

臺灣東北角海域 一戰場與環境特性

著者／毛正氣

海軍官校77年班
曾任大氣海洋局局長
海軍備役上校

臺灣東北角海域是我海軍艦隊的偵巡區。複雜的海底地形與水流系統常使我海軍軍官在執行任務時輕忽，殊不知東北角海域的海岸地形、海底斷層與火山潛在影響著我國國民的安全；岸邊的瘋狗浪與離岸流也已奪去許多國人性命。海域中湧升流、渦漩與內波造成漁場，吸引魚蝦、浮游生物聚集；但另一方面，此種海水運動，卻嚴重影響著海軍武器與裝備的發揮、戰術戰法的執行與潛艦航行的安全，身為海軍軍官的我們，不可不知。

壹、前言

臺灣的北部是我國的政經文化中心的所在地；首先，中央政府所在地在臺北，環繞在旁的是2座國際商港-基隆、台北港，2座國際機場-桃園國際機場與松山國際機場，3座核電廠設在北海岸，在臺北市附近還有水庫與發電場與不計其數的大公司、商辦與老百姓，其戰略位置不容小覷，也因此海軍每日都派艦艇在臺灣北部海域巡弋，以確保國土的安全。

但是，身為海軍的我們，你知道你的偵巡海域下面有數十座海底火山，而且大部分是活火山嗎？你知道你的偵巡海域下面有斷層，而且是活動斷層，連接到陸地，且附近有3座核能電廠嗎？

你知道你的偵巡海域是黑潮海水與東海大陸棚海水交換處，造成湧升流、渦漩與內波，將深層富營養鹽的冷海水攪起至水面，吸引魚蝦及浮游生物的聚集，成為漁民爭相前往的「漁場」嗎？你知道渦漩、湧升流與內波會影響海軍艦艇聲納裝備的使用與魚雷的發射，嚴重影響海軍作戰裝備效能？你知道你的偵巡區域的東北角海域自2000年來，發生了8起船難事件，16人死亡，73人失蹤；為什麼？你知道自2011年至2013年，東北角瘋狗浪就有20員死亡及多人受傷嗎？

本文有系統的完整介紹臺灣東北角海域；第二、三節將介紹臺灣地理位置、東北部海底地形與海岸地形。其次介紹北部海流系統與海地區海域特殊海象，以及東北角海事與瘋狗浪事件，讓

身為海軍軍官地我們，能夠深切了解我們地偵巡區域--臺灣東北角海域。

貳、地理位置與海底地形(含島嶼與海底火山)

臺灣東北角海域，主要是由東海大陸棚、沖繩海槽(Okinawa Trough)及大陸棚有三條下切的海底峽谷，從西到東分別為基隆海谷(Chilung valley)、棉花峽谷(Mien-Hua Canyon)、北棉花峽谷(North Mien-Hua Canyon)。棉花峽谷上游有三個島，分別是彭佳嶼、棉花嶼與花瓶嶼(稱為北方三島)。北棉花峽谷的東方約40海浬處，就是釣魚臺。而這4個島都坐落在東海大陸棚邊緣200公尺等深線上。過了200公尺的大陸棚邊緣，水深急降至1000-2000公尺的沖繩海槽。以下分別介紹臺灣東北角海域的主要海底地形。

(一)東海大陸棚(China Continental Shelf)：東海是指長江出海口以南、中國大陸以東的大片海域，為太平洋西部的陸緣海之一，亦為全世界最大的大陸棚。南接臺灣海峽，北臨黃海以長江口北側與韓國濟州島的連線為界，東臨太平洋，以日本九州和琉球群島為界。東海的面積大約是70餘萬平方公里，水深約在200公尺，最深處接近日本沖繩本島西側的沖繩海槽(圖1)。

(二)沖繩海槽(Okinawa Trough)：沖繩海槽是板塊隱沒作用的弧後擴張所引起的，目前許

多活動的海底火山，以及熱液作用。海底煙囪的壽命在200-500年間，其高度矮則1-2公尺，高則7-8公尺，其活躍性會受地殼下方岩漿活動強弱而有不同。南沖繩海槽有100公里寬，向西變窄並終止於宜蘭陸棚(Ilan Shelf)，在海槽中央部分水深可達約2,300公尺，其大體的走向為東北東-西南西，而海槽中央的線型凹陷則呈現東西走向的雁行排列。

(三)琉球島弧(Ryukyu Arc)：為一長條狀火山島弧，水深僅100-200公尺，部分露出海面成島嶼，如與那國島、石垣島、西表島等，使黑潮主軸大大向南偏移。宜蘭外海的龜山島，為琉球群島(亦即琉球島弧)的最西端。琉球海溝(Ryukyu Trench)是菲律賓海板塊向北隱沒入歐亞大陸板塊之接縫處，向西延伸到約123°E處，即加瓜海脊接觸海溝的地方，水深介於4,000-6,000公尺之間。臺灣東北部海域高低起伏的海脊、海弧與海槽，是觸動黑潮海流驟動發生的地方，而大陸棚邊沿是產生巨型內波的地方。

(四)火山島嶼-北方三島與釣魚臺：臺灣北方三島與釣魚臺位於東海南部的大陸棚邊緣附近。彭佳嶼、棉花嶼、花瓶嶼，此三島嶼的地理位置及形貌，均於西元1866年6月，英艦「薩木特」號艦長「普魯柯」少校，投錨於棉花嶼附近水深之處所測定，並賦予正式英文名稱。目前，國際海圖採中文音譯，分別為：彭佳嶼(Peng Chia Yu)、棉花嶼(Mien Hua Yu)、花瓶嶼(Hua Ping Yu)來標示。此三島嶼為臺灣東北的三個各

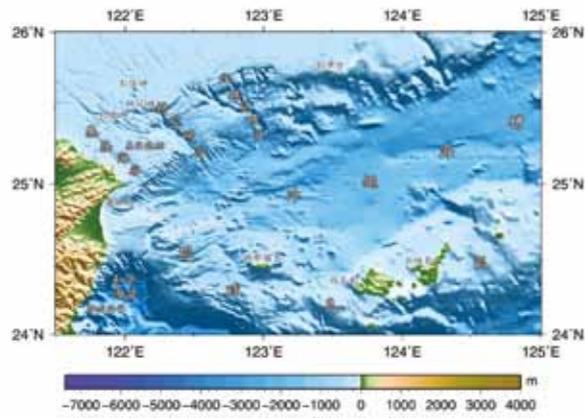


圖1 臺灣東北角海域海底地形，包括東大陸棚，沖繩海槽、火山島嶼(彭佳嶼、棉花嶼、花瓶嶼、釣魚臺)、琉球島弧。資料來源：臺灣海洋科學研究中心

自獨立的火山島嶼，鼎足而立，為整個東北亞航線必經之航道，尤其是花瓶嶼及彭佳嶼，因地形出，早年為航海家最重要的航標。¹

1. 彭佳嶼(Agincourt Island)

彭佳嶼又名「草萊嶼」，俗稱「大嶼」。形貌略似梯形，位於東經122.50，北緯25.380，距離鼻頭角 56.22公里，海拔142公尺，島之周圍長4,29公尺，面積1.14平方公里。島上有駐軍、海關燈塔、氣象觀測站，並有直昇機場，在燈塔附近有兩個完整的火山口，是北方三島中唯一有人的島嶼。

2. 棉花嶼(Crag Island)

棉花嶼介東經120.10，北緯25.50，面積約0.12平方公里，距鼻頭角43公里。南北最大長約800公尺，東西最大寬度約530公尺，最高點為61公尺。東南崖下海蝕臺地發育甚佳，地盤仍在上升。

升。全嶼之海岸線幾為平直斷崖，僅西岸之西北角一小灣為唯一可能登岸地。

3. 花瓶嶼(Pinnacle Island)

此嶼英文名稱為尖島之意。係由一小島和許多岩礁組成，面積約0.03平方公里，距鼻頭角31.72公里，島嶼長度不超過180公尺，寬約80公尺，最高點51公尺，遠望似一支花瓶。一般漁民稱該嶼為「扛轎嶼」，據漁民說自東北海域遠眺，有如一頂轎子。

北方三島擁有豐富魚產、珊瑚漁場及稀有野鳥。三島居於寒 暖二流交會處，暖流自菲律賓東部經蘭嶼、蘇澳達三貂角而北折；寒流由大陸沿岸南下。另有強勁的黑潮支流逼進，故水產分佈得天獨厚，自富貴角經彭佳嶼至三貂角以東一帶，更是經濟魚類與珊瑚產區。

4. 釣魚臺(Diaoyu Islands, 日文譯名為 Senkaku Islands)

釣魚臺列嶼是位於臺灣東北角的群島，位於八重山群島與臺灣以北的中琉界溝南段，由釣魚臺、黃尾嶼、赤尾嶼、南小島、北小島等島嶼及岩礁構成，總陸地面積約6.12—7平方公里，其中主島釣魚臺之面積約3.8—4.4平方公里，高363公尺。各島泥土不厚、風浪較大，僅釣魚臺上有淡水溪流。19世紀末期至太平洋戰爭期間曾有人定居，惟現今各島均為無人島。²

長久以來，釣魚臺是臺、中、日領土爭執的地點。日本對於釣魚臺的企圖不僅僅是領土主權這種空泛的概念，真正被日本看重的是釣魚臺周

遭海底的能礦資源。這些能礦資源可以讓日本從一個資源貧瘠的國家，一躍成為坐擁豐富石油天然氣的資源大國。根據日本2003年的探測，釣魚臺周邊海域的石油儲藏量高達約1000億桶(相當於整個伊拉克儲量)，除此之外尚有相當豐富的天氣及鈷錳鎳等金屬。單就釣魚臺蘊藏1000億桶石油來說，若以現今每桶95美元計算，共值約280兆臺幣，約是臺灣20年的GDP總和。³

(五)海底火山與龜山島 (Gueishan Island、Steep Island)

臺灣東北海域是菲律賓板塊與歐亞大陸板塊的隱沒帶。此處海底地層仍持續活動之中，因此造成區域內地震頻繁，地熱很高，區域內海底火山林立—龜山島方圓60海浬內至少有70座火山，其中十幾座還是屬於活躍型的火山，而龜山島是唯一露出水面的活火山。龜山島，又稱龜山嶼，最早的名字叫煙斗嶼；國際海圖名稱為五獅嶼。龜山島東西寬3.1公里，南北長1.6公里，面積2.84平方公里，海岸線長9公里，直線距離臺灣本島的梗枋漁港約9.1公里，距離烏石港約10公里。行政區隸屬於宜蘭縣頭城鎮。

參、海岸地形

臺灣本島海岸線全長約1200公里，海岸地形可粗分為4種，細分可以分13種，粗分4種海岸分別為(1)北部岩石岬灣海岸、(2)東部斷層海岸、(3)南部珊瑚礁海岸及(4)西部與宜蘭沙岸。⁴海岸中，以臺灣北部海岸的成因與構成最為複雜，

也最值得探討，它不僅牽涉到海岸岩質、天候、海流、斷層、潮汐等因素的侵蝕與堆積作用，造就這崎嶇的岩石岬灣海岸。臺灣北部海岸西起淡水河口，東到宜蘭頭城，地形上稱為「岩石岬灣海岸」。也有學者將北海岸分為「金山火山海岸」、「東北角灣岬海岸」、「礁溪斷層海岸」與「宜蘭沖積平原海岸」等4段(圖2)：

(一)金山火山海岸位於淡水、金山之間，主要是大屯火山群噴發所 及的海岸地帶，從衛星空照圖可以看見向北突出，呈現圓弧形。當時的岩漿流動形成的熔岩流突出於海面，形成堅硬的海岬，如麟山鼻、富貴角；而軟岩和大河河口凹入成了海灣或河口灣，如淺水灣、白沙灣、老梅灣。

(二)東北角灣岬海岸位於金山到三貂角之間，是軟硬相間的沉積岩或變質岩層，因為受風化侵蝕，硬岩成為突出的山脊，軟岩則形成凹入的河谷，海岸沉降、海水上升後，形成海岸線崎嶇的岬灣海岸，較有名的岬灣由西向東依序有：中角灣、金山岬、國聖灣、野柳岬、翡翠灣、基隆港、深澳灣、鼻頭角、龍洞灣、龍洞岬、福隆灣、卯澳、三貂角等北部海岸重要岬灣。

(三)礁溪斷層海岸位於頭城大澳至北港口間，長21公里，海岸線相當平直，海蝕平臺及單面山分布其上，為東北角海蝕地形的一部分。東北角海岸單斜脊地形發育最良好的地區就在北關，由於太平洋板塊從東南方衝擊，使北區的單斜脊都朝西北方傾斜，傾斜的角度約介於30度至40度之

間；同時在單斜脊的表面被兩組發達的節理互相切割，形成交角約為90度的破裂面，經過長時間風化的作用，其破裂面不斷地擴大，因而形成東北角海岸最壯觀且最整齊的豆腐岩地形。

(四)頭城北港口以南到北方澳間的海岸是宜蘭沖積平原的一部份，主要由蘭陽溪供應沙源形成，並以蘭陽溪口為界形成二個獨立弧型海岸，海岸內側有一道天然沙丘，為臺灣地區最具代表性之沙丘海岸。海岸線附近是沙丘分布的地方，與海岸成平行排列的沙丘與凹地組成一連串的沙丘與溼地。本區的海岸線形狀因受海蝕影響而成為向西凹陷的弓形海岸，如蘭陽溪溪口一帶，因蘭陽溪沿「匹亞南山道」⁶往東北流，其源高流長，冲刷力強，搬運物質極多，故迄今其出口處仍有廣大的河灘地且向海外突出成尖嘴狀三角洲，證明其堆積作用十分旺盛且持續在進行。⁷

肆、海流系統

西太平洋海域流況本身就相當複雜，主要海流流經此區域時，因地形與地球自轉的原因，紛紛分出支流與海底地形變淺產生湧升流(upwelling)與渦漩(eddy)，以求海流動力平衡。而海流經臺灣北部海域的海流有黑潮、中國沿岸流與臺灣海峽暖流等三大海流系統(圖3)。因季節與地形因素，各海流各季流況都不一樣。每支海流都有個自的水團特性(溫度、鹽度特性)，配合當地海底地形與水深，稱為水文，將影響海水物理特性，如光波、聲波的行進距離與速度；內波、補償

流、溫鹽環流的產生；而各水團的溫度、鹽度特性也關係著浮游生物的多寡。以下介紹臺灣北部海域3大海流系統與潮汐。

(一) 黑潮

黑潮，又稱日本暖流(Kuroshio current)，是太平洋洋流的一環，為全球第二大洋流。途經菲律賓東岸、呂宋海峽與臺灣東部海岸向北方流動，持續輸送具有高溫高鹽特性之熱帶海水至中高緯度地區。黑潮起自民答那峨海流(Mindanao Current)，為北赤道回流，在臺灣東南海域黑潮因地型及地球自轉原因開始分裂為二，主流右轉沿著臺灣東部海底地形，往東北日本方向流去。支流穿過巴士海峽滯留並轉入臺灣海峽。



圖2 臺灣北部海域4種海岸地形；分別為「金山火山海岸」、「東北角灣岬海岸」、「礁溪斷層海岸」與「宜蘭沖積平原海岸」等4段。
資料來源：圖片取自「臺灣海岸之美」一書。⁵

黑潮流速約為100-200m/sec，厚度約在500-1000公尺，寬度約200多公里。黑潮年平均水溫約攝氏24-26°C，冬季約為18-24°C，夏季可達22-30°C。黑潮也較鄰近的黃海溫度高7-10°C，冬季更可高出20°C。

當黑潮行至臺灣東部海域時，由於受到呈東北-西南走向之東海陸棚邊緣地形影響，迫使黑潮主軸從向北流動轉變成向東北方向流動。黑潮經臺灣東部數千公尺的水深而來，到達宜蘭外海時先跨越過數百公尺深之宜蘭海脊，再進入深達2000公尺之沖繩海槽南端，之後便遭遇200公尺高聳之東海陸棚而被迫轉向。在此處，離心力促使黑潮深層冷海水上湧至表面，且整層海水都呈現氣旋式的渦漩，同時高溫、高鹽的黑潮表面海水開始入侵大陸棚，與低溫、低鹽的中國沿岸流進行海水交換。表層的反時針冷渦具有季節性的變化，其變化的主要的原因來自於相對應週期的黑潮東西向擺動，而臺灣季風型風向(東北與西南季風)是造成黑潮擺動的主因。

(二) 中國沿岸流

中國沿岸流主要由黃海沿岸流、東海沿岸流和南海沿岸流組成(圖3)。黃海沿岸流是沿山東和江蘇海岸流動的淡水，屬低鹽(冬季兼低溫)水流，水色混濁。東海沿岸流是由長江、錢塘江和閩江等入海徑流與周圍海水混合而成，鹽度極低，水溫年變幅大，水色混濁，流速25cm/s左右，流向隨季節而變。夏季時，因西南季風占優勢，臺灣海峽暖流強勢往北流，出了海峽口後，

海峽水團散佈在臺灣北部海域；而部分低溫、低鹽的中國沿岸流僅能沿著中國大陸沿岸順岸南下，水量很少。冬季時，盛行東北風，大量的中國沿岸流直接通過海峽中線南下，少部分海流因「雲彰隆起」而折返，順著臺灣西部海岸北流。中國沿岸流出臺灣海峽南出口後，與黑潮分支匯合後繼續南流。

(三) 臺灣海峽暖流

臺灣海峽是臺灣島與亞歐大陸之間的狹窄海域和海峽。夏季時，黑潮海水與南海環流海水在臺灣西南海域匯合後往北流，進入又窄又淺的臺灣海峽，兩處海水充分混合又接受陽光日照，使北流的海水高溫、高鹽，且流速強勁，因此中國大陸學者稱之為「臺灣海峽暖流」。暖流出了海峽

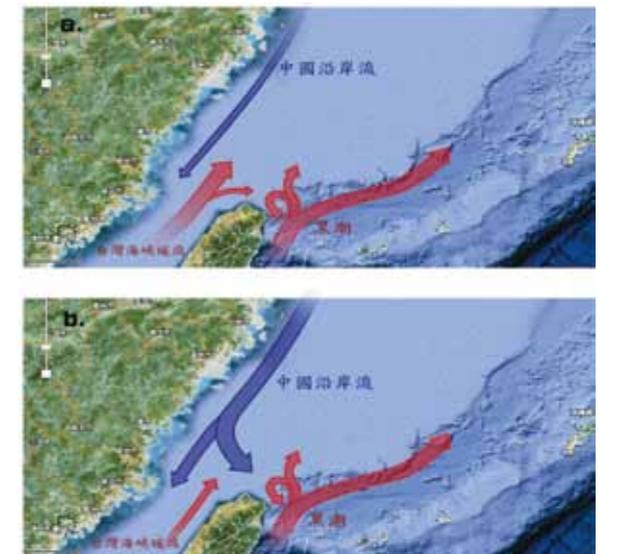


圖3 臺灣北部海域海流圖。圖(上)是夏季海流圖；圖(下)是冬季海流圖。資料來源：底圖取自google earth；作者自繪海流。

口之後就是寬廣的東海大陸棚，暖流流速減慢，海水散佈在整個臺灣北部海域。冬季時，可以說沒有「臺灣海峽暖流」存在，因為整個海峽的淨流量是往南的，僅有少部分的海流沿著臺灣西部海岸往北流。往南的海流不稱「臺灣海峽暖流」，直接稱為「進入臺灣海峽的中國沿岸流」。

(四) 潮汐(流)

台灣潮汐(流)是順著沖繩海槽的2000公尺的深度，從日本過來，⁸碰觸到臺灣花蓮附近後開始分開，向南北方2方向流動。一股沿宜蘭，繞過基隆、新北市進入臺灣海峽；另一股自花蓮南下，經臺東，繞過屏東、鵝鑾鼻進入臺灣海峽。因此，每逢漲潮時，海水由臺灣海峽南北兩端沿著海岸往臺中、彰化附近海域前進，一股水流由北向南流，另外一股水流則由南向北，也就是說臺灣西岸在漲潮時沿岸有兩股相反方向的水流。退潮時，潮水又順著原路往臺灣島南北兩端退去。⁹

潮汐所引發的水流會受到地形、水深與周邊水流的影響，一般來說，臺灣南北兩端的潮差較小，而接近中部地區潮差逐漸地增加，在臺中、彰化沿海一帶潮間帶的潮差可達4公尺之多。而臺灣島南北兩端海岸，除非在朔望之際，才有明顯地漲退潮，一般來說潮汐漲退並不明顯，也就是海平面的變動幾乎看不出來有明顯地變動，常讓人誤以為沒有漲退潮的變化，水流是靜止不動地，其實水臺灣南北海域沿岸的潮流是很強勁的。

伍、海域特殊海象

臺灣東北角海域因為特殊的地理位置與複雜的海底地形，加上多變的海流系統，自然衍生出特殊的海洋現象，如渦漩、湧升流、內波(internal wave)、瘋狗浪(rouge wave)及離岸流(又稱裂流, rip current)等，這些特殊的海洋現象，在臺灣以外的地方都不一定會發生，而對在臺灣北部海域捕魚的漁民或是主戰場在臺灣北部海域的我國海軍，都有特殊的意義與嚴重的影響；例如渦漩、湧升流、內波等會將深層富營養鹽的冷海水攪起至水面，吸引魚蝦及浮游生物的聚集，成為漁民爭相前往的「漁場」；同時渦漩、湧升流、內波會影響海軍艦艇聲納裝備的使用與魚雷的發射，嚴重影響海軍作戰效能。再者，每年瘋狗浪與離岸流也造成許多遊客與釣客冤死在東北角海岸上。下列依序介紹各種特殊的海洋現象：

(一) 渦漩與湧升流

夏季時，黑潮流軸較遠離臺灣，當黑潮越過宜蘭海脊後，北向的黑潮轉為東北流，並在釣魚臺附近海域撞擊東海陸棚，之後黑潮一分為三：黑潮主流轉為向東北方大陸棚邊緣日本方向流去，部分黑流往北流入較淺的東海陸棚，之後轉為向東流後重新注入黑潮主流(圖四)。第三部分則是部份海流沿大陸棚邊緣往西南流，形成一逆時鐘方向旋轉的渦旋，此渦旋的中央，就是湧升的冷海水，將深海豐富的營養物質源源不斷的運送到

表層至澎佳嶼附近海面，形成一重要漁場，此環流加強了湧升流的現象將底層冷水送到表層。而環流中心的海表面溫度比周圍低約數度 $^{\circ}\text{C}$ ，是個明顯的冷渦，直徑大小約百公里，而所謂的黑潮回流也是此渦旋的一部份。此外，黑潮入侵臺灣東北海域是有季節性變化。冬季時，黑潮流軸較靠近臺灣，當黑潮越過宜蘭海脊後就直接流入臺灣東北角海域，¹⁰渦漩發生機率比較低，有時整個冬天都沒有渦漩。

湧昇流係指海洋次表層海水向上湧昇的現象，源於海洋底層的豐富營養鹽隨湧昇流帶至海水表層，經海藻等海洋植物行光合作用將無機營養鹽轉換成有機物供海洋浮游動物攝食，而此次級生產量高的海域，聚集依此為食的魚類形成漁場取自Tang et al. (1999)，黑色箭頭的長短代表黑潮水流強與弱，最大約100 cm/sec。

(二) 內波

臺灣東北角海域是一個內潮波與內孤立波的多發區(圖5)。¹²臺灣東北角海域因黑潮擺動，又撞擊到大陸棚的垂直壁，使黑潮產生渦漩與湧升流，使此地區長年存在溫躍層，加上強烈的潮流，內波就發生了。但在這些區域中，內波的出現是具有季節性特徵，其時空變化與這海域溫度垂直分布與變化有密切關係。

內波運動過程可以使深層冷海水上升至海表面，並與上層海水翻攪混合，進而使上下層海水密度混合均勻，對於局部地區營養鹽由深層移到表層有很大的貢獻，而內波會把海底豐富的養份翻攪上來，吸引魚蝦、浮游生物聚集。另外，研究也發現，領航鯨喜歡追著內波來覓食，由於內波可經由衛星觀察出來，所以掌握內波的動向，就可藉此預測鯨豚出沒時間及地點。

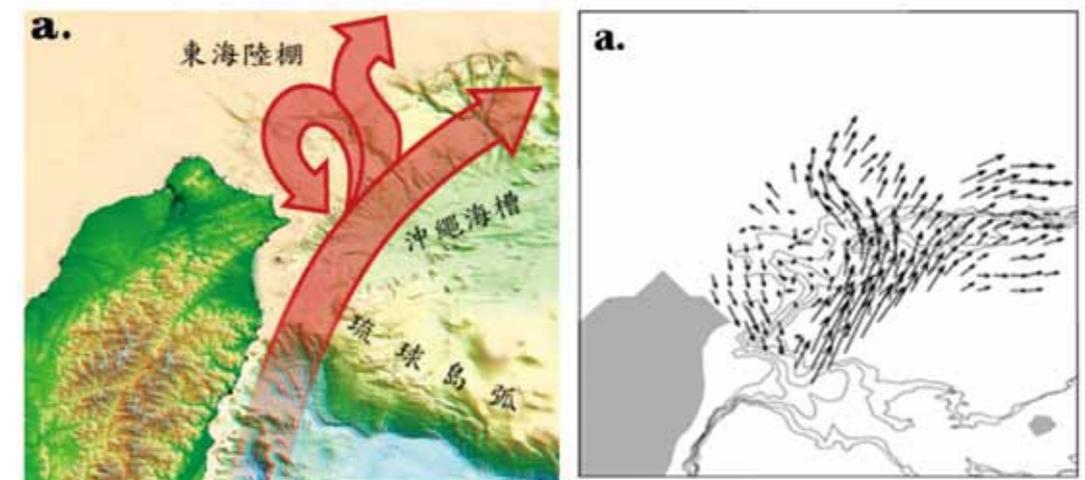


圖4 臺灣東北角海域海底地形與渦漩的形成機制概念圖。圖(a)取自臺灣大學海洋研究所<http://www.odn.ntu.edu.tw/bathy/>；圖(b)取自Tang et al. (1999)，¹¹黑色箭頭的長短代表黑潮水流強與弱，最大約100 cm/sec。

海洋內波是一個重要的海水上升與下沉的機制，對海軍潛艦航行安全與武器裝備的使用，有莫大的影響。大振幅的海洋內波對主要航行於水中的潛艦安全有重要的影響；對水中主要裝備聲納的偵蒐性能也有影響；對於水下武器的發射與精準度也有影響；且海洋內波可以暴露潛艦的位置與行蹤。相關內波的生成與對潛艦潛航的重要性，請參閱海軍學術月刊。¹³

(三)瘋狗浪

瘋狗浪在波浪學理上，並無此專門術語，只是民間之俗稱，而最早在報上出現「瘋狗浪」名詞是在民國75年¹⁵。臺灣各地瘋狗浪造成事件發生以戲水與磯釣為主，約佔79%；而月份之分布以每年5~6月及10月至翌年1月為多；地點則以基隆、宜蘭、高雄、屏東等地之機率最大。¹⁶自2000年至2013年為止，全臺各地(包括離島地區)，共發生瘋狗浪事件264次，409員死亡或失蹤。¹⁷

國外稱這些突如其來的巨浪為惡浪(Rogue waves)、詭浪(Freak waves)或殺人浪(Killer waves)，且通常是指比有效波高(Significant wave height)高出1倍以上的大浪。我國俗稱之瘋狗浪就是這一類的巨浪，因其是隨機發生，欠缺觀測資料，其產生原因，到目前為止，海洋學界均無定論。筆者研究時發現，臺灣是世界上發生岸邊瘋狗浪機率最多的國家之一，其次是美國夏威夷茂宜島(Maui)、美國加州沿岸及西班牙與法國沿岸。茫茫大海中，發生詭

浪(Freak waves)最多的地區是在非洲東岸與馬達加斯加島之間的海域上，近50年來有200艘以上商船在那海域沉沒，而臺灣東北角海域自2000年來，據統計，近14年來，8起船難，16人死亡，73人失蹤。¹⁸因此，瘋狗浪的發生，主要有兩個地點，一是沿岸，另一是大海。事實上這兩種瘋狗浪在臺灣東北部海岸與海域均有發生，且發生的時間與初步理論假設均非常符合海洋學家的堆理。另外，何種浪會造成瘋狗浪？關於這一點海洋學者倒是有共識，是長浪-湧浪(swell)。

廣大洋面因受風持續吹拂，以及大氣低氣壓(颱風)吸附(海水面的抬生)，海水從風吸收能量與抬升，風浪逐漸成長，受風區域越寬廣、風速越大、受風時間越長，則波高越高，風浪產生後

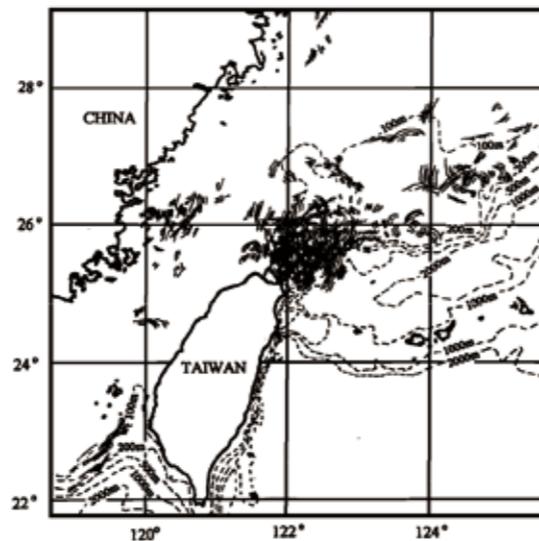


圖5 臺灣東北角海域內波圖。此圖係根據SAR影像描繪而成，取自Hsu et al., 2000¹⁴

即向四方傳播，離開受風區域的風浪我們稱為湧浪、長浪或簡稱為湧。湧浪一般具有巨大的能量，它與一般近岸的風浪(wind-driven waves)截然不同。這個經過大氣低氣壓抬升水面的湧浪是一個淺水波(shallow-water wave)，它與潮汐、海嘯行進方式是一樣的，是整個水體(water column)在行進，非一般風浪僅有只有表面水分子在運動而已，其下層水體是不動的。¹⁹因此，湧浪受低氣壓影響，傳播距離遠，挾帶的能量較大，傳播速度相當快。

這種湧浪接近臺灣周邊海域時，但颱風並沒接近臺灣，氣象局並不會發佈颱風警報，可是這些颱風的湧浪會先傳到臺灣附近海域，造成瘋狗浪。這種湧浪比較危險，因為海邊的浪因湧浪傳進來，但大海中沒有浪花(海浪花因風而起)，且湧浪波高不高，但當時天氣可能很好，因此海邊活動的人較不會有警覺心。2013年11月9日在臺灣東北角鼻頭角發生的16人落海事件就是因離東北角1600公里的海燕颱風所造成。

另外，另外臺灣的地理位置處於季風區，每年大約6至9月吹西南風，而10月至隔年3月吹東北風，其餘時間為季風轉型期。波浪的大小與風的強度、吹風時間的長短及風在海面吹過的距離成正比。然而季風並非在臺灣附近才有，它吹到臺灣時其吹風距離都有幾千公里，例如東北季風強盛時，吹風距離可由日本北海道算至臺灣，因此在季風季節中東北風的型態非常適合湧浪的成長。以下討論2種類型的瘋狗浪：

1. 沿岸瘋狗浪：海底地形可能是主要之因素，再配合海面自然現象共同產生，成因可能有三：成因一，係外海風浪及湧浪，移動到岸邊時，會與當地所形成的區域近岸風浪，產生共振現象，並產生巨浪。這種情形應是臺灣東北海域冬天發生瘋狗浪的原因之一。成因二，係外海長浪在變淺之大陸棚上，由於相位速度變慢，波峰受波浪擠壓而變高，而當波的振幅變大後，非線性所持有的陡峭化特性，會使得波峰高漲，衝到岸邊形成巨浪。成因三，係外海長浪傳到近岸時，若逢近岸海流變化，常會形成大湧，並快速向岸邊推

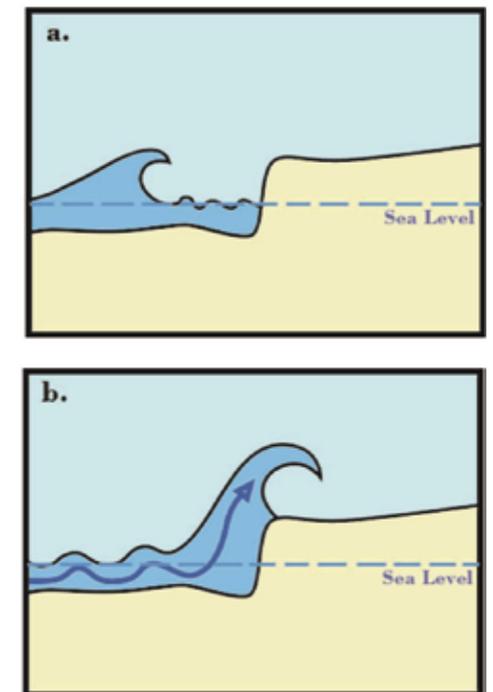


圖6 圖(a)：外海湧浪傳到近岸時，快速向岸邊推進而與海岸的礁石、近海平臺、海堤消波塊、海底礁石等的凸出物；圖(b)：湧浪碰觸到凸出物時，發生作用，產生巨浪。藍色箭頭表示海水動能向上衝出，尋找宣洩能量的地方。資料來源：<http://blog.swell.com/tag/nixon-watches/>，作者修改

進而與某地近岸浪作用，在直立海岸的礁石、直立壁近海平臺、海堤消波塊、海底礁石多的海灘產生巨浪(圖6)。²⁰

根據新北市消防局的統計，東北角海域易發生瘋狗浪的區域有7處，分別是白沙灣海域、和平島、外木山海域、鼻頭角、龍洞灣海域、三貂角、蓬萊磯釣場等7處，而這7處全是與「岬灣」地形有關。自2000年至2013年14年間，就新北市與基隆市兩市發生肇事瘋狗浪次數154次，落海人數232人。

2. 大海中的瘋狗浪：可能成因有二：成因一，多個方向波長的波浪隨機匯集而成：由物理上來說，當波相遇的時候，不論同向或反向，波都會有疊合的情況，但疊合的情況是使波成長或消滅全看疊合時的各波位置。若疊合的波以波峰相疊，所得疊合波便很大，若疊合的波很多，而且又是波峰相疊，則形成滔天巨波並非不可能。成因二也是目前海洋學界研究大海中的瘋狗浪的共同結論-海流與長浪的交互作用(current and wave interaction)；穩定湧浪前進時，碰到逆向海流時，波峰會變得較尖銳，波高也會加高；如碰到周期性流動的海流時，則會發生疊加作用，使表面波浪加大或減弱。²¹

近20年來，每年沉船事故平均242艘，其中80%是狂風巨浪造成的。近十幾年，因狂風巨浪平臺遭受翻沉事故平均每年1-2座，最多的一年高達8座，到目前為止，全世界因巨浪沉沒的石油平臺超過60餘座。²²根據統計民國43~87年

國內報紙，共有140筆海岸與海中瘋狗浪事件報導，在45年的記錄中，因瘋狗浪事件而翻覆之船隻達35艘，死亡人數343人以上。²³如此看來，海洋會發生瘋狗浪，不是偶發事件，是正常狀況下，大海就會發生瘋狗浪，只是科學家不知道為什麼而已。

陸、結論

臺灣的地理位置相當特殊，無論是地理或是戰略位置都很重要；加上，臺灣北部就是我國的政經文化的所在，它的重要性，非同小可，這也就是為什麼我們海軍每日都派艦艇在臺灣北部海域巡弋的原因之一。身為海軍軍官的我們，應該知道臺灣北部偵巡海域附近的環境的海底地形、海流狀況、水文與波浪等海洋環境資料；也需知道東北角海岸是特殊的海岸地形與海流系統；而臺灣東北角海域，也因海底地形與地理位置特殊，加上北部海流系統，沿岸很容易發生瘋狗浪、大海中也容易產生詭浪，造成船難與人員傷亡事件。

臺灣北部海域是在國際法上相當爭議的海域；這使我們在執行偵巡任務時，一定要特別小心注意；其中包括我國內水、領海基線、鄰接區、經濟海域的主權維護，防空識別區、飛航情報區的經緯度，以及中日執法暫定線的識別與遵守，在在都會影響我海軍軍官執行任務。本文告訴你，身為執法與防衛臺灣周邊海域的海軍軍官，你應該知道的臺灣東北角海域。最後希望海軍軍官能

了解臺灣北部海域的環境限制與優勢，能對執行任務有幫助。

- 1 北方三島介紹<http://blog.xuite.net/wolf9988/twblog/>
- 2 維基百科<http://zh.wikipedia.org/wiki/>
- 3 <http://www.globalpes.com/Crossstrait/nextstep.htm>
- 4 王老師科學教育工作室http://blog.isky.tw/2011/08/blog-post_16.html
- 5 漢光文化事業股份公司,2000,臺灣海岸之美,臺灣,臺北。
- 6 「匹亞南山道」泰雅族族群移動路徑,由羅東出發,經南山、梨山、霧社到埔里,是一條200公里的山谷步道,平時是可供人行走的步道,豪雨時是疏洪道。
- 7 資料來源:<http://www.necoast-nsa.gov.tw/user/Article.aspx?Lang=1&SNo=04000598>
- 8 潮汐是淺水波(shallow-water waves),行進速度與水深有關($C=(gh)^{1/2}$,C為潮流速度;g為重力加速度;h是水深)。
- 9 泛科學 <http://pansci.tw/archives/14181>
- 10 http://www.imece.ntou.edu.tw/ks/images/report_1.pdf
- 11 Tang, T. Y., Y. Hsueh, Y. J. Yang, and J. C. Ma, 1999: Continental slope flow northeast of Taiwan. J. Phys. Oceanogr., 29, 1353-1362
- 12 Hsu, M.-K., A. K. Liu, C. Liu, 2000, A study of internal waves in the China Seas and Yellow Sea using SAR, Continental Shelf Research, 20, pp. 389-410.
- 13 毛正氣、崔怡楓、劉偉峰,2015,從中共潛艦 掉深 看海洋溫躍層對潛艦潛航的重要性,海軍學術雙月刊,49卷3期,頁22-39。
- 14 同註12。
- 15 莊姿君,1997瘋狗浪,科學月刊,第326期
- 16 中央氣象局<http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/marine/>
- 17 海洋大學海岸與海洋災害風險研究室<http://www.mei.ntou.edu.tw/doong/topic.html>
- 18 東森新聞12年8船難 <http://www.ettoday.net/news/20120320/33030.htm#ixzz3GAKipIAA>
- 19 湧浪是淺水波(shallow-water waves),行進速度與水深有關($C=(gh)^{1/2}$,C為湧浪速度;g為重力加速度;h是水深)。行進時,整個水體在運動,動能很大運動體之質量與速度的乘積, $\vec{P} = m \vec{V}$,動能K與動量P的關係: $K = \frac{P^2}{2m}$, $P = \sqrt{2mK}$ 。
- 20 劉俊志,2006,碩士論文,近岸突浪的分析探討,國立中山大學,臺灣,高雄。
- 21 參考資料:<http://www.nytimes.com/2006/07/11/science/11wave.html>
- 22 國立成功大學近海水文中心范洛揚博士提供。
- 23 陳正宏,1999,碩士論文,瘋狗浪初探,國立成功大學,臺灣,臺南。

參考文獻

- 1 Hsu, M.-K., A. K. Liu, C. Liu, 2000, A study of internal waves in the China Seas and Yellow Sea using SAR, Continental Shelf Research, 20, pp. 389-410.
- 2 Hsu, M.-K., A. K. Liu, C. Liu, 2000, A study of internal waves in the China Seas and Yellow Sea using SAR, Continental Shelf Research, 20, pp. 389-410.
- 3 Hsueh, Y., 2000:The Kuroshio in the East China Sea. Journal of Marine System, 24, pp 131-139.
- 4 Liang, W.-D., T. Y. Tang, Y. J. Yang, M. T. Ko, and W.-S. Chuang, 2003: Upper-ocean current around Taiwan. Deep-Sea. Res. Part II, 50, pp 1085-1105.
- 5 Tang, T. Y., J. H. Tai, Y. J. Yang, 2000: The flow pattern north of Taiwan and the migration of the Kuroshio. Cont. Shelf Res., 20, 349-371.
- 6 Tang, T. Y., Y. Hsueh, Y. J. Yang, and J. C. Ma, 1999: Continental slope flow northeast of Taiwan. J. Phys. Oceanogr., 29, pp 1353-1362
- 7 毛正氣,2007,濱海環境作戰參數與海戰場環境即時預報模式,國防雜誌,22卷 3期,頁6-32。
- 8 毛正氣,2008,臺灣周邊海域與反潛作戰,海軍軍官季刊,27卷4期,頁26-41。
- 9 毛正氣、崔怡楓、劉偉峰,2015,從中共潛艦 掉深 看海洋溫躍層對潛艦潛航的重要性,海軍學術雙月刊,49卷3期,頁22-39。
- 10 辛宜佳,2003,東海及其鄰近海域數值模式研究,國立臺灣師範大學地球科學研究所,碩士論文,臺灣,臺北。
- 11 俞何興,1995,臺灣海域之地質分區初探,A Preliminary Classification Of Geologic Province In The Offshore Area Around Taiwan,臺北縣:經濟部中央地質調查所,地質,15卷,1期。
- 12 曹友銓、官于城、梁家豪、黃翊翔,2013龍村倪,2006,釣魚臺及春曉油田-日本劃定的「防空識別區」,全球防衛誌 261 期,
- 13 莊姿君,1997,瘋狗浪,科學月刊,第326期
- 14 陳正宏,1999,瘋狗浪初探,國立成功大學,碩士論文,臺灣,臺南。
- 15 陳伯姿,2006,臺灣東北角海域的黑潮,中正學報第八期。臺灣,高雄。
- 16 湯凱齡,2005,北海岸海難安全性之地形動力學研究,國立臺灣師範大學地理研究所碩士論文。
- 17 黃翊翔,2009,臺灣東北部福隆海域海難類型和離岸流分布的時空變動研究,臺灣師範大學地理研究所碩士論文。
- 18 黃翊翔、林雪美,2009,小心海難隱形殺手!--淺談離岸流--國立臺灣科學教育館科學研習月刊,第48期。
- 19 漢光文化事業股份公司,2000,臺灣海岸之美,臺灣,臺北。
- 20 劉俊志,2006,近岸突浪的分析探討,國立中山大學,碩士論文,臺灣,高雄。
- 21 盧鴻復,2004,台灣東北海域模式流場分析,國立臺灣師範大學地球科學研究所,碩士論文,臺灣,臺北。
- 22 羅建育,2004,臺灣週邊海域海底地形之概述,海軍軍官季刊,23卷3期。