

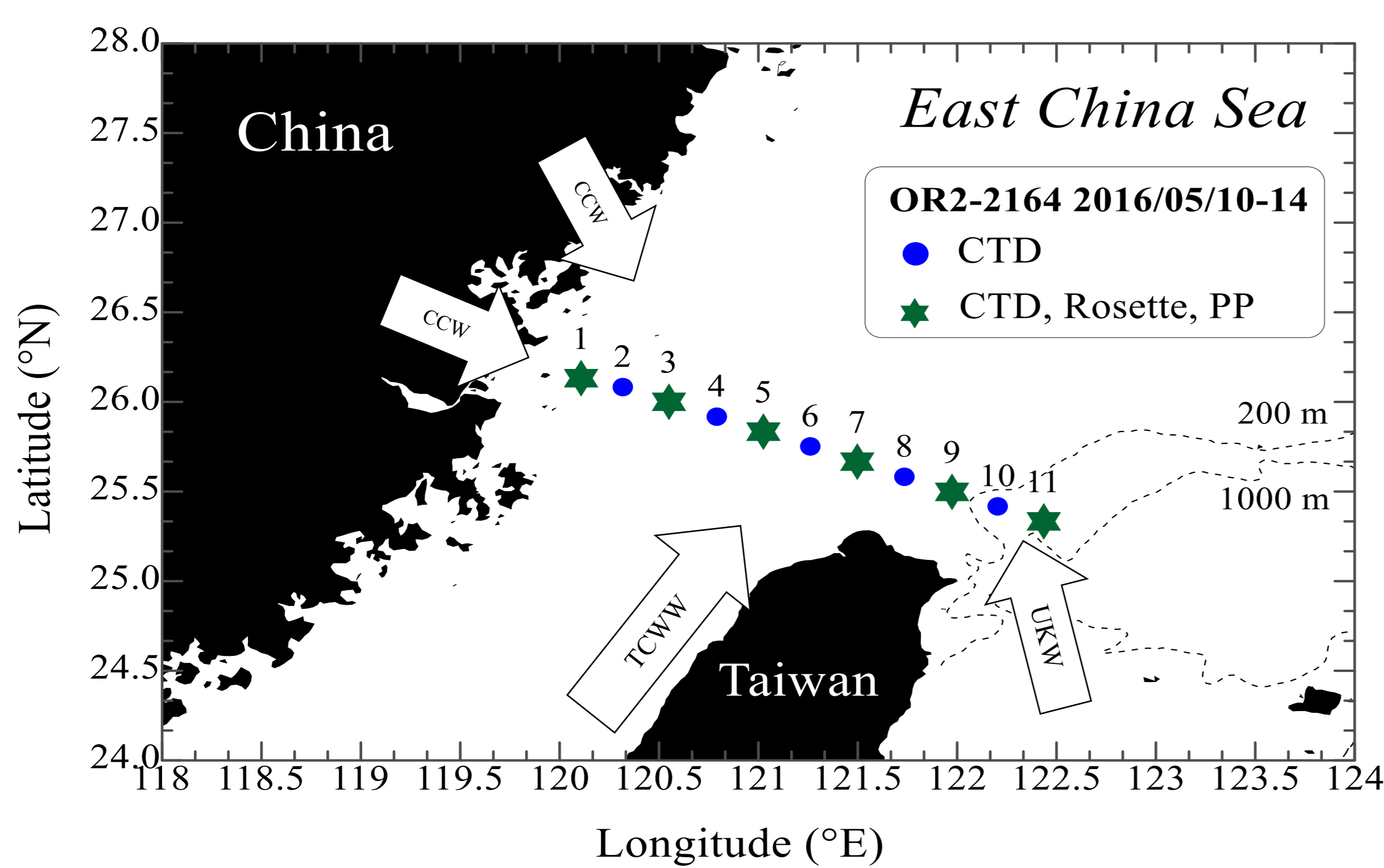


春季東海南部海洋基礎生產力空間變化原因之研究

羅翊甄、龔國慶

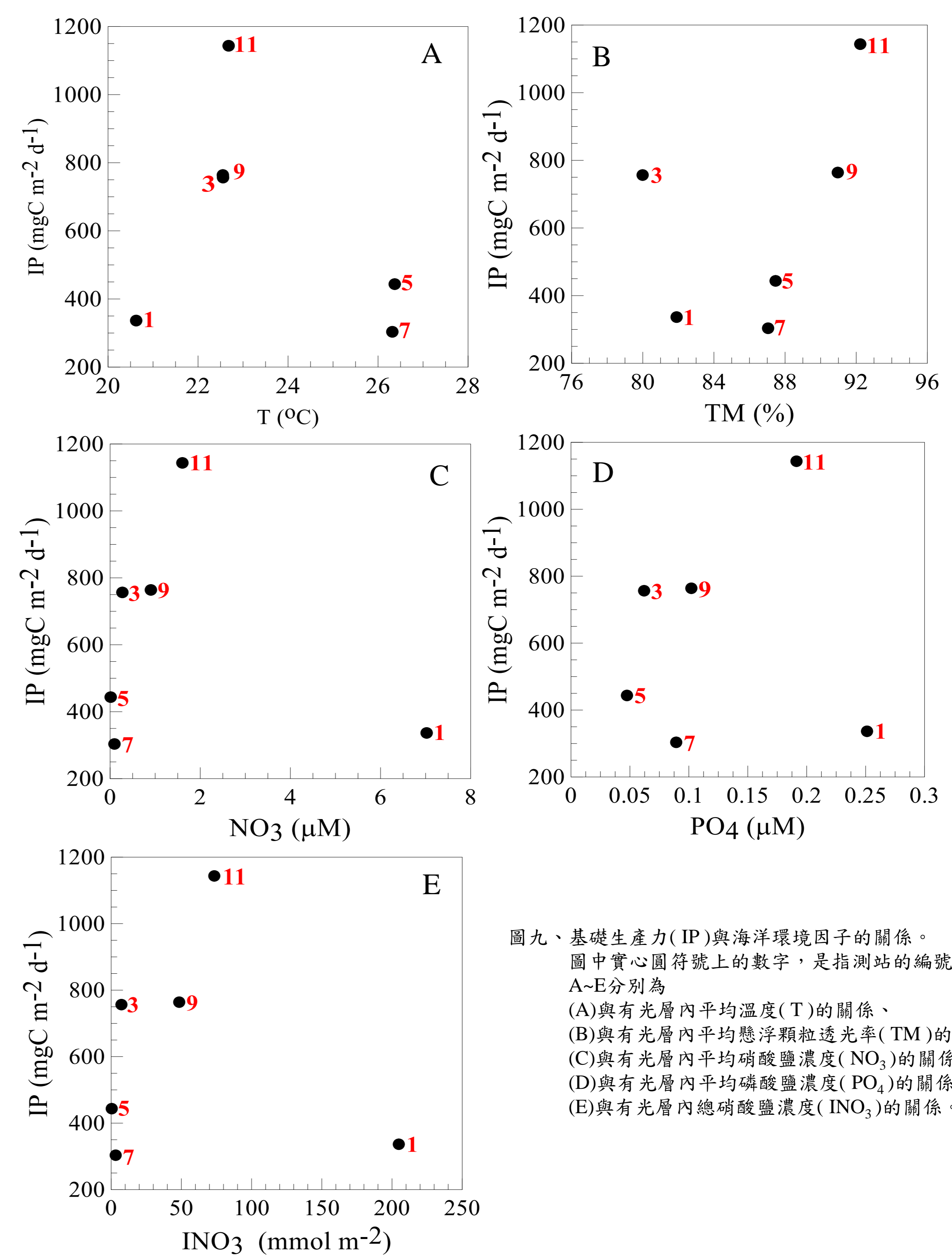
海洋基礎生產力是支撐漁業資源的基礎，同時具有吸收大氣二氧化碳達到調節氣候的功能。在全球變遷的作用力下，其對海洋環境以至於基礎生產力的影響，是一項值得研究的議題。因此，本研究利用春季(2016年5月10~14日)東海南部(馬祖外海以東到黑潮湧升的海域)海研二號第2164航次的探測結果，探討基礎生產力與不同水團之間的互動關係，研究結果有助於未來全球變遷對海洋基礎生產力影響的研究。結果顯示，基礎生產力從馬祖到黑潮湧升海域間的變化介於304至1144 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 之間，在不到300公里的空間範圍內有近4倍的差異。最低值出現在受貧營養鹽臺灣暖流水影響的海域(平均374 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$)，最高值出現在受高營養鹽黑潮湧升水影響的海域(平均954 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$)。本研究同時發現除了明顯受到具有較低溫、低磷(小於0.3 μM)、高氮磷比特性的大陸沿岸水影響的測站外，營養鹽供應量的高低是控制春季東海南部基礎生產力的關鍵因子。營養鹽供應量的高低可以使用硝酸鹽躍層的深度(海面下硝酸鹽濃度高於表層水1 μM 時的深度)，或是有光層深度與硝酸鹽躍層深度的差值做為指標。

研究海域



圖一、研究海域的測站分布，以及春天受三個水團影響的位置(CCW:大陸沿岸水; TCWW:台灣暖流水; UKW:黑潮湧升水)

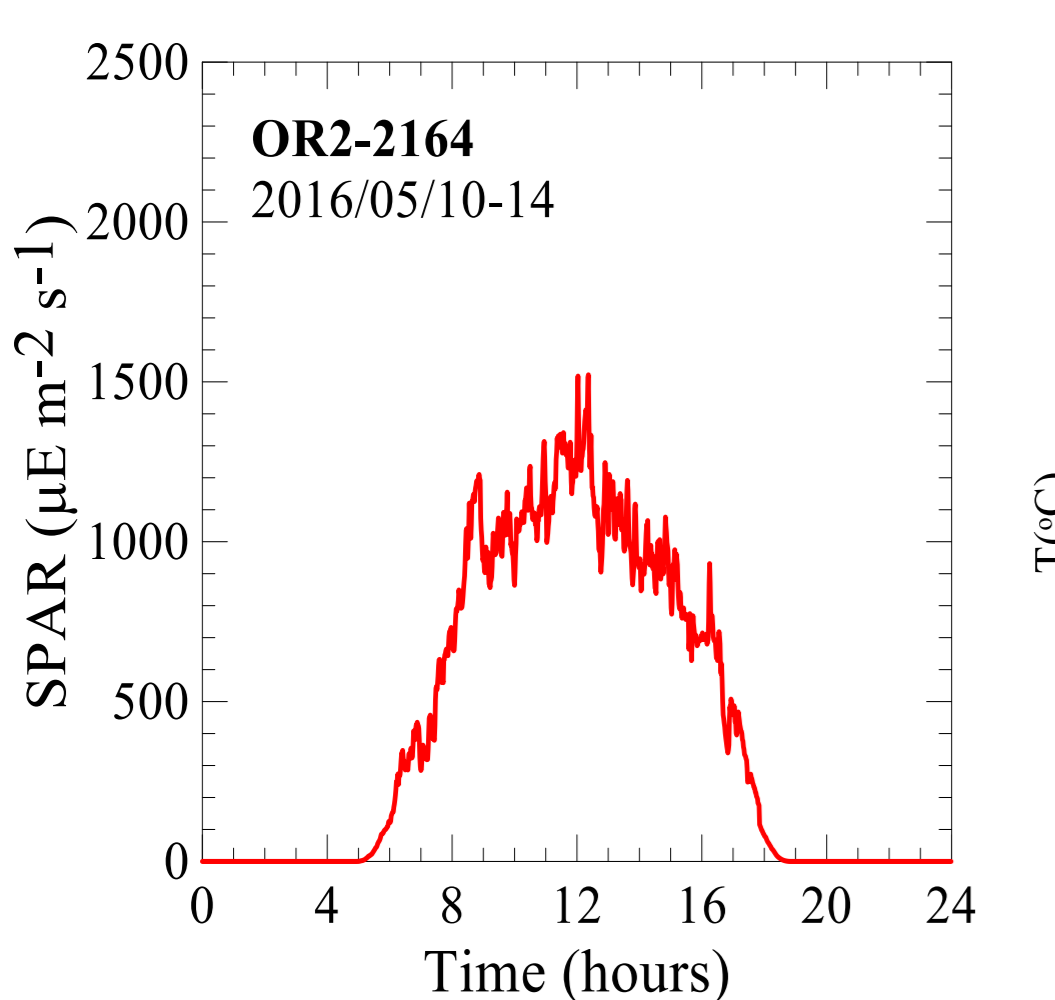
討論



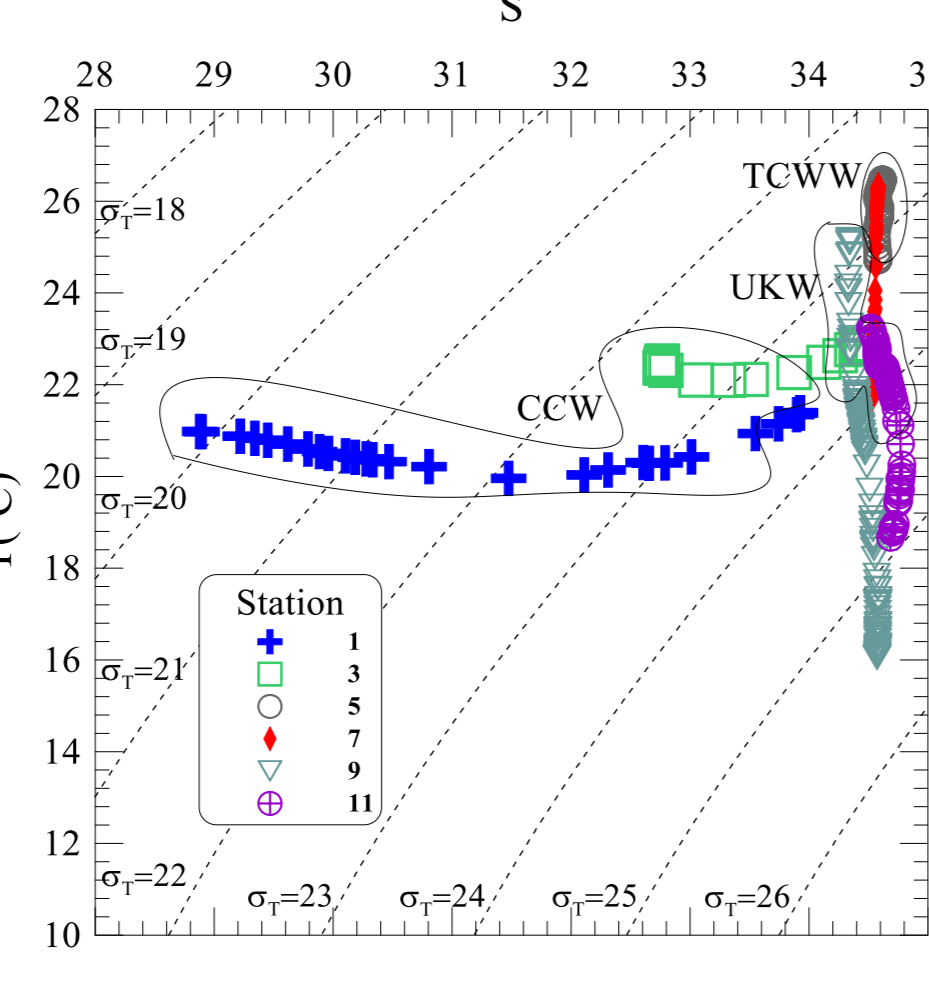
圖九、基礎生產力(IP)與海洋環境因子的關係。圖中實心圓符號上的數字，是指測站的編號。A-E分別為(A)與有光層內平均溫度(T)的關係、(B)與有光層內平均懸浮顆粒透光率(TM)的關係、(C)與有光層內平均硝酸鹽濃度(NO_3)的關係、(D)與有光層內平均磷酸鹽濃度(PO_4)的關係、(E)與有光層內總硝酸鹽濃度(INO_3)的關係。

結果

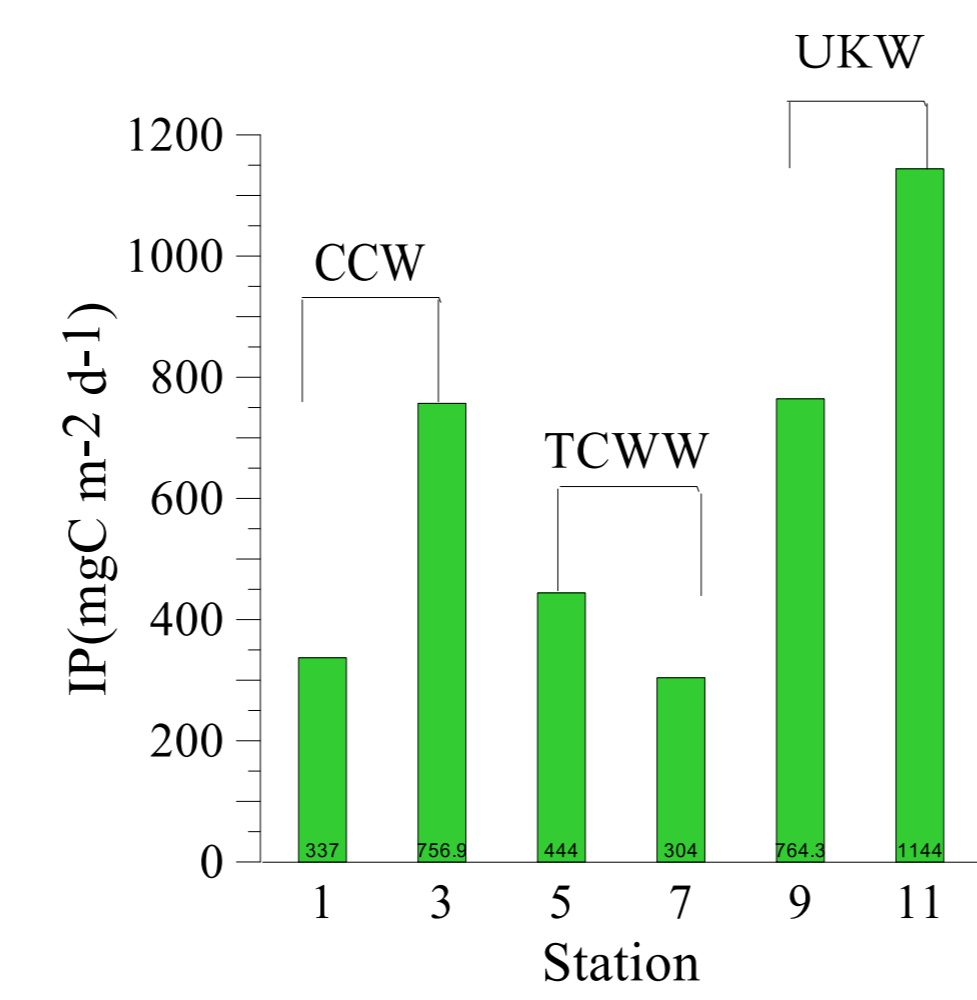
海洋基礎生產力變動受海洋中物理、化學、生物等因子所影響。物理因子主要為水體中可見光強度、海水溫度；化學因子主要為營養鹽的供應量或組成；生物因子主要為浮游植物的種類組成、浮游動物的攝食壓力。在本研究中主要探討物理及化學因子的影響。



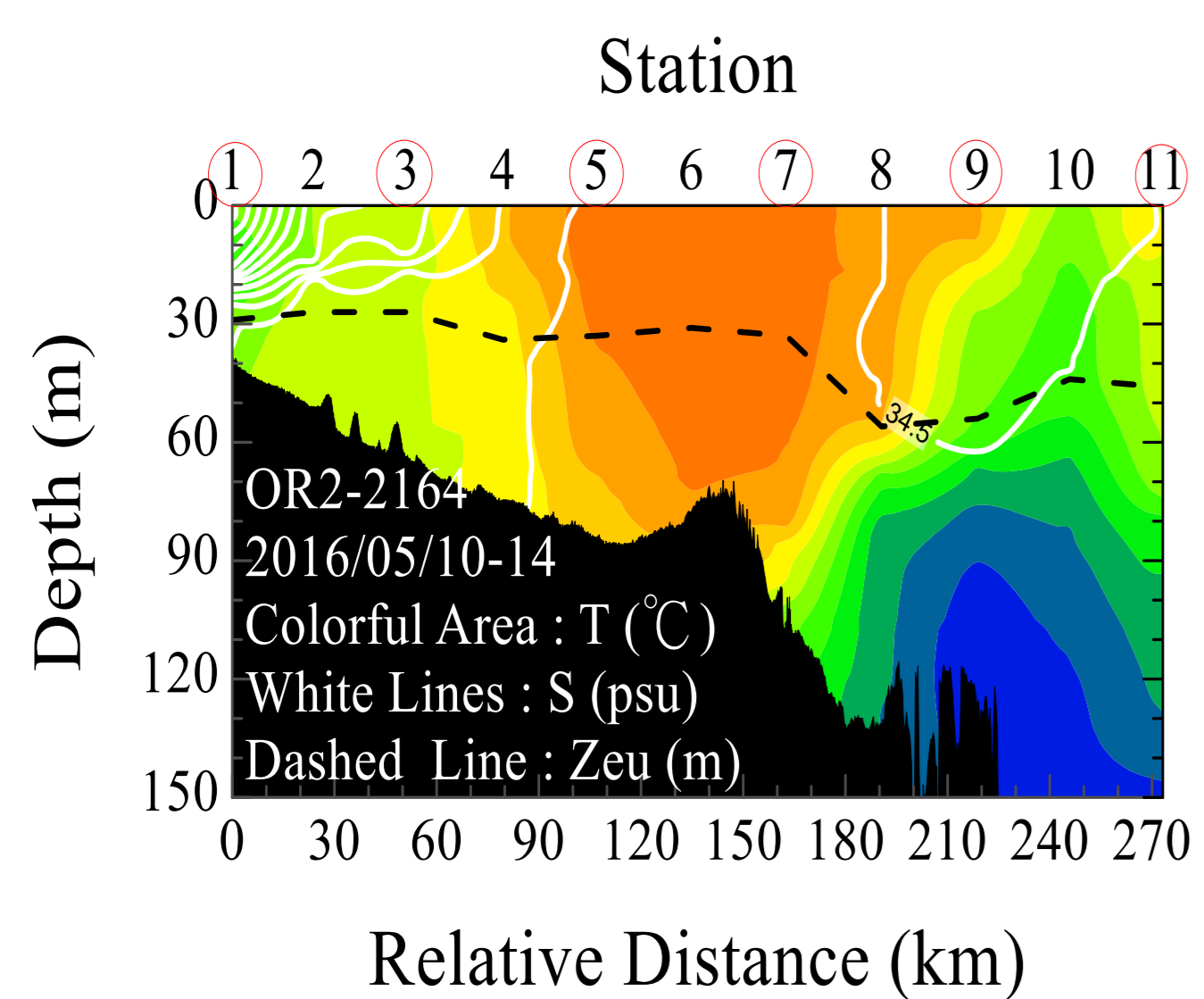
圖二、海面可見光強度(SPAR)平均逐時變化



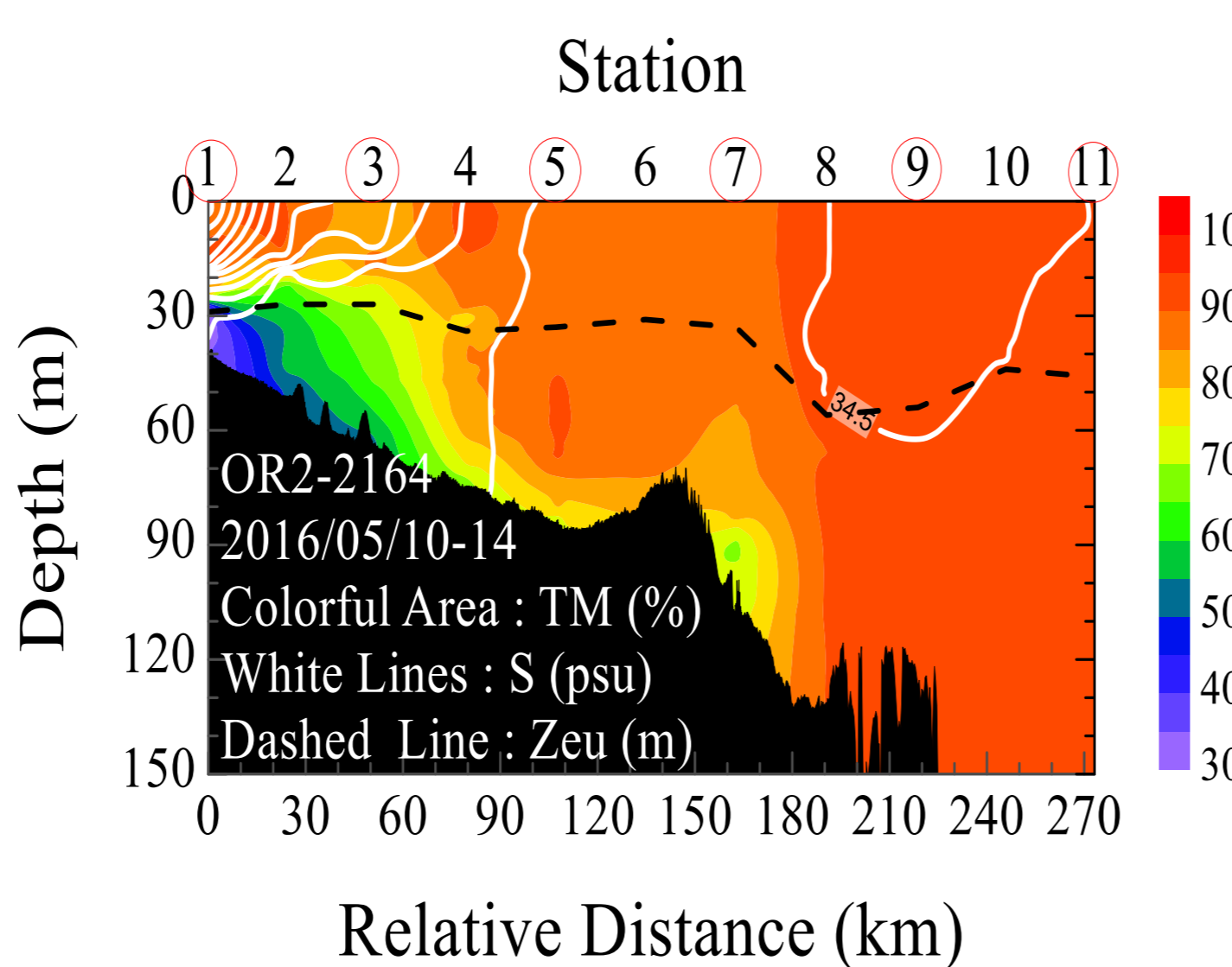
圖三、各測站的溫(T)鹽(S)變化。圖圖是其對應的水團。



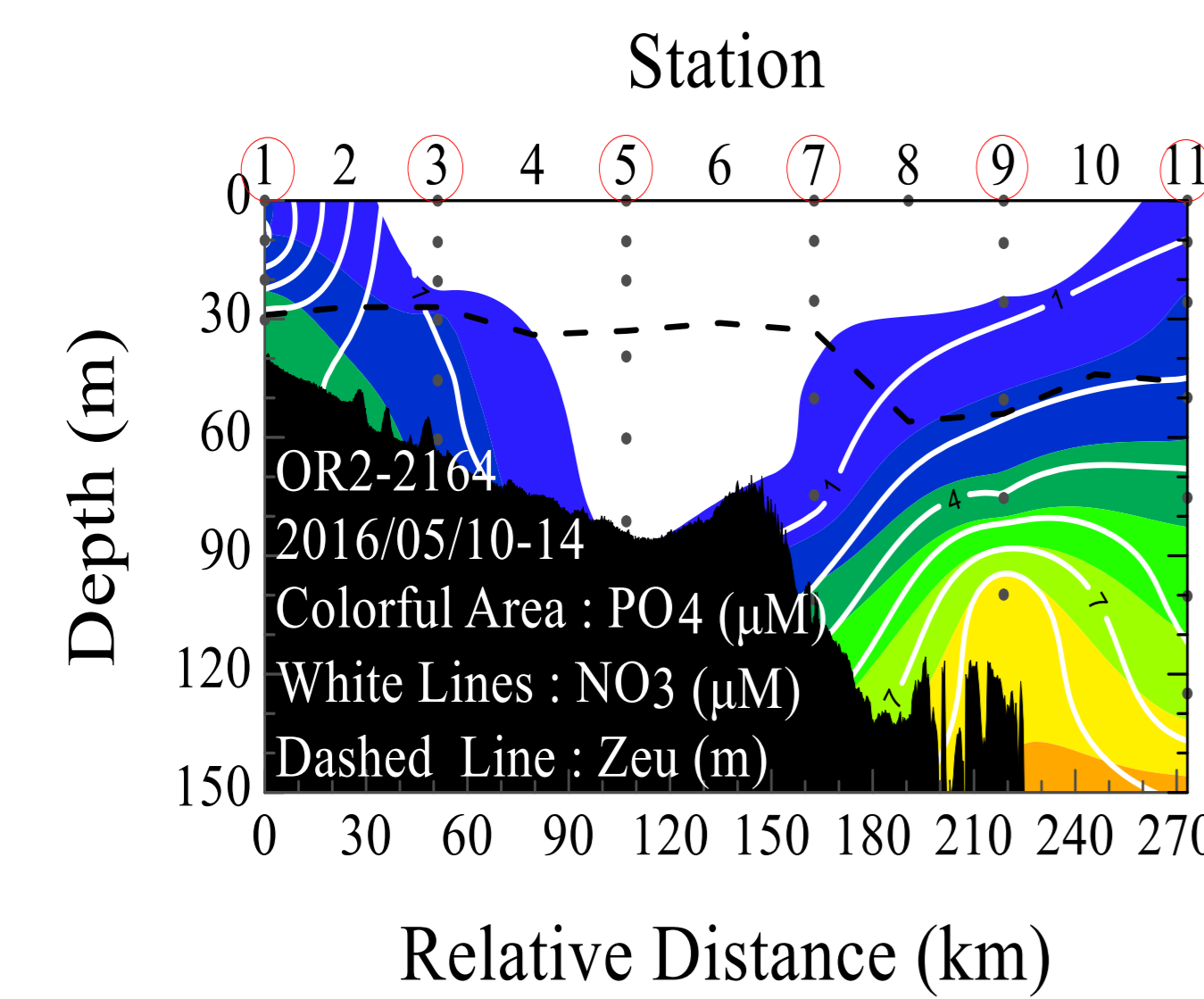
圖四、各測站基礎生產力(IP)的柱狀圖。第1、3站是受大陸沿岸水(CCW)影響的測站；第5、7站是受台灣暖流水(TCWW)影響的測站；第9、11站是受黑潮湧升水(UKW)影響的測站。



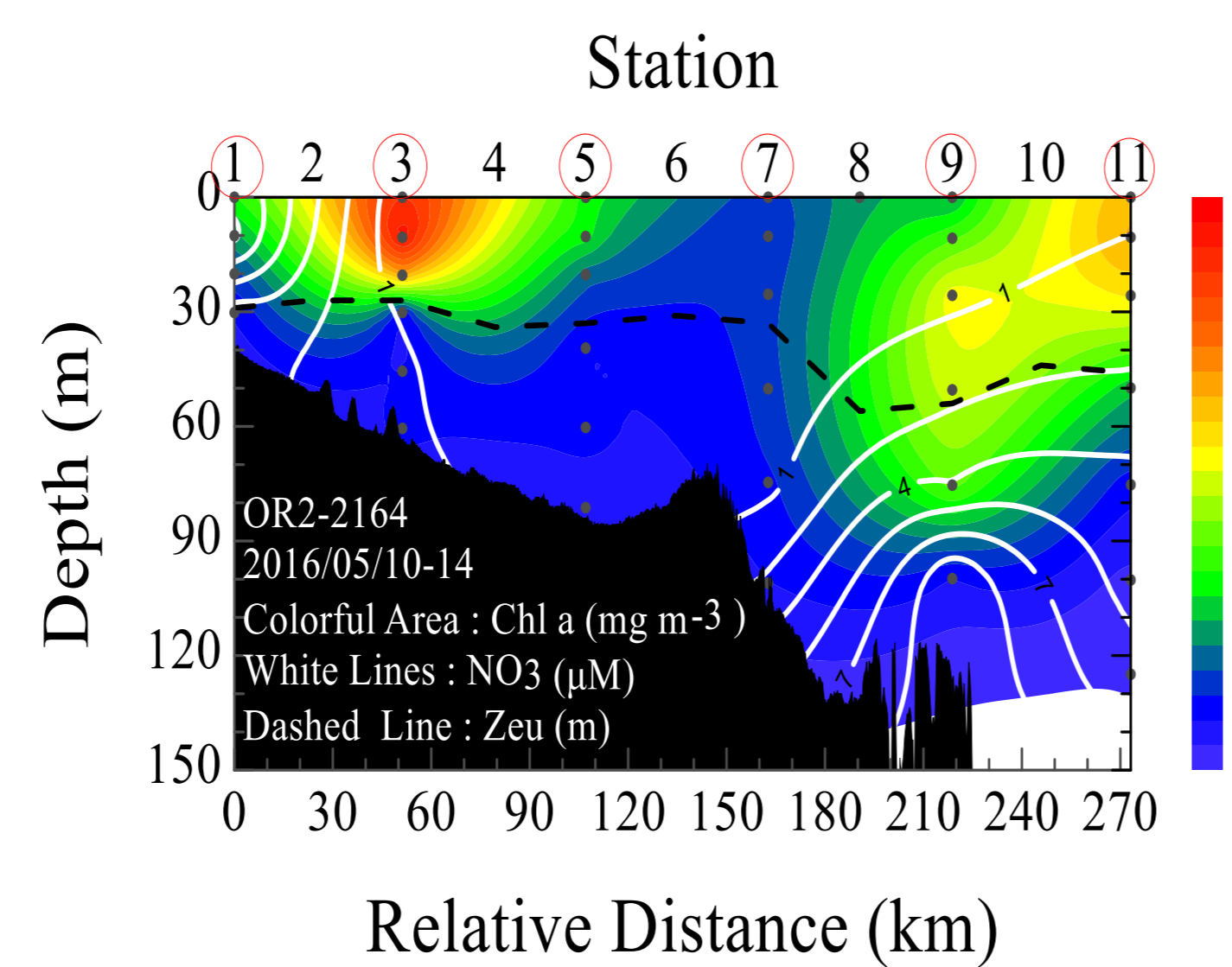
圖五、溫度與鹽度剖面圖。顏色部分為溫度，白色實線為鹽度，黑色虛線為有光層深度。



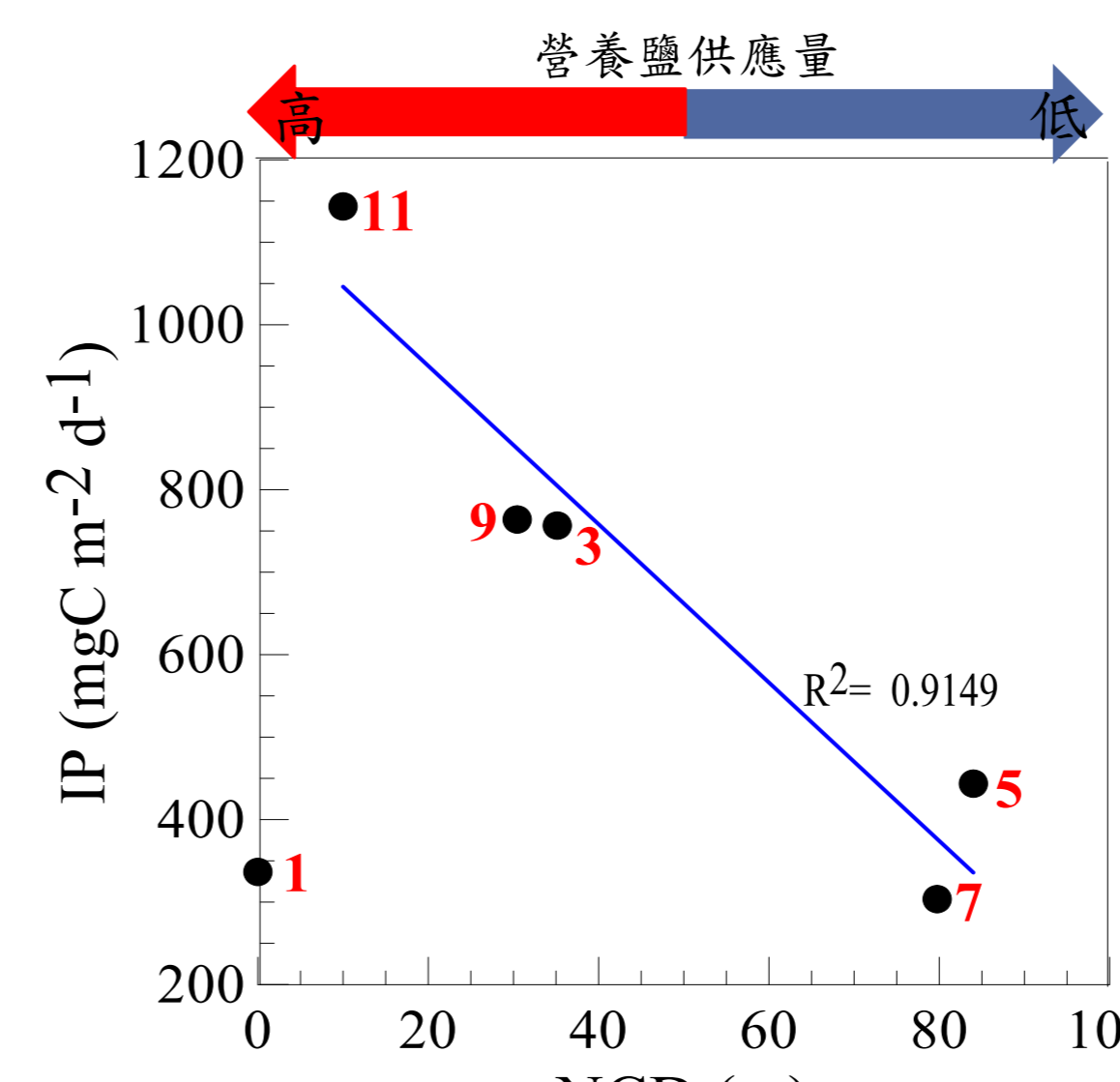
圖六、透光度與鹽度剖面圖。顏色部分為透光度，白色實線為鹽度，黑色虛線為有光層深度。



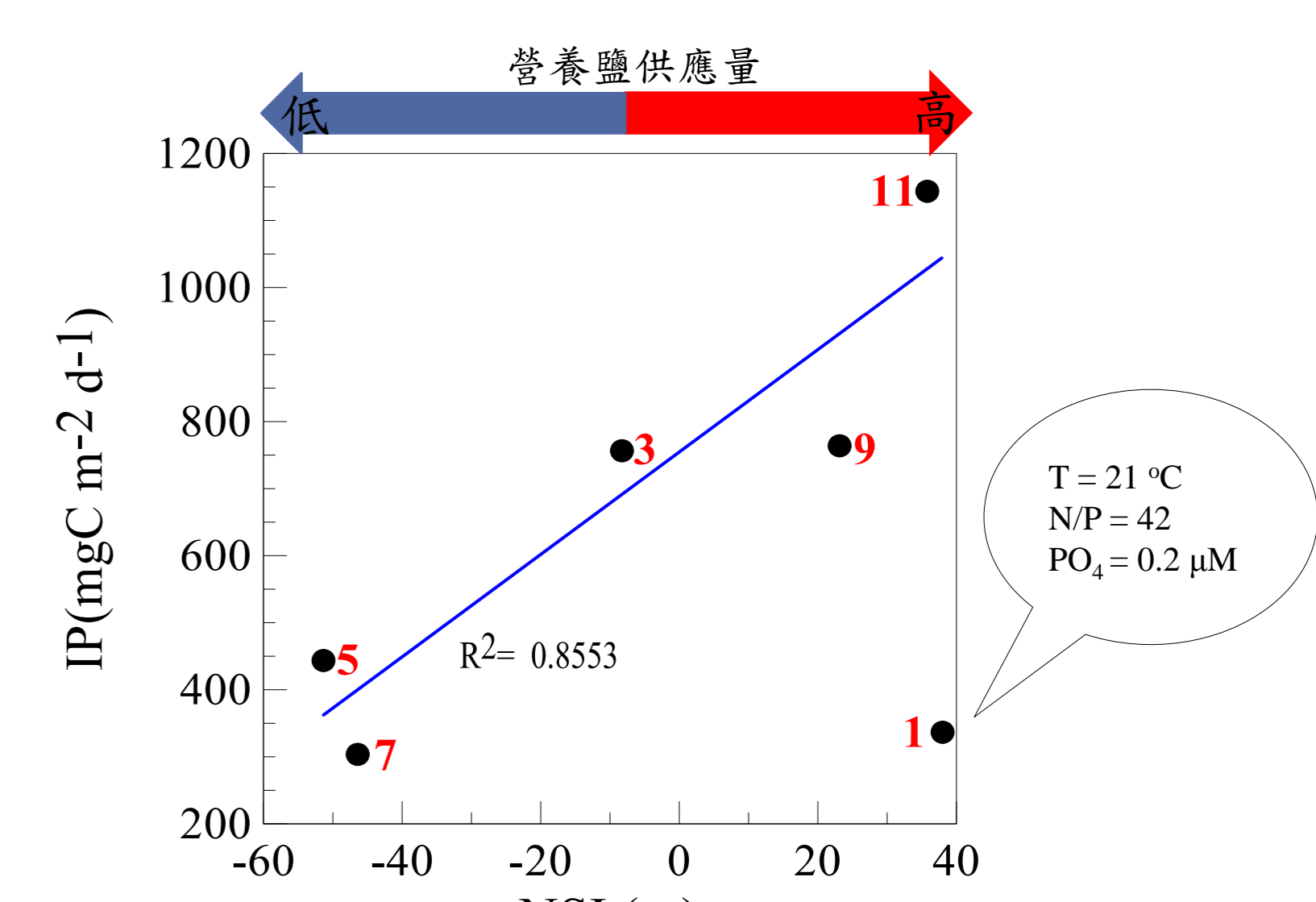
圖七、硝酸鹽與磷酸鹽濃度剖面圖。顏色部分為硝酸鹽濃度，白色實線為磷酸鹽濃度，黑色虛線為有光層深度，灰色圓點為採水深度。



圖八、葉綠素a與硝酸鹽濃度剖面圖。顏色部分為葉綠素a濃度，白色實線為硝酸鹽濃度，黑色虛線為有光層深度，灰色圓點為採水深度。



圖十、基礎生產力(IP)與硝酸鹽躍層深度(NCD)的關係。NCD是指海面下硝酸鹽濃度高於表層水1 μM 時的深度。藍色實線為IP與NCD的線性相關迴歸結果(不含第1站)。第1站表水就有超過8 μM 的 NO_3 ，故NCD的值假設為0；第5站整個水層的 NO_3 都被耗盡，故NCD的值假設為當地水深。



圖十一、基礎生產力(IP)與營養鹽供應指標(NSI)的關係。NSI是指有光層深度與NCD的差值。藍色實線為IP與NSI的線性迴歸結果(不含第1站)。

結論

1. 春天東海南部基礎生產力約有4倍的空間變化，介於304至1144 $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 之間。最低值出現在受貧營養鹽臺灣暖流水影響的海域，平均為374(304, 444) $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ；最高值出現在受高營養鹽黑潮湧升水影響的海域，平均為954(764, 1144) $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ ；受大陸沿岸水影響的海域，介於前面二者間，平均為547(337, 757) $\text{mgC m}^{-2} \text{d}^{-1}$ 。
2. 除了明顯受到具有低溫、低磷、高氮磷比特性的大陸沿岸水影響的第1站外，研究海域基礎生產力的高低變化與營養鹽供應量的高低呈正相關。
3. 營養鹽供應量的高低，可分別用水面下硝酸鹽濃度較表水高出1 μM 時的深度(Z_{NCD})，或是有光層深度與 Z_{NCD} 的差值做為指標。
4. 在明顯受大陸沿岸水影響的測站(第1站)，雖有豐富的硝酸鹽，但卻具有低磷(小於0.3 μM)、高氮磷比以及較低溫的特性，可能是造成基礎生產力偏低的原因。