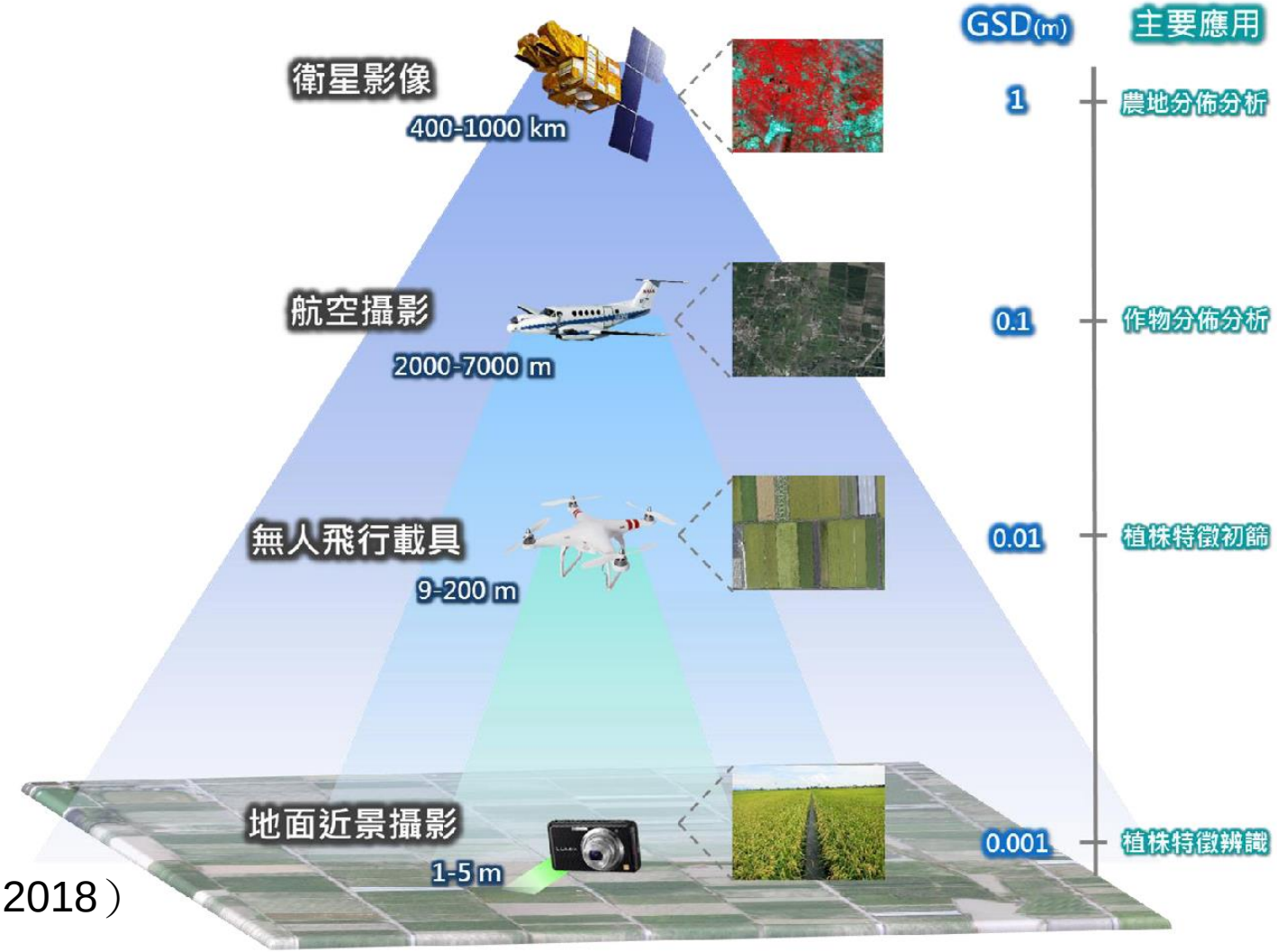
無人機於農業災損判釋技術與應用成果

周巧盈[1*]、巫思陽[1]、陳琦玲[1]、郭鴻裕[1]、蔡惠文[2]、吳永培[2]、廖大經[2]、張雅玲[3]、張淑芬[2]、張仁育[2]、陳祈男[2]、劉仕弘[4]、陳欣怡[5]

[1]行政院農委會農業試驗所、[2]行政院農委會農業試驗所嘉義分所、

[3]行政院農委會苗栗改良場、[4]臺中市霧峰區公所、[5]行政院農委會農糧署

遙測影像在農業上的應用



（楊明德，2018）

不同載具遙測影像在農業上的應用

影像載具	解析度	判釋	可判釋作物	應用
衛星	1m-1km	光譜	水稻及60種作物	作物、設施等類別分布、提供給其他相關單位清查、災損、分析、業務應用
航照	25 cm-1m	紋理、形狀、大小、色澤、陰影等	25種果樹、設施、禽畜舍	
無人機 UAV	<1- 10 cm	紋理、形狀、大小、色澤、陰影等	各種作物	

UAV 具高解析度與機動性之特性





無人機UAV在農業災害的應用: 監測與勘災

農業災害原因

- 病蟲害
- **天然氣象危害**
- 競爭: 雜草、其他作物
- 干擾: 動物、人類

農業災損情形

- 植株死亡/倒伏
- 顏色改變
- 樹冠受損
- 落花、落葉、落果

損失: 水分/養分/成分

無人機UAV的航拍特性

- 快速、彈性(空間/時間/目標物)
- 多光譜遙測影像特性
- 低成本 (vs.地面調查, 遙測影像,傳統航拍影像)
- 地面災損判釋成效，受限於影像解析度(GSD)

農林氣象災害風險指標建置及災害調適策略之研究

研發主軸及對現行防災體系之改變

	平時	災前	災中	災後
科技防災投入研發項目	農民防災觀念宣導及技術推廣	作物早期災害預警及通報系統	農業災害情資網	作物災後復救技術啟動
	增加農業氣象站密度及資料利用	作物防災作業機制及技術宣導	颱風路徑雨量及風速趨勢分析	加速災後查報及救助(無人飛機)
	重要栽培區精緻化氣象預報	災害發生機率及熱區標定	即時災情回報機制	農損推估與分析
現狀改變	建立農民自主性防災行為	早期及主動防災以降低災損	即時警戒及更新災情供決策研判	縮短救助流程及作物復原生產

目的

- 藉UAV航拍技術研發農業災害勘查與鑑定之空間輔助工具，以縮短作業流程，提高勘災效率並節省人力與物力

UAV 航拍儀器

A. Swallow-P定翼型無人機系統



B. DJI Inspire 1 Pro



內建1,200萬像素相機

C. DJI Phantom 4 Pro



內建2,000萬像素相機

D. Sony, A5100



2,400萬像素相機

E. Parrot Sequoia



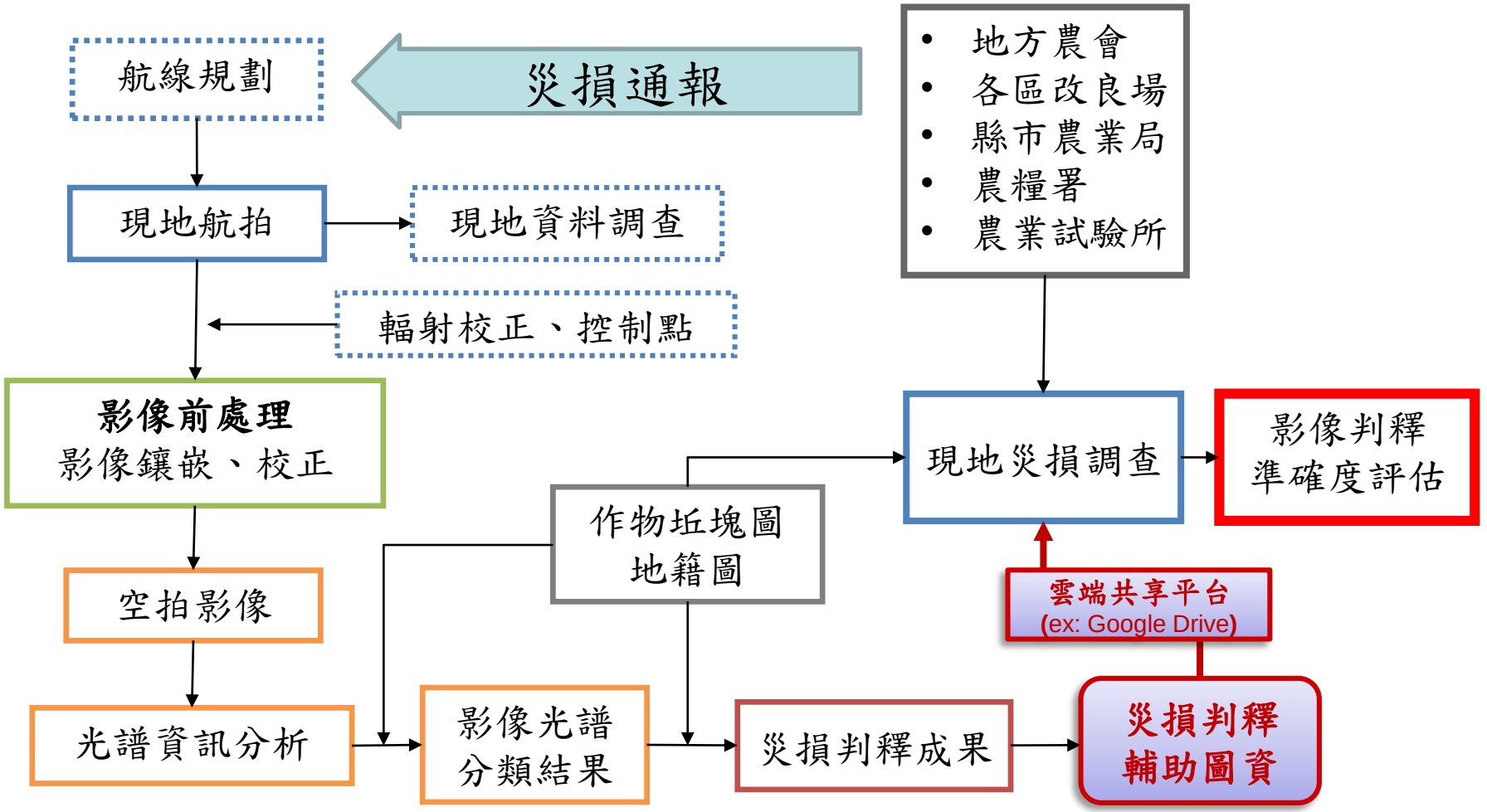
RGB(1,600萬像素),
G, R, Red Edge, NIR (1,2000萬像素)

飛航高度	影像解析度 GSD	飛行面積(Ha) 定翼/旋翼
30m	1.5-2.5cm	- / 5
50-60m	2.0-3.0cm	- /12.5-17
100-150m	2.5-4.5cm	70-120/ 50-80
200m	~4.0cm	160/ -
250m	~5.0cm	200/ -

單一架次，前後重疊度70%; 左右重疊度60%

•Sony, A5100 https://store.sony.com.tw/product/show/ff80808147f917ed0147fcf6acf2443f. ;Swallow, http://www.uaver.com/webls-zh-tw/swallow-p-aerial-mapping.html ; DJI, http://www.dji.com/zh-tw .

農作物災損判釋流程


航線規劃
災損通報
地方農會
各區改良場
縣市農業局
農糧署
農業試驗所
現地航拍
現地資料調查
輻射校正、控制點
影像前處理
影像鑲嵌、校正
現地災損調查
影像判釋
準確度評估
作物坵塊圖
地籍圖
空拍影像
雲端共享平台
(ex: Google Drive)
光譜資訊分析
影像光譜
分類結果
災損判釋成果
災損判釋
輔助圖資

UAV災損判釋輔助圖資—應用至地方政府實地勘災

地方農損災情彙整、通報

農委會公告辦理災害救助

地方政府受理申請

地方政府實地勘查

天然災害發生

7天

14天

雲端共享平台 (ex: Google Drive)

UAV航線規劃、現地航拍

航拍影像前處理

作物災損判釋、影像分析

災損判釋輔助圖資

災損判釋成果

- 作物災損程度比率
- 作物災損面積比率

災損UAV航拍圖層



倒伏 未倒伏
採收 植被
建物/水體

所有條文

農產業天然災害救助作業要點

友善列印

法規名稱：農產業天然災害救助作業要點（ 民國 106 年 07 月 03 日 修正 ）

一、行政院農業委員會（以下簡稱本會）為執行農業天然災害救助辦法（以下簡稱本辦法）所定農產業天然災害現金救助及低利貸款事項，協助受損農產業迅速復耕復建，特訂定本要點。

二、農產業天然災害災損查報及分級啟動現金救助及低利貸款程序，依下列規定辦理：

(一) 農產業災損查報及通報：

1.農產業遭受天然災害損害，由受災地鄉（鎮、市、區）公所（以下簡稱基層公所）查報並通報災損至直轄市、縣（市）政府。基層公所查報之災損程度與毗鄰之基層公所查報結果落差過大時，直轄市、縣（市）政府應通知基層公所儘速確認修正。

2.直轄市、縣（市）政府彙整轄內災損後通報本會農糧署。

3.本會農糧署彙整災損並通報本會統計室。

(二) 依災損程度分級啟動現金救助及低利貸款程序：

1.直轄市、縣（市）政府轄內單一鄉（鎮、市、區）之零星、單純

農產業天然災害救助作業要點

五、現金救助作業程序之規定如下：

(二) 基層公所實地勘查作業：

1. 農民申請救助項目符合本會公告現金救助項目，且經基層公所派員實地勘查認定損失率達百分之二十以上者，始符合現金救助條件。
2. 基層公所應動員人力辦理農產業災情實地勘查認定，並對已屆採收期作物及需即時復耕作物等優先實施勘查，並就上開田區之災損情形，以攝影、照相或數位化工具先行影像存證，另得以科技工具輔助勘查，作為後續核予救助金之佐證資料；其於本會公告現金救助前，得比照辦理影像存證。所拍影像應含損害程度之遠拍及近拍照各一張，並可識別其拍攝日期、田區坐落地段及地號等資訊。
3. 農民申請範圍內夾雜農路、水塘、空地、農舍等建物，或非屬本會公告現金救助項目者，應覈實予以扣除；作物以間作、混作方式栽培，應按實際種植比率換算各項作物面積，並以該筆土地申請（權利）面積為限。
4. 基層公所不得以農民自行拍照、切結或由他人代為切結方式取代實地勘查。
5. 基層公所於實地勘查過程中遇有損害鑑定疑義時，得洽直轄市、縣（市）政府組成勘災小組配合鑑定。
6. 基層公所實地勘查結果與鄰近之基層公所落差過大時，直轄市、縣（市）政府得派員瞭解基層公所勘查中案件。
7. 基層公所應於完成勘查後七日內辦理所有案件之報送作業。

農作物天然災害損害率客觀指標(農糧署, 2016)

作物: 水稻　災害別:颱風

損害率(%)	生育期	災損情形(%)			
		葉片枯萎	植株倒伏	穀粒褐色	空穀
<20	秧苗期	<40	—	—	—
	分蘗期	<40	<20	—	<20
	抽穗開花期	<20	<20	<20	<20
	穀粒發育期	<20	<20	<20	<20
20~50	秧苗期	40~60	—	—	—
	分蘗期	40~60	20~50	—	20~50
	抽穗開花期	20~50	20~50	20~50	20~50
	穀粒發育期	20~50	20~50	20~50	20~50
>50	秧苗期	>60	—	—	—
	分蘗期	>60	>50	—	>50
	抽穗開花期	>50	>50	>50	>50
	穀粒發育期	>50	>50	>50	>50

作物災損航拍：霧峰五福里水稻倒伏

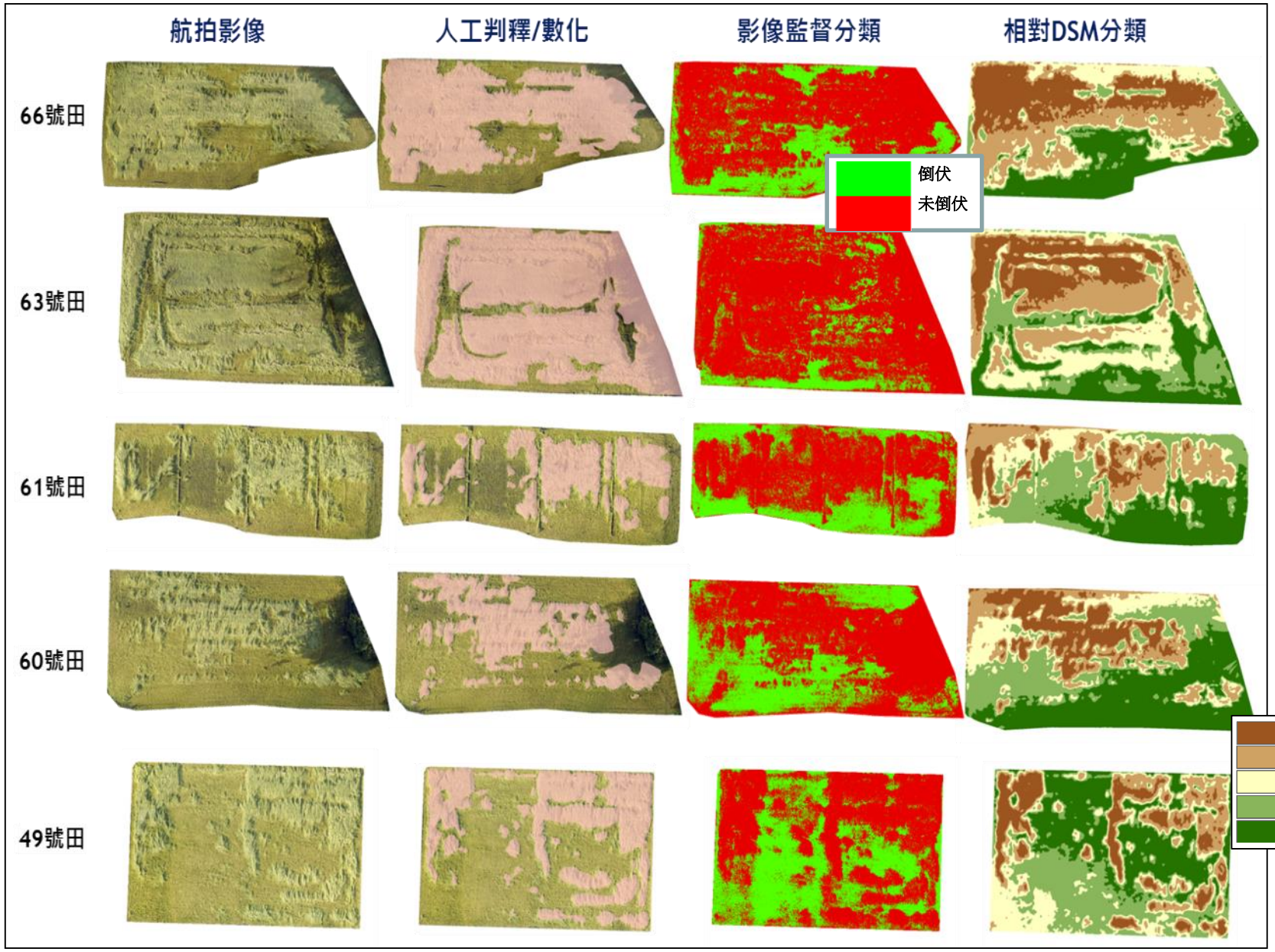


GSD: < 4.5cm
航高: 100m
飛機: DJI Phantom 3A
相機:
面積: ~360 公頃

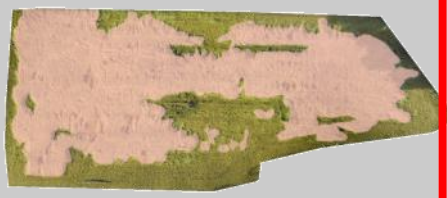
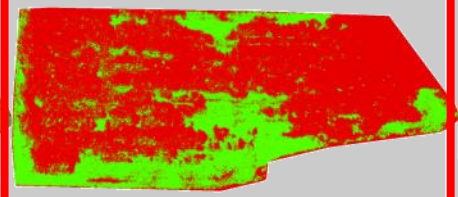
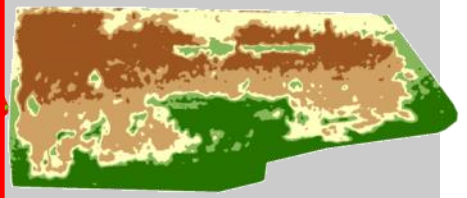
梅雨季+鋒面連續超大豪雨	106.06.01-06.04
累積雨量	450.5mm
拍攝時間	106.6.8-9
影像處理與災損判釋	106.6/12-6/14
地面核定127(坵塊)	106.7/1-7/14

備註: 地面判釋平均: 20筆 /人/天

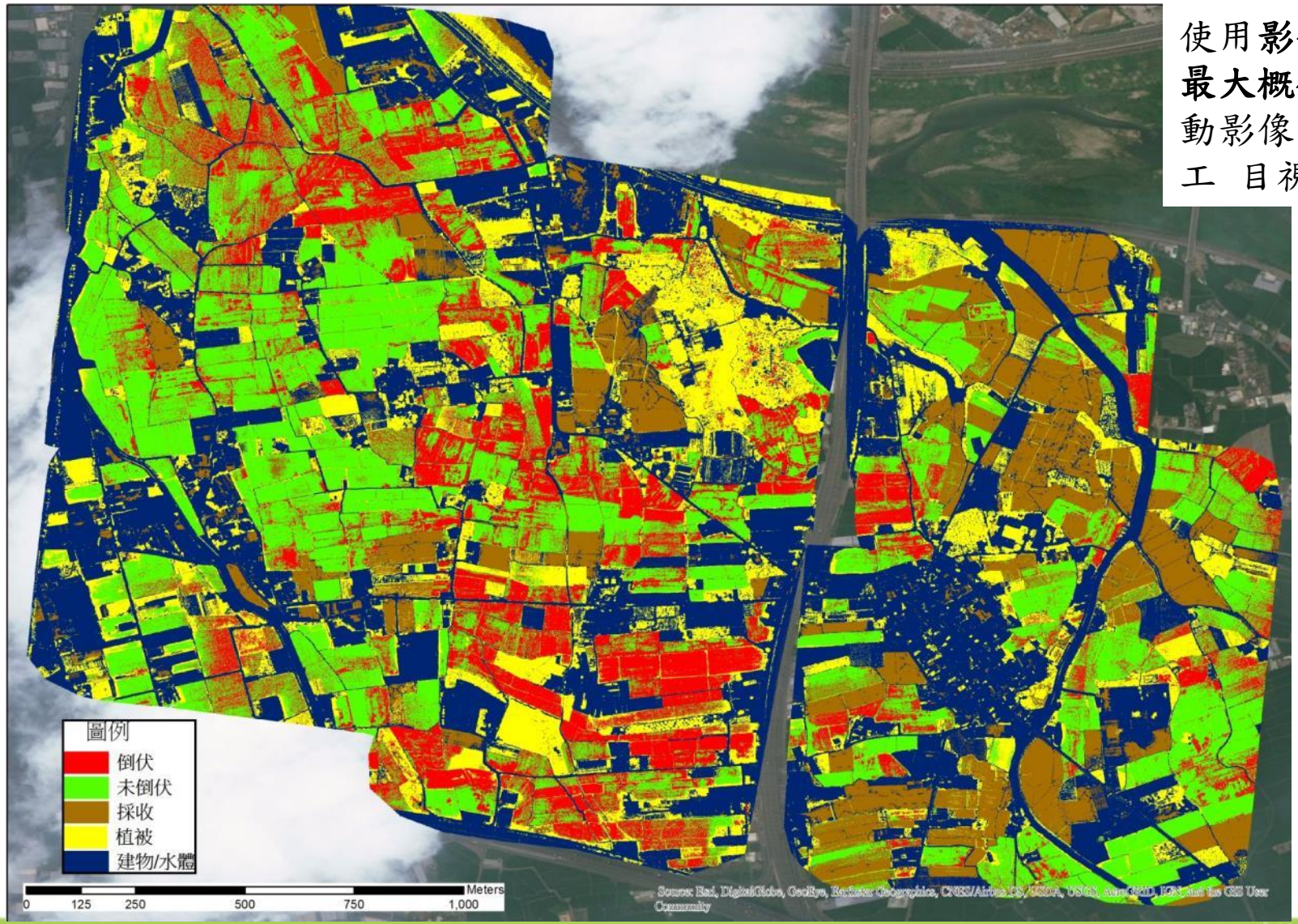
水稻倒伏災損影像判釋結果比較



水稻倒伏災損影像判釋結果比較

航拍影像	人工判釋/數化	影像監督分類	相對DSM分類
			
災損比例	61%	69%	66%
判釋正確率	--	~89%	~90%
時間成本 (0.5 Ha)	最高 (10-15min)	最低 (<3min)	相對高 (<8min)
技術需求	高 操作人員經驗 影像數化軟體	高 分析人員訓練 影像分析軟體	高 分析人員訓練 影像數化/分析軟體

作物災損影像分析:霧峰五福里水稻倒伏

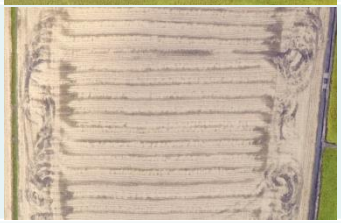


使用**影像監督分類**之**最大概似法**進行半自動影像分類，並以人工 目視圈選訓練樣區

水稻:
227.7公頃
1415坵塊
倒伏:
71公頃(31%)
735坵塊(52%)

未倒伏+採收
156.7公頃
680坵塊

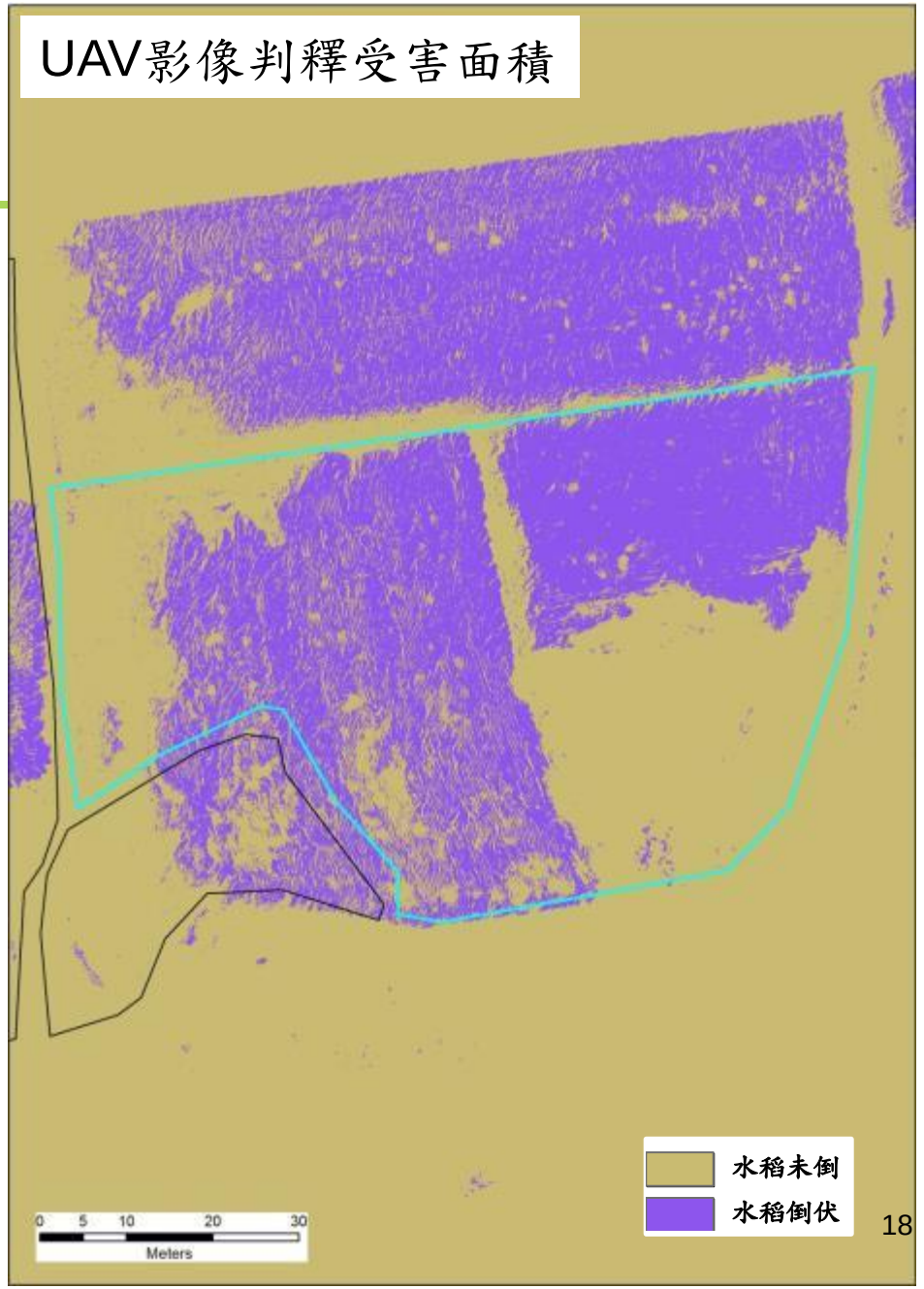
災損判釋－ 監督分類– 分類鍵

Class	Color	Texture
倒伏 Lodging		
Rice 未倒伏		
Harvest 採收		
Vegetation 植被		
Building 建物/水體		

地號:LG116505540000

申請受害: 50%　核定受害: 60%　UAV判釋受害: 60%

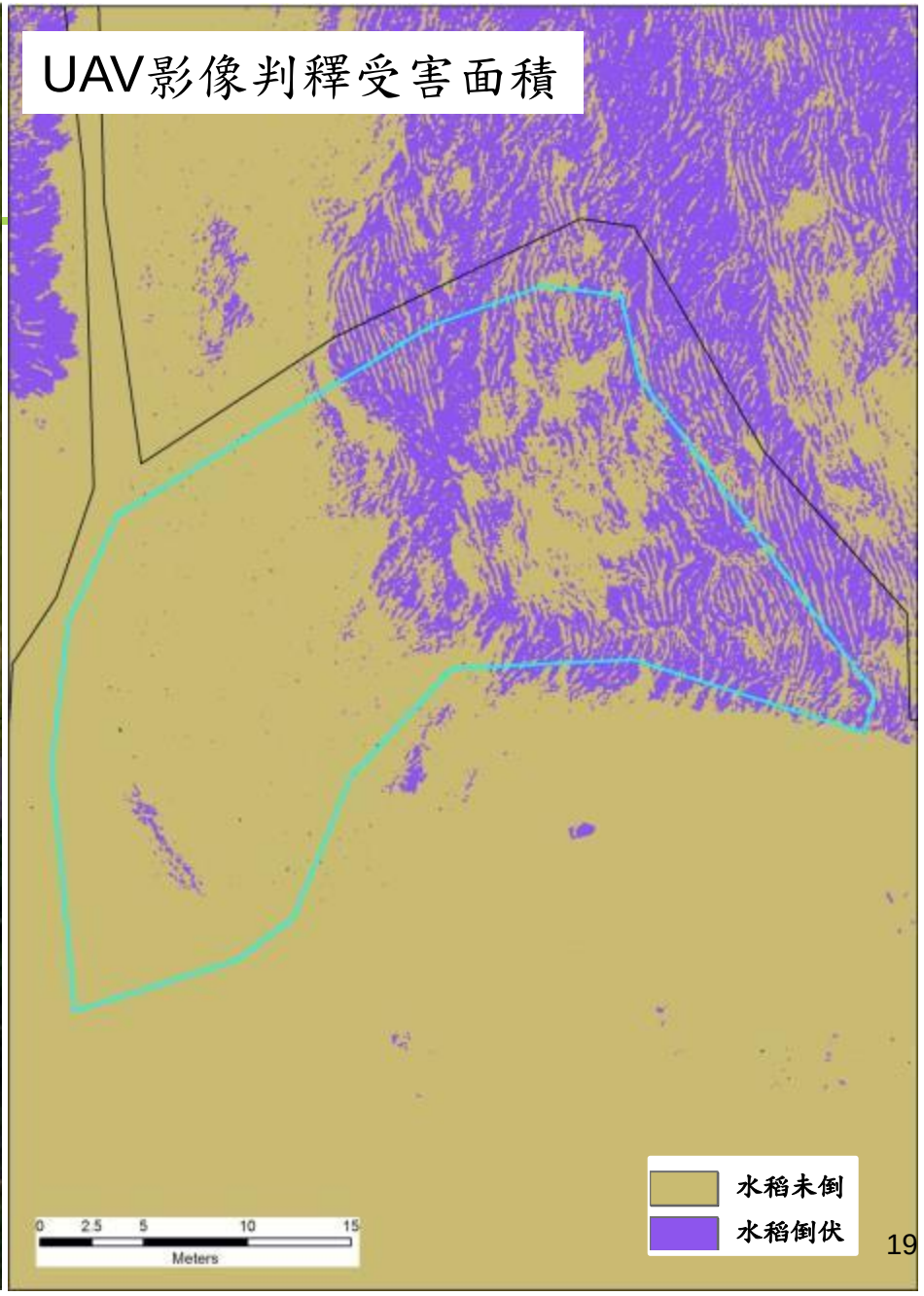




地號:LG116505620000

申請受害: 50%　核定受害: 40%　UAV判釋受害: 40%

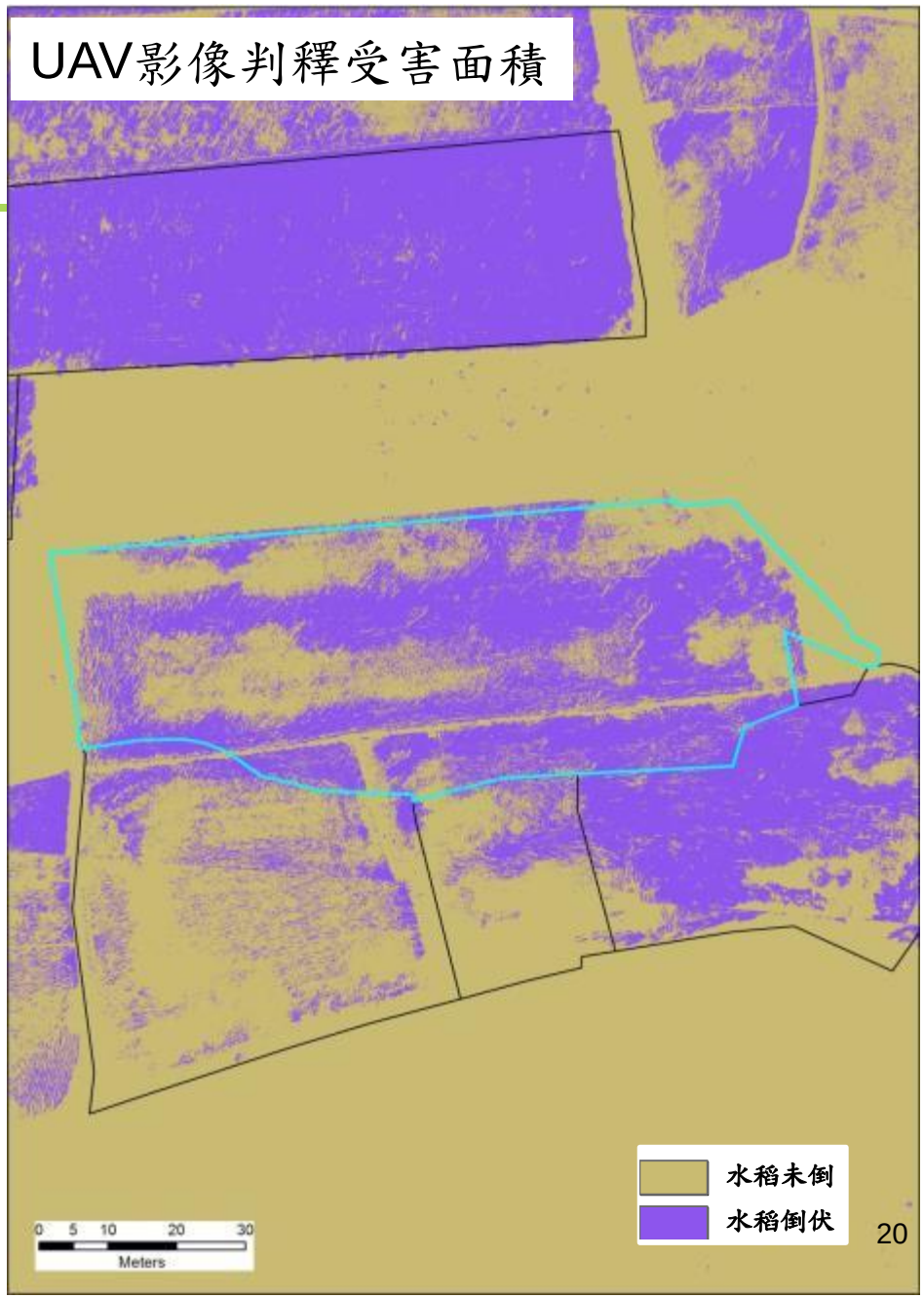




地號:LG116503090000

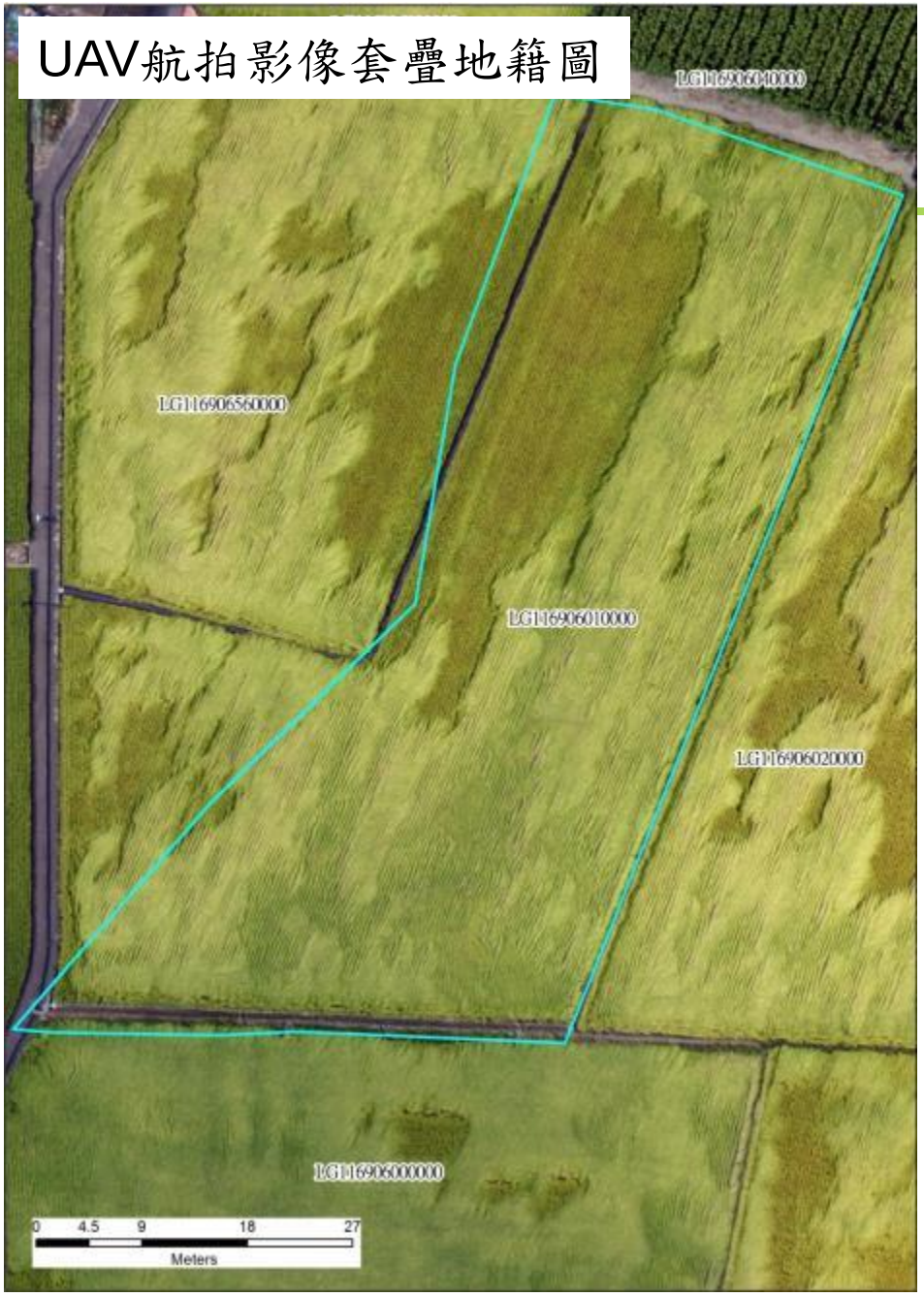
申請受害: 45%　核定受害: 50%　UAV判釋受害: 70%

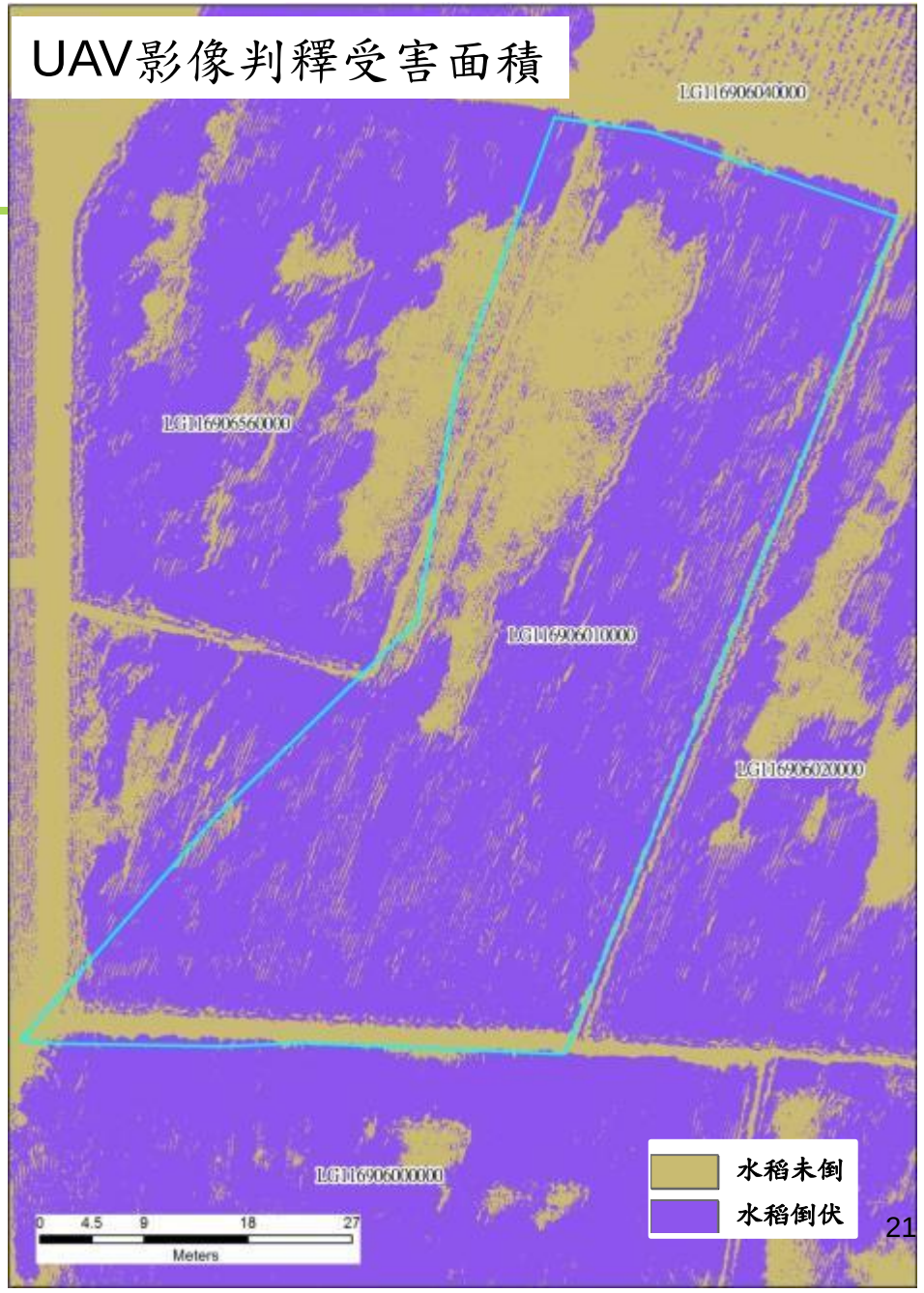




地號: LG16906010000

申請受害: 40%　核定受害: 40%　UAV判釋受害: 85%

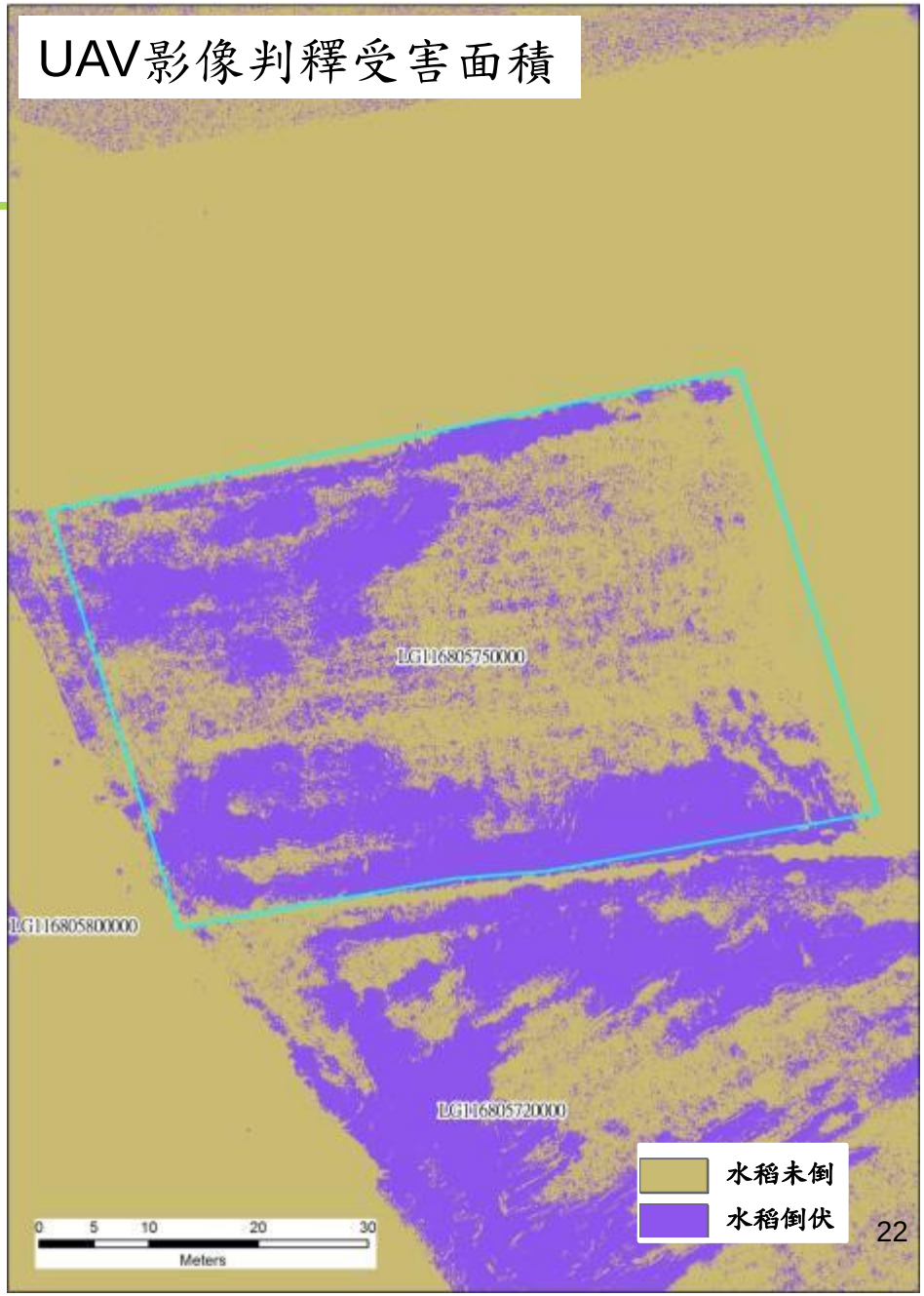




地號: LG16805750000

申請受害: 50%　核定受害: 0%　UAV判釋受害: 50%





作物災損影像判釋結果: 霧峰五福里水稻倒伏

影像判釋與地面調查之準確率= 90%

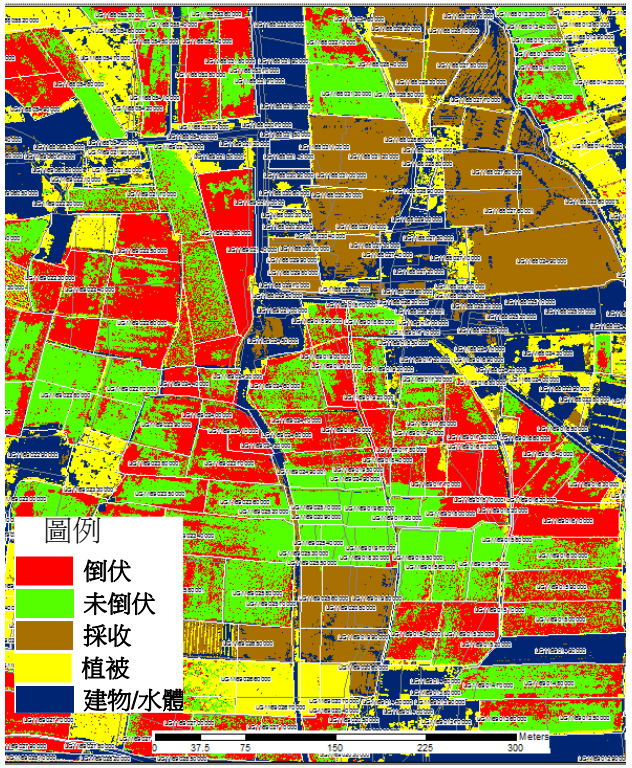
(抽樣對照人工勘損達20%之案件)

判釋結果不同: 坵塊倒伏面積較小(僅約20%)

106年一期作水稻倒伏判釋結果

坵塊 (地號)	種植 (公頃)	倒伏 (公頃)	判釋 倒伏比例	賠償	人工計算 倒伏比例	賠償
LG116507560000	0.1380	0.1163	84.3%	是	90%	是
LG116503060000	0.1969	0.1561	79.3%	是	80%	是
LG116505540000	0.3840	0.2546	66.3%	是	60%	是
LG116608430000	0.1724	0.1501	87.5%	是	60%	是
LG116602760000	1.0361	0.5626	54.3%	是	60%	是
LG116902390000	0.2112	0.0750	35.5%	是	20%	是
…						
LG116805720000	0.4923	0.0832	16.9%	否	20%	是
LG116907330000	0.1960	0.0594	11.5%	否	0%	否
總計: 127(水稻坵塊申請補助)				**78 (UAV)**		**76(人工)**

水稻倒伏分類結果套疊農田地籍圖



地面調查資料提供: 臺中市政府霧峰區公所農業課(106.7.1)

農作物災損航拍與影像判釋時間估算

農作物(2-3種)災損人力估算

(以單一鄉鎮農作物(2-3種)面積約5,000公頃估算)

估算之時間為**11**(=4+2.5+4.5)人/天，共約需**20**萬。

航拍
- 4人/天
- 約15萬

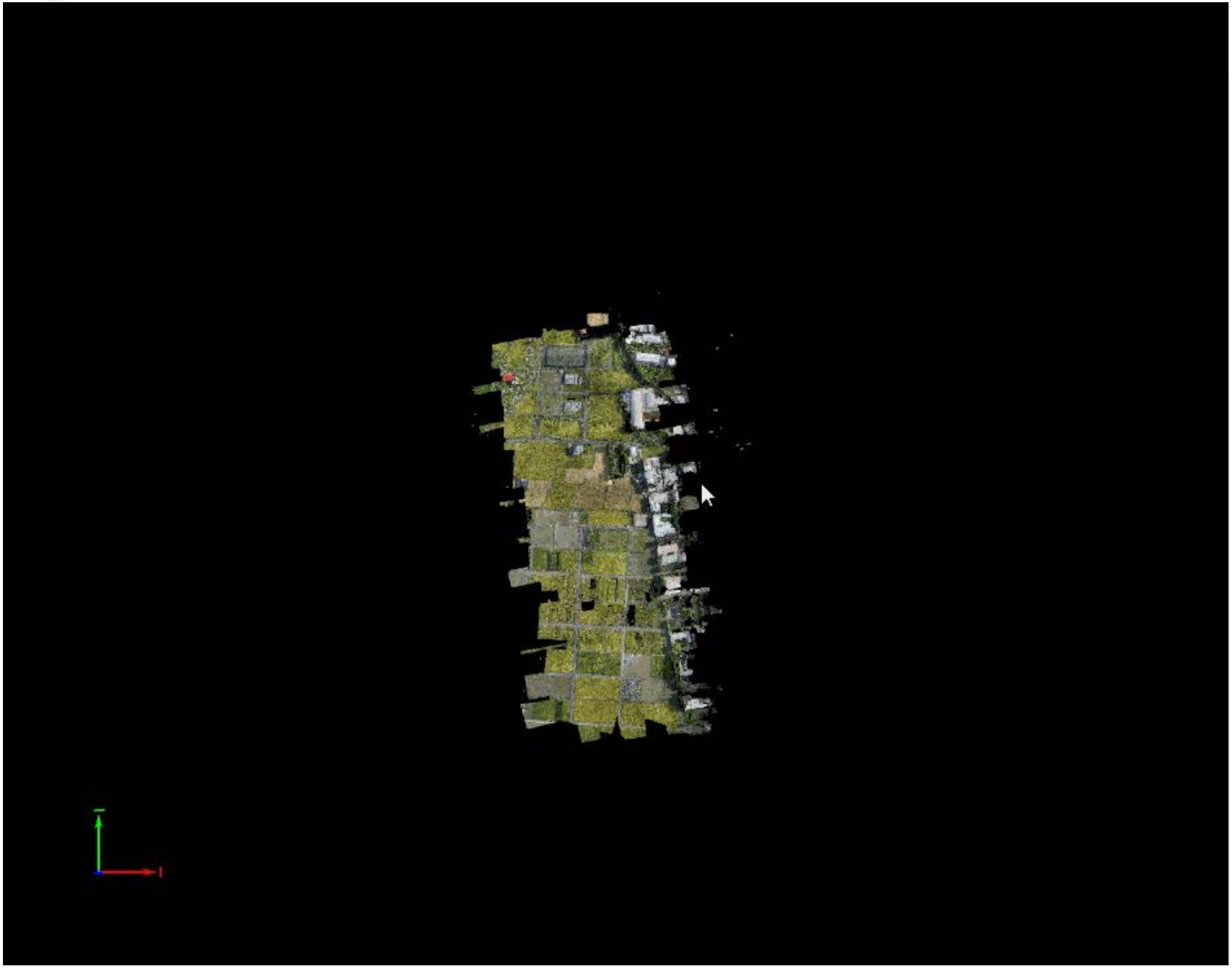
- 航拍機
- 相機 (RGB/NIR)
- 操作員

影像前處理
- 2.5人/天
- 約2.5萬

- CPU作業系統
- 影像前處理 (Pix4D)
- 分析員

災損判釋
- 4.5人/天
- 約4.5萬

- CPU作業系統 (RAM; SSD; NVIDIA)
- 專業影像判釋員
- 分析介面操作 (ArcGIS/IMAGINE/ ENVI)


PIX4D
MAPPER

107年0613-0626豪雨災情-臺東水稻災損

臺東縣鹿野鄉



臺東縣關山鎮

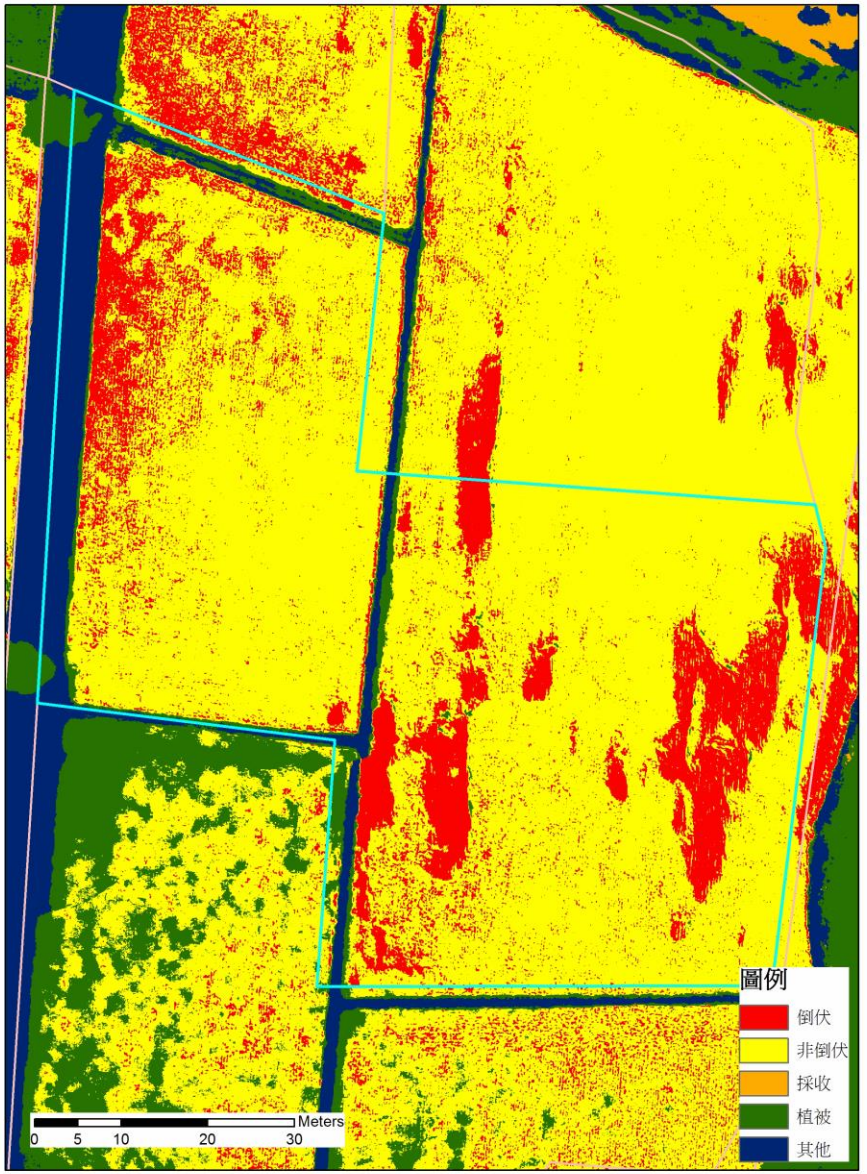


臺東鹿野-水稻災損判釋輔助圖資

地號：VC020116400000



地號：VC020116400000

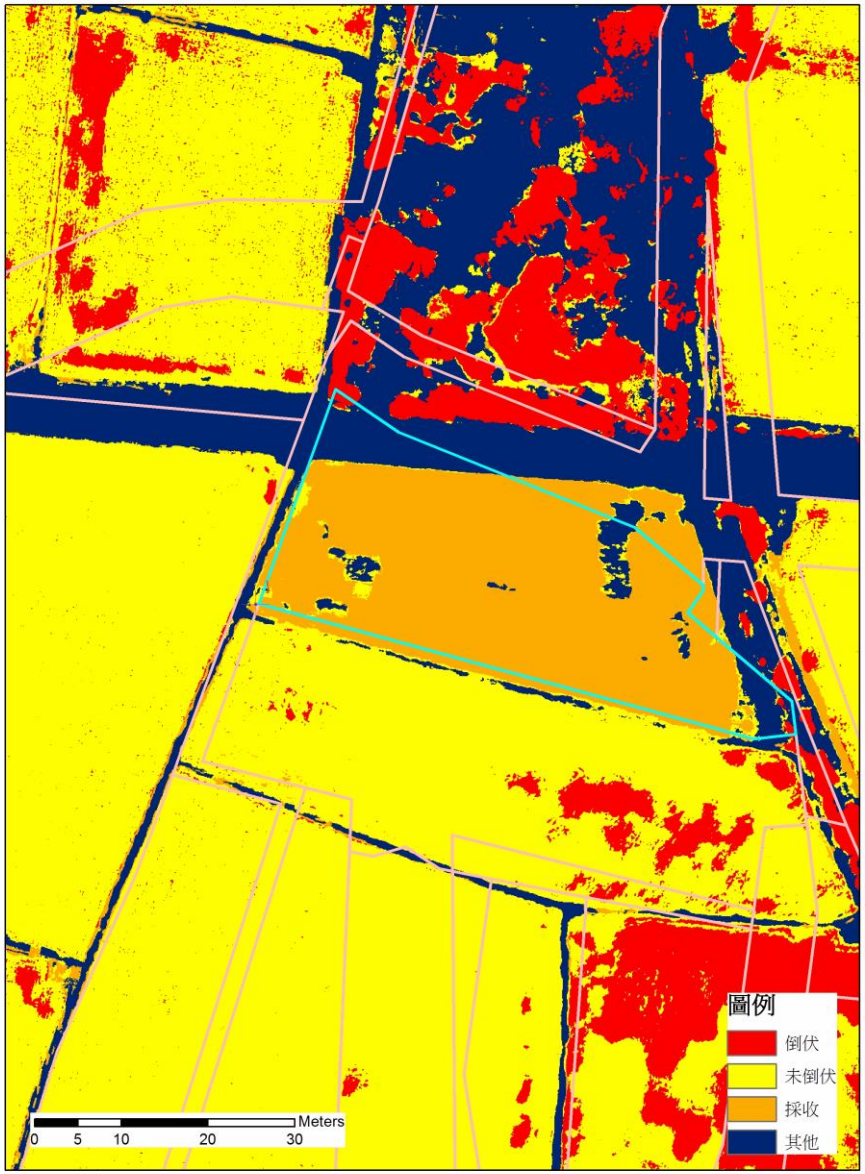


臺東關山-水稻災損判釋輔助圖資

地號：VC025000010000



地號：VC025000010000

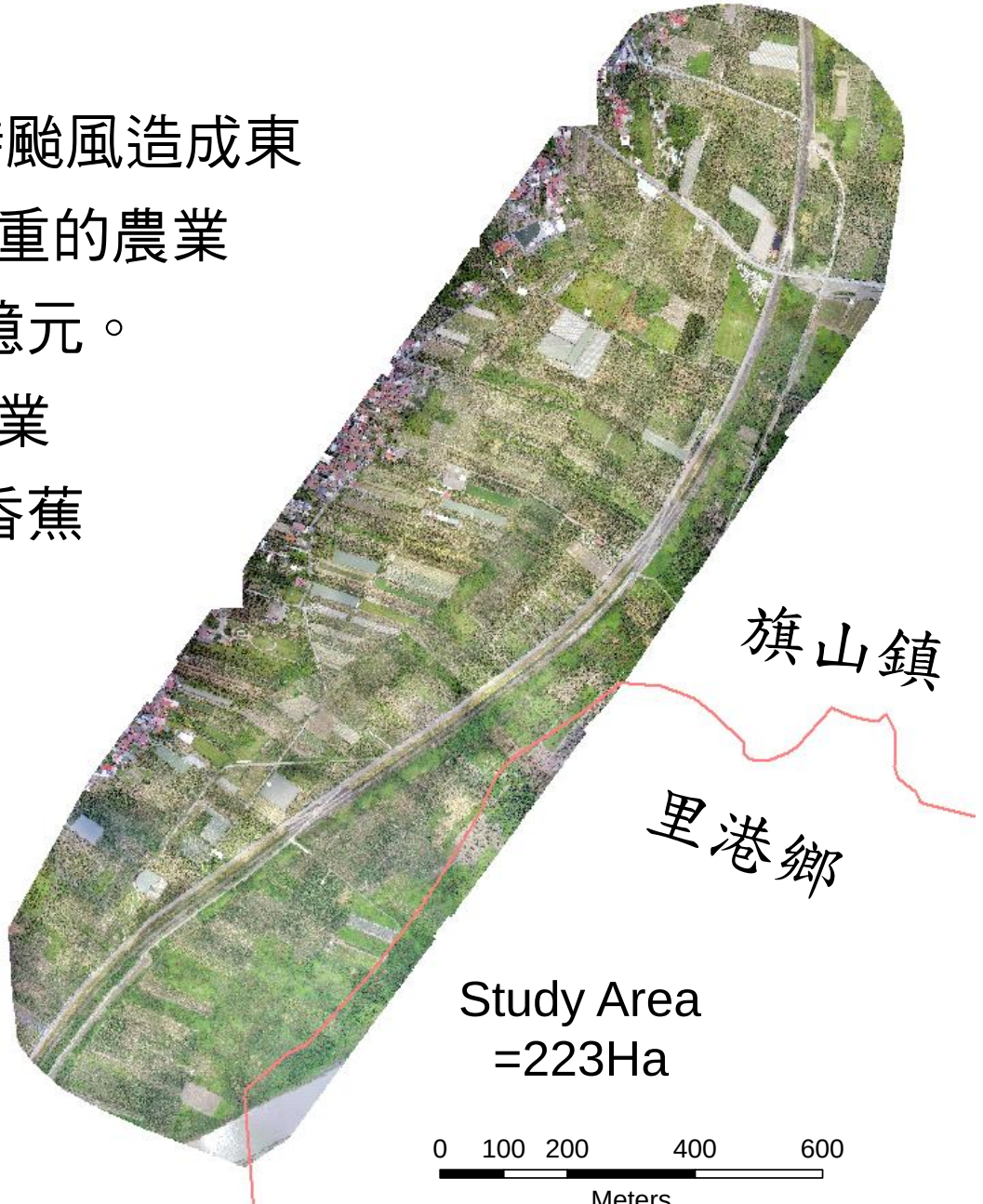


鄉鎮公所勘災—圖資使用之訪談整理

- **影像解析度**：影像對於判釋水稻倒伏與香蕉災損之整體災情程度判釋，十分有助益。但若區塊面積太大(>5公頃)，受限於圖框大小(A4)為統一規格，則單一圖幅的解析度不足。
- **圖資提供時間點**：於救助公告後且現地勘災前完成→協助現地人員進行災損程度判釋。若在災後的第一時間進行空拍與災損蒐證→協助判釋是否公告災損現金救助。
- **航拍影像能清楚判定倒伏的位置及面積，這對明顯超過20%災損的土地可減少勘查時間。**其他倒伏20%以下之區域，需現勘確認災情。
- **地籍圖套疊**：圖資產出套疊**地籍位置**與**標示**地號外，若將**地段別**一併提供，將提高使用的便利性。

作物災損航拍:高雄旗山香蕉倒伏

105年7月份尼伯特颱風造成東、南部地區十分嚴重的農業災損，統計超過6億元。其中，高雄市的農業災損占2千多萬，香蕉園的受損面積約為1000公頃。本研究針對高雄市旗山鎮香蕉園區進行災損分析與評估。



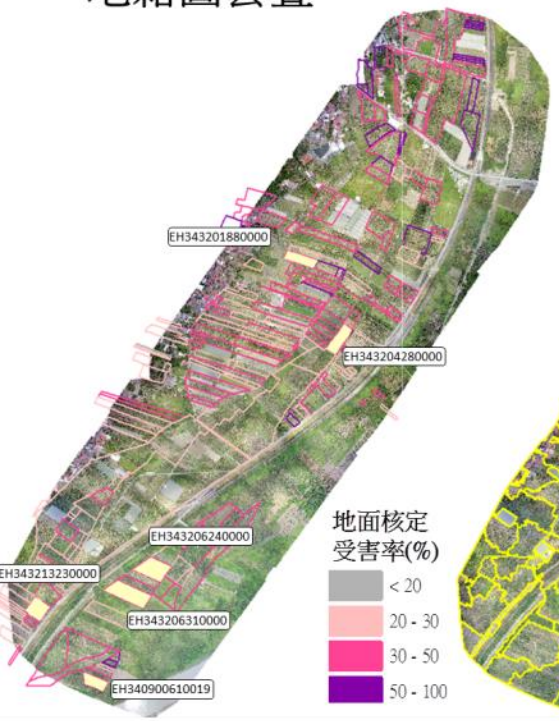
農作物天然災害損害率客觀指標(農糧署, 2016)

作物: 香蕉　災害別:颱風、豪雨、寒流

損害率(%)	生育期	災損情形(%)				
		果皮褐化	葉柄折斷	假莖折斷	整株傾斜	蕉株枯死
<20	幼苗期	—	<70	<50	—	<50
	中株期	—	<80	<20	<60	<20
	抽穗期	<20	<70	<20	<60	<20
20~50	幼苗期	—	70~80	50~80	—	50~80
	中株期	—	80~90	20~50	60~80	20~50
	抽穗期	20~50	70~80	20~50	60~80	20~50
>50	幼苗期	—	>80	>80	—	>80
	中株期	—	>90	>50	>80	>50
	抽穗期	>50	>80	>50	>80	>50

香蕉倒伏影像光譜分類與災損判釋結果

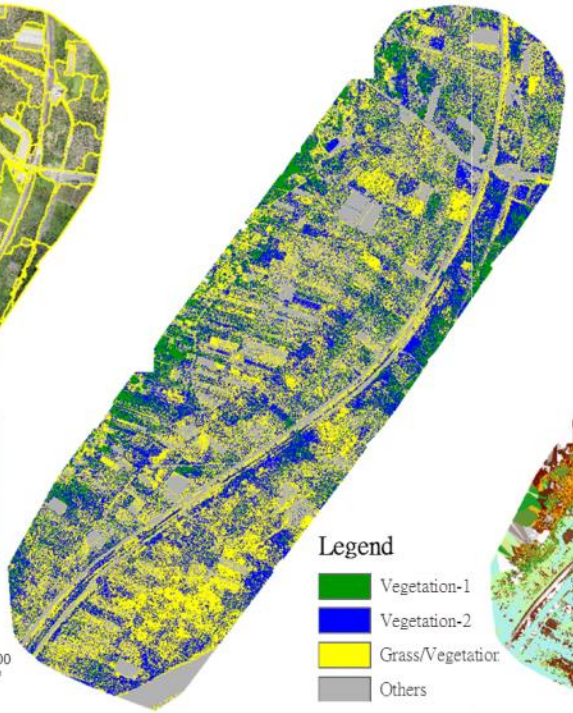
災損地面核定
- 地籍圖套疊 -



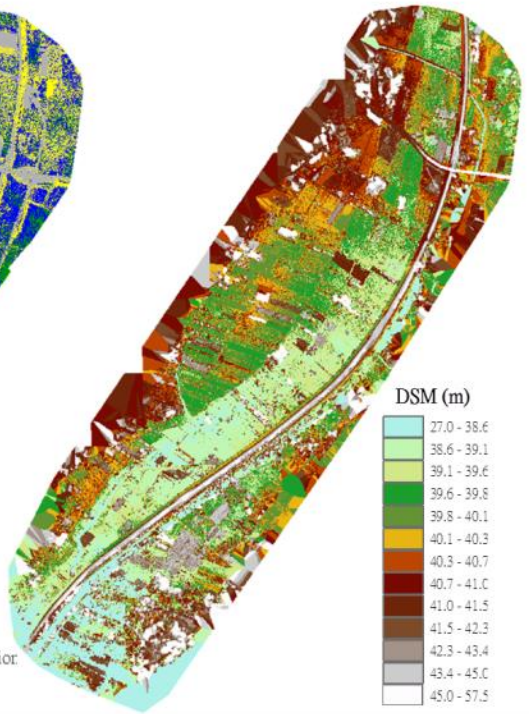
影像分割
FLS Segmentation



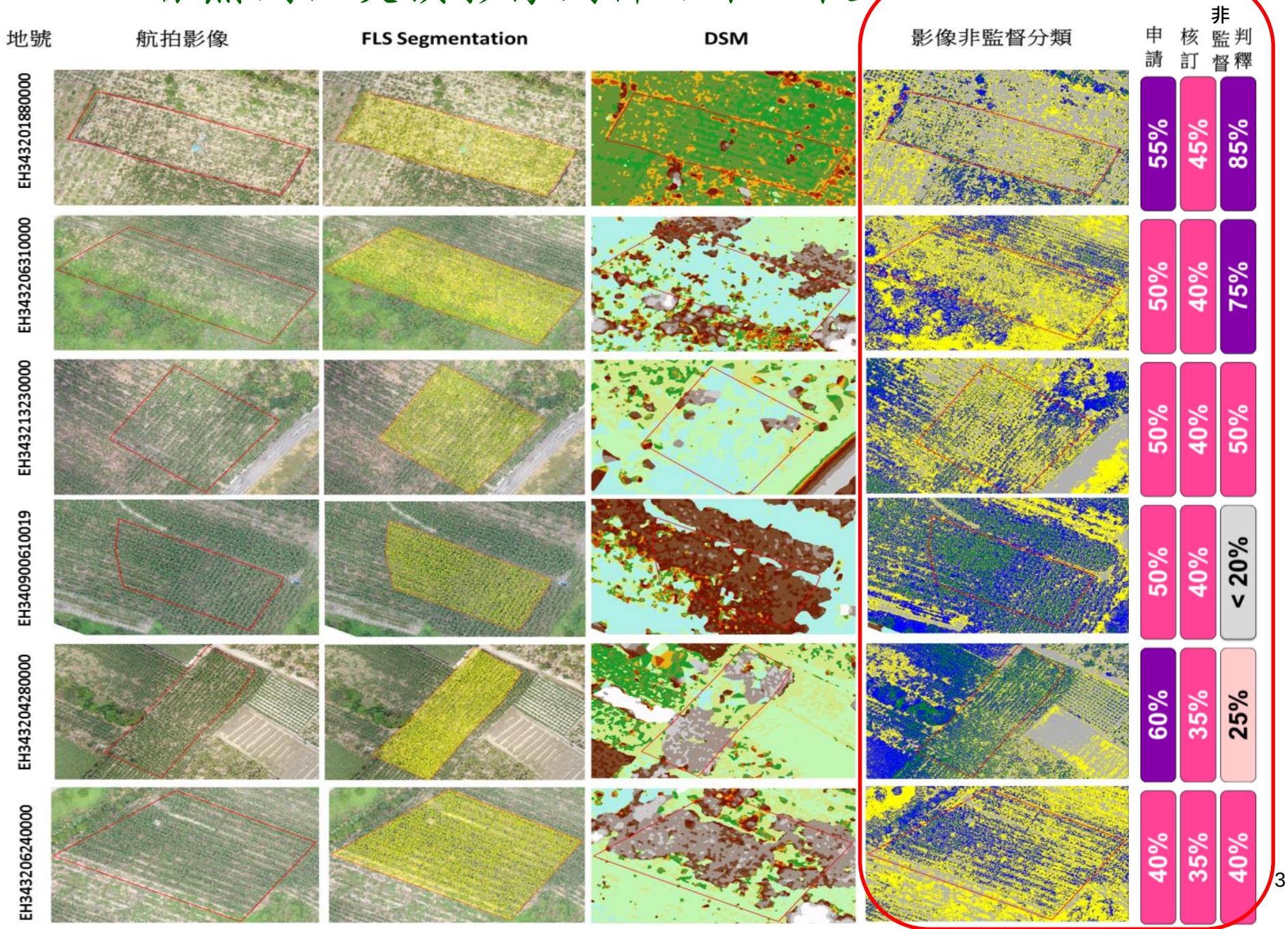
影像非監督分類



數值地表模型
DSM



香蕉倒伏災損影像判釋結果比較

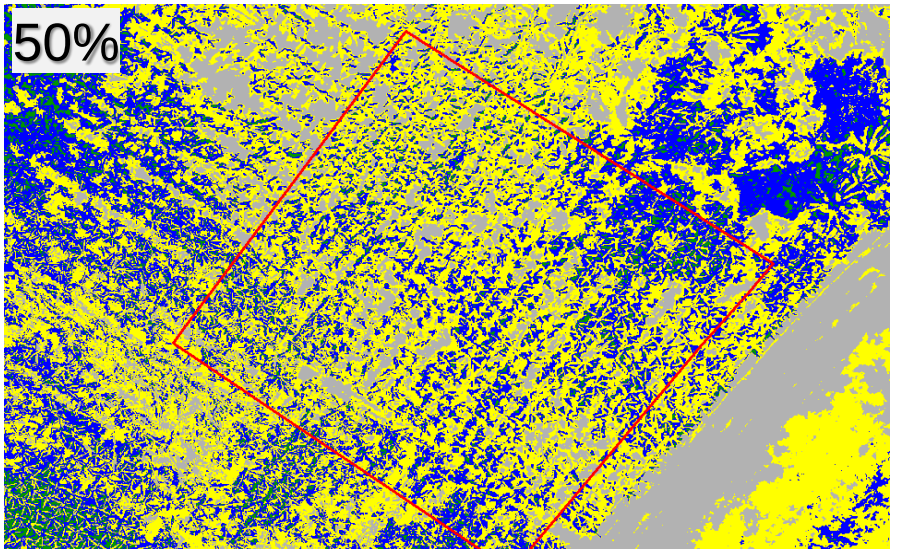


UAV航拍影像(申請%/核定%)

影像非監督分類 (災損率%)

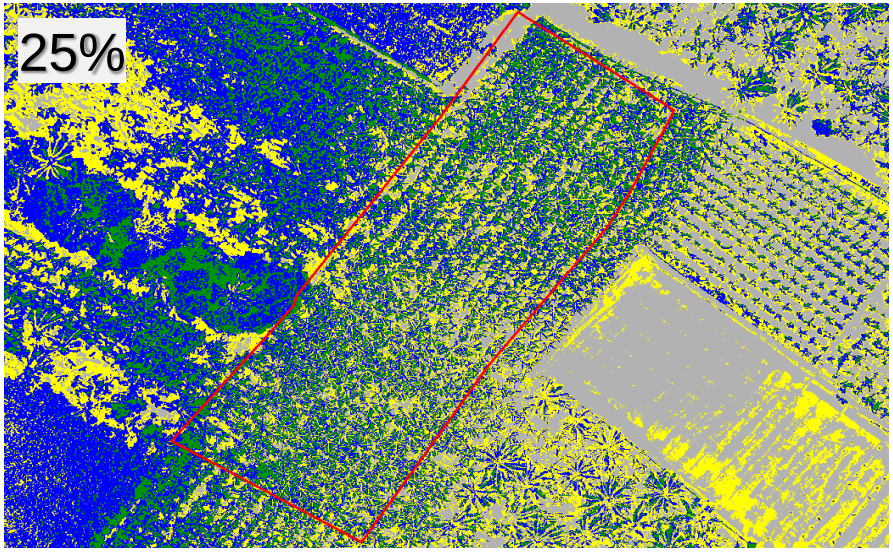
EH34321323000O





EH34320428000O

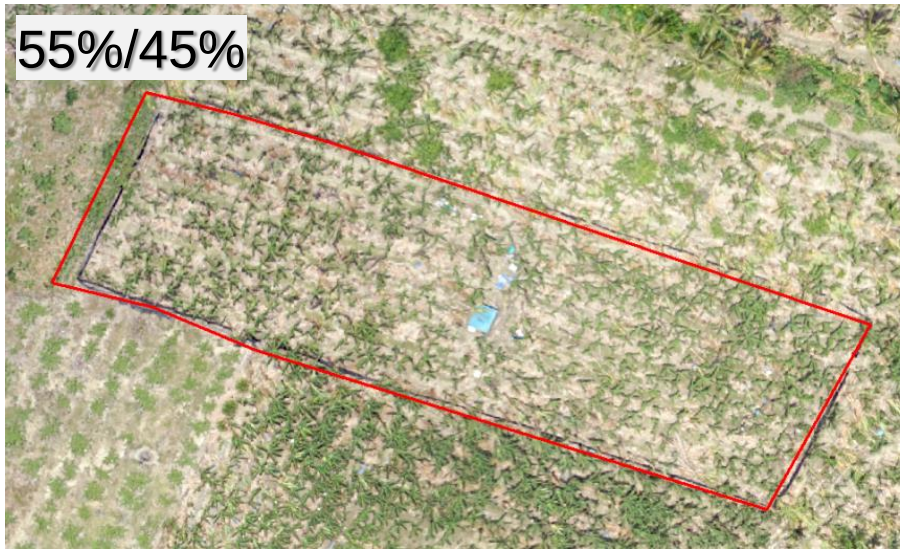


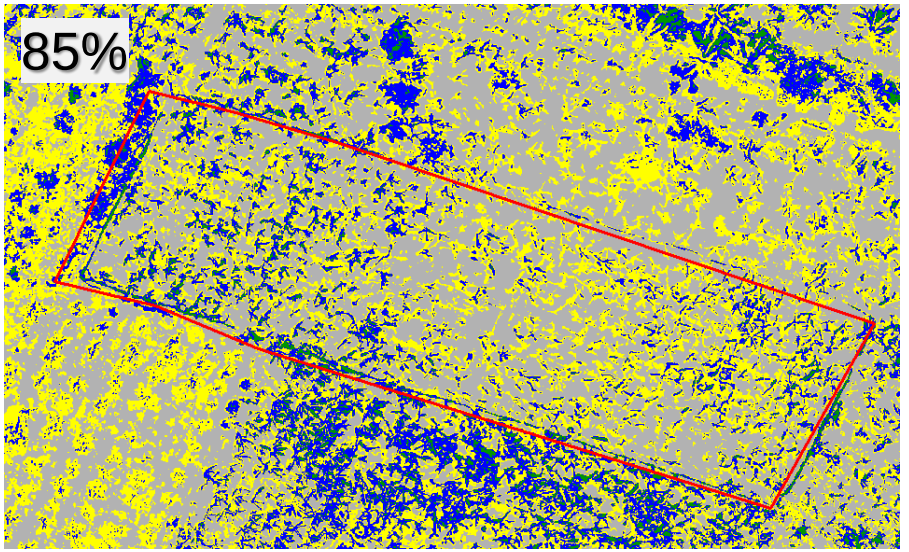


UAV航拍影像(申請%/核定%)

影像非監督分類 (災損率%)

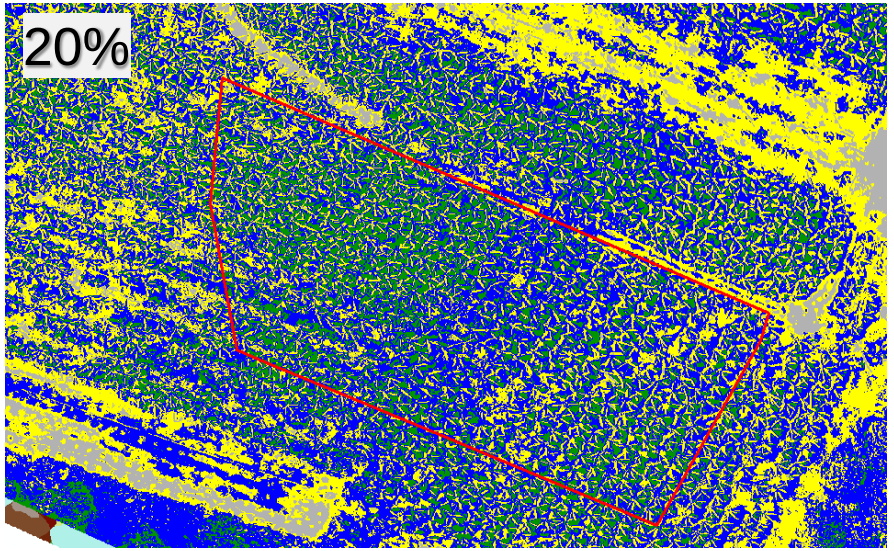
EH3432018800000





EH3409006100019

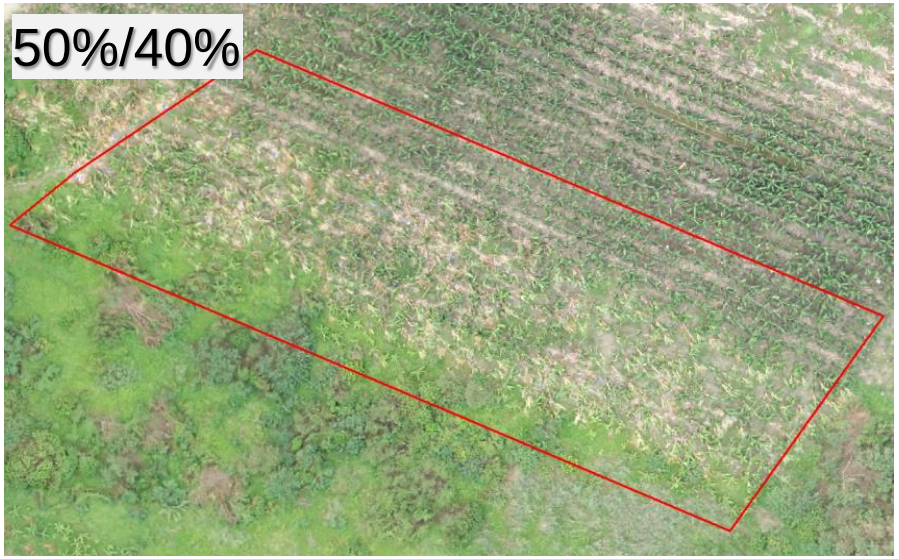


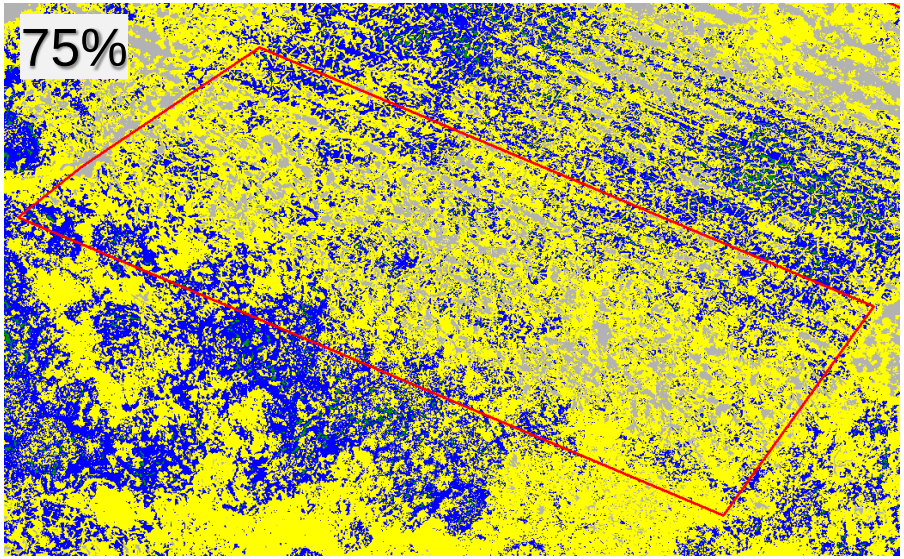


UAV航拍影像(申請%/核定%)

影像非監督分類 (災損率%)

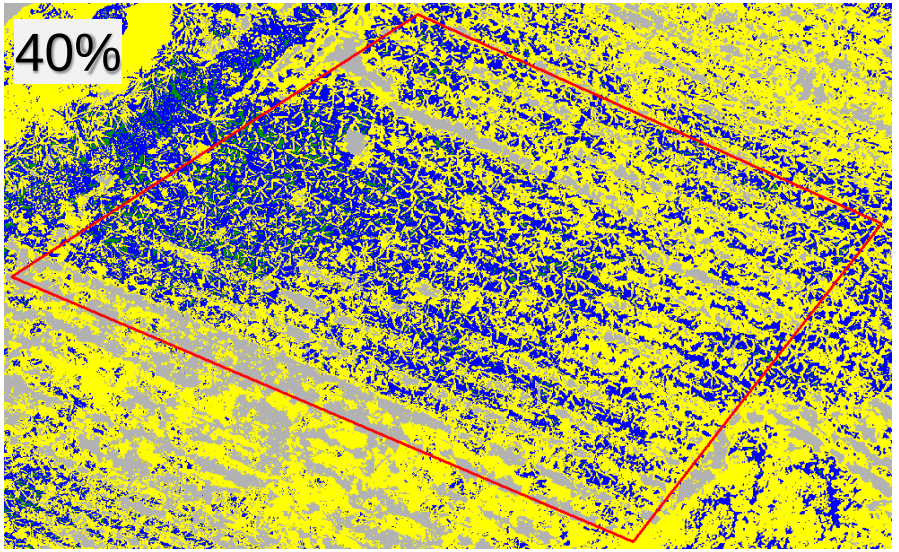
EH3432063100000



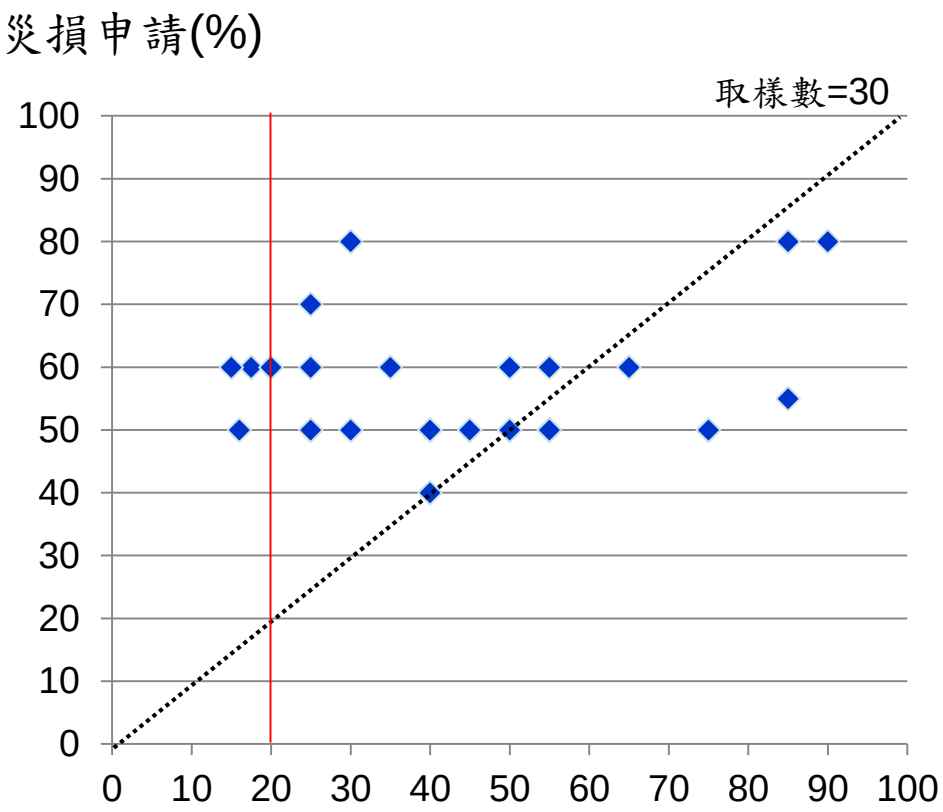


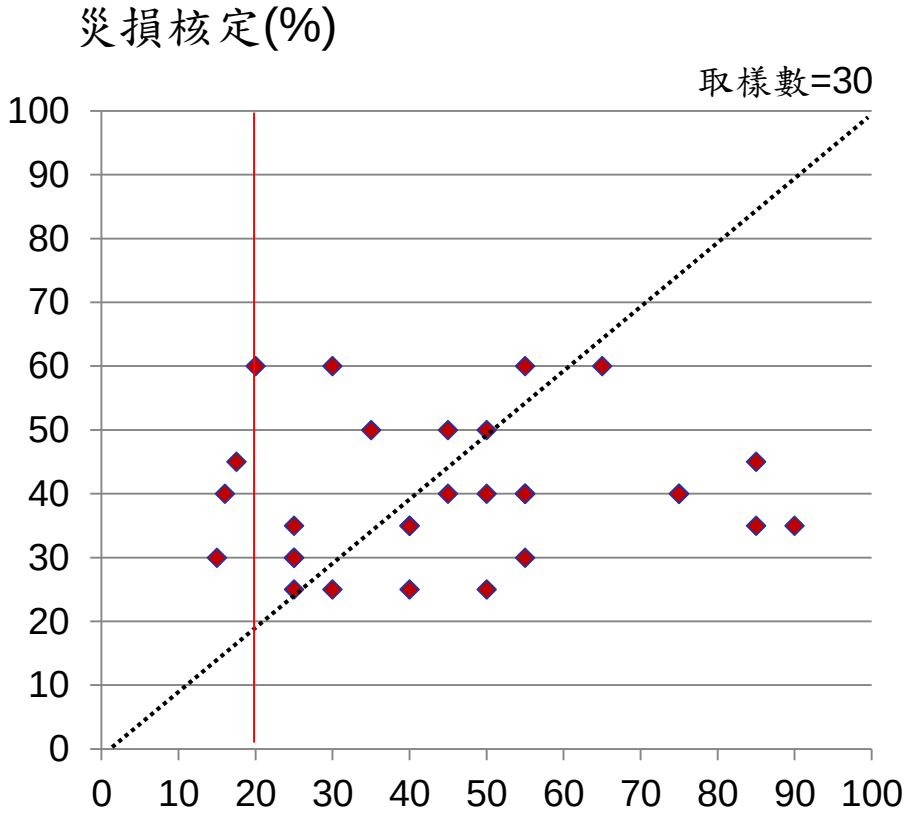
EH3432062400000





影像非監督分類災損率與災損申請/核定之比較



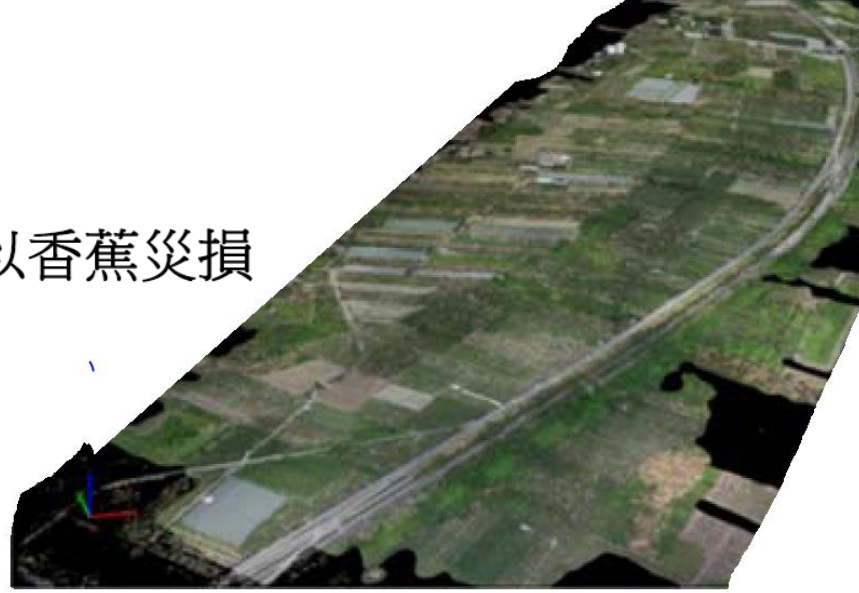


影像非監督分類災損率(%)

航測及遙測學刊　第二十三卷　第 2 期　第 83-101 頁　民國 107 年 6 月
Journal of Photogrammetry and Remote Sensing
Volume 23, No.2, 2018, pp. 83-101
DOI：10.6574/JPRS.201803_23(2).0002

應用無人飛機航拍影像協助農業勘災—以香蕉災損影像判釋為例

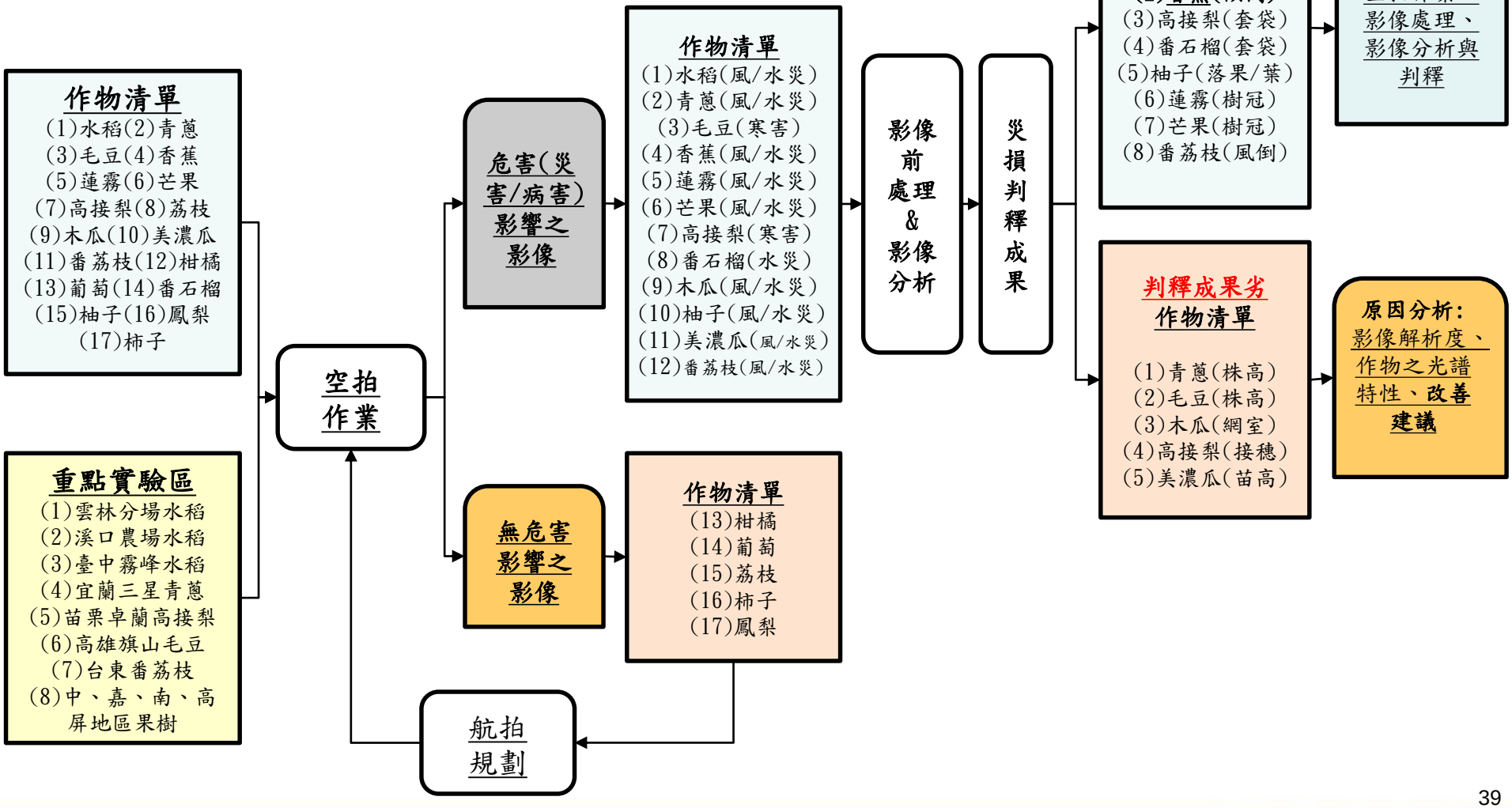
周巧盈[1]　巫思揚[2]　陳琦玲[3*]



- UAV航拍技術具有**快速紀錄**、**高機動性**與**高空間解析度影像**
  - 提供農損查報所需之空間輔助圖資與災損判釋圖資，縮短人力勘災的時間。
- UAV影像透過**非監督分類**，對於香蕉傾倒災損具有十分高的判釋力
  - **災損判釋正確率**為**86.7%** (30處地籍樣區，以災損率達20%為基準，比對現地核定之災損率)。
- **UAV航拍影像**適用於災損嚴重度較高且損害範圍較大的區域，透過**層次分工**，另針對**災損較輕者(～20%)**，進行現地災損核定作業。

農作物災損UAV影像分析架構

-災損影像判釋成效-

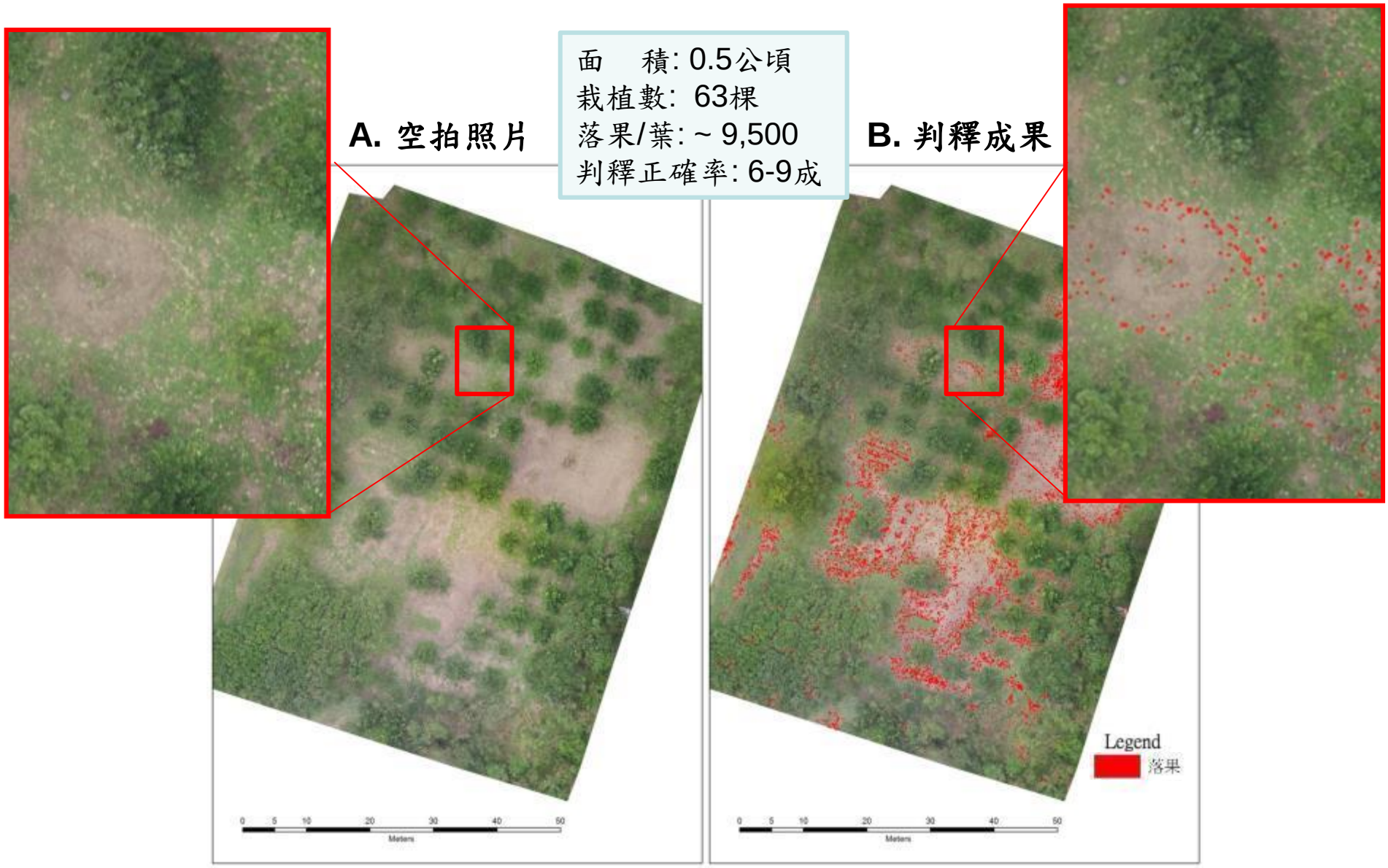


影像災損判釋成果

作物	判釋對象	判釋率
水稻	倒伏面積	9成以上
香蕉	傾倒面積	8.5成以上
番石榴	套袋數	6-9成
柚子	落果/葉數	6-9成
番荔枝	植栽移除	資料整理中
芒果	樹冠變化	資料整理中
蓮霧	樹冠變化	資料整理中

宜蘭冬山柚子落果判釋–2017尼莎暨海棠災後空拍圖

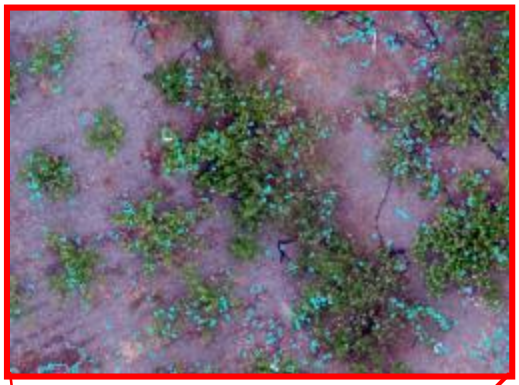
面　積: 0.5公頃
栽植數: 63棵
落果/葉: ~ 9,500
判釋正確率: 6-9成



宜蘭員山番石榴套袋判釋–2017尼莎暨海棠災後空拍圖

面　積: 0.5公頃
栽植數: ~230棵
套袋數: ~ 9,000
判釋正確率: 6-9成





A. 空拍照片



B. 判釋成果



番荔枝災損判釋

臺東縣太麻里(106年7月底 尼莎暨海棠颱風)





災後風倒情形



災後落果情形

番荔枝災損判釋

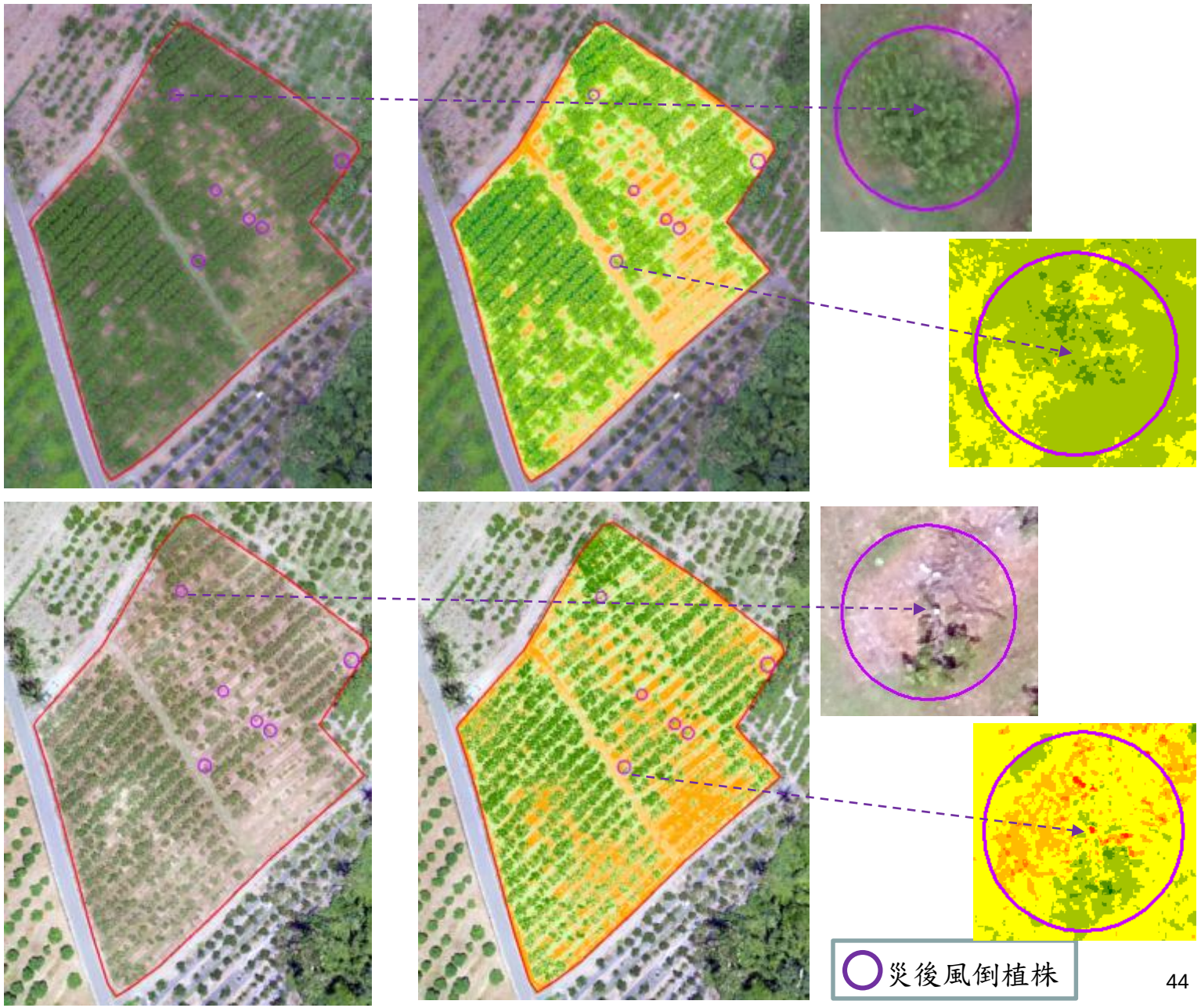
臺東太麻里正興村

UAV航拍影像

影像分類成果

106.07.28 (災前)

106.08.10 (災後+修枝)



番荔枝災損判釋

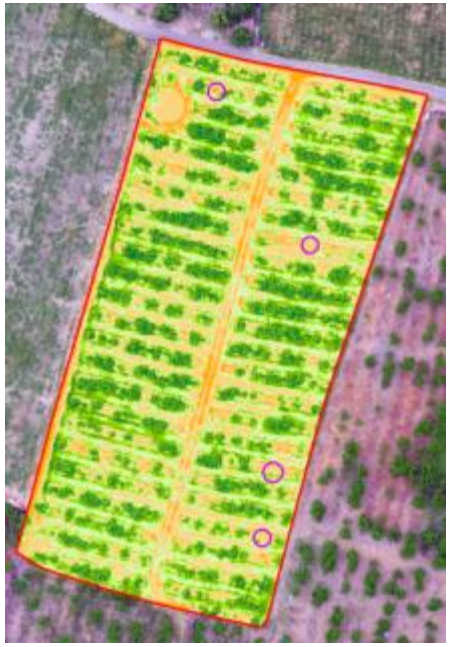
臺東太麻里泰和村

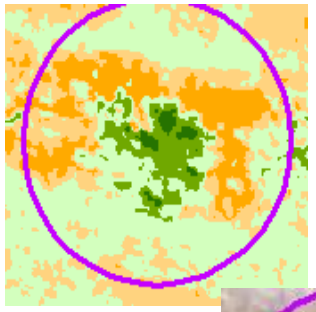
UAV航拍影像

影像分類成果

106.07.28 (災前)



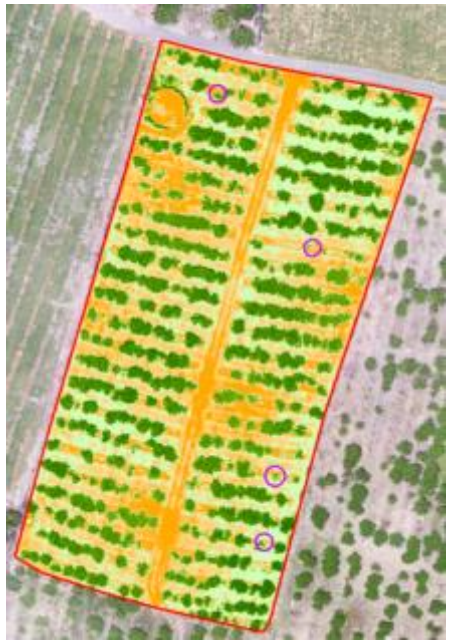


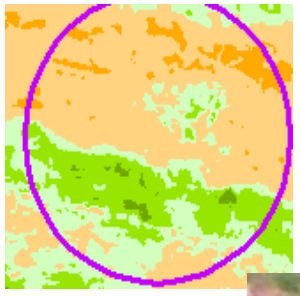




106.08.10 (災後+修枝)



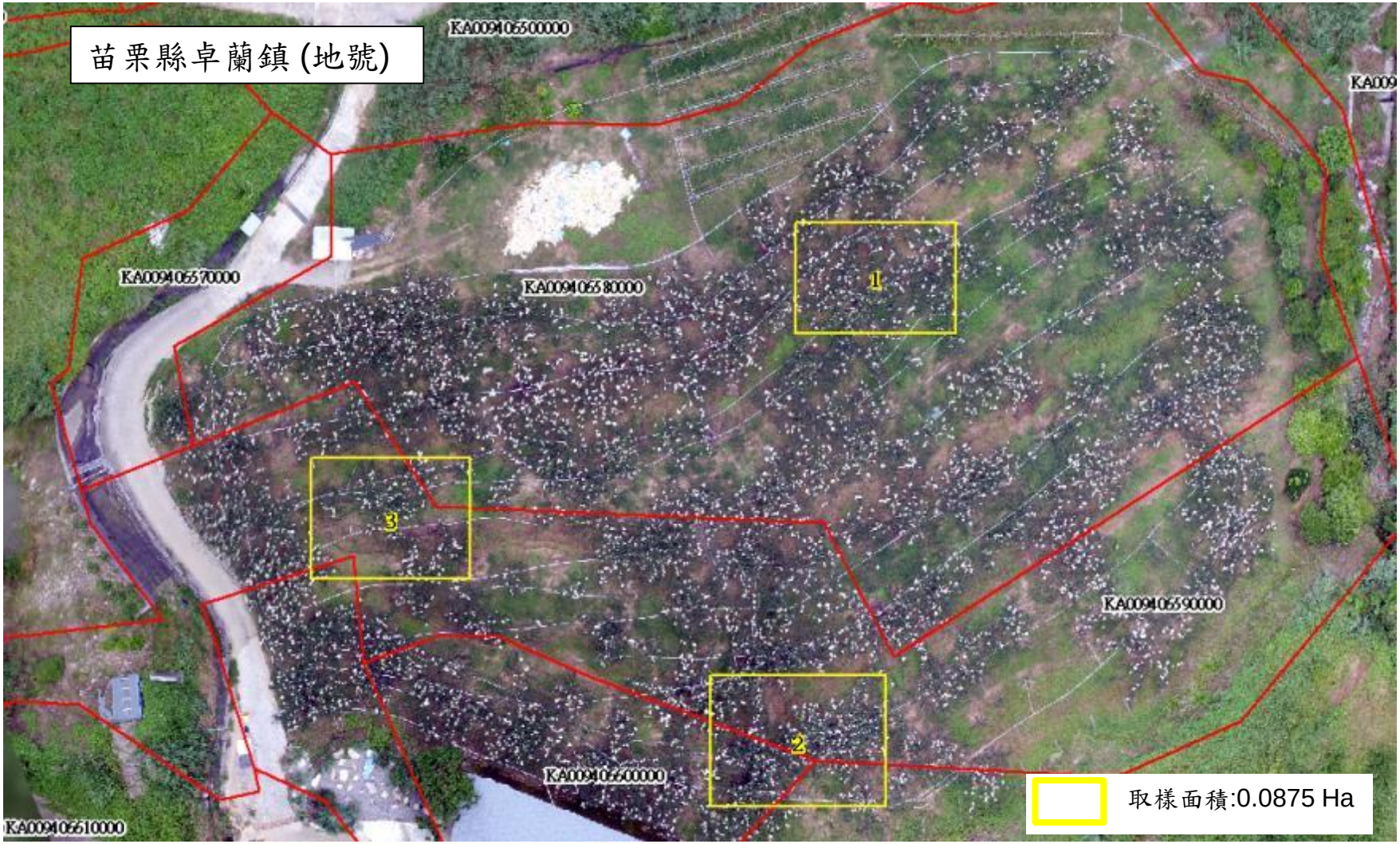






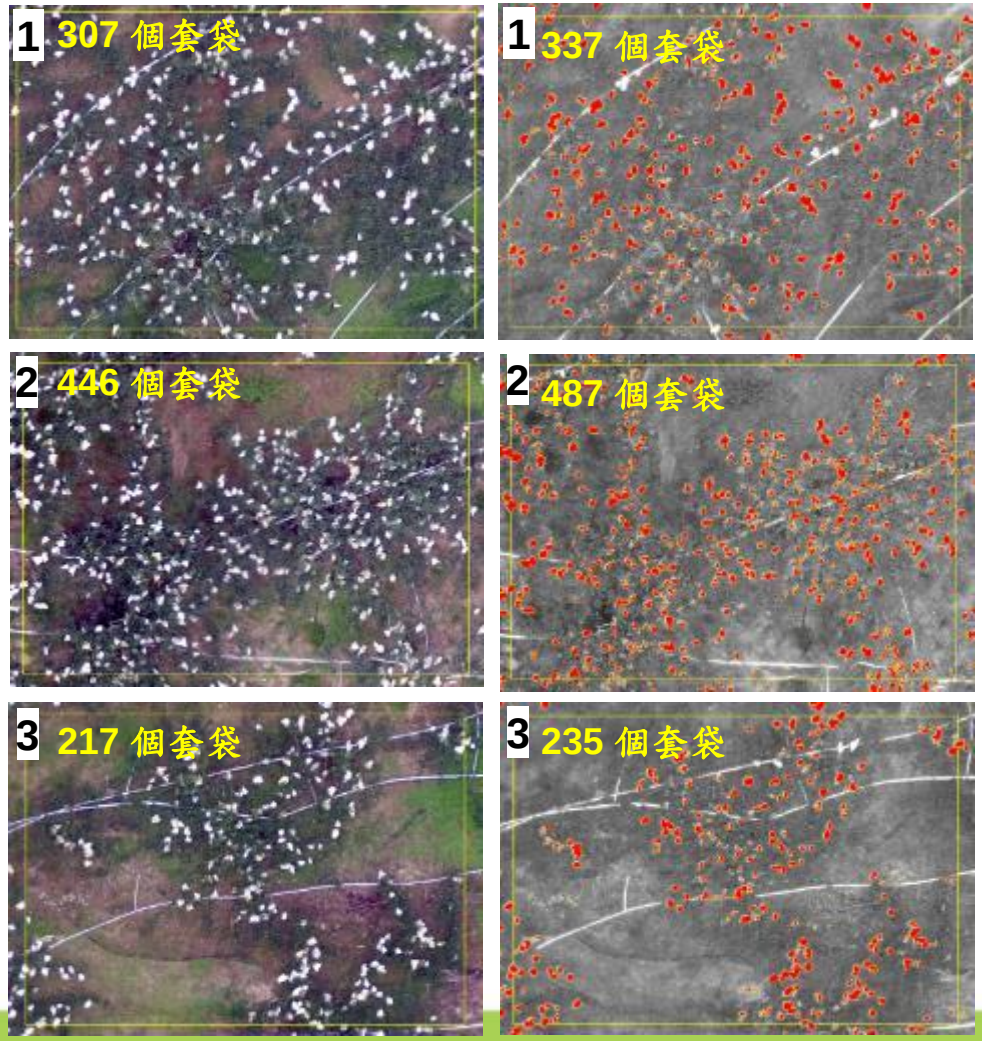
災後風倒植株

高接梨UAV航拍套袋判釋



高接梨UAV航拍套袋計數與產量估算

UAV 航拍影像　　**物件導向判釋**



物件導向之分類方式，準確率可達9成
可應用於套袋後之早期產量估算

ID	地號	面積(Ha)	套袋計數
1	KA009406580000	0.3	2,513
2	KA009406590000	0.2	1,437
3	KA009406600000	0.05	478

UAV於災後勘災之應用

- UAV災損航拍能完成範圍300-1000公頃(單機/天)作物災損之面積估算與災損評估。
- 農作物災損之影像判釋技術持續評估、加強。
- 預期與農糧署勘災機制進行整合(水稻、香蕉等)。
- 預期應用至農業保險(香蕉)之勘災標準制度。
  - 提供災損判釋輔助圖資
    - UAV航拍影像套疊地籍圖
    - UAV影像判釋受害面積
  - 客觀判釋指標之相對應UAV航拍影像

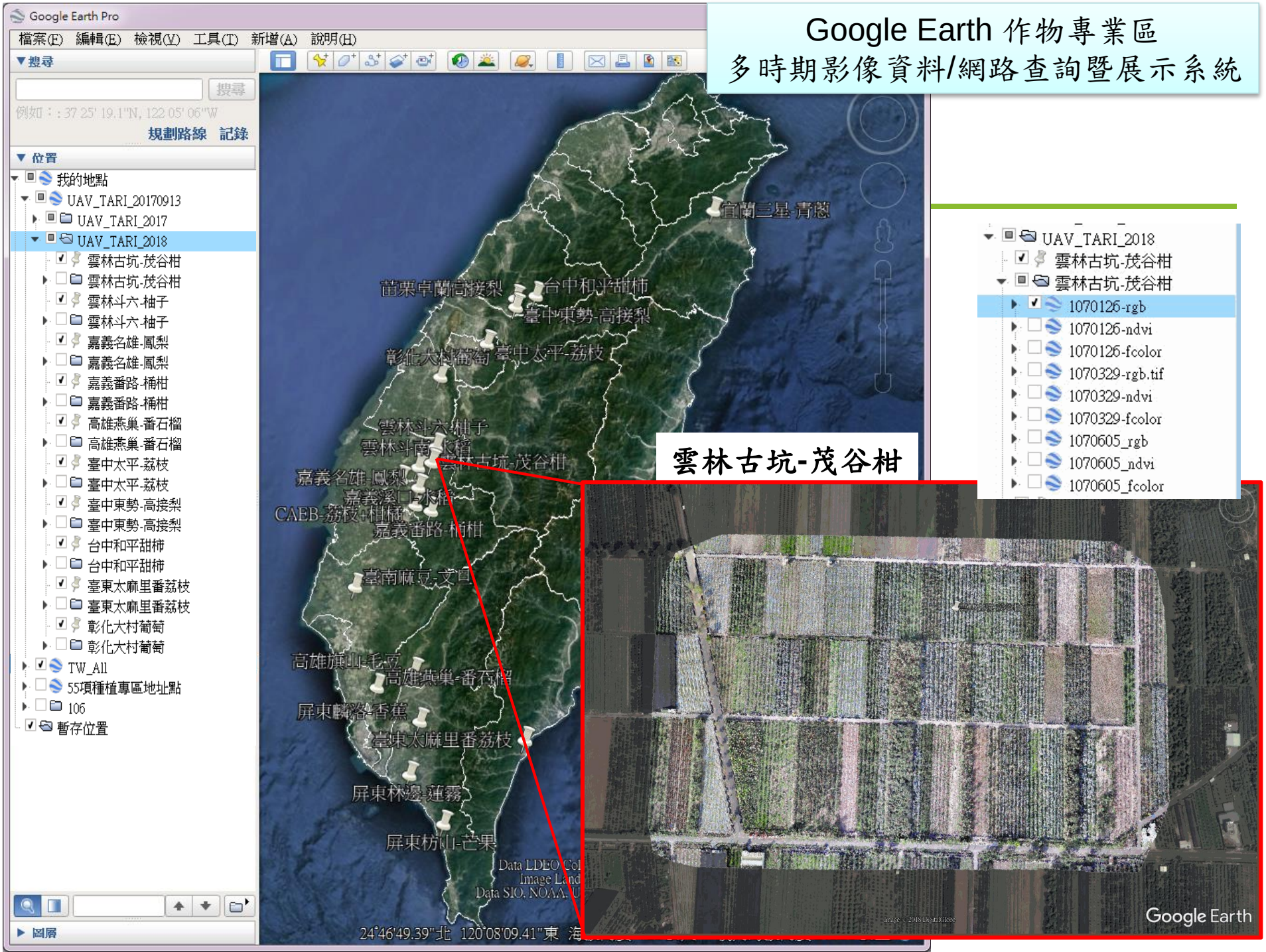
無人機航拍與人工現地勘災成本比較

類別	項目	小面積 50-100公頃	小區域-村里 500-1,000公頃	中尺度-鄉鎮 3-5千公頃	大範圍-縣市 5-10萬公頃
	坵塊(千)	0.1-0.2	1-2	6-10	100-200
人工現地勘災	經費(仟元)	3.5-7	35- 70	200-350	3,500-7,000
	時間(天)	3-7	10-20	20-30	15-30
	作業組數	1組人	3組人	10組人	20組人
航拍災損判釋	經費(仟元)	30-50	50-100	200-300	2,000-7,000
	時間(天)	3天	5-7天	10-14	10-14
	作業組數	1組人	1組人	1組人	2-3組人

人工現地勘災:(1) 35元/坵塊，(2) 1組: 1-2人，30坵塊/天/人，(3)未計入人員薪資
航拍災損判釋:(1) 1組: 2-3人，包括航拍與影像處理判釋人員。時間與經費之估算－以目前農試所UAV研究團隊之工作能量為標準。


謝謝聆聽　　敬請指教
by TARI UAV TEAM
uav@tari.gov.tw

Google Earth 作物專業區
多時期影像資料/網路查詢暨展示系統



影像資料庫之初步建置

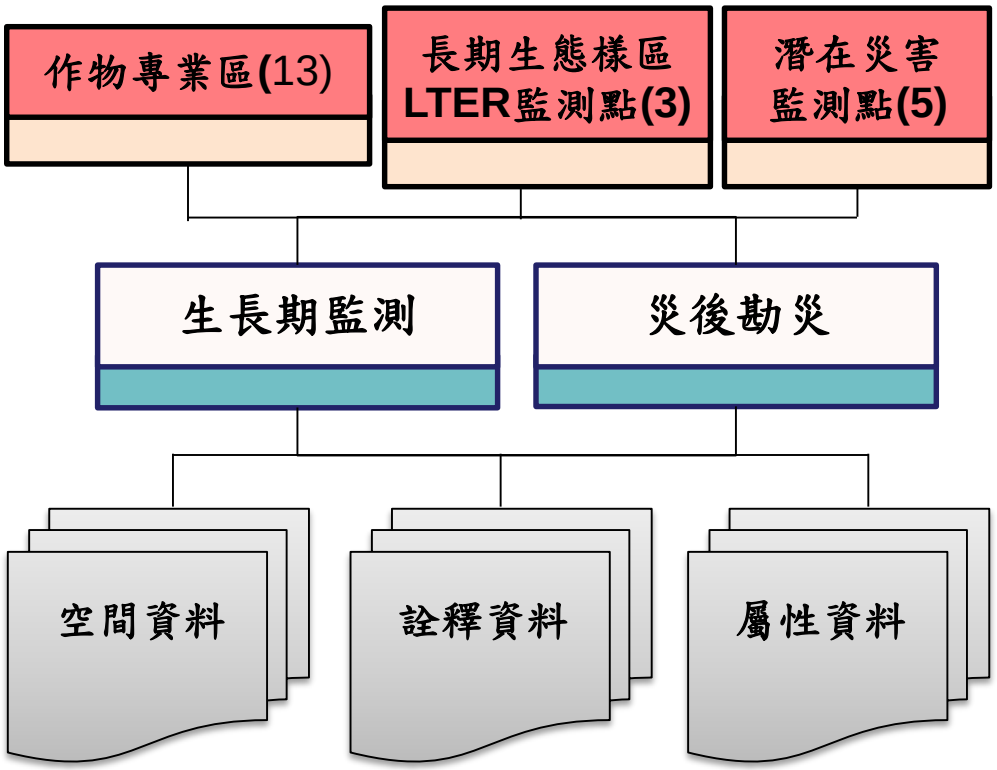
- 匯整不同生長期與災損之空拍影像、光譜分析與判釋成果，明後年將透過雲端分享並連結至作物專業區災損判釋系統。

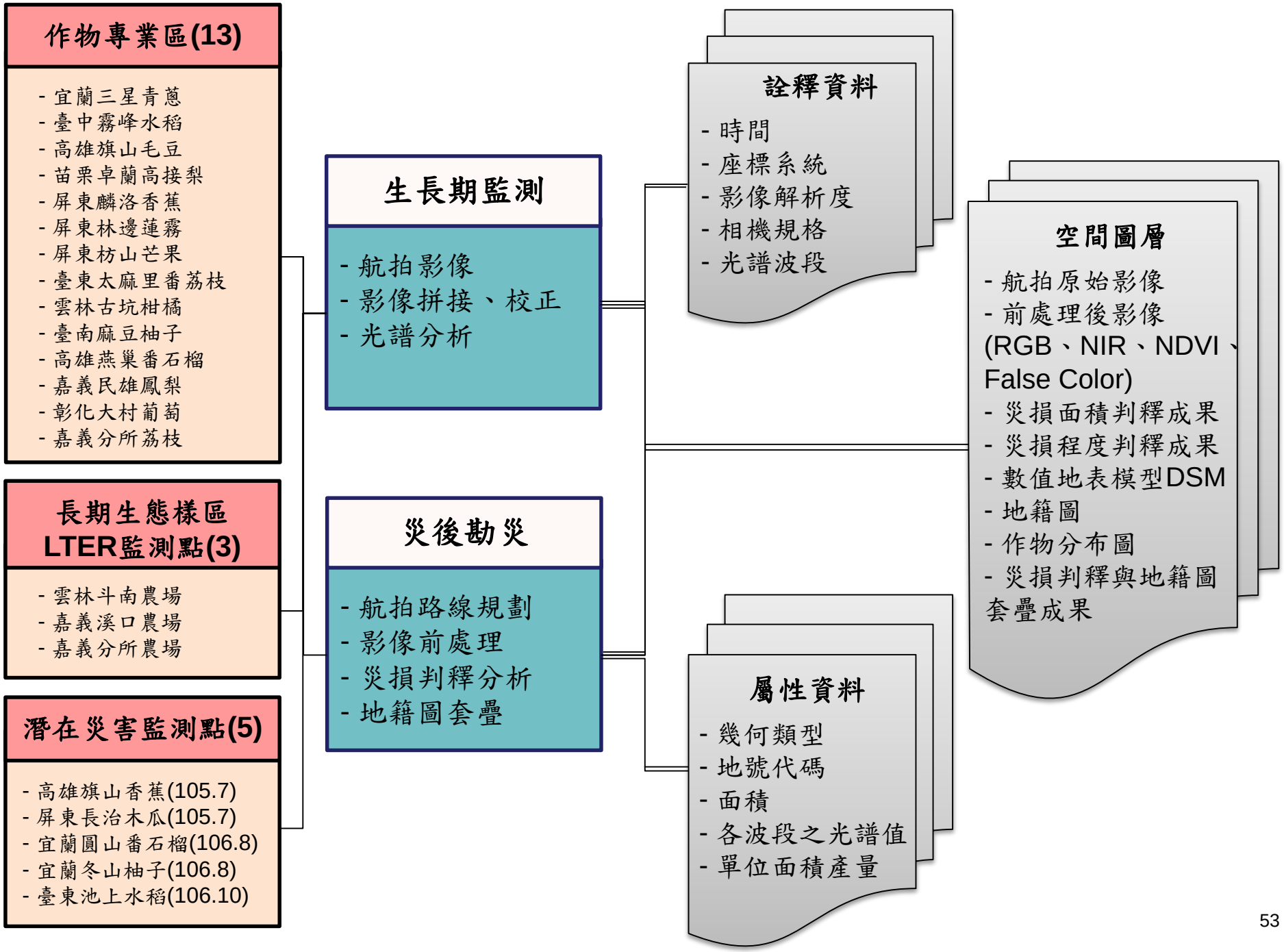
影像資料庫

(高解析、多光譜、多時期影像)

空間圖層\詮釋資料\屬性資訊

- 各種作物重點生長期影像(RGB/NIR)
- 各種作物專業區災後影像(RGB/NIR)
- 影像判釋成果圖 (RGB、NDVI)
- 高度模式、地面產量與光譜關聯圖




作物專業區(13)
- 宜蘭三星青蔥
- 臺中霧峰水稻
- 高雄旗山毛豆
- 苗栗卓蘭高接梨
- 屏東麟洛香蕉
- 屏東林邊蓮霧
- 屏東枋山芒果
- 臺東太麻里番荔枝
- 雲林古坑柑橘
- 臺南麻豆柚子
- 高雄燕巢番石榴
- 嘉義民雄鳳梨
- 彰化大村葡萄
- 嘉義分所荔枝
長期生態樣區
LTER監測點(3)
- 雲林斗南農場
- 嘉義溪口農場
- 嘉義分所農場
潛在災害監測點(5)
- 高雄旗山香蕉(105.7)
- 屏東長治木瓜(105.7)
- 宜蘭圓山番石榴(106.8)
- 宜蘭冬山柚子(106.8)
- 臺東池上水稻(106.10)
生長期監測
- 航拍影像
- 影像拼接、校正
- 光譜分析
災後勘災
- 航拍路線規劃
- 影像前處理
- 災損判釋分析
- 地籍圖套疊
詮釋資料
- 時間
- 座標系統
- 影像解析度
- 相機規格
- 光譜波段
屬性資料
- 幾何類型
- 地號代碼
- 面積
- 各波段之光譜值
- 單位面積產量
空間圖層
- 航拍原始影像
- 前處理後影像
(RGB、NIR、NDVI、
False Color)
- 災損面積判釋成果
- 災損程度判釋成果
- 數值地表模型DSM
- 地籍圖
- 作物分布圖
- 災損判釋與地籍圖
套疊成果

UAV與傳統航空攝影影像之比較

--以10萬公頃之面積為例--

	傳統航空攝影	UAV航拍影像
(1) 地面解析度(cm)	0.25-1.00m	1-10 cm
(2) 航高(m)	2,500 - 2,700 m	150-250 m
(3) 航拍(千元)	3,000-4,000 (1天/1組人)	5,000-7,000 (5-7天/3組人)
(4) 正射影像產製(千元)	資料蒐集中	500-800 (2-3天/3組人)
(5) 影像災損分析(千元)	700-1,000 (3-5天/3組人)	700-1,000 (3-5天/3組人)
(6) 工作天數	8-15天	10-15天
(7) 航拍限制	雲層、天氣	地形、電線、禁航區、天氣

*傳統航空攝影：每幅1/5000正射影像含括650-680Ha, 需花費2-2.3萬元,
10萬Ha約需150幅。