

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：利用SPOT衛星影像辨識佳冬鄉地層下陷之探討

關 鍵 詞：衛星影像、地層下陷、影像辨識

編 號：B5010

利用 SPOT 衛星影像辨識佳冬鄉地層下陷之探討

摘要

佳冬鄉最為人所知的是災害問題，是地層下陷。本研究希望結合 SPOT 衛星影像以及政府公開資料，並設計一組衛星影像辨識方法，透過比較分析讓我們能夠更快速且有效率地了解地層下陷的趨勢。

研究成果雖然不違背文獻探討及理論，(1)負荷的影響與地層下陷的相關性、(2)不同物質在不同波段的影像，有其反射特性；卻因受到多種變因影響，無法使影像辨識方法，做為達成我們研究目的的手段。本研究為初探性質，未來除了可以根據文獻，嘗試尋找更有效的量化影像辨識方法外，也可以加入實驗，降低變因的影響，亦可加入超抽地下水的因素，進行後續延伸研究。

壹、前言

一、研究動機

佳冬鄉位於屏東縣西南方位置，北方是林邊鄉，南方是枋寮鎮，是個靠海的鄉鎮，也是我們幾位居住的家鄉。佳冬鄉最為人所知悉的不外乎是地層下陷這個議題，就地層下陷防治資訊網說明，目前監測地層下陷有幾種方法：精密水準高程測量、磁環分層式地層下陷監測井、雷達干涉測量(InSAR)等，而這些監測手段，需要相當精準的測量儀器，我們想嘗試找出是否能將衛星照片，運用簡易的影像辨識的方法，進而簡易、快速地判斷地層下陷的趨勢。而目前台灣地區中央大學太遙中心，每年有提供有免費的 SPOT 衛星影像照片，供大眾免費使用。另外，一張彩色影像是由三種影像疊加而成，每一種不同的色光影像，他的反射強弱，也能反映出不同的物質。

在討論過程中，我們了解到地層下陷有一成因是荷重影響，而佳冬鄉塭子地區也有相當多的魚塭，而魚塭的使用情況，這樣的水體變化造成的影響，我們是否能透過每年拍攝的衛星影像進行辨識，是否有趨勢，是我們想知道的。

二、研究目的

我們的研究目的有以下幾點：

1. 推測地層下陷其因素大小
2. 能否運用衛星影像照片，進行影像辨識，了解水體的分布。
3. 能否運用衛星影像辨識方法，觀察魚塭水體變化，比對地層下陷趨勢。

貳、研究資料及軟體

一、研究資料

由於我們要研究的地區是佳冬鄉養殖漁業區域，並且探討衛星影像與水體的關聯性，我們使用的資料如下：

1. 台灣地區 SPOT 衛星影像：

法國衛星 SPOT-6 於 2012 年 9 月發射，而同型衛星 SPOT-7 也於 2014 年升空運作，可用來監測土地利用、災害變化及相關應用，因為解析度高，可提供細緻的地區細節。主要的觀測波段：藍光段 ($0.455 \mu\text{m} - 0.525 \mu\text{m}$)、綠光段 ($0.53 \mu\text{m} - 0.59 \mu\text{m}$)，紅光段 ($0.625 \mu\text{m} - 0.695 \mu\text{m}$) 與近紅外光段 ($0.76 \mu\text{m} - 0.89 \mu\text{m}$)，是一種可見光光學衛星。

2. 政府公開資料：

使用政府資料開放平台提供的鄉鎮區域、漁業署公開提供的漁業養殖生產區，透過資料篩選選取，運用 QGIS 地理資訊系統，留下繪製出我們想要研究的佳冬鄉漁業養殖生產區範圍。使用漁業署提供的養殖漁業放養查詢平台，進行資料處理。

二、研究區間

1. 使用影像：SPOT 衛星影像
2. 研究時間範圍：109~111 年，一共 4 幅影像
3. 研究區域：屏東縣佳冬鄉漁業生產區(塭豐區、下埔頭區)

三、使用軟體

1. QGIS：

QGIS 是一款開源免費的地理資訊系統 (GIS) 軟體，我們主要使用 QGIS 中的 WMTS (Web Map Tile Service) 服務，使用中央大學太空遙測中心資源衛星接收站接收、製作之歷年來台灣全島正射融合鑲嵌 SPOT 衛星影像，並且使用漁業署提供的佳冬鄉漁業養殖生產區資料，裁剪出我們需要的特定地區，強調研究範圍，更能清楚的比較資料內容，並且繪製出地圖提供給 ImageJ 作分析使用。

2. ImageJ :

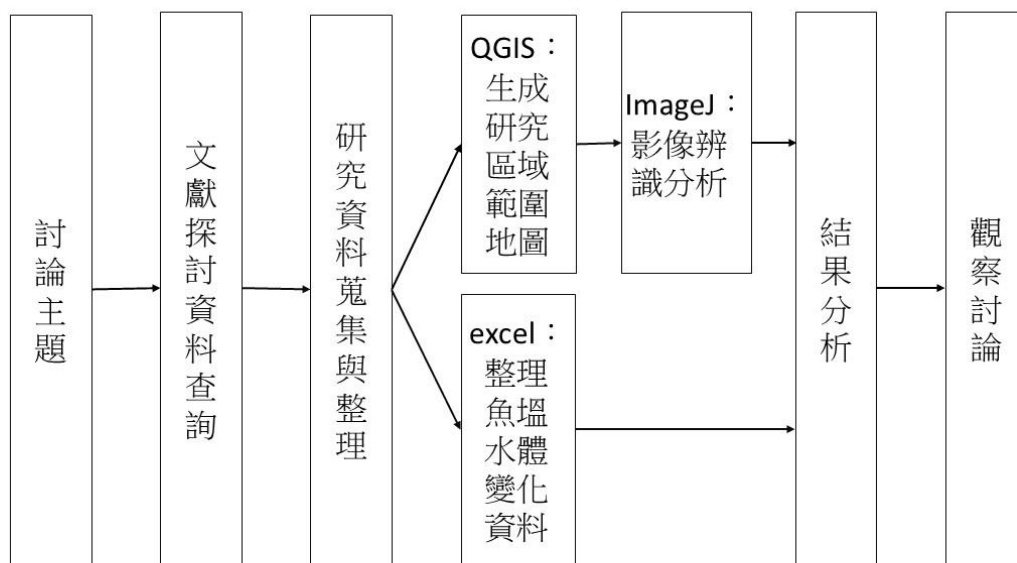
ImageJ 是一款功能強大的開源免費影像處理軟體，主要應用於生物學、醫學研究和工程領域中的科學圖像分析工作。我們將篩選出研究範圍的可見光影像，拆解成灰階以及 RGB 三種不同波段的影像，運用顏色閾值的篩選，判斷魚塭水體的分布。

3. Excel :

Excel 協助我們建立表格、繪製長條圖。我們統計研究時間內每年的魚塭、非魚塭在不同年分的面積範圍資料變化，將蒐集的資料進行計算和分析，將計算及分析後的數據填入表格製作圖表，讓資料更清晰的呈現出來。

參、研究過程或方法

一、研究流程，如圖所示：



二、 文獻探討

1. 地層下陷的成因及影響：

根據地層下陷防治資訊網說明整理，地層下陷成因主要有三大類：第一類是屬於自然現象，當沖積平原的沙石顆粒愈小，就越容易被壓實，地層就會像奶粉罐的奶粉經過拍打而下層，這是屬於自然的地層下陷。

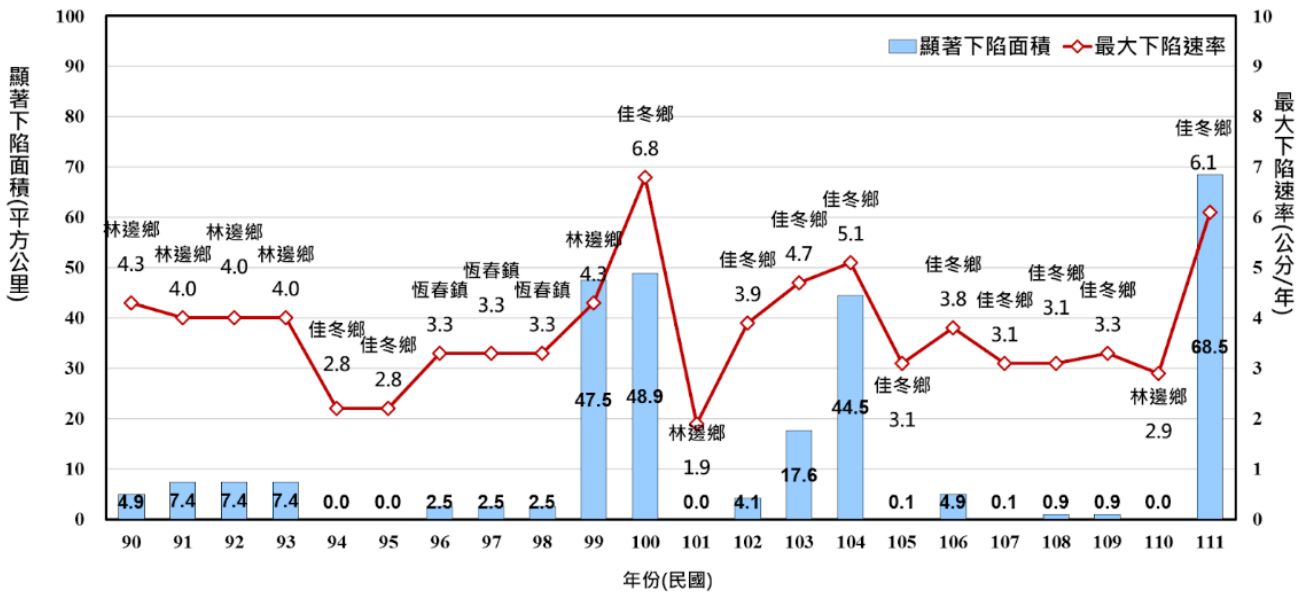
第二類是屬於外力作用，例如車子震動，施工震動，建築物的重量等，都

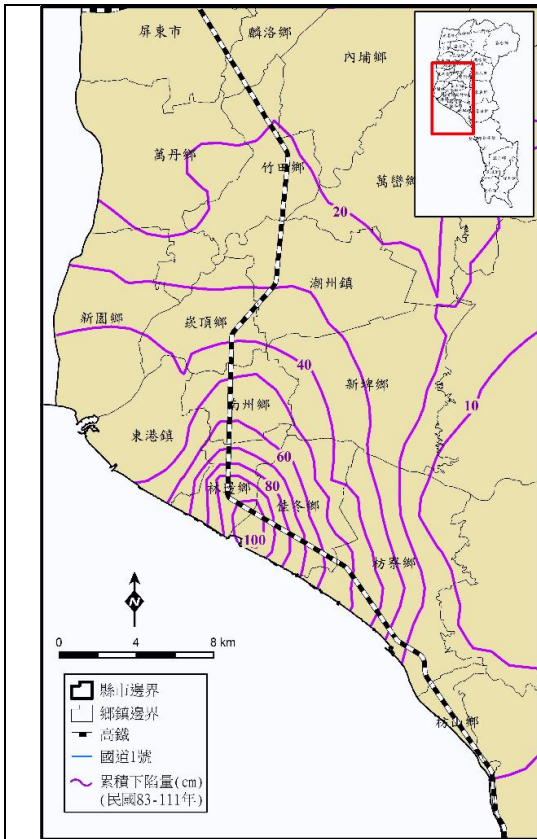
會壓密地層。

第三類是人為影響，也是常被提及的超抽地下水這類的人為破壞。土壤由砂礫、地下水、空氣組成，而這些地下水的水分子會有水壓力，會撐住土壤，當超抽地下水時，土壤顆粒間的水分不見了，只剩下空氣，而空氣受到一些外力影響，比如：地震、負擔荷重增加等，就很容易被擠出去，此時會造成土壤收縮，也就是我們在地表所看到的地層下陷，是不可逆的一種傷害。

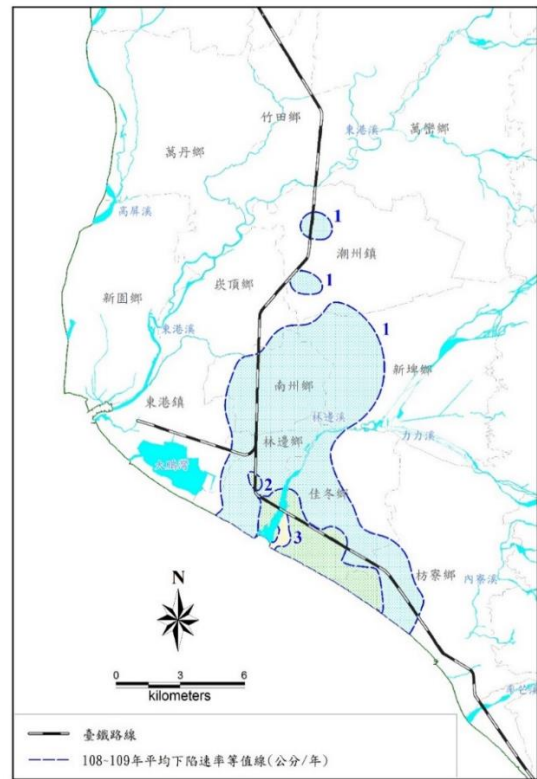
2. 屏東地區地層下陷情況：

根據水利署提供的歷年來屏東地區下陷面積、下陷速率資料，我們得知屏東縣佳冬鄉從民國 83 年至 111 年來，地層累積下陷量已達超過 100 公分，高居屏東第一，)；以 108~109 年、109~110 年、110~111 年平均下陷速率等值圖，得知一年間的平均下陷速率，除了 109~110 年下陷速率減緩，基本上都有高達每年 3 公分的下陷速率，也高居屏東縣第一，這些明顯的下陷狀況，即出現在我們的研究範圍(佳冬鄉的塹豐區、下埔頭區漁業生產養殖區)。

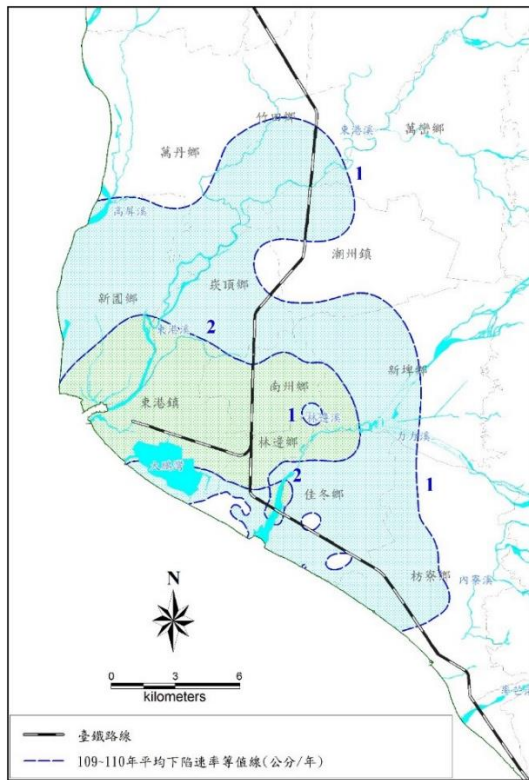




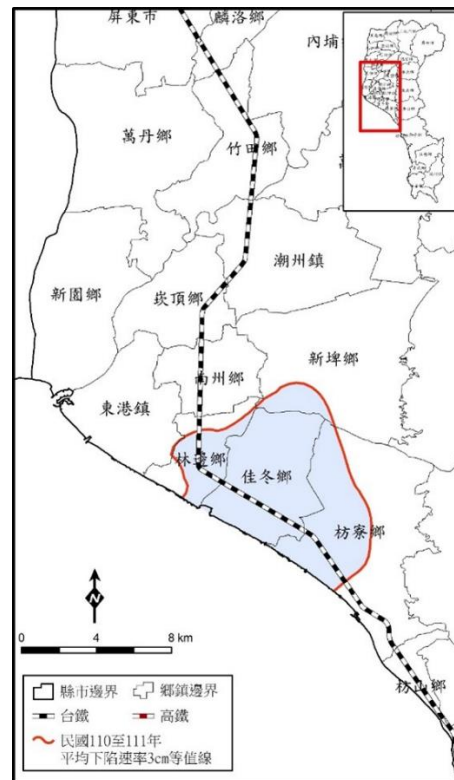
民國 83-111 年累積下陷量
(圖片引用自水利署)



民國 108-109 年平均下陷速率等值線圖
(圖片引用自水利署)



民國 109-110 年平均下陷速率等值線圖
(圖片引用自水利署)



民國 110-111 年平均下陷速率等值線圖
(圖片引用自水利署)

3. 光學影像

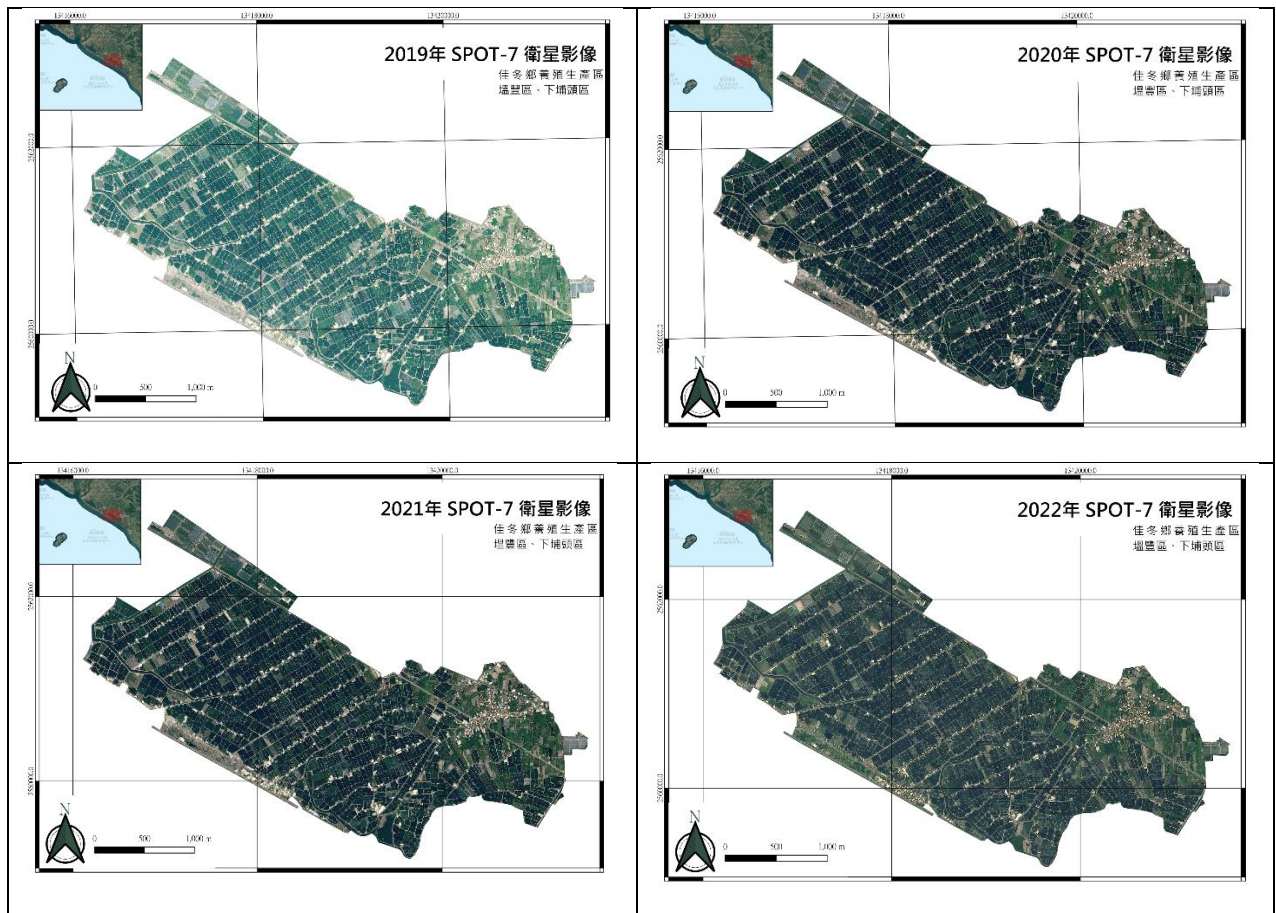
人類的眼睛可以看到各種顏色變化，是因為太陽光照射到物體後，有些光線被吸收了，但有些光線會經物體表面反射到人眼，讓我們看到不同的顏色，而我們眼睛可以看見的太陽光波段部分叫做可見光，波長範圍約為 0.4~0.7 微米 (μm)。為了更高解析度的量化一張影像，常把影像中的紅 (R)、綠 (G)、藍 (B) 三種波段的影像，再分別細分成 256 種不同的色階。

不同的物體，他們在反射光線時，有強有弱，有其反射特殊性質。比如：植物的在影像反射上，除了葉綠素會反射較多的綠色光之外，它們在近紅外線波段光線，也有很強的反射，科學家也利用這個特性，進行森林或植被的分布狀況分析。

肆、研究結果

一、佳冬鄉漁業生產養殖區地圖：

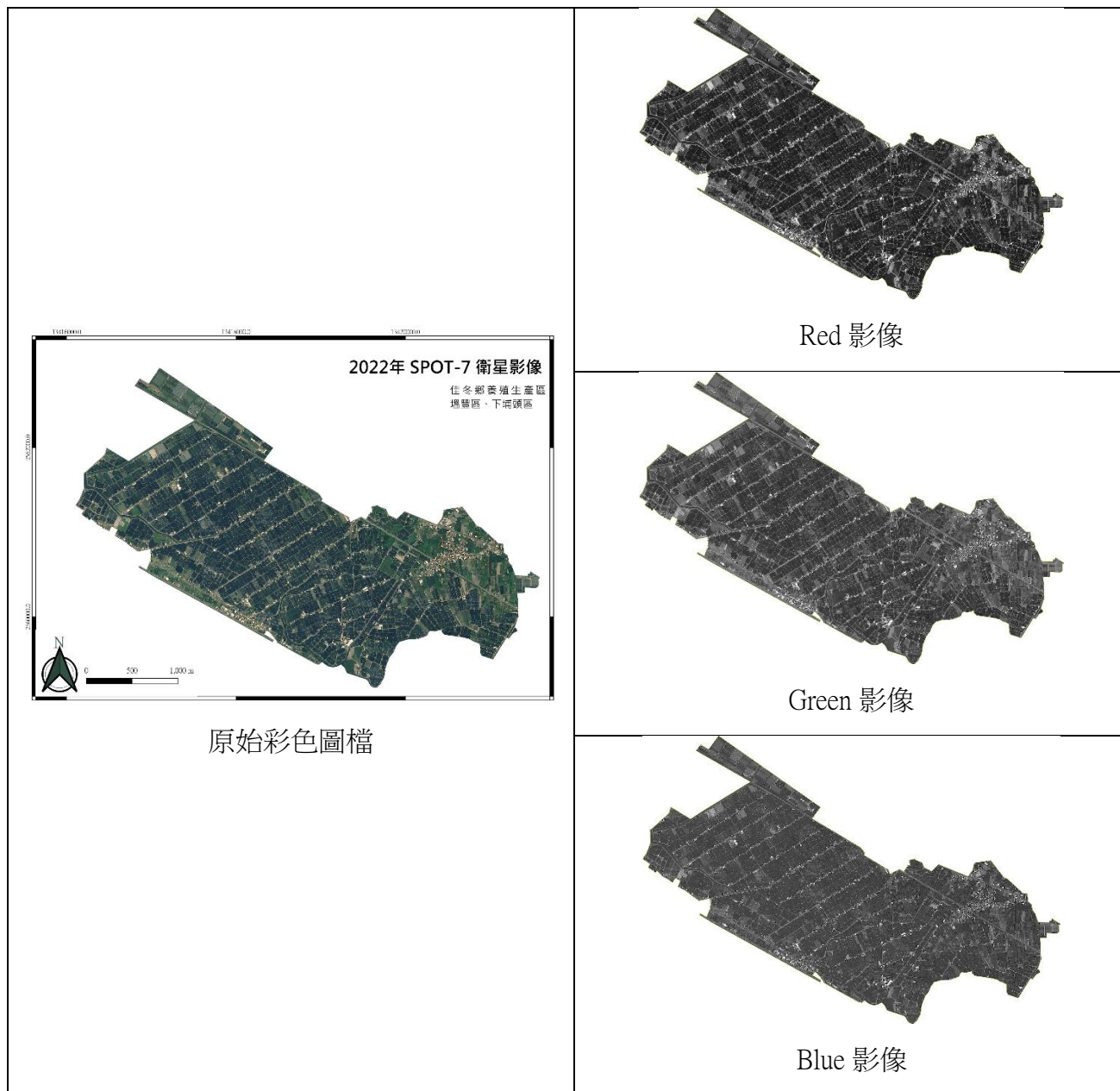
利用 QGIS 太遙中心的 WMTS 服務，結合佳冬鄉漁業養殖生產區範圍(塭豐區、下埔頭區)，生成的地圖。



二、 影像辨識分析

運用 ImageJ 進行影像辨識分析步驟，進行研究區域選取以及顏色閾值選取：

1. 以 2022 年 SPOT7 衛星影像為例：先將彩色影像，轉換成 RGB 8-bit 灰階影像，才能使用顏色閾值(0~255)篩選要留下的區域。

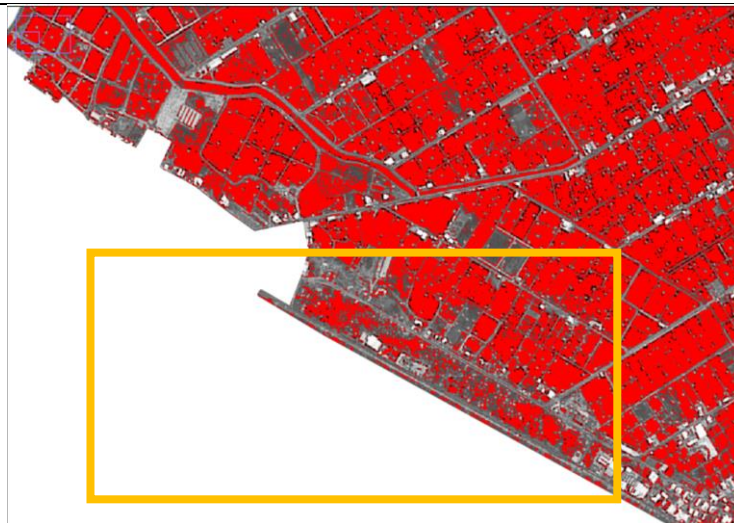


2. 運用顏色閾值，篩選出可能為魚塭水體的位置。與原始彩色影像比較，在應為植被的地方，在使用相同顏色閾值範圍時，綠色波段(Green)的影像，比較能明顯反應水體特徵，所以後續的影像處理，僅採用綠色影像，如下表所示。

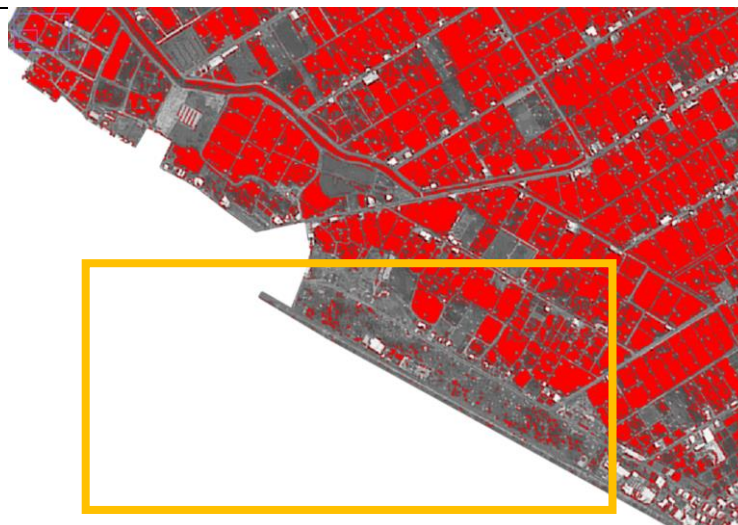


放大原始彩色影像：目視判斷應為植被

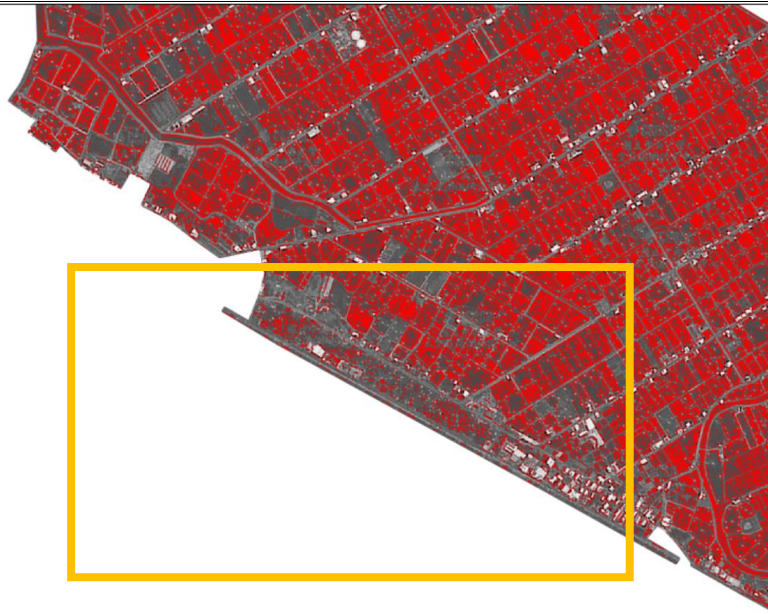
以相同顏色閾值範圍，進行目視比較篩選：



Red 影像：將植被處連同圈選

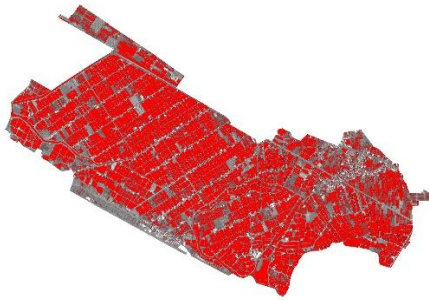


Green 影像：選取到的植被位置明顯較少



Blue 影像：除了植被處連同圈選外，連魚塭無法有效選取

3. 將研究區間 4 年的結果進行繪製，並記錄：



2019 年



2020 年



2021 年



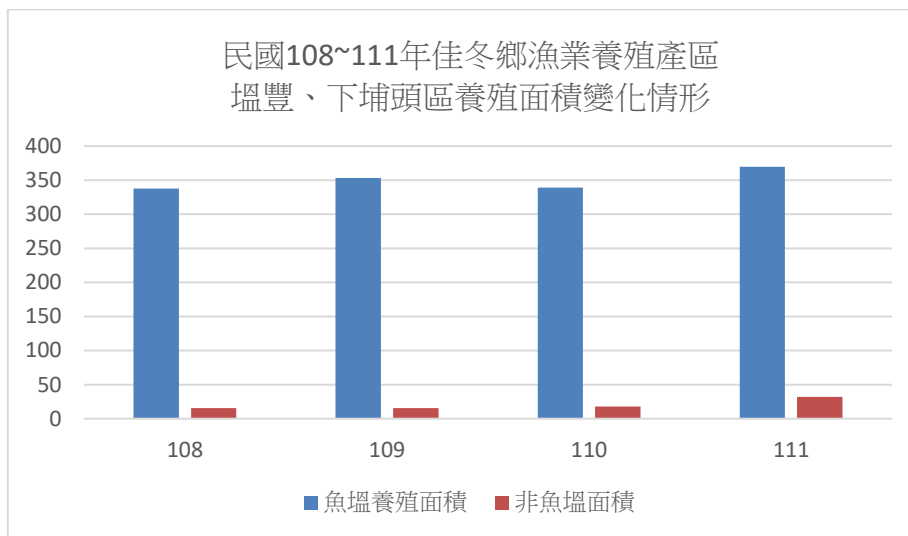
2022 年

年份	選取顏色閾值範圍	平均選取顏色閾值	選取面積範圍
2019	50~95	76.181	3797400 m ²
2020	53~94	74.227	3811536.111 m ²
2021	9~68	41.858	3894055.556 m ²
2022	23~76	59.525	3783196.726 m ²

三、魚塭水體資料變化

將漁業署養殖漁業放養查詢平台的油生產區別查詢魚種養殖放養量彙整統計表格，分為兩大類：魚塭面積(只要有養殖魚種，就算在內)、非魚塭面積(包含：休養或廢棄池、其他、非魚塭、空池)。

年份	108	109	110	111
魚塭養殖面積 (公頃)	337.789	352.974	339.231	369.5713
非魚塭面積 (公頃)	15.5926	15.5262	17.9004	32.0276



伍、討論

- 地層下陷的其中一項成因是外力的荷重影響，如果以養殖魚塭面積如果以一個魚塭平均面積 1 公頃(10000 平方公尺)，水深約為 2 公尺去計算。

利用質量=密度 x 體積公式，可以計算得到一個魚塭裝滿水後的負擔荷重約為

$$M_{水} = (1,000 \text{ kg/m}^3) \times (10,000 \text{ m}^2 \times 2\text{m}) = 2 \times 10^7 \text{ 公斤}$$

對於土地的下陷是有一定的影響力。

將漁業署養殖漁業放養查詢平台到的養殖魚塭面積資料調查，與水利署提供之歷年的地層下陷速率進行比較，是有關連性的。

年份	108	109	110	111
魚塭養殖面積(公頃)	337.789	352.974	339.231	369.5713
非魚塭面積(公頃)	15.5926	15.5262	17.9004	32.0276

	魚塭養殖面積變化	一年間的下陷速率
108~109 年間	增加	>3 公分/年
109~110 年間	減少	1~2 公分/年
110~111 年間	增加	>3 公分/年

- 在影像辨識上，綠色光波段的影像利用顏色閾值篩選時，魚塭水體的顏色比較明顯，確實能作為反應水體的特性，進而篩選挑出有水的地方；然而紅色光波段影像在做顏色閾值篩選時，在有植被的地方，卻難以利用顏色篩選去做區別，有時會將植物連同選取，造成影像辨識上的困難，與植物在近紅外線波段的影像反射量較高相關。
- 在影像辨識上，如果將顏色閾值篩選出的面積範圍，與魚塭養殖面積進行比較，發現有明顯的差異值。所以如果要使用此方法進行影像辨識，需要思考其他種量化方式會更好，降低誤差。

年份	選取顏色閾值範圍	平均選取顏色閾值	選取面積範圍	魚塭養殖面積	養殖面積與選取面積差異
2019	50~95	76.181	3797400 m ²	3377890 m ²	419510 m ²
2020	53~94	74.227	3811536.111 m ²	3529740 m ²	281796.111 m ²
2021	9~68	41.858	3894055.556 m ²	3392310 m ²	501745.556 m ²
2022	23~76	59.525	3783196.726 m ²	3695713 m ²	87483.726 m ²

- 可能的造成誤差原因：
 - (1) 每年拍攝的衛星影像，拍攝的時間不同，也代表著不同的拍攝情境，拍攝的角度、雲量的影響等等。另外，影像拍攝期間，也可能會歷經魚塭養水、暫時空池、休養的情況，而讓影像上原本應有魚塭水體，卻沒有魚塭水，除非取得時間段更短的衛星影像照片。
 - (2) 運用顏色閾值篩選，主要是將彩色原始影像，與灰階影像，用肉眼目視比較決定數值範圍，是有明顯人為判斷造成誤差，需要再尋找更適合量化的方法。

陸、結論

1. 魚塭的水體面積變化的增加、減少，與水體荷重變化有相關，與地層下陷的速率有正相關。未來如果加上人為超抽地下水的因素，可以更深入地探討水體荷重，與超抽地下水的影響力，甚麼因素影響比較大。
2. 在影像辨識上，除了能確實反應紅色光影像在植物上反應明顯，與理論相符，而水體在綠色光影像上，反應較為明顯。
3. 衛星影像的時間跨幅大、影像數量少，與魚塭養殖時的工作週期時間尺度短，可能幾個月就換水，或進行曬池等工作；在顏色閾值區分上，過於主觀較難有效的分辨水體，以及其他地物，需要更深入地思考、查找，是否有更適合運用在水體辨識的量化方法。

柒、參考文獻資料

1. 政府資料開放平台(<https://data.gov.tw/>)
2. 阿簡生物筆記：imagej 分析影像面積-活用 ROI Manager
(<https://a-chien.blogspot.com/2017/05/imagej-roi-manager.html>)
3. 太空及遙測中心-衛星介紹 SPOT
(<https://www.csrsl.nctu.edu.tw/rsrs/satellite/SPOT.php>)
4. 地層下陷防治資訊網：<http://www.lsprc.ncku.edu.tw/zh-tw>)
5. 科技大觀園：空間資訊：大地的辨識密碼——高光譜影像
(<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=a318656b-274b-4a29-8832-1d73a79d0225&fbclid=IwAR1iERDfgtbveRd1O3WZ-YVe9M8kmIyXo38i8NuR9FyApiMIJWgEXC4hqzk>)
6. 水利署地層下陷監測資訊整合服務系統(<https://landsubsidence.wra.gov.tw/>)