

新竹縣新埔鎮擴大灌溉服務評估

Evaluation of The Expansion of Irrigation Services in HsinPu Township, Hsinchu County

財團法人農業工程研究中心

副研究員兼組長	研究員	副研究員	助理研究員	助理技師
張雅婷	陳豐文	林修德	譚允維	卓宇謙
Ya-Ting Chang	Feng-Wen Chen	Hsiu-Te Lin	Yun-Wei Tan	Yu-Chien Cho

摘要

新埔鎮位於新竹縣東北方，主要為丘陵地形，農產向來以水梨、柑橘生產聞名，柿餅加工更是新埔鎮聞名全省的產業。然而，新埔鎮大部分區域為農業部農田水利署新竹管理處(以下簡稱新竹管理處)農田水利灌溉事業區域範圍外，農民大多自行取水或為看天田，用水效率與穩定性具有相當程度的改善空間，且因水源不穩定影響作物收成與農民收入。

配合農田水利署擴大灌溉服務政策之推動，本研究針對新埔鎮灌區外之可供糧食生產土地約 1,512 公頃，依行政區將新埔鎮除了鎮中心 3 個里以外的 16 個里劃分為 4 大區域進行整體盤查，確實掌握各區之需求與現況，再依水源穩定性、農地規模與集中性、耗水低且具高經濟價值作物、農民有灌溉需求且配合意願高等原則進行各分區短、中、長期推動評估。短期推動分區中，新埔鎮休閒農業區及周邊區域作物現況有柑橘、梨、竹、茶及蔬菜等，水源大多為降雨逕流，其中以北平里、南平里、早坑里及鹿鳴里等具備湧泉及早期建設之蓄水設施，故選定此 4 處作為細部調查評估與整體規劃之區域，進行供水與取水系統規劃及可行性評估。進一步考量新埔鎮歷史背景、地方農民灌溉需求之公益性與急迫性、水源穩定度及取得難易度，由於鹿鳴里為北臺灣柑橘種植之發源地，設施公益性高且富有歷史淵源，相較於南平里農民意願較低，建議先推動鹿鳴里 3 口既設埤塘改善，配合串聯水路以作為區域用水調配使用，3 口埤塘改善工程費估計各約 1,360、1,100 及 4,670 萬，完成後約可供灌 19 公頃農地，藉以逐步推動且落實擴大灌溉服務的相關政策，穩定供水以提升農作物產量及產值，增加農民收益。

關鍵詞：擴大灌溉服務、農業灌溉用水、新埔柑橘

Abstract

HsinPu Township is located in the northeast of Hsinchu County, with mainly hilly terrain. Agricultural products have always been famous for the production of pears and citrus, and

dried persimmon processing is a well-known industry in HsinPu Township in Taiwan. However, most farmland of HsinPu Township is outside the scope of the farmland water conservancy and irrigation business area of the Hsinchu Management Office of the Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan. Farmers mostly use rainwater or fetch water by themselves, and both efficiency and stability of water use should be improved. Unstable water sources affect crop harvests and farmers' incomes.

In line with the promotion of the policy of expanding irrigation services by the Irrigation Agency, Council of Agriculture, Executive Yuan, this study focused on the approximately 1,512 ha of land available for grain production outside the irrigation area of HsinPu Township, and divided the 16 villages of HsinPu Township except the 3 villages in the center of the town into four major areas for an overall inventory. Accurately grasp the needs and current situation of each district. Based on the principles of water source stability, farmland scale and concentration, low water consumption and high economic value crops, farmers' need for irrigation and high willingness to cooperate, carry out short-, medium- and long-term promotion assessments for each district, so as to gradually promote and implement the expansion of irrigation services related policies. In the short-term promotion of zoning, the current crops in HsinPu Township Leisure Agriculture Zone and surrounding areas include citrus, pears, bamboo, tea and vegetables, etc., and most of the water sources are rainfall runoff. Among them, Beiping, Nanping, Hankeng and Luming village have springs and early-construction water storage facilities. Therefore, these four villages were selected as areas for detailed investigation, assessment and overall planning to carry out water supply and water intake system planning and feasibility sexual assessment. Further consideration was given to the historical background of HsinPu Township, the public welfare and urgency of local farmers' irrigation needs, and the stability and ease of obtaining water sources. Since Luming village is the birthplace of citrus cultivation in Northern Taiwan, the facilities are highly public welfare and rich in historical origins. Compared with farmers in Nanping village who are less willing, it is recommended to first promote the improvement of the three existing ponds in Luming village and connect them with waterways for regional water distribution. The cost of the three pond improvement projects is estimated to be approximately NT\$13.6 million, NT\$11 million, and NT\$46.7 million each. Upon completion, approximately 19 ha of farmland can be irrigated. Relevant policies to expand irrigation services can be gradually promoted and implemented to stabilize water supply to increase crop yields and output values, and increase farmers' income.

Keywords: Expansion of irrigation services · Agricultural irrigation water · HsinPu citrus.

一、前言

新埔鎮全鎮面積 72.19 平方公里，主要為丘陵地形，一級產業以農業為主，農產向

來以水梨和柑橘生產聞名，柿餅加工更是新埔鎮聞名全省的產業之一。然而，新埔鎮大部分區域為新竹管理處農田水利灌溉事業區域範圍外，農民大多自行取水或為看天田，用水效率與穩定性具有相當程度的改善空間，且因水源不穩定影響作物收成與農民收入。特別是遭遇乾旱時期或颱風豪雨侵襲，農民的灌溉用水即受到很大的影響，進而亦使作物的產量與品質受到衝擊，嚴重影響農民生計。

因此，若可透過適當的取、輸水與蓄水等灌溉設施設置或既有設施更新，或可有效改善此困境，使柑橘、水梨或其他作物產量與品質更穩定，藉以達到保障農民權益的目標。本研究透過整體的盤查，確實瞭解新埔鎮各區的需求與現況，進而擬定分期分區的推動計畫，同時，也針對特定有急迫改善需求的區域進行水源供需調查、用水規劃評估，藉以逐步推動且落實擴大灌溉服務的相關政策，協助達到嘉惠更多農民的目標。

二、背景資料蒐集

農田水利署推動擴大灌溉服務之區域盤點原則包含：扣合國土計畫，優先推動國土功能分區中的農業發展區；利用既有水源，不排擠民生、產業及農業用水；優先發展進口替代、需水低之作物；農地具耕作事實且農民配合意願高等四項原則。因此，首先需就研究範圍之背景資料進行蒐集，配合策略與推動原則，針對農地所處位置、水源取得方式、農地規模、農作物等因素，因地制宜，搭配其最適合、最具經濟效益之農田水利設施。新埔鎮背景資料蒐集內容說明如下：

(一).地文資料：新埔鎮位於新竹縣東北方，長約 16 公里，南北寬約 10 公里，全鎮以行政區區分共有 19 里，各里分布位置詳圖 1；新埔鎮地形約略以鳳山溪為界分為三區，分別為由鳳山溪沖積作用產生之狹長型平原地形，以及平原南側之飛鳳山丘陵、北側之湖口台地等，如圖 2 所示。丘陵地帶約占全鎮面積 2/3 以上，沿山多種柑橘、茶、果樹、綠竹等。新埔鎮土壤組成類別係利用農業部農業試驗所之土壤管理組圖進行統計分析如圖 3 及圖 4 所示，統計結果顯示新埔鎮地表質地以坩質壤土為主(4,671.1 公頃，約 64.7%)，其次為壤質砂土(1,385.9 公頃，約 19.2%)及砂質黏壤土(766.6 公頃，約 10.6%)。以地形一併檢視可知：坡地型態以坩質壤土最多(3,617.2 公頃，約 50.1%)，其次為平地型態亦以坩質壤土最多(1,053.9 公頃，約 14.6%)。

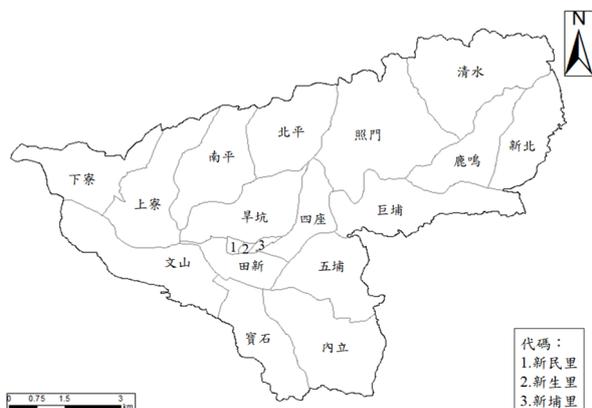


圖 1 新埔鎮各里分布位置

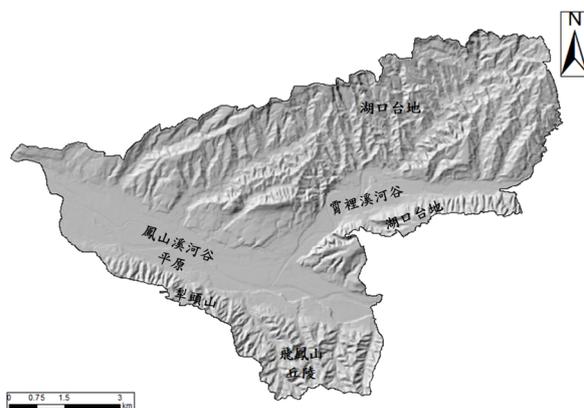


圖 2 新埔鎮地形地勢

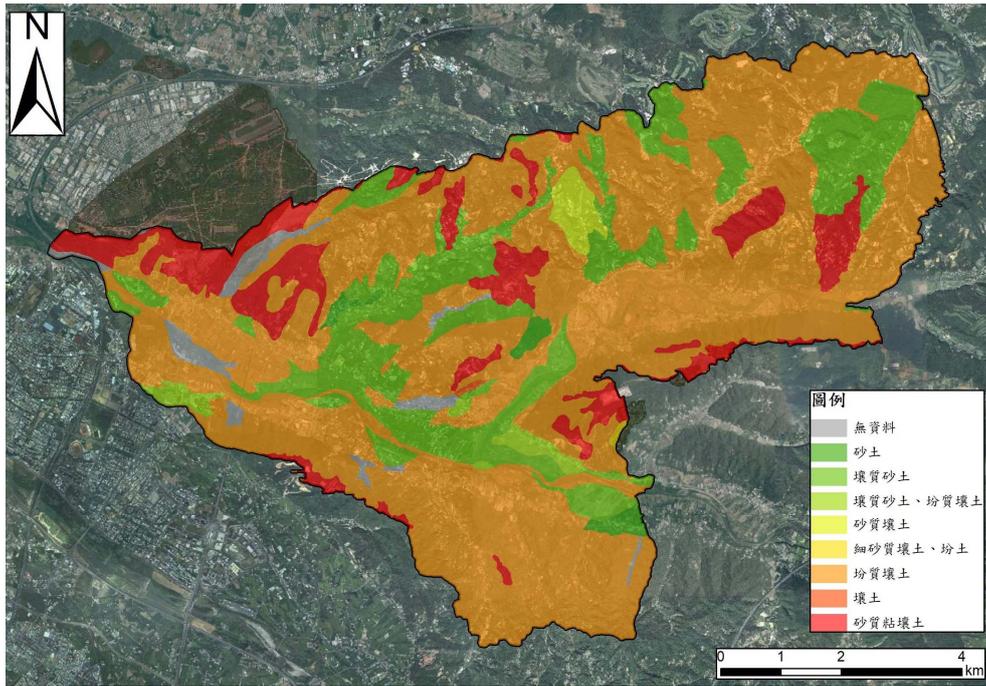


圖 3 新埔鎮不同土壤類別分布位置

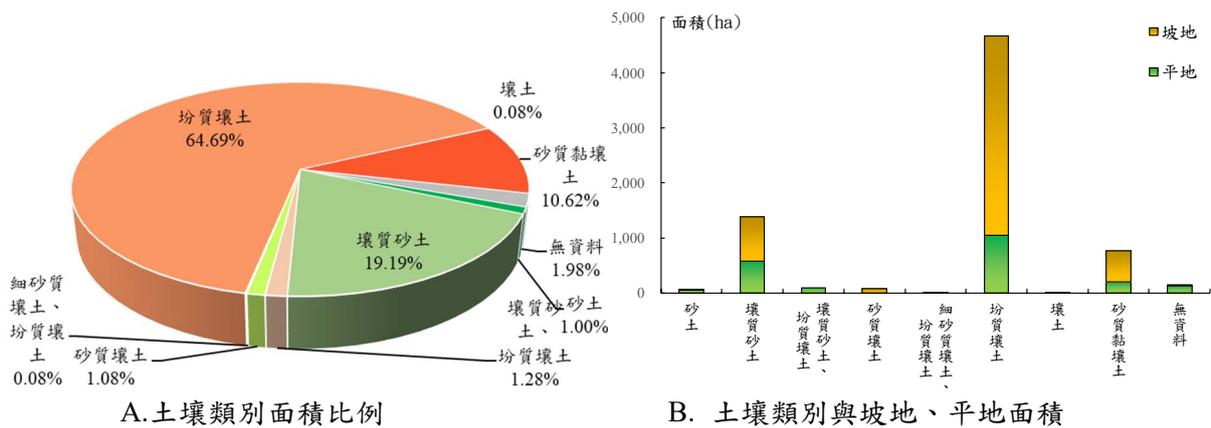


圖 4 新埔鎮不同土壤類別比例

(二).水文資料：鳳山溪自新埔鎮東往西流，將鎮區一分為二，其主要支流為霄裡溪。鳳山溪全長 45.45 公里，為新竹縣第二大河，流域面積廣達 250.10 平方公里，其流經新埔者約全長 1/10。霄裡溪，新埔人稱「霄裡坑」，發源於龍潭陂高地，自上源至海口全長 43.7 公里，河床高度自 836 公尺降至 36 公尺，平均降比 18.306 公尺(新竹縣新埔鎮公所，2022)。

新埔鎮內屬新竹縣管區域排水共 16 條，分別為下排坑排水、燒炭窩坑幹線、桃子窩坑支線、太平窩坑幹線、旱窩壠支線、牛車窩壠支線、車路壠支線、榕樹下坑支線、旱坑子幹線、石頭坑幹線、蔡屋坑幹線、箭竹窩幹線、九芎湖幹線、汶水坑幹線、鹿鳴坑幹線、上吳屋坑幹線等；此外，另有內立坑、南打鐵坑、北打鐵坑等 3 條規模較大，但未列入縣管區排之地表排水，其水系分布詳圖 5。位於新竹縣新埔鎮境內之農塘共計有 289 處，分布位置及數量詳表 1，其中以清水里農塘數量最多(53 處)、照門里次之(33 處)，而新民、新生及新埔等 3 里為新埔鎮主要市區，無農塘。

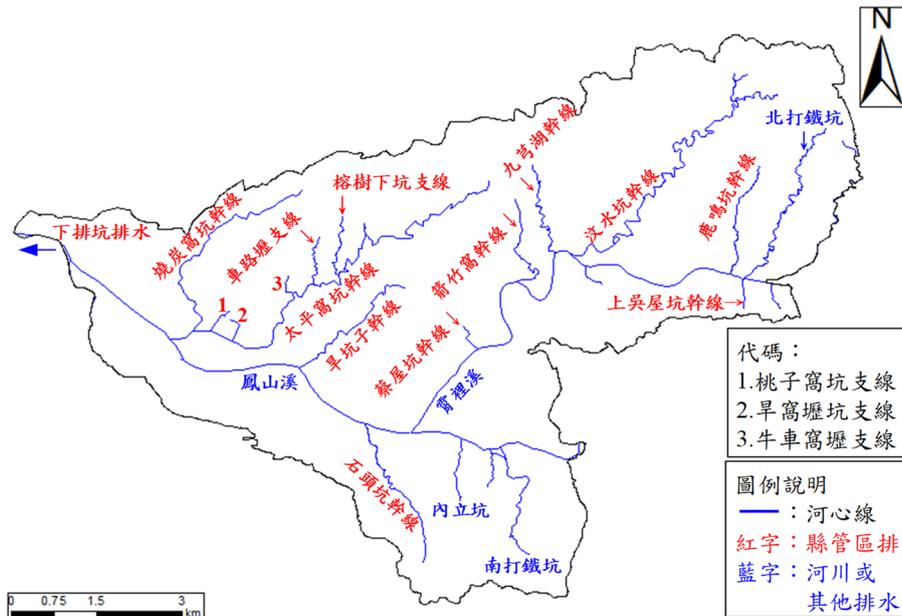


圖 5 新埔鎮地表水體分布位置

表 1 新埔鎮各行政區、集水區範圍內農塘數量統計

里	集水區	內立	三洽水	燒炭窩溪	大東坑	華興	小計	數量排序
1	上寮	0	0	21	0	0	21	7
2	下寮	0	0	22	0	0	22	6
3	五埔	0	0	0	2	0	2	15
4	內立	31	0	0	0	0	31	3
5	文山	12	0	0	0	1	13	10
6	北平	0	0	30	0	0	30	4
7	四座	0	0	4	0	0	4	13
8	巨埔	0	1	0	2	0	3	14
9	田新	0	0	0	0	0	0	16
10	早坑	0	0	5	0	0	5	12
11	南平	0	0	18	0	0	18	8
12	清水	0	53	0	0	0	53	1
13	鹿鳴	0	18	0	0	0	18	8
14	新北	0	26	0	0	0	26	5
15	照門	0	24	9	0	0	33	2
16	寶石	10	0	0	0	0	10	11
小計		53	122	109	4	1	289	--

註：新民、新生、新埔等 3 里位於新埔鎮中心，無農塘。

(三).氣象資料：新埔地區屬亞熱帶海洋性氣候，因接近內山，年平均溫度攝氏 21.3 度，頗為涼爽，水稻可一年二熟，四季有果、菜，物產豐富、種類繁多。新埔鎮西臨臺灣海峽，東北季風狂猛，素有「新竹風」之稱。此風有鳳山溪海口直灌內陸，因新埔山勢阻隔，威力已減小。反倒自東北高地之季風較強，自照門、大屏山以至關西北二高一帶，則多落山風，然多限於 9 至 12 月多東北季風，5、6 月則轉南風，至 9 月終止(新竹縣新埔鎮公所，2022)。

新埔鎮鄰近之氣象站共計有 4 處，由東至西分別為打鐵坑(C0D480)、桃園農改場新埔工作站(72D680)、新埔(C1D380)及新竹(467571)，為進行新埔鎮擴大灌溉服務規劃需評估灌區內作物需水量，故氣象參數資料需求除了降雨量外，尚需包含氣溫、氣壓、日照時數、風速、全日空日射量等諸多參數，且氣象及雨量資料需具備

長期資料特性(5 年以上)。考量資料長度及同時能估算有效雨量及作物需水量之前提，選定新竹測站(467571)近 5 年之氣象資料(2018/01/01~2022/12/31)進行有效雨量與作物需水量分析。

表 2 新竹測站(467571)降雨資料統計分析

項目	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
月降雨量	80.9	94.2	157.1	104.3	314.7	229.3	58.0	211.4	108.5	48.6	40.6	59.1
最大日降雨量	37.9	39.6	59.1	46.9	117.2	69.6	27.6	73.4	40.4	19.1	22.9	24.0
降雨日數	7.2	8.8	10.0	7.6	10.6	9.4	5.6	11.4	8.0	5.2	5.2	7.8
月前 25% 最大降雨量	0.9	3.7	3.4	0.5	7.0	4.7	0.0	4.1	1.3	0.1	0.1	0.4

單位：雨量為 mm，其餘為天。

(四).可供糧食生產地資料：利用農業部農業試驗所之可供糧食生產地資料進行套繪，結果顯示新埔鎮可供糧食生產地約有 2,126.39 公頃，其中位於新竹管理處新埔工作站灌區內之面積約有 614.39 公頃(約占 28.9%)，屬於灌區外之可供糧食生產地則約有 1,512 公頃(約占約 71.1%)。而可供糧食生產地面積位於灌區外面積較大之里別有照門里約 193 公頃、內立里約 180 公頃、南平里約 176 公頃。依據先前推動擴大灌溉服務之經驗，地方若已成立(或即將設立)休閒農業區者，其地方農民具備一定之團體經驗及共識，對於擴大灌溉服務之成效具有正面意義。新埔鎮之休閒農業區共 2 處，其分布區域具備一定地緣關係，均分布於南平、北平、早坑及照門 4 里，分別為面積約 589 ha 之大墩山休閒農業區(南平、北平、早坑里)及面積約 300 公頃之照門休閒農業區(照門里)，套繪其範圍至圖 6。照門休閒農業區大多數為私有土地，其中宜農牧地計 183 公頃，主要農作物以高接梨、海梨柑、茂谷柑為主，是由民眾俗稱的九芎湖與箭竹窩兩個聚落所組成。

依據國土功能分區進行可供糧食生產地國土功能分類(如圖 7)，灌區外 1,512 公頃之可供糧食生產地當中，約有 96 公頃為國土保育地區(76.36 公頃)及城鄉發展地區(19.35 公頃)，其餘均為農業發展地區(1,416.29 公頃)；農業發展地區當中，又以第 3 類用地為主(約 1,302 公頃、灌區外可供糧食生產地之佔比約 86%)，依據國土功能分區分類劃設原則，農 3 劃設條件為「具有糧食生產功能且位於山坡地之農業生產土地，以及可供經濟營林，生產森林主、副產物及其設施之林產業用地」。而第 2 類用地(農 2 用地)約 91 公頃，灌區外可供糧食生產地之佔比約 6%，劃設條件為具良好農業生產環境與糧食生產功能。

(五).作物種植面積與產值：新埔自古為農業鄉鎮，今農業人口 13,109 人，佔總人數 37.8%，丘陵地以種果樹為主，平地則多種植水稻，水稻主要種植於鳳山溪及霄裡溪兩側沖積平原及河階地，果樹類則以柑橘及水梨為大宗，柑橘以寶石、內立、照門、南平、北平、鹿鳴及新北等里為主要生產地；水梨栽培以南平里、北平里、照門里、九芎湖等為主，南平里並設有水梨專業區。另新埔鎮以柿餅聞名，但除了本地小面積生產新鮮石柿加工，新埔鎮的柿餅主要引進其他地區生產的牛心柿及筆柿進行加工。

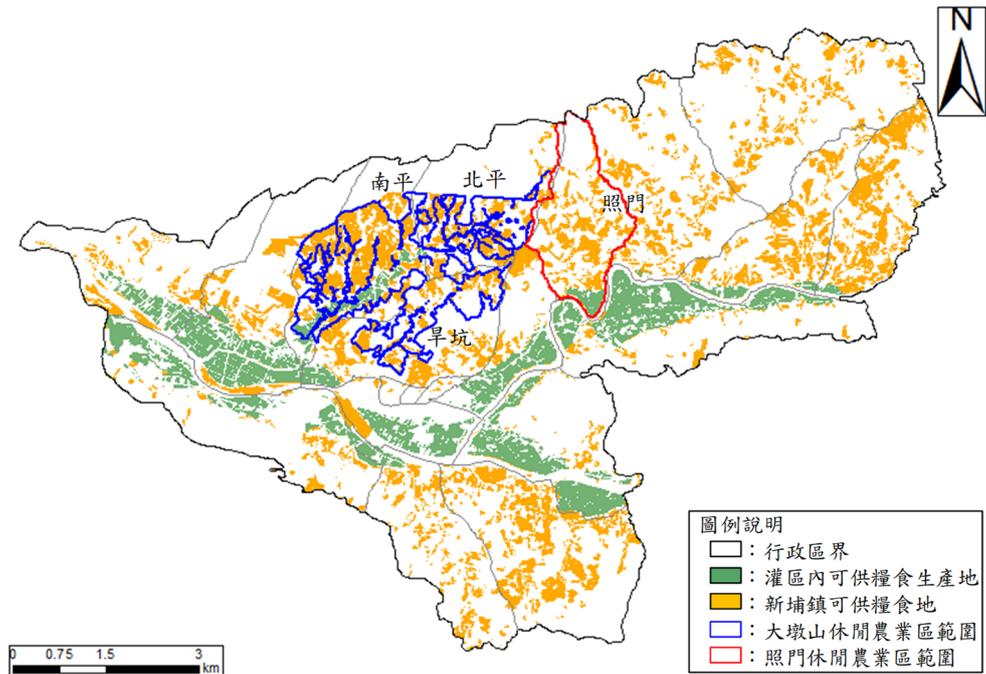


圖 6 新埔鎮可供糧食生產地分布

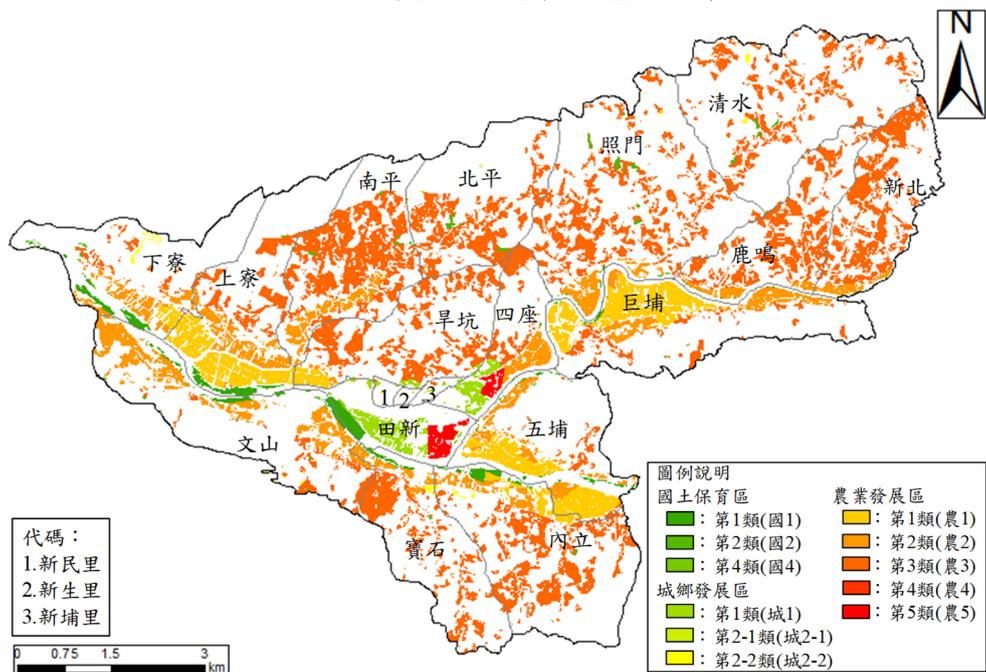


圖 7 新埔鎮國土功能分區

表 3 新埔鎮作物種植面積、產量與產值統計

項目	收穫面積		產量	產值	
	公頃	%		公噸	萬元
水稻	880.1	60.7%	4,402.8	9,805	23.3%
雜糧	6.6	0.5%	69.8	141	0.3%
特用作物	37.1	2.6%	36.3	1,025	2.4%
蔬菜	93.5	6.4%	1,208.6	3,039	7.2%
水果	433.5	29.9%	7,202.5	28,019	66.7%
合計	1450.7	100.0%	12,920.0	42,029	100.0%

資料來源：新竹縣政府統計年報(2021)、農業部農業統計資料查詢(2023)，農工中心整理。

三、分期推動構想

區域分期構想係透過前述之基礎資料、農地規模、農地集中性、作物產值及農民需求等，將新埔鎮具灌區外農地之 19 個里(位於鎮內中心之新民、新生、新埔 3 里除外)依照地形、水源、耕地及休閒農業區之分布劃分為不同推動分區。短期推動分區以農地規模較大、農地較集中、作物產值較高且低耗水、農民需求意願較高者優先納入，擬規劃更新或建設取水、輸水與蓄水等灌溉設施，滿足分區內之農民用水需求，並優先進行細部調查評估及工程規劃執行。中期推動分區以農地規模與集中性、作物產值及農民需求意願次於短期推動分區者擇優納入。長期推動分區為農地規模與集中性、作物產值及農民需求意願皆較低者，輔導分區內用水需求較高之農民施設完善之蓄水塔及灌溉管路等灌溉設施，並進行相關宣導及作物種植規劃，待農民需求意願提升後再行工程規劃執行。依上述分區原則將 19 個里劃分為 4 大區域(如圖 8)，包含：

- (一).第 1 區-休閒農業區：已成立休閒農業區之早坑、南平、北平、照門等 4 里，共約 601 ha 之可供糧食生產土地區域，考量其為新埔鎮公所或當地居民、休閒農場業者、農民團體所推動成立之休閒農業產業聚落化發展區域，具備一定民意共識，故優先針對此區辦理座談會以盤點歸納當地用水現況是否需要進一步協助；休閒農業區周遭之潛在可利用地表水源，分別為太平窩坑幹線(北平、南平)、早坑子幹線(早坑)、箭竹窩幹線(照門)、九芎湖幹線(照門)、汶水坑幹線(照門)。
- (二).第 2 區-休閒農業區周邊區域：考量休閒農業區成立後，若經營得當，勢將對其周邊村里產生影響，如新成立之大墩山休閒農業區即位於早期成立之照門休閒農業區旁，具有產業群聚效應，亦為優先進行訪談之重點對象；屬於此類別之村里分別為上寮、四座、清水、鹿鳴、新北等 5 個里，共約 471 公頃之可供糧食生產土地區域。
- (三).第 3 區-灌區外可供糧食生產土地規模較大區域：此類別為非屬鄰近休閒農業區，但其行政區域內可供糧食生產土地面積約 100 ha 且耕地分布集中者，分別為內立及寶石里，面積約 276 公頃。
- (四).第 4 區-其他非屬前 3 類之行政區域：此類別之共通點為灌區外可供糧食生產土地規模小，且耕地分布極度零散、不利施作大型公共工程，屬此類別之行政區分別為文山、五埔、田新、新埔、新生、新民、下寮、巨埔等 8 個里，可供糧食生產土地面積總計約 162 公頃。

考量實務上推動之民意共識與現場初步踏勘成果(如表 4)，進一步針對第 1 類-休閒農業區(約 601 公頃)及第 2 類-休閒農業區周邊區域(471 公頃)進行細部篩選，上述 2 區作物現況有柑橘、梨、竹、茶及蔬菜等，水源大多為降雨逕流，部分區域則引灌山泉或抽取地表逕流或自設埤塘蓄水。除了針對新埔鎮具灌區外農地之各里里長分別進行電話與當面訪談，參考里長訪談意見另行針對南平、北平、早坑里辦理 1 場座談會，並輔以問卷調查進行需求歸納盤點；鹿鳴、新北、照門及清水里亦辦理 1 場地方說明會，以蒐集了解農民實際用水需求與想法，並向當地民眾溝通說明，充分考量農民確切之在地需

求，藉以作為擬定規劃方案之依據。

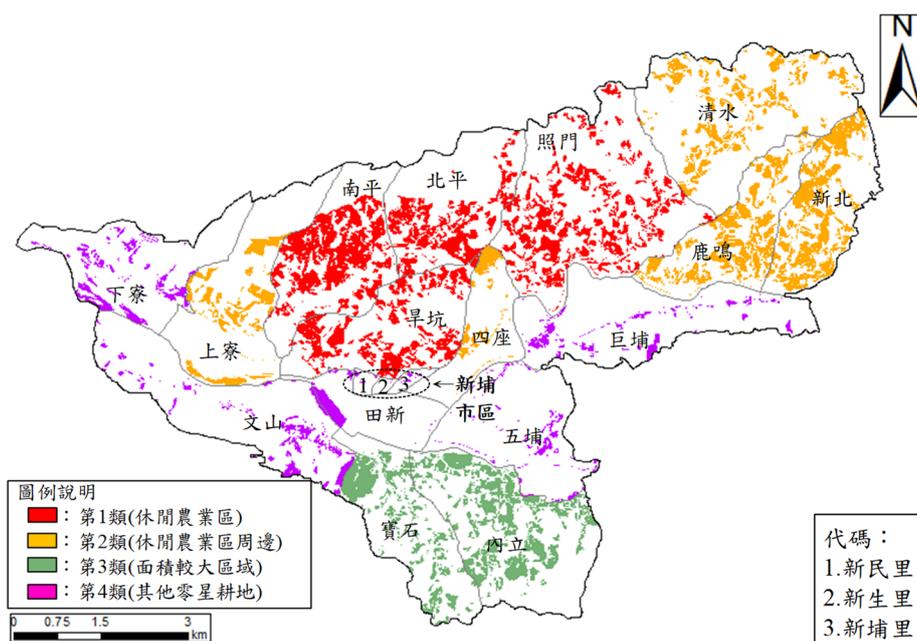


圖 8 新埔鎮調查區域 4 大類別劃分成果

表 4 新埔鎮調查區域初步篩選之 4 大分區踏勘摘要

類別	說明項目	主要地形	灌溉水源	種植作物	灌溉設施	建議調查順位
第 1 區 (休閒農業區)		丘陵 溪谷	多為降雨逕流，部分區域引灌山泉或抽取地表逕流	橘、梨、竹、茶樹蔬菜...等	農民自行設置：抽水井 蓄水塔 旱作灌溉設施	列為細部篩選對象
第 2 區 (休閒農業區周邊區域)		丘陵 溪谷	降雨逕流，並自設埤塘蓄水	橘、梨、竹、茶樹蔬菜...等	旱作灌溉設施	列為細部篩選對象
第 3 區 (灌區外可供糧食生產土地規模較大區域)		丘陵 河階	降雨逕流，部分山邊區域有湧泉供灌	丘陵：竹、橘 河階：稻作	鄰近地表排水者：自行設置抽水機抽水	建議為中長期推動
第 4 區 (其他非屬前 3 類之行政區域)		丘陵 河階	除巨埔山邊少量湧泉，其餘為降雨逕流	丘陵：竹、橘 河階：稻作	鄰近地表排水者：自行設置抽水機抽水	建議為長期推動

配合農地現況與水源條件、既有設施，考量北平里、南平里、早坑里及鹿鳴里等 4 處具備湧泉及早期建設之蓄水設施，故選定此 4 處作為細部調查評估與整體規劃之區域，進行水源勘查與潛在受益耕地範圍之相對位置、蓄水設施現況及當地農民意向調查：

(一).北平里：位於大墩山休閒農業區範圍內，灌區外面積 106.11 公頃，經調查蓄水設施除既存埤塘外，尚有 4 處規模較大之 RC 蓄水池及 1 處湧泉，前述埤塘多蓄存水體且池況良好，湧泉出水量約 13.2 cmd，僅足供 1 ha 種植果樹之耕地使用，現況為當地民眾平日自由取水之開放取水點。

(二).南平里：位於大墩山休閒農業區範圍內，灌區外面積 175.85 公頃，當地農民原建議可引取利用 3 處湧泉點作為灌溉水源，盼可協助興建抽水設施至早期興建之公用 RC 蓄水池，以改善約 17 公頃之耕地用水情形，此區域用水現況為農民各自於鄰近地表水體接管抽水至農地水塔使用，枯水期常有斷流情形。唯本場域後因自來水管線工程於 113 年完成發包動工，當地農民得知未來有水質水量穩定之自來水可利用後，意願大幅降低。

(三).旱坑里：位於大墩山休閒農業區範圍內，灌區外面積 126.57 公頃，當地農民建議可引取利用 1 處擁有百年歷史之湧泉點作為灌溉水源，唯湧泉量約僅 10.67 cmd，鄰近湧泉之耕地面積約 14 公頃，此區域蓄水埤塘極少，當地多為柿餅加工農戶，柿餅來源除自家耕地外、大多自中南部採購加工。

(四).鹿鳴里：鄰近照門休閒農業區，灌區外面積 120.95 公頃，依據新埔鎮志紀載，鹿鳴里為全臺最早種植椪柑地區，起源最早可追溯至 1812 年鹿鳴庄(今鹿鳴里)楊意春之曾祖父楊林福自廣東省陸豐縣葫蘆峰移植柑苗至新埔種植成功(新竹縣新埔鎮公所，2022)。鹿鳴里里長表示目前區域內專業農戶約 50、60 戶，訪談時建議改善既有埤塘漏水問題，可立即有效改善缺水問題，此外當地農民告知接近山頂處有 3 口埤塘年久失修無法蓄水，導致多數農地荒廢，現況仍有種植之農戶如遇久旱未雨，僅能自山腳之霄裡溪運水上山澆灌。經調查後顯示，區域內蓄水埤塘約 11 口，僅農民反應之 3 口埤塘位於道路旁，為早期先民開墾之公池，為供下游耕作灌溉使用，故其池體位於灌區最上游。其餘 8 口均座落於私人土地內，且池內蓄水、池況良好。

綜合細部篩選調查成果，考量新埔鎮歷史背景、地方農民灌溉需求之公益性、水源穩定度及取得難易度(詳表 5)，其中北平里、旱坑里因現況多以觀光農業、農產品加工業等二、三級產業為主，用水需求急迫度相較南平里、鹿鳴里之專業農戶(一級產業)低；而南平里及鹿鳴里由現場條件評估，考量水源穩定度及取得難易度，以及鹿鳴里之設施公益性高且富有歷史淵源與充滿時代價值，相較於南平里農民意願降低，故建議以鹿鳴里為第 1 順位、南平里為第 2 順位進行規劃調查評估。

表 5 新埔鎮調查區域細部篩選評估表

評估項目 里別	農民意願	水源穩定度	水源取得 難易度	農業歷史 背景或特色	公益性	建議 順位
北平	中	高(埤塘、湧泉-小)	易	茶、觀光農業	中	3
南平	高→低	高(湧泉-大)	易	新埔梨主要產地	中	2
旱坑	中	中(湧泉-小)	易	柿餅加工產地 (觀光農業)	低	3
鹿鳴	高	低(無水源、無公池)	難 (車程>10 min)	臺灣柑橘 初次種植發源地	高	1

四、潛在可用水源盤點與分析評估

為評估研究區域內推動擴大灌溉服務之可能，需針對調查重點區域內潛在水源、水質與設施進行盤點，113 年 3 月 25 日至調查重點區域(南平里、鹿鳴里)之潛在水源進行水質檢測，2 處調查重點區域之潛在灌溉水源分別為地下湧泉(南平里)及降雨產生之地表逕流(鹿鳴里)，水質檢測結果顯示均未發現超標，2 處水源所有項目均符合灌溉水質基準值，顯示水體優良適合農業灌溉使用。

流量部分考量調查重點區域鹿鳴里位處山區且多為小型山溝排水，坡陡流急，降雨後產生流量時間短且不易觀測，故採用 SCS 方法進行評估；SCS 方法是美國土壤保持局 SCS(U.S. Soil Conservation Service)在美國地區，利用小集水區的降雨以及逕流的資料推演出一系列相關的曲線，即是廣為國際使用的曲線值公式(Curve Number Equation)，

其公式如式(1)及式(2) (USDA-SCS, 1985; Ponce and Hawkins, 1996；謝平城，2008)；而南平里之潛在水源均為湧泉，水量則採現地觀測。

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \dots\dots\dots (3-1)$$

$$CN = \frac{25400}{254+S} \dots\dots\dots (3-2)$$

式中：S為集水區貯存量(mm)、P為降雨量(mm)以及Q為有效雨量逕流量(mm)，式中不計蒸發散量。

南平里潛在灌溉水源之湧泉點 1、湧泉點 2 因湧出位置位於渠底，無自由流液面可供量杯承接水量，故採斷面流速法配合雷達波流速儀(Radar Surface Velocimeter, RSV)進行量測；湧泉點 3 湧出位置分別位於渠壁及渠頂，可利用量杯法盛裝湧出水體，故採量杯搭配碼表計算單位時間內湧出水量；本區域之湧泉出水量經 113 年 1 月 26 日實測，3 處湧泉之流量量測結果分別為 1,619.13 cmd、4,795.94 cmd 及 23.95 cmd(如表 6)。

表 6 南平里潛在灌溉水源調查成果彙整

位置	TWD97		高程(m)	流量(cmd)	備註
	X	Y			
湧泉點 1	257547	2749261	93.35	1,619.13	山溝排水內面工底部湧出
湧泉點 2	257525	2749144	89.80	4,795.94	田邊擋土牆下方湧出，現行灌溉水源
湧泉點 3	257483	2749065	89.98	23.95	田間湧泉，現行灌溉水源
合計	--	--	--	6,439.03	--



A. 湧泉點 1



B. 湧泉點 2



C. 湧泉點 3

圖 9 南平里潛在水源現地調查情形

鹿鳴里潛在灌溉水源僅雨水可供利用，故以 SCS 方法推估調查重點區域 3 處埤塘上游集水區於降雨後可蒐集之潛在水源水量；選用之氣象站為打鐵坑站，平均日雨量介於 0.88~14.38 mm 之間，而根據新埔鎮之土壤類別多為坵質壤土，且地表覆蓋及土地利用情形以良好覆蓋之森林為主，其對應之 CN 值以 55 進行計算，得平均超滲降雨量為 0~1.54 mm(0 mm 者表示其降雨量直接入滲於土壤或截流，而無地表逕流)，集水區面積以 3 處埤塘為集流終點，推算上游(圖 11 之粉紅色區域)集水面積分別為 19.13 公頃(池 1)、1.08 公頃(池 2)、5.72 公頃(池 3)，計算其平均超滲降雨流量為 0~293.72 cmd(池 1)、0~16.58 cmd(池 2)、0~87.74 cmd(池 3)，其中以 8 月上旬之超滲降雨流量最大。

為評估不同作物栽培之合理灌溉用水量，採用 Penman Monteith Method 推算作物蒸發散量。Penman Monteith Method 乃 ICID 於 1994 年公布作為參考作物蒸發散量之方法，其公式如(3)式(Kassam and Smith, 2001)。Kc 值的部分，FAO 對於不同作物各重要生長階段之 Kc 值均有提出建議值，由於國內對於旱作物的 Kc 值無相關標準試驗，因此可參酌 FAO 的建議值，詳見 Allen et al. (1998)、Julien et al. (2014)。

$$ET_o = \frac{0.408 \times \Delta \times (R_n - S) + \gamma \times \frac{900}{T + 273} \times U_2 \times (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 \times U_2)} \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta = \frac{2504 \times \exp\left[\frac{17.27 \times T}{(T + 237.3)}\right]}{(T + 237.3)^2} \dots\dots\dots(4)$$

式中： ET_o 為參考作物蒸發散量值(mm/day)； R_n 為太陽輻射(MJ/m²/day)； γ 為濕度常數(Kpa/°C)； U_2 ：距地面 2 m 高之風速(m/s)； T 為溫度(°C)； e_a-e_d 為飽和蒸汽壓力差(Kpa)； S 為土壤熱通量(MJ/m²/day)； Δ 為飽和蒸汽壓力線斜率(Kpa/°C)。

作物需水量推估成果如表 7 所示，其中茶類之作物蒸發散量於 7 月最高為 4.93 mm/day；水稻由於非長年作物且具有雙期作之特性，故其作物蒸發散量於 5 月 4.23 及 8 月 4.49 mm/day 分別有雙峰期之現象，12 月及 1 月由於未種植水稻故其蒸發散量為 0 mm/day；柑桔類作物屬長年作物，作物蒸發散量普遍較低，7 月最高僅 2.71 mm/day。由於有效雨量對於作物供給水源條件下，能減少需水端對於地表水供給端之仰賴程度，如表 7、圖 10 所示，在未考量有效雨量情形下，水稻全年需水量為 3,923.28 mm，其中以 8 月份需水量最大為 482.19 mm，而考慮有效雨量供給下，水稻全年灌溉需求量可望減少至 3,361.28 mm，相當於減少 14.32 %之需水量，10 月最大需水量則為 431.51 mm；柑橘與梨需水量大致相同，全年約需 1,050.25 mm，其中以 7 月需水量最高為 141.01 mm，考慮有效雨量供給下全年灌溉需水量可望減少至 662.65 mm，相當於減少 36.91 %之需水量，考量有效雨量後最大灌溉需水量為 7 月減少至 121.61 mm；茶之灌溉需水量為 1,235.61 mm，最大灌溉需水量為 7 月 165.9 mm。

表 7 不同作物考量有效雨量後之月需水量

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
作物需水量	水稻	0.00	0.00	423.03	433.66	479.37	466.88	162.62	482.19	457.68	475.91	408.53	133.41
	柑橘	50.25	48.66	68.16	85.61	99.55	119.15	141.01	116.05	105.06	97.10	67.70	51.95
	梨	50.25	48.66	68.16	85.61	99.55	119.15	141.01	116.05	105.06	97.10	67.70	51.95
	茶	59.12	57.25	80.19	100.72	117.12	140.18	165.90	136.53	123.60	114.24	79.65	61.11
	總計	159.62	154.57	639.54	705.6	795.59	845.36	610.54	850.82	791.4	784.35	623.58	298.42
有效雨量	稻作	29.1	54.1	70.3	62.8	80.7	65.9	37.5	81.3	59.3	44.4	24.9	34.9
	旱作	23.8	34.7	41.9	30.9	51.3	42.9	19.4	49.9	34.6	18.7	16.3	23.2
灌溉需水量	水稻	0.00	0.00	352.73	370.86	398.67	400.98	125.12	400.89	398.38	431.51	383.63	98.51
	柑橘	26.45	13.96	26.26	54.71	48.25	76.25	121.61	66.15	70.46	78.40	51.40	28.75
	梨	26.45	13.96	26.26	54.71	48.25	76.25	121.61	66.15	70.46	78.40	51.40	28.75
	茶	35.32	22.55	38.29	69.82	65.82	97.28	146.50	86.63	89.00	95.54	63.35	37.91
	總計	88.22	50.47	443.54	550.1	560.99	650.76	514.84	619.82	628.3	683.85	549.78	193.92

單位：mm。

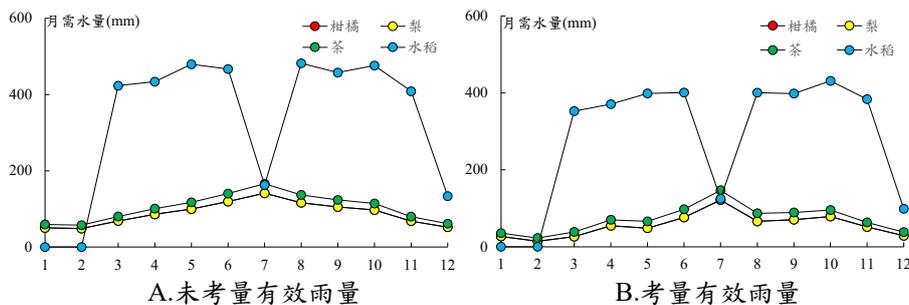


圖 10 不同作物考量有效雨量前後之月灌溉需水量

五、擴大灌溉服務方案規劃

農田水利事業區域外之農地或水源取得方式(河川、野溪、山澗水等)、農地所處位置(山區、平原、丘陵等)、農地規模(集中、零散)、農作物(蔬菜、果樹、雜糧等)等因素，所需灌溉服務樣態甚多(孫維廷等，2022)，因此規劃上推動標的需因地制宜，搭配其最適合、最具經濟效益之農田水利設施，方可全面、永續推廣政策。目前擴大灌溉服務推動方式，可分為：系統性改善公共灌溉設施，及提高農民田間所需管路灌溉設施普及率等 2 項措施。配合農田水利署擴大灌溉服務政策的推動，除輔導農民申請管路灌溉設施補助外，也針對重點發展區域進行整體規劃，就特定有急迫改善需求的區域進行工程規劃設計。

相關供水工程方案可能包含(一).既有設施更新改善；(二).新設取水地點；(三).輸水工程規劃；(四).灌溉系統布置；(五).蓄水場址選定；(六).蓄水設施、蓄水調節規劃；或(七).田間灌溉系統補助等項目。蓄水場址選定部份，考量本研究區域部分耕地位於地勢崎嶇之河谷地，水源不易蓄留，為避免久旱未雨導致作物缺水，原規劃尋找調查重點區域(南平里、鹿鳴里)之公有土地，並進一步選擇適當場址進行細部調查作業與蓄水池可調節水量之規劃；調查結果顯示新埔鎮的土地權屬約有 99.1% 為私有土地，公有土地面積較少，其國有土地經 GIS 分析顯示多為排水或道路，評估如需推動相關公共建設，將面臨土地取得問題，建議應以民眾意願較高之區域優先進行小範圍之示範性質推廣，或以其他蓄水方式提升本區域之農業韌性。

考量細部調查區域水源條件不同，所需實施之供水方案亦不相同，分別建議採用一、動力抽水灌溉系統(南平里)；二、既設埤塘改善(鹿鳴里)；三、分散式系統(非屬重點示範區之耕地)等 3 種不同供水規劃方式。南平里動力抽水灌溉系統係配合現場既有灌溉水源(地下湧泉)進行規劃，考量動力抽水後續操作成本較高，故以一次抽水滿足最大供灌範圍為原則進行規劃，本方案供灌區域約 17.15 公頃，考量潛在水源之地下湧泉共 3 處，需額外設置集水管線，將水量集中至現行農民私設抽水機放置平台後，再行抽水至山頂之既設 RC 蓄水塔，管線沿現有既設農路旁佈設，總揚程約 50 m，管線總長約 220 m，抽水量採 350 cmd(約 0.004 cms)計算，受益面積約 17.15 公頃。總工程費初估約 1,300 萬元，年投資工程成本約 120 萬元/年，益本比約 0.5。

鹿鳴里既設埤塘改善方案位於鹿鳴里鹿鳴排水最上游灌區，當地除山溝排水匯集之雨後地表逕流外，無其他可用水源，現勘後發現當地農戶管制區域內多設有私人埤塘，早期合力開墾之公埤均已無蓄水功能；本方案供灌區域約 18.86 公頃，周遭果園均為看天田，農戶僅在極度缺水之條件下會使用貨車下山載水。若能改善當地 3 口公埤蓄水功能，即能有效改善當地無鄰近水源可取用之缺水問題，3 口公共埤塘之基本參數如表 8，考量 3 口池塘之集水面積、蓄水量及供灌區域均不相同(詳表 9)，建議需設置串聯水路以作為區域用水調配使用，3 口池塘分布位置及規劃之水源串聯系統及各池塘之供灌範圍如圖 11 所示。3 口埤塘及排洪、補助水路之總工程費初估約 7,000 萬元，年投資工程成本約 377 萬元/年，益本比約 0.9。

表 8 鹿鳴里既設埤塘蓄水容量及年逕流量評估

編號	上游集水區		既設埤塘池體參數				
	面積(ha)	年逕流量(m ³)	蓄水面積(m ²)	堰頂高程(m)	池底高程(m)	池深(m)	蓄水量(m ³)
池 1	19.13	15,858	1,708	238.58	236.80	1.78	3,042
池 2	1.08	895	566	245.00	240.24	4.76	2,693
池 3	5.72	4,737	3,318	218.76	215.45	3.32	11,003
合計	25.93	21,490	--	--	--	--	16,738

表 9 鹿鳴里既設埤塘供需平衡分析

區域別	受益灌區		蓄水量(m ³)	灌溉需求量(m ³ /月)		蓄水量-灌溉需求量差值(m ³)	
	地號筆數	面積(ha)		平均值	最大值	平均值	最大值
池 1	67	11.83	3,042	4,000	8,809	-959	-5,767
池 2	8	2.60	2,693	880	1,939	1,813	754
池 3	11	4.43	11,003	1,498	3,299	9,505	7,705
小計	86	18.86	16,738	6,378	14,047	10,360	2,691

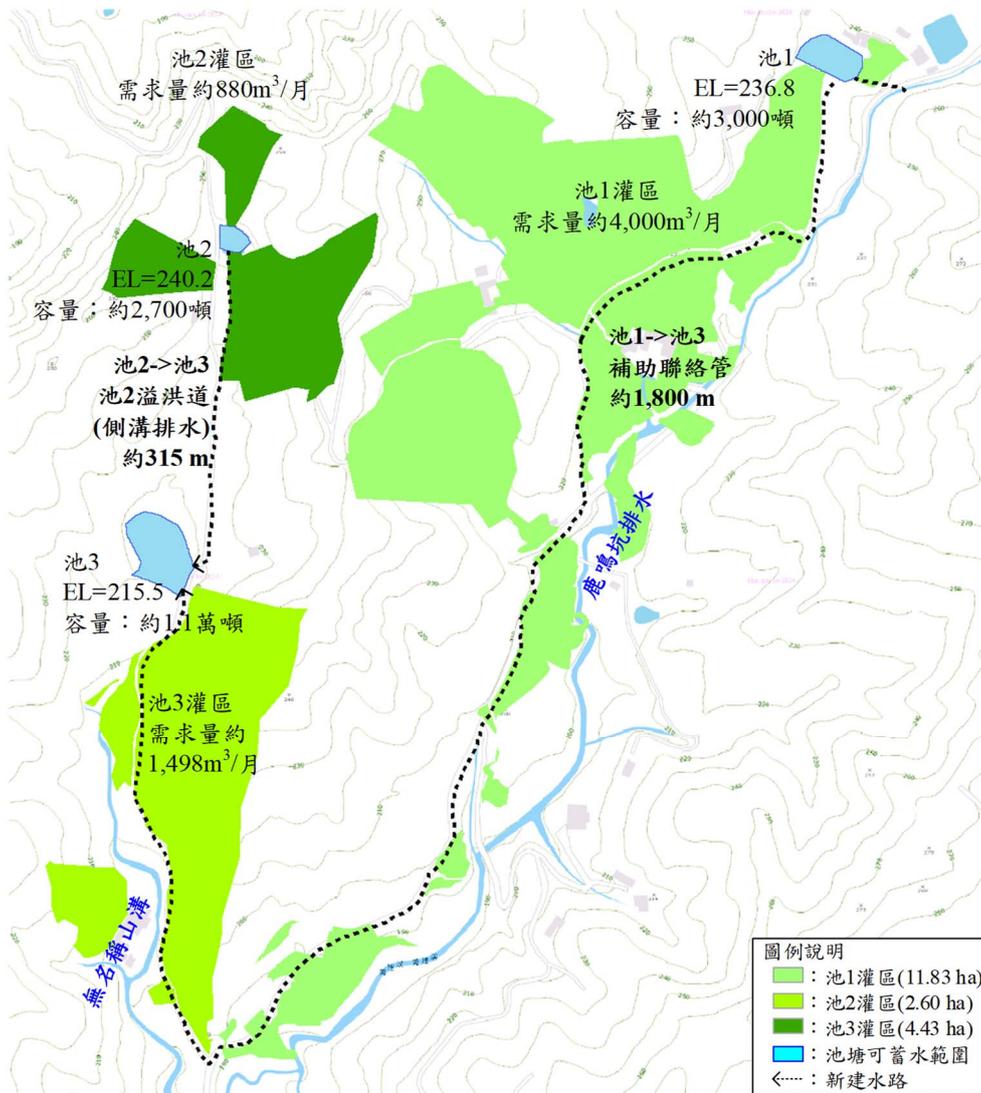


圖 11 鹿鳴里既設埤塘改善及水源串聯系統規劃

六、結論與建議

擴大灌溉服務策略為配合農地或水源取得方式、農地所處位置、農地規模與集中性、

農作物及農民需求等因素，因地制宜，搭配其最適合、最具經濟效益之農田水利設施。配合調查重點區域內水源條件不同，規劃實施不同之供水方案，分別建議採用(一).動力抽水灌溉系統(南平里)；(二).既設埤塘改善(鹿鳴里)；(三).分散式系統(非屬重點示範區之耕地)等3種不同供水規劃方式。

鹿鳴里之既設埤塘改善方案，益本比雖為 0.9、需中央單位經費挹注，惟該方案可更直接改善並提供農民連日無雨備用水源；此外，鹿鳴里亦為北臺灣柑橘種植之發源地，迄今該歷史記憶已被大眾遺忘，需進一步考量埤塘興建後帶來之無形效益，如：平衡城鄉區域發展、抗旱蓄洪減災及地方農業記憶傳承、提供地方遊憩環境…等附加效益，故建議推動既設埤塘改善方案。

新埔鎮尚有部分區域因地形崎嶇且耕地零星分布、不集中，建議為中、長期推動區域，配合農田水利署之擴大灌溉服務推動方式除系統性改善公共灌溉設施外，藉由管路灌溉設施補助盼可提高農民田間所需管路灌溉設施普及率，可建議農民自行設置蓄水設施或變更為管路灌溉方式，以提高供水穩定性，使作物產量與品質更為穩定。

參考文獻

1. Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., 1998, “Crop Evapotranspiration -Guidelines for computing crop water requirements”, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Irrigation and drainage paper 56, Rome, Italy.
2. Kassam, A., Smith, M., 2001, “FAO methodologies on crop water use and crop water productivity”, Expert meeting on crop water productivity. Paper No. CWP-M07, Rome, Italy.
3. Ponce, V. and Hawkins, R., 1996, “Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity” Journal of Hydrologic Engineering, 1, 11-19.
4. USDA-Soil Conservation Service (USDA SCS) ,1985, “National Engineering Handbook”. Section 4. Hydrology. USDA-SCS, Washington DC.
5. 新竹縣新埔鎮公所，2022，新埔鎮志。
6. 新竹縣政府，2021，「新竹縣政府統計年報」。
7. 孫維廷、張光耀、邱亭瑋，2022，「擴大灌溉、活絡農村」，農政與農情 111 年 1 月。
8. 農業部農田水利署新竹管理處，2024，「112 年度新竹縣新埔鎮擴大灌溉服務評估計畫」。
9. 謝平城、褚思穎，2008，「後龍溪流域逕流係數與逕流曲線值之研究」，水土保持學報 40(2)：205-221(2008)。