

農村社區道路邊坡埤塘之空間營造

蕭素鳳⁽¹⁾ 何世華⁽²⁾ 黃文政⁽³⁾

摘要

近年來全球氣候變遷導致極端氣候加劇，如何利用各類貯水設施，有效涵養水源，提供旱季用水與雨季防災為重要課題。本研究以南投縣名間鄉炭寮村之氣象資料進行水收支分析，利用數值高程模型萃取窪蓄區位空間分布，遴選道路邊坡之窪蓄區位，藉由道路之截、排水，營造水資源保育利用及防災等多功能埤塘。除考量埤塘之集水面積外，另由道路之越域引水，可達增加埤塘水資源、發揮截蓄保水、以及減少道路邊溝排水造成邊坡破壞潛勢。另以景觀空間營造觀點，檢視埤塘周遭環境，提出兼具生活、生產與生態之水資源保育與防災規劃模式，俾供農村社區道路邊坡埤塘空間營造之參考。

（**關鍵詞：**氣候變遷、埤塘、空間營造、農村社區）

Space construction of the farm ponds adjacent to the roads in the rural communities

Su-Feng Hsiao⁽¹⁾ *Shih-Hua Ho*⁽²⁾ *Wen-Cheng Huang*⁽³⁾

Graduate student⁽¹⁾ Ph.D. student⁽²⁾⁽³⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

Nowadays, global climate change causes extreme weather occurred frequently. How to use different varieties of water storage facilities for efficiently conserving water resources, providing enough water in drought seasons and preventing disasters in rainy seasons is the vital issue. This study focusing on the water budget analysis using meteorological data, and the spatial distribution of depression sites derived from digital elevation models were carried out at Tan-Liao rural community in Mingjian of Nantou County. A depression site adjacent to the road is selected to create the farm pond with multiple purposes of conservation, utilization, and disaster prevention in water resources. In addition to considering the watershed size of the farm pond itself, through the interception of the road, the water resources of the pond and the functionality of interception and/or

(1)國立中興大學水土保持學系研究生(sufeng_hsiao@yahoo.com.tw)

(2)國立中興大學水土保持學系博士生

(3)國立中興大學水土保持學系博士生

storage were increased, while the potential of the slope failure was decreased. Besides, the surroundings of the pond were also examined in the viewpoint of landscape to present a planning concept which compiling life, product, ecology, water resources conservation and disaster prevention for the references of space construction of slope-land farm ponds nearby the roads in a rural community.

(Keywords: Climate change, farm pond, space construction, rural community)

前言

面對全球氣候變遷可能帶來洪、旱加劇的極端氣候現象，滯(蓄)洪設施的設置，勢必成為日後治水的對策之一，但新設滯(蓄)洪設施需受限於經費籌措與用地取得的問題，如何以有限的經費成就最大效益實為當今水資源管理一重要課題。

以農塘或天然窪蓄區位來貯蓄水源，不但能做為農業灌溉用水，亦可增加其土地利用價值(林昭遠等，2010)，如於農塘附近建置步道或配置親水設施等，即可做為景觀與休閒之用途(廖朝軒，2003)，因農村社區之埤塘除為生產生活的命脈之外，在環境美學上更是吸引人的自然元素，若能加以融入地方的自然與人文特質，將可形塑特殊的地方特色，並提昇整體美感價值(侯錦雄等，2005)。

近年台灣為解決乾旱用水問題，許多縣市政府紛紛獎勵農民興建農塘，但農民通常僅願意購置蓄水槽做為自家農地灌溉用水，對於需伐除作物闢建農塘的意願不高，故推廣效果不彰，若能利用適當的窪蓄區位來營造逕流儲蓄空間，不但能儲蓄雨季的雨水供旱季使用，又可調節暴雨之洪峰流量，避免淹水，本研究以南投縣名間鄉炭寮村為研究樣區，利用水收支分析以了解樣區降雨分布

與剩、缺水月份，再運用 DEM 資料萃取樣區窪蓄區位空間分布，依道路沿線邊坡篩選適當窪蓄區位。針對優選區位進行現有蓄水功能檢討外，另將以景觀規劃的手法與生態設計的原則(王宥鈞，2010)，初步提出以農塘為主題之景觀規劃模式，主要針對現有農塘周遭老舊設施進行改善，藉以串連農塘與週邊景物之整體景觀性，同時新建更具安全性之休憩空間供社區民眾與遊客使用，以促使農村社區的觀光與產業能並行發展，進而提升地方經濟效益(郭瓊瑩，2009)。

材料與方法

1. 研究區域

炭寮村位於南投縣名間鄉西南隅(圖 1)，八卦山台地東南斜坡上，北鄰崁頂村，東北倚中山村與中正村，南接新民村與彰化縣二水鄉，西臨埔中村；高程主要分布在 165 ~ 330 公尺之間約占 73%，僅有約 15.5%高於 330 公尺；坡度以一級坡與二級坡為主占 74.5%，土質為紅壤，土地利用主要為農作(表 1)，主要經濟作物為茶樹、鳳梨及山藥，全村屬烏溪支流貓羅溪的流域。



圖 1 炭寮村行政位置

Fig. 1 Location of Tan-Liao village

表 1 炭寮村土地利用分類

Table1 Land use of Tan-Liao village

土地利用	面積(ha)	比例(%)
農作	327.06	66.35
天然林	55.53	11.27
人工林	14.31	2.91
道路	18.21	3.69
水利用地	6.86	1.39
建築用地	70.94	14.39

2. 研究材料

利用農林航測所之 5 m×5 m DEM 資料，對試區進行地文、水文資料分析及動態集水區萃取，再配合 2008 年國土測繪中心繪製之土地利用圖資，萃取樣區土地利用資料，藉此了解樣區內最主要之土地使用類別並探討其與水資源使用之關係，另以 2003~2012 年中央氣象局日月潭測站之氣象資料，分析樣區之氣候類型與氣候副型；並利用數值高程模型萃取集水區窪蓄區位及相關資訊，藉以了解炭寮村窪蓄區位的空間分布，並優選毗鄰道路之窪蓄區位，探討其營造多功能埤塘之可行性，表 2 為本研究採用之相關圖資。

表 2 研究材料表

Table 2 Information of materials used in this study

圖資名稱	時間	空間解析度	來源	用途
DEM	2003	5 m×5 m	農林航測所	地文水文分析
土地利用	2008	—	國土測繪中心	土地使用類別
氣象資料	2003 ~ 2012	—	中央氣象局日月潭測站	水收支分析

3. 研究方法

(1) 水收支分析

以中央氣象局 2003~2012 年之日月潭測站氣象資料，分析月平均輻射量、氣溫、相對濕度、降水量、蒸發量、風速等資料，依據 Thornthwaite 與 Mather(1955)之氣候分類法，分析試區之氣候類型。Thornthwaite and Mather 氣候分類法之乾濕氣候界限與氣候副型如表 3 及表 4 所示。Thornthwaite 與 Mather 定義濕潤指數(Im)如下：

$$Im = Ih - Id$$

$$Ih = 100 \frac{S}{Pe}$$

$$Id = 100 \frac{D}{Pe}$$

$$Im = 100 \frac{P - Pe}{Pe}$$

式中：

Ih 為濕度指數(humidity index)

Id 為乾旱指數(aridity index)

S 為剩水量(S=P-Ae)

D 為缺水量(D=Pe-Ae)

P 是降水量
Ae 是實際蒸發散量
Pe 是潛在蒸發散量

表 3 氣候分類與 Im 對照表

Table 3 Climate type and its Im value

氣候類型		Im
A	過濕	≥ 100
B4~B1	濕潤	80~100
		60~80
		40~60
		20~40
C2	潤次濕	0~20
C1	乾次濕	-33.3~0
D	半乾燥	-66.7~33.3
E	乾燥	-100~-66.7

表 4 氣候分類副型與 Id 對照表

Table 4 Type of sub-climate and its Id value

潤濕氣候(A, B, C2)	
副型符號及定義	Id數值
r少量或全無缺水	0~10
s中度的夏季缺水	10~20
w中度的冬季缺水	10~20
s2 大量的夏季缺水	>20
w2 大量的冬季缺水	>20
乾燥氣候(C1, D, E)	
副型符號及定義	Id數值
d少量或全無剩水	0~16.7
s中度的夏季剩水	16.7~33.3
w中度的冬季剩水	16.7~33.3
s2大量的夏季剩水	>33.3

(2) 窪蓄區位萃取

窪蓄區位萃取是利用高差法(Jenson and Domingue,1988)結合斜面法計算集水區初始流向，再以源頭追蹤法萃取水系網，經計算中下游網格高程大於上游網格者視為窪蓄區位，再搭配所萃取之水系網，可區分為河道與坡面窪地區位，且因窪蓄所在區位不同，

其治理方式與設施配置目的亦不相同；例如：攔河堰、防砂壩或其他河道橫斷構造物均屬於河道型窪蓄區位設施配置的優良場址，而坡面型窪蓄區位則為可提供有效蓄水與滯洪沉砂設施的場址。

此外，由於道路通過時，其截排水功能會改變坡面之流向，因此若於道路沿線配置窪蓄區位，除可匯集原集水區之逕流外，亦可由道路邊溝排水匯集其他集水區之逕流，圖 2 即為道路通過後，流向改變前後集水面積變化之示意圖。

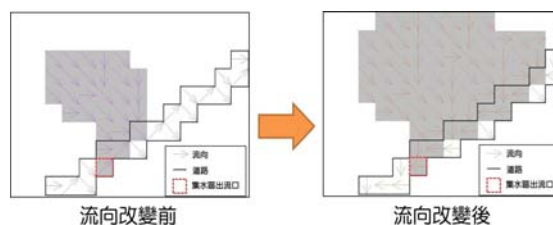


圖 2 道路截流增加窪蓄區位集水面積

Fig. 2 Watershed size of the depression site increased due to road interception

若能善加利用道路沿線之窪蓄區位，除可作為邊溝排水之跌水設施外，亦可防止路面逕流冲刷下邊坡，造成邊坡破壞，另可將所蓄之水資源於旱季時提供農業灌溉使用，且可供為動、植物之生活棲地，以達到兼具生活、生產、生態及水資源保育與防災之農塘規劃模式(圖 3)。



圖 3 毗鄰道路邊坡之窪蓄區位營造示意圖
Fig. 3 Space construction of the depression site
nearby the road

結果與討論

1. 水收支分析

本區氣候類型屬於「過濕」，氣候副型為「少量或無缺水」，整年需水量為 795.13 mm，降水量為 2,540.86mm，剩水量為 1,745.73 mm，濕潤指數為 219.55(表 6)，主要剩水月份為 4~9 月，降雨量夏季多於冬季(表 5)。由分析結果可知炭寮村之水資源相當豐富，無明顯旱季，應無缺水情形，但因夏天雨勢急，逕流量大，全村土質又屬保水性較差的紅壤，加上該村主要土地利用類別為需水灌溉之農作(66.35%)，故實際上於冬季乾旱時期仍有缺水情形，因此若能將豐沛的雨水留蓄再利用，將能解決旱季灌溉用水短缺的問題，綜合上述，可將本樣區之埤塘主要功能定位在蓄水灌溉為主，而沉砂、滯洪及水源涵養為輔。

表 5 炭寮村水平衡表
Table 5 Water balance of Tan-Liao village

項目	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	總計
可能蒸發散 (mm)	61.47	63.18	65.19	64.56	69.9	67.34	72.59	70.56	67.84	66.24	64.05	62.2	795.13
降水量(mm)	52.77	59.07	99.69	178.08	319.61	476.64	472.84	435.46	285.44	58.02	73.01	30.23	2540.86
貯水變化 (mm)	-8.7	-4.11	34.5	10.27	0	0	0	0	0	-8.22	8.22	-31.97	0
土壤貯水 (mm)	59.34	55.23	89.73	100	100	100	100	100	100	91.78	100	68.03	0
實際蒸發散 (mm)	61.47	63.18	65.19	64.56	69.9	67.34	72.59	70.56	67.84	66.24	64.05	62.2	795.13
缺水量(mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
剩水量(mm)	0	0	0	103.24	249.71	409.3	400.25	364.9	217.6	0	0.73	0	1745.73

表 6 炭寮村氣候類型

Table 6 Climate type of Tan-Liao village

需水量 (mm)	夏季需 水量之% (mm)	降水量 (mm)	剩水量 (mm)	缺水量 (mm)	剩水量對 需水量% (mm)	缺水量對 需水量% (mm)	潤度指數 (Ih)	乾燥 指數 (Ia)	濕潤 指數 (Im)	氣候型	類別
795.13	26.47	2540.86	1745.73	0	219.55	0	219.55	0	219.55	B2'Aa'r	亞熱帶 過濕

2. 窪蓄區位萃取

炭寮村共可萃取出55處天然窪蓄區位，總面積為 36,625 平方公尺，有道路通過者共 2 處(表 7)，其中以編號 2 之體積與窪蓄集水面積皆大於編號 1，且改變流向之集水面積遠大於編號 1 窪蓄區位，因此選擇編號 2 之窪蓄區位進行水資源涵養與防災及景觀生態營造。

表 7 樣區道路沿線窪蓄點位

Table 7 Depression sites nearby the road

點位 編號	面積 (m ²)	平均 深度 (m)	體積 (m ³)	集水面積(m ²)	
				道路流向 改變前	改變後
1	25	1	25	2850	3075
2	175	1	175	47175	89475

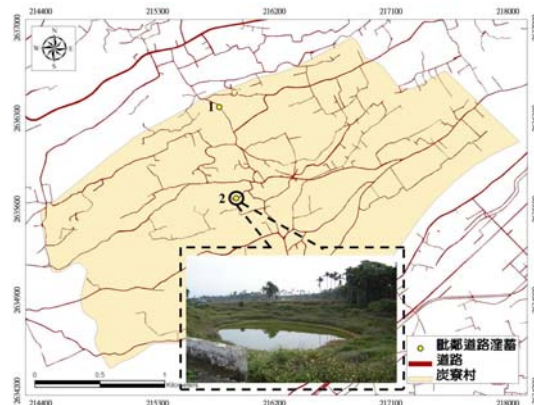


圖 4 研究區位

Fig. 4 Location of the study

4. 初步規劃分區配置

原有窪蓄區位為一埤塘，水源來自地表逕流與降雨時蓄留的雨水，主要供作農作灌溉用水，因所蓄留的雨水不足以應付灌溉之用，再加上底部無防漏設施，實際上僅有少量雨水可蓄留於埤塘內，據當地民眾表示該埤塘於天氣炎熱或旱季時會出現乾涸見底，其灌溉利用率極低。

埤塘周邊主要是由草本植物所構成，優勢種為紫花霍香薊與大花咸豐草。東側草地往外側延伸的相鄰區位主要為開墾地，分別栽植檳榔、茶樹及小面積的鳳梨；埤塘周圍的人工建物則包括村落民宅、廟宇、社區活動中心、廣場與戲台。現場植生除了草地比較自然外，其餘均為人工栽植的樹種，並無雜木林。由上述可知樣區自然景觀相當豐富，將針對埤塘周邊空間進行初步規劃配置，主要以生態保育為主軸，新設環湖步道提供民眾親近水域棲地觀察埤塘生態，又不會踐踏干擾其水域棲地；增設瞭望空間供聚落民眾或遊客休憩，因開放空間在農村裡具特別的重要性，不但是村民聚會聯繫情感、過路旅客暫時歇腳、社區空間景觀及意象的一部分，同時也是動植物生存的空間(陳榮俊等，2004)；茶園及鳳梨園等開墾地旁則規劃配置小型綠帶，以增加安全緩衝空間，減緩農藥、肥料在土層之傳輸(圖 5)；且由水收支分析可知此埤塘之主要功能在於蓄水，故規

劃於埤塘底部鋪設不透水層，阻隔入滲蓄積雨水供農民灌溉之用，使埤塘充分發揮調節用水之功效，而植栽配置主要以鄉土樹種為主，次為具誘蝶、誘鳥樹種。

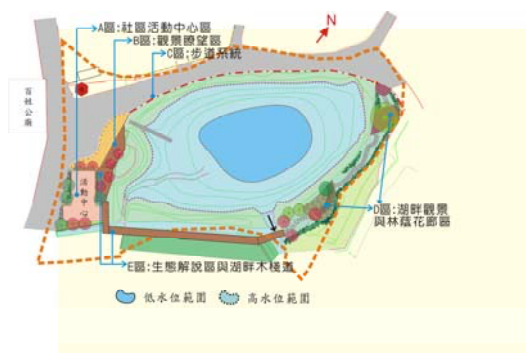


圖 5 初步規劃分區配置圖

Fig. 5 Preliminary planning

(1) A 區：活動中心區

活動中心因其結構體並無損毀，以美化建物外觀為主要設計；並將部分不透水 AC 路面改為透水鋪面配置，以增加土地涵養水源之功能(圖 6)。



圖 6 A 區規劃配置圖

Fig. 6 Configuration of zone A

(2) B 區：景觀瞭望區

社區信仰廟宇之戲台屋頂因已老舊不堪，故規劃將戲台屋頂拆除，重新設計一冠冕造型之戲台屋頂，使其戲台特徵更為顯著，表演者於使用上更具安全性，平日更可做為社區民眾或遊客休憩的空間(圖 7)。



圖 7 B 區規劃配置圖

Fig. 7 Configuration of zone B

(3) C 區：步道系統

道路沿線護欄高度未符合建築技術規範第 45 條第 5 款規定高度，故於護欄上方增設欄杆，將其高度增至一百一十公分以上(法務部，2013)，以維護民眾活動之安全(圖 8)。



圖 8 C 區規劃配置圖

Fig. 8 Configuration zone C

(4) D 區：湖畔景觀與林蔭花廊區

因該區緊鄰鳳梨栽種區，土壤遭人為干擾程度大，當暴雨來時容易將鬆動的土壤帶入埤塘，故於靠近鳳梨園區位配置一小型灌木區作為緩衝綠帶，以減緩土壤直接流入埤塘，並可減緩鳳梨園施灑的農藥或肥料直接滲入水域造成水質汙染問題(圖 9)。

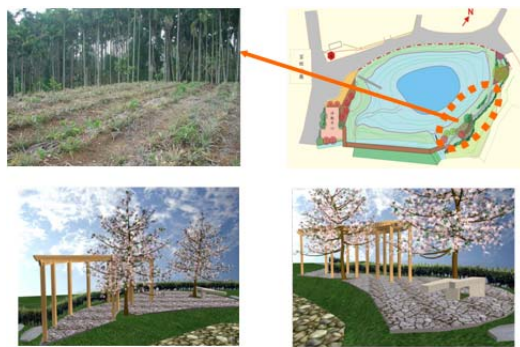


圖 9 D 區規劃配置示意圖

Fig. 9 Configuration of zone D

(5) E 區：生態解說區與湖畔木棧道

廁所因其建物外觀老舊且設施已不堪使用，因此規劃拆除廁所增設木作觀景台，並結合生態教育解說，形塑多元使用空間，同時強化當地人文景觀，增加社區對埤塘之認同意識，再以木棧道型式延伸至東北側賞景綠地，除可提供民眾親近水域，停留於棧道上觀察埤塘生態外，更可將埤塘南北側景觀串聯，構成埤塘完整的水岸景觀(圖 10)。



圖 10 E 區規劃配置示意圖

Fig. 10 Configuration of zone E

結論與建議

本研究透過景觀規劃的手法與生態設計的原則，結合炭寮村的社區資源，重新配置其綠帶與藍帶資源，另因道路通過埤塘，經由道路邊溝排水可擴大其集水面積，以增加埤塘水資源之利用，於當今水資源缺乏之際，應可作為水資源管理者參考。除可創造該埤塘多元化的使用功能，亦可達到資源活化再利用的價值。

本埤塘之主要功能為蓄水，平時可維持一定水量於埤塘中，得以提供附近生物穩定的水源，建議相關管理單位可結合該地社區發展協會力量，將本埤塘推廣為兼具觀光休閒與生態環境戶外教學場址。

本研究僅就埤塘水域周邊進行空間規劃配置，未來應可進一步模擬配置效益，並於埤塘水域邊栽植一些濱水及挺水植物，不但可以增加水域空間的景觀性與生態多樣性，同時也可以作為水質淨化用途。

參考文獻

1. 王宥鈞(2010),「景觀規劃應用於生活整合型流域治理之模試探討-以高雄典寶溪為例」,國立高雄大學都市發展與建築研究所碩士論文。
2. 法務部(2013),「建築技術規則建築設計施工編」。
3. 林昭遠、張嘉琪、鄭旭涵(2010),「集水區窪蓄區位自動萃取之研究」,水土保持學報,第四十二卷,第二期,第137-150頁。
4. 侯錦雄、陳宏宇、林文毅(2005),「農村水環境的景觀復育與生態設計」,中華水土保持學報,第三十六卷,第四期,第401-412頁。
5. 郭瓊瑩(2009),「自世界遺產之新向度看桃園埤塘文化景觀保存與活化」,2009年桃園縣城鄉發展論壇。
6. 陳榮俊、黃振原、翁志誠(2004),「農村景觀及生態建設的新作法」,農政與農情,第144期,第59-70頁。
7. 廖朝軒(2003),「雨水資源利用技術」,看守台灣季刊,第5卷,第3期,第34-37頁。
8. Thornthwaite, C.W. and J.R. Mather (1955), The Water Balance, Public Climate, 8 (3): 86.
9. Jenson, S.K. and J.O. Dominique (1988), "Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis," Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54(11): 1593-1600.

102 年 06 月 25 日收稿

102 年 06 月 30 日修改

102 年 07 月 01 日接受

水土保持學報 46 (1): 917 – 926 (2014)

Journal of Soil and Water Conservation, 46 (1): 917 – 926 (2014)