

# 宜蘭縣政府 107 年度自行研究報告

## 應用無人載具監管考古遺址土地 —以丸山考古遺址為例



研究單位：宜蘭縣羅東地政事務所

研究人員：林技佐千惠

研究期程：107 年 4 月至 11 月

# 摘要報告

## 一、研究主旨：

應用無人載具監管考古遺址土地—以丸山考古遺址為例

研究動機：

臺灣地屬山多平原少之板塊運動頻繁地區，及受全球環境變遷影響，山崩、土石流、颱風降雨等造成的災情頻傳，對於災害發生地區的環境即時調查分析顯然為重要的課題。

近年國內外對於遙控無人飛行載具之應用研究相當蓬勃發展，其挾帶即時、迅速、低成本及簡易操作等優勢，逐漸用於環境監測、災害應變、農漁業應用及輔助各項測量業務等，本研究體認到考古遺址文化保存之重要性，大量降雨的沖刷首當其衝對於考古遺址地表上之文化層有嚴重之影響，造成文物流失、毀損等，冀以利用無人載具即時瞭解災害情形、位置、範圍等資訊，並建置於地理資訊系統內，後續可持續追蹤管理並實施防患於未然之工作。

研究目的：

- (一) 利用無人載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)針對考古遺址土地範圍進行災害應變之監測及後續管理。
- (二) 提供後續考古遺址災害預估模擬之參考資料。
- (三) 將災害發生位置、範圍、情況、後續處理情形、現況追蹤等建置於地理資訊系統資料庫以利相關單位整合其他圖資管理考古遺址。

## 二、研究方法與架構

首先需蒐集丸山考古遺址範圍之相關圖資，例如：地籍圖、航照圖、等高線圖、坡度及坡向圖等，以及向管理單位(宜蘭縣文化局)調閱歷年管理維護計畫或監管維護計畫和巡查成果報告以及研究報告書(包含發掘報告書、相關政策規劃報告書)等書面資料；再來將既有圖資匯入地理資訊系統(ArcGIS)或AutoCAD套疊，需轉換或確定坐標系統為一致，以利後續使用。

訂定無人載具航拍飛行之航線規劃，設計不同飛行方向(水平或垂直等)覆蓋全部區域，並針對特定目標範圍高解析度拍攝像片和影片。

拍攝完的數張像片後可利用軟體之影像自動匹配技術將多張影像拼接成單張影像，或僅就部分特定目標範圍的像片套疊其他圖資分析應用，本研究大範圍採套疊航照圖、特定目標則採垂直正射及環繞影像拍攝記錄。

最後，利用地理資訊系統將上述資料套疊原有之地籍圖並對照舊有的航照圖，分析前後差異並建置其點、線、面之屬性資料表(例如：災害發生位置、範圍、情況、後續處理情形、現況追蹤等)，繼而達到監管考古遺址土地的目的。

### 三、問題分析與發現

自從 1998 年在丸山考古遺址上所進行的大型搶救發掘結束後，丸山考古遺址似乎成為被遺忘、忽略、孤立或不喜歡去接觸的場域，長久下來，影響居民的效果不彰，細部變化仍需透過主管機關所派之巡查員作為主要監管人員，然縣內考古遺址包含指定考古遺址 2 處、列冊追蹤考古遺址 10 處、重要且有破壞之虞之考古遺址 10 處共計 22 處之多，巡查員人力吃緊，無

法以監視器時刻監管之下，又因考古遺址範圍遼闊，巡查一處考古遺址常需耗費幾小時或半天以上時間，在發生緊急事件或災害來臨前後，如何監管考古遺址土地更為重要。

#### 四、結論與建議

依文化資產保存法第 48 條第三項訂定考古遺址監管保護辦法於 2017 年 6 月 28 日修正公布，依考古遺址監管保護辦法第 2 條主管機關對考古遺址應訂定監管保護計畫，進行監管保護。對於考古遺址的管理單位則有保護考古遺址安全的必要，運用無人載具在定期巡查、緊急災害應變上能改善巡查員人力管理資源不足的問題，以及快速、有效、準確去做後續災害處理措施，配合使用地理資訊系統整合建置考古遺址的災害發生地點與相關重要資料並追蹤管理是否恢復情形，另外，也可針對易發生災害位置提出分析原因和改善方案，達到全方面監管考古遺址土地的目標。

# 目錄

<b>第一章 緒論</b>	<b>1</b>
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究範圍	3
第四節 研究方法與架構	4
<b>第二章 縣定丸山考古遺址文獻分析</b>	<b>6</b>
第一節 丸山考古遺址歷史與現況介紹	6
第二節 自然及人文環境	7
第三節 有關丸山遺址與地理資訊系統之文獻回顧	14
第四節 丸山遺址監管保護計畫及相關計畫	15
<b>第三章 無人載具(UAV)應用文獻分析</b>	<b>17</b>
第一節 無人載具(UAV)發展概述	17
第二節 無人載具應用於測繪領域	18
第三節 無人載具應用於防救災應變	22
<b>第四章 UAV及GIS應用於考古遺址監管建議</b>	<b>24</b>
第一節 考古遺址監管保護的重要性	24
第二節 UAV 及 GIS 應用於考古遺址監管建議	25
<b>第五章 結論</b>	<b>31</b>
<b>參考文獻</b>	<b>33</b>

## 圖目錄

圖 1-1 縣定丸山考古遺址指定及列冊範圍圖	3
圖 2-1 末次冰期以來蘭陽平原各時代海岸線變遷圖	9
圖 2-2 丸山考古遺址非都市土地使用編定圖	13
圖 3-1 UAS 發展計畫藍圖	19
圖 3-2 高雄義大世界真正射影像(林宏麟，2018)	21
圖 3-3 三維影像模型(林宏麟，2018)	21
圖 4-1 UAV 飛行航線規劃圖	25
圖 4-2 丸山療養院正射影像	26
圖 4-3 冬山鄉第三公墓正射影像	26
圖 4-4 聖嘉民啟智中心正射影像	27
圖 4-5 有應公廟正射影像	27
圖 4-6 聖嘉民啟智中心傾斜拍攝像片	28
圖 4-7 丸山療養院傾斜拍攝像片	28
圖 4-8 丸山考古遺址土石流敏感區	29
圖 4-9 丸山考古遺址自然環境災害敏感區	29

## 表目錄

表 2-1 指定範圍所有權分配及使用地類別 -----	12
表 3-1 UAV 應用類別及項目 -----	17
表 3-2 UAV 種類與性能比較表(張家豪，2014) -----	18

# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景與動機

文化具有社會性、多樣性、系統性和階段性的屬性並具有地域性、民族性、時代性、變異性、繼承性的特徵，使得文化無法失而復得，不可複製。考古遺址在考古學、人類學及文化權上皆有重大意義，並具有國家歷史文化的代表性，因學術研究、遺址普查或工程開發等緣由發現考古遺址時，應由當地政府報請中央或地方指派專家勘查，待專家學者評定後，決定是否為考古遺址。唯臺灣多達兩千多處以上之考古遺址，必須經由法定程序進行列冊、指定與相對應之監管及管理維護以達到文化永續保存之目的，因其繁瑣的程序(時間)、政府經費上的考量(金錢)、臺灣社會快速開發及國人對文化資產保護意識與文化資產保存本身產生之利益衝突，引發考古遺址本身是否須全部保存的必要性之問題，甚至造成許多工程開發及建設破壞考古遺址的嚴重情況，急需中央及地方文化資產行政機關與全體人民一同正視及解決。

依文化資產保存法第四十八條第三項訂定之《考古遺址監管保護辦法》，考古遺址由主管機關訂定考古遺址監管保護計畫，進行監管保護。目前考古遺址保存的現況，若屬私有地，其上有果園、竹林、廟祠、墓地、及農地等土地使用形態，因涉及私有財產權之限制，除國定遺址之十三行遺址、大坵坑遺址、圓山遺址、八仙洞遺址、卑南遺址及Blehun漢本遺址有相對於其他直轄市定考古遺址、縣(市)定考古遺址較整體性之規劃，其餘考古遺址僅能透過定期巡查，就一般日常維護、緊急維護、教育及宣導等方式進行地表環境之管理，實際上對於遺址要如何管理鮮少有更深入之探討。



尤臺灣地屬山多平原少之板塊運動頻繁地區，及受全球環境變遷影響，山崩、土石流、颱風降雨等造成的災情頻傳，對於災害發生地區的環境即時調查分析顯然為重要的課題。

近年國內外對於遙控無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)之應用研究相當蓬勃發展，其挾帶即時、迅速、低成本及簡易操作等優勢，逐漸用於環境監測、災害應變、農漁業應用及輔助各項測量業務等，本研究體認到考古遺址文化保存之重要性，大量降雨的沖刷首當其衝對於考古遺址地表上之文化層有嚴重之影響，造成文物流失、毀損等，冀以利用無人載具即時瞭解災害情形、位置、範圍等資訊，並建置於地理資訊系統內，後續可持續追蹤管理並實施防患於未然之工作。

## 第二節 研究目的

在現今開發迅速的社會以及面臨急遽變遷的環境，考古遺址保存之路更為艱難，考古學者以及相關團體的呼籲並無法直接深入民眾心中，這時政府單位如何管理範圍遼闊的遺址土地及地上物則佔有重要的地位，以下為本研究目的：

- 一、利用無人載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)針對考古遺址土地範圍進行災害應變之監測及後續管理。
- 二、提供後續考古遺址災害預估模擬之參考資料。
- 三、將災害發生位置、範圍、情況、後續處理情形、現況追蹤等建置於地理資訊系統資料庫以利相關單位整合其他圖資管理考古遺址。

### 第三節 研究範圍

本研究以指定之縣定丸山考古遺址作為研究範圍，研究範圍位於本所管轄地區之冬山鄉寶員段1331、1333、1317、1311、1253、1334、1315、1263、1277、1278等10筆地號，佔地大約1.6公頃(16008m<sup>2</sup>)，其周邊列冊遺址範圍為冬山鄉寶員段1320、1321、1322、1327、1328、1343、1345、1346、1347、1348、1349、1350、1351、1352、1273、1308、1309、1310、1312、1314、1316、1384、1385、1313、1318、1319、1329、1332、1335、1336、1232、1234、1235、1236、1237、1238、1239、1301、1302、1303、1304、1266、1272、1274、1275、1276、1279、1305、1306、1307等50筆地號。主要以指定範圍為研究區域，列冊範圍為輔助參考。

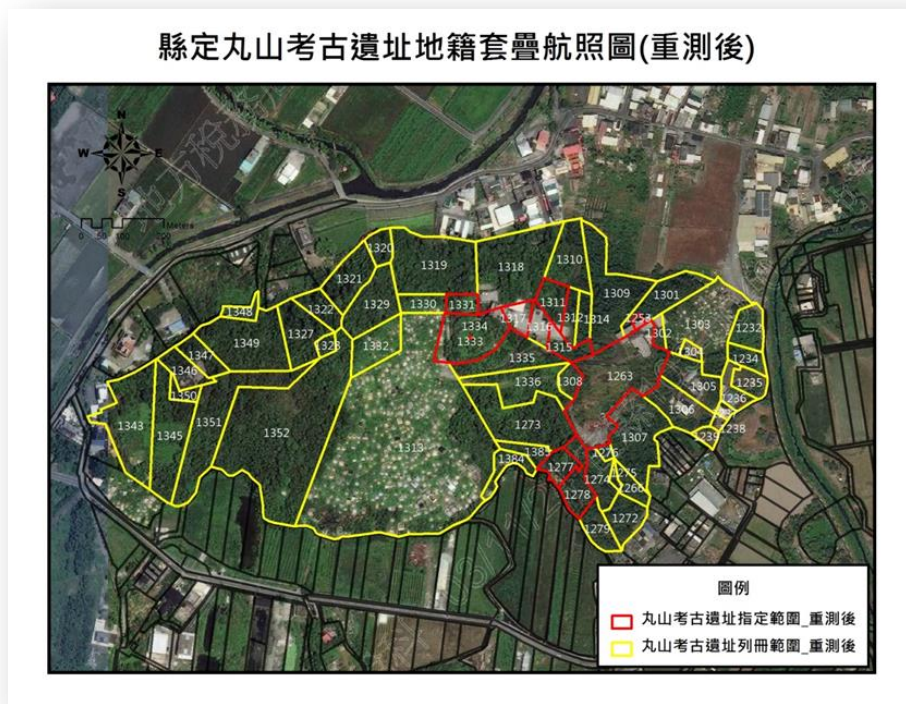


圖 1-1 縣定丸山考古遺址指定及列冊範圍圖

## 第四節 研究方法與架構

### 一、研究方法

首先需蒐集丸山考古遺址範圍之相關圖資，例如：地籍圖、航照圖、等高線圖、坡度及坡向圖等，以及向管理單位(宜蘭縣文化局)調閱歷年管理維護計畫或監管維護計畫和巡查成果報告以及研究報告書(包含發掘報告書、相關政策規劃報告書)等書面資料；再來將既有圖資匯入地理資訊系統(ArcGIS)或AutoCAD套疊，需轉換或確定坐標系統為一致，以利後續使用。

訂定無人載具航拍飛行之航線規劃，設計不同飛行方向(水平或垂直等)覆蓋全部區域，並針對特定目標範圍高解析度拍攝像片和影片。

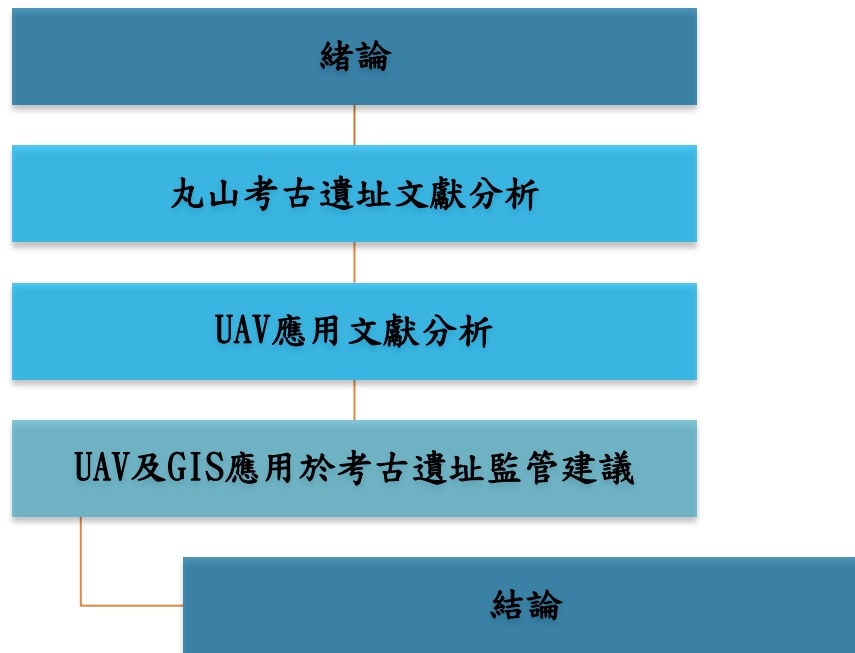
拍攝完的數張像片後可利用軟體之影像自動匹配技術將多張影像拼接成單張影像，或僅就部分特定目標範圍的像片套疊其他圖資分析應用，本研究大範圍採套疊航照圖、特定目標則採垂直正射及環繞影像拍攝記錄。

最後，利用地理資訊系統將上述資料套疊原有之地籍圖並對照舊有的航照圖，分析前後差異並建置其點、線、面之屬性資料表(例如：災害發生位置、範圍、情況、後續處理情形、現況追蹤等)，繼而達到監管考古遺址土地的目的。

### 二、資料來源

既有圖資包含本所管理之地籍圖以及向內政部國土測繪中心購買之航照圖，其餘相關圖資部分屬政府開放資料平台(<http://data.gov.tw/>)或向製作的政府單位索取。

### 三、研究架構



## 第二章 縣定丸山考古遺址文獻分析

### 第一節 丸山考古遺址歷史與現況介紹

宜蘭縣冬山鄉丸山小丘在1963年人類學者盛清沂先生進行地表調查時發現本遺址。爾後歷經幾次不同學者的地表調查，均記述此地有早期人類居住的遺留，直至1995年丸山小丘上因有納骨塔工程新建申請案，因此開始進行系統抽樣探坑發掘，其發掘結果確認為新石器時代晚期的文化遺留；1998年因地主即將進行納骨塔新建工程，宜蘭縣政府邀請專家學者將受工程影響部分進行搶救發掘，其發掘成果相當豐富，出土數量極為龐大的文化遺物、遺跡、生態遺存，例如12件罕見的「人獸型玉玦」，為全台單一遺址出土數量最多，顯見丸山於該史前時期島內玉器交流網絡的重要地位，以及各種現象相關的文字、圖繪、圖像等紀錄資料。根據該批資料除已推測出當初房屋建築聚落佈局及土地利用型態等資料外，並得知丸山遺址為台灣地區新石器時代晚期文化中一個重要的地方文化相。宜蘭縣政府為保護本遺址，爰2003年12月6日根據「文化資產保存法」辦理「宜蘭縣丸山遺址古蹟指定說明會暨審查會議」，邀請土地所有權人、地方單位及專家學者參與，經審查通過為古蹟，並於2003年12月26日公告為「縣定古蹟」。另文資法於2005年11月重新修訂公告，將文化資產中的「遺址」獨列分類，為符合新修正文資法102條規定，宜蘭縣政府於2006年4月4日重新辦理指定工作，並於同年5月3日依法公告為「縣定遺址」，另2017年參考世遺公約爰修改「遺址」為「考古遺址」，避免與文化景觀混淆，並重新定義為「指蘊藏過去人類生活遺物、遺跡，而具有歷史、美感、民族學或人類學價值之場域。」

本遺址所在的小丘，地形上是一處孤立的小丘，小丘下有幾處小聚落，丘上東北有2處歷史空間，西北側有二座自來水公司的大水池，東側山麓、南側山麓中段及西南側山麓都有公墓區，其餘較緩的坡地為耕作的果園、竹林、茶園和荒廢的耕地，較陡的部份則為雜木林。為保護該遺址，宜蘭縣政府依新修訂文化資產保護法第42條暨遺址監管保護辦法規定，訂定遺址監管保護計畫，以保全遺址以及提供文化資產保存解說教育服務進行遺址之管理維護。遺址主要以保持原貌為管理方向，二處歷史空間未來朝向再利用作為宜蘭縣史前文物館；公墓部分從清領時期使用至今，年代甚久，現依原範圍繼續使用中；其他的雜林區原貌保存、果園茶園以淺耕為主。整體遺址景觀維持現狀，以不破壞為原則，強調原本遺址風貌，並宣導文化資產保存觀念及讓民眾了解遺址之意義。

除了消極的以保護遺址原貌為原則，上述計劃更積極的強調運用田野調查及和學校、民間等社會團體的合作，讓當地居民成為遺址的主要維護者及各項遺址相關計畫的推動者。自從1998年在丸山小丘上所進行的大型搶救發掘結束後，丸山小丘似乎成為被遺忘、忽略、孤立或不喜歡去接觸的場域。

## 第二節 自然及人文環境

### 一、地形與地勢

丸山小丘在自然地形是相當顯著的孤丘。位於平原與丘陵、山地交接處的前緣，成因為中央山脈北斜面延長的山脊受到蘭陽平原埋積作用的影響形成孤立的小丘。小丘地勢長軸呈東西向，幅長約600公尺；南北最寬處在中段，幅長約300公尺。在小丘中央山頂的高度約海拔60公尺，地勢向四周緩降。整座小丘地勢變化呈現南北向

坡度較陡、東西向坡度較緩，形成可供居住及耕作的緩面斜坡。臨近的平原海拔高度約在8~10公尺之間；周邊的水域包含冬山河上游的舊寮溪及支流新寮溪圍繞丸山小丘周圍，流灌於平原。在丸山小丘的丘山麓多湧泉，水資源相當充沛。

## 二、地質與土壤

由於宜蘭平原曾覆蓋於海水之下，後因宜蘭濁水溪的三角洲形成與地盤上升，促使海岸線向東擴散，形成現今的扇狀三角洲平原（林朝棨，1957），因此宜蘭平原下堆積著深厚的第四紀沉積物。藉由對這些地層做有系統的鑽探，地質學家推測全新世前半大海進時期，現今平原區的大半面積被海水所淹沒，一直到距今六七千年前，海水面趨於穩定，古海岸線逐漸向東移動。推測距今六千年前，古海岸線在現今的龍德—中興—竹安西側，到了三千年前左右，海岸線則東退至岳明—利澤—竹安—頭城一帶（陳文山等，2004）（圖2-1）。



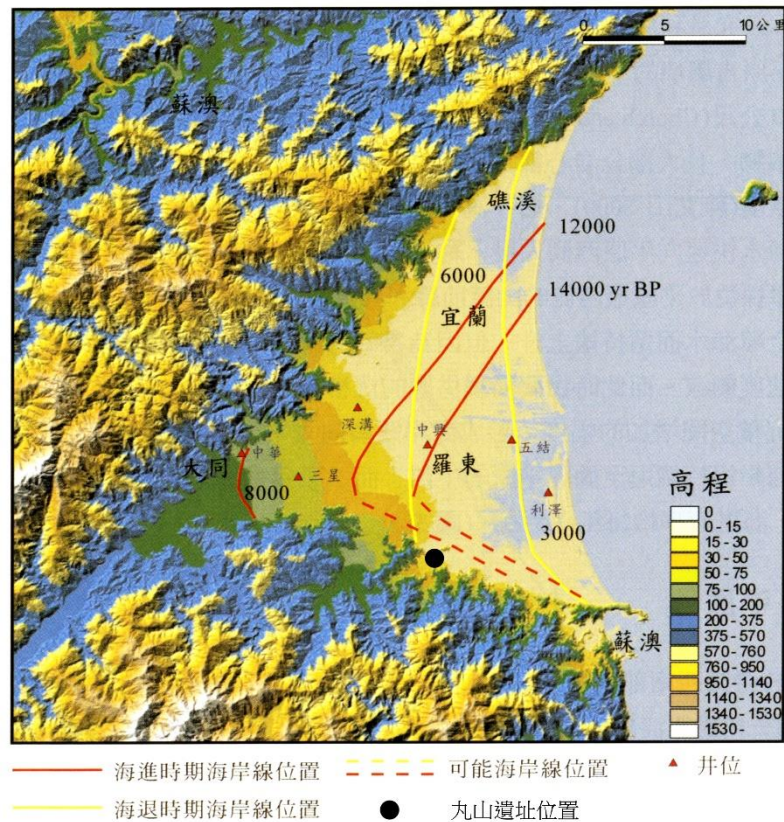


圖 2-1 末次冰期以來蘭陽平原各時代海岸線變遷圖  
 (資料來源：宜蘭縣丸山遺址1998年發掘整理報告)

宜蘭縣丸山遺址1998年發掘整理報告藉由對孢粉紀錄分析的結果則顯示，在距今4000到3500年前，宜蘭平原經歷了一次海侵事件，使得平原面積縮小。由武淵及淇武蘭出土的孢粉資料則顯示，這些地區都是到大約距今1400-1350年間逐漸轉變成類似今日的環境。由相同的孢粉資料亦顯示距今4200-2300年間的宜蘭平原氣候比近兩千年溫暖，而在距今2300到1950年間則是一段相對濕潤的氣候，可能代表當時的夏季季風增強，造成雨量增加；而此之後夏季季風逐漸減弱，但是在1400到1100年前和900到700年前又出現相對較為溼潤的氣候，顯示夏季季風又再度增強（林淑芬，2004）。



丸山小丘之土壤大致為崩積的黃壤，表層為酸性紅壤，不利生態遺留的保存，在發掘時曾取土企圖獲得任何關於當時自然環境的訊息，卻未有明確的結果。(林淑芬，2004、2006、2008、2015；陳文山等，2004) 其中並夾雜大量機岩、頁岩質的岩塊，另就岩層與斷層說明如下：

### (一) 岩層

位於宜蘭縣南側的中央山脈為台灣島的脊樑山脈，為島上東西兩群河系的主要分水嶺，其東坡為東部片岩山地，西坡則為中央粘板岩山地。東部片岩山地大致以砂岩、頁岩、石灰岩及基性碎屑岩所變成的變成岩類及基性的深成岩、脈岩的變成或未變成而成，包含石墨片岩、結晶石灰岩、綠泥片岩、片狀砂岩、千枚岩、准片麻岩、正片麻岩等；而中央粘板岩山脈則大致以粘板岩為主，一部分以粗粒長石質石英砂岩而成，夾有暗色細粒砂岩、礫岩、頁岩、石灰岩、煤層、千枚岩、凝灰岩、玄武岩、輝綠岩、玢岩、集塊岩等岩層（林朝榮，1957）。

丸山的地質屬於中央山脈的廬山層，屬於中新世的沉積岩(未達變質岩)，在上方以「千枚岩」為主，下方包含丸山聚落的範圍以「硬頁岩、板岩」為主，構成丸山主要的岩石構造，新、舊寮溪所形成的沖積扇屬於沉積岩沖積扇。

### (二) 斷層

因為廬山層旁鄰密度較大的南澳層而被抬升，造成山系向蘭陽平原陡斜的地形，並形成東方—西南方向的斷層，加上的大元山及新寮山是全臺灣年雨量最多的地方，年雨量高達5000公釐以上，其水量豐沛，往蘭陽平原方向形成羅東溪、舊寮溪、新

寮溪、新城溪等河流，特別是丸山上游的舊寮溪及新寮溪，因為各斷層及河流的經過，形成了瀑布的景觀，以新寮溪來說就10個瀑布之多。

### 三、水文

蘭陽平原是一個由沖積扇及三角洲集合成的平原，丸山山腳下新寮溪和舊寮溪沖積扇，沖積扇的扇頂易成伏流，新、舊寮溪在經過中山村時為乾溪狀態，在扇端海拔約15公尺處(即丸山附近)容易形成湧泉帶。丸山上游山系是臺灣雨量最多的地方，年雨量可高達5000公釐，扇端的湧泉帶及伏流水，形成溪南自來水第八區管理處的水源地，如廣興淨水場、丸山上的配水池、羅東堰等，均與本區的水量豐沛有關。

舊寮溪與新寮溪為冬山河之主要源頭，前者繞流於丸山北側轉向東側，後者流經丸山之南側，兩者匯流於丸山之東南方，即本基地為新、舊寮溪所環繞。

### 四、土地使用概況

目前，丸山小丘北側有丸山聚落、東南側有公浦城、南側有零工圍、西側有零星散居的小聚落。小丘山頂東北側有丸山療養院與聖嘉民啟智中心舊房舍，西北側有兩座自來水公司的蓄水池，東側山麓、南側山麓中段及西南側山麓為公墓區，較緩的坡地，當地居民作為果園、竹林、茶園與耕地；其餘較陡的區域則為雜木林。

指定考古遺址範圍內屬於非都市土地，使用分區為「一般農業區」，使用地類別分別有「農牧用地」、「林業用地」、「特定目的事業用地」、「甲種建築用地」，全數皆為公有土地，管理權屬則為國有財產局及冬山鄉公所，詳參閱下表2-1及圖2-1、圖2-2：

表 2-1 指定範圍所有權分配及使用地類別

地號	面積 (m <sup>2</sup> )	地 目	使用地類別	建蔽率 (%)/容 積率 (%)	公 / 私 有	管理權屬
寶員段 1253地號	136.36	旱	農牧用地	-	公 有	國有財產局
寶員段 1263地號	7223.17	建	甲種建築用地	60/240	公 有	冬山鄉公所
寶員段 1277地號	970.52	旱	農牧用地	-	公 有	國有財產局
寶員段 1278地號	1644.4	林	林業用地	-	公 有	國有財產局
寶員段 1311地號	1155.08	建	甲種建築用地	60/240	公 有	國有財產局
寶員段 1315地號	926.82	建	甲種建築用地	60/240	公 有	國有財產局
寶員段 1317地號	805.25	建	甲種建築用地	60/240	公 有	國有財產局
寶員段 1331地號	683.24	林	林業用地	-	公 有	國有財產局
寶員段 1333地號	3.38	雜	特定目的事業 用地	60/180	公 有	國有財產局
寶員段 1334地號	3346.26	建	甲種建築用地	60/240	公 有	國有財產局

縣定丸山考古遺址非都市土地使用分區圖

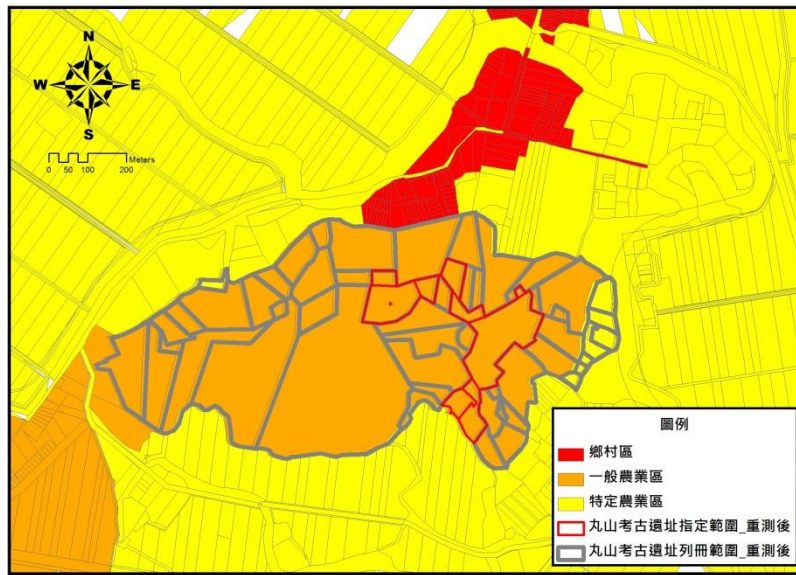


圖2-1 丸山考古遺址非都市土地使用分區圖

縣定丸山考古遺址非都市土地使用編定圖

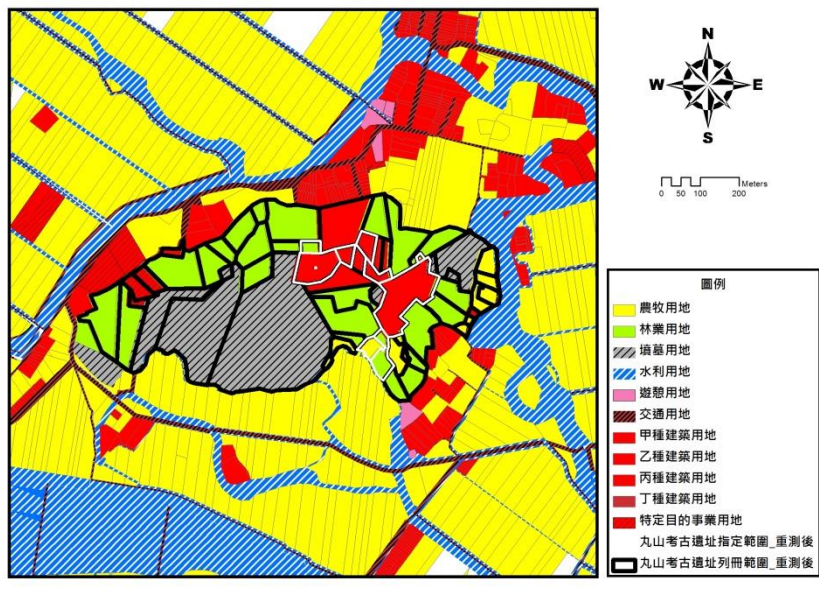


圖 2-2 丸山考古遺址非都市土地使用編定圖

### 第三節 有關丸山遺址與地理資訊系統之文獻回顧

不同於傳統手繪及套疊地圖需要耗費研究者大量的時間，運用地理資訊系統不但可以縮短整個製圖的時間，其彈性的地圖套疊功能也可以讓考古學者在不同分布圖間探索，尋找這些現象間可能的關聯，這樣的彈性也給了考古學家在處理資料上有更多的可能性，並大大提升資料處理的效率；由於地理資訊系統的發展已大幅應用在現今生活當中，尤其對於需要地圖位置等需求層面的單位，考古學上運用此一技術來分析空間資料的研究也大幅增加。對於考古學者而言，此套系統提供考古學者可以在短時間內處理大量的考古空間資料並且依據這些資料製作各種地圖（Craig et al. 2006；Huggett 2000；McCoy and Ladefoged 2009；Niknami and Amirkhiz 2008；Vullo et al. 1999）。總言之，地理資訊系統結合製圖及統計運算的功能，協助考古家研究分析考古資料的空間結構，探索不同考古資料間的可能關連，在這樣分析的過程中，使考古家更清楚理解資料的空間特性，再配合考古脈絡的研究，建構出合理的考古詮釋。（江芝華、劉益昌，2013）

熊仲卿(2009)提出利用GIS將遺址位置與其周遭環境影響因子進行套疊及分析，例如流域、降雨、坡度、坡向、高度和地質岩性、構造等自然環境影響因子以及人文影響因子，比較分析過後納入監管維護與預警系統的重點，若是遺址預警系統能與政府經建、開發單位的資訊系統整合，則該系統就能在工程建設或土地利用計畫訂定之初，提供詳細的遺址資料，供施工單位或土地使用者避開遺址範圍，或是研議最小破壞的土地施工、利用計畫。

## 第四節 丸山遺址監管保護計畫及相關計畫<sup>1</sup>

依據2016年7月12日立法院三讀通過之文化資產保存法(以下簡稱文資法)修正案，文資法第45條考古遺址由主管機關訂定考古遺址「監管保護計畫」，進行監管保護。前項監管保護，主管機關得委任所屬機關(構)，或委託其他機關(構)、文化資產研究相關之民間團體或個人辦理；中央主管機關並得委辦直轄市、縣(市)主管機關辦理。考古遺址之監管保護辦法，由中央主管機關定之。

由2011年(民國100年)丸山遺址監管維護計畫中可看見權責規劃及配合措施部分，主管機關為宜蘭縣政府負責督導、考核受託(管理)單位之執行成效及定期及不定期考察管理單位執行成效，宜蘭縣政府文化局負責管理維護事項維持範圍內相關活動之秩序、保障人身安全、及維護遺址。定期及不定期考察現場執行成效，及通報、聯繫主管機關。協管單位為冬山鄉公所協助管理機關緊急危難之處理、遺址區域周圍之交通及秩序之管理和警務治安巡邏，並設置監管人員1名，負責一、區內各項公共設施之維護管理。二、區內環境之清潔維護及綠美化。三、區內重大意外事故與緊急災害之搶救及急難救助。四、區內違法案件之查報。有關進入區域內之人員違反文化資產第98條第3款、第101條第5款之行為，應由監管人員負責舉證，並立即通報管理單位後，陳報主管單位處理。五、區內人民申請案作之受理。六、區內遊客安全防護、交通及秩序維護。七、團體參訪人員之預約及解說人員之排定。八、區域內之人員管制。九、依監管保護辦法辦理區內之定期巡查。十、遺址研究發掘之現場督導。十一、其他管理單位交辦事項。等多項任務，僅由全縣內1

---

<sup>1</sup> 依據2016年7月12日立法院三讀通過之文化資產保存法修正案，文資法第45條考古遺址由主管機關訂定考古遺址「監管保護計畫」，進行監管保護。標題所示監管保護計畫參考資料係屬修法前之監管維護計畫。

名監管員負責實屬不易，另有文化資產保育志工30名，志工管理統籌由監管人員負責，現場排定，擔任現場監管與解說服務。如此可看，監管員擔任監管考古遺址最直接陣線，但依其人力與任務分配失衡下，要求其精準完成監管保護考古遺址的任務，確實為難。

另根據第46條為維護考古遺址並保全其環境景觀，主管機關得會同有關機關訂定考古遺址保存計畫，並依區域計畫法、都市計畫法或國家公園法等有關規定，編定、劃定或變更為保存用地或保存區、其他使用用地或分區，並依本法相關規定予以保存維護。前項保存用地或保存區、其他使用用地或分區範圍、利用方式及景觀維護等事項，得依實際情況為必要之規定及採取獎勵措施。劃入考古遺址保存用地或保存區、其他使用用地或分區之土地，主管機關得辦理撥用或徵收之。

歷年來亦有於邱水金(2011)宜蘭縣史前遺址保存維護計畫包含宜蘭縣史前文物保存維護及宜蘭縣丸山遺址監管維護，2003年宜蘭縣政府文化局，宜蘭縣冬山鄉丸山遺址公園整體規劃案(執行單位：林憲慶建築師事務所)、宜蘭縣立蘭陽博物館，在2009年丸山史前文物館先期規畫調查案及2017年宜蘭縣丸山遺址1998年發掘整理報告等對於丸山考古遺址前期發掘報告整理及後續保存規劃等計畫案已完成，待資金缺口及多方考量下進一步將願景實現。



## 第三章 無人載具(UAV)應用文獻分析

### 第一節 無人載具(UAV)發展概述

無人飛行載具最早源自世界第一次大戰於軍方開發應用於偵察、作戰領域，自2004年開始，NASA所屬的Dryden 飛行研究中心DRFC開始進行民用UAV (Civil UAV) 之相關研究，包括發展相關核心技术、降低UAV製作成本、提昇UAV安全性等，以提昇UAVS在各種民間用途之發展及效能。NASA並將民用UAVS的相關應用簡單區分為地球科學 (earth science)、土地管理 (land management) 及國土安全 (homeland security) 等三大任務，如今UAV正逐漸的擴展到不同的應用領域中，如災害及環境監測、森林資源及海洋環境探索、土地利用調查及地形測繪等。(徐百輝，2013)

表 3-1 UAV應用類別及項目

(資料來源：陳國威，2018，行政院農業委員會技術研究發展小組)

應用類別	項目
空間資訊	航空攝影、DSM、DEM、正射影像、製圖應用、地物屬性分類與調查、3D-VR實景等
災害應變	天災如土石流、崩塌、水災、火災及油汙、空汙染等監控與救援
國土/城鄉規劃	國土計畫、區域計畫、都市計畫、農村規劃、都市更新、營建管理、區域開發、生活圈調查、集水區規劃
環境監測	海洋汙染監控、大氣天候研究、地質探勘研究、國土開發、國土利用調查、違規監測、地表探測等
農漁業/水土保持應用	農、林、牧業管理、崩場地植生、農藥噴灑、病蟲害防治、農漁業災害查估、農漁業資源調查研究等
娛樂應用	商業攝影記錄、特技拍攝、通訊中繼與廣告等
交通控制	交通事故調查、公路即時流量監控與管制、進出港船舶管理等
海岸防衛	偷渡及緝私、海岸巡防監控等
軍事運用	即時戰場偵察與監視、目標追蹤、通訊中繼、砲火校正、雷達誘餌、戰鬥訓練用靶機等
科學應用	候鳥觀測與追蹤、氣動力、結構、控制等實驗平台等



無人飛行載具可分為定翼型及旋翼型無人飛行載具系統。其中旋翼型可再細分成單旋翼(Single Rotors)、同軸式旋翼(Coaxial Rotors)、四旋翼(Quad rotors)與多旋翼(Multi rotors)等。

表 3-2 UAV種類與性能比較表(張家豪，2014)

UAV種類		操控距離	續航力	機動性	安全性	受天候影響	動力來源
定翼機		長	中	中等	中等	中等	汽油
旋翼機	單旋翼	中	中	高	中等	中等	電池/ 汽油
	四旋翼	短	短	高	最佳(可於 室內飛行)	大	電池
	多旋翼	中	中	高	佳	中等	電池/ 汽油
	同軸式旋翼	中	長	高	中等	中等	汽油

## 第二節 無人載具應用於測繪領域

內政部國土測繪中心於2011年開啟「測繪科技發展後續計畫」之「發展無人飛行載具航拍技術作業執行計畫(100~103年)」包含建置UAS及其影像處理系統、研訂UAS航拍與影像處理標準作業流程、局部區域測繪圖資更新、防救災應變支援、特定區域國土監測

之應用。(2014，內政部國土測繪中心)顯示政府已透過執行計畫，多方涉獵領域，加速無人飛行載具於各項應用層面。

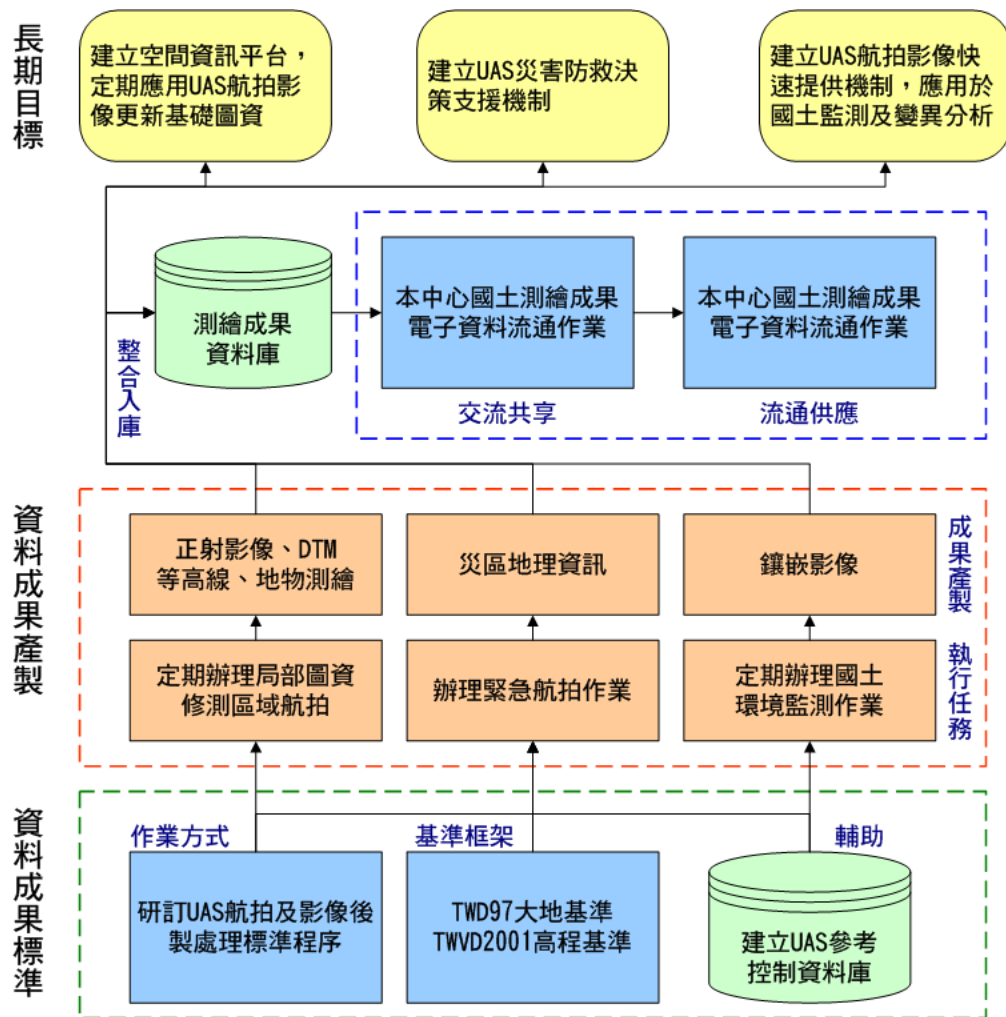


圖 3-1 UAS發展計畫藍圖

(資料來源：內政部國土測繪中心)

林宏麟(2018)提出在傳統航空攝影測量的理論基礎下，將傾斜攝影技術和計算機視覺理論的多視點影像處理技術融入UAS航測技術，顛覆以往正射影像只能從單鏡頭垂直角度拍攝的侷限，已能在同一個飛行平台上搭載包含垂直及數個具傾斜角度的相機同時拍攝影像，甚至在不同平台取得的影像，如此可提供多角度交會的像片，提升正射影像成果的可靠度和穩定度，同時也提供地物的側面

紋理供三維建模使用，產製可視化程度更高的三維影像模型，目前已是國際測繪領域的新技術。

根據二張或更多的影像自動恢復相機的運動過程和場景三維結構，將相機自我率定的技術，稱為相機自動追蹤或相機運動匹配。從運動恢復結構(Structure from Motion, SfM) 藉由SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)演算法匹配技術從多張重疊影像部分匹配相同的特徵點位，再以核幾何(Epipolar Geometry)原理建立相機拍攝位置與物體的相對關係(公式)，恢復相機在不同拍攝位置的內外方位參數，並推算出物體明顯邊界結構的稀疏三維點雲，獲取場景的三維空間坐標，可以分析相機拍攝的位置姿態與影像、恢復相機拍攝影像時的移動軌跡和重建影像中的三維場景。再次提升航空攝影測量可以運用的範圍。





圖 3-2 高雄義大世界真正射影像(林宏麟，2018)



圖 3-3 三維影像模型(林宏麟，2018)

另外，近兩年開始展開地籍圖與真正射影像套疊的應用研究，例如市地重劃、農地重劃、地籍糾紛處理、不動產買賣、地籍整理、土地清查、土地利用調查等，試圖注入新技術於地籍管理使用。

### 第三節 無人載具應用於防救災應變

臺灣地處板塊交界，山坡地分布極廣，尤其是在全球環境氣候劇烈變化下，降雨量以及下雨強度難以預測，以致土石流、地滑走山之事故常常發生，且地震、水災、風災等天災頻傳，災前準備，災區的應變與重建，如何應用搜救技術與優良的裝備克服艱難環境，以高效率的行動與迅速營救受難人員，並採取各項緊急應變措施與應變計畫，為防災的重要課題之一

除了在測繪領域，運用UAS機動與可低空雲下航拍獲取高解析度影像特性辦理特定區域航拍作業，並達成局部區域測繪圖資更新、協助防救災決策支援、特定區域國土監測等三大主要應用目標。其中防救災決策支援倚靠無人飛行載具良好的時效性、即時迅速、高機動性、較低的經費以及成本，以及不受天氣環境等氣候因素影響等優勢，該成效亦可與現有的之地形圖、航空照片及衛星影像等圖形整合及套疊，這樣的成果不但可以在短時間內了解災害地區之災害情形，更可以節省人力調時所需要的大量時間，且無人員傷亡之疑慮，故此可用於較為危險或人力無法到達之災害地區進行任務。(2014，張家豪)

UAV輔助災害調查可於初期作為緊急調查、復健期的細部調查、整治後的定期巡檢使用，分辨災區災害發生位置、範圍，實施環境評估、場域評估、規模大小及路線規劃，提供災害即時影像蒐證、

比對前後時期差別，或違規巡查、調查、及時回傳影像有相當性的幫助。

## 第四章 UAV及GIS應用於考古遺址監管建議

### 第一節 考古遺址監管保護的重要性

文化部於2018年11月28日公告，考古遺址審議會審議通過丸山考古遺址為第九處國定考古遺址，並指出丸山考古遺址為台灣東北部第一個進行大面積發掘的新石器時代晚期的考古遺址，文化層堆積達千年之久，出土遺物豐富多樣，如石板棺及甕棺兩種墓葬型式，能同時存在於一個考古遺址內，是相對罕見的。

新石器晚期特殊的人獸形玉玦，在丸山考古遺址出土共12件，顯示丸山社會在當時玉器製造及流通路徑的重要歷史地位，也證明此考古遺址的完整性，與此同時在台北盆地有圓山文化人群，東台灣則分別為花岡山文化人群及卑南文化人群，從丸山考古遺址出土遺物，可清楚發現此區與其他區域文化互動的線索。說明作為一個距今三千多年前的史前聚落，丸山考古遺址的保存狀況實屬特殊。

自從1998年在丸山小丘上所進行的大型搶救發掘結束後，丸山小丘似乎成為被遺忘、忽略、孤立或不喜歡去接觸的場域。然而遺址的監管應與當地居民息息相關，對當地居民而言，丸山小丘是每日固定的存在，即便刻意的忽略，並無法改變其存在的事實，因此，當時對監管單位而言，當地居民係成為遺址監管的最佳成員，要如何改變居民與當地地景互動的模式，從原本的消極忽略，到積極的成為遺址實際的監護及管理人是監管單位的目標，而長久下來，影響居民的效果不彰，細部變化仍需透過主管機關所派之巡查員作為主要監管人員，然縣內考古遺址包含指定考古遺址2處、列冊追蹤考古遺址10處、重要且有破壞之虞之考古遺址10處共計22處之多，巡查員人力吃緊，無法以監視器時刻監管之下，又因考古遺址



範圍遼闊，巡查一處考古遺址常需耗費幾小時或半天以上時間，在發生緊急事件或災害來臨前後，如何監管考古遺址土地更為重要。

## 第二節 UAV及GIS應用於考古遺址監管建議

本研究以丸山考古遺址指定範圍及部分列冊範圍規劃UAV飛行航線，使用大疆(DJI Phantom4 Pro)無人飛行載具搭配APPLE iPad或iPhone並在App Store下載DJI GO 4與Altizure應用程式，以下圖表示步驟：

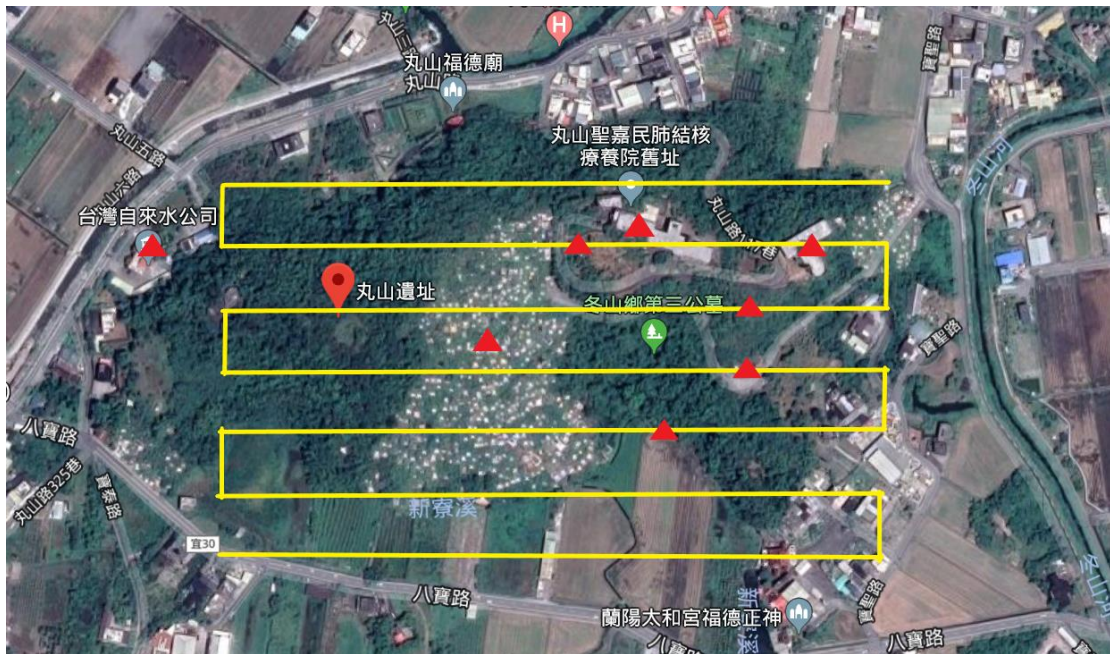


圖 4-1 UAV 飛行航線規劃圖

(完整影片連結：[https://drive.google.com/open?id=1FRq3ywa0\\_WoleMgTgZ0Ku9xUtbaJg1Km](https://drive.google.com/open?id=1FRq3ywa0_WoleMgTgZ0Ku9xUtbaJg1Km))

經過特定目標物(例如：既有設施、建築物等)或災害發生位置高解析拍攝照片或影片，觀察並記錄其位置、範圍、情況、後續處理情形、現況追蹤變化等，舉例如下圖：





圖 4-2 丸山療養院正射影像



圖 4-3 冬山鄉第三公墓正射影像





圖 4-4 聖嘉民啟智中心正射影像



圖 4-5 有應公廟正射影像





圖 4-6 聖嘉民啟智中心傾斜拍攝像片



圖 4-7 丸山療養院傾斜拍攝像片

透過UAV加入考古遺址定期日常巡查，以及災害事件發生時的緊急調查，針對災前災後及時對照影像、自然與人為破壞考古遺址土地監管能發揮其快速有效利用的特性，亦透過定期巡查的資料，保存紀錄於地理資訊系統屬性資料表內與其他相關圖資進行套疊分析，如下圖所示：



### 縣定丸山考古遺址土石流敏感區

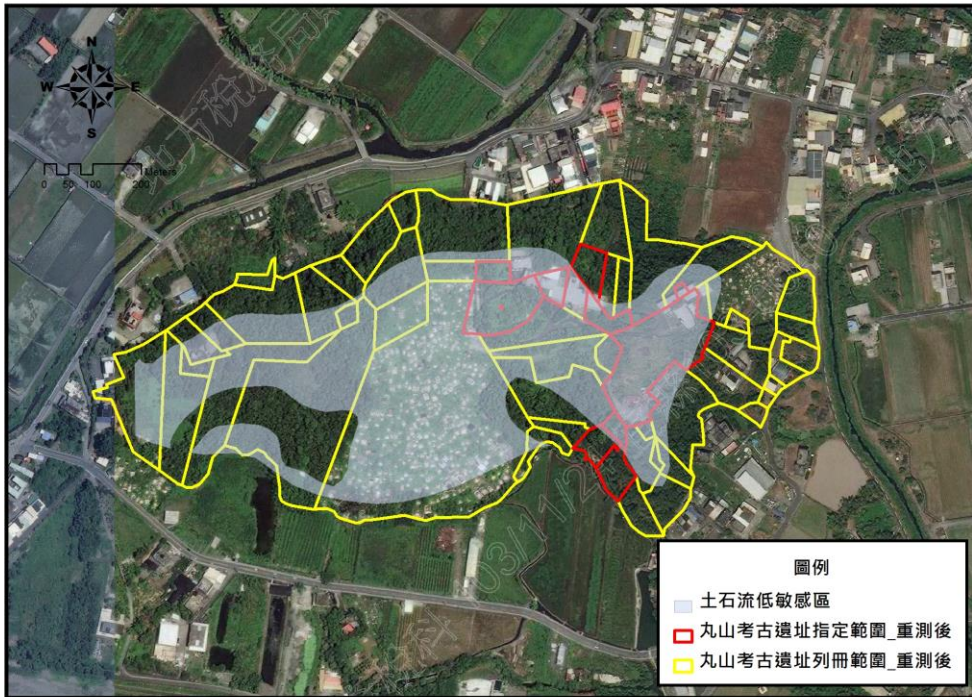


圖 4-8 丸山考古遺址土石流敏感區

### 縣定丸山考古遺址自然環境災害敏感區

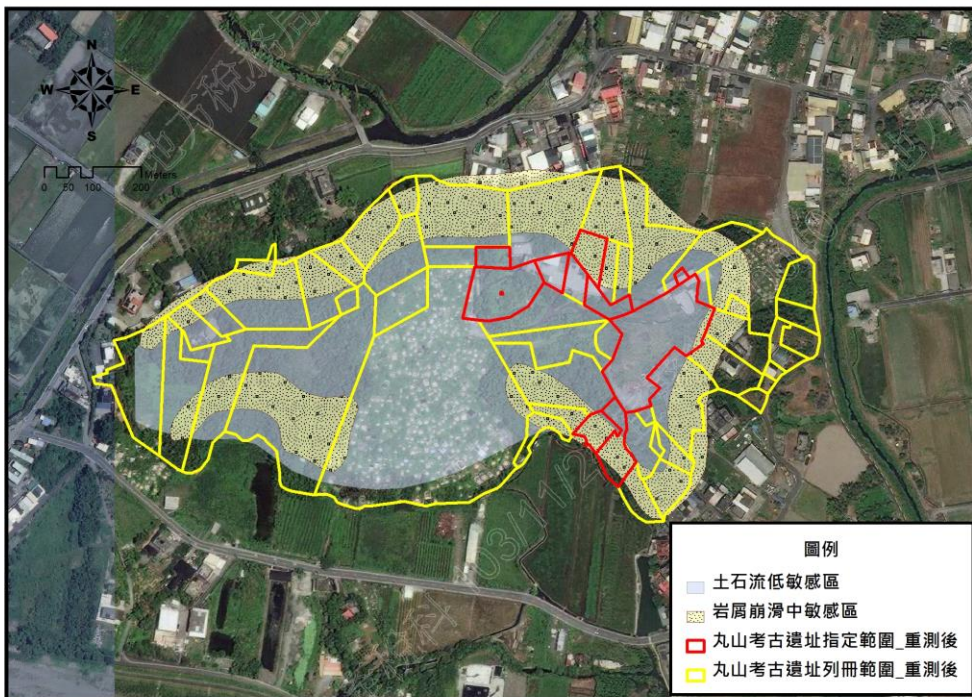


圖 4-9 丸山考古遺址自然環境災害敏感區

丸山考古遺址監管保護計畫內容之日常維護分為現場管理與環境維護，現場管理在交通管制方面規定僅允許十噸以下客車進入山丘頂，停放於指定停放區。建議可於丸山考古遺址出入口設置監視器及警告標語告示牌，並於告示牌上以圖說明車輛指定停放區便於民眾注意；在遺址安全方面為監管人員每週巡察解說路徑及遺址危害敏感地點利用地理資訊系統建置分類圖層及其屬性資料表(.dbf)記錄方式作為工作紀錄，可依巡查頻率建立欄位紀錄，以及每月依遺址監管保護辦法進行巡查製作紀錄(使用.dbf檔和EXCEL表示)一併送管理單位處理。建議可於事前規劃巡查路徑，建立考古遺址危害敏感地點標示於圖上，透過路徑規劃每次巡查路徑並以UAV輔助記錄影像於巡查工作紀錄中，方可知其每次危害敏感位置及管理單位後續處理。

## 第五章 結論

依文化資產保存法第48條第三項訂定考古遺址監管保護辦法於2017年6月28日修正公布，依考古遺址監管保護辦法第2條主管機關對考古遺址應訂定監管保護計畫，進行監管保護。前項監管保護計畫，其內容如下：一、基本資料：位置、面積、土地地號、考古遺址所定著土地之所有人、使用人或管理人、文化堆積內涵、研究概況及範圍圖示。二、權責規劃及通報機制。三、日常維護：地形地貌及環境景觀之保全、維護及紀錄。四、緊急維護：自然或人為破壞之預防及緊急災害之處置。五、教育及宣導：文宣資料之製作、展示及教育活動。六、經營管理：旅遊參觀、教育活動及環境空間活化利用之規劃。七、考古遺址既有土地利用情形及設施或建築物之管理規劃。八、經費來源。九、委託管理規劃。十、其他相關事項。

而對於考古遺址的管理單位則有保護考古遺址安全的必要，運用無人載具在定期巡查、緊急災害應變上能改善巡查員人力管理資源不足的問題，以及快速、有效、準確去做後續災害處理措施，配合使用地理資訊系統整合建置考古遺址的災害發生地點與相關重要資料並追蹤管理是否恢復情形，另外，也可針對易發生災害位置提出分析原因和改善方案，達到全方面監管考古遺址土地的目標。

上述監管保護計畫須包含之基本資料、日常維護、緊急維護內容，若利用無人載具監管考古遺址土地並將蒐集回來的像片資料等納入地理資訊系統中建置、分析，拍攝之影片也能運用在教育宣導方面，使得監管保護計畫內容除了以文字說明計畫事項，能夠以圖像化表示其空間感、立體感，也能提供後續考古學者或相關保護考

古遺址政策措施參考依據，活化考古遺址存在價值，繼而成為城市文化風貌指標。

## 參考文獻

內政部國土測繪中心，2014，發展無人飛行載具航拍技術作業，計畫簡報。

陳國威，2018，行政院農業委員會技術研究發展小組，UAV輔助業務運用情形及民航法增訂遙控無人機專章之因應作為。

林宏麟，2018，UAS航測於地籍測量之應用，嘉南藥理大學應用空間資訊系課程講義。

熊仲卿，2009，地理資訊系統在考古遺址管理與預測模式的應用及問題，文化資產保存學刊，第8期，第4-19頁。

徐百輝，2013，無人飛行載具簡介及其於測繪領域之應用，杜風67期

張家豪，2014，應用無人飛行載具於救災情資強化研究，國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所碩士論文。

吳聲傑，2001，應用幾何校正法輔助無人載具空拍影像從事調查分析之研究，國立中興大學水土保持學系碩士論文

網路資料：

內政部國土測繪中心無人飛行載具系統專區：<https://www.nlsc.gov.tw/UAS/index.html>

文化部文化資產局國家文化資產網：<https://nchdb.boch.gov.tw/>

新聞報導：

<https://reurl.cc/EpG8g>

<https://www.kamalan-news.com/local/4/4098>