

臺灣周邊海域海底地形、水文環境與氣象

著者／毛正氣

海軍官校77年班
曾任大氣海洋局局長
備役上校

壹、前言

在海軍服務近廿五年當中，書籍及經驗讓我明白瞭解到：對海洋環境瞭解愈透徹，對海軍作戰、救援、防災等工作執行，愈有幫助。多年來，在許多海洋學家共同努力下，臺灣附近周邊海域已完成多項調查與研究，且在科技部國家實驗研究院海洋科學研究中心主導下，已逐漸建立臺灣海洋環境相關資料庫，供大家查詢、使用。筆者將對臺灣周邊海域的地理、水文環境與氣象作一概略性的敘述，祈使讀者，對臺灣附近周邊海域地理、水文與氣象有一點初步且完整的認識，也希望已成為海軍軍官們，經由本文成文他們執行工作上的基本常識。本文是以「臺灣周邊海域海底」為範圍與方向，並依序介紹海底地形與底質、海流、水文與臺灣附近海域氣象等方面，使我們能對周邊這片海域有所了解，並靈活運用在我們的「工作」上。

由於臺灣地理位置特殊，致使大陸性乾冷氣團、海洋性氣團及非穩定性區域氣流等在此交會，造成區域氣流複雜且不穩定，故本文海洋氣象部份，著重於探討臺灣周邊海域的天氣與海象，以及氣壓系統與盛行風的分析，對於氣象學科基本知識在此則不予贅述，但與軍事運用相關之風切、大氣導管與電離層則會加以著墨，海洋物理與聲學有關部份則視本文篇幅長短予以說明與介紹。至於海洋化學及生物部份則不予說明。

貳、臺灣附近周邊海域之地形、地勢與底質

一、臺灣地理位置及其周邊海域之海底地形及地勢

臺灣為歐亞板塊與太平洋板塊相互碰撞，加上菲律賓海板擠壓而成的島嶼，地理位置恰好可用典型板塊擠壓模型來說明(圖1)。臺灣的造山運動造成複雜的褶皺地形和斷層，直到今

天，菲律賓海板塊仍然以平均每年7~11公分的速度向歐亞板塊推擠，使中央山脈海拔高度持續上升，碰撞前緣的海岸山脈，海岸山脈每年以大約2~3公分的速度向上抬升。

臺灣周邊海域的海底地形大致可以分為四大部分；西部海岸海底連接中國大陸沿海，形成一個寬約200公里，長約400公里之窄且淺(約80-120公尺)水道，西南海域海底地形是屬峽谷海底地形類型；東南岸為太平洋平坦板塊為典型之深海盆地；而東北岸及東岸地形為兩塊板塊相互擠壓而成的地質斷層帶。海洋學者習慣將臺灣附近周邊的地形、地勢以勢可依特性分為臺灣海峽、北、東、西南等四部份(圖2至5)，海底地形中各個壟起或凹陷都予以命名，這些高低不一的地形，都影響當地海流：

(一) 臺灣海峽(西部)海底地形：

1. 觀音凹陷：桃園觀音外海有下凹海盆地形，深度約20公尺，向北延伸。
2. 雲彰隆起：雲林彰化外海有凸起之高海床。促使南流的沿岸流在此處打轉北流，北流

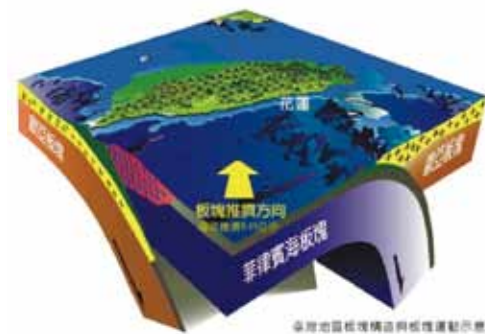


圖1 臺灣版塊構造與運動圖。資料來源：http://w3.ncree.org/safehome/ncr01/pc1_4.htm。

經臺灣海峽之黑潮支流因流速減弱，流不過隆堆，造成南北海水明顯分界。

3. 澎湖水道：為冰河時期閩江古河口地形。

4. 臺灣灘：為珊瑚礁層堆積而形成的淺海地區，有激浪區，影響航行。

5. 高屏斜坡：地形從200公尺到3000公尺變化。

6. 澎湖峽谷：高屏斜坡頂端多叢峽谷。

(二) 臺灣北部外海的海底地形：

1. 東北海大陸棚：為深度不及100公尺的寬廣大陸棚地形。

2. 北棉花峽谷：沖繩海槽西側最大的峽谷，峽谷缺口向棉花嶼而得名。

3. 棉花峽谷：黑潮水進入東海陸棚的入口。

4. 基隆陸棚：為一塊下陷東凸的大陸棚地形。

5. 基隆海谷：斷谷造成的狹窄小峽谷散布在此。

6. 東海斜坡：水深自100公尺突降到2200公尺為標準斷層地形。

7. 沖繩海槽：為分裂中的琉球島弧之弧後海盆地形。

(三) 臺灣東部外海的海底地形：

1. 宜蘭海脊：為琉球島弧之西界。

2. 和平、南澳及東南澳海盆：為串連弧前海盆。

3. 耶亞瑪海脊：為琉球島弧與琉球海溝增積〔掩體〕。

4. 花蓮峽谷：與琉球海溝相連。

5. 蘭嶼海脊：綠島、蘭嶼及巴丹群島相連。

6. 臺東海槽：為封閉的弧前海盆。

7. 花東海脊：為本島海岸山脈之南延。

8. 南縱海槽：為本島臺東縱谷之南延。

(四) 臺灣西南部外海的海底地形：

(1) 恆春海脊：為中央山脈之南延。

(2) 枋寮峽谷：「泥貫入體」造成的峽谷。

(3) 高屏峽谷：高屏溪向海延伸之海底峽谷。

(4) 泥貫入體和泥火山：像似饅頭狀海底地形，高低不平。

(5) 高雄峽谷：高雄外海之峽谷。

(6) 高屏陸棚：為一平坦大陸棚，分成內陸棚和外陸棚。

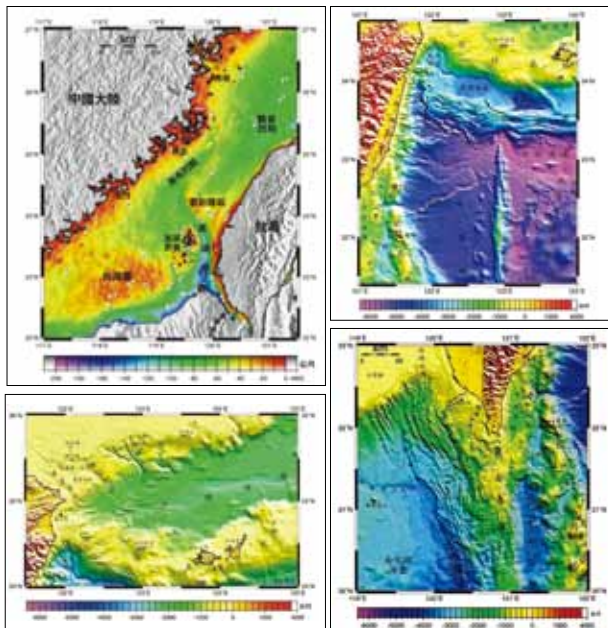


圖2 臺灣海峽（西部）海底地形。

資料來源：<http://hsmaterial.moe.edu.tw/>。

圖3 臺灣北部外海的海底地形。

資料來源：<http://hsmaterial.moe.edu.tw/>。

圖4 臺灣東部外海的海底地形。

資料來源：<http://hsmaterial.moe.edu.tw/>。

圖5 臺灣西南部外海的海底地形。

資料來源：<http://hsmaterial.moe.edu.tw/>。

(7) 壽山海渠：海峽沈積物往南傾卸之通道。

二、臺灣周邊海域的海床底質

世界海洋底質資料庫SEATAR底質資料由Scripps海洋科學研究院的教授指導下整理而成，所引用的參考資料至1996年為止，內容包括超過8000個岩心、鑽探與抓泥採樣器所獲得的資料，探測範圍南從南緯15度北到北緯45度，西起東經90度東至東經150度，區內包括印度洋、北太平洋、南中國海、菲律賓海、東海、黃海、日本海、珊瑚海、所羅門海與俾斯麥海等。資料庫內容包括測站資料、參考文獻與底質描述，底質描述內容包括：岩石性質、CaCO₃百分比、依粒徑大小之成分、有機物含量／化石，地殼年齡、其他特性與礦石特性等內容。臺灣周邊海域海底的底質各地有明顯的不同，但其生成源都來自陸地，概述如下(圖6)：

(一) 臺灣海峽近岸〔西部〕的底質為砂礫質〔岩石碎片及貝殼〕沈積物。

(二) 臺灣海峽北部底質為以砂質〔砂質碎屑〕沈積物為主。

(三) 臺灣海峽南部底質為泥質沈積物，並形成河口層狀堆積、深海濁流堆積、泥火山噴發堆積。

(四) 臺灣東部外海底質為崩坍沈積物。

(五) 臺灣東部深海底質為泥質沈積物。

三、臺灣周邊海域之地形、地勢對海水流動的影響

水依勢而流，海水也不例外。臺灣周邊海域

的海水依流經的地形、地勢來流動；其中許多物理現象的發生與原理均與海底地形有絕對的關係。如臺灣海峽中段「雲彰隆起」部份(圖7)，使南流低溫、低鹽的沿岸流在此處打轉北流，北流經臺灣海峽之黑潮支流因流速減弱，流不過隆堆，造成南北海水明顯分界而形成過渡區。臺灣因地理位置的原因，海水多依當地的地形、地勢來流動。

四、海底地形與底質對聲波傳導的影響

聲音在水中傳播與地形底質關連的，莫過於「淺水音傳」與「深水音傳」的問題。而底質的種類、特性亦會影響聲波的行進路線與能量增減。

(一)「淺水音傳」與「深水音傳」的問題：

「淺水」之定義在此先予以釐清。從地理學的觀點來說，淺水是指沿岸大陸棚水深小於200公尺的水域；如以聲學的觀點來看，「淺水」是指在該水域內的聲音，反覆的遭受海底及海面反射，稱之為聲學上之「淺水」。因此有些淺水水域的聲音傳遞是被當成「深水」問題來處理的，因為其水文特性，致使聲波不致遭受多次上下邊界來回反射。

而有些水深的區域雖然水深深度達四、五百公尺，但也因當地水文環境的特性，使得聲波反覆遭上下邊界反射，而必須視為聲學上的「淺水音傳」來處理。但這也不是不能解決，只要瞭解「環境」並採用「適合」聲波頻率及發射角度，即可減少海底反射及海面反射到最少。但「水文環境」是要被充分「瞭解與運用」的。

用」的。

(二) 底質的問題：

底質也有相同的問題，不同的底質對聲波有不同影響。如：沙泥底質會吸收聲能，減少傳遞距離。岩石底質會散(反)射聲波，形成不規則反射，無助於偵搜。因此如何減少聲能被底質吸收或反射，如同上述所言：「水文環境」是要被充分「瞭解與運用」的。

參、臺灣附近海域的洋流

在北太平洋水域中，海流是以順時針方向來循環。北赤道洋流在北緯5至15度間以由東向西流的方式橫過太平洋，到了菲律賓東岸後，因陸地因素向北折流，成為黑潮(Kuroshio Current)。黑潮沿臺灣東岸北上到了日本後橫越北緯30至50度，遇上由西向東的中緯度西風吹流，直到美洲大陸，再南下而成為加州冷水洋流，繼續南流到北緯5度，構成一完整的太平洋洋流循環(圖8)。

流經臺灣附近的洋流主要有四種：

一、黑潮主流：黑潮北流至臺灣東南海域附近分成兩部分，主流沿臺灣東岸北上。黑潮為來自赤道附近的暖流，具有高溫及高鹽度的特性，對臺灣東部的氣候、漁業有重大影響。

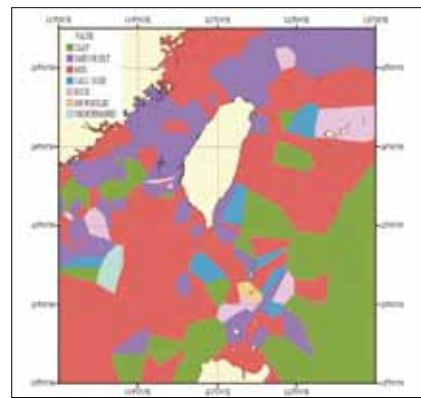
二、黑潮支流：支流在經由巴士海峽進入台灣南部，滯留或沿臺灣西岸海岸北上。夏季時，因有西南季風吹送，黑潮支流可一直流經整個臺灣海峽。冬季時，因盛行東北季風，故

黑潮支流僅至澎湖海域，與北方南下的中國沿岸流交會後，折向南流。

三、中國沿岸流：起源於渤海、黃海北部，沿大陸海岸南下，為低溫、低鹽度的寒流。冬季有東北季風相助，流到臺灣海峽後，和黑潮支流會合，再一起往南流。夏季因黑潮支流強勁，使中國沿岸流無法流到臺灣海峽。

四、南海環流：冬季時，此洋流無法流入臺灣海峽；夏季時，由於西南季風吹送，使其可北上與黑潮支流相遇，並一起流經臺灣海峽。

此四種海流系統，加上四季氣候與臺灣周邊海域海底地形，成就了多變的臺灣周邊海域海流（圖9）。依次介紹如下：



6
7

8



圖6 臺灣周邊海域SEATAR海底底質圖。
資料來源：http://ngis2.moi.gov.tw/Storage/MOI_NGIS/journal/67。

圖7 海水依流經的地形、地勢來流動。如臺灣海峽中段「雲彰隆起」，便使南流的沿岸流在此處打轉北流，北流經臺灣海峽之黑潮支流因流速減弱，流不過隆堆。資料來源：聯合報。

圖8 太平洋洋流循環。
資料來源：<http://hep.ccic.ntnu.edu.tw/browse2.php?s=230>。

一、太平洋西邊界海流—黑潮：

黑潮為太平洋西邊界的海流，具有流速快、流域窄而深、搬運量大及都是由低緯度流向高緯度的暖水海流，這種海流稱作西邊界洋流（Western Boundary Current）（圖10）。黑潮潮流經臺灣本島南部時，因地形因素將黑潮原一分為二。黑潮主流延臺灣東岸陡峭之大陸斜坡順勢轉向北流至日本附近海域，形成大（數十至數百公里）且週期極長（數周至數月）之溫水渦漩，影響當地海域氣候。黑潮在轉向處（澎佳嶼附近海域）造成兩水團（堆積在基隆外海之大陸沿岸流及黑潮潮水）大幅度海水交換並促使臺灣東岸深層冷海水向上湧出。黑潮有極高的流速（約4節），而臺灣海峽的黑潮支流，自南向北，流速亦可達2-3節。而黑潮水文基本特性為高溫（ $\sim 30^{\circ}\text{C}$ ）、高鹽（35

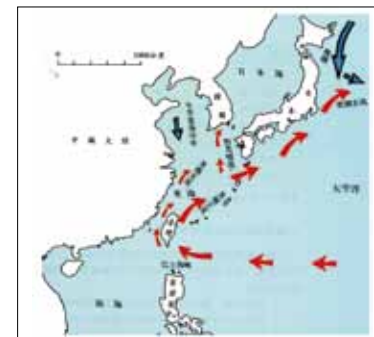
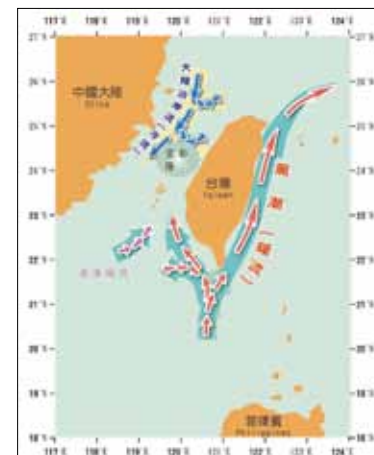
spu），且色澤為深藍色，明顯與近岸補償流不同，故名「黑潮」。

黑潮的南海分支，一般認為在臺灣東南分出，繼而通過巴士海峽進入南海和臺灣海峽。進入臺灣海峽的高溫高鹽水，又被稱為黑潮的臺灣海峽分支，它沿臺灣海峽東部北上，大致

是9~11月流速較大且流向穩定，而4~5月較弱。

二、中國沿岸流與南海環流

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11）。黃海沿岸流是沿山東和江蘇海岸流動的衝淡水，屬低鹽（冬季兼低溫）水流，水色混濁。起自渤海灣，沿山東半島北岸東流，繞過成山角後，沿海州灣外緣南下，至長江口北轉向東南，其中一部分加入黃海暖流，另一部分越過長江口淺灘進入東海，流速一般小於25 cm/s。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



9
10

11

12

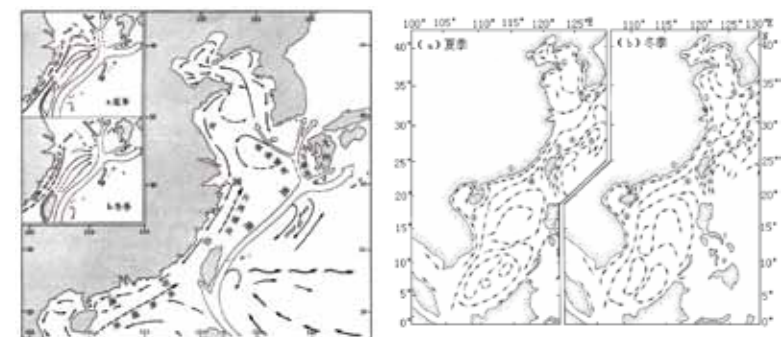


圖9 流經臺灣附近的洋流主要黑潮主、支流，中國沿岸流，南海海流。
資料來源：<http://dc311.4shared.com/doc/fdcQHcq/preview.html>

圖10 黑潮流經路線。資料來源：宜蘭海洋教育網站
<http://blog.ilc.edu.tw/blog/blog/6372/post/25423/151034>

圖11 中國沿岸流。資料來源：<http://www.chinabaike.com/article/>

圖12 南海環流。夏季偏南季風盛行之時，在北部灣形成了一個順鐘向的環流。冬季季風轉向，流向也隨之轉換，則在北部灣，環流也相應地變為逆鐘向。
資料來源：<http://www.chinabaike.com/article/316/327/2007/>。

成了一個順鐘向的環流。

冬季季風轉向，流向也隨之轉換。在海區的東北部，黑潮水的一部分通過巴士海峽進入南海。東海西岸南下的沿岸水的一部分，也通過臺灣海峽進入南海。在東北季風的作用下，廣東沿岸流亦轉為西南向。於是在南海西部，縱貫南北幾乎全為西南向的漂流，主流靠近越南和馬來半島沿岸，越南沿岸這一漂流的強化比夏季更顯著，流速可達1m/s以上。在北部灣，環流也相應地變為逆鐘向。南海東部的海流比西部弱，流向不穩定，通常以向北或西北居多。南海中、南部的環流與夏季也有明顯的不同。

三、臺灣海峽海流及澎湖水道：

臺灣海峽因為水淺，海峽裡的海流有很明顯的潮汐和季風的影響。臺灣海峽夏季為西南季風，冬季為東北季風；在臺灣海峽的平均風速達12 m/s，持續5小時，便可以建立一股30 cm/s的表面海流。因此，海峽裡的海流在不計潮汐作用下，夏季時，從表面到海底都受北上的黑潮支流所主宰，冬季時，表面水層受強勁東北季風的吹送，而成為南下的沿岸流之延伸；但是海峽深處的海水仍然受黑潮支流所支配，而呈現為高溫、高鹽的北向流徑。

澎湖水道的地形為閩江古河道，南寬深、北窄淺，好像一個放倒了的三角錐，黑潮水北上時，因為地形的作用，便產生了很強的上升海流，使海面振盪，形成使航海人很不舒服的暗湧，這種情形在東北季風將表層海水吹送堆積在海峽南部，建立起一個北向的壓力梯度時更

會加強。圖13為臺灣海峽四季水流概念圖。夏季時：黑潮主流（暖流）流經臺灣東岸，黑潮支流及受西南季風吹拂的南海海流（暖流）通過臺灣海峽。此時臺灣附近海域溫度高（25℃以上），南北海域溫度差異小，臺灣各地天氣潮濕、炎熱。冬季時：黑潮主流（暖流）仍流經臺灣東部，部分黑潮支流則經臺灣南端進入臺灣海峽，此時高雄、屏東沿海受黑潮支流的影響，氣溫仍高；海峽北部因受東北季風吹送的中國沿岸流（寒流）向南流，基隆、臺北沿海受中國沿岸流的影響，氣溫較低，導致南北氣溫差異大，臺北的氣溫常比高雄低5℃以上。

臺灣附近海流流經臺灣附近的洋流黑潮主流、黑潮支流、中國沿岸流及南海環流，加上四季氣候與季風與臺灣周邊海域海底地形，夏、冬季各海流消長如下（圖14）。

肆、臺灣周邊海域潮汐

潮汐是指海面週期性的升降現象，這主要是海水受月球和太陽的引力作用造成的。其實星球對地球都有引潮力，月球離地球最近，它的引潮力最大，太陽次之。由於地球向東自轉，相對的，月球與太陽都是由東方升起，西方落下，因而造成海面的高潮線由東向西傳。臺灣西部沿海一般漲、落潮流方向如圖15所示的情形，流向平均6個多小時改變一次，流速大多為30 cm/s左右。臺灣的潮汐為混合潮。臺灣東海岸的潮汐變化因瀕臨廣大的太平洋，潮差長落的高度較小；在西岸則因面臨臺灣海峽的

海域較窄、水深較淺的影響，潮差漲落的高度較大。例如：臺中附近海域的漲落潮差最大（約達五到六公尺的最大潮差），漲潮時，潮水由臺灣的北端與南端的海域同時往臺中外海海域流動；而落潮時，潮水又由臺中開始，分別向北與向南的兩股與漲潮相反方向的潮流，同時向南北移動。

伍、臺灣周邊海域水文特性分析及海水特殊物理現象

臺灣周邊海域依其水文特性概分為四個區域：第一區包括臺灣東方及東南方海域，北以蘇澳135°方位線（約1000公尺等深線），西以鵝鑾鼻180°方位線（分隔巴士海峽）為界，係屬黑潮水流通過水域；第二區為東北方水域，北以至三角貂45°方位線（200公尺等深線，切大陸棚邊緣），南以蘇澳135°方位線為界，屬於黑潮轉向區海底由深入淺；第三區為西南水域，北以安平260°方位（100公尺等深線，切臺灣灘南緣海域），東以鵝鑾鼻180°方位線為界屬黑潮支流，進入海峽前與南中國海流會合區，海底以大幅正降的大陸斜坡為主；等四區為臺灣海峽及北部淺水區，東以三角貂45°方位線，南以安平260°方位線為界，屬淺水區平均水深70公尺（圖16）。各區水文與海水物理特性如下：

（一）第一區屬於臺灣東方及東南方海域：

東岸黑潮主流呈帶狀在臺灣東南海岸外約15

至50哩處，以偏東方向朝北方流動，其主軸位置之最大流速及寬度並非很穩定。夏季時，最大表面流速可達3節；冬季時，因受大氣環流影響，最大表面流速低至0.2節。黑潮主流流速垂直變化率甚大，尤其以表面之流速最大，直至水深700公尺時才幾近停止。

黑潮是一支暖流，由低緯度挾帶大量高溫、高鹽度之海水進入臺海水域，經與其他水團混合後，不均勻之鹽溫分佈，凸顯其強烈之斜溫層特徵。此區域之水文特性有形成「幅合區」

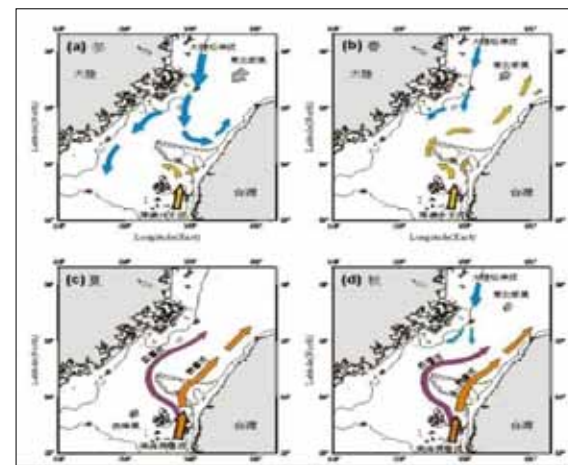


圖13 臺灣海峽四季海流概念圖。
資料來源：臺灣的海洋，戴昌鳳。

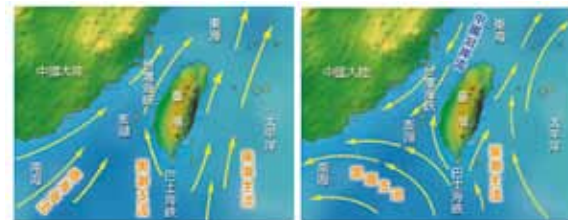


圖14 流經臺灣附近的洋流主要黑潮主、支流，中國沿岸流，南海海流。左圖為冬季海流示意圖；右圖為夏季海流示意圖。
資料來源：<http://dc311.4shared.com/doc/fdcQHzcq/preview.html>。

可能，同時，冬季會出現「表面聲管層」。

(二) 第二區屬於臺灣東北海域：

此處為黑潮轉向處（澎佳嶼附近海域）。兩水團（堆積在基隆外海之大陸沿岸流及黑潮潮水）常因季風、颱風及黑潮轉向時的離心力等外力加入，促成此區域海水大幅度交換，水流湍急，流向不定，且臺灣東岸深層冷海水向上湧出，造成複雜且強烈之流場變化；湧升流帶來豐富漁產與大量的生物聚集，提高環境噪音值。黑潮轉向蛇行運動之海流所形成引起之漩渦，使當地水文、氣象狀況受到影響，更趨複雜。湧昇流帶來豐富的漁產，大量的生物聚集與頻繁的漁船作業，增加環境噪音，進而影響聲波行進效果。

(三) 第三區屬於臺灣西南水域：

本區域海流狀況，隨季節變化影響相當明

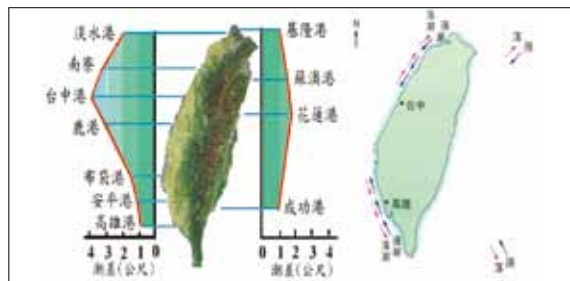


圖15 臺灣潮汐圖。

資料來源：

<http://meda.ntou.edu.tw/activities/?t=1&i=0121>

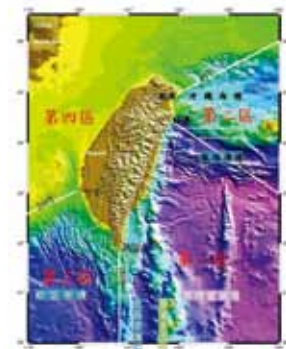


圖16 臺灣周邊海域依其水

文特性分為4區域。資料來源：http://content.edu.tw/senior/earth/tp_m1/plate/plm_file

顯，因受大陸棚之限制及黑潮海水、中國大陸沿岸流及臺灣周邊海水等三股水團在此相互作用而彼此消長，亦使海水運動方向時有改變。本區海水溫度因受季風影響，變動很大。夏季時表層水溫可升高至 29°C ，表層與水深100公尺處溫度可達 8°C ，而春、秋及冬季之溫差僅有 3 至 5°C 。

(四) 第四區屬於臺灣海峽淺水區：

冬季時黑潮支流經巴士海峽進入本水域，在海峽中部（彰化、雲林外海）與隨東北季風南下之中國沿岸冷流，形成向西南延伸的半穩定性海洋鋒面，鋒面以北是低溫、低鹽的中國沿岸流，鋒面以南則是高溫、高鹽的黑潮海水，中間有明顯的過渡區。

冬末春初時，東北季風減弱，海洋鋒面亦隨之後退而逐漸消失，在西南水域之暖水便乘勢進入海峽北部，致有海霧現象發生。澎湖水道附近，因受地形與海洋鋒面之影響，有湧升流產生，上升流帶來豐富漁產與大量的海生物聚集。

(五) 臺灣周邊海域的海水是經由各種動力（如潮流、波浪、風力以及海水本身密度自我平衡作用）作用，達到一平衡狀態。海水達到平衡狀態並非指各地區的海水性質均相同，而是指各地區的海水在各種動力及地形之下，形成當地的「水文特性」。

陸、臺灣周邊海域氣象（氣壓系統、盛行與天氣、海象概況）

臺灣周邊海域天氣系統主要以5大天氣系統

與區域性氣流；中尺度大陸性乾冷低壓、大尺度太平洋高壓、颱風系統、東北季風、西南季風(氣流)，以及因溫水渦旋所形成之非穩定性區域氣流等為主導臺灣天氣與氣候(圖17)。

一、臺灣周邊海域氣壓分析與盛行風：

大陸東南沿岸海域及臺灣周邊海域是屬於季風氣候型，盛行風（東北季風及西南季風）隨季節遞變，相當規律。季風的特性自北而南，緯度愈低愈顯著，但是冬季之盛行風比夏季盛行風更強且更穩定。

臺灣周邊海域之氣壓系統與盛行西風，主要受大陸東海和南海海域直接或間接影響。冬季，東海海域受蒙古高壓控制；春季因為日射增強，海陸溫差顯著，且蒙古高壓開始減弱，北太平洋上的副熱帶高壓增加，此時進入由夏季氣壓系統代替冬季氣壓系統的過渡期；到了夏季，蒙古已建立低氣壓區，副熱帶高壓強度穩定，以楔形向西延伸至大陸東南海岸；九月份後蒙古氣壓再度增強形成高壓盤據，天氣型態逐漸轉為冬季型態。而控制南海氣候的地面氣壓系統，冬季為蒙古高壓、中南半島東南部及澳洲北部之低壓，夏季則為澳洲之高壓及印度北部之低壓。由於上述氣壓系統之移位，產生了兩個主要的季風期：東北季風及西南季風。此兩季風之交替維持約四週至六週，但隨緯度而異。下列介紹各地區之盛行風。

(一) 東海盛行風：

從十月至翌年三月止，東海的海域都是冬季風盛行，風向為北風及東北風，風力可達六

級（約10.8~13.8 m/s）。四月起，大陸東南部海域開始吹夏季風，但冷空氣仍經常自北向南，所以四月份稱為交替月，風向為北風及東南風，但風力小於六級。夏季風盛行於五至八月間，風向則由東北、東南至西南風，風力降至三級（3.4~5.4 m/s）左右。九月份，蒙古高壓逐漸增強，夏季季風逐漸衰減，屬於另一個交替期，但風向為北風及東北風，風力小於六級。

(二) 南海盛行風：

從九月至次年五月都吹東北季風，但以十二月最強，此後東北季風逐漸減少。十二月至次年一月風力通常為五（ $8.0\sim 10.7$ m/s）至六級，其餘各季均為四（ $5.5\sim 7.9$ m/s）至五級。從六月至八月都吹西南季風，此段期間，風自東南至西南方，方向不定，但均以吹南風及西風為主，平均風力二（ $1.6\sim 3.3$ m/s）至三級。

(三) 臺灣海峽盛行風：

臺灣海峽因為地形特殊，盛行風和其他海域不同。九月開始以北至東北風為主體，一般風力約為四級。十二月至次年一月，風力約在五至六級。五月份，一般風力則降為三級。六至七、八兩月，盛行風則轉自西南方，風力一般約為三級。其較大風力主要出現於冬季，大多來自北至東北方，其他各月大風很少發生，除非是颱風和大雷雨。

二、臺灣周邊海域天氣分析：

依中央氣象局歷年來的氣象分析資料，臺灣
周邊海域天氣與海象現況大致如下：

（一）春季（3月至5月）：

臺灣附近海域在春季時受北來氣流所控制，雖從三月份開始為冬春交換期，但在此期間仍有東北季風型態之天氣出現，使得臺灣及其附近海域常為大陸高壓所籠罩。如當高壓出海，當氣壓梯度減弱，風力亦隨之逐漸減小，暫時性高壓天氣型態。然而五月最常見的天氣型態是氣旋鋒面帶，以三至五天的週期連續出現，尤以五月中旬起已逐漸進入臺灣梅雨期，期間臺灣地區多為陰雨天氣。但因有其它的天氣型態產生，如高壓迴流、西南氣流等，惟其風力小，持續時間亦短，其間臺灣北部海面、臺灣海峽常有濃霧出現。

（二）夏季（6月至8月）：

六月為臺灣地區梅雨季盛期，梅雨主要成因是大陸冷氣團和太平洋暖氣團兩股勢力，在臺灣附近交接，形成滯留鋒面，而鋒面在臺灣南北間徘徊，造成所謂梅雨季。在梅雨鋒面經過時，常伴隨有中尺度對流層，造成鋒面劇烈運動，而引發降水和強陣風。但當梅雨期結束以後，進入夏季，期間或為太平洋高壓增強，

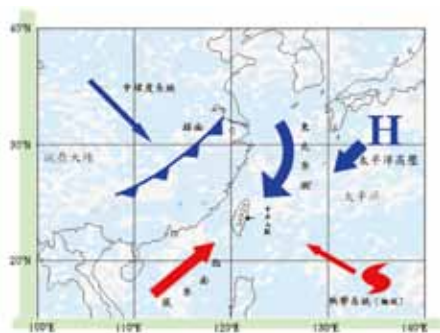


圖17 臺灣周邊海域天氣系統。資料來源：陳泰然 front.as.ntu.edu.tw/science/960606_Keelung.ppt

炎熱無風，或為西南季風盛行，南海地區可出現較大的風、浪。間或出現颱風，颱風是熱帶低氣壓，於廣大洋面上吸收聚集能量後形成，愈接近中心、氣壓梯度愈大，風速也愈強，但其外圍環流之影響亦不忽視。由於颱風中心氣壓值低，加上強風，將形成波高和週期很大的湧、浪，且傳遞很遠。

（三）秋季（9至11月）：

進入九月，天氣型態逐漸轉換成為東北季風型態。但是颱風仍常會出現，此時如北方冷高壓南下（東北季風）與颱風相遇合成影響，則會出現強風（或稱為合成風）。大體上來說，在此季節太平洋高壓明顯減弱，大陸冷高壓勢力逐漸增加並南伸，臺灣附近常有鋒面經過，使得風力亦逐漸增強；雖然其持續時間有限，

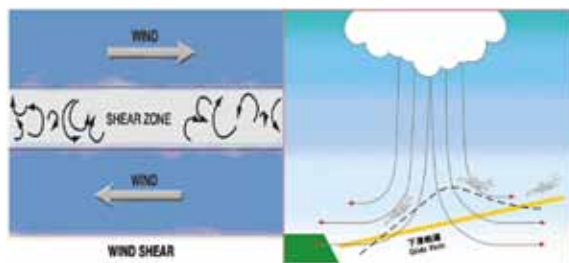


圖18 風切。左圖為大氣中形成風切的原理；右圖為風切影響飛行器的飛行。
資料來源：<http://blog.roodo.com/sugaryanyan/archives/569681.html>

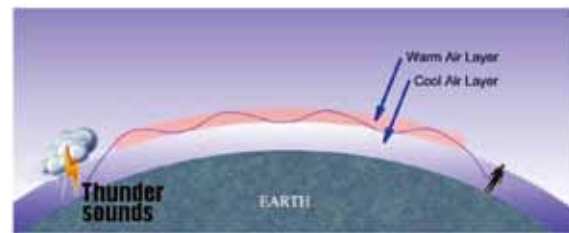


圖19 大氣導管是意圖。資料來源：<http://wattsupwiththat.com/2011/04/17/atmospheric-audio-ducting/>

其強度亦不容忽視。

（四）冬季（12至翌年2月）：

大陸冷高壓在此期間以十日左右週期出現，向東移動，或產生分裂，並分別向東或東南移動，冷暖空氣交接而形成鋒面。鋒後空氣冷，吹強勁東北風；當冷鋒過境時，亦有強烈風變出現，冷鋒過境之後會持續一段時間吹東北季風。但當高壓中心移至東海、日本海或太平洋，則東北風轉弱或風向變為東南，由於有溫暖空氣補充，使空氣對流迴升，天氣好轉，如此週而復始，成為完整的一套東北季風系統。

三、臺灣周邊海域大氣物理特性與現象：

目前海軍各單位所使用之天氣預報資料多來自海軍大氣海洋局。大體而言，該局所發佈之天氣預報資料均能滿足艦艇單位需求；但對航空部隊而言，需要的是更精確之小尺度天候與氣流資料，如「風切」等。同時，對於緊貼海平面上的「邊界層」-海洋大氣邊界層，也會形成與水中聲道類似的電磁波導管，對本軍的電磁波運用，相當有助益，也加以說明：

（一）風切：

由於臺灣地理位置特殊，致使多種氣團在臺灣附近周邊海域上空交會，形成低層風切、低層亂流、晴空亂流及低層噴射亂流等區域氣流擾動現象（圖18）。這些不穩定氣流現象均常發生在島嶼地形上空，影響飛安，但「風切」對水文不具影響力。

風在水平或垂直的短距離間「風向量」急速變化，稱為水平風切或垂直風切¹。在近地

面二千呎內垂直的「風向量」變化稱為「低層風切」，因風向可分東西向、南北向及上下共三種分風速，故可將低層風切分為側風切、順（逆）風切、垂直風切等三種；而低層風切發生的主要原因是積雨雲從雲底中心到冷氣流外圍，發生不規則的風向與風速，其距離積雨雲中心約為5~6哩，甚至可達15哩，因此輕航空器若飛入，必受到風切擾動，有時更可能遭遇下衝氣流，十分危險。另滯留鋒面及低層噴射氣流亦造成風切與氣流擾動。通常發生低層風切時，常伴有對流雲或降雨使能見度降低，加上低層風切引起之亂流風切對飛機飛行有大影響。

（二）大氣導管現象（Air Conduction）：

海洋大氣邊界層內之空氣溫度及濕度之典型分佈如圖19水平線左方所示；海洋大氣邊界層內的溫度較其上層冷，然而濕度則因近接海面，反較其上層者為大，且因擾動混合作用，形成薄層「空氣罩」，「空氣罩」是被逆溫層覆蓋著，此逆溫層之厚度大約50公尺至100公尺。此種區域性的大氣垂直結構對電磁波傳播非常重要，猶如反潛作戰中，對偵測敵潛艦極為有利之海水表面及深海聲道（Sound Channel）一般，可使雷達電磁波傳播很遠且衰減很低。若能有效掌握及運用臺灣附近海域之大氣導管現象，相信必能使本軍各型雷達效能更能發揮。

（三）電離層

地球大氣層最下面的一層是對流層，它從地

面延伸到約10公里的高處(圖20)。10公里以上為平流層，再向上為中間層。在約80公里以上的熱成層大氣已經非常稀薄，在這裡陽光中的紫外線和X射線可以使得空氣分子電離，自由的電子在與正電荷的離子合併前可以短暫地自由活動，這樣在這個高度造成一個電漿體。在這裡自由電子的數量足以影響電波的傳播。

在電離層中陽光電離大氣分子與離子重新捕獲自由電子的過程平衡。一般來說高度越高，大氣越稀薄，則電離過程越佔上風。不過電離層的特性還隨許多其它因素影響。電離過程的主力是太陽及其活動。電離層內電離度主要由獲得的太陽輻射所影響。因此電離層隨周日和季節（冬季半球遠離太陽，因此受到的輻射比較少）而變化。太陽活動主要隨太陽黑子周期而變化。一般來說太陽表面黑子越多，太陽活動越強烈。除此以外隨地球表面緯度的不同當地受到的太陽輻射強度也不同。耀斑和太陽風中的帶電粒子可以與地球磁場相互作用，導致對電離層的擾亂。由於它影響到無線電波的傳播，是有非常重要的實際意義。因此，若能有

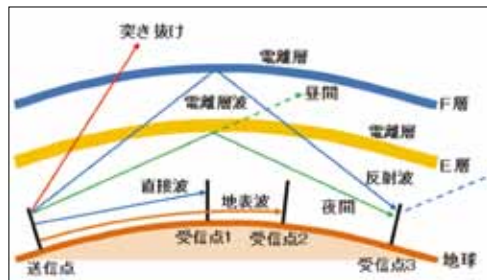


圖20 電離層示意圖。

資料來源：http://www.ibsjapan.co.jp/html/elementary_electric_wave/

效掌握及運用臺灣附近海域之電離層變化，相信必能使本軍無線電通訊，更能發揮應有的功能。

（四）大氣對水文環境的影響：

海洋與大氣緊密的接連在一起（圖21），密不可分。沒有大氣的對流(風)，是起不了風浪；沒有低氣壓，成不了長湧(浪)；對全球的熱量而言，海洋為大氣溫度調節之樞紐。大氣中過多的熱量透過本身的自我運轉（空氣分子擴張運動、風、流、氣壓、氣團的消長與互補）達成一定程度的平衡之後，透過海洋、大氣邊界層進行熱量交換，以達氣水熱量平衡。海水吸收大氣的熱能後，有更廣大的調節空間（從海水表面至深層海底）可以把溫度發散。海水表面接觸大氣邊界層同樣也進行著化學物質交換的動作。如大氣濃度較高的化學物質（CO₂, CaO₃.....）亦藉由氣水交換的程序到海中，在經由海水本身的運動，輾轉到深層海底去，以達平衡狀態。

（五）黑潮渦漩(eddy)影響當地氣象

大氣中的各種強度不同的陣風、季風、或因氣候等大氣現象所引起深淺強弱不同的流與浪。而渦流的形成原因為水流流動時擺動而斷裂。渦漩發生於海流主鋒的兩側，為順時針旋流（暖渦漩），或是逆時針旋流（冷渦漩）（圖22）。至於海流在流動時，為何會擺動，因牽涉範圍太廣，在此不予說明。旋流影響當地水文變化與聲學參數，但大的渦漩卻會影響當地氣象，小的渦漩會引響航行。渦漩的直徑大的可達約數百公里，厚可為數百公尺，深度亦

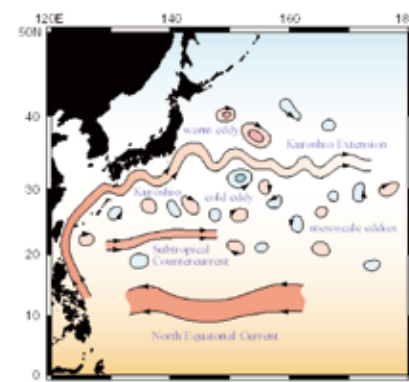


圖21 海洋與大氣關係，密不可分。

資料來源：<http://marine.rutgers.edu/main/IMCS-General-Publications/>，作者翻譯成中文。

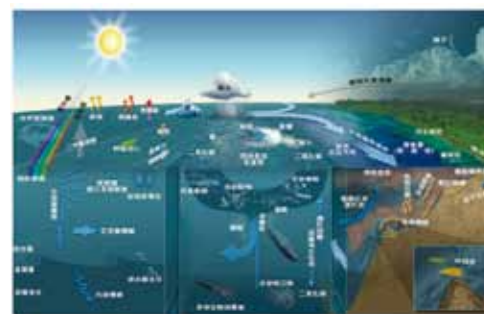


圖22 黑潮渦漩(eddy)示意圖。

資料來源：http://www.esys.org/rev_info/kuroshio-strom.html

可達800公尺以上。在這區域中，渦漩水溫有別於其他鄰近區域的水溫，並且是可移動的又有生命週期得「水團」，如此一來此區段的氣水熱量交換與大氣溫度，變得異常複雜，將影響當地氣候。

柒、結論

臺灣附近海底地形包括了大陸邊緣、洋底盆地和分裂洋脊等主要部份，臺灣島因位於太平

洋西側的大陸邊緣上，周邊海域的主要海底地形包括了大陸棚、大陸斜坡和大陸隆堆等；整個「海洋環境資料」是相當的整體而且複雜；各種機制（地形、底質、物理、化學特性與作用、生物、氣象等）互相作用、牽制與影響，是造成海洋作戰環境資料複雜的主因。雖然如此，但各機制仍有其規律性存在，因此在蒐整探（觀）測海洋資料時，時、空分佈必須數量多且平均，才能達到分析水文資料「客觀且合理」的要求，進而建立模式（Model）進行預測，這是一非常必要的手段。因此詳加研究臺灣附近周邊海域水文環境，找出水文參數特性，是達成合理預報資料的最基本的需求。本文是以「臺灣周邊海域海底」為範圍與方向，介紹海底地形與底質、海流、水文與臺灣附近海域氣象等方面，使我海軍軍官能對周邊這片海域有所了解，並靈活運用在我們的「工作」上。

1 http://amuseum.cdstm.cn/AMuseum/hangkong/hkzs_fxhj_04.html

參考文獻

- 1 李知苙、陳汝勤，2001，臺灣附近海域表層沈積物之組織、礦物組成與化學特性，臺灣海洋學刊，39，p67-81。
- 2 許明光，A. K. Liu and L.M. Mitnik，2001，臺灣灘的海底地形，第八屆三軍官校基礎學術暨第三屆海洋學術研討會論文集，p.5-7。
- 3 張璿，2002，從海底地形的觀點談濱海反潛作戰，海軍學術月刊，36卷，12期，
- 4 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。
- 5 吳政忠、毛正氣，2010，臺灣海峽冬季強風特性與預報，海軍學術月刊，44卷3期，頁107-118。
- 6 戴昌鳳。2003。臺灣的海洋，遠足文化出版社，台北市。
- 7 涂建翔、余嘉裕、周佳。2003。臺灣的天氣，遠足文化出版社，台北市。