

美軍艦隊進入南中國海之海氣象環境分析

著者／謝振錫

海軍官校正期85年班
國立高雄海洋科技大學海事資訊組碩士
現為海軍官校戰術組少校教官

南中國海因豐富的海底資源及位於東南亞航線重要戰略位置而成為亞太衝突區域所在，更成為美、中雙方對太平洋霸權爭奪的戰略重心。觀察美軍亞太軍力部署，其最大海空軍基地為日本及夏威夷、關島基地群。而當南中國海爭議產生時，因美軍日本基地群的兵力可能因東北亞動盪而動彈不得之際，美軍艦隊將可能由其夏威夷、關島基地群派遣兵力，由熱帶太平洋海域，經台灣巴士海峽駛往南中國海爭議海域。

本研究透過JASON-2衛星觀測資料，分析美軍艦隊進入相關海域的風、浪狀況，由逐月海象概況進一步分析各海域季節特性，依CFSR氣候場將各海域分成：西南季風時期(6-8月)、東北季風時期(10-4月)與其間之二個過渡時期(5月、9月)，並探討個季節時期的風浪特性對美軍艦隊航行安全及作戰效能之影響，主要研究結果如下：

1. 熱帶太平洋航路：本航路受太平洋副熱帶高壓影響，氣象條件穩定，除偶而颱風產生大浪外，洋面呈風平浪靜，因此對美軍艦隊航行安全及作戰無顯著影響。
2. 台灣巴士海峽及南中國海海域：本航路受熱帶季風影響，西南季風季節時期風浪平穩，年平均風浪強度皆為3-4級，東北季風時期，海象轉趨惡劣與危險，風力強度增強為5-6級，波浪強度亦由3-4級浪增強至5-7級浪，對美軍艦隊而言無論是航行安全或類型作戰效能形成嚴峻的考驗。

壹、前言

南海問題是一個複雜的國際爭端，爭端的部分包括了南海海域諸島的主權爭議、南海豐富資源的開採權及南海航路的控制權等

等。而產生爭端的除了其周邊國家如中共、菲律賓、越南、馬來西亞、汶萊及中華民國等國外，還包含了區域外美、日、澳等國際勢力(莊，民102)。

中共是亞洲新興的強權勢力，在南海的問題上認為南海無論是歷史上或國際海洋公約的海域劃界規範中，其主權都應歸為中國，並以強權之姿介入南海爭端中，引起南海情勢的緊張。

而菲律賓、越南、馬來西亞等其他東南亞國家因自身實力不足，故希望藉由東協區域組織發揮集體的力量，來共同抗衡中共對南海資源的強力介入，並寄望透過東協區域論壇來建構多邊合作的和平方式來解決南海問題，唯東協各國其對南海爭端的意見及步調並不一致，其育達成的成效其實有待觀察(Lis 2011)。

美國自其國務卿希拉蕊於2010年7月東協論壇的場合公開宣示美國在南海航行自由是其國家利益(Fu 2011)，正式表態介入南海爭端之後，即接連採取一系列外交和軍事動作，深化美越關係，強化美菲軍事合作內涵，並與相關國家(如日本、澳洲)在區域內進行軍事演習，同時美國為了加強在東亞的實力投射，在外交上，也積極家化與東協國家合作關係，簽屬東南亞友好合作條約(Treaty of Amity and Cooperation)，建構東協加美國高峰會(東協加一)機制，並加入東亞高峰會。美國為因應全球地緣戰略的變化(主要是中東形式與中國大陸勢力壯大)，歐巴馬政府提出修正，提出的軍事戰

略加強亞洲的戰略意義及利益，為美國在東亞戰略下的聚焦點，美國積極在軍事和外交部署下，勢將形成美「中」戰略競爭之勢。

亞太地區除了南海主權爭議外，東北亞地區同樣的不平靜。臺灣大學政治學系副教授左正東先生於2014年1月17日於亞太和平研究基金會中針對2014年東北亞局勢展望 中研究指出(左2014)：2013年2月，北韓進行核子試爆，聯合國安理會通過2094號決議案制裁北韓，北韓隨即宣布將對南韓發射飛彈攻擊，東北亞局勢進入戰爭邊緣的高度緊張狀態；2013年11月，中國大陸宣布設置東海防空識別區，與日本防空識別區重疊，並將釣魚臺列嶼上空納入範圍。引起美日強烈回應；2013年12月在就職滿一周年之際，日本首相安倍參拜靖國神社，中共與南韓強烈回應，多個爭端事件讓東北亞2013一整年情勢緊張。

當然，東北亞的角力之中，美國還是關鍵角色。2013年10月3日，美國國務卿凱瑞(John Kerry)、國防部長黑格(Chuck Hagel)、日本外相岸田文雄及防衛大臣小野寺五典等美、日外交、國防部長，在日本東京舉行安全保障諮商會談(2+2會談)，會後發表共同聲明，宣佈將修訂過去16年從未修改的「美日防衛合作方針(Guidelines for U.S.-Japan Defense Cooperation)」，進

一步強化美日同盟關係，並預定在2014年底前完成。美日此舉的主要目的，在於因應中共在東亞地區日益擴增的海洋活動與北韓核武發展所構成的區域安全威脅(胡2013)。

每年7、8月間，一直都是東北亞各國進行海上軍演的「旺季」，2013年的情況也不例外，中共與俄國在2013年7月5日至12日，於日本海彼得大帝灣附近的海空域，舉行了「海上聯合2013」軍事演習。中興大學國際政治研究所教授蔡明彥先生於2013年8月19日於亞太和平研究基金會中針對俄「中」「海上聯合2013」軍演觀察 研究指出(蔡2013)：「這次的演習引發了外界高度關注，其在軍事戰略上的意涵，被稱為是「中共海軍一次性向國外派出兵力最多的中外聯合演習」，顯示俄「中」欲利用軍演對外展現緊密的軍事合作關係。而從國際政治的角度來看，俄「中」舉行海上聯合軍演的背景，發生在美國在亞洲推動「再平衡」政策，加上中共因釣魚台與南海主權爭端，和日本及部分東南亞國家出現緊張關係。換言之，中共與俄國在東亞地區面臨的海洋戰略環境，正出現高度的不確定性。此一發展勢必引發美國與日本的反制，未來東北亞地區的大國海上軍事角力恐怕將越演越烈(蔡2013)。

在整個美軍國防體系架構下，負責亞太地

區事務的是美國太平洋司令部，其軍事兵力部署主要由日本、韓國、關島、夏威夷及阿拉斯加等五個基地群組成，如圖1。其中以日本橫須賀基地群與關島基地群直接影響東亞地區，擔負控制戰略要點，扼守海上咽喉要道的任務，並為在南海周邊地區美軍的部署及活動提供支援。

而當南海爭議提升為軍事衝突之時，可預見美國將由日本橫須賀基地群與關島基地群的海空基地檢派兵力來支援其東南亞盟國，並維護美國在南海的戰略利益及航行自由權。但是東北亞地區因為其緊張情勢：北韓軍事挑釁、日、中 釣魚台問題及東海防空識別區的海上軍事角力，使得美軍於駐紮於日本、南韓的軍事力量因關注於東北亞的動盪情勢而動彈不得。因此若南中國海主權爭



圖1 美軍太平洋司令部軍事兵力部署分布圖
(資料來源：city.mirrorbooks.com)

議問題提升至軍事衝突之際，美軍太平洋司令部應會選擇由夏威夷、關島的基地群派遣其海、空兵力支援其東南亞的盟國。

了解作戰海域的天氣與氣象，對於海軍艦隊的運動及作戰是非常重要的。各型艦艇的受風力及浪高的限制不同，影響也就不同，強風使艦艇於海上難以航行，大浪會破壞艦艇結構，對海上艦艇影響甚鉅。因此，研究美軍艦隊由夏威夷、關島的基地群啟航，循熱帶太平洋海域經台灣巴士海峽至南中國海海域去解決南海紛爭問題之航路海象風浪特性，探討其對美軍艦隊運動及作戰效能的影響，是為本研究的主要動機。

貳、研究方法及研究範圍

一、研究方法

採用美國國家環境預報中心（National Centers for Environmental Prediction，以下簡稱NCEP）之氣候預報系統再分析（Climate Forecast System Reanalysis，以下簡稱CFSR）的氣候觀測資料，其資料從2001年至2010年，共計10年時間，依照月份利用Matlab程式運算後繪製平均風向、風速之氣候平均圖。

針對美軍艦隊由夏威夷、關島的基地群進入南中國海海域之航路，利用Fortran程式解析Jason-2衛星數據，擷取有風有浪的

資料，讀取其風速及浪高數據。其所分析之衛星資料從2009年6月至2012年6月，共計3年時間，依照月份及季節利用Excel程式運算後建立衛星之風速—浪高資料庫，繪製關係圖探討其分布情形，並與蒲伏風級表（Beaufort wind scale）作比較，製作出風速—浪高的迴歸方程式，以利研判該海域風速—浪高之正確性，提供船舶航行安全之參考。

二、研究範圍

本研究係統計熱帶太平洋海域、台灣巴士海峽海域及南中國海海域等三個區域內衛星觀測資料為主，其海域範圍如圖2。

參、資料來源

本研究觀測資料引用美國國家環境預報中心(NCEP)提供的氣候預報系統在分析資料(CFSR)及JASON-2測高衛星觀測資料。

一、氣候預報系統再分析資料(CFSR)

氣候預報系統再分析(Climat Forecast

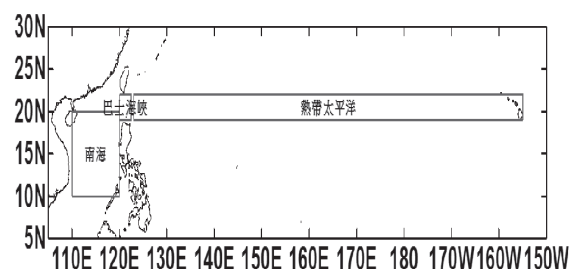


圖2 本研究分析熱帶太平洋海域、台灣巴士海峽海域及南中國海海域等三個區域範圍圖

System Reanalysis，以下簡稱CFSR)是由美國國家環境預報中心(National Center for Environmental Prediction，以下簡稱NCEP)統計1979年到2010年共計31年間的大氣觀測資料數據，為全球性海洋與地球的氣候預報分析，資料來源包括衛星觀測資料，船舶觀測資料，浮標測站與航空觀測資料等，為研究大氣天氣與氣候之重要依據。

CFSR經由常規觀測與衛星觀測，推出具全球性、高解析度、分析氣候預報數值模式估算，提供更精準之數據資料經由數據同化輸出數據資料以0.5度X0.5度到0.3度X0.3度的網格點分布數據資料，以每6小時的時間分布提供海洋和陸地的大氣資料。(Hodges et al, 2011)。

二、Jason-2測高衛星(TOPEX/POSEIDON)

衛星測高技術是利用衛星測高儀來測量海水面的高度變化。經由海水面高度的變化再配合地球自轉時所產生的柯氏力，來計算表面海水的運動狀況。配有測高儀之氣象衛星，運用發射脈衝到海面後反射再折回，利用此往返海面時間差來推算水面與衛星之高度，由水面之高度變化推算海洋波浪，並測量海面粗糙程度推算海面上風場(Frappart et al., 2006)。

Jason-2測高衛星(TOPEX/POSEIDON)於2008年06月20號正式發射升空，目的

是為了接續T/P與JASON-1衛星之觀測任務(Tran et al., 2011)，Jason-2人造衛星為現階段最新的測高衛星(AVISO, 2009)，該衛星每天繞地球12.7圈，提供全球90%不結冰海洋之測量數據(AVISO, 2009)。Jason-2衛星之觀測資料，是由美國GODAE(Global Ocean Data Assimilation Experiment)計畫所彙整(US Navy, 2012)，觀測頻率為每10天繞極全球軌道一次，每一個海域，在一個月之中約有三次衛星觀測結果，選取此衛星資料之主要原因，為可同時提供風速與浪高觀測資料，可進行驗證風浪之對應關係。

肆、美軍艦隊進入南中國海海域氣候場分析

孫子兵法指出「道、天、地、將、法」為兵事五要。「天」包括今之天文與氣象。他認為天者「陰陽寒暑時制也。」時制就是知所行止，也就是用兵前應充分掌握戰區內氣候與天氣。所以可見善用兵者，不可不知天氣瞬息萬變之機，亦應善用氣候特徵。(劉，2003)

影響船舶航行主要天氣因素為風場、風力、波浪大小、洋流等。船舶航行因應海象、氣象因素影響使得船舶航線規劃之改變，深遠影響船舶安全及船舶航行效率之

增長(陳, 2001)。另依海軍大氣海洋局對海軍作戰環境及海域氣象相關性的研究指出(毛, 2012): 作戰區域之各項海氣象因素及狀況會影響艦隊指揮官決策的下達, 而其中的風力強度及波浪高度更會對艦隊作戰效能產生影響: 如飛行甲板起落艦作業、偵測器對目標掌握狀況、精密武器射擊精準度等。因此, 海氣象因素中的風(風向、風速)、波浪、洋流除了為影響船舶航行安全的三大主因外, 也影響到海軍艦隊於海上作戰時無論是戰術運用及火力的發揚。本文就是以這三大主因中的風、波浪為主軸來探討美軍艦隊進入南中國海海域時其季節特性之變化及其對美軍艦隊於作戰時之影響為何。

一、美軍艦隊進入南中國海海域航路之風場分析

航海可以或的順風的便利, 也可能因狂風而受到損害。對船舶航行影響巨大的海浪和海流也是風直接引起的。在大風大浪中航行, 船舶會發生劇烈的橫搖及縱傾, 而使船舶難以保持航向, 降低舵效, 失速嚴重; 而且還會對產生對船體結構有害的中垂及中拱現象, 造成船舶的損壞, 甚至有發生傾覆的危險(戚, 2003)。綜合上述所說, 風是一種對航海有重大影響的氣象因素。因此, 本章將針對海氣象中風場(風向、風速)對於這三

個海域之季節特性變化, 進行探討。

(一) 熱帶太平洋海域之風場分析

依大氣科學(戚, 2008)一書說明, 太平洋副熱帶高壓是控制熱帶太平洋海域地區的穩定大型天氣系統之一。對西太平洋及亞洲東部地區的天氣、氣候有很大的影響。分布於北緯30左右, 是一股經常存在但位置不固定的溫暖氣團。它的位置以及內部氣流的流向可以影響到熱帶氣旋的生成和走向。

太平洋副熱帶高壓一年四季都存在於西太平洋低緯度和熱帶洋面, 因此該海面全年之風力不強, 除夏季時熱帶洋面會有熱帶氣旋生成, 偶有大風大浪之情況發生外, 其餘季節幾乎都是風平浪靜之情況。

(二) 台灣巴士海峽之風場分析

巴士海峽位於台灣與菲律賓巴丹群島之間, 其不僅是為南海 和太平洋的分界線, 且是溝通南海和太平洋的重要航道。

巴士海峽受季風影響, 大風大浪頻率終年較高, 是西北太平洋的大浪區之一, 屬熱帶海洋性氣候, 受大洋和大陸間季風的影響, 海洋氣象特徵為高溫多雨, 季風盛行, 雷暴較多, 熱帶氣旋影響頻繁, 也是西太平洋生成的熱帶氣旋進入亞洲的路徑之一。

巴士海峽的熱帶氣旋中心的極低氣壓和雲牆區的暴風, 會使海面產生巨大的風浪和湧浪。在熱帶氣旋的大風區中, 浪高都在5公

尺以上，強熱帶氣旋甚至可達10公尺以上，強烈的波浪給海上船舶航行造成極大的影響和危害。

(三) 南中國海海域之風場分析

南中國海海域為連接東南亞與東北亞之主要海域，其中麻六甲海峽為連接中東地區和歐洲地區之主要航道，為亞洲地區航行最頻繁之航路。

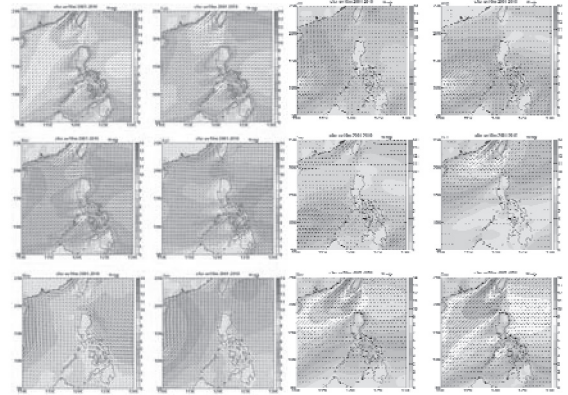
南中國海位於亞洲季風氣候帶，故此區之海域受季風氣候之影響(蕭，民100)。西南季風時期(6-8月)於南印度洋上形成西南季風；東北季風時期(10-4月)，由大陸西伯利亞高壓順時針環流和太平洋海面上阿留申低壓逆時針風場環流，相互作用下形成東北季風。此海域波浪強弱亦因季風季節時期而消長。

二、美軍艦隊進入南中國海海域季節性風場變化

本節引用NCEP-CFSR資料，將美軍艦隊進入南中國海海域航路之2001年至2010年氣候資料統整分析，繪製平均風力氣候場圖，並由逐月分析其風場環流與風力強度分布，探討其於季節性變化特性，如右圖所示：

圖示箭頭為風場環流方向，長短表示風力強弱。網格點色階部分代表該海域風力強度之強弱，強弱分別由藍至紅，藍色為風速較弱之海域，紅色為風力較強之海域。

根據美軍艦隊進入南中國海海域航路



1月-12月逐月的氣候場分析圖顯示，得知該三個海域之風場主要分為兩個季節，6-8月為西南季風季節，10-4月為東北季風季節，5月及9月則為過渡時期，本文僅就西南季風及東北季風兩個時期作探討。

伍、美軍艦隊進入南中國海航路海氣象變化特性

本章節藉由美軍艦隊進入南中國海海域航路之Jason-2測高衛星觀測資料，分析其中的風速與浪高觀測資料，由分析內容得知該海域的風力及波浪的強度，並將觀測資料與蒲伏風浪級迴歸方程式比對，取得觀測資料迴歸係數。再以各相關海域季節特性區分，探討各海域於不同時期：西南季風時期(6-8月)、東北季風時期(10-4月)、過渡時期(5月、9月)的風浪強度呈現，提供美軍艦隊進入南中國海海域航路之完善風、浪資訊，以究其對美軍艦隊不論是航行安全或是作戰效能

之影響為何。如圖2至圖3所示，其圖表說明如下：

●風-浪迴歸分析圖：

方程式所顯現之數值（黑色實線），並與蒲伏風標值的分析結果（紅色虛線）呈現之風-浪對應關係互為比較。迴歸方程式與方程式對應R值均標示於圖左上方。方程式對應R數值愈大，代表實際觀測資料分布與迴歸方程式吻合度愈高，反應風-浪間之線性對應關係愈高(陳等，2012)。

●風速分布圖：

該圖縱座標為百分比，橫座標為蒲伏風級。

●浪高分佈圖：

該圖縱座標為百分比，橫座標為蒲伏風級。

一、熱帶太平洋航路季節特性觀測資料分析

如上述表2及表3觀測資料得知：熱帶太平洋海域四個季節中其的風浪比例差異不大（風力為3-5級，浪高為5級）。而迴歸方程式

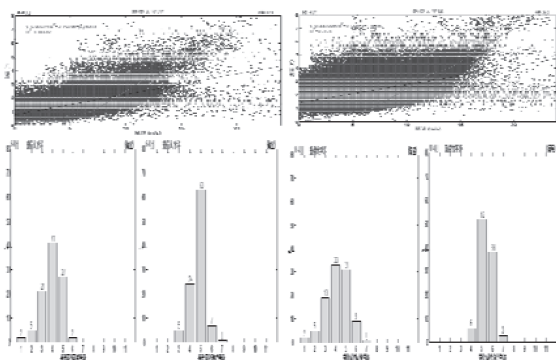


圖2 熱帶太平洋海域西南季風時期及東北季風風速-浪高之分析（資料來源：本研究整理）

表2 熱帶太平洋海域季節風浪分析表

海域	熱帶太平洋海域	
對應季節	西南季風時期 (6-8月)	東北季風時期 (10-4月)
機率近50%	62%	51%
風級範圍	3-4	3-4
機率近75%	89%	83%
風級範圍	3-5	3-5
機率近50%	63%	52%
浪級範圍	5	5
機率近75%	87%	90%
浪級範圍	4-5	5-6

資料來源：本研究整理

表3 熱帶太平洋海域四個季節R值與交點分析表

季節	西南季風	東北季風
月份	6-8月	10-4月
R ² 值	0.33	0.28
交點	5級	6級

資料來源：本研究整理

中各R值，同樣偏弱，線性對應性不高，說明該區波浪生成原因並非直接風力強度之影響。

二、台灣巴士海峽航路季節特性觀測資料分析

圖3台灣巴士海峽海域西南季風及東北季風時期風速-浪高之分析

由表4觀測資料分析得知台灣巴士海峽海域的風浪資料，從分布的比例趨勢可以得知該海域受季風影響顯著，6-8月風力為

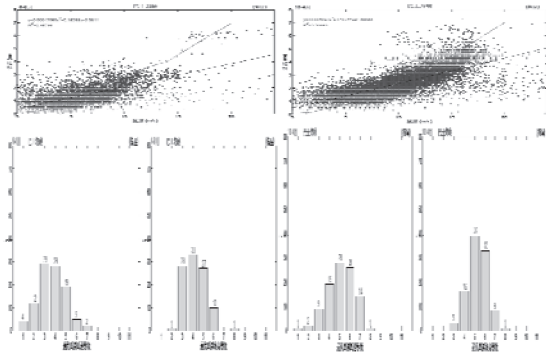


圖3 台灣巴士海峽海域風速-浪高分布圖
資料來源：本研究整理

表4 台灣巴士海峽海域季節風浪分析表

海域	台灣巴士海峽海域	
對應季節	西南季風時期 (6-8月)	東北季風時期 (10-4月)
機率近50%	57%	64%
風級範圍	3-4	5-6
機率近75%	76%	78%
風級範圍	3-5	5-7
機率近50%	60%	55%
浪級範圍	4-5	4-5
機率近75%	88%	77%
浪級範圍	3-5	5-6

表5 台灣巴士海峽四個季節R 值與交叉點分析

區域	西南季風	東北季風
月份	6-8月	10-4月
R ² 值	0.45	0.50
交點	5級	6級

資料來源：本研究整理

3-4級，東北季風時期則風力強度增強為5-6級，波浪強度亦由3-4級浪增強至5-7級浪。

如上述表5觀測資料得知：台灣巴士海峽在不同時期之風浪等級與風向資料，經由迴歸方程式得知各季節之迴歸R值。西南季風時期(6-8月)時迴歸R值為0.457，東北季風時期(10-4月)時迴歸R值為0.50，顯示東北季風時期與西南季風時期風力與波浪生成的對應因素相當。

三、南中國海海域季節特性觀測資料分析

本圖5南中國海海域西南季風及東北季風時期風速-浪高之分析

由表6觀測資料分析得知南中國海海域的風浪資料，從分布的比例趨勢可以得知該海域受季風影響顯著，6-8月風力為3-4級，東

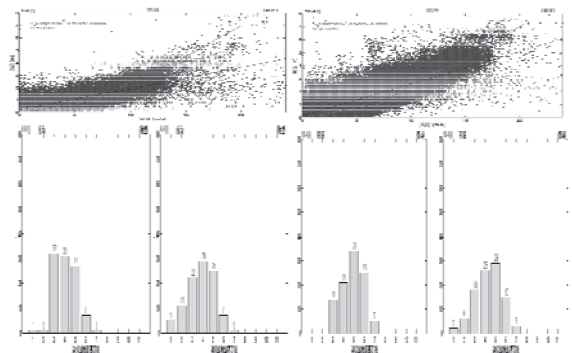


圖5 南中國海海域風速-浪高分布圖（資料來源：本研究整理）

北季風時期為4-6級，波浪強度亦由3-4級浪增強至4-5級浪。

如上述表7觀測資料得知：南中國海海域

在不同時期之風浪等級與風向資料，經由迴歸方程式得知各季節之迴歸R值。西南季風時期(6-8月)時迴歸R值為0.51，東北季風時期(10-4月)時迴歸R值為0.59，顯示東北季風時期與西南季風時期風力與波浪生成的對應因素相當。

陸、結論與建議

一、結論

表6 南中國海海域季節風浪分析表

海域	南中國海海域	
對應季節	西南季風時期 (6-8月)	東北季風時期 (10-4月)
機率近50%	64%	65%
風級範圍	4-5	4-5
機率近75%	86%	70%
風級範圍	3-5	4-6
機率近50%	63%	59%
浪級範圍	3-4	5-6
機率近75%	90%	80%
浪級範圍	3-5	4-6

表7 熱南中國海海域四個季節R 值與交點分析表

區域	西南季風	東北季風
月份	6-8月	10-4月
R ² 值	0.51	0.59
交點	5級	6級

資料來源：本研究整理

(一)美軍艦隊進入南中國海海域之氣象特性與對其航行及作戰效能之影響

本研究透過 JASON-2 衛星觀測資料，分析美軍艦隊進入南中國海海域航路風、浪狀況，分析各海域季節特性，再依本 CFSR 氣候場平均圖所示特性將各海域分成：西南季風時期(6-8月)、東北季風時期(10-4月)與其間之二個過渡時期(5月、9月)，並探討個季節時期的風浪特性對美軍艦隊航行安全及作戰效能之影響。

●熱帶太平洋海域氣象特性對美軍艦隊之影響

熱帶太平洋航路主要位於太平洋副熱帶高壓所影響之海域，太平洋副熱帶高壓可四季都存在於低緯度和熱帶洋面，因此本海域全年之風力強度不強，除了夏季時，熱帶洋面會有熱帶氣旋(颱風)產生，偶有大風浪情況發生外，其餘季節幾乎都是風平浪靜之強況，所以航行於該海域不會受到大風大浪襲擊，因此美軍艦隊於本海域航行及執行各項戰術作為時，除颱風外，不會受到太大的影響。

●台灣巴士海峽海域氣象特性對美軍艦隊之影響

從台灣巴士海峽海域季節性風、浪特性之分析得知，本海域受到季風影響：西南季風時期風力為3-4級，東北季風時期則增強為5-6級，波浪強度亦由3-4級浪增強至5-7級浪；巴士海峽東北季風時期的大風大浪發生



頻率頻繁，亦為西太平洋的大浪區，因此美軍艦隊於航行本海域時將會受到東北季風大浪的襲擊而使其航行安全及戰術行動執行皆受到阻礙。

●南中國海海域氣象特性對美軍艦隊之影響

南中國海海域位於亞洲季風氣候帶，於南印度洋上形成西南季風，陸地上之西伯利亞高壓順時針封場環流和海面上阿留申低壓逆時針風場環流，相互作用下形成東北季風。本海域波浪強弱因季風季節時期而消長。

西南季風在南中國海海域風力較小且鄰近陸地，不利於高浪生成條件，故相對向風浪亦較小，因此美軍艦隊於本時期不會受到太大的影響。

南中國海海域之東北季風於9月時開始形成波浪，其中11月至2月逐漸發展成熟為最大浪時期，此時期常有因東北季風風力強盛影響造成船舶航行困難及受到其強烈波浪衝擊而造成船舶搖晃程度較劇烈的情況發生，由此也對美軍艦隊於航行安全、戰術行動執行及精準武器運用皆會產生阻礙。

綜上研究得知：台灣巴士海峽及南中國海海域，於東北季風時期，風力及波浪強度平均最高為5-7級，甚有8級風浪產生。依照蒲伏風浪級表顯示，5-7級風浪為大浪等級，海面上大浪形成，海面突湧，波峰冒白沫，船舶於航行時船體搖晃程度變大，此情況除

對航行安全產生威脅外，船體搖晃劇烈，對軍艦上戰鬥系統負責穩定的陀螺儀運轉作業負擔變大，戰鬥系統對目標解算更為困難，因而造成艦用各項武器精準度降低，而艦體的橫搖傾斜也易使艦用火炮進入禁射安全區域內，使艦上指揮官對艦隊武器的運用及火力發揚都形成困擾。另海面上大浪也易使雷達回跡雜訊變多而難以掌握敵艦真正位置。

另依照美海軍反水面及反潛作戰教範中規定：海象超過6級(含)風浪時停止艦載直升機起降作業。而艦載直升機為美海軍反潛及反水面作戰時的重要搜索、攻擊單位，缺少艦 直升機的支援也使得美軍艦隊於反制中國潛艦的威脅中更加困難。

因此，在東北季風增強時期，美軍艦隊於台灣巴士海峽海域及南中國海海域作戰時將會對無論是航行安全或類型作戰效能形成嚴峻的考驗。

(二)建議

海洋作戰環境攸關海軍作戰成效甚鉅，完整的海洋作戰環境資訊包括了海洋週邊環境的地形與底質、海水水文資料、海象狀況及空中天候與氣流的變化等。海洋作戰環境不僅影響各類型作戰方式與作戰時的兵力派遣；小如海象、陣風會影響艦艇武器發射的精準度與人員士氣；大如水文參數、地形與底質會影響作戰時戰術運用，甚至作戰計畫

的設計導向等。

而了解海洋作戰環境，需要長時間的監測。以呂宋海峽以西、台灣海峽以南的這塊海域為例，該海域洋流變化複雜，進而影響水文環境，也使得反潛環境變化複雜。此海域還有季節變化，因為大範圍的風場旋度變化，進而引發時而順時鐘、時而逆時鐘方向旋轉的渦旋流場變化，其周期約為十數天。這種海洋環境意謂著，要獲得更為精確海域戰場資訊，則需要大範圍、長期的海域環境調查與研究(高，2005)。

若台海發生軍事衝突，台灣週邊海域自然成為主要的作戰海域，而對作戰海域的環境瞭解的愈透徹，誰就能主導戰局的演變。因此，瞭解與探索「台灣週邊海域戰場環境」的特性，建構起台灣版本的「戰場環境即時預報系統」，是為本研究可延伸討論的方向及議題。

參考資料

中文部份：

- 1 莊婕，21世紀美國介入南海爭端之研究，國防大學政治作戰學院政治研究所，碩士論文，p.3。
- 2 左正東，2014年東北亞局勢展望，亞太和平月刊第6卷第1期，亞太和平研究基金會，2014年1月17日。
- 3 胡聲平，美日2+2安保諮商觀察，亞太和平月刊第5卷第11期，亞太和平研究基金會，2013年11月20日。

- 4 蔡明彥，俄「中」海上聯合2013軍演觀察，亞太和平月刊第5卷第8期，亞太和平研究基金會，2013年8月19日。
- 5 劉廣英，「風起雲湧-氣象與作戰」，黎明文化出版社，2013年5月，p.6-7。
- 6 陳家輝，航海氣象學與海洋學，大連海事大學出版社，大連，p.303。
- 7 毛，民101，毛正氣，「南海的自然資源與爭奪」海軍學術雙月刊海軍學術雙月刊第四十六卷第四期。
- 8 戚啟勳，航海氣象學，國立編譯館，台北市，2003年。
- 9 戚啟勳，大氣科學，弘揚圖書有限公司，新北市，2008年。
- 10 蕭義璋，「北印度洋-南中國海海域航線與季風影響之研究」，國立海洋科技大學碩士論文，民100年6月，p.63。
- 11 陳昭銘，許華智，蕭登侶，「台灣海峽航路海象特性分析-基隆福州航路」，台灣海事安全與保全研究學刊，VOL.3 NO.3，2012。
- 12 高智陽，「看不見的海底戰爭：兩岸海洋戰場情資之爭」全球防衛誌250期，2005年，p.72。

英文部份：

- 1 Liseotte Odggard，(Peterrence and Co-operation in the South China Sea)，Contemporary Southeast Asia，VOL.23 NO.2，2011，p.294-295。
- 2 Fu-Kuo，Lin，(The Seructural Change in the United States and China Relation)，Security Implication for the Asia Pacific Region East Asia Review，VOL.14，June，2011，p.41。
- 3 Hodges，K.I，R.W.Lee，and L.Bengtsson(2011)：A Comparison of Extratropical Cyclones in Recent Reanalyses ERA-Interim，NASA MERRA，NCEP CFSR，and JRA-25，American Meteorological Society，24，p4888-4906。
- 4 Frappart，F.，S. Calmant，M. Cauhope，F. Seyler，and A. Cazenave，2006. Preliminary 81 results of Envisat RA-2 derived water levels validation over the Amazon basin，Remote Sens. Environ.，Vol. 100，pp. 252-264。
- 5 Tran，N.，S. Labroue，S. Philipps，E. Bronner，and N. Picot，2011，Overview and Update of the Sea State Bias Corrections for the Jason-2，Jason-1 and TOPEX Missions. Marine Geodesy，33，348-362。
- 6 AVISO，2009，OSTM/Jason-2 Products Handbook，p.67。
- 7 US Navy，(2012，01/01/2012)，USGODAE Project。

網站部份：

- 1 美軍太平洋司令部軍事兵力部署分布圖 city.mirrorbooks.com
- 2 AVISO，(2012，25/03/2012) <http://www.aviso.oceanobs.com/>。
- 3 美國GODAE(Global Ocean Data Assimilation Experiment)計畫<http://www.usgodae.org/cgi-bin/datalist.pl?generate=summary>。