

# 應用Google Earth探討臺灣海岸的溺水事故

李明燕\* 彭佳偉\*\* 尹德成\*\*\*

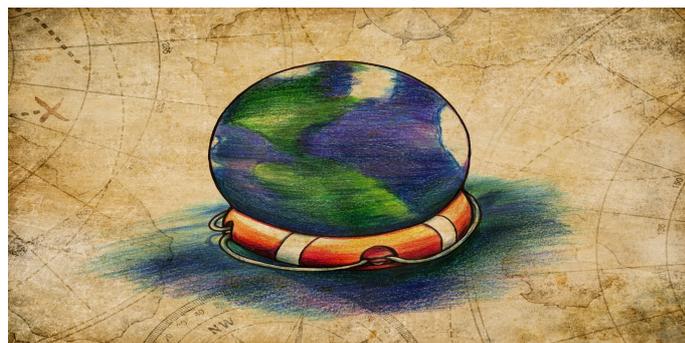
## 摘要

本文應用Google Earth找出臺灣具潛在風險的海岸影像，並以案例探討發生溺水事件的區域特性，進而以不同空間圖像提供讀者參考。研究方法先量化事件資料，再以圖像分析區域特性。溺水事件取自消防署公布的資料庫，空間資料以Google Earth為主。研究發現：溺水事件具區域特性，新北市最多，臺南其次；海域部分，東北角溺水多在礁石區，中南部則是在潮埔與沙灘區；溺水事故好發於漲潮期間，或突然出現長浪或離岸流；且具備游泳能力者，仍有面臨海中溺水的可能性，特別是潛水者溺水，死亡的可能性非常高。為了讓人們了解海洋條件和海底地形，一些公司已經出版了不同類型的航海圖，這些類型包括紙張形式、電腦或手持電子地圖。本文以臺灣東北海岸為例，結合航海圖、Google Earth和Microsoft Office Publisher編輯地圖，希望地圖可以應用於海洋教育。

**關鍵詞：**海洋教育、衛星影像、溺水事件、航海圖

李明燕、彭佳偉、尹德成 (2018)。應用Google Earth探討臺灣海岸的溺水事故。

教育脈動, 13。取自<https://pulse.naer.edu.tw/Home/Content/7904aa4b-f9fe-4ea5-ad9e-2af2039c2f4e>



## 壹、前言

自2007年教育部提出「海洋教育政策白皮書」，正式宣告中小學的學習內容開始涉入海域。在白皮書所列的推動內容大致可分為產業教育與海洋文化、游泳技能，以及其他領域的學科知能。隨著國防觀念的改變，原本屬於機密層級的大地影像，因2005年Google Earth問世後，世人已可以輕鬆在電腦前俯視人類生存所在的藍色星球，但此時Google Earth的海洋只是大面積低解度的藍色水體；2009年2月2日，Google 5.0版本的海底地形清楚許多，各大洋已可看到大陸棚、大陸斜坡、海底山脈、深海平原，並增加海洋圖層，包括探勘海洋、海洋瀕臨絕種動物、沉船、海洋保護區、海洋運動等，另外也增加了不同時間的影像，讓讀者可以透過影像理解原本生硬名詞的意義，亦可理解同一地點不同時期的變化。如何將這樣的影像資料轉換為中小學生的學習內容，這是值得探究的課題。早期Google Earth分為免費下載的普通版與年費400美元的專業版，前者僅有低解析度影像，後者有高低解析度的影像讓使用者選擇。經費拮据者只好使用免費版，於是網路出現破解版，2015年Google將專業版開放免費下載了。2017年4月26日公布的Google Earth 9.0版，簡化部分內容，使用者可以隨時記錄活動地點的空間資料，並與他人分享。

自2005年以來，許多領域引入Google Earth，作為研究素材或教材內容，但多數使用陸域影像。少數應用於海域研究，如金永福等研究者認為Google Earth除了衛星影像外，尚匹配了方位、經緯度、高度、多邊形三維數據等訊息，以及kml與kml傳輸格式，可作為海域使用管理信息系統的工具（金永福、郭偉其、蘇誠，2008；金永福、羅東菁、郭偉其、蘇誠，2010）；亦有研究者利用Google Earth不同時期的歷史影像，比對印尼亞齊省2004年與2009年在海嘯發生後的海岸變化（Griffin, Ellis, Beavis & Zoleta-Nantes, 2013）。2012年Scheffers等人寫了以Google Earth探討世界海岸線變化的專書，尤其多幅海浪與陸地的影像，讓讀者可以深入理解陸域與水域的特性。

## 貳、研究目的與方法

臺灣沿海水域遼闊，湛藍的海水吸引無數人前往戲水、浮潛、磯釣等海上活動。海域與陸地不同的是，海底地形的變化不易從海面直接看到，且海象變化快且規模大，在海域活動的人們需謹慎活動。知海與敬海是海洋教育的重要環節，為提升國人對海的理解，本文應用Google Earth衛星影像找出臺灣具潛在風險的海岸影像，並以案例探討發生溺水事件的區域特性，供未來教材編寫參考。

本文分為溺水事件分布、海岸區域特色分析，以及現有海圖的特性。溺水事件資料來源為內政部消防署水域安全資訊網消防機關執行救溺勤務之資料。由於

溺水事件眾多，且散布全臺，消防署僅公布機關執行救溺勤務同一地點發生溺水意外達2人以上的資料，這資料又分兩類，第一類是2014、2015、2016分年度資料表，另一類是2010-2015年的統整性資料表。本文將分年度的資料表，圖示化各縣市近三年的變化；另將第二類資料去除重複部分，整合為2010年至2016年的統整性資料表，並將資料表文字性描述的發生地轉換為座標，再匯入Google Earth，建立溺水事件分布圖。區域特色分析則分區選擇常發生溺水意外者為案例，如北部以新北市鼻頭角，西部以彰化縣沿海的潮埔、苗栗假日森海岸、臺南觀夕平臺與黃金海岸的海岸為例，其他區域因研究者涉入不深，暫不討論；案例討論除從事件發生時之報章媒體，亦邀請投入海洋教育之資深潛水教練參與。

參、分析結果

一、發生溺水事件的分布

親近水域是許多人的美好經驗，但每年總有溺水事件登上新聞版面，若以溺水人數來看，由圖1中的資料，可以發現六都除桃園外，其餘五都人口總數多，溺水人數也多，尤其新北市最多；且溺水人數許多縣市於2016年大增，如臺中、新竹、桃園等。

若以水域環境比對，表1的資料可以發現以溪河最多，近海次之。其中近海人數較多的縣市為新北市、高雄、臺南、宜蘭、基隆；溪河則是新北市、臺北市、高雄、臺南、新竹為多；圳溝則以臺南、臺中、彰化、雲林為多。這些都反映出地區的特色，如新北市、基隆與宜蘭的海岸線環繞著北臺灣，沿線有多處可戲水的沙灘，如沙崙、白沙灣、金山、金沙灣、大武崙、福隆、外澳等，亦有多處景色殊異的岩岸，如野柳、鼻頭、龍洞等岬角；再加上公路距海近，有些路段就沿著海岸修築，人們容易親近水域，沿線有多處已立案且具救生員的公私營景區，吸引大量遊客前來，是北部重要的景區，尤其假日往來車流多；且因沿線海岸多為開放空間，溺水事件發生地點數量較他處為高。

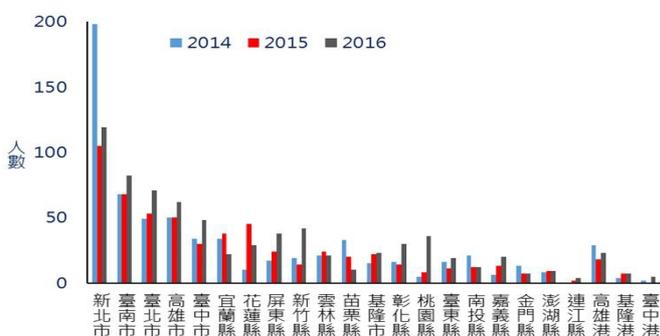


圖1. 2014-2016年各縣市消防機關執行勤務之救溺人數

資料來源：本文研究者依據消防署公布之數據整理而成。

表1

2014-2016年各縣市消防機關執行勤務救溺水域之人數

	新北市	臺南市	臺北市	高雄市	臺中市	宜蘭縣	花蓮縣	屏東縣	新竹縣	雲林縣	苗栗縣	基隆市	彰化縣	桃園市	臺東縣	南投縣	嘉義縣	金門縣	澎湖縣	連江縣	高雄港	基隆港	臺中港	總和	
外海	31	0	0	0	0	1	1	4	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	47
近海	122	45	0	20	1	39	28	29	5	7	21	36	19	5	28	0	5	18	17	5	18	4	7	479	
碼頭	11	11	12	11	0	9	0	3	2	1	0	3	0	0	2	0	2	0	7	1	25	11	0	111	
溪河	217	78	130	99	55	25	49	17	54	17	22	16	7	6	6	29	11	0	0	0	1	0	0	839	
圳溝	13	32	0	8	34	5	1	9	2	26	3	0	31	14	4	3	7	0	0	0	0	0	0	192	
湖潭	22	11	8	9	7	7	1	3	2	0	2	1	0	0	4	1	1	3	0	0	0	0	0	82	

池塘	2	14	7	4	5	0	0	0	6	7	3	0	0	19	0	5	3	2	0	0	0	0	0	77
魚塢	0	23	0	8	0	2	0	7	1	6	0	0	0	4	1	0	3	0	1	0	0	0	0	56
泳池	2	0	11	0	3	3	4	1	0	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	28
水庫	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	27
其他	1	2	5	3	6	3	0	6	3	2	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	26	1	0	63
總和	422	218	173	162	112	94	84	79	75	66	63	60	60	49	46	45	39	27	26	6	70	18	7	2001

說明：外海為海岸線1公里以外，近海為海岸線1公里內。

資料來源：本文研究者依據消防署公布之數據整理而成。

表2

2014-2016年消防機關執行救溺勤務之救溺結果比例

	失蹤		死亡		獲救		總和
	人數	%	人數	%	人數	%	
外海	9	19.15	19	40.43	19	40.43	47
近海	19	3.97	228	47.60	232	48.43	479
碼頭	0	0.00	67	60.36	44	39.64	111
溪河	24	2.86	491	58.52	324	38.62	839
圳溝	3	1.56	142	73.96	47	24.48	192
湖潭	4	4.88	52	63.41	26	31.71	82
池塘	0	0.00	72	93.51	5	6.49	77
魚塢	0	0.00	50	89.29	6	10.71	56
泳池	0	0.00	8	28.57	20	71.43	28
水庫	0	0.00	24	88.89	3	11.11	27
其他	1	1.59	40	63.49	22	34.92	63
總和	60	3.00	1193	59.62	748	37.38	2001

資料來源：本文研究者依據消防署公布之數據整理而成。

在不考慮溺水原因，各種水域的救溺結果，由表2資料可以發現，游泳池的獲救率最高，近海次之；池塘的死亡率高達93.51%，魚塢和水庫次之。這與水域的可視性有關，海與溪流河場域多為開放空間，往來人多，容易被發現；池塘、魚塢多為較封閉空間或私領域空間，較不容易被他人發現；圳溝岸壁光滑，可攀抓處少，若逢放水時期，水流急，失足後很容易往下游漂流移位。

## 二、岩岸與沙岸的案例

從多次發生溺水事件的地點，在沿海地區由圖2可以看到東北角最為密集，西南以臺南與高雄沿海次之，中部以彰化再次之，但嘉義與雲林幾乎沒有。故本文以東北角的鼻頭角至龍洞地區、彰化與臺南分別探討之。

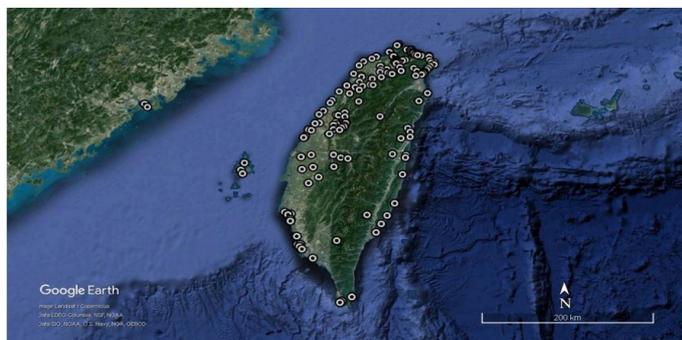


圖2. 2010-2016年縣市消防機關執行救溺勤務同一地點發生溺水意外達2人以上之地點

資料來源：本文研究者依據消防署公布之資料整理而成。

### (一) 岩岸地形的東北角海岸

#### 1、鼻頭角

在1979年北部濱海公路通車前，鼻頭角附近村民不是搭著小船，就是沿著山徑徒步，才得以到外地。通車後，不僅村民進出方便，人們也得以認識沿線美景。1984年6月1日「東北角海岸風景特定區管理處」成立，1995年7月1日改制為「東北角海岸國家風景區管理處」，2007年12月17日更名為「東北角暨宜蘭海岸國家風景區」，轄區北起新北市的南雅，南至宜蘭縣蘇澳鎮內埤海灘南方岬角。2009年5月2日成立東北角首座地質公園（圖3），設立「鼻頭—龍洞地質公園服務區」，並逐步整修步道。西側的鼻頭角，關建的步道分為濱海線、稜谷線及燈塔線。其中燈塔線因坍塌有安全顧慮，現已封閉；海濱步道東南側入口處有海洋公園為海洋教育重要基地，遊客可以在此學習浮潛、觀看海中生物；稜谷線南口從鼻頭國小外牆的步道進入，北口在鼻頭漁港聚落旁。



圖3. 「鼻頭—龍洞地質公園」的鼻頭角

鼻頭國小（照片1.）位稜谷線南端，校門為燈塔造型，校園外牆以城垛形式與步道相隔，北側設出入口可通步道。校園整體造型鮮亮及校園管理友善，假日吸引許多遊客前來。在稜谷線步道至高處，往西可以看到灣岬景色（照片2.）；往東除了可以看到海蝕平臺，亦可看到遠處的海域（照片3.）。人們可以在這此看到太平洋與東海的海景。



照片1. 鼻頭國小校園



照片2. 鼻頭角西側的海與灣

照片3. 鼻頭角東側的波蝕棚與太平洋

在 2016年11月13日鼻頭角附近海域波紋的Google Earth衛星影像 (圖6.)，可以清楚看到鼻頭角四周的海域，東半側顏色較深，波紋向西北推進，西半側顏色較淺，向西南推進，交會處有白色浪花；前者即為由南而北的黑潮 (太平洋)，後者為由北往南的中國沿岸流 (東海)。若將影像範圍擴大至周圍區域如圖7，可以發現鼻頭與龍洞之間的外海水體呈現螺旋形，這說明此時的海況受到黑潮與中國沿岸流在鼻頭角附近交會時，受強勁東北季風的吹送將黑潮往東偏離的影響。且從圖5之海底地形圖來看，鼻頭角往東北海域延伸的等深線呈倒V字形，延伸至基隆海谷，其剖面如圖4所示，顯然那是一座小型的海底山脈，到基隆海谷邊緣，水深即達200公尺。當中國沿岸流順著強勁東北季風南下，在這海底山脈附近與北上的黑潮相會，兩股方向相反的海流，自然極易形成如渦流般的海況，難怪臺灣東北角冬季海況是不太平靜。鼻頭國小特於校園建了一座百獸圖騰趨吉避凶，保平安。



圖4. 鼻頭角的海底地形示意圖

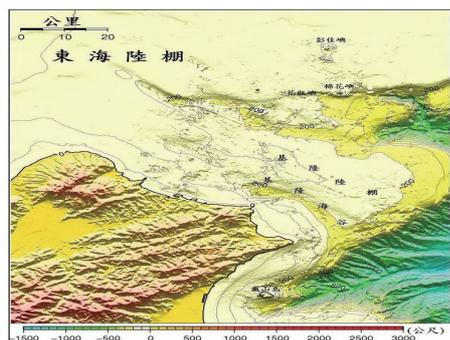


圖5. 臺灣北部海域地形圖

資料來源：許鶴瀚、劉紹勇、劉家瑄 (2010: 22)。



圖6. 2016年11月13日鼻頭角附近海域的波紋

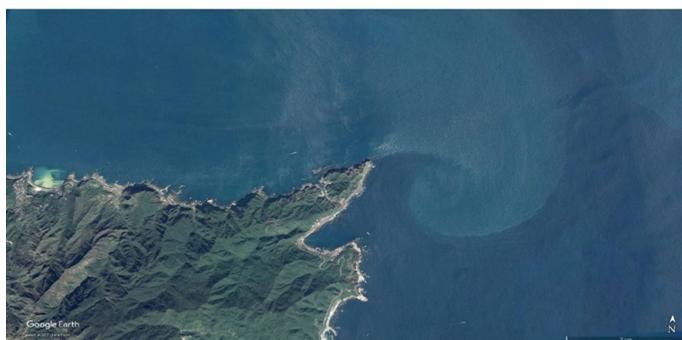


圖7. 2016年11月13日鼻頭角-龍洞岬附近的海域

除了地形因素，檢索中央氣象局的颱風資料庫（中央氣象局，2016），發現2016年11月12日有馬鞍颱風（圖8.）但該颱風在 $21^{\circ}30'N$ ,  $145^{\circ}W$ 左右即消失，這是否會因此影響次日鼻頭的海流，則有待未來進一步澄清。但2007年的米塔（MITAG）颱風，於11月20日生成後先向西北西後轉西北方向移動，27日通過呂宋島後減弱為輕度颱風，於巴士海峽減弱消失。11月26日05:30中央氣象局發布海上警報，次日11月27日11:30即解除警報，未登陸臺灣，但外圍環流卻帶來豪雨造成東北部、東部地區有零星災情發生（中央氣象局，2007）。例如27日14:28，國家搜救指揮中心接獲「MEZZANINE」貨輪在鼻頭角外海40哩處發出遇險訊號，由於受到「米塔」颱風（圖9.）外圍環流帶來強勁風浪所阻，派出的基隆艦被迫折返基隆港待命，其間並再度出港，仍因風浪過大折返；29日才救獲一位船員AKER BESSY（43歲），他心有餘悸地說，前天下午事發時，貨輪行經臺灣外海，因風浪強勁，船身不斷搖晃，當時只見一個大浪打來，將船艙蓋打掉，灌進大量海水，並開始嚴重傾斜，不到五分鐘時間即迅速下沉（蔡進男、吳盛宏、洪哲政，2007）。

夏季東北季風遠離，黑潮北上，即使颱風遠離，海水流過鼻頭角，水流仍然強勁，有經驗的潛水者知道鼻頭角海底山脈有如高牆，若遇到沉降海流，很不容易往上漂浮，故此區往往被視為危險地帶。如2015年7月12日昌鴻颱風雖然已經離去，但海面上還有些湧浪，上午10:30左右，1名男子到鼻頭角海域潛水，被浪流帶出外海約500公尺遠，差點游不回來，岸上民眾發現不對勁，趕緊通報海巡署，岸巡13大隊、新北消防局、瑞芳警局獲報，前往了解，此時剛好龍洞籍漁船「東坡號」經過，順勢救起該名男子（蔡進男，2015）。



圖8. 2016年馬鞍颱風風路徑圖



圖9. 2007年米塔颱風風路徑圖

資料來源：中央氣象局。

資料來源：中央氣象局。

除了地形、颱風因素外，長浪（俗稱瘋狗浪）的威力也非同小可。2013年11月10日的樹林社區大學26名學員、家屬與講師，前往鼻頭角海濱步道區進行戶外教學，當領隊正向學員解釋岩層變化時，一陣7尺高的大浪突然在他們身後出現，瞬間從天而降，學員們根本閃避不及，被打得東倒西歪，接著又有2次高約5

尺的大浪相繼襲來，有8學員被拖入大海，在陸上學員則是努力抓緊礁岩，力抗大浪，最後8位學員罹難、8位輕重傷，這是鼻頭角有史以來的最大傷亡。

第一時間趕到現場救人的龍洞灣海洋公園潛水教練尹德成說：

該處海岸有片30餘公尺長的礁石群，遊客落水地點前方還有顆近5公尺高的礁石，長浪先越過礁石群、打到礁石，再衝過礁石吞沒這群人，可見浪有多講師說：事前有蒐集詳細海象資料，但瘋狗浪來得太突然（許瀚分、蘇瓊璇、孟祥傑、王長鼎，2013）。

研究者提出東北海岸之瘋狗浪多發生於防波堤或礁石，因素包括足夠高的波高，此項可能與東北季風或颱風有關；地形的影響，水深10m，坡度1：5或更大；防波堤或礁石上有越波發生；群波現象明顯（張振洋、蔡政翰，2005）在夏秋季節，臺灣地區常有颱風或熱帶氣旋侵襲，冬季時常有東北季風來襲，加上東北角海岸多陡峭地形與高大巨石，國內研究者分析1999年至2006年間，所有在海岸邊遭大浪襲擊的落海事件紀錄共有177件，臺灣東北岸地區（基隆市、臺北縣與宜蘭縣）落海件數最多，高達118件，占全部落海件數的66.7%（蔡仁智、蔡政翰，2007）。

氣象局及觀光局東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處委託成功大學近海水文中心研究，發現2013年11月海燕颱風是強烈颱風，對菲律賓造成嚴重損傷，但未登陸臺灣，臺灣附近的風場並不強，引起的風浪也不大，導致海岸活動民眾疏忽其中的潛在危險。但因海燕颱風中心海平面最低氣壓為估計值895 hPa（香港天文臺），近海水文中心研究在龜山島海燕颱風期間的視訊影像，發現遠方傳來的湧浪很明顯，長浪在岸邊引起異常大浪情形，且已超過長浪的標準，表示這些時段海岸已達到危險狀態。顯然長浪在鼻頭角事故地點激起異常大浪，應是造成社大學員落海之最主要原因，該文最後更指出：風平浪靜時突然快速成長的波浪或湧浪，往往也是造成海岸意外事故的主因之一（饒國清、施孟憲、方正光、滕春慈、黃清哲，2016）。

事故發生後，新北市消防局立即啟動補救機制，邀新北市觀光旅遊局、交通部觀光局、貢寮區公所等單位，研商未來在颱風與東北季風時期局部封閉靠海步道，避免悲劇重演。目前海濱步道區已設有柵欄管制，進入者須事先向管理處申請，並要穿救生衣與防滑鞋，所需裝備可以就近在海洋公園或附近商家租借。這些規定雖嫌麻煩，但卻是自保的第一步。

## 2、龍洞岬

龍洞岬在龍洞灣東側，岩性不同於鼻頭角，以堅硬古老的四稜砂岩所構成，以高聳的岩壁著稱，因岸邊水深達3-10公尺（圖10），岸邊礁岩常有白色泡沫的碎浪，將礁石上的海藻沖至海中，成為許多迴遊性魚類的覓食區，為東北角著名的磯釣區。境內又被釣客以凸出的小岬角，分為一支、二支、三支。此處緊鄰省道2號公路，在龍洞隧道外有一條步道，在步道南口有小徑可以進入海蝕平臺，但陡峭難行，進入者多為釣客。每年10月至次年3月，此區海域有許多質優價高的魚類，如黑毛、白毛等，許多釣客不畏風浪站在礁岩等待（照片4），但此時盛行東北季風，也是瘋狗浪好發期。



照片4. 龍洞岬磯釣

在筆名為一魚的網友，在其網頁：

我一個人摸黑的爬下去龍洞一支磯釣，當天東南風5級，我站在大約兩層樓高的點，因為距離海平面有點遠，一開始用一般型阿波浮標，看不清楚，顆特大釣阿波作釣，突然間，水面很不尋常的退得很低，阿波也被拉出去大約半支竿遠，然後浪急速的推上礁石壁，巨浪從我釣座的左邊湧上來爬樓梯般一直從左邊低窪處衝上來，我意識到這一波浪不尋常，馬上退了一步，轉身用力抓住突出的石縫，這時候水已經衝到我腳下，巨大的衝力把地面，所幸大約1秒鐘左右，水就往右邊下去，磯玉網有被衝了一下，但卡在石縫上，當這波大浪平靜下來後，我馬上收拾所有裝備回家，從此再沒了，一晃二十幾年了，但這段時間，總共有4百多人下海…（一魚，2016）。2015年10月8日即有三位釣客前往一支夜釣，卻遭瘋狗浪捲落海，不幸（社會中心，2015）。



圖10. 龍洞岬的地形與水深

深度資料：參考海軍大氣海洋局發行之海圖。

## (二) 潮埔與沙質岸的西部海岸

臺灣西部海岸，北自淡水河口南岸，南至楓港附近，全長約460公里。多條大河由此注入臺灣海峽，海底地形平淺，堆積旺盛，除高雄一帶有隆起珊瑚礁海岸外，均為礫質、沙質或泥質海岸。

### 1、彰化潮埔

在大甲溪以南至曾文溪之間，沿海有廣大潮埔，尤其是鹿港一帶的潮埔寬度達4.5公里，低潮時露出大面積的泥灘（楊貴三、沈淑敏，2010）。1976年，經濟部工業局為因應產業發展需要，在鹿港至線西的潮埔填海造陸，闢建彰濱工業區。該工業區由北而南分為線西區、崙尾區與鹿港區，線西區北側以大肚溪與臺中港相望。

在彰濱工業區線西區北堤防至大肚溪及西口南側為大面積的潮埔，溪口內闢為水鳥自然公園。西側溪口至線西北堤的潮埔稱為伸港鄉十股海域，已被闢為蚵養殖區；潮埔地東側陸地闢為魚塢，但多處魚塢已荒蕪。由於此區潮差大，乾潮時，潮埔乾涸（圖11.）；滿潮時，完全淹沒（圖12.）。蚵農為便於管理，在此鋪設一條水泥路，退潮時可以駕駛機械三輪蚵車進入蚵棚區。由於此區灘地有豐富的鰾謝、貝類等，又緊鄰著西濱快速道與省道17線，出入方便，有遊客為了挖蛤蠣或欣賞海景，沿著水泥小徑深入潮埔，直到潮水上漲，才知不易回到岸上，有的也因此發生溺水事件。此等因忽略潮水漲落，進入潮埔的溺水事件，也在彰化王功附近海域發生。

2015年07月31日，5位民眾從外地開車到彰化縣伸港海域挖蛤蠣，開車者先前就曾到該處遊玩，知道該處地勢平坦，海水漲潮很快，可是越挖越開心，忘記漲潮時間，當海水開始湧上來時，整個路面被淹沒，不敢往回走，受困在海邊，所幸海巡及消防人員獲報，救援成功，將5人帶回岸上（詹智淵，2015）。2015年9月2日，當地民眾前往案發地點挖文蛤，沒有察覺漲潮時海水是以環狀包覆方式，迅速淹沒潮間帶，又沒有注意到潮汐漲退時間，當發現附近漲潮時，已經被滾滾湧現的海水圍困在沙洲上，加上附近有多處暗溝，令民眾是進退無路，經海巡人員以望眼鏡搜尋發現後，立即請求救援，在海水已淹沒到待救民眾的胸部高度，救難人員在危急中將他順利搶救上岸（李河錫，2015）。本區溺水發生頻率高，但救溺行動也很快速，應與線西工業區北側防坡堤設有海巡署崗，全年有駐守人員有關，大幅降低事故風險。



圖11. 大肚溪溪口南側潮埔退潮時的潮埔

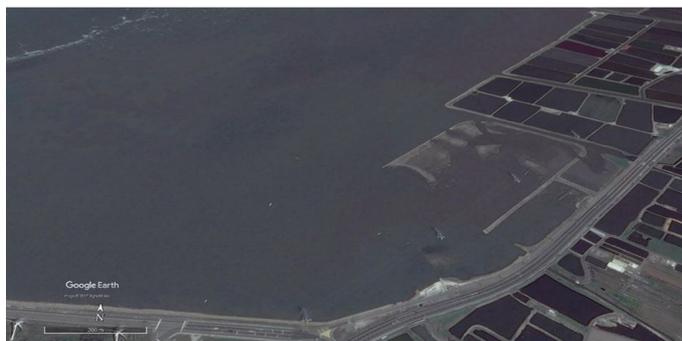


圖12. 大肚溪溪口南側潮埔漲潮時的潮埔

## 2、臺南的觀夕平臺與黃金海岸

曾文溪以南，包括臺南、高雄與屏東的海岸，全長約120公里，皆以沙灘為特色，昔日發育的潮埔、沙洲及潟湖多已陸化（楊貴三、沈淑敏，2010）。為保護海岸與人工養灘，臺灣沿海多處築有突堤或離岸堤。臺南地區曾文溪以北海岸多為鹽田，現雖已不在曬鹽，但仍為大面積水域與聚落相隔，易達性低；曾文溪以南為昔日舊臺南市，聚落與海岸相隔不遠，其中臺南的觀夕平臺、金海岸美麗的沙灘，吸引遊客前來戲水。

但在海岸線後退的威脅，2010年市府投入大量消波塊護岸與興建突堤，比對2012年3月1日（圖13.）與2013年11月16日（圖14.）衛星影像，可以看到筆直的海岸已被許多海堤切斷成多個弧線，養灘雖見成效，但戲水而溺水的事件仍時有所聞。原來除了突堤效應外，離岸流也好發於岬角或突堤（國家海洋局，2017），其雖不會把人牽引至水底，但是強勁的水流會把戲水者帶向海外，而易發生溺水意外。在臺灣許多地方都有離岸流，例如台南安平觀夕平臺（圖15.）和苗栗竹南的假日森（圖16.）附近海域也不平靜，白浪一波又一波來回，在浪裂線缺口處，可見離岸流，為溺水意外好發區。



圖13. 臺南黃金海岸2012年3月1日的影像



圖14. 臺南黃金海岸2013年11月16日的影像



圖15. 臺南觀夕平臺與安平漁港2015年7月22日的影像

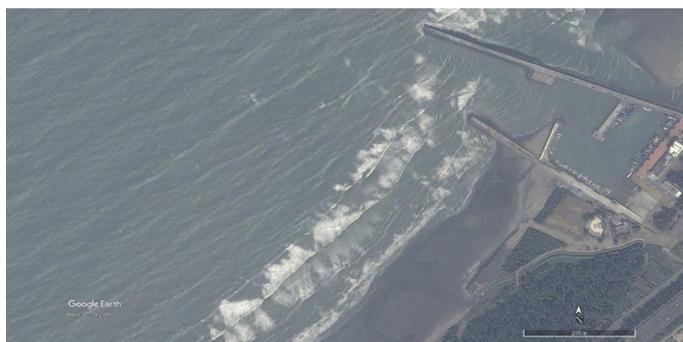


圖16. 苗栗竹南的假日森與龍鳳漁港2014年11月24日的影像

### 三、海圖

在北部沿海的基隆市、新北市與宜蘭縣的溺水事件，若不考慮浮屍、自殺或原因不明者，2014 - 2016年的溺水原因與結果如表3所示。由表3資料顯示其溺水人數充分反映當地海岸特性，垂釣、戲水、潛水與翻船為大宗，但溺水死亡者仍有許多是具備游泳能力。長期經營海洋教育的資深潛水教練，強調：「在游泳池會游泳，不代表就能夠在海中游泳，因影響海況的變數非常多，如漲退潮、海底地形、流速等等，而且溺水時通常會先被高鹽度的海水嗆到，水進入呼吸道、支氣管乃至肺部，使得呼吸不順，若未能及時搶救，死亡風險高；有時是個人身體不適，勉強下水，也會有風險」。

表3

2014-2016年基隆市、新北市與宜蘭縣海域部分溺水事件之原因與結果

	基隆市		新北市		宜蘭縣		總和	
	溺水 人數	會游泳 死亡人數	溺水 人數	會游泳 死亡人數	溺水 人數	會游泳 死亡人數	溺水 人數	會游泳 死亡人數
垂釣	4	3	23	11	4	0	31	14
戲水	12	3	12	1	20	9	44	13
潛水	5	5	11	5	1	1	17	11
翻船	0	0	54	4	1	1	55	5
失足	2	0	8	3	4	1	12	4
救人	1	0	0	0	2	0	3	0

	24	11	108	24	32	12	162	47
--	----	----	-----	----	----	----	-----	----

說明：不包括自殺、浮屍或游泳能力不明者。

資料來源：本文研究者依據消防署公布之數據自行整理而成。

在海邊戲水，若手邊有一份海域地圖，無疑可讓人們對海域的空間特性有基本理解。但海域地圖較陸域地圖不易製作，目前有海軍大氣海洋局發行的海軍水道圖，以24N°為基準比例尺1:50,000，大地基準GS-84座標系統，非機密航道已開放民眾申購，圖17為海軍大氣海洋局出版的深澳灣至三貂角海圖之局部（海軍大氣海洋局，2011）。因航海需要有良好的導航系統，Navionics發行了全球各地的海圖（Navionics, 2017），有一般電腦版本，亦有手機版APP，陸域部分有衛星影像圖（圖18。）或是地形圖可供選擇；該系統的手機APP亦有天氣與潮流資料。比對Navionics與海軍海洋局已開放的海圖，發現後者為紙本地圖，圖幅固定，除了臺灣附近的海域，尚包括其他地區的海域，如、臺灣至宮古島、南中國海含臺灣附近、湛江港、婆羅洲至東印度洋、西北太平洋至馬紹爾群島等；Navionics為電子地圖，資料涵蓋全球，使用者自行決定圖幅範圍，資料多，但許多深度點是以差補方式得出。由於這系列的海圖內容除深度，尚包括魚場、航道、燈塔、羅盤等，難度較高，為航海用圖，適合對海域有興趣者閱讀。

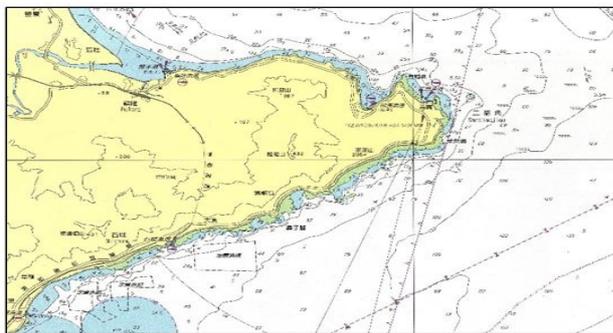


圖17.海軍大氣海洋局發行的三貂角附近海圖

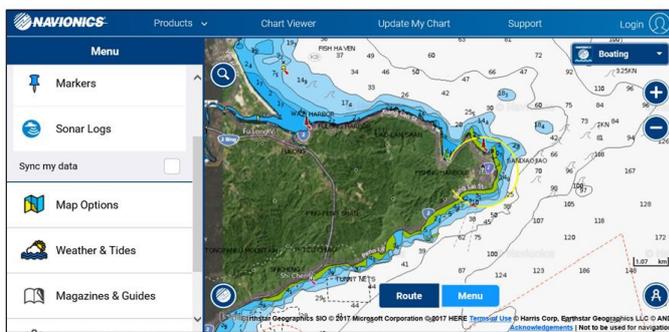


圖18. Navionics出版的海圖電腦螢幕操作畫面（陸域衛星影像圖）

資料來源：Navionics

在各國領土範圍的界定，海域部分是沿海國家必爭之地，海底成為許多國家極想探究的區域，甚至是兵家必爭之地，海圖也成為許多國家的管制品，但從電子海圖的公開發行，海圖已不在是個禁區，但海底深度SHP格式的資料仍然很少釋出，即使是水利署的地理資訊倉儲中心也僅能看到20、30、50、100公尺深度的面資料（圖19.），若將比例尺縮小，範圍擴大，雖可以看到200公尺深的資料，但20公尺深以內的區域則完全缺乏，而這個區域正是人們活動最頻繁的地區，亦是溺水好發區。目前臺灣的海底水深資料可向科技部自然司海洋學門資料庫申請，但仍屬管制性資料；也可使用公開海圖以數化方式取得深度資料，圖20.即是以此法估計深度的分布，再以地理資訊系統（簡稱GIS）繪製，等深線間距可自行調整，此法可視使用需求，決定圖面內容，惟需具備GIS的操作能力。



圖19. 三貂角附近的水深

深度資料：水利署地理資訊倉儲中心。

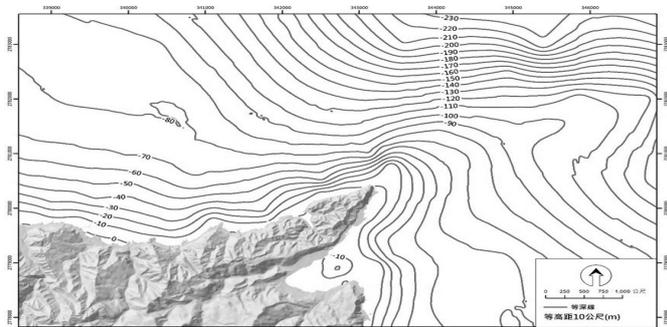


圖20. 鼻頭角附近的等深線

資料來源：曹宇鈞繪製

由於Google Earth與上述兩種圖的座標系統皆為GS-84，座標不必轉換，亦可自行以軟體用疊圖方式將Google Earth影像疊合海圖的等深線與深度，如圖10和圖21，這對讀者較易閱讀。疊圖方式可以用CorelDraw等繪圖軟體，亦可使用Microsoft Office系列的軟體，如排版軟體的Publisher，可作為描圖介面，將海圖置於下層，Google Earth影像置其上，並調整上層影像透明度，再於圖面繪製深度資料，再將上層影像調回不透明，最後將所需資料群組即可複製至他處。此法操作容易，惟誤差可能較大。



圖21. 三貂角附近的地形與水深

深度資料：參考海軍大氣海洋局發行之海圖

目前已公開的海圖仍較欠缺岸邊詳細深度資料，而這區往往是人們水上活動最頻繁的區域，若深度與人們預期不符時，不小心跌跤可能嗆到水，或跳水撞到

頭部，或潛水用高壓氣瓶攜帶不足。如何降低傷亡的發生機率與獲救率，林克全（網路上使用的名字）繪製了東北角沿線的海底地形圖，其以Google Map為基底，採60度視角立體等角透視方式，將潛水經驗記錄其中，並在克兄的相簿（<http://josephk.c.pixnet.net/album/set/18570428>）公開讓網友使用（林克全，2016）；由於地圖有簡化的特色，該網頁提醒地圖非表示百分百準確，使用者仍須自行依水中實際狀況判斷。另外，也有其他熱愛海洋者投入潛水地圖繪製，繪製過程是潛水員背著水下攝影機實地拍攝，並沿途記錄各潛點定位點的相對位置、角度、深度與常見物種等，最後以圖卡方式，供潛水客在海中使用（趙建舜，2016）。

#### 肆、結論與建議

到水邊戲水原本是愉悅的活動，但有許多遊客發生憾事，且分布地區之廣，實讓人難過。降低風險之道，除了有布局良好的防災網絡，尚需要透過各級學校相關課程導入適宜的教材。鼻頭角樹林社大的事故，雖會讓很多老師對濱海區進行校外教學心生畏懼，但在東北角風景區管理處嚴格的管制與要求，鼻頭角濱海步道區仍是海洋教育的理想區域。西部潮埔或沙灘看是容易進入，但有潮汐變化與離岸流的風險。故無論到何種海域之前，要先蒐集天氣與潮汐資料；到海邊後，要看有無風浪旗，也要能辨認各種棋子的意義；當看到三角形的紅旗，必須知道水域危險，關閉了，不要進入海域。海圖現在開放使用，學校教學可將海底地形、海流與天氣系統，結合Google Earth與海圖，讓海洋空間科學得以蓬勃發展。

#### 謝誌

感謝審查者悉心指正；亦感謝東北角暨宜蘭海岸風景區管理處相關單位協助研究者進入鼻頭角濱海步道區調查。

---

#### 參考文獻

- 一魚（2016）。危險釣場 - 龍洞。取自<http://www.tp101.org/iso/?p=1038>
- 中央氣象局（2007）。颱風資料庫 - 米塔颱風。取自<http://rdc28.cwb.gov.tw/>
- 中央氣象局（2016）。颱風資料庫 - 馬鞍颱風。取自<http://rdc28.cwb.gov.tw/>
- 內政部消防署（2017）。各消防機關執行救溺勤務統計。取自  
<http://www.nfa.gov.tw/main/Unit.aspx?ID=&MenuID=548&ListID=380>
- 水利署（2017）。地理資訊倉儲中心GIS圖臺。取自  
<http://gic.wra.gov.tw/gic/GIS/JS/MainJs.aspx>
- 李河錫（2015·9月）。挖蛤蚶受困彰化外海沙洲 海巡人員馳援  
·中廣新聞網。取自  
<https://tw.news.yahoo.com/%E6%8C%96%E8%9B%A4%E8%9C%8A%E5%8F%97%E5%9B%B0%E5%BD%B0%E5%8C%96%E5%A4%96%E6%B5%B7%E6%B2%99%E6%B4%B2%E6%B5%B7%E5%B7%A1%E4%BA%BA%E5%93%A1%E9%A6%B3%E6%8F%B4-100958426.html>
- 林克全（製圖者）（2016）。東北角潛水地圖 - 3D立體版【地圖】。取自  
<http://josephk.c.pixnet.net/album/set/18570428>。
- 社會中心（2015·10月）。龍洞釣客落海 失蹤兄弟檔遺體尋獲。今日新聞。  
取自<https://www.nownews.com/news/20151011/1840822>
- 金永福、郭偉其、蘇誠（2008）。基於Google Earth的海域使用管理信息系統應用-I.瀏覽顯示篇。海洋環境科學·27（5）·513-516。
- 金永福、羅東菁、郭偉其、蘇誠（2010）。基於Google Earth的海域使用管理信息系統應用-II.二次開發篇。海洋環境科學·29（3）·436-439。
- 香港天文臺（2017）。經典颱風回顧分析 - 海燕 Haiyan（1330）。取自  
<http://www.hkcoec.com/record/haiyan/haiyan.htm>
- 海軍大氣海洋局（2011）。中華民國海軍水道圖 - 深澳灣至三貂角。
- 國家海洋局（2017）。裂流機理、危害、預判及逃生建議。取自  
[http://www.hyjianzai.gov.cn/article/jz\\_educate/6/24738.html](http://www.hyjianzai.gov.cn/article/jz_educate/6/24738.html)
- 張振洋、蔡政翰（2005·12月）。「堤前異常波浪與三連波的觀測」。載於國立中興大學舉辦之「第27屆海洋工程研討會論文集」（頁147-153）。臺中

市。

許瀚分、蘇瑋璇、孟祥傑、王長鼎 (2013, 11月10日)。瘋狗浪掃東北角1

天9死。聯合報。取自

[http://mail.atm.ncu.edu.tw/~hong/OceanDynamics/chap01/Maddog\\_wave\\_event\\_2013-11-09.pdf](http://mail.atm.ncu.edu.tw/~hong/OceanDynamics/chap01/Maddog_wave_event_2013-11-09.pdf)

許鶴瀚、劉紹勇、劉家瑋 (2010)。臺灣附近的海底地形。地質, 29 (1), 22-

25。

楊貴三、沈淑敏 (2010)。第六章海岸地形。載於臺灣全志卷2土地地形篇

(頁432-439)。南投縣·國史館臺灣文獻館。

許惠安 (2015, 7月)。海邊挖蛤蟻適逢大潮 5人受困求救。新唐人。取自

<http://www.ntdtv.com/xtr/b5/2015/07/31/a1214366.html>

趙健舜 (2016)。望海巷潛水地圖手板募資計畫。取自

<http://bubufunding.com.tw/projects/37a7a8>

蔡仁智、蔡政翰 (2007)。資料探勘應用於臺灣海岸危險波浪發生之研究。載

於國立成功大學舉辦之「第29屆海洋工程研討會論文集」(頁541-546)。臺南市。

蔡進男 (2015, 7月)。潛水客被湧浪帶走漁船及時救援。取自

<http://www.appledaily.com.tw/realtime/news/article/new/20150712/646389/>

蔡進男、吳盛宏、洪哲政 (2007, 11月)。貨輪怒海翻沉 29人失蹤1獲救。蘋

果日報。取自

<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/property/20071129/>

30021106/

饒國清、施孟憲、方正光、滕春慈、黃清哲 (2016)。東北角海岸波浪與人員落

海相關性之探討。取自

<http://photo.cwb.gov.tw/conf/history/105/5.%E6%B5%B7%E8%B1%A1%E6%B8%AC%E5%A0%B1%E8%88%87%E6%87%89%E7%94%A8/5-18.pdf>

Griffin, C., Ellis, D., Beavis, S., & Zoleta-Nantes, D. (2013). Coastal resources, livelihoods and the 2004 Indian Ocean tsunami in Aceh. *Ocean & Coastal Management*, 71, 176-186.

Navionics (2017). *Chart Viewer*. Retrieved from

[https://webapp.navionics.com/?lang=en#boating@6&key=mlpiGw%](https://webapp.navionics.com/?lang=en#boating@6&key=mlpiGw%7Cv%7D%40)

7Cv%7D%40

Scheffers, A. M., Scheffers, S. R., & Kelletat, D. H. (2012). *The Coastlines of the World with Google Earth- Understanding our Environment*. London, U.K:

Springer. Retrieved from [https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-](https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-94-007-0738-2)

007-0738-2

---

\* 李明燕·國立彰化師範大學地理系教授

\*\* 彭佳偉·國立台中一中總務主任 (通訊作者)

\*\*\* 尹德成·東北角暨宜蘭海岸國家風景區龍洞灣海洋公園總教練

電子郵件: [mingcc.ncue.edu.tw](mailto:mingcc.ncue.edu.tw); [t401@tc.fsh.tc.edu.tw](mailto:t401@tc.fsh.tc.edu.tw); [keelung.diving@msa.hinet.net](mailto:keelung.diving@msa.hinet.net)