

## 第一章 緒論



### 1.1 地理位置

#### 1.1.1 南海

南海 (South China Sea, SCS) (見圖 1-1) 面積約三百六十萬平方公里，位於  $0^{\circ}\sim 23^{\circ}\text{N}$ 、 $99^{\circ}\sim 121^{\circ}\text{E}$  之間，是太平洋地區最大的邊緣海。南海為一個東北—西南走向半封閉性的海盆，四周由多個國家與島嶼環繞。其北方與中國大陸 (China) 相鄰，東北方、東方、東南方分別與臺灣 (Taiwan)、菲律賓 (Philippine)、巴拉望島 (Palawan) 相接，南方為婆羅洲 (Borneo)，而西南方及西方分別為馬來半島 (Malay Peninsula) 及越南 (Vietnam)。

南海海盆的東半部為深水海域，中央水深可達 5000 公尺以上，東南海域多島群；西半部水深較淺，西北海域為大陸棚，西南海域則為較寬廣的巽他陸棚 (Sunda Shelf) 與泰國灣 (Gulf of Thailand)。

如圖 1-1 所示，南海海水透過以下數個通道與周圍之水體交換，北方以臺灣海峽 (Taiwan Strait) 與東海 (East China Sea) 相連、東北以呂宋海峽 (Luzon Strait) 與太平洋 (Pacific Ocean) 相通，東南以民多羅海峽 (Mindoro Strait) 和巴拉巴海峽 (Balabac Strait) 與蘇祿海 (Sulu Sea) 相接，南方則經由麻六甲海峽 (Malacca Strait)、卡里馬達海峽 (Karimata

Strait) 及賈士帕海峽 (Gasper Strait) 與印度洋及爪哇海 (Java Sea) 相連接。前述這些對外通道大多是水深較淺或水道狹窄的海峽，唯有東北部的呂宋海峽 (南北寬約 400 公里，水深最深可達 2000 公尺以上) 具有較廣闊及縱深的水道。因此在南海與其周圍鄰近海洋的動力交換過程上，呂宋海峽扮演著相當重要的地位 (Nitani, 1972; Chen and Huang, 1996; Wu et al., 1999; Metzger and Hurlburt, 2001; 梁, 2002)。

### 1.1.2 南海北部

南海北部 (見圖 1-2) 的水深分布十分複雜，西方有海南島 (Hainan Island)，中央有東沙群島 (Dongsha Islands)，西北半部為陸棚區，東南半部為深水區，其間之陸坡區域極為狹窄 (即 200~500 公尺間之等深線相當接近)，且此區之等深線多呈現東北—西南走向。南海北部之海水透過臺灣海峽與呂宋海峽，分別與東海及太平洋交換。本區域海流及水文特徵，除受到整個南海之循環的影響外，也受到其他因素直接或間接的影響，如黑潮 (Kuroshio) 等。

## 1.2 早期與近期之研究

### 1.2.1 南海海流與水文狀況

南海風場基本上為一東亞季風盛行的型態，夏季為西南季風，冬季則

為東北季風。季風轉換期分別在 4~5 月及 9~10 月。大致上，南海季風在冬季時，較夏季為強，因此氣候年平均之風場呈現東北風之型態 (Wyrcki, 1961)。

早期許多研究者相信季風帶動之風應力 (wind stress) (圖 1-3) 為南海表面流場之主要動力來源 (Wyrcki, 1961; Shaw and Chao, 1994; Hu et al., 2000; Kuo et al., 2000; Liu et al., 2001)。但近期有學者認為帶動南海表面流動之主要動力是風場驅動之風應力旋度 (wind stress curl) 所造成的 (Wu et al., 1998; Wu et al., 1999; Liu et al., 2001; 梁, 2002; Yang et al., 2002; Chern and Wang, 2003)。由夏季(圖 1-4(a))與冬季(圖 1-4(b))之平均風應力旋度分布圖顯示，夏季時其零值等值線於中央海域成東北—西南走向，北為正、南為負；而冬季時其空間分布改以深水區為正、淺水區為負，此分布與南海海盆之環流分布型態一致。

圖 1-5 為 Liu 等 (2004) 利用過去觀測所得的資料，整理出大致的南海流況。圖中實線與虛線分別代表冬季與夏季之流況，也就是說南海流況有季節性變化。冬季時受到東北季風的影響，整個南海海盆的上層海流呈現一個大的氣旋式環流 (cyclonic gyre)。在越南東方有一個向南的噴流 (jet)，呂宋海峽的西南方有冬季湧升流 (upwelling) 產生。夏季時，則因風向轉為西南季風，整個南海的表面流場因而形成南北兩個相反的環流系統，北半部為氣旋式環流，南半部為反氣旋式環流 (anti-cyclonic gyre)。

此時，在越南東南方 11~14°N 間，有一個向東的噴流，並使得在越南東方海域上有夏季湧升流產生。由於冬季季風較夏季強，因此區域流場之氣候年平均主要是以冬季流場型態呈現。(Wyriki,1961; Levitus, 1984; Shaw and Chao, 1994; Chao et al., 1995; Liu, 2004)

南海除了在流場的分布上有季節性變化之外，在其它的觀測資料上亦可表現出其季節性變化的特徵。Ho 等人 (2000) 利用 1992 年 11 月至 1997 年 10 月間之 TOPEX/Posidon 衛星測高資料，觀察南海之海表面高度有季節性變化。冬季 (11、12、1、2 月) 時，南海海面呈現西高東低的海面分布，海盆之東北方有一低壓存在。夏季 (5、6、7、8 月) 時，南海海面呈現東高西低的海面分布，於呂宋島西北方有一高壓，且越南外海有一低壓。南海海表面溫度在變化上，受太陽日照輻射影響，主要為年變化 (annual variation) 所主控，溫度的空間分布則由東南海域逐漸向西北海域遞減，且冬季溫度梯度較夏季為大 (Chu et al., 1997)。

### 1.2.2 南海暖流 (South China Sea Warm Current)

在冬季東北季風盛行期間，南海北部的海水並非全部由東北向西南流，值得注意的是在南海北部較深的海域上，存在著一支狹窄、帶狀、流速相當強的東北向逆風流—南海暖流 (Kwan, 1978) (圖 1-6)。南海暖流大致沿著 200~400 公尺等深線，由海南島的東南方流往臺灣海峽的南端，

為一較淺之上層流（300~400 公尺以上），其下層則可能為相反的基本流場（Kwan, 1978; Guan, 1981; Guan, 1985）。由於受到強烈的東北季風所影響，東北向的南海暖流在表層仍有可能暫時被掩蓋，但在次表層仍是很明顯的，待東北季風減弱後，南海暖流將再次顯現在表層上（Kwan, 1978）。

南海暖流平均流速約 30 公分/秒，在東沙群島以東相較於群島以西來說，其流速較強、流幅較寬、流軸較深。整體流速較強的部分，寬度約 80~85 海哩（148~157 公里）、厚度約 300 公尺。流速在垂直方向上的變化較小，有季節和年際變化，是一支空間與時間上不穩定的海流（Kwan, 1978; Guan, 1981; Guan, 1985; Guo et al., 1985）。Guo 等（1985）認為在南海暖流區域內的速度場與溫度場隨深度變化趨勢有良好的一致性，於水深 50~100 公尺之範圍內的垂直流速變化與溫度梯度最大，表層至 50 公尺間速度變化不大，200 公尺以下流速開始緩慢遞減。

南海暖流形成之機制目前尚未完全明確（Chao et al., 1995; Hu, 2000）。許多學者嘗試提出合理的解釋，蘇等（1992）認為黑潮入侵所誘生之水位場是南海暖流形成的一個重要動力因素；Ye（1994）則認為黑潮暖水沿著等深線以舌狀方式向南海入侵，由於位渦守恆所導致地形侷限（trapping）效應形成黑潮南海分支，然而入侵的黑潮暖水又與南海沿岸的冷水形成很強的溫度梯度，導致斜壓效應驅動南海暖流；Chao 等

(1995) 利用東北季風的鬆弛試驗得到，風力鬆弛後海水回流（由西南向東北流），南海暖流開始時是正壓的，但隨著暖水回流愈來愈變得是斜壓的；Cai 和 Wang (1997) 以風力為驅動機制時未見南海暖流出現，但改以黑潮為驅動機制才發現南海暖流的存在；Hsueh 和 Zhong (2004) 則認為黑潮入侵南海於東沙群島附近遭受阻擋，因而產生壓力驅動的南海暖流；Xue 等 (2004) 相信海水面高度及密度皆是影響南海暖流形成的主因；Zhai 等 (2004) 主張南海北部反氣旋風應力旋度可引起南海暖流。

### 1.2.3 實驗計畫

國家科學委員會在 1997 年 4 月至 2000 年 5 月，執行了南海季風實驗 (South China Sea Monsoon Experiment, SCSMEX) 整合計畫，此計畫在南海施放三組錨碇 (SCS1~SCS3)，其目的是分析水面氣象觀測浮標 (ATLAS Buoy)、都卜勒流速儀 (ADCP) 的資料，及海洋邊界層的測量。主題包含了南海季風區之海表面溫度、海洋環流、動量熱量及水汽通量的研究，以及用分析、模擬方式探討黑潮對南海北部環流之影響。並利用所蒐集到的資料，研究探討南海區域海洋與大氣間的交互作用以及南海上層海洋溫度場和流場之時空變化 (梁，2002)。

另外，1998 年 8 月開始，國家海洋科學研究中心在南海執行南海時間序列研究 SEATS (South East Asia Time-Series Station) 計畫，放置

了一個長期的時間序列測站，為世界上八個罕見的長時間序列測站之一。由於南海的溫度躍層（thermocline）很淺（小於 50 公尺），與其他時間序列測站特徵不同，而且南海之季風變化明顯，此條件有利於研究上層海水之營養鹽動力以及各種生物化學現象。另外此計畫亦可與南海古海洋研究結合，提供南海現生環境之重要資訊。

### 1.3 本論文之研究目的

由於過去在海洋科學方面的研究多使用現場觀測方法，而現場觀測所需花費的時間較多、成本較高，且觀測得到的資料亦有其空間與時間上的限制，因此較容易被侷限在某些主題或是某些小區域上。

因此本論文希望使用較正確的區域海流數值模式，來研究海域內的各種狀況。不過區域性的海流數值模式需要提供其較佳的開口邊界條件，才能得到較佳的結果。目前較符合國際標準的開口邊界條件是由外圍大尺度模式來提供，也就是說需要先建構一個大範圍的海流數值模式，然後再由這個大範圍的模式提供開口邊界條件給較小尺度的海流數值模式使用。另外，模式在空間上必須具備較高的解析度，才得以模擬出較細微的流場與水文特徵。

本論文的研究目的是：一、嘗試建立一個高解析度的南海數值模式，並與現有的觀測資料進行比對與驗證的工作；二、希望以此數值模式經驗

證後的模擬結果，針對南海海域的流場與現象進行分析與探討。

本論文的架構如下：第二章將說明研究與分析的方法及工具，包括模式特色、理論、設計以及資料分析方法的理論。第三章將以南海數值模式模擬的結果進行比較、驗證、分析與討論。第四章則是本論文之結論以及未來工作。