

地圖土地利用圖徵偵測

白璧玲

中央研究院人社中心地理資訊科學研究專題中心



臺灣百年歷史地圖



地理資訊科學研究專題中心
Center for GIS, RCHSS, Academia Sinica

臺北



臺中



臺灣



臺南



高雄



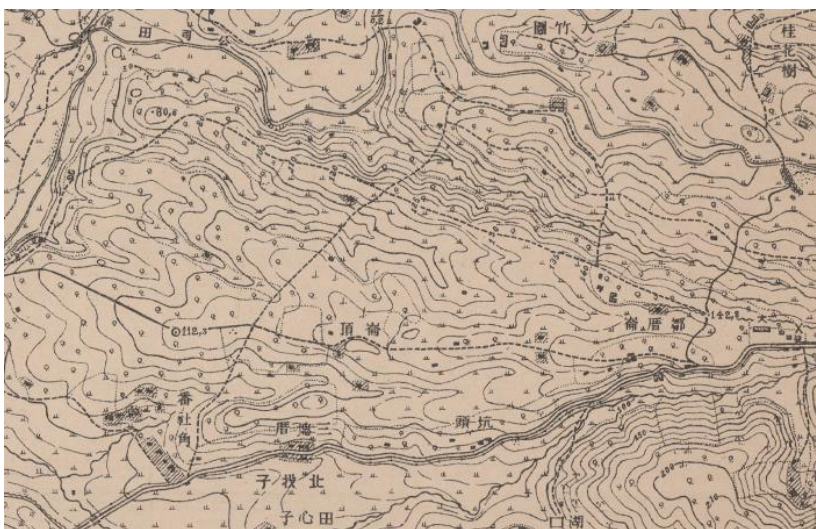
日治時期二萬分之一臺灣堡圖(明治版)- 1904年



日治時期二萬分之一臺灣堡圖(大正版)- 1921年



日治時期二萬五千分之一地形圖- 1921年



日治時期五萬分之一地形圖(陸地測量部)- 1924年



土地利用圖例

果園	茶畑	桑畑	沼田	水田	乾田

荒地	樹林	櫻欄科	竹林	樹林	樹葉	樹葉	草地

耕地及天然地			
	樹林		旱地
	竹林		田地
	荒地		茶園
	墓地		草地

台灣堡圖

	地墓
	園園
	樹叢
	畑木苗
	地芝

	樹木ソ植 ツル畑地 ツル者		燒木林 枯木及
	矮松地		三椏畑

台灣地形圖

地圖符號偵測模型

- Ultralytics YOLOv8
- 穩定、輕量化架構
- 訓練流程相對簡單、資源需求低
- 支援多種任務

Model	size (pixels)	mAP ^{val} 50-95	Speed CPU ONNX (ms)	Speed A100 TensorRT (ms)	params (M)	FLOPs (B)
YOLOv8n	640	37.3	80.4	0.99	3.2	8.7
YOLOv8s	640	44.9	128.4	1.20	11.2	28.6
YOLOv8m	640	50.2	234.7	1.83	25.9	78.9
YOLOv8l	640	52.9	375.2	2.39	43.7	165.2
YOLOv8x	640	53.9	479.1	3.53	68.2	257.8



建立圖像符號標註資料集

- 將影像切割為適當大小 (預設為480px × 480px)
- 運用兩種來源的臺灣堡圖影像
 - 單色高解析度原圖影像
 - 黑白且較模糊的JPG壓縮影像(來自WMTS)



Login

Username

user02

Password

.....

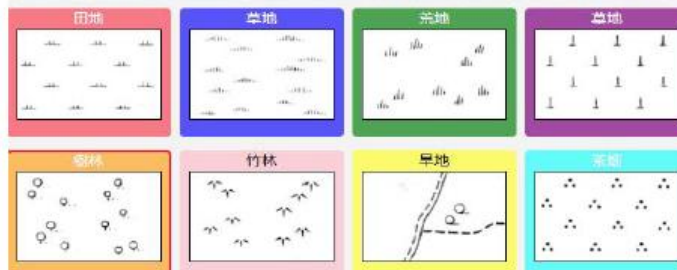
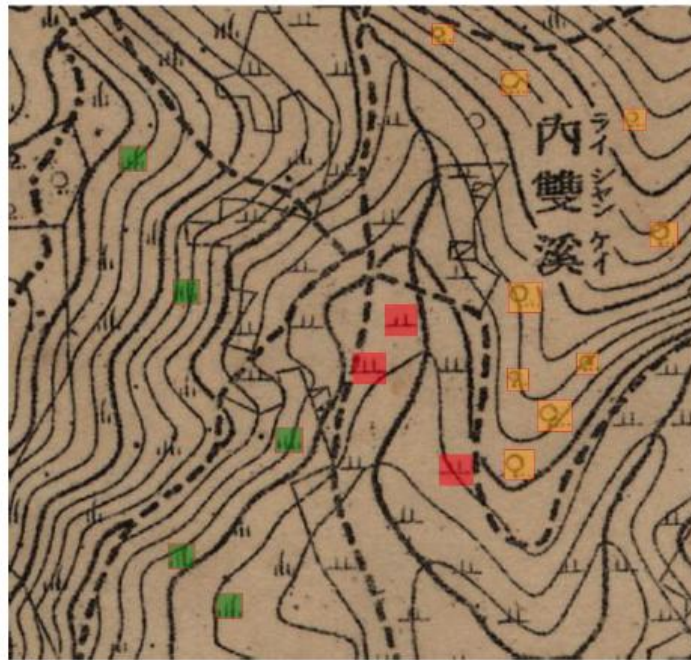
1904年

標註

標註

Log

修改



Upload Images

Reset Annotations

logout

Last Image

Next Image

Complete Annotations

Finished uploading images

Box Size: 24

Download Annotations

Image Count 27 / 165

Complete Count 0 / 165

Box Count 17

JM20K_1904_017_h0_w0

Download image

JM20K_1904_017_h0_w1

Download image

JM20K_1904_017_h0_w2

Download image

JM20K_1904_017_h0_w3

Download image

JM20K_1904_017_h0_w4

Download image

JM20K_1904_017_h0_w5

Download image

JM20K_1904_017_h0_w6

Download image

JM20K_1904_017_h0_w7

Download image

JM20K_1904_017_h0_w8

Download image

JM20K_1904_017_h0_w9

Download image

JM20K_1904_017_h0_w10

Download image

JM20K_1904_017_h0_w11

Download image

JM20K_1904_017_h0_w12

Download image

JM20K_1904_017_h0_w13

Download image

JM20K_1904_017_h0_w14

Download image

JM20K_1904_017_h1_w0

Download image

1904年地圖符號偵測模型訓練

- 282張地圖影像(480px × 480px)標註資料/8類土地利用

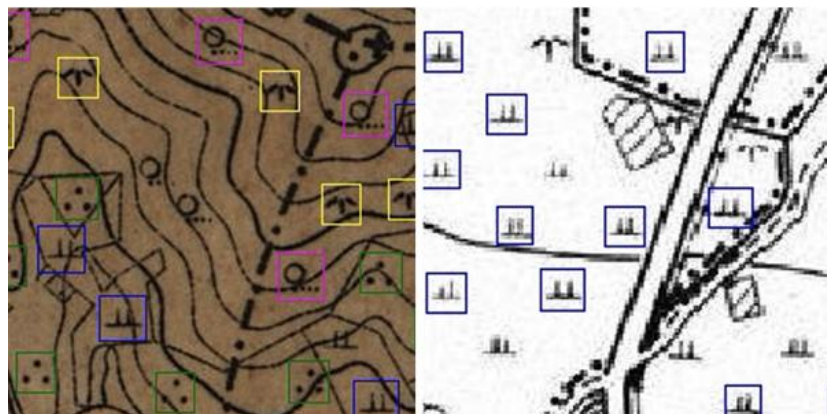
- 影像擴增

- 隨機對比、高斯模糊和隨機旋轉
- 用於訓練之資料集增為三倍

- 影像合成

- 底圖：隨機水平翻轉、旋轉、縮放、黑白和壓縮降低解析度
- 圖徵：隨機縮放、降低解析度

- 訓練、驗證和測試資料比例設定為 0.7 : 0.15 : 0.15



1904年地圖符號偵測模型測試

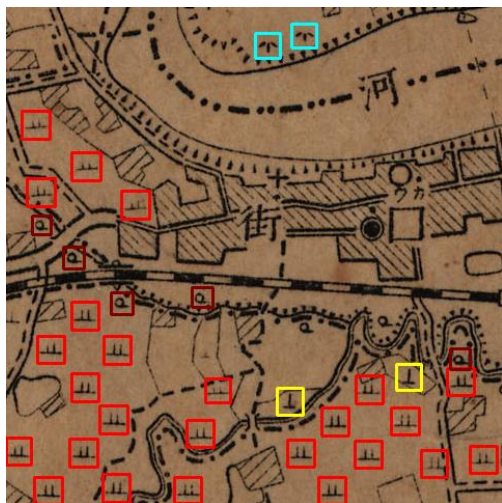
• Precision

- 高解析度原圖影像為 0.993
- WMTS 地圖影像為 0.943
- 1921 年地圖影像為 0.827

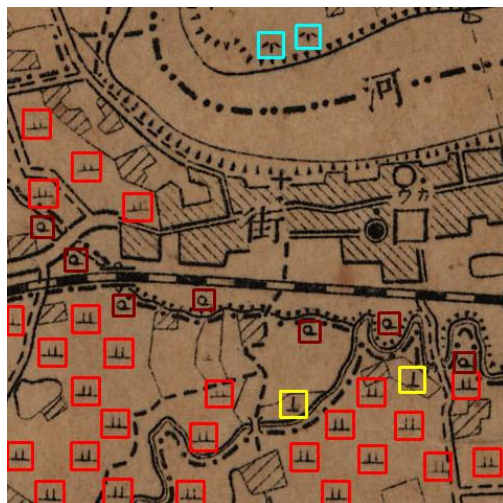
	Test Images	Model	mAP50	mAP50-95	Recall	Precision
a)	Color high-resolution images and b/w low-resolution images	YOLOv8m(1x synthetic data)	0.947	0.778	0.925	0.977
		YOLOv8m(5x synthetic data)	0.991	0.727	0.978	0.966
b)	Color high-resolution 1904 map images	YOLOv8m(1x synthetic data)	0.995	0.839	0.995	0.993
		YOLOv8m(5x synthetic data)	0.995	0.764	0.997	0.980
c)	Black and white low-resolution 1904 map images	YOLOv8m(1x synthetic data)	0.988	0.730	0.968	0.943
		YOLOv8m(5x synthetic data)	0.960	0.600	0.930	0.934
d)	1921 original map images and WMTS images	YOLOv8m(1x synthetic data)	0.779	0.435	0.653	0.827
		YOLOv8m(5x synthetic data)	0.792	0.448	0.694	0.804

不同合成資料量訓練模型之預測結果比較

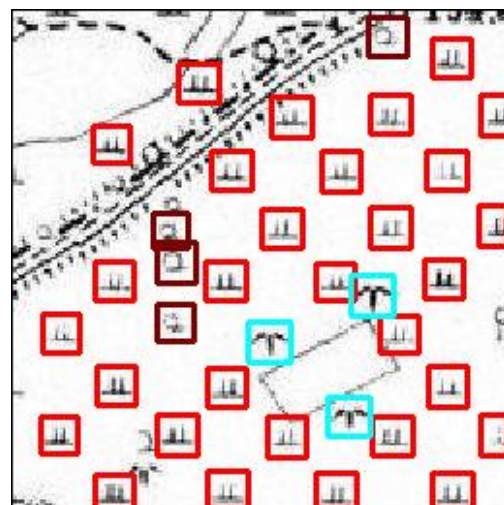
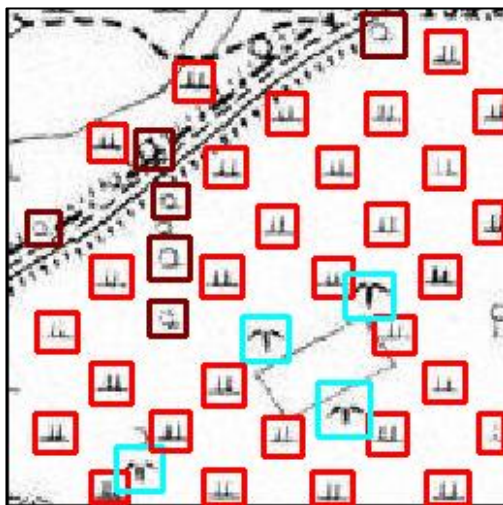
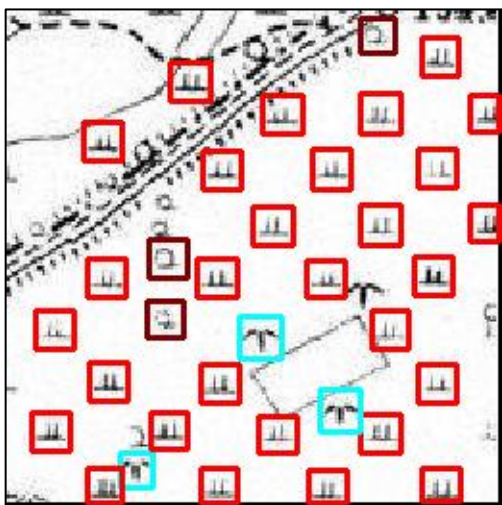
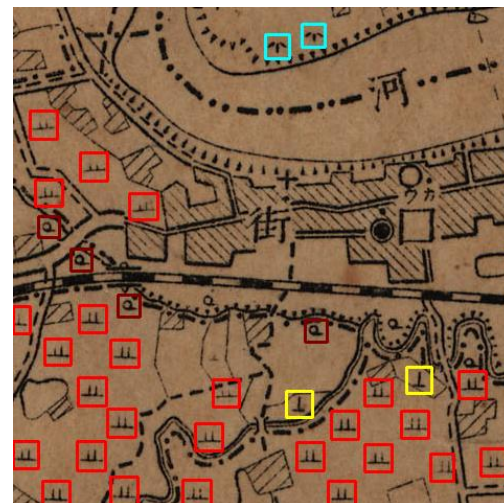
0x



1x

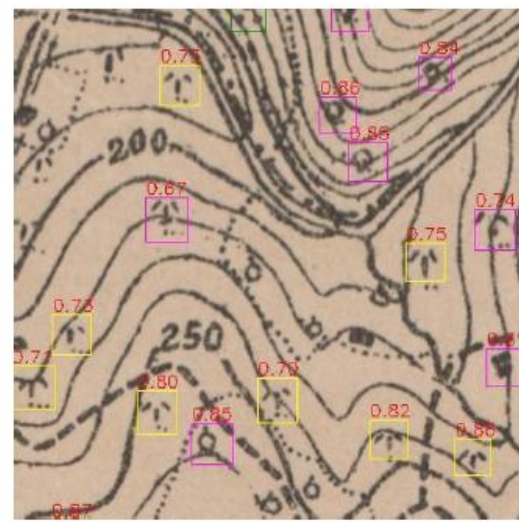
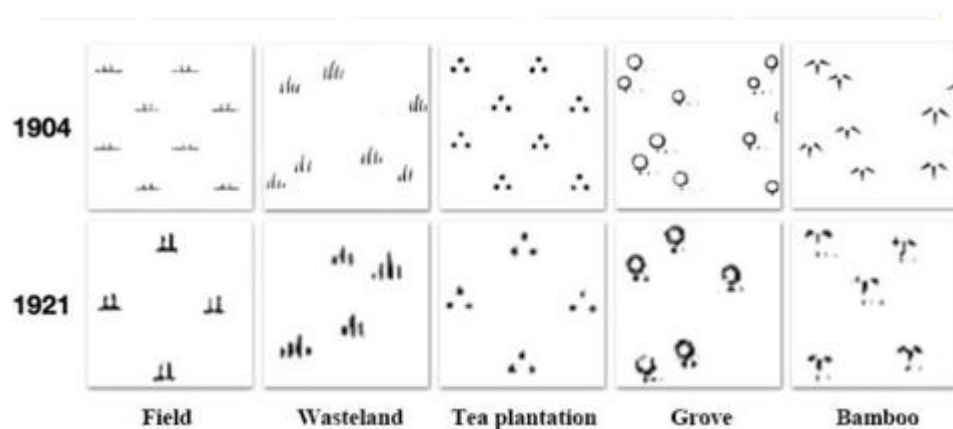


5x



各類符號之測試比較

Images	Model	Class	mAP50	mAP50-95	Recall	Precision
1904 Map WMTS	YOLOv8m_x1	Field	0.993	0.749	0.968	0.981
		Wasteland	0.99	0.674	0.984	0.956
		Grove	0.973	0.647	0.95	0.909
		Bamboo	0.99	0.769	0.952	0.925
		TeaPlantation	0.988	0.775	0.99	0.945
1921 Map WMTS	YOLOv8m_x1	Field	0.991	0.61	0.967	0.967
		Wasteland	0.962	0.54	0.951	0.828
		Grove	0.891	0.493	0.78	0.874
		Bamboo	<u>0.523</u>	<u>0.273</u>	<u>0.377</u>	0.871
		TeaPlantation	0.755	0.42	0.532	0.844



1921年地圖符號偵測模型訓練 I

- 391張地圖影像之標註資料/21種土地利用類別
 - 單獨訓練1921年模型
 - 以1904年模型微調訓練1921年模型



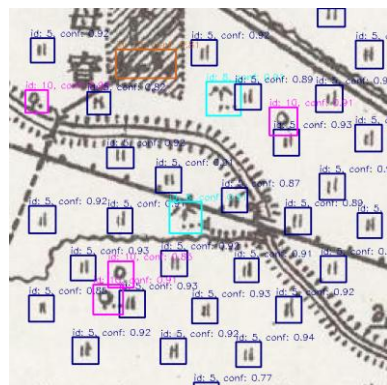
1921年地圖符號偵測模型測試比較

Test Images	Model	SynData	mAP50	mAP50-95	Recall	Precision
1921 original map images and WMTS images	YOLOv8m	0x	0.93	0.525	0.893	0.893
		0.5x	0.923	0.549	<u>0.87</u>	<u>0.952</u>
		1x	0.919	0.542	0.858	0.936
	1904 map model finetuned with 1921 data	0x	0.894	0.495	0.884	0.834
		0.5x	0.9	0.496	<u>0.888</u>	<u>0.911</u>
		1x	0.905	0.506	0.873	0.897

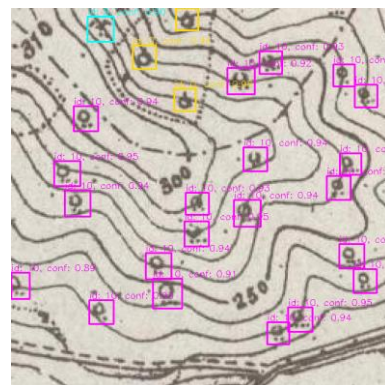
Train 0.5x



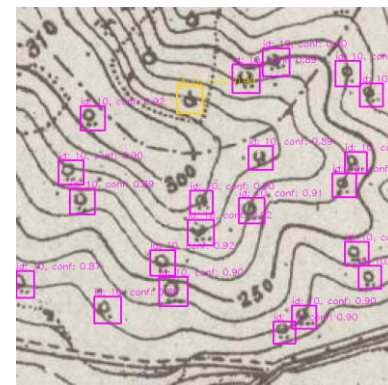
Finetune 0.5x



Train 0.5x

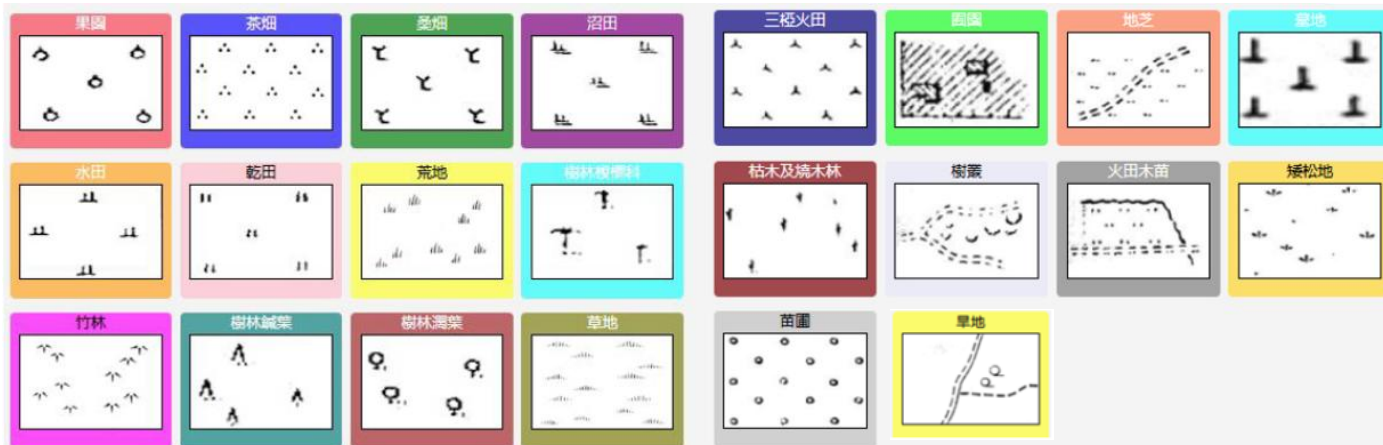


Finetune 0.5x



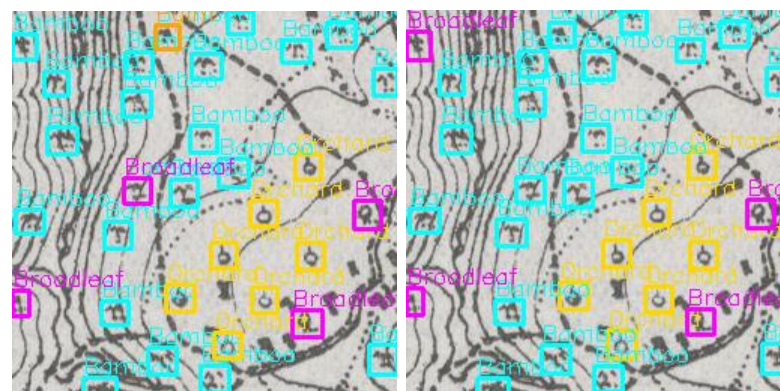
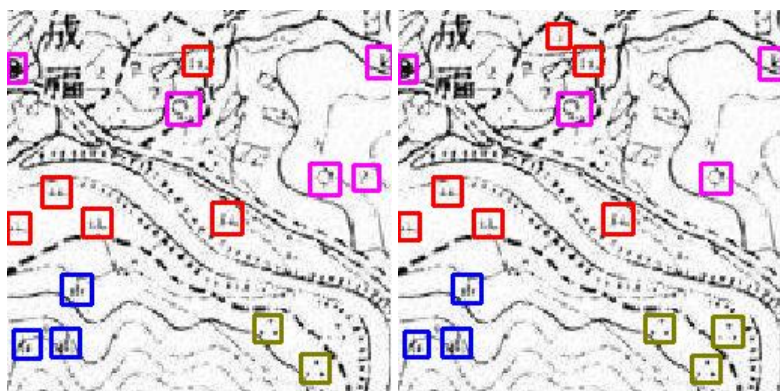
1921年地圖符號偵測模型訓練 II

- 整合1904年與1921年共673張地圖影像標註資料/22種土地利用類別
 - ▣ 1904年282張地圖影像之標註資料/8種土地利用類別
 - ▣ 1921年391張地圖影像之標註資料/21種土地利用類別
 - 以1904年模型微調訓練整合模型



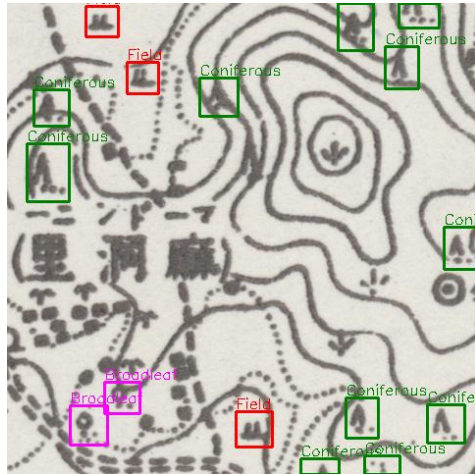
模型測試

Test Images	Model	mAP50	mAP50-95	Recall	Precision
1904 & 1921 original map images and WMTS images	1904 map model finetuned with 1904 & 1921 data_0.5x	<u>0.971</u>	<u>0.673</u>	<u>0.944</u>	0.931
	1904 map model finetuned with 1904 & 1921 data_1x	0.969	0.663	0.918	<u>0.95</u>

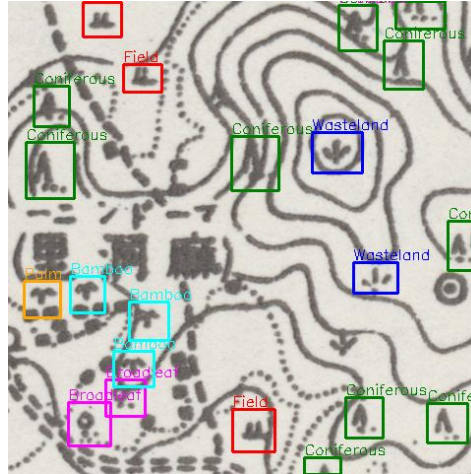


模型預測比較

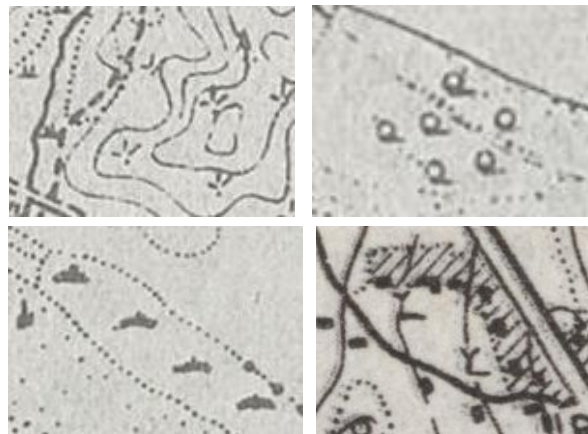
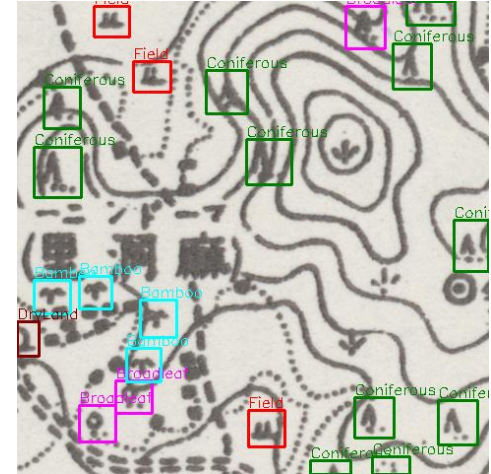
Train



Finetune

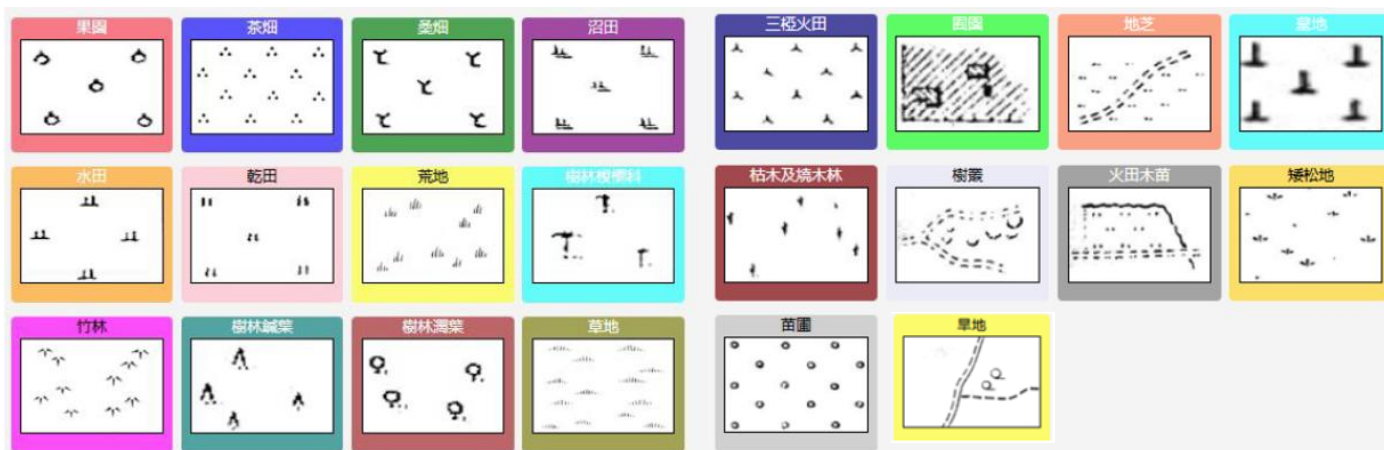


Finetune II



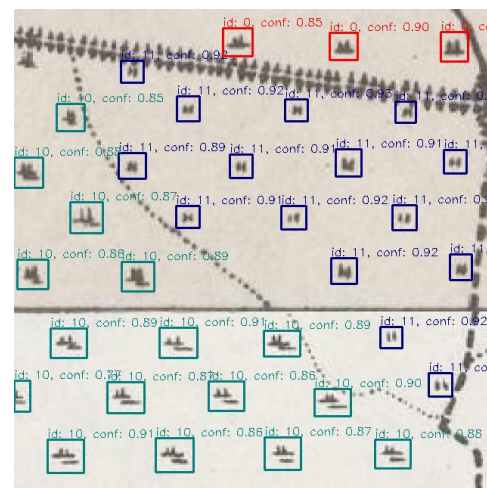
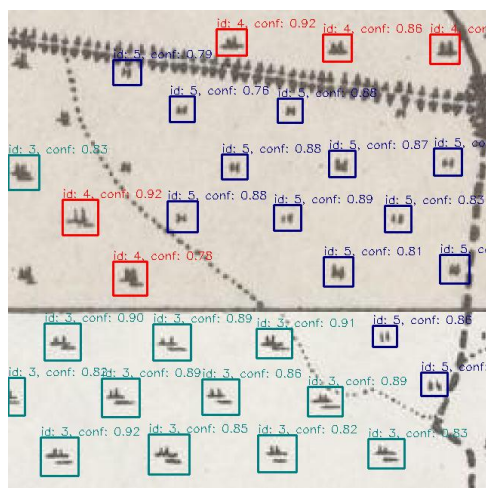
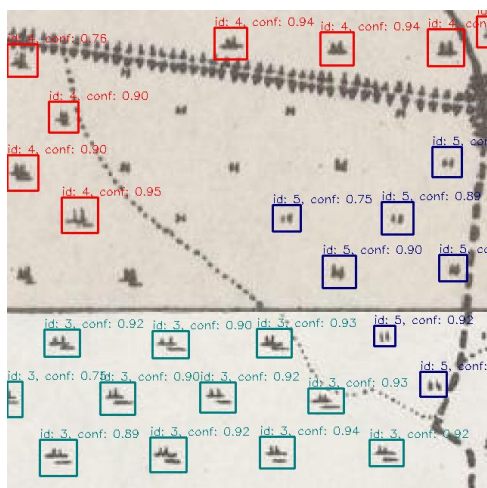
地圖符號偵測模型訓練 III

- 整合共733張地圖影像標註資料/22種土地利用類別
 - ▣ 1904年282張地圖影像之標註資料/8種土地利用類別
 - ▣ 1921年391張地圖影像之標註資料/21種土地利用類別
 - ▣ 外邦圖60張地圖影像之標註資料



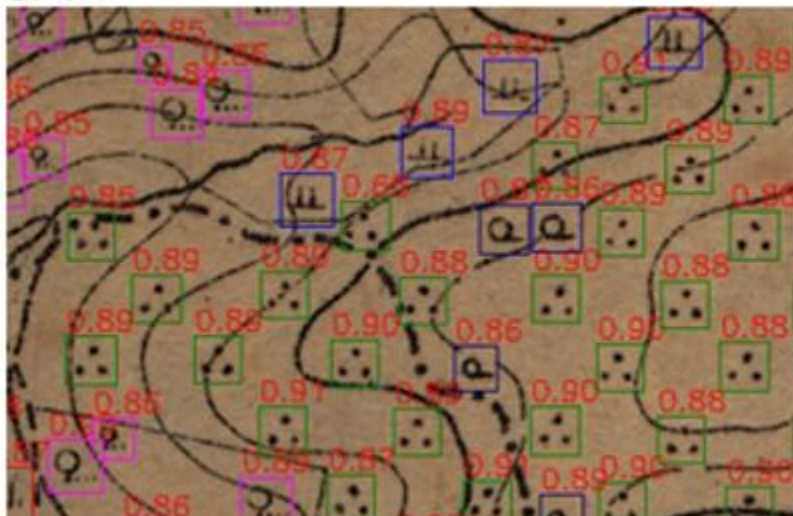
模型測試比較

Test Images	Model	mAP50	mAP50-95	Recall	Precision
1921 original map images and WMTS images	YOLOv8m	0.923	0.549	0.87	<u>0.952</u>
	1904 map model finetuned with 1921 data	0.9	0.496	0.888	0.911
	1904 map model finetuned with 1904 & 1921 & Foreign data	<u>0.959</u>	<u>0.627</u>	<u>0.93</u>	0.937

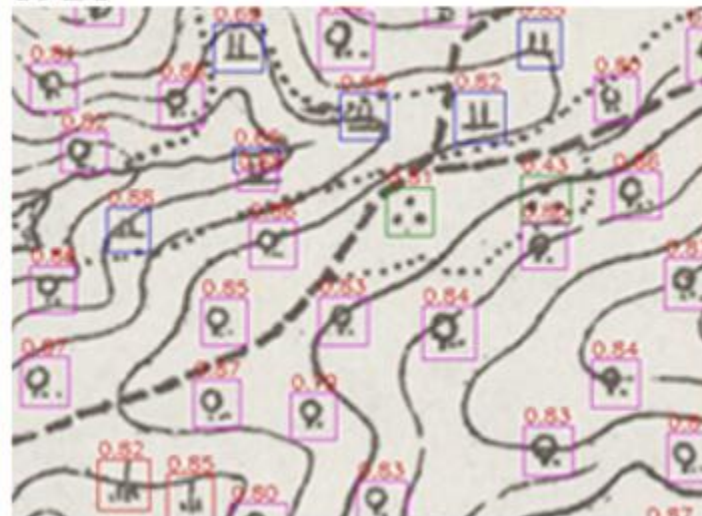


土地利用變遷研究應用

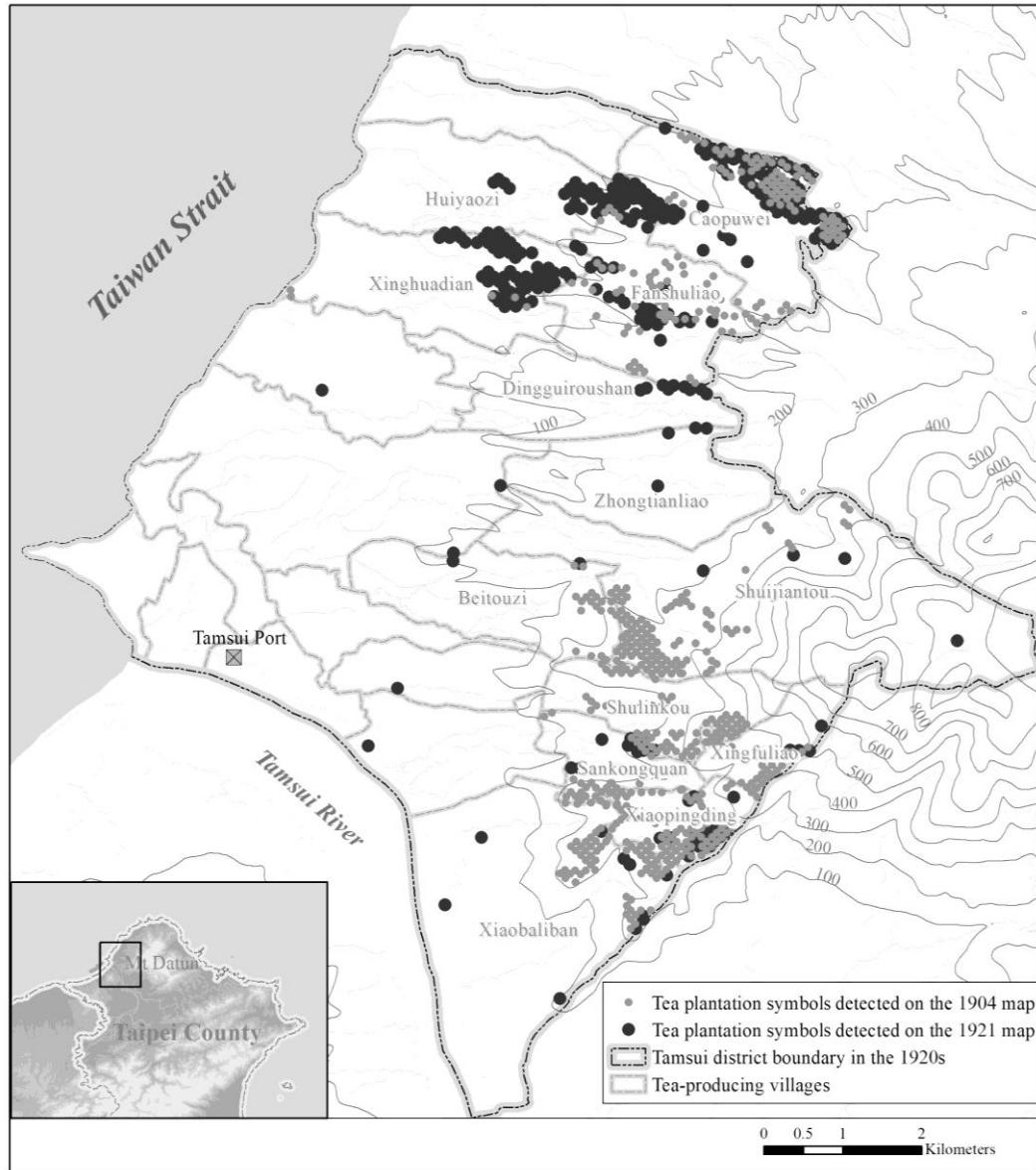
1904

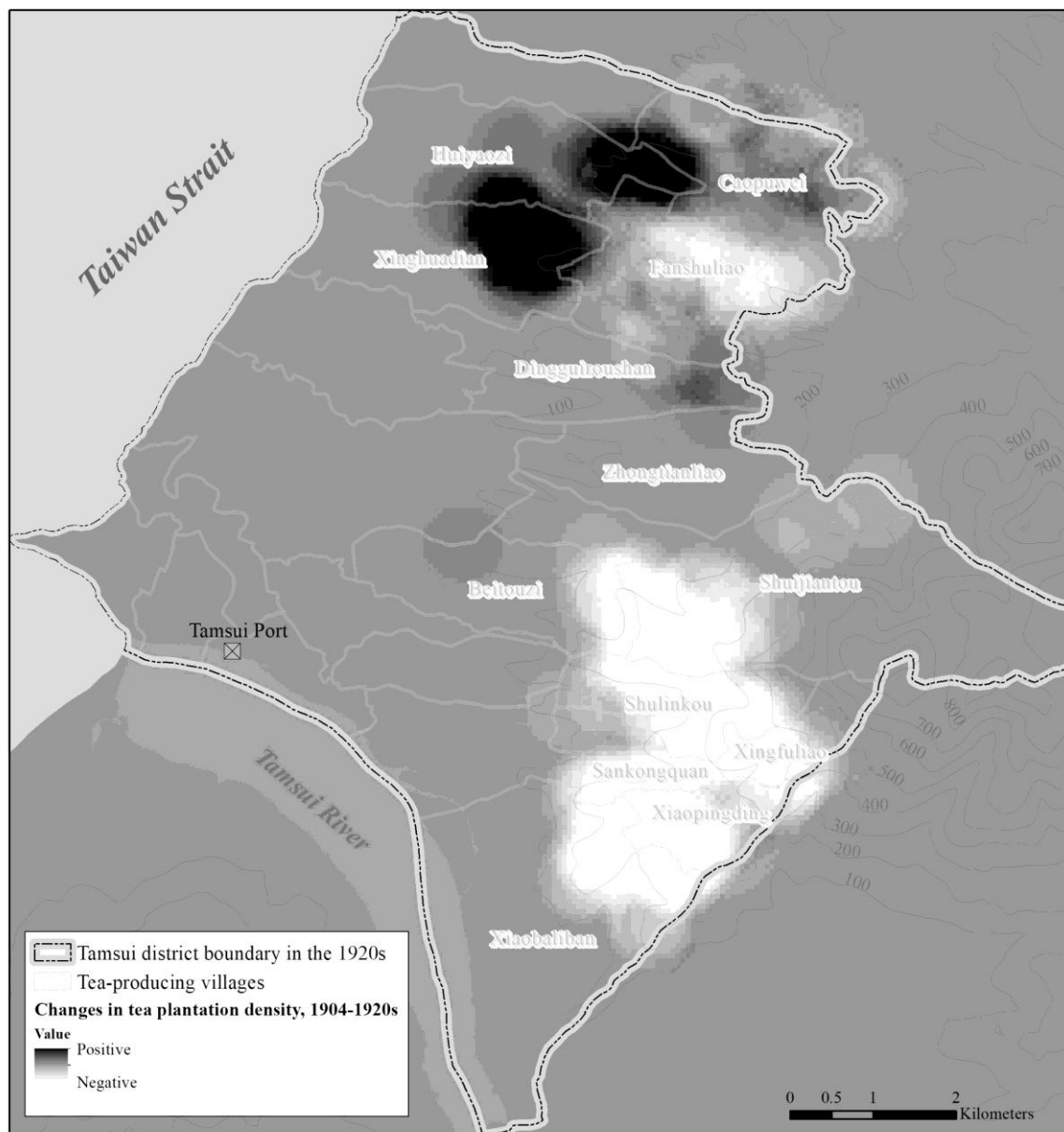


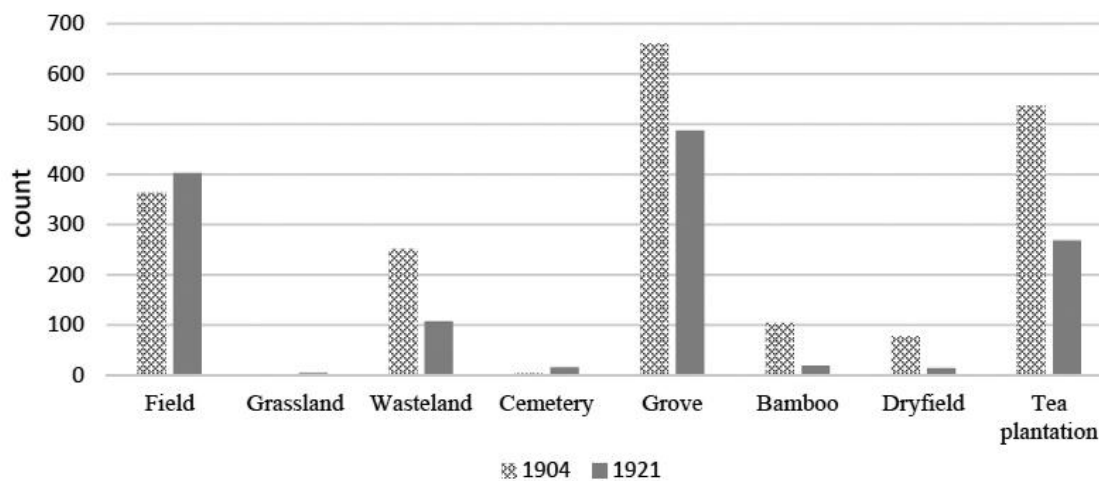
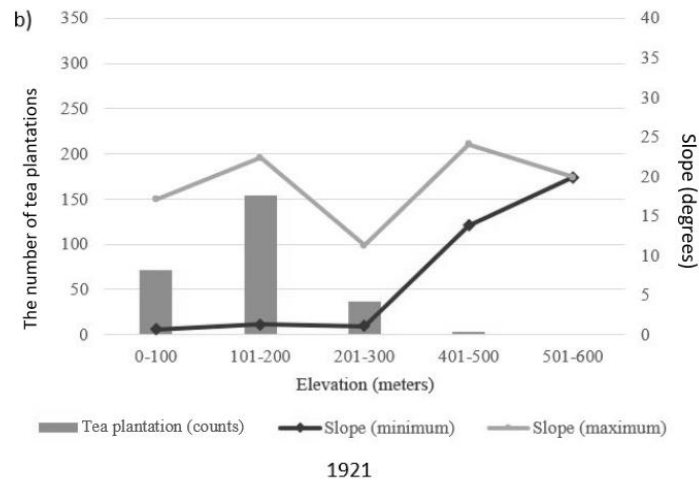
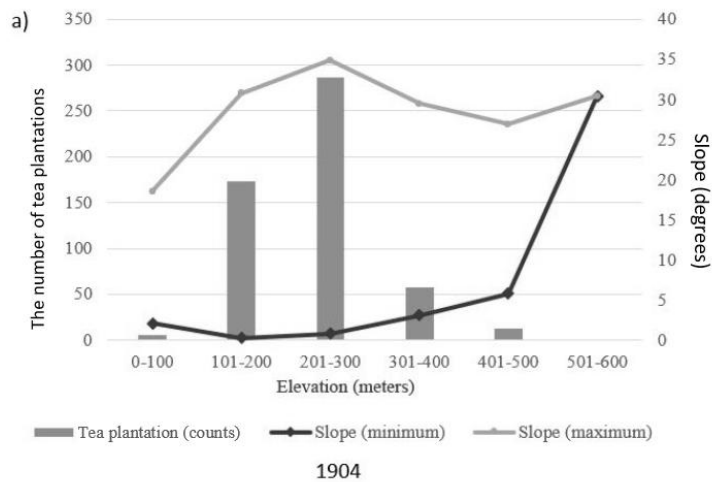
1921

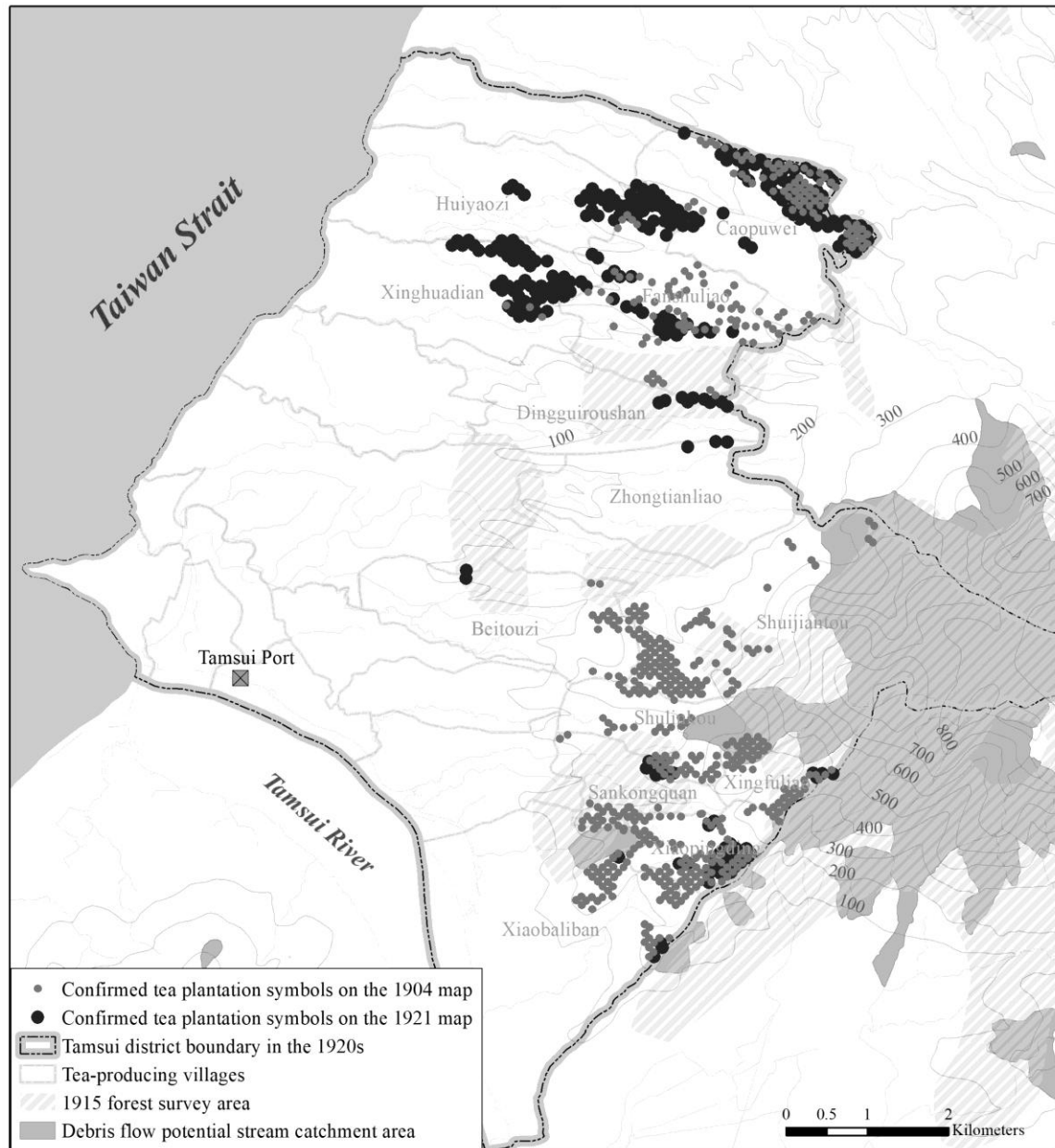


Pi-Ling Pai, Chan-Yu Liu, Chiao-Ling Kuo, Ta-Chien Chan, Application of deep learning for symbol detection on historical maps to explore spatiotemporal changes in the regional tea industry of early 20th-century Taiwan, *Digital Scholarship in the Humanities*, Volume 40, Issue 4, December 2025, Pages 1243–1260, <https://doi.org/10.1093/llc/fqaf099>









結語

- 提升評估模型真實泛化能力的準確性
 - 補充測試集涵蓋所有類別
 - 增加測試集的來源多樣性
- 評估模型預測地圖符號的準確率
 - 透過空間資料轉換進行圖面比對檢核
 - 透過樣區標註測試偵測結果
- 提升模型泛化能力與穩定性
 - 擴充訓練與驗證資料的來源多樣性
 - ▣ 增加不同風格的訓練資料
 - ▣ 增加較缺乏類別的訓練資料