



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

不安定土砂產品說明會

農業部農村發展及水土保持署

殘坡多時序位移

分析方法及應用成果說明

報告人：國立中央大學太空及遙測研究中心 黃智遠 副教授

115年07月15日（三）



報告大綱

壹、用途說明

貳、產品介紹與判讀

參、製作方式與可信度

肆、使用限制與取得方式

伍、總結



壹、用途說明

農業部農村發展及水土保持署 全台殘坡區位調查結果

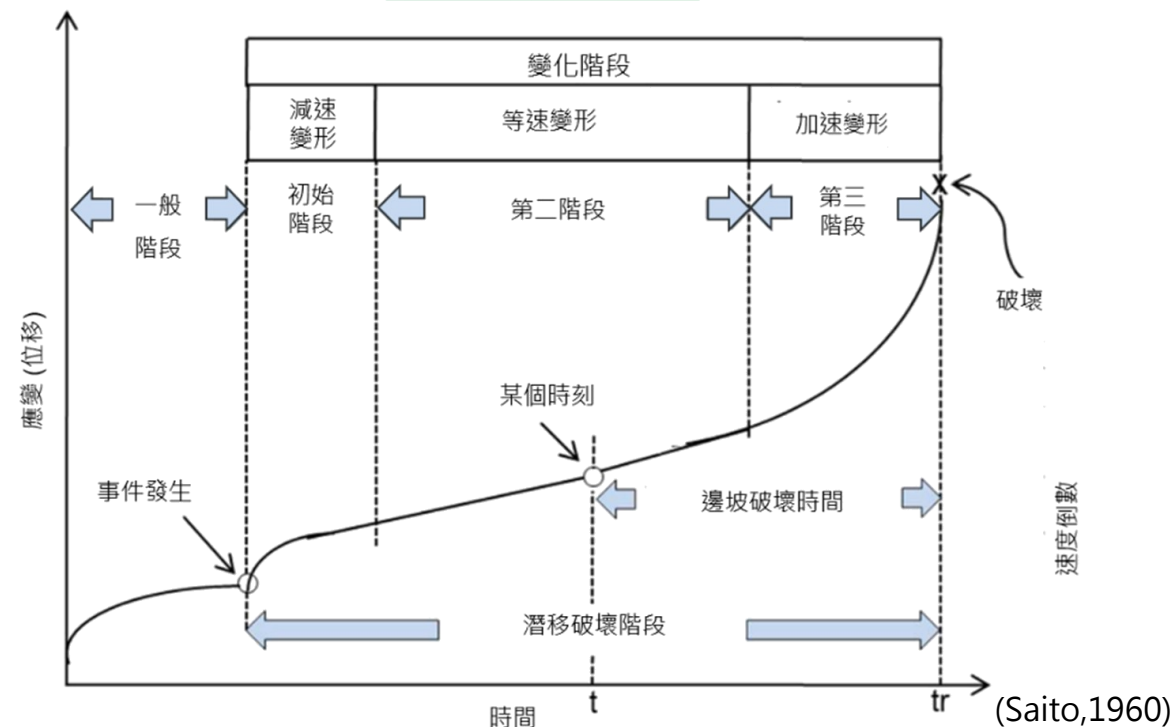
114年 **552處**

2公頃**以下**-111處

2公頃**以上**-441處



遍布主要流域及多個人口聚集處



殘坡活動**多具隱蔽性與緩慢變形特性**，不易以人力巡查或是傳統地面觀測手段來全面掌握其變化趨勢。

採用**多時序SPOT衛星影像**，以粒子影像測速法 (Particle Image Velocimetry, PIV) 等特徵點追蹤程序進行影像位移量分析，建立**大尺度區域性監測標準化流程**。

壹、用途說明

情境一 「區域內殘坡近年有沒有位移活動？」

檢視各殘坡107至113年逐年位移趨勢，掌握其是否持續或加速位移。

情境二 「颱風、地震過後有沒有異常？」

折線圖疊合降雨與地震事件，輔助研判事件前後是否出現異常位移、是否需啟動現地調查。

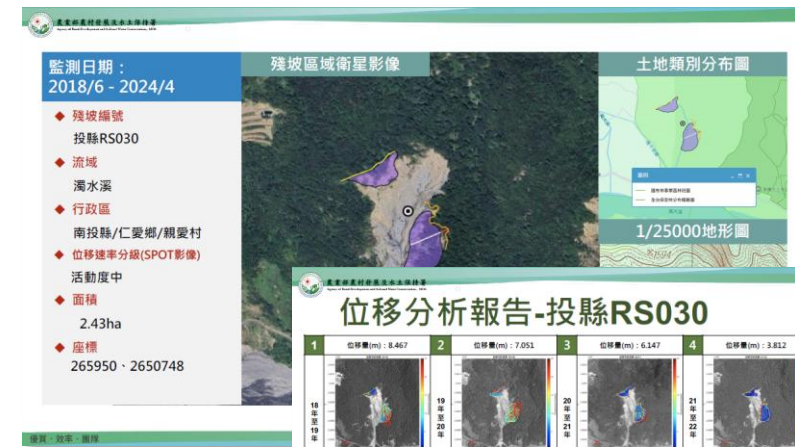
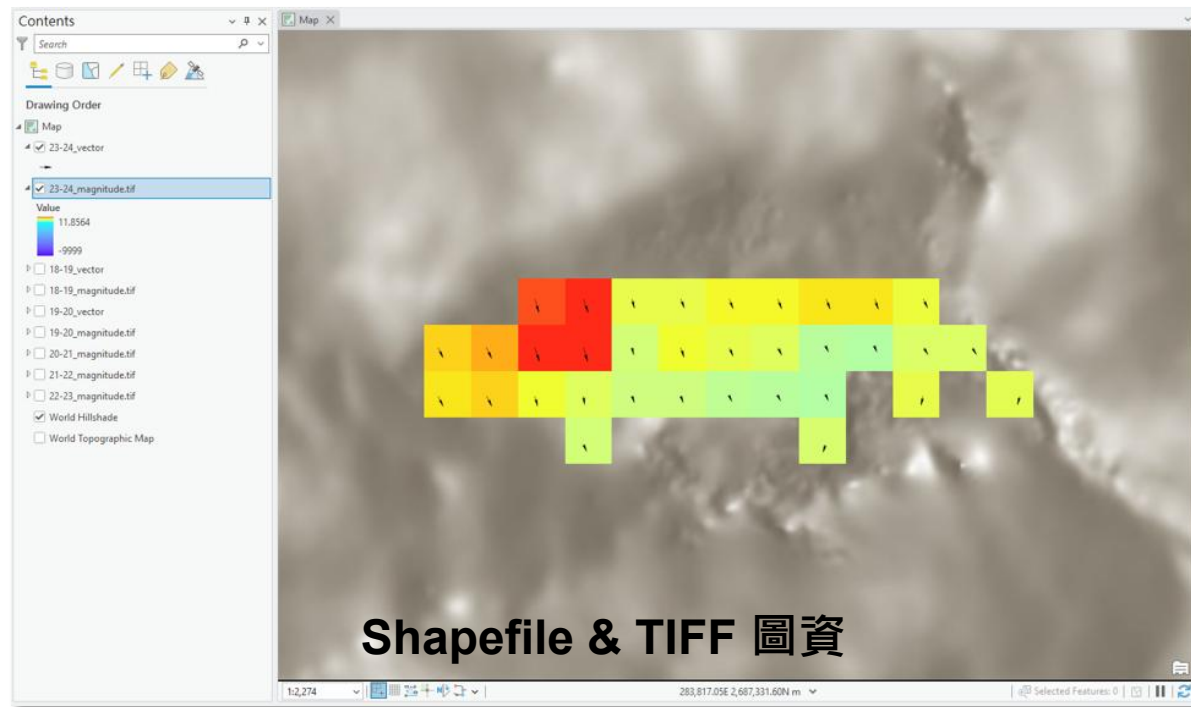
情境三 「對周遭自然環境或人民活動的影響？」

將位移分析結果疊加於BigGIS圖台，與周遭衛星影像或圖資進行統整評估。

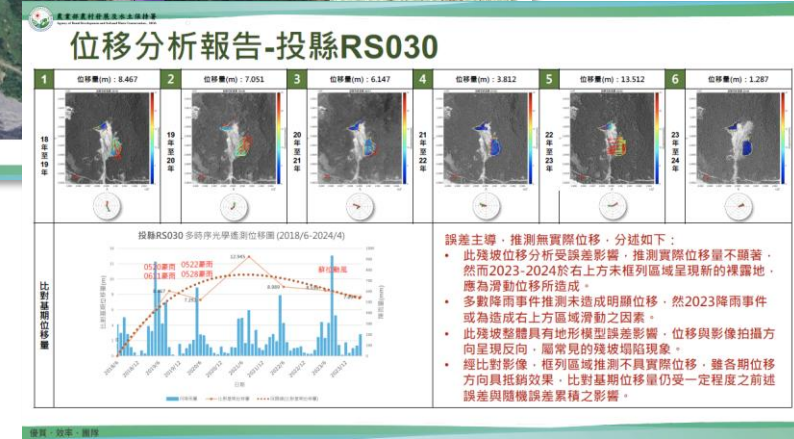
貳、產品介紹 - 成果產品項目

➤ 於BigGIS巨量空間資訊系統提供

- **多時序位移向量圖(.shp)**：以箭頭線段呈現坡面各處位移方向與大小，於BigGIS圖台疊合、逐期切換。
- **多時序位移量色塊圖(.tif)**：以色階呈現位移幅度之空間分布，快速辨識坡面活動熱區。
- **PIV分析報告(.pdf)**：彙整殘坡基本資料、各期位移圖、多時序位移折線圖與降雨、地震事件對照及文字判讀，將以連結方式提供。



PDF報告



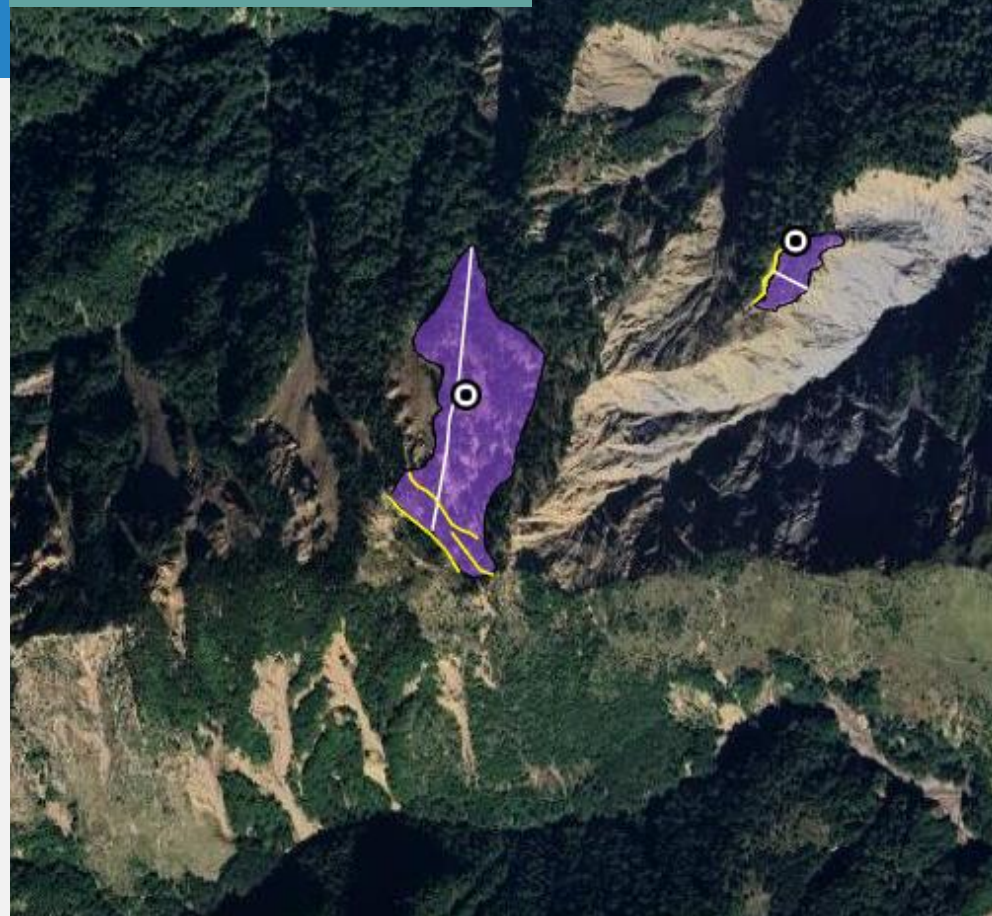
貳、產品介紹 - 基本資料表

【投縣RS058 基本資料表】

監測日期：
2018/7 - 2024/7

- ◆ 殘坡編號
投縣RS058
- ◆ 流域
濁水溪
- ◆ 行政區
南投縣/信義鄉/東埔村
- ◆ 面積
12.38ha
- ◆ 座標
248101、2598003

殘坡區域衛星影像



土地類別分布圖



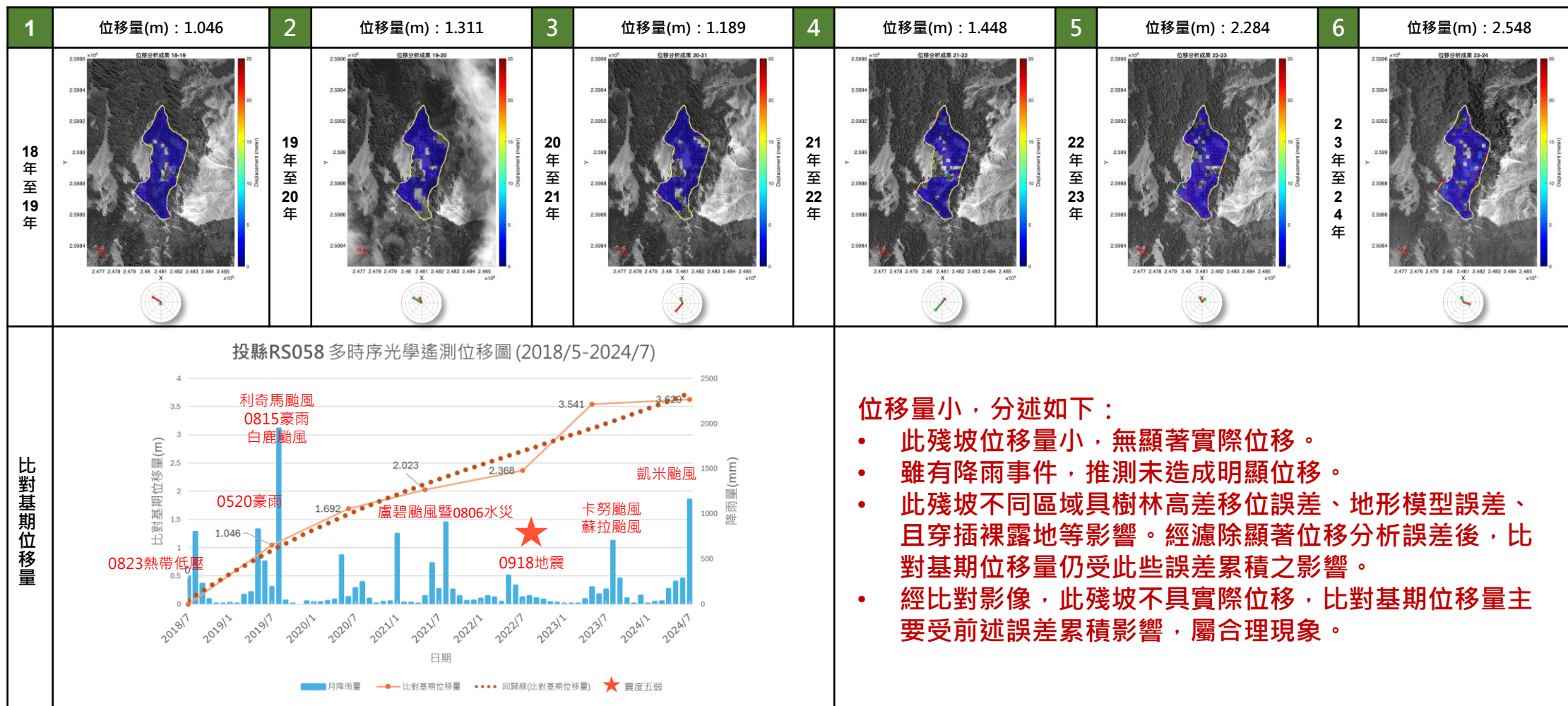
1/25000地形圖





貳、產品介紹 - 位移分析

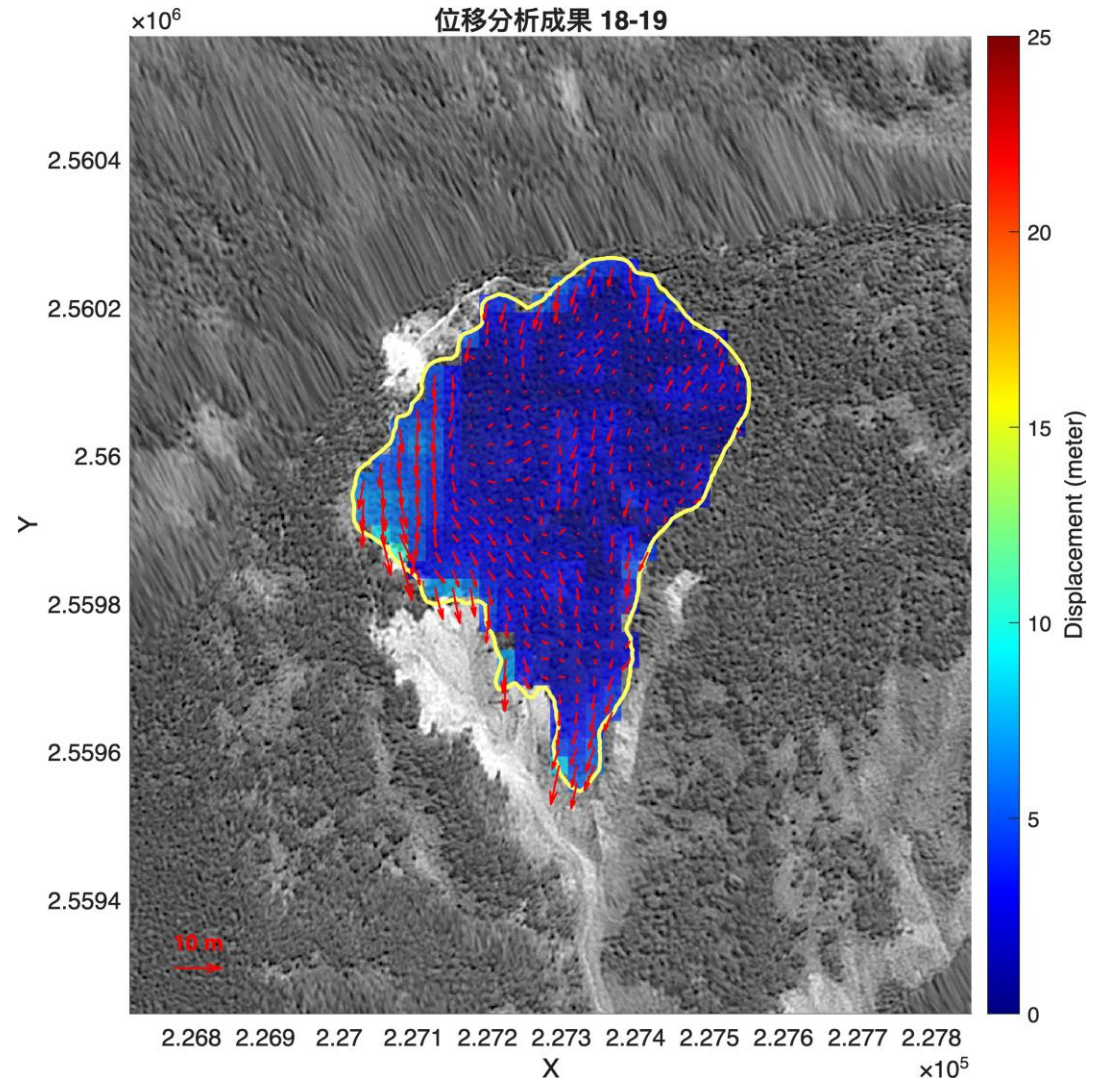
【投縣RS058分析成果】



貳、產品介紹 - 位移圖怎麼看

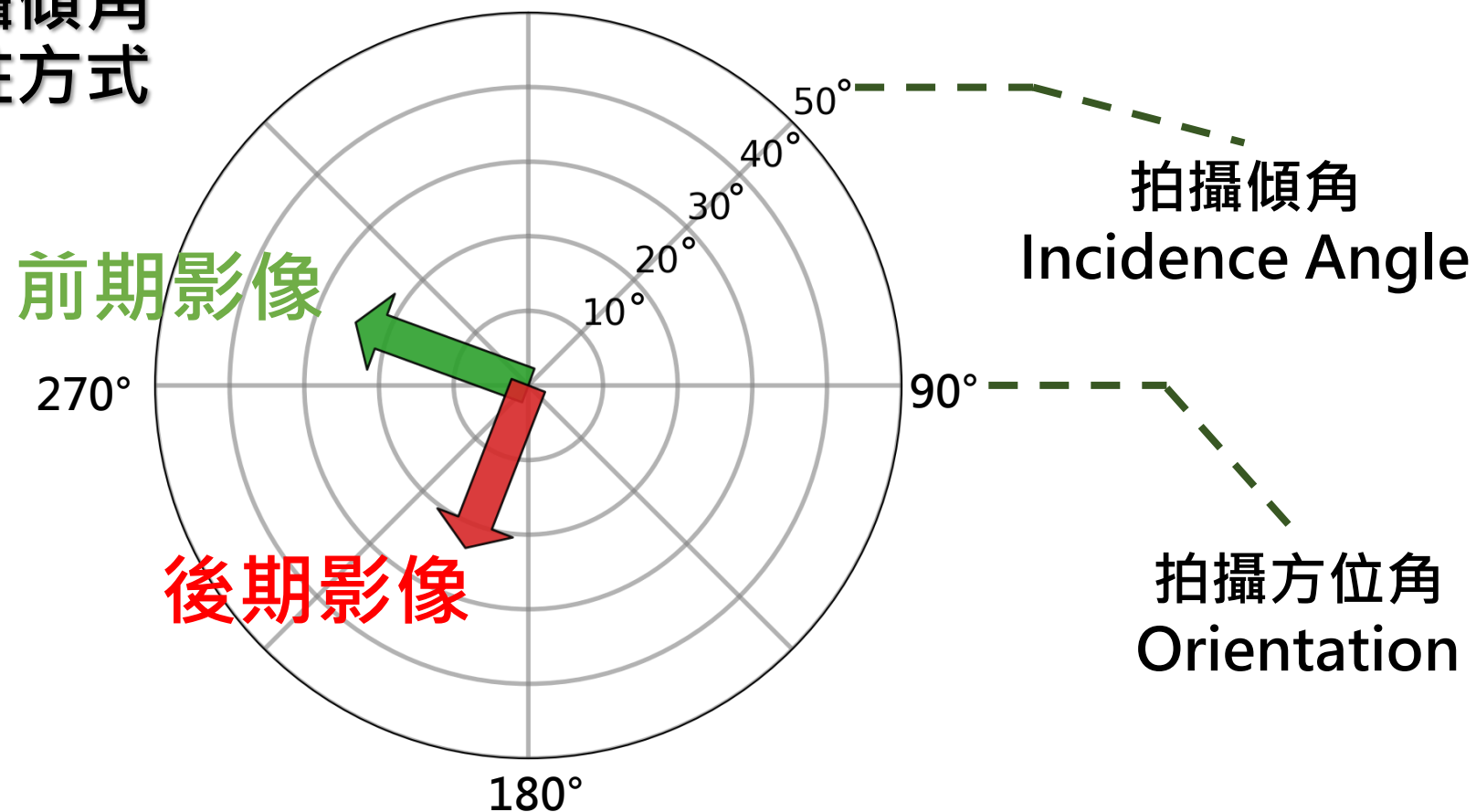
- 位移量色塊圖：
看位移的「空間分布」與活動熱區
- 位移向量圖：
看位移的「方向」與相對大小

【高市RS078為例】



貳、產品介紹 - 衛星拍照角度怎麼看

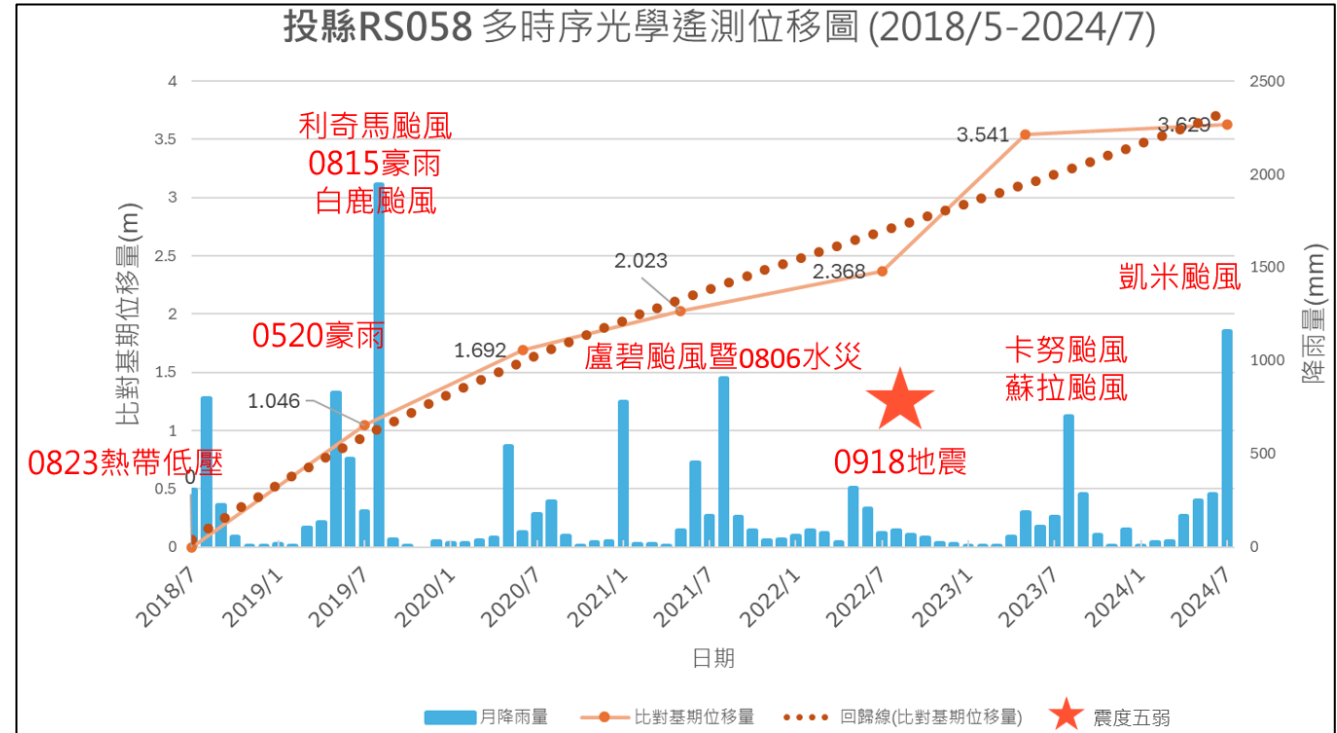
衛星影像拍攝傾角
與方位角標註方式



貳、產品介紹 - 折線圖代表值怎麼來

「比對基期位移量」如何產生：

- ① PIV求得各期坡面逐像元之位移向量
- ② 位移向量高差移位修正
- ③ 人工判斷濾除異常位移向量
- ④ 以初始期別為基期，累計位移向量
- ⑤ 濾除異常極端值(保留99%信賴區間)
- ⑥ 統計坡面平均為該期「比對基期位移量」
- ⑦ 逐期串接成折線圖

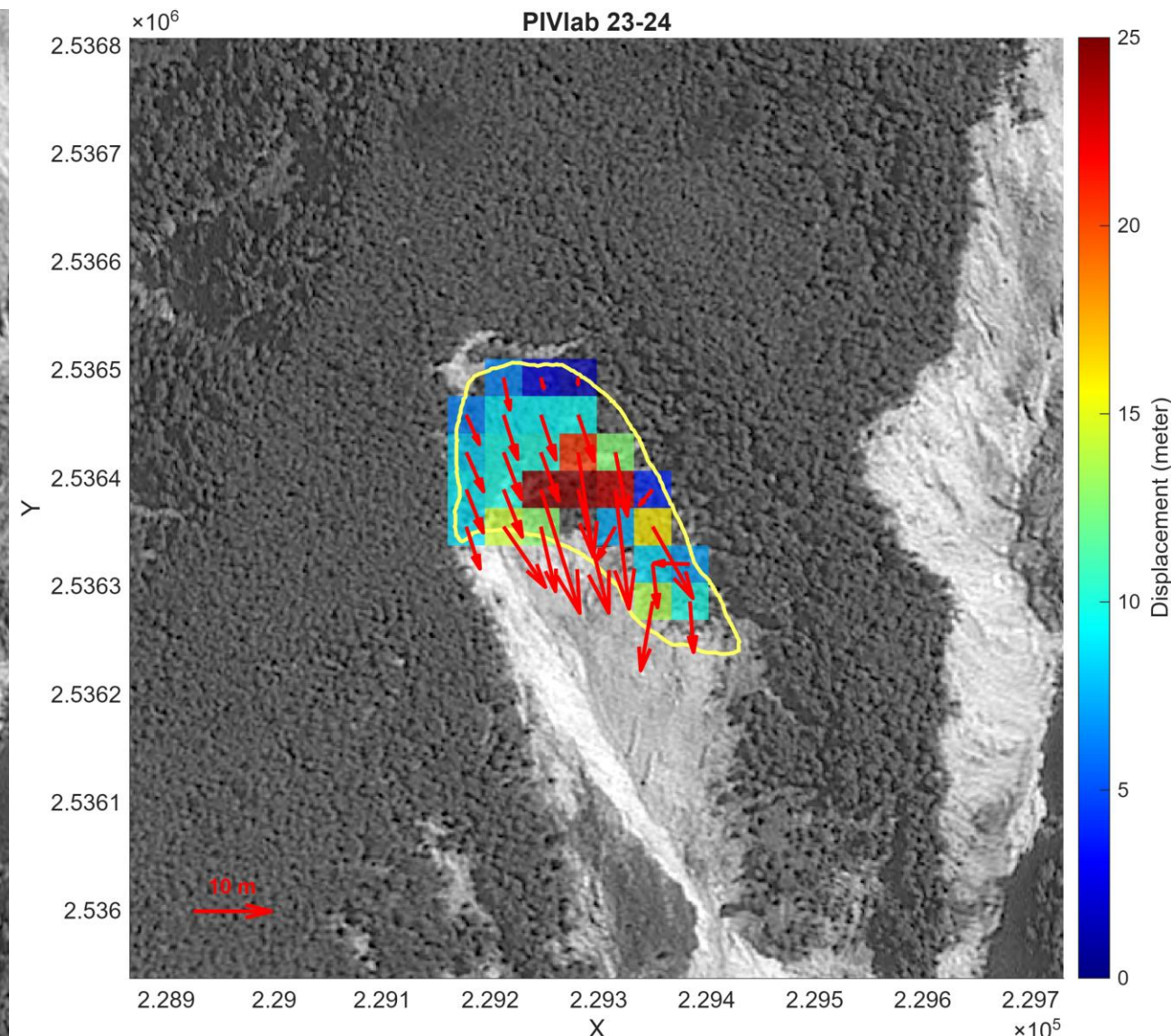
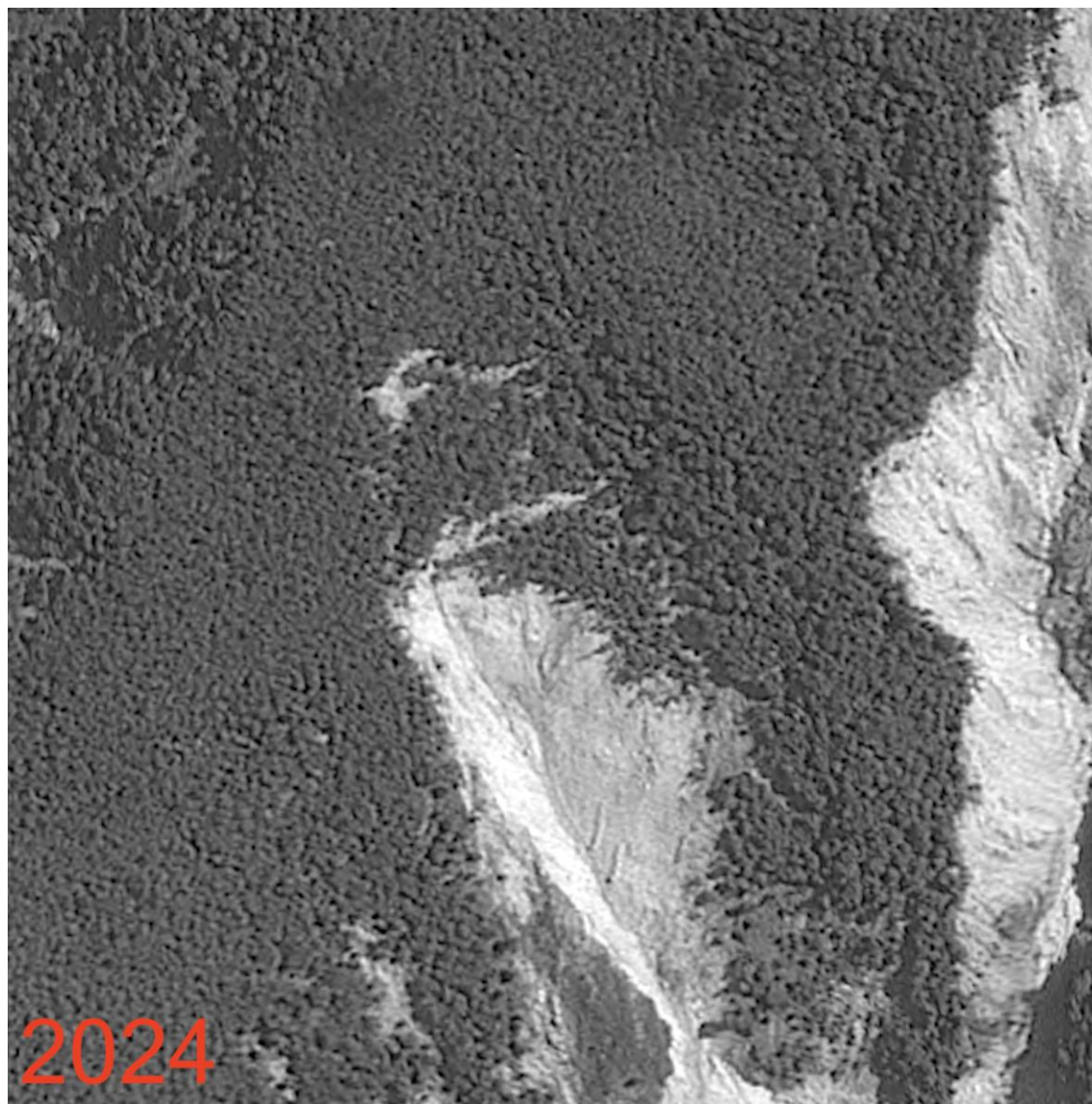


註：折線圖數值為坡面「整體平均位移」之統計，並非最大位移發生點之最大位移量。



貳、產品介紹 - 位移分析範例

【高市RS060】

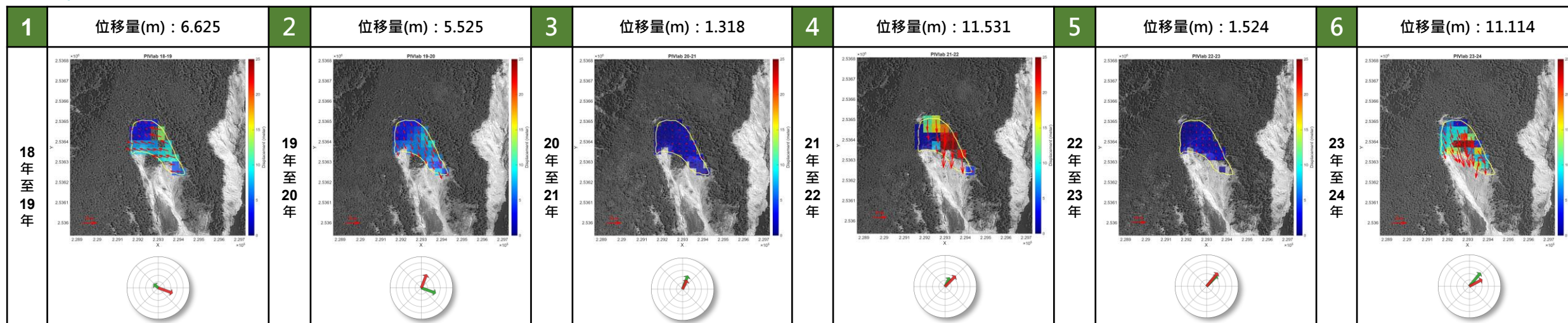


2024

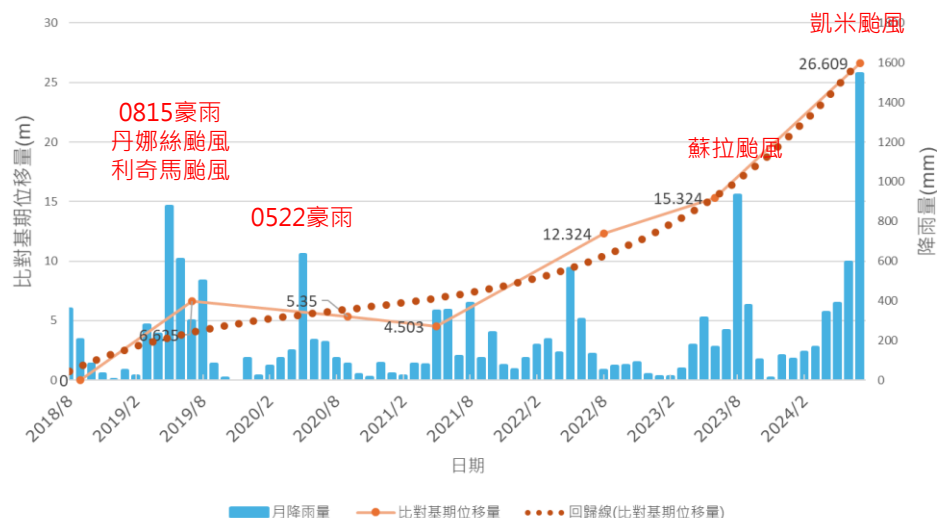


貳、產品介紹 - 位移分析範例

【高市RS060】



高市RS060 多時序光學遙測位移圖 (2018/9-2024/7)

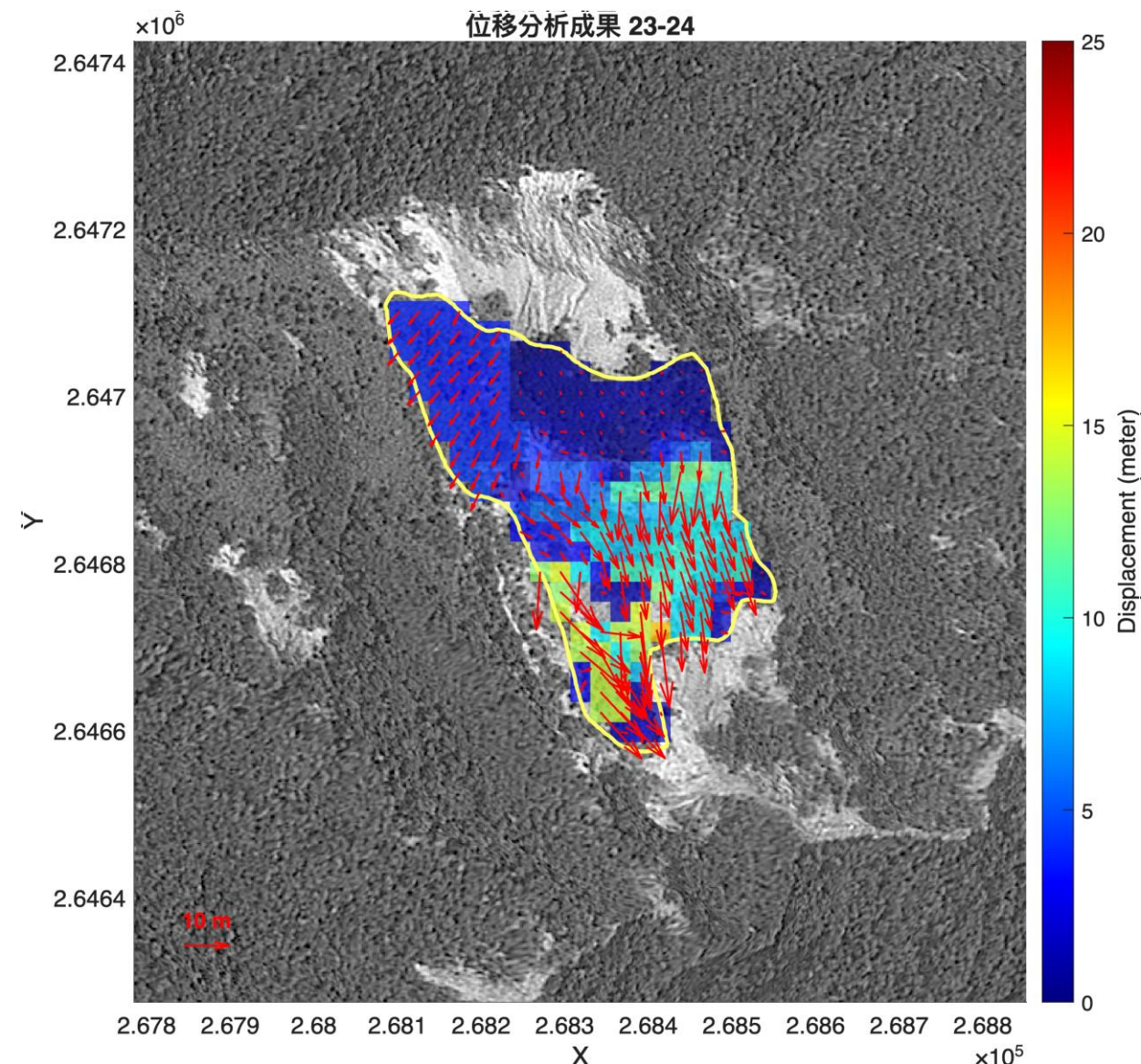
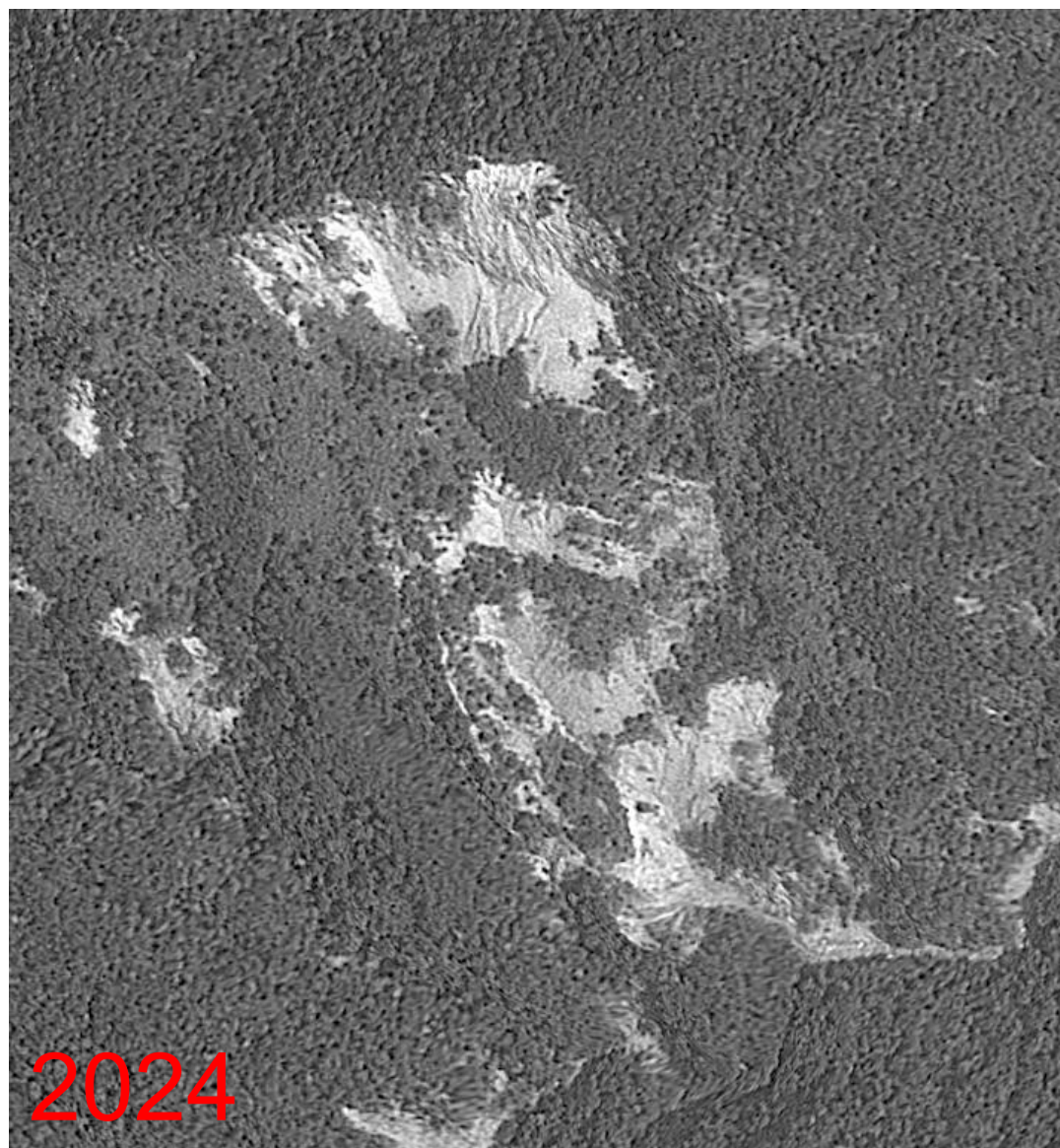


確認有顯著實際位移，分述如下：

- 此殘坡時序位移變化顯著。
- 2021年之後的降雨事件或為造成明顯位移之因素。
- 此殘坡2018-2019下半部、2019-2020整體受到顯著地形模型誤差影響，各期位移與影像拍攝方向呈現反向，屬常見的殘坡塌陷現象。2018-2019、2019-2020、2020-2021之誤差稍有抵銷效果。而2020-2021與2022-2023因影像拍攝方向相似，前述誤差情形影響較小。
- 2021-2022與2023-2024之位移與前述誤差造成之影響不符，考量其地表覆蓋改變顯著(如殘坡下方樹林)，推測於此些年度受到實際滑動影響，故比對基期位移量之變化有一定參考價值。

貳、產品介紹 - 位移分析範例

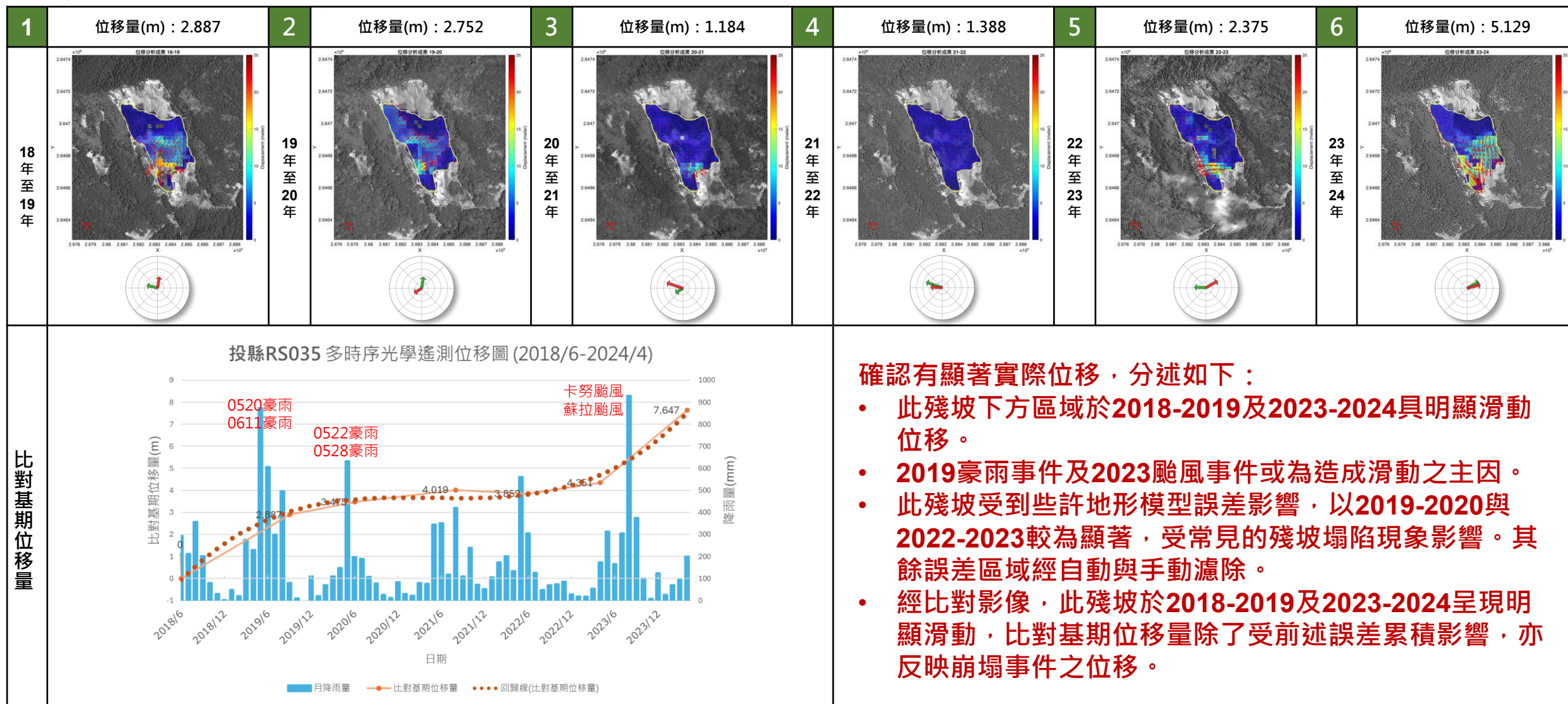
【投縣RS035】





貳、產品介紹 - 位移分析範例

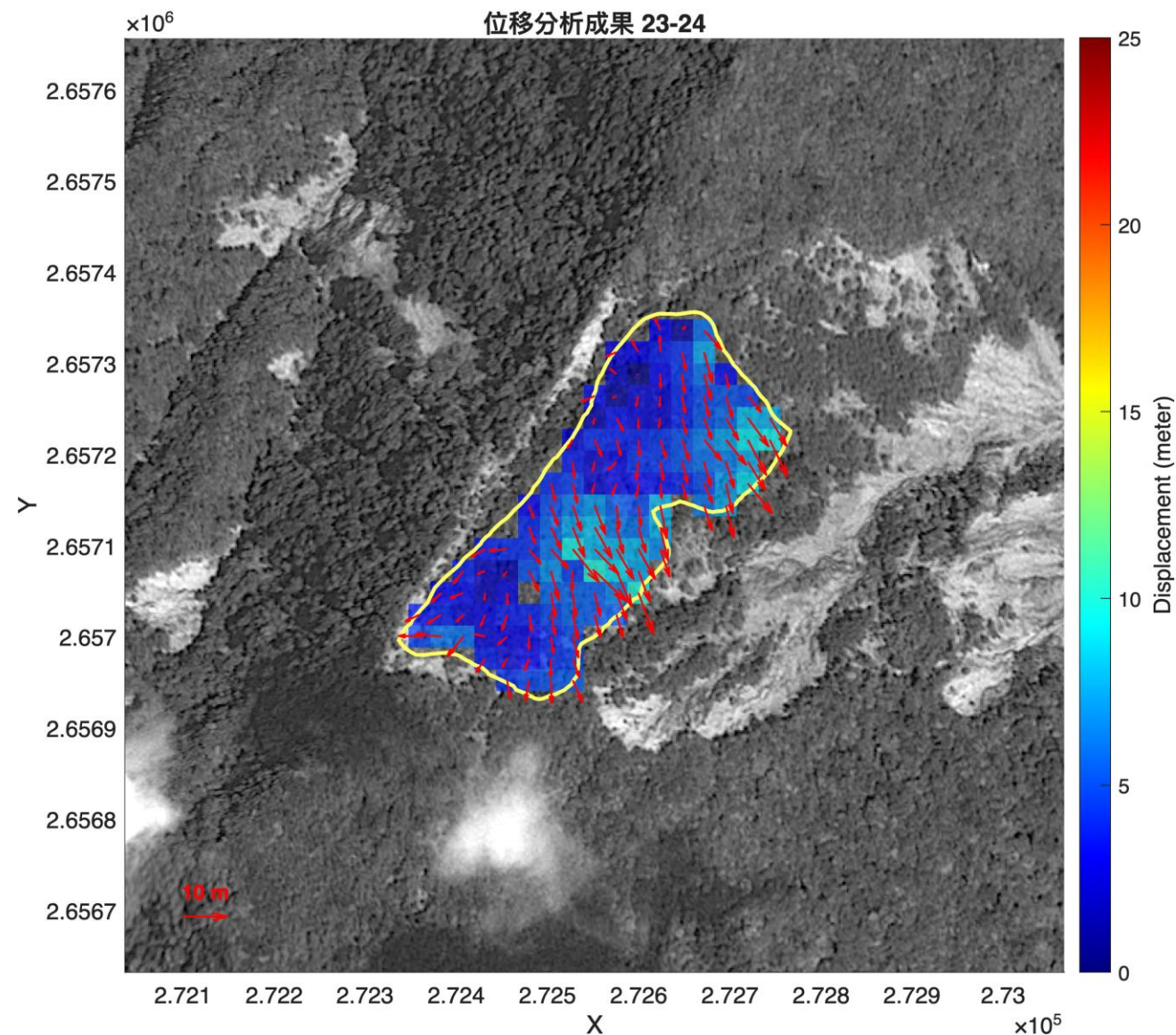
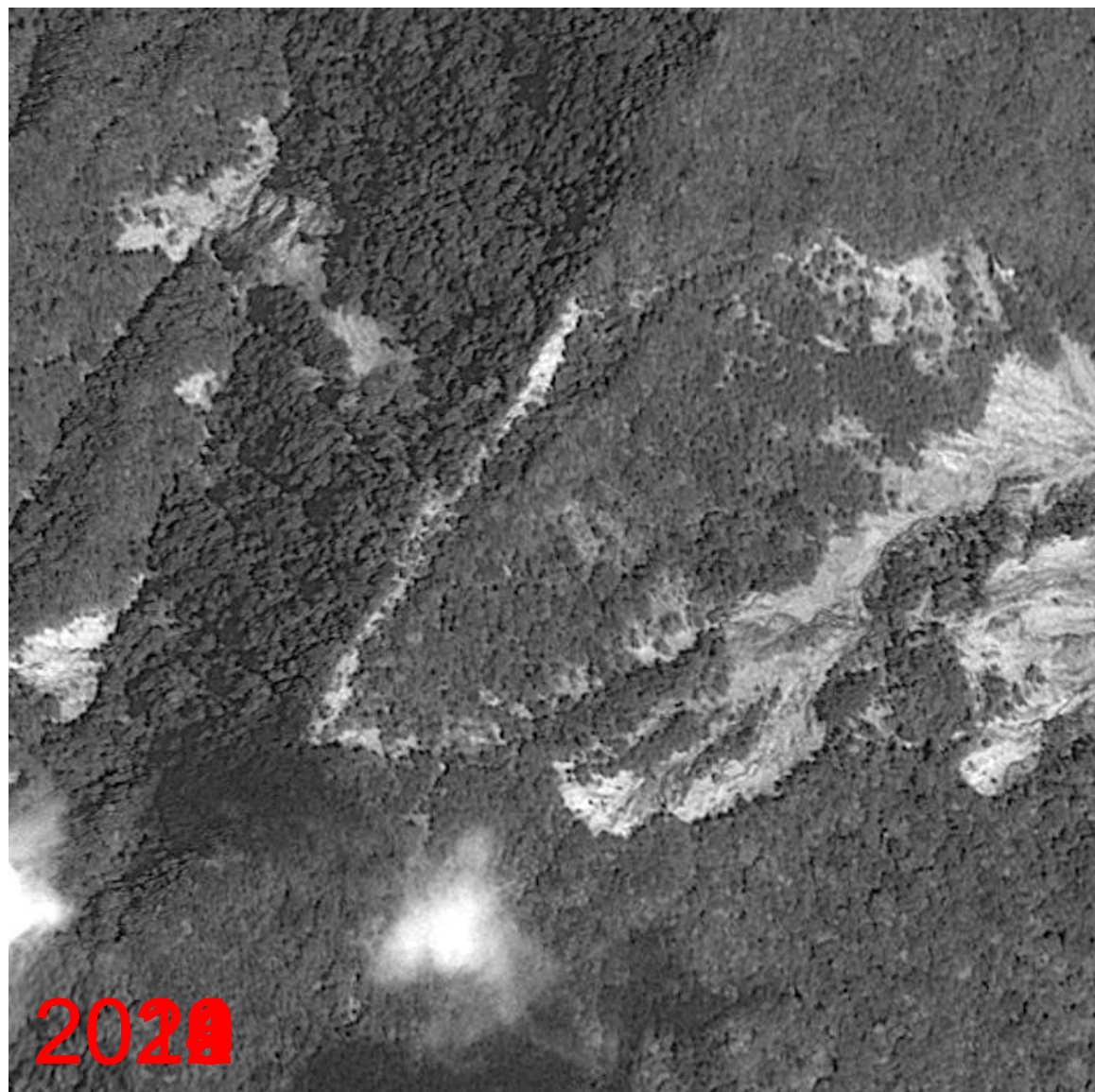
【投縣RS035】





貳、產品介紹 - 位移分析範例

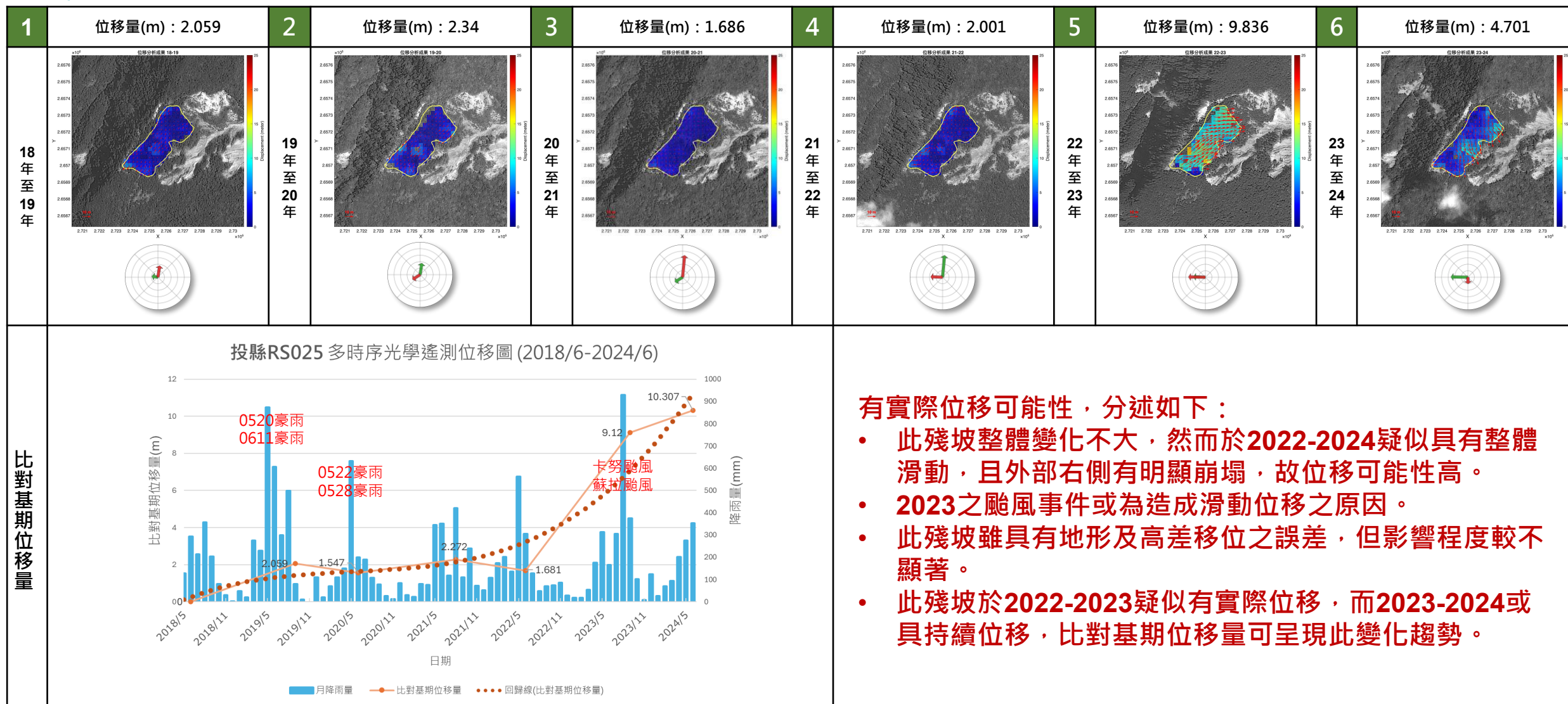
【投縣RS025】





貳、產品介紹 - 位移分析範例

【投縣RS025】



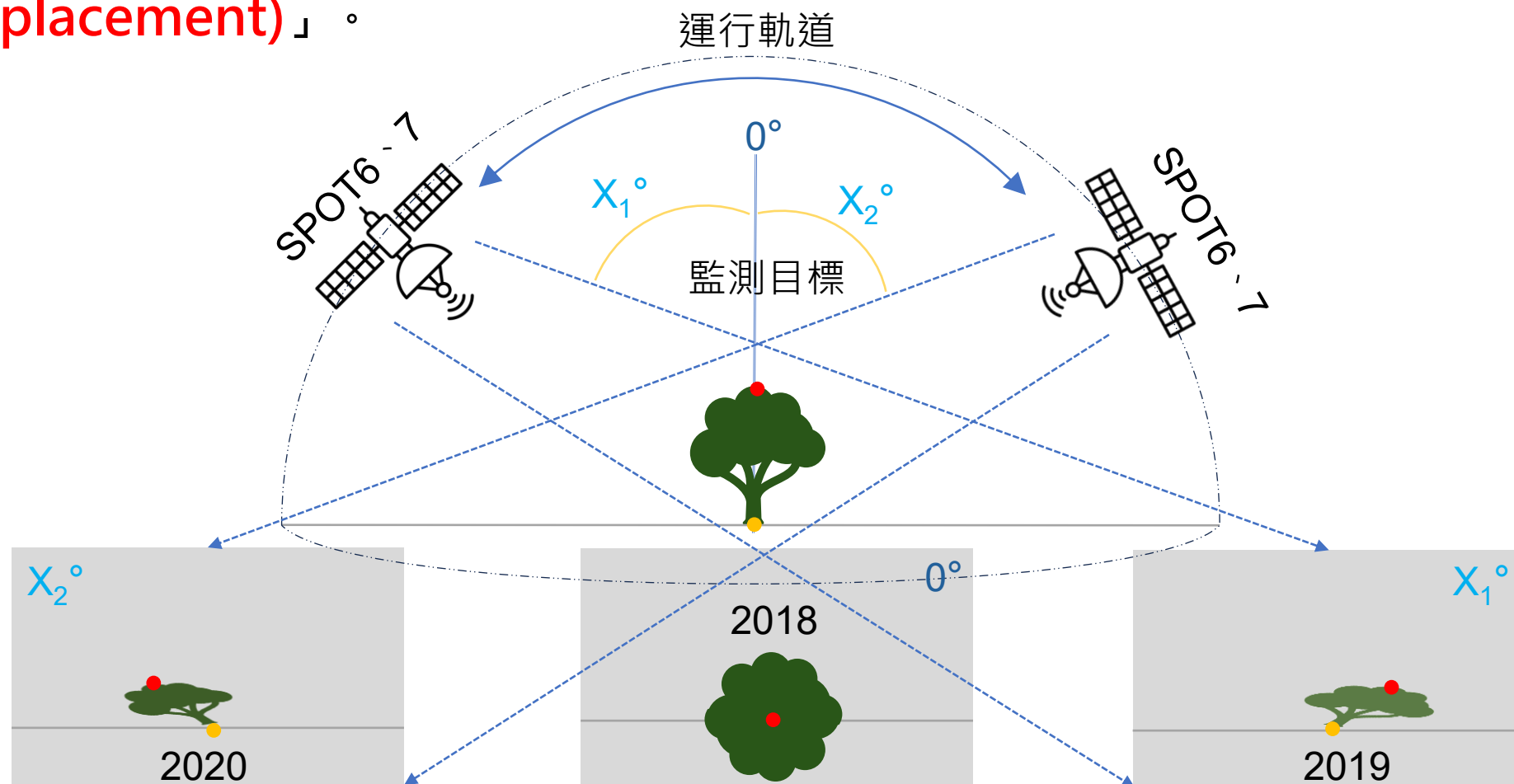
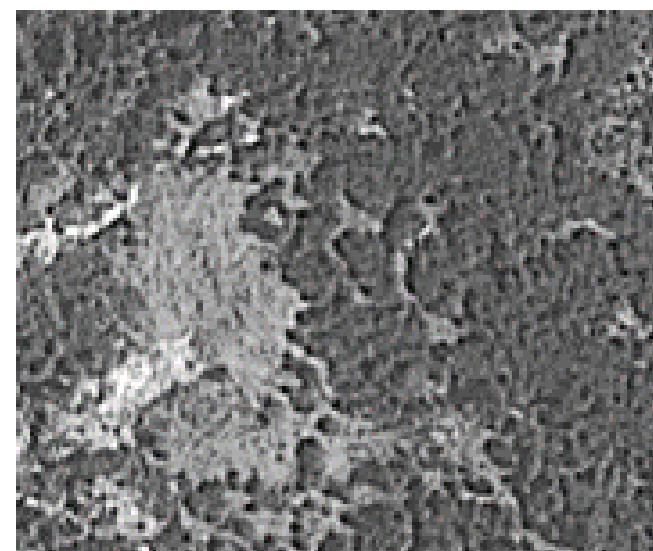
有實際位移可能性，分述如下：

- 此殘坡整體變化不大，然而於**2022-2024**疑似具有整體滑動，且外部右側有明顯崩塌，故位移可能性高。
- **2023**之颱風事件或為造成滑動位移之原因。
- 此殘坡雖具有地形及高差移位之誤差，但影響程度較不顯著。
- 此殘坡於**2022-2023**疑似有實際位移，而**2023-2024**或具持續位移，比對基期位移量可呈現此變化趨勢。

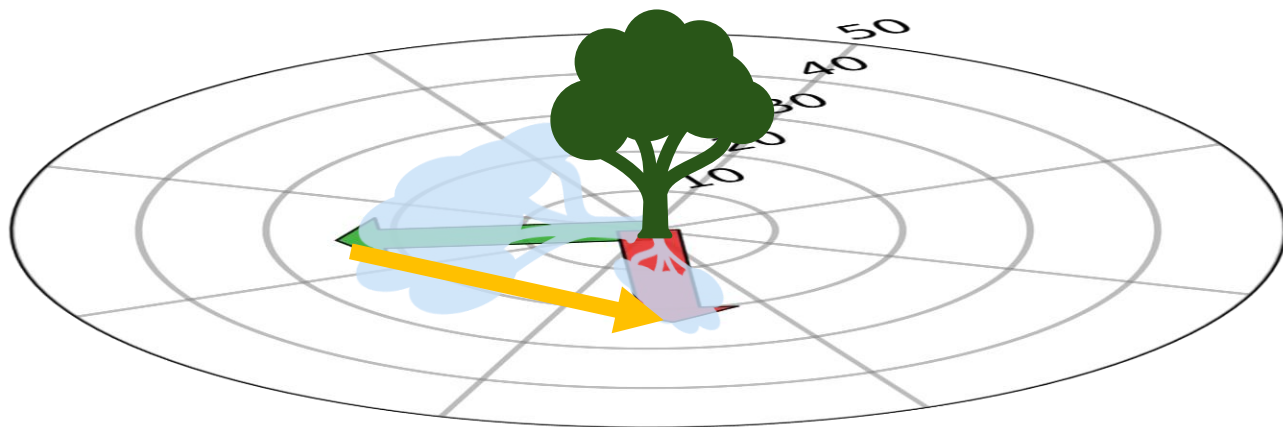
貳、產品介紹 - 高差移位誤差判讀

衛星影像因拍攝角度的差異，造成影像上具高度物體(如樹木)傾倒方向與距離不同之狀況，此現象為「**高差移位(relief displacement)**」。

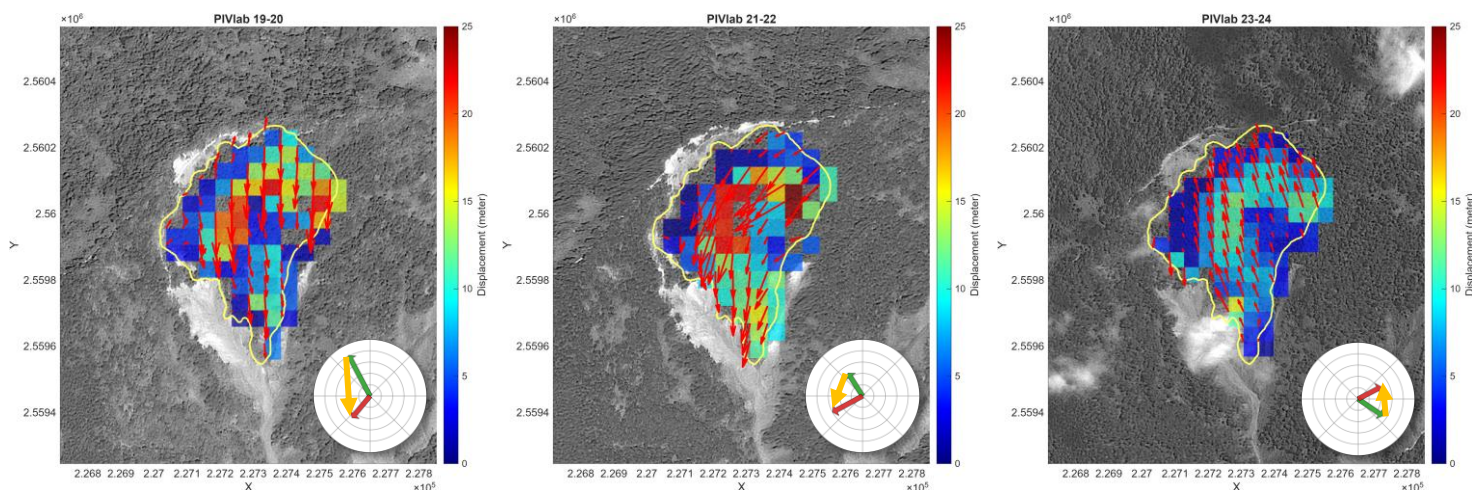
衛星影像實例



貳、產品介紹 - 高差移位誤差判讀

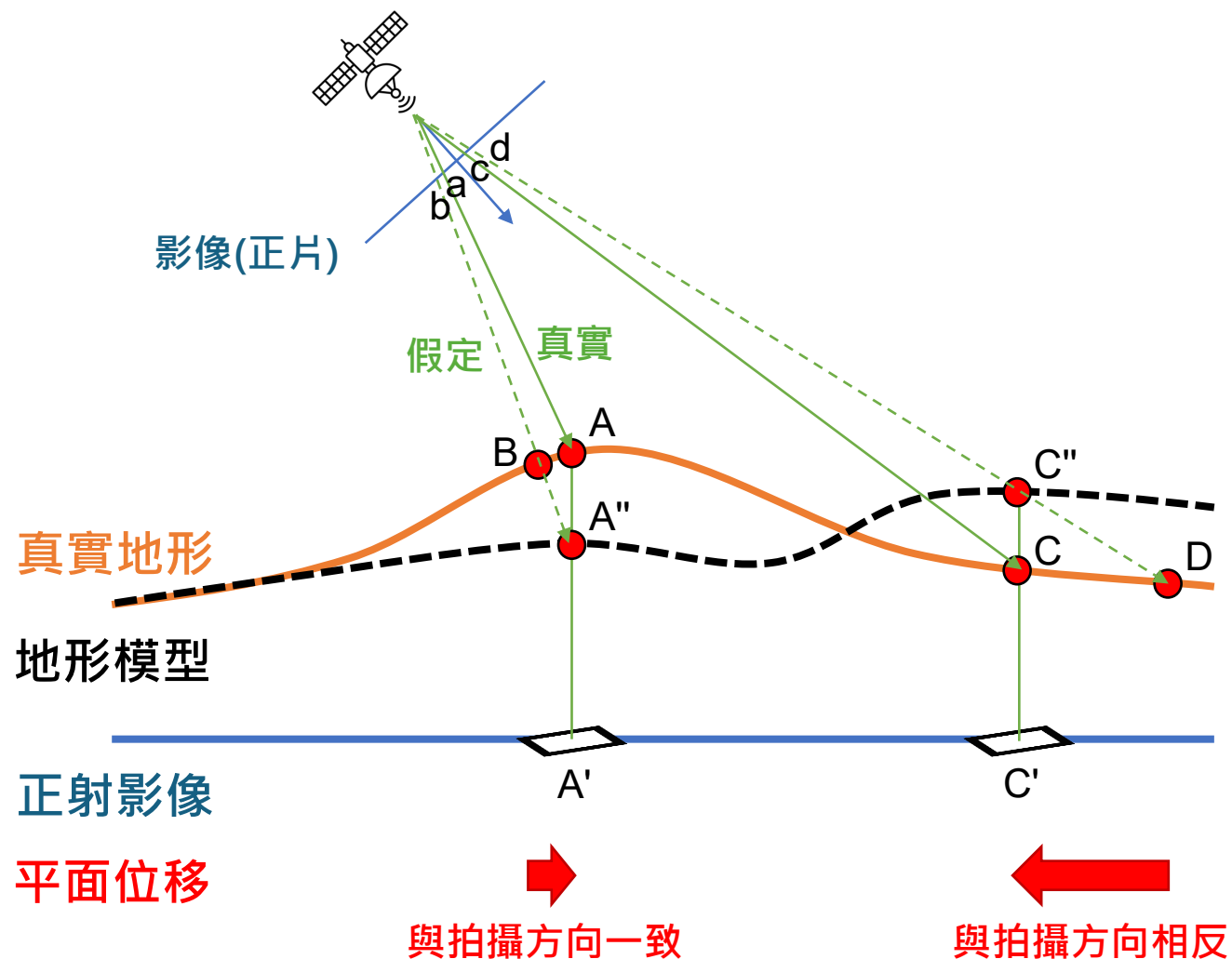


以高市RS078為例



- 影像**拍攝方位角**決定**高差移位方向**，**拍攝傾角**決定**高差移位大小**。
- 綠色箭頭為前期影像拍攝傾角與方位角，紅色箭頭為後期影像拍攝傾角與方位角，分別隱含了各期影像的**對應高差移位行為**。
- 而在比對前後期正射影像時，所得到的位移則受到此前後期高差移位影響，大致可預估此影響將從前期影像高差移位(綠色箭頭)至後期高差移位(紅色箭頭)所得之**位移向量(橘色箭頭)**。

貳、產品介紹 - 正射影像誤差判讀



- 正射影像產製時，若地形模型與實際地形有所差異，將造成物件於正射影像位置偏移。
- 以A點為例，**實際地形較地形模型高**，產製A'正射像元時依地形模型假定其對應位置於A''，然此點投影至影像將位於b點，其存有真實地形B點之資訊，故誤將b點資訊存至A'，造成**與拍攝方向一致之平面位移**。
- 反之C點之**實際地形較地形模型低**，將造成**與拍攝方向相反之平面位移**。
- 此為殘坡受地形模型誤差高低不同而具有不同方向偏移之成因。

參、製作方式與可信度 - 分析流程

影像篩選

位移分析

誤差修正

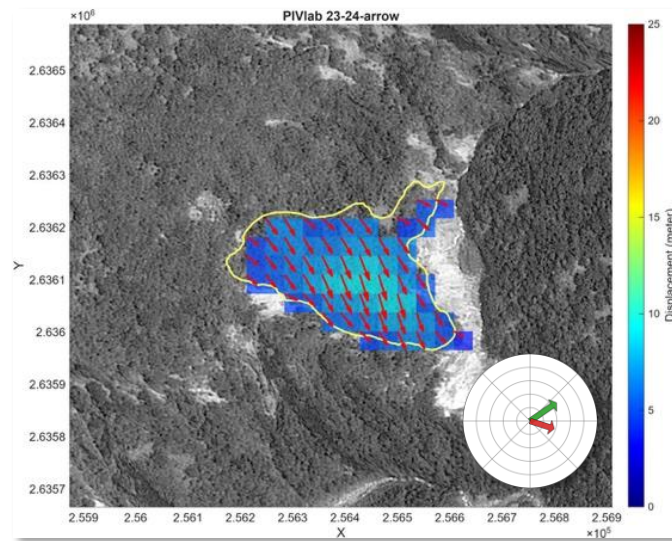
報告產製

- ① **影像篩選**：每年5至8月擇一幅晴空無雲、拍攝條件相近之SPOT衛星影像(107至113年共七期)。
- ② **位移分析**：以粒子影像測速法比對前後期影像，計算坡面各位置之位移向量。
- ③ **誤差修正**：濾除異常極端值並扣除穩定參考區位移，降低高差移位等系統性誤差。
- ④ **報告產製**：彙整位移圖、折線圖與降雨、地震事件，經人工核驗後產出分析報告。

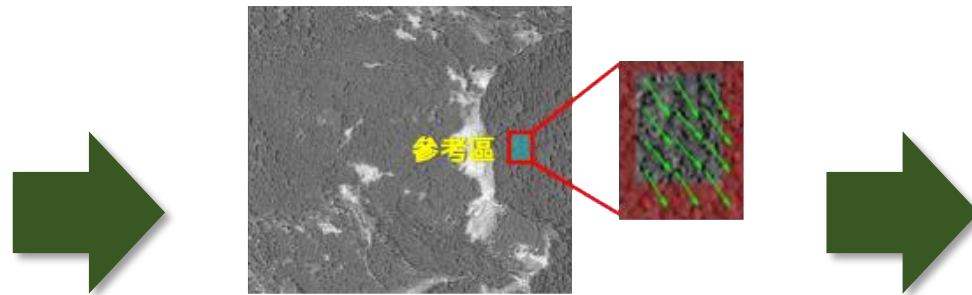
參、製作方式與可信度 - 誤差修正

➤ 為什麼需要高差移位修正

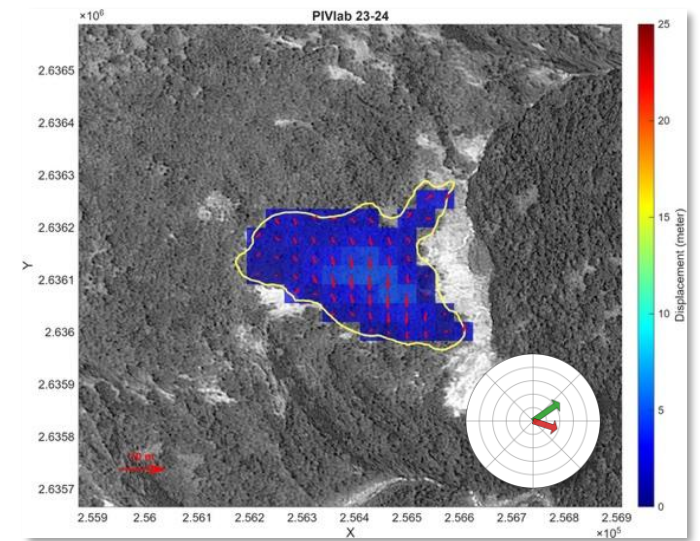
- 衛星每次拍攝角度不同，樹木等具高度地物在正射影像上的投影位置隨之改變，產生的系統性誤差，稱為**高差移位**；地形模型與實際地形之落差亦會造成類似的系統性偏移。
- 以投縣RS004殘坡2023-2024年分析為例，因兩期影像拍攝方向不同，原始結果呈現明顯**東南向系統性偏移**；擇定周遭穩定樹林區為參考區並扣除其位移後，**殘坡位移量顯著降低**，與實際情形相符，可有效濾除假位移。



23-24年呈現整體東南向偏移誤差



挑選殘坡周遭純樹林區作為參考區



扣除參考區位移後位移量顯著降低

參、製作方式與可信度 - GNSS現地驗證

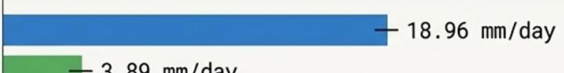
➤ 與現地GNSS測站驗證



5 處 GNSS 驗證場域

光華(桃市RS001)、秀巒(竹縣RS003)、鵠鵠崙(新北LL002)、
中心崙(嘉縣LL004)、槎仔寮(嘉縣LL003)

PIV為面狀水平位移、GNSS為單點三
維，因此應著重於「趨勢相關性(r值)」
而非絕對量值比較！

崩塌區	速率對比 (PIV vs GNSS)	平均絕對誤差 (MAE)	偏誤 (Bias)	相關性 (r值)
秀巒	 8.21 mm/day 9.86 mm/day	1.65	-	0.99 (極度吻合)
中心崙	 11.16 mm/day 17.42 mm/day	6.26	-	0.91 (高度吻合)
光華	 18.96 mm/day 3.89 mm/day	15.07	-15.07	0.81 (趨勢一致)
槎仔寮	 5.44 mm/day 3.69 mm/day	1.76	-1.76	0.70 (正向相關)
鵠鵠崙	 10.37 mm/day 3.76 mm/day	n.a.	n.a.	(單期無資料)

$r \geq 0.70$ 位移趨勢與現地實測高度一致

秀巒與中心崙之加/減速趨勢與實測極吻合；槎仔寮後期數值趨近並
同呈加速；桃市 RS001(光華)因不安定土砂的擾動，PIV位移量高於
GNSS位移量，但兩者變化趨勢相關性仍達0.81。

肆、使用限制與取得方式

1. 位移量為遙測影像分析之推估結果，並非現地儀器量測之絕對位移。
2. 成果可能受影像品質、雲霧、陰影、植被變化、影像匹配誤差、高差移位及地形模型誤差等因素影響。
3. 每年一期之長期趨勢監測，並非反映特定事件之變化。
4. 折線圖數值為坡面整體平均位移之統計，並非最大位移點之位移量。
5. PIV成果應作為趨勢判讀與輔助分析之參考，不宜單獨作為治理決策或現地危險判定之唯一依據。

肆、使用限制與取得方式

成果查詢路徑(規劃)：

BigGIS巨量空間資訊系統 ➔ ^①不安定土砂專區 ➔ ^②殘坡圖 ➔ ^③點選殘坡 ➔ ^④開啟PIV分析報告連結

The screenshot displays the BigGIS system interface with several key elements highlighted by red boxes and numbered 1 through 4, corresponding to the query path:

- 1**: The "不安定土砂" (Unstable Soil and Sand) menu item in the top navigation bar.
- 2**: The "不安定土砂殘坡圖" (Unstable Soil and Sand Landslide Map) sub-menu item.
- 3**: A specific landslide point selected on the map, with its details shown in the "屬性資料" (Attribute Data) window.
- 4**: The "PIV: PIV分析報告" (PIV: PIV Analysis Report) link within the attribute data window.

The right side of the image shows the generated "PIV分析報告-高市RS082" (PIV Analysis Report - Gao Shi RS082), which includes a map of the landslide area, a table of displacement data, and a series of images showing the landslide progression over time.

1	2	3	4
位移量(m): 4.138	位移量(m): 4.485	位移量(m): 13.682	位移量(m): 1.0

伍、總結

產品說明

- 以SPOT衛星影像輔以高解析航照進行多時序PIV分析，推估殘坡坡面位移趨勢之監測產品
- 每年一期(107-113共七期)涵蓋五大流域172處殘坡

達成目標

- 掌握轄區殘坡逐年位移趨勢
- 排定現地查證之優先順序
- 颱風、地震事件後比對是否出現異常位移

取得方式

- 於BigGIS巨量空間資訊系統點選殘坡，檢視位移圖層與PIV分析報告連結



<https://reurl.cc/yWZyZD>

※僅支援桌機版

注意事項

- 遙測推估結果，非現地儀器實測之絕對位移
- 受影像品質、雲霧陰影、植被變化與誤差因素影響
- 供趨勢判讀與輔助分析，**不建議作為治理決策或危險判定之唯一依據**

報告完畢 敬請指教



農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼