

夏季臺灣東北部海域仔稚魚的時空分布特性之研究

陳人平^{1,2} · 潘佳怡^{1,2} · 李明安² · 王友慈^{1*}

¹ 行政院農業委員會水產試驗所海洋漁業組

² 國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系

摘 要

為了解夏季時臺灣東北部海域仔稚魚種類組成及其豐度與水文環境之相關性，本研究於 2005 年 6、7 月及 2006 年 8、9 月間，在該海域所分別設置的 36 及 38 個測站，利用行政院農委會水產試驗所之海建號試驗船，分別以 Bongo net 與 ORI net 進行斜拖來採集仔稚魚。採集前，並投放鹽溫深儀來測量水文因子之特性。研究期間共計採獲 76 科 183 種 4,819 尾仔稚魚，各月份的種類組成有很大的差異，6 月的最優勢種為花鰹屬 (*Auxis* sp.)、7 月為七星魚 (*Benthoosema pterotum*)、8、9 月均為日本鯷 (*Engraulis japonicus*)。各月份的仔稚魚組成均可分為 6 個群聚。10 m 水深處的水溫和鹽度的變化值可做為次表層水湧升的指標。仔稚魚豐度、種類歧異度和群聚構造的空間分布均可能是受到沿著陸棚邊緣發生的次表層水湧升現象所影響。

關鍵詞：仔稚魚、台灣東北部海域、夏季、時空分布、次表層水湧升

前 言

臺灣東北部海域的海底地形相當複雜，由西向東分別屬於東海陸棚、大陸斜坡及沖繩海槽等三個區域。此區的流場環境有很大的季節性變化，包括終年來自臺灣東岸高溫高鹽的黑潮，冬季時來自北方低溫低鹽的中國沿岸水，夏季時由臺灣海峽北上高溫低鹽的南海水和黑潮支流混合的溫暖水團，以及源自黑潮底層流循棉花峽谷的地形性湧升 (Fan, 1980; Lin *et al.*, 1992; Li, 1994)。此外，氣候也有極大之差異，在冬季時濕冷的東北季風盛行；春、夏交替時期滯留鋒在局部地區降下大量雨水，使得鹽度、溫度都有較大變異；每年夏、秋兩季幾乎都有颱風通過，強風夾帶豪雨造成猛烈之衝擊與破壞，促使海洋環境變化更趨複雜 (林與郭, 1993)。該海域受到上述之地形、洋流及季節性氣候變化等的彼此間的牽制、消長及多重作用影響之下，海洋環境結構錯

綜複雜，因而形成了良好的漁場，過去漁業資源非常豐富，是我國鯖鱈圍網、鎖管棒受網、中小型底拖網及底延繩釣等漁業的重要漁場。然而，該海域的魚類資源近年來有很大的震盪，以鯖鱈圍網資源為例，在 1997 年時年產量達到 81,029 mt，但 2001 年時遽降到 22,205 mt，但 2005 年時又上升到 45,560 mt (漁業署, 1959 ~ 2008)，此種產量在短時間內的劇烈震盪的原因值得深入探討。

魚類資源量的變動被認為係取決於當年產出的卵經高死亡率的發育初期 (仔稚魚期) 能活存而加入資源的個體比例 (Hjort, 1914)，因為仔稚魚階段的游泳能力非常薄弱，甚至完全無法自主地運動，因此其分布及移動主要是由海流、潮流及波浪等海洋物理因子所支配及輸送，賴攝食水中之微小浮游動、植物為生，因此海洋環境的變動是影響其活存率的關鍵 (Houde, 2008)。此外，許多的文獻指出，可由仔稚魚的出現時期、分布情況和數量來逆推母群體的產卵場和產卵期 (上柳, 1969)；仔稚魚的數量也可用來推估親魚的資源量 (Saville *et al.*, 1974) 及預測未來可能的加入量 (Tanaka, 1974)，進而可比較同一海區或是不同海區之經濟性魚群的相對量，以及探討特定族群的

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

長期變動傾向 (Snyder, 1983)。然而，這一切都需要以仔稚魚的種類組成、群聚結構以及時空分布動態的研究為基礎。

過去針對台灣東北部海域仔稚魚的研究較少，且多為在一個斷面上之魚種組成調查 (Chiu, 1991a, b, 1992; Chiu and Lee, 1991; Chiu and Hsyu, 1994; Yeh, 1992, 1993, 1998)，而較詳細的時空分布調查則僅有行政院農委會水產試驗所在 2005 年春季的 3 ~ 5 月所進行的研究 (Wang *et al.*, 2006)。基於此，本研究乃接續水試所的 2005 年春季研究，目的在探討夏季 (6 ~ 9 月) 時，台灣東北部海域的仔稚魚之種類組成，在不同時空的差異以及與不同水團間的關係。

材料與方法

仔稚魚樣本係分別於 2005 年 6、7 月及 2006 年 8、9 月在台灣東北部海域所設的 36 及 38 個測站 (Fig. 1)，使用海建號試驗船將網具下放至 100 m (水深不及處以離底 5 m 進行之) 後，以每秒 1 m 的速度垂直上揚採集所採獲的。使用的網具在 2005 年為 Bongo net (網口直徑 60 cm，網長 180 cm，網目 500 μm)、2006 年則為 ORI net (網口直徑 160 cm，網長 750 cm，網目 330 μm)。採集前投放鹽溫深儀 (CTD, SBE-19) 以測量表層至 500 m 水深 (深度不足 500 m 之測站，測至離底水深 5 m) 的垂直剖面水文資料，以供資料分析之用。採獲樣本立即以 95% 之酒精固定保存。於研究室以解剖顯微鏡挑出仔稚魚並進行種類鑑定。標本種類鑑定主要參考沖山 (1985)、王 (1987)、丘 (1999) 等文獻，盡可能將仔稚魚鑑定至最低的分類階層。

由於次表層水之湧升對於攸關仔稚魚活存和成長的初次級生產有很大的影響，但在夏季時會因表層高溫低鹽的暖水覆蓋而不容易觀測到次表層水之狀態 (李等, 2006)，因此本研究選取各測站 10 m 深的資料來分析海水溫度和鹽度的水平空間分布。仔稚魚群聚特性之解析則是以 Simpson 的種類集中度指數 ($\Sigma\pi^2$)、Margalef 的種類豐富度指數 (d')、Shannon-Wiener 的種類歧異度指數 (H') 及 Pielou 的均衡性指數 (J) 等來表示，並以 Bray-Curtis 相似性指數來分析測站間種類組

成的相似度，再利用群集分析法 (Cluster Analysis) 繪製樹狀圖，探討仔稚魚組成在空間及時間方面之相似性 (Ludwig and Reynolds, 1988)。最後，選取各月份前三優勢種在各測站的豐度與溫度和鹽度來計算 Pearson 相關係數，藉以探討仔稚魚的時空組成差異與環境因子之間的關聯性。

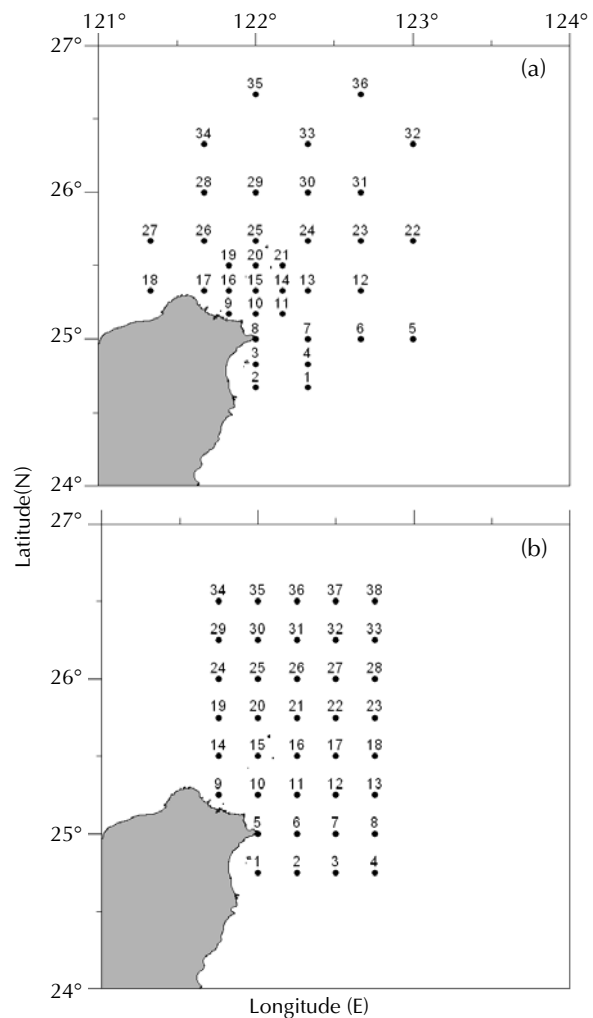


Fig. 1 The stations of CTD casting and Bongo netting in the waters of NE Taiwan in June and July 2005 (a) and August and September 2006 (b). Numerals in the maps indicated the stations.

結果

一、溫度及鹽度之空間分布

夏季時台灣東北部海域的水溫和鹽度的空間分布如 Fig. 2 所示。在水溫方面，6 月的航次所測

得的水溫介於 24.3 ~ 28.1 °C、7 月上升至 25.7 ~ 29.7 °C、8 月略升為 26.4 ~ 29.3 °C、9 月更升至 27.0 ~ 29.4 °C，顯示水溫有逐月上升、但測站間的差異則有逐月減少的趨勢。在鹽度方面，6 月的航次所測得的鹽度介於 32.0 ~ 34.4 psu 且在調查海域的北側有非常密集的等鹽度線出現、7 月的鹽度則為 33.6 ~ 34.2 psu、8 月為 33.1 ~ 34.2 psu、9 月為 33.2 ~ 33.8 psu，顯示 6 月的鹽度較低且測站間的差距最大，7 ~ 9 月的鹽度較高且測站間的差異則有逐月減少的趨勢。其次，6 月在 Stns. 13 ~ 15 及 21、7 月在 Stns. 13、14 及 20、8 月在 Stns. 22 及 11 ~ 13、9 月在 Stn. 5 等陸棚邊緣的測站均可以發現有等溫線及等鹽度線較密集之區塊，這些區塊中心的水溫較低但鹽度較高。

二、仔稚魚的種類組成與空間分布

研究期間共計採獲 76 科 183 種 4819 尾仔稚魚 (Table 1)，代表各月份的種類組成有很大的差異。2005 年 6 月計採獲 54 科 90 種 443 尾，優勢種依序為花鰹屬 (*Auxis* sp.) 13.15%、白帶魚 (*Trichiurus lepturus*) 7.71%、七星魚

(*Bentosema pterotum*) 7.48%、石首魚科 (Sciaenidae) 5.90%、鰕虎魚科 (Gobiidae sp.) 5.22%、長身圓鰹 (*Decapterus macrosoma*) 3.86% 等，其餘 84 種均不及 3%。7 月計採獲 48 科 80 種 568 尾，優勢種依序為七星魚 25.70%、耀眼底燈魚 (*B. suborbitale*) 11.80%、花鰹屬 7.39%、鰕虎魚科 6.34%、眶燈魚屬 (*Diaphus* spp.) 4.23%、藍圓鰹 (*D. maruadsi*) 3.70%，其餘 76 種均不及 3%。2006 年 8 月計採獲 46 科 95 種 602 尾，優勢種依序為日本鰹 (*Engraulis japonicus*) 24.75%、七星魚 12.29%、腹斑犀鱈 (*Bregmaceros neonectabanus*) 5.65%、石首魚科 3.99%、眶燈魚屬 3.65%，其餘 90 種均不及 3%。9 月計採獲 58 科 109 種 3,206 尾，優勢種依序為日本鰹 44.98%、七星魚 9.36%、刺公鰹 (*Encrasicholina punctifer*) 6.64%、隆頭魚科 (Labridae) 5.83%，其餘 105 種均不及 3%。綜合以上的結果，6 ~ 9 月期間，台灣東北部海域的仔稚魚群聚均是由少數的優勢種和多數的偶來種所組成，且每個月份的組成並不相同，而第一優勢種所佔的比例則有逐月上升的現象。

Table 1 Species compositions in the assemblages of the fish larvae and juveniles from the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006

Family	Species	June		July		August		September	
		NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group
Muraenidae	sp.			1	J				
Ophichthyidae	sp.	3	A	5	GL	3	PR	13	RS
Nettastomatidae	sp.	2	A	1	G			2	R
Muraenesocidae	<i>Muraenesox cinereus</i>			1	L				
Congridae	sp.	4	A	2	L			16	RSW
Engraulidae	<i>Encrasicholina punctifer</i>					4	R	213	R
	<i>Engraulis japonicus</i>			5	JL	149	R	1442	R
Gonorynchidae	<i>Gonorynchus abbreviatus</i>	1	E						
Bathylagidae	<i>Bathylagus longirostris</i>							1	R
	sp.							1	R
Gonostomatidae	<i>Cyclothone atraria</i>			1	K	1	R		
	<i>Cyclothone alba</i>	4	AF	3	KL			5	R
	<i>Cyclothone pallida</i>					1	R		

Table 1 continued

Family	Species	June		July		August		September	
		NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group
Gonostomatidae	<i>Cyclothone</i> sp.					1	Q		
	<i>Gonostoma atlanticum</i>							1	U
	<i>Gonostoma elongatum</i>			1	K	1	R		
	<i>Gonostoma gracile</i>	1	E			3	PR		
	<i>Vinciguerria poweriae</i>					3	R	12	R
	<i>Vinciguerria nimbaria</i>	13	AE	2	L	6	R	7	RS
	<i>Pollichthys maui</i>			2	L				
	sp.	4	AF	1	K	3	Q	1	R
Stomiidae	<i>Stomias nebulosus</i>			1	K				
	<i>Stomias</i> sp.					1	R		
Astronesthidae	sp.					2	R		
Aulopodidae	<i>Aulopus japonicus</i>	1	A						
Synodontidae	<i>Saurida</i> sp.	1	A			1			
	<i>Synodus macrops</i>			1	L			14	RU
	<i>Synodus fuscus</i>			1	L			1	R
	<i>Synodus</i> sp.	1	A						
	<i>Trachinocephalus myops</i>	9	A	9	L			1	R
	sp.	3	A			2	PR	5	R
Paralepididae	<i>Sudis atrox</i>	1	E			2	QR		
	<i>Lestidium</i> sp.					1	R	1	R
	<i>Lestrolepis</i> sp.							2	RS
	sp.	2	A	2	L	4	R	3	R
Scopelarchidae	<i>Scopelarchus</i> sp.					2	R	4	RW
	sp.	1	A			3	R	1	R
Notosudidae	<i>Scopelosaurus</i> sp.	2	A	1	K				
	sp.							1	S
Evermannellidae	<i>Evermannella indica</i>			1	K				
Myctophidae	<i>Benthosema pterotum</i>	33	AF	146	L	74	R	300	RSVW
	<i>Benthosema suborbitale</i>	6	E	67	L	2	R	2	R
	<i>Ceratoscopelus warmingi</i>			2	KL	18	PR	7	R
	<i>Diaphus</i> spp.	4	AE	24	KL	22	PR	30	RU
	<i>Diogenichthys atlanticus</i>	1	E	1	K				
	<i>Diogenichthys laternatus</i>	3	E						
	<i>Hygophum proximum</i>	1	A			7	PR		
	<i>Hygophum</i> sp.							1	R
	<i>Lampadena nana</i>	1	A						

Table 1 continued

Family	Species	June		July		August		September	
		NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group
Myctophidae	<i>Lampadena</i> sp.	1	A					3	R
	<i>Lampanyctus</i> spp.	2	A	1	L	7	R	10	RSV
	<i>Myctophum asperum</i>							1	T
	<i>Myctophum nitidulum</i>			3	L				
	<i>Myctophum obtusirostur</i>	1	A	10	JKL	1	R	1	R
	<i>Myctophum orientale</i>	3	AE			11	PQR	4	RS
	<i>Myctophum spinosum</i>					1	R		
	<i>Myctophum</i> sp.					1	R	6	RS
	<i>Protomyctophum</i> sp.			1	K				
	<i>Symbolophorus</i> sp.							2	R
	<i>Taaningichthys minimus</i>								
	<i>Triphoturos microchir</i>								
	spp.		3	A	3	L	16	OR	18
Bregmacerotidae	<i>Bregmaceros arabicus</i>	3	AD			3	R	24	R
	<i>Bregmaceros atlanticus</i>	2	A			2	PR	1	R
	<i>Bregmaceros macclellandii</i>	6	AE			7	QR	4	RS
	<i>Bregmaceros neonectabanus</i>	4	AE	13	HL	34	PQR	58	RS
	<i>Bregmaceros nectabanus</i>	1	A	6	L			1	R
	<i>Bregmaceros</i> sp.	7	A	6	KL	7	PR	11	RS
Antennariidae	sp.			1	L			1	S
Trachipteridae	sp.					3	O		
Holocentridae	sp.			1	K	3	QR	1	R
Scorpaenidae	sp.	7	AD	6	JL	5	QR	16	RT
Synanceiidae	<i>Minous</i> sp.	1	A			1	Q	6	RS
Aploactinidae	<i>Hypodytes rubripinnis</i>	1	A						
	<i>Erisphex potti</i>							1	R
Triglidae	<i>Lepidotrigla</i> sp.			1	L			1	V
Platycephalidae	sp.	2	A			1	Q	3	R
Percichthyidae	<i>Synagrops philippinensis</i>	1	F	9	L			4	U
	<i>Synagrops</i> sp.								
	<i>Acropoma</i> sp.			1	L			25	RW
	<i>Doederleinia berycoides</i>	1	A			1	R		
	sp.	1	A			6	QR	7	RW
Serranidae	<i>Epinephelus</i> sp.							4	R
	sp.	8	AF	5	KL	5	PR	7	RSU

Table 1 continued

Family	Species	June		July		August		September	
		NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group
Symphysanodontidae	<i>Symphysanodon katayamai</i>							2	R
Teraponidae	<i>Terapon jarbua</i>			2	L				
	sp.	4	A						
Priacanthidae	<i>Priacanthus macracanthus</i>			2	L	6	NR	33	RSU
	<i>Priacanthus</i> sp.					2	QR	4	R
	sp.	2	A			4	QR		
Apogonidae	<i>Cheilodipterus</i> sp.			3	K				
	<i>Apogon</i> sp.	4	AE			4	QR	56	RST
	spp.	2	A	5	JL	3	PR		
Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i>			1	J			7	R
	<i>Sillago japonica</i>			1	L	1	Q	2	R
	<i>Sillago maculata</i>					1	R		
	sp.	3	AE						
Carangidae	<i>Alpes</i> sp.	3	A						
	<i>Caranx</i> sp.			2	JL	2	R	5	RS
	<i>Decapterus macarellus</i>					2	R		
	<i>Decapterus macrosoma</i>	17	A			1	R	3	RS
	<i>Decapterus maruadsi</i>	10	AE	21	IL	3	R	23	RSTV
	<i>Decapterus</i> spp.	6	A			6	PQR	9	RS
	<i>Elagatis bipinnulata</i>					2	M		
	<i>Gnathanodon speciosus</i>							3	R
	<i>Pseudocaranx</i> sp.					1	R	1	U
	<i>Selar crumenophthalmus</i>							6	RV
	<i>Seriola</i> sp.					1	R		
	<i>Trachurus japonicus</i>	1	B	4	L				
	spp.			2	JL			2	RV
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	2	A			1	O		
Menidae	<i>Mene maculata</i>	1	A	1	J				
Leiognathidae	<i>Leiognathus</i> sp.			2	L	1	R	2	RW
	sp.	3	AF			3	R	27	RS
Bramidae	<i>Brama</i> sp.							2	S
	sp.	1	A	1	K	2	R		
Lutjanidae	<i>Lutjanus</i> sp.			3	KL	2	QR	8	RT
	sp.			1	K	1	Q	1	S
Haemulidae	sp.					2	R		

Table 1 continued

Family	Species	June		July		August		September	
		NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group
Sparidae	<i>Pagrus major</i>	4	AE					2	S
Lethrinidae	<i>Lethrinus</i> sp.	3	A			1	R	4	R
Nemipteridae	<i>Nemipterus</i> sp.					1	R		
	sp.			1	L	1	R	2	R
Sciaenidae	<i>Nibea albiflora</i>			10	IJL				
	<i>Nibea japonca</i>			16	L				
	sp.	26	A	2	IK	24	R	92	RU
Mullidae	sp.					1	M	27	RW
Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i>	1	A						
Chaetodontidae	<i>Chaetodon modestus</i>	1	A						
	<i>Chaetodon</i> sp.							1	R
	sp.			1	L				
Pomacanthidae	<i>Chaetodontoplus septentrionalis</i>					1	R	1	R
Pomacentridae	spp.	4	A	8	L	4	OR	4	RV
Cirrhitidae	sp.							2	R
Mugilidae	<i>Liza</i> sp.							2	R
Sphyraenidae	sp.	1	E			1	R	1	R
Labridae	<i>Cirrhilabrus</i> sp.			1	K				
	<i>Xyrichthys dea</i>							1	V
	sp.	4	A	8	KL	5	QR	187	RSV
Scaridae	<i>Scarus</i> sp.	3	A					1	S
	sp.			1	K	2	PR	2	R
Champsodontidae	<i>Champsodon snyderi</i>			1	L				
	sp.	1	A						
Trichonotidae	<i>Limnichthys fasciatus</i>	1	A						
	<i>Trichonotus filamentosus</i>	4	A					8	RU
	sp.	1	A						
Percophidae	sp.	1	A	3	L				
Mugiloididae	<i>Parapercis</i> sp.	1	E					4	R
Blenniidae	sp.			1	L			1	T
Callionymidae	sp.	11	AF	11	JL	7	QR	30	RSU
Gobiidae	<i>Bathygobius</i> sp.			1	L				
	<i>Ctenotrypauchen</i> sp.					1	R	1	W
	<i>Heteroplopomus barbatus</i>							3	R
	sp.	23	AE	36	KL	11	PQR	77	RSUV

Table 1 continued

Family	Species	June		July		August		September	
		NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group	NO.	Group
Acanthuridae	sp.	2	A					4	RS
Siganidae	<i>Siganus</i> sp.					1	R		
	sp.	2	A						
Gempylidae	<i>Nesiarchus nasutus</i>			1	J				
	sp.	1	F					2	ST
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	34	AE	7	L	3	R	4	RSU
Scombridae	<i>Auxis</i> sp.	58	AEF	42	JL	2	R	64	RV
	<i>Euthynnus affinis</i>					2	R	1	R
	<i>Katsuwonus pelamis</i>					1	R		
	<i>Scomber australasicus</i>	2	AE			1	R		
	<i>Thunnus alalunga</i>			1	K				
	<i>Thunnus albacares</i>			1	K			1	S
	sp.					1	M		
Nomeidae	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>					3	MR		
	<i>Penes arafrensis</i>					1	R		
	sp.					1	R	2	RU
Paralichthyidae	sp.	1	A			1	R		
Bothidae	sp.	12	AE	4	L	9	OR	81	RS
Pleuronectidae	sp.	6	A					3	R
Cynoglossidae	<i>Cynoglossus</i> sp.	9	A			7	R	54	RS
	<i>Symphurus</i> sp.	1	A			4	R	1	R
	sp.			6	GL	1	P		
Soleidae	<i>Aseraggodes</i> sp.	1	A						
	sp.	1	A	1	L	2	R	3	R
Monacanthidae	<i>Stephanolepis cirrhifer</i>			1	J				
	sp.			1	K			2	RV
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus</i> sp.			2	L				
	sp.	2	A			1	Q	1	R
Diodontidae	sp.	2	A						
unidentified	spp.	3		1		19		27	
Total number of individuals		443		568		602		3206	
Total number of species		90		80		95		108	
Total number of family		54		48		46		58	

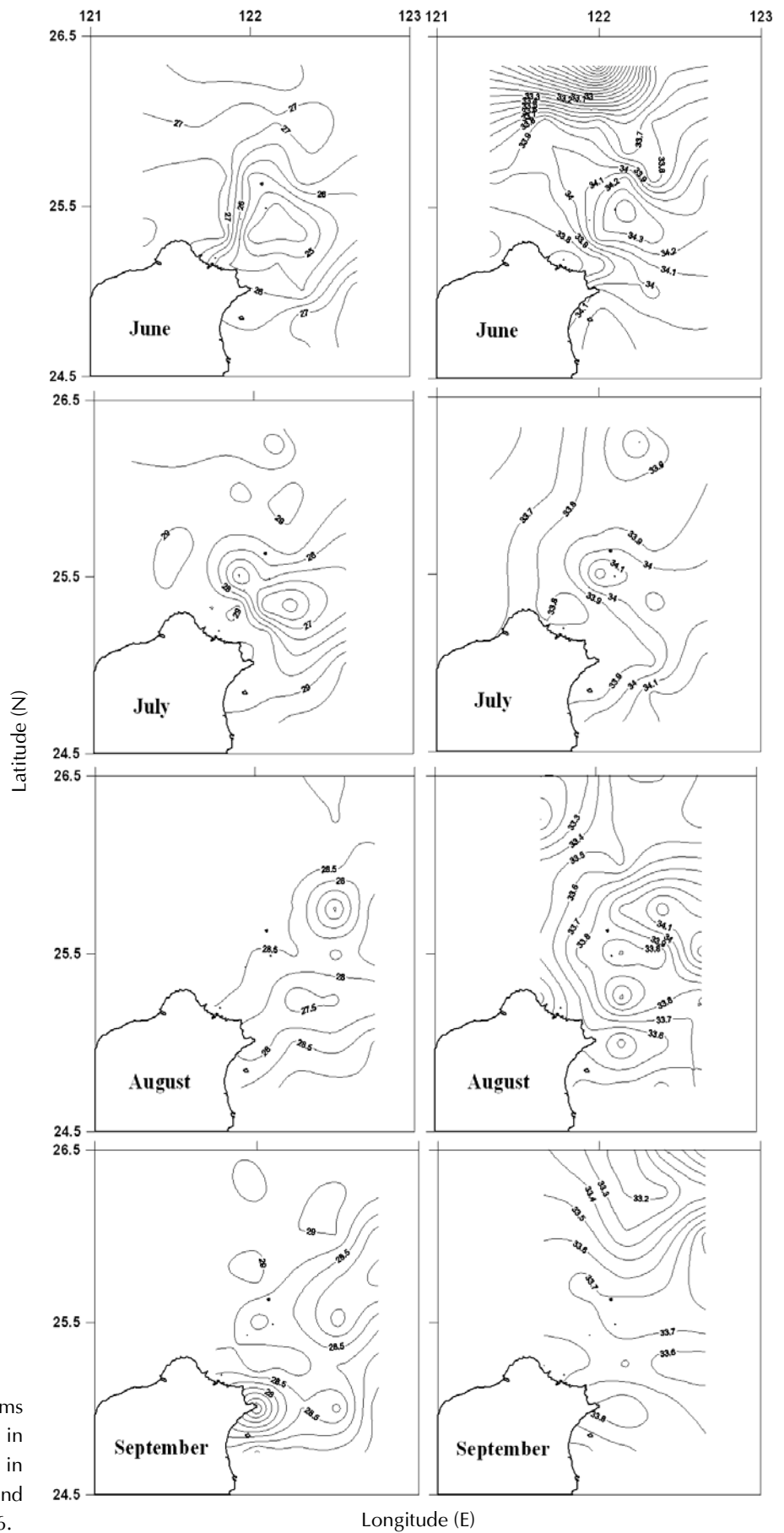


Fig. 2 Surface isotherms (left) and isohalines (right) in the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006.

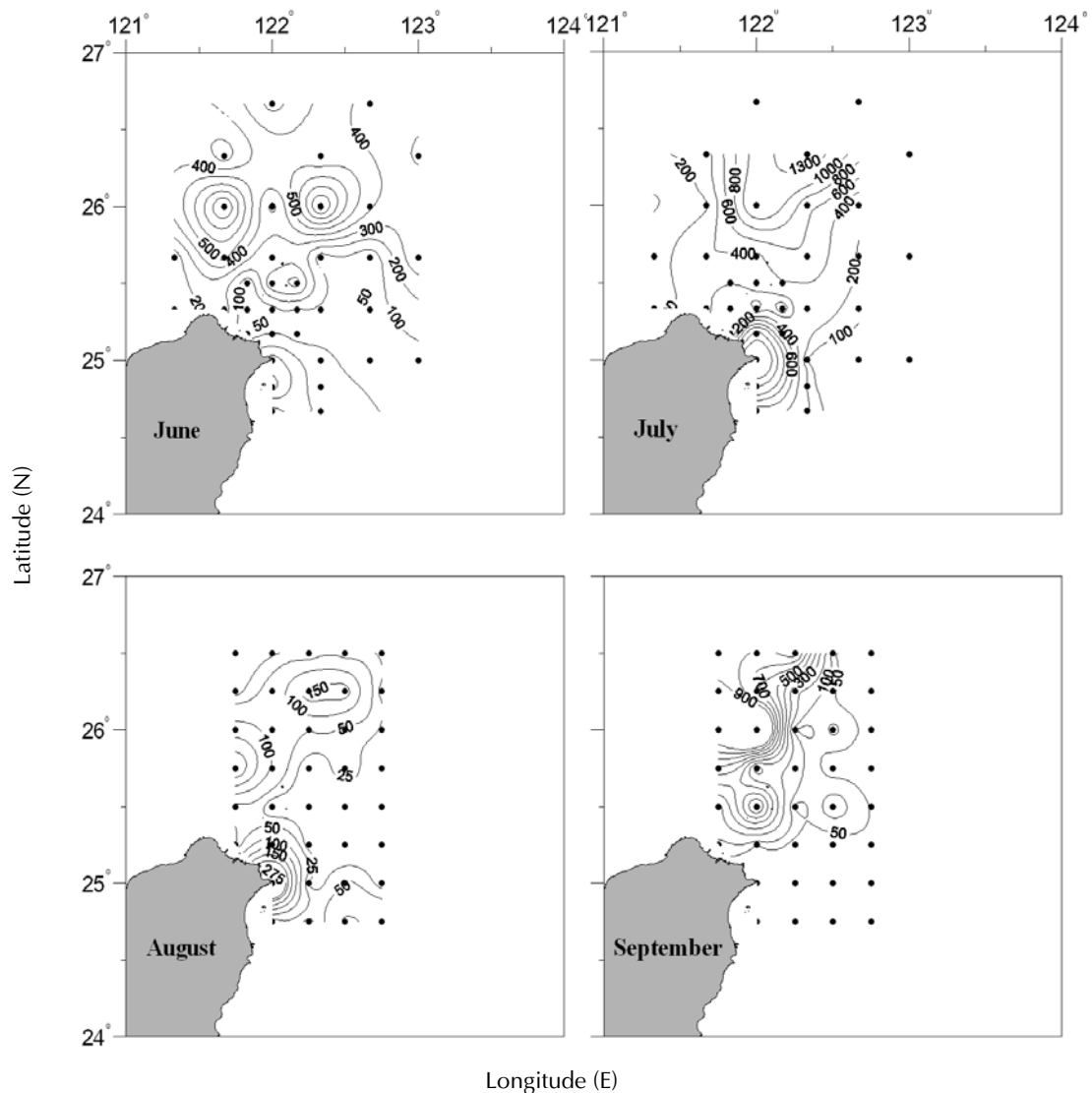


Fig. 3 Spatial variations of abundance (inds./1000 m³) of fish larvae in the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006.

在空間分布方面 (Fig. 3)，2005 年 6 月的仔稚魚平均豐度 (尾數/1000 m³) 為 253.5 ± 233.0 ，最低值出現在 Stn. 19 (19.0)，最高值出現在 Stn. 30 (947.5)；7 月的平均豐度為 477.1 ± 554.3 ，最低的是 Stn. 14 (21.6)，最高的是 Stn. 8 (2454.3)；2006 年 8 月的平均豐度為 59.7 ± 91.8 ，最低的是 Stn. 12 (4.5)，最高的是 Stn. 5 (483.1)；9 月的平均豐度為 173.4 ± 346.7 ，最低的是 Stn. 19 (5.0)，最高的是 Stn. 30 (1674.2)。綜上所述，可以發現 7 月的平均豐度最高，8 月最低，且各月份的仔稚魚豐度在站間的差異很大，較低的豐度多出現在陸棚邊緣的測站。

三、仔稚魚群聚構造的時空變動

夏季時，台灣東北部海域仔稚魚的群聚構造有明顯的月別變化 (Fig. 4)。在種類集中度指數方面，月間的差異不大，以 6 月的 0.89 為最高，8 月的 0.84 為最低。在種類豐富度指數方面，6 月為 2.87，7 月為 2.88，8 月略降至 2.50，9 月則遽升至最高的 3.91。在種類歧異度指數方面也有類似的傾向，6 月為 1.62，7 月略升至 1.70，8 月降到 1.56，9 月遽升到 2.10。在種類均勻度指數方面則是逐月下降，6 月為 0.94，7、8 月均為 0.89，9 月則降至 0.83。綜合以上的結果，台灣東北部海

域仔稚魚的群聚構造有由 6 到 9 月逐漸複雜化的傾向。

在群聚構造的空間變化方面，以種類歧異度為例 (Fig. 5)，6 月時各測站介於 0 ~ 2.90 之間，最低值出現在 Stns. 16、19、23 和 24，最高值出現在 Stn. 33；7 月時介於 0 ~ 2.68 之間，最低值出現於 Stns. 5、14、22 和 32，最高值出現在 Stn. 33；8 月時介於 0 ~ 3.03 之間，最低值出現於 Stn. 15，最高值出現在 Stn. 5；9 月時介於 0.69 ~ 3.11 之間，最低值出現於 Stn. 33，最高值出現在 Stn. 8。綜合以上的結果，較單純的群聚在 6 月及 8 月時出現在研究區域中央的陸棚邊緣，而 7 月則在東部、9 月在西北部研究區域的外緣。

四、各仔稚魚群聚的時空分布

夏季時台灣東北部海域的仔稚魚共可分為 23 個群聚 (Fig. 6; Table 1)，6 ~ 9 月各有 6 個群聚。2005 年 6 月的 A 群包括 22 個測站 (Stns. 03、08、12 ~ 14、17、18、20 ~ 22、25 ~ 36)，以花鰹屬和白帶魚為優勢種；B 群 (Stn. 16)、C 群 (Stn. 23) 和 D 群 (Stn. 24) 各只有零星且不同種類的仔魚被捕獲；E 群有 5 個測站 (Stns. 01、02、04、05、07)，以串光魚 (*Vinciguerria nimbaria*) 較為優勢；F 群有 6 個測站 (Stns. 06、09、10、11、15、19)，以七星魚較為優勢。

7 月的 G 群 (Stn. 09)、H 群 (Stn. 27) 和 I 群 (Stn. 15) 各只有零星且不同種類的仔魚被捕獲；J 群有 4 個測站 (Stns. 14、17、18、31)，以鮎科為代表種；K 群有 3 個測站 (Stns. 01、02、04)，以眶燈魚屬和鰕虎魚科為代表種；L 群包括 21 個測站 (Stns. 03、06 ~ 08、10 ~ 13、16、19 ~ 21、23 ~ 26、28 ~ 30、33、34)，優勢種依序為七星魚、耀眼底燈魚和花鰹屬。

2006 年 8 月的 M 群 (Stn. 01)、N 群 (Stn. 15) 和 O 群 (Stn. 36) 各只有零星且不同種類的仔魚被捕獲；P 群有 4 個測站 (Stns. 13、17、28、29)，以犀鱈屬 (*Bregmaceros* sp.) 為代表種；Q 群有 7 個測站 (Stns. 02、11、12、16、18、21、23)，以東方燈籠魚 (*Myctophum orientale*) 為代表種；R 群包括 22 個測站 (Stns. 03 ~ 09、14、19、20、22、24 ~ 27、31 ~ 35、37、38)，以日本鯷最佔優勢，其次為七星魚。

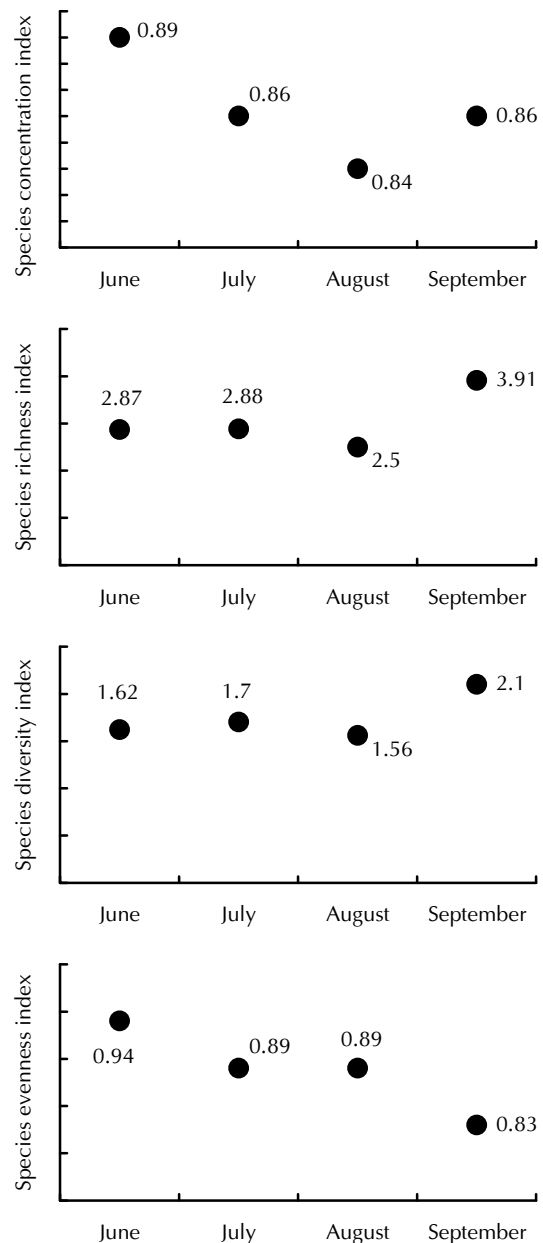


Fig. 4 Monthly changes of species concentration, species richness, species diversity, and species evenness indices in the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006.

9 月的 R 群由 8 月延續而來，包括 19 個測站 (Stns. 08 ~ 15、17、18、20、25 ~ 27、30 ~ 32、36、37)，以日本鯷最佔優勢，其次為七星魚和刺公鯷；S 群有 5 個測站 (Stns. 02、03、06、07、16)，以腹斑犀鱈和隆頭魚科為代表種；T 群有 2 個測站 (Stns. 23、33)，以鮎科為代表種；U 群有 2 個測站 (Stns. 22、38)，以石首魚科和鼠銜魚科 (*Callionymidae*) 為代表種；V 群也有 2 個

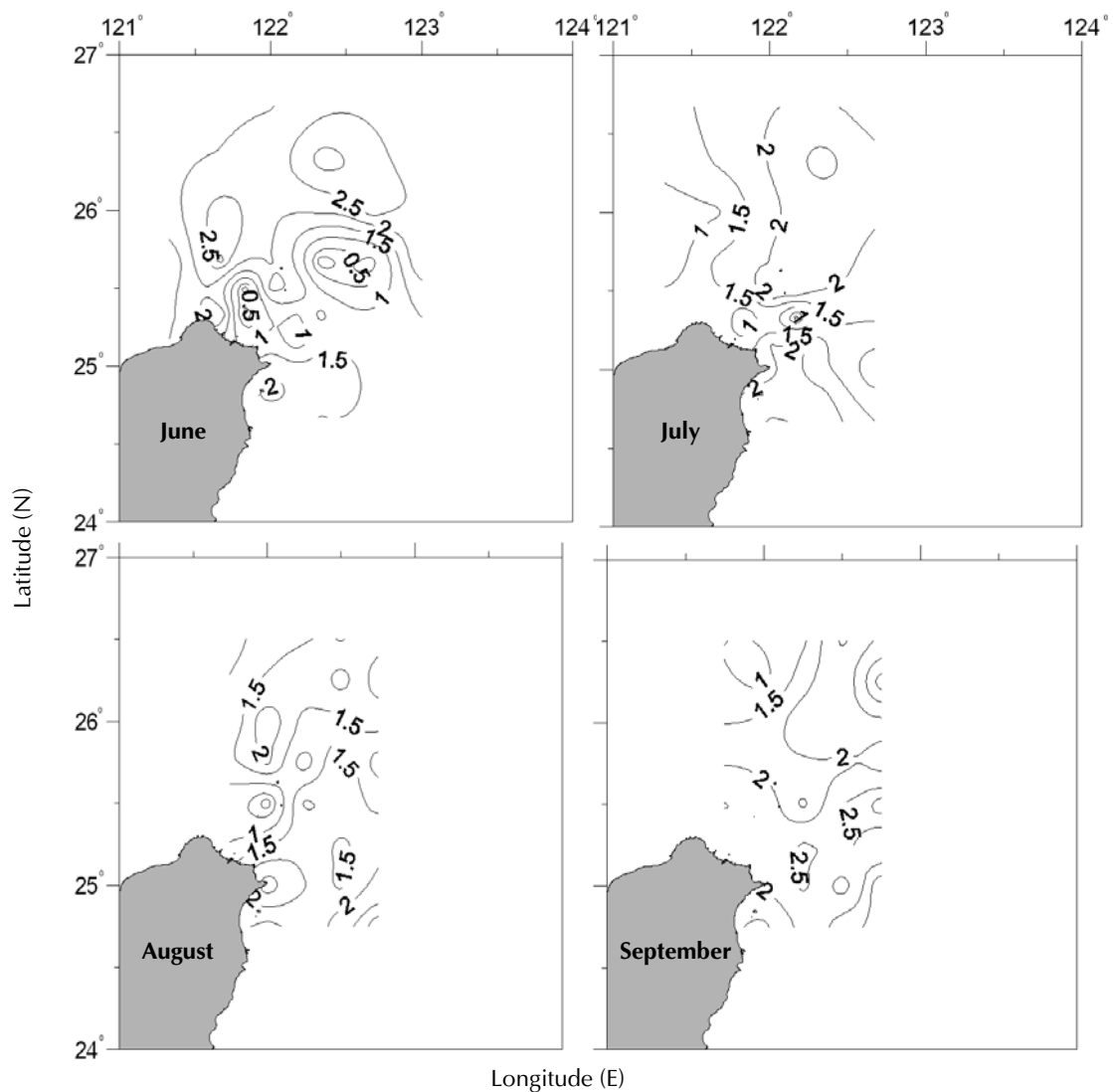


Fig. 5 Spatial variations of species diversity index of fish larvae in the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006.

測站 (Stns. 01、28)，以鰕虎魚科為代表種；W 群只有 1 個測站 (Stn. 05)，以羊魚科 (Mullidae) 較為優勢。

此外，由 Table 1 亦可發現，除了七星魚、藍圓鯊和鰕虎魚科在 9 月時同時出現在 4 個群聚之外，其他的魚種都只出現在 1 ~ 3 個群聚。綜上所述，可以發現 6、7、8 月，台灣東北部海域的仔稚魚群聚均不相同，而每個月最大的群聚均由一半以上的測站所組成，且其優勢種與當月的整體優勢種相同，但組成的測站在月間有所差異。至於其他較小群聚，不論是測站數、魚種數和個體數都很少，且多位研究區中央的陸棚邊緣

或是研究區域的外緣。

五、優勢魚種與水文分布之關係

各月份之前三優勢種與水溫和鹽度的關聯性如 Fig. 7 所示，白帶魚單獨位於左上角，顯示傾向出現在低溫度但高鹽度的水文環境中 ($p < 0.001$)；其餘的 6 種魚，包括花鰹屬、七星魚、耀眼底燈魚、腹斑犀鱈、刺公鯷及日本鯷，均落在圖的右下角，雖然與水溫、鹽度之相關性並不顯著 ($p > 0.05$)，但有傾向出現在高溫度但低鹽度的環境的趨勢。

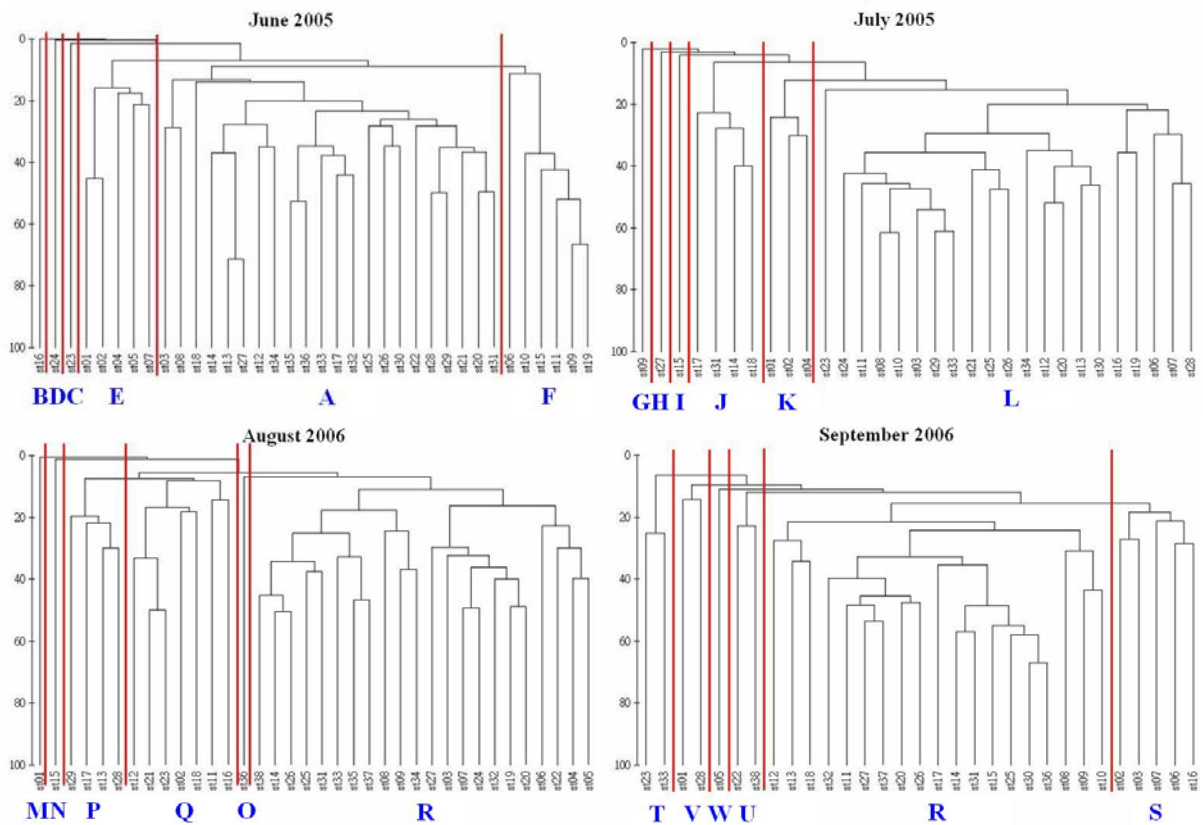


Fig. 6 Clustering of stations based on species compositions of larval and juvenile fishes in the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006. For the species compositions of each station groups referring to Table 1.

討 論

本研究所使用的資料分別來自 2005 年 6、7 月和 2006 年 8、9 月，兩年間的測站規劃並不一致，所使用的網具也有所不同，但是除了 9 月之外的 3 個月份的仔稚魚科數、種類數、採獲尾數以及種類歧異度的差異並不大，因此將資料合併來探討各月間的空間分布動態應屬可行。尤其是種類歧異度在月間的範圍頗為接近，但測站間的差異卻很大，更能彰顯歧異度指數在消弭因不同年度、不同的研究人員以及不同網具的使用等人為取樣設計的不一致的價值 (Ludwig and Reynolds, 1988)。至於 9 月份採獲的仔稚魚種類數、個體數和種類豐富度、歧異度均大增而種類均勻度指數下降的現象，可能與亞熱帶海域的秋季生產次高峰 (Heinrich, 1962) 有關，因為先前在台灣北部沿岸河口域的研究結果也都有相同的現

象 (Wang *et al.*, 1991; Tzeng and Wang, 1992; Tzeng *et al.*, 1997)。

本研究發現在 6 ~ 8 月間台灣東北部海域各月份的種類組成和群聚構造均有不同，一般而言，海洋中大多數魚類的產卵期均很短，且一次產下大量的卵，先前的研究也顯示在台灣北部沿岸河口域的相同仔稚魚組成多只維持一個月左右 (Tzeng and Wang, 1992; Wang and Tzeng, 1997)。然而，在 8、9 月間的種類組成和群聚構造之指數就很類似，經比對該兩個月的最優勢魚種均為日本鯷，2005 年春季時在本海域的研究結果 (Wang *et al.*, 2006) 顯示日本鯷、花腹鯖、白腹鯖和真鯮仔稚魚的出現時期也都長達 2 個月，而該研究中 5 月份大量出現的花鯷屬也與本研究的 6 月份相連，這可能與多獲性表層魚類多為分批產卵而有較長的仔稚魚出現時期有關，而這些種類都是台灣北部和東北部海域的主要漁獲對象。

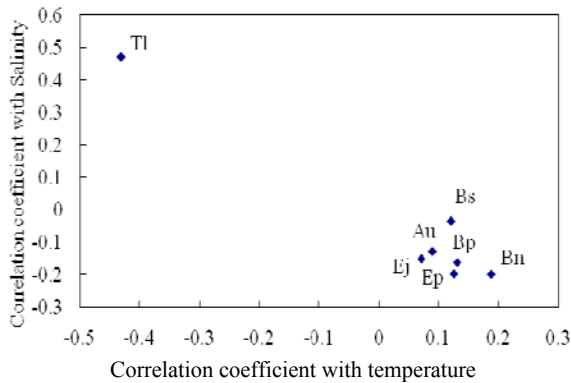


Fig. 7 Ordination of correlation coefficients showing abundance vs. surface temperature and abundances vs. surface salinities for the dominant species of each month in the waters of NE Taiwan in June and July 2005, and August and September 2006 (Au, *Auxis* sp.; Bn, *Bregmaceros neonectabanus*; Bp, *Benthoosema pterotum*; Bs, *Benthoosema suborbitale*; Ej, *Engraulis japonicus*; Ep, *Encrasicholina punctifer*; Tl, *Trichiurus lepturus*).

每個月最大的群聚均由一半以上的測站所組成，且其優勢種與當月的整體優勢種相同，但組成的測站在不同月間有所差異。至於其他較小群聚，不論是測站數、魚種數和個體數都很少。對照測站分布圖 (Fig. 1) 和海圖，可以發現這些較小的群聚多是出現在研究海域的邊緣地帶或是研究地區中間的陸棚邊緣，且每個月最大的群聚都被這些位在陸棚邊緣的較小群聚所切割。再對照溫鹽分布圖 (Fig. 2)，可以發現這些在陸棚邊緣小群聚多是位在低溫高鹽的測站，也就是次表層水湧升發生的區域。一般而言，次表層水湧升區雖然營養鹽較豐富但是溶氧量較低，並不適合生物的生存，所以生物量通常較低，但是在湧升區的邊緣因為和周邊的海水混合而提升了溶氧量反而是海洋生產最高的區域。Hsieh and Chiu (2002) 也發現夏季時在台灣海峽北部的次表層水湧升區的橈腳類與仔稚魚的豐度較低，而豐度較高的區域則是出現在湧升區的下游海域。

本研究發現夏季時在台灣東北部海域的仔稚魚群聚頗為複雜，在時間變化上與春季時同樣係受到亞熱帶的生產時序影響，但是在空間分布上則深受次表層水湧升的影響，而與春季時主要受到冷暖水團間的海洋鋒面影響有所不同。其次，

本研究發現該海域的次表層水湧升幾乎是沿著整個陸棚邊緣都有發生，因此以往的研究只著重發生在棉花峽谷的次表層水湧升是不足以了解整個海域的海洋和生物的現象，因此對生物分布和海洋生產力有重大影響的此一海洋現象以及其影響的程度值得再進一步的探討。

謝 辭

本研究承蒙行政院農委會水產試驗所蘇所長偉成暨各位長官的支持與督促、李副研究員嘉林、康助理研究員偉福暨海建號試驗船王船長瑞霖及全體船員的鼎力相助、農委會的經費支持 (95農科-14.1.1-水-A1(3)) 以及未具名的審查者給予重要的指正方得以順利完成，在此一併敬致謝忱。

參考文獻

- 上柳昭治 (1969) インド・太平洋におはるマグロ類仔稚魚の分布. 遠洋水產研究所研究報告, 2: 177-256.
- 王友慈 (1987) 臺灣北部淡水河暨雙溪河口域魚苗相之研究. 私立中國文化大學海洋研究所資源組碩士論文, 306 pp.
- 丘臺生 (1999) 臺灣的仔稚魚. 國立海洋生物博物館籌備處, 296 pp.
- 沖山宗雄 (1985) 日本產稚魚圖鑑. 東海大學出版會, 1154 pp.
- 李嘉林, 王友慈, 吳世宏, 康偉福, 曾振德 (2006) 2005年春夏季台灣東北部海域湧升冷渦與鯖魚分布之初步研究. 水產研究, 14(2): 15-25.
- 林雅民, 郭慶老 (1993) 臺灣東北部海域鯖魚漁場及其與海況、氣象、因素間的關係. 水產研究, 1(1): 1-9.
- 漁業署 (1959-2008) 中華民國台灣地區漁業年報. 行政院農業委員會漁業署, 台北.
- Chiu, T. S. (1991a) Variation of ichthyoplankton density across the Kuroshio edge exchange process area with implications as to the water masses. TAO, 2: 147-162.
- Chiu, T. S. (1991b) Diurnal depth change of ichthyoplankton in the Kuroshio edge exchange front. Acta Oceanogr. Taiwanica, 26: 53-65.
- Chiu, T. S. (1992) A preliminary analysis of ichthyoplankton on the Kuroshio edge exchange area. Asian Fish. Sci., 5: 351-362.
- Chiu, T. S. and P. Y. Lee (1991) Initial ichthyoplankton

- studies in the Kuroshio edge exchange area. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sin.*, 30: 261-292.
- Chiu, T. S. and Y. H. Hsyu (1994) Interannual variation of ichthyoplankton density and species composition in the waters off northeastern Taiwan. *Mar. Biol.*, 119: 441-448.
- Fan, K. L. (1980) On upwelling off northeastern shore of Taiwan. *Acta Oceanogr. Taiwanica*, 11: 105-117.
- Heinrich, A. K. (1962) The life histories of plankton animals and seasonal cycles of plankton communities in the ocean. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 27: 15-24.
- Hjort, J. (1914) Fluctuation in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapp. P. V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 19: 1-228.
- Houde, E. D. (2008) Emerging from Hjort's shadow. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 41: 53-70.
- Hsieh, C. H. and T. S. Chiu (2002) Summer spatial distribution of copepods and fish larvae in relation to hydrography in the northern Taiwan Strait. *Zool. Stud.*, 41: 85-98.
- Li, Y. H. (1994) Material exchange between the East China Sea and the Kuroshio Current. *TAO.*, 5: 625-631.
- Lin, C. Y., C. Z. Shyu and W. H. Shih (1992) The Kuroshio Fronts and cold eddies off northeastern Taiwan observed by NOAA-AVHRR imagery. *TAO.*, 3: 225-242.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds (1988) *Statistical ecology*. John Wiley and Sons, New York, U.S.A., 337 pp.
- Saville, A., I. G. Baxter, and D. W. Ckay (1974) Relations between egg production, larval production and spawning stock size. *In The Early Life History of Fish* (J. H. S. Baxter ed.), Springer-Verlag, Berlin.
- Snyder, D. E. (1983) Fish eggs and larvae. *In Fisheries Techniques* (L. A. Nielsen and D. L. Johnson eds.), American Fisheries Society, Bethesda, U.S.A., 165-197.
- Tanaka, S. (1974) Significance of egg and larval surveys in the studies of population dynamics of fish. *In The Early Life History of Fish* (J. H. S. Baxter ed.), Springer-Verlag, Berlin, 151-157.
- Tzeng, W. N. and Y. T. Wang (1992) Structure, composition and seasonal dynamics of larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. *Mar. Biol.*, 113: 481-490.
- Tzeng, W. N., Y. T. Wang, and Y. T. Chern (1997) Species composition and distribution of fish larvae in Yenliao Bay, northeastern Taiwan. *Zool. Stud.*, 36: 146-158.
- Wang, Y. T. and W. N. Tzeng (1997) Temporal succession and spatial segregation of clupeoid larvae in the coastal waters off the Tanshui River Estuary, northern Taiwan. *Mar. Biol.*, 129: 23-32.
- Wang, Y. T., W. N. Tzeng, and S. C. Lee (1991) A preliminary study on species composition and seasonal abundance of fish eggs and larvae from the coastal waters adjacent to the Tansui River Estuary, Taiwan (1984-1985). *J. Fish. Soc. Taiwan*, 18: 7-20.
- Wang, Y. T., C. L. Lee, C. I. Pan, S. H. Wu, C. T. Tseng, and Y. X. Cheng (2006) Species composition and distribution of fish larvae and juveniles in the waters off NE Taiwan in spring 2005 with particular reference to mackerel and scad. *J. Taiwan Fish. Res.*, 14(2): 27-44.
- Yeh, S. P. (1992) Larval fish composition, distribution and assemblages by Scientific Sounder from eight stations off northeastern Taiwan. *TAO.*, 3: 347-364.
- Yeh, S. P. (1993) Ichthyoplankton assemblages along a transect off northeastern Taiwan -I. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 20: 103-115.
- Yeh, S. P. (1998) Do hydrographic features limit the distribution of ichthyoplankton? A case study. *Bull. Natl. Pingtung Univ. Sci. Tech.*, 7: 1-12.

Spatio-temporal Characteristics of Larval Fish Assemblages in the Northeastern Waters of Taiwan in Summer

Ren-Ping Chen^{1,2}, Chia-I Pan^{1,2}, Ming-Anne Lee² and Yu-Tzu Wang^{1*}

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

²Department of Environmental Biology and Fishery Science, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

To clarify the spatio-temporal variations of larval fish assemblages in the northeastern waters of Taiwan, fish larvae were collected from 36 and 38 predesigned stations by using Bongo or ORI nets on R/V Hai-Chieng during June and July 2005 and August and September 2006, respectively. Temperature and salinity of water column, and the water volume being filtered during sampling tow were also measured. A total of 4,819 individuals of larval fish belonging to 76 families and 183 taxa were identified. The predominant species were *Auxis* sp. (June, 2005), *Benthoosema pterotum* (July, 2005) and *Engraulis japonicus* (August and September, 2006). There were 6 assemblages of larval fishes in each month. Water temperature and salinity in the 10 m depth could be used as an indicators to identify upwelling water. Spatial distributions of abundance, species diversity index and assemblage structures of the larval fishes might be influenced by the upwelling which occurred along the margins of the continental shelf.

Key words: larval fish, northeastern waters of Taiwan, summer, spatio-temporal characteristics, upwelling

*Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 202, Taiwan.
TEL: (02) 2462-2101; Fax: (02) 2463-3110; E-mail: ytwang@mail.tfrin.gov.tw