

冬季台灣近海海洋環境因素 與浮游生物生產之關係

曾 文 陽

陳宗雄、胡興華、陳春暉

The Relationship Between the Environmental Factors
and the Plankton Production in the
Neighbouring Seas of Taiwan in Winter

By

Wen-young Tseng

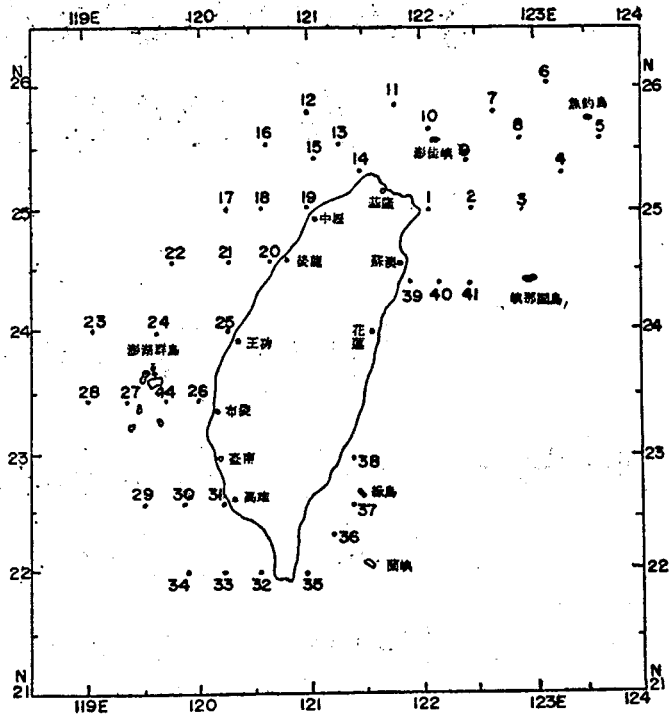
Tzong-shyong Chen, Sing-hua Hu, Ch'ung-Hui Chen

引 言

自從1966年9月C.S.K (Cooperative Study of the Kuroshio Current) 探測台灣海峽工作以，每年探測兩次至1969年共計探測八次。吾人開始對台灣附近之海洋環境漸漸有所了解，但是由C. S. K探測的觀測與航線中我們可以看出此項計劃的工作重點以黑潮主流為主，而對台灣海峽及台灣東北部方面僅為零星的觀測。因此在這兩區資料甚為缺乏。台灣海峽是本省許多經濟魚類的重要魚場 (Liu, 1963) 而台灣東北部更是黑潮由台灣流往日本所經之處，也是我國黑潮資料與日、韓等國資料連接之關鍵所在，而且也是最好的產鯖魚的重要場所，從八次C.S.K觀測報告中發現所有觀測之時間皆不在冬季 (11~2月) 間，故此段時間所做的資料極為可貴，況冬季由11月—2月間正是許多重要魚類如鯖和烏魚等的盛魚期正需要一般的海洋水文生物做為研判，本省有關海洋生物之資料甚是缺乏，本所自1966年配合黑潮探測也曾做過探測 (曾, 1970)，台大動物系 (廖, 1969) 和國際海洋學會中國分會 (1970) 等有關於浮游生物一般的生產與分佈情形；但大部分的資料却屬於局部或片斷性的或者是在春夏兩季所探的資料很少 (幾乎沒有) 冬季的資料；浮游生物包括動物性浮游生物及植物性浮游生物兩大類，植物性浮游生物為海洋生產者，動物性浮游生物為最初消費者，魚類以動物性浮游生物為食，動物性浮游生物以植物性浮游生物為食，故浮游生物可做為魚場好壞的指標 (Indicator) 浮游生物為隨水塊漂移之微小生物，為了要了解海洋裏生產量的情形，必定要從事水文，營養鹽等基本工作，本文積以上種種因素故做此工作。

本文之資料由本所海憲號試驗船於民國59(1970)年11月19日~12月8日在本省附近海域作41個觀測站(如圖一),由水深300公尺以上,作全盤性之採集與觀測,主要工作是以台灣東北部及台灣海峽為主,工作項目包括水文、營養鹽、全浮游生物(Total Plankton)、稚魚及漂流瓶之施放,俾能補足我國在台灣附近海域缺乏之資料並明瞭鱒、烏魚盛漁期之海洋環境,稚魚及漂流瓶因工作尚未結束,擬另文報告、在此次觀測中至台灣東北部時因風浪過巨,曾錨泊釣魚台列島附近1,500公尺,水深48公尺的“S”點並做每2小時一次之全24小時連續觀測(曾等,1971),擬供今後台灣東北部及附近海域解釋其他資料(生物、水文全天候變化)之參考。

本工作得鄧所長之鼓勵,劉繼源先生,海憲號全體船員及生物系全體同仁之協助採集與整理資料,謹此致謝。



圖一 觀測站位置

材 料 與 方 法

水 文 觀 測

水文觀測在各預定之觀測站作表面至水深300公尺之採集與觀測。水樣及溫度依照下列各層次, 0m, 10m, 20m, 30m, 50m, 75m, 100m, 150m, 200m, 300m 等共採集10次, 並量得鋼絲之傾斜角度而修正其正確深度。項目有:

1. 深度——以在海憲號試驗船測深儀自動紀錄所得。
2. 氣溫——以兩隻溫度計, 一在有遮避下量度, 另一在無遮避下量度, 由互相校正結果而得。
3. 水樣——以北原式採水器實施採集, 採集時並量鋼繩角度, 以做深度之修正。
4. 水溫——水溫之觀測為當海水採出後迅速用溫度計插入量溫孔中, 經5分鐘以觀測鏡讀至小數點第二位而得。
5. 鹽度——以氯量Kundsén's method(Kundsén, 1953)用硝酸銀滴定後再經日製標準海水修正而得, 應將氯度換算成鹽度、 $S‰ = 0.030 + 1.805 \times Cl‰$
6. 溶解氧——用Winkler's method測定而得、(J.P.; R.J and T.G, 1950)
7. 透明度——用Secch's dick測量而得, 以公尺計算深度。

化 學 分 析

1. pH——以pH meter (TOA electric Ltd 出品之HM-7A型)在室溫下現場測定, 如因風浪過巨操作困難時, 則帶至避風地後立即測定之。
2. 無機磷酸鹽——用Stannous chloride method測定之。(C.S.K. 1969)
3. 硝酸鹽——用Mullin and Riley's method (Morris and Riley, 1963) 並依據 Dr. Klaus Grasshoff method 加 ammonium chloride將硝酸鹽還原成亞硝酸鹽後依亞硝酸鹽之檢驗。

4. 亞硝酸鹽—用 Shinn's method (Shinn, 1941), 如 Bendschneider 及 Robinson (Bendschneider and Robinson, 1952) 應用於海水之檢驗。

浮游生物

以 Norpac net (北太平洋標準浮游生物採集網, 網口直徑 45cm, 網長 180cm, 網布 GG54, 網目 0.33×0.33 mm, 150 公尺水深至表面之標準垂直採集 (C.S.K), 若水深淺於 150 公尺則做底層至表面之採集。浮游生物採上後立即加入濃度 5% 之福馬林液固定保存之。實驗室之整理工作首先除去雜質後將水樣倒置於沉澱量器中, 放置 24 小時使其沉澱完畢後, 讀其所含動植物浮游生物之總沉澱量數 (Marumo, 1957)。再依丸茂 (丸茂隆三, 1965) 計算出, $1m^3$ 海水中所含浮游生物沉澱量之 C.C. 數, 然後再將動物性浮游生物分成六大群類即橈腳類群 (Copepods), 毛顎類群 (Chaetognaths), 甲殼類群 (Crustacean larvae), 水母類群 (Medusae), 皮囊類 (Tunicates) 以及其他類群 (Others), 依其含量之多寡以百分比法圖示於圖形中。

植物性浮游生物

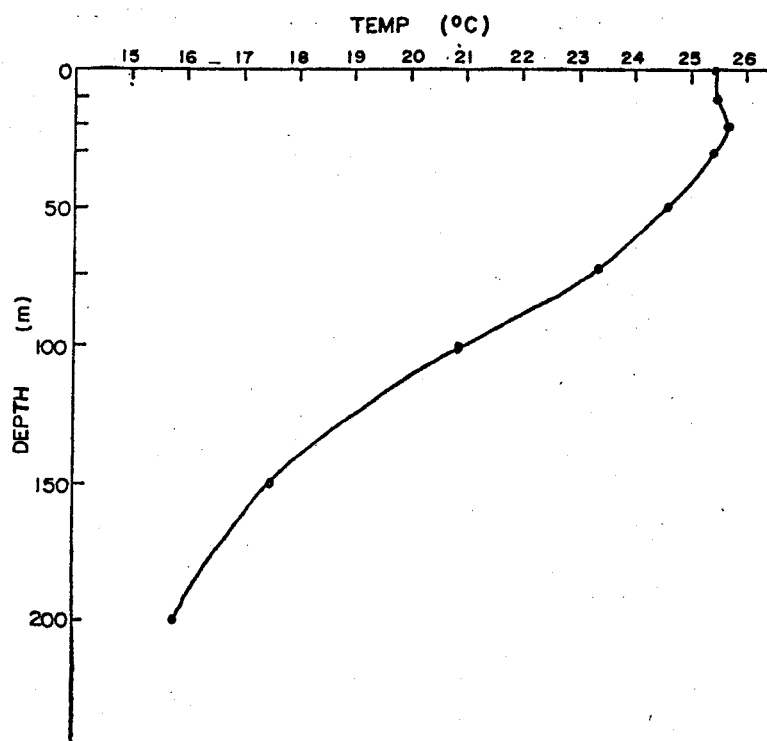
於動物性浮游生物網裡, 設置一網口為直徑 10cm, 網目 xx 17, 之植物性浮游生物網, 和動物性浮游生物網同時做垂直採集, 實驗室整理方法: 每次取樣本液 0.25CC 在顯微鏡下鑑定種類並計算其細胞數, 而後換算每立方公尺之淨量數。

稚魚等大型浮游生物

使用 130cm 稚魚網 (直徑 130cm, 長 430cm) 以慢速在 2 公尺水深處做水平拖曳 10 公尺, 將所得標本瓶中以 5% 福馬林固定保存之。實驗室之整理工作如係動物性浮游生物之整理步驟: ① 生物量測定, ② 六大類之分析, ③ 一般稚魚之分佈等。

結 果

溫 度



圖二 典型溫度垂直分布 (St. 2)

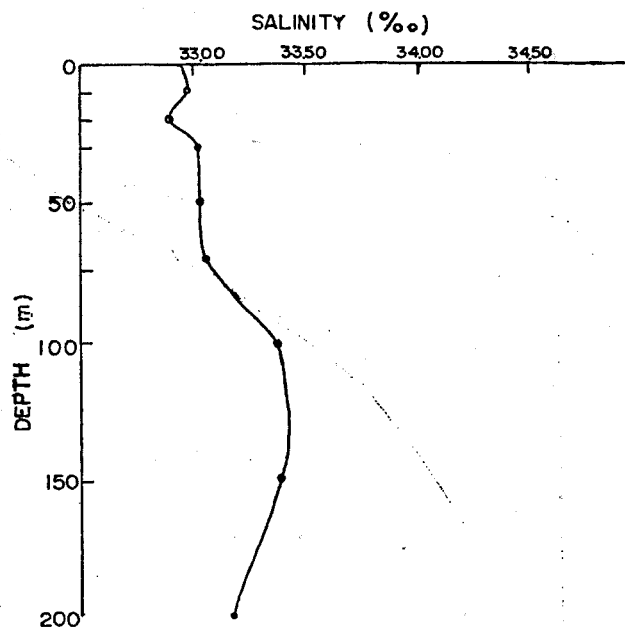
冬季臺灣近海溫度與深度之典型變化關係如圖二 (St. 2) 所示, 在圖裡顯示表面到 30 公尺為同溫度層, 溫度隨深度的變化甚少, 大都接近於 25.5°C ; 30 公尺至 200 公尺, 其溫度隨深度的變化甚劇為一斜溫層。圖四至十六為溫度與鹽度之垂直剖面圖, 做為解釋臺灣近海溫度, 鹽度之垂直分佈關係, 三貂岬正東線 (St. 1.2 和 3); 等溫線之分佈均近乎於平行, 且由沿岸向東部外海急降, 溫度是向東部外海急增, 僅在 50 公尺以上之 2 和 3 站間的溫度變化較小。魚釣島西南線 (St. 3.4 和 5); 溫度變化較三貂岬正西線為複雜, 25°C 之等溫線分佈在 100 公尺以上水域, 100 公尺以下水溫隨深度下降甚急。基隆東北線 (St. 6.7 和 10); 在 50 公尺以上溫度均接近 25°C , 變化較小,

50公尺以下溫度隨深度下降甚急，等溫線是向東傾斜。富貴角西北線 (St. 12.13和14)，淡水西北線 (St. 15和16)，中壢正西線 (St. 17.18和19)，後龍正西線 (St. 20和21)，王功正西線 (St. 23.24和25) 和布袋正西線 (St. 26.27.28和44) 等六條線垂直剖面圖之溫度均約在 21° — 23°C 之間，表層和底層之溫度都很一致，溫度變化不大，是屬於冬季典型的淺海水溫分佈區。高雄正西線 (St. 30和31)；50公尺以上之溫度變化甚小，均接近 24°C ，等溫線是向海岸傾斜。恒春正西線 (St. 32.33和34) 75公尺以上溫度變化小接近 24°C ，75公尺以下溫度隨深度下降甚急，等溫線也是向海岸傾斜。東南沿海線 (St. 35.36.37和38) 在75公尺以上溫度變化較小均接近 24°C ，75公尺以下溫度隨深度下降甚急，等溫線是由36站向37站的綠島附近湧上至38站而緩和。蘇澳正東線 (St. 39.40和41)；50公尺以上之溫度是在 24°C 左右，50公尺以下溫度隨深度下降甚急，等溫線是由沿岸向外海急速下降。

各層次之水溫分佈如圖十六到二十二所示，是由0m，10m，20m，30m，50m，75m到100m層之水溫分佈情形，從這些圖裡顯示，各層次之水溫分佈很是一致。均以台灣海峽中北部水溫為最低溫度範圍在 21 — 22°C ，且由此海域向台灣西海岸，東北方，及南方遞增。溫度最高處是正台灣東北部，東部及西南部等外海，範圍在 24 — 25°C 從溫度之水平變化顯示一冷水舌由西北向東南入侵台灣海峽（中國大陸沿岸流），但此冷水舌為來自東北（東北季風流），（曾，1970）和西南較高溫水團所阻，使冷水舌之中心在滯留在台灣海峽中北部海域。茲舉表層及75公尺層之水溫分佈情形於下：表層水溫最低處是在中壢——王功間之西北方海域，其範圍在 21 — 22°C 之間，水溫的變化是由沿岸向西北外海遞減；其次較低溫的海域是在台灣北部及東北部沿海，水溫為 22°C ，但在東北方外海溫度急增至 25°C ；台灣東部海域水溫為 25°C 左右，台灣西南沿海水溫為 23 — 24°C 之間。75公尺水層之最低溫度是在台灣東北部沿海，溫度最低為 20°C ，水溫由此海域向東急增海至 25°C ；台灣西北海域溫度為 22°C ，西南端為 24°C 。

鹽 度

台灣近海冬季鹽度與深度之典型變化關係如圖三 (St. 2) 所示，從圖裡顯示，0—75公尺之間，鹽度在此區變化甚小，為 32.80 — 33.10% 可視為一同鹽層，75公尺以下鹽度隨深度而增加，可視為一斜鹽層。如圖三至十五為鹽度之垂直剖面圖。三貂岬正東線，0—30公尺間有一低鹽核，鹽度最低為 32.75% ，50公尺以下有一 33.50% 之等鹽線垂直而下，在這等鹽線之右面近岸之鹽度較低，左面離岸之鹽度較高。魚釣島西南線，100公尺以上之等鹽線是成弧形向西彎曲，鹽度範圍為 33.25% — 33.75% ，100公尺以下有一較低鹽核，鹽度為 33.25% 。基隆東北線，表面層鹽度為 33.50 — 33.75% ，其等鹽線成弧形向下彎曲，50公尺以下鹽度較高在 34.00% 以上，等鹽線向上彎曲，富貴角西北線，層表鹽度約在 33.75% ，近岸鹽度較高，30公尺以下有一較高之鹽核，向西北斜下。淡水西北線，在0—50公尺以上，鹽度隨深度略增，鹽度範圍約在 33.50 — 33.75% ，中壢正西線，鹽度範圍在 33.00 — 33.50% ，以18站鹽度較低為 33.00% ，等溫線以18站為中心向下彎曲，鹽度由18站分別向外海及海岸增加。後龍正西線，鹽度範圍在 32.22 — 34.04% 之間，鹽度由近岸向外海遞減。王功正西海；23—24站站間，10公尺以上之鹽度隨深度增加甚急，鹽度由 33.50% ，增至 34.00% ，10公尺以下鹽度是由近岸向外海遞增，其變化範圍在 34.00 — 34.25% ，布袋正西線，鹽

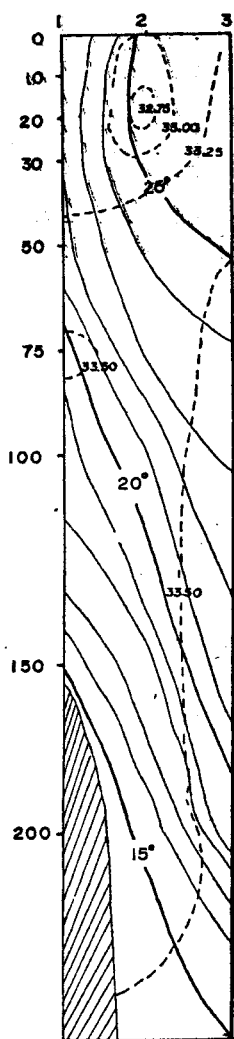


圖三 典型鹽度垂直分布 (St.2)

度範圍33.25—34.50‰，等鹽線均垂直下降，鹽度由海岸向外海急增。高雄正西線；鹽度以表層較低在33.50—33.75‰之間，100公尺層以下較高約在33.75‰以上，鹽度由近岸向外海增加。恒春正西線；75公尺以上，鹽度之變化範圍在33.50—34.00‰之間變化較小，鹽度由近岸向外海增加；75公尺以下鹽度隨深度而急增，等鹽線亦均向近岸斜下，鹽度由近岸向外海急增。東部沿海線；鹽度在20公尺至75公尺之間較低，為33.75‰左右，鹽度由35站向38站遞增，即由南向北增加，100公尺以下鹽度在高於34.00‰。蘇澳正東線；50公尺以上鹽度變化較小約在33.50‰左右，50公尺以下鹽度增至34.00‰；等鹽線均由近海岸向東部外海呈近乎垂直斜下。

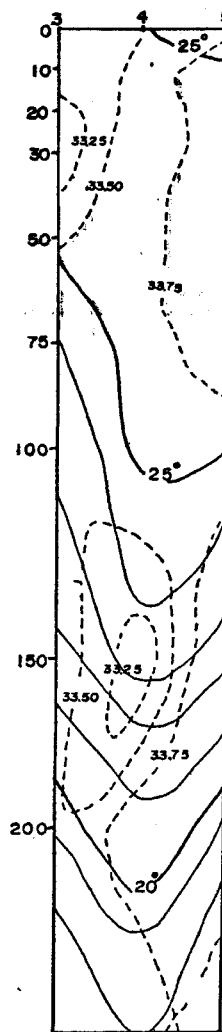
各層次鹽度之分佈：

鹽度由表面0公尺到100公尺水深等七層之分佈情形，如圖十六至二十二，從這些圖裡顯示出每一層之等鹽線之分佈幾乎相近似，鹽度大致以台灣海峽中北部及台灣東北近海為最低，鹽度是都在33.25‰以下；其次為台灣西南海區第30和33等兩站，鹽度較低為33.30‰，鹽度最高處是在台灣西南方外海也就是在澎湖西南方海域，鹽度在34.30‰以上。茲舉0m為例敘述於下：鹽度以東北近海為最低，鹽度為32.91‰，等鹽海以此為中心，向四周成同心圓狀排列，其次為西北外海，即台灣海峽中北部海域，鹽度最低為33.05‰，即在第17測站發現為最低，等鹽線成一弧形由東向西延伸；台灣西南海域，鹽度最低為33.32‰，等鹽線由東南向西北呈弧形排列；鹽度最高處是澎湖西南海域，鹽度高達34.30‰，等鹽線呈弧形向東延伸；台灣東南沿海，鹽度在34.00‰左右，鹽度由近岸向外海遞增。



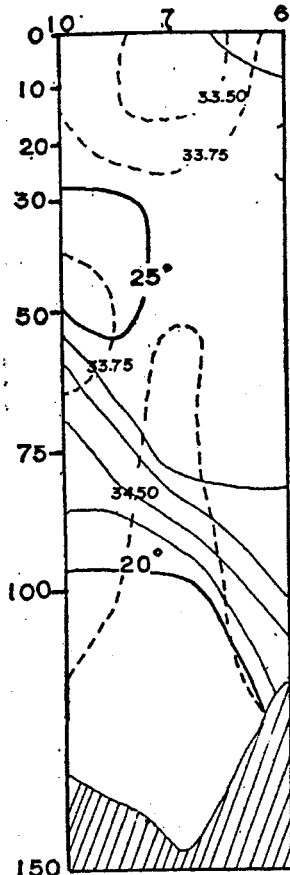
圖四 三貂岬正東線

溫度和鹽度垂直剖面圖

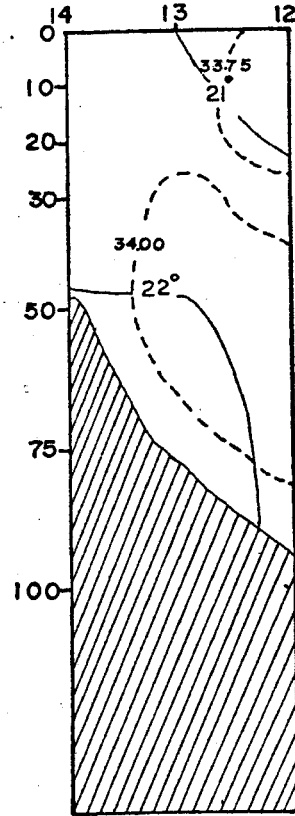


圖五 魚釣島西南線

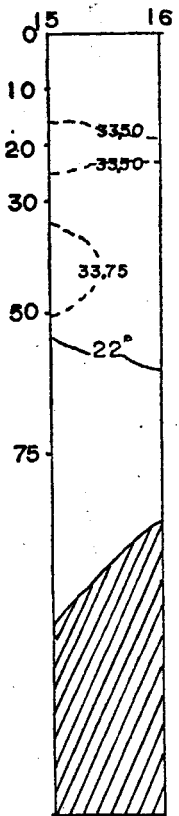
溫度和鹽度垂直剖面圖



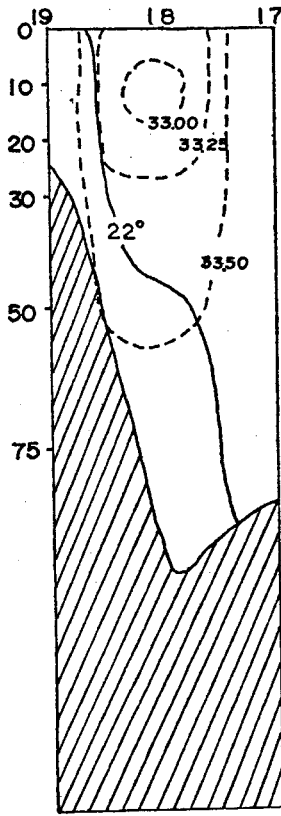
圖六 基隆東北線



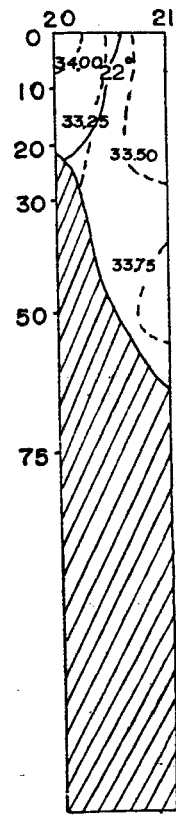
圖七 富貴角西北線



圖八 淡水西北線

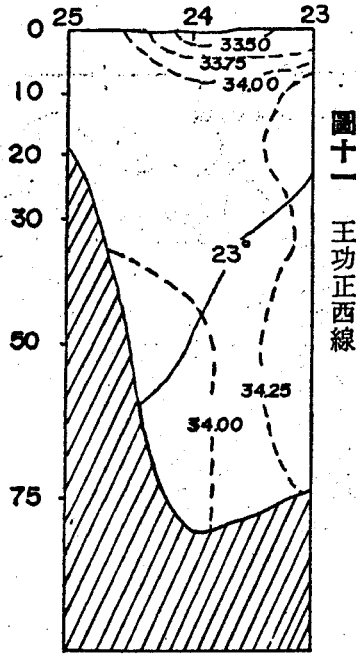


圖九 中壢正西線

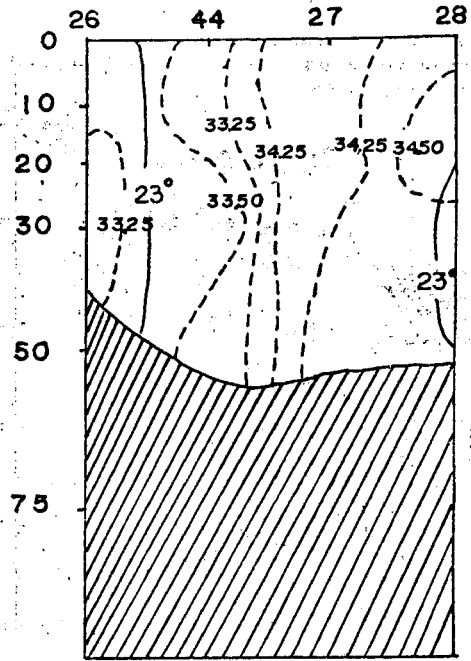


圖十 後龍正西線

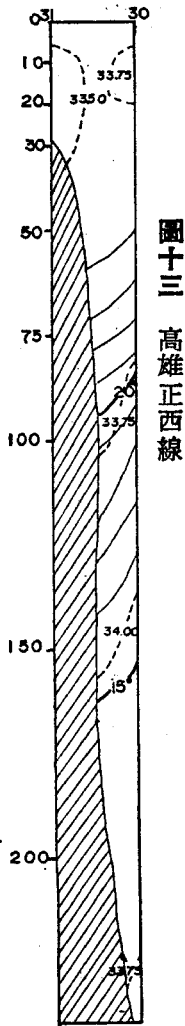
溫度和鹽度垂直剖面圖



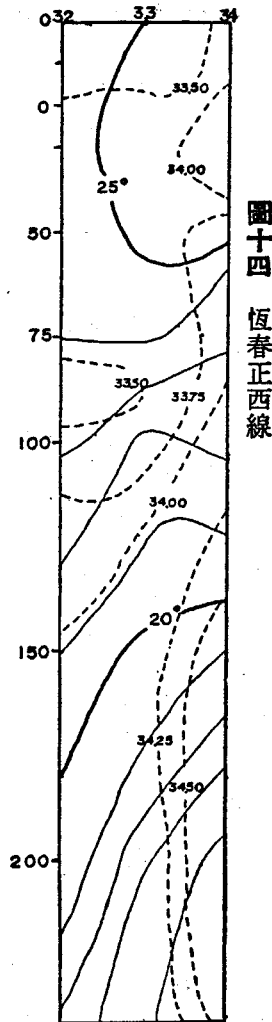
圖十一 王功正西線



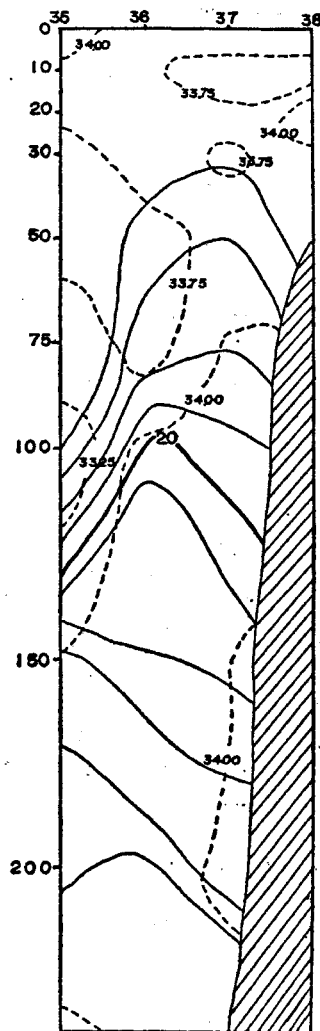
圖十二 布袋正西線



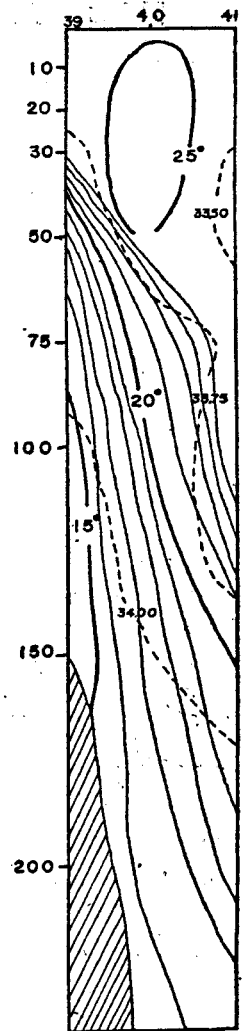
圖十三 高雄正西線



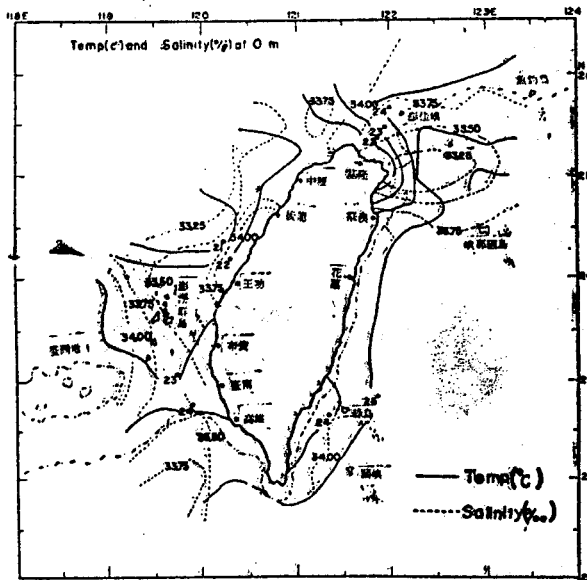
圖十四 恆春正西線



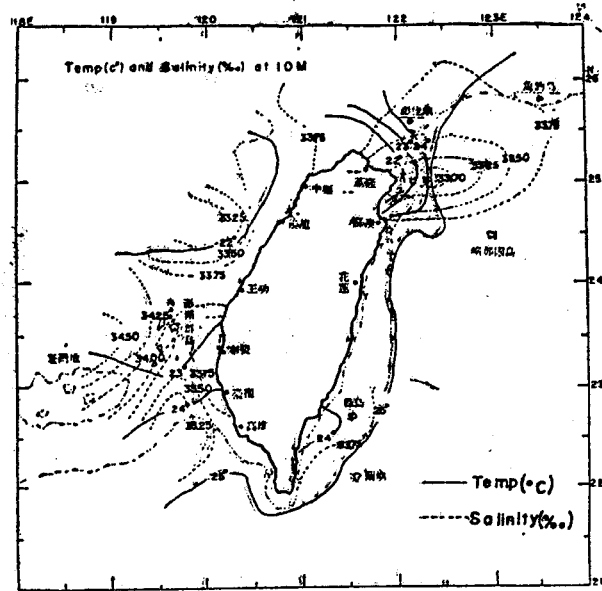
圖十五 台灣東南沿海線



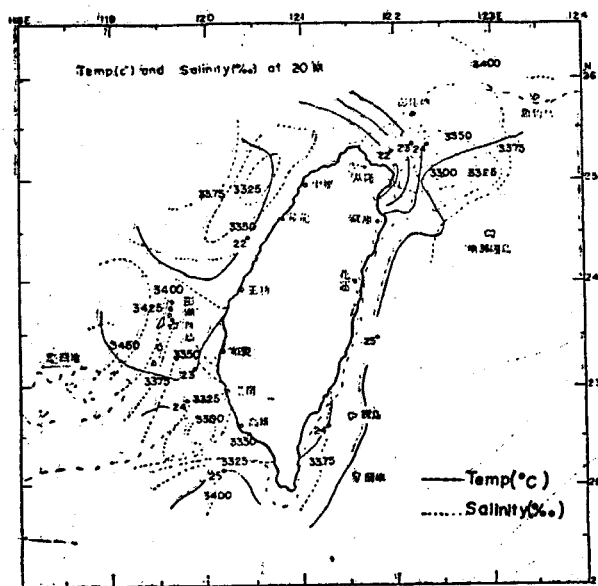
圖十六 蘇澳東南方線



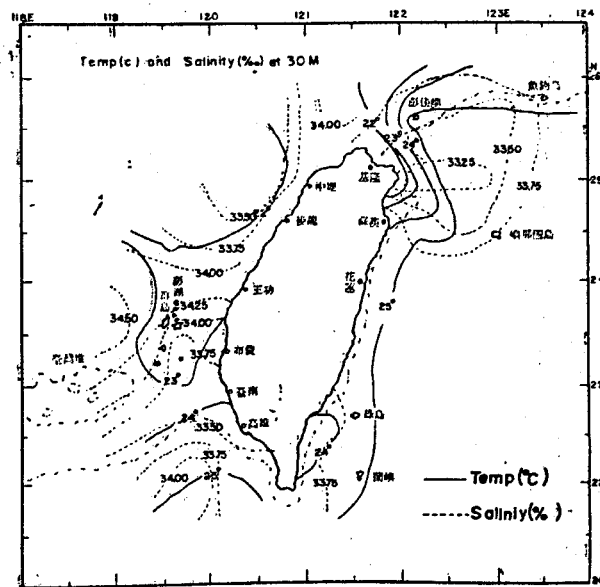
圖十七 表層溫度和鹽度分布



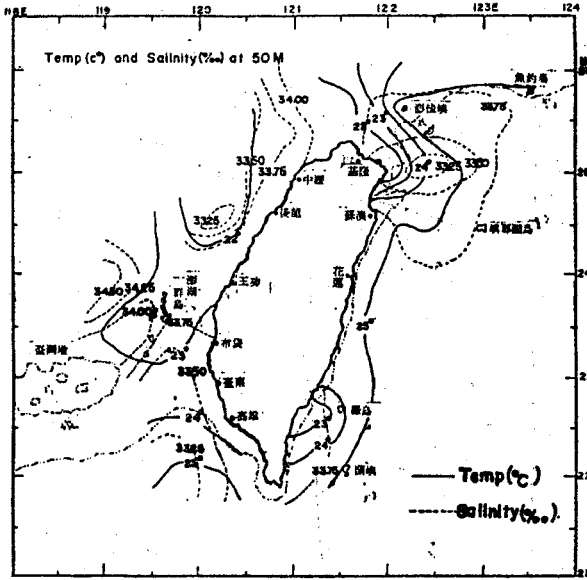
圖十八 10公尺層溫度和鹽度分布



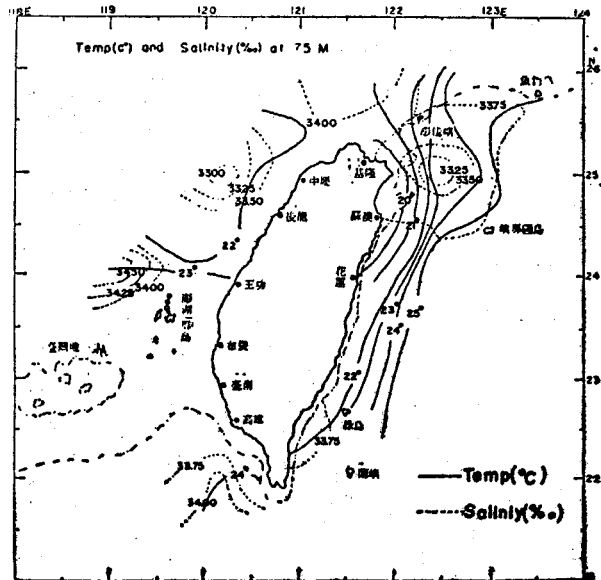
圖十九 20公尺層溫度和鹽度分布



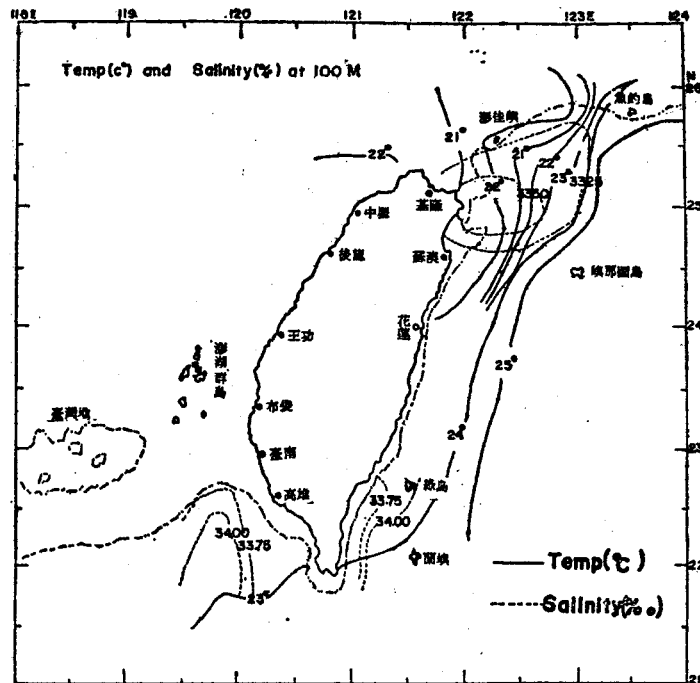
圖二十 30公尺層溫度和鹽度分布



圖二十一 50公尺層溫度和鹽度分布



圖二十二 75公尺層溫度和鹽度分布

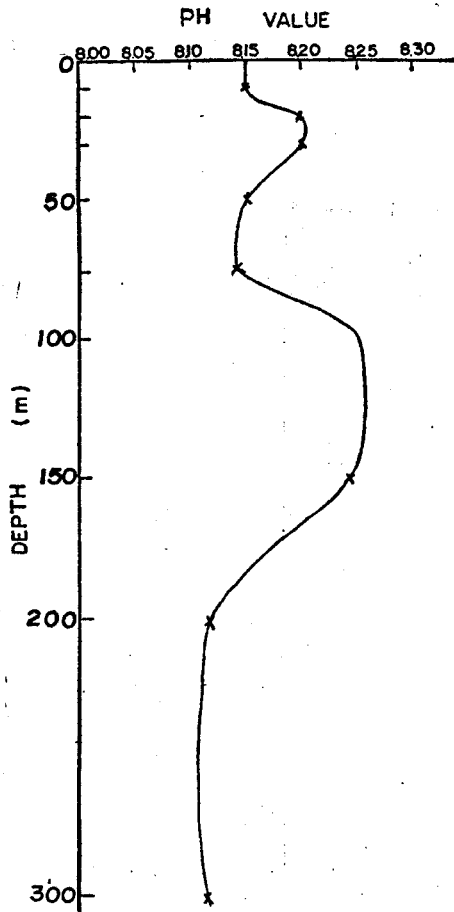


圖二十三 100公尺層溫度和鹽度分布

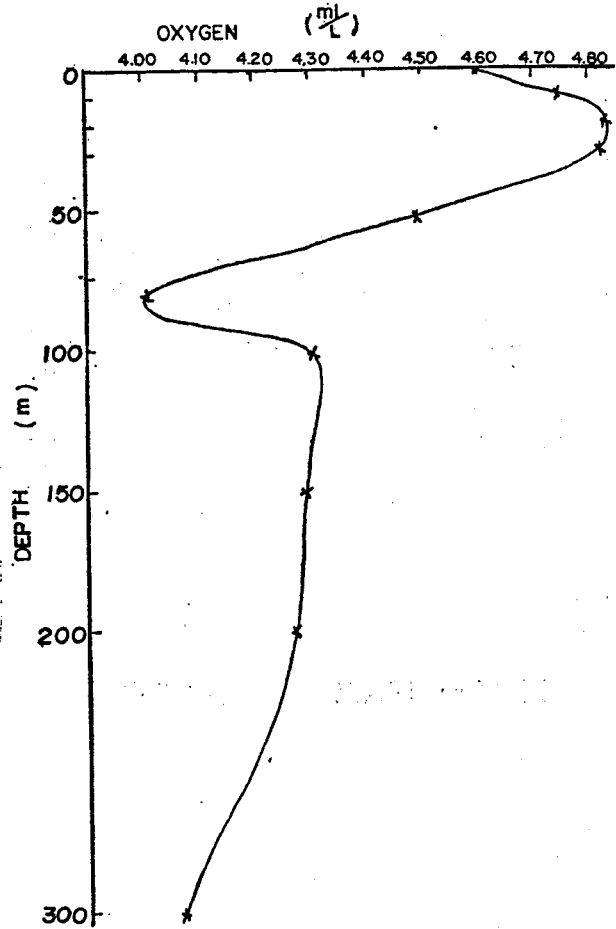
溶 氧 量 DO

冬季台灣近海溶氧量之變化範圍大部在 4.1—4.8ml/L 之間，典型冬季台灣近海溶氧量與深度之變化關係如圖二十四所示，以 30 公尺以上之水層溶氧量為最多，尤其在 20—30 公尺水層為最高，達 4.8ml/L 而 30 公尺以下隨深度急速下降，至 75 公尺為氧最少層，溶氧量僅 4.1ml/L，75 公尺以下又隨深度略增至 100 公尺為 4.3ml/L，而 100 公尺以下溶氧量隨深度之下降甚微溶氧量趨漸穩定狀態。

各層次溶氧量之變化如圖二十六—三十二所示均以台灣西北海域及東部外海為最高 4.7ml/L，而以西南和東南沿海為較低 4.1ml/L，且都由近岸向外海增加。茲舉 0m, 10m, 20m, 30m 和 75m 等五水層之溶氧量變化分述於下，0 公尺水層之溶氧量以東北外海及西北海域為最高為 4.7ml/L，最低是在西南沿海之高雄正西海域即 30 站為最低僅 4.1ml/L，其餘各海域大都在 4.5ml/L；10 公尺水層溶氧量以台灣西北海域為最高為 4.7ml/L 以上，其次為東北



圖二十五 典型酸鹼度垂直分布(St.2)



圖二十四 典型溶氧量垂直分布 (St.2)

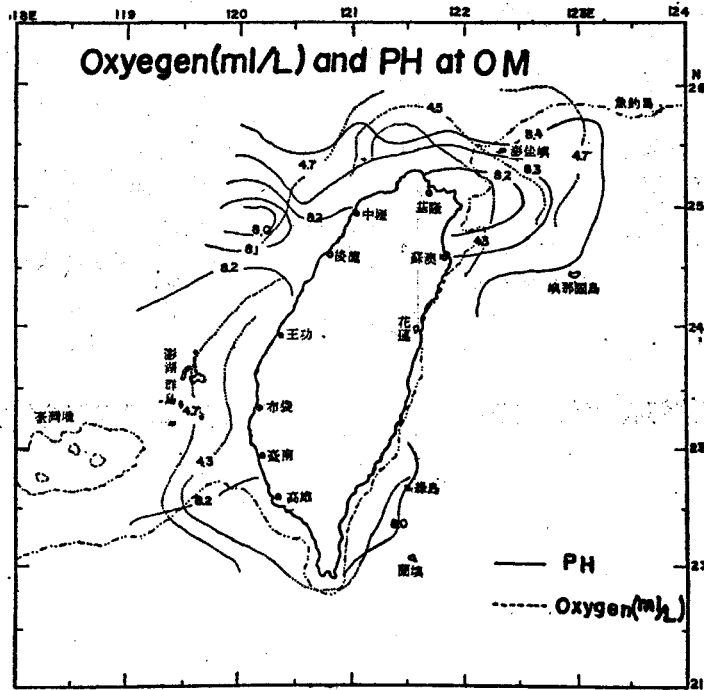
外海為 4.5ml/L，最低是在西南及東南沿海在 4.3ml/L 左右，20 公尺水層溶氧量以西北海域及東北外海為最高，達 4.7ml/L 左右，西南海域除高雄正西海域第 30.31 站含氧較低約 4.2ml/L 外其餘都在 4.5—4.6ml/L 之間，東部海域含氧量為 4.3ml/L 左右。30 公尺水層含氧量以西北海域，東北外海為最高均在 4.7ml/L 以上，其次為東部海域為 4.5ml/L，最低仍在西南海域為 4.1ml/L 以下。75 公尺水層以西北端海域較高為 4.5ml/L 左右，東北端及東南沿海均較低為 4.1ml/L，其餘各海域都在 4.2ml/L 左右。

酸 鹼 度 pH

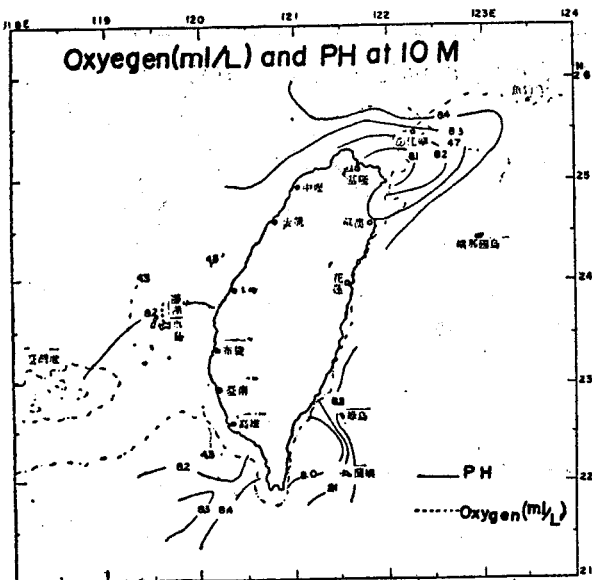
冬季台灣近海 pH 值（酸鹼度）大都介於 8.0—8.4 之間，典型冬季台灣近海之 pH 值與深度之變化關係如圖二十五所示，從表層至 100 公尺間，pH 值變化較大，100—150 公尺 pH 值為最大，150 公尺以下 pH 值漸小，200 公尺以下趨於穩定狀態。

各層次 pH 值之分佈如圖二十六—三十二所示，其範圍大都在 8.0—8.4 之間，其水平變化一般都以近岸較高，離岸較低，0 公尺水層 pH 值之分佈以台灣西北海域較低其餘各海域大約在

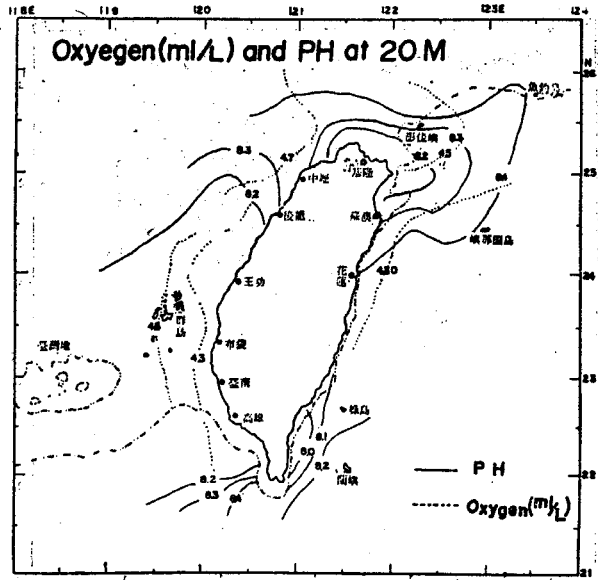
右。10和20公尺水層 pH 值之分佈大致相同，均以台灣東北近海為 8.1 及東南沿海為 8.0 較低，而以東北外海和西南端海域為 8.4 為較高，其餘各海域皆在 8.2—8.3 之間；30 公尺水層 pH 值之分佈和 10, 20 公尺水層相近似，唯以台灣西南近海之第 33 站較低為 7.68 東南沿海稍高 8.0，東北近海 8.1，最高依然發現在東北外海達 8.4 其餘各海域在 8.2 左右；50 公尺水層 pH 分佈，最低是在西南沿海而以 34 測站為最低僅 7.60 其次東南沿海為 8.0 最高在東北外海達 8.2 以上；75 和 100 公尺水層 pH 值之分佈和 50 公尺水層極為相似僅在 32 站之 pH 值為最低在 7.5 以下，最高仍發現在東北外海為 8.2。



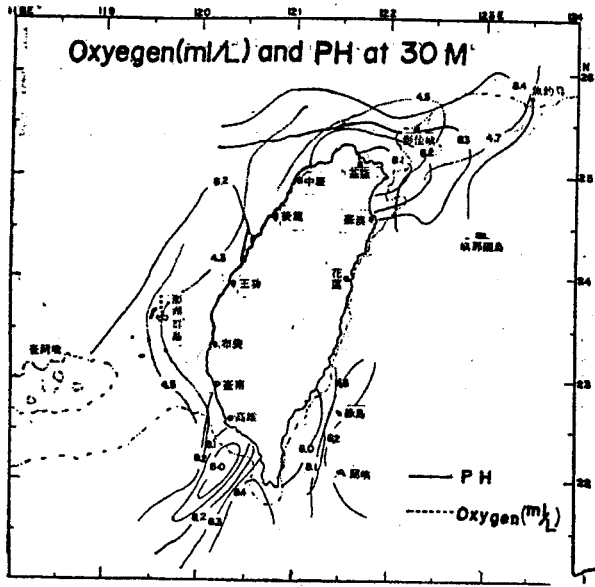
圖二十六 表層溶解氧和酸鹼度分布



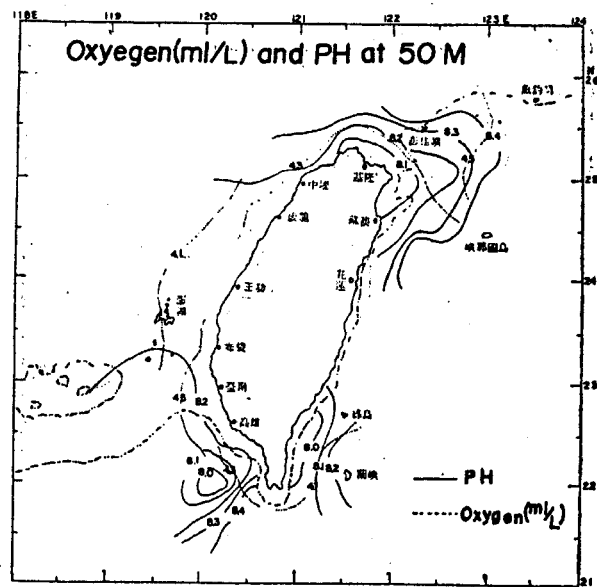
圖二十七 10公尺層溶解氧和酸鹼度分布



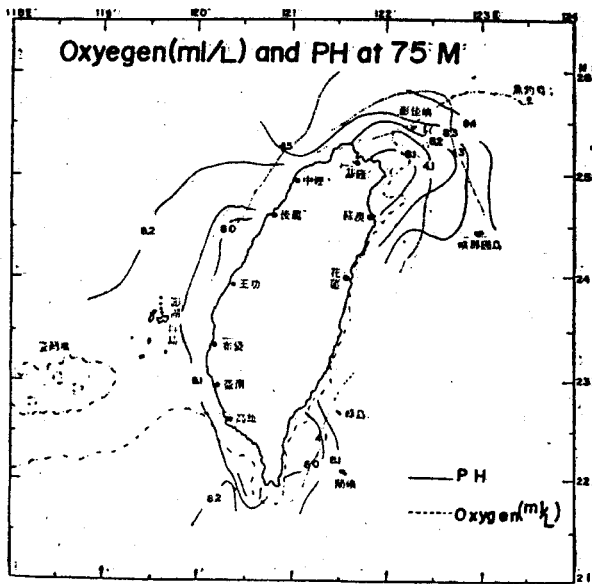
圖二十八 20公尺層溶解氧和酸鹼度分布



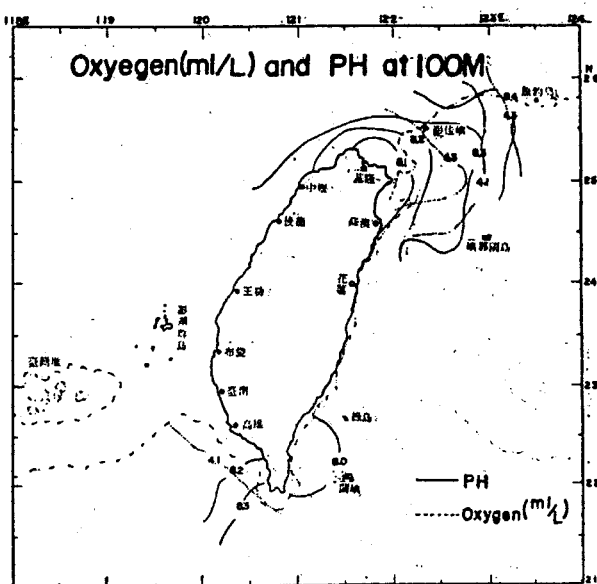
圖二十九 30公尺層溶解氧和酸鹼度分布



圖三十 50公尺層溶解氧和酸鹼度分布



圖三十一 75公尺層溶解氧和酸鹼度分布



圖三十二 100公尺層溶解氧和酸鹼度分布

營 養 鹽

營養鹽 (Nutrient) 在臺灣附近海域除黑潮主流的含量較高外，其餘海區皆較低，特別是在表水層 (C.S.K. Report 1—6, 1965—1967)，到目前為止，尚無報告論及營養鹽類在臺灣附近海域的分佈情形，在此我們討論磷酸鹽，硝酸鹽與亞硝酸鹽在臺灣附近海域在 100 公尺以上水層的分佈情形，如圖 33—46：磷酸鹽—表層磷酸鹽的含量以淡水河出口處的臺灣西北部為最高平均在 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 左右，並向臺灣北部逐漸減少，臺灣東北部海區的含量在 $0.1—0.3 \mu\text{g-at/L}$ 之間，僅 39 觀測站較高為 $0.38 \mu\text{g-at/L}$ 。臺灣海峽 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 之等量線由中壢外海向南延伸經過澎湖群島東部直向南而下，並在澎湖以南向東西兩端增加至 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東南沿海近岸含量約在 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ 左右。

10 公尺水層在臺灣西北部沿海亦是由淡水河處 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 向四週減少，臺灣東北部海區略低於 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，但 39、40、41 三站則在 $3.5 \mu\text{g-at/L}$ 左右。臺灣中部之臺灣海峽含量略低於 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，澎湖以南則由 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 向南增加至略高於 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東南沿海近岸為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 左右。

20 公尺水層：淡水外海為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ ，向四週逐漸減少，在臺灣中南部之臺灣海峽含量在 $0.2—0.3 \mu\text{g-at/L}$ 之間，澎湖以北略高於 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，在臺灣西南部沿海約為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 。

30 公尺水層：在淡水河口外達 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東北部沿岸之 39 站在 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ 以上，其餘海區與 20 公尺水層極為相近。

50 公尺水層：在臺灣北部海區為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，澎湖以北為 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，在澎湖以南海區有一含量較高區達 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東北海區之 39 站亦高於 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣西南沿海為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 左右。

75 公尺水層：臺灣西北部海區略高於 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，北部海區為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，39 站處略高於 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東南沿海區為 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ 。

100 公尺水層：臺灣東南沿海為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 左右臺灣東北約為 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，38 站處略高於 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 。

硝酸鹽—表層之平均含量在臺灣東北部海區約為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ ，而向北部及西北部增加，至淡水河口外在 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ 以上然後逐漸向南稍減，台灣南部海域沿岸至澎湖之間在 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ 左右，逐漸向離岸方向增加至 $1.2 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣西南沿岸海區約為 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ 。

10 公尺水層：淡水河口外為 $1.2 \mu\text{g-at/L}$ ，以後向四週減少，臺灣東北部與臺灣中部外海含量為 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣南部海域約為 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ ，但澎湖東方之 28 站則高於 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東南沿岸近海為 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ 。

20 公尺水層：淡水河口外略高於 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ，東北部海區由 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ 向外海略減為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 。臺灣中部外海與南部沿岸為 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ ，澎湖東方之 28 站含量高於 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ ，並向南減至 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東南沿岸近海為 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ 。

水深 30 公尺處：淡水河口外含量 $1.5 \mu\text{g-at/L}$ 並向臺灣北部及中部海區減少，東北部海區為 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ ，中南部沿海在 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ 左右，在澎湖以加南含量略向外海增至 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ 。臺灣東南近海約 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ 。

50 公尺水層：淡水河口外略高於 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ ，東北部在第 2 及第 41 站亦高於 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ ，並向其北部減少至 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣中部沿海為 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ ，南部海區為 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ ，並逐漸向西增加至 28 站高於 $1.5 \mu\text{g-at/L}$ ，東南近海約 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ 。

75 公尺水層：淡水河口外 $1.5 \mu\text{g-at/L}$ ，東北部海域在 $0.8—0.4 \mu\text{g-at/L}$ 間由近岸向外海減少。南部外海為 $0.8 \mu\text{g-at/L}$ 。東南近海約為 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ 。

100 公尺水層：在臺灣東北方海區在 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ 至 $0.7 \mu\text{g-at/L}$ 間，由近岸向外海減少，臺灣南部海區為 $1.0 \mu\text{g-at/L}$ 。

亞硝酸鹽—在表層的含量，淡水河口外在 $0.7 \mu\text{g-at/L}$ 以上逐漸向臺灣中部及東北部外海減少，在

臺灣東北部遠離海岸僅 $0.1 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣中部海區約 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣南部海區 $0.4-0.6 \mu\text{g-at/L}$ 間由岸向外海增加，臺灣東南近岸沿海約為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 。

10公尺水層：淡水河口略低於 $0.7 \mu\text{g-at/L}$ 並由此向臺灣東北部海區與臺灣中部海區漸減，東北部海區至 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，中南部海區為 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ，但在高雄以南的海區為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 。

水深20公尺處：淡水河口略高於 $0.7 \mu\text{g-at/L}$ ，東北部海區為 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣中南部海區沿岸為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 向28觀測站增至 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ 以上。東南部近岸沿海為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 。

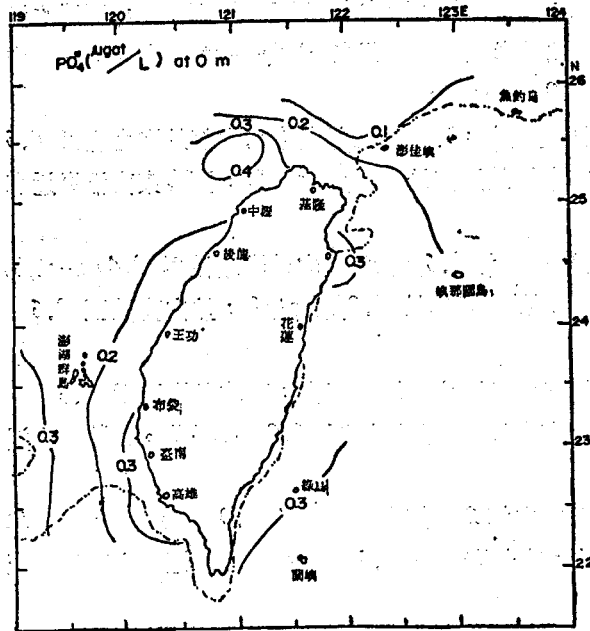
30公尺水層：在淡水河口高於 $0.7 \mu\text{g-at/L}$ ，但在後龍外海却低僅 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ 。臺灣東北部海區為 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣中南部外海為 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ ，東南部近岸沿海約 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 。

50公尺水層：淡水河口外海略高於 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣東北部含量在 $0.2-0.4 \mu\text{g-at/L}$ 之間，由近岸向外海漸減，臺灣中南部海區以澎湖含量較高在 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ ，並由此向南北兩方漸減但都在 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ 以上。臺灣東南部海區為 $0.3 \mu\text{g-at/L}$ 。

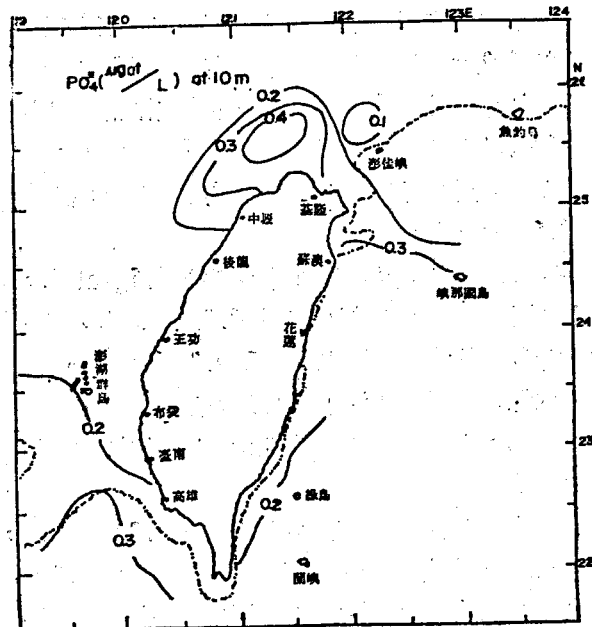
75公尺水層：在淡水河在 $0.6 \mu\text{g-at/L}$ 以上，東北部海區由近岸 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ 向外海漸減至 $0.2 \mu\text{g-at/L}$ ，臺灣南部高雄以南海區為 $0.4 \mu\text{g-at/L}$ ，東南部海區為 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ 。

100公尺水層：東北部海區在 $0.3-0.4 \mu\text{g-at/L}$ ，沿岸低於外海，在高雄南部外海為 $0.4-0.5 \mu\text{g-at/L}$ 由沿岸向外海略增，東南部沿岸近海約為 $0.5 \mu\text{g-at/L}$ 。

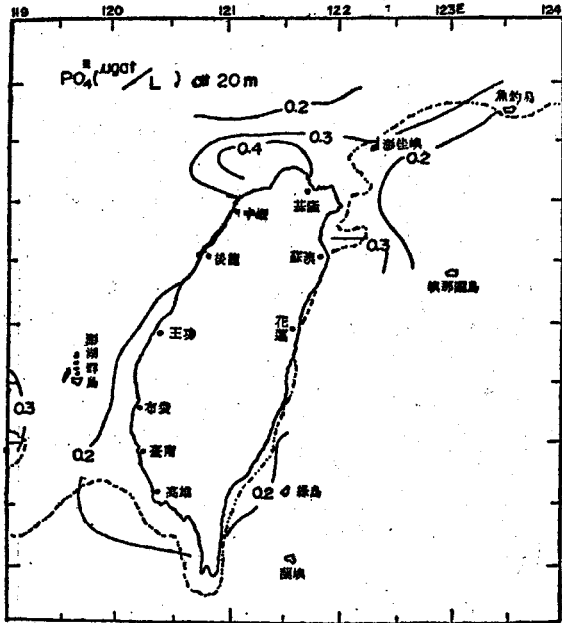
由整個營養鹽的分佈來看，淡水河口外由陸上沖積而下的營養鹽類以及有機碎片的分解，使臺灣西北部為一個特殊的高營養海區，東北部含量由近岸向外海漸減，含量甚低，在蘇澳南方的39站處亦為南澳溪的直接影響，為一高營養鹽量區，臺灣中南部之臺灣海峽由沿岸向外海增加，臺灣東南近海因觀測站較少僅為概略直。



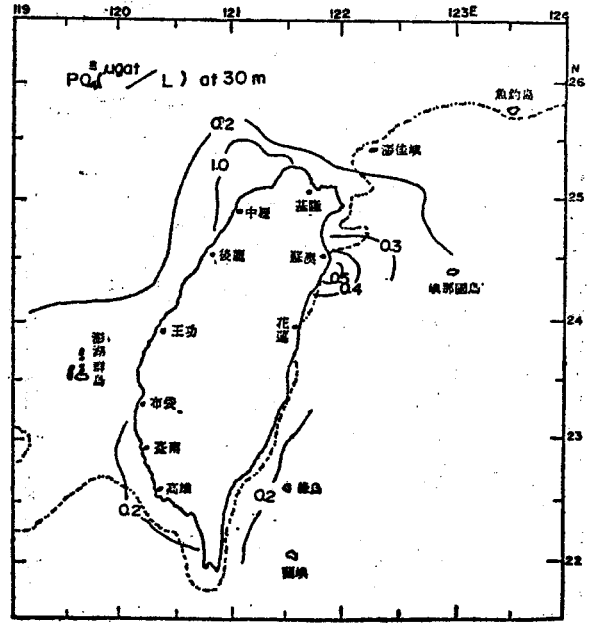
圖三十三 表層磷酸鹽含量分布



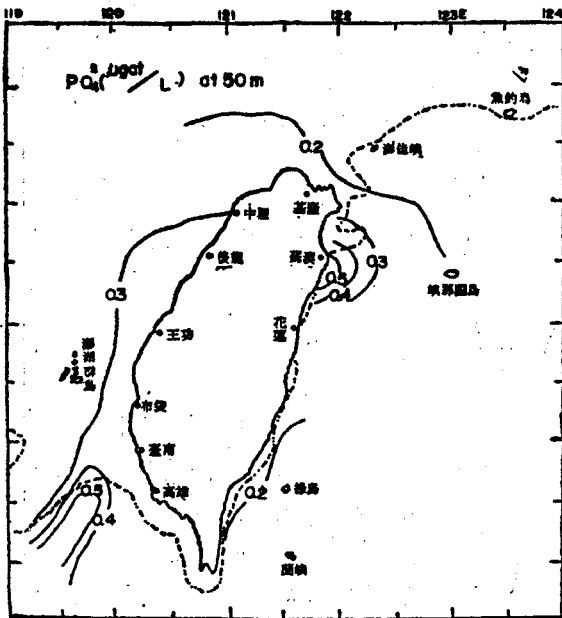
圖三十四 10公尺水層磷酸鹽含量分布



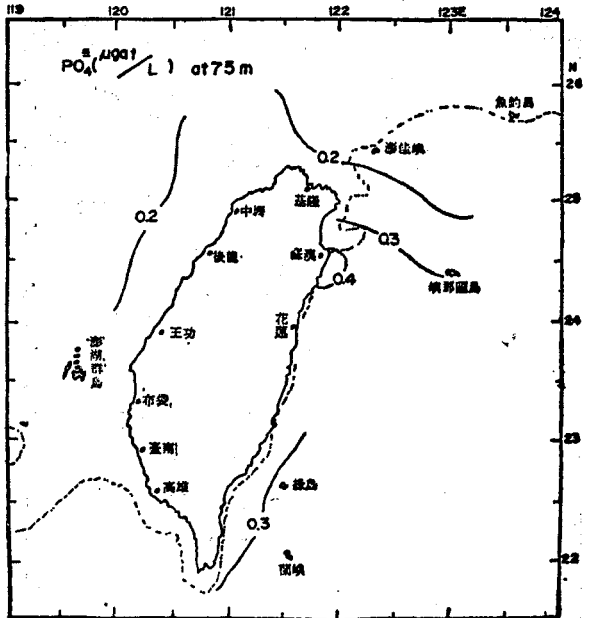
圖三十五 20公尺水層磷酸鹽含量分布



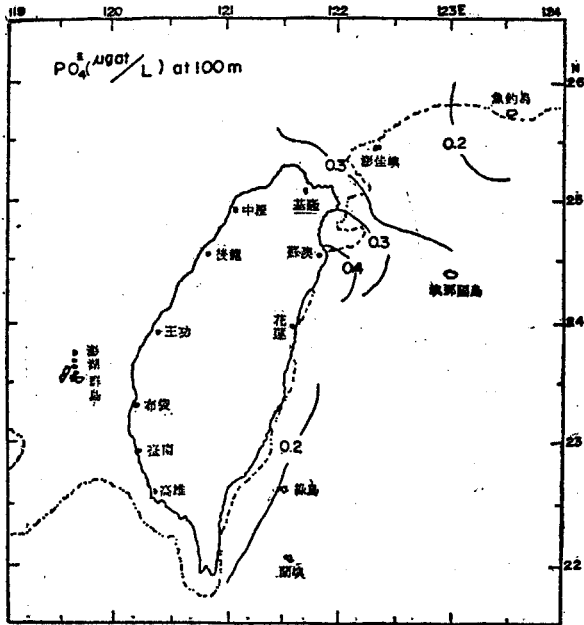
圖三十六 30公尺水層磷酸鹽含量分布



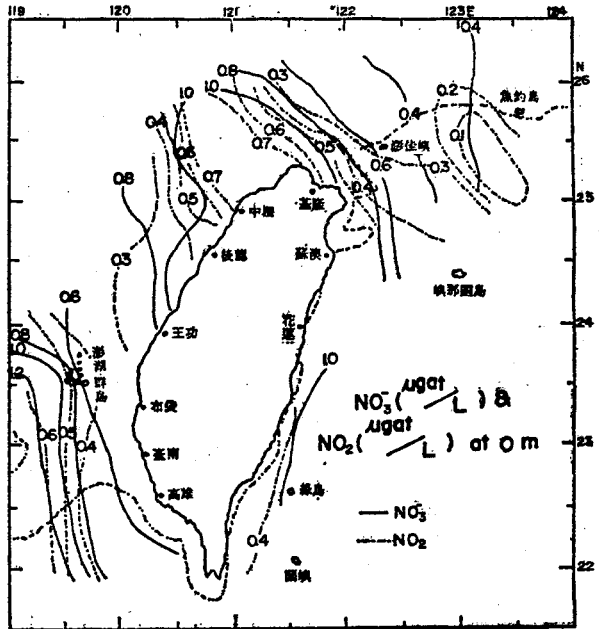
圖三十七 50公尺水層磷酸鹽含量分布



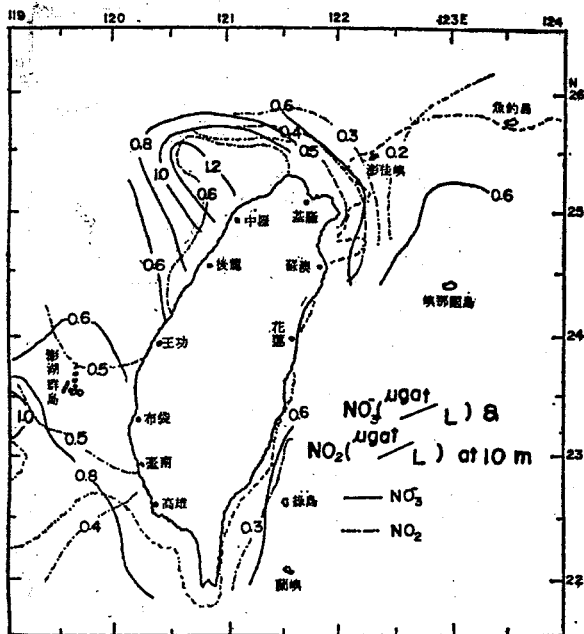
圖三十八 75公尺水層磷酸鹽含量分布



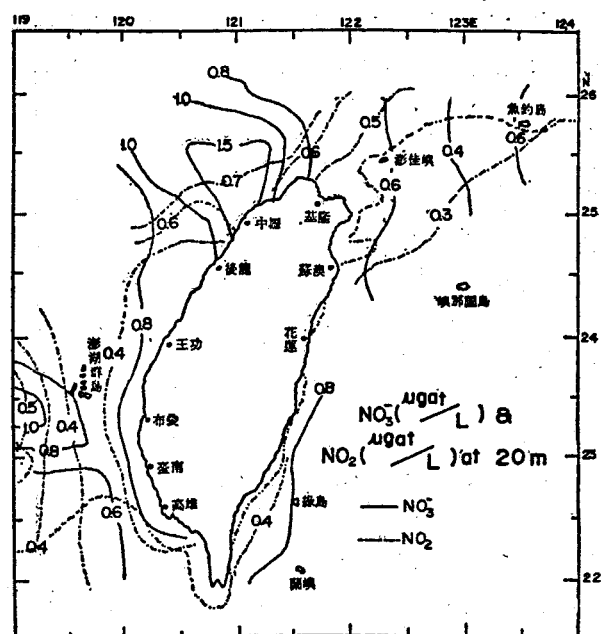
圖三十九 100公尺水層磷酸鹽含量分布



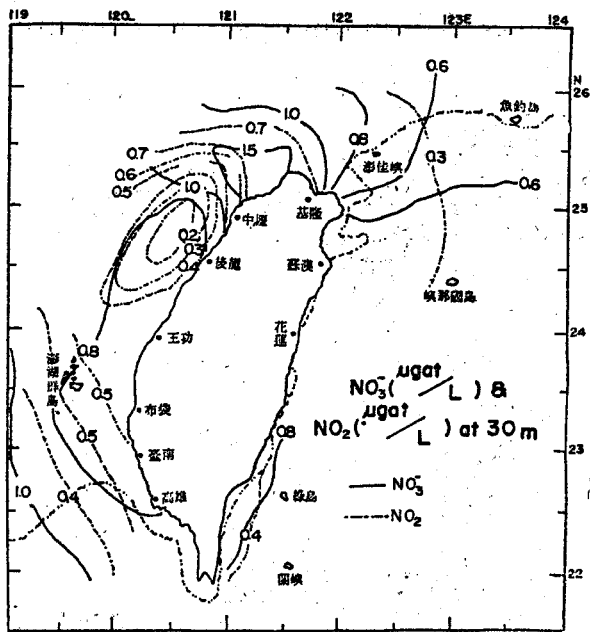
圖四十 表層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布



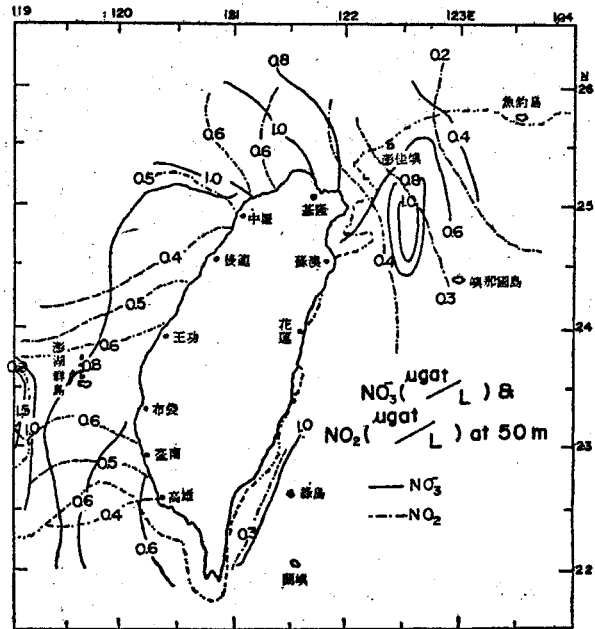
圖四十一 10公尺水層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布



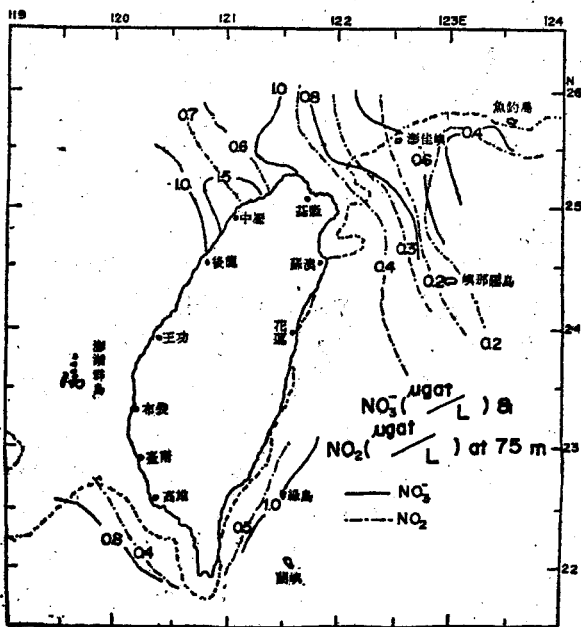
圖四十二 20公尺水層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布



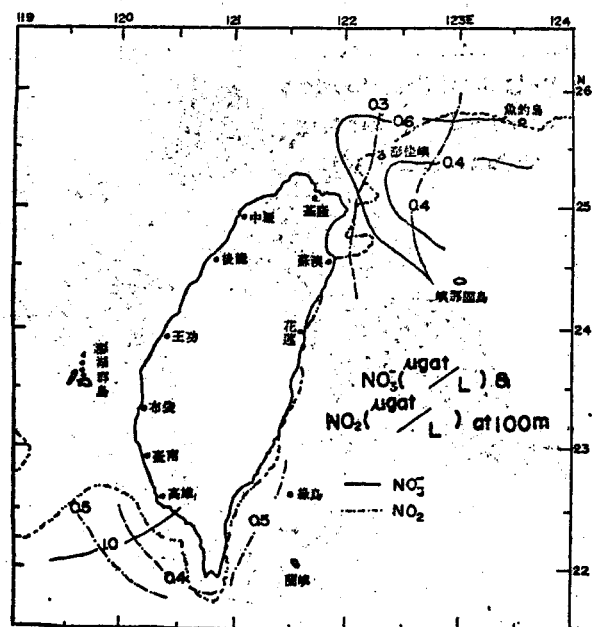
圖四十三 30公尺水層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布



圖四十四 50公尺水層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布



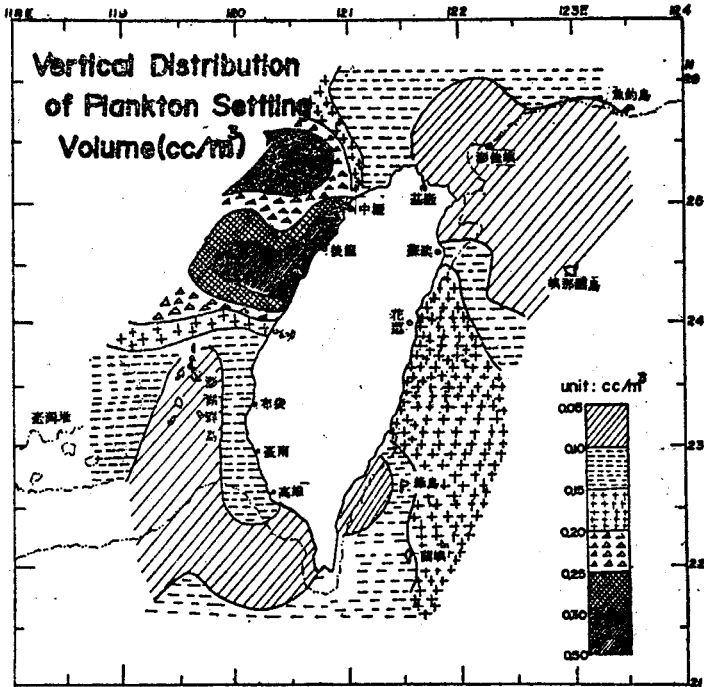
圖四十五 75公尺水層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布



圖四十六 100公尺水層硝酸鹽和亞硝酸鹽含量分布

浮游生物量 (垂直採集)

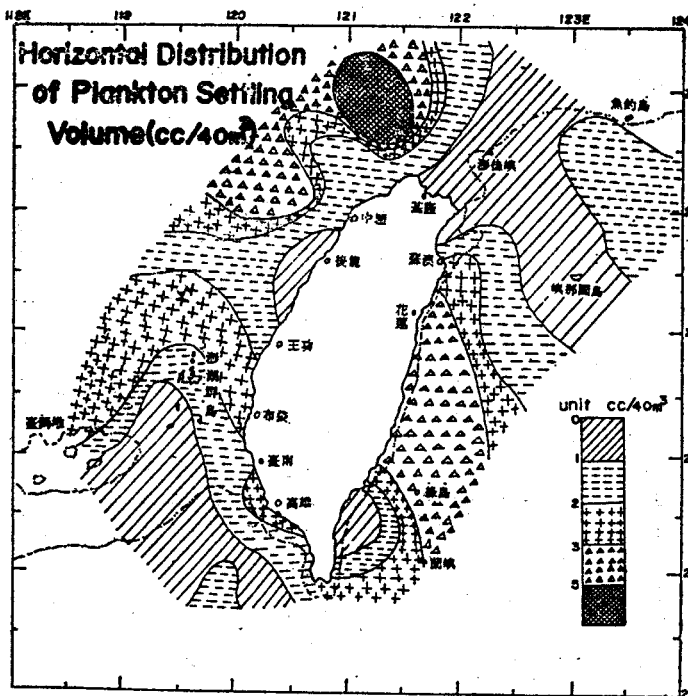
冬季臺灣近海浮游生物垂直採集之生物量 (以沉澱量表示) 之分佈如圖四十七圖所示, 以臺灣西北海域為最高, 其次為東部海域最少的是在東北海域, 東南沿海, 和西南沿海域, 茲將各海域生物之沉澱量分佈情形分述於下, 西北海域: 以西北端之16站及19、20沿海兩站為最高, 沉澱量都在 $0.5\text{cc}/\text{m}^3$ 以上, 其餘各站大都在 $0.3-0.4\text{cc}/\text{m}^3$ 之生物沉澱量。東北海域: 此海域之生物沉澱量甚少, 均在 0.05cc 以下, 但此海域生物量有由沿岸向東北外海增加現象。東部海域: 此海區生物沉澱量較均約在 $0.2-0.3\text{cc}/\text{m}^3$ 之間, 但由此海區分別向北和南方遞減。東南沿海域, 以沿海岸之生物量為最少在 $0.05\text{cc}/\text{m}^3$ 以下, 等沉澱量線呈一扇形向東、北及南方伸張, 生物量由沿岸向外海增加。西南海域: 此海域之生物量甚少, 均在 0.05cc 以下但以沿海岸之31站略高, 生物之等沉澱量線呈橢圓形向澎湖方面伸張, 生物量由南向北遞增。



圖四十七 沉澱量垂直採集分佈

浮游生物量 (水平採集)

冬季臺灣近海浮游生物水平採集生物量分佈如圖48所示, 仍以臺灣西北海域為最高其次為東部海域,



圖四十八 沉澱量水平採集分佈

最少仍發現在東北海域, 東南沿海, 及西南海域茲將各海域之分佈情形分述於下。

西北海域: 以西北端之12、13兩站為最豐富, 平均在 $5\text{cc}/40\text{m}^3$ 以上之生物沉澱量, 其次以17、18兩站為較多平均為 $3-5\text{cc}/40\text{m}^3$, 等沉澱量線是呈凹形由西北向東南延伸, 生物量由外海向近岸遞減。東北海域: 此海域生物沉澱量甚少, 但呈向外海遞加現象。東部海域: 此海域之生物沉澱量是在 $3-5\text{cc}/40\text{m}^3$, 呈向北及南方遞減, 東南沿海域生物沉澱量甚少平均在 $1\text{cc}/40\text{m}^3$ 以下等沉澱量線呈扇形向外海伸張, 生物量由近岸向外海增加。西南海域: 此海域生物量亦甚少, 平均約在 $2\text{cc}/40\text{m}^3$ 以下, 等沉澱量線呈一楔形由南向北延伸, 生物量由南向北及近岸增加。

浮游生物六大類垂直分佈

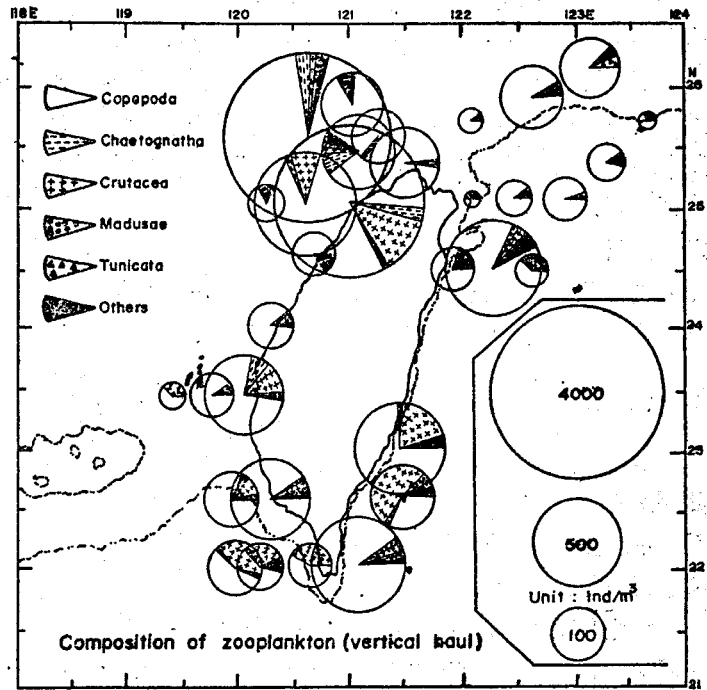
冬季臺灣近海浮游生物六大類垂直之分佈如圖四十九所示，均以橈腳類浮游動物佔絕大多數其次為甲殼、毛顎、水母等類皆佔極少數。依據浮游動物個體數之多寡可區分為五個海區解釋。即西北海區，東北海區，東部海區，東南海區，及西南海區等五個海區。

西北海區有：共 8 個採集站即 13、14、15、16、17、18、19 和 20 等八站，而這些採集站以西北端為最高，而向南方遞減。其中以 16、18 和 19 站等三站為最高；第 16 站，採集深度 0—50 公尺，採集時間 03.00，平均每立方公尺海水有 440 隻個體數，而橈腳佔 420 隻，毛顎 14 隻，甲殼 1 隻，皮囊 1 隻其他類為 1 隻；此站 50 公尺以上水溫在 21.90—22.30°C，鹽度 33.27—33.49‰，pH 為 8.38—8.40，DO 為 4.35—4.98 ml/L，而以 20 公尺水層含氧量為較低。19 站採集深度為 0—20 公尺，採集時間為 22.45，平均每立方公尺海水之總個體數為 220 隻，橈腳 184 隻，毛顎 6 隻，甲殼 28 隻，其他類為 2 隻，此站之 20 公尺以上，水溫為 22.35—22.48°C，鹽度 33.‰，pH 8.21—8.38，DO 4.83—4.99 ml/L。18 站採集深度為 0—50 公尺，採集時間為 14.10，平均每立方公尺海水總個體數為 91 隻，橈腳 82 隻，毛顎 2 隻，甲殼 7 隻此站 50 公尺以上之水溫是 21.75—22.50°C，鹽度 33.03—33.70‰，pH 8.11—8.30，DO 4.28—5.00 ml/L，以 20 公尺水層含氧量較低。

東北海區：此海區有 8 個採集站，即 St. 1、2、3、4、5、6、7 和 10 站，此海區之生物個體數甚少，以第 7 站較多，平均每立方公尺海水 23 隻，其次為第 6 站，每立方公尺個體數 20 隻，其餘各站每立方公尺海水之個體數之在 5 隻以下，第七站採集深度為 0—150 公尺，採集時間為 18.42，平均每立方公尺海水有 23 隻個體數，而橈腳 19 隻毛顎 1 隻水母 1，皮囊 1 隻其他 1 隻，此站 75 公尺以上之水溫度介於 24.80—25.20°C，100 公尺下降至 19.7°，鹽度 100 公尺以上是介於 33.34—34.00‰ pH 8.0—8.31，DO 3.95—5.03 ml/L；第六站採集深度 0—150 公尺，採集時間 13.35 平均每立方公尺海水有 20 個體數，而橈腳 16 隻，毛顎 1 隻，甲殼 1 隻，水母 1 隻，皮囊 1 隻，此站 0—100 公尺水溫 23.65—24.70°C 鹽度 33.80—33.95‰，pH 值在 8.42—8.45，DO 是 4.16—4.76 ml/L，以 10 公尺層含氧最少。

東部海區：共有四個採集站，即 38、39、40 和 41 等四站，其中以 38、40 站生物個數最多每立方公尺海水有 62 隻以上，而以 39 和 41 兩站為最少，為每立方公尺海水 6 隻以下，第 38 站採集深度為 50 公尺，採集時間為 0257 平均每立方公尺有 68 隻個體數，其中橈腳有 50 隻，毛顎 1 隻，甲殼 14 隻水母 1 隻其他類 2 隻，此站 50 公尺以上之溫度為 24.55—24.90°C，鹽度是在 33.68—34.16‰，pH 8.12—8.21，DO 是 4.06—4.50 ml/L，第 40 站採集深度為 100 公尺採集時間為 16.50，平均每立方公尺海水有 77 隻個體數，橈腳 66 隻，毛顎 1 隻，甲殼 2 隻，水母 3 隻皮囊 3 隻，其他類 2 隻，此站 50 公尺以上水溫 24.9—25.2°C，100 公尺降至 20.0°C，鹽度 33.56—33.84‰，pH 8.3—8.45，DO 4.14—4.68 ml/L 以 50 公尺層含氧最低。

東南沿海區，此區共有 2 個採集站，35、37 站而以 35 站較多，37 站較少，35 站採集深度為 100 公尺，採集時間 0867 平均每立方公尺海水有 74 隻，橈腳類 68 隻，毛顎類 1 隻，甲殼類 2 隻，水母類 1 隻，皮囊



圖四十九動物性浮游生物六大類量之組成與分布(垂直採集)

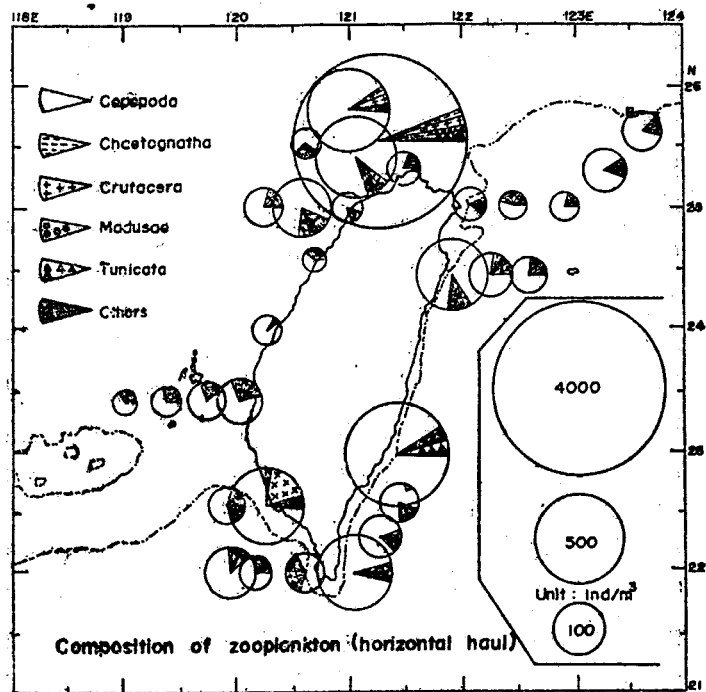
類 1 隻，其他類 1 隻，此站 100 公尺以上溫度在 $24.10-24.50^{\circ}\text{C}$ ，鹽度在 $33.23-33.63\%$ ，DO $3.95-4.89\text{ml/L}$ ，而以 50 公尺水層含氧量較少；採集時間 1830，平均每立方公尺海水有 24 隻個體數，橈腳 8 隻，毛顎 2 隻，甲殼 13 隻，水母 1 隻，此站之 100 公尺以上，水溫 $21.2-24.10^{\circ}\text{C}$ ，鹽度 $33.73-34.01\%$ ，pH $8.15-8.2$ ，DO $3.54-4.62\text{ml/L}$ 。

西南海區：此海區共有 9 個採集站，即 26、27、28、30、31、32、33、34 和 44 等，爲此之海區中生物量最少區，平均每立方公尺海水都沒超過 46 隻其中以 26 和 31 兩站量較多，26 站採集深度爲 40 公尺，採集時間爲 2000 平均每立方公尺海水 38 個體數，橈腳 31 隻，甲殼 5 隻，水母 1 隻，皮囊 1 隻，此站 40 公尺以上之溫度 $23.5-23.8^{\circ}\text{C}$ 鹽度在 $33.68-33.85\%$ ，pH 值在 $8.2-8.3$ ，DO $4.21-4.68\text{ml/L}$ ；第 31 站之採集深度爲 20 公尺，採集時間爲 0355 平均每立方公尺海水有 45 隻個體數，橈腳爲 41 隻，毛顎 1 隻，甲殼 2 隻，水母 1 隻，此站 20 公尺以上之溫度爲 $24.15-24.40^{\circ}\text{C}$ ，鹽度 $33.30-33.70\%$ pH $8.20-8.21$ ，DO $4.06-4.47\text{ml/L}$ ，以 20 公尺層含氧最少。

動物性浮游生物六大類水平分佈

冬季臺灣近海水平採集之六大類分佈如圖 50 所示，依其數量多寡亦可區分爲西北海區，東北海區東部海區，東南海區及西南海區等五個海區解釋。

西北海區：有 12、13、14、15、16、17、18、19 等採集站，此海區生物量很高，其中以 12、13、15、18 站爲最多，第 12 站採集時間爲 2200，平均每立方公尺海水 400 個體數，其中橈腳類有 361 隻，毛顎類 14 隻，甲殼類 19 隻，水母類 2 隻，皮囊類 4 隻，此站表層之溫度 22.10°C ，鹽度 33.72% ，DO 4.78ml/L ，pH 8.4 ；第 13 採集時間是在 2030，平均每立方公尺海有 4035 隻，其中橈腳類佔 3810 隻，毛顎類 47、甲殼類 105 隻，水母類 16 隻，皮囊類 54 隻，其他類 3 隻，此站表層水溫爲 22.00°C ，鹽度 33.82% ，pH 8.4 ，DO 4.16ml/L ；第 15 站採集時間爲 0705，平均每立方公尺海水 385 隻個體數，橈腳類佔 357 隻，毛顎類 13 隻，甲殼類 6 隻，水母類 8 隻，皮囊 1 隻，此站表層水溫 22.10°C ，鹽度 33.56% ，pH 8.3 ，DO 4.79ml/L ；第 18 站採集時間爲 1410 平均每立方公尺海水有 131 隻，橈腳類佔 116 隻，毛顎類 11 隻，甲殼類 2 隻，水母類 1 隻皮囊類 1 隻，此站表層爲 21.75°C ，鹽度 33.70% ，pH 8.30 ，DO 4.78ml/L ，東北海域有 1、2、3、4、5 等採集站，其數量均甚少，僅 4 和 5 站略多，第 4 站採集時間爲 1107 平均每立方公尺海水有 52 隻，橈腳類 48 隻，毛顎類 1 隻，甲殼類 1 隻，水母類 1 隻，皮囊類 1 隻；第 5 站採集時間 0820，平均每立方公尺海水有 33 隻個體數，橈腳類有 29 隻，毛顎類 1 隻，甲殼類 1 隻，水母類 1 隻，皮囊類 1 隻，此站表面水溫 24.62°C ，鹽度 33.75% ，pH 8.44 ，DO 4.8ml/L 。東部海區共有四個採集站，即 38、39、40 和 41 站、其中以 38、39 站爲最多。採集時間爲 13.57，平均每立方公尺海水有 1095 個體數，橈腳類 722 隻，毛顎類 16 隻，甲殼類 23 隻，水母類 9 隻，皮囊類 314 隻其他類 11 隻，此站表面水溫爲 24.80°C ，鹽度 34.09% ，pH 8.37 ，DO 4.70ml/L ；第 39 站採集時間爲 1357，平均每立方公尺海水個體數爲 230 隻，橈腳



圖五十 動物浮游生物六大類組成與分布

類 6 隻，水母類 8 隻，皮囊 1 隻，此站表層水溫 22.10°C ，鹽度 33.56% ，pH 8.3 ，DO 4.79ml/L ；第 18 站採集時間爲 1410 平均每立方公尺海水有 131 隻，橈腳類佔 116 隻，毛顎類 11 隻，甲殼類 2 隻，水母類 1 隻皮囊類 1 隻，此站表層爲 21.75°C ，鹽度 33.70% ，pH 8.30 ，DO 4.78ml/L ，東北海域有 1、2、3、4、5 等採集站，其數量均甚少，僅 4 和 5 站略多，第 4 站採集時間爲 1107 平均每立方公尺海水有 52 隻，橈腳類 48 隻，毛顎類 1 隻，甲殼類 1 隻，水母類 1 隻，皮囊類 1 隻；第 5 站採集時間 0820，平均每立方公尺海水有 33 隻個體數，橈腳類有 29 隻，毛顎類 1 隻，甲殼類 1 隻，水母類 1 隻，皮囊類 1 隻，此站表面水溫 24.62°C ，鹽度 33.75% ，pH 8.44 ，DO 4.8ml/L 。東部海區共有四個採集站，即 38、39、40 和 41 站、其中以 38、39 站爲最多。採集時間爲 13.57，平均每立方公尺海水有 1095 個體數，橈腳類 722 隻，毛顎類 16 隻，甲殼類 23 隻，水母類 9 隻，皮囊類 314 隻其他類 11 隻，此站表面水溫爲 24.80°C ，鹽度 34.09% ，pH 8.37 ，DO 4.70ml/L ；第 39 站採集時間爲 1357，平均每立方公尺海水個體數爲 230 隻，橈腳

類 215隻，毛顎類 1隻甲殼類 8隻，水母類 1隻，皮囊類 4隻，其他類 1隻，此站表面水溫為 24.8°C，鹽度 34.09‰，pH 8.37和DO 4.47ml/L。

東南海區共有 3 個採集站，即 35、36 和 37，而以第 35 站為最多，平均每立方公尺海水發有 286 個體數，橈腳 268 隻，毛顎 8 隻，甲殼 2 隻，水母 3 隻，皮囊 4 隻，其他類小於 1 隻，此站採集時間 0807，表層溫度為 24.5°C，鹽度 34.23‰，pH 8.20，DO 4.47ml/L。

西南海區，共有 8 站，即 26、27、28、30、31、32、33 和 34 其中以 31 站之平均數為最多，其餘每立方公尺海水個體數均在 100 隻以下，第 31 站採集時間為 0355 平均每立方公尺海水有 360 個體數，橈腳類 230 隻，毛顎類 8 隻，甲殼類 61 隻，水母類 3 隻，皮囊類 2 隻，其他類 2 隻；此站表面水溫 24.15°C，鹽度 33.32‰，pH 8.21，DO 4.16ml/L。

冬季臺灣近海橈腳之分佈

冬季台灣近海所發現橈腳類共有 100 種，其中有兩種尚未鑑定出來，而在這 100 種中以下列幾種所發現的數較目多，依其所採集到之數量多寡而排列分述於下。

即 *Pseudocalanus minutus*, *Euchaeta s.p.*, *Canthocalanus pauper*, *Oncaea venusta*, *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus pergens*, *Pseudocalanus gracilis*, *Eucalanus subcrassus*, *Euchirella media*, *Euchaeta plana*, *Ctenocalanus vanms*, *Undinula darwinii*, *Calanus minor*, *Calanus helgolandius*, *Euchaeta marina*, *Eucalanus mucranatus* 等 16 種，其分布如圖五十一至圖五十八所示：

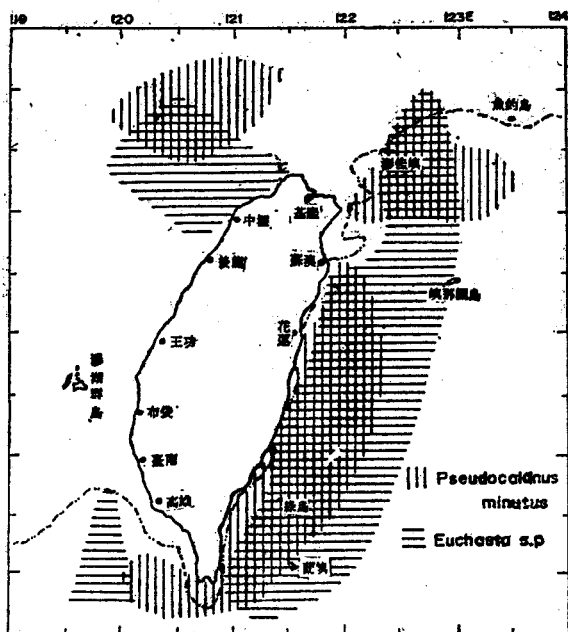


圖 51 *Pseudocalanus* 和 *Euchaeta s.p.* 之分佈
之第 2 位，其分布如圖 51 所示，主要分佈於臺灣西北海域，以 16 站為最多，其餘之測站數目甚少發現，但分佈較普遍，西部和南部海域僅在 30 和 34 兩站有量發現外，其餘各站均無發現。

Canthocalanus pauper 所採集到之數目是佔全橈腳量之第 3 位，它是屬於黑潮暖流裡之生物 (Monri; 1969) 其分佈如圖五十二所示主要集中在分佈

Pseudocalanus minutus, 此種是屬於近海冷水域，經常成為冷水流之指標 (Mori; 1969)；是所有採集到橈腳數量中最多之一種；其分布如圖 51 所示，主要集中於臺灣西北海域之第 16 站，其次為東南海域之第 35 和 37 兩站，東部海域之第 38 站，及西南域之第 34 站，東北海域所發現之數目雖不多，但此海域分佈較廣泛，幾乎每一站均有發現。

Euchaeta s.p. 所採集到之數目是佔全橈腳數量

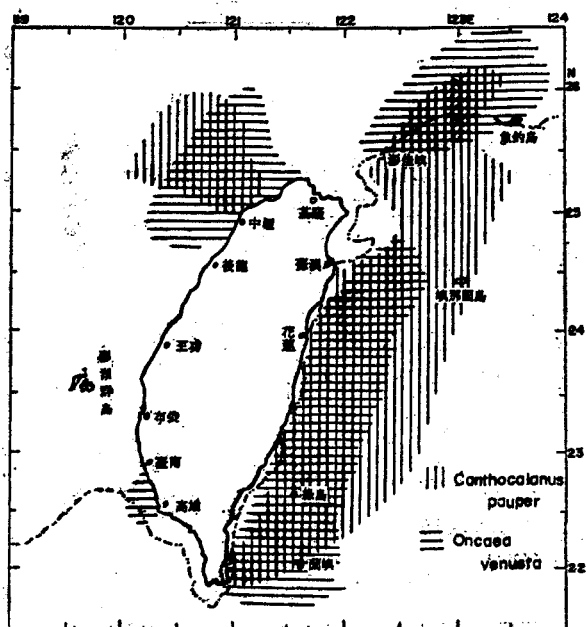


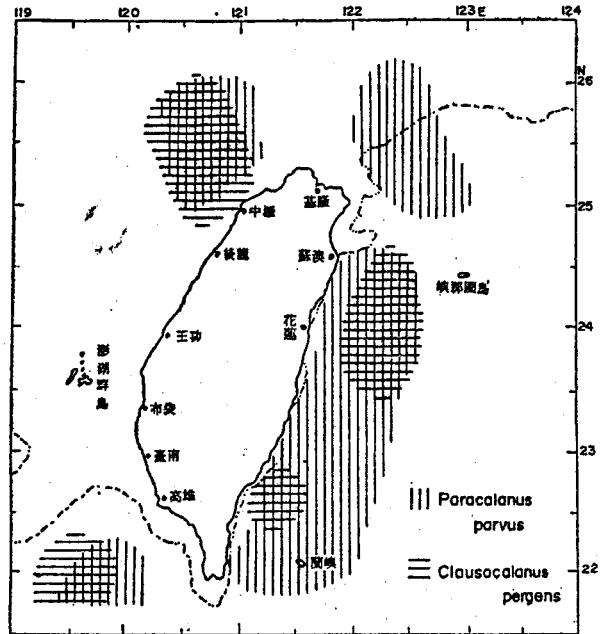
圖 53 *Canthocalanus pauper* 和 *Oncaea venusta* 之分佈

在臺灣西北海域之第16和19兩站，其他站數量甚少或沒有發現；而在東北海域數量雖少，但分佈較普遍，以第六站數量較多；東部和東南部海域亦和東北海域之分佈一樣，但數量不多；西部和西南部海域僅在第30站有少量發現外，其餘各站均無發現。

Oncacea venusta 在暖水域時常發現 (Mori; 1969) 其分布如圖五十三所示，主要集中於臺灣西北海域之第16和19兩站，東北海域數量雖不多，但分佈較均勻，其中以第6和7兩站較多，東部海域是集中在第40站，東南海域是集中在第35站，西部海域沒有發現，西南海域僅在第31站發現1隻。

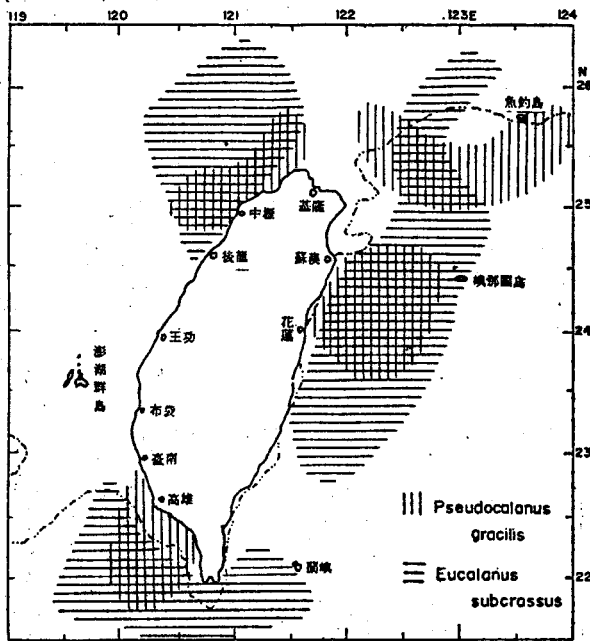
Paracalanus parvus 在熱帶海域經常發現 (Mori; 1969) 其分布如圖五十三所示，主要分佈於臺灣東部和東南部海域，其次為臺灣西北海域之第16和18站和西南海域之第34站，東北海域發現之數目雖少，其分佈且較普遍，幾乎每一站均有發現。

Clausocalanus Pergens 是屬於暖海性種類 (Mori; 1969) 其分布如圖五十三所示，主要是在臺灣西北海域之第16, 18和19等三站，其次為東北海域第9站，東部海域之第40站，和西南部海域之第34站有發現外，其餘各站均甚少或無發現。



圖五十三 *Paracalanus Parvas*和*clausocalanus pergens*之分布

*Pseudocalanus gracilis*屬於暖水性 (Mori; 1969) 其分布如圖五十四所示，以臺灣東部海域之第40站所發現佔絕大多數，其次為西北海域之第13, 14, 18.

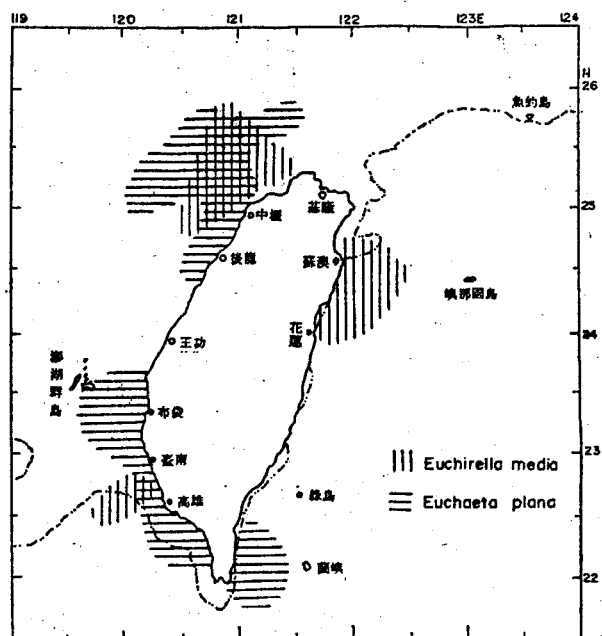


圖五十四 *Pseudocalanus gracilis*和*Eucalanus Subcrassus*之分布

和19等站，西南部海域之第31, 32和33等三站，東北海域甚少發現，僅在第9站發現較多外，其餘所發現數目接近於零。

Eucalanus subcrassus 是屬於暖水性 (Mori; 1969) 其分布如圖54所示，主要是以臺灣東部，東南部海域為最多，其次為西北海域各站，東北海域及西南海域均甚少發現。

Euchirella media 是屬於太平洋、大西洋和印度洋之廣洋性橈脚 (Mori 1969) 其分布如圖55所



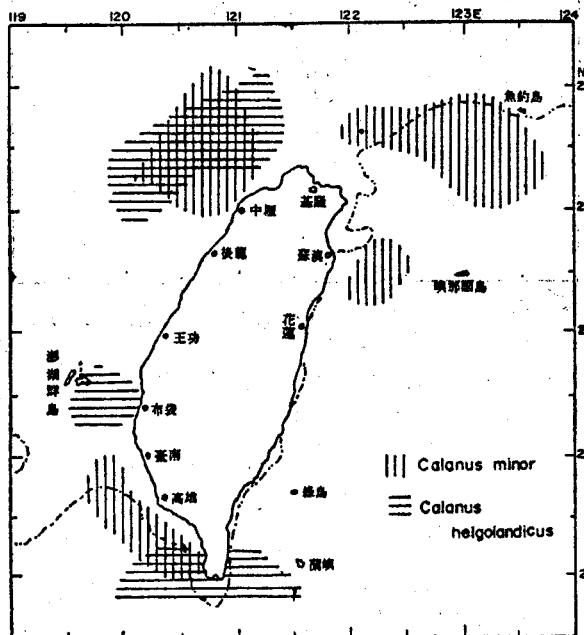
圖五十五 *Euchirella media*和*Euchaeta plana*之分布

示主要分佈於臺灣西北海域之第15和18兩站，其次為西南海域之第12站，東部海域第39和40兩站而東北海域沒有發現。

Euchaeta plana 其分布如圖五十五所示主要集中於臺灣西北海域之第16和19兩站，西南海域各站所發現之數量均甚少，而東北東部和東南海域均無發現。

Ctenocalanus vanus 其分佈如圖56所示主要分佈於西北海域之第12和14兩站為最多，其次為西南海域之第30站，而其他海域之各站均無發現。

Undinula darwinii 是屬於太平洋、大西洋暖水區 (Mori, 1969)；其分佈如圖五十六所示，主要分佈於臺灣東北海域各站，其次為東部和東南沿海各站，西北海域之第16站亦有少量發現，而西南部海域無發現。

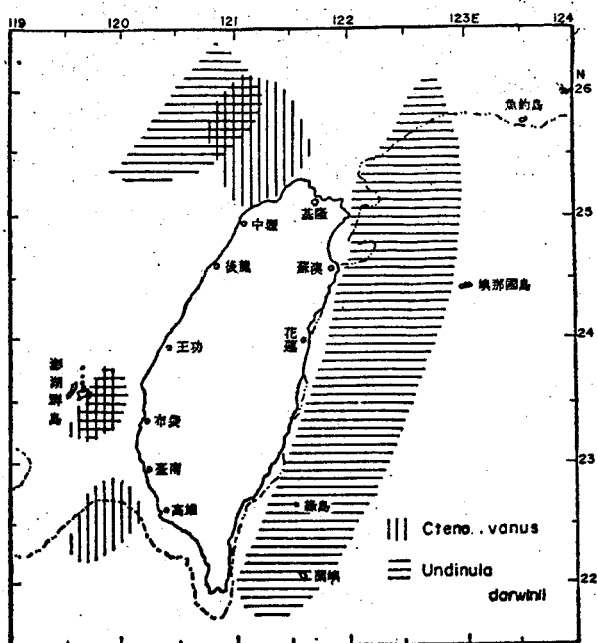


圖五十七 *Calanus minor*和*Calanus helgolandicus*之分布

西南部和東南海域亦有少量發現，即在 32、33、和35等三站，而東部海域且沒有發現。

Euchaeta marina 分佈於大西洋、太平洋和印度洋等各大洋，但在日本海域裡僅少量發現在暖水域 (Mori ;1969)；其分布如圖五十八所示，臺灣近海量雖不多，分佈甚廣，幾乎每一採集站均有發現，但主要以臺灣西北海域之第18站所發現量最多。

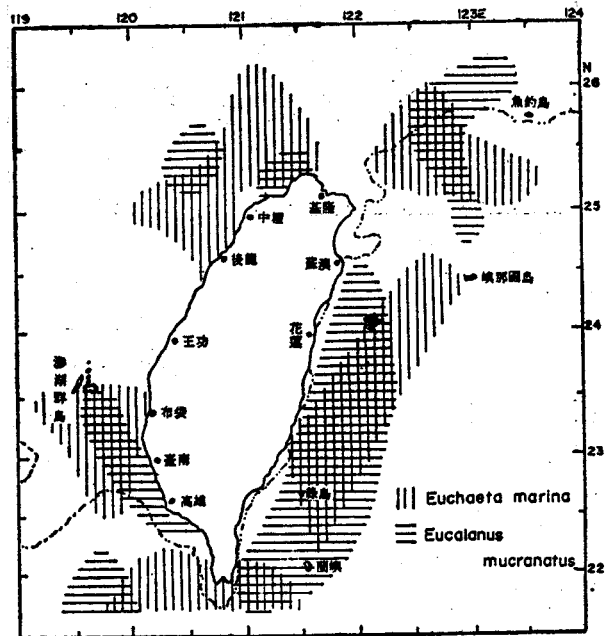
Eucalanus mucranatus 此種在地中海、大西洋和印度洋之暖海域裡均有發現 (Mori;1969)；其分布如圖五十八所示，在臺灣近海除了東部和西部海域沒有發現外，其餘各海區均有發現，但以西北海域之第16站，所發現量為最多。



圖五十六 *Ctenocalanus*和*Undinula darwinii*分布

Calanus minor 產於太平洋熱帶及亞熱帶海域 (Mori, 1969)；其分佈如圖五十七所示，主要分佈於臺灣西北海域之第 12、13、15、和18站，和東部海域之第40站，其次為東北海域之第4、8和10等三站，西南海域之第30和32兩站亦有少量發現。

Calanus helgolandicus 屬大西洋，太平洋和日本海產分佈在各大洋之較南之海域 (Mori,1969)；其分布如圖五十七所示，主要分佈於臺灣東北海域之第 6 站和西北海域之第 12、13、16、和17等諸站，



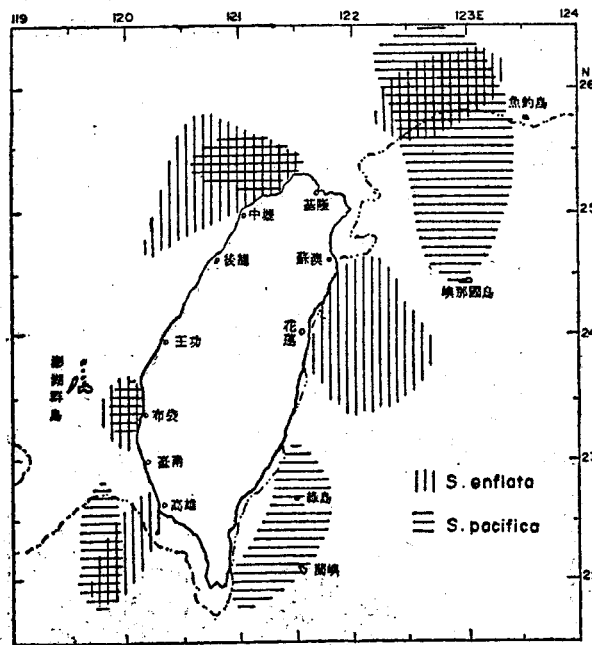
圖五十八 *Euchaeta marina*和*Eucalanus mucranatus*之分布

冬季台灣近海之毛顎動物

冬季臺灣近海所發現之毛顎類共11種即 *Sagitta hexaptera*, *S. pulchra*, *S. enflata*, *S. pacifica*, *S. neglecta*, *S. robusta*, *S. bedoti*, *S. regularis*, *S. lyra*, *Krahnitta Pacifica*, *pterosagitta draco*, 等三屬十一種。這十一種量都很少，而以前四種之量較多，其餘均只少量被發現而已。

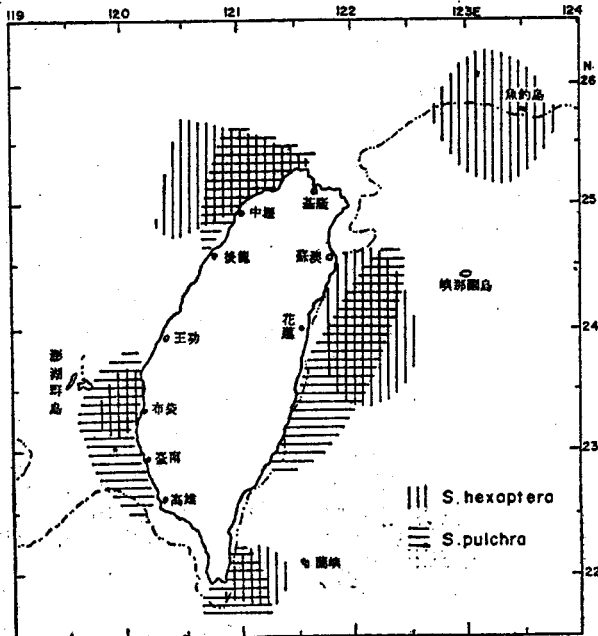
S. hexaptera 是黑潮流生物的指標，主要產於深冷水域裡，淺海區甚少發現，在夏季曾經發現體長達43mm (曾, 1968) 此種在冬季所發現體長較小約在3—17mm，而以12—14mm 為最普遍，其分布如圖五十九所示，以臺灣西北海域較多，其次西部沿海，而東北海，東南端沿海均有發現但數量甚為稀少。

S. pulchra，它是屬於廣洋性暖水域之毛顎，主要分佈於臺灣東部和東南部，在夏季所發現體長是6—17mm，其中以12—14mm 較為普遍，其分佈如圖五十九所示，以臺灣西北海域所發現的量較多，其次為西部沿海，而東部海域及東南沿海量均甚少。

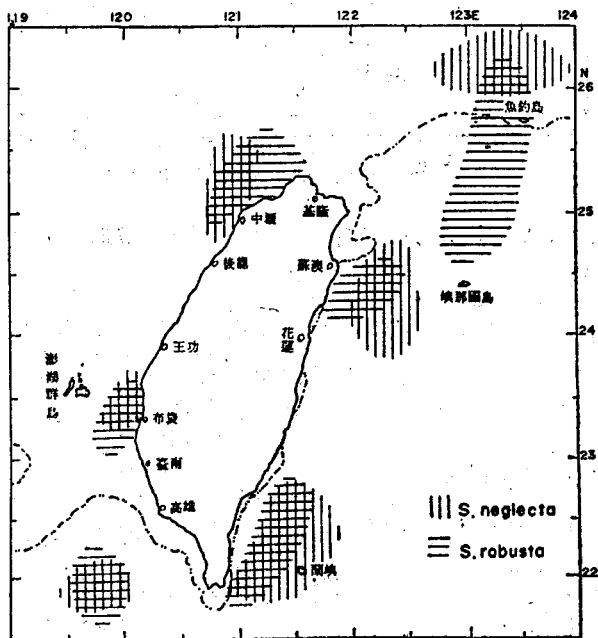


圖六十 *Sagitta enflata* 和 *S. pacifica* 之分布所示，主要分佈是於臺灣海峽北部其次為東北西南和東部海域，但在東南海域且沒有發現。

S. pacifica，此種曾被當為黑潮生物之指標，主要分佈於臺灣東部海區，臺灣西南海域及臺灣海峽北部之黑潮海區 (曾, 1968)，冬季所發現的體長是6—17mm，而以9—11mm 為主，其分佈如圖六十所示，臺灣西北海域為較多，其次為東北西南和東南海域，東部沿海沒有發現。*S. neglecta* 是屬黑潮表層暖水區種類，它和 *S. regularis* 之分佈極為相似，體長是3—8mm (曾, 1968)，而冬季所發現之體長為



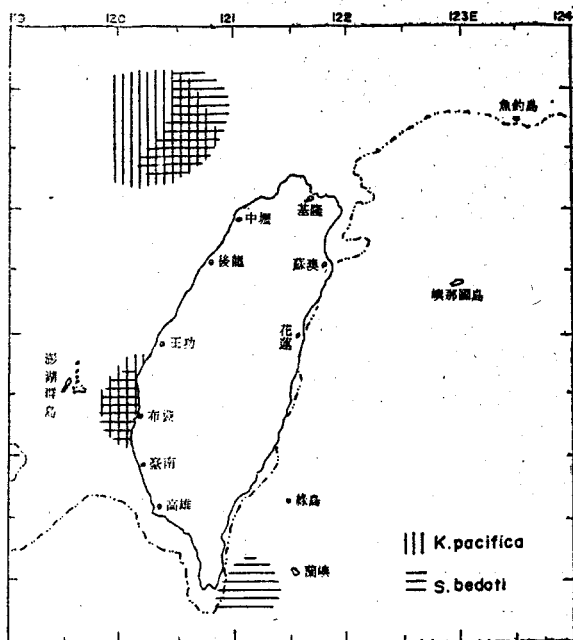
圖五十九 *Sagitta hexaptera* 和 *S. Pulchra* 之分布 *S. enflata* 分佈甚廣，從北緯 26°30'—21°31' 之臺灣海峽，中國東海，巴士海峽以北和臺灣東部海域均可發現，但以臺灣海峽北部所發現的量為最多，而以東南海域為最少，體長是在5—30mm之間 (曾, 1968)，冬季所發現之體長6—15mm，其分佈如圖60



圖六十一 *Sagitta neglecta* 和 *S. rousta* 之分布

3—9 mm，分佈如圖六十一所示，主要是在海峽西北海域，其餘各海域發現甚少。

*S.robusta*也是屬於黑潮暖水域種類，臺灣近海分佈甚廣，但量不多。冬季所發現之體長為 3—14 mm，其分佈如圖61所示，以臺灣西北和西部沿海發現較多，西南和東南沿海及東部海域均有發現，但量甚少。



圖六十二 *Krohnitta pacifica*和*Sagitta bedoti*之分布

十二所示，僅在臺灣海峽北端，中部沿海。及東南沿海發現外，其餘各海域均無發現。

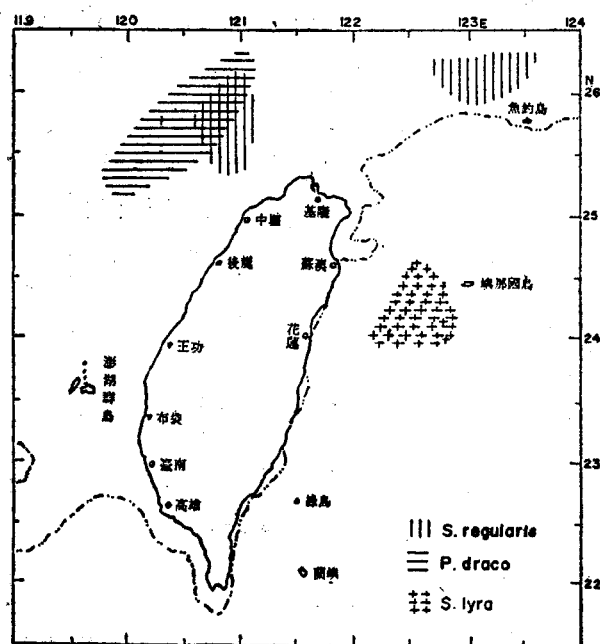
S.regularis 此種海屬於黑潮及鄰近暖水域之表層種，在臺灣近是極為普遍。(曾，1965；廖，1968)，又據曾 (1968) 報告它主要分佈於臺灣海峽之北端及南部整個黑潮流和東部海域等，其體長 3—7 mm，而以 4—5 mm為最普遍，冬季分佈如圖六十三所示，是在臺灣西北海域和東南外海，數量均極少，其體長為 6—8 mm。

*Pterosagitta draco*為臺灣近海水域毛顎類中最普遍的一種，體長 2—7 mm大部分為 4—5 mm是外洋和表層的溫水種，它分佈於臺灣近海之北部、南部和東部等，但在臺灣西部及中部無發現(曾，1968) 冬季所發現之量極少，其分布如圖63所示，僅在臺灣西北海域發現兩隻外，其餘皆沒發現，其體長為 6—8 mm。

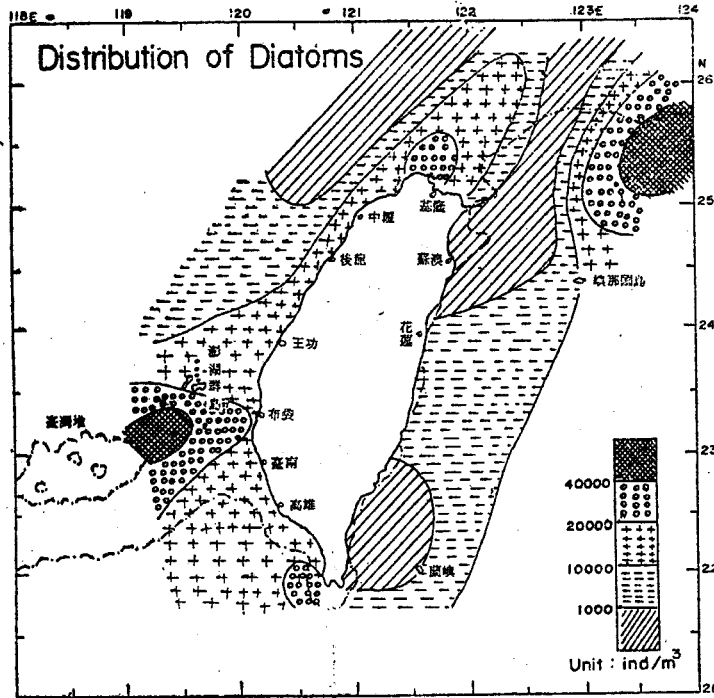
*S.lyra*為臺灣近海曾被發現之毛顎類中最大的一種，體長達37mm，主要分佈於黑潮主流海區及臺灣北部海域，(曾，1968) 冬季僅在臺灣東部海域之第41站，發現 1 隻而已其分布如圖64所示，體長16mm。

*K.pacifica*是屬於廣洋暖水性種類，據曾 (1965 和1968) 報告，曾發現於臺灣海峽北端，又據廖 (1968) 報告在臺灣西南海域亦有少量發現，體長為 3—9 mm (曾，1968) 在冬季所發現體長為 6—8 mm，以臺灣海峽北端及海峽中部沿海較多。

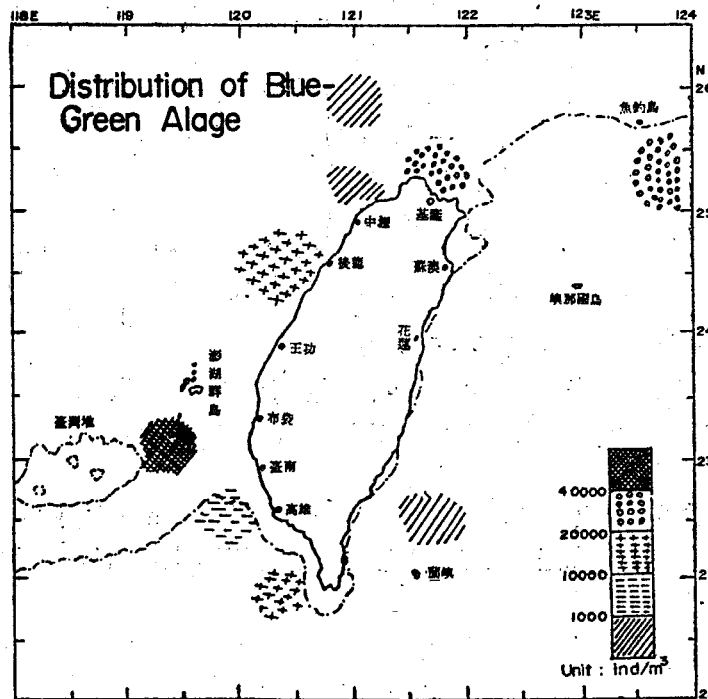
S.bedoti 是黑潮及其近海區之最豐富種 (Yamagi, 1966)，它廣泛的分佈於臺灣近海，但在臺灣海峽中部無發現，其體長為 7—14mm (曾，1968)，冬季所發現的體長為 6—17mm，其分布如圖六



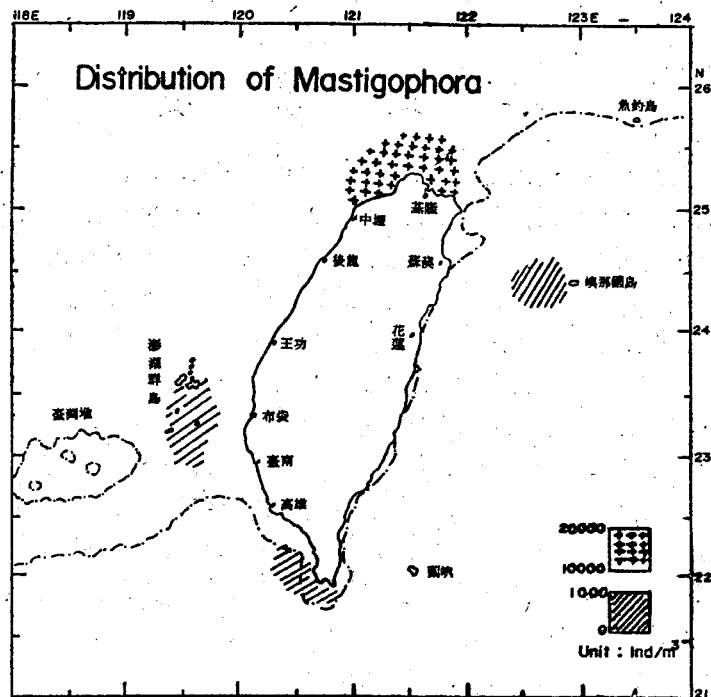
圖六十三 *Sagitta regularis*, *Pterosagitta draco*和*Sagitta lyra*之分布



圖六十四 矽藻分佈



圖六十五 藍綠藻分佈



圖六十六 鞭藻分佈

植物性浮游生物

冬季臺灣近海植物性浮游生物以矽藻類佔絕大多數，其次為藍藻而以鞭藻為最少。各站所發現之種類與其數目如附表所示，此表數目，是直接從樣本裡每次取 0.25cc，所鑑定出來的結果。

矽藻類：其分佈如圖六十四所示，以第 5. 14. 26. 27. 28. 32. 和 33 等站所發現為較多；第 5 站在臺灣東北方外海，平均每立方公尺海水發現在有 40,705 個細胞之矽藻，這些矽藻以 *Chaetoceros affinis*, *Thalassiothrix nitzschoides*, *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Nitzschia seriata* 和 *Nitzschia longissima* 等為最多。第 14 站即在臺灣西北角沿海，此站每平方公尺海水有 26,672 個細胞數之矽藻，而以 *Chaetoceros curvisetus*, *Nitzschia seriata*, *Nitzschia longissima*, *Thalassiothrix frauenfeldii* 和 *Thalassiothrix nitzschoides* 等為最多。第 26 站，位於臺灣西部沿海，所發現之矽藻為每平方公尺海水有 22,532 個細胞數，其中以 *Chaetoceros sp* 佔絕大多數。第 27 站是在澎湖南方近，海平均每立方公尺海水高達 127,707 個細胞數，是所發現的矽藻最多的一站，其種類以 *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Thalassiothrix nitzschoides*, *Chaetoceros sp* 和 *Chaetoceros curvisetus* 等為最多。第 28 站所發現者之矽藻平均每平方公尺海水有 46,765 個細胞數而以 *Thalassiothrix frauenfeldii*, *Thalassiothrix nitzschoides* 和 *Chaetoceros sp* 為主。第 32 站在臺灣西角沿海，平均每立方公尺海水有 3,174 個細胞數，以 *Chaetoceros sp*, *Biddulphia varicon*, *Chaetoceros affinis*, *Chaetoceros curvisetus* 和 *Chaetoceros laceri* 等為最多。

藍藻類：如圖六十五所示冬季臺灣近海所發現之藍藻絕大多數屬 *Trichodesminin* 其次為 *Halosphearea viridix* 僅在第 27、28 兩站有少量被發現外，其餘各站甚少發現而已，其分佈如圖所示，以第 27 站為最豐富，其次為 5. 14. 和 33 三站，而第 20. 30. 37. 三站也有少量發現。

鞭藻類，冬季近海所發現之鞭藻類都屬 *Peridiniidae* 科其中以 *Ceratium* 屬為最多，其分佈如圖六十六所示，主要分佈在第 14. 19. 其次為第 32. 41. 44. 等站，而其餘各站均無發現。

討 論

水 文 環 境

冬季因東北季風增強，中國沿岸流受東北季風之吹送，向東南入侵臺灣海峽，使海峽之海水普遍受此沿岸流之影響，由於這股沿岸流有其特殊之性質，即低溫、低鹽、低酸鹼度，和高含氧量（朱1963；曾，1970）所以海峽之水溫、鹽度及酸鹼度，都隨之下降，而含氧量隨之增高。受此中國沿岸流影響最深處，並非在臺灣正西北海域，而是稍偏南之臺灣海峽中北部海域，因臺灣北部海面尚屬黑潮流影響海區，所以仍具有黑潮之高溫度和高鹽度之特性，因而冷水舌中心向南偏移，故無論是鹽度，溫度或酸鹼度，都以臺灣海峽中北部海域為最低，並由此向台灣西海岸，海峽南方，及北方增高。東北海域以第1和2站為中心，無論是鹽度、溫度、酸鹼度及含氧量，均以此兩站為最低，而由此向外逐漸增加，又從溫度及鹽度垂直剖面圖可看出等鹽線和等溫線都近乎垂直，由沿岸向東下降，由此可看出有湧升流之現象（曾，1970），主要原因是黑潮主流流經於此，在此附近有200公尺等深線之存在，海流由深向淺處流動即產生湧升流（Tait, 1968）。臺灣東部海域因屬於黑潮主流區，所以在鹽度、溫度和酸鹼度等較高，溶氧量較低。東南沿海因有湧升流存在（姚；1971，曾1971），此區之鹽度、溫度、酸鹼度及溶解氧都很低。西南海域10公尺層以下之鹽度，以高雄正西約30哩為最低即第30站，且等鹽線以為中心成弧形排列向外擴張，另外從鹽度溫度剖面圖所示，鹽度及溫度均向海岸方面遞增，又由其酸鹼度及溶解氧之垂直變化看來，是有湧升流之現象與曾（1971）報告相吻合，由於夏季此區湧升流很強，所以可以判斷底層之海水由30站附近湧升後約在50公尺層又往南流，因冬季東北季風增強，的關係使表層海水產生表面流，所以湧升流在未至表層時即隨表面流往南流動（朱，1963）。

沉 澱 量

垂直採集與水平採集之沉澱量均以西北海區為最高，東部海區次之，最少是在東北海區，東南沿海區，及西南海區，西北海域係來自中國沿岸之冷水團，營養離子豐富，溶氧量高、溫度、鹽度變化不大，據前文結論，自然成為生物之良好棲息場所，故生物量特別多。生物量少之處，東北海區，東南沿海、西南海區，這三海區因都有湧升流之存在，（據前文結論），鹽度溫度之變化大，DO低所以未成為生物之良好棲息場所，因此生物量在此等區都很貧脊。

浮游生物六大類垂直分佈

臺灣近海垂直浮游生物之組成以橈腳類佔絕大多數平均佔浮游生物總個體量之86.75%以上，其次為甲殼類佔7.59%，毛顎類佔2.63%又次之，其他類1.2%，水母類0.73%和皮囊類0.49%為最少。橈腳類分佈最廣泛且量也最多，主要分佈於臺灣西北海域，其中以第16站為最多，其次為東部及東南沿海域，西南海域又次之，西部海域僅在26站有較多量發現外，其餘各站量都很少，尤以東北海域量最少。甲殼類主要分佈於臺灣西北海域，其中以19站為最多，其次為東部海域和西南部海域，而以東北海域為最少。毛顎類主要分佈於臺灣西北海域，其中以15、16站為最多，其次為西部海域之26站，但此海域之其他各站却無發現，東部東南和西南海域量雖少，但各站均有普遍發現，最少的是在東部海域。其他類主要分佈於東部海域，其次為西北海域之第15和19兩站較多，西南海域又次之，以東北海域為最少。水母類主要分佈於東部海域，其次西南海域，西北海域又次之，西部海域僅在26站有較多量發現外，其餘各站均無發現，而以東北海域最少。皮囊類主要分佈於東部海域之第40站和西北海域之第12、13和14等三站，其次為西部海域之第26站，而又以東北海域為最少。

六大類水平分佈

冬季臺灣近海水平浮游生物之組成亦以橈腳類最為普遍，且在量方面均佔絕大多數，平均佔全六大類之 88.23%，其次為皮囊類為 5.39%，甲殼類 3.39% 又次之，毛顎類 1.95%，水母類 0.74%，最少的是其他類僅佔 0.21%。橈腳類主要分佈於臺灣西北海域，其中以 12、13、15 站量為最多，其次為東部海域之 38 站和東南海域之 35 站，而以東北部和西部海域為最少。皮囊類主要分佈於臺灣東部海域，以第 38 站佔全浮游生物量之絕大多數，其次為西北海域之第 13 站量較多，西南海域又次之，而東部海域為最少。甲殼類主要是分佈於臺灣西北海域，其中以第 13 站為最多，其次為西南海域之第 31 站較多，東部海域又次之，東北海域為最少。毛顎類主要是分佈於臺灣西北海域，以 12、13 和 16 等三站為最多，其次為西南沿海之第 31 站為較多，東部海域又次之，最少是在東北海域。水母類主要分佈於東部海域和西北海域，其次為西南海域，東北海域量雖少，但分佈較普遍。其他類主要分佈於西部，西南部海域，東部海域次之，最少仍在東北海域。

橈 腳 類

冬季臺灣近海所發現之橈腳類以 *Pseudocalanus minutus* 為最多，這種橈腳是屬於冷水性之橈腳，經常成為冷水流之指標 (Mori, 1969)，絕大多數是集中在臺灣西北海域。其次所發現之橈腳都是黑潮流之暖水性橈腳，它數量雖不很多，但種類甚多，如 *Canthocalanus papuer*, *Oncacea venusta*, *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus pargens*, *Pseudocalanus gracilis*, *Eucalanus subcrassus*, 等為黑潮流裡暖水性生物 (Mori, 1969)。這些橈腳主要分佈於臺灣西北海域，東部海域，和東南海域，和東南域其次為東北海域和西南海域，而西部海域甚少發現。從這些冷水性橈腳類動物與黑潮流暖水性橈腳類動物之分佈情形可看出西北海域為冷暖水性橈腳之集中海域，在此海域不但橈腳種類多，且數量亦很大，又從海況資料顯示出西北海域是受中國沿岸流冷水流及黑潮流之暖水流之交會海域 (朱, 1963; 曾, 1968, 1970)，所以此海域不但具有豐富之冷水性之橈腳類動物更具有豐富之黑潮流暖海性之橈腳動物。

毛 顎 類

據 1968 年曾氏報告中發現毛顎類對於溫度之最大界限範圍是在 25.5°— 29.86°C，對於鹽度之界限範圍為 33.50—36.5‰ 因冬季氣溫下降，超出毛顎類之忍耐範圍，所以毛顎類在冬季甚少被發現，僅在第 16 站所採集到之毛顎類較多，共有 101 隻外，其餘皆甚少，此站之溫度是在 21.90— 22.30°C 鹽度是在 33.27— 33.49‰，DO 4.35— 4.98 ml/L，pH 8.38— 8.4，其中種類是以 *S. hexaptera* 為最多，共有 35 隻，而此種毛顎是所有毛顎類中所發現之最多一種，據曾 (1968) 發現此種毛顎類對鹽度之忍耐範圍是在 33.50— 34.50‰ 是所有毛顎類中好低鹽度的一種，因此此種毛顎類在較低鹽度之 16 站發現較多。溫度與鹽度在冬季臺灣近海水域因較低的關係，可能是導至毛顎浮游動物大量減少之主要因素。

植物性浮游生物

從以上三種植物之浮游生物之分佈可看出，它是成群落狀之分佈，而大部份集中於有湧升流附近及沿海之營養鹽最富之海區。從動物性浮游生物與植物性浮游生物之分佈可看出動物性浮游生物最多海區，植物性浮游生物並不多，如西北海區之第 12、13 站。

澎湖南方近海區：此海區為植物性浮游生物量最多之海區，這海區植物性浮游生物不但具有冷水性植物性浮游生物，同時具有暖水性之植物性浮游生物。由於這海區受南部湧升流之影響，又因為動物性浮游生物甚少之故，自然形成良好植物性浮游生物之群落。

西南端海區：此海區因近岸之故，營養鹽豐富，同時又受南部湧升流之影響，（據前文所述）所以形成植物性浮游生物之群落，這區之植物性浮游生物大都屬於暖水性之植物性浮游生物。

東北外海區：此海區因受東北湧升流之影響，營養離子豐富，所以也形成一植物性浮游生物之群落，這區所發現之植物性浮游生物大部分是屬於溫帶暖水性之植物性浮游生物。

西北端海區：此海區因受中國沿岸及東北季風之影響（前文所述由於它是冷熱兩水團之交會點）同時受到淡水河之排水營養離高，形成植物性浮游生物繁殖之良好場所。這海區之植物性浮游生物不但具有黑潮流之暖水性植物性浮游生物同時又有中國沿岸流之冷水植物浮游生物，不但種多，量也不少，但它由於此區之動物性浮游生物繁殖甚多之故，所發現植物性浮游生物量並不是最多之海區。

參 考 書 籍

- Morris and Riley. 1963 A manual of sea water analysis. Anal chim. Acta. 29: 293.
- Bendschneider and Robinson. 1952. J. Mar Res, 11: 87.
- Jacobsen J.P. Robinson R.J. and Thompson T.G. 1950. Publ. Sci. Ass. Oceanogr. plays No11.P22.
- Kundsen, G.E.C. 1953. Gad Copenhagen.
- Marumo, R. 1957. The Distribution of Plankton Settling. Volumes in the Neighboring Seas of Japan. 1.11 Jap Soc. fish 23(4): 182-194.
- Oceanographic Date Report of C.S.K No. 1-6. 1965-1967 (CHINA).
- On the Preparation of C.S.K. Standards for Marine Nutrient Analysis. Chemistry Working Group. Subcommittee for C.S.K. National Committee on Oceanic Research, Science Council of Japan.
- Tait, R.V. Tait 1968 Element of Marine Ecology
- Shinn, Ind. Eng. Chem. 1941. [Anal. Ed.] 13: 33.
- Tkamochi Mori. 1964. The Pealagic Copepoda from the Neighbouring Waters of Japan 山路勇; 1959. 日本プランクトン圖鑑。(保育社)。
- 丸茂隆三, 1965, プランクトン, ソロロフィル基礎生産量測定方法, 黑潮海洋學基礎研究班。
- 朱祖祐; 1963. 台灣近海之海洋狀況
- 曾文陽; 1965. 台灣產生類動物之分布
- 曾文陽; 1966. 台灣北部海域浮游生物
- 曾文陽; 1967. 冬季台灣北部海域動物性浮游生物量的組成與分布
- 曾文陽; 1970. 海洋學
- 姚能君, 曾文陽 1971. 台灣南部海區湧升流 (未發表)

