

淡水河口仔稚魚的季節性豐度及 種類多樣性之研究

王友慈、曾萬年
國立臺灣大學動物學系

一、前言

河川從上游陸地帶來的豐富營養鹽，到了河海交會處的河口域時，因鹽度上升致使溶解度下降，而沉積於底部或懸浮於水體之中，進而孕育了大量的浮游生物，以致初、次級生產力很高，成為海洋中的高生產區（Barnes 1974）。由於適合仔稚魚攝食的餌料生物非常豐富，加上水淺及濁度高所造成的良好隱蔽性，使大部分的捕食者不敢靠近或難以進行捕食，所以仔稚魚在河口域得以快速的成長並且死亡率也很低（Deegan 1990）。由於河口域非常適合仔魚的生活，所以在海洋的、河口和沿岸域的、兩側洄游的以及淡水的魚類中，大都以河口域為主要的哺育場，也就是許多魚類的初期生活史是在河口域度過的（McErlean *et al.* 1973, Haedrich and Haedrich 1974, Bell *et al.* 1984, Robertson and Duke 1987），因而河口域的仔稚魚種類和數量非常的豐富（McErlean *et al.* 1973, Loneragan *et al.* 1989），進而成為研究仔稚魚多樣性的良好場所。

淡水河是臺灣北部最大的河川，主流長度為 159 公里，流域面積達 2726 平方公里，佔全臺灣地區的 7.6%。其下游的河口域面積很大，且其東北側有臺灣地區面積最大的紅樹林，生態地位非常重要。在其河口域及外側的沿岸域，盛產鰻線及鯔科、鱸科、石斑魚、鯛科、笛鯛科和臭都魚科等養殖用經濟魚苗，而其鄰接海域為臺灣三大物鰲漁場之一。因此，筆者在國科會和農委會的補助下，於 1984-1985 年在淡水河入海口（Wang *et al.* 1991, 王 1987）和鄰近的公司田溪河口域（Tzeng 1995）、1988-1991 年在淡水河河口域（Tzeng and Wang 1992, 1993, 1997）分別進行魚苗相的調查研究，以及 1992-1993 年在其鄰接海域進行鯔類仔魚的來游動態研究（Wang and Tzeng 1997, 王 1997），以瞭解淡水河口的仔稚魚群聚構造及影響其變動的因子。本文係綜合上述個別研究的成果，來探討其種類多樣性與地理位置的關係。

二、環境特徵與取樣設計

1、研究海域的環境特徵

研究地區位於淡水河口及其鄰接海域（Fig. 1），為便於描述，本文依照資料來源的不同和地理位置，將此區域分為（A）淡水河河口域、（B）鄰接石滬的入海口、（C）河口外緣海域和（D）公司田溪河口域等 4 個區域來進行分析。A 區位於淡水河下游，臺灣最大片的紅樹林位在其東北側，干潮時最深處的水深在 10m 以上，鹽度則隨著漲落潮由半淡鹹水到海水間變動；B 區位於淡水河入海處，其北側為石滬群，南側則為挖子尾的沙質海濱；C 區的淡水河口鄰接海域，在河口的南邊屬沙質海濱，北

邊是礁砂混合海岸，其底質亦為礁砂混合的，其深度則是北深南淺，採樣區的水深在 5m-60m 之間；D 區的公司田溪河口域，位在淡水河口北側，隔著石滬群和沙崙海水浴場與淡水河口相望，深度甚淺，滿潮時約 3m，干潮時則不超過 30cm，鹽度則隨著漲落潮由淡水到海水間變動，其底質以沙泥為主，但其北側則為礁石區。

2、取樣設計

為配合不同研究計畫的需求，在各區域的取樣設計是略有差異的，概略而言，所使用的採集網具在 A 及 C 區是用流袋網、D 區是待袋網而 B 區是丸氏稚魚網；採集頻度則除了 C 區是按日採集者外，其餘是按月採集的；此外，D 區是在夜間採集的，其餘則為日間採集的，但均是在每月大潮的漲潮時進行的。詳細的取樣設計和標本處理方法，請參閱相關的報告 (Wang *et al.* 1991, Tzeng and Wang 1992, Tzeng 1995, Wang and Tzeng 1997)。

三、結果

1、水溫和仔稚魚豐度的季節性變化

雖然不同的地區是在不同年間進行採集的，然而水溫的季節性變動趨勢卻是完全一致的 (圖 2a)。每年均由春季 4 月的 20-25 之間，逐漸上升到夏末秋初之 8、9 月的 30 左右，然後在秋季逐漸下降，到了冬末春初之 2、3 月間出現 17 左右的最低溫。

然而，豐度的季節性變動在地區間則略有所差異：在種類數方面 (圖 2b)，冬季最少 (僅有 10 種左右)，之後逐漸增加，於春季的 4 月 (B 區) 或夏季的 6 (C 區)、7 月 (A 及 D 區) 達到最高峰，然後略降，再於秋季的 9 (B 區) 或 10 月 (A 及 D 區) 出現第二個高峰。在個體數方面 (圖 2c)，其季節性變動傾向與種類數相似，也是春或夏季最多，秋季次之，冬季比較少。

2、種類的多樣性

各地區的種類組成有頗大的差異 (表 1)：在 A 區，共計採獲 55 科 105 種 44591 尾的仔稚魚，其中以鯡科 (Clupeidae) 的小砂丁 (*Sardinella* spp.) 為最多 (佔 70.2%)，其次依序是鰻科 (Engraulidae) 的日本鰻 (*Engraulis japonicus*, 15.4%)、刺公鰻 (*Encrasicholina punctifer*, 3.9%)、芝蕪稜鰻 (*Thryssa chefuensis*, 3.0%) 和鑽嘴魚科 (Gerreidae) 的短鑽嘴魚 (*Gerres abbreviatus*, 2.6%)；在 B 區，共計採獲 31 科 63 種 1279 尾，其中以日本鰻為最多 (55.4%)，其次是岫科 (Scorpaenidae) 的石狗公 (*Sebastes marmoratus*, 18.3%) 和蝦虎魚科 (Gobiidae spp. 3.2%)；在 C 區，共計採獲仔稚魚 45 科 120 種 26343 尾，其中最多的是小砂丁 (30.6%)，其次是刺公鰻 (21.1%)、杜氏稜鰻 (*Thryssa dussumieri*, 15.3%)、日本鰻 (11.9%) 和異葉公鰻 (*E. heteroloba*, 9.1%) 等；在 D 區，共計採獲 46 科 111 種 65968 尾，以條紋雞魚科 (Teraponidae) 的花身雞魚 (*Terapon jarbua*) 為最多 (51.3%)，其次是蝦虎魚科 (21.2%)、巨鑽嘴 (*Gerres macrosoma*, 8.7%) 和鯔科 (Mugilidae) 的大鱗梭 (*Liza macrolepis*, 5.0%)。值得注意的是，在 A 和 C 區佔最多的小砂丁並沒有出現在 B 和 D 區，而 D 區的鰻科 (Anguillidae) 魚類 (合佔 1.5%) 和虱目魚 (*Chanos chanos*, 1.1%) 則其它三區都未出現 (表 1)。

綜合以上的結果，可以發現在 A、B 和 C 區是以鯡科和鰻科魚類的仔稚魚為主，它們是表層洄游性的；但是，在 D 區則完全不同，它的組成是以花身雞魚和蝦虎科魚類為主，它們則是屬於沿岸河口性魚類。

3、仔稚魚出現與成魚棲性之關係

為進一步瞭解各地區的仔稚魚組成多樣性的原因，乃將各種魚類之成魚的棲性加以歸納（圖 3），結果發現：A 和 C 區均是以表層洄游性（Epipelagic）魚類為主，其次是沿岸河口性（Estuarine-coast）魚類，再來是岩礁性（Rocky）魚類和少量的中層（Mesopelagic）魚類；B 區仍然是以表層洄游性魚類為主，但次多的是岩礁性魚類，再來才是沿岸河口性魚類和少量的中層魚類；D 區的組成與另三區有很大的不同，它是以沿岸河口性魚類為主，其次才是表層洄游性魚類，再次則是兩側洄游性（Diadromous）和岩礁性魚類。

四、討論

淡水河口仔稚魚的種類組成頗為複雜，在不同區域間的差異也很顯著，這是許多生物和非生物因子綜合影響下的結果。

首先，是海洋初次級生產力的季節性變動。一般而言，在溫帶海域全年只有一個生產高峰，對應著春季的水溫上升時期，即所謂的春季水華；在亞熱帶海域則有春秋兩個生產高峰，對應著的是春季水溫上升時期和秋季的水溫下降時期；而在熱帶海育域生產力則是終年都差不多的（Parsons *et al.* 1984）。魚類為確保仔魚有充份的餌料供應，以提高存活率，因此大都會在此生產高峰時期產卵（Cushing 1969）。在淡水河口的四個地區之仔稚魚豐度都有兩個高峰出現，其一在春或夏季，另一則在秋季，雖然月份略有差異，但符合典型的亞熱帶海域生產變動模式。

其次，是成魚的棲性（Deegan and Thompson 1985）。仔稚魚的日齡很小，其分布域與產卵場大致相符，而大部份底棲魚類的產卵場與其成魚的棲所不遠，所以成魚的棲地會影響仔魚的空間分布。在淡水河口的地形為砂泥底或礁砂混合的，所以各地區都有砂泥底或岩礁性魚類的出現。特別是 B 區因鄰近岩礁區，所以岩礁性魚類佔有較高的比例，而 C 區的水深比較大，適於中表層魚類的棲息，因此表層洄游性魚類的鯡科和鯷科魚類也比較多。

第三，生活史變遷（Houde 1987, Robertson and Duke 1987）。大多數的魚類在其仔魚階段都是行浮游生活的，因此在各區域都能被捕獲到。然而，等長到稚魚期後，表層性魚類會移到較深水域的水體中表層生活，而底棲性魚類則移到沿岸的碎波帶和河口的淺水域。因此沿岸表層性的鯡科和鯷科魚類在 C 區有大量的出現，而花身雞魚、鯔科和蝦虎科魚類等底棲性魚類則是大量出現在 D 區。

第四，是仔稚魚的向河口域輸送機制（Tanaka 1976, Fortier and Leggett 1983, Boehlert and Mundy 1994）。當漲潮時，外海的仔魚隨著潮流進入河口域（Tzeng and Wang 1993, 1997），因此水深較大的 A、B 兩區也有多量的表層魚類出現。但是，公司田溪太小也太淺，當漲潮流由外海進入時，只能將近岸的水送入，以致表層魚類只有少量的輸入，反而是棲息於沿岸碎波帶的花身雞魚、蝨目魚和鯔科魚類的魚苗或河口域定住種的蝦虎科魚苗會被輸送進來。

第五，行為。在 D 區有鰻苗的採獲，而另外三區則無，這是因為鰻科魚類是夜行性（Tzeng 1985），所以只有在夜間採集的 D 區被捕獲。

此外，採集網具的選擇性，是魚類多樣性調查誤差的重要因素。在 B 區的採集量很少，與另三區有一個數量級的差距，且採獲種類數也只有約一半，正是因為所使用的丸氏稚魚網的網口面積很小所致。

綜上所述，淡水河口仔稚魚的種類多樣性是很複雜的，而海洋初次級生產力的季節性變動、成魚的棲性、生活史變遷、輸送機制和行為等，都是影響此多樣性的重要因子。另外，人為的採集地點、網具和時段的選擇也會影響研究的結果。

五、參考文獻

- 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 頁.
- 王友慈. 1997. 淡水河口鄰接海域產鯡類仔魚的來游動態暨初期生活史之研究. 國立台灣大學動物學研究所博士論文, 117 頁.
- Barnes, R.S.K. 1974. *Estuarine biology*. Edward Arnold, London.
- Bell, J.D., D.A. Pollard, J.J. Burchmore, B.C. Pease, and M.J. Middleton. 1984. Structure of a fish community in a temperate tidal mangrove creek in Botany Bay, New South Wales. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 35: 33-46.
- Boehlert, G.W. and B.C. Mundy. 1994. Vertical and onshore-offshore distributional patterns of tuna larvae in relation to physical habitat features. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 107: 1-13.
- Cushing, D.H. 1969. The regularity of the spawning season of some fishes. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 33: 81-92.
- Deegan, L.A. 1990. Effects of estuarine environmental conditions on population dynamics of young-of-the-year gulf menhaden. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 195-205.
- Deegan, L.A. and B.A. Thompson. 1985. The ecology of fish communities in the Mississippi River deltaic plain. In: Yáñez-Arancibia, A. (ed.) *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration*. Editorial Univ., UNAM-PUAL-ICML, Mexico, p35-56.
- Fortier, L. and W.C. Leggett. 1983. Vertical migrations and transport of larval fish in a partially mixed estuary. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 1543-1555.
- Haedrich, R.L. and S.O. Haedrich. 1974. A seasonal survey of the fishes in the Mystic River, a polluted estuary in downtown Boston, Massachusetts. *Estuar. Cstl. Mar. Sci.* 2: 59-73.
- Houde, E.D. 1987. Fish early life dynamics and recruitment variability. *Am. Fish. Soc. Symp.* 2: 17-29.
- Loneragan, N.R., I.C. Potter, and R.C.J. Lenanton. 1989. Influence of site, season and year on contributions made by marine, estuarine, diadromous and freshwater species to the fish fauna of a temperate Australian estuary. *Mar. Biol.* 103: 461-479.
- McErlean, A.J., S.G. O'Connor, J.A. Mihursky, and C.I. Gibson. 1973. Abundance, diversity and seasonal patterns of estuarine fish populations. *Estuar. Cstl. Mar. Sci.* 1: 19-36.
- Parsons, T.R., M. Takahashi, and B. Hargrave. 1984. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, Oxford, 330pp.
- Robertson, A.I. and N.C. Duke. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other

- nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.* 96: 193-205.
- Tanaka, K. 1976. Ecological consideration on meeting and parting of fish eggs and larvae. *Bull. Jap. Soc. Fish. Oceanogr.* 28: 79-89.
- Tzeng, W.-N. 1985. Immigration timing and activity rhythms of the eel, *Anguilla japonica*, elvers in the estuary of northern Taiwan, with emphasis on environmental influences. *Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr.* 47/48: 11-28.
- Tzeng, W.-N. 1995. Migratory history recorded in otoliths of the Japanese eel, *Anguilla japonica*, elvers as revealed from SEM and WDS analyses. *Zoological Studies*. 34 (Supplement 1): 234-236.
- Tzeng, W.-N. and Y.-T. Wang. 1992. Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. *Mar. Biol.* 113: 481-490.
- Tzeng, W.-N. and Y.-T. Wang. 1993. Hydrography and distribution dynamics of larval and juvenile fishes in the coastal waters of the Tanshui River estuary, Taiwan, with reference to estuarine larval transport. *Mar. Biol.* 116: 205-217.
- Tzeng, W.-N. and Y.-T. Wang. 1997. Movement of fish larvae with tidal flux in the Tanshui River Estuary, northern Taiwan. *Zool. Stud.* 36: 178-185.
- 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., Tzeng, W.-N., and Lee, S.-C. 1991. A preliminary study on species composition and seasonal abundance of fish eggs and larvae from the coastal waters adjacent to the Tanshui River estuary, Taiwan (1984-1985). *J. Fish. Soc. Taiwan* 18: 7-20.

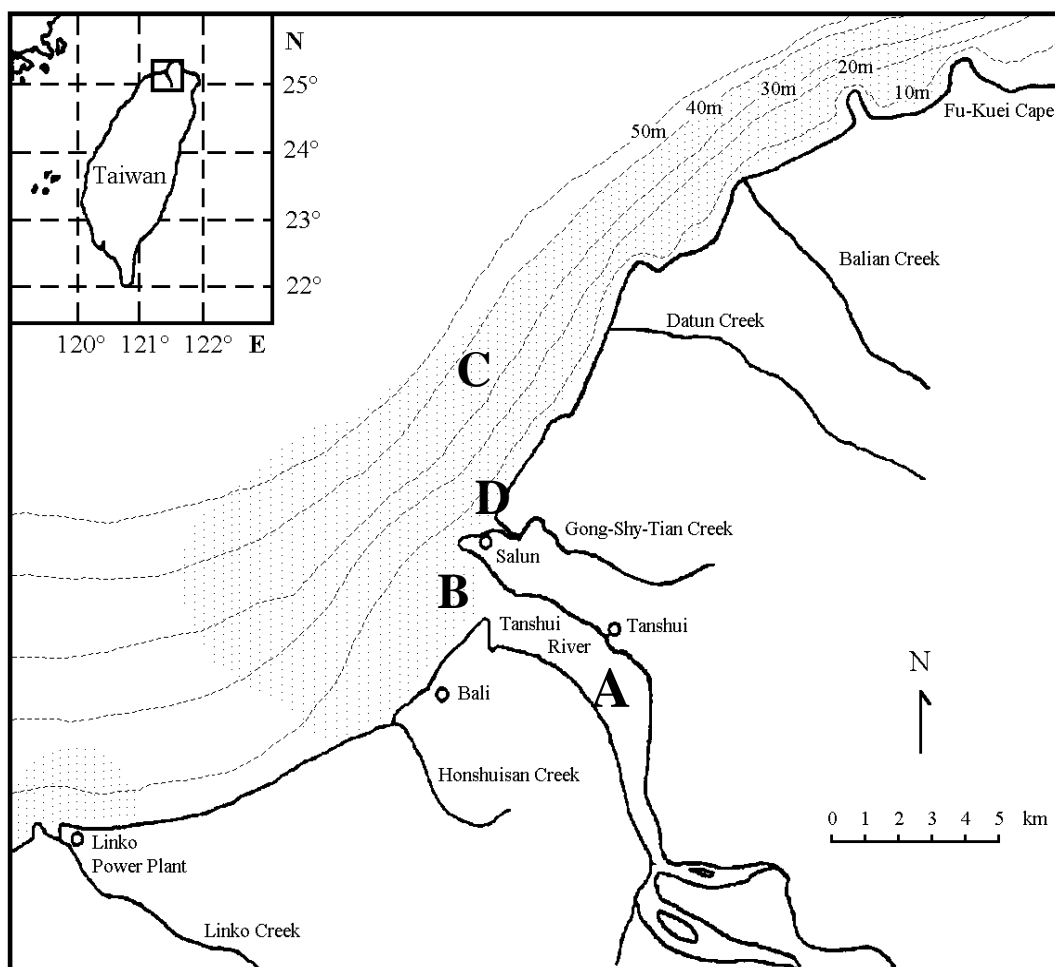


圖 1 淡水河口仔稚魚的採集地點 (A: 1989-1990 淡水河河口域; B: 1984-1985 淡水河入海口; C: 1992-1993 外緣海域; D: 1984-1985 公司田溪河口域)

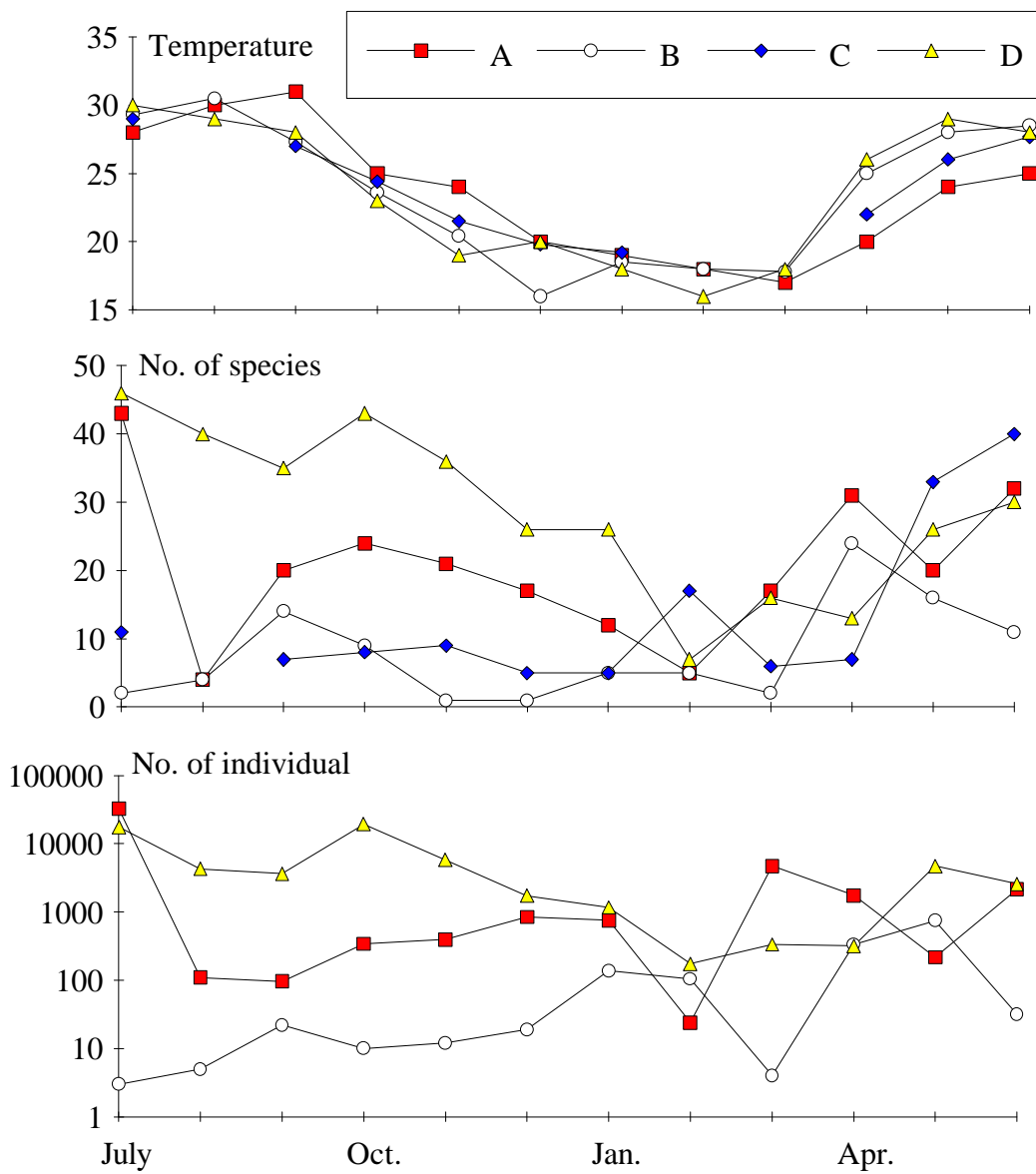


圖 2 淡水河口 A, B, C, D 四區水溫與仔稚魚豐度的季節性變動 (A,B,C,D 參照圖 1).

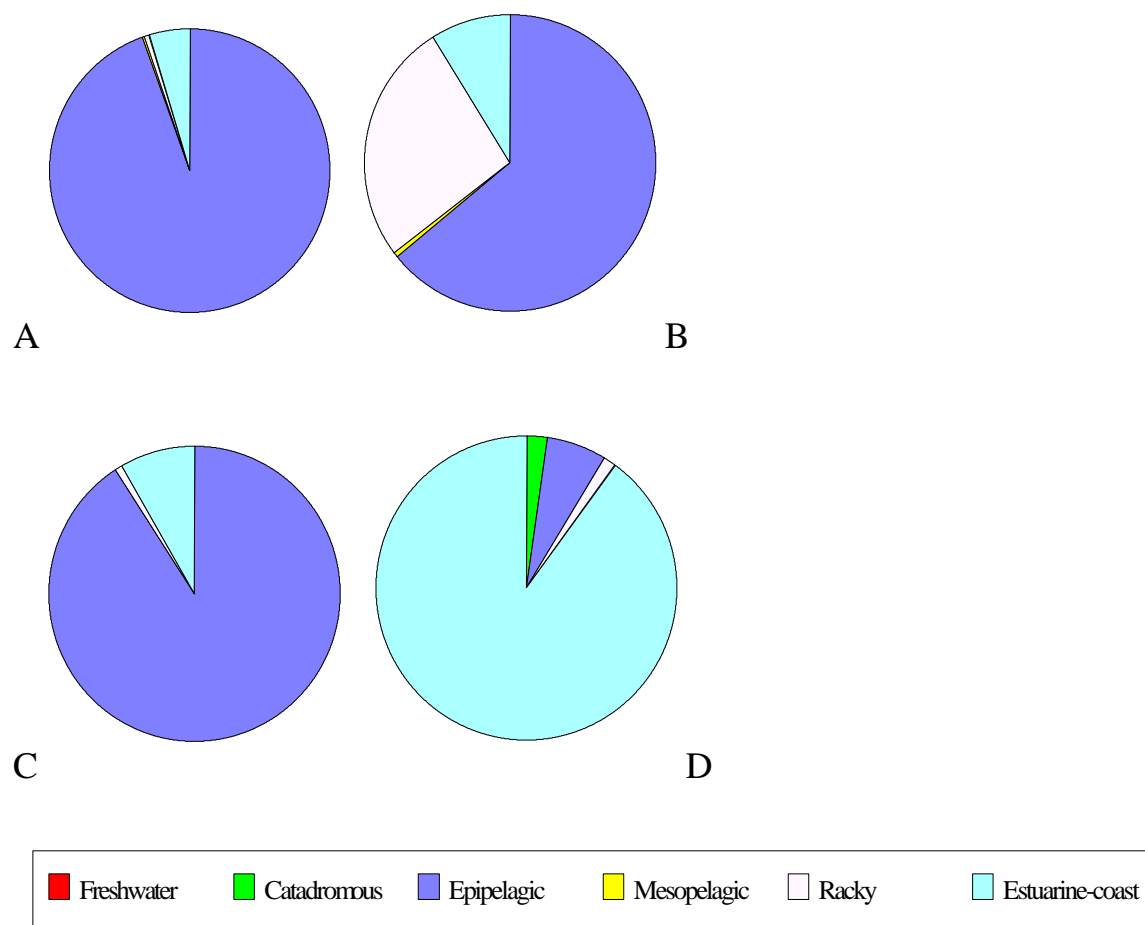


圖 3 淡水河口 A, B, C, D 四區仔稚魚棲性組成之比較 (A,B,C,D 參照圖 1).

表 1 淡水河口仔稚魚的種類組成 (A, B, C, D 參照圖 1).

Taxon	A		B		C		D	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
ANGUILLIDAE								
<i>Anguilla japonica</i>							855	1.3
<i>Anguilla marmorata</i>							161	0.2
<i>Anguilla bicolor</i>							17	
pacifica								
CLUPEIDAE								
<i>Etrumeus teres</i>	164	0.4			71	0.3		
<i>Dussumieria</i>	1				250	0.9		
elopsoides								
<i>Spratelloides gracilis</i>	84	0.2						
<i>Sardinella</i> spp.	31281	70.2			8073	30.6		
ENGRAULIDAE								
<i>Engraulis japonicus</i>	6857	15.4	791	55.4	3127	11.9		
<i>Encrasicholina</i>	150	0.3			2398	9.1		
heteroloba								
<i>Encrasicholina</i>	1733	3.9			5558	21.1	44	0.1
punctifer								
<i>Stolephorus insularis</i>	105	0.2	1	0.1	286	1.1		
<i>Thryssa chefuensis</i>	1320	3.0	1	0.1	5		86	0.1
<i>Thryssa dussumieri</i>					4034	15.3		
CHANIDAE								
<i>Chanos chanos</i>							713	1.1
SCORPAENIDAE								
<i>Sebastiscus</i>	56	0.1	261	18.3	4		2	
marmoratus								
TERAPONIDAE								
<i>Terapon jarbua</i>	3		5	0.4	2		33835	51.3
SILLAGINIDAE								
<i>Sillago sihama</i>	121	0.3			65	0.2	2006	3.0
<i>Sillago japonica</i>	74	0.2	5	0.4	92	0.3		
<i>Sillago maculata</i>	45	0.1			117	0.4		
LEIOGNATHIDAE								
spp.	161	0.4	3	0.2	1019	3.9	104	0.2
GERREIDAE								
<i>Gerres abbreviatus</i>	1166	2.6			44	0.2	1094	1.6

Gerres macrosoma	13				326	1.2	5751	8.7
Gerres filamentosus					4		319	0.5
Gerres oyena	14				23	0.1		
SPARIDAE								
Acanthopagrus schlegeli	39	0.1			38	0.1	299	0.4
Acanthopagrus latus					4		235	0.4
Sparus major	10				4		459	0.7
MUGILIDAE								
Mugil cephalus	4						691	1.0
Liza affinis							31	
Liza macrolepis	161	0.4			10		3269	5.0
GOBIIDAE								
spp.	72	0.2	41	3.2	135	0.5	14007	21.2
Others	857	1.9	171	13.4	654	2.5	2010	3.0
<hr/>								
Total: no. of family	55		31		45		46	
no. of species	105		63		120		111	
no. of individuals	44591		1279		26343		65968	
<hr/>								