

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

第一名

080503

紫螺借東風！—探討海氣變化對海岸環境的影響

學校名稱：臺北市士林區士林國民小學

作者： 小六 吳宜芸 小六 林奐希 小六 費苡瑄	指導老師： 柯孟昌 巫青玟
---	-----------------------------

關鍵詞：紫螺、海流與天氣條件、海洋廢棄物

得獎感言

紫螺借東風 淨灘靠你我

由於從中年級開始擔任士林國小貝殼館的小解說員，我們對貝殼和大海充滿了無窮的興趣。偶然一次跟隨老師們到東北海岸觀察海濱生物時，我們在沙灘上發現了顏色非常漂亮的紫螺，引發我們對帶著紫螺四處旅行的洋流、季風等自然現象的好奇，揭開了這項專題研究的序幕。回想整個研究過程中，面臨許多的困惑等待我們突破、層層的難題等待我們解決，每當我們克服困難時，那種豁然開朗的感覺就如同我們頂著寒氣凜冽的海風在東北角沙灘上找到紫螺的瞬間，所有的辛苦都化成了幸福的喜悅！

科學研究並不是一件付出就立刻能獲得成果的工作。從學習廣泛蒐集網路、書籍等相關資料，將心中的好奇化作可執行的計畫；頂著寒風刺骨的海風，在海灘匍匐著尋找我們的紫色嬌客；經過無數次討論後，進行符合真實狀況的模擬實驗；乃至於抓頭皮、咬手指的分析實驗結果。過程中除了感恩師長與家人的支持，更要感謝不離不棄、相互鼓勵的隊友，大家分工互助，取得各種實驗數據，大家團結一心，挺過每一個難關。比起研究成果，學習合作、共享與成長的過程更是獲益一生的經驗！

研究中我們發現海邊環境被污染的很嚴重，原本美麗的沙灘竟然處處堆滿來自臺灣本土及世界各國的垃圾，嚴重威脅著生態及你我！養成愛護環境、不亂丟垃圾的生活習慣，甚至定期進行淨灘活動，已經是刻不容緩！希望借由紫螺的現身，提醒人們環保的重要性，早日找回自然環境的原貌！



風再冷雨再大，也澆不熄我們尋找紫螺的決心！



團隊合作，互助分工，完成實驗。



美麗的紫螺。

摘要

本研究從探討漂浮性貝類紫螺在台灣東北海岸出現的時間為起始，透過實地採集與海氣資料的收集、分析，找出紫螺漂流上岸的洋流與天氣條件。再以自製模型模擬印證紫螺出現的天氣條件。研究結果發現紫螺在西太平洋漂流的路徑與許多魚苗相同，因此在福隆上岸的天氣條件與魚群大量出現時期相同，可作為當地洋流變化與漁汛期的參考指標。紫螺的上岸也可作為當地沙灘污染的指標，一波波紫螺的到來也意味著海沙中的輕質塑膠微粒正在快速累積當中。

壹、 研究動機

2017 年的一月份，我們參加學校貝殼解說員培訓的福隆海灘校外教學，當天雖然痛苦的頂著淒風苦雨，走在滿是垃圾的海灘上，卻讓我們找到一種殼很薄，鮮豔的紫色漂亮貝殼——紫螺。查詢圖鑑發現紫螺是生長在熱帶海域的貝殼，牠是不是迷路了呀？怎麼會在寒冷的冬天跟著一堆垃圾漂到這裡呢？詢問老師後知道紫螺是一種浮游性貝類，會因為黑潮與季風，跟著外海的營養物質漂流到東北海岸，對漁民來說可是預備豐收的喜訊呢！回想著當天沙灘多到令人作嘔的海漂垃圾，紫螺的上岸到底對當地是福是禍呢？因此，我們計畫好今年(2018)冬天再去追紫螺，希望能透過實際調查並分析洋流與天氣條件，除了希望解開紫螺登陸之謎，也希望瞭解這樣的天氣條件對當地漁業和海岸污染情形的影響。

貳、 研究目的

- 一、 選定福隆沙灘為觀察與採集地點，定期調查紫螺大量出現的時間。
- 二、 分析大量紫螺出現前後的海洋氣象資料，找出紫螺大量出現的海氣條件。
- 三、 製作簡易海岸模型，進行模擬實驗，觀察風向變化與紫螺漂流方向的關係。
- 四、 探討紫螺出現期間，沙灘海漂垃圾與海沙中塑膠微粒數量間的關係。

參、背景介紹

一、紫螺

紫螺是一種熱帶的浮游性貝類，分類上屬於腹足綱翼舌類(目)的貝類，廣泛分布於全世界溫暖的熱帶海域。在西太平洋地區許多熱帶島嶼都可以看到牠們的蹤跡，在東亞地區也會隨著洋流漂流到韓國、中國大陸等溫帶海域。紫螺會以腹足分泌出黏液形成泡泡狀，組成一個像浮筏的漂浮囊，終其一生隨著洋流漂流。主要以水母為食，會利用骨板與齒舌勾住水母的觸鬚。

紫螺	紫螺的齒舌
	
<p>上岸後會停留在潮線附近</p>	<p>紫螺常與水母揪結在一起，共同上岸</p>
	

二、台灣常見紫螺

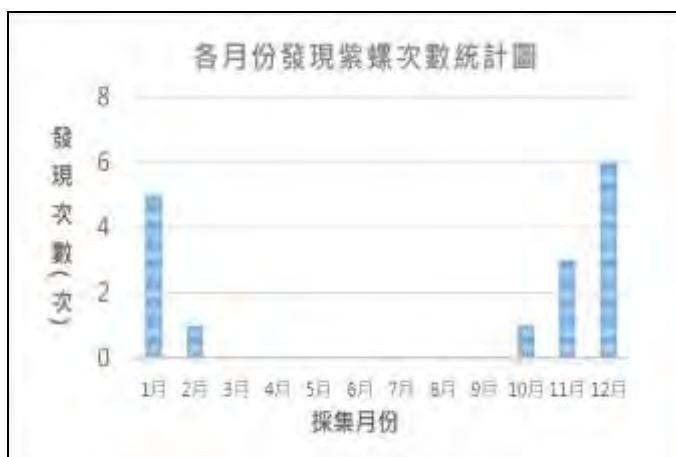
台灣常見紫螺有三種分別是紫螺、琉璃紫螺、侏儒紫螺，如以下介紹：

紫螺	琉璃紫螺	侏儒紫螺
<p>殼長約 4 cm，殼體較扁平，腹側為紫色，背側淡紫色。</p>	<p>殼長約 8 cm，殼體高而修長，呈粉紫色。</p>	<p>殼長約 2cm，三種紫螺中最迷你的一種，殼體深紫色。</p>
		

三、台灣北部海岸紫螺出現紀錄

透過兩年來親自採集紀錄與台灣貝類圖鑑網站討論版貝類收集者提供的資訊，我們從資料分析發現 2010 年至 2018 年 1 月份期間，紫螺在每年進入冬季後的 10 月底至隔年的 2 月中有機會在台灣北部海岸被發現。歷年冬季最早出現的時間為 10/30 日。2/12 日是歷年冬季結束前最後採集到紫螺的紀錄。歷年從 2 月底到 10 月底期間則不曾有人發現紫螺靠岸的紀錄。

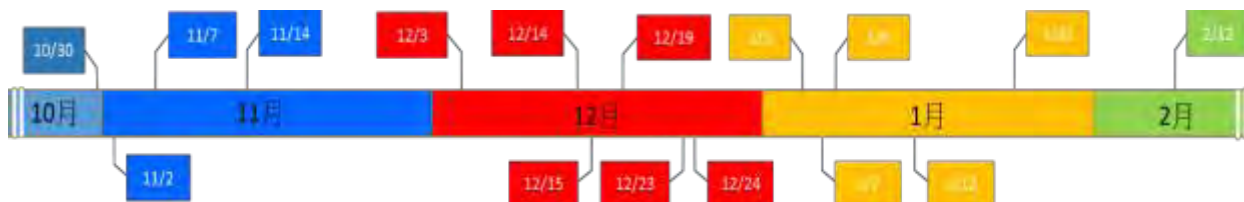
討論版	→	2010/10/30
國家海洋博物館	→	2016/12/24
宜蘭市海濱公園	→	2015/11/7
金山觀音亭	→	2011/12/3
基隆市金山公園	→	2015/1/22
2015年1月17日基隆的紫螺		
紫螺	→	2017/12/15
2011年12月12日北海岸紫螺		
2017年基隆紫螺		
2010年1月9日新北海岸紫螺		
2012年基隆紫螺	→	2012/1/7
2012年1月12日東北角紫螺		



討論版中歷年發現紫螺的紀錄

2010~2018 年期間各月份發現紫螺的次數

將 2010 年至 2018 年 1 月期間，在台灣北部與東北部海岸發現紫螺的日期以時間軸進行分析，我們發現每年的 12 月至隔年的 1 月份是紫螺大量出現的時期。因此我們設定從 2018 年 10 月份開始不定期到福隆沙灘進行調查，從第一次發現紫螺開始，每隔一~兩週密集的去福隆沙灘進行採集調查。同時收集相關海氣資料，以利後續進行分析。

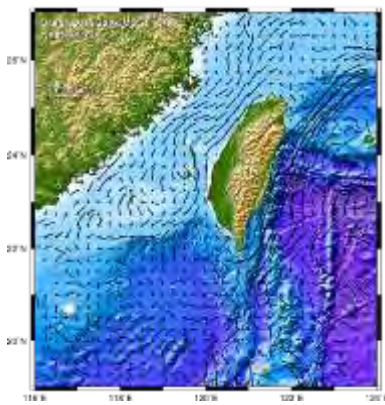


2010~2018 年台灣北部海岸發現紫螺日期紀錄表

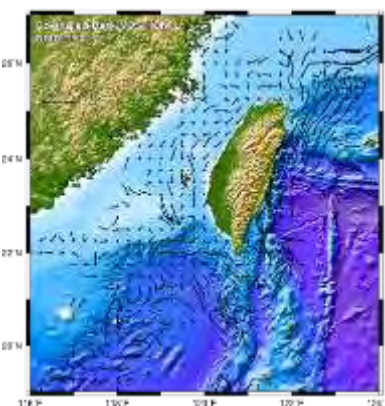
四、台灣附近的洋流

流經台灣東部外海的黑潮，是台灣附近海域最大規模的洋流。黑潮的源頭來自太平洋北赤道洋流，這個洋流沿著赤道北方由東向西流，當它到達菲律賓群島之後就分為南、北兩支，其中向北流的一支成為黑潮源頭。黑潮帶來的溫暖海水，對於東亞地區的氣候、漁業活動等等具有相當大的影響。黑潮主軸會有季節性的擺盪，冬季時主軸會往西偏移，靠近台灣東部海岸。夏季時黑潮主軸會向東遠離台灣東北海岸，這個現象也牽動著東部海域漁民的漁獲量。

冬季時，東北季風將北方的冷海水，沿著大陸海岸往南流入臺灣海峽，形成中國沿岸流。台灣冬季盛產的烏魚子，就是正值烏魚產卵季節在冬至前後隨中國大陸沿岸南下到達臺灣西部外海。



夏季台灣附近海流流況



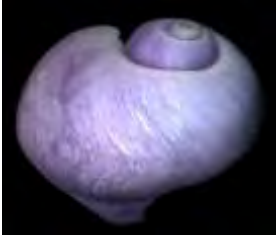








冬季台灣附近海流流況



利用浮球模擬夏、冬兩季黑潮主軸擺盪現象

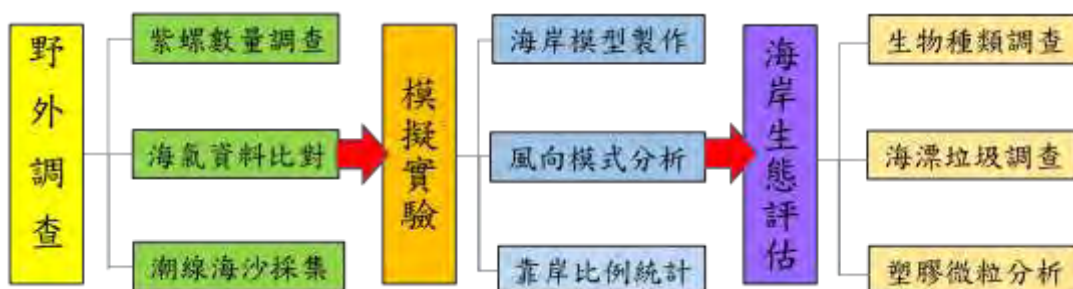
(資料摘錄自科技海洋學門資料庫漂流軌跡圖)

肆、 研究設備器材

		
紫螺標本	採集罐	三合板
		
輕黏土	戲水池	風扇
		
海沙樣本	篩網	濾紙

伍、 研究過程或方法

研究概念圖



一、進行實地調查，並分析氣象資料，找出紫螺大量出現的天氣條件

- (一)從 11/2 日第一次採集到紫螺開始，我們每兩週定期到福隆海灘調查。
- (二)調查期間除了採集紫螺標本，也同時採集高潮線附近表面海沙，進行後續實驗。
- (三)在每次採集時，我們會記錄前、後 2~3 天的天氣與海象資料。
- (四)分析各項氣象資料，找出紫螺量出現時的條件。







二、製作簡易海岸模型，模擬觀察風向變化與紫螺漂流方向的關係

- (一)從 google 地圖下載東北海岸地圖，利用三合板裁切成海岸線模型。
- (二)將模型放入裝了水的兒童戲水池，並在水槽右方與右前方設置風扇，模擬東風與東北季風吹襲的狀態。
- (三)利用輕黏土製作直徑約 0.5 mm 模擬紫螺的顆粒。
- (四)實驗前先以 Zephyrfree windmeter 手機應用程式確認兩端電風扇的風速皆相同。
- (五)依據不同測試模式開啟電風扇，將一匙約 300 顆的輕黏土顆粒放入海岸模型右前方的水面。
- (六)觀察並記錄輕黏土顆粒漂流的路徑，並統計輕黏土附著於模型海岸邊的比例。

架設模型與風扇	利用軟體確定風扇風速相同	模型示意圖
		
放置輕黏土	觀察漂流路徑與靠岸比例	
		

三、探討紫螺出現期間沙灘海漂垃圾與海沙中塑膠微粒數量間的關係

- (一)各秤取一公斤每次取回的福隆潮線的海沙，先利用篩網將海沙中的垃圾濾除。
- (二)將海沙樣本放入樣本瓶中，加入清水至八分滿，蓋上瓶蓋，充分搖晃後靜置一段時間。
- (三)待海沙沉澱於瓶底後，取上清液，以濾紙進行過濾。
- (四)為了充分分離輕質的塑膠微粒，每個海沙樣本會重複（四）（五）兩步驟三次。
- (五)濾紙充分乾燥後，再將濾紙上的輕質塑膠微粒刮下，利用手機顯微鏡觀察並確認塑膠微粒種類。
- (六)利用微量天秤量塑膠微粒重量，分析冬季福隆沙灘的塑膠微粒含量變化。

利用篩網初步篩選	海沙泡水搖晃後靜置沉澱	上清液以濾紙過濾
		
待濾紙乾燥後取下塑膠微粒	觀察塑膠微粒大小與種類	秤量塑膠微粒重量
		

陸、 實驗結果

一、 過去資料顯示紫螺在東北海岸出現的時間大約在每年的 11 月中至隔年的 1 月，因此我們從 10 月起不定期的到福隆地區海岸進行觀察，並自 11 月起至隔年 1 月每隔一~二週進行密集的海岸調查，共進行 10 次。其中 6 次有採集到紫螺，另 4 次則沒有發現紫螺。調查結果整理如下表:

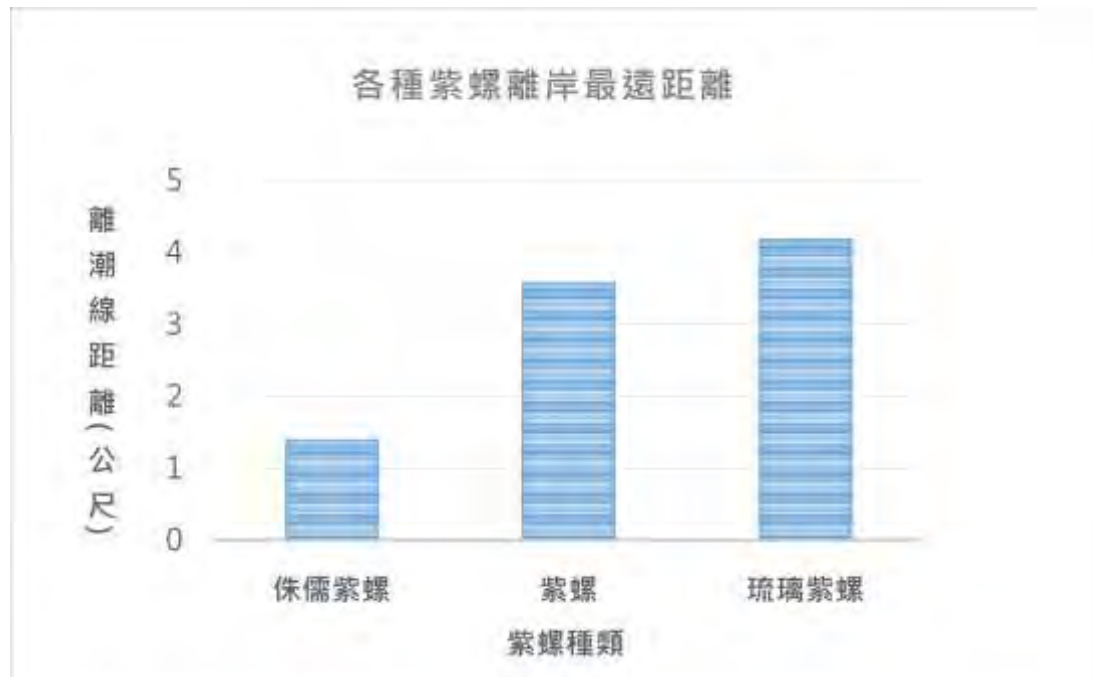
調查日期	調查結果	數量統計	照片紀錄
2018/11/2	紫螺數量很多，肉體十分新鮮，推測是這一兩天漂上岸的。有些紫螺跟僧帽水母的觸鬚糾纏在一起。	紫 螺 (82) 侏儒紫螺 (6) 琉璃紫螺 (0)	
2018/11/14	在滿潮線附近有許多侏儒紫螺，紫螺出現在離海岸線較遠的地方。	紫 螺 (11) 侏儒紫螺 (46) 琉璃紫螺 (0)	
2018/11/22	未發現紫螺，但滿潮線上有許多被沖上岸的錢幣水母。	無	

2018/11/30	未發現紫螺，潮間帶的潮池發現成群活的錢幣水母。	無	
2018/12/9	沒有紫螺，潮線上發現許多被吹上岸的僧帽水母。	無	
2018/12/14	潮線上有許多與水母糾纏在一起的紫螺，肉體有點脫水，應該在岸上被曬兩、三天了	紫 螺 (26) 侏儒紫螺 (1) 琉璃紫螺 (47)	
2018/12/19	出現大量的紫螺與水母，肉體都相當新鮮，應該是剛剛被吹上岸的。	紫 螺 (8) 侏儒紫螺 (0) 琉璃紫螺 (72)	
2018/12/23	假日再去一次，又有新鮮的一批紫螺上岸了。	紫 螺 (167) 侏儒紫螺 (58) 琉璃紫螺 (0)	

2018/12/29	從 26 日開始東北季風都很強，但今天卻沒有發現紫螺，只看到許多水母。	無	
2019/ 1/ 5	潮線上發現一些紫螺跟水母乾，在離海岸比較遠的沙灘上找到一些紫螺的空殼，應該是上週上岸後再被海風吹上來的。	紫 螺 (36) 侏儒紫螺 (57) 琉璃紫螺 (0)	 

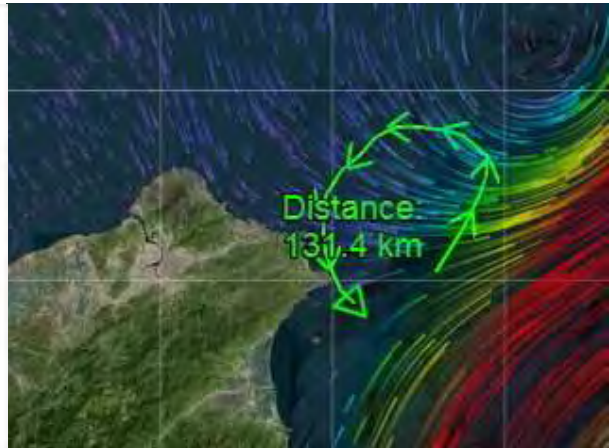
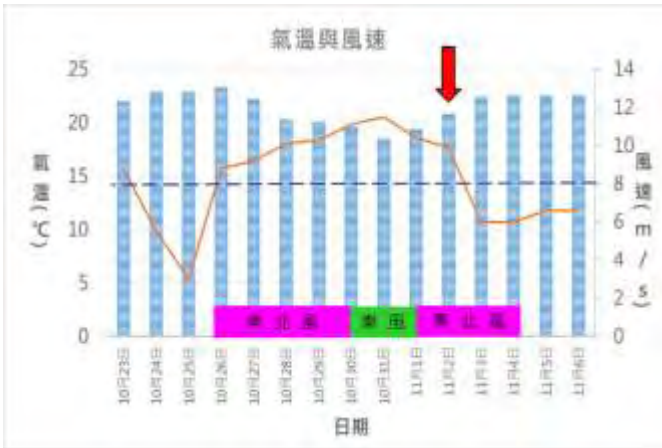


二、採集調查過程中，我們發現不同種類的紫螺因為殼形與大小的不同，停留在沙灘上的位置也不相同。最小型的侏儒紫螺主要分佈在高潮線附近，紫螺則會在高潮線之上，而琉璃紫螺則會距離高潮線最遠。我們認為殼形越大，承受風力越大，會被吹離到潮線越遠的位置。因此，我們調查時會將潮線之上 5 公尺以內的區域作為我們搜尋採集的範圍。



三、原先推測熱帶海域的紫螺會因冬天強勁的東北季風而被吹送到東北海岸。我們蒐集整理每次採集前、後中央氣象局發布的**地面天氣圖**、**福隆測站天氣資料**。搭配**全球風場動態圖**與**科技部海洋學門資料網站資料**，分析紫螺出現的氣候條件是否符合我們的推測。

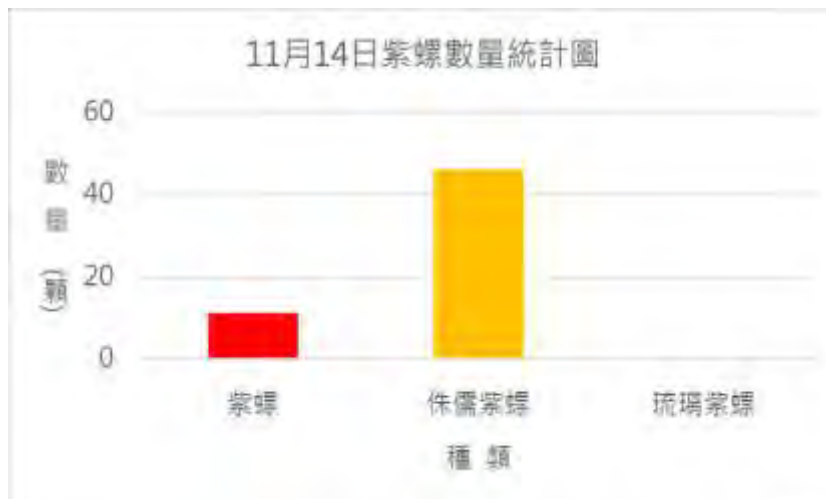
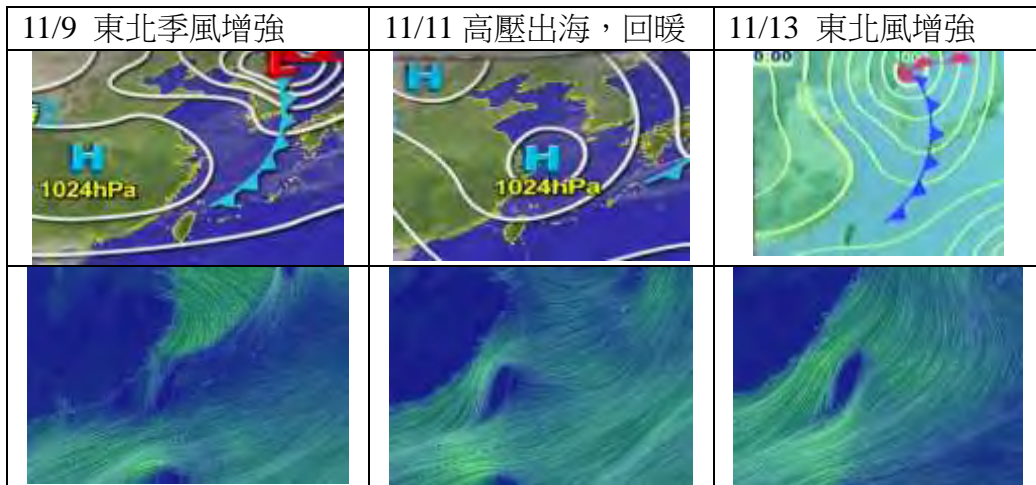
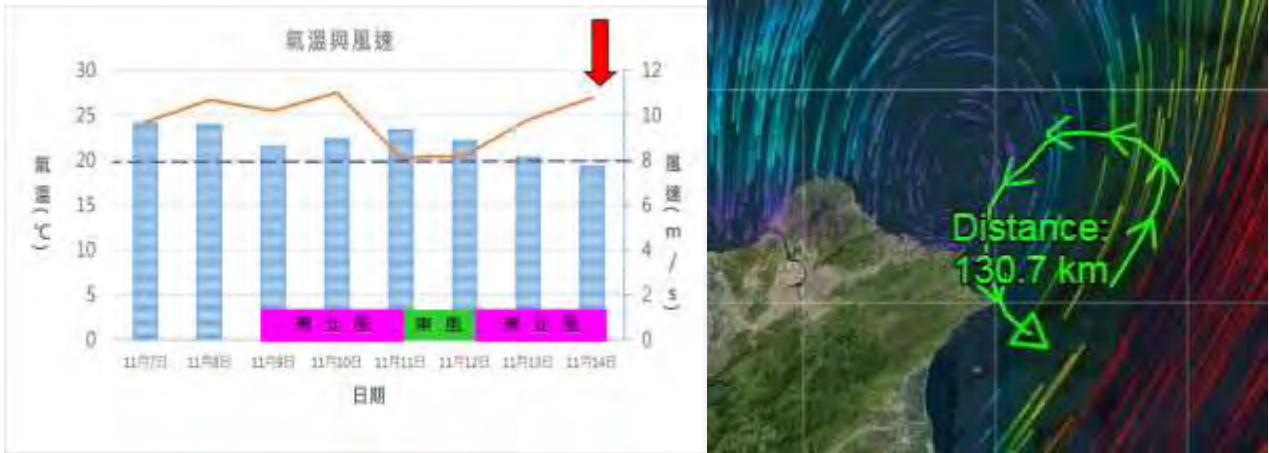
(一) 2018 年 10 月份的東北季風，福隆地區沒有出現連續幾天平均風速超過 8 m/s (相當於 5 級風)的氣象條件，幾次調查都沒有發現紫螺上岸。我們認為 10 月份的東北季風強度仍不足以將外海的紫螺吹送上岸。然而，10 月底通過巴士海峽的玉兔颱風，與東北風形成共伴效應，10/26 起福隆海岸主要吹起東北風，隨颱風西移 10/31 風向轉為東風，11/1 颱風通過巴士海峽後又吹起強勁的東北風。**10/26~11/2 期間平均風速皆超過 8 m/s**，浮球模擬也顯示**海流會貼近福隆海岸**，我們在 11/2 當天在福隆海岸上採集到大量剛上岸的紫螺。由此我們推測要讓紫螺上岸，除了恰當的海流流向，風力與風向的巧妙搭配可能也是關鍵之一。



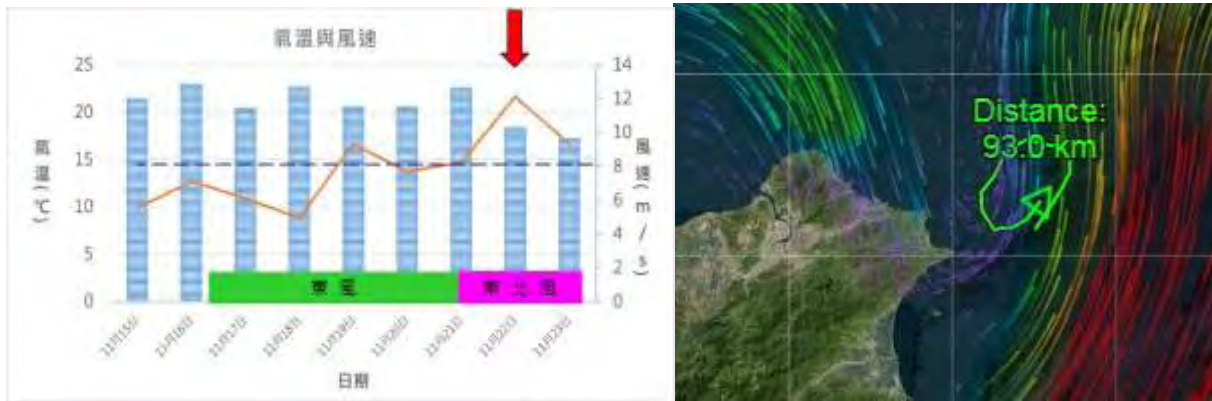
10/24 東北風減弱，轉為偏東風	10/26 颱風與東北風，產生共伴效應	10/31 颱風外圍環流影響吹起強勁東風	11/2 颱風外圍環流影響，東北風強勁



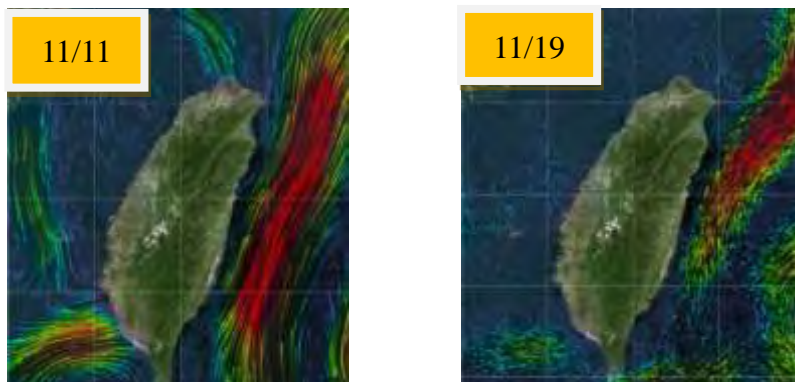
(二) 11/9 起東北季風增強，11/11 高氣壓中心出海，轉為東風或東南風，氣溫短暫回暖，11/12 晚上開始東北季風又增強。風向由東北風轉東風，再轉東北風，平均風速超過 8 m/s，浮球模擬結果顯示海流會繞過福隆近海。相似的條件又再次出現，11/14 沙灘上出現大量剛沖上岸的紫螺。



(三) 11/14 晚上東北季風減弱，11/15~11/19 期間天氣穩定，浮球模擬結果顯示海流主要在東北角近海打轉，並不會貼近海岸邊。11/21 下半年東北季風增強，即使 11/22 調查當天海風很強，有許多沿海的水母都被吹到岸上了，但沒看到紫螺。比較 11/14 與 11/22 兩次調查前幾天的黑潮分布情形發現，11/11~13 期間黑潮主軸明顯較 11/19~21 期間更靠近東北海岸。我們認為即使風向轉變方式相似，如果沿海平均風速不及 8 m/s，外海的洋流沒有貼近海岸，仍然不足以將外海的紫螺吹到岸邊。

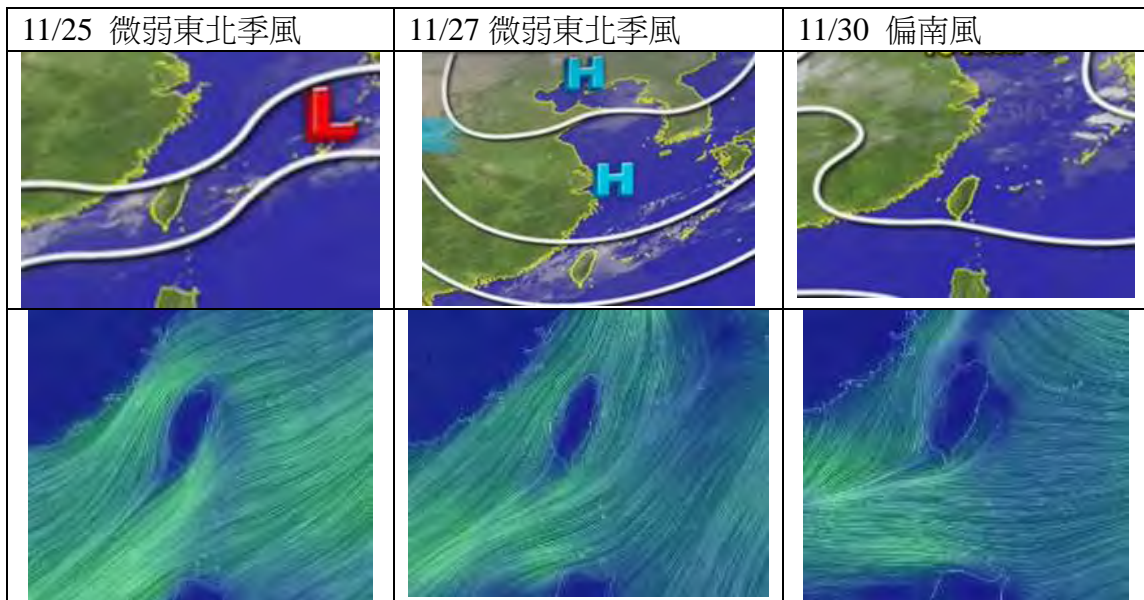
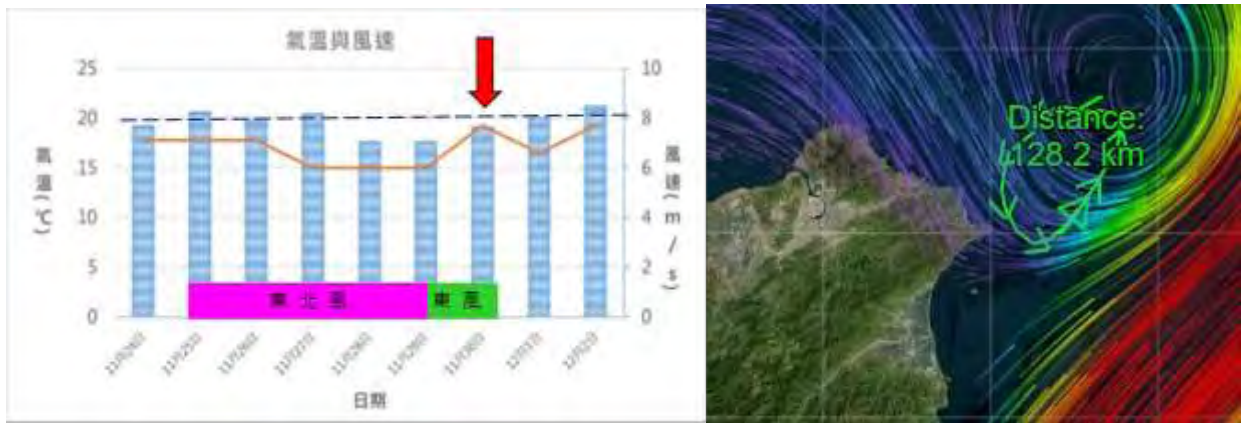


11/16 東北風減弱	11/19 微弱鋒面通過	11/22 東北風增強

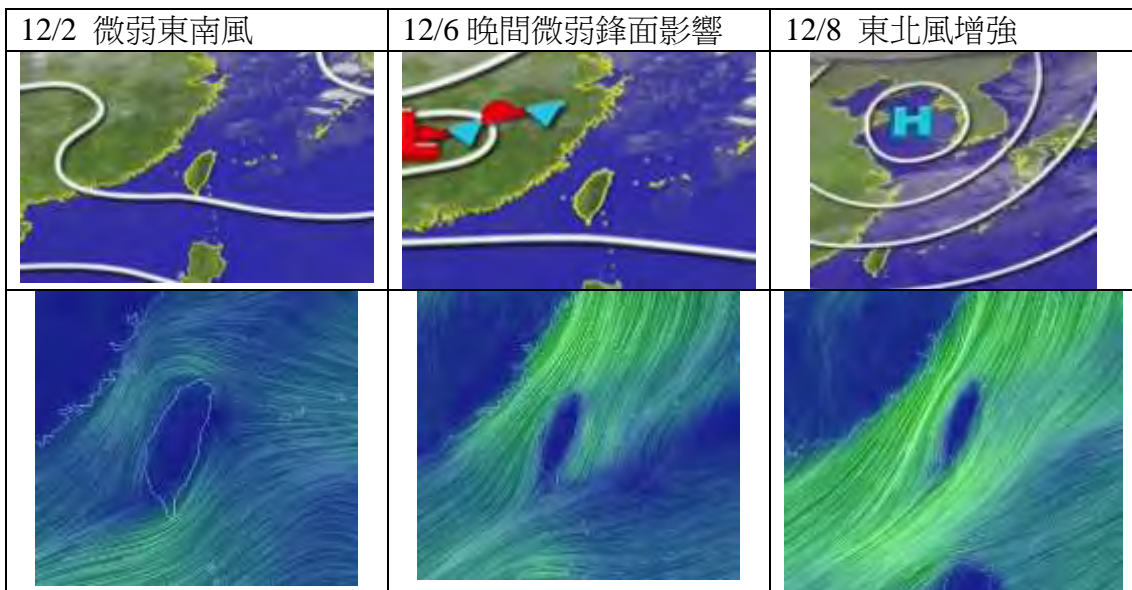
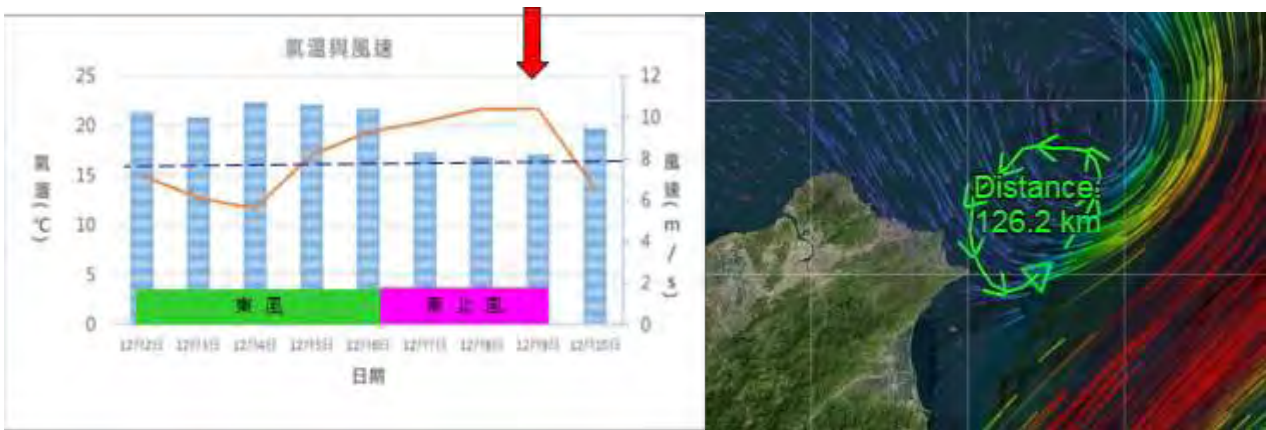


2018/11/11 與 2018/11/19 黑潮主流分布比較圖

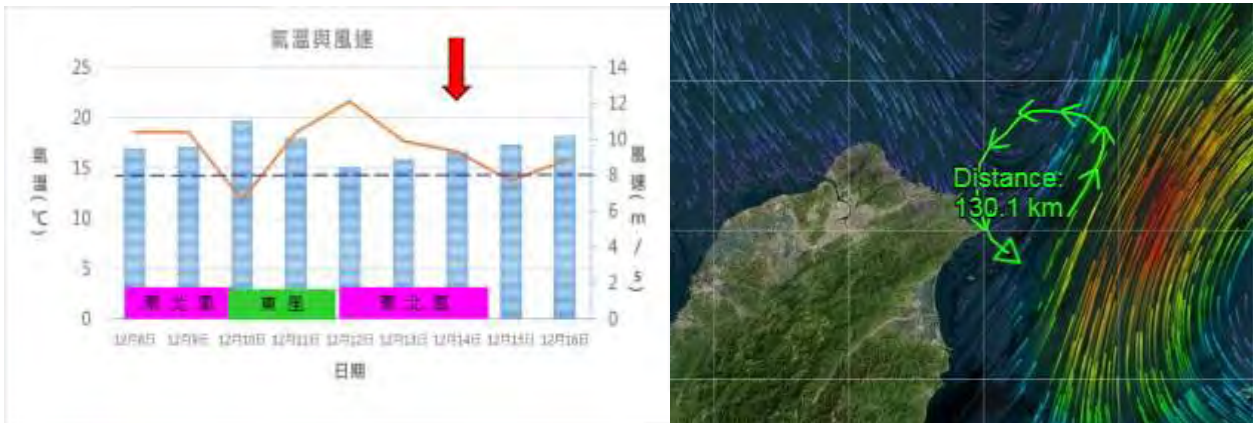
(四) 11/24 至 12/2 期間，北部受到兩波東北季風的影響，不過影響時間短暫，福隆海邊平均風速都沒有超過 8 m/s。當日平均海流資料發現黑潮主軸離東部海岸較遠，浮球模擬結果顯示海流主要在東北角近海打轉，並不會貼近海岸邊。11/30 東風與東南風的風速才稍微轉強，但只發現大量的水母上岸。我們推測與紫螺相較，水母的數量多、重量輕，浮囊狀的身體受風力影響更大，因此漂流的距離可以更遠，相同風力的條件下，仍然可以從外海漂到岸上。



(五) 12/5 起東北風逐漸增強，風速都超過 8 m/s，原本預期應該會有紫螺上岸，卻只發現潮線上許多水母、河豚和花枝的骨板海鰓鞘。我們發現這段期間黑潮主流離岸較遠，海流模擬結果顯示海漂物質也不易靠岸。這讓我們思考若海風不夠強，外海洋流會往東偏移，不易將紫螺帶到近海，再藉由東北風將紫螺吹送到岸上。由於在海面上風帶動不同深度海水的力量不同，加上地球自轉造成的科氏力影響，在北半球，海水流動的方向會往風向的右邊偏移 20~40 度，這個現象成為艾克曼效應。我們推論在前一波東北季風減弱後，仍要有夠強勁的東風引導洋流貼近海岸。再透過下一波強勁的東北季風將紫螺帶到東北海岸上。往後觀察到類似的天候狀況時，我們會特別觀察是不是跟我們的推論相符。



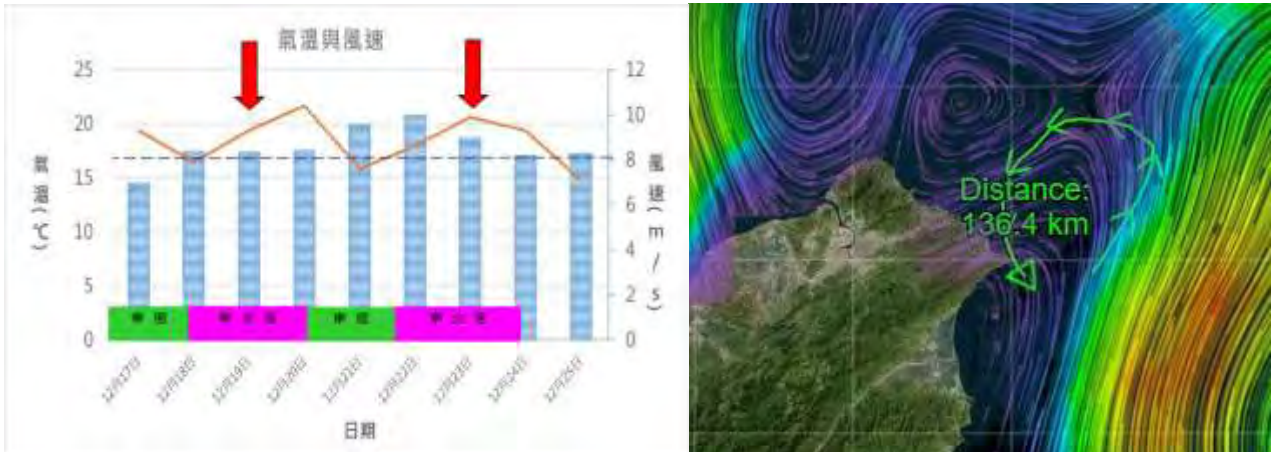
(六) 12/10 隨著高壓中心出海，氣溫回暖，風向轉為東風，這幾天海岸邊風速大部分都維持在 **8 m/s 以上**，**海流也貼近東北角海岸**，12/12 起東北季風再度增強，符合之前預測紫螺上岸的條件。但上課期間無法前去調查，兩天後的週五下午我們到福隆，沙灘上確實有相當多些微脫水的紫螺與僧帽水母，應該是前兩天上岸的，應證我們 12 月初推測的可能性。



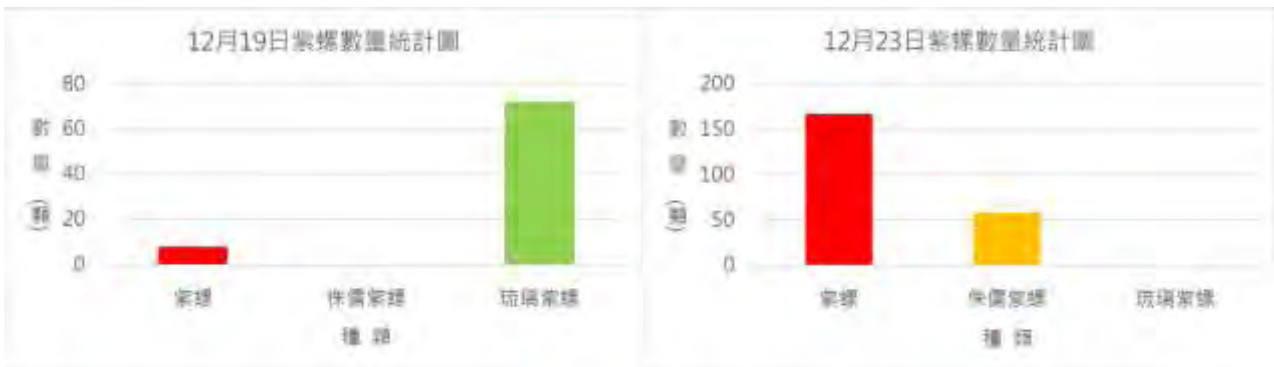
12/8 東北風增強	12/10 高壓出海，回暖	12/15 東北風增強



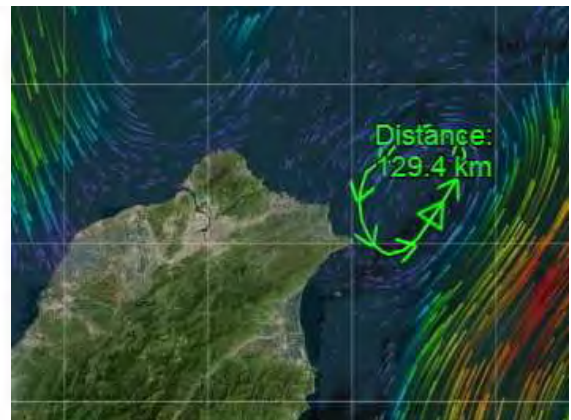
(七) 12/15 日下半年起東北季風再度增強，兩天氣溫回暖轉東風後 18 日晚上東北風再度增強，12/19 下午又發現大量剛沖上岸的新鮮紫螺與水母。相同的天氣型態在 21 日高壓出海台灣地區轉吹東風後，12/23 東北風增強，又有另一波紫螺與水母被沖上岸邊。兩次調查都滿足風速維持在 8 m/s，黑潮往西偏移，東風轉東北風的推論。



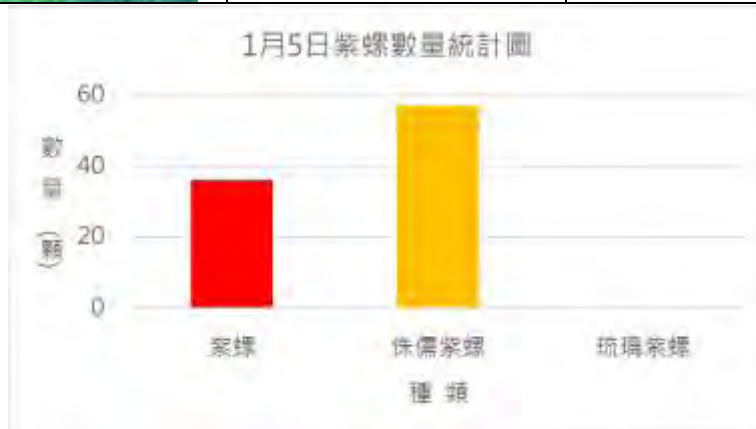
12/19 東北季風增強	12/21 高壓出海，回暖	12/23 東北風增強



(八) 12/24 起東北季風再度增強，隨著大陸冷氣團的南下氣溫驟降，12/28 日前都吹著強勁的東北季風。12/29 的調查發現沙灘上有大量吹上岸一陣子的乾扁水母和剛吹上岸的新鮮水母，但卻沒有紫螺。12/30 起轉為東風，1/3 另一波東北季風報到。雖然海流不如 12/23 那麼貼近海岸，但這一週福隆平均風速都在 10 m/s 以上，1/5 的調查又發現一批紫螺上岸了。我們認為即使海流未能將紫螺直接送上岸，如果這段期間有強勁海風與正確的風向變化，仍然有機會將離岸稍遠的紫螺吹上岸。





12/24 東北季風增強	12/27 大陸冷氣團南下	1/3 東北風影響



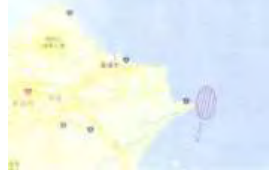


四、為了驗證我們的推論，我們利用自製模型模擬，由於大範圍的風向與洋流的模擬必須考量地球自轉造成的科氏力與艾克曼效應。我們進行東北角局部區域的模擬，假設紫螺已經被洋流帶到東北角近海，觀察紫螺被風吹送漂流的情形。我們利用輕黏土微粒模擬紫螺受到不同風向吹送在水面漂流的情形。我們分為以下幾種風向模式進行實驗：




(一)純粹吹東風或吹東北季風的情形

風向	吹東風	吹東北風
漂流情形	輕黏土微粒隨東風漂流到三貂角與鼻頭角之間的外海時就分為往西北方跟往西南方兩個方向漂走，沒有進入到福隆海岸附近。	微粒在外海聚集後，繞過三貂角往南方移動，沒有進入到福隆海岸。
示意圖		

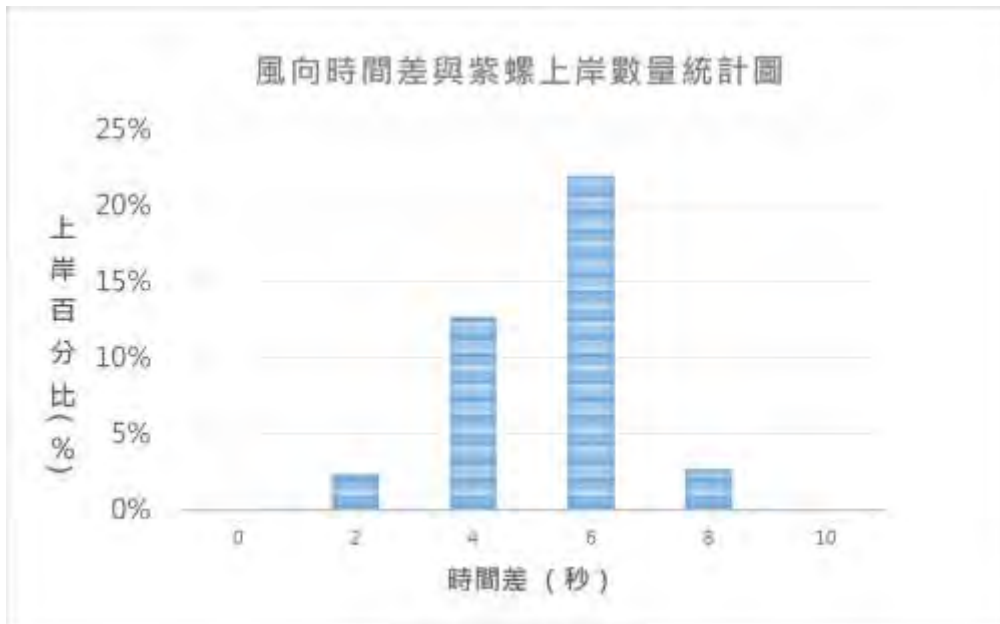
(二)先吹東北風再吹東風，不同時間差的漂流情形

時間間隔	0 秒	4 秒	8 秒
漂流情形	路線與吹東風的結果類似，在較靠近鼻頭角附近就分兩頭漂走。	在福隆外海打轉一下貼近海岸時就繞過三貂角往南邊漂了。	路線與吹東北風的結果類似，繞過三貂角就往南邊移動了。
示意圖			

(三)先吹東風再吹東北風

時間 間隔	0 秒	2 秒	4 秒
漂流 情形	微粒一放下去就分成兩條路線往西南方漂，其中一些會在福隆外海不斷的打轉，形成一個漩渦流，但還是沒有靠岸。	一整團微粒往三貂角移動，撞上三貂角後大部分往西南方漂，有少部份卡在福隆海邊。	微粒在鼻頭角東邊聚集，在往南繞入海灣，碰到三貂角時再轉彎離開海灣。有一些微粒留在福隆海岸。
示 意 圖			

時間 間隔	6 秒	8 秒	10 秒
漂流 情形	正對著海灣的開口進到海灣內，微粒會在兩、三個地點停留。其餘的沿著海岸邊分兩條路線漂離海灣。是各種模式中會在福隆海岸停留最多的模式。	微粒在海灣外被吹成帶狀，有少數被吹上岸，其餘的在繞過鼻頭角後繼續往西方漂。	微粒一直往西邊漂，掠過鼻頭角北方，完全沒有進入到海灣內。
示 意 圖			



由模擬實驗結果發現先吹東風再吹東北風的模式才能把模擬紫螺的輕黏土微粒吹送到福隆地區海岸邊。而不同的時間差，漂上岸的比例也不一樣，其中時間差在 6 秒時上岸的比例為 22% 最高，因此風向轉變的時間要有一定的搭配。這樣的實驗結果支持我們在分析天氣圖所做出的推論，需要先有一段時間吹東風，再有一波東北風才能將東北外海的紫螺吹到岸邊。

五、調查期間我們發現福隆海灘除了可以觀察到許多螃蟹、貝類，和魚類之外，也能許多鳥類覓食或活動的地方。尤其在冬季期間，戲水遊客稀少，更讓這些生物棲息不受人為過多的干擾。以下幾種是我們調查期間經常大量出現的生物：




角眼沙蟹	環頸鴿	魚鷹	黑鳶
			

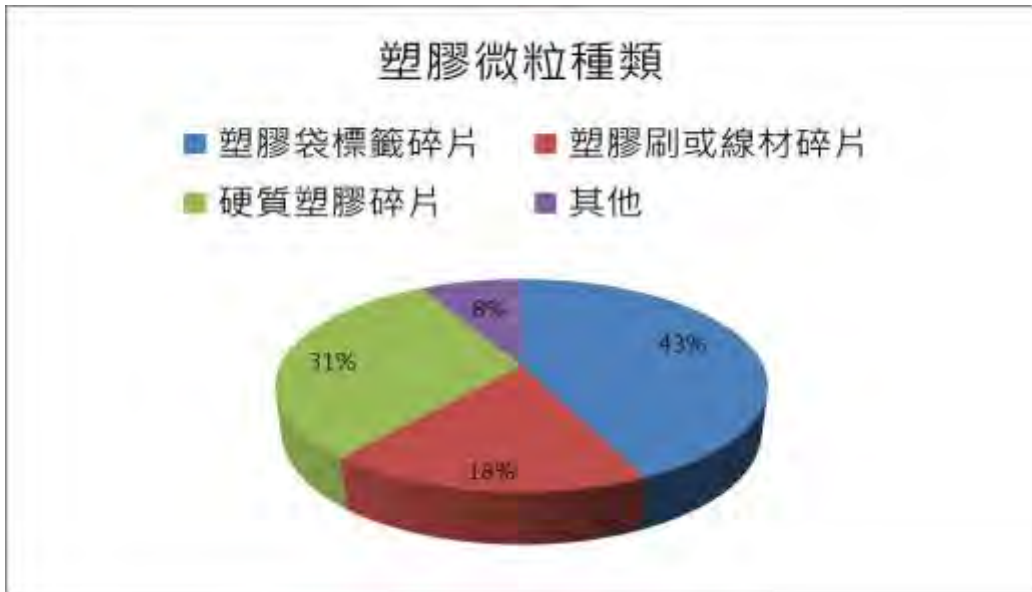
然而，在這段野生動物能享受的寧靜時期背後，卻暗藏著另一種人為污染的隱憂。如果遇到東北季風強勁時，岸邊的海漂垃圾數量非常多，其中以比較輕質的塑膠瓶罐、容器或保麗龍碎片為主。有些地區垃圾密度之高，不時還飄著陣陣惡臭味，讓我們十分震驚。其中，有一些寶特瓶標籤印有簡體字或韓文，應該是從鄰近的國家跨海而來。還

好，當東北季風減緩，氣溫回暖時，海漂垃圾卻沒有那麼多。因為不同風向的影響，海岸邊的海漂垃圾可能會漂流上岸或回到海洋中在近海漂浮。

2018年12月9日 東北季風強勁	2018年12月14日 吹東風，天氣回暖
	
大多是能漂浮在水面的塑膠瓶罐、保麗龍	不少寶特瓶可能來自於中國大陸
	

由於在自然課中看過關於海漂垃圾的主題影片，我們更好奇的是像紫螺一樣又輕又小的塑膠微粒是不是也會因為海邊風向的不同也會有明顯的增加或減少。我們將每次調查時採集潮線附近的表層海沙，經過篩網過濾後，我們在顯微鏡下觀察到許多微小的塑膠碎片，包含塑膠袋、塑膠毛刷，以及硬質的塑膠物品碎片。其中以塑膠袋或是標籤碎片比例最高，其次為硬質塑膠容器的碎片，塑膠刷毛的碎片或是漁網、釣魚線的線材碎片也佔了約兩成的比例。

塑膠袋碎片	塑膠刷碎片	塑膠容器碎片
		



將樣本放入廣口瓶中充分搖晃後靜置沉澱一段時間，再取表層和塑膠微粒的液體，經過濾紙過濾，並曬乾後，收集這些塑膠微粒。利用微量天平秤重後，我們發現當每一次東北季風增強時，採集到的海沙中都含的塑膠微粒重量都會明顯增加。然而，當風力減緩時，這些塑膠微粒似乎不會有明顯的減少，反而在 12 月底隨著一波波緊密的東北季風到來，整個冬季海灘上的塑膠微粒有明顯上升的趨勢。



這個結果顯示被沖上岸的塑膠微粒，可能會持續留在沙灘上，隨著美麗的紫螺上岸，海洋中的塑膠微粒也悄悄的登陸，並且比大型的海漂垃圾更難清除。

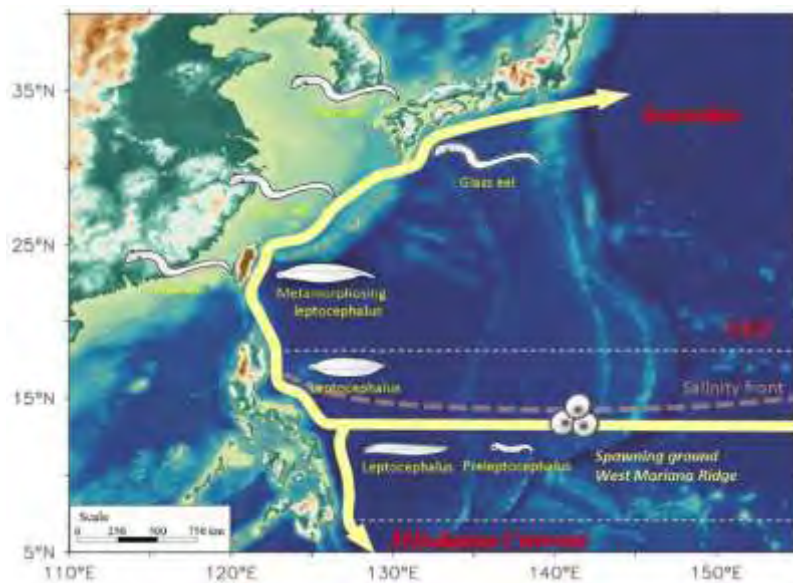
柒、 討論

- 一、 在 1992 年時，一艘滿載黃色小鴨的貨櫃輪在北太平洋翻覆，這些塑膠鴨隨著洋流漂流到世界各地，反而成為海洋科學家一窺世界洋流分布的追蹤物。漂流性的紫螺與黃色小鴨有類似的特性，已有學者發現紫螺在大西洋有固定的漂流路徑。我們認為**紫螺也能作為天然的追蹤物**，瞭解台灣東海岸洋流與季風如何共譜一首美妙的協奏曲。



紫螺在大西洋漂流的路徑示意圖

- 二、 **紫螺**在福隆出現的期間，剛好是當地漁民**撈捕鰻苗**的季節。查詢相關文獻後發現鰻魚幼苗與紫螺一樣游泳能力不佳，都會順著黑潮漂流到台灣東部與東北部的河川出海口，兩者因此會在相同的時間出現。此外，紫螺大量出現期間也是福隆地區的釣客**灘釣春子魚**熱門的時期。冬季時黑潮更靠岸邊，魚群跟著靠近海岸覓食。因此，**觀察紫螺的到來也可成為另一種漁汛的指標**。



日本鰻苗隨洋流漂流成長的示意圖

- 三、 搜尋網路上貝類收集者過去在東北角紫螺採集的紀錄，紫螺出現時間都落在每年 11 月下旬至隔年 2 月中，12 月到隔年的 1 月是大量出現的時期。由於冬季時，**黑潮主軸會更靠近台灣**，若能搭配夠強勁的東北風就能如同球門前的臨門一腳，將黑潮帶來的紫螺吹送上岸。分析福隆氣象站的觀測資料發現這段期間必須要有連續三天平均**風速超過 8 m/s** 的天氣條件，才能將外海的紫螺吹送到東北海岸邊。
- 四、 實際調查發現紫螺上岸時間點會落在**幾波有短暫間隔的東北季風增強期間**。就地面天氣變化分析，北方的冷高壓消退，東北季風減弱期間，都會伴隨有分裂的高氣壓中心西移到海面，台灣地區吹起東風或東南風的現象，將外海的紫螺吹近海岸附近，再透過下一波的東北季風將這些紫色嬌客送上岸，形成「紫螺借東風」的說法。由於風向與洋流流向間還需要考慮地球自轉的科氏力與艾克曼傳送效應，透過浮球的模擬，海流常在東北角附近形成漩渦流，我們發現紫螺的時間點，也是漩渦流更貼近福隆海岸的時期。因此，除了**海面風力強勁，恰當的海流路徑與風向轉變也是紫螺上岸的關鍵**。
- 五、 2018 年 10 月底時剛好有玉兔颱風接近造成的強風讓我們比往年提早採集到紫螺。那麼為什麼在颱風來襲頻繁的七、八月份紫螺反而無法上岸呢？雖然颱風外圍環流風力強勁，但風向會隨颱風中心移動而不斷改變，沒有特定的風向仍然無法將紫螺吹上岸。玉兔颱風在蘭嶼東方海域時外圍環流讓台灣東部海域吹起東風，讓外海的紫螺吹到台灣近海，到 11/2 來到台灣西南外海時剛好與東北季風產生**共伴效應**，強勁的東北季風將紫螺帶到東北部海岸。因此，除了**海流與季風整合的天時與地利，特定路徑颱風外圍環流的加成效果，也能讓紫螺靠岸的機率大大增加**。
- 六、 利用水槽模型模擬紫螺漂流的實驗發現，福隆沙灘位於鼻頭角與三貂角之間的海灣，純粹的東北風與東風都沒辦法將輕黏土顆粒送到位於內灣的福隆海岸。由於福隆海灘位於三貂角的北岸，先吹東北風再吹東風的方式反而會讓輕黏土往鼻頭角北方漂移而遠離福隆地區。實驗結果只有先利用東風將輕黏土顆粒吹到福隆北方近海，再透過東北風將顆粒吹到福隆沙灘，而**東風與東北風必須有特定的時間差**，這也對應了我們歸納需有特定的天氣條件才能看到紫螺上岸的現象。模擬實驗中輕黏土顆粒能上岸的比例最高只有大約兩成左右，確實需要有巧妙的天氣與時間的搭配，才能迎接這些貴客上門。

- 七、 冬季時來自熱帶的黑潮主流與從北方南下的大陸沿岸流會在台灣東北部外海交會，讓大量的魚群在這裡聚集，卻也讓來自南方與北方的海漂垃圾在此匯集。東北季風增強期間，我們在福隆海岸發現的**海漂垃圾**，除了來自鄰近的大陸沿海地區，也有可能隨**中國沿岸流南漂而來的韓國垃圾**。隨著一波波東北風將海灘的沙丘越堆越高，這些垃圾有時會被堆到離岸 20 公尺以外的地區大量堆積。等到風向轉變時，這些垃圾又被吹到又被海面繼續在近海漂流。四面環海的台灣寶島，更應該重視海漂垃圾帶來的危害，對戲水遊客宣導不要汙染海岸的同時，也別讓世界垃圾一家親的景象在各地海岸出現。
- 八、 大型的海漂垃圾可以透過自然的力量、人們發起的淨灘活動等方式清除，然而，我們肉眼不易察覺的塑膠微粒卻是更棘手的生態危機，我們發現正迎東北季風的福隆地區，在冬季時由於海沙堆積作用較旺盛，海沙中的塑膠微粒含量也不斷的增加。這段期間人為干擾較少，剛好是許多過境鳥類、洄游魚類在此棲息、覓食的日子。這些塑膠微粒可能透過海灘附近活動的生物進入到食物鏈循環中。在我們享受海鮮的同時，這些汙染物也悄悄進入我們體內。
- 九、 經過這次的調查研究，我們驚覺環保專家們一再強調的塑膠微粒汙染危害世界海洋生態的警告絕非危言聳聽。當我們在海灘上喜迎這些紫色嬌客時，默默的環境隱形殺手似乎也悄悄的上岸了。而曾經被票選為全台最美麗海沙的福隆，在我們毫無節限的使用與任意丟棄塑膠用品後，留給後人的是否只剩一片塑膠沙灘呢？這樣的危機值得大家多一些關注，從即刻起在日常中落實減塑生活。
- 十、 過去我們都認為進行科學研究都是親自去調查、做實驗而得到結果。經歷紫螺的調查研究，讓我們體驗除了實地調查採集，**廣泛蒐集與彙整他人分享的採集資訊，擅用各種專業網站與應用程式進行模擬與分析，也是讓研究更完善充實的重要方法**。想知道紫螺出現原因的單純想法，經過這一年有計畫的探索後，才瞭解各種現象的背後，是許多環境因素整合的結果。感謝台灣貝類圖鑑討論區中許多貝殼收藏者無私地分享歷年的採集經驗，還有過程中海洋生物專家、海洋物理專家的指導，讓我們能整合生物與地球科學兩個領域的專業知識，解開心中的疑惑，對原本陌生的台灣海洋環境有更深入的認識。

捌、 結論

- 一、 廣泛生長於熱帶地區的漂浮性貝類紫螺會受到海流與風的影響，在海面循著固定的漂流路徑，週期性的出現在特定地區。是探討世界各地洋流與大氣交互作用的良好天然追蹤標的。
- 二、 在台灣東北角海岸，紫螺的上岸意味著黑潮帶來的魚苗與魚群也會接近海岸邊。瞭解紫螺上岸的天氣條件，亦是掌握每年漁汛期的參考指標。
- 三、 透過分析實際天氣條件與模擬實驗發現，紫螺登陸福隆地區前，黑潮主軸會西移，貼近台灣東部海岸。周邊海域需有夠強勁的風，沿海平均風速需達 8 m/s 以上。風向上要先吹數日的東風後，輔以東北季風的增強，才能將紫螺吹至岸邊。實際氣象上，必須有前一波冷氣團勢力減弱，分裂高壓中心出海後，下一波冷氣團隨即報到，東北季風再度增強才能符合此條件。
- 四、 冬季時台灣東北部外海為黑潮主流與大陸沿岸流交會海域，來自南方與北方的海漂垃圾也會在此匯集。福隆地區冬季正迎東北季風，沙灘堆積作用明顯，海漂垃圾隨潮水與海風大量的堆積在沙灘上。加上冬季遊客稀少，清理工作不如夏天頻繁，使得垃圾除了臭氣薰天，部份容器也有孳生滋生的情形。在海漂垃圾大量到來的冬季，更應加強沙灘清潔維護工作。
- 五、 福隆海沙中的塑膠微粒冬季時廓清不易，微粒濃度在短短數個月內明顯的增加，除了污染沙灘環境外，亦可能透過海濱生物的覓食進入食物鏈循環，人們終成受害者之一。我們更應正視這些肉眼看不見的隱形危機，並從個人生活中做起，善盡垃圾分類處理與落實減塑生活。

玖、參考資料及其他

一、書籍：

- (一) 戴昌鳳 (2004)。台灣的海洋。遠足出版事業。
- (二) 賴景陽 (2008)。台灣貝類圖鑑。貓頭鷹出版社。

二、期刊論文：

中文期刊：

- (一) 陳柏姿 (2012) 台灣東北部海域的黑潮。中正學報 第八期，163-176。
- (二) 林淑芬 (2016) 宜蘭地區秋季共伴豪雨與聖嬰-南方震盪的遙相關。大氣科學，46，35-67。

英文期刊：

- (一) Lin, Y.-F., Wu, C.-R. & Han, Y.-S. A combination mode of climate variability responsible for extremely poor recruitment of the Japanese eel (*Anguilla japonica*). Scientific Reports 7, 44469 (2017).

三、網站：

- (一) 全球風場與天氣動態地圖

<http://earth.nullschool.net>

- (二) 科技部自然司海洋學門資料庫

<http://www.odn.ntu.edu.tw/>

- (三) 中央氣象局全球資訊網

https://www.cwb.gov.tw/V7/index_home.htm

- (四) 台灣貝類圖鑑

<http://shells.tw/~bill/shell/index.html>

- (五) 紫螺生態簡介

<https://www.youtube.com/watch?v=joI6cnqB2Fw>

- (六) 黑潮、台灣 -- 2000 年 1 月高中地球科學教師研習

<http://resource.blsh.tp.edu.tw/taipei-earth/study/oceantw.htm#sec1>

【評語】 080503

此作品定期採集統計高潮線上一段距離內的紫螺數量，能配搭天氣和海流資料，完整推論影響紫螺上岸的條件，再以實驗來驗證所推論的結果，科學論點的建立清晰。大致清楚且具邏輯性地解釋實驗結果，所收集紫螺分成了三類，但每次的收集種類變化十分劇烈，可以進一步探討造成每次收集三種紫螺的比例不同的因素。對於紫螺漂流上岸的部分有詳盡的實驗，漂流廢棄物與紫螺對於洋流及季風上岸的影響或許不同，可以增加漂流廢棄物在相同日期上岸的比較，了解兩者間的異同之處。科展筆記展現出其研究歷程中如何收集參考資料、思考方向和調查資料的解釋示意圖等，顯示學生相當投入專題研究。

壹、研究動機

過去我們參加學校貝殼解說員的東北海岸考察活動，偶而會找到一種殼很薄的紫色漂亮貝殼—紫螺。與其他貝殼不同，紫螺只會在冬天出現。為了解開紫螺登陸之謎，我們今年（2018）冬天再去追紫螺，希望透過實際調查瞭解紫螺上岸的洋流與天氣條件，並探討這樣的海氣條件對當地漁業和海岸污染情形的影響。

貳、研究目的

- 一、尋找東北海岸適合的觀察與採集地點，定期調查紫螺大量出現的時間。
- 二、調查紫螺出現期間的海氣資料和當地漁業活動，探討紫螺出現的海氣條件與當地漁業活動的關聯性。
- 三、透過分析紫螺出現前後數日的海氣資料以及模型模擬實驗，瞭解紫螺上岸的關鍵海氣條件。
- 四、探討紫螺出現期間沙灘海漂垃圾與海沙中塑膠微粒數量間的關係。

參、研究背景介紹

- 一、紫螺為腹足綱翼舌目的漂浮性貝類，廣泛分布於全球熱帶海域。冬季會隨著洋流漂流到臺灣東北海域。
- 二、紫螺的腹足會分泌出黏液形成泡狀的浮囊。並以齒舌勾住水母的觸鬚，捕捉水母為食(圖1)。
- 三、臺灣常見有三種紫螺分別為：紫螺、琉璃紫螺，以及侏儒紫螺(圖2)。



圖1. 紫螺構造圖

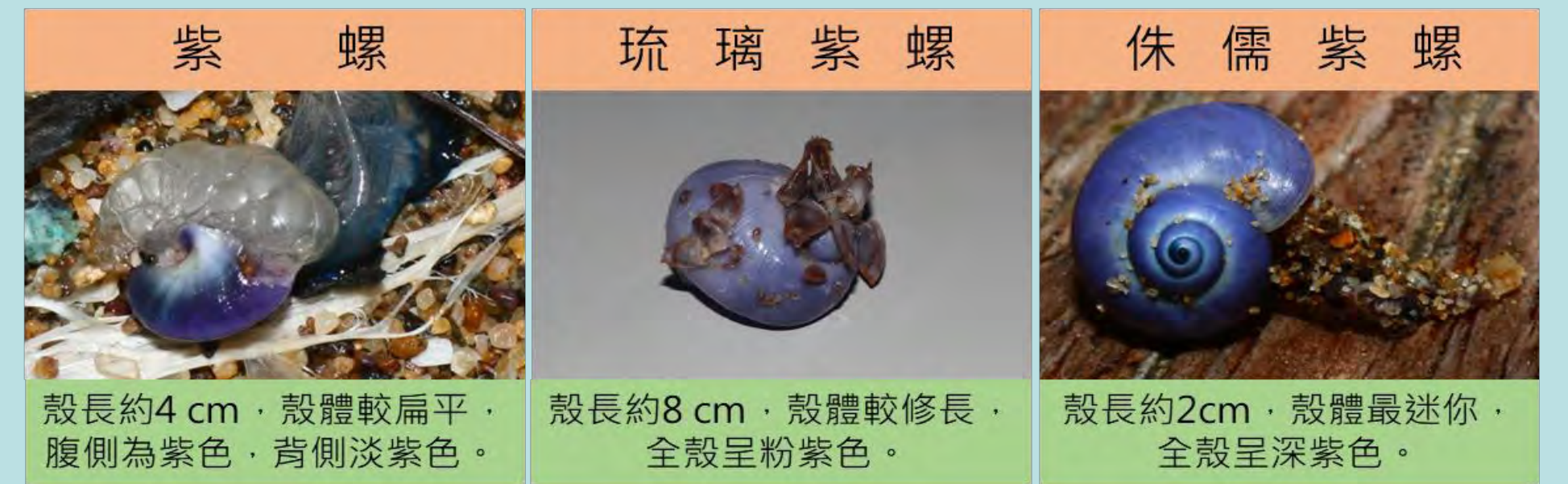


圖2. 臺灣東北海岸常見的三種紫螺

四、本研究假設黑潮將紫螺從熱帶海域帶到東北外海，再由季風吹送到岸上(圖3)，研究架構如圖4。



圖3. 研究假設

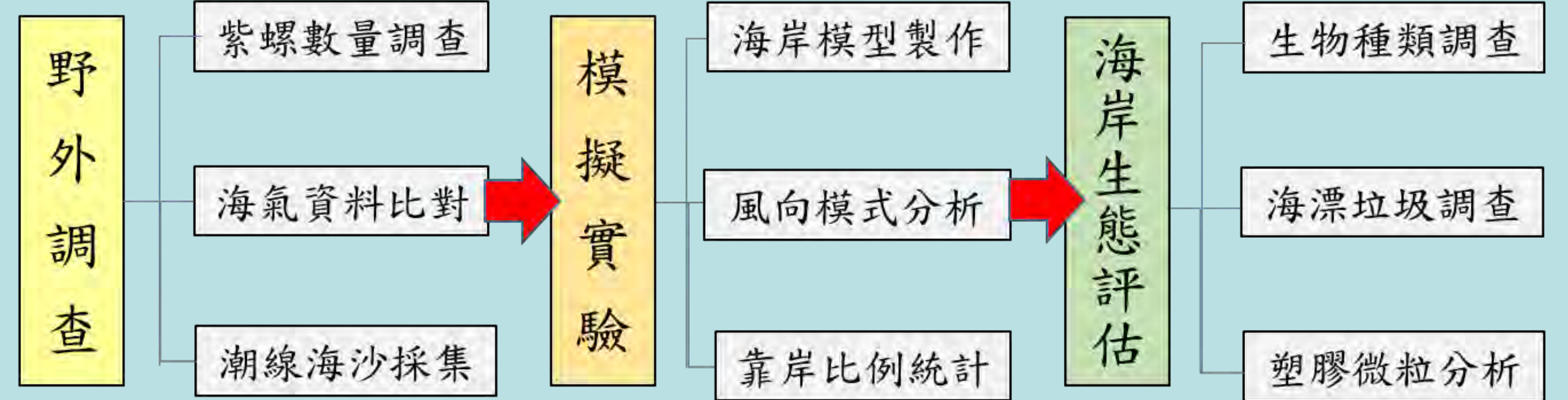


圖4. 研究架構圖

肆、研究過程和方法

一、野外調查

11月起隔週定期調查

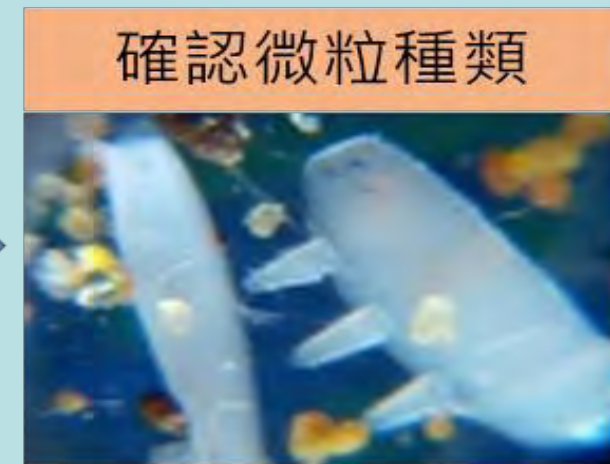
搜集標本與海象資訊

分析相關海氣條件

二、模擬實驗



三、海沙中塑膠微粒數量分析



伍、研究結果

- 一、2018/11/2至2019/1/5 共進行10次實地調查，其中6次有採集到紫螺(圖5)。
- 二、紫螺會停留在高潮線以上5公尺內的範圍內，不同種類紫螺離岸的距離也不同(圖6)。

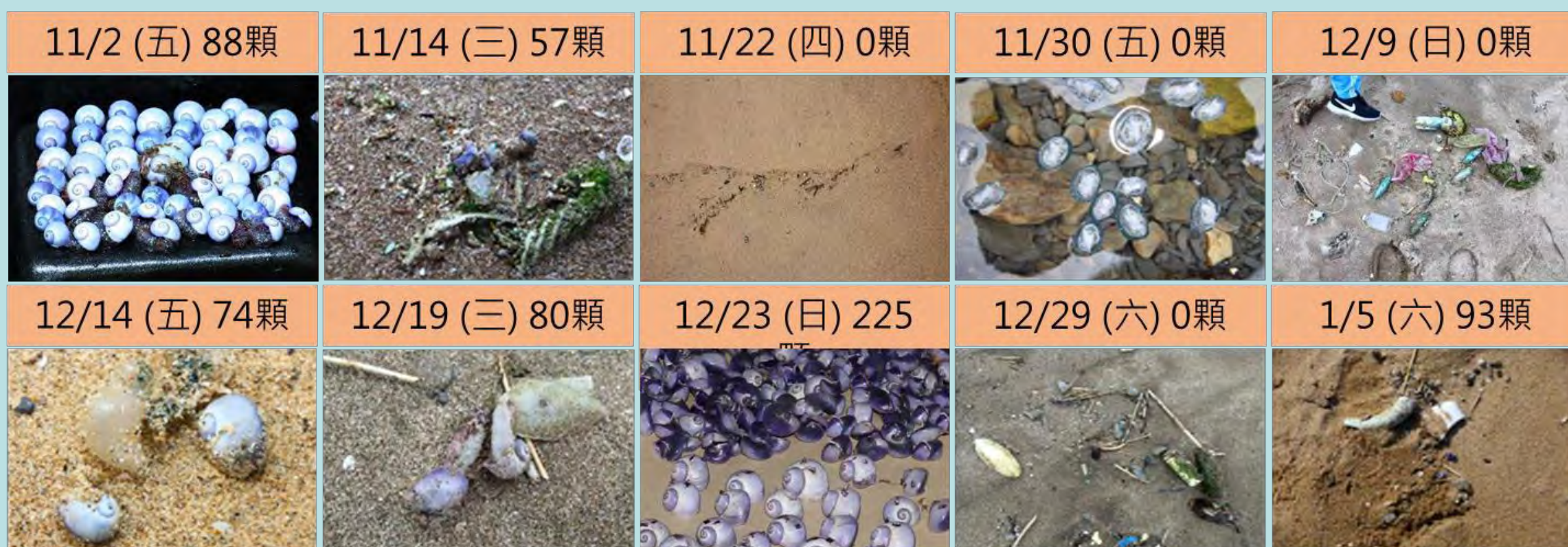


圖5 各次實地調查結果

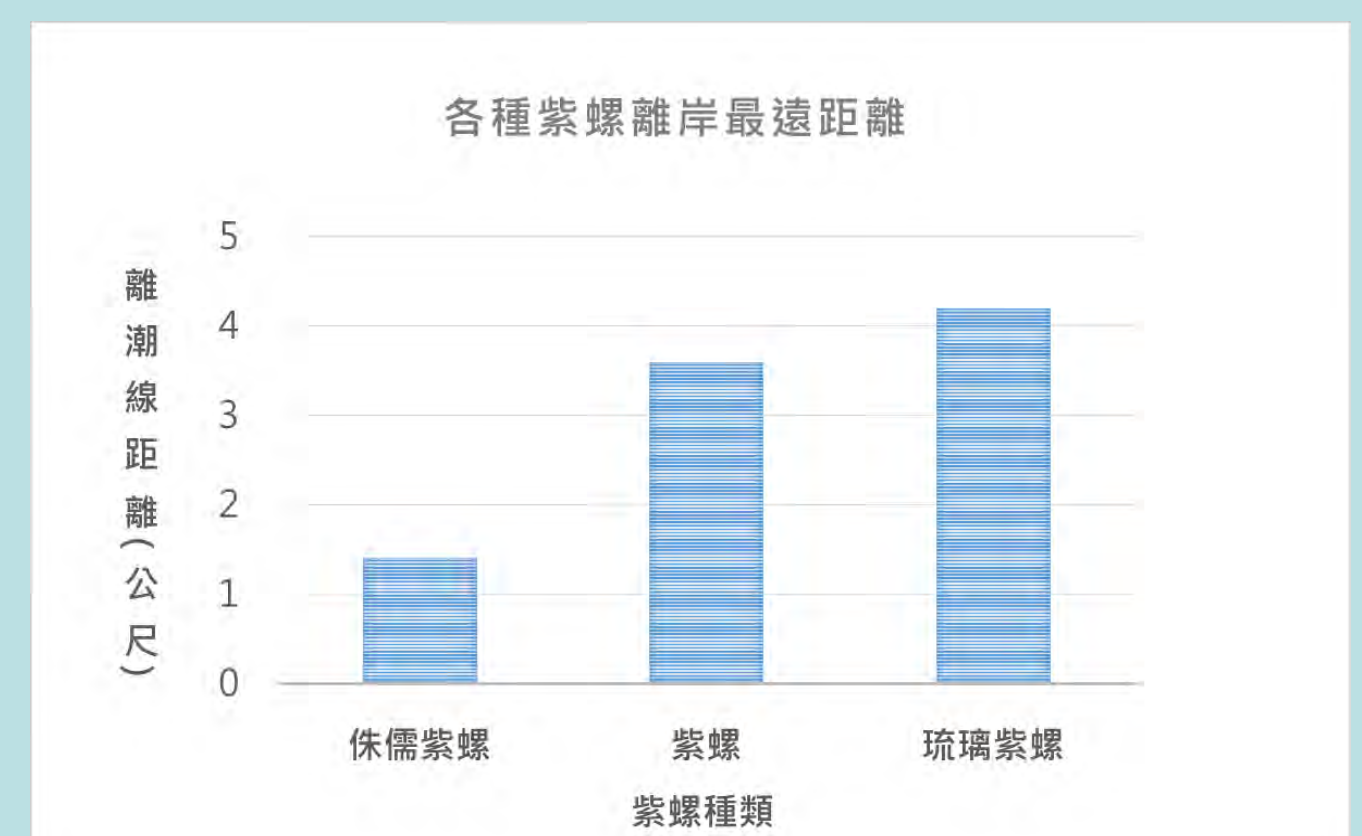


圖6 不同種類紫螺離岸距離

三、分析海氣資料發現紫螺會在黑潮貼近海岸、連續三天平均風速超過 8 m/s、由東風轉為東北風時上岸。

1. 11/2第一次發現紫螺上岸，因玉兔颱風與東北季風共伴效應影響，較往年提早出現(圖7)。

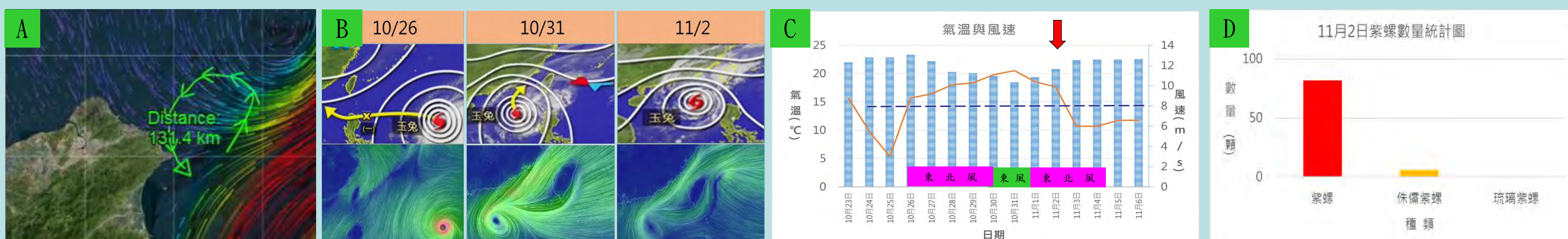


圖7. 10/26至11/2期間海氣資料 (A)模擬浮球漂流路徑圖 (B)天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖(D)紫螺數量統計圖。

2. 11/14 採集到紫螺，11/9~11/14期間的海氣資料如圖8。

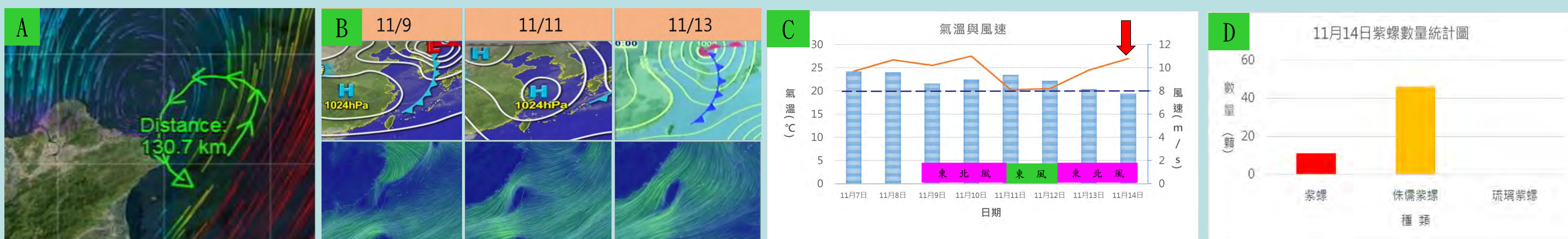


圖8. 11/9至11/14期間海氣資料 (A)模擬浮球漂流路徑圖 (B)天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖(D)紫螺數量統計圖。

3. 12/14 採集到紫螺，12/8~12/16期間的海氣資料如圖9。

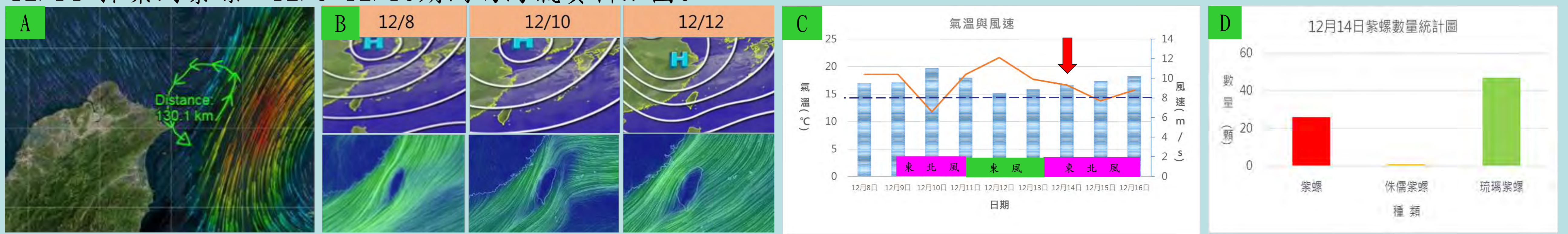


圖9. 12/8至12/16期間海氣資料 (A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖(D)紫螺數量統計圖。

4. 12/19及12/23 採集到紫螺，12/17~12/25期間的海氣資料如圖10。

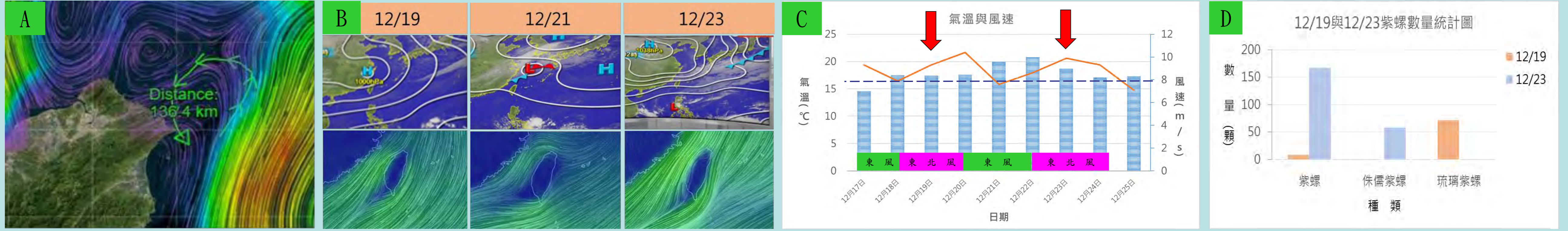


圖10. 12/17至12/25期間海氣資料 (A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖(D)紫螺數量統計圖。

5. 1/5 採集到紫螺，12/24~1/5期間的海氣資料如圖11。

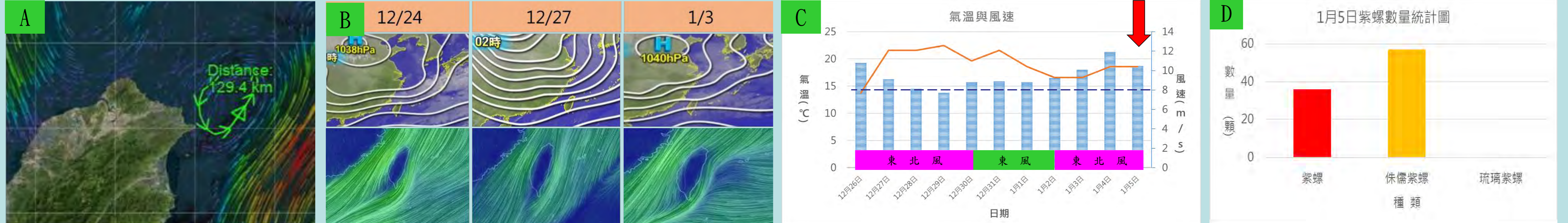


圖11. 12/24至1/5期間海氣資料 (A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖(D)紫螺數量統計圖。

四、黑潮沒貼近海岸、平均風速不及 8 m/s、或連續多日只吹送強烈東北風，無法將外海的紫螺送到海岸。

1. 11/22調查結果， 11/15~11/23期間的海氣資料如圖12。

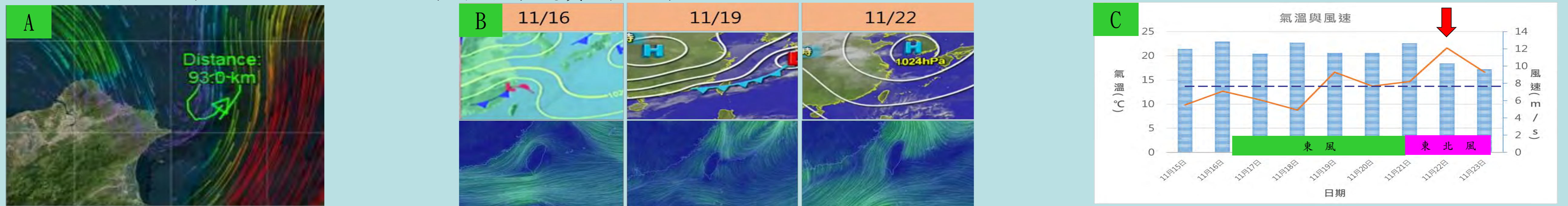


圖12. 11/16至11/22期間海氣資料(A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖。

2. 11/30進行調查， 11/24~12/2期間的海氣資料如圖13。

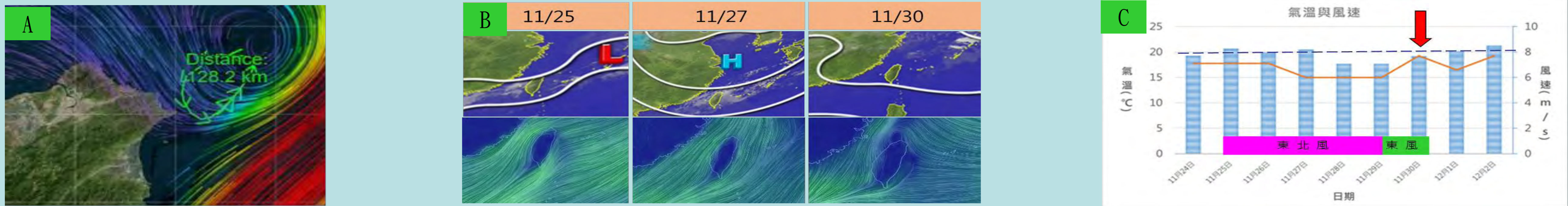


圖13. 11/24至12/2期間海氣資料(A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖。

3. 12/9調查結果， 12/2~12/10期間的海氣資料如圖14。

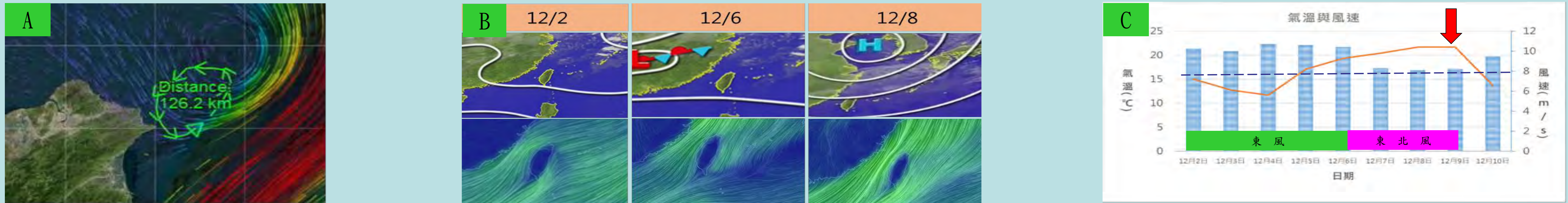


圖14. 12/2至12/10期間海氣資料(A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖。

4. 12/29調查結果， 12/26~1/5期間的海氣資料如圖15。

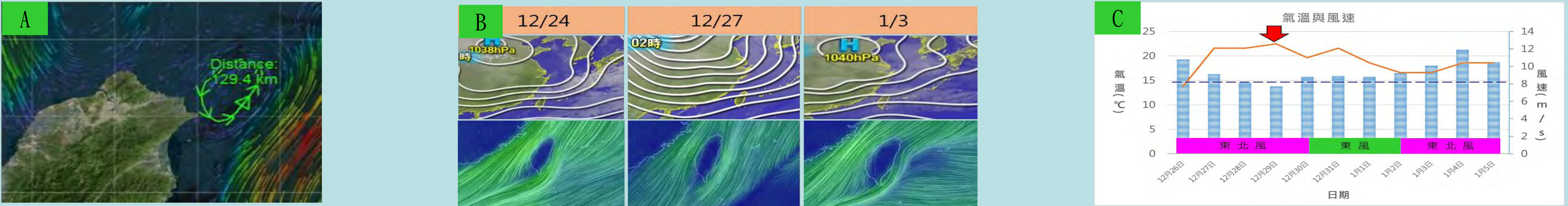


圖15. 12/24至1/5期間海氣資料(A)模擬浮球漂流路徑圖 (B) 天氣圖與風場動態圖 (C)天氣資料分析圖。

五、利用模型進行模擬實驗

1. 單純吹東風或東北風模式，模擬顆粒只會在外海聚集。

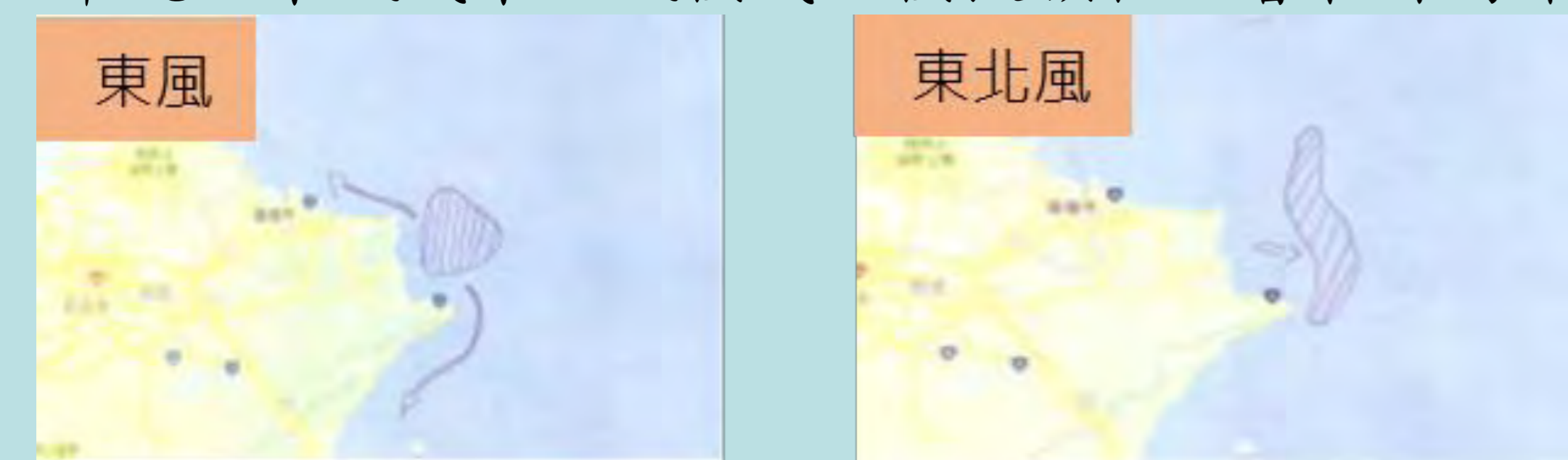


圖16. 兩種單一風向漂流軌跡圖。

2. 先吹東北風再吹東風模式，顆粒多繞過岬角兩側。

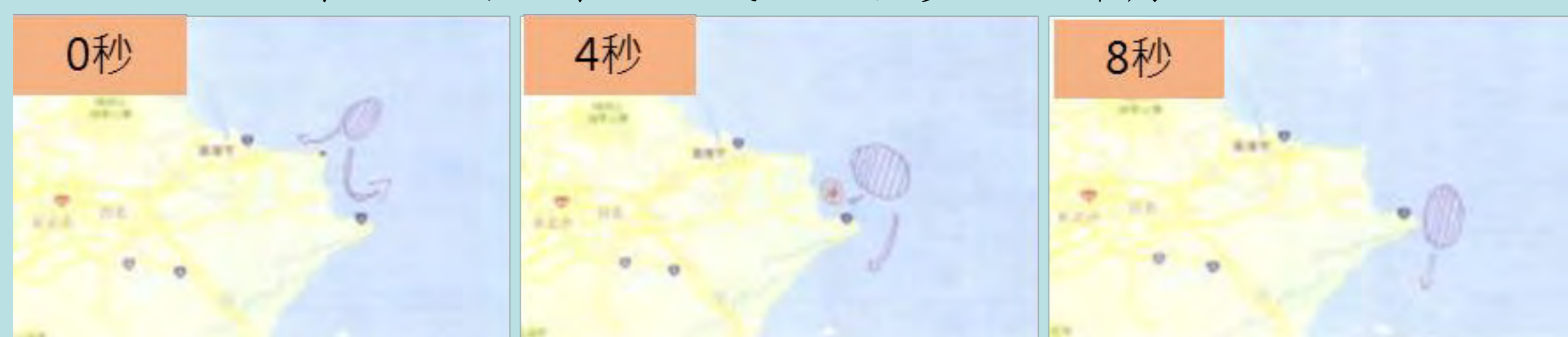


圖17. 先吹東北風再吹東風不同時間間隔漂流軌跡圖。

3. 先吹東風再吹東北風模式，在特定時間差條件下，紫螺模擬顆粒會停留在福隆海岸上。

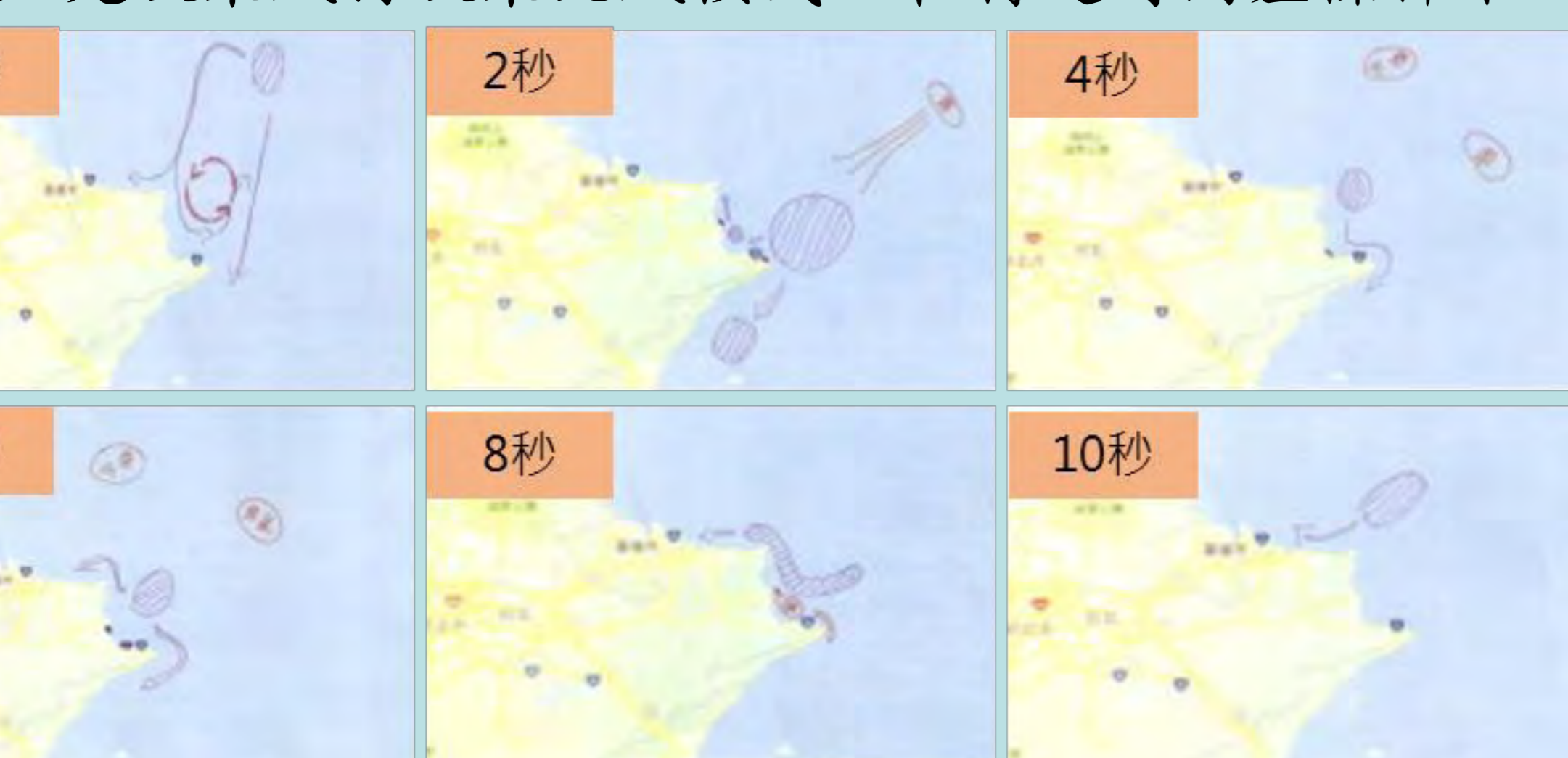


圖18. 先吹東風再吹東北風不同時間間隔漂流軌跡圖。

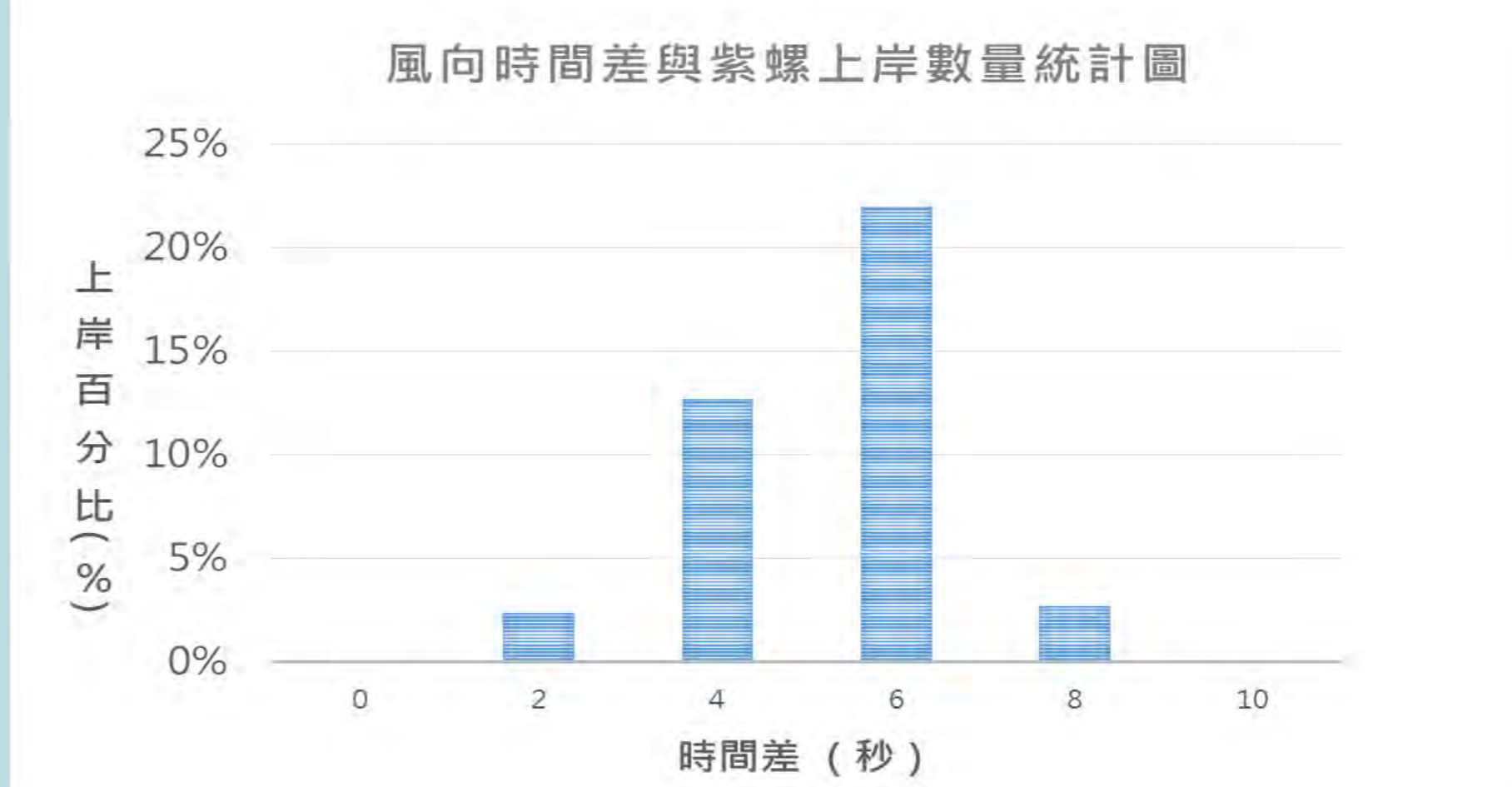


圖19. 不同時間間隔顆粒靠岸百分比統計圖。



圖20. 間隔6秒模式顆粒靠岸情形。

六、東北季風增強期間，大量海漂垃圾會福隆沙灘堆積，並與上岸的紫螺共同集中在海岸內灣地區。



圖21. 不同季節福隆海灘海漂垃圾堆積情形。



圖22. 紫螺與垃圾聚集區域分布圖。



七、福隆沙灘中的塑膠微粒主要源自於塑膠容器、塑膠包材等碎片。分析每次採集的海沙塑膠微粒，冬季期間潮線附近海沙中的塑膠微粒含量有快速增加的趨勢。

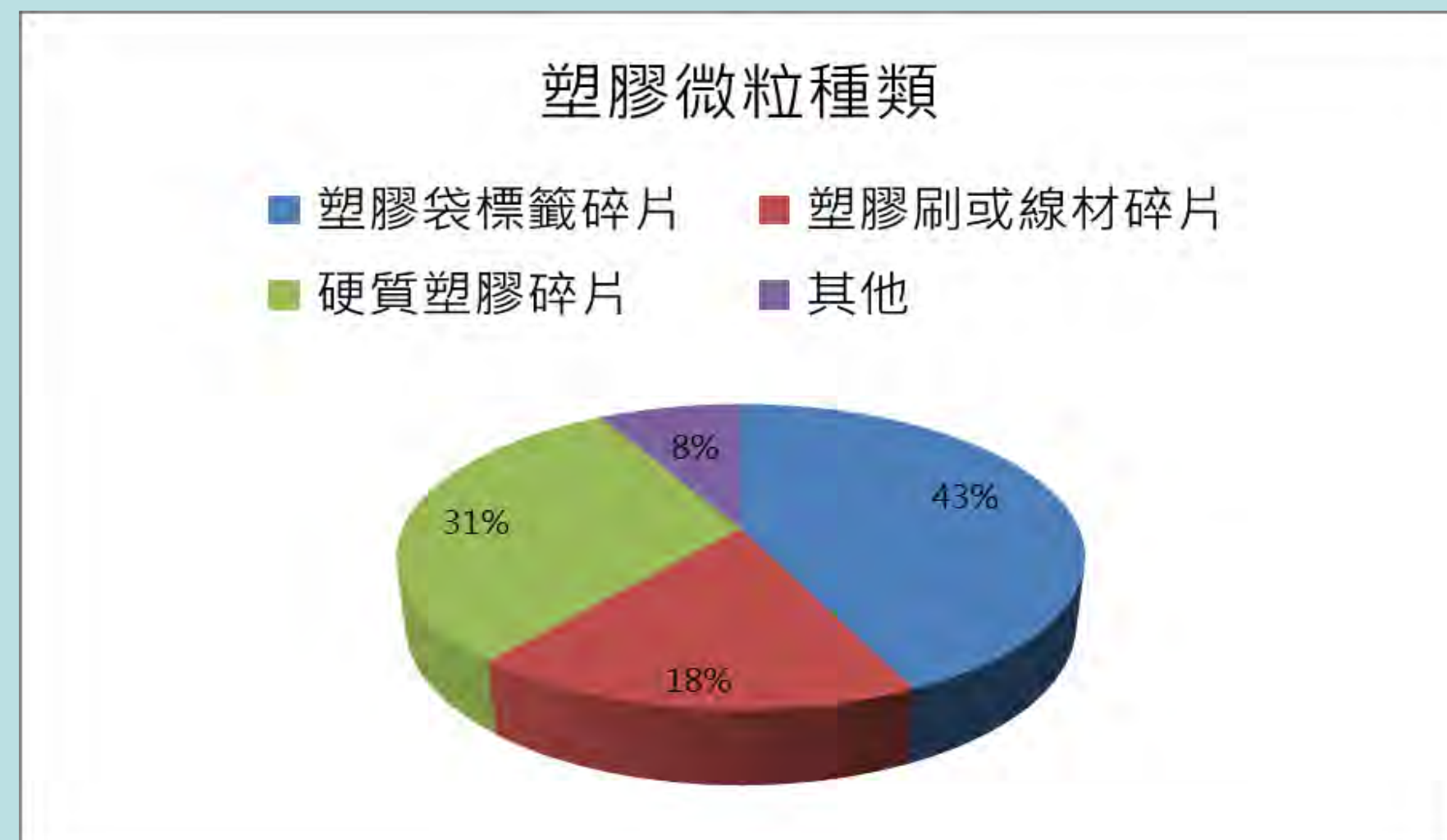


圖23. 可辨識的塑膠微粒種類比例統計圖。



圖24. 海沙中塑膠微粒重量統計圖。

陸、討論

- 一、紫螺這種運動能力不佳、只能藉由洋流與海風漂流的貝類，可作為追蹤洋流與季風交互作用的指標。
- 二、大量紫螺出現的時間正是當地漁民撈捕鰻苗的季節。相關文獻(參考資料一)指出鰻苗與紫螺一樣，都會順著黑潮漂流到臺灣東部與東北部海岸。此時也是福隆灘釣春子魚的最佳時刻。冬季時黑潮更靠近海邊，紫螺和魚群也跟著靠岸覓食。因此，紫螺的到來也成為漁汛的指標。
- 三、原先認為東北季風盛行期間紫螺會持續被帶上岸。實際調查與分析發現上岸時間都落在幾波有短暫間隔的東北季風增強期間。黑潮主流貼近海岸，連續三天平均風速超過8 m/s，加上風向由東風轉為東北風的天氣條件。因此修正原先的想法，形成「紫螺借東風」的說法。除了海面風力強勁，恰當的海流路徑與風向轉變也是紫螺上岸的關鍵。
- 四、2018年玉兔颱風造成的共伴效應使東北季風增強，提早於11/2日發現紫螺。2010年梅姬颱風的共伴效應，也讓紫螺在10/30日就出現。颱風與東北季風形成的共伴效應，是紫螺提早出現的主因之一。

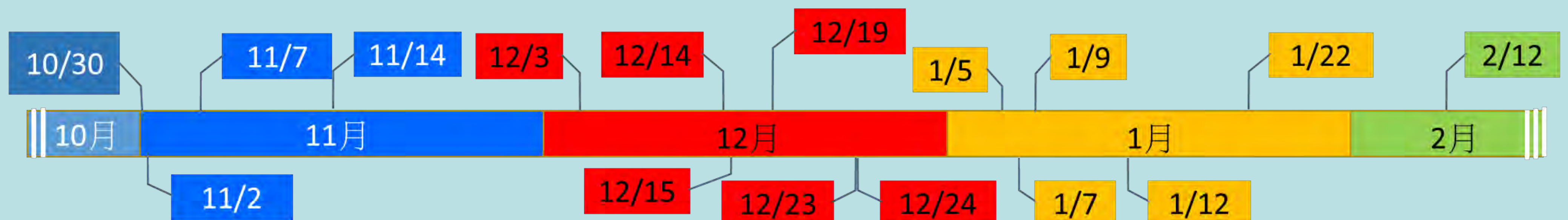


圖25. 2010~2018年東北海岸發現紫螺日期(參考臺灣貝類圖鑑網站討論區歷年採集紀錄)。

- 五、模擬實驗發現，突出海岬附近的水流速度較快，輕黏土顆粒會繞過岬角而遠離海岸，不易在福隆內灣堆積。只有先利用東風將輕黏土顆粒吹到近海，特定時間差下，再透過東北風將顆粒吹到福隆沙灘。符合我們歸納需要特定的天氣條件，才能迎接這些貴客上門。
- 六、東北季風增強期間，海岸邊也聚集大量瓶罐等海漂垃圾。當風向轉變時，這些垃圾又被捲入海中繼續漂流。紫螺的出現，除了是預告漁獲豐收的喜訊，也是大量垃圾來襲的生態悲歌。
- 七、大型海漂垃圾可透過人為清理等方式清除。然而，調查發現福隆海灘沙中的塑膠微粒含量也不斷增加，這些塑膠微粒可能透過海灘附近覓食的生物進入食物鏈循環，甚至進到人們體內。

柒、結論

- 一、福隆沙灘冬季正迎東北季風，地形平坦，調查採集安全性高，是東北海岸追蹤紫螺，藉以探討洋流與季風交互作用的良好地點。
- 二、紫螺的上岸意味著黑潮帶來的魚苗和洄游魚群靠近海岸的時期。瞭解紫螺上岸的天氣條件，亦是掌握每年漁汛期的參考指標。
- 三、海氣條件分析與模擬實驗結果發現，紫螺登陸時，黑潮主軸會西移，貼近臺灣東部海岸。周邊海域需有平均風速需達8 m/s以上的強勁海風。風向由吹數日的東風，轉為強勁的東北風。實際氣象上，必須有密集的幾波冷氣團接連報到，這也是每年11月中至隔年1月臺灣隆冬期間的典型氣候型態。
- 四、受海流與東北季風影響，冬季時海漂垃圾會大量堆積在福隆沙灘內灣區域。潮線附近海沙中的塑膠微粒含量會在數個月內快速累積，可能造成的環境危害值得相關單位留意，並更進一步的追蹤與探討。

捌、參考資料

- 一、Lin, Y.-F., Wu, C.-R. & Han, Y.-S. A combination mode of climate variability responsible for extremely poor recruitment of the Japanese eel (*Anguilla japonica*). *Scientific Reports* 7, 44469 (2017).
- 二、科技部自然司海洋學門資料庫<http://www.odt.ntu.edu.tw/>