

各子計畫精簡研究結果

子計畫 1--海潮流

詹 森教授

國立臺灣大學海洋研究所

子計畫 2--水文水質

陳鎮東教授

國立中山大學海洋科學系

子計畫 3--植物性及動物性
浮游生物調查

陳孟仙教授

國立中山大學海洋科學系

子計畫 4--底棲動物調查

劉莉蓮教授

國立中山大學海洋科學系

子計畫 5--魚類調查

黃榮富教授

國立高雄海洋科技大學水產養殖系

子計畫 6--網站架構與綜合
討論

楊穎堅副教授

國立臺灣大學海洋研究所

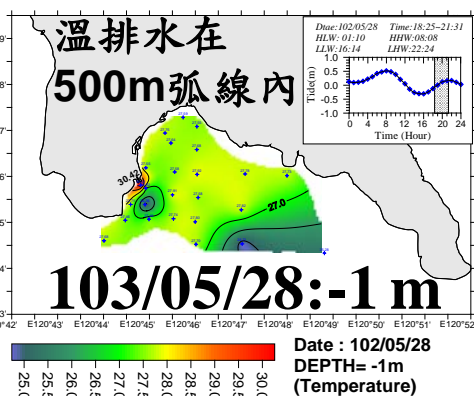
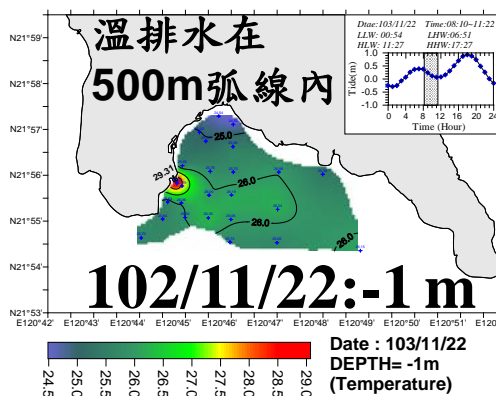
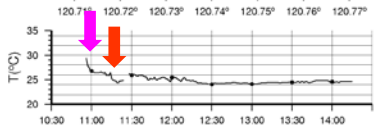
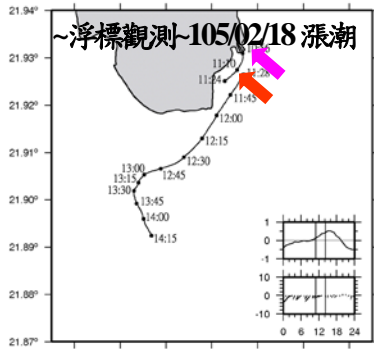
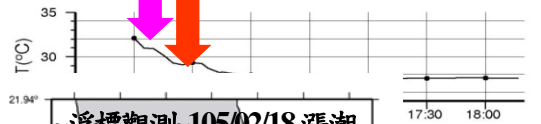
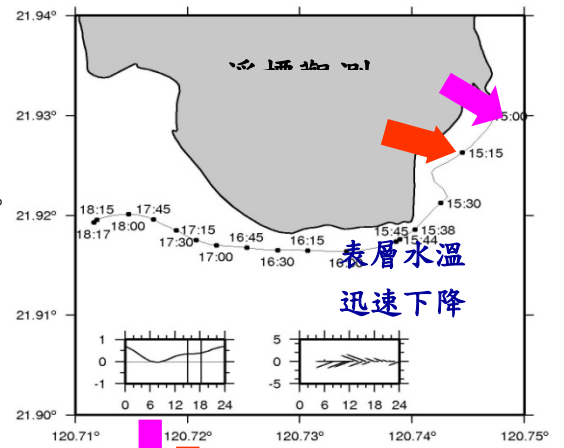
各子計畫精簡研究結果如下：

子計畫 1--海潮流

一、自民國 92 年 1 月 1 日起，由詹森教授負責，精簡之研究結果

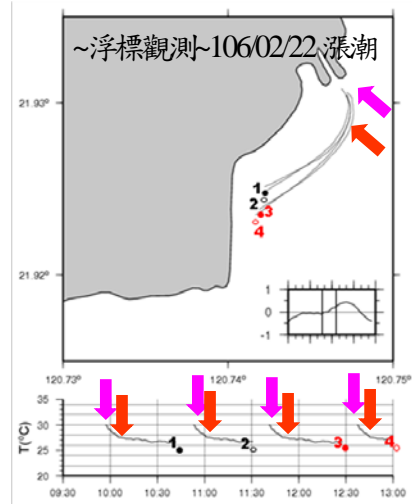
如下：(自民國 92 年 1 月 1 日至 105 年 12 月 31 日)

- 一 漂流浮標資料顯示民國 92~105 年漲潮流從出水口流向西南或往正南流，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行，繞過貓鼻頭，往西再沿海岸往西北走，或繞過貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，若能進入第三核能發電廠附近海域外緣海域，則順退潮水轉往東流動。漲潮流時釋放，浮標若隨漲潮流漂向南或東南，則將轉往南-東南向流動，若於灣內，則流速不大，若離海岸影響範圍則流速增大可達 2 節 (1 m/s) 以上。漲潮時，溫度迅速下降，此一特性顯示溫排水對於海灣內的影響不大。
- 一 漂流浮標退潮時往東流或東北流再回流至出水口岸邊或到達後壁湖港口東方，過後壁湖港口東方之後則沿著港口附近的潮間帶地形再轉往西北方流動，最後會到達後壁湖漁港東北方淺灘區；退潮時段往東流或往東北流後若再轉往東南方流動，則有往鵝鑾鼻直流之趨勢；退潮時段若往西南或東南方向流後則有轉往南方流動之趨勢。
- 一 核三廠海域溫排水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，隨潮汐漲潮時往西南約 500~1000 m，退潮時往東-東南約 200~500 m，大部份分佈於海面至水深 3~5 m 以內，範圍約在距排水口 1000 m 圓弧線內。

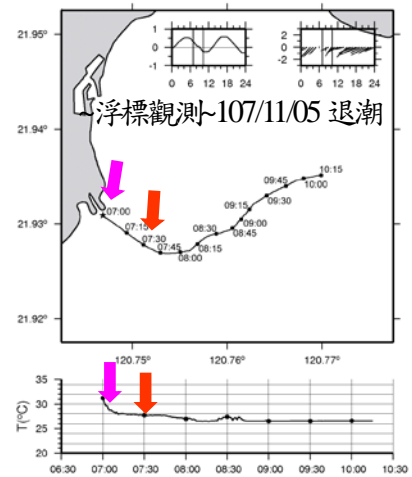


二、 106 年第 1 次~ 107 年第 4 次 (期末報告) 之精簡研究報告結果：

— 民國 106 年 2 月 22 日漲潮漂流浮標觀測，共分四段次佈放，漂流軌跡相近似，浮標於漲潮時段離開出水口後先往南南東方漂流，以順時針方向逐漸轉往南方、再轉西南，後擱淺於礁石區，四段次淨流流速分別為 0.30 m/s、0.37 m/s、0.34 m/s 及 0.40 m/s，流向為 219°、220°、217° 及 217°。溫排水影響範圍於小潮漲潮時段漂流距離 200m 後水溫即降至 28°C 以下，與背景水溫溫差 3°C 以內。

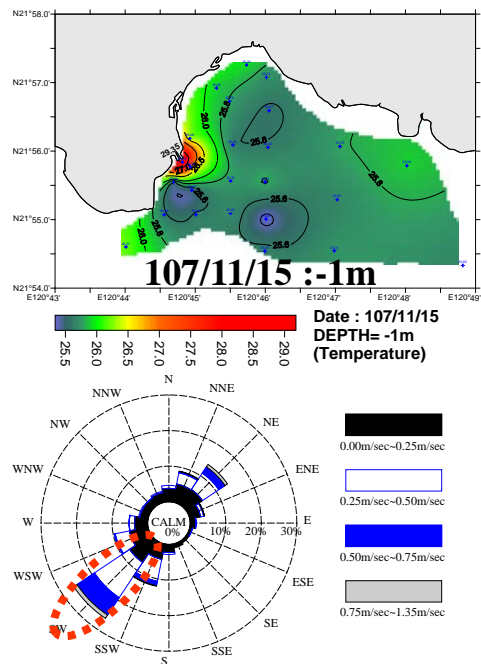


— 民國 107 年 11 月 15 日大潮退潮段，其淨流流速為 0.21 m/s (對應流向 078 度)，在出水口附近即往東南東方漂移、流速約 0.45 m/s，離出水口後繼續往東南方流動，後轉南南東向，流速介於 0.22~0.27 m/s，轉東再轉東北向，流速介於 0.13~0.30 m/s。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於退潮時段於東南側約為距排放口 500 m 之內。



— 核三廠海域溫排水擴散區域大部份於排水口附近海域西側，漲潮時往西南約 500~1000 m，退潮時往東-東南約 200~500 m，大部份分佈於海面至水深 5 m 內，距排水口 1000 m 圓弧線內。

— 第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果顯示，海流主流向以西南向為主，106 年資料佔 30.1~39.9% 以上，西南西次之，約佔 10.9~19.9%，107 年資料佔 25.1~38.7% 以上，西南西次之，約佔 9.1~19.7%。潮流仍為西南及東北方向流動的漲退潮流現象，漲潮流速明顯大於退潮流速，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主。



— 流經呂宋海峽之黑潮的強弱與北赤道洋流在菲賓律東部海岸的分支點位置關係密切，也跟海洋中尺度渦旋碰上黑潮有關。黑潮流速的強或弱影響黑潮水進南海的寡或多，進一步影響核三廠海域水團的特徵。

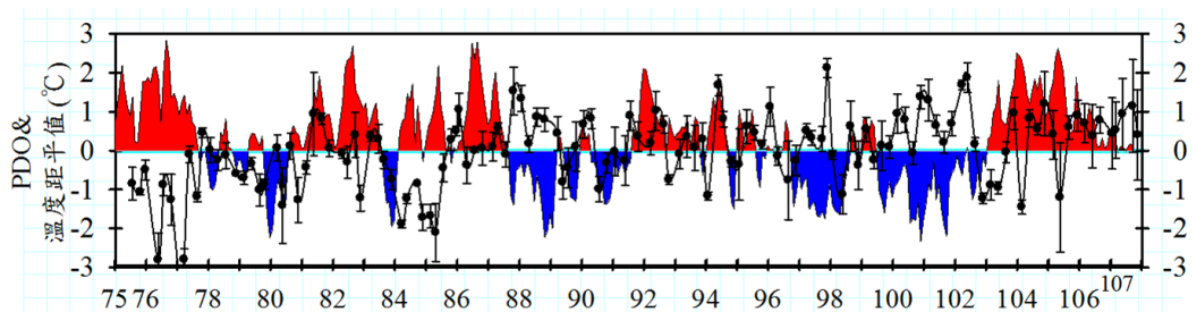
施測期間：107/11/04/1000~107/12/16/1600
最大流速：1.30m/s (對應流向 47.6 度)

子計畫 2--水文水質

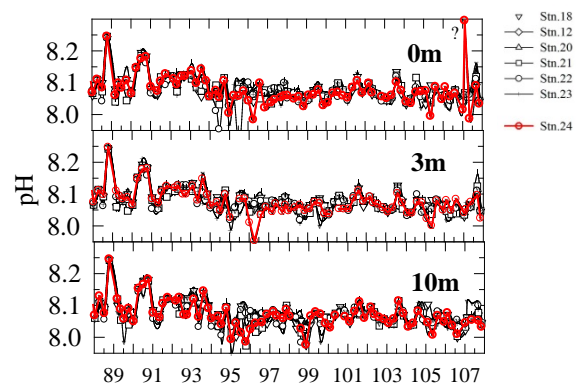
一、自民國 82 年 1 月 1 日起，由陳鎮東負責，精簡之研究結果如下：

一本海域夏、秋季之溫度較春、冬季來得高，溫度變化大致呈此規律性；天候、季節性以及大尺度海洋事件如颱風、聖嬰、反聖嬰，以及太平洋十年期振盪為影響此區溫度變化的主要因子，而並非溫排水。溫排水只影響至 24 站表水，深度 5 公尺以下則沒有受到影響。

一由 75 年 7 月至 107 年 11 月本海域長達 33 年溫度距平值(當月測值-歷年月平均值)與 PDO 之變化可以看見，本海域的溫度距平值早期大都偏低，而於 87 年之後則大都偏高，似乎顯示了海洋暖化的現象；75~78 年的聖嬰/正 PDO(暖相)對應的是距平低值，而 99~103 年的反聖嬰/負 PDO(冷相)則對應了溫度距平高值，然而並非所有的大尺度海洋溫度距平高低都對應著本海域應有的溫度變化(下圖)。

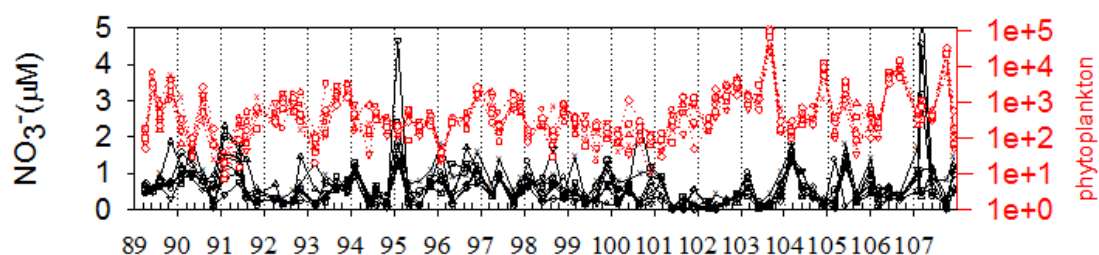


一本海域 pH 值皆符合環保署所公佈的甲類海域的水體標準「甲類海域之水質標準，氫離子濃度指數應在 7.5~8.5 之間」。比較 88 年至今，pH 值隨著時間有漸漸變低的現象(右圖)，似乎反應著全球海洋因二氧化碳含量增加而趨向酸化之現象，而與電廠之運轉無關。



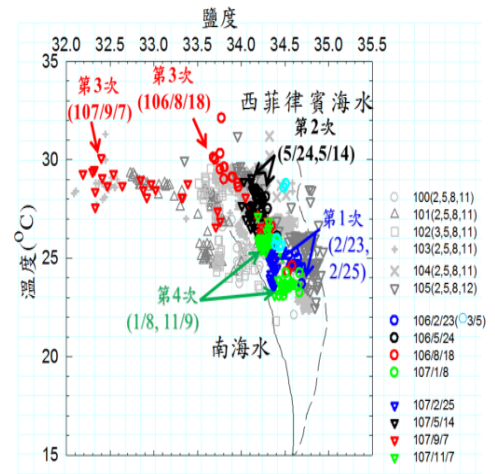
一溶氧量以及總殘餘氧化劑濃度值均符合環保署「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」以及「殘餘氯量 1 mg/l 以下」之規定。

一營養鹽資料顯示，此海域目前並沒有受到有機質的污染。而水體中營養鹽含量的變化似乎受控於植浮的利用或是釋出，兩者之間呈現負相關(下圖)。

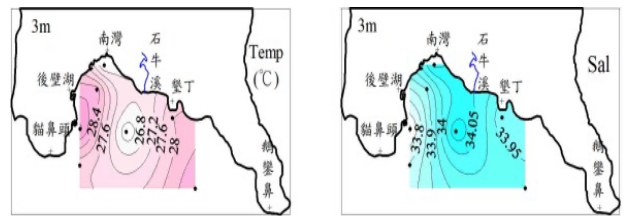


二、106 年第 1 次~107 第 4 次 (期末報告) 之精簡研究報告結果：

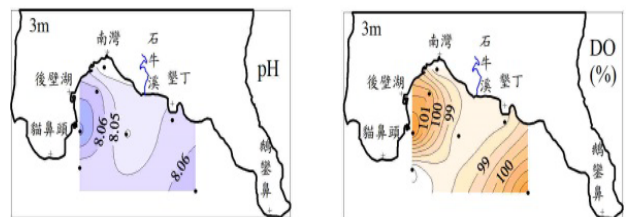
—106、107 年核三廠附近海水仍屬於西菲律賓海水以及南海水的混合水，季節性的變化僅在 107 年 9 月因陸源水的流入而鹽度變低，其餘變化並不大。8 次調查中，表水溫度值均較歷年高，呼應了 106 年 11 月 6 日在德國波昂開幕的氣候大會中，聯合國氣象組織報告中指出全球年均溫已經連三年創新高，106 年更可能成為非聖嬰年中、最熱的一年。



—106 年第 3 次在第 18 站有觀測到冷水湧升的現象，該次採樣的日期為 8 月 18 日，並非大潮時段，但卻是天鴿颱風(8/20~8/22)侵台的前兩天，因此此低溫湧升極有可能是由颱風所引發。



—107 年第 1 次 pH 介於 8.048~8.295 之間，平均 8.082 ± 0.064 ，其中測站 22 以及測站 24 表水的值 8.255、8.295 高於其他測站許多。過往僅有一次(88 年 10 月) pH 高達 8.20 以上；而這兩站表水的硝酸鹽含量不僅高於其他測站，同時也是歷年來最高值，可能是有外物流入，造成 pH 及硝酸鹽升高。



測站	深度	採樣時間	溫度	鹽度	pH	DO	DO	透明度	NO ₃	NO ₂	PO ₄
			°C	(autosal)	total ion	mg/l	%		μmol/l	μmol/l	μmol/l
22	0	11:45	25.1	34.417	8.255	6.84	101	9	4.56	0.12	0.13
	3	11:54	24.7	34.364	8.050	6.86	101		0.52	0.09	0.05
	10	11:50	24.9	34.375	8.048	7.03	103		0.20	0.12	0.04
23	0	12:10	25.5	34.374	8.061	6.84	102	14	3.17	0.08	0.16
	3	12:20	25.0	34.334	-	6.95	103		0.37	0.04	0.03
	10	12:16	24.8	34.331	8.114	6.90	101		0.33	0.08	0.06
24	0	07:35	25.9	34.399	8.295	6.71	100	13	5.88	0.09	0.12
	3	07:50	24.0	34.364	8.052	6.86	99.3		1.00	0.08	0.07
	10	07:45	23.5	34.368	-	6.86	98.5		1.08	0.08	0.08

—蘭嶼貯存場附近海域 106、107 年 8 次之水溫距平值(當月測值-歷年月平均值)有 7 次為正值，並未觀察到 PDO 為暖相時，本海域水溫偏低之現象。推測此區水溫之距平高低值與 PDO 冷暖相之關係較不明顯，或因水樣取自岸邊淺水，因此受氣溫的影響較大。

子計畫 3--植物性及動物性浮游生物調查

一、自民國 85 年 7 月 1 日起，由陳孟仙教授負責，精簡之研究結果如下：

一歷年來植物性浮游生物的密度在實驗和對照測站間無顯著差異；動物性浮游生物的豐度則多以實驗測站(溫排水影響範圍)高於對照測站，顯見溫排水對南灣海域之浮游生物的豐(密)度並無明顯的影響。本海域的浮游生物變動，除自然的四季更迭外，亦與大尺度的氣候變遷有關(圖 1-(A&B))。

一南灣海域植物性浮游生物中的束毛藻多為每年第 2 次(春季)的優勢種，可佔植物性浮游生物密度高達 50% 以上，為黑潮入侵南灣的指標(圖 1-(C))。

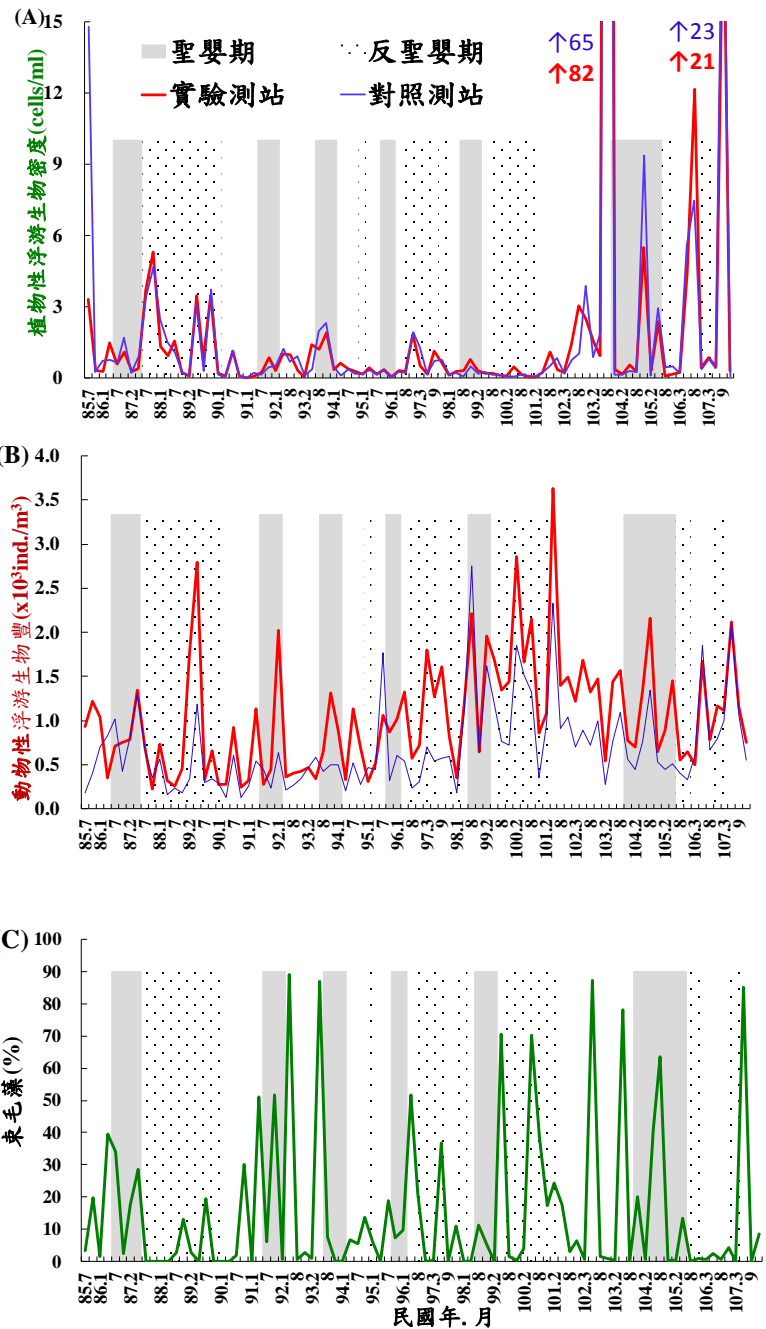


圖 1. 歷年第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站的 (A)植物性浮游生物豐度、(B) 動物性浮游生物密度和(C)束毛藻百分比

二、106 年第 1 次~107 年第 4 次 (期末報告) 之精簡研究報告結果：

—106-107 年八次的調查結果，以沉澱法分析之植物性浮游生物的密度分別在 106 年第 2 次和 107 年第 2 次採樣高於歷年同次平均值，其餘六次則均低於或相近於歷年同次平均值；以濃縮法分析之植物性浮游生物的密度亦分別在 106 年第 2 和 3 次和 107 年第 2 和 4 次採樣高於歷年同次平均值，其餘四次則均低於或相近於歷年同次平均值；動物性浮游生物除 106 年第 2 次和 107 年第 1~4 次採樣高於歷年同次平均值外，其餘三次均低於或相近於歷年同次平均值。

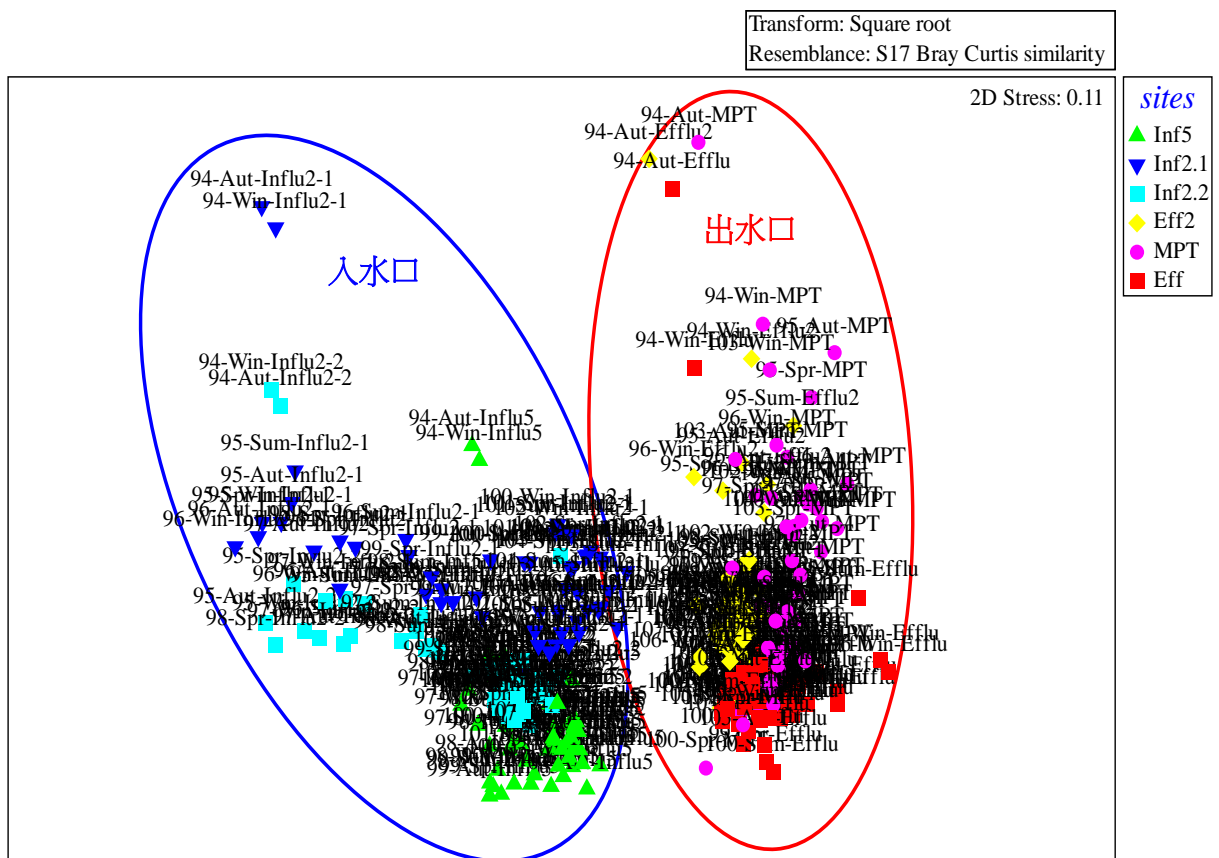
表 2. 歷年第三核能發電廠附近海域一年四次浮游生物測值之總平均值

年份	動物性浮游生物(ind./m ³)				植物性浮游生物 (cells/l)								
					濃縮法				沈澱法				
	季別	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
85			952	1,395			9,874	291					
86	1,489	643	738	505	539	1,077	646	1,447					
87	767	1,142	730	368	251	711	5,393	5,880					
88	914	363	230	298	1,820	1,120	1,222	236					
89	1,063	2,161	311	460	123	4,101	624	3,213					
90	260	182	806	176	339	61	1,061	84					
91	273	760	352	311	25	168	168	670					
92	1,120	299	343	346	466	1,090	896	604					
93	427	450	492	833	69	730	1,941	2,245					
94	714	248	826	481	358	337	456	248					
95	663	510	1,317	600	198	377	186	348					
96	888	935	383	523	34	301	314	1,870	10	23	213	264	
97	1,143	869	975	665	1,028	223	1,051	814	269	40	524	80	
98	289	1,201	2,487	616	151	290	170	713	30	194	65	165	
99	1,771	1,374	1,022	1,024	253	219	194	166	115	28	84	34	
100	2,372	1,444	1,634	584	106	249	183	83	20	23	48	86	
101	1,044	2,473	1,141	1,116	73	334	815	667	81	397	166	187	
102	855	2,137	1,145	1,246	206	1,036	1,926	3,136	253	1,089	3,201	2,945	
103	594	1,039	1,270	616	1,176	1,341	77,163	316	674	1,048	78,925	285	
104	603	1,118	2,146	601	161	443	368	6,636	178	268	366	699	
105	584	952	659	442	235	2,299	244	377	131	2,288	161	80	
106	492	2,610	770	931	252	4,930	9,062	398	110	2,463	4,970	306	
107	1,131	2,436	1,114	606	791	435	22,611	189	775	90	2,258	85	
Mean	884	1,152	950	641	393	994	5,938	1,332	221	663	7,582	435	
S.D	509	764	565	314	444	1,259	16,345	1,807	250	884	22,523	811	

子計畫 4--底棲動物

一、自民國 82 年 1 月 1 日起，由劉莉蓮教授負責，精簡之研究結果如下：

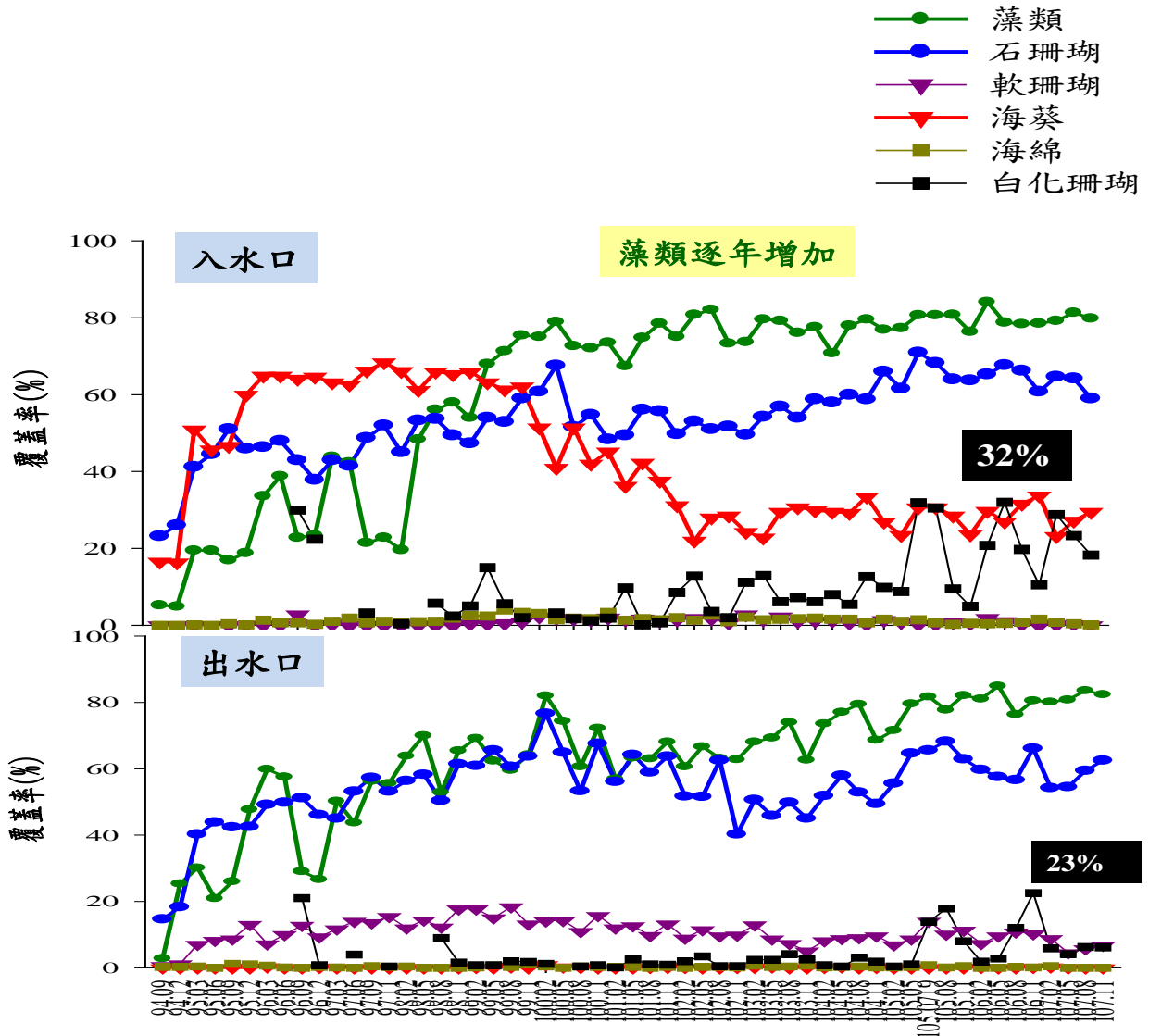
一底棲生物資料顯示底棲生物群聚可分為入水口及出水口南側兩群，入水口主要底棲生物為藻類、石珊瑚及海葵；出水口為藻類、石珊瑚及軟珊瑚，造成二樣區有差異之可能原因有地形、沉積物沉積量差異與溫水排放所引起之其他環境因子改變有關，且出水口南側為遊客遊憩的熱門景點，人為干擾亦有影響。



固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物之群聚分析。

二、106 年第 1 次-107 年第 4 次 (期末報告) 之精簡研究報告結果：

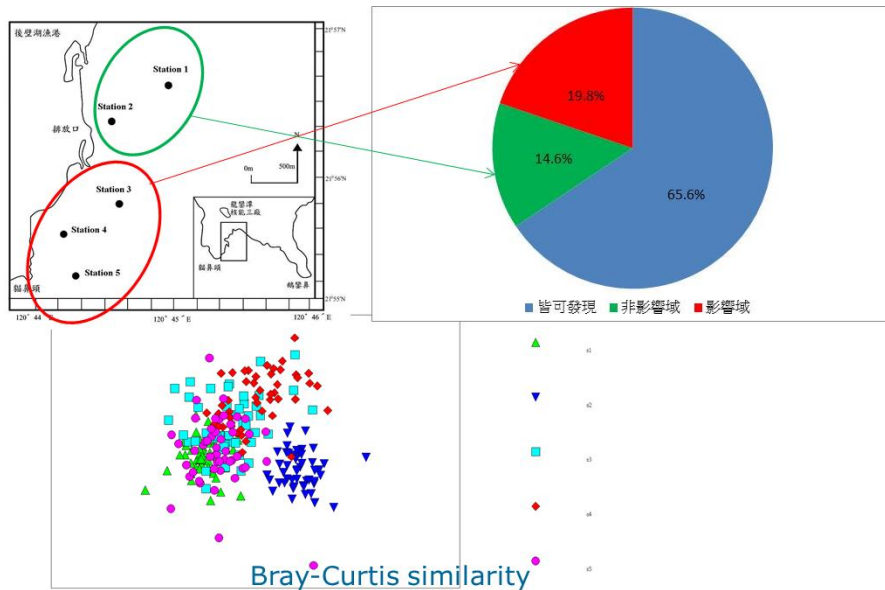
—底棲生物相資料顯示 8 次調查皆有發現珊瑚白化現象，106 年第 3 次 (夏) 白化率最高，且入水口灣內及出水口南側小灣的珊瑚平均白化率與 PDO index 有相關，當指數高時，白化率也增高，此結果顯示珊瑚白化與大環境氣候變遷有關；此外，入、出水口的藻類覆蓋率逐年增加，且與營養鹽濃度有負相關。



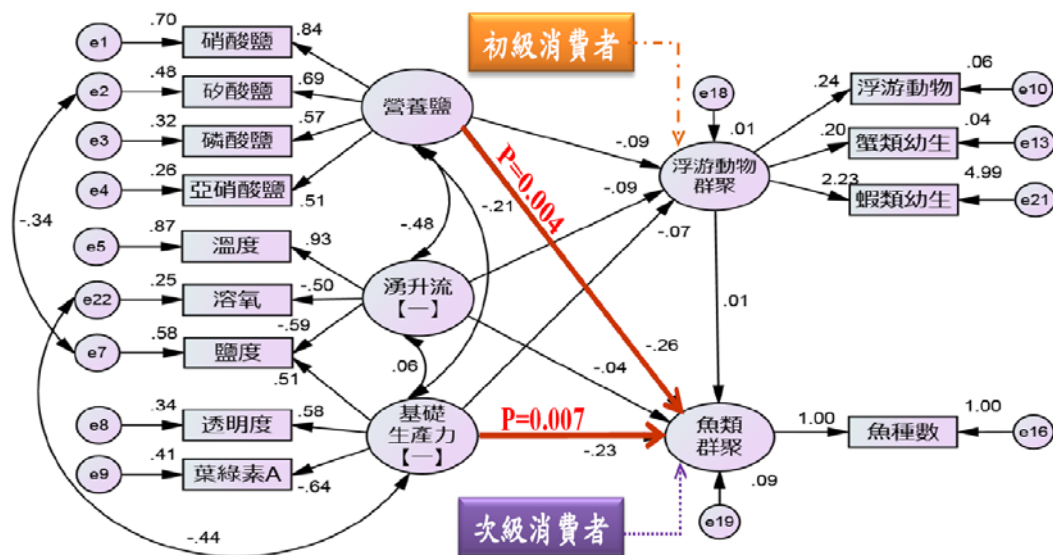
子計畫 5--魚類調查

一、自民國 85 年 7 月 1 日起，由黃榮富教授負責精簡之研究結果如下：

—本研究藉由調查 5 個測站的魚類的群聚組成，探討受溫排水影響區(測站 3、4、5)與未影響區之間(測站 1、2)魚類群聚組成差異性，發現雖然第 2 測站呈現為獨立分群，然並不顯著，係因本海域大多數的魚種在影響域及非影響域間皆可發現，顯示溫排放水並未對本海域的魚類群聚組成造成影響，測站間魚類群聚組成的差異主要受到礁石、底質及水深之影響。

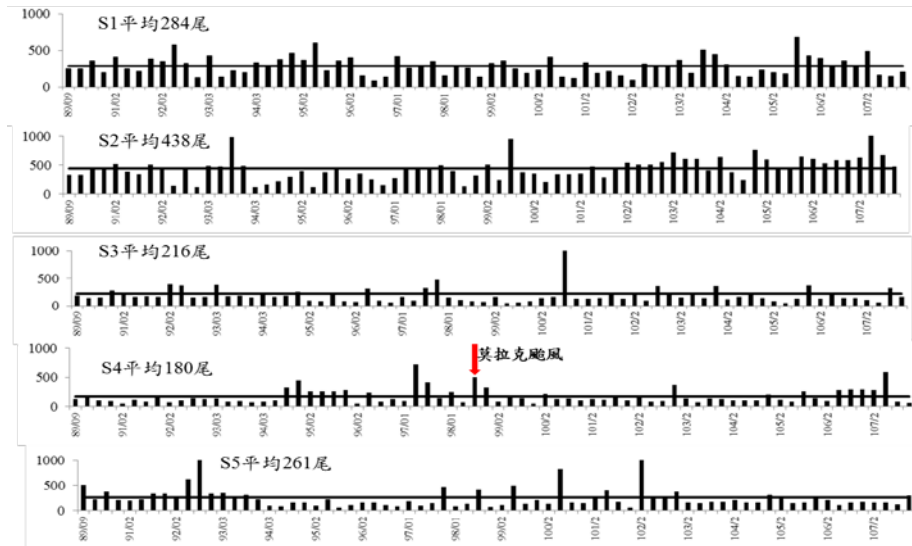


—本研究利用結構方程式建構第三核能發電廠附近海域生態變動模式，發現計畫區附近海域的營養鹽多寡及基礎生產力的高低與魚類群聚呈現顯著線性關係，與溫度相關的湧升流與魚類群聚的相關性不顯著，係因影響域內有低溫水湧升時，並未觀察到魚類來游率的增加或減少。

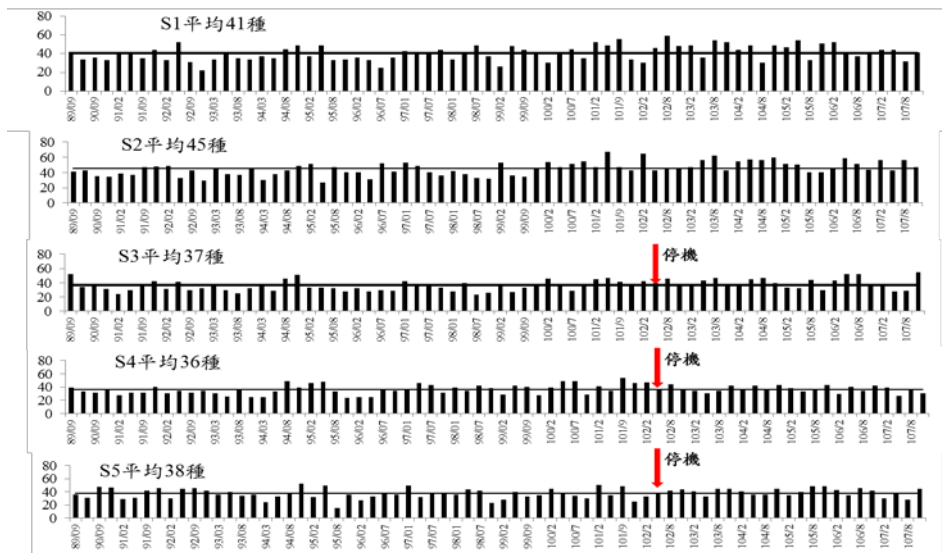


二、106 年第 1 次~107 年第 4 次 (107 年期末報告) 之精簡研究調查報告:

—不同測站魚尾數平均值介於 180 尾(St.4)~438 尾(St.2)之間，測站 2 的魚尾數及魚種數較多，與保育區的設立有關，墾丁國家公園委託調查之「後壁湖海洋資源保護區資源調查」報告內容(詹等, 2009)也顯示「後壁湖海洋資源保護示範區」為整個海域內魚種及數量最豐富的地方。



—不同測站魚種數平均值介於 36 種(S3)~45 種(S2)之間，歷次調查並未發現溫排水域魚種數有偏低的現象。



—歷年資料顯示第三核能發電廠附近海域的珊瑚礁魚類的群聚組成受到測站-礁石環境;年度-大環境變化(颱風、聖嬰及反聖嬰)、政策(設置保護區-94 年)影響呈現時空變動現象。

—溫排水對第三核能發電廠附近海域的魚類群聚組成影響小。

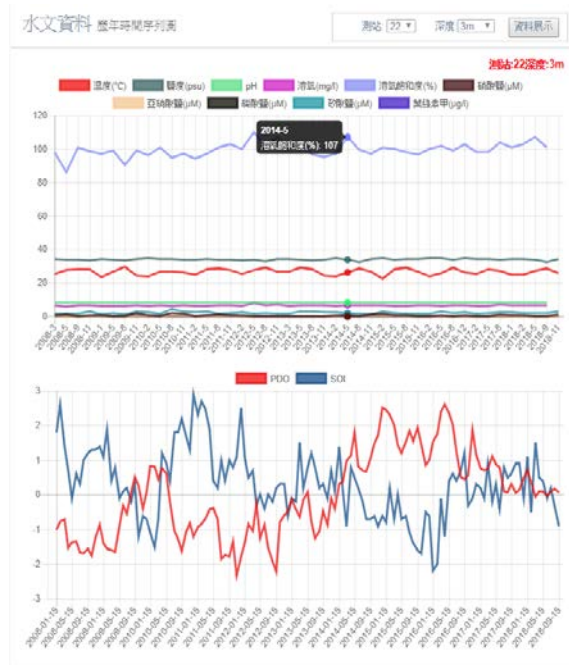
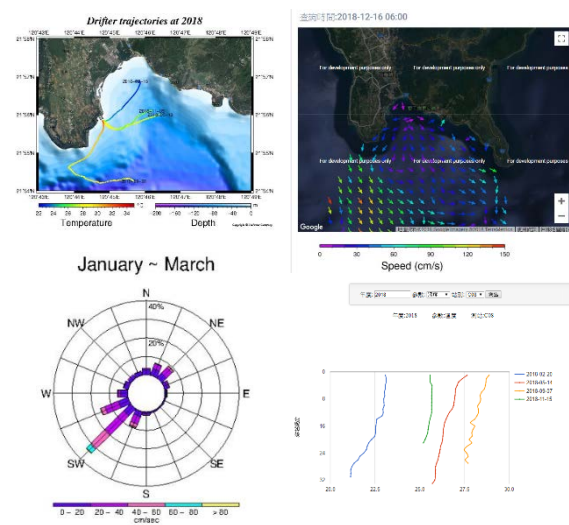
子計畫 6--網站架構與綜合討論

一、自民國 102 年 1 月 1 日起，由楊穎堅教授負責，精簡之研究結果如下：

一由於各子計畫多年來已累積了相當成果，且各子計畫之間的作業互有關聯，因此為求有效將各子計畫的成果與其他子計畫的研究人員分享，以期展現更完整的成果，本子計畫設置一個網站 (<http://npp3.nsysu.edu.tw/>)，將歷年的調查與研究成果公佈網路，提供參與研究人員、業主參考及查詢，並將各子計畫各季的實驗結果與調查資料製成資料庫，使相關研究人員可立即查詢並相互比對，快速而有效地連接各個子計畫，呈現本計畫整體的成效。

一研究人員專區主要提供各項觀測資料的查詢與線上資料繪圖，觀測資料查詢可就各項觀測數據查詢。線上繪圖部份將水文資料、海流資料、CTD 資料、海水表溫、氣象衛星雲圖及 MODIS 水色衛星，建立線上繪圖資料展示。各計畫測站分佈圖、海流資料之漂流浮標查詢、CTD 資料、Codar 海流資料查詢等，則以 Google Map 平台展示其資料概況，讓相關研究人員能藉由此系統，獲取第三核能發電廠及蘭嶼貯存場(低放貯存場)附近海域之生態調查之完整資訊。

一網站所架構的資料庫，除了彙整本計畫的觀測資料外，為了能橫向整合以及研究南灣海域與外海環境之關聯，亦將建立呂宋海峽及北南海附近海域衛星遙測海表面溫度、氣象雲圖、PDO、SOI 等資料庫，供各個子計畫運用。



二、106年第1次~107年第4次（期末報告）之精簡研究成果如下：

一研究人員專區首頁更換

今年度首頁部分增加了水文資料與動物性浮游生物資料歷年時間序列圖的展示，在水文部分提供溫度、鹽度、pH、溶氧、溶氧飽和度、硝酸鹽、亞硝酸鹽、矽酸鹽、磷酸鹽、葉綠素甲等十個參數之時間序列，並在其下方同時展示PDO與SOI指數供使用者參考。而動物性浮游生物資料，包含動物性浮游生物量-濕重與乾重、動物性浮游生物量-排水容積量及生物沉澱量、動物性浮游生物量總豐度、植物性浮游生物量密度等六種參數之時間序列。

一更新水文及海流資料至 107 年第 4 季

水文資料以時間序列、散射圖、水平面溫度分布圖、水文資料剖面圖的方式呈現。而海流資料庫，資料呈現以時間序列圖、流場統計圖形與漂流浮標軌跡展示各項數據。

一更新氣象與衛星資料至 107 年第 4 季

持續更新氣象與衛星資料庫，氣象資料庫有衛星雲圖及海象資料，衛星資料庫含遙測海表面溫度(SST)及海洋水色衛星(MODIS)，供使用者可以藉由查詢介面，了解該區各時段的氣象資訊。

