

用UAV看見「觀新藻礁」

文◎ 莊翔富、謝承恩、蘭于鈞

臺灣西北部桃園沿海地區有豐富的藻礁生態，讓我們一起展翅高飛，從上帝的視角看看「觀新藻礁」於桃園海岸線的分布情形吧！

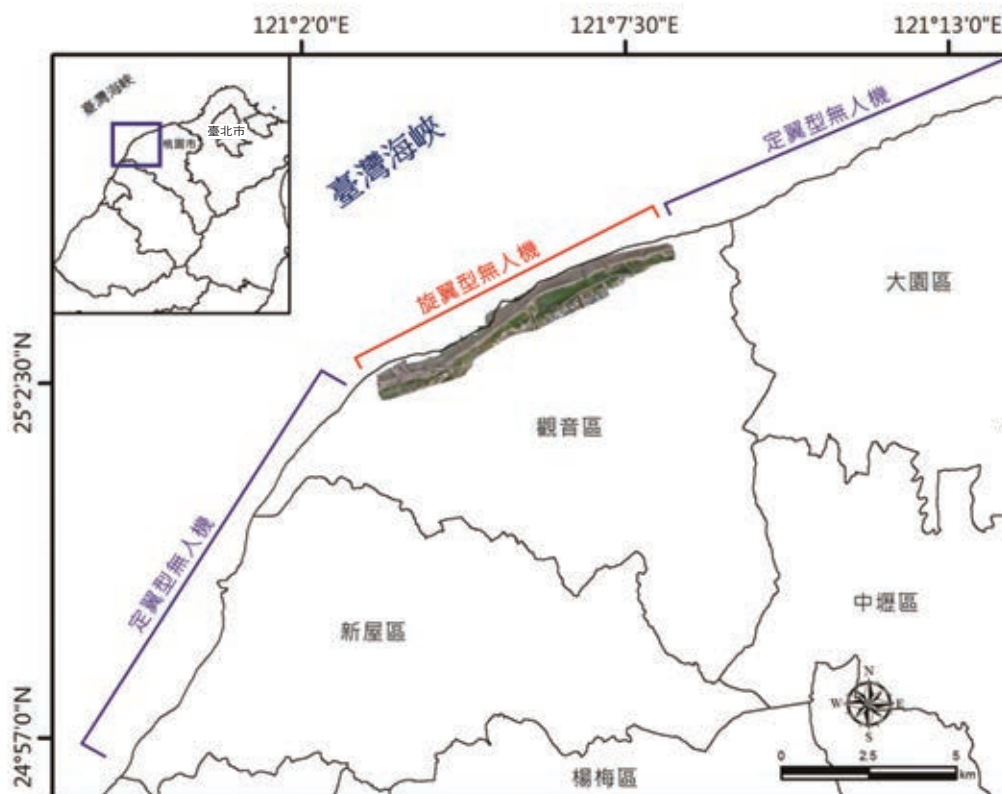
臺灣西海岸桃園地區有顯著的藻礁地景，北起桃園觀音區、南至新屋區的「觀新藻礁」最具知名度。然而由於沿岸地區河流出海口礫石遍布，而漂砂、細粒沉積物等因海浪、沿岸流、季風等外營力的作用，河口處的藻礁常被這些礫石、漂砂和細粒沉積

物等覆蓋，使得藻礁分布面積調查不易，且環境已變成不利藻礁生存。為此，本篇特以無人飛行載具搭載高解析度相機，以快速且前端的技術調查桃園沿海40公里海岸線藻礁之分布情形，以利日後作為沿岸保護區設置的重要資訊。

如何調查大面積的桃園沿岸？

挑選對的時間

桃園沿岸綿延約40公里，除了面積廣調查費時，漲退潮時間亦是個關鍵。因此本次採分段調查的方式，以同為低潮時段前後1



測繪區域與使用機具種類圖，本次針對觀音區沿岸進行詳細的藻礁分布調查。

莊翔富

萬里達工程有限公司負責人。

小時內拍攝，再以不同日期的正射影像拼接，整合4日各時期圖資分析並圈繪藻礁分布。

選擇旋翼型或定翼型無人飛行載具

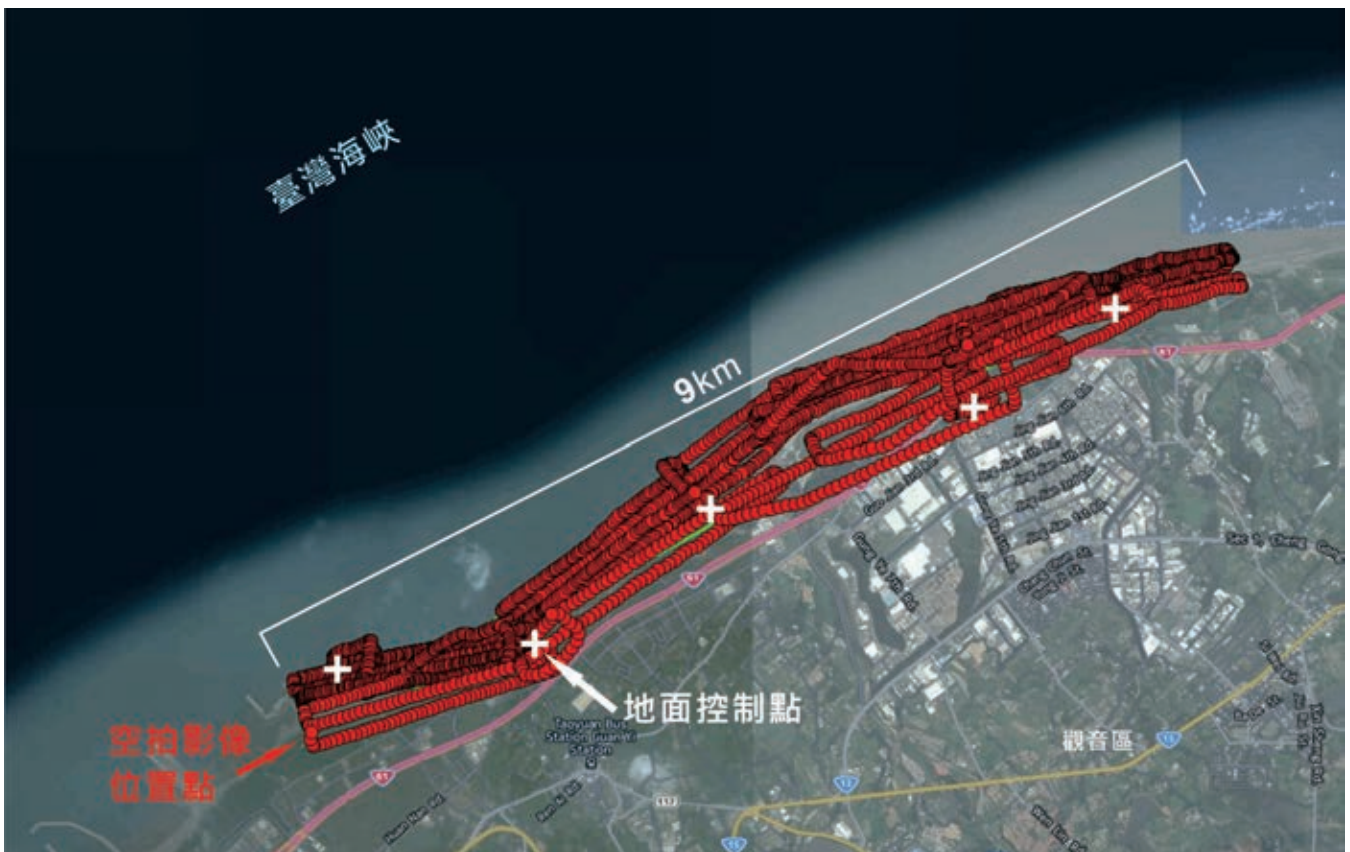
目前市售的無人飛行載具可以分為旋翼型和定翼型，在這麼大面積範圍是使用哪一型的無人飛行載具呢？答案或許與你想像的有些不同，正確解答是兩者混用。以旋翼型無人機對「觀新藻礁」觀音段進行測繪，一共12個

航次，航高120公尺（為了閃避風機），為的是高解析度的正射影像，搭配區域內其他的調查使用（如地電阻調查、透地雷達調查），精查該段藻礁的分布；至於其他段則以定翼型無人飛行載具快速調查，以中高解析度之正射影像判釋藻礁的分布。

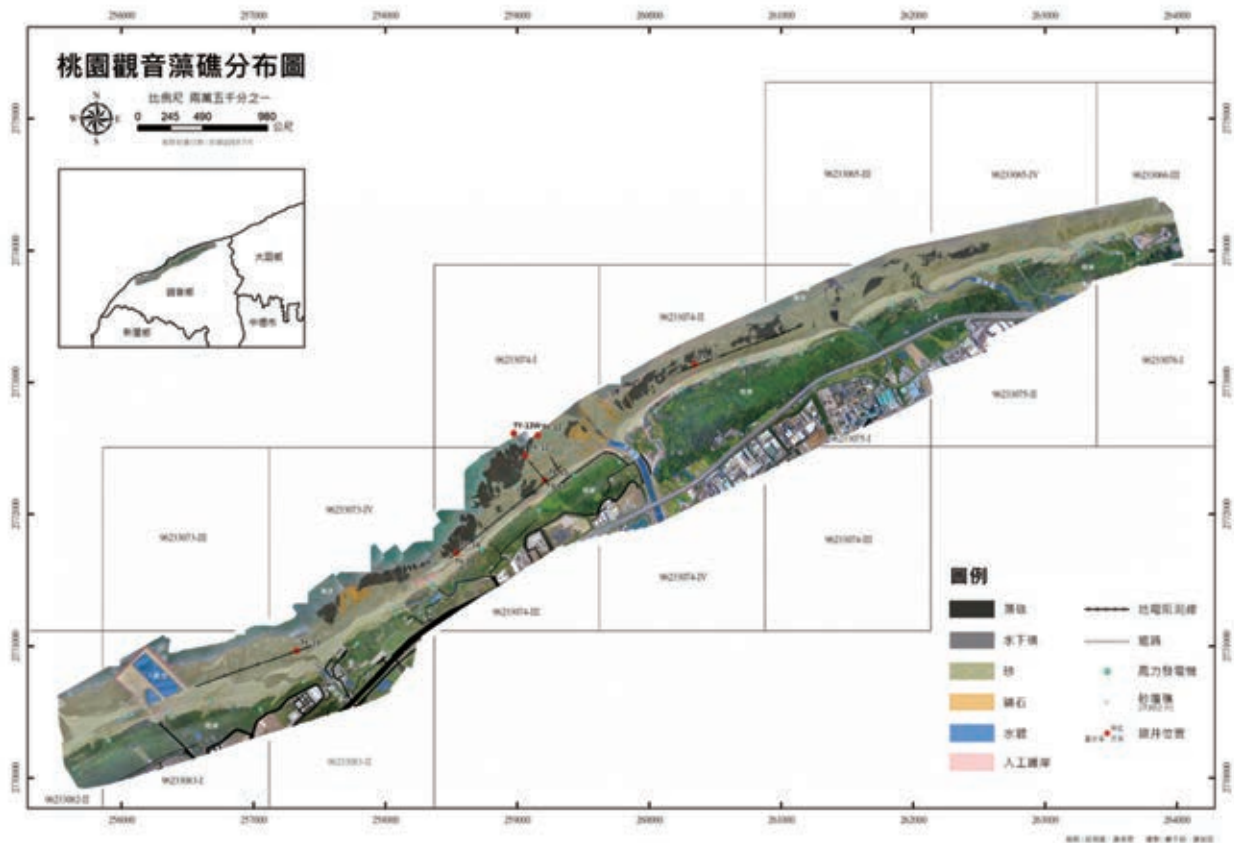
設置地面控制點

雖然目前市售的無人飛行載具已搭載GPS（全球衛星定位系統，Global position system），且無人

機的坐標已可直接於空拍影像檔案輸出時包含在各影像檔中，讓使用者得以參考該影像的拍攝地點。然而因無人機內建之GPS的測量誤差可達5公尺之多，以此資訊所製作的正射影像常與地面實際位置有公尺等級的誤差，且不同天所拍攝的退潮影像需要共同的「地面控制點」，以作為拼接的參考，因此本次即佈設數個控制點於沿岸不易被海浪侵蝕之區域，增加成品之精度與未來套疊其他圖資分析使用的可靠性。



藻礁測繪區域示意圖，紅點為空拍影像的位置，共使用3,396張影像；白色十字為地面控制點位置；測繪區域海岸線總長約9公里。



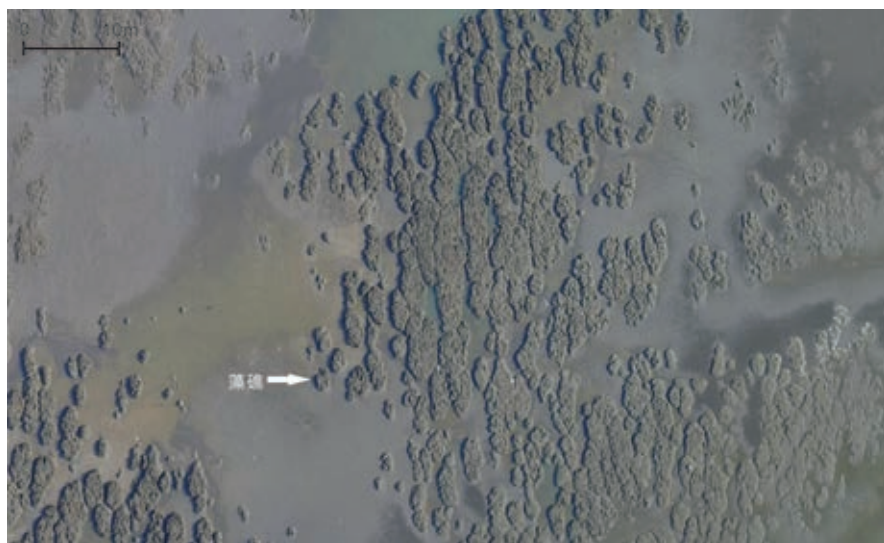
觀新藻礁分布圖，經正射影像判釋與現地調查，本區段藻礁出露面積至少44.18公頃。圖中紅色圓點為戴昌鳳等人(2008)鑽探之位置，同時搭配地球物理等方法，探查藻礁地下分布。

從地面到地下

空中鳥瞰

本次針對藻礁狀況較優之「觀新藻礁」觀音段，闡述所見之藻礁分布情形。本段測繪共使用

3,396張照片，經專業測繪軟體匹配分析影像後所得之正射影像解析度為4.74公分／像素，如下圖10公分左右的藻礁和砂礫石都能清楚呈現於紙面，可直接於正射影像中直接判釋藻礁與礫石的分布情形。



藻礁正射影像近照，白色箭頭所指為藻礁，其餘較平緩的區域為海岸漂砂所覆蓋。

至於「觀新藻礁」觀音段藻礁、砂礫等面積，以人工於GIS軟體內圈繪其範圍，經統計觀音段藻礁出露的面積至少44.18公頃。然而僅以正射影像探查藻礁的分布尚顯不足，傳統的野外調查也同時搭配進行。探查人員於低潮水位前後約1小時內，事先規劃圈繪作業之時間與範圍，並利用正射影像當作底圖，進行現地藻礁分布圈繪、說明註記、拍攝相片並在底圖中定位，確定正射影像上所見之藻礁於野外的實際狀況。

深入地下

由於戴昌鳳等人已針對部分區域進行鑽探，探查藻礁的地下分布，本次根據其鑽探結果，於

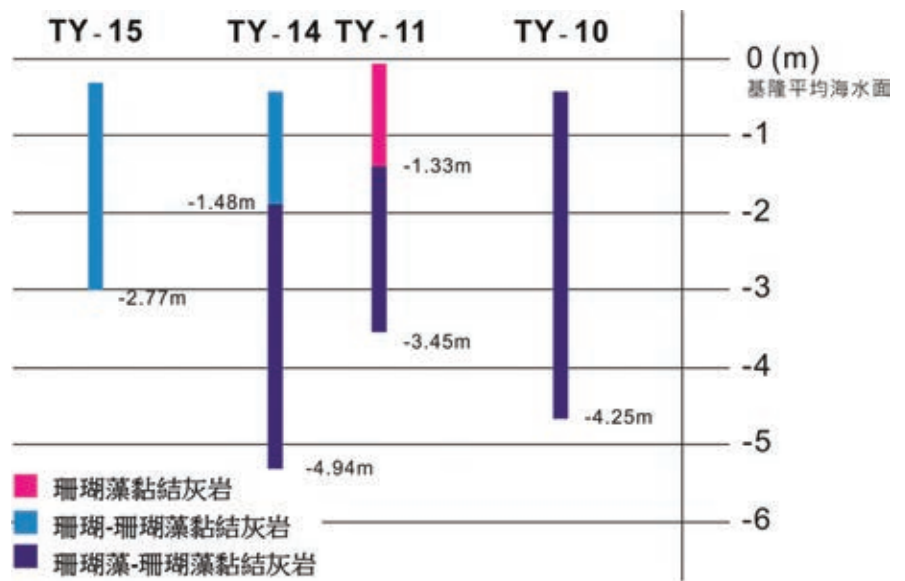
2016年8月再次前往鑽井的區域查核現今漂砂覆蓋的情形。然而調查結果顯示，原鑽探區域地表之藻礁絕大部分都已被漂砂所覆蓋，至多達1.45公尺；TY-12井之位置現今已初露藻礁於地面，因此覆砂深度為0；TY-13W井之位置則因已在海中，無法確定是否被漂砂覆蓋，以上調查顯示海岸漂砂對於海岸環境變遷扮演著重要的角色。

飛安提醒

無論是定翼型或是旋翼型無人飛行載具，提供了快速且便利的調查方式，然而除了帶來方便以外，不外乎要提醒安全問題，例如機場周邊的禁航區以及限航區的範圍，都是在體驗飛行樂趣之前，務必清楚瞭解的資訊。

無人機探查搭配現地調查，更加強藻礁分布數化的準確性，同時進一步記錄其變化與差異，例如藻礁覆砂、礫石膠結狀況及材質特性等。此外，漂砂對於藻礁出露與

海岸變遷扮演重要的角色，但由於漂砂分布變化快速，利用無人飛行載具快速探查、高精度測繪的特性，方能取得多時間點的影像，並利用多時期測繪之成品進行分析。



觀新藻礁鑽探結果圖，各鑽探井位置請參考觀新藻礁分布圖（資料來源：修改自戴昌鳳等人，2008）。

藻礁鑽探井號與現地調查覆砂情形結果表

井號	X (公尺)	Y (公尺)	Z (公尺)	測量時間	井深度	現今覆砂厚度 (公尺)
TY-10	260343.4	2773136	-0.420	2008/08/01	4.25	0.19
TY-11	259206.8	2772256	-0.087	2008/07/22	3.45	0.77
TY-12	259061.6	2772445	-0.884	2008/08/01	2.35	0 (藻礁出露地表)
TY-13	259156.8	2772598	-1.262	2008/08/01	4.20	0.74
TY-13W	258973.7	2772612	-2.105	2008/08/01	-	海水覆蓋
TY-14	258538.5	2771709	-0.406	2008/07/22	4.94	0.32
TY-15	257328.1	2770963	-0.311	2008/07/22	2.77	1.45

誌謝

特別感謝桃園市農業局委託本單位進行調查；國立中央大學地科院大力支持藻礁調查計畫。同時感謝國立中央大學黃文正教授給予鼓勵與指導；國立臺灣大學韓仁毓教授提供GPS靜態測量儀器等測量領域的專業知識與諮詢；國立中央大學地質力學研究室成員謝宜廷協助數化藻礁分布。