

2009 年台灣周邊海域營養鹽之分布特徵

陳郁凱、蘇博望、吳繼倫

水產試驗所海洋漁業組

前言

台灣四面環海，隨季節推移有黑潮水、南海水與大陸沿岸水等不同水系在此交匯，水文環境非常複雜。海水中的營養鹽是海洋植物繁殖生長不可缺少的化學成分，主要的營養鹽有硝酸鹽 (NO_3^- , Nitrate)、磷酸鹽 (PO_4^{3-} , Phosphate)、矽酸鹽 (SiO_4^{2-} , Silicate) 等，其中磷酸鹽、硝酸鹽是海洋植物在行光合作用合成有機物的原料，矽酸鹽則是矽藻細胞壁的主要構成元素。依各海域地理位置特性不同以及陸源流入的物質、海流輸送與季節間水團消長等多種因素的影響，營養鹽在海洋環境中的濃度與分布特徵也會有所差異。當某一種營養鹽類之濃度低於浮游植物生長所需時，它就成為浮游植物生長的限制因子，進而影響海洋基礎生產力的分布。以往國內相關研究多侷限於特定海域，本研究將針對台灣周邊海域進行大範圍調查，探討周邊海域營養鹽之分布與季節變化。

材料與方法

本研究於 2009 年期間利用水試一號試驗船於台灣周邊海域 62 個測站（圖 1），以輪盤式採水系統採取 5 m 與 25 m 等層之海水各 100 mL，以液態氮 (-196°C) 急速冷凍保存後攜回實驗室，分別利用偶氮法-鎬-銅還原

(Azo-dye pink)、鉬酸藍法 (Molybdenum blue) 及矽酸藍法 (Silicomolybdenum blue)，以分光光度計測定吸光值後換算硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽之濃度。分析結果依海底地形與主要水團分布將研究區域劃分為東北部海域 (121.5–123 °E, 24.5–26 °N)、東部海域 (120.75–123 °E, 21.5–24.5 °N)、西南部海域 (119–120.75 °E, 21.5–22.75 °N)、澎湖周邊海域 (119–120.75 °E, 22.75–24.25 °N) 及西北部海域 (119–121.5 °E, 24.25–26 °N) 等五部分進行討論。

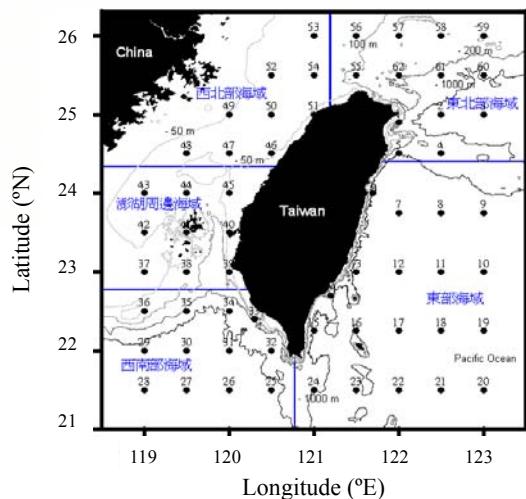


圖 1 台灣周邊海域測站位置

結果與討論

2009 年冬季時，硝酸鹽、磷酸鹽濃度以西北部與澎湖周邊海域稍高，矽酸鹽分布較

均勻，無明顯趨勢（圖 2）。春季時，硝酸鹽以東北部海域較高，磷酸鹽相當低，矽酸鹽以東部稍高，但整體矽酸鹽濃度為四季中最

低。夏季時，各區之營養鹽濃度均為四季中最高，各營養鹽在東北部、西北部及澎湖周邊海域都有高值出現。秋季時，整體營養鹽

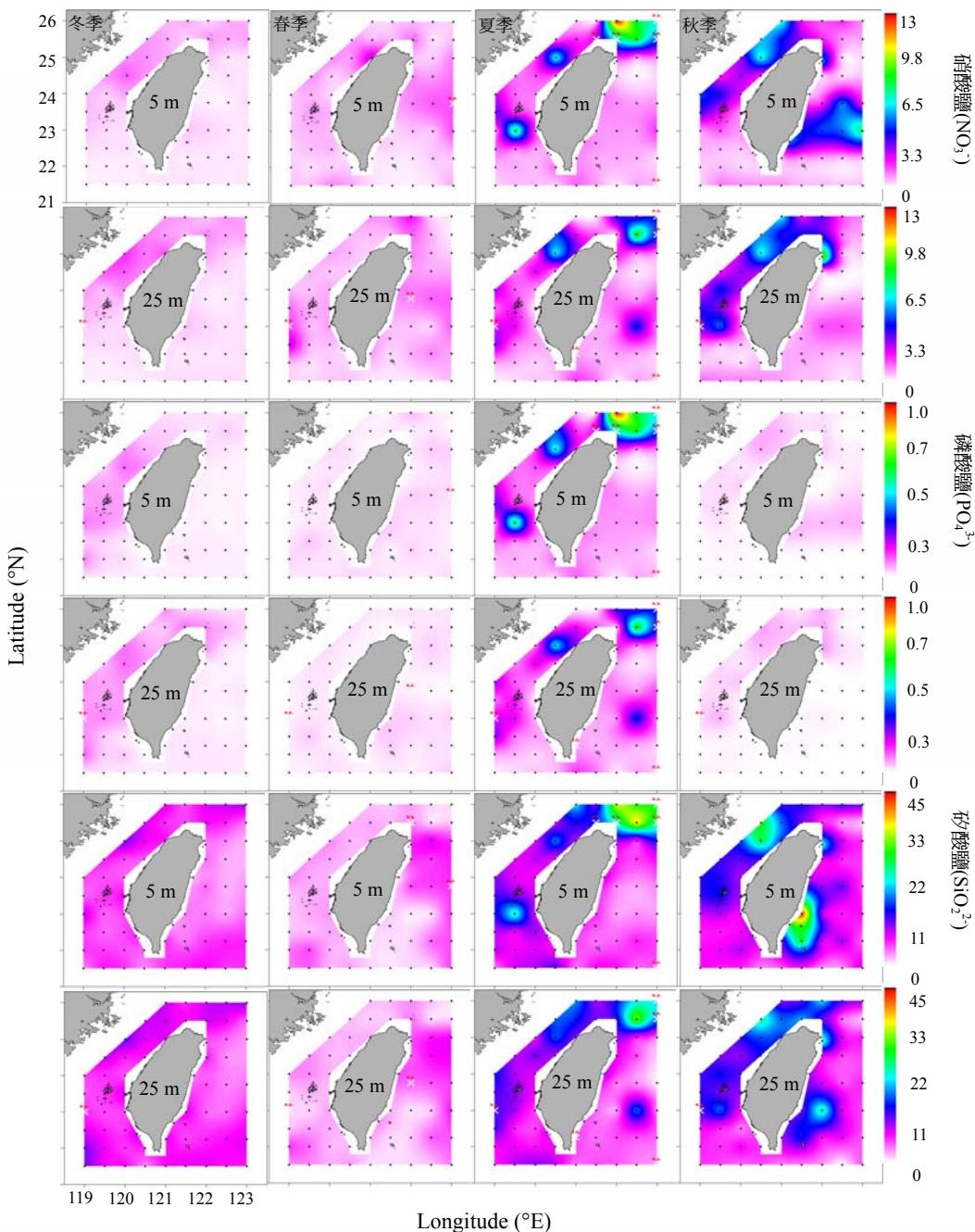


圖 2 2009 年周邊海域硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽分布(單位： μM)

濃度僅次夏季，硝酸鹽及矽酸鹽分布趨勢與夏季類似，但磷酸鹽濃度則是相當低。

本研究發現夏、秋兩季之營養鹽分布具明顯的地域性（圖 2），台灣東北部、西北部及澎湖周邊海域明顯較高。東北部海域因有黑潮次表層水遇隆起地形形成湧升現象，營養鹽濃度隨之驟增（鄭，2007）。過去研究亦發現當黑潮於此區受地形向上湧升時，中表層水硝酸鹽濃度驟增 $5 \mu\text{M}$ ，磷酸鹽 $0.5 \mu\text{M}$ ，矽酸鹽則達 $10 \mu\text{M}$ 以上（周，2001）。而夏秋時西南季風盛行，黑潮支流與南中國海表層水遭遇雲彰隆起時，其底層水會轉向西方流動，進而避開雲彰隆起繼續向北流，使得在澎湖群島附近海域會有海水向上湧升的情形（謝，2007）。然而，台灣東部海域地形陡峭，離岸數浬水深即達數百米以上，湧昇不易，終年流經的黑潮在此區多呈現貧瘠狀態。

台灣周邊海域營養鹽濃度呈現明顯季節性變化（圖 2），春季時由於浮游植物大量增生，海中營養鹽被消耗殆盡，含量變的很低。2009 年夏季硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽濃度大量發生，東北部、西北部及澎湖周邊海域之硝酸鹽與磷酸鹽濃度為四季之冠，全區各營養鹽的平均濃度較春季升高約 1 倍多。過去調查發現以秋末冬初擁有較高的營養鹽，但是本年度與以往有些不同，以夏季最高，其次為秋季。龔（2010）指出，特殊偶發事件如季風、颱風、沙塵暴等都會影響水文環境，間接使營養鹽濃度呈現極端變化，而 2009 年夏季航次正值莫拉克颱風壓境後 12–14 天，推測可能是其挾帶的大量降雨，將陸源性營養鹽帶入海域，且強烈風浪造成海水的翻攪亦使營養鹽上傳至表層。

營養鹽的供應狀況對浮游植物的群落結構產生重要的調節作用，水體中營養鹽的含量直接影響浮游植物的生長，且光合作用係以一定的比例吸收營養鹽。氮或磷的限制具有空間的變異特性，在同海域，氮、磷營養鹽限制存在於季節性交替變化，Redfield (1963) 認為浮游植物對氮與磷的最適成長吸收比例為 $16:1$ ，當比值大於 16 ，則海洋浮游植物生長受磷限制，反之則受氮限制，而此比值小於 2 或大於 50 時，浮游植物細胞的生長速率則不是受單一因子濃度限制，而是受到多重效應的影響，即氮濃度、磷濃度、氮磷比例等因素都影響浮游植物細胞的生長及其對氮、磷的吸收。本研究發現，冬、夏兩季各海域明顯呈現氮限制狀態（圖 3），而春季時東北部、澎湖周邊及西北海域硝酸鹽與磷酸鹽比值較趨向 Redfield 指出的生長比例，即東部及西南海域其比值則都小於 2 ，表明這兩海域並非屬單一氮或磷限制，而是受到多重環境因素所影響。秋季時，東北、東部及西南比值亦與 Redfield (1963) 雷同，即澎湖及西北部海域則為氮限制狀態。

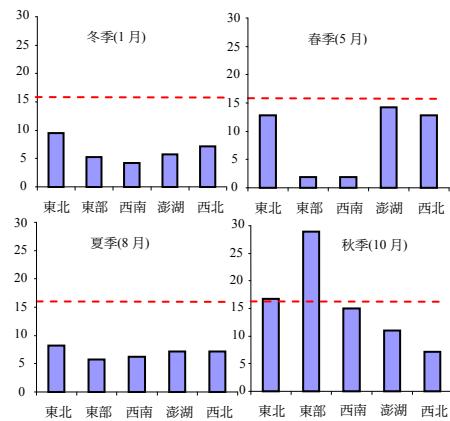


圖 3 2009 年台灣周邊各海域氮鹽與磷酸鹽比值之季節變化