



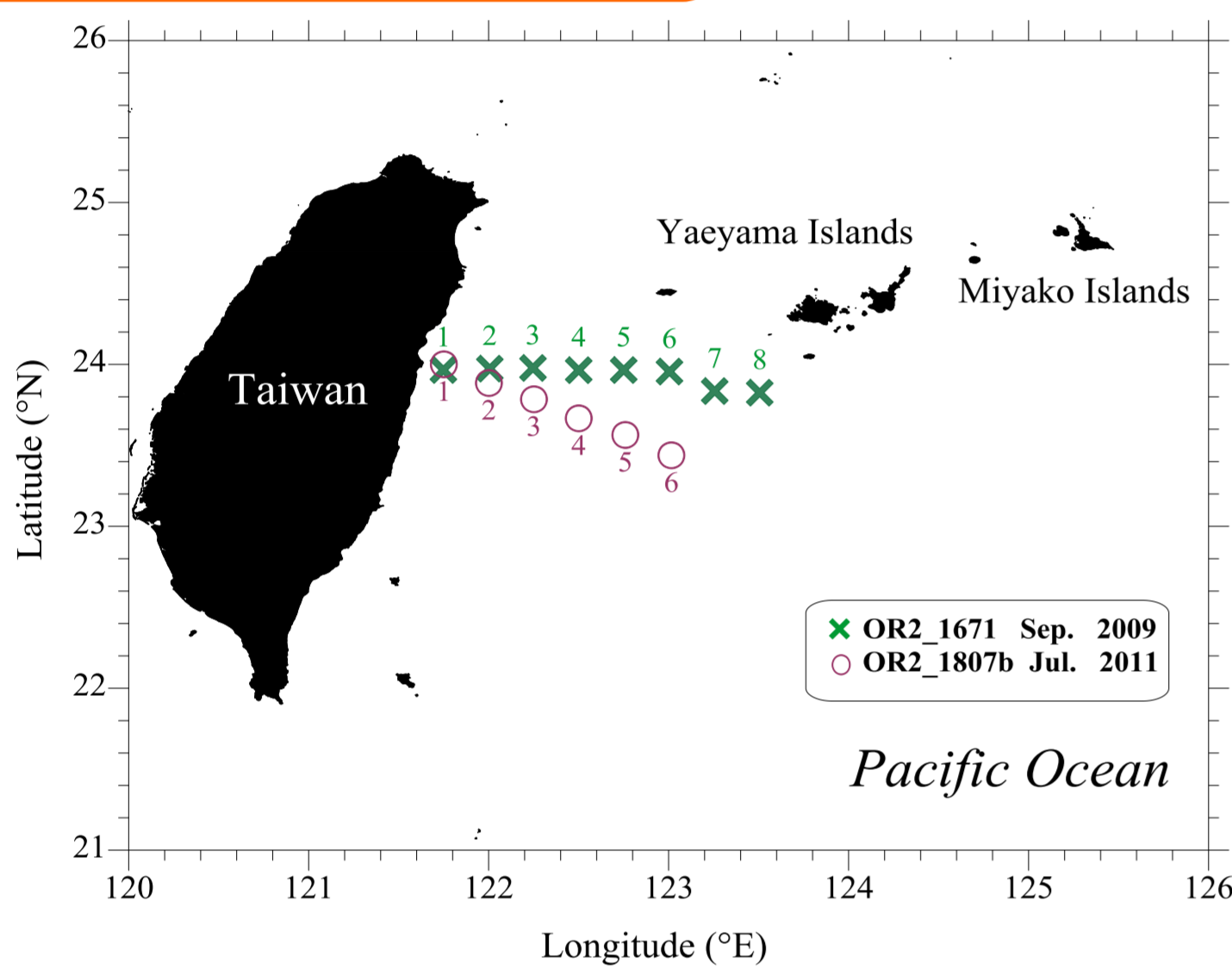
夏季台灣東部黑潮海域水體層化現象 對葉綠素存量變化之影響

沈佩儒(碩二) 指導老師：龔國慶

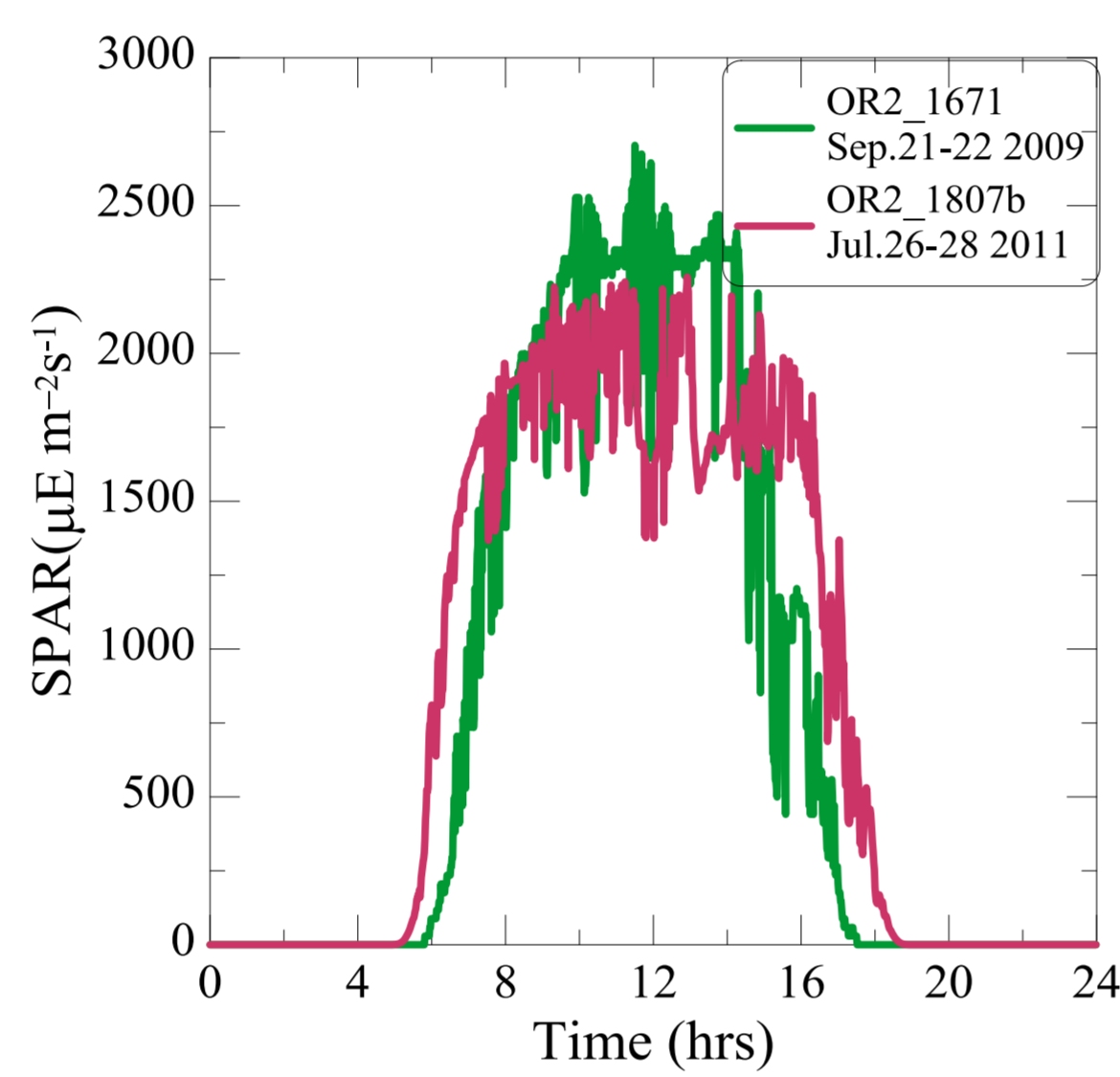
摘要

全球暖化會增加水體的層化程度，使得浮游植物的生長受到限制，最終導致基礎生產力降低。本報告利用兩個夏季航次(2009/9/21-22、2011/7/26-27)在臺灣東部橫跨黑潮海域的觀測結果，瞭解層化程度與葉綠素存量變化的關係，作為未來評估全球暖化對研究海域生產力的影響程度。兩個航次觀測範圍內水深100公尺以淺葉綠素存量的平均值分別為 33.85 ± 9.44 、 $38.64 \pm 15.15 \text{ mg m}^{-2}$ ，年間變化不顯著，但在近岸區受到黑潮湧升及離岸區黑潮主軸流速驟減位置之葉綠素存量有明顯高於平均值的結果。整體而言，葉綠素存量的變化與硝酸鹽躍層深度(水下硝酸鹽濃度高於混合層濃度 $1 \mu\text{M}$ 的深度)成負相關($p < 0.01$)，顯示營養鹽往上传輸的供應量是控制研究海域浮游植物生物量變化的主要因子。在水體層化(水下100公尺與10公尺的密度差)方面，大致上可以觀測到由近岸往外洋方向有降低的趨勢，但是葉綠素存量反而是與層化程度成正相關($p < 0.04$)，因為該海域的高層化現象是由西方邊界流的沿岸湧升所調控。

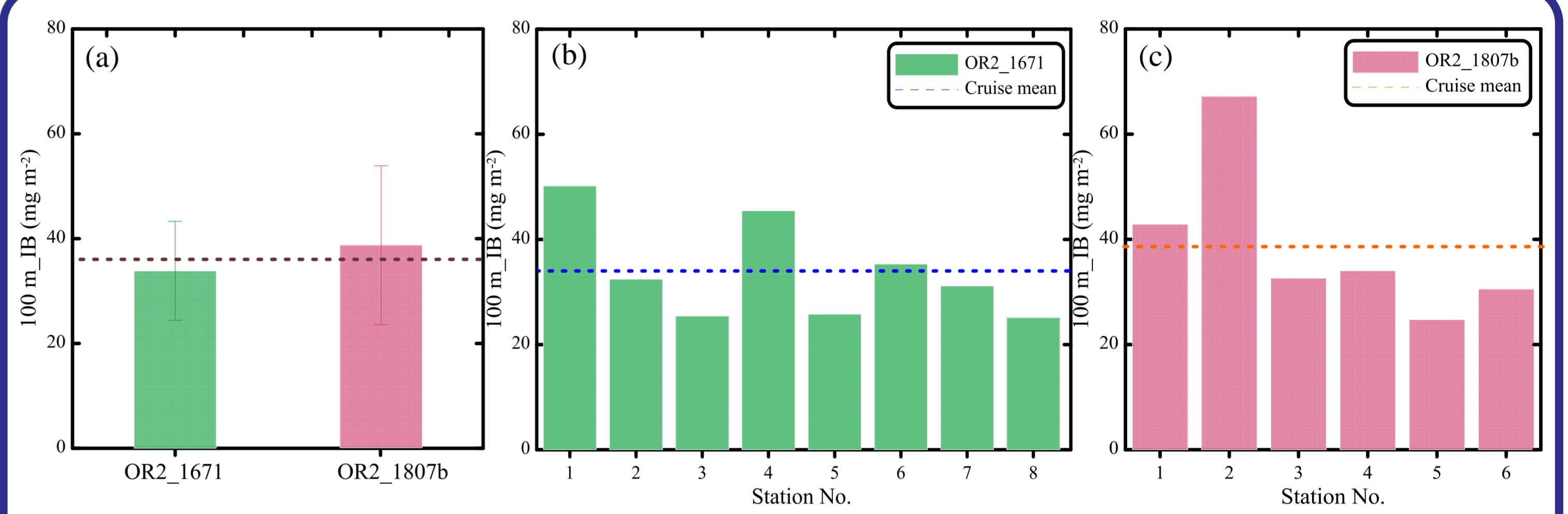
材料與方法



圖一、研究區域與測站位置圖。圖中數字為測站編號，本研究航次OR2_1671 (2009年9月)及OR2_1807b (2011年7月)在黑潮海域測量了溫度、鹽度、營養鹽、葉綠素a及基礎生產力等。

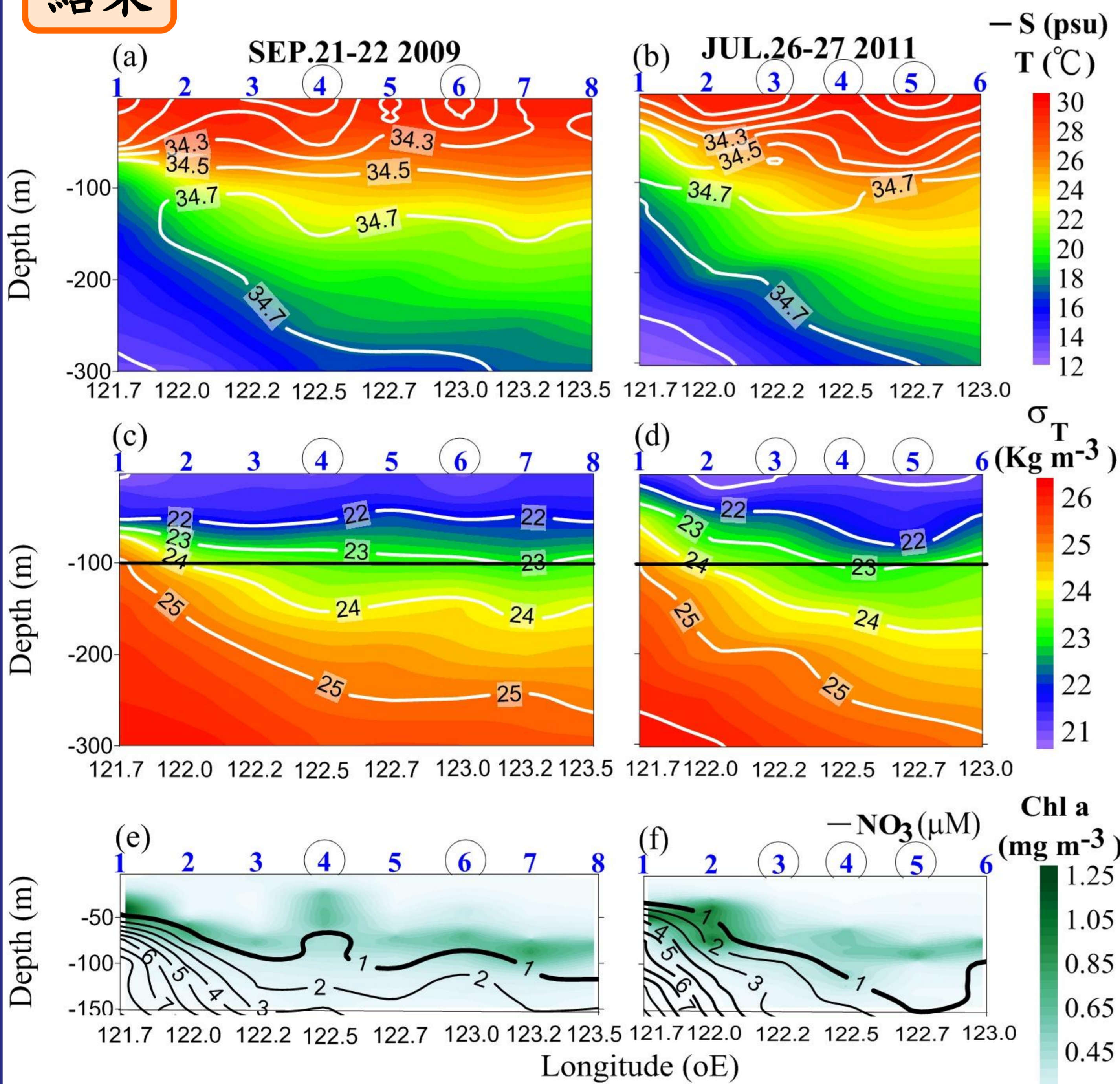


圖二、兩航次採樣日可見光隨時間變化。綠線是1671航次，平均光強度 $66.46 \text{ E m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ；粉線是1807b航次，平均光強度是 $74.31 \text{ E m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ，皆為高光照時期。



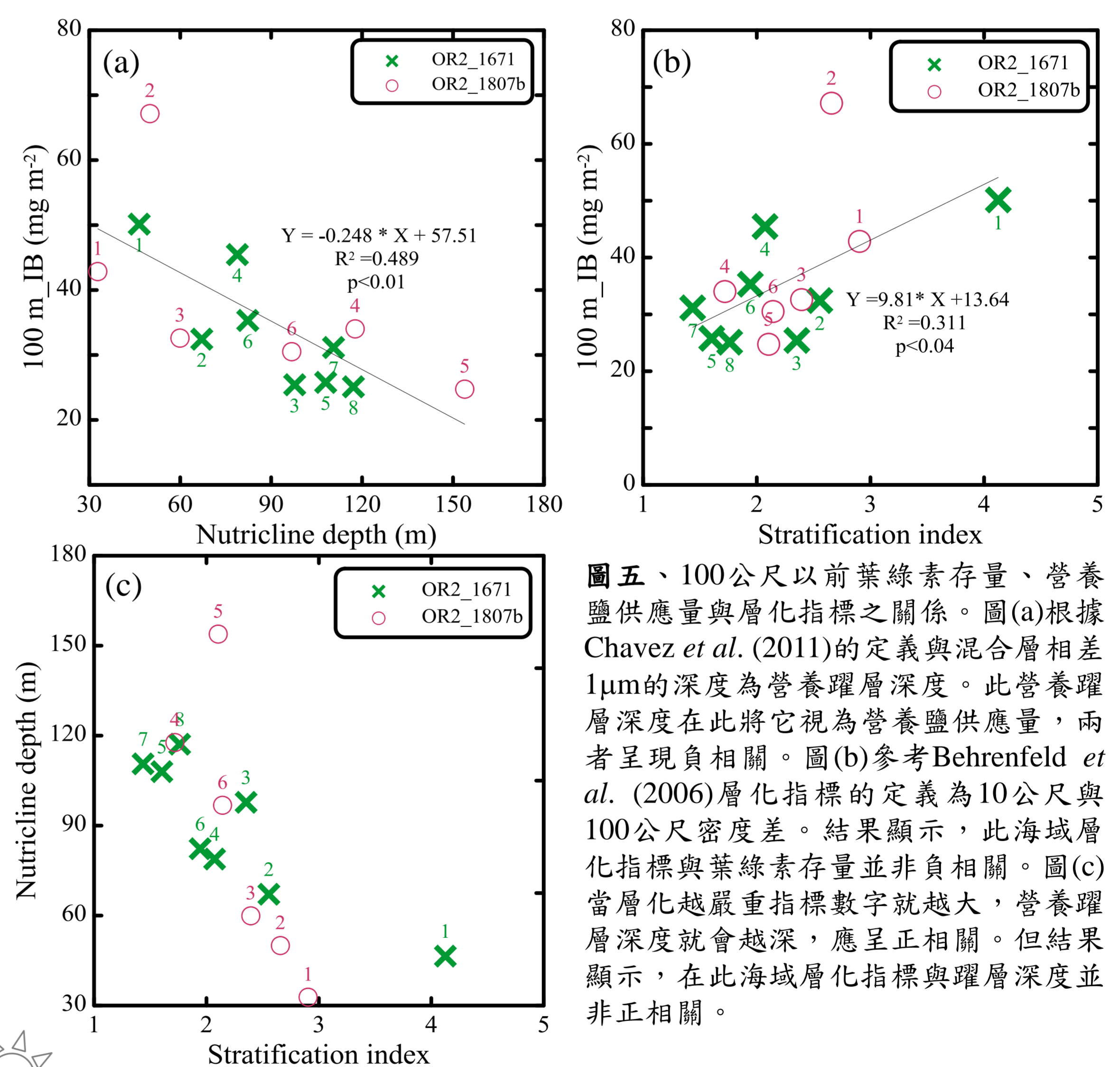
圖四、(a)兩個航次觀測範圍內水深100公尺以淺葉綠素存量的平均值。(b)1671航次各測站100公尺內總葉綠素存量。(c)1807b航次各測站100公尺內的總葉綠素存量，虛線皆為平均值。由圖(a)可知兩航次的平均無差異。觀看兩航次各測站的比較，從圖(b)顯示第1及4站高於平均值，圖(c)顯示第2站高於平均，是因為沿岸有湧升向上供應的營養鹽，而1671航次第4站推測是因為海流的流速或是方向改變，造成擾動的原故，使得葉綠素存量高於平均值。

結果

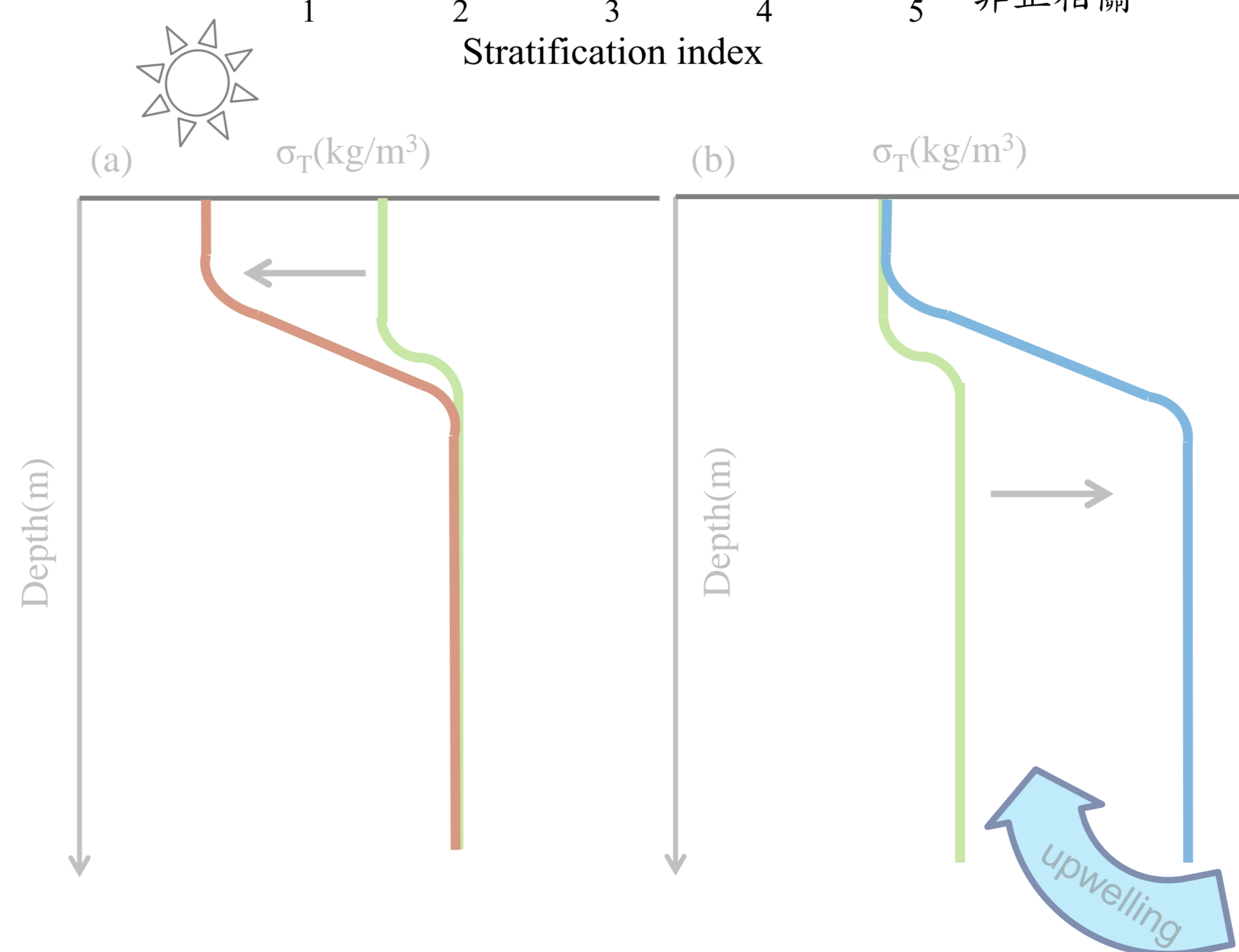


圖三、台灣東部黑潮海域兩航次測站剖面圖(a)與(b)為溫度(T)，實線為鹽度(S)；(c)與(d)為密度(σ_T)；(e)與(f)為葉綠素a(Chl a)，實線為硝酸鹽濃度(NO_3^-)等之垂直剖面圖。兩航次的垂直分布走勢相似。從沿岸至遠洋在表水皆是較高溫高鹽黑潮水，顯示此海域水體穩定，由密度來看可發現層化現象明顯。在沿岸地區黑潮洋流流經，產生沿岸湧升，將較富有營養鹽的水從底部向上供應，使得葉綠素在次表層海水有極大值出現，顯示高葉綠素大致有高硝酸鹽支持著。

討論



圖五、100公尺以前葉綠素存量、營養鹽供應量與層化指標之關係。圖(a)根據Chavez *et al.* (2011)的定義與混合層相差 $1 \mu\text{m}$ 的深度為營養躍層深度。此營養躍層深度在此將它視為營養鹽供應量，兩者呈現負相關。圖(b)參考Behrenfeld *et al.* (2006)層化指標的定義為10公尺與100公尺密度差。結果顯示，此海域層化指標與葉綠素存量並非負相關。圖(c)當層化越嚴重指標數字就越大，營養躍層深度就會越深，應呈正相關。但結果顯示，在此海域層化指標與躍層深度並非正相關。



圖六、密度層示意圖。圖(a)在一般情況下，當海水表面溫度因加熱上升，使得表水密度變小，層化明顯加劇，底部的營養鹽向上传遞就會受到屏障阻礙，進而影響浮游植物的生長。圖(b)因西方邊界流所產生的湧升將底部較低溫的海水帶上來，使較深層營養鹽向上供應，益增加層化程度，造成高層化指標卻有高葉綠素濃度。