

臺灣北部海域底棲生物群聚結構的季節性差異

陳威克^{1*} · 莊世昌¹ · 吳全橙¹ · 吳繼倫¹ · 劉光明²

¹ 行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

² 國立臺灣海洋大學海洋事務與資源管理研究所

摘要

本研究利用海富號試驗船於 2008 ~ 2009 年在臺灣北部海域進行底棲魚類拖網作業所得的調查資料，應用群聚結構方法分析本海域底棲生物群聚季節性之差異。調查結果共發現 216 種生物，隸屬於 35 目、100 科、162 屬。按豐度排序，前 14 種物種的累積豐度百分比達 86.21%，其中 145 種的平均體重低於 50 g，這些物種的累積豐度百分比高達 96.11%，生物量百分比為 56.53%；平均體重在 51 ~ 100 g 之間的種類有 27 種，而平均體重大於 100 g 的種類有 44 種。本海域主要優勢種類為七星魚 (*Benthoosema pterotum*)、日本發光鯛 (*Acropoma japonicum*)、鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*)、六絲馬鮫 (*Polydactylus sextarius*)、中國槍鎖管 (*Uroteuthis chinensis*) 及日本緋鯉 (*Upeneus japonicus*) 等。群聚分析法分析結果顯示季節別群聚可分為春夏與秋冬兩群，季節別豐富度以秋季為最高，均勻度與歧異度則以冬季為最高。ABC 曲線結果顯示四季的豐度曲線均高於生物量曲線，顯示拖網漁獲壓力已經影響臺灣北部海域底棲生物群聚。

關鍵詞：族群結構、底棲、底拖網

前言

中小型拖網漁業為臺灣沿近海地區重要的傳統漁業，該漁法靈活、漁獲效率高 (鍾, 2007; 田, 2008)，廣為漁民利用 (劉等, 1978)。2011年臺灣地區沿近海中小型漁業產量為 31,852 mt (漁業年報, 2011)，佔近海漁業總產量之 18.41%，其中宜蘭縣、新北市、基隆市、桃園縣、新竹縣及苗栗縣拖網漁業之年產量為 19,316 mt，約佔總產量之 60.64%，其作業海域主要位於臺灣北部漁場，因此，對於此海域目前的資源狀態有持續監測之必要。

拖網相關之研究從 1970 年代開始，針對該海域漁場之經濟性魚種進行分布調查 (劉與郭, 1979)、魚種組成變化之探討 (陳等, 1986; 簡與郭, 1988)，同時也針對底魚資源進行調查，包括資源

評估與群聚變化 (郭等, 1987; 簡等, 1990) 及網目選擇與漁具漁法之試驗研究等 (周與謝, 1979; 周等, 1988; 黃與周, 1992)。近年來有應用ABC曲線方法進行臺灣北部海域底棲魚類生態監測 (吳等, 2009)、網目選擇性試驗研究 (吳等, 2010) 及底拖資源現狀解析等 (陳等, 2011)。

臺灣附近海域底棲魚類資源經過長期的開發，漁獲狀況及種類組成皆已出現明顯的改變，大型經濟性的魚種逐漸減少，中小型魚種之漁獲比例增加，漁獲量有下降的趨勢，面對周邊海域之底棲資源的管理問題，仍有賴諸多基礎資料的累積 (郭等, 1987; 陳等, 2011)。因此本研究針對臺灣北部海域底棲魚類，進行種類組成與群聚結構季節性差異之探討，期能為本海域漁業資源的合理開發與管理提供科學依據。

材料與方法

一、資料來源

*通訊作者 / 基隆市和一路 199 號; Tel: (02) 2462-2101 #2306; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: wkchen@mail.tfrin.gov.tw

本研究利用海富號試驗船於 2008 年秋 (9 月)、冬季 (1 月) 及 2009 年春 (3 月)、夏季 (6 月)，每季一航次在彭佳嶼至苗栗後龍外海海域 (北緯 24 度 30 分至 26 度 15 分, 東經 120 度 00 分至 122 度 05 分) 進行拖網漁獲試驗作業, 共 12 站, 每站作業一次, 每次 1 小時, 作業位置 如 Fig. 1。試驗用漁具為 4 寸 720 目底拖網 (網長 51.71 m, 囊網網目 75 mm), 試驗時採用外網法, 即於囊網外部另加覆蓋網 (網目大小 21.21 mm)。漁獲物經分類後冰藏, 攜回研究室進行後續分析。採集到的樣本種類鑑定係依據沈 (1993)、邵與陳 (2003)、Nakabo (2002) 及臺灣魚類資料庫 (邵, 2014) 等相關魚類分類圖鑑與文獻為標準, 所採樣本全部進行計數並量測體重 (Wt), 精確度至 0.01 g。

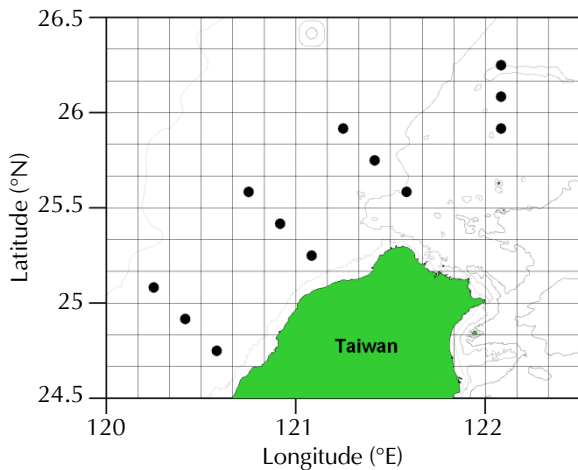


Fig. 1 Sampling stations in the northern waters of Taiwan in this study.

二、分析方法

(一) 多樣性

1. 歧異度指標 (Diversity Index, H')

主要用於比較同一地區群聚結構在不同時間上的變化, 或在同一時期不同地區間魚種組成之差異, 歧異度指標的計算方法頗多, 本研究係以常見之 Shannon's index 指標來估計 (Shannon and Weaver, 1963), 該指標乃廣泛運用於物種多樣性之分析研究 (Ratz, 1999), 其公式如下:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i),$$

式中, P_i = 第 i 種生物之個體數佔總數的比值, S = 群聚中的種類數目, H' 值的範圍視分析時所採用的對數底數值不同而有所變化, 若是以 10 為底, 其值一般介於 0 與 5 之間, 極少超過 5; 而指數值越大則代表多樣性愈高, 反之則愈低。

2. 均勻度指標 (Evenness Index, J') (Pielous, 1966)

以下列公式計算:

$$J' = H' / \ln S$$

式中, H' = 歧異度指標, 均勻度指數高, 表示生物在各種類的數量分布越均勻。

3. 豐富度指標 (Richness Index, d) (Margalef, 1969)

$$d = (S-1) / \ln N,$$

式中, N = 總個體數, 豐富度指數越高, 表示物種種類越豐富。

(二) 群集分析

本研究係以個體數進行種類組成的生物群聚相似度分析, 並以 Bray-Curtis 相似度指數計算後, 再使用聚類分析 (Cluster) 及多元尺度分析法 (MDS) 將各航次資料進行區分; 資料分析前以四次方根轉換處理以降低優勢種類的影響 (Colloca *et al.*, 2003); 此外, 使用 SIMPER (species contributions to similarity) 相似度貢獻分析法來判定各群聚主要優勢種及造成不同群聚差異之主要種類, 而群聚之差異則以相似度分析法 (ANOSIM, Analysis of similarity) 來進行檢定。本研究以 W 統計值 (W Statistics) 作為 ABC 曲線方法的一個統計量 (Clarke and Warwick, 2001), 其公式如下:

$$W = \sum_{i=1}^S \frac{(B_i - A_i)}{50(S-1)}$$

式中, A_i 和 B_i 為 ABC 曲線中種類序號對應的豐度和生物量的累積百分比, S 為群聚中的種類數目。當生物量曲線在豐度曲線之上時, W 為正, 反之 W 為負。上述的分析與計算均使用 PRIMER 6.0 軟體 (Clarke and Gorley, 2006) 進行。

結果與討論

一、種類組成與多樣性

調查過程中共出現的種類有 216 種，隸屬於 35 目、100 科、162 屬。包括蝦類 7 科 20 種、蟹類 10 科 27 種、魚類 70 科 143 種、軟體動物 11 科 23 種及海星、珊瑚 2 科 3 種等。按豐度排序的前 68 種物種的累積豐度百分比達 99% (Table 1)，主要優勢種類為七星魚 (*Benthosema pterotum*)、日本發光鯛 (*Acropoma*

japonicum)、鬚赤對蝦 (*Metapenaeopsis barbata*)、六絲馬鮫 (*Polydactylus sextarius*)、中國槍鎖管 (*Uroteuthis chinensis*) 及日本緋鯉 (*Upeneus japonicus*) 等。以生物量排序，前 127 種魚類的累積生物量百分比達 99%，主要優勢種為日本發光鯛、刺鯧 (*Psenopsis anomala*)、六斑二齒鮪 (*Diodon holocanthus*)、白帶魚 (*Trichiurus lepturus*)、六絲馬鮫及鮑氏老板鮪 (*Okamejei boesemani*) 等，其中僅有日本發光鯛比例超過 10%，其他種類的比例均低於 10%。

Table 1 The percentage of abundance (n%) and biomass (Wt%) of the benthic assemblage sampled in the northern waters of Taiwan

Species	n%	Wt%	(Wt-n)%	Average weight (g)
<i>Benthosema pterotum</i>	48.36	2.85	-45.51	0.71
<i>Acropoma japonicum</i>	17.31	10.74	-6.57	7.43
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	3.43	2.28	-1.15	7.95
<i>Polydactylus sextarius</i>	2.63	5.23	2.60	23.84
<i>Uroteuthis chinensis</i>	2.22	4.45	2.23	24.03
<i>Upeneus japonicus</i>	2.07	3.96	1.88	22.87
<i>Uroteuthis edulis</i>	1.64	3.10	1.46	22.64
<i>Barbatia amygdalumtostum</i>	1.52	0.05	-1.47	0.38
<i>Pennahia argentata</i>	1.21	3.60	2.40	35.74
<i>Saurida undosquamis</i>	1.20	2.78	1.58	27.69
<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	1.19	0.47	-0.71	4.78
<i>Psenopsis anomala</i>	1.18	9.10	7.92	92.45
<i>Charybdis hongkongensis</i>	1.17	1.39	0.22	14.24
<i>Abralia multihamata</i>	1.08	0.30	-0.78	3.34
<i>Portunus haanii</i>	0.96	1.87	0.91	23.22
<i>Trichiurus lepturus</i>	0.83	6.11	5.27	87.64
<i>Trachurus japonicus</i>	0.81	2.55	1.75	37.94
<i>Apogon semilineatus</i>	0.71	0.69	-0.01	11.76
<i>Rhabdamia gracilis</i>	0.59	0.15	-0.44	3.04
<i>Evynnis cardinalis</i>	0.56	2.22	1.66	47.69
<i>Apogon ellioti</i>	0.54	0.22	-0.32	4.90
<i>Dendronephthya</i> sp.	0.48	0.16	-0.32	4.04
<i>Charybdis miles</i>	0.47	1.37	0.90	34.65
<i>Oratosquilla interrupta</i>	0.47	0.45	-0.01	11.61
<i>Portunus gracilimanus</i>	0.44	0.37	-0.07	9.99
<i>Apogon lineatus</i>	0.40	0.10	-0.31	2.86
<i>Diodon holocanthus</i>	0.39	6.65	6.26	206.27
<i>Secutor ruconius</i>	0.35	0.08	-0.27	2.68

Table 1 Continued

Species	n%	Wt%	(Wt-n)%	Average weight (g)
<i>Parapenaeus fissurus</i>	0.30	0.14	-0.16	5.67
<i>Euprymna morsei</i>	0.26	0.14	-0.13	6.15
<i>Atrobucca nibe</i>	0.25	0.69	0.44	32.56
<i>Parapenaepsis hardwickii</i>	0.24	0.07	-0.18	3.23
<i>Portunus argentatus</i>	0.24	0.06	-0.17	3.25
<i>Leiognathus berbis</i>	0.24	0.04	-0.19	2.17
<i>Solenocera koelbeli</i>	0.23	0.11	-0.11	6.05
<i>Collichthys lucidus</i>	0.21	0.26	0.05	14.84
<i>Okamejei boesemani</i>	0.19	4.61	4.42	287.08
<i>Charybdis natator</i>	0.16	0.60	0.44	44.05
<i>Pennahia pawak</i>	0.15	0.66	0.51	51.62
<i>Hapalogenys analis</i>	0.15	0.33	0.18	27.08
<i>Lepidotrigla alata</i>	0.14	0.71	0.56	58.77
<i>Loliolus uyii</i>	0.13	0.19	0.06	17.18
<i>Charybdis feriatius</i>	0.13	0.52	0.39	47.81
<i>Johnius amblycephalus</i>	0.12	0.18	0.06	17.46
<i>Setipinnia taty</i>	0.12	0.16	0.04	16.19
<i>Johnius distinctus</i>	0.12	0.56	0.44	57.32
<i>Apogon kiensis</i>	0.11	0.02	-0.10	1.79
<i>Solenocera melantho</i>	0.11	0.05	-0.06	5.46
<i>Charybdis granulata</i>	0.10	0.18	0.08	22.30
<i>Parapercis synderi</i>	0.10	0.01	-0.08	1.71
<i>Sepia robsoni</i>	0.09	0.44	0.35	57.80
<i>Priacanthus macracanthus</i>	0.08	0.55	0.47	80.02
<i>Bregmaceros mccllellandii</i>	0.07	0.01	-0.06	1.95
<i>Parapenaepsis sculptilis</i>	0.07	0.01	-0.06	1.39
<i>Sepia pharaonis</i>	0.06	0.58	0.51	106.45
<i>Rhizoprionodon acutus</i>	0.06	0.46	0.40	90.03
<i>Gymnothorax reticularis</i>	0.06	0.62	0.56	123.16
<i>Muraenesox cinereus</i>	0.05	2.33	2.28	513.25
<i>Aseraggodes kobensis</i>	0.05	0.04	-0.01	9.64
<i>Charybdis argentatus</i>	0.05	0.05	-0.01	10.56
<i>Oratosquilla oratoria</i>	0.05	0.11	0.06	24.65
<i>Trachinocephalus myops</i>	0.04	0.12	0.07	32.33
<i>Ariosoma anago</i>	0.04	0.31	0.27	89.27
<i>Neosebastes entaxis</i>	0.04	0.01	-0.03	4.23
<i>Harpiosquilla annandalei</i>	0.04	0.10	0.06	30.23
<i>Pennahia anea</i>	0.04	0.02	-0.01	7.67
<i>Charybdis bimaculata</i>	0.04	0.03	-0.01	8.52
<i>Carcinoplax purpurea</i>	0.03	0.06	0.02	19.91

調查結果顯示，大部分魚類的平均體重相對較小，其中 145 種魚類的平均體重低於 50 g，這些種類的累積豐度百分比高達 96.11%，生物量百分比則為 56.53%；平均體重在 51 ~ 100 g 間的種類有 27 種，累積豐度百分比為 2.88%；在 101 ~ 500 g 的種類有 33 種；在 501 ~ 1,000 g 的種類有 5 種；而平均體重在 1,001 g 以上的種類有 6 種。平均體重較小的種類其豐度百分比 (n%) 高於生物量百分比 (Wt%)，隨著魚種平均體重的增加，魚種生物量百分比逐漸高於豐度百分比。

春季航次之平均單位努力漁獲重量 (CPUE) 為 16.94 kg/h，各樣站之 CPUE 為 3.36 ~ 31.63 kg/h，平均單位努力漁獲尾數為 847 inds./h (103 ~ 2120 inds./h)。漁獲組成以魚類居多，佔總漁獲量之 72.4%，頭足類、蟹類、蝦類依序減少，分別佔 14.7%、9.1% 及 3.7%。本季出現的物種計有 59 科 108 種，包括軟骨魚類 6 科 8 種、硬骨魚類 40 科 68 種、頭足類 5 科 9 種、蟹類 3 科 23 種、蝦類 3 科 9 種及軟珊瑚 1 科 1 屬。

夏季航次調查資料顯示，平均 CPUE 為 35.64 kg/h，各樣站之 CPUE 為 19.33 ~ 54.80 kg/h，平均單位努力漁獲尾數為 1601 inds./h (1,362 ~ 2,914 inds./h)。漁獲組成以魚類居多，佔總漁獲量之 82.09%，頭足類 14.08%，蟹類 2.76%，蝦類 1.05%。本季出現的物種計有 47 科 75 種，包括魚類 36 科 47 種、頭足類 4 科 6 種、蟹類 4 科 14 種、蝦類 3 科 7 種、貝類 1 科 1 種。

秋季航次調查顯示平均 CPUE 為 29.83 kg/h，各樣站之 CPUE 為 15.81 ~ 48.49 kg/h，平均單位努力漁獲尾數為 3,408 inds./h (156 ~ 19,247 inds./h)。漁獲組成以魚類居多，佔總漁獲量之 62.93%，其次為頭足類 (24.53%) 與蟹類 (10.41%)，蝦類最低。本季出現的物種計有 71 科 142 種。劍尖槍鎖管 (*U. (P.) edulis*) 主要分布於彭佳嶼北方 15 ~ 35 哩海域，平均 CPUE 為 25 kg/h，且為大型個體 (ML: 120 ~ 460 mm)，經檢視其生殖腺，66% 雄性個體具有精莖出現，53% 雌性個體已交配，推估 8 ~ 9 月為其繁殖期。富貴角 20 哩海域出現大量白帶魚幼魚 (體長 60 ~ 120 mm) 吊掛於網具上。

冬季航次調查顯示平均 CPUE 為 52.71 kg/h，各樣站之 CPUE 為 24.05 ~ 67.50 kg/h，平均單位努力漁獲尾數為 2,635 inds./h (1645 ~ 3479

inds./h)。漁獲組成以魚類居多，佔總漁獲量之 78.22%，其次為頭足類 (19.8%) 與蟹類 (1.26%)，蝦類最低。

臺灣北部海域底棲魚類群聚季節別之豐富度、均勻度及歧異度變化如 Fig. 2 所示，平均出現種類數 109 種，以秋季 142 種為最高，夏季 75 種最低。豐富度平均為 11.31，同樣以秋季 12.81 為最高，夏季的 8.27 為最低。均勻度指標 (平均 0.50) 與歧異度指標 (平均 2.34) 則有相同的趨勢，皆以冬季最高，分別為 0.62 與 2.94；秋季最低，分別為 0.31 與 1.51。

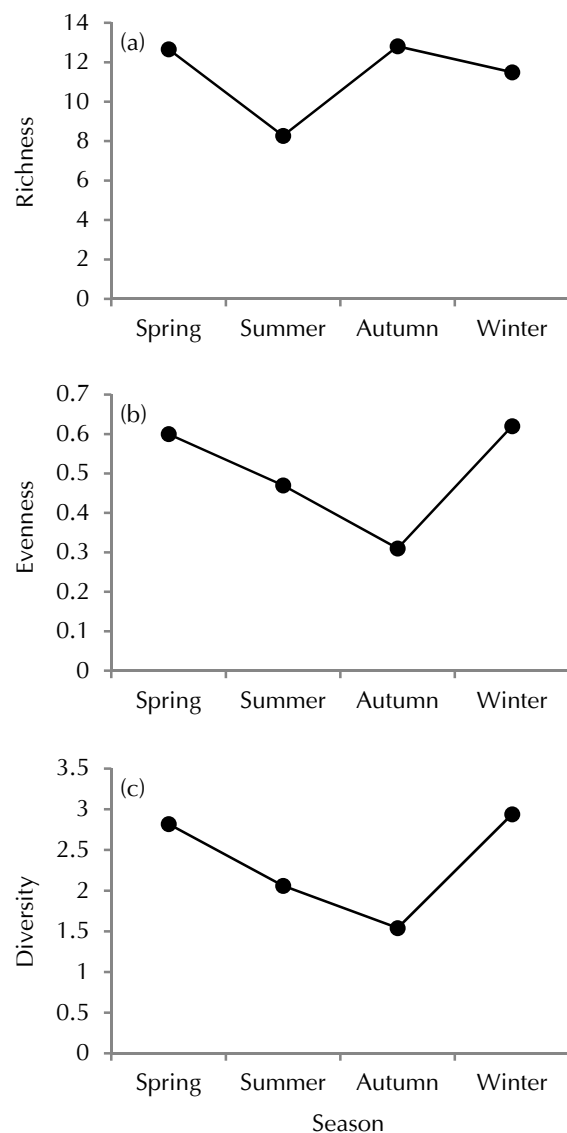


Fig. 2 Seasonal variations in (a) richness, (b) evenness, and (c) diversity of the benthic community in the northern waters of Taiwan.

二、群聚結構

本研究分四季採樣，樣本總數為 86,294 尾，以聚類分析法分析結果顯示季節別群聚以 Bray-Curtis 相似性指數 50% 為界可分為春夏與秋冬兩群 (Fig. 3)，而多元尺度分析 (MDS) 亦顯示相同之結果 (Fig. 4)，群別間種類組成經 ANOSIM 檢定結果亦顯示有顯著差異 ($P < 0.05$)。此外，就上述群別之 SIMPER 分析顯示「春夏」群主要構成物種為劍尖槍鎖管、日本緋鯉、箭天竺鯛 (*Rhabdamia gracilis*)、鬚赤對蝦、日本發光鯛及花斑蛇鯔 (*Saurida undosquamis*)；「秋冬」群主要構成魚種為日本發光鯛、鬚赤對蝦、多鉤鉤腕魷 (*Abralia multihamata*)、厚殼蝦 (*Trachypenaeus curvirostris*)、香港蟳 (*Charybdis hongkongensis*) 及刺鯧等。而造成「春夏」群與「秋冬」群之差異主要為七星魚、箭天竺鯛、劍尖槍鎖管、中國槍鎖管及棘頭梅童魚 (*Collichthys lucidus*) 所造成 (Table 2)。

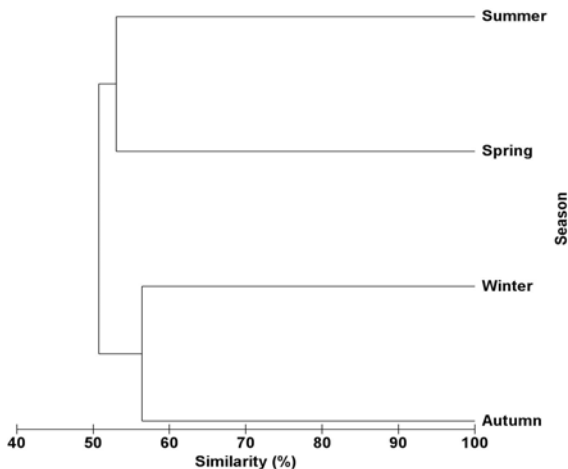


Fig. 3 Dendrogram of cluster analysis of seasonal benthic community in the northern waters of Taiwan.

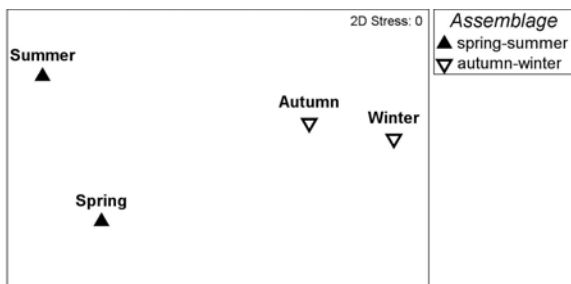


Fig. 4 The MDS ordination of the benthic community in the northern waters of Taiwan.

Table 2 The percentage of contribution and cumulation of benthic fishes to within-group similarity for the seasonal (spring-summer and autumn-winter) assemblages as determined using SIMPER analysis

Spring-Summer

Species	Contrib. (%)	Cum. (%)
<i>Uroteuthis edulis</i>	5.34	5.34
<i>Upeneus japonicus</i>	4.78	10.12
<i>Rhabdamia gracilis</i>	3.92	14.04
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	3.75	17.79
<i>Acropoma japonicum</i>	3.22	21.02
<i>Saurida undosquamis</i>	3.22	24.24
Average similarity: 53.00		

Autumn-Winter

Species	Contrib. (%)	Cum. (%)
<i>Acropoma japonicum</i>	5.06	5.06
<i>Metapenaeopsis barbata</i>	3.51	8.57
<i>Abralia multihamata</i>	2.76	11.32
<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	2.66	13.98
<i>Charybdis hongkongensis</i>	2.52	16.5
<i>Psenopsis anomala</i>	2.51	19.01
Average similarity: 56.36		

Spring-Summer & Autumn-Winter

Species	Contrib. (%)	Cum. (%)
<i>Benthosema pterotum</i>	2.32	2.32
<i>Rhabdamia gracilis</i>	2.21	4.54
<i>Uroteuthis edulis</i>	1.83	6.37
<i>Uroteuthis chinensis</i>	1.7	8.07
<i>Collichthys lucidus</i>	1.69	9.76
<i>Benthosema pterotum</i>	2.32	2.32
Average dissimilarity: 49.26		

漁撈活動被認為是改變魚類群聚結構的因素之一，在長期的漁撈壓力之下，通常大體型的經濟性魚種會逐漸減少，而體型較小或沒有經濟價值之漁獲則會逐年增加 (Haedrich and Barnes, 1997)，同時魚種的數量以及相對豐度也會跟著改變 (Pope *et al.*, 1998)。漁撈壓力之影響事實上扮演如「掠食者」之角色 (Blanchard, 2001)，除了漁撈活動外，其他影響魚類群聚變動之因素尚有水溫 (Madurell *et al.*, 2004)、深度 (Ellis *et al.*, 2000)、底質 (Rutger *et al.*, 2003)、鹽度 (Ramos *et al.*,

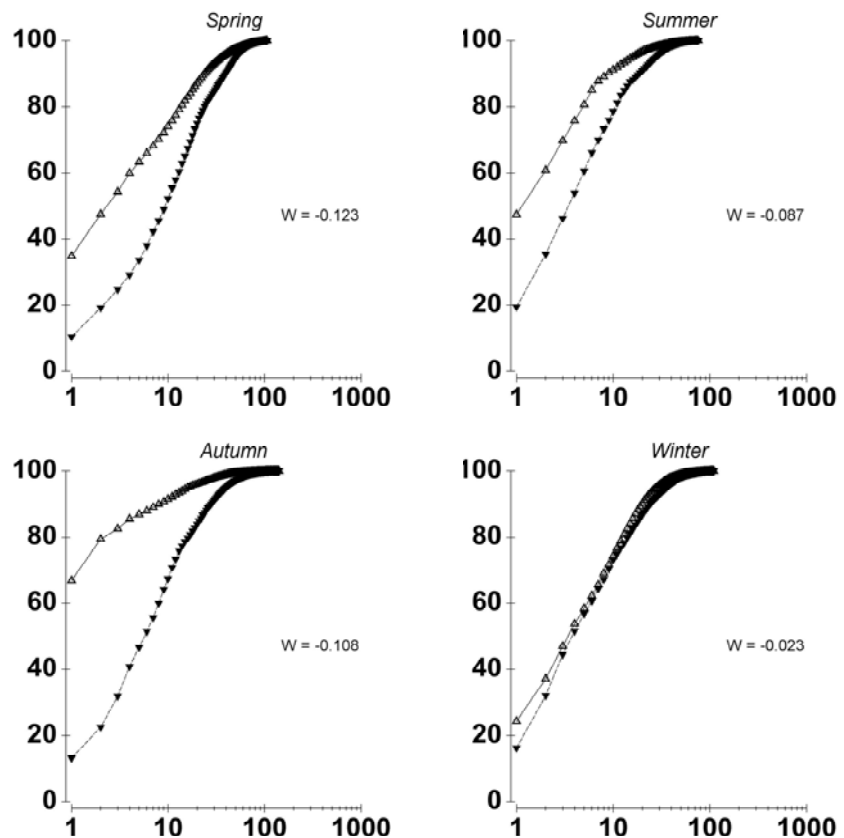


Fig. 5 The ABC curves and W values of seasonal benthic community in the northern waters of Taiwan (Δ : abundance, \blacktriangledown : biomass).

2009)、掠食者與被捕食者之關係及種間競爭關係 (Shin *et al.*, 2005) 等，一般可歸納為非生物因子 (Ottersen and Sundby, 1995) 及生物因子或上述兩種因子之共同影響。本研究採樣地點的深度變化不大 (90 ~ 110 m 之間)，底質經調查多為沙泥底質，鹽度變化亦小，且同時考量一直存在的漁撈壓力與種間競爭關係，顯示影響本海域季節性群聚結構之差異可能與季節性溫度的變化有關。

群聚結構之季節分析顯示，臺灣北部海域底棲魚類可分成春、夏和秋、冬兩大群聚。4 個季節的 ABC 曲線之趨勢如 Fig. 5 所示，顯示豐度曲線均位於生物量曲線之上。根據 ABC 曲線計算 4 個季節的 W 統計值均小於 0，其變化範圍為 -0.123 ~ -0.023，春季 W 統計值最低，其次為秋季，冬季最高。影響 ABC 曲線特徵的差異主要是由於底棲群聚中種類組成之豐度和生物量相對比例變化所引起的 (Warwick and Clarke, 1994)。Blanchard *et al.* (2004) 認為魚類群聚中 ABC 曲線特徵反映了群聚中大型種類和小型種類相對豐度的變化以及個體大小組成的變化，且豐度曲線和生物量曲線的位置由群聚中優勢種類

的體型大小決定 (Vergnon and Blanchard, 2006)。臺灣北部海域底棲魚類群聚 4 個季節的 ABC 曲線特徵雖有不同，但它們的 W 統計值均為負值，根據 Clarke and Warwick (2001) 的劃分標準，本海域底棲魚類群聚處於相對比較嚴重的干擾狀態。

春季豐度優勢種類以七星魚為最高佔 34.95%，其次為劍尖槍鎖管佔 12.6% (Table 3)，這 2 個種類的平均體重分別為 0.71 g 和 22.64 g，其他依序為六絲馬鮫、日本緋鯉及棘頭梅童魚等；以生物量排序的優勢種類中與豐度排序同時出現的有劍尖槍鎖管、六絲馬鮫、日本緋鯉等，顯示春季以前述三種為主要優勢魚種。夏季豐度優勢種類和生物量優勢種類均以日本發光鯛排行首位，其他豐度與生物量同時排行前 5 名的有劍尖槍鎖管、日本緋鯉及花斑蛇鯔等，且這些魚種中豐度百分比皆高於生物量百分比，顯示夏季主要優勢種以小型魚為主 (Table 3)。

秋季仍以小型魚為主要優勢種，例如豐度曲線中的七星魚與生物量曲線中的日本發光鯛，其他優勢種類只是生物量或豐度的百分比相對較

Table 3 The abundance (n%) and biomass (Wt%) of top five species in each season

Species	Spring		Summer		Autumn		Winter	
	n%	Wt%	n%	Wt%	n%	Wt%	n%	Wt%
<i>Benthoosema pterotum</i>	34.95				66.91	5.75		
<i>Uroteuthis edulis</i>	12.60	1.85	8.84	3.85				
<i>Polydactylus sextarius</i>	6.75	1.51					12.25	16.31
<i>Upeneus japonicus</i>	5.69	0.97	13.45	5.75				
<i>Collichthys lucidus</i>	3.32							
<i>Lepidotrigla alata</i>		0.79						
<i>Charybdis miles</i>		0.78						
<i>Acropoma japonicum</i>			47.46	6.99	12.56	13.20	24.43	
<i>Apogon semilineatus</i>			5.98					
<i>Saurida undosquamis</i>			4.92	2.37				
<i>Okamejei boesemani</i>				2.80				7.15
<i>Uroteuthis chinensis</i>					3.11	9.06		
<i>Metapenaeopsis barbata</i>					2.91		6.76	
<i>Portunus haanii</i>					1.31			
<i>Psenopsis anomala</i>						9.39		15.73
<i>Trichiurus lepturus</i>						9.20		
<i>Barbatia amygdalumtostum</i>							9.96	
<i>Pennahia argentata</i>							4.63	
<i>Diodon holocanthus</i>								12.46
<i>Muraenesox cinereus</i>								5.25

高，但生物量優勢種開始出現經濟價值較高之種類，如刺鯧、白帶魚及中國槍鎖管等。冬季生物量曲線和豐度曲線中排在前5位的優勢種類中，只有六絲馬鮫的豐度百分比和生物量百分比相對較高，但平均體重只有23.87 g。生物量曲線中的其他優勢種類如六斑二齒鮃、鮑氏老板鮃及灰海鰻 (*Muraenesox cinereus*) 的平均體重相對較高，而豐度曲線中的其他優勢魚種如日本發光鯛、白姑魚等的平均體重相對較低 (Table 3)。

全球漁獲統計資料顯示，1950 ~ 1994 年間，海洋漁獲物的平均營養階層開始逐年下降 (Pauly *et al.*, 1998)，反映了漁獲對象逐漸由壽命較長、高營養階層的大型魚類，轉變為壽命較短、低營養

階層小型魚類和無脊椎動物。而當漁獲之營養階層下降，魚體變小的同時，實際上漁獲經濟效益也一併跟著降低 (Jenning *et al.*, 2001)。根據過去的文獻顯示，臺灣北部海域底拖漁獲中主要經濟魚種如日本真鯷、赤鯨、大眼鯛、刺鯧等之平均體長有變小的現象 (郭等, 1987; 簡與郭, 1988; 吳, 2002)，此與其他相關文獻在探討底拖作業長期影響下所見種類組成改變與魚體變小之情形相似 (Zwanenburg, 2000)。此種改變是否顯示本海域之漁獲經濟效益開始下降，值得深思，未來對於本海域漁獲種類組成應持續追蹤與監控，期能解明可能影響本海域底棲魚類群聚與多樣性變動之機制。

謝 辭

本研究幸得海富號及水試一號試驗船船長與全體船員的協助採樣、陳玉姬小姐與陳悅祥先生的樣本處理以及審查委員提供寶貴的意見，始能順利完成，謹此表達由衷的感謝之意。

參考文獻

- 邵廣昭 (2014) 臺灣魚類資料庫. 網路電子版 version 2008/11 <http://fishdb.sinica.edu.tw> (2014-2-12).
- 田士金, 林翰飛, 吳繼倫 (2008) 東海南部臺灣單拖漁船漁獲組成與群聚指標之研究. 水產研究, 16(1): 17-28.
- 沈世傑 (1993) 臺灣魚類誌. 國立臺灣大學動物系, 960 pp.
- 周耀傑, 謝寬永 (1979) 底拖網漁業的網目選擇性研究 - I - 50 mm 網目選擇性試驗的初步報告. 臺灣水產學會刊, 6(2): 42-58.
- 周耀傑, 陳朝清, 陳俊德 (1988) 臺灣海峽主要底棲魚種的網目選擇作用及其適正漁獲網目規格. 臺灣水產學會刊, 15(1): 59-81.
- 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(II) - 7.5 cm 底拖網網目選擇性試驗. 行政院農業委員會水產試驗所年報, 7.
- 吳全橙, 陳威克, 莊世昌, 賴竹蘭, 康偉福, 吳繼倫, 陳玉姬, 陳悅祥, 楊怡潔 (2009) 以豐度生物量比較曲線評估臺灣北部海域底棲魚類群聚之現況. 行政院農業委員會水產試驗所年報, 7.
- 吳宗翰 (2002) 臺灣北部及東北部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學位論文, 111 pp.
- 邵廣昭, 陳靜怡 (2003) 魚類圖鑑. 遠流出版社, 431 pp.
- 郭慶老, 簡春潭, 吳世宏, 朱璽, 宋薰華 (1987) 臺灣北部拖網漁場底魚資源試驗調查. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 42: 111-131.
- 陳俊德, 周耀傑, 陳朝清, 廖學鑑 (1986) 臺灣海峽底拖網漁獲組成之初步探討. 中國水產, 402: 27-42.
- 陳威克, 吳全橙, 莊世昌, 陳玉姬, 陳悅祥, 吳繼倫 (2011) 臺灣北部底棲魚類資源之調查與管理 (III)-重要經濟種類及其分布. 行政院農業委員會水產試驗所年報, 5.
- 黃燦星, 周耀傑 (1992) 56 mm 適正網目之漁獲性能研究. 臺灣水產學會刊, 19(3): 211-221.
- 漁業年報 (2011) 中華民國臺灣地區漁業年報. 行政院農業委員會漁業署, 台北, 188 pp.
- 簡春潭, 郭慶老(1988) 臺灣北部拖網漁場中之下雜魚資源研究 - I. 漁獲比例, 種類組成, 體長頻度分布、體長與體重關係. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 44: 51-75.
- 簡春潭, 吳全橙, 郭慶老 (1990) 臺灣北部拖網漁場底魚資源試驗調查 - II. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 48: 45-73.
- 劉錫江, 郭慶老 (1979) 臺灣近海拖網漁場之資源研究. 國立臺灣大學海洋研究所研究報告, 9: 77-96.
- 劉錫江, 郭慶老, 賴翰林, 陳明薰, 蘇茂森, 許建宗, 鄭廣輝 (1978) 臺灣近海小型拖網漁業資源研究. 臺灣省水產試驗所試驗研究報告, 30: 221-280.
- 鍾易達 (2007) 臺灣北部海域底拖網漁業網目選擇性之研究. 國立臺灣海洋大學漁業科學系碩士論文, 92 pp.
- Blanchard, F. (2001) The effect of fishing on demersal fish community dynamics: an hypothesis. ICES J. Mar. Sci., 58: 711-718.
- Blanchard, F., F. Le Loc'h, C. Hily and J. Boucher (2004) Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. Mar. Ecol. Prog. Ser., 280: 249-260.
- Clarke, K. R. and R. N. Gorley (2006) PRIMER v6: User manual/tutorial, PRIMER-E, Plymouth UK, 192 pp.
- Clarke, K. R. and R. M. Warwick (2001) Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (2nd ed.). PRIMER-E, Plymouth, UK, 172 pp.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio and G. Ardizzone (2003) Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean sea. Estuar. Coast. Shelf Sci., 56: 469-480.
- Ellis, J. R., S. I. Roger and S. M. Freeman (2000) Demersal assemblages in the Irish Sea, St George's Channel and Bristol Channel. Estuar. Coast. Shelf Sci., 51: 299-315.
- Haedrich, R. L. and S. M. Barnes (1997) Changes over time of the size structure in an exploited shelf fish community. Fish. Res., 31: 229-239.
- Jennings, S. R., B. D. Beukers-Stewart and A. R. Brand (2001) Impact of scallop dredging on benthic megafauna: a comparison of damage levels in captured and non-captured organisms. Mar. Ecol. Prog. Ser., 215: 297-301.
- Madurell, T., J. E. Cartes and M. Labropoulou (2004) Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). Fish. Res., 66: 245-260.
- Margalef, R. (1969) Diversity and stability: A practical

- proposal and a model of interdependence. *Brookhaven Symposium on Biology.*, 22: 25-37.
- Nakabo, T. (2002). *Fishes of Japan*. Tokai University Press, Tokyo, Japan, 1749 pp.
- Ottersen, G. and S. Sundby (1995) Effects of temperature, wind and spawning stock biomass on recruitment of Arcto-Norwegian cod. *Fish. Oceanogr.*, 4: 248-292
- Pauly, D., V. Christensen and J. Dalsgaard (1998) Fishing down marine food webs. *Science*, 279: 860-863.
- Pielou, E. C. (1966) The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 13: 131-144.
- Pope, J. G., T. K. Stokes, S. A. Murawski and S. I. Idoine (1988) A comparison of fish size-composition in the North Sea and on Georges Bank. Springer, Berlin, 349 pp.
- Ramos, S., P. Ré and A. A. Bordalo (2009) Environmental control on early life stages of flatfishes in the Lima Estuary (NW Portugal). *Estuar. Coast. Shell Sci.*, 83: 252-264.
- Ratz, H. J. (1999) Structures and changes of the demersal fish assemblage off Greenland, 1982-96. *NAFO Sci. Coun. Stud.*, 32: 1-15.
- Rutger, R., C. N. Hans, G. Antoine and A. Jean-Michel (2003) Effects of demersal trawling on marine sedimentary habitats analysed by sediment profile imagery. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 285: 465-477.
- Shannon, C. E., and W. Weaver (1963) *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana/Chicago, IL., 116 pp.
- Shin, Y. J., M. J. Rochet and S. Jennings (2005) Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES J. Mar. Sci.*, 62: 384-396.
- Vergnon, R. and F. Blanchard (2006) Evaluation of trawling disturbance on macrobenthic invertebrate communities in the Bay of Biscay, France: Abundance Biomass Comparison (ABC method). *Aquat. Living Resour.*, 19: 219-228.
- Warwick, R. M. and K. R. Clarke (1994) Relearning the ABC: taxonomic changes and abundance/biomass relationships in disturbed benthic communities. *Mar. Biol.*, 118: 739-744.
- Zwanenburg, K. C. T. (2000) The effects of fishing on demersal fish community of the Scotian Shelf. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 503-509.

Seasonal Differences of Benthic Community Structure in the Northern Waters of Taiwan

Wei-Ke Chen^{1*}, Shih-Chang Chuang¹, Chuan-Chen Wu¹,
Chi-Lun Wu¹ and Kwang-Ming Liu²

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

²Institute of Marine Affairs and Resource Management, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

The method of cluster analysis was applied to analyze the seasonal differences of benthic community structure in the northern waters of Taiwan based on data collected from R/V Hai Fu, Fisheries Research Institute by bottom trawling from 2008 to 2009. During the survey period, a total of 216 fish species, belonging to 162 genera, 100 families, and 35 orders, were collected. According to the abundance rankings, just 14 species accounted for 86.21% of the total abundance of all fish. The average body weights of 145 species that accounted for 96.11% of the abundance and 56.53% of the biomass were lower than 50 g. In addition, the mean body weights of 27 species were between 51-100 g, and the mean body weights of 44 species were over 101 g. The dominant species included skinnycheek lanternfish (*Benthoosema pterotum*), glowbelly (*Acropoma japonicum*), red-spot prawn (*Metapenaeopsis barbata*), sixfinger threadfin (*Polydactylus sextarius*), mitre squid (*Uroteuthis chinensis*), and bensasi goatfish (*Upeneus japonicus*). Cluster analysis showed seasonal communities can be divided into spring-summer and autumn-winter groups. Seasonal richness peaked in the autumn, but the highest evenness and diversity were in the winter. Results of the ABC method showed that the curves of abundance were all above the curves of biomass in each season, which indicated that the present benthic community structure in the northern waters of Taiwan was influenced by the overcapacity of the bottom trawl fishery.

Key words: community structure, benthic, bottom trawl

*Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-Ih Road, Keelung 20246, Taiwan.
TEL: (02) 2462-2101 #2306; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: wkchen@mail.tfrin.gov.tw