

# 高解析度影像地形地貌攝影

(摘錄自觀塘工業區工業專用港施工期間環境監測報告)  
(108年度年報)

全面性地形補充調查採用 3D 雷射掃描儀 LiDAR 進行地面掃描測量工作。地面掃描測量工作是以 RIEGL VZ1000 雷射掃描儀為之，掃描原理為計算飛行時間法 (Time of flight)flight)，即利用計算雷射撞擊待測點反射回感應器之往返飛行時間求得掃描頭至待測點之距離觀測量，據此計算待測點之坐標位置。

本調查係以定點架設三維雷射掃描儀將整個測區進行高密度掃描，並採多站掃描方式以降低點雲遮蔽率，掃描站各站結合方式採用地物特徵(共軛三角)結合法。掃描完成後將各測站所收集到的點雲資料加以計算求出可利用之共軛三角中心，再將相鄰站資料加以比對向量關係進行匹配完成多站結合。各站掃描作業同時並於控制點架設規標提供作為內外方位轉換依據，當過濾地表植被求取原地面點成果後，經由坐標矩陣轉換，完成坐標轉換工作轉出 DEM 成果。

## 1.10 海域地形地貌調查方法

### 1.10.1 高解析度影像地形地貌攝影

#### 一、執行設備

本調查使用大疆公司 (Dji) Phantom 4 RTK 之無人機與 DRTK2 地面基站。Phantom 4 RTK 內建全球衛星定位系統 (GPS) 並搭配即時動態定位 (RTK)，提供公分等級精準定位。此機型屬於工業級高階四軸旋翼機，常用於工程高精準測繪工作，在搭配地面控制系統或航點規劃下，能在指定區域自動化拍攝地面結構物。DRTK2 地面基站為四頻衛星定位系統，可以接收 GPS、BEIDOU、GLONASS 和 GALILEO 的衛星訊號，並能傳送衛星矯正訊號給 Phantom 4 RTK。

Phantom 4 RTK 有兩種 RTK 定位模式，一為網路自定義矯正訊號，在此模式下，移動站使用網路上測繪公司提供的衛星矯正訊號移除定位誤差，以達到公分等級定位，該模式又稱為虛擬基站 (RTK-VBS)。二為自行架設基站傳送矯正訊號，使用時必須有兩個衛星接收天線，其中一個作為固定基站傳送矯正訊號給移動站，此方法又稱為傳統 RTK。如圖 1.10.1-1 所示，右下為 Phantom 4 RTK，左側天線為 DRTK2 地面基站。

#### 二、工作流程與影像拼接方法

工作流程如圖 1.10.1-2 所示。劃設海岸分區為一次性工作，確定海岸分區範圍後，每季執行一次海岸空拍，一年執行四次。



圖 1.10.1-1 Phantom 4 RTK 無人機（右）與 DRTK2 地面基站

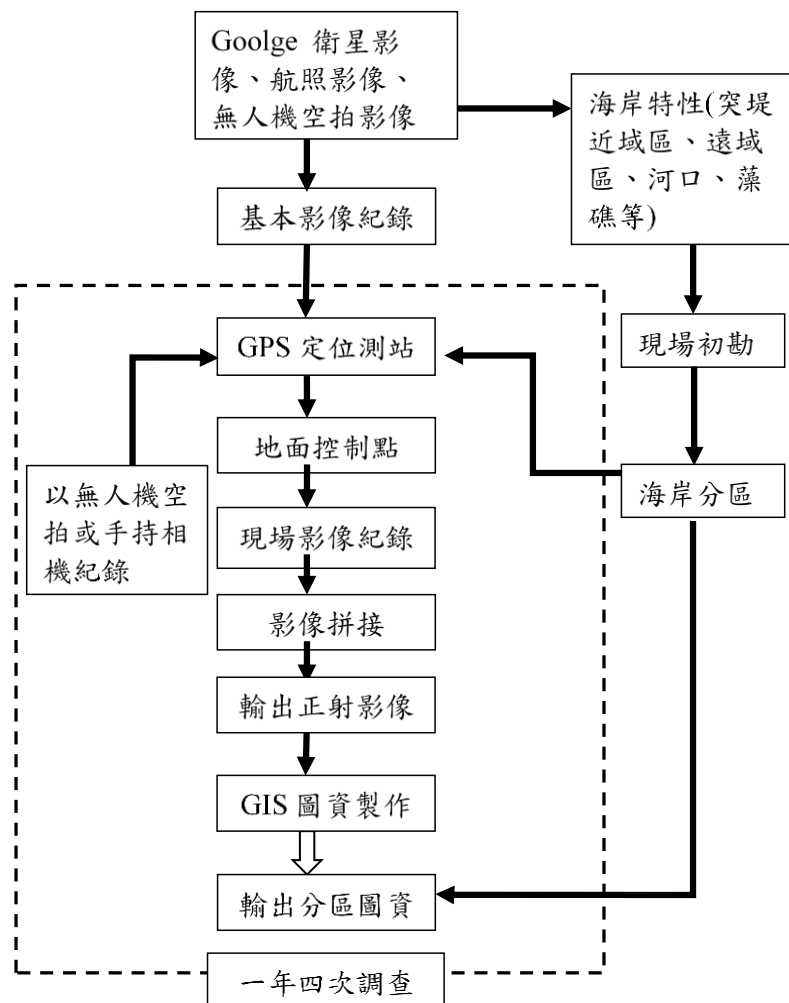


圖 1.10.1-2 工作執行流程圖

### (一)、分區方法

為了調查藻礁分佈，首先以海岸特性劃設分區，並以平均低潮位線為離岸邊界，總共區分為 A1 至 A12，分別為南永續區、南緩衝區 1、南緩衝區 2、核心區、北緩衝區、北永續區、大潭工業區 G3、大潭工業區 G2、大潭工業區 G1、觀塘工業區北堤至觀音溪口、觀音溪口至大堀溪口 1、觀音溪口至大堀溪口 2，其分區範圍及經緯度資料如圖 1.10.1-3 及表 1.10.1-1 所示。

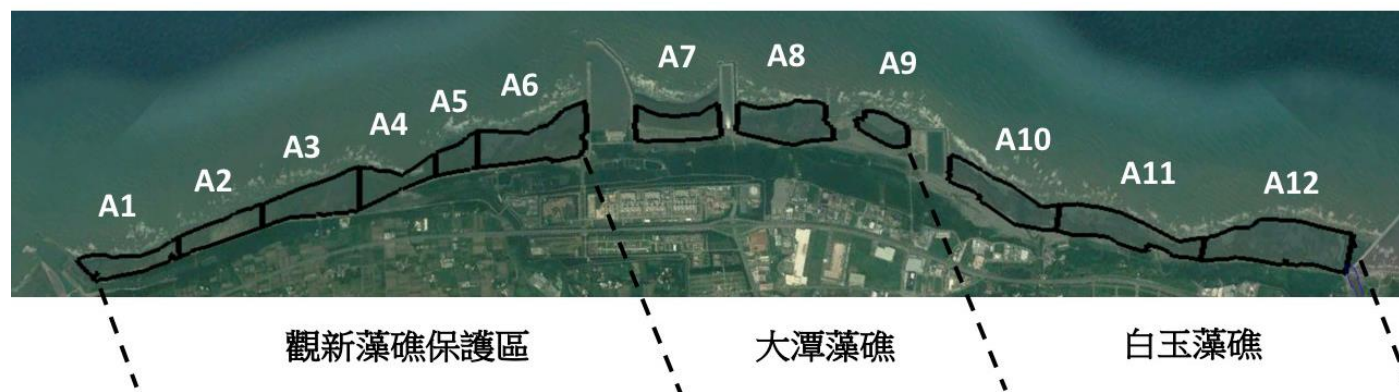


圖 1.10.1-3 海岸特性劃設分區圖

表1.10.1-1 各分區沿岸兩點經緯度之整理

| 海岸特性           | 編號  | 緯度(南)          | 經度(南)           | 緯度(北)          | 經度(北)           |
|----------------|-----|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 南永續區 1         | A1  | 24°59'26.52" N | 121°00'55.99" E | 24°59'49.37" N | 121°01'10.58" E |
| 南永續區 2         | A2  | 24°59'49.37" N | 121°01'10.58" E | 25°00'12.57" N | 121°01'23.11" E |
| 南緩衝區           | A3  | 25°00'12.57" N | 121°01'23.11" E | 25°00'35.20" N | 121°01'42.66" E |
| 核心區            | A4  | 25°00'35.20" N | 121°01'42.66" E | 25°01'01.06" N | 121°01'54.78" E |
| 北緩衝區           | A5  | 25°01'01.06" N | 121°01'54.78" E | 25°01'15.26" N | 121°02'07.42" E |
| 北永續區           | A6  | 25°01'15.26" N | 121°02'07.42" E | 25°01'32.34" N | 121°02'20.49" E |
| 大潭工業區 G3       | A7  | 25°01'44.55" N | 121°02'30.41" E | 25°02'02.85" N | 121°02'49.42" E |
| 大潭工業區 G2       | A8  | 25°02'06.67" N | 121°02'52.09" E | 25°02'24.66" N | 121°03'16.72" E |
| 大潭工業區 G1       | A9  | 25°02'28.10" N | 121°03'23.14" E | 25°02'34.77" N | 121°03'40.16" E |
| 觀塘工業區北堤至觀音溪出海口 | A10 | 25°02'38.83" N | 121°03'52.69" E | 25°02'49.72" N | 121°04'28.48" E |
| 觀音溪出海口至大堀溪出海口  | A11 | 25°02'49.72" N | 121°04'28.48" E | 25°03'12.33" N | 121°05'08.65" E |
| 觀音溪出海口至大堀溪出海口  | A12 | 25°03'12.33" N | 121°05'08.65" E | 25°03'38.35" N | 121°05'45.34" E |

## (二)、現場工作流程

現場空拍日期依據中央氣象局公佈的大潮位標準施作。到達空拍機起飛點後，拍照並記錄現場施作情況。接著放置地面參考點，並用手持 GPS 定位記錄並拍照。視情況手動飛行或自動導航操作無人機，空拍目標分區範圍。空拍機雖然具有方便性以及精確性，但現場空拍業務分配一個人飛行，另一個人負責施作安全，確保一切安全無虞。

## (三)、影像拼接

取得空拍影像後，使用 UAV 專業影像後製處理軟體 Pix4Dmapper 拼接產製正射影像。處理流程如下：軟體讀取原始影像的 EXIF 資料、獲取 GPS 資料、獲取相機參數、初始化運算、特徵匹配、密集化點雲、正攝影糾正、編修鑲嵌線、產製正射影像、產製精度報表，軟體作業流程如圖 1.10.1-4 所示。過程中不需人工介入，軟體自動計算空中三角測量，並來回推內、外方位參數。

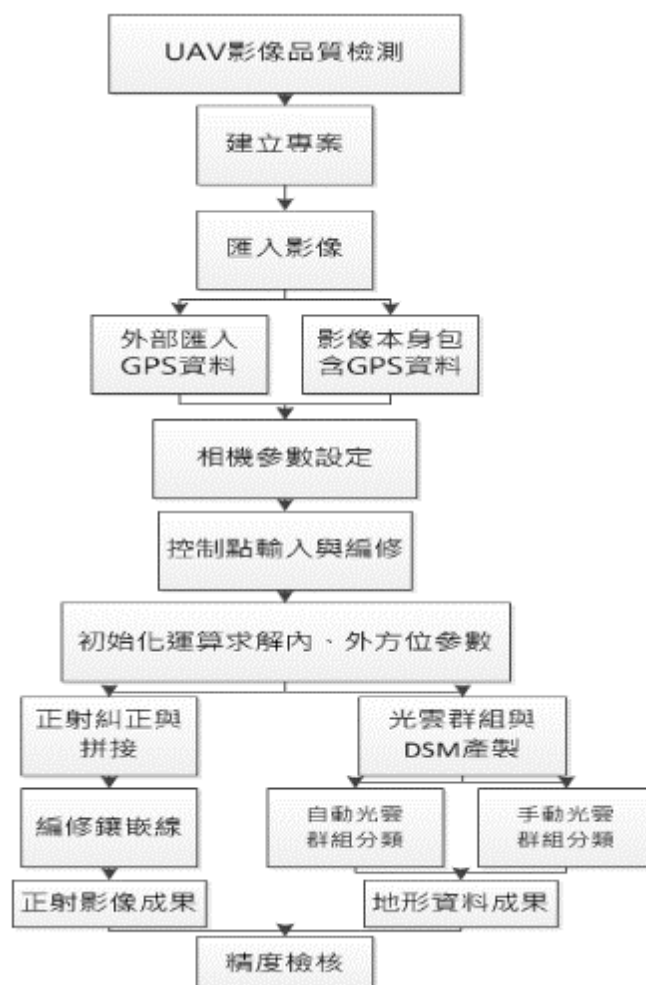


圖 1.10.1-4 Pix4Dmapper 處理軟體作業流程圖



## 2.13 辦理海域地形地貌調查

桃園市潮間帶裸露的藻礁為台灣相當具有特色的海岸地形景觀。其主要分佈範圍乃從觀音區大堀溪口以南至新屋區永安漁港北側之間，南北長約為 12 公里。藻礁乃由珊瑚藻經年累月所形成，此特殊的地質環境成為自然野生生物棲息地，使得藻礁具有保護與教育研究的價值。然而不少生態調查報告指出桃園海岸的藻礁生物分佈受海沙覆蓋，使得生態棲息地轉變成沙岸棲地。海沙覆蓋的成因可能來自於季節性變化，以及海岸人工結構物阻隔海流所影響。因目前觀塘工業區正在施工興建工業港，我們對於觀新藻礁保護區、大潭藻礁、白玉藻礁及鄰近的藻礁海岸，受海沙覆蓋變動的影響並不清楚，因此本工項每季使用無人機空拍桃園海岸，將空拍影像拼接成正射影像，探討海沙覆蓋的變化。

### 2.13.1 高解析度影像地形地貌攝影

第 1 季空拍時間為 2019 年 7 月 31 日、2019 年 8 月 1 日、和 2019 年 8 月 31 日，約 3 天的現場實驗時間。圖 2.13.1-1 為第 1 季空拍 A1~A12 全區空拍拼接結果。第 1 季空拍圖資地面解析度，每一像素介於 3.22 至 6.42 公分之間，分區地面解析度列於表 2.13.1-1。

第 2 季空拍時間為 2019 年 10 月 14 日至 2019 年 10 月 17 日、2019 年 10 月 28 日至 2019 年 10 月 29 日，約 6 天的現場實驗時間。圖 2.13.1-2 為第 2 季空拍 A1~A12 全區空拍拼接結果。第 2 季空拍圖資地面解析度，每一像素介於 3.29 至 6.73 公分之間，分區地面解析度列於表 2.13.1-1。

第 1 季調查結果顯示出，在觀新藻礁生態系野生動物保護區（分區 A1 至 A6），覆沙區域集中在永安漁港北堤北側（區域 A1），河口地區（區域 A4），以及大潭電廠南堤南側（區域 A6）。在大潭電廠區域（分區 A7 至 A9），G3 全區覆沙（區域 A7），G2 靠近陸側覆沙（區域 A8），G1 覆沙範圍靠近陸側與堤防（區域 A9）。白玉藻礁範圍（A10 至 A12），觀塘工業區北堤至觀音溪出海口全區覆沙（區域 A10）。

第 2 季調查結果顯示出，在觀新藻礁生態系野生動物保護區（分區 A1 至 A6），覆沙區域依然集中在永安漁港北堤北側（區域 A1），河口地區（區域 A4），

以及大潭電廠南堤南側（區域 A6），然而從區域 A5 的影像中發現，陸側沙埋的範圍增加。在大潭電廠區域（分區 A7 至 A9），G3 全區覆沙（區域 A7），G2 靠近陸側覆沙（區域 A8），G1 覆沙範圍靠近陸側與堤防（區域 A9），然而從區域 A8 的影像中發現，陸側沙埋的範圍增加。白玉藻礁範圍（A10 至 A12），依然是觀塘工業區北堤至觀音溪出海口全區覆沙（區域 A10）。目前從空拍資料上看到局部地區有些微覆沙變化，建議持續空拍並探討變化。

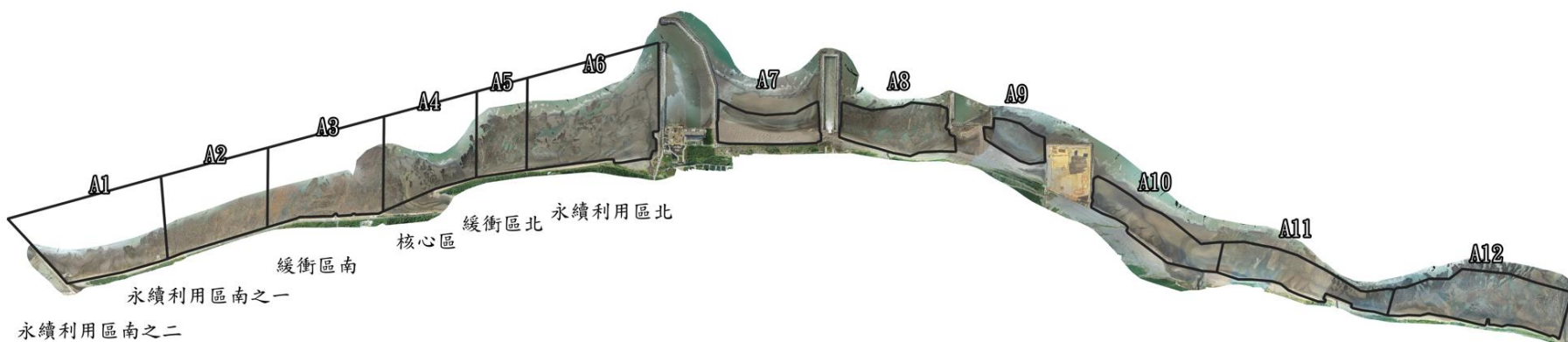


圖 2.13.1-1 108 年第 1 季 A1~A12 空拍資料輸出全部成果

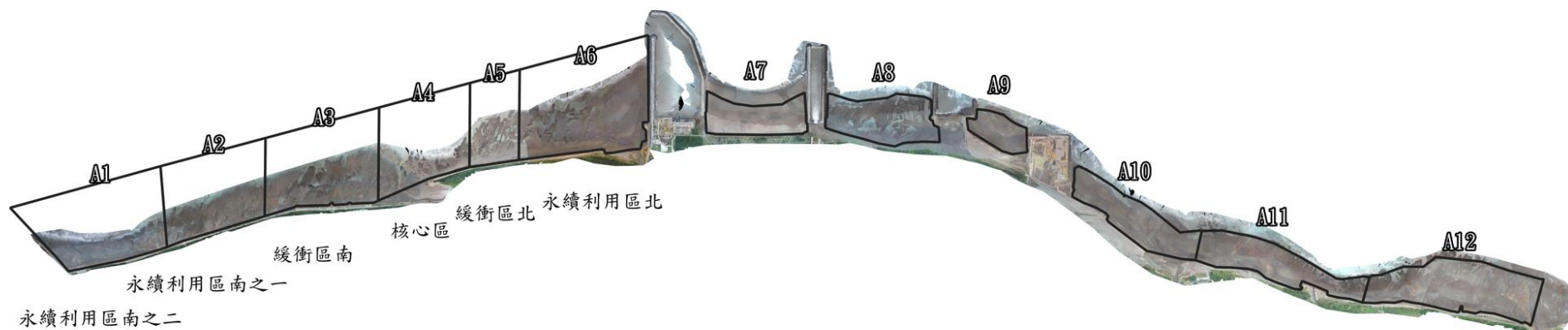


圖 2.13.1-2 108 年第 2 季 A1~A12 空拍資料輸出全部成果

表2.13.1-1 108年度A1~A12空拍資料解析度

| 108 年第 1 季 |           |      |           |      |      |      |           |           |           |      |           |      |
|------------|-----------|------|-----------|------|------|------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|------|
| 分區         | A1        | A2   | A3        | A4   | A5   | A6   | A7        | A8        | A9        | A10  | A11       | A12  |
| 公分/像素      | 3.98      | 4.72 | 4.72&5.16 | 5.16 | 5.16 | 5.16 | 5.43      | 5.43      | 6.42      | 6.42 | 6.42&4.12 | 3.22 |
| 108 年第 2 季 |           |      |           |      |      |      |           |           |           |      |           |      |
| 分區         | A1        | A2   | A3        | A4   | A5   | A6   | A7        | A8        | A9        | A10  | A11       | A12  |
| 公分/像素      | 6.73&3.30 | 3.30 | 3.30      | 4.47 | 4.47 | 5.99 | 3.63&4.11 | 4.11&5.30 | 4.11&5.30 | 5.30 | 5.30      | 3.29 |

### 一、108 年度分區成果

108 年第 1 季和 108 年第 2 季的空拍圖資分區檢視變化，分別區分為觀新藻礁生態系保護區（A1～A6）、大潭工業區（A7～A9）和白玉藻礁區（A10～A12）進行討論。

#### A、觀新藻礁生態系保護區（A1～A6）

圖 2.13.1-3 至圖 2.13.1-8 為觀新藻礁生態系保護區，分區 A1 至 A6 108 年第 1 季和第 2 季的空拍成果。從分區 A1 空拍資料來看，覆沙區域集中在永安漁港北堤北側，兩季覆沙面積以及分佈範圍變化大致無異。從分區 A2 空拍資料來看，覆沙區域面積不高，兩季覆沙變化大致無異。從分區 A3 空拍資料來看，從第 1 季至第 2 季，在 A3 區域中間陸側觀察到些微覆沙面積增加。從分區 A4 空拍資料來看，兩季覆沙皆集中在河口中間，變化大致無異。從分區 A5 空拍資料來看，從第 1 季至第 2 季，在 A5 陸側區域明顯發現覆沙面積增加，覆蓋了部分靠近陸側的藻礁。從 A6 空拍資料來看，在此區的覆沙變化大致不明顯。

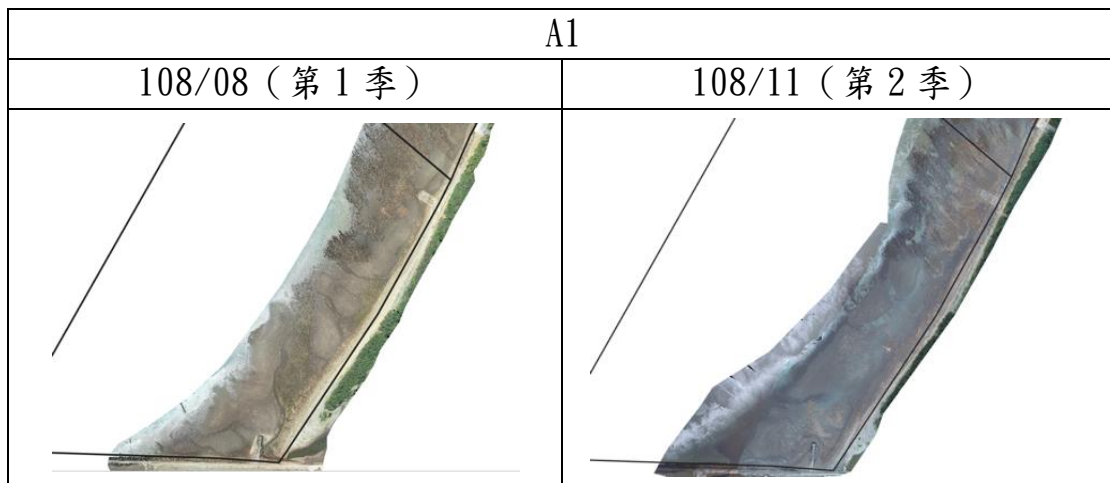


圖 2.13.1-3 區域 A1 108/08～108/11 空拍資料輸出成果

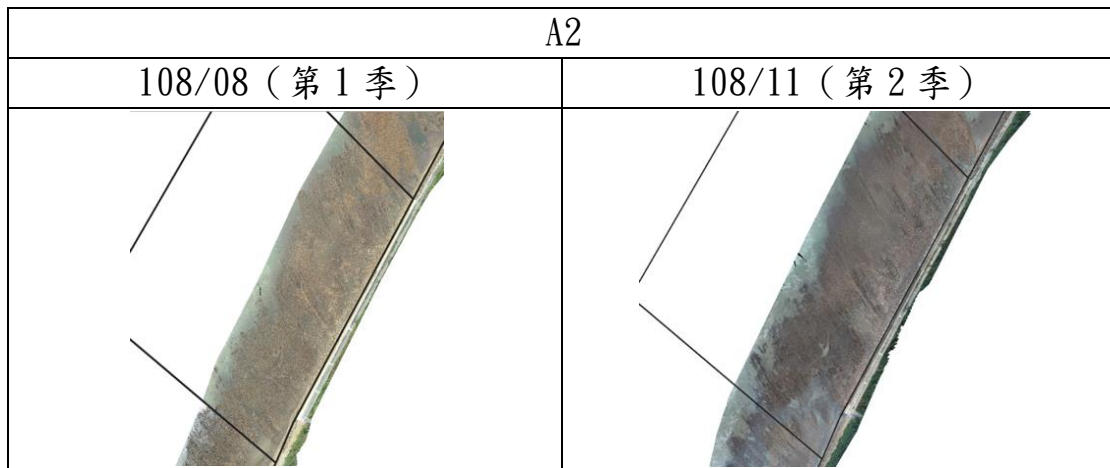


圖 2.13.1-4 區域 A2 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

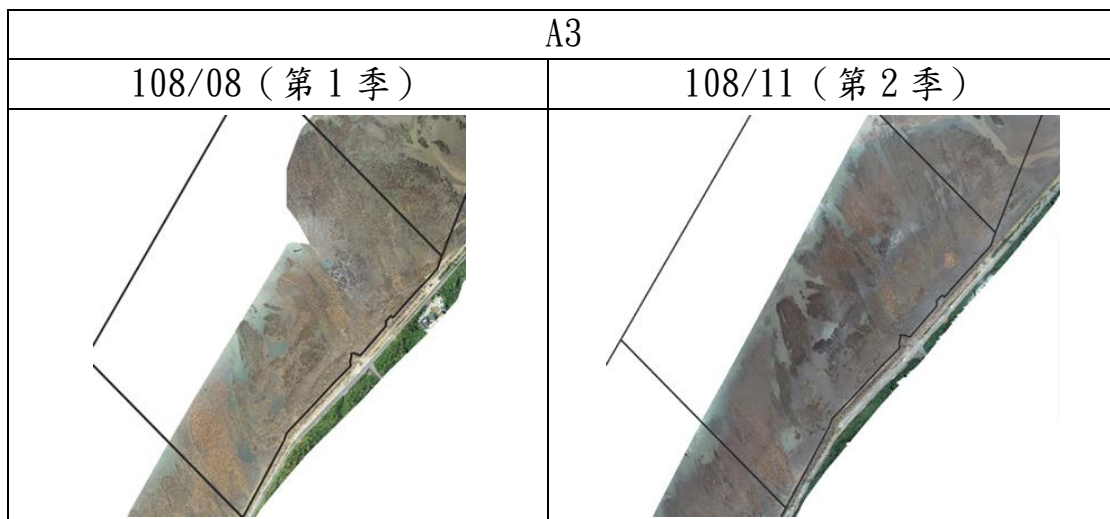


圖 2.13.1-5 區域 A3 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

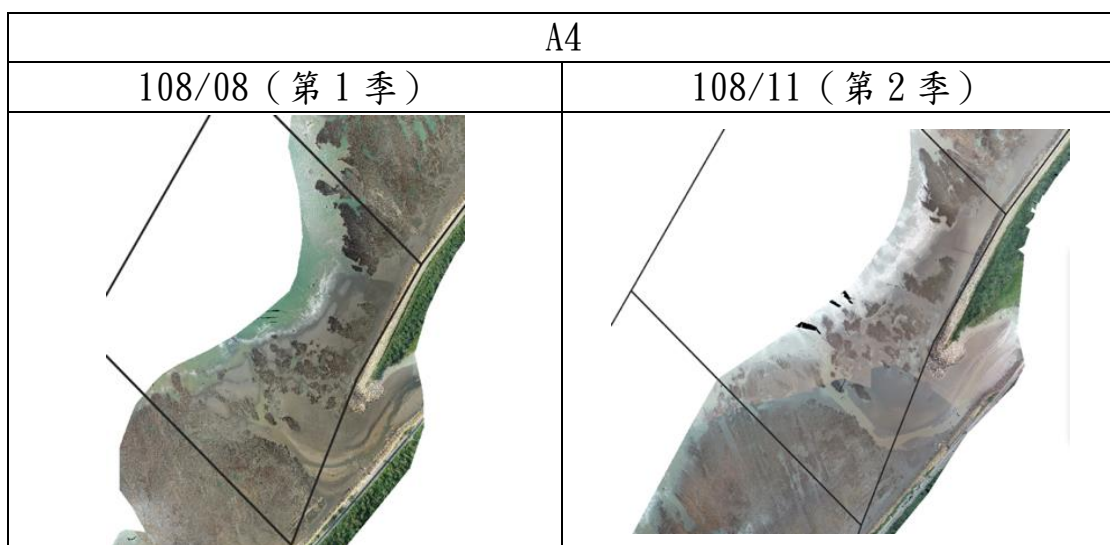


圖 2.13.1-6 區域 A4 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

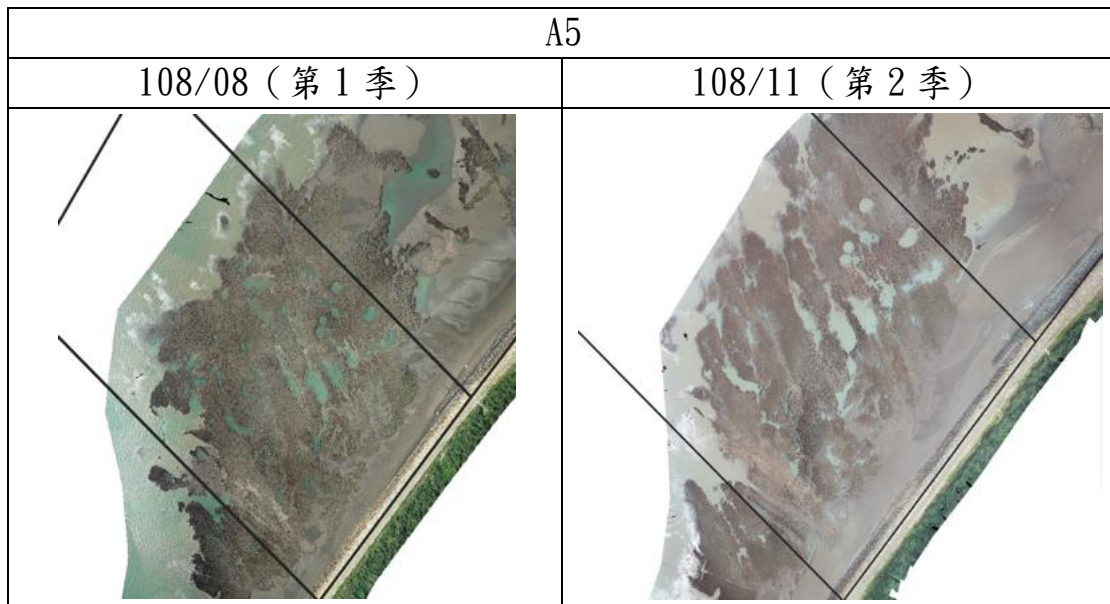


圖 2.13.1-7 區域 A5 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

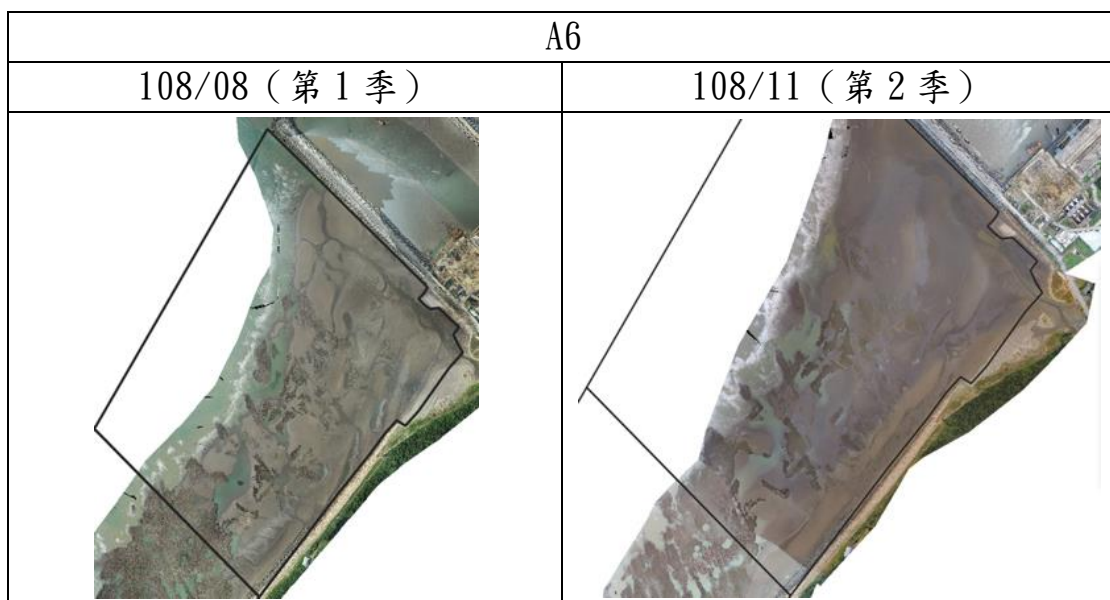


圖 2.13.1-8 區域 A6 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

#### B、大潭工業區 (A7~A9)

圖 2.13.1-9 至圖 2.13.1-11 為大潭工業區，分區 A7 至 A9 108 年第 1 季和第 2 季的空拍成果。從分區 A7 空拍結果來看，108 年第 1 季和第 2 季皆為全區覆沙。從分區 A8 空拍結果來看，覆沙區域多集中在陸側，且從第 1 季至第 2 季的變化發現，陸側沙埋範圍增加。從分區 A9 空拍結果來看，覆沙區域也是多集中在陸側，且次兩季的覆沙變化也不明顯。

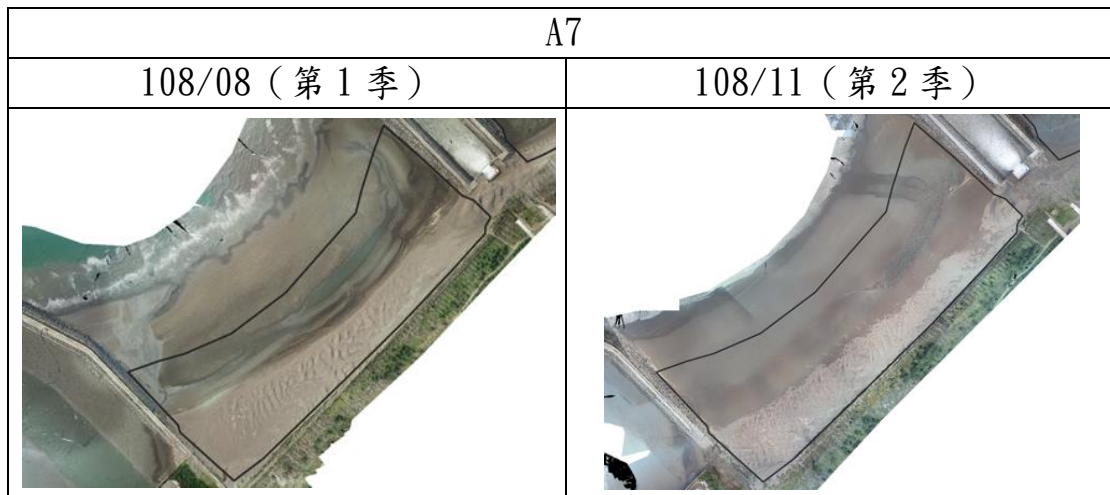


圖 2.13.1-9 區域 A7 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

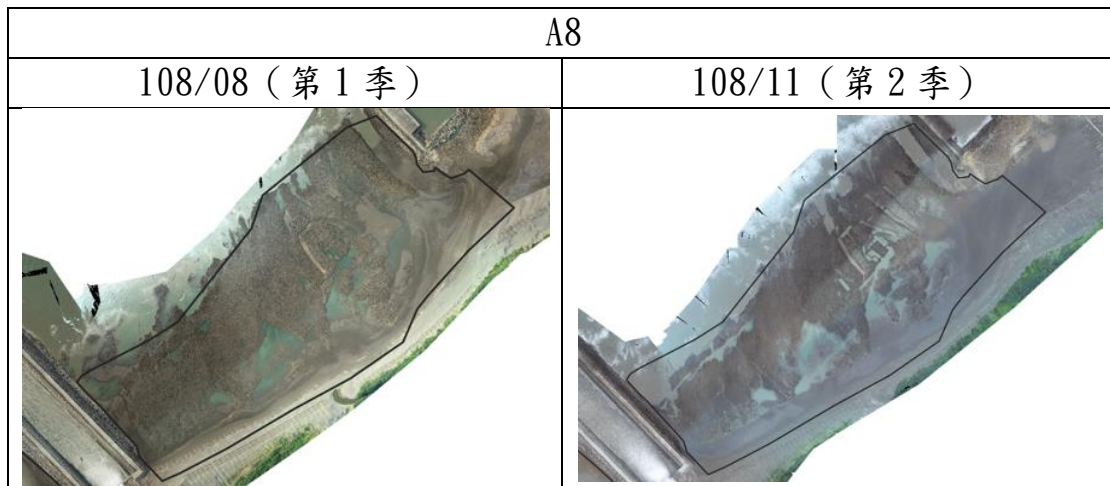


圖 2.13.1-10 區域 A8 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

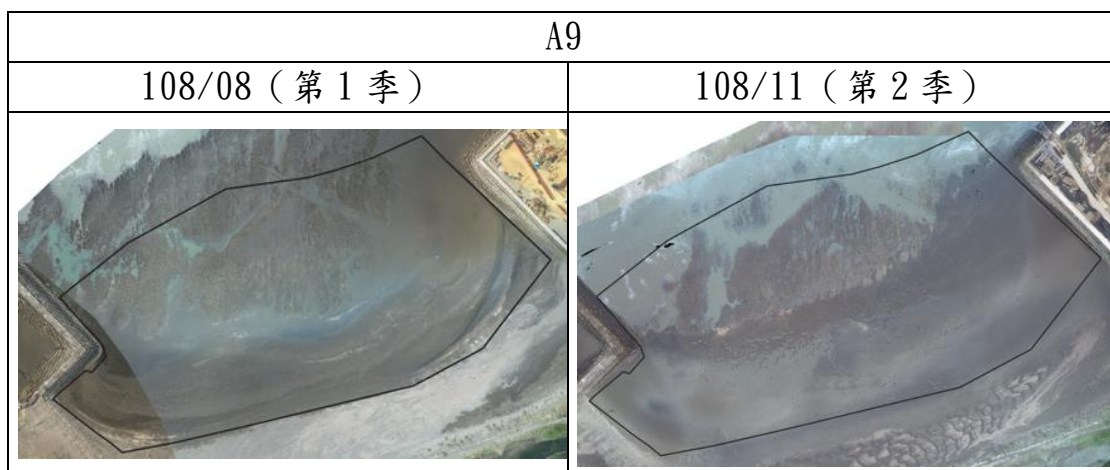


圖 2.13.1-11 區域 A9 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

C、白玉藻礁區（A10～A12）

圖 2.13.1-12 至圖 2.13.1-14 為白玉藻礁區，分區 A10 至 A12 108 年第 1 季和第 2 季的空拍成果。從分區 A10 空拍結果來看，108 年第 1 季和第 2 季皆為全區覆沙。從分區 A11 空拍結果來看，覆沙區域多集中在陸側，礁體露出範圍靠近海側，且次兩季覆沙變化大致不明顯。從分區 A12 空拍結果來看，覆沙區域也是多集中在陸側以及大堀溪河口處，且次兩季的覆沙變化也不明顯。

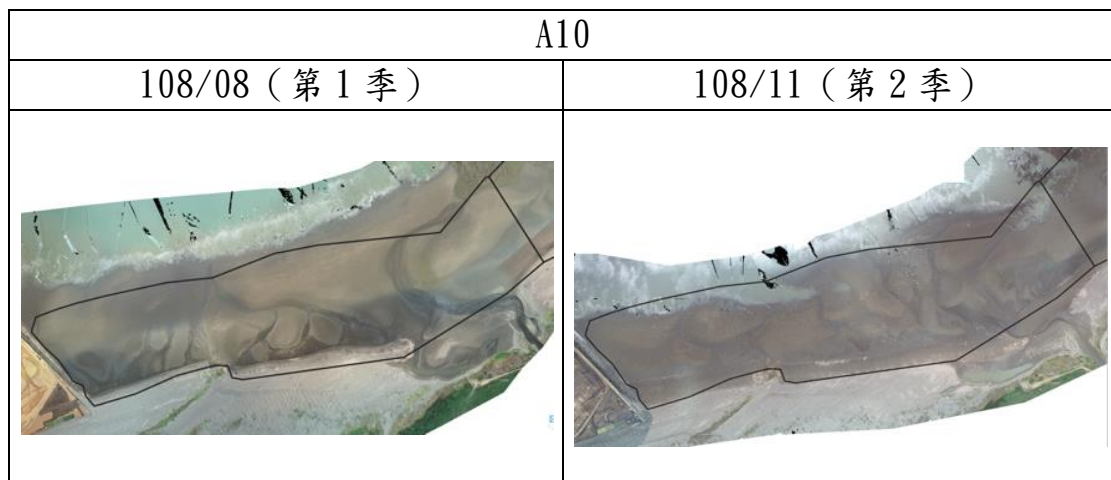


圖 2.13.1-12 區域 A10 108/08～108/11 空拍資料輸出成果

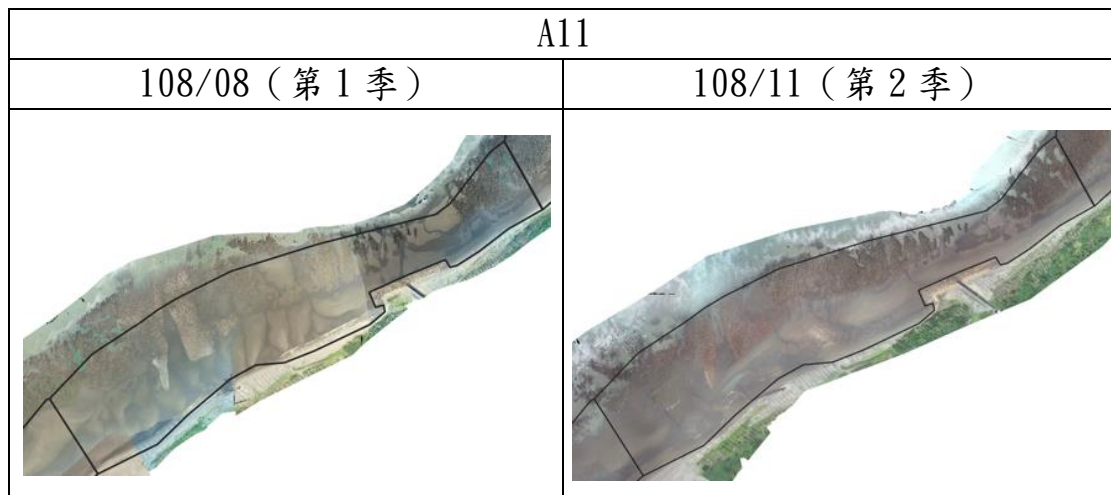


圖 2.13.1-13 區域 A11 108/08～108/11 空拍資料輸出成果

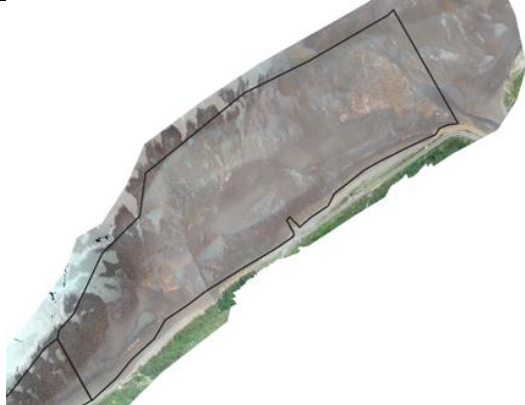
| A12                                                                               |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 108/08 (第 1 季)                                                                    | 108/11 (第 2 季)                                                                     |
|  |  |

圖 2.13.1-14 區域 A12 108/08~108/11 空拍資料輸出成果

#### 3.1.14 高解析度影像地形地貌攝影

108 年辦理第 1 季的高解析度影像地形地貌攝影時間為 108 年 8 月，第 2 季攝影時間為 108 年 11 月。從兩次空拍影像上觀察到觀新藻礁生態系保護區的區域 A5，從第 1 季到第 2 季總共三個月的變化中，陸側覆沙範圍增加，沙埋了靠近陸側的藻礁，如圖 3.1.12-3。大潭電廠藻礁區的區域 A8，也從兩季空拍影像中發現，A8 區域陸側的沙埋範圍增加，如圖 3.1.12-4。

108 年第 1 季為夏末秋初，108 年第 2 季為秋末冬初，在一季的變化中明顯觀察到覆沙變化。因此建議持續每季執行空拍高解析度地貌攝影，以持續監測。

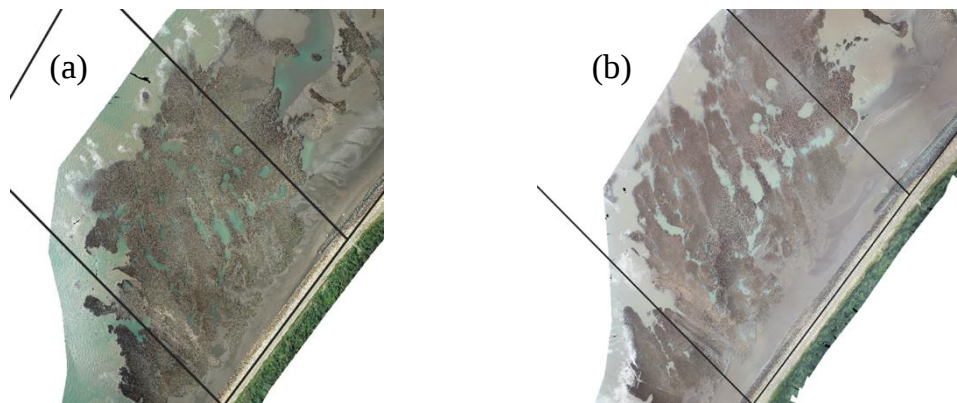


圖 3.1.12-3 區域 A5 高解析度地形地貌攝影 (a) 108 年第 1 季  
與 (b) 108 年第 2 季比對圖



圖 3.1.12-4 區域 A8 高解析度地形地貌攝影 (a) 108 年第 1 季  
與 (b) 108 年第 2 季比對圖