

國立臺灣海洋大學
海洋環境化學與生態研究所 專題討論
台灣東部海域表水二氧化碳分壓的季節性變化

林元義¹、周文臣¹

¹ 國立臺灣海洋大學 海洋環境化學與生態研究所

摘要/Abstract

因工業革命後，人類大量使用化石燃料，導致空氣中二氧化碳濃度劇烈上升，進而使得近年來全球暖化及極端氣候等現象日益嚴重。眾所周知，海洋會吸收二氧化碳，故具有減緩大氣二氧化碳濃度增加速度的功效。因此，探討海洋對二氧化碳的吸收效率是當今氣候變遷研究中一個重要的課題。海洋對大氣二氧化碳的吸收或釋放，取決於海水與大氣二氧化碳的分壓差（ $\Delta p\text{CO}_2 = p\text{CO}_{2\text{sw}} - p\text{CO}_{2\text{air}}$ ）。當 $\Delta p\text{CO}_2 > 0$ 時，二氧化碳會由海洋向大氣釋放，此時海洋是大氣二氧化碳的「源」(source)；反之，當 $\Delta p\text{CO}_2 < 0$ 時，二氧化碳會由大氣進入海洋，此時海洋是大氣二氧化碳的「匯」(sink)。一般而言，大氣中二氧化碳分壓的變動幅度遠低於海水中的變動幅度。因此， $\Delta p\text{CO}_2$ 的變動主要是由海水中二氧化碳分壓的變化所控制。

過去對台灣鄰近海域海水二氧化碳分壓的研究，主要多集中在東海和南海。台灣東部海域的資料可說非常的稀少。為彌補此一缺憾，本研究探討了台灣東部海域二氧化碳分壓的季節性變化。採樣時間分別為2012年秋天以及2013年春、夏、冬等四個季節。初步結果顯示，只有在夏天時台灣東部海域是大氣二氧化碳的source，其平均 $\Delta p\text{CO}_2$ 約為20 μatm ；而秋、冬兩季此海域是大氣二氧化碳的sink，其平均 $\Delta p\text{CO}_2$ 皆約為-35 μatm ；春季時則呈現較弱的sink，其平均 $\Delta p\text{CO}_2$ 約為-20 μatm 。將來預計將進一步探討表水二氧化碳分壓季節性變化的控制機制，並計算出各季節海氣二氧化碳的交換通量，以釐清就年的時間尺度而言，此一海域是大氣二氧化碳的sink還是source？

台灣東部海域表水二氧化碳分壓的季節性變化

國立台灣海洋大學海洋環境化學與生態研究所 林元義 指導老師:周文臣

前言

因工業革命後，人類大量使用化石燃料，導致空氣中二氧化碳濃度劇烈上升，進而使得近年來全球暖化及極端氣候等現象日益嚴重。眾所周知，海洋會吸收二氧化碳，故具有減緩大氣二氧化碳濃度增加速度的功效。因此，探討海洋對二氧化碳的吸收效率是當今氣候變遷研究中一個重要的課題。海洋對大氣二氧化碳的吸收或釋放，取決於海水與大氣二氧化碳的分壓差 ($\Delta pCO_2 = pCO_{2sw} - pCO_{2air}$)。當 $\Delta pCO_2 > 0$ 時，二氧化碳會由海洋向大氣釋放，此時海洋是大氣二氧化碳的「源」(source)；反之，當 $\Delta pCO_2 < 0$ 時，二氧化碳會由大氣進入海洋，此時海洋是大氣二氧化碳的「匯」(sink)。一般而言，大氣中二氧化碳分壓的變動幅度遠低於海水中的變動幅度。因此， ΔpCO_2 的變動主要是由海水中二氧化碳分壓的變化所控制。

過去對台灣鄰近海域海水二氧化碳分壓的研究，主要多集中在東海和南海。台灣東部海域的資料可說非常的稀少。為彌補此一缺憾，本研究探討了台灣東部海域二氧化碳分壓的季節性變化。

材料與方法

圖 1.1

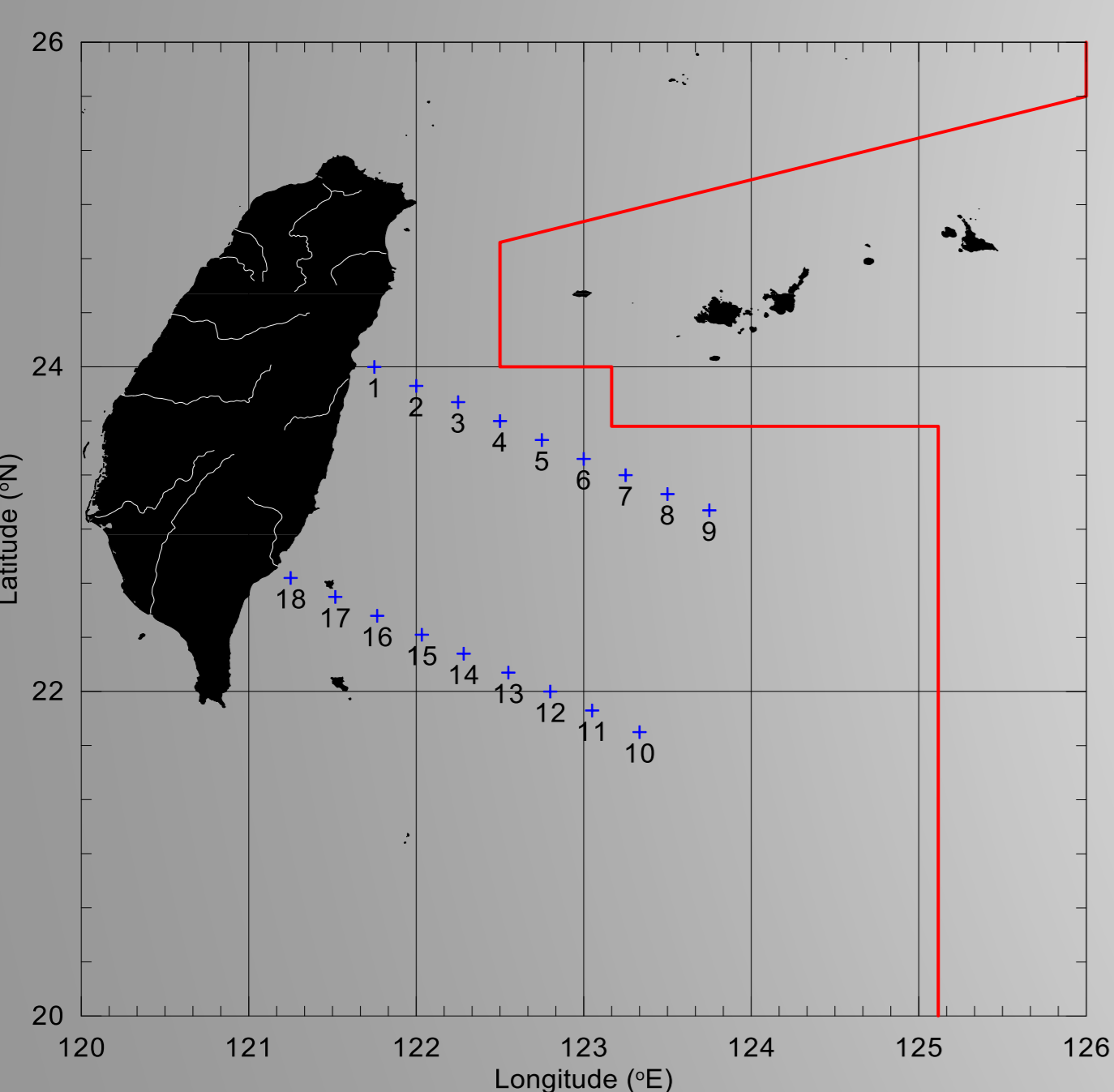


圖 1.2



圖 1. 測站位置圖。圖 1.1 台灣東部海域，採樣時間分別為 2012 年秋天以及 2013 年春、夏、冬等四個季節。圖 1.2 走航式二氧化碳分壓分析系統 (Underway pCO_2 system)。

海水二氧化碳分壓的測定，使用二氧化碳分壓自動分析儀 (AS-P2, Apollo SciTech Inc.)，以研究船的表水幫浦抽取約 2 公尺深的海水，水樣依次通過濾器、一個溫鹽測量儀 (Sea Bird SBE 45 T&S) 和一個溶氧感測器 (Aanderaa Oxygen Optode 3835)，最終進入平衡裝置內。待水氣平衡後，用 Li-Cor 的非分散性紅外線光譜儀 (Li-7000)，測定氣體中的二氧化碳莫耳分率 (xCO_2)。測定過程中，每一次循環時間就會對四個濃度不同的標準氣體進行測量校正，以校正 Li-7000 紅外線光源隨時間衰減的現象。

溫度以及鹽度資料取自溫鹽深儀 (Conductivity, Temperature, Depth; CTD)。

結果

圖 2.1

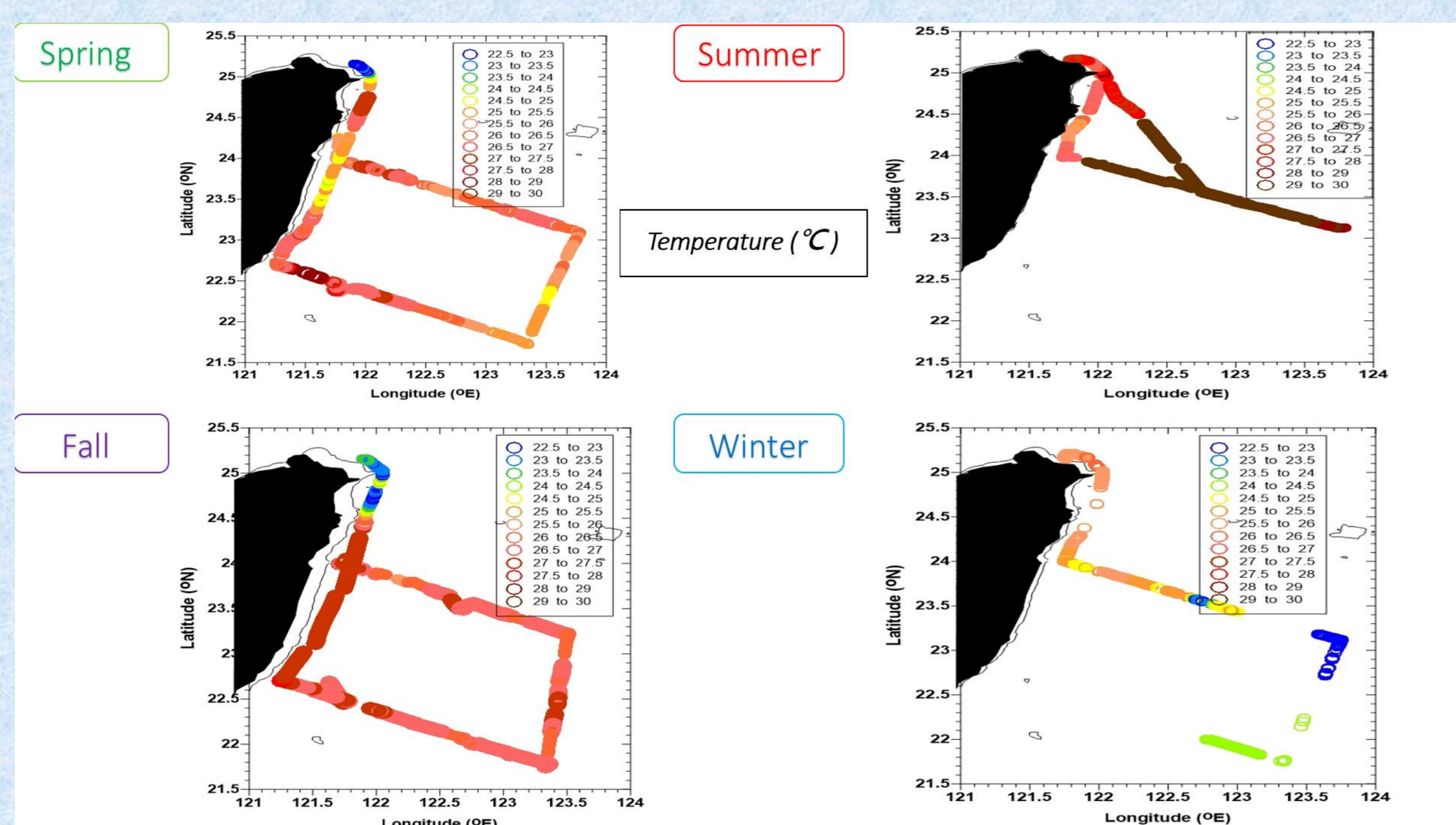


圖 2.2

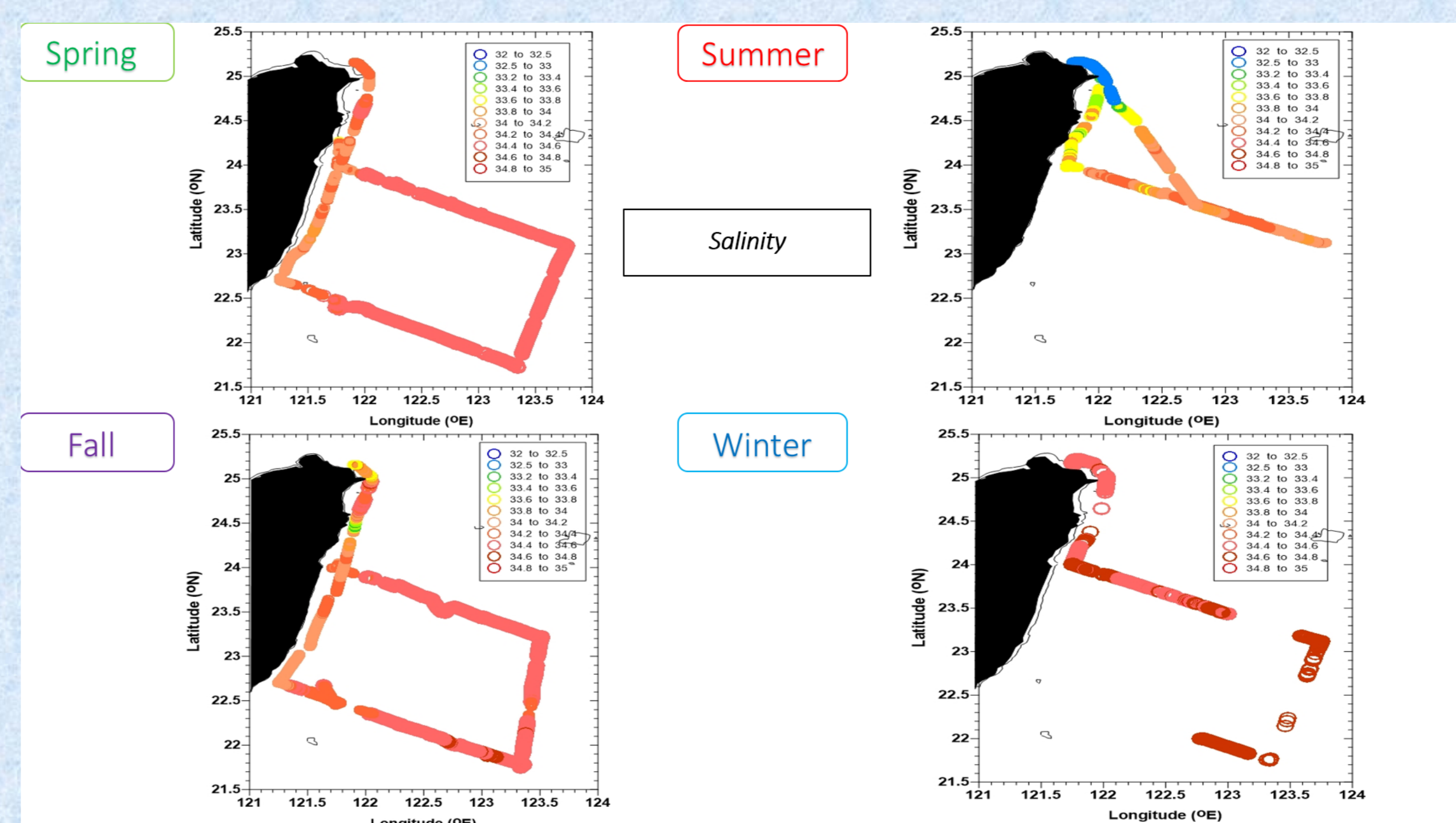


圖 2.3

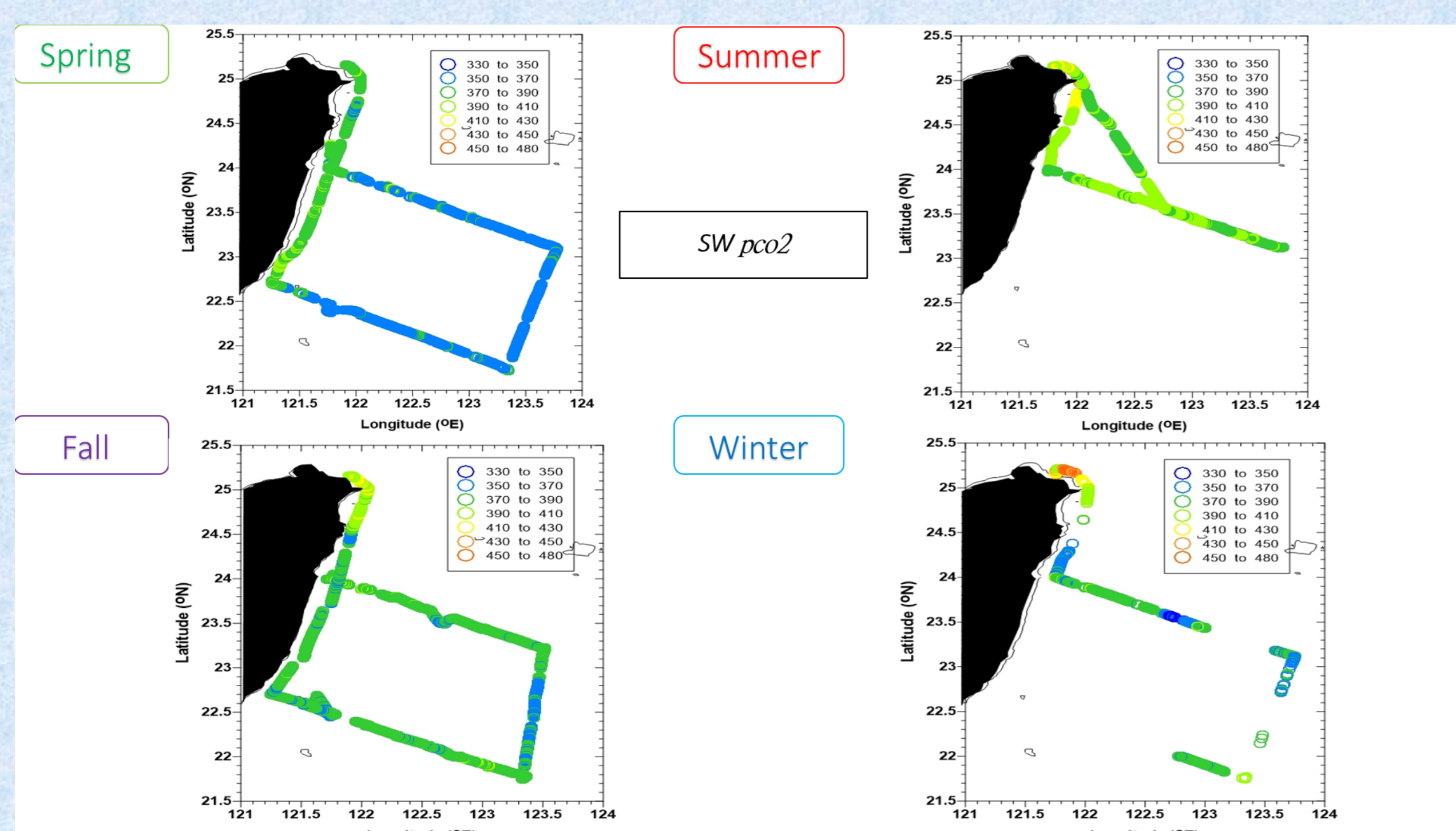


圖 2.4

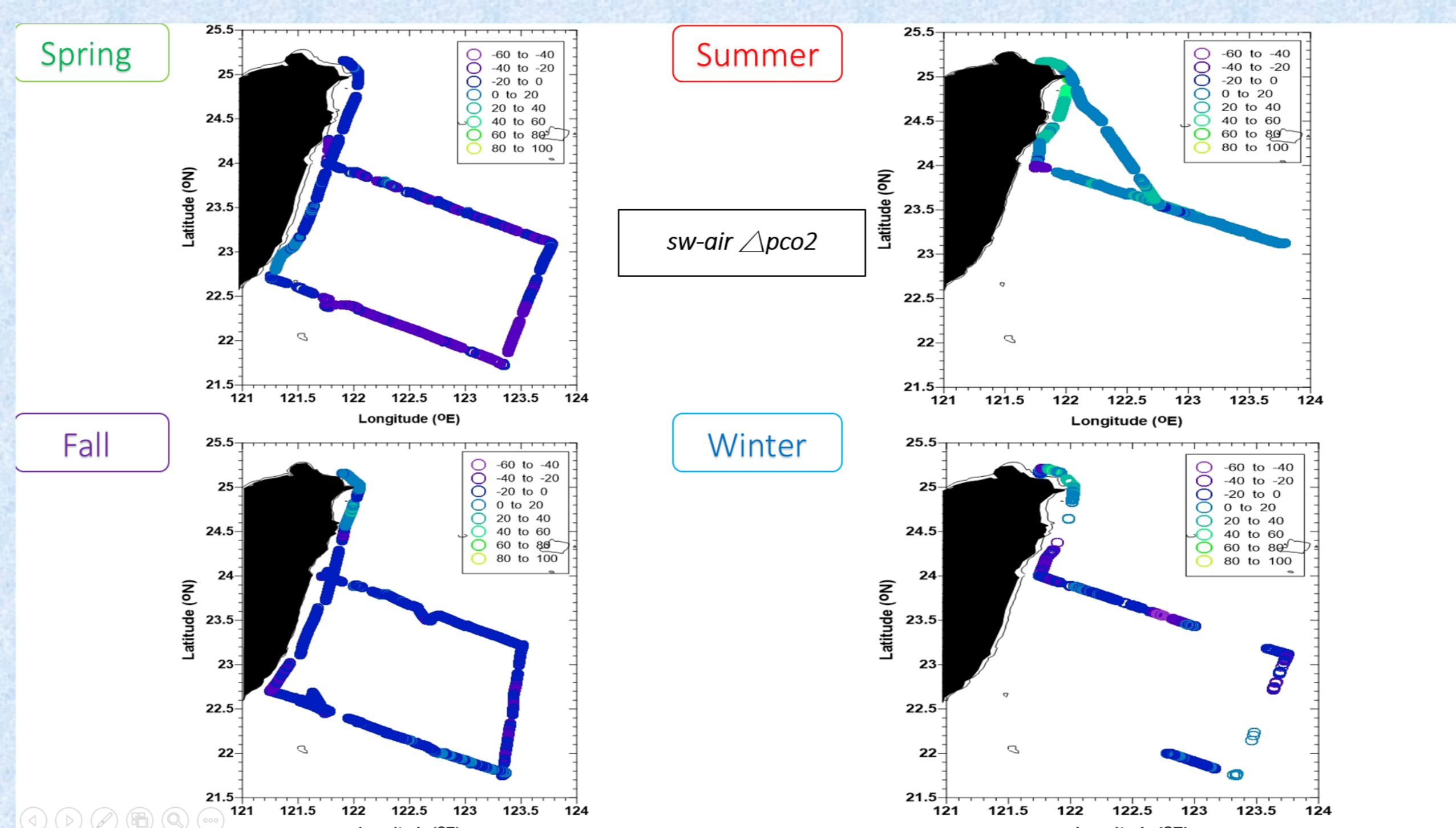


圖 2.1 台灣東部外海海域四季溫度數據，夏天時，外海區域溫度介於 27.5~30 度之間；冬天則是 22.5~25 度。

圖 2.2 台灣東部外海海域四季鹽度數據，夏天時，外海區域鹽度介於 33.8~35 之間；冬天則是 34.2~35。

圖 2.3 台灣東部外海海域四季表水二氧化碳分壓數據，夏天時，外海區域 390~410 μatm ；冬天則是 350~390 μatm 。

圖 2.4 台灣東部外海海域四季表水二氧化碳分壓差 (ΔpCO_2)，夏天時，外海區域平均是 20 μatm ；冬天則是 -35 μatm 。

結論

- 初步結果顯示，只有在夏天時台灣東部海域是大氣二氧化碳的 source，其平均 ΔpCO_2 約為 20 μatm ；而秋、冬兩季此海域是大氣二氧化碳的 sink，其平均 ΔpCO_2 皆約為 -35 μatm ；春季時則呈現較弱的 sink，其平均 ΔpCO_2 約為 -20 μatm 。
- 將來預計進一步探討海水二氧化碳分壓季節性變化的控制機制，並計算出各季節海氣二氧化碳的交換通量，以釐清就年的時間尺度而言，此一海域是大氣二氧化碳的 sink 還是 source？

參考資料

1. Zhai et al. (2013) "Seasonal variations of sea-air CO₂ fluxes in the largest tropical marginal sea (South China Sea) based on multiple-year underway measurements"

2. Taro Takahashi. (2009)