

摘 要

受到 1982/83 年超級聖嬰之衝擊，熱帶大氣與海洋交互作用成爲大氣科學領域的研究焦點；同時間，它也刺激了動力氣候學的快速發展，以及隨後大氣海洋耦合模式和氣候系統模式的出現。儘管我們對聖嬰/南方震盪 (ENSO) 這類短期氣候變化的機制已有相當程度的瞭解，對於其他較長週期的氣候變化的成因，仍然缺乏足夠的理解，其主因爲缺乏長時間、大範圍的大氣和海洋觀測資料。近幾年來，高品質的大氣與海溫再分析資料陸續出現，其資料長度往往超過 4、50 年，科學家得以注意到另一較長週期現象-「年代震盪」。由於年代震盪與年際震盪於太平洋地區有相似空間特徵，部分研究認爲它是 ENSO 的長週期循環特徵。

爲瞭解太平洋地區「年代震盪」和 ENSO 間之關係，本文分析長時間大氣與海洋再分析資料。研究結果發現，「年代震盪」和 ENSO 在太平洋地區有相似之海溫和風場變異特徵；然兩者間亦有部分差異，例如前者主要變異中心位於北太平洋，而後者則位於熱帶東太平洋。此外，「年代震盪」對 ENSO 週期與強度有顯著之影響，在「冷年代」，反聖嬰強度較強；反之，在「暖年代」，強烈聖嬰發生頻率增加，其持續時間較長。除海表面溫度外，分析 JEDAC 次表層海溫資料也發現，「年代震盪」於熱帶地區之海溫變化與年際震盪相似，僅振幅偏弱而已。

本文利用奇異值分解法 (Singular Value Decomposition)，發展一套經驗大氣模式，詳細校驗顯示，此經驗大氣模式能相當程度地成功模擬出大氣近地面風場對海溫變化之反應，其中又以熱帶地區模擬結果較佳。將此經驗大氣模式和簡單的 Cane-Zebiak 海洋模式耦合後之實驗顯示，此耦合模式已有能力模擬出熱帶太平洋地區年際震盪部分特徵，本研究透過此簡單耦合模式針對西風爆發與不均勻海氣耦合作用對年際變化機制之影響討論。由實驗結果進一步證實，西風爆發對於 ENSO 事件是有提早 ENSO 發生與增強 ENSO 震幅之影響。但並不會導致東太平洋邊界之暖海水有鎖住現象而延長 ENSO 週期，因此對於 ENSO 週期變化

並不明顯。此外，本研究透過參數化計算得知，熱帶西太平洋地區由於濕穩定度較熱帶太平洋地區低，故該區海氣交互作用程度較其他地區強，因此藉由增強西太平洋地區海氣耦合作用實驗可知，西太平洋海氣交互作用雖不是產生大氣場西風爆發之主因，但其會直接影響中、東太平洋地區海氣耦合作用，增強東太平洋邊界延遲震盪效應，進而改變 ENSO 發生之振幅與週期變化。在暖年代時期，熱帶太平洋地區之濕穩定度較一般氣候值低，使得海氣間交互作用更為強烈，由此更有助於增強與增長暖年代之 ENSO 事件之振幅與週期。

為進一步瞭解「年代震盪」維持機制，本文採用於空間有較高解析度且物理參數化較複雜及完備之海洋環流模式，Parallel Ocean Program(POP)模式，模擬海洋對於純年代風場驅動之反應。數值模擬結果顯示，在熱帶地區出現與觀測相似之年代海溫增溫特徵，在垂直結構上亦與觀測相似，且有更明顯之年代變化特徵。藉由表面熱能收支分析發現，熱帶太平洋地區海溫年代震盪與信風帶減弱，導致海表層熱量散失減少有關。我們初步推論，「年代震盪」在熱帶地區應伴隨有顯著之海氣交互作用；然在中緯度地區，海洋僅被動地反應大氣變化。此外，本章透過 Community Climate System Model (CCSM) 模式模擬太平洋地區海洋年代變化特徵，探討海氣交互作用對於年代震盪之影響。透過模式模擬與能量收支發現，熱帶和中緯度地區年代震盪維持機制有些差異，在熱帶地區，海氣交互作用扮演維持年代震盪關鍵角色；在中緯度地區，除了海氣交互作用外，大氣橋 (atmospheric bridge) 在北太平洋地區增加阿留申低壓強度，進而加強表面熱通量散失 (透過可感熱形式)，也扮演不可忽視之角色。