

初探警戒正切角 α 值應用於臺灣大崩預警系統之適用性

李易諭^{[1][2]*} 楊沛漳^[1] 林駿恩^[1] 黃效禹^[1]

摘 要 臺灣現行的大規模崩塌預警，主要採用有效累積雨量訂定警戒值，並搭配現地監測的變位量及位移速率輔助判斷。但邊坡破壞實際上與變形量的變化有關，因此除警戒雨量值外，為能有效反映邊坡的活動狀態，本研究應用前人研究提出的警戒正切角 α 值，即由當下儀器紀錄的位移速率與其長期平均速率的比值，做為評估崩塌發生的依據並建立警戒指標。為探討該指標的適用性，本研究針對已發生過邊坡破壞的大崩潛勢區－桃市LL004（光華）及新北LL002（鵲鵲崙）－進行分析，利用現地監測之GNSS資料並濾除雜訊後，進一步換算警戒正切角 α 值。發現當 α 值大於80度時，吻合邊坡破壞的發生時間，故評估其能有效反映崩塌發生之位移歷程，可做為預警的指標之一。

關鍵詞：大規模崩塌、邊坡破壞、警戒指標、警戒正切角 α 值。

Applying Improved Tangential Angle Model in the Early Warning System for Large-Scaled Landslides in Taiwan

Yi-Yu Li^{[1][2]*} Pei-Jhang Yang^[1] Chun-En Lin^[1] Hsiao-Yu Huang^[1]

ABSTRACT The early warning system for Large-scale Landslide Disaster depends mainly on effective accumulated rainfall, displacement and velocity from real-time monitoring system. In fact, the slope failure directly relates to the deformation patterns of displacement. To obtain another useful indicator for the early warning system, we apply improved tangential angle model determined by the arctangent value of the ratio of real-time displacement rate and long-term average rate. In this study, we use two sites where landslides occurred to examine if this indicator is practical for detecting slope failure and classifying deformation stages. One site is LL004, located in Fuxing District, Taoyuan City; another is LL002, which is in Xizhi District, New Taipei City. We calculate improved tangential angle from their on-site GNSS data, discovering that the angle corresponds to the occurring time of slope failure, when the value exceeds 80 degrees. This research demonstrates that alpha value perfectly reflects the process of slope failure. As a result, we suggest that this value can be a reliable indicator in the early warning system of large-scale landslide.

Key Words : Large-scale landslide, Slope failure, Early warning indicator, Improved tangential angle.

[1] 農村發展及水土保持署

Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

[2] 財團法人農業科技研究院

Agricultural Technology Research Center

* Corresponding Author. E-mail: joseliyiu@mail.ardswc.gov.tw



初探警戒正切角 α 值應用於臺灣大崩預警系統之適用性

李易諭^[1] [2] 楊沛漳^[2] 林駿恩^[2] 黃效禹^[2]

[1]財團法人農業科技研究院
[2]農村發展及水土保持署 減災監測組

前言

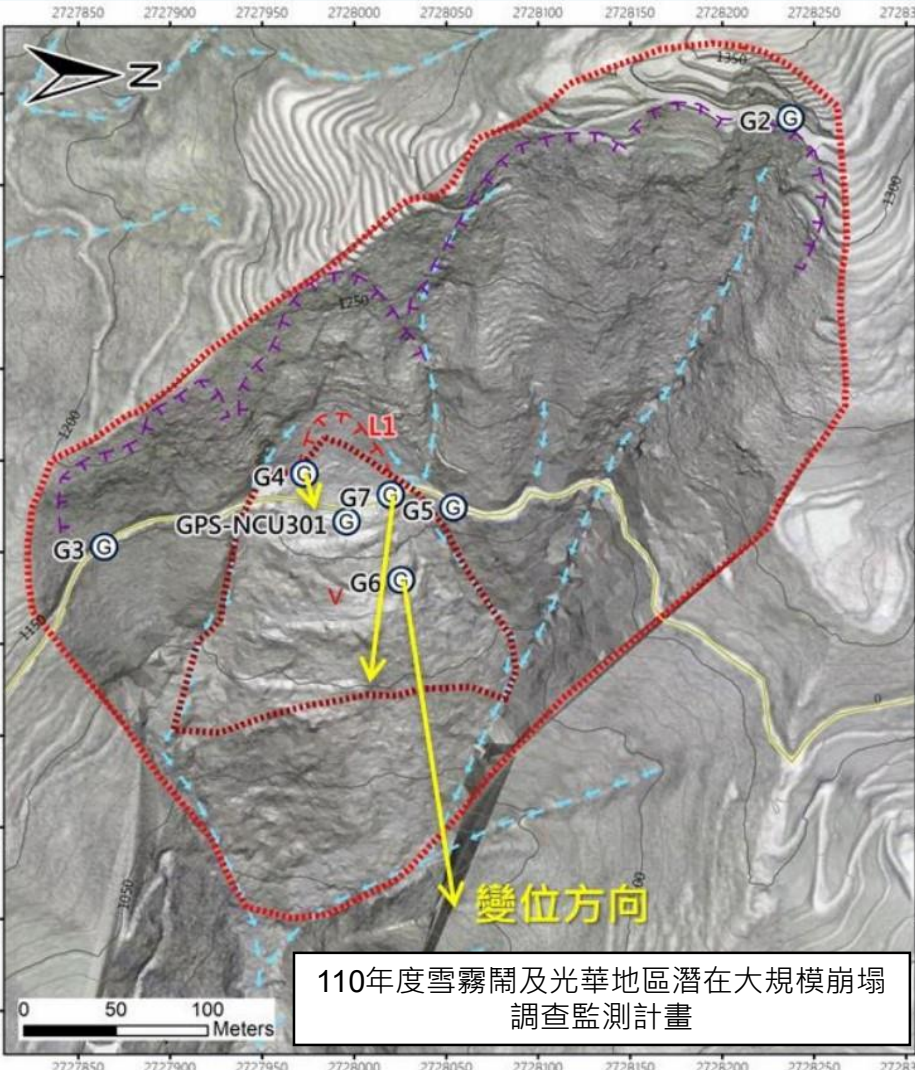
- 臺灣現行的大規模崩塌預警，主要採用累積雨量訂定警戒值，並搭配現地監測的變位量及位移速率輔助判斷。但邊坡破壞實際上與變形量的變化有關，因此除警戒雨量值外，為能有效反映邊坡的活動狀態。本研究參考 Xu et al. (2020) 文章中提到的警戒正切角 α 值，做為評估崩塌發生的依據並建立警戒指標。
- 本研究為探討指標的適用性，針對已發生過邊坡破壞的大崩潛勢區桃園市-復興區-T002（光華）及新北市-汐止區-D003（鵠鵠崙）進行分析。利用現地監測GNSS資料並濾除其雜訊後，進一步換算警戒正切角 α 值，發現當 α 值大於80度時，吻合邊坡破壞的發生時間，故評估其具有做為警戒指標的能力。

結論與建議

1. 監測資料顯示，大規模崩塌潛勢區的活動性與各滑動塊體的活動程度有關。在同樣的降雨事件中，有些區域產生顯著的滑移，但也有相較穩定不動的區塊，顯示大規模崩塌潛勢區複雜的運動機制，需持續監測與關注。
2. 在光華與鵠鵠崙的例子中，警戒正切角搭配當下速度的預警值互相適用，可有效反映崩塌地的位移情形。當 α 值介於75-80度、速度大於25mm/yr時，為警戒狀態； α 值大於80度、速度亦大於25mm/yr時，可指示坡地的破壞。

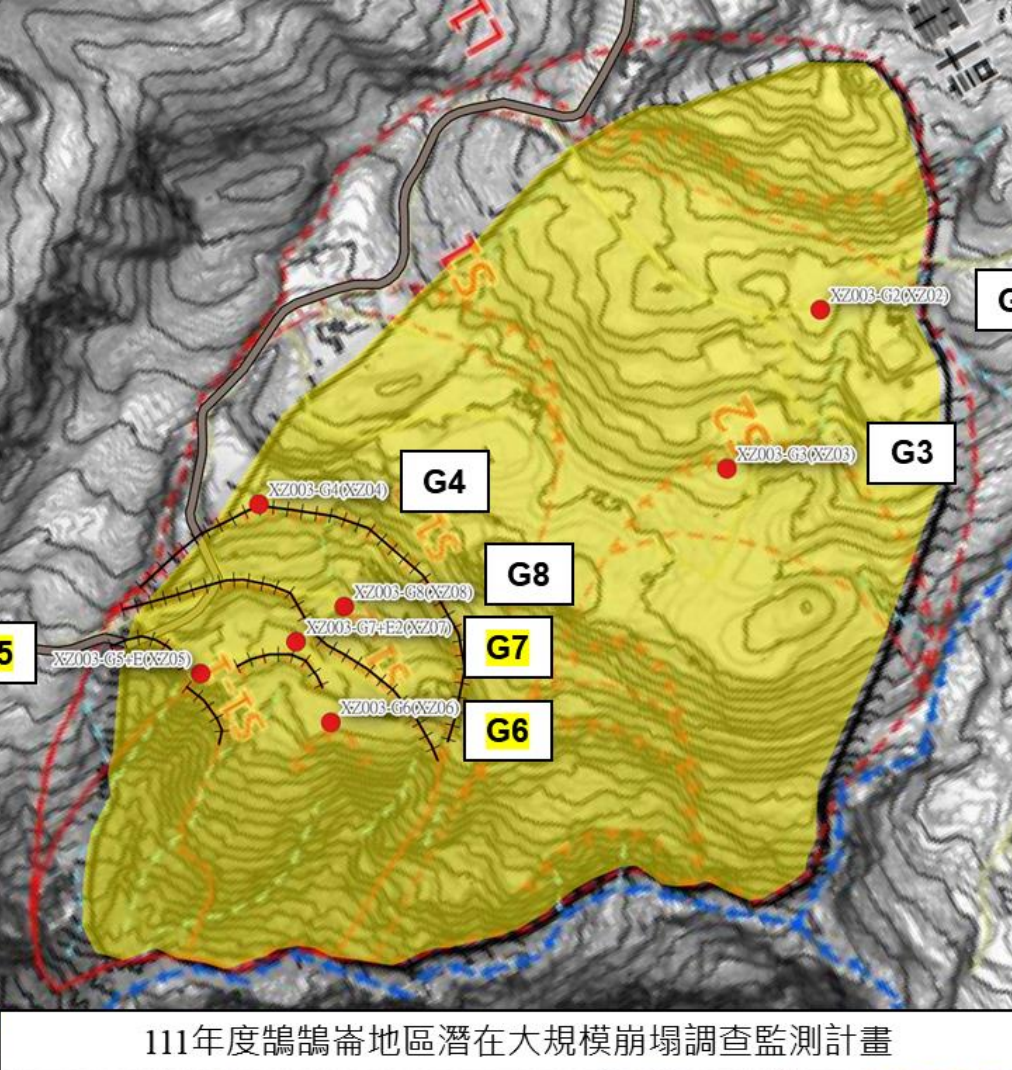
研究區域與方法

桃園市-復興區-T002 (光華)



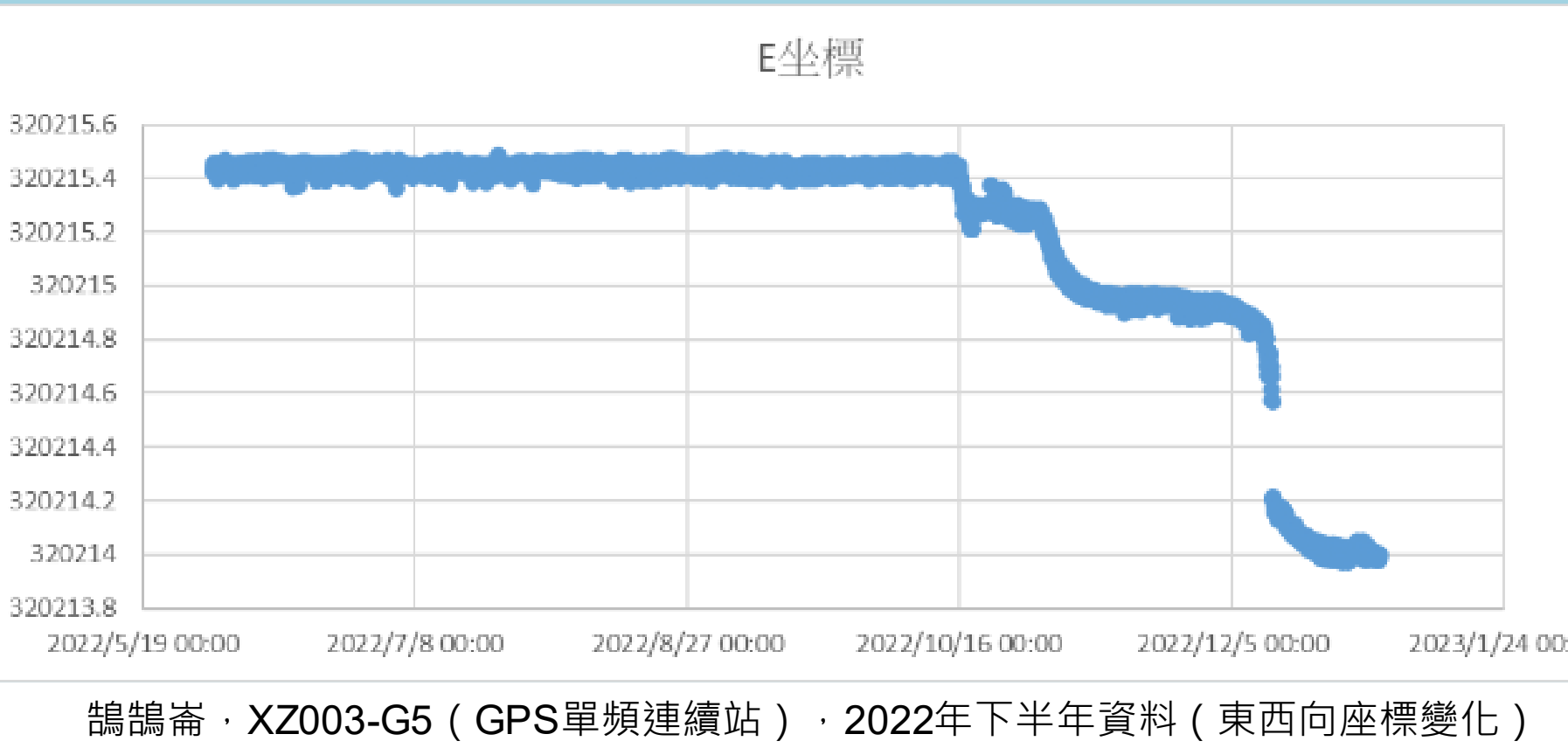
光華滑移事件摘要
2021年持續滑移，同年7月烟花颱風造成顯著滑移，其中黃色箭頭為變形顯著的點位

新北市-汐止區-D003 (鵠鵠崙)



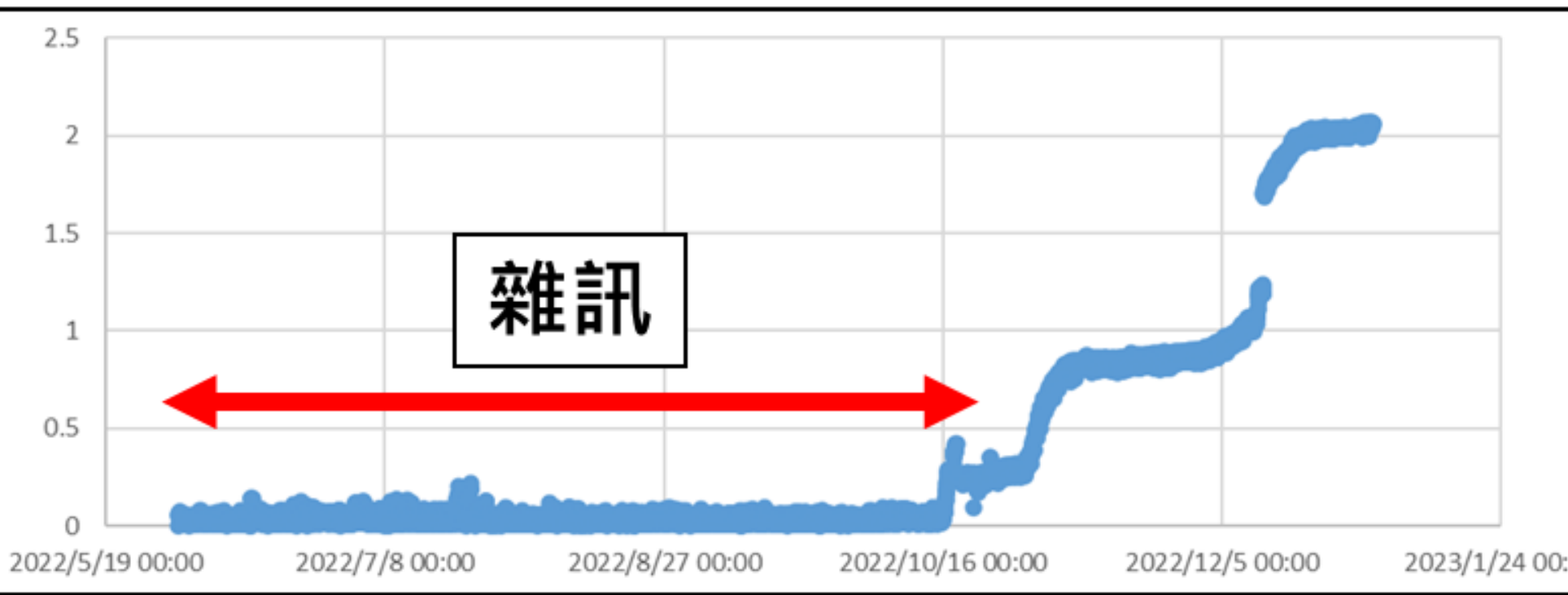
鵠鵠崙滑移事件摘要
2022年10月尼莎颱風、10月底豪雨、12月初豪雨均造成邊坡顯著滑移，其中標記黃底的測站為變形顯著的點位

資料來源：農村水保署大規模崩塌監測整合系統
資料處理：以鵠鵠崙G5站為例，進行資料平滑

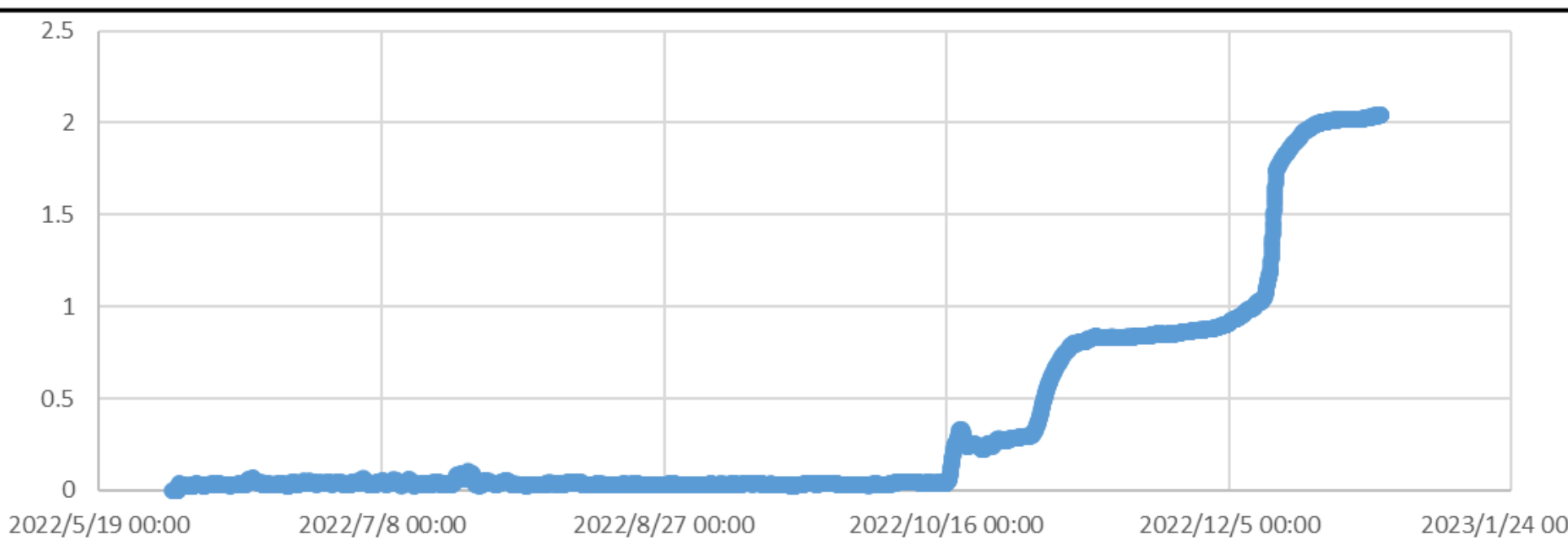


原始資料：每小時的座標位置(TWD97)、位移速率
鵠鵠崙：取 2022/06/01-2022/12/31 進行分析
光華：取2021/07/01-2021/12/31 進行分析

將原始座標轉成累積位移量的成果，y軸單位為m

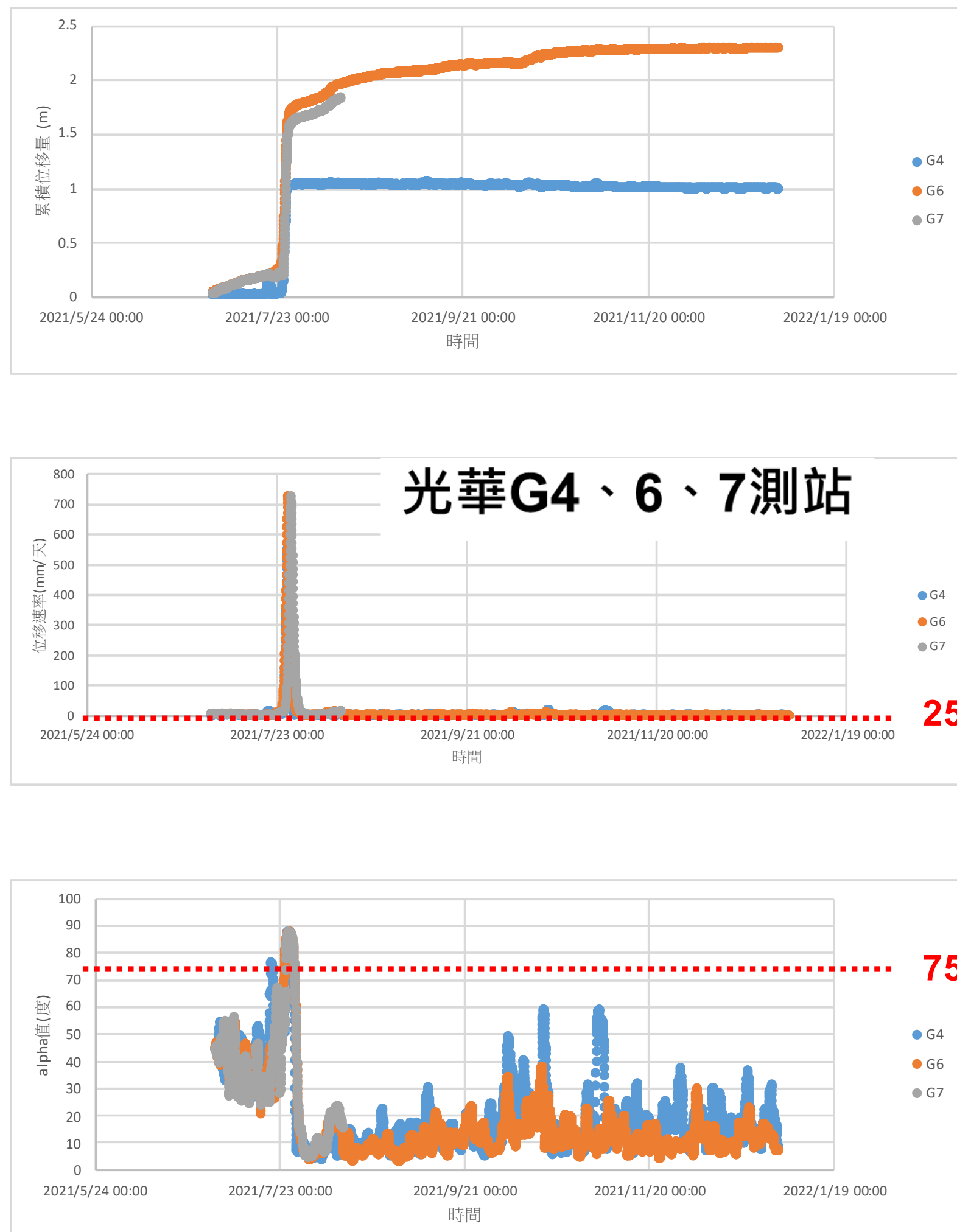
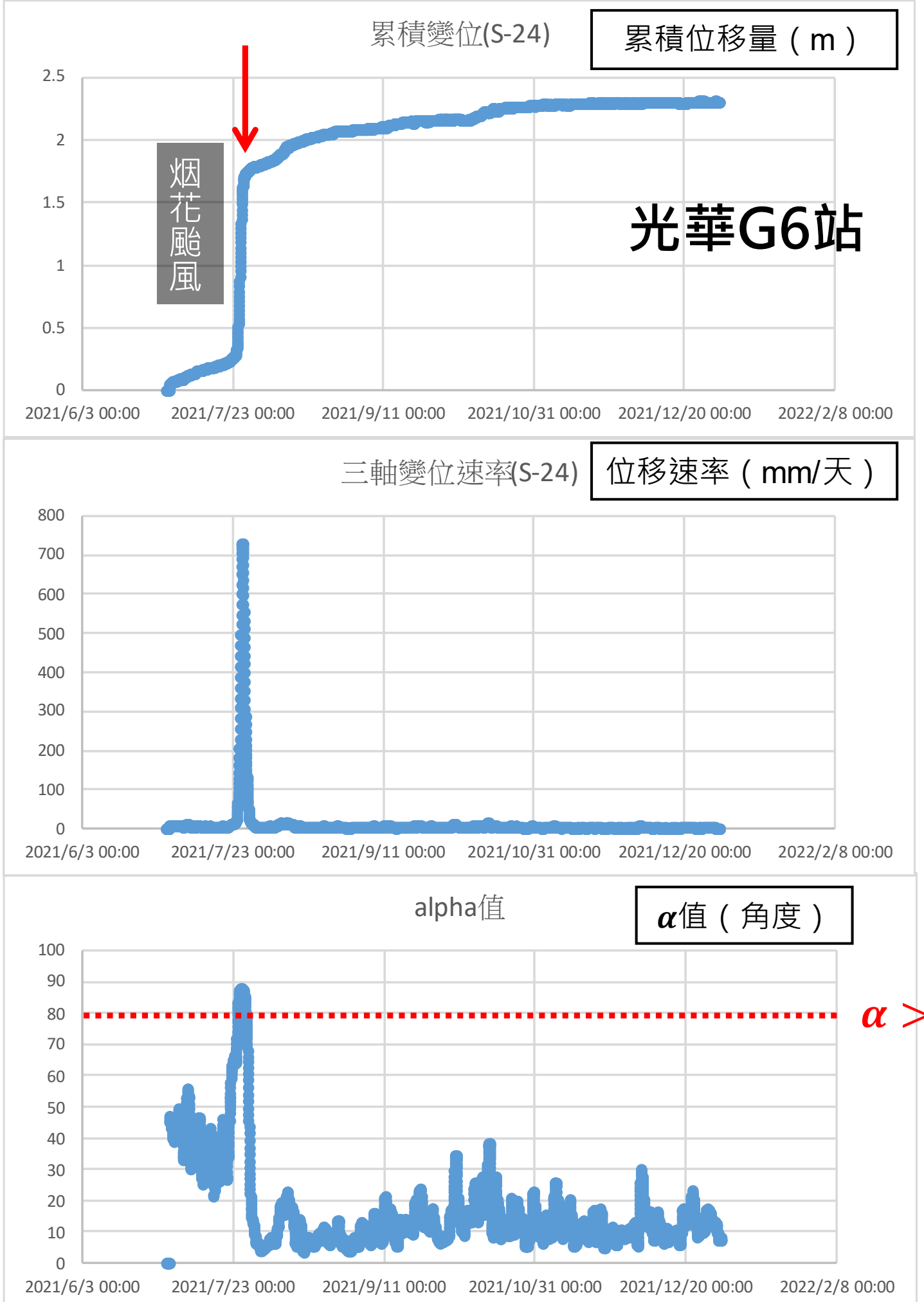
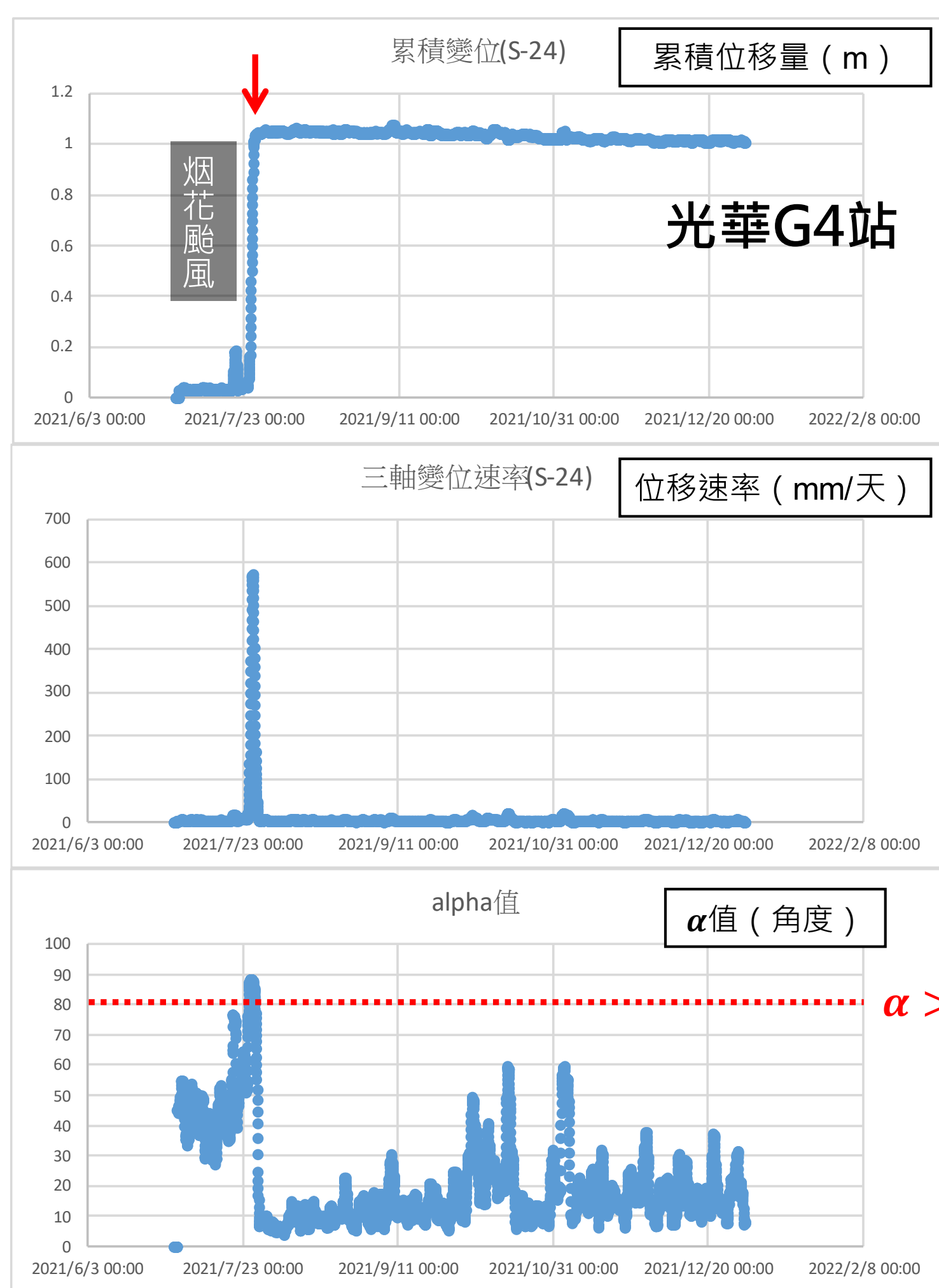


為消除雜訊，用移動視窗（24）平均的累積位移量

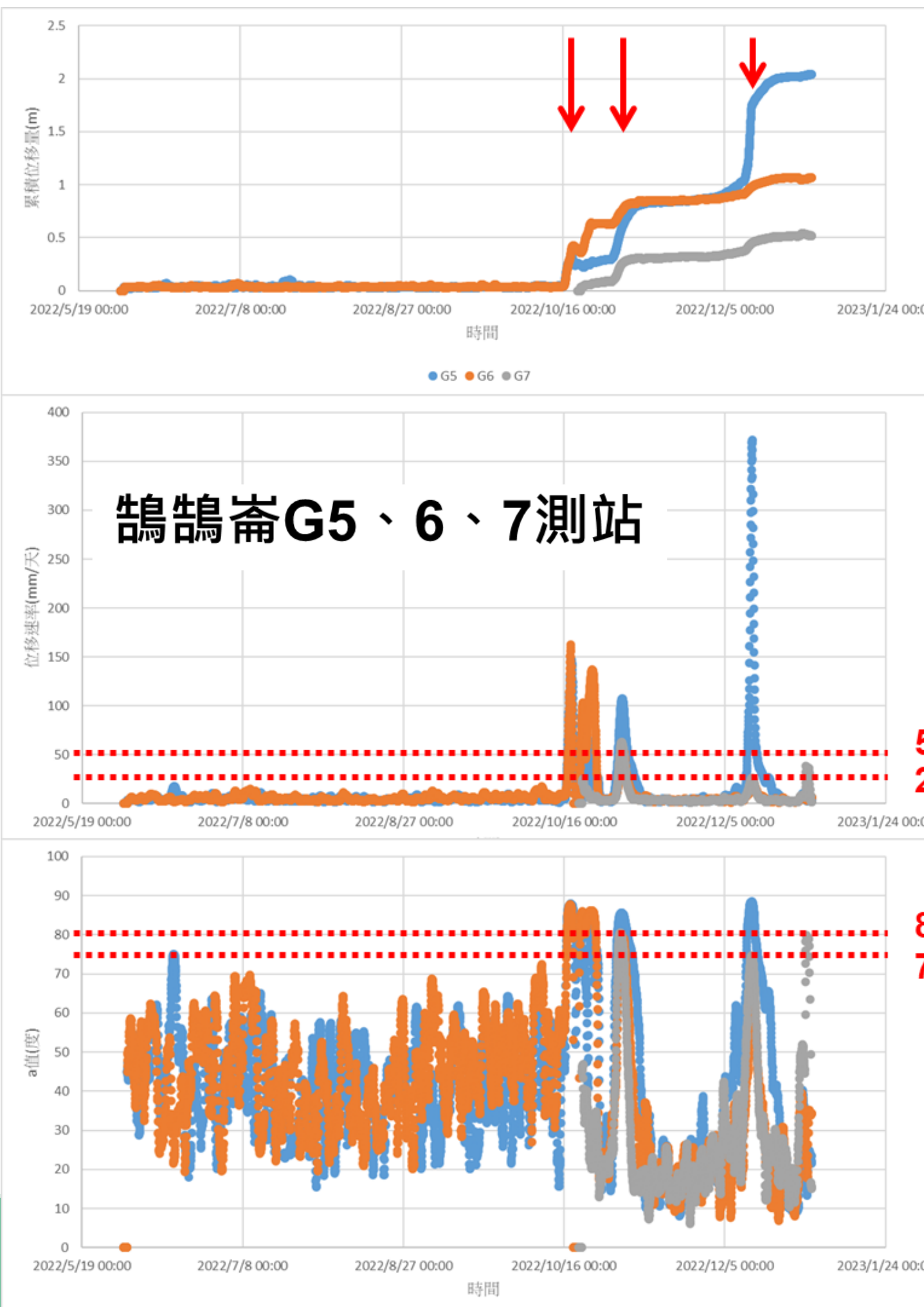
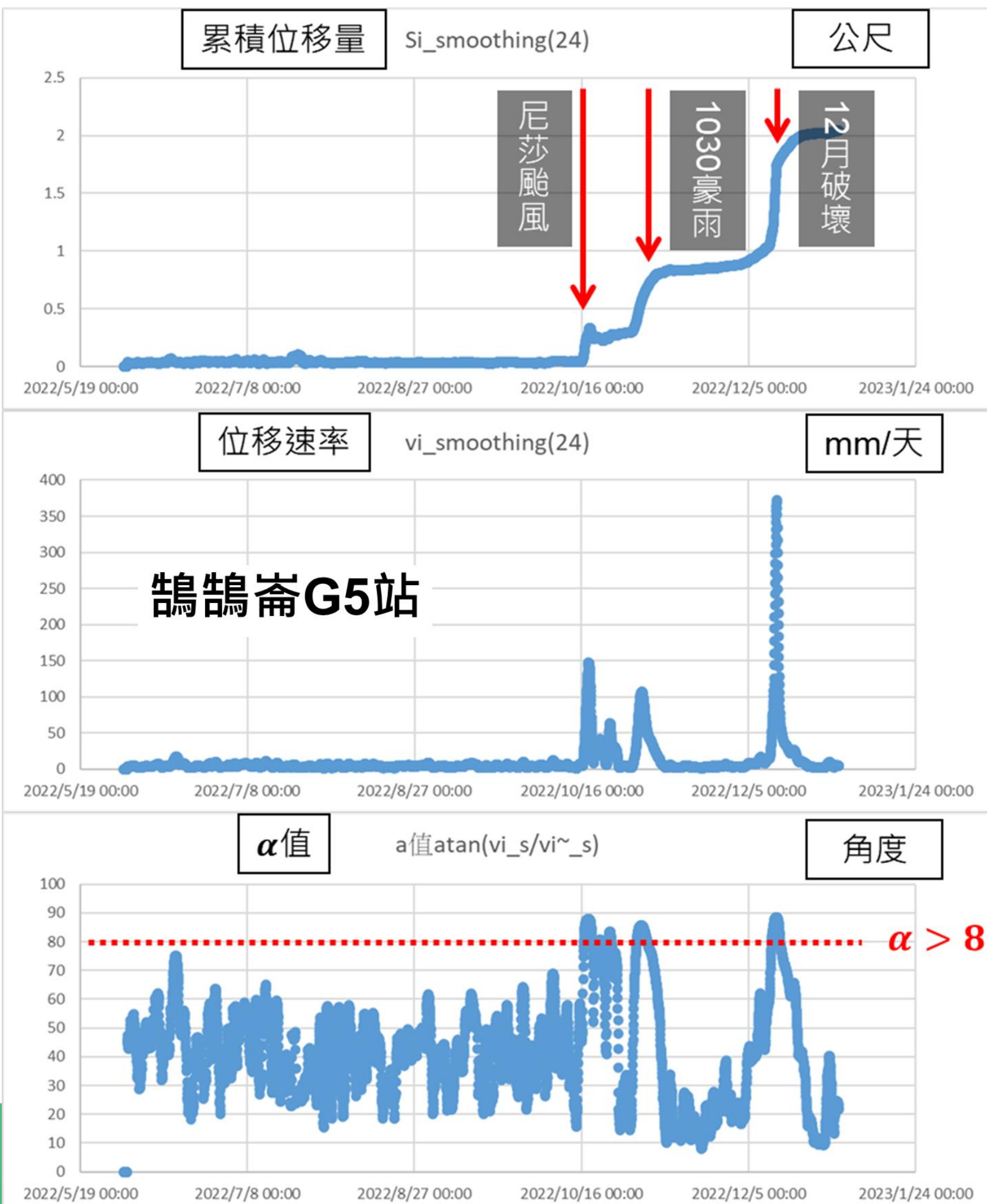


結果與討論

桃園市-復興區-T002 (光華)



新北市-汐止區-D003 (鵠鵠崙)



警戒正切角 α 值 (Xu et al., 2020)

$$\text{公式：}\alpha = \arctan\left(\frac{v}{\bar{v}}\right)$$

v : 當下儀器回傳的變位速率
 \bar{v} : 長期平均變位速率

	α 值	位移速率
破壞	>80	>25
警戒	75-80	>25

- α 值從75提升至80，約為2-6小時。
- α 值大於80的時間，約持續2-3天。