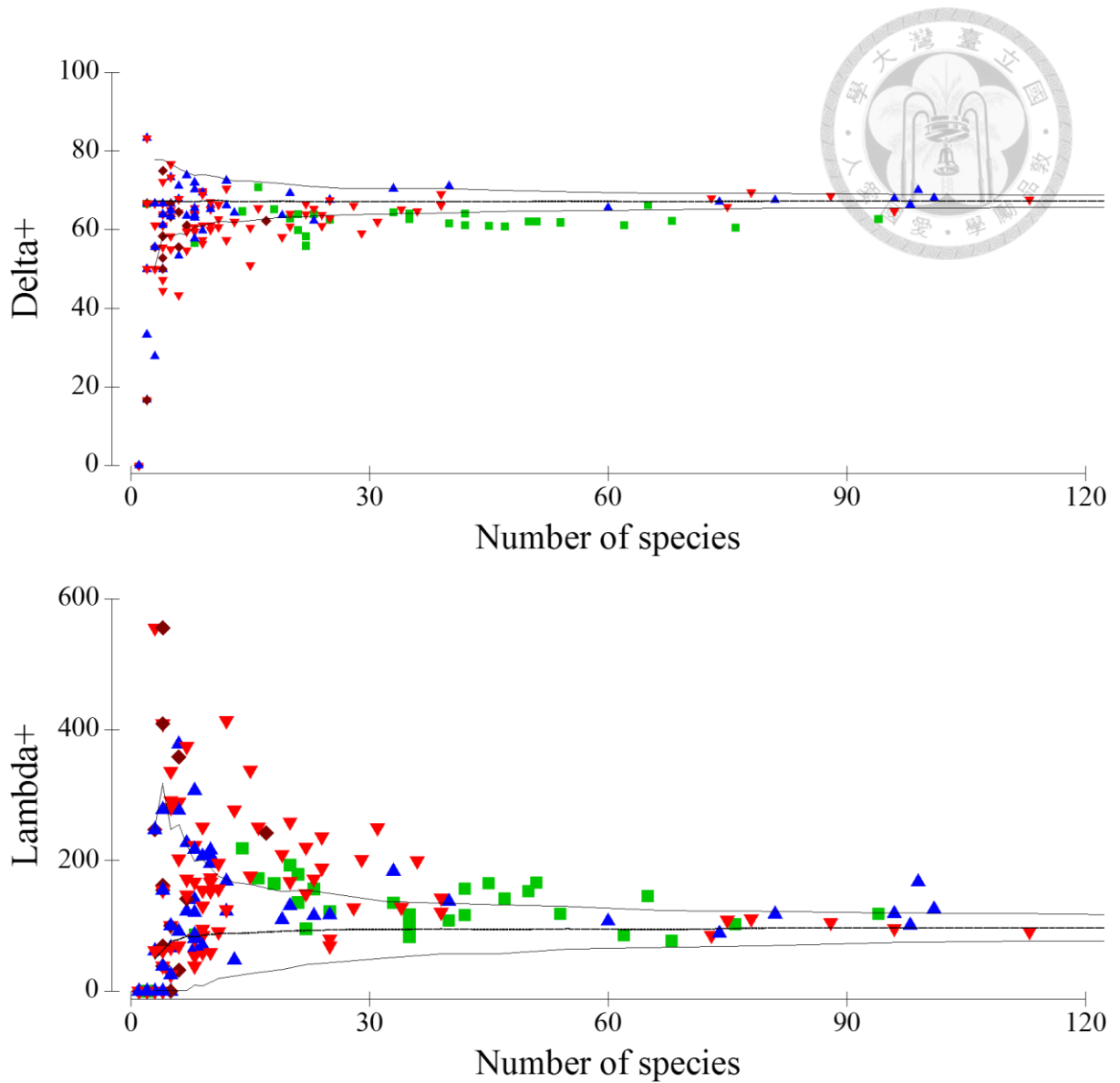


圖 16、196 個測站於各海域 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 值

將測站資訊轉為各海域資訊，綠色正方形為西部海域、藍色正三角形為東北海域、紅色倒三角形為西南海域、暗紅色菱形為東南海域。水平漏斗狀線條為預估的 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 值 95% 分布範圍，中間橫線為預估平均值。

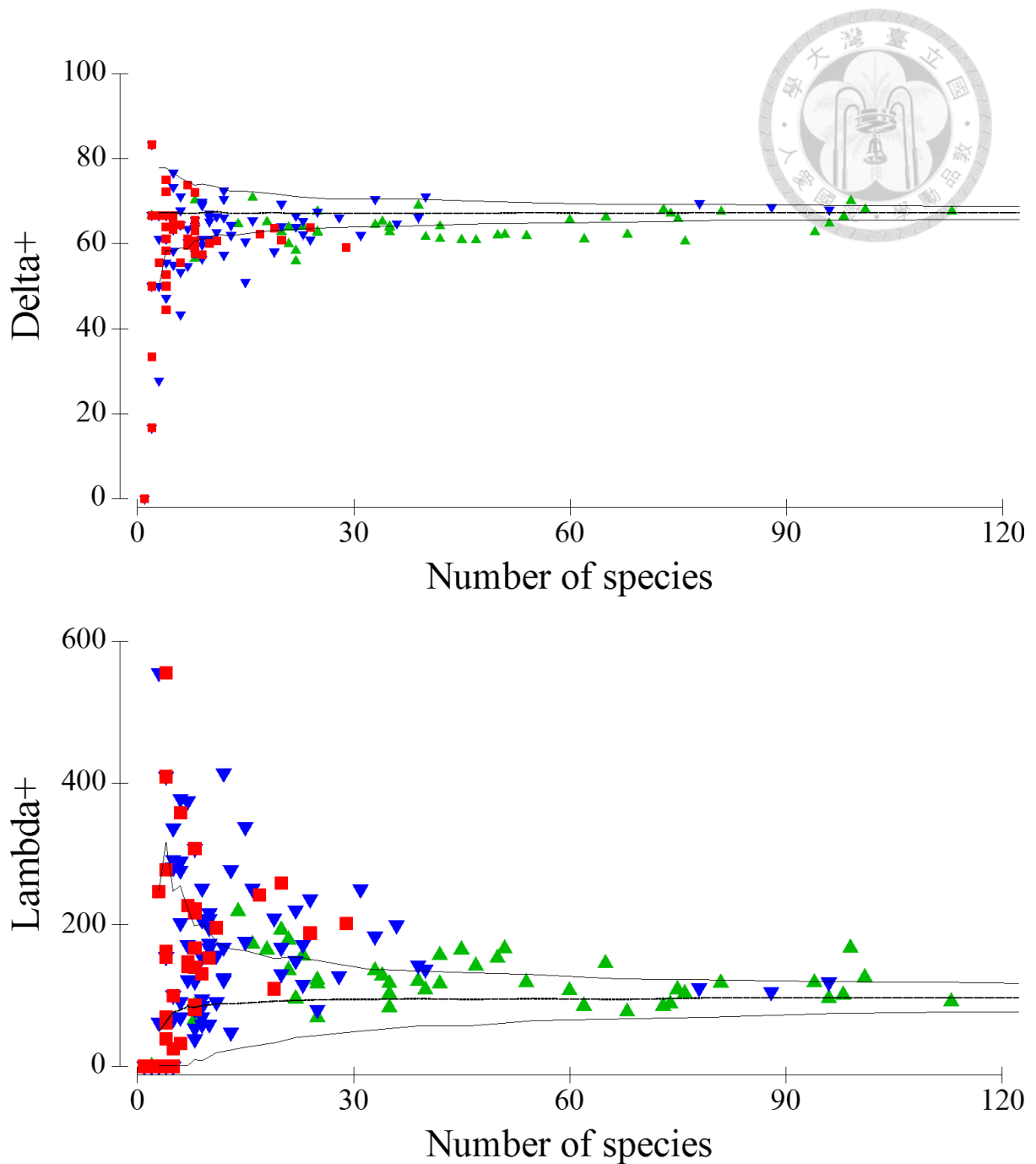
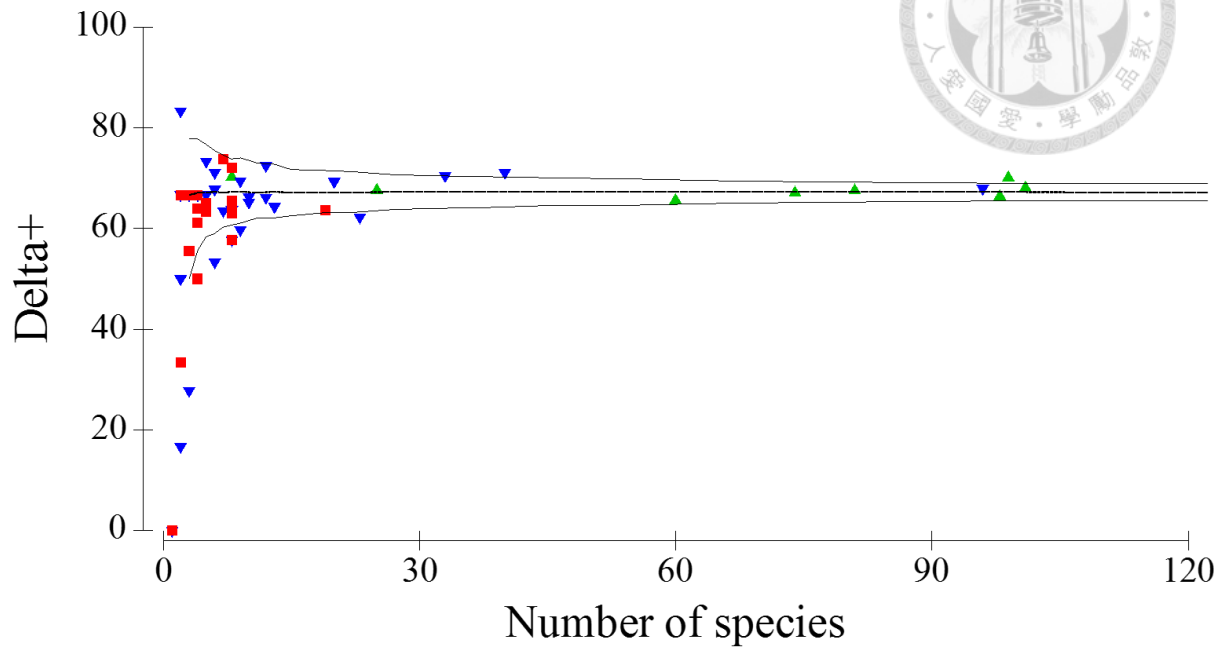


圖 17、196 個測站各類群 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 值

綠色正三角形為表層帶 (0–200 m)測站、藍色倒三角形為中層帶 (201–1000 m)測站、紅色正方形為深層帶 (>1000 m)測站。水平漏斗狀線條為預估的 $\Delta+$ 與 $\Lambda+$ 值 95%分布範圍，中間橫線為預估平均值。

(a)



(b)

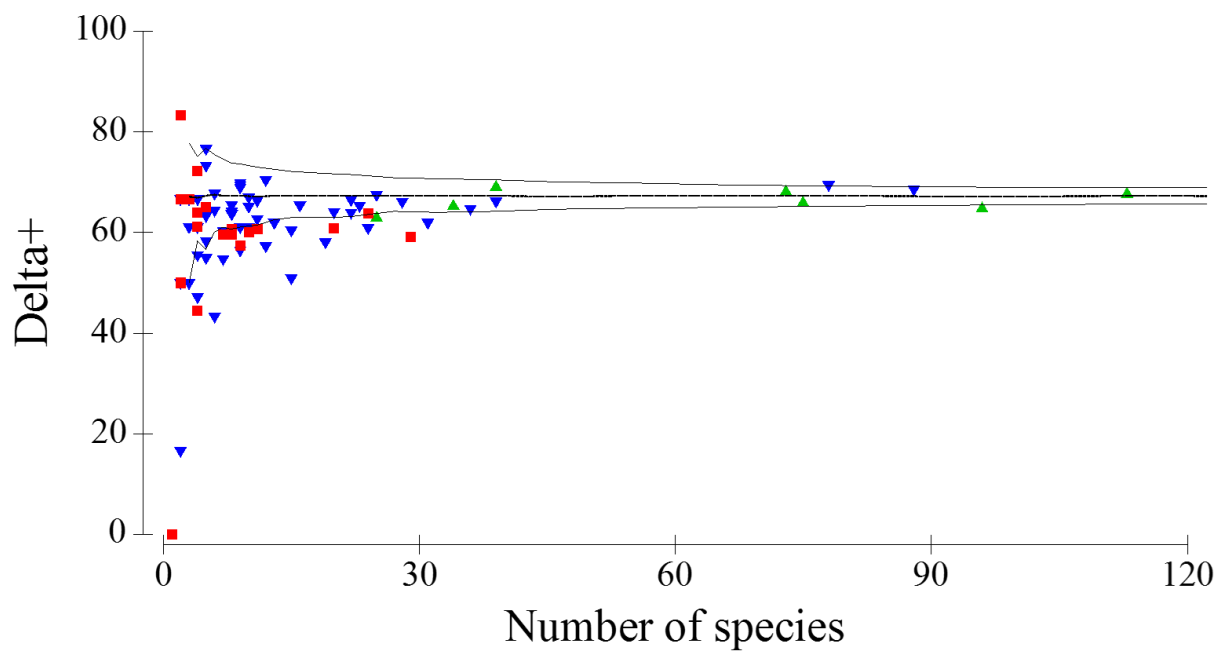
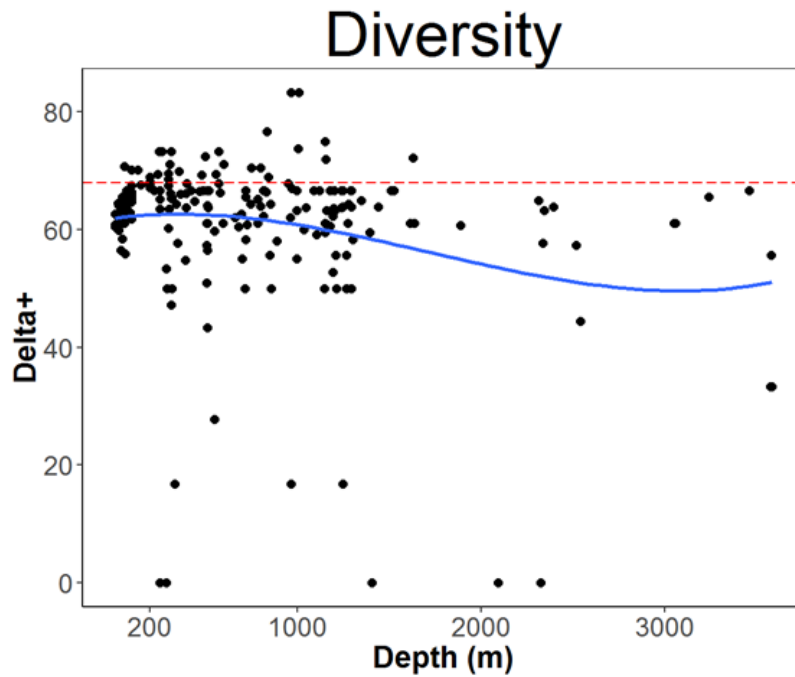


圖 18、東北與西南海域測站各類群 $\Delta+$ 值

(a) 東北海域 (b) 西南海域。綠色正三角形為表層帶 (0–200 m) 測站、藍色倒三角形為中層帶 (201–1000 m) 測站、紅色正方形為深層帶 (>1000 m) 測站。水平漏斗狀線條為預估的  $\Delta+$  與  $\Delta$  值 95% 分布範圍，中間橫線為預估平均值。

(a)



(b)

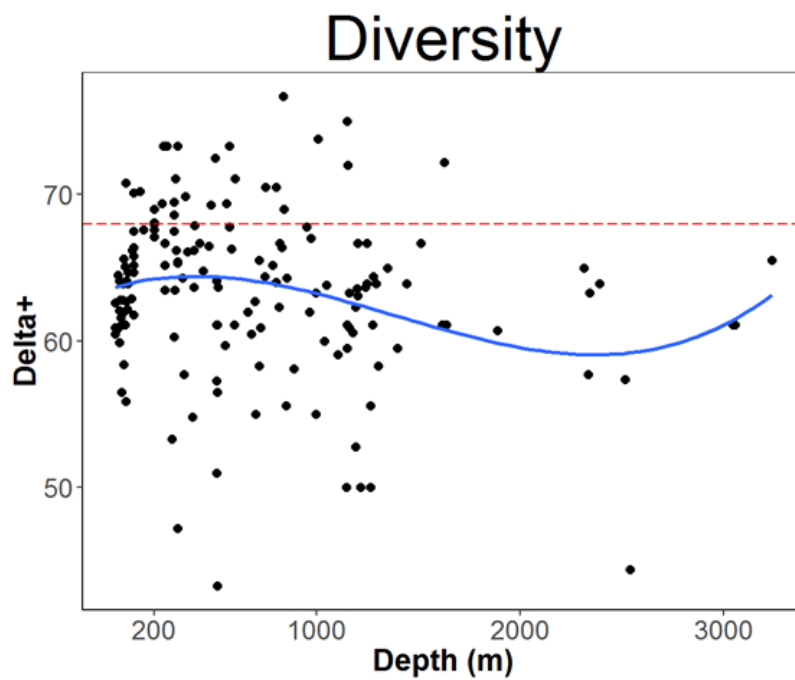
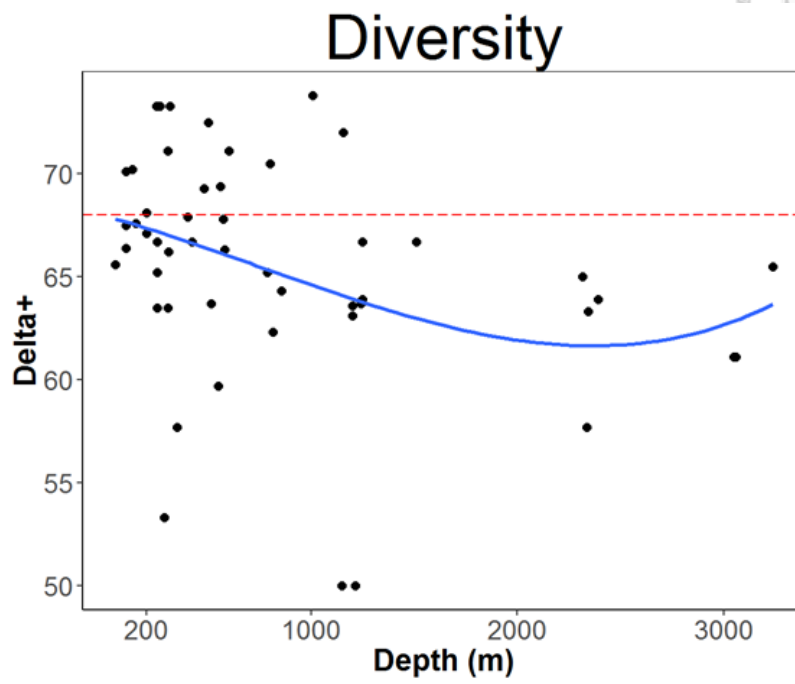


圖 19、底棲魚類多樣性指數 (Delta+)隨深度之變化

- (a) 所有 196 個測站多樣性分布。(b) 196 測站多樣性分布 (去除物種數少於 3 測站)。  
(c) 東北海域 (去除物種數少於 3 測站)。(d) 西南海域 (去除物種數少於 3 測站)。

(c)



(d)

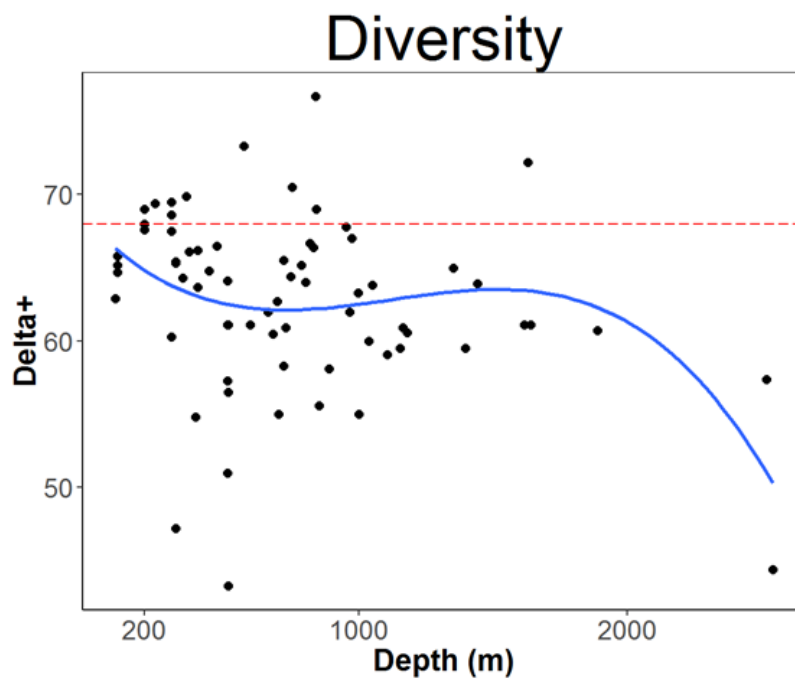
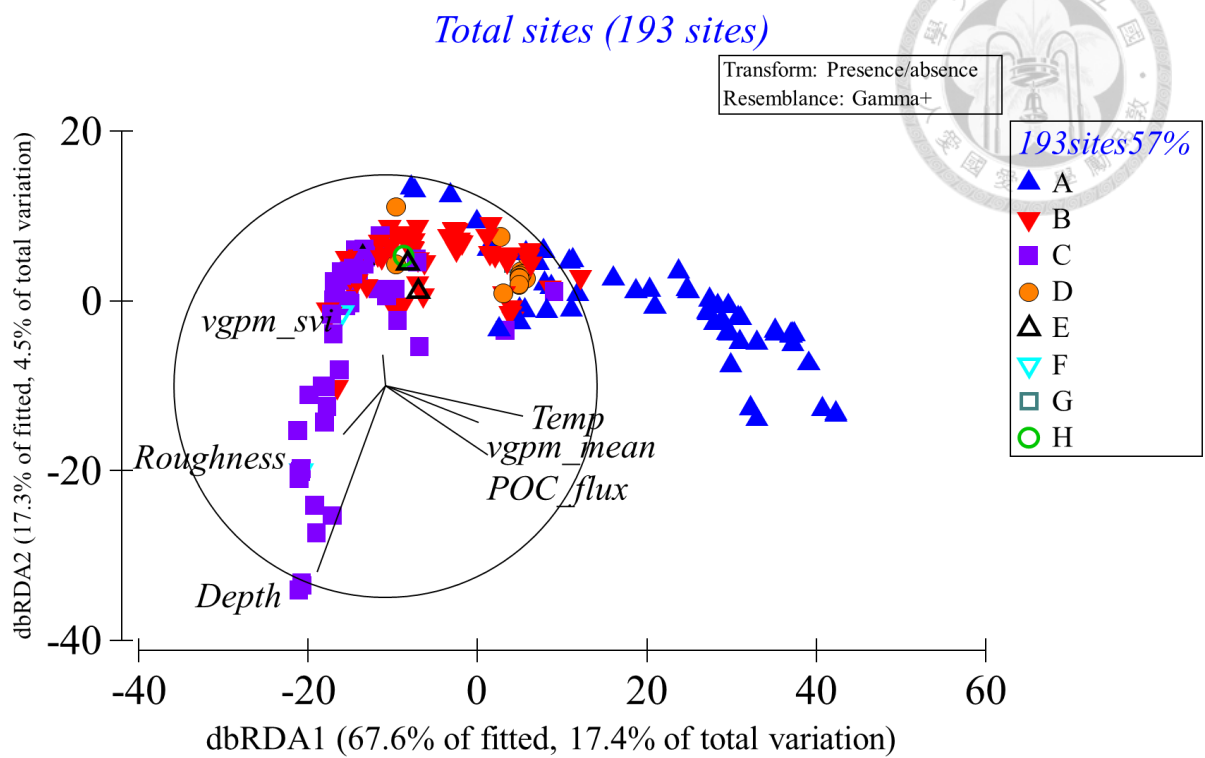


圖 19 (續)



**圖 20、193 測站群聚與環境 DISTLM 分析**

193 個測站 DISTLM 分析結果。經群集分析 (cluster) 於歧異度 57% 時區分為 8 群；篩選後以深度 (Depth)、溫度 (Temp)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi) 與顆粒有機碳通量 (POC\_flux) 等 6 個環境因子為最佳解釋組合。

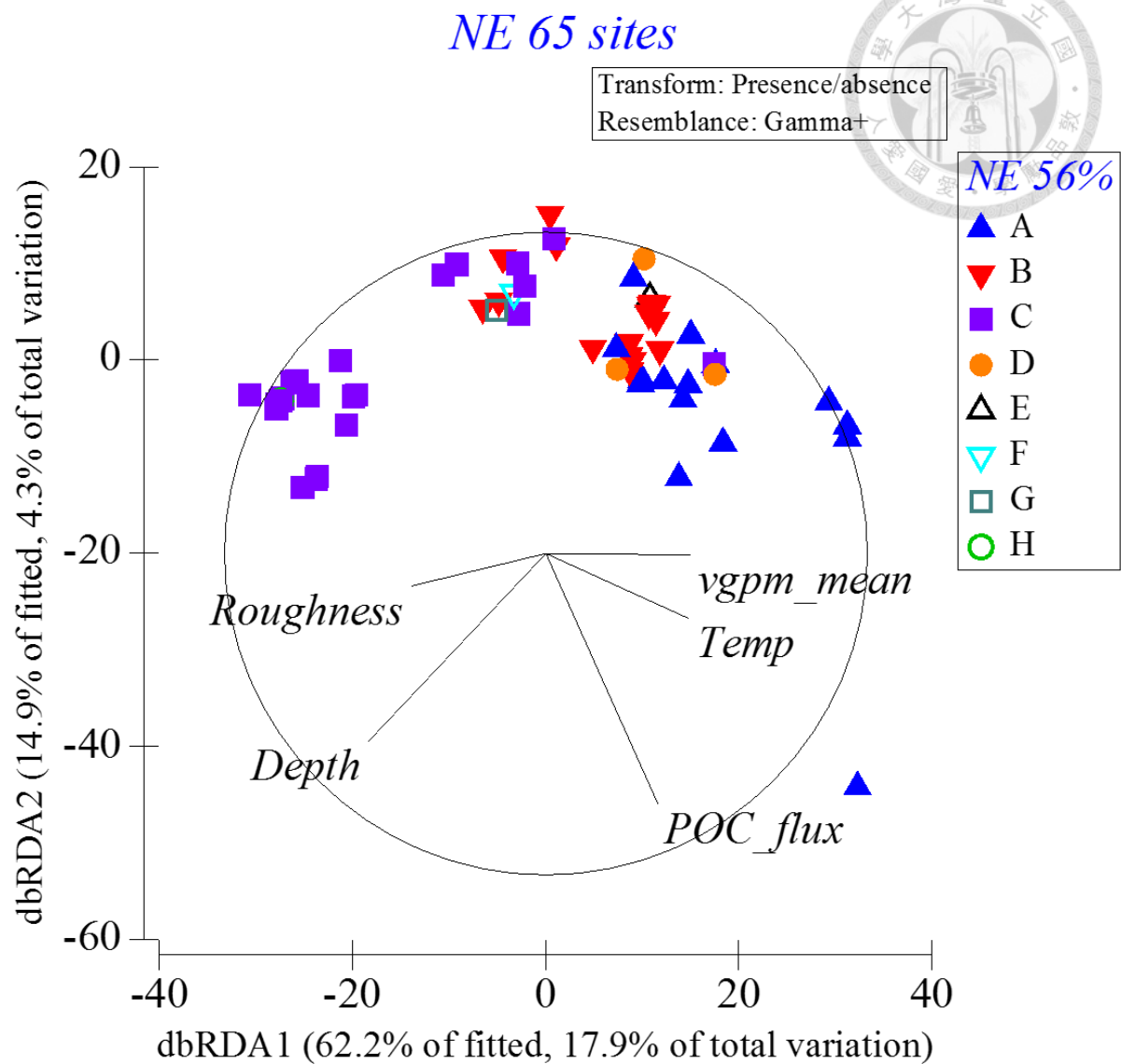
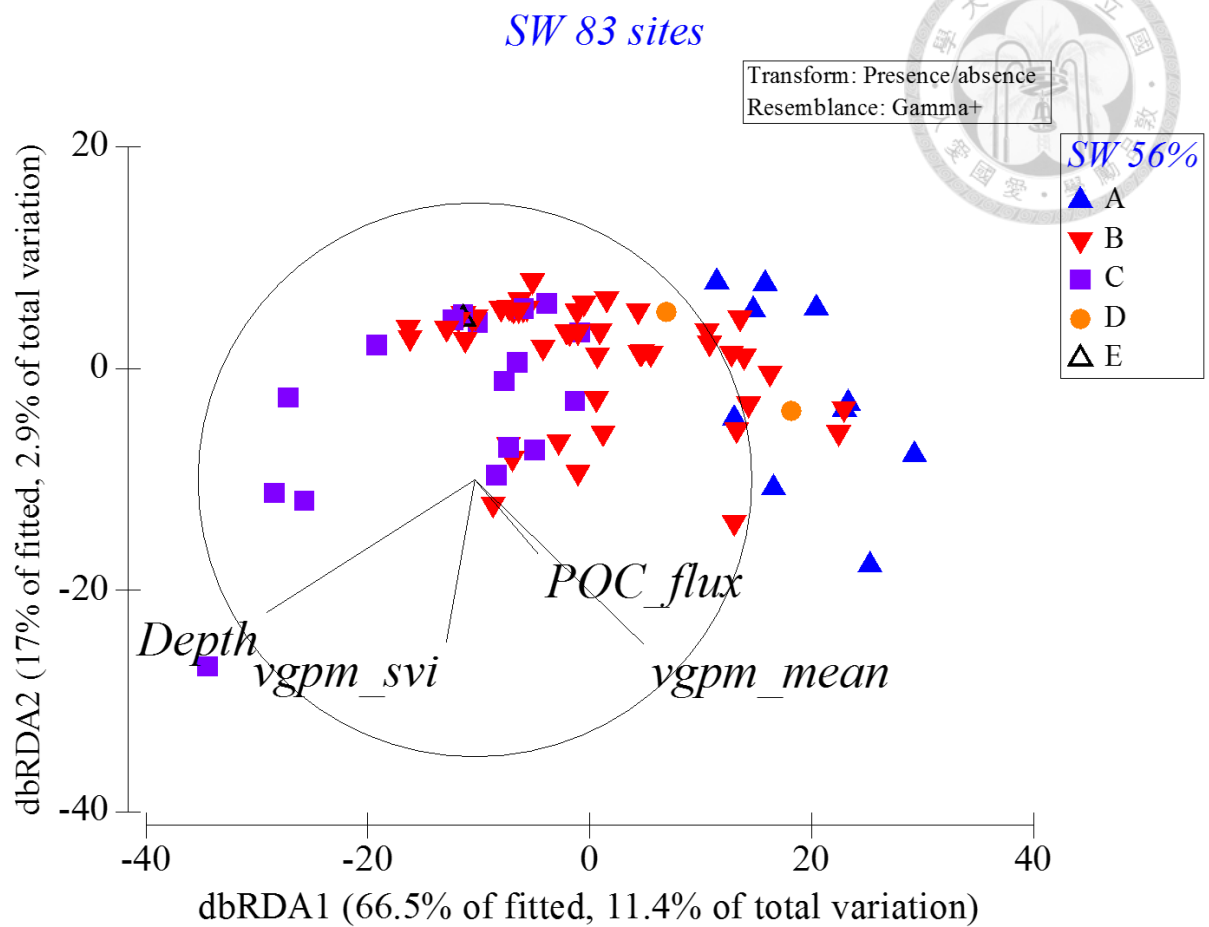


圖 21、東北海域之群聚與環境 DISTLM 分析

東北海域測站 (共 65 個測站) 之 DISTLM 分析結果。經群集分析 (cluster) 於歧異度 56% 時區分成 8 群; 篩選後以深度 (Depth)、溫度 (Temp)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean) 與顆粒有機碳通量 (POC\_flux) 等 5 個環境因子為最佳解釋組合。



**圖 22、西南海域之群聚與環境 DISTLM 分析**

西南海域測站 (共 83 個測站) 之 DISTLM 分析結果。經群集分析 (cluster) 於歧異度 56% 時區分成 5 群；篩選後以深度 (*Depth*)、表層平均初級生產力 (*vgpm\_mean*)、表層平均初級生產力之季節性變化 (*vgpm\_svi*) 與顆粒有機碳通量 (*POC\_flux*) 等 4 個環境因子為最佳解釋組合。



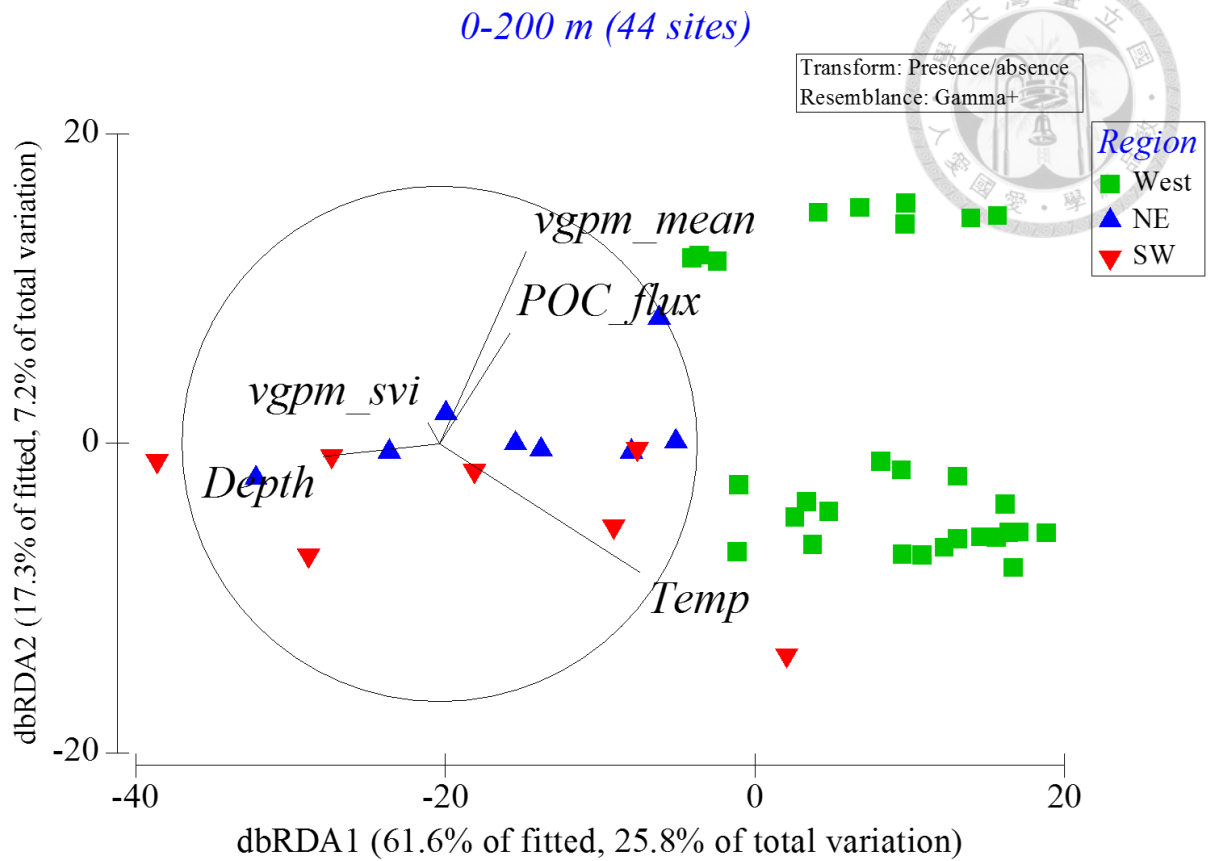


圖 23、表層帶可比較深度區間 (0 – 200 m)之群聚與環境 DISTLM 分析

表層帶深度 (0 – 200 m)之 DISTLM 分析結果。綠色正方形為西部海域、藍色正三角形為東北海域、紅色倒三角形為西南海域；篩選後以深度 (Depth)、溫度 (Temp)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi) 與顆粒有機碳通量 (POC\_flux)等 5 個環境因子為最佳解釋組合。

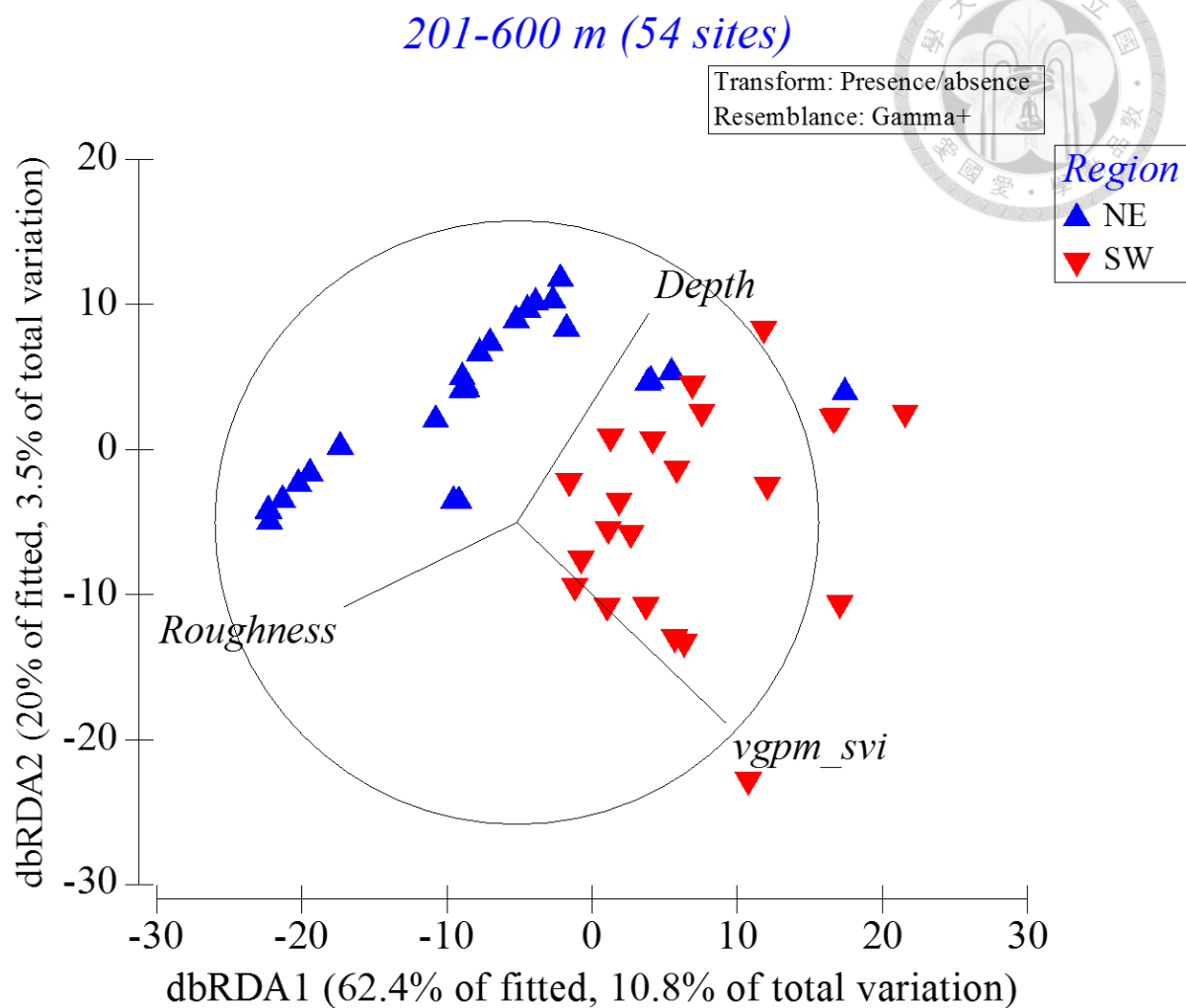


圖 24、中層帶 (201 – 1000 m)可比較深度(201 – 600 m)之群聚與環境 DISTLM 分析

中層帶深度 (201 – 1000 m)經 PERMANOVA test，選出可比較深度區間 (201 – 600 m)之 DISTLM 分析結果。東北與西南海域雖有少數測站重疊，但是仍然能夠區隔開，藍色正三角形為東北海域，紅色倒三角形為西南海域；篩選後以深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)與表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)等 3 個環境因子為最佳解釋組合。

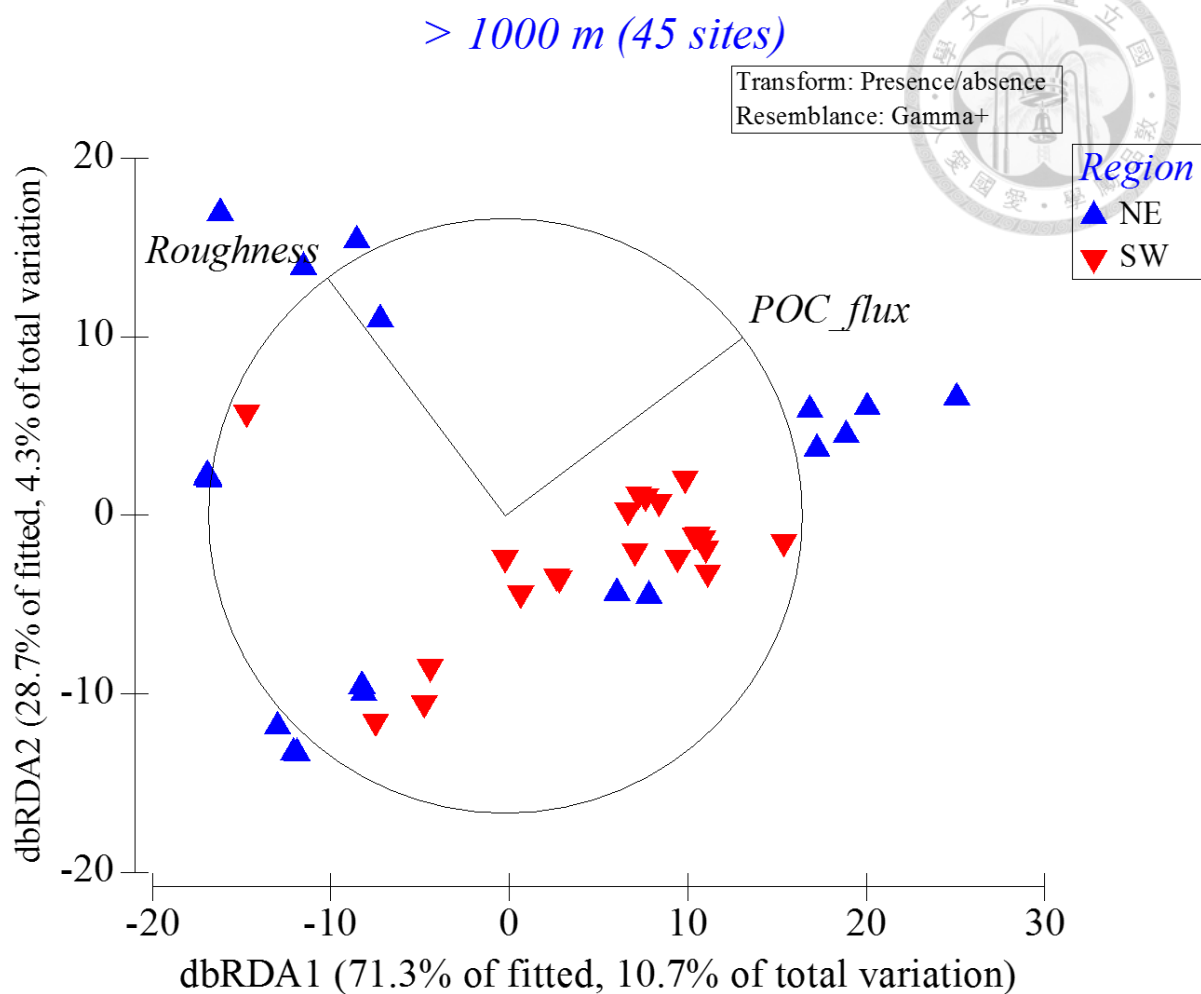


圖 25、深層帶可比較深度區間 (> 1000 m)之群聚與環境 DISTLM 分析

深層帶深度 (> 1000 m)之 DISTLM 分析結果。藍色正三角形為東北海域、紅色倒三角形為西南海域，篩選後以地形崎嶇度 (Roughness)與顆粒有機碳通量 (POC\_flux)等 2 個環境因子為最佳解釋組合。



表 1、193 測站以歧異度 57%區分為 A – H 類群

各類群 (Group)中不同深度區間 (Depth range)之數量 (Counts of sites)、最淺與最深測站之深度分布 (Min – Max depth)，以及 95% 測站之深度分布 (95% sites depth range)。

Group	Depth range	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
A	0 – 200 m	44	10 – 800 m	10 – 565 m
	201 – 1000 m	11		
	>1000 m	0		
B	0 – 200 m	0	240 – 1628 m	309 – 1490 m
	201 – 1000 m	51		
	>1000 m	13		
C	0 – 200 m	0	320 – 3580 m	739 – 3576 m
	201 – 1000 m	10		
	>1000 m	44		
D	0 – 200 m	0	248 – 558 m	250 – 546 m
	201 – 1000 m	13		
	>1000 m	0		
E	0 – 200 m	0	999 – 1154 m	–
	201 – 1000 m	1		
	>1000 m	2		
F	0 – 200 m	0	1525 – 2323 m	–
	201 – 1000 m	0		
	>1000 m	2		

表 1 (續)

Group	Depth range	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
G	0 – 200 m	0	—	—
	201 – 1000 m	1		
	>1000 m	0		
H	0 – 200 m	0	—	—
	201 – 1000 m	1		
	>1000 m	0		

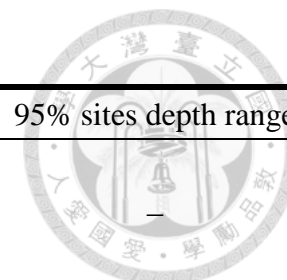




表 2、東北海域以歧異度 56%區分為 A-H 類群

各類群 (Group)中不同深度區間 (Depth range)之數量 (Counts of sites)、最淺與最深測站之深度分布 (Min – Max depth)，以及 95% 測站之深度分布 (95% sites depth range)。

Group	Depth range	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
A	0 – 200 m	8	50 – 800 m	68 – 730 m
	201 – 1000 m	7		
	>1000 m	0		
B	0 – 200 m	0	248 – 1147 m	250 – 1008 m
	201 – 1000 m	19		
	>1000 m	1		
C	0 – 200 m	0	315 – 3580 m	574 – 3579 m
	201 – 1000 m	2		
	>1000 m	21		
D	0 – 200 m	0	254 – 717 m	–
	201 – 1000 m	3		
	>1000 m	0		
E	0 – 200 m	0	–	–
	201 – 1000 m	1		
	>1000 m	0		
F	0 – 200 m	0	–	–
	201 – 1000 m	1		
	>1000 m	0		

表 2 (續)

Group	Depth range	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
G	0 – 200 m	0		
	201 – 1000 m	0	—	—
	>1000 m	1		
H	0 – 200 m	0		
	201 – 1000 m	0	—	—
	>1000 m	1		

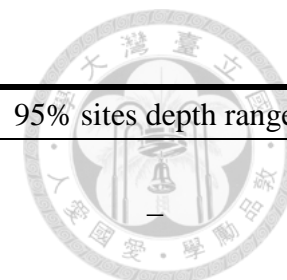




表 3、西南海域以歧異度 56%區分為 A-E 類群

各類群 (Group)中不同深度區間 (Depth range)之數量 (Counts of sites)、最淺與最深測站之深度分布 (Min – Max depth)，以及 95% 測站之深度分布 (95% sites depth range)。

Group	Depth range	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
A	0 – 200 m	7	91 – 300 m	93 – 300 m
	201 – 1000 m	3		
	>1000 m	0		
B	0 – 200 m	0	240 – 1888 m	305 – 1624 m
	201 – 1000 m	43		
	>1000 m	10		
C	0 – 200 m	0	342 – 3458 m	483 – 3091 m
	201 – 1000 m	6		
	>1000 m	11		
D	0 – 200 m	0	290 – 487 m	—
	201 – 1000 m	2		
	>1000 m	0		
E	0 – 200 m	0	—	—
	201 – 1000 m	1		
	>1000 m	0		



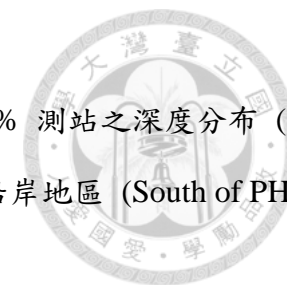


表 4、深度 200 m 以淺以歧異度 42%區分為 A–E 類群

各類群 (Group)中不同海域 (Region)之數量 (Counts of sites)、最淺與最深測站之深度分布 (Min – Max depth), 以及 95% 測站之深度分布 (95% sites depth range)。海域 (Region)分為：澎湖以北之西部沿岸地區 (North of PH)、澎湖地區 (PH)、澎湖以南之西部沿岸地區 (South of PH)、東北海域 (NE)、西南海域 (SW)。

Group	Region	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
A	North of PH	9	10 – 100 m	10 – 97 m
	PH	14		
	South of PH	3		
	NE	1		
	SW	1		
B	North of PH	–	100 – 200 m	100 – 200 m
	PH	–		
	South of PH	–		
	NE	6		
	SW	6		
C	North of PH	–	30 – 70 m	–
	PH	–		
	South of PH	2		
	NE	–		
	SW	–		

表 4 (續)

Group	Region	Counts of sites	Min – Max depth	95% sites depth range
D	North of PH	0		
	PH	1		
	South of PH	0	—	
	NE	0		
	SW	0		
E	North of PH	0		
	PH	0		
	South of PH	0	—	—
	NE	1		
	SW	0		

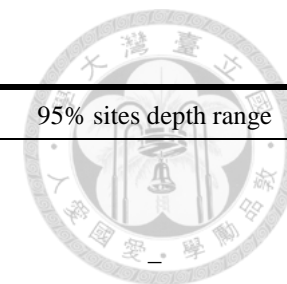



表 5、193 個測站 544 種魚種出現率區間分布

以 544 種魚種在 193 個測站中之出現率分布。計算方式以物種累計之出現測站次數除以 193 (總測站數)。



Occurrence time (%)	Species counts
≤ 5 %	446
5 – 10 %	82
10 – 15 %	13
15 – 20 %	2
> 20 %	1

表 6、193 個測站以歧異度 57%區分為 A – D 類群之物種出現率統計

193 個測站 4 大類群中出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以 193 個測站中所有物種之出現次數累計，除以 193 (總測站數)。

Group	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
A	<i>Upeneus japonicus</i>	34	17.6	<i>Trachinocephalus myops</i>	29	15.0	<i>Trichiurus lepturus</i>	25	13.0
B	<i>Synaphobranchus affinis</i>	17	8.8	<i>Pseudonezumia sp.</i>	13	6.7	<i>Sigmops gracilis</i>	12	6.2
	<i>Monomitopus kumae</i>	17	8.8	<i>Hoplostethus melanopus</i>	13	6.7	<i>Hymenocephalus lethonemus</i>	12	6.2
C	<i>Sigmops gracilis</i>	30	15.5	<i>Synaphobranchus kaupii</i>	14	7.3	<i>Aldrovandia affinis</i>	9	4.7
D	<i>Diaphus watasei</i>	7	3.6	<i>Symphurus orientalis</i>	6	3.1	<i>Diaphus garmani</i>	5	2.6
							<i>Diaphus suborbitalis</i>	5	2.6

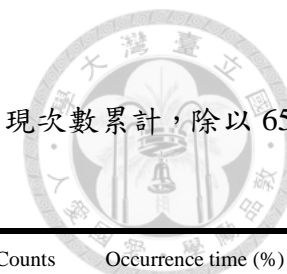


表 7、東北海域測站 (共 65 個)各類群物種出現率統計

東北海域 3 大類群中出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以東北海域所有測站 (共 65 個)中所有物種之出現次數累計，除以 65 (東北海域總測站數)。

Group	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
A	<i>Setarches longimanus</i>	11	16.9	<i>Neobythites stigmosus</i>	10	15.4	<i>Harpadon microchir</i>	9	13.8
B	<i>Diaphus watasei</i>	8	12.3	<i>Symphurus orientalis</i>	6	9.2	<i>Diaphus suborbitalis</i>	5	7.7
				<i>Diaphus garmani</i>	6	9.2	<i>Polyipnus stereope</i>	5	7.7
C	<i>Sigmops gracilis</i>	15	23.1	<i>Halosauropsis macrochir</i>	8	12.3	<i>Aldrovandia affinis</i>	5	7.7
							<i>Acanthonus armatus</i>	5	7.7
							<i>Histiobranchus bathybius</i>	5	7.7
							<i>Synaphobranchus kaupii</i>	5	7.7

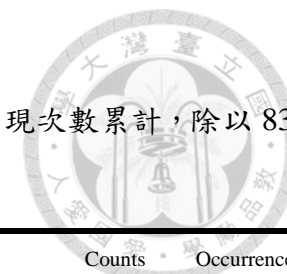


表 8、西南海域測站 (共 83 個)各類群物種出現率統計

西南海域 3 大類群中出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以西南海域所有測站 (共 83 個)中所有物種之出現次數累計，除以 83 (西南海域總測站數)。

Group	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
A	<i>Synagrops japonicus</i>	9	10.8	<i>Rexea prometheoides</i>	8	9.6	<i>Acropoma hanedai</i>	7	8.4
	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	9	10.8	<i>Diaphus splendidus</i>	8	9.6	<i>Doederleinia berycoides</i>	7	8.4
	<i>Bathymyrus simus</i>	9	10.8	<i>Nemichthys scolopaceus</i>	8	9.6	<i>Bregmaceros japonicus</i>	7	8.4
	<i>Cubiceps whiteleggii</i>	9	10.8	<i>Saurenhelys fierasfer</i>	8	9.6	<i>Symphurus strictus</i>	7	8.4
	<i>Hoplobrotula armata</i>	9	10.8	<i>Harpadon microchir</i>	8	9.6	<i>Gadella jordani</i>	7	8.4
	<i>Neobythites unimaculatus</i>	9	10.8	<i>Trichiurus lepturus</i>	8	9.6	<i>Benthosema pterotum</i>	7	8.4
	<i>Lestrolepis japonica</i>	9	10.8	<i>Pterygotrigla hemisticta</i>	8	9.6	<i>Atrobucca nibe</i>	7	8.4
	<i>Galeus sauteri</i>	9	10.8						
	<i>Setarches longimanus</i>	9	10.8						
B	<i>Synaphobranchus affinis</i>	15	18.1	<i>Monomitopus kumae</i>	14	16.9	<i>Pseudonezumia sp.</i>	13	15.7
C	<i>Sigmops gracilis</i>	12	14.5	<i>Chauliodus sloani</i>	5	6.0	<i>Sternoptyx diaphana</i>	4	4.8



表 9、西部海域測站 (共 29 個)各類群物種出現率統計

西部海域 3 大類群中出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以西部海域所有測站 (共 29 個)中所有物種之出現次數累計，除以 29 (西部海域總測站數)。

Group	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
A	<i>Saurida wanieso</i>	9	31.0	<i>Upeneus japonicus</i>	8	27.6	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	7	24.1
				<i>Trachinocephalus myops</i>	8	27.6	<i>Ostorhinchus kiensis</i>	7	24.1
				<i>Secutor ruconius</i>	8	27.6	<i>Saurida elongata</i>	7	24.1
				<i>Lagocephalus lunaris</i>	8	27.6	<i>Leiognathus berbis</i>	7	24.1
							<i>Lagocephalus wheeleri</i>	7	24.1
							<i>Trichiurus lepturus</i>	7	24.1
							<i>Dasyatis akajei</i>	7	24.1
							<i>Pennahia pawak</i>	7	24.1
							<i>Saurida sp2</i>	7	24.1
B	<i>Saurida undosquamis</i>	12	41.4	<i>Apogonichthyoides niger</i>	11	37.9	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	8	27.6
				<i>Upeneus japonicus</i>	11	37.9	<i>Platyrrhina tangi</i>	8	27.6
				<i>Trachinocephalus myops</i>	11	37.9			

表 9 (續)

Group	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
C	<i>Ostorhinchus fasciatus</i>	4	13.8	<i>Trachinocephalus myops</i>	3	10.3	<i>Upeneus japonicus</i>	2	6.9
	<i>Eubleekeria splendens</i>	4	13.8	<i>Johnius macrorhynchus</i>	3	10.3	<i>Parapercis sexfasciata</i>	2	6.9
	<i>Callionymus planus</i>	4	13.8	<i>Antennarius striatus</i>	3	10.3	<i>Engyprosopon multisquama</i>	2	6.9
				<i>Saurida undosquamis</i>	3	10.3	<i>Jaydia carinatus</i>	2	6.9
				<i>Callionymus curvicornis</i>	3	10.3	<i>Cynoglossus interruptus</i>	2	6.9
				<i>Cynoglossus arel</i>	3	10.3	<i>Terapon jarbua</i>	2	6.9
				<i>Inegocia japonica</i>	3	10.3	<i>Liachirus melanospilos</i>	2	6.9
				<i>Upeneus quadrilineatus</i>	3	10.3	<i>Bothus myriaster</i>	2	6.9
				<i>Sillago asiatica</i>	3	10.3	<i>Pseudorhombus arsius</i>	2	6.9
							<i>Uranoscopus japonicus</i>	2	6.9
							<i>Engyprosopon grandisquama</i>	2	6.9
							<i>Engyprosopon maldivensis</i>	2	6.9
							<i>Nemipterus japonicus</i>	2	6.9
							<i>Arnoglossus polyspilus</i>	2	6.9
							<i>Nematalosa come</i>	2	6.9
							<i>Cynoglossus lida</i>	2	6.9
							<i>Cynoglossus suyeni</i>	2	6.9
							<i>Pseudorhombus levisquamis</i>	2	6.9
							<i>Siganus canaliculatus</i>	2	6.9



表 10、193 個測站各水層物種出現率統計

各水層中出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以 193 個測站中所有物種之出現次數累計，除以 193 (總測站數)。

Depth range	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
0 – 200 m	<i>Upeneus japonicus</i>	33	17.1	<i>Trachinocephalus myops</i>	28	14.5	<i>Priacanthus macracanthus</i>	23	11.9
							<i>Saurida undosquamis</i>	23	11.9
201 – 1000 m	<i>Neoscopelus microchir</i>	19	9.8	<i>Neobythites stigmatosus</i>	18	9.3	<i>Synaphobranchus affinis</i>	16	8.3
>1000 m	<i>Sigmops gracilis</i>	31	16.1	<i>Synaphobranchus kaupii</i>	17	8.8	<i>Halosauropsis macrochir</i>	12	6.2



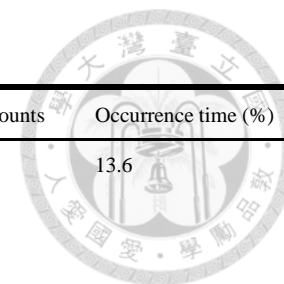
表 11、東北海域可比較深度區間之物種出現率統計

可比較測站 (143 個測站) 中，東北海域各水層之深度區間，出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以物種在東北海域測站之出現次數累計，除以 59 (東北海域可比較之總測站數)。

Depth range	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
0 – 200 m	<i>Synagrops philippinensis</i>	7	11.9	<i>Acropoma japonicum</i>	6	10.2	<i>Erisphex pottii</i>	5	8.5
	<i>Psenopsis anomala</i>	7	11.9	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	6	10.2	<i>Jaydia carinatus</i>	5	8.5
	<i>Champsodon snyderi</i>	7	11.9	<i>Lophiomus setigerus</i>	6	10.2	<i>Bembras japonica</i>	5	8.5
	<i>Conger cinereus</i>	7	11.9	<i>Muraenesox cinereus</i>	6	10.2	<i>Decapterus maruadsi</i>	5	8.5
	<i>Priacanthus macracanthus</i>	7	11.9	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i>	6	10.2	<i>Coelorinchus formosanus</i>	5	8.5
	<i>Dentex hypselosomus</i>	7	11.9	<i>Galeus sauteri</i>	6	10.2	<i>Coelorinchus multispinulosus</i>	5	8.5
	<i>Trichiurus lepturus</i>	7	11.9	<i>Setarches longimanus</i>	6	10.2	<i>Upeneus japonicus</i>	5	8.5
	<i>Zeus faber</i>	7	11.9	<i>Sphoeroides pachygaster</i>	6	10.2	<i>Neobythites sivicola</i>	5	8.5
				<i>Pterygotrigla hemisticta</i>	6	10.2	<i>Neobythites sp.</i>	5	8.5
				<i>Uranoscopus japonicus</i>	6	10.2	<i>Parapercis multifasciata</i>	5	8.5
				<i>Urolophus aurantiacus</i>	6	10.2	<i>Okamejei acutispina</i>	5	8.5
							<i>Atrobucca nibe</i>	5	8.5
							<i>Scomber japonicus</i>	5	8.5
							<i>Neomerinthe procurva</i>	5	8.5
							<i>Saurida wanieso</i>	5	8.5
							<i>Lepidotrigla hime</i>	5	8.5

表 11 (續)

Depth range	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
201 – 600 m	<i>Diaphus suborbitalis</i>	10	16.9	<i>Symphurus orientalis</i>	9	15.3	<i>Gavialiceps taiwanensis</i>	8	13.6
				<i>Diaphus garmani</i>	9	15.3			
				<i>Diaphus watasei</i>	9	15.3			
				<i>Neobythites stigmosus</i>	9	15.3			
>1000 m	<i>Sigmops gracilis</i>	14	23.7	<i>Halosauropsis macrochir</i>	8	13.6	<i>Aldrovandia affinis</i>	5	8.5
							<i>Acanthonus armatus</i>	5	8.5
							<i>Synaphobranchus kaupii</i>	5	8.5



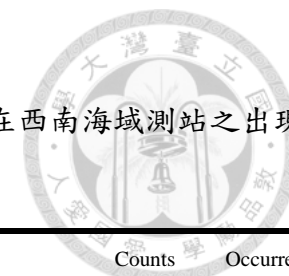


表 12、西南海域可比較深度區間之物種出現率統計

可比較測站 (143 個測站) 中，西南海域各水層之深度區間，出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以物種在西南海域測站之出現次數累計，除以 55 (西南海域可比較之總測站數)。

Depth range	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
0 – 200 m	<i>Acropoma hanedai</i>	6	10.9	<i>Bregmaceros japonicus</i>	5	9.1	<i>Acropoma japonicum</i>	4	7.3
	<i>Synagrops japonicus</i>	6	10.9	<i>Champsodon guentheri</i>	5	9.1	<i>Doederleinia berycoides</i>	4	7.3
	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	6	10.9	<i>Symphurus strictus</i>	5	9.1	<i>Ostorhinchus kiensis</i>	4	7.3
	<i>Bathymyrus simus</i>	6	10.9	<i>Rexea prometheoides</i>	5	9.1	<i>Chascanopsetta lugubris</i>	4	7.3
	<i>Nemichthys scolopaceus</i>	6	10.9	<i>Benthoema pterotum</i>	5	9.1	<i>Psenopsis anomala</i>	4	7.3
	<i>Cubiceps whiteleggii</i>	6	10.9	<i>Diaphus splendidus</i>	5	9.1	<i>Etmopterus splendidus</i>	4	7.3
	<i>Hoplobrotula armata</i>	6	10.9	<i>Saurenhelys fiersfer</i>	5	9.1	<i>Coelorinchus formosanus</i>	4	7.3
	<i>Neobythites unimaculatus</i>	6	10.9	<i>Priacanthus macracanthus</i>	5	9.1	<i>Branchiostegus auratus</i>	4	7.3
	<i>Lestrolepis japonica</i>	6	10.9				<i>Gadella jordani</i>	4	7.3
	<i>Galeus sauteri</i>	6	10.9				<i>Upeneus japonicus</i>	4	7.3
	<i>Atrobucca nibe</i>	6	10.9				<i>Nemipterus japonicus</i>	4	7.3
	<i>Setarches longimanus</i>	6	10.9				<i>Ophichthus urolophus</i>	4	7.3
	<i>Harpadon microchir</i>	6	10.9				<i>Eridacnis radcliffei</i>	4	7.3
	<i>Trichiurus lepturus</i>	6	10.9				<i>Polyipnus sp.</i>	4	7.3
	<i>Pterygotrigla hemisticta</i>	6	10.9				<i>Saurida undosquamis</i>	4	7.3

表 12 (續)

Depth range	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
201 – 600 m	<i>Neoscopelus microchir</i>	12	21.8	<i>Hymenocephalus longiceps</i>	9	16.4	<i>Hymenocephalus lethonemus</i>	8	14.5
							<i>Pseudonezumia sp.</i>	8	14.5
							<i>Ventrifossa longibarbata</i>	8	14.5
							<i>Hoplobrotula armata</i>	8	14.5
>1000 m	<i>Sigmops gracilis</i>	11	20.0	<i>Chauliodus sloani</i>	6	10.9	<i>Bathygadus sp.</i>	5	9.1



表 13、西部海域可比較深度區間之物種出現率統計

可比較測站 (143 個測站) 中，西部海域表層帶 (0 – 200 m)，出現次數與出現率前三的物種。出現率計算方式以物種在西部海域測站之出現次數累計，除以 29 (西部海域可比較之總測站數)。

Depth range	1 <sup>st</sup>	Counts	Occurrence time (%)	2 <sup>nd</sup>	Counts	Occurrence time (%)	3 <sup>rd</sup>	Counts	Occurrence time (%)
0 – 200 m	<i>Upeneus japonicas</i>	24	82.8	<i>Saurida undosquamis</i>	18	62.1	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	15	51.7
	<i>Trachinocephalus myops</i>	24	82.8				<i>Saurida elongata</i>	15	51.7

表 14、各海域表層帶可比較深度區間 (0 – 200 m) 之物種貢獻度

可比較測站 (143 個測站) 中，東北、西南與西部海域，表層帶 0 – 200 m 各海域之貢獻度累計前 30% 物種。

Region	Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
North-eastern (NE)	<i>Dentex hypselosomus</i>	3.82	3.82
Average similarity : 35.45	<i>Synagrops philippinensis</i>	3.05	6.87
	<i>Psenopsis anomala</i>	3.05	9.92
	<i>Champsodon snyderi</i>	3.05	12.98
	<i>Conger cinereus</i>	3.05	16.03
	<i>Priacanthus macracanthus</i>	3.05	19.08
	<i>Trichiurus lepturus</i>	3.05	22.14
	<i>Zeus faber</i>	3.05	25.19
	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	2.98	28.17
	<i>Sphoeroides pachygaster</i>	2.27	30.44
South-western (SW)	<i>Acropoma hanedai</i>	3.16	3.16
Average similarity : 36.10	<i>Synagrops japonicus</i>	3.16	6.31
	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	3.16	9.47
	<i>Bathymyrus simus</i>	3.16	12.62
	<i>Nemichthys scolopaceus</i>	3.16	15.78
	<i>Cubiceps whiteleggii</i>	3.16	18.93
	<i>Hoplobrotula armata</i>	3.16	22.09
	<i>Neobythites unimaculatus</i>	3.16	25.25
	<i>Lestrolepis japonica</i>	3.16	28.40
	<i>Galeus sauteri</i>	3.16	31.56
West	<i>Uranoscopus japonicas</i>	10.93	10.93
Average similarity : 20.08	<i>Trachinocephalus myops</i>	10.71	21.64
	<i>Saurida undosquamis</i>	6.72	28.36
	<i>Saurida elongata</i>	3.65	32.01

表 15、各海域表層帶可比較深度區間 (0 – 200 m) 之差異物種貢獻度

可比較測站 (143 個測站) 中，東北、西南與西部海域，表層帶 0 – 200 m 各海域差異之貢獻度累計前 10% 物種。

Region	Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
North-eastern (NE) and South-western (SW)	<i>Acropoma hanedai</i>	0.93	0.93
Average dissimilarity : 79.72	<i>Bathymyrus simus</i>	0.93	1.86
	<i>Nemichthys scolopaceu</i>	0.93	2.79
	<i>Hoplobrotula armata</i>	0.93	3.73
	<i>Neobythites unimaculatus</i>	0.93	4.66
	<i>Lestrolepis japonica</i>	0.93	5.59
	<i>Champsodon snyderi</i>	0.91	6.50
	<i>Conger cinereus</i>	0.91	7.41
	<i>Zeus faber</i>	0.91	8.32
	<i>Diaphus splendidus</i>	0.80	9.13
	<i>Uranoscopus japonicas</i>	0.79	9.91
	<i>Urolophus aurantiacus</i>	0.77	10.68
North-eastern (NE) and West	<i>Dentex hypselosomus</i>	1.22	1.22
Average dissimilarity : 90.45	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	1.17	2.39
	<i>Conger cinereus</i>	1.02	3.41
	<i>Zeus faber</i>	1.02	4.43
	<i>Trachinocephalus myops</i>	0.96	5.39
	<i>Psenopsis anomala</i>	0.95	6.34
	<i>Synagrops philippinensis</i>	0.92	7.26
	<i>Erisphex pottii</i>	0.90	8.17
	<i>Lepidotrigla hime</i>	0.90	9.07
	<i>Champsodon snyderi</i>	0.90	9.97
	<i>Sphoeroides pachygaster</i>	0.89	10.86
South-western (SW) and West	<i>Acropoma hanedai</i>	1.06	1.06
Average dissimilarity : 90.31	<i>Synagrops japonicas</i>	1.06	2.11
	<i>Chlorophthalmus nigromarginatus</i>	1.06	3.17
	<i>Nemichthys scolopaceus</i>	1.06	4.23
	<i>Cubiceps whiteleggi</i>	1.06	5.29
	<i>Hoplobrotula armata</i>	1.06	6.34
	<i>Neobythites unimaculatus</i>	1.06	7.40
	<i>Lestrolepis japonica</i>	1.06	8.46
	<i>Galeus sauteri</i>	1.06	9.52
	<i>Atrobucca nibe</i>	1.06	10.57




表 16、各海域中層帶可比較深度區間 (201 – 600 m)之物種貢獻度

可比較測站 (143 個測站)中，東北與西南海域中層帶 201 – 600 m 兩海域之貢獻度累計前 60% 物種。

Region	Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
North-eastern (NE)	<i>Diaphus watasei</i>	12.20	12.20
Average similarity : 10.80	<i>Diaphus garmani</i>	11.72	23.92
	<i>Diaphus suborbitalis</i>	10.82	34.74
	<i>Symphurus orientalis</i>	10.42	45.16
	<i>Neobythites stigmosus</i>	7.21	52.37
	<i>Gavialiceps taiwanensis</i>	5.88	58.25
	<i>Bathycongrus wallacei</i>	3.82	62.07
South-western (SW)	<i>Neoscopelus microchir</i>	12.78	12.78
Average similarity : 9.64	<i>Pseudonezumia sp.</i>	7.75	20.53
	<i>Hymenocephalus lethoneus</i>	7.36	27.89
	<i>Ventrifossa longibarbata</i>	7.09	34.98
	<i>Hymenocephalus longiceps</i>	6.47	41.45
	<i>Hoplobrotula armata</i>	4.12	45.58
	<i>Ostracoberyx dorygenys</i>	3.96	49.54
	<i>Homostolus acer</i>	2.55	52.08
	<i>Chaunax sp.</i>	2.39	54.47
	<i>Coelorinchus cingulatus</i>	2.36	56.83
	<i>Neobythites stigmosus</i>	2.24	59.07
	<i>Hymenocephalus striatissimus striatissimus</i>	2.17	61.24

表 17、各海域中層帶可比較深度區間 (201 – 600 m) 之差異物種貢獻度

可比較測站 (143 個測站) 中，東北與西南海域中層帶 201 – 600 m 兩海域差異之貢獻度  
累計前 20% 物種。



North-eastern (NE) and South-western (SW)		
Average dissimilarity : 95.13		
Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
<i>Neoscopelus microchir</i>	2.71	2.71
<i>Diaphus watasei</i>	2.21	4.95
<i>Diaphus garmani</i>	2.16	7.10
<i>Symphurus orientalis</i>	2.05	9.14
<i>Neobythites stigmosus</i>	1.99	11.13
<i>Pseudonezumia sp.</i>	1.96	13.09
<i>Hymenocephalus lethoemus</i>	1.94	15.03
<i>Gavialiceps taiwanensis</i>	1.93	16.96
<i>Diaphus suborbitalis</i>	1.91	18.87
<i>Hymenocephalus longiceps</i>	1.81	20.68

表 18、各海域深層帶可比較深度區間 (> 1000 m)之物種貢獻度

可比較測站 (143 個測站)中，東北與西南海域深層帶 > 1000 m 兩海域之貢獻度累計前 80% 物種。

Region	Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
North-eastern (NE)	<i>Sigmops gracilis</i>	51.95	51.95
Average similarity : 14.51	<i>Halosauropsis macrochir</i>	14.87	66.82
	<i>Acanthonus armatus</i>	7.10	73.92
	<i>Aldrovandia affinis</i>	6.61	80.53
South-western (SW)	<i>Sigmops gracilis</i>	50.30	50.30
Average similarity : 9.93	<i>Bathygadus sp.</i>	13.93	64.23
	<i>Chauliodus sloani</i>	12.08	76.31
	<i>Synaphobranchus kaupii</i>	3.82	80.14

表 19、各海域深層帶可比較深度區間 (> 1000 m)之差異物種貢獻度

可比較測站 (143 個測站)中，東北與西南深層帶 > 1000 m 兩海域差異之貢獻度累計前 40% 物種。

North-eastern (NE) and South-western (SW)		
Average dissimilarity : 90.42		
Species	Contribution (%)	Accumulation (%)
<i>Sigmops gracilis</i>	7.60	7.60
<i>Halosauropsis macrochir</i>	4.60	12.20
<i>Synaphobranchus kaupii</i>	4.03	16.23
<i>Bathygadus sp.</i>	3.90	20.13
<i>Chauliodus sloani</i>	3.47	23.59
<i>Acanthonus armatus</i>	3.45	27.04
<i>Aldrovandia affinis</i>	3.27	30.31
<i>Synaphobranchus sp.</i>	3.21	33.52
<i>Histiobranchus bathybius</i>	2.92	36.44
<i>Bassozetus glutinosus</i>	2.52	38.96
<i>Gonostoma elongatum</i>	2.42	41.38



表 20、所有測站 (193 個測站)之 DISTLM 分析

環境因子包含深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)、POC flux (lutz\_poc)與溫度 (Temp)；p 值表示法：\* < 0.05 \*\* < 0.01 \*\*\* < 0.001。

	Depth	Roughness	vgpm_mean	vgpm_svi	lutz_poc	Temp
F value	23.30	8.48	28.98	2.99	34.32	37.00
P value	***	***	***	**	***	***
R <sup>2</sup>	0.11	0.04	0.13	0.02	0.15	0.16

表 21、所有測站 (193 個測站)東北海域之 DISTLM 分析

環境因子包含深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)、POC flux (lutz\_poc)與溫度 (Temp)；p 值表示法：\* < 0.05 \*\* < 0.01 \*\*\* < 0.001。

	Depth	Roughness	vgpm_mean	vgpm_svi	lutz_poc	Temp
F value	9.21	4.34	11.03	1.89	11.93	11.70
P value	***	***	***	*	***	***
R <sup>2</sup>	0.13	0.06	0.15	0.03	0.16	0.16

表 22、所有測站 (193 個測站)西南海域之 DISTLM 分析

環境因子包含深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)、POC flux (lutz\_poc)與溫度 (Temp)；p 值表示法：\* < 0.05 \*\* < 0.01 \*\*\* < 0.001。

	Depth	Roughness	vgpm_mean	vgpm_svi	lutz_poc	Temp
F value	7.86	1.65	7.73	2.32	7.10	8.25
P value	***	0.09	***	*	***	***
R <sup>2</sup>	0.09	0.02	0.09	0.03	0.08	0.09

表 23、可比較測站 (143 個測站)0 – 200 m 區間之 DISTLM 分析

環境因子包含深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)、POC flux (lutz\_poc)與溫度 (Temp)；p 值表示法：\* < 0.05 \*\* < 0.01 \*\*\* < 0.001。

	Depth	Roughness	vgpm_mean	vgpm_svi	lutz_poc	Temp
F value	12.50	8.00	5.07	1.34	5.21	10.00
P value	***	***	***	0.186	***	***
R <sup>2</sup>	0.23	0.16	0.11	0.03	0.11	0.19



表 24、可比較測站 (143 個測站)201 – 600 m 區間之 DISTLM 分析

環境因子包含深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)、POC flux (lutz\_poc)與溫度 (Temp)；p 值表示法：\* < 0.05 \*\* < 0.01 \*\*\* < 0.001。

	Depth	Roughness	vgpm_mean	vgpm_svi	lutz_poc	Temp
F value	3.11	4.95	4.46	4.92	3.11	1.37
P value	**	***	***	***	*	0.17
R <sup>2</sup>	0.06	0.09	0.08	0.09	0.06	0.03

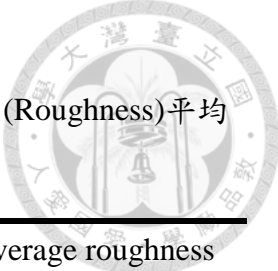
表 25、可比較測站 (143 個測站) > 1000 m 區間之 DISTLM 分析

環境因子包含深度 (Depth)、地形崎嶇度 (Roughness)、表層平均初級生產力 (vgpm\_mean)、表層平均初級生產力之季節性變化 (vgpm\_svi)、POC flux (lutz\_poc) 與溫度 (Temp)；p 值表示法：\* < 0.05 \*\* < 0.01 \*\*\* < 0.001。

	Depth	Roughness	vgpm_mean	vgpm_svi	lutz_poc	Temp
F value	3.39	3.13	2.62	2.47	4.40	2.19
P value	**	**	**	*	***	*
R <sup>2</sup>	0.07	0.07	0.06	0.05	0.09	0.05

表 26、東北與西南海域，各水層之坡度與地形崎嶇度平均值

東北與西南海域所有測站，各水層之坡度 (Slope)與地形崎嶇度 (Roughness)平均值。



Region	Sites	Average slope	Average roughness
North-eastern	Total	3.27	264.68
	0 – 200 m	1.75	150.07
	201 – 600 m	3.06	245.61
	201 – 1000 m	3.03	243.38
	>1000 m	4.12	333.07
South-western	Total	1.65	137.84
	0 – 200 m	2.10	172.97
	201 – 600 m	1.51	125.17
	201 – 1000 m	1.48	124.45
	>1000	1.92	160.12

# 附錄 1、各採樣測站位置資料

包含測站 (Sites)、採集日期 (Date)、測站深度 (Depth)、經度 (Longitude)、緯度 (Latitude)與資料來源 (Data base)。其中資料來源 A：臺灣底拖漁業資源資料庫、B：海研一號、C：臺灣深海生物相及其分布資料庫。

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
1	2002/3/19 2002/6/7 2002/12/18	10	120.35	24.14	A
2	2002/3/20 2002/6/6 2002/12/3	10	120.60	24.47	A
3	2001/3/1	10	120.16	22.87	A
4	2002/3/19 2002/6/7 2002/12/18	20	120.35	24.14	A
5	2003/11/20	25	119.63	23.48	A
6	2003/7/21	29	119.76	23.51	A
7	2002/3/20 2002/6/6 2002/12/3	30	120.56	24.47	A
8	2001/3/1	30	120.09	22.89	A
9	2003/7/21	33	119.67	23.54	A
10	2003/7/21	38	119.67	23.57	A
11	2002/3/19 2002/6/7 2002/12/18	40	120.34	24.19	A
12	2003/7/21	40	119.68	23.44	A
13	2003/11/20	43	119.59	23.44	A
14	2003/11/20	45	119.62	23.45	A
15	2003/3/25	48	119.58	23.46	A
16	2001/4/10 2000/7/13 2000/12/27 2000/2/17	50	121.87	24.90	A
17	2002/3/20 2002/12/3	50	120.50	24.42	A

附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
18	2001/6/1 2001/11/1 2001/12/1	50	120.06	22.91	A
19	2003/3/25	58	119.55	23.46	A
20	2002/3/21 2002/6/5 2002/9/2	60	120.44	24.82	A
21	2003/3/25	61	119.73	23.33	A
22	2003/11/20	62	119.60	23.42	A
23	2002/3/21 2002/6/5 2002/9/2	65	120.39	24.83	A
24	2003/11/20	65	119.66	23.39	A
25	2002/3/21 2002/6/5 2002/9/2	70	120.35	24.77	A
26	2001/3/1	70	120.06	22.87	A
27	2003/3/25 2003/7/21	72	119.71	23.42	A
28	2003/3/25	74	119.72	23.33	A
29	2008/10/5	91	119.01	22.50	B
30	2003/3/25 2003/7/21 2003/11/20	95	119.78	23.39	A
31	2000/3/27 2000/6/8 2000/11/15 2001/3/6	100	121.97	25.13	A
32	2001/4/10 2000/7/13 2000/12/27 2000/2/17	100	121.89	24.89	A
33	2001/3/8 2001/6/8 2001/9/8 2001/11/8	100	120.36	22.29	A

附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
34	2000/3/31 2000/6/23 2000/10/23 2001/2/26	100	121.59	25.42	A
35	2001/3/8 2001/6/8 2001/11/8 2001/12/8	100	120.20	22.33	A
36	2001/6/1 2001/11/1 2001/12/1	100	120.04	22.87	A
37	2001/9/10 2001/11/10	100	120.27	22.43	A
38	2001/7/31	132	122.03	24.94	C
39	2000/3/27	150	122.04	25.20	A
40	2000/3/27 2000/6/8 2000/11/15 2001/3/6	200	121.94	25.19	A
41	2001/3/8 2001/6/8 2001/9/8 2001/11/8	200	120.37	22.26	A
42	2001/3/8 2001/6/8 2001/11/8 2001/12/8	200	120.17	22.29	A
43	2000/7/13 2000/12/27 2000/2/17	200	121.97	24.80	A
44	2001/9/10 2001/11/10	200	120.23	22.43	A
45	2004/8/28	220	122.07	24.93	C
46	2006/8/23	240	120.22	22.46	C
47	2005/8/8	248	122.09	24.97	C
48	2005/8/8	253	122.08	24.96	C

附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
49	2002/5/20	253	121.49	22.31	C
50	2003/8/26	254	122.10	24.58	C
51	2005/8/8	254	122.09	24.97	C
52	2003/8/27	265	122.07	24.58	C
53	2005/8/8	289	122.09	24.96	C
54	2004/8/27	289	121.96	24.80	C
55	2006/8/23	290	120.24	22.38	C
56	2001/3/8	300	120.37	22.19	A
	2001/6/8				
	2001/9/8				
	2001/11/8				
57	2001/3/8	300	120.20	22.24	A
	2001/6/8				
	2001/11/8				
	2001/12/8				
58	2001/9/10	300	120.21	22.41	A
	2001/11/10				
59	2006/3/9	300	120.21	22.41	C
60	2005/8/8	304	122.09	24.96	C
61	2005/8/8	306	122.09	24.96	C
62	2005/6/13	309	122.00	24.80	C
63	2014/11/27	315	120.22	22.39	B
64	2005/6/13	315	122.00	24.80	C
65	2001/11/24	316	120.22	22.36	C
66	2014/11/27	317	120.42	22.22	B
67	2005/6/13	320	121.99	24.79	C
68	2001/5/20	333	122.07	24.80	C
69	2008/6/2	342	116.98	20.99	B
70	2005/8/8	349	122.09	24.96	C
71	2005/8/17	356	117.29	21.59	C
72	2001/11/23	366	120.38	22.19	C
73	2014/11/27	390	120.31	22.25	B
74	2001/11/23	397	120.43	22.22	C
75	2006/3/9	397	120.19	22.36	C

附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
76	2001/4/10 2000/7/13 2000/12/27 2000/2/17	400	121.99	24.83	A
77	2011/11/6	423	122.50	24.67	B
78	2001/11/23	441	120.34	22.22	C
79	2002/8/29	469	120.40	22.19	C
80	2001/8/1	481	122.02	24.87	C
81	2003/8/31	487	120.32	22.20	C
82	2001/8/1	501	122.04	24.81	C
83	2005/8/17	508	117.72	21.67	C
84	2005/8/17	508	117.72	21.67	C
85	2005/8/17	509	117.72	21.67	C
86	2005/8/17	510	117.72	21.67	C
87	2004/8/28	511	122.04	24.87	C
88	2005/8/17	511	117.72	21.68	C
89	2005/8/17	511	117.72	21.67	C
90	2005/8/17	513	117.72	21.67	C
91	2003/5/30	515	122.19	24.68	C
92	2003/8/26	518	122.19	24.68	C
93	2004/7/22	549	122.53	25.37	C
94	2004/8/28	551	122.04	24.87	C
95	2006/8/26	558	122.21	24.48	C
96	2006/3/7	571	120.35	22.17	C
97	2002/9/11	572	122.05	24.87	C
98	2001/7/31	580	122.04	24.86	C
99	2010/10/7	595	120.10	22.43	B
100	2000/7/13 2000/12/27 2000/2/17	600	122.03	24.88	A
101	2012/11/27	661	120.14	22.34	B
102	2012/11/28	679	120.22	22.14	B
103	2001/11/21	695	120.11	22.35	C
104	2005/8/11	700	120.11	22.35	C
105	2002/9/11	717	122.06	24.86	C
106	2001/8/22	719	120.12	22.31	C



附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
107	2001/11/21	719	120.13	22.25	C
108	2005/8/11	721	120.11	22.35	C
109	2005/8/19	726	117.45	20.84	C
110	2004/12/28	745	120.12	22.34	C
111	2003/5/29	750	120.48	22.00	C
112	2001/11/23	785	120.24	22.18	C
113	2004/7/22	785	122.73	25.38	C
114	2001/8/22	786	120.09	22.29	C
115	2000/7/13	800	122.08	24.88	A
	2000/12/27				
116	2002/8/29	800	120.11	22.37	C
117	2003/5/31	815	122.21	24.48	C
118	2005/8/11	817	120.06	22.32	C
119	2005/8/15	821	120.26	22.17	C
120	2003/8/30	830	120.05	22.32	C
121	2006/3/7	837	120.25	22.18	C
122	2013/11/24	841	120.24	22.19	B
123	2010/10/9	851	120.25	22.17	B
124	2003/8/27	855	122.21	24.48	C
125	2010/10/7	857	120.08	22.24	B
126	2001/11/22	888	120.10	22.28	C
127	2003/8/31	951	119.98	22.24	C
128	2005/8/19	964	117.55	20.72	C
129	2005/8/11	968	120.00	22.29	C
130	2004/7/23	968	122.53	25.16	C
131	2003/8/30	971	120.03	22.22	C
132	2006/3/8	997	120.04	22.26	C
133	2006/8/23	998	120.04	22.26	C
134	2006/3/8	999	120.00	22.28	C
135	2004/7/23	1006	122.49	25.14	C
136	2006/3/8	1010	120.00	22.27	C
137	2001/11/22	1037	120.00	22.29	C
138	2001/11/24	1048	120.00	22.21	C
139	2002/9/11	1091	122.29	24.86	C
140	2001/11/22	1105	120.01	22.13	C
141	2002/8/25	1122	119.91	22.35	C

附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
142	2001/8/1	1147	122.29	24.98	C
143	2006/6/2	1150	121.13	22.35	C
144	2006/6/2	1151	121.09	22.28	C
145	2002/8/25	1151	119.92	22.43	C
146	2002/5/18	1154	122.30	24.96	C
147	2006/6/2	1160	121.13	22.30	C
148	2005/8/19	1162	117.65	20.75	C
149	2006/3/8	1179	120.01	22.20	C
150	2002/8/29	1179	120.02	22.29	C
151	2006/6/3	1192	121.09	22.28	C
152	2005/8/19	1193	121.08	22.32	C
153	2002/9/12	1199	122.21	24.42	C
154	2005/6/15	1201	122.23	24.40	C
155	2006/6/3	1203	121.08	22.25	C
156	2006/6/2	1211	121.07	22.24	C
157	2001/8/1	1215	122.29	24.84	C
158	2005/6/14	1242	122.24	24.39	C
159	2009/7/16	1242	122.23	24.38	B
160	2003/8/29	1246	121.09	22.20	C
161	2005/6/14	1247	122.24	24.39	C
162	2006/8/26	1249	122.24	24.39	C
163	2001/8/21	1266	121.06	22.14	C
164	2006/8/24	1266	121.12	22.16	C
165	2003/8/30	1276	121.02	22.14	C
166	2006/8/24	1278	121.14	22.11	C
167	2003/5/30	1289	121.04	22.10	C
168	2006/8/24	1293	121.15	22.07	C
169	2013/11/24	1294	120.02	22.19	B
170	2003/5/30	1296	121.00	21.95	C
171	2006/8/24	1302	121.17	22.15	C
172	2005/8/18	1350	117.80	20.73	C
173	2005/8/20	1396	117.76	20.68	C
174	2012/11/27	1406	120.07	22.01	B
175	2008/6/2	1442	116.32	19.83	B
176	2011/11/6	1511	122.51	24.89	B
177	2009/7/15	1525	122.55	24.88	B

附錄 1 (續)

Sites	Date	Depth (m)	Longitude	Latitude	Data base
178	2005/8/16	1616	118.25	21.59	C
179	2002/8/28	1628	118.37	21.68	C
180	2002/8/27	1639	118.35	21.67	C
181	2005/8/20	1888	118.06	20.67	C
182	2010/10/8	2091	120.24	21.72	B
183	2005/6/16	2314	122.19	24.27	C
184	2005/6/16	2323	122.19	24.27	C
185	2005/6/16	2337	122.19	24.27	C
186	2006/8/27	2343	122.20	24.27	C
187	2006/8/26	2392	122.19	24.27	C
188	2002/8/26	2518	119.46	21.86	C
189	2002/8/26	2541	119.47	22.01	C
190	2006/8/26	3048	122.07	24.32	C
191	2006/8/25	3058	122.07	24.32	C
192	2002/9/11	3237	122.07	24.32	C
193	2008/10/2	3458	120.00	20.53	B
194	2005/8/9	3572	122.35	23.99	C
195	2006/8/25	3578	122.35	24.01	C
196	2002/5/19	3580	122.34	23.94	C

附錄 2、出現次數為 1 物種清單

Species	Genus	Family
<i>Synagrops serratospinosus</i>	Synagrops	Acropomatidae
<i>Alepocephalus longiceps</i>	Alepocephalus	Alepocephalidae
<i>Alepocephalus owstoni</i>	Alepocephalus	Alepocephalidae
<i>Alepocephalus sp.</i>	Alepocephalus	Alepocephalidae
<i>Bajacalifornia erimoensis</i>	Bajacalifornia	Alepocephalidae
<i>Bajacalifornia sp.</i>	Bajacalifornia	Alepocephalidae
<i>Bathytroctes microlepis</i>	Bathytroctes	Alepocephalidae
<i>Conocara kreffti</i>	Conocara	Alepocephalidae
<i>Conocara sp.</i>	Conocara	Alepocephalidae
<i>Leptoderma retropinna</i>	Leptoderma	Alepocephalidae
<i>Narcetes kamoharai</i>	Narcetes	Alepocephalidae
<i>Talismania antillarum</i>	Talismania	Alepocephalidae
<i>Talismania filamentosa</i>	Talismania	Alepocephalidae
<i>Ammodytoides kimurai</i>	Ammodytoides	Ammodytidae
<i>Antennarius sp.</i>	Antennarius	Antennariidae
<i>Apogon sp.</i>	Apogon	Apogonidae
<i>Apogon sp2</i>	Apogon	Apogonidae
<i>Archamia sp.</i>	Archamia	Apogonidae
<i>Ostorhinchus fleurieu</i>	Ostorhinchus	Apogonidae
<i>Ostorhinchus notatus</i>	Ostorhinchus	Apogonidae
<i>Ostorhinchus novemfasciatus</i>	Ostorhinchus	Apogonidae
<i>Siphamia majimai</i>	Siphamia	Apogonidae
<i>Bathyraja bergi</i>	Bathyraja	Arhynchobatidae
<i>Bathyraja diplotaenia</i>	Bathyraja	Arhynchobatidae
<i>Bathyraja isotrachys</i>	Bathyraja	Arhynchobatidae
<i>Bathyraja matsubara</i>	Bathyraja	Arhynchobatidae
<i>Bathyraja trachouros</i>	Bathyraja	Arhynchobatidae
<i>Rhinoraja kujiensis</i>	Rhinoraja	Arhynchobatidae
<i>Netuma thalassina</i>	Netuma	Ariidae
<i>Ateleopus purpureus</i>	Ateleopus	Ateleopodidae
<i>Hime formosanus</i>	Hime	Aulopidae
<i>Bathyclupea argentea</i>	Bathyclupea	Bathyclupeidae
<i>Dolicholagus longirostris</i>	Dolicholagus	Bathylaconidae
<i>Lipolagus ochotensis</i>	Lipolagus	Bathylagidae
<i>Bathysaurus mollis</i>	Bathysaurus	Bathysauridae
<i>Bathysaurus sp.</i>	Bathysaurus	Bathysauridae

附錄 2 (續)

Species	Genus	Family
<i>Bembradium roseum</i>	Bembradium	Bembridae
<i>Xiphasia setifer</i>	Xiphasia	Blenniidae
<i>Arnoglossus macrolophus</i>	Arnoglossus	Bothidae
<i>Arnoglossus yamanakai</i>	Arnoglossus	Bothidae
<i>Bothus mancus</i>	Bothus	Bothidae
<i>Bothus pantherinus</i>	Bothus	Bothidae
<i>Engyprosopon longipelvis</i>	Engyprosopon	Bothidae
<i>Kamoharaia sp.</i>	Kamoharaia	Bothidae
<i>Laeops tungkongensis</i>	Laeops	Bothidae
<i>Parabothus kiensis</i>	Parabothus	Bothidae
<i>Psettina iijimae</i>	Psettina	Bothidae
<i>Brama japonica</i>	Brama	Bramidae
<i>Bregmaceros mccllellandi</i>	Bregmaceros	Bregmacerotidae
<i>Bregmaceros nectabanus</i>	Bregmaceros	Bregmacerotidae
<i>Brosmophyciops pautzkei</i>	Brosmophyciops	Bythitidae
<i>Bythitidae sp.</i>	Bythitidae	Bythitidae
<i>Cataetyx platyrhynchus</i>	Cataetyx	Bythitidae
<i>Diplacanthopoma japonicus</i>	Diplacanthopoma	Bythitidae
<i>Diplogrammus sp.</i>	Diplogrammus	Callionymidae
<i>Synchiropus altivelis</i>	Synchiropus	Callionymidae
<i>Antigonia capros</i>	Antigonia	Caproidae
<i>Alepes djedaba</i>	Alepes	Carangidae
<i>Alepes kleinii</i>	Alepes	Carangidae
<i>Carangoides dinema</i>	Carangoides	Carangidae
<i>Carangoides malabaricus</i>	Carangoides	Carangidae
<i>Decapterus macrosoma</i>	Decapterus	Carangidae
<i>Pseudocaranx dentex</i>	Pseudocaranx	Carangidae
<i>Selar crumenophthalmus</i>	Selar	Carangidae
<i>Selaroides leptolepis</i>	Selaroides	Carangidae
<i>Seriolina nigrofasciata</i>	Seriolina	Carangidae
<i>Encheliophis homei</i>	Encheliophis	Carapidae
<i>Scoliodon laticaudus</i>	Scoliodon	Carcharhinidae
<i>Macroramphosus scolopax</i>	Macroramphosus	Centriscidae
<i>Centrophorus moluccensis</i>	Centrophorus	Centrophoridae
<i>Cepola schlegelii</i>	Cepola	Cepolidae
<i>Heniochus acuminatus</i>	Heniochus	Chaetodontidae

附錄 2 (續)

Species	Genus	Family
<i>Cheilodactylus zonatus</i>	Cheilodactylus	Cheilodactylidae
<i>Chiasmodon niger</i>	Chiasmodon	Chiasmodontidae
<i>Chlorophthalmus sp.</i>	Chlorophthalmus	Chlorophthalmidae
<i>Sardinella fimbriata</i>	Sardinella	Clupeidae
<i>Sardinella melanura</i>	Sardinella	Clupeidae
<i>Spratelloides gracilis</i>	Spratelloides	Clupeidae
<i>Bathycongrus guttulatus</i>	Bathycongrus	Congridae
<i>Conger japonicus</i>	Conger	Congridae
<i>Conger myriaster</i>	Conger	Congridae
<i>Conger sp.</i>	Conger	Congridae
<i>Stlengis misakia</i>	Stlengis	Cottidae
<i>Cynoglossus kopsii</i>	Cynoglossus	Cynoglossidae
<i>Cynoglossus puncticeps</i>	Cynoglossus	Cynoglossidae
<i>Cynoglossus sp.</i>	Cynoglossus	Cynoglossidae
<i>Paraplagusia blochii</i>	Paraplagusia	Cynoglossidae
<i>Symphurus bathyspilus</i>	Symphurus	Cynoglossidae
<i>Dactyloptena orientalis</i>	Dactyloptena	Dactylopteridae
<i>Isistius brasiliensis</i>	Isistius	Dalatiidae
<i>Dasyatis acutirostra</i>	Dasyatis	Dasyatidae
<i>Dasyatis ushiei</i>	Dasyatis	Dasyatidae
<i>Himantura fai</i>	Himantura	Dasyatidae
<i>Diretmichthys parini</i>	Diretmichthys	Diretmidae
<i>Echeneis naucrates</i>	Echeneis	Echeneidae
<i>Erythrocles schlegelii</i>	Erythrocles	Emmelichthyidae
<i>Ereunias grillator</i>	Ereunias	Ereuniidae
<i>Etmopterus unicolor</i>	Etmopterus	Etmopteridae
<i>Eurypharynx pelecanoides</i>	Eurypharynx	Eurypharyngidae
<i>Neoepinnula orientalis</i>	Neoepinnula	Gempylidae
<i>Ruvettus pretiosus</i>	Ruvettus	Gempylidae
<i>Gerres filamentosus</i>	Gerres	Gerreidae
<i>Acentrogobius nebulosus</i>	Acentrogobius	Gobiidae
<i>Cyclothone atraria</i>	Cyclothone	Gonostomatidae
<i>Cyclothone pseudopallida</i>	Cyclothone	Gonostomatidae
<i>Cyclothone sp.</i>	Cyclothone	Gonostomatidae
<i>Diplophos orientalis</i>	Diplophos	Gonostomatidae
<i>Gonostomatidae spp</i>	Gonostomatidae	Gonostomatidae

附錄 2 (續)

Species	Genus	Family
<i>Margrethia obtusirostra</i>	Margrethia	Gonostomatidae
<i>Margrethia sp.</i>	Margrethia	Gonostomatidae
<i>Gymnura zonura</i>	Gymnura	Gymnuridae
<i>Plectorhinchus cinctus</i>	Plectorhinchus	Haemulidae
<i>Plectorhinchus schotaf</i>	Plectorhinchus	Haemulidae
<i>Aldrovandia sp.</i>	Aldrovandia	Halosauridae
<i>Hapalogenys kishinouyei</i>	Hapalogenys	Hapalogenyidae
<i>Hapalogenys nigripinnis</i>	Hapalogenys	Hapalogenyidae
<i>Chiloscyllium indicum</i>	Chiloscyllium	Hemiscylliidae
<i>Hexatrygon bickelli</i>	Hexatrygon	Hexatrygonidae
<i>Himantolophus sp.</i>	Himantolophus	Himantolophidae
<i>Ostichthys hypsipterygion</i>	Ostichthys	Holocentridae
<i>Sargocentron sp.</i>	Sargocentron	Holocentridae
<i>Hoplichthys gilberti</i>	Hoplichthys	Hoplichthyidae
<i>Choerodon azurio</i>	Choerodon	Labridae
<i>Halichoeres scapularis</i>	Halichoeres	Labridae
<i>Iniistius verrens</i>	Iniistius	Labridae
<i>Equulites rivulatus</i>	Equulites	Leiognathidae
<i>Gazza achlamys</i>	Gazza	Leiognathidae
<i>Secutor insidiator</i>	Secutor	Leiognathidae
<i>Lethrinus variegatus</i>	Lethrinus	Lethrinidae
<i>Elassodiscus obscurus</i>	Elassodiscus	Liparidae
<i>Lophiodes mutilus</i>	Lophiodes	Lophiidae
<i>Bathygadus spongiceps</i>	Bathygadus	Macrouridae
<i>Cetonurus sp.</i>	Cetonurus	Macrouridae
<i>Coelorinchus aconagua</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus acutirostris</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus divergens</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus flabellispinnis</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus hexafasciatus</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus leptorhinus</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus longissimus</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus macrorhynchus</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus occa</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus sp2</i>	Coelorinchus	Macrouridae
<i>Coelorinchus spinifer</i>	Coelorinchus	Macrouridae

附錄 2 (續)

Species	Genus	Family
<i>Coryphaenoides acrolepis</i>	Coryphaenoides	Macrouridae
<i>Coryphaenoides hoskynii</i>	Coryphaenoides	Macrouridae
<i>Coryphaenoides rudis</i>	Coryphaenoides	Macrouridae
<i>Coryphaenoides sp.</i>	Coryphaenoides	Macrouridae
<i>Coryphaenoides yaquinae</i>	Coryphaenoides	Macrouridae
<i>Hymenocephalus hachijoensis</i>	Hymenocephalus	Macrouridae
<i>Lucigadus lucifer</i>	Lucigadus	Macrouridae
<i>Mataeocephalus adustus</i>	Mataeocephalus	Macrouridae
<i>Nezumia evides</i>	Nezumia	Macrouridae
<i>Nezumia proxima</i>	Nezumia	Macrouridae
<i>Pseudonezumia cetonuropsis</i>	Pseudonezumia	Macrouridae
<i>Sphagemacrurus richardi</i>	Sphagemacrurus	Macrouridae
<i>Spicomacrurus kuronumai</i>	Spicomacrurus	Macrouridae
<i>Squalogadus modificatus</i>	Squalogadus	Macrouridae
<i>Trachonurus villosus</i>	Trachonurus	Macrouridae
<i>Ventrifossa ctenomelas</i>	Ventrifossa	Macrouridae
<i>Ventrifossa sp1</i>	Ventrifossa	Macrouridae
<i>Ventrifossa sp2</i>	Ventrifossa	Macrouridae
<i>Branchiostegus japonicus</i>	Branchiostegus	Malacanthidae
<i>Poromitra oscitans</i>	Poromitra	Melamphidae
<i>Poromitra sp.</i>	Poromitra	Melamphidae
<i>Scopeloberyx robustus</i>	Scopeloberyx	Melamphidae
<i>Melanocetus murrayi</i>	Melanocetus	Melanocetidae
<i>Melanonus zugmayeri</i>	Melanonus	Melanonidae
<i>Melanostomiidae sp.</i>	Melanostomiidae	Melanostomiidae
<i>Mene maculata</i>	Mene	Menidae
<i>Acreichthys hajam</i>	Acreichthys	Monacanthidae
<i>Chaetodermis penicilligerus</i>	Chaetodermis	Monacanthidae
<i>Paramonacanthus pusillus</i>	Paramonacanthus	Monacanthidae
<i>Paramonacanthus sulcatus</i>	Paramonacanthus	Monacanthidae
<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	Thamnaconus	Monacanthidae
<i>Antimora microlepis</i>	Antimora	Moridae
<i>Laemonema longipes</i>	Laemonema	Moridae
<i>Laemonema sp.</i>	Laemonema	Moridae
<i>Physiculus roseus</i>	Physiculus	Moridae
<i>Physiculus sp.</i>	Physiculus	Moridae



附錄 2 (續)

Species	Genus	Family
<i>Parupeneus spilurus</i>	Parupeneus	Mullidae
<i>Upeneus subvittatus</i>	Upeneus	Mullidae
<i>Oxyconger leptognathus</i>	Oxyconger	Muraenesocidae
<i>Gymnothorax phasmatodes</i>	Gymnothorax	Muraenidae
<i>Gymnothorax prionodon</i>	Gymnothorax	Muraenidae
<i>Gymnothorax sp.</i>	Gymnothorax	Muraenidae
<i>Benthoosema sp.</i>	Benthoosema	Myctophidae
<i>Diaphus bertelseni</i>	Diaphus	Myctophidae
<i>Diaphus luetkeni</i>	Diaphus	Myctophidae
<i>Diaphus mollis</i>	Diaphus	Myctophidae
<i>Diaphus schmidtii</i>	Diaphus	Myctophidae
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	Diogenichthys	Myctophidae
<i>Electrona risso</i>	Electrona	Myctophidae
<i>Hygophum proximum</i>	Hygophum	Myctophidae
<i>Myctophum asperum</i>	Myctophum	Myctophidae
<i>Symbolophorus evermanni</i>	Symbolophorus	Myctophidae
<i>Aetomylaeus nichofii</i>	Aetomylaeus	Myliobatidae
<i>Eptatretus yangi</i>	Eptatretus	Myxinidae
<i>Narcine timlei</i>	Narcine	Narcinidae
<i>Nemichthys sp.</i>	Nemichthys	Nemichthyidae
<i>Pentapodus nagasakiensis</i>	Pentapodus	Nemipteridae
<i>Nettastoma parviceps</i>	Nettastoma	Nettastomatidae
<i>Nettenchelys gephyra</i>	Nettenchelys	Nettastomatidae
<i>Venefica tentaculata</i>	Venefica	Nettastomatidae
<i>Psenes cyanophrys</i>	Psenes	Nomeidae
<i>Polyacanthonotus challengerii</i>	Polyacanthonotus	Notacanthidae
<i>Coelophrys micropa</i>	Coelophrys	Ogcocephalidae
<i>Halicmetus reticulatus</i>	Halicmetus	Ogcocephalidae
<i>Halicmetus ruber</i>	Halicmetus	Ogcocephalidae
<i>Halicmetus sp.</i>	Halicmetus	Ogcocephalidae
<i>Halieutopsis bathyoreos</i>	Halieutopsis	Ogcocephalidae
<i>Halieutopsis galatea</i>	Halieutopsis	Ogcocephalidae
<i>Halieutopsis tumifrons</i>	Halieutopsis	Ogcocephalidae
<i>Malthopsis lutea</i>	Malthopsis	Ogcocephalidae
<i>Oneirodes pietschi</i>	Oneirodes	Oneirodidae
<i>Tyrannophryne pugnax</i>	Tyrannophryne	Oneirodidae

附錄 2 (續)

Species	Genus	Family
<i>Bascanichthys kirkii</i>	Bascanichthys	Ophichthidae
<i>Brachysomophis cirrocheilos</i>	Brachysomophis	Ophichthidae
<i>Ophichthidae sp1</i>	Ophichthidae	Ophichthidae
<i>Ophichthus macrochir</i>	Ophichthus	Ophichthidae
<i>Ophichthus tsuchidae</i>	Ophichthus	Ophichthidae
<i>Alcockia rostrata</i>	Alcockia	Ophidiidae
<i>Holcomycteronus aequatoris</i>	Holcomycteronus	Ophidiidae
<i>Lamprogrammus brunswigi</i>	Lamprogrammus	Ophidiidae
<i>Ophidiidae sp.</i>	Ophidiidae	Ophidiidae
<i>Porogadus sp.</i>	Porogadus	Ophidiidae
<i>Lactoria cornuta</i>	Lactoria	Ostraciidae
<i>Paralichthys olivaceus</i>	Paralichthys	Paralichthyidae
<i>Pseudorhombus oculocirris</i>	Pseudorhombus	Paralichthyidae
<i>Cirrhoscyllium formosanum</i>	Cirrhoscyllium	Parascylliidae
<i>Parazen pacificus</i>	Parazen	Parazenidae
<i>Pegasus laternarius</i>	Pegasus	Pegasidae
<i>Pegasus volitans</i>	Pegasus	Pegasidae
<i>Apristurus japonicus</i>	Apristurus	Pentanchidae
<i>Galeus sp.</i>	Galeus	Pentanchidae
<i>Bembrops curvatura</i>	Bembrops	Percophidae
<i>Chrionema chlorotaenia</i>	Chrionema	Percophidae
<i>Chrionema chryseres</i>	Chrionema	Percophidae
<i>Parapercis maculata</i>	Parapercis	Pinguipedidae
<i>Parapercis ommatura</i>	Parapercis	Pinguipedidae
<i>Parapercis shaoi</i>	Parapercis	Pinguipedidae
<i>Cociella crocodilus</i>	Cociella	Platycephalidae
<i>Grammoplites scaber</i>	Grammoplites	Platycephalidae
<i>Inegocia ochiaii</i>	Inegocia	Platycephalidae
<i>Sorsogona tuberculata</i>	Sorsogona	Platycephalidae
<i>Sunagocia otaitensis</i>	Sunagocia	Platycephalidae
<i>Thysanophrys chiltonae</i>	Thysanophrys	Platycephalidae
<i>Thysanophrys longirostris</i>	Thysanophrys	Platycephalidae
<i>Poecilopsetta natalensis</i>	Poecilopsetta	Pleuronectidae
<i>Amphiprion clarkii</i>	Amphiprion	Pomacentridae
<i>Pristotis obtusirostris</i>	Pristotis	Pomacentridae
<i>Teixeirichthys jordani</i>	Teixeirichthys	Pomacentridae

附錄 2 (續)

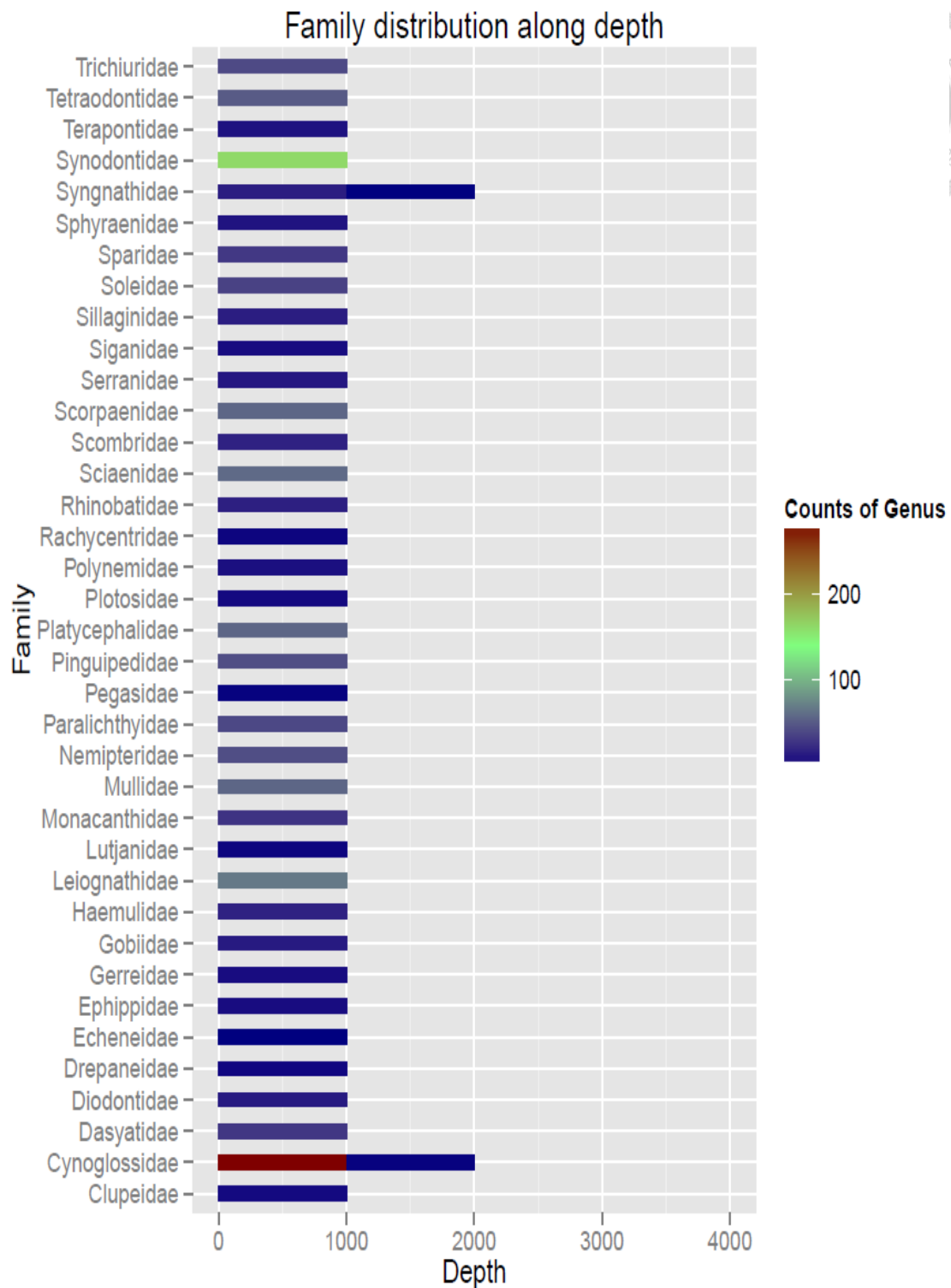
Species	Genus	Family
<i>Cookeolus japonicus</i>	Cookeolus	Priacanthidae
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	Heteropriacanthus	Priacanthidae
<i>Priacanthus fitchi</i>	Priacanthus	Priacanthidae
<i>Priacanthus tayenus</i>	Priacanthus	Priacanthidae
<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	Pseudocarcharias	Pseudocarchariidae
<i>Rhinobatos formosensis</i>	Rhinobatos	Rhinobatidae
<i>Rondeletia loricata</i>	Rondeletia	Rondeletiidae
<i>Johnius belangerii</i>	Johnius	Sciaenidae
<i>Johnius dussumieri</i>	Johnius	Sciaenidae
<i>Johnius grypotus</i>	Johnius	Sciaenidae
<i>Johnius sp.</i>	Johnius	Sciaenidae
<i>Larimichthys crocea</i>	Larimichthys	Sciaenidae
<i>Megalonibiuae sp.</i>	Megalonibiuae	Sciaenidae
<i>Nibea albiflora</i>	Nibea	Sciaenidae
<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Rastrelliger	Scombridae
<i>Sarda orientalis</i>	Sarda	Scombridae
<i>Scomberomorus niphonius</i>	Scomberomorus	Scombridae
<i>Parascorpaena sp.</i>	Parascorpaena	Scorpaenidae
<i>Phenacoscorpius megalops</i>	Phenacoscorpius	Scorpaenidae
<i>Pterois sp.</i>	Pterois	Scorpaenidae
<i>Pterois volitans</i>	Pterois	Scorpaenidae
<i>Rhinopias xenops</i>	Rhinopias	Scorpaenidae
<i>Scorpaenopsis cotticeps</i>	Scorpaenopsis	Scorpaenidae
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	Sebastiscus	Sebastidae
<i>Sebastiscus tertius</i>	Sebastiscus	Sebastidae
<i>Anthias sp.</i>	Anthias	Serranidae
<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Anyperodon	Serranidae
<i>Epinephelus areolatus</i>	Epinephelus	Serranidae
<i>Epinephelus bleekeri</i>	Epinephelus	Serranidae
<i>Epinephelus coioides</i>	Epinephelus	Serranidae
<i>Liopropoma latifasciatum</i>	Liopropoma	Serranidae
<i>Plectranthias japonicus</i>	Plectranthias	Serranidae
<i>Plectranthias sagamiensis</i>	Plectranthias	Serranidae
<i>Serrivomer sector</i>	Serrivomer	Serrivomeridae
<i>Serrivomer sp.</i>	Serrivomer	Serrivomeridae
<i>Stemonidium hypomelas</i>	Stemonidium	Serrivomeridae

附錄 2 (續)

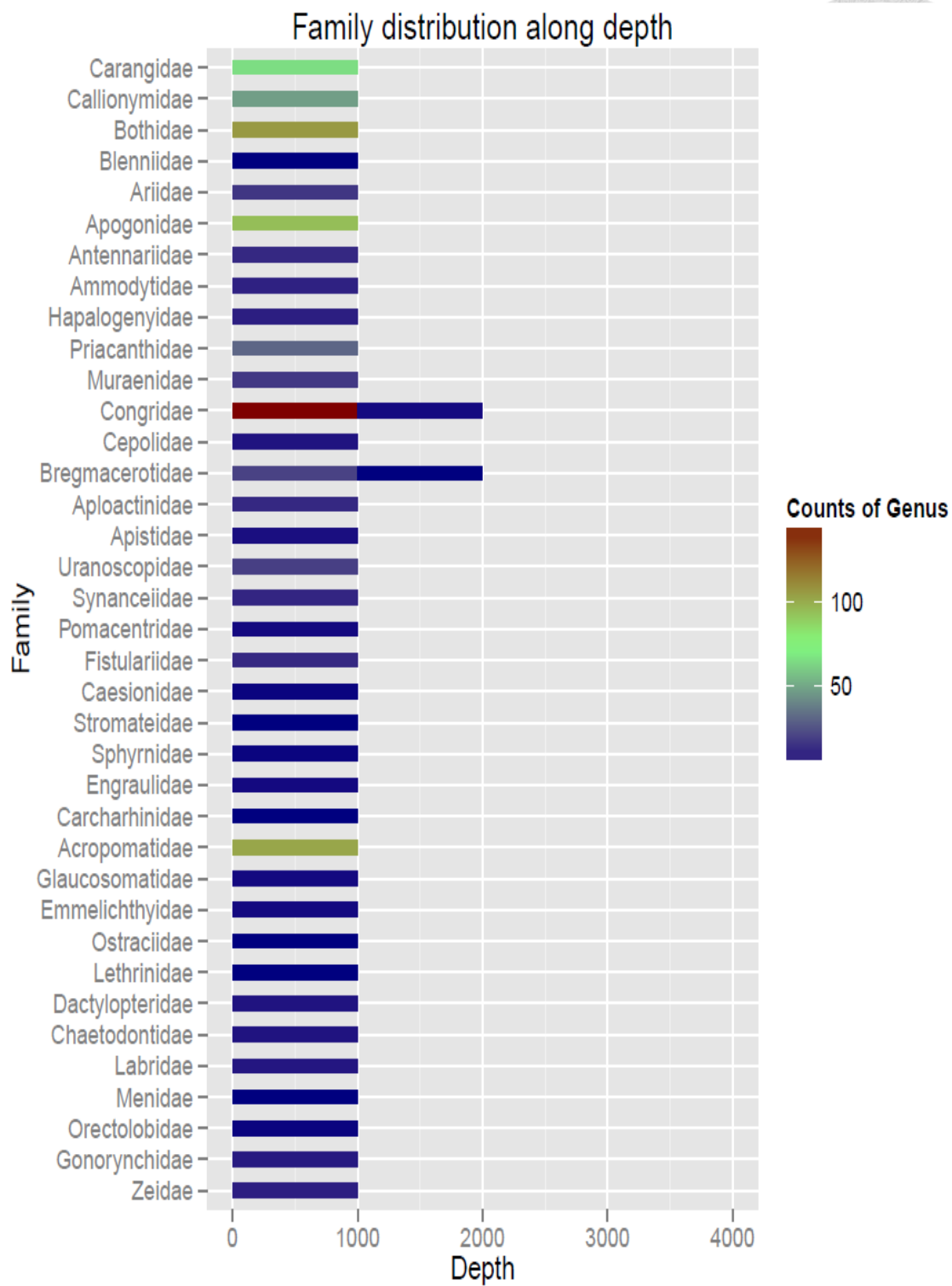
Species	Genus	Family
<i>Ectreposebastes imus</i>	Ectreposebastes	Setarchidae
<i>Aseraggodes kaianus</i>	Aseraggodes	Soleidae
<i>Brachirus annularis</i>	Brachirus	Soleidae
<i>Pardachirus pavoninus</i>	Pardachirus	Soleidae
<i>Zebrias quagga</i>	Zebrias	Soleidae
<i>Acanthopagrus berda</i>	Acanthopagrus	Sparidae
<i>Argyrops bleekeri</i>	Argyrops	Sparidae
<i>Argyrops spinifer</i>	Argyrops	Sparidae
<i>Pagrus major</i>	Pagrus	Sparidae
<i>Rhabdosargus sarba</i>	Rhabdosargus	Sparidae
<i>Sphyraena forsteri</i>	Sphyraena	Sphyraenidae
<i>Argyripnus cf. ehippiatus</i>	Argyripnus	Sternoptychidae
<i>Argyropelecus sp.</i>	Argyropelecus	Sternoptychidae
<i>Polyipnus danae</i>	Polyipnus	Sternoptychidae
<i>Polyipnus spinifer</i>	Polyipnus	Sternoptychidae
<i>Sternoptychidae sp.</i>	Sternoptychidae	Sternoptychidae
<i>Sternoptyx obscura</i>	Sternoptyx	Sternoptychidae
<i>Astronesthes bilobatus</i>	Astronesthes	Stomiidae
<i>Astronesthes trifibulatus</i>	Astronesthes	Stomiidae
<i>Borostomias elucens</i>	Borostomias	Stomiidae
<i>Chauliodus sp.</i>	Chauliodus	Stomiidae
<i>Eustomias sp.</i>	Eustomias	Stomiidae
<i>Idiacanthidae sp.</i>	Idiacanthidae	Stomiidae
<i>Photonectes albipennis</i>	Photonectes	Stomiidae
<i>Thysanactis dentex</i>	Thysanactis	Stomiidae
<i>Pampus argenteus</i>	Pampus	Stromateidae
<i>Erosa erosa</i>	Erosa	Synanceiidae
<i>Inimicus didactylus</i>	Inimicus	Synanceiidae
<i>Dysomma sp.</i>	Dysomma	Synphobranchidae
<i>Meadia abyssalis</i>	Meadia	Synphobranchidae
<i>Doryrhamphus japonicus</i>	Doryrhamphus	Syngnathidae
<i>Hippocampus angustus</i>	Hippocampus	Syngnathidae
<i>Trachyrhamphus longirostris</i>	Trachyrhamphus	Syngnathidae
<i>Saurida nebulosa</i>	Saurida	Synodontidae
<i>Synodus jaculum</i>	Synodus	Synodontidae
<i>Synodus orientalis</i>	Synodus	Synodontidae

附錄 2 (續)

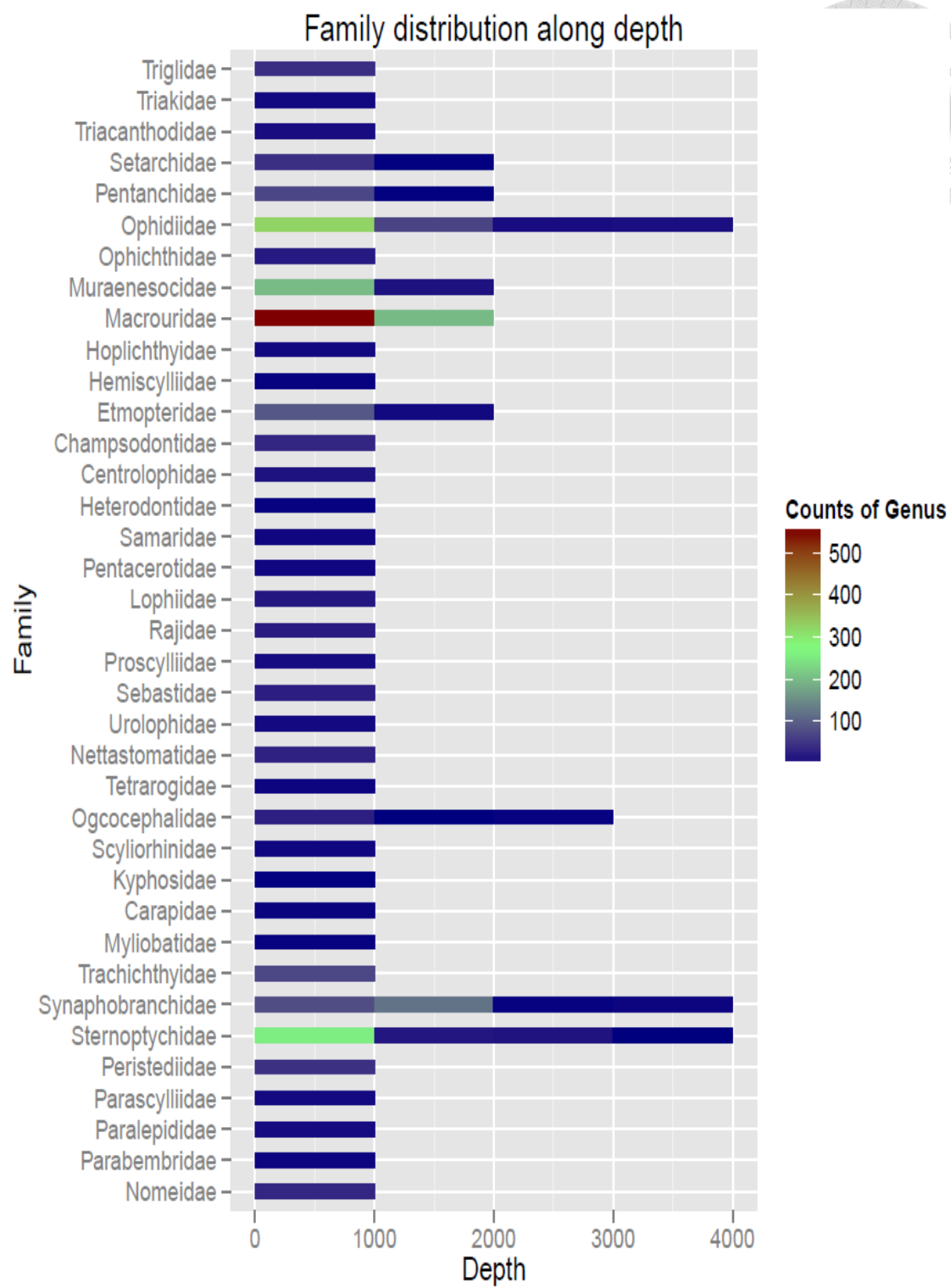
Species	Genus	Family
<i>Synodus rubromarmoratus</i>	Synodus	Synodontidae
<i>Pelates quadrilineatus</i>	Pelates	Terapontidae
<i>Terapon theraps</i>	Terapon	Terapontidae
<i>Arothron immaculatus</i>	Arothron	Tetraodontidae
<i>Canthigaster rivulata</i>	Canthigaster	Tetraodontidae
<i>Lagocephalus inermis</i>	Lagocephalus	Tetraodontidae
<i>Takifugu radiatus</i>	Takifugu	Tetraodontidae
<i>Torquigener hypselogeneion</i>	Torquigener	Tetraodontidae
<i>Ablabys sp.</i>	Ablabys	Tetrarogidae
<i>Ablabys taenianotus</i>	Ablabys	Tetrarogidae
<i>Ocosia spinosa</i>	Ocosia	Tetrarogidae
<i>Snyderina yamanokami</i>	Snyderina	Tetrarogidae
<i>Tetronarce formosa</i>	Tetronarce	Torpedinidae
<i>Hoplostethus sp.</i>	Hoplostethus	Trachichthyidae
<i>Chelidonichthys spinosus</i>	Chelidonichthys	Triglidae
<i>Lepidotrigla kanagashira</i>	Lepidotrigla	Triglidae
<i>Pterygotrigla macrorhynchus</i>	Pterygotrigla	Triglidae
<i>Pterygotrigla multiocellata</i>	Pterygotrigla	Triglidae
<i>Uranoscopus bicinctus</i>	Uranoscopus	Uranoscopidae
<i>Bothrocara molle</i>	Bothrocara	Zoarcidae



附錄 3、魚類科別預測深度分布與屬別之數量累計

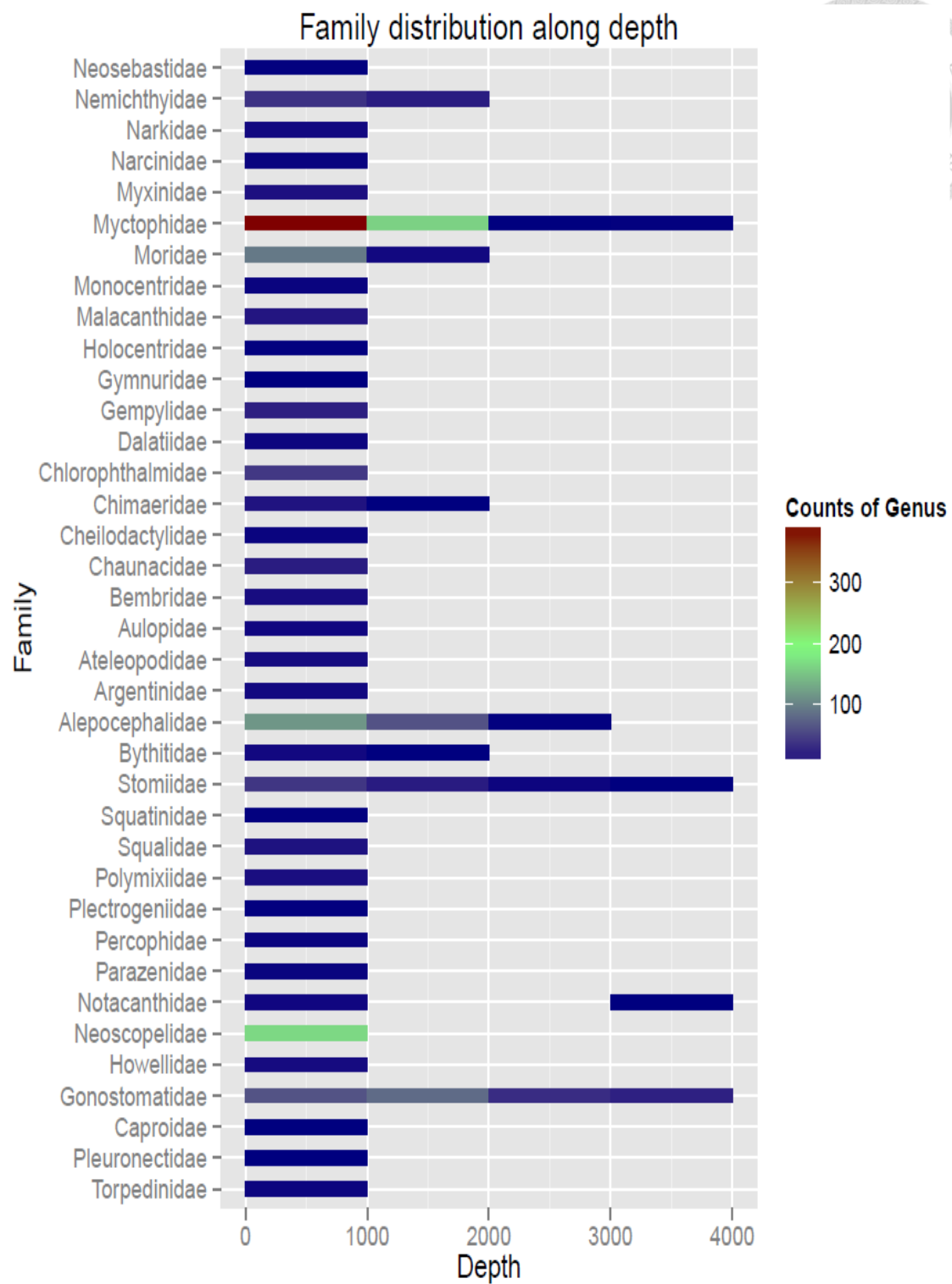


附錄 3 (續)

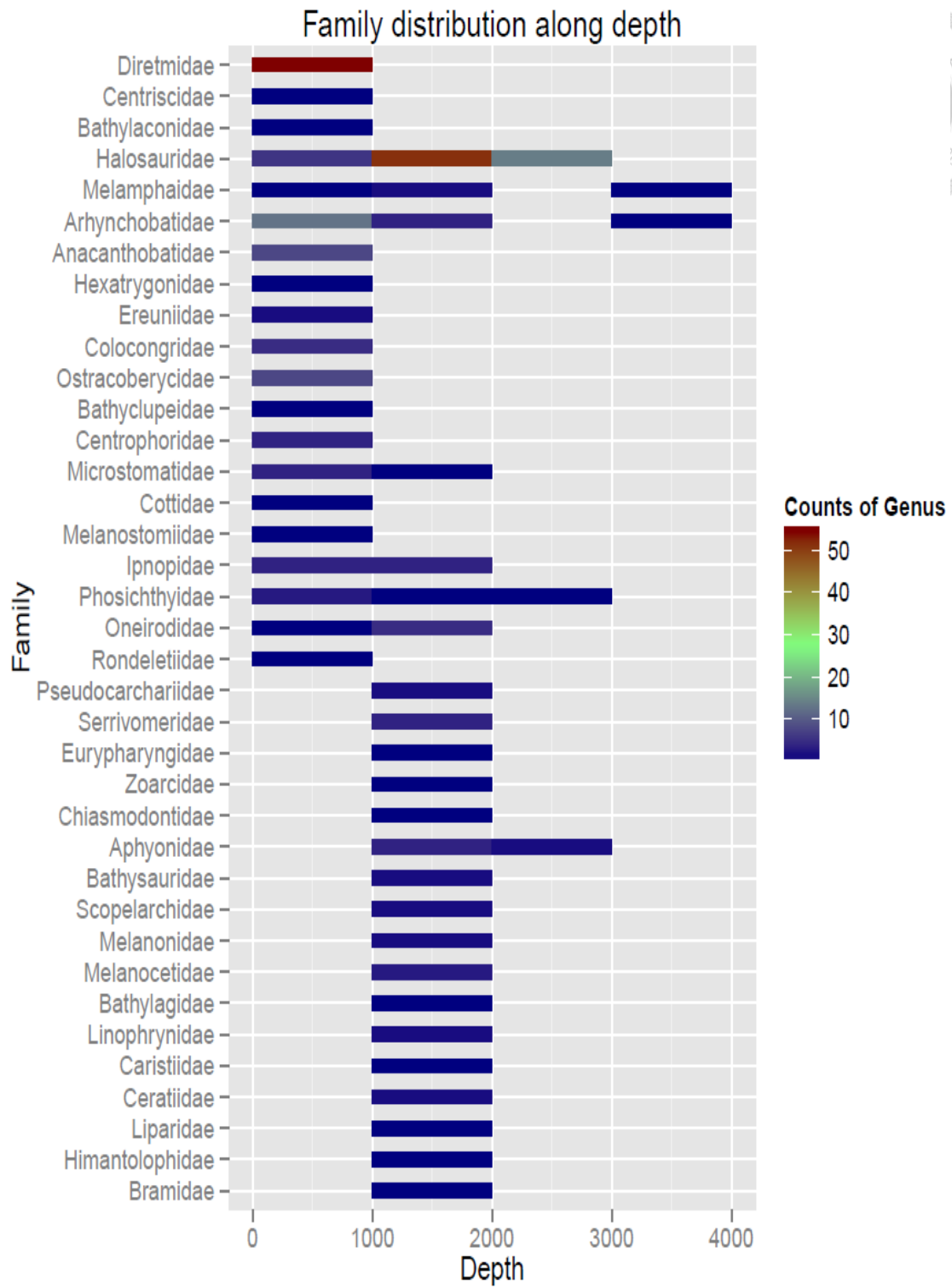


附錄 3 (續)

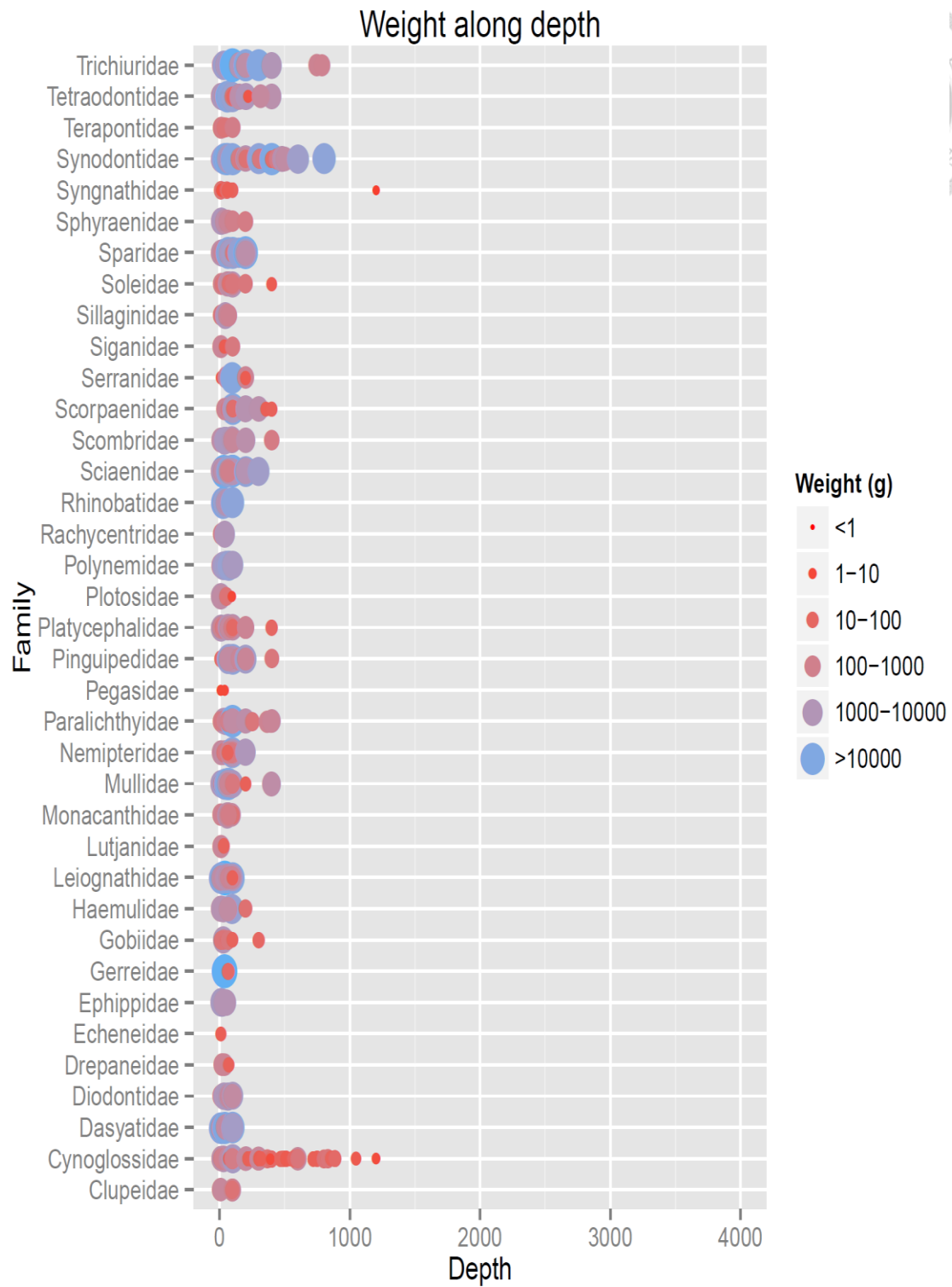




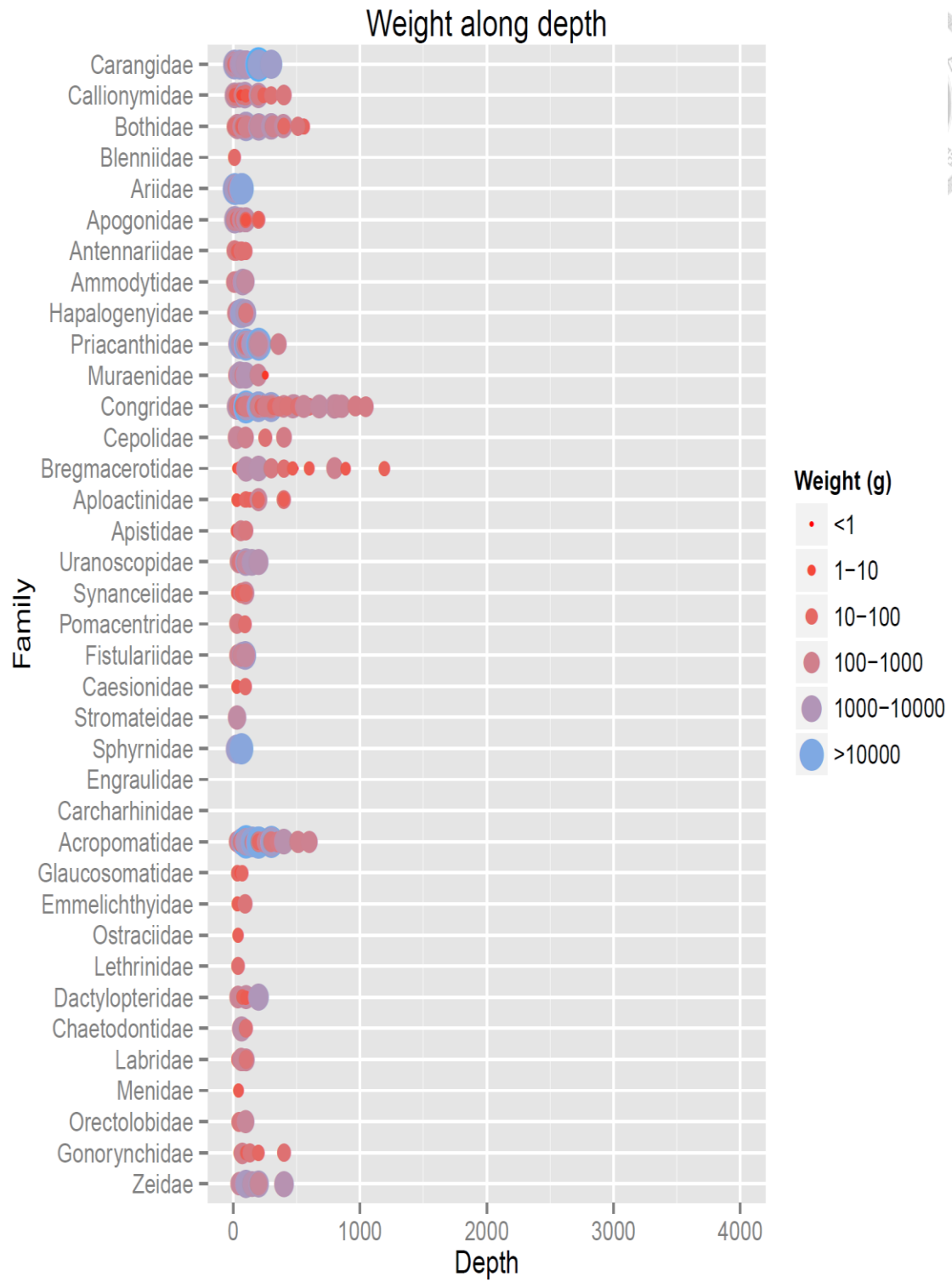
附錄 3 (續)



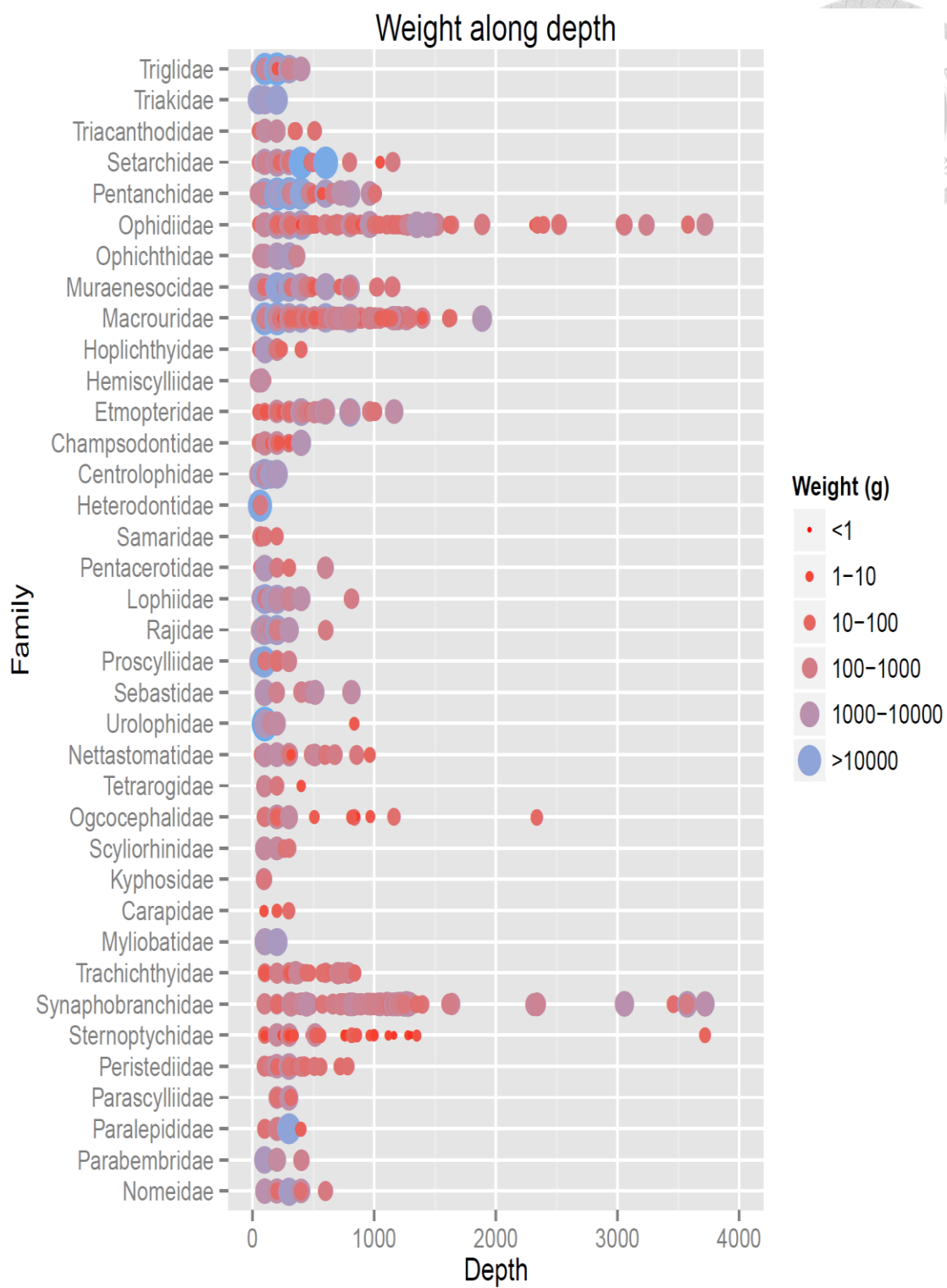
附錄 3 (續)



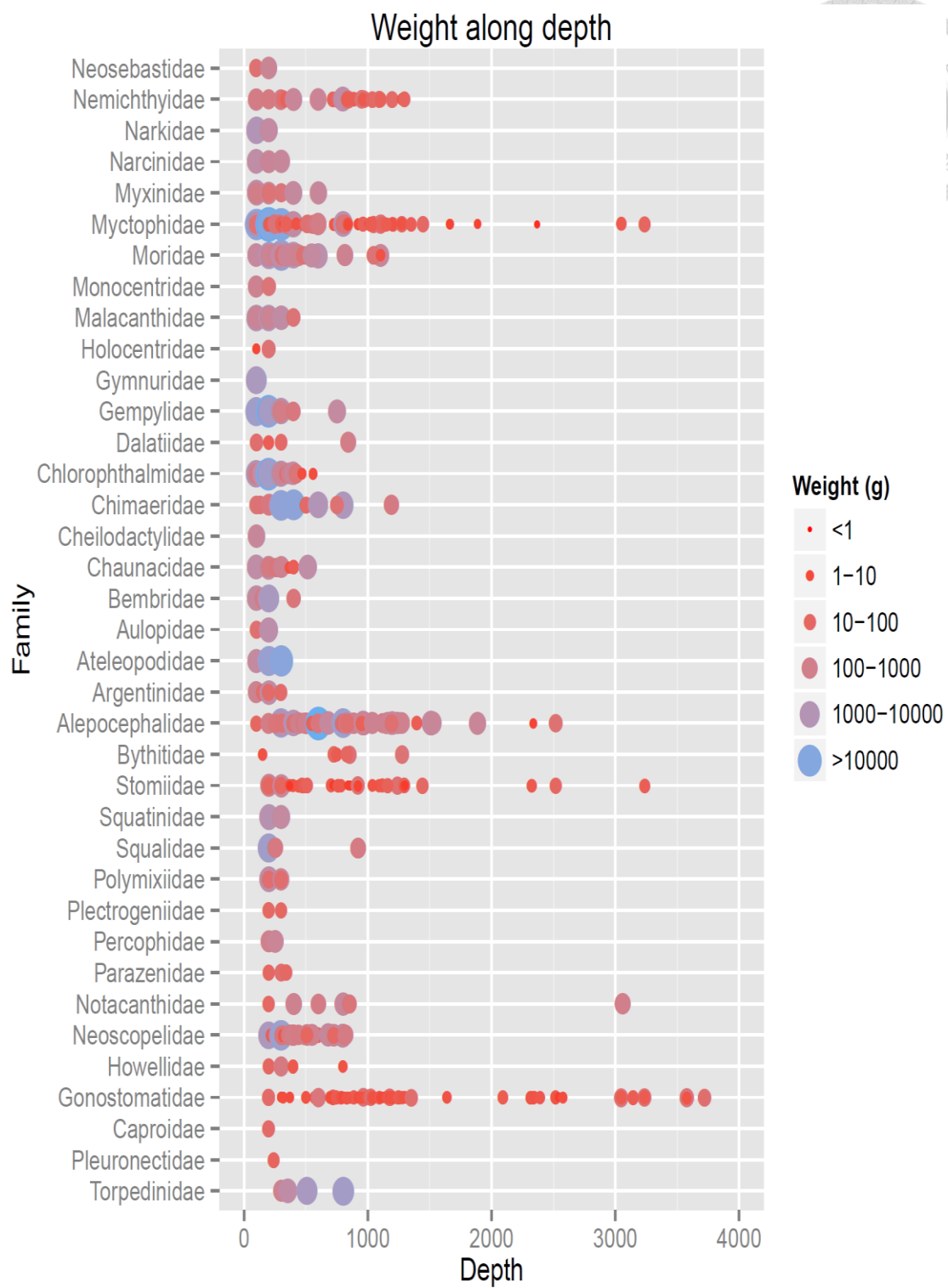
附錄 4、魚類科別重量隨深度變化分布。



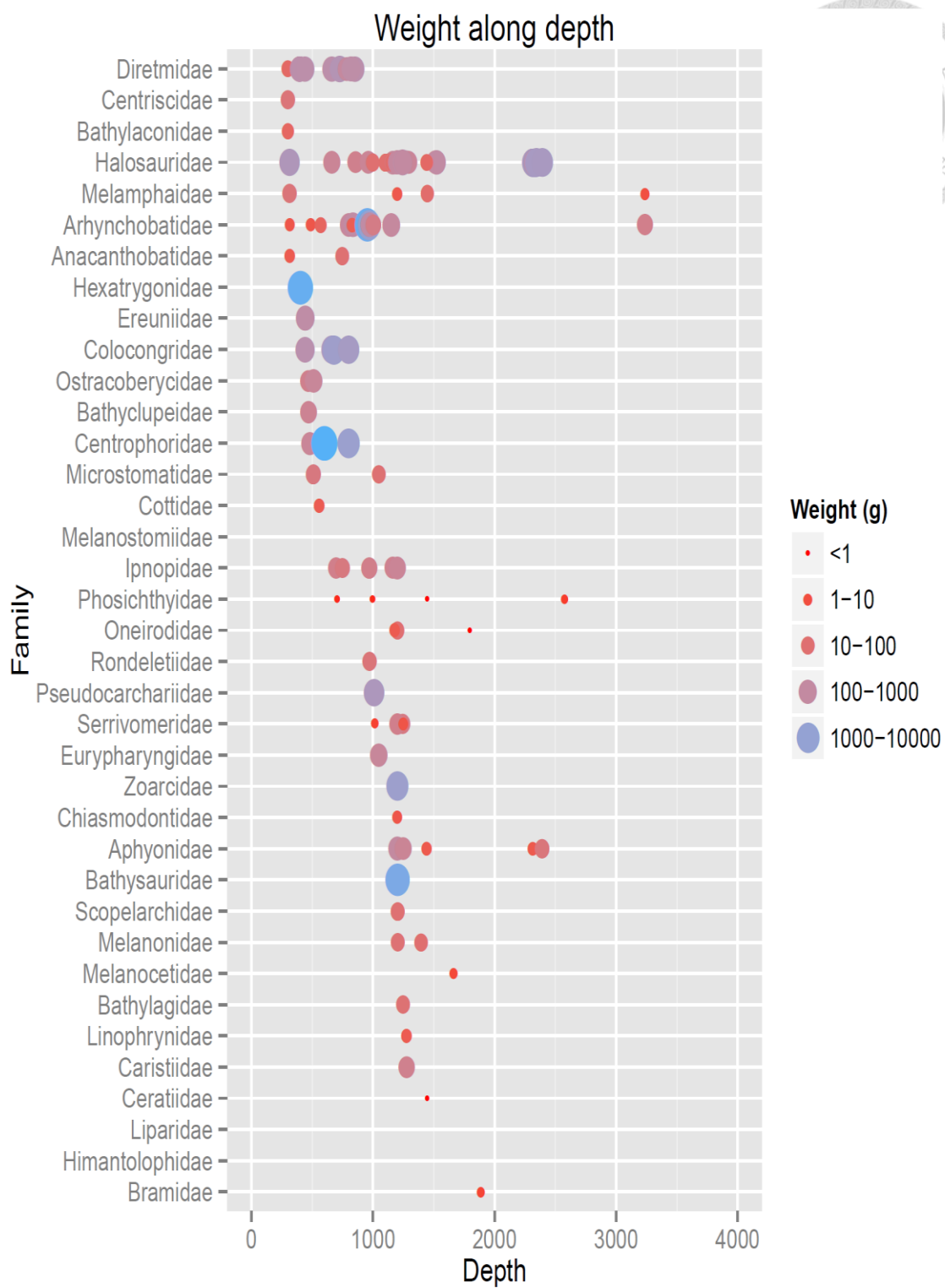
附錄 4 (續)



附錄 4 (續)



附錄 4 (續)



附錄 4 (續)

附錄 5、所有測站 (196 個測站)之多樣性指數

總物種數 (S)、Delta+ ( $\Delta$ +)、Lambda+ ( $\Lambda$ +)、深度 (Depth)與海域 (Region)。

Sites	Depth (m)	S	Delta+	Lambda+	Region
1	10	45	60.9	164.9	West
2	10	76	60.5	102.8	West
3	10	25	62.6	122.0	West
4	20	47	60.8	141.8	West
5	25	33	64.5	135.1	West
6	29	35	64.1	83.0	West
7	30	51	62.1	166.0	West
8	30	21	59.9	135.7	West
9	33	35	62.8	102.0	West
10	38	40	61.6	108.0	West
11	40	42	61.1	116.6	West
12	40	8	56.5	86.1	West
13	43	20	62.8	192.7	West
14	45	23	64.0	156.3	West
15	48	21	63.9	178.8	West
16	50	60	65.6	107.0	NE
17	50	50	62.0	152.9	West
18	50	22	58.4	95.9	West
19	58	18	65.1	164.7	West
20	60	62	61.1	85.4	West
21	61	16	70.8	172.5	West
22	62	22	55.9	94.9	West
23	65	94	62.7	118.3	West
24	65	42	64.1	156.9	West
25	70	68	62.2	77.0	West
26	70	2	66.7	0.0	West
27	72	35	63.9	117.3	West
28	74	14	64.7	218.8	West
29	91	25	62.9	69.1	SW
30	95	65	66.2	145.4	West
31	100	81	67.5	117.9	NE
32	100	98	66.4	100.9	NE
33	100	75	65.8	108.5	SW
34	100	99	70.1	167.2	NE
35	100	96	64.7	96.0	SW



附錄 5 (續)

Sites	Depth (m)	S	Delta+	Lambda+	Region
36	100	54	61.8	118.5	West
37	100	34	65.2	128.1	SW
38	132	8	70.2	66.6	NE
39	150	25	67.6	116.7	NE
40	200	101	68.1	125.5	NE
41	200	113	67.6	91.3	SW
42	200	73	68.0	85.2	SW
43	200	74	67.1	88.6	NE
44	200	39	69.0	120.5	SW
45	220	2	66.7	0.0	NE
46	240	9	69.4	84.9	SW
47	248	5	73.3	66.7	NE
48	253	7	63.5	122.2	NE
49	253	1	0.0	0.0	SE
50	254	10	65.2	195.3	NE
51	254	4	66.7	0.0	NE
52	265	5	73.3	66.7	NE
53	289	6	53.3	377.8	NE
54	289	1	0.0	0.0	NE
55	290	2	50.0	0.0	SW
56	300	78	69.5	110.5	SW
57	300	88	68.6	105.1	SW
58	300	25	67.5	79.9	SW
59	300	7	60.3	171.3	SW
60	304	7	63.5	122.2	NE
61	306	6	71.1	91.4	NE
62	309	12	66.2	168.1	NE
63	315	4	47.2	409.0	SW
64	315	5	73.3	66.7	NE
65	316	23	65.3	171.7	SW
66	317	16	65.4	250.8	SW
67	320	2	50.0	0.0	NE
68	333	2	16.7	0.0	NE
69	342	8	64.3	53.9	SW
70	349	8	57.7	307.2	NE

附錄 5 (續)

Sites	Depth (m)	S	Delta+	Lambda+	Region
71	356	9	69.9	58.9	SW
72	366	28	66.1	127.6	SW
73	390	7	54.8	374.1	SW
74	397	39	66.2	142.6	SW
75	397	8	63.7	80.4	SW
76	400	96	67.9	118.6	NE
77	423	5	66.7	0.0	NE
78	441	36	64.8	199.2	SW
79	469	22	66.5	149.1	SW
80	481	20	69.3	130.5	NE
81	487	3	66.7	0.0	SW
82	501	12	72.5	122.0	NE
83	508	15	51.0	337.7	SW
84	508	12	57.3	413.5	SW
85	509	4	61.1	154.3	SW
86	510	20	64.1	167.5	SW
87	511	3	66.7	0.0	NE
88	511	9	56.5	251.2	SW
89	511	9	61.1	154.3	SW
90	513	6	43.3	288.9	SW
91	515	8	63.7	120.1	NE
92	518	2	66.7	0.0	NE
93	549	9	59.7	206.4	NE
94	551	3	27.8	61.7	NE
95	558	9	69.4	69.4	NE
96	571	5	73.3	66.7	SW
97	572	6	67.8	276.5	NE
98	580	10	66.3	215.9	NE
99	595	10	61.1	172.8	SW
100	600	40	71.1	136.9	NE
101	661	13	62.0	277.0	SW
102	679	15	60.5	176.0	SW
103	695	11	62.7	90.5	SW
104	700	5	55.0	336.1	SW
105	717	2	50.0	0.0	NE

附錄 5 (續)

Sites	Depth (m)	S	Delta+	Lambda+	Region
106	719	5	58.3	291.7	SW
107	719	8	65.5	38.3	SW
108	721	2	66.7	0.0	SW
109	726	24	60.9	235.8	SW
110	745	6	64.4	69.1	SW
111	750	12	70.5	124.5	SW
112	785	10	65.2	59.5	SW
113	785	10	65.2	207.7	NE
114	786	3	61.1	61.7	SW
115	800	33	70.5	183.5	NE
116	800	22	64.0	220.1	SW
117	815	23	62.3	115.6	NE
118	817	4	66.7	0.0	SW
119	821	3	66.7	0.0	SW
120	830	11	66.4	156.5	SW
121	837	5	76.7	66.7	SW
122	841	9	69.0	95.0	SW
123	851	4	55.6	154.3	SW
124	855	13	64.3	47.9	NE
125	857	3	50.0	0.0	SW
126	888	19	58.1	209.1	SW
127	951	6	67.8	202.5	SW
128	964	31	62.0	249.8	SW
129	968	2	16.7	0.0	SW
130	968	2	83.3	0.0	NE
131	971	10	67.0	166.5	SW
132	997	5	63.3	100.0	SW
133	998	5	55.0	280.6	SW
134	999	3	66.7	555.6	SW
135	1006	7	73.8	226.8	NE
136	1010	2	83.3	0.0	SW
137	1037	10	60.0	153.1	SW
138	1048	24	63.8	188.2	SW
139	1091	2	66.7	0.0	NE
140	1105	29	59.1	201.6	SW

附錄 5 (續)

Sites	Depth (m)	S	Delta+	Lambda+	Region
141	1122	3	66.7	0.0	SW
142	1147	4	50.0	277.8	NE
143	1150	4	75.0	69.4	SE
144	1151	4	61.1	154.3	SE
145	1151	8	59.5	167.2	SW
146	1154	8	72.0	140.0	NE
147	1160	5	63.3	100.0	SE
148	1162	20	60.9	258.9	SW
149	1179	2	66.7	0.0	SW
150	1179	11	60.6	195.6	SW
151	1192	4	52.8	409.0	SE
152	1193	17	62.3	242.0	SE
153	1199	19	63.6	109.5	NE
154	1201	8	63.1	86.5	NE
155	1203	5	66.7	0.0	SE
156	1211	3	55.6	246.9	SE
157	1215	4	50.0	277.8	NE
158	1242	2	66.7	0.0	NE
159	1242	8	63.7	80.4	NE
160	1246	2	16.7	0.0	SE
161	1247	4	66.7	0.0	NE
162	1249	4	63.9	38.6	NE
163	1266	6	55.6	358.0	SE
164	1266	4	50.0	555.6	SE
165	1276	7	61.1	141.1	SE
166	1278	6	64.4	32.1	SE
167	1289	2	66.7	0.0	SE
168	1293	4	63.9	38.6	SE
169	1294	2	50.0	0.0	SW
170	1296	2	66.7	0.0	SE
171	1302	4	58.3	162.0	SE
172	1350	5	65.0	25.0	SW
173	1396	7	59.5	147.4	SW
174	1406	1	0.0	0.0	SW
175	1442	4	63.9	38.6	SW

附錄 5 (續)

Sites	Depth (m)	S	Delta+	Lambda+	Region
176	1511	4	66.7	0.0	NE
177	1525	3	66.7	0.0	NE
178	1616	4	61.1	154.3	SW
179	1628	4	72.2	154.3	SW
180	1639	4	61.1	154.3	SW
181	1888	8	60.7	222.5	SW
182	2091	1	0.0	0.0	SW
183	2314	5	65.0	25.0	NE
184	2323	1	0.0	0.0	NE
185	2337	8	57.7	307.2	NE
186	2343	5	63.3	100.0	NE
187	2392	4	63.9	38.6	NE
188	2518	9	57.4	130.3	SW
189	2541	4	44.4	61.7	SW
190	3048	4	61.1	154.3	NE
191	3058	4	61.1	154.3	NE
192	3237	8	65.5	216.8	NE
193	3458	2	66.7	0.0	SW
194	3572	2	33.3	0.0	NE
195	3578	3	55.6	246.9	NE
196	3580	2	33.3	0.0	NE