

# 不同土地開發類型滯洪設施之探討

朱志民<sup>(1)</sup> 林政侑<sup>(2)</sup>

## 摘要

近年受氣候變遷影響下，強降雨長延時的暴雨易造成坡地災害，加上坡地之過度開發，成為控制坡地災害的一大挑戰，工程上滯洪沉砂池常為減免坡地災害有效的方法之一。傳統滯洪沉砂池設計，依據水土保持技術規範規定之重現期距降雨量、排放速率及土砂控制等設計量體與排放口，因此平時可貯留之雨水僅為少量的沉砂空間，然山坡地一般水源取得不易，如何增加一般經常性雨量時之貯留利用，為水資源有效利用之重要課題。本研究以土地蓄洪之概念，利用土壤與兩期土地利用(1995 及 2009 年)等圖資，推估台中都會公園及中部科學工業園區等樣區之 SCS 曲線值(CN 值)，據以計算開發前後之最大蓄水變化，並比對兩個樣區目前滯洪池之量體。結果顯示，台中都會公園開闢後較開闢前多為農地使用時之最大蓄水量大；中部科學工業園區開闢後，最大蓄水量則降低；兩樣區目前滯洪量體皆大於因土地開發利用減少之蓄水量。中部科學工業園區因滯洪池量體較大，建議設置可調節之排放口，於非雨季時，增加呆水位及入滲，兼具基地保水、水資源再利用或為遊憩空間之使用。

(**關鍵詞**：大肚台地、滯洪池、SCS 曲線值)

## Discussion of detention facility with different land development type

*Chu Chi Min*<sup>(1)</sup> *Lin Cheng Yo*<sup>(2)</sup>

Graduate student<sup>(1)</sup>, Ph. D. student<sup>(2)</sup>, Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan,

## ABSTRACT

Slope land control has become an even more challenging work in recent years due to slope land over development and rainfall with long duration and intensity, which is enhanced by climate change. In engineering aspect, detention and settling pond has always been considered as an efficient method to reduce slope land disasters, but nowadays, as the new concept of hydrology statistics being introduced, the traditional design of detention and settling pond, the volume and discharge hatch of return period, discharge ratio and sediment control, which are ruled to take Technical Regulations for Soil and Water Conservations as reference, can only supply a few detention capacity when facing current circumstances. Therefore, to increase

---

<sup>(1)</sup> 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生(通訊作者 e-mail : andy0810.chu@gmail.com)

<sup>(2)</sup> 國立中興大學水土保持學系博士班研究生

detention capacity during ordinary rainfall event in rainfall-capture-difficult slope land, has become one of the crucial issue in water source efficient utility. In order to compare the change of potential maximum retention between difference development situations, the soil and two period landuse maps (in 1995 and 2009) were used to evaluate the SCS curve number and potential maximum retention in Taichung Metropolitan Park and Central Taiwan Science Park in Dadu terrace. The results show that the maximum potential detention calculated according to data in 2009, after park construction is introduced into Taichung Metropolitan Park, is greater than the calculation which is done according to data in 1995, before all farm lands being converted to park constructions. The ground surfaces of Central Taiwan Science Park are almost impervious pavement, which are constructed along with the development of Taichung Science Park in 2003, therefore the potential maximum retention in 2009 is lower than in 1995. In addition, according to comparison of potential maximum retention between original and present situation, the results show the volume of detention pond was enough to storage flood. Besides, the detention pond volume of Central Taiwan Science Park is considered as a relatively large one, applying an adjustable discharge hatch is advised to increase the dead storage level and infiltration for soil water content storage, water resource reuse, and recreation.

(**Keywords** : Dadu terrace, Detention pond, SCS curve number)

## 前言

山坡地過度開發常造成地表逕流及土壤流失大幅增加，威脅中下游附近居民生命財產之安全，是以近年對於滯洪池的設置日益重視，希望藉由上游地區之蓄洪滯洪，貯留突增之地表逕流，容許流量下讓洪水量體緩緩排放下游，避免短時間造成中下游排水系統過度的負擔釀成災害，山坡地之開發與滯洪池設置有其重要相關性。

大肚台地因開發過度使東側之台中市區或西側之沙鹿、龍井一帶常造成淹水，2012年的蘇拉颱風過境台中沙鹿區，造成市區淹水及大肚山坡土石嚴重流失(黃玉燕，2012)；臺中市水利局啟動大肚山整體治理計畫，並從落實山坡地管理做起(李梅金，2014)，水利

局亦針對大肚山西側地區的排水工程建設進行全面檢討，並爭取「南山截水溝」之構築，希望減少淹水災害之發生(陳淑芬，2012)。

林忠明(2013)為解決朴子溪淹水問題，以義仁橋集水區為樣區，沿其主河道掃描農地之開墾率，可篩選出 A、B、C 等 3 處管理分區，配合美國土壤保育中心(SCS)之曲線值(CN)可知各區水源涵養之良窳情形，最後依據各管理分區之需求提出適宜之水源涵養策略。藉由 CN 值計算各集水區單位面積所增加之逕流量，做為營造滯洪量體檢算之依據。

近年來台灣極端降雨有增加之趨勢，造成災害亦相對增加也更為嚴重(王嘉和，2008)，坡地開發滯洪沉砂池的設置為減免洪氾之重

要工程方法(曾志銓, 2001; 林柏宏, 2006; 劉女秀廷, 2008), 而目前之滯洪沉砂池設計皆利用水保技術規範之合理化公式方法計算量體, 本文將利用 CN 值配合蓄洪代替滯洪概念, 比對位於大肚台地的中部科學園區(台中園區原台中市部分)及台中都會公園之滯洪池量體等二個樣區。

## 研究流程

本研究藉由水土保持局 2005 年土壤類別與國土測繪中心 2009 及 1995 年土地利用情形, 進行對照後給定樣區之 SCS 曲線值與土地利用之開發情形, 再由集水區內的 CN 值計算最大蓄水量; 再假設樣區最原始未開發情況, 利用其 CN 值計算未開發時之最大蓄水量, 比對不同年度不同開發程度之最大蓄水量之變化, 減少部分即為增加之地表逕流, 針對增加之地表逕流與現有滯洪池容量比較, 檢討二種不同算法之結果。

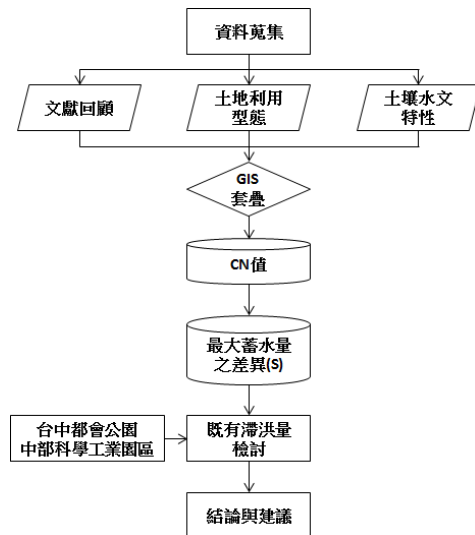


圖1 研究流程圖

Fig. 1 Study flowchart

## 材料與方法

### 1. 研究樣區

#### (1) 台中都會公園

台中都會公園位於台中市大肚台地, 面積 88 公頃, 臺中地區的大肚山丘陵台地北起大甲溪南岸, 南至大肚溪北岸, 位於臺中盆地西側, 以平緩的坡面與之相接, 西面以陡峭的山崖與海岸平原分隔, 南北總長約 20 公里, 東西寬平均約 7 公里, 作北北東向南南西之延長方向, 地跨原臺中市與前臺中縣的分界, 南段、中段東側隸屬於原臺中市; 南段、中段西側與北段全部隸屬於前臺中縣, 兩者大致以台地的最高嶺為分界線(營建署, 2013)。



圖 2 台中都會公園航照圖及滯洪池區位

Fig. 2 Aerial photo and detention pond in Taichung Metropolitan Park

#### (2) 中部科學工業園區

中部科學工業園區開發建設工程於民國九十二年七月起展開, 針對土地使用、交通運輸、水電及電信、雨污水處理與排放、廢棄物處理等相關建設工程進行規劃, 配合產業未來整體發展需要, 提供高科技產業優質

之環境，鼓勵研究發展及製造高科技工業產品，進而帶動科技產業技術提昇，促進中部地區產業之升級，並形成中部高科技產業新聚落。中部科學工業園區包括台中園區、后里園區、虎尾園區、二林園區及中興新村高等研究園區共計五處，總開發面積約 1708 公頃。台中園區有八個集水區，對應出八個滯洪池，滯洪沉砂體積共約 41 萬立方公尺。

本研究因僅取得中科台中園區原台中市部分之水土保持計畫可供對照，故以此部分為研究樣區，對應有五個滯洪池。《水土保持技術規範》的滯洪設計標準是重現期距 50 年以上之洪水，中科則是更嚴謹採 200 年重現期距，其調節量以 5 年重現期距(其中滯 3 及滯 6 為 1 年)，增加滯洪的效能，並減低對周邊排水系統的負荷。基地經過水文、地質及地形的整體分析後，會劃分出不同面積的集水區，每區雨後的地表逕流都會從高點順著縝密規劃的截流溝、道路側溝、箱涵及排水明溝，有次序地由小到大流入各自的滯洪池，經過調節和沉砂處理，再安全地排放至基地外的下游水系。由於滯洪池採生態工法，結構設計屬於土石壩，也有可能出現水滿過土堤的溢堤現象。因此每個滯洪池中都設置監測系統，以 GPRS 無線傳輸系統上傳資料，透過電腦及時監控水位變化，以確保滯洪池的池體安全(中部科學工業園區，2008)。



圖 3 中部科學工業園區航照圖及滯洪池區位

Fig. 2 Aerial photo and detention pond in Central Taichung Science Park

## 2. 研究材料

利用美國土壤保育中心 (Soil Conservation Service, SCS) 所提供之方法來繪製 CN 值空間分布圖，需有土地利用與土壤質地資料 (SCS, 1972; 1973)。而水保局提供的資料有土壤質地、土型、土壤深度、土相、土壤等，其中 SCS 的 CN 值轉換則需要土壤質地及土壤水文特性。國土測繪中心的土地利用資料為土地利用分類，總共有九大類：農業使用、森林使用、交通使用、水利使用、建築使用、公共使用、遊憩使用、礦鹽使用以及其他使用等九種，利用九大類的子項目共 103 類來轉換 SCS 的 CN 值。

表 1 研究材料  
Table 1 Study material

資料名稱	時間	空間解析度	來源	用途
DEM	2004	5mX5m	地政司	地形分析
土壤類別	2005	1/5000	水保局	CN 值推估
土地利用	2009/1995	1/5000	國土測繪中心	CN 值推估

### 3. SCS 方法

此法由美國土壤保育中心 (Soil Conservation Service, SCS) 首創，美國土壤保育中心為目前美國自然資源保育中心 (National Resources Service, NRCS) 的前身。其原理、方法如下：

集水區降雨損失量之推求，為水文分析中推估逕流之重要基礎工作。在損失量之推求過程中，降雨特徵、土壤種類、土壤含水量、地形、土地利用與地表覆蓋等皆為重要之影響因子。其 SCS 法假設

$$\frac{P}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad \text{----式(1)}$$

(Soil conservation Service, 1972)

式(1)中，

P：降雨總量(mm)。

I<sub>a</sub>：初期降雨損失量(含入滲、滯蓄、截流等，mm)，即發生降雨後至地表逕流開始之前的降雨量。

P<sub>e</sub>：有效降雨總量(mm)。

S：集水區最大蓄水量(potential maximum retention，mm)，其值之大小受土壤特性、水文臨前狀況、土地利用狀況與水土保持工程措施等因素所影響。

由 CN 值與 S 間之關係表示方式，可由美國土壤保育中心將集水區最大蓄水量 S 值，

轉換為曲線值 CN 之關係經驗式如下：

$$S_{(inch)} = \frac{1000}{CN} - 10 \dots \dots \text{英制} \quad \text{----式(2)}$$

$$\text{或 } S_{(mm)} = \frac{25400}{CN} - 254 \dots \dots \text{公制} \quad \text{----式(3)}$$

(Soil conservation Service, 1972)

式中 CN 值稱為曲線值(curve number，無因次)，為土壤類別、水文臨前狀況、土壤利用狀況與水土保持工程措施等因素所影響 (McCuen, 1982)。

由於台灣土壤質地分類編號為 0 至 9 類，而美國農業部 (United States Department of Agriculture, USDA) 自然資源保育中心 (National Resources Service, NRCS) 利用 SCS 方法將土壤分為四類。由於兩種分類形式不同，為能夠將 CN 值資料整合，利用水土保持局土壤質地分類表與本研究樣區土壤質地與土壤水文類別，轉換對應至 SCS 的土壤分類系統中 A、B、C、D 四類(見表 2)。其中 A 類型表示滲水性良好之土壤，不易產生直接逕流；而 D 類型表示滲水性最低的土壤，即該為至最容易因滲水性不佳而產生直接逕流。以土壤分類直接與土地使用類別圖資合併套疊，製成曲線 CN 值之表格(表 3)，可得集水區 CN 值之空間分布。

表 2 水土保持局土壤分類及對應之 SCS 土壤分類

Table 2 Soil category of SWCB and the corresponding that of SCS

分類	水土保持局土壤質地分類	SCS 土壤分類	最低滲透率(mm/hr)
0	粗砂土、砂土		
1	細砂土、壤質砂土、壤質粗砂土	A	7.6~11.4
2	壤質細砂土、粗砂質壤土、砂質壤土、細砂質壤土		
3	極細砂土、壤質極細砂土、極細砂質壤土		
4	坊質壤土、坊土	B	3.8~7.6
5	壤土		
6	砂質黏壤土	C	1.3~3.8
7	黏質壤土、坊質黏壤土	D	0~1.3
8	坊質黏土、砂質黏土		
9	黏土		

(資料來源：水土保持局，1995；盧惠生，1994)

表 3 SCS 法之曲線值

Table 3 Curve number of SCS

SCS 土壤分類	土地使用的			
	A	B	C	D
建地	74	84	90	92
針葉林	25	55	77	77
地表水	94	93	95	96
旱田	62	71	78	81
公園、墓地	39	61	74	80
荒地	25	55	70	77
濕地	77	86	91	94
闊葉林	92	93	94	95
水田(稻作)	36	60	73	79
果園(果樹)	70	79	84	88
其他林地	45	66	77	83
	38	62	74	80

(資料來源：Dunne and Leopold, 1978)

#### 4. 蓄洪量體檢算

土地利用改變前即為「開發前」，土地利用改變後稱「開發後」。而開發程度 CN 值之求得，就研究樣區為天然林區，原本土地利用分類假設為天然林區之闊葉林為開發之土地，該 CN 值依 SCS 土壤分類可分為四類，

故應有四種 CN 值；而已開發之土地利用就開發之類型，分別亦有四種 CN 值。在土地利用開發後，其土壤應為原本之性質，假設土壤性質不變的情況下，該 CN 值大小就會隨著土地利用開發情形而改變，而土地利用的開將會衍生改變逕流量變化。若得知土地變化 CN 值之大小，由 CN 值之公式，可求出 S 最大蓄水量，將各滯洪池區位之集水範圍，假設原本為天然林區之闊葉林與現況的土地利用之最大蓄水量體相減，可得因土地開發而增加之逕流量(林昭遠等，2014)。

## 結果與討論

由美國 SCS 法為基礎，作為計算入滲與檢討地表逕流之方法，採取台中都會公園與中部科學工業園區土壤類別及土地利用等圖資，利用地理資訊系統套疊轉換為實際 CN 值的空間分布。

### 1. 台中都會公園

台中都會公園樣區依 SCS 土壤分類，大部分屬土壤滲透率最差的 D 類(見圖 4)，2009 年時土地利用因都會公園開闢，故大都屬公



園使用占 94.9%(見圖 5)，1995 年則為旱田占 55.37%及荒地占 42.12%為主(見圖 6)，圖 7 則假設原本皆未開發之闊葉林狀況。其土地利用統計見表 4。

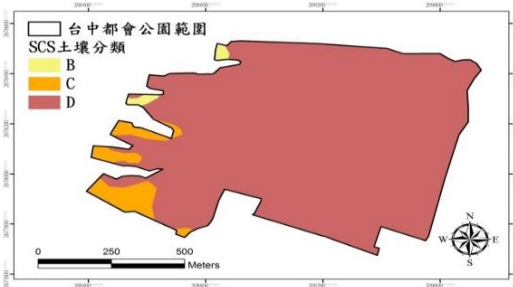


圖 4 台中都會公園土壤類型之空間分布  
Fig. 4 Spatial distribution of soil category in Taichung Metropolitan Park

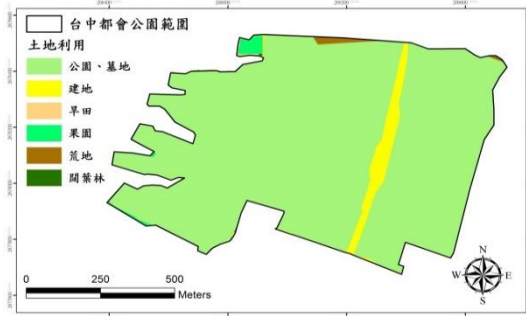


圖 5 2009 年台中都會公園土地利用之空間分布

Fig. 5 Spatial distribution of land use in Taichung Metropolitan Park in 2009

由圖 10 得知雖然原始狀況假設為天然闊葉林，其 CN 值也高達 60 以上，主要因為紅土地其土壤類別皆屬於低滲透率的 D 類，

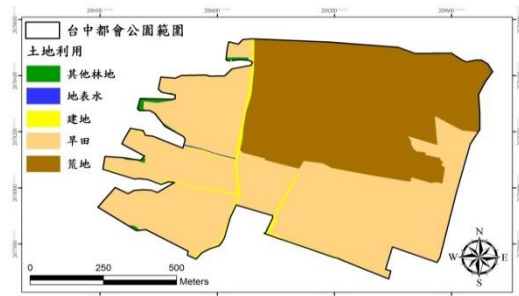


圖 6 1995 年台中都會公園土地利用之空間分布

Fig. 6 Spatial distribution of land use in Taichung Metropolitan Park in 1995

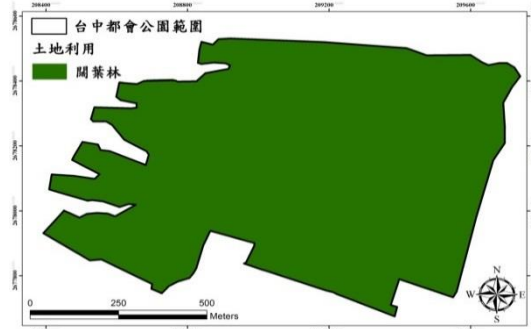


圖 7 台中都會公園土地利用原始假設狀態  
Fig. 7 Spatial distribution of land use (pre-development) in Taichung Metropolitan Park

即使開發成公園其 CN 值大部分落在 70 上下(見圖 8)，1995 年當時的 CN 值則因土地利用情形有明顯的差異分布(見圖 9)。

表 4 台中都會公園土地利用統計

Table 4 Statistic of land use type in Taichung Metropolitan Park

土地利用類別	2009 年		1995 年		原始假設	
	面積(ha)	比例(%)	面積(ha)	比例(%)	面積(ha)	比例(%)
建地	2.80	3.63	1.47	1.90	--	--
地表水	--	--	0.06	0.08	--	--
旱田	0.11	0.14	42.72	55.37	--	--
公園、墓地	73.22	94.90	--	--	--	--
荒地	0.40	0.51	32.50	42.12	--	--
闊葉林	0.01	0.01	--	--	77.16	100
果園	0.62	0.80	--	--	--	--
其他林地	--	--	0.40	0.52	--	--
合計	77.16		77.16		77.16	

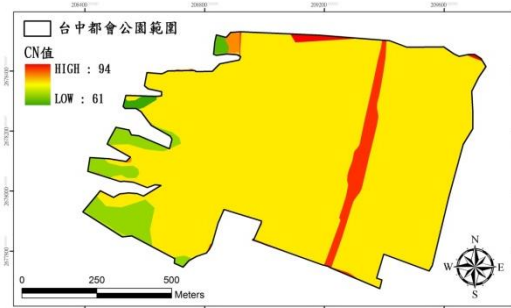


圖 8 2009 年台中都會公園 CN 值之空間分布  
Fig. 8 Spatial distribution of curve number in Taichung Metropolitan Park in 2009



圖 10 台中都會公園 CN 值原始假設狀態  
Fig. 10 Spatial distribution of curve number (pre-development) in Taichung Metropolitan Park

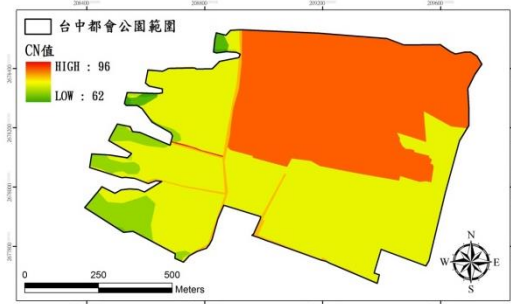


圖 9 1995 年台中都會公園 CN 值之空間分布  
Fig. 9 Spatial distribution of curve number in Taichung Metropolitan Park in 1995

## 2. 中部科學工業園區

中部科學工業園區(原台中市部分) 假設全部原始土地情形為天然林區之闊葉林(見圖 14), 2009 年工業園區開發後大部分為建地占 69.62%, 公園占 26.82%(見圖 12), 1995 年則



大部分旱田占 87.42%(見圖 13)，詳細土地利用情形請參考統計資料表(見表 5)。

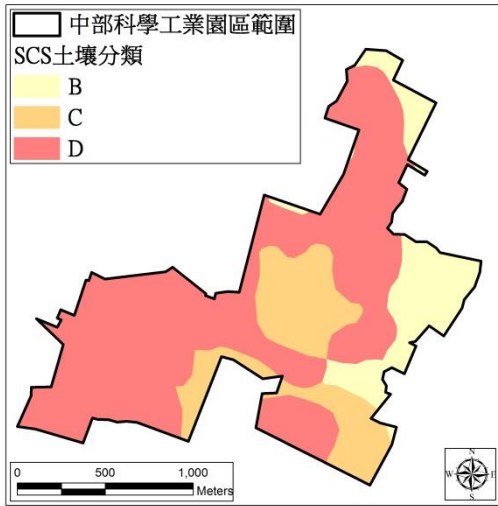


圖 11 中部科學工業園區土壤分類之空間分布

Fig. 11 Spatial distribution of soil category in Central Taichung Science Park

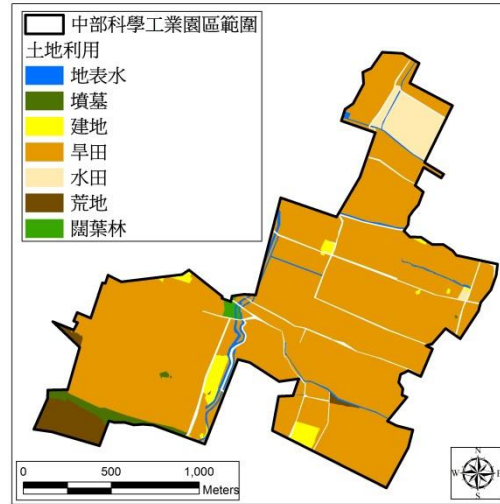


圖 13 1995 年中部科學工業園區土地利用之空間分布

Fig. 13 Spatial distribution of land use in Central Taichung Science Park in 1995

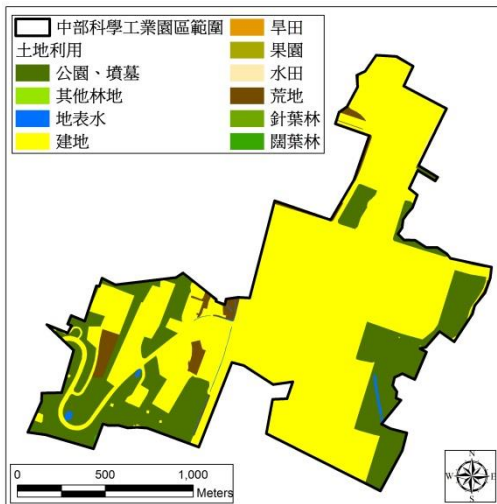


圖 12 2009 年中部科學工業園區土地利用之空間分布

Fig. 12 Spatial distribution of land use in Central Taichung Science Park in 2009



圖 14 中部科學工業園區土地利用原始假設狀態

Fig. 14 Spatial distribution of land use (pre-development) in Central Taichung Science Park

表 5 中部科學工業園區土地利用統計

Table 5 Statistic of land use type in Central Taichung Science Park

土地利用類別	2009 年		1995 年		原始假設	
	面積(ha)	比例(%)	面積(ha)	比例(%)	面積(ha)	比例(%)
建地	171.79	69.62	5.22	2.11		
地表水	1.06	0.43	4.57	1.85		
旱田	0.02	0.01	215.69	87.42		
公園、墓地	66.18	26.82	3.43	1.39		
荒地	7.12	2.89	7.92	3.21		
闊葉林	0.09	0.04	0.80	0.33	246.74	100
水田	0.35	0.14	9.12	3.69		
果園	0.12	0.05				
其他林地						
合計	246.74		246.74		246.74	

中部科學工業園區 1995 年時開發型態大部分為旱田，而 2009 年工業園區開發後大部分為建築物，經 GIS 地理資訊系統套疊轉換所得之 CN 值比較，明顯可看出 2009 年較 1995 年平均高出許多(見圖 15、16)，主要為因土地利用不同造成明顯差異，圖 17 則是假設原始狀況為天然闊葉林所得之 CN 值。

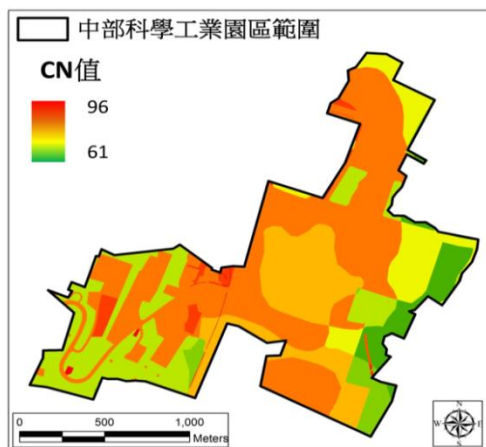


圖 15 2009 年中部科學工業園區 CN 值之空間分布

Fig. 15 Spatial distribution of curve number in Central Taichung Science Park in 2009

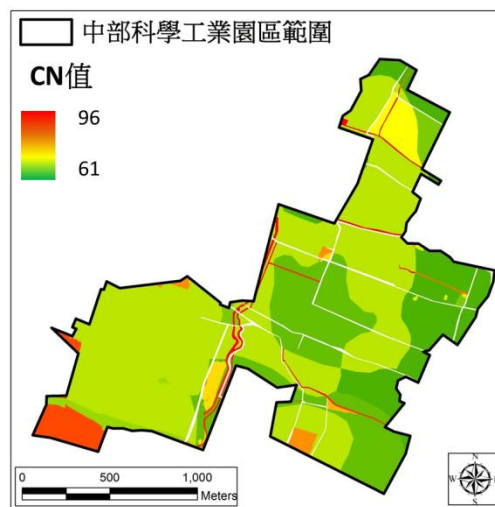


圖 16 1995 年中部科學工業園區 CN 值之空間分布

Fig. 16 Spatial distribution of curve number in Central Taichung Science Park in 1995

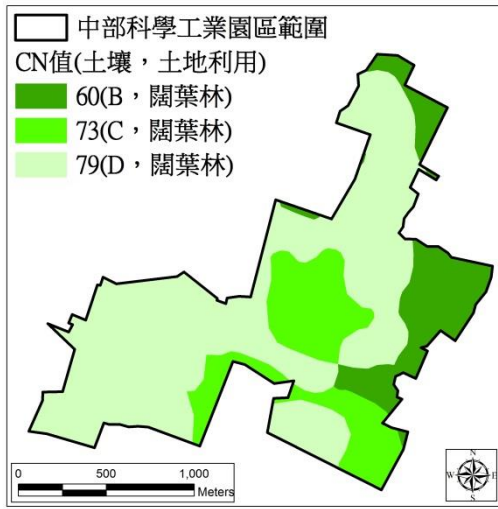


圖 17 中部科學工業園區 CN 值原始假設狀態

Fig. 17 Spatial distribution of curve number (pre-development) in Central Taichung Science Park

### 3. 最大蓄水量與逕流量之檢算

由 CN 值可求得每一網格之蓄水量，累加集水區內網格面積乘以其對應之蓄水量即為該區最大蓄水量；不同時期的最大蓄水量之差即為所增減之逕流量，逕流增加量與滯洪池量體比較可知現有滯洪池量體是否充足，計算結果見表 6。

若最大蓄水量皆以原始假設為闊葉林時最佳，在台中都會公園部分，2009 年當時因公園開闢完成最大蓄水量較 1995 年增加 16,946 m<sup>3</sup>，也就是公園之開發減少之表面逕流量，而 2009 年與原始假設相比，增加之表面逕流量為 4,638 m<sup>3</sup>，小於現有滯洪量體 5,683 m<sup>3</sup>。

在中部科學工業園區部分，2009 年當時因工業園區開闢完成最大蓄水量較 1995 年減

少 65,232 m<sup>3</sup>，也就是開發後增加之表面逕流量，而 2009 年與原始假設相比，增加之表面逕流量為 115,655 m<sup>3</sup>，亦小於現有滯洪體 256,049 m<sup>3</sup>。

表 6 不同時期之最大蓄水量體比較結果

Table 6 Comparison result of potential maximum retention between different periods

項目	樣區 時期/差值	台中都會公園	中部科學工業園區
最大蓄水量體 (m <sup>3</sup> )	(1)2009 年	49,060	108,107
	(2)1995 年	32,112	158,530
	(3)原始假設	53,698	223,762
增加之逕流量 (m <sup>3</sup> )	(4)=(3)-(1)	4,638	115,655
	(5)=(2)-(1)	-16,949	65,232
	(6)=(3)-(2)	21,587	50,423
體 洪池 現有 量滯 (m <sup>3</sup> )	--	5,683	256,049

由於兩研究樣區土壤條件多屬入滲較差之 D 類，因此開發後所需設計之滯洪池容量皆足夠，此外中部科學工業園區因設計頻率年採用 200 年，因此滯洪池容量顯得大的許多。

隨著極端氣候事件逐漸頻繁，滯洪池設計有時被要求較高之重現期，廣大之滯洪池平時閒置時，為都市土地取得不易下之另一寶貴空間，中科部分滯洪池部份即為球場之使用，另其他滯洪池平時亦可調節排放口提高呆水位，增加入滲及生態空間，餘裕之水量亦可利用為園區植栽澆灌等之利用，於颱

風暴雨期間即可調控排放口，回復至原設計之滯洪容量，可將滯洪空間更有效之利用。

### 結論

1. 在台中都會公園及中部科學工業園區(台中園區原台中市部分)等兩個大肚台地樣區，現今開發程度相對於假設原始狀態為闊葉林時，以 SCS 曲線法計算所增加之逕流量，皆小於現有滯洪池量體。
2. 中部科學工業園區因滯洪池設計頻率年採用 200 年較水保技術規範 50 年嚴格，其滯洪空間為本研究所採 SCS 方法之 221%。
3. 雨季時滯洪空間若未加利用形成浪費，建議可調控排水口提升呆水位，增加土壤入滲達到基地保水效能，亦可豐富生態空間提供良好棲地環境，同時可有效利用水資源，如中部科學工業園區內之植栽澆灌或救災水源等，於颱風雨季時再調控回原設計之滯洪空間，應可為滯洪設施帶來更有效資源利用之觀念。

### 參考文獻

1. 中部科學工業園區(2008)，「中科志電子書」。
2. 王嘉和(2008)，「氣候變遷與地層下陷對台灣西南沿海地區淹水之衝擊評估」，台灣大學生物環境系統工程學系碩士論文
3. 行政院國家科學委員會(2005)，「中部科學工業園區台中基地(台中市部分)開發計畫 水土保持計畫第二次變更」。
4. 李梅金(2014)，「大肚山治理計畫啟動純建築行為也須設置滯洪設施」，台灣好新聞報。
5. 林忠明(2013)，「因應氣候變遷集水區水源涵養區位之優選與營造」，國立中興大學水土保持學系碩士論文
6. 林昭遠、林忠明、林政侑(2014)，「集水區水源涵養區位優選之研究」，水土保持學報 46 (2): 975 - 986。
7. 林柏宏(2006)，「連續滯洪池之變因研究」。國立中興大學水土保持學系碩士論文。
8. 陳淑芬(2012)，「蘇拉大淹水 中市檢討排水系統」，大紀元。
9. 曾志銓(2001)，「滯洪池最佳化之研究」。國立中央大學土木工程學系碩士論文。
10. 黃玉燕(2012)，「大肚山滾滾泥流 市長勘災防災情擴大」，大紀元。
11. 劉女秀廷(2008)，「坡地農村重劃區保水與滯洪設施配置效益之研究」。國立中興大學水土保持學系碩士論文。
12. 營建署(2013)，[http://tcmp.cpami.gov.tw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=191&Itemid=18](http://tcmp.cpami.gov.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=191&Itemid=18)。
13. Dunne, T., L. B. Leopold (1978), "Water in Environment Planning." Freeman, San Francisco.
14. McCuen, R. H. (1982), "A Guide to Hydrologic Analysis Using Scs Methods," Prentice-Hall
15. Soil Conservation Service (1972), "National Engineering Handbook, section 4, Hydrology," U.S. Dept. of Agriculture, available from U.S. Government Printing

Office, Washington, D.C..

16. Soil Conservation Service (1973), "A method for estimation volume and rate of runoff in small watershed" Technical Paper, 149, USDA-SCS, Washington, D.C..

---

104 年 06 月 22 日收稿

104 年 06 月 28 日修改

104 年 07 月 22 日接受

水土保持學報 48 (3): 1817–1830 (2016)

Journal of Soil and Water Conservation, 48 (3): 1817–1830(2016)