

應用降雨沖蝕指數和降雨資料探討水土保持開發整地之最佳施工月份

陳彥丞⁽¹⁾ 林俐玲⁽²⁾

摘要

由於山坡地開發受地形限制，經常需整地而進行大挖大填之土方工程，而造成於施工時發生嚴重水土流失災害。本研究主要針對水土保持施工期程為三個月內之基地，依據前人研究之十個氣候分區，由相關氣象文獻，歸納出十個分區之雨季及非雨季，且將前人研究十個分區之月平均降雨沖蝕指數結果，統計出降雨沖蝕指數月分配百分比，由上述兩種方法經統計重疊相同月份後，整理出較佳之施工期及應避免之施工期。結果顯示(1).應避免施工期主要集中於 6~9 月，此段期間為台灣梅雨及颱風季節，其為降雨沖蝕指數的月分配百分比最大之區間(2).10~2 主要月為中、南部地區之非雨季，月分配百分比最小之區間，故為較佳施工期(3).東、北部地區 12~3 月為降雨量最少之時期(基隆地區例外)，月分配百分比最小之區間，此為較佳施工期(4).基隆受東北季風之影響，造成全年有雨，故 12~3 月非降雨量最少之時期，但颱風所帶來豪雨之降雨強度較大，亦為降雨沖蝕指數的月分配百分比最大之區間，故應避免施工期為 8~10 月。

(**關鍵詞**：降雨沖蝕指數、氣候分區)

Based on rainfall erosion index and rainfall data to investigate the best construction months for excavation and soil preparation practices

Yen-Cheng Chen⁽¹⁾ *Li-Ling Lin*⁽²⁾

Graduate Student⁽¹⁾, Professor⁽²⁾, Department of Soil and Water Conservation, National Chung-Hsing University, Taiwan

ABSTRACT

Due to the topographical limitation, excavation and soil preparation are necessary during the construction period. These practices usually cause serious soil erosion. The area of three months construction period and ten climate partition set based on literature review were selected as the research regions. According related meteorological literature, rainy and non-rainy seasons were

(1)國立中興大學水土保持學系碩士研究生(通訊作者 e-mail:smallpig177@gmail.com)

(2)國立中興大學水土保持學系教授

partitioned within ten climate set. The monthly rainfall erosion index distributions for ten regions were also constructed. Statistic method was applied to overlapped Rainy and non-rainy season with monthly rainfall erosion index to find out the best construction period and avoiding construction period. The results indicated that (1) June to September is not suitable for construction for all regions. This period is plum rain and typhoon season. There has highest rainfall erosion index distribution. (2) October to February is non-rainy season, is the best construction period in Middle and Southern areas which has least rainfall erosion index distribution. (3) December to March has least rainfall in Eastern, and Northern except Keelung area, which is the best construction period. (4) Keelung area was affected by northeast monsoon and caused annual rainfall. However, during typhoon season, which will bring high rainfall intensity, so it is not suitable for construction from August to October.

(**Keywords** : rainfall erosion index 、 climate partition)

前言

台灣由於地狹人稠，經濟發展迅速，人口快速增加，在平地資源開發已達飽和下，山坡地的開發是無可避免。坡地開發過程中，土地過度開發利用所產生的地表破壞，因地表植被的移除，結構物增加，使得逕流係數及地表不透水鋪面的增加，因而導致逕流量增加及土壤加速沖蝕的問題日益嚴重。此亦造成土壤環境破壞而加速沖蝕問題，故設置供逕流所挾帶泥砂沉積之設施，減少土砂流失及災害是有其必要性。依據水土保持技術規範第九十一條之規定「為攔截或沉積土石，減少土石下移、保護下游土地房舍及公共設施，應設置沉砂設施」。沉砂設施為防止因山坡地開發時造成土壤流失，而影響下游人民財產安全之主要措施。

台灣降雨量充足，根據歷年紀錄估計，台灣地區 1949~1990 年間平均雨量為 2515mm，但約 78%之雨量集中在 6~9 月。台灣各地降雨量分布不平均，降雨強度大且集中，以致於造成各地區降雨及乾旱月份之

分布有極大之差異；降雨為造成土壤沖蝕之最基本動力來源，降下之雨水，因雨滴降落之動力及形成地表逕流於地表之流動動力，而對土壤造成沖蝕之現象，形成土壤流失之情形，故土壤沖蝕主要集中於暴雨期；山坡地開發無論農業使用行為或非農業使用行為，皆會對土壤資源造成破壞，因此本文主要應用氣象文獻及降雨資料，統計以四個月為一組之最大區間及最小區間，整理出雨季及非雨季，並依據台灣降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比，統計以三個月為一組之最大區間及最小區間，綜合其結果統計出較佳施工期和應避免施工期，以利未來水土保持開發時月份之選取，針對水土保持施工之較佳時期及應避免時期，進行各地區開發時之臨時性量體比較，以了解臨時性沉砂池設計之合理性。

材料與方法

研究目的為利用氣象文獻及台灣降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比探討水土保持較佳施工期，並利用較佳施工期探討臨時

性沉砂池之合理性，研究方法及資料收集之步驟，如圖 1 所示，詳細之研究過程如以下各節所述。

一、氣候分區特性

本研究之地區乃依據吳(2003)將全台區分為十個降雨氣候分區；台灣降雨的分布及多寡乃受地形複雜、季風及颱風路徑的影響；每年季風的強弱、颱風侵襲台灣之次數及颱風行經的路線，皆是影響台灣之降雨量多寡之重要因素(洪，2009)；台灣地區之降雨量主要為受季節變化之影響，於冬季時受到東北季風之影響，主要降雨之區域為東北部地區；春季降雨區域主要集中在西北部，夏季因受到西南氣流及颱風之影響，而使得主要降雨區域在西南部及中央山脈，造成台灣降雨之時間及空間的不平均，產生之變化相當大；洪(2009)將台灣的降雨時間分佈分類為冬天(12月~2月)、春天(3~5月)、夏季(6月中~8月)以及秋天(9月~11月)。

十個氣候分區主要依據地理位置及海拔進行劃分；東半部地區依其行政分界劃分為三個氣候區(宜蘭、台東、花蓮)，西半部地區以大肚溪為界，北部平原狹小不似西南部平原廣闊，而且沿海至山麓地帶地勢變化較快，故將新竹、苗栗及台中地區海拔高於1500–2000公尺以上，列屬於中部山區(南投蓮華池)；彰化、雲林、嘉義、台南及高雄地區地勢變化較為平緩，將靠近山麓地帶海拔高於500–1000公尺以上，列屬於中南部山區；十個降雨氣候分區如圖 2 所示。

二、找尋較佳施工期及應避免施工期

本研究利用氣象資料及相關文獻找尋本

研究區以四個月為一組區間之雨季及非雨季，及統計累積三個月之降雨沖蝕指數月分配百分比之最大值區間與最小值區間；綜合上述之方法，可得最大值區間及雨季重疊之月份為本研究之不宜施工期，最小值區間及非雨季重疊之月份為佳施工期。

(一) 依據氣象資料及年降雨紀錄

利用中央氣象局歷年統計之雨量資料及相關文獻，統計出月平均降雨百分比，並整理出本研究十個氣候分區之雨季與非雨季。

1. 依據氣象資料統計本研究蒐集 41 年 (1971~2010)十個氣象分區之月降雨紀錄，

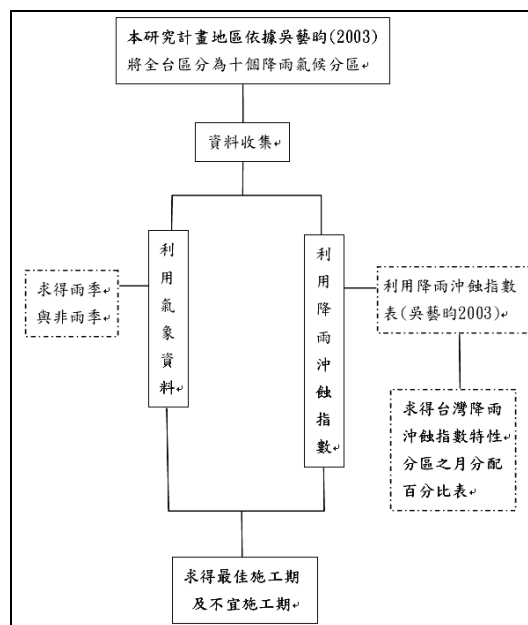


圖 1 研究流程圖

Figure 1 Flow chart of the study

並計算月平均降雨百分比，與相關氣象文獻進行對照，以了解本研究之氣候分區降雨季節分布。



圖 2 十個降雨氣候分區圖(資料來源：吳藝昀，2003)

Figure 2 10 rainfall climate zoning map.(Wu I Yun, 2003)

2.由文獻可知一年分爲四季，而雨季及非雨季多以季節爲區分，其降雨時機又多發生於單一季節及季節與季節交接之時間點，故雨季及非雨季以四個月爲一組區間；雨季爲一年內四個月份累積雨量最大之區間，非雨季爲一年內四個月份累積雨量最小之區間。

(二) 依據降雨沖蝕指數

黃俊德(1979)以全省 200 個雨量站之降雨沖蝕指數月分配百分比爲基礎，將全省具有相同降雨沖蝕指數特性的地區歸納成十二個分區，並計算出各分區之降雨沖蝕指數的月分配百分比。吳藝昀(2003)將基隆、新竹、花蓮及嘉義四地區及相關試區歷年各月之降

雨沖蝕指數予以平均，進而了解月降雨沖蝕指數變化之趨勢。月平均降雨沖蝕指數之計算結果如表 1，表中並加入吳(1997)與陳(2002)實測資料以供比較，求得十個氣象分區的月平均降雨沖蝕指數表。

- 1.本研究方法依據吳藝昀(2003) 求得十個分區的月平均降雨沖蝕指數，整理出降雨沖蝕指數的月分配百分比。
- 2.繪製成降雨沖蝕指數月分配累積百分比，並找出於三個月之降雨沖蝕指數的月分配百分比之最大區間與最小區間。

三、降雨沖蝕指數(Rm)之定義

(一) 單場降雨之計算方式

單場降雨沖蝕量評估方式與一般常用 USLE 相似，最大不同點在於降雨逕流因子 (Rm)，單場降雨主要採用 EI₃₀ 方式計算 Rm，其計算方式如下：

降雨逕流指數的大小代表了降雨及逕流對土壤可能造成沖蝕程度的高低。Wischmeier (1958)經由實測的土壤沖蝕資料發現，土壤沖蝕量與降雨總動能和該場降雨最大 30 分鐘降雨強度之乘積成正相關，並將該乘積命名爲降雨沖蝕指數，且此指數是可以累加的。Wischmeier and Smith(1958)結合雨滴粒徑和速度的數據所提出的計算單位降雨動能之公式如下：

$$e = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I ; I < 76 \text{mm/hr} \quad (1)$$

$$e = 0.283 ; I \geq 76 \text{mm/hr} \quad (2)$$

其中 e = 每公頃單位降雨量之降雨動能 (MJ-mm)

$$I = \text{降雨強度(mm / hr)}$$

降雨總動能 $E(\text{MJ/ha})$ 為每公頃單位降雨量之降雨動能 \times 個別降雨量 $P(\text{mm})$ 加總之後的值，公式如下：

其中 $e =$ 每公頃單位降雨量之降雨動能 $(\text{MJ}\cdot\text{mm})$

$$I = \text{降雨強度 (mm / hr)}$$

降雨總動能 $E(\text{MJ / ha})$ 為每公頃單位降雨量之降雨動能 \times 個別降雨量 $P(\text{mm})$ 加總之後值，公式如下：

$$E = \sum e \times P \quad (3)$$

而降雨逕流因子 (R) 則是降雨之總動能 (E) 乘上連續三十分鐘的最大降雨強度 (I_{30}) ，也就是：

$$R = EI_{30} \quad (4)$$

(二) 有效降雨之定義

通用土壤流失公式中對有效單場降雨的定義為，單場降雨之累積降雨量需超過 12.7mm (或於 15 分鐘內降下 6.35mm 以上的雨量)，且該場降雨與前場降雨之間隔需超過 6 小時以上。凡是不符合上述定義之降雨，其降雨動能不列入降雨總動能的計算。

依據水土保持技術規範第 35 條，通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation USLE)估算，式中降雨沖蝕因子 (R) 為降雨動能 (E) 與最大 30 分鐘降雨強度 (I_{30}) 的乘積，用以描述自然降雨對土壤之沖蝕能力。該因子乃 Wischmeier and Smith(1958)根據現場土壤沖蝕實驗資料，藉由統計迴歸發現土壤流失量與降雨動能和該場最大 30 分鐘降雨強度之乘積呈高度相關，如圖 3 所示，並將 EI_{30} 改寫為降雨沖蝕指數 (Rainfall erosion index, R-index)。

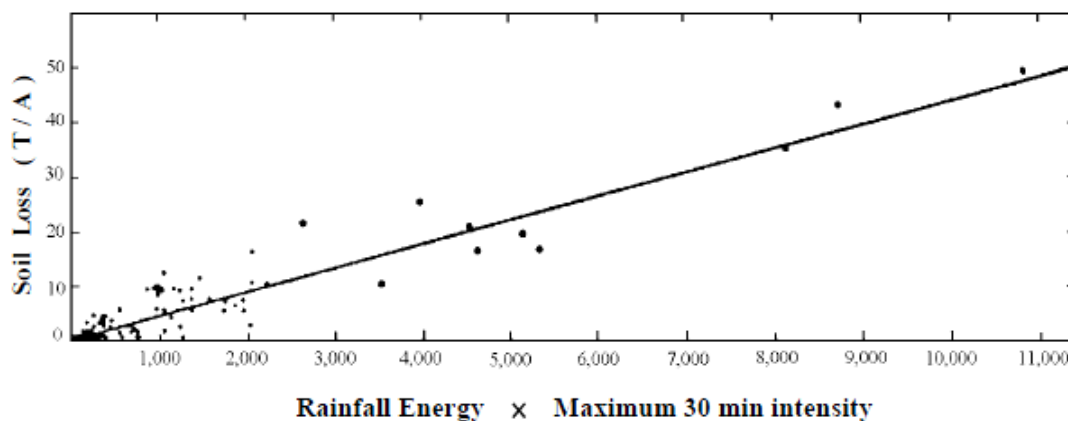


圖 3 個別降雨之土壤流失量和降雨動能與最大 30 分鐘降雨強度乘積之關係(資料來源：
Wischmeier and Smith, 1958)

Figure 3 The relationship of soil loss and EI_{30} for individual rainfall event. (Wischmeier and Smith, 1958)

表 1 月平均降雨沖蝕指數表

Table 1 Mean monthly rainfall erosion index

地區 \ 月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
台北	2.0	11.1	16.8	19.0	42.7	108.1	103.7	90.5	114.7	11.6	6.6	2.8
基隆	26.0	36.8	32.9	34.9	60.3	115.5	66.5	87.3	185.1	185.3	68.6	36.3
宜蘭	9.3	9.9	7.1	13.6	37.2	50.6	47.4	94.9	241.1	194.2	78.9	23.9
花蓮	3.0	4.5	5.0	6.4	58.5	106.1	53.4	124.9	194.6	164.0	63.5	4.3
台東	1.3	2.3	2.2	11.5	56.4	97.9	133.2	141.4	174.1	110.0	15.7	2.7
新竹	3.9	19.1	35.4	40.0	113.6	110.1	73.2	74.8	27.7	5.6	4.5	10.5
台中	2.3	6.4	12.7	33.8	82.9	102.8	129.7	150.4	35.8	1.3	1.8	2.7
嘉義	3.1	15.3	15.1	32.7	68.2	134.7	177.3	261.7	82.3	1.9	0.7	2.6
高雄	2.2	4.8	12.8	25.8	93.2	236.6	233.9	291.7	97.4	11.9	2.4	0.4
南投 蓮華池	1.7	20.3	17.3	41.4	99.9	135.9	98.7	136.2	26.5	42.0	2.2	1.1

(資料來源：吳藝昀，2003)

結果與討論

一、較佳施工期及應避免施工期之探討

(一) 雨季與非雨季之月份

依據月平均降雨量表(1971~2010)統計出月平均降雨百分比(表 2)並和洪(2009)提出 1996-2008 年四季的平均降雨的分布進行比較。由表 2 可知西南部地區夏季降雨佔年平均雨量 60%以上；宜蘭的秋季降雨佔年平均雨量的 40%以上；冬季為各地區四季中佔年雨量比例最少之月份，除了東北角地區最大降雨比例約佔全年 28%，而西南部地區則僅佔全年降雨量的 2~5%；梅雨季之降雨量在西部地區佔年雨量的 26-36%。洪(2009)提出西南部地區降雨量主要集中於夏季，其降雨量佔年平均雨量的 60%以上；而宜蘭於秋季時之降雨佔年平均雨量 40%以上。冬季為四季

中佔年雨量比例最少的季節，但東北角地區因受東北季風之影響，佔最大的比例約 25~30%，而西南部地區為東北季風之背風面，故僅佔年雨量的 0~5%；梅雨季之降雨在西部地區佔年雨量的 25-35%。綜合結果可知本研究統計之月平均降雨百分比，與洪(2009)提出之數據幾近相同；氣候分區除了基隆以外，主要降雨量最高百分比集中於夏季，北部、東北部及東部地區季節降雨分布差距不明顯，地理位置越往南部移動，季節降雨分布則呈現越不平均。除了基隆、宜蘭地區以外，其它地區之降雨量最低百分比多集中於冬季。

依據 1971~2010 月平均降雨量(表 3)及氣象文獻；春季(3、4、5 月)西部地區的降雨較多，加上五月之梅雨鋒面系統影響，中部及中部山區雨量旺盛，故新竹、台中、南投地區於五月份皆於最大降雨區間內；夏季(6、7、8 月)，受到西南氣流及颱風之影響，主要

表 2 月平均降雨百分比表
Table 2 Mean monthly rainfall percentage

月份 地區	總雨量 (毫米)	12~2	3~5	6~8	9~11
台北	2272.6	14.3	27.7	36.5	21.5
基隆	3782.8	28.2	23.9	17.2	30.7
宜蘭	2777.0	18.1	17.7	20.8	43.3
花蓮	2112.3	10.6	18.2	30.6	40.6
台東	1771.8	6.5	15.9	44.7	33.0
新竹	1780.0	16.1	38.6	34.2	11.1
台中	1622.5	8.6	29.9	53.1	8.4
嘉義	1698.9	6.3	21.5	61.5	10.7
高雄	1766.9	3.0	17.1	66.5	13.3
南投蓮華池	1876.0	10.2	33.4	48.1	8.3

降雨區域為中部、中南部地區及中央山脈的迎風面，尤其嘉義及高雄；中部、中南部地區最大降雨區間集中於春、夏兩季，配合月平均降雨量表可知新竹、台中、南投蓮華池、嘉義及高雄之最大降雨區間為 5-9 月，台北地區因地形之因素，雖冬季受東北季風之影響亦有雨，但主要雨量還是經由夏季時颱風所挾帶之雨量，故最大降雨區間主要集中於夏季，為 6-9 月；秋季(9、10、11 月)則同時受東北季風及颱風的影響，降雨主要集中在東北部地區，故宜蘭及基隆秋季降雨量比其他月份更加明顯，故此兩地之最大降雨區間延伸至 11 月；冬季(12、1、2 月)主要受東北季風影響，迎風面為基隆，導致基隆地區於冬季降雨量比其他地區更甚；東北部地區於冬季(12、1、2 月)時，日雨量雖然不大，但降雨日較多，基隆位於東北季風首當其中之地理位置，故冬季之降雨量特別明顯，甚至比夏季時之颱風過境所帶來之降雨量還多，

最大降雨區間為 9-12 月，而在東北季風的背風面處，降雨量明顯偏少，包括新竹、台中、南投蓮華池，尤其在嘉義、高雄地區，冬季的平均降雨在 100mm 以下，故冬季為中部及中南部之最小降雨區間，其為 10-2 月；依據月平均降雨量及相關氣象文獻，整理出十個氣候分區以四個月為一單位之最大及最小降雨區間，其即代表該區之雨季及非雨季，雨季及非雨季一欄表如表 4 所示：

(二) 依據降雨沖蝕指數特性

依據吳藝昀(2003)十個氣候分區的月平均降雨沖蝕指數，整理統計出降雨沖蝕指數月分配百分比表，以了解描述一地區一年內各季之降雨沖蝕潛能特性，詳表 5；為了解該地區降雨沖蝕指數月分配累積百分比之情形，故由表 5 繪製而成之各分區降雨沖蝕指數的月分配累積百分比圖，詳如圖 4~圖 9。

(三) 較佳施工期與應避免施工期之選定

表 3 月平均降雨量表(1971~2010)

Table 3 Mean monthly rainfall(1971~2010)

月份 地區	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年總 降雨量
台北	84.9	152.8	183.1	163.9	245.2	323.6	223.2	316.0	313.0	136.7	92.6	76.4	2311.5
基隆	338.8	360.8	322.2	226.0	289.6	308.4	126.3	222.8	376.3	400.2	441.3	315.4	3728.1
宜蘭	145.7	168.1	131.2	125.3	217.2	195.9	130.5	247.3	431.7	437.9	349.1	186.3	2766.2
花蓮	63.6	89.0	85.1	84.8	183.4	202.8	191.3	267.8	367.2	362.2	174.3	68.5	2139.8
台東	33.8	39.0	41.0	67.4	146.4	229.4	270.5	303.5	315.4	201.6	100.8	42.5	1791.1
新竹	68.2	140.9	191.2	179.9	267.8	275.8	145.8	196.7	145.6	52.9	52.4	52.9	1770.1
台中	32.4	74.6	95.4	134.7	228.3	350.8	300.6	320.1	147.9	22.7	25.7	24.9	1758.1
嘉義	24.8	51.0	59.6	93.6	166.2	342.2	354.7	414.5	176.0	31.8	21.9	20.6	1756.9
高雄	15.0	19.6	31.7	64.9	165.4	421.0	370.4	416.0	205.9	45.8	18.9	14.3	1788.9
南投 蓮華池	42.4	106.3	118.8	165.2	311.4	431.2	303.4	360.3	155.1	31.7	24.7	30.3	2080.6

(資料來源：中央氣象局)

本研究整理出十個氣候分區之雨季與非雨季(表 4)，其以四個月為一季；統計台灣降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比，以三個月為一期，整理出月沖蝕指數百分比最低及最高之月份(表 5)，依據上述之方法列出降雨沖蝕指數月分配百分比最大、最小區間與雨季、非雨季比較表(表 6)，經統計重疊相同月份後整理出較佳之施工期及應避免之施工期(表 7)。

1. 台北地區

因地形之因素台北之降雨量以非雨季 10~1 月為最低，佔全年 13.2%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 11~1 月為最低，佔全年 13.2%；降雨量以雨季 6~9 月為最高，佔全年 58.33%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 7~9 月為最高，佔全年 58.33%。

2. 基隆地區

基隆位於東北季風首當其衝之處，一年四季皆有雨，且受東北季風影響，冬季雨量特別多，甚至高於夏季，雨季為 9~12 月，佔全年 41.1%，但颱風所帶來之豪雨其降雨強

表 4 雨季及非雨季一欄表

Table 4 The rainy season and non-rainy season t

地區	非雨季 (月份)	雨季 (月份)
台北	10~1	6~9
基隆	5~8	9~12
宜蘭	1~4	8~11
花蓮	12~3	7~10
台東	12~3	6~9
新竹	10~1	5~8
台中	10~1	5~8
嘉義	10~1	6~9
高雄	11~2	6~9
南投 蓮華池	10~1	5~8

表 5 台灣降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比表

Table 5 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for ten districts in Taiwan

月份 地區	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
台北	0.38	2.10	3.17	3.59	8.06	20.41	19.58	17.09	21.66	2.19	1.25	0.53
基隆	2.78	3.93	3.52	3.73	6.45	12.35	7.11	9.33	19.79	19.81	7.33	3.88
宜蘭	1.15	1.23	0.88	1.68	4.60	6.26	5.87	11.74	29.84	24.03	9.76	2.96
花蓮	0.38	0.57	0.63	0.81	7.42	13.46	6.77	15.85	24.69	20.81	8.06	0.55
台東	0.17	0.31	0.29	1.54	7.53	13.08	17.79	18.89	23.25	14.69	2.10	0.36
新竹	0.75	3.68	6.83	7.72	21.91	21.24	14.12	14.43	5.34	1.08	0.87	2.03
台中	0.41	1.14	2.26	6.01	14.74	18.27	23.05	26.73	6.36	0.23	0.32	0.48
嘉義	0.39	1.92	1.90	4.11	8.57	16.93	22.29	32.89	10.34	0.24	0.09	0.33
高雄	0.22	0.47	1.26	2.55	9.20	23.35	23.09	28.79	9.61	1.17	0.24	0.04
南投 蓮華池	0.27	3.26	2.78	6.64	16.03	21.81	15.84	21.85	4.25	6.74	0.35	0.18

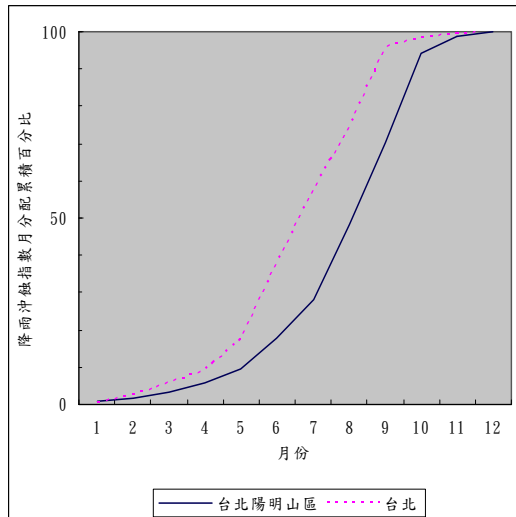


圖 4 台北陽明山區及台北區降雨沖蝕指數月分配累積百分比

Figure 4 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for Yangmingshan and Taipei districts

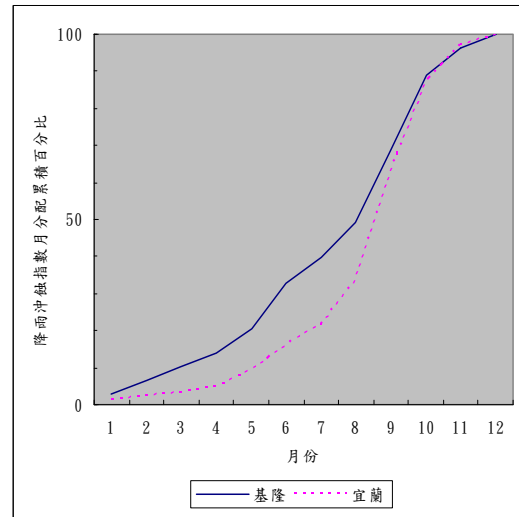


圖 5 基隆區及宜蘭區降雨沖蝕指數月分配累積百分比

Figure 5 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for Keelung and Ilan districts

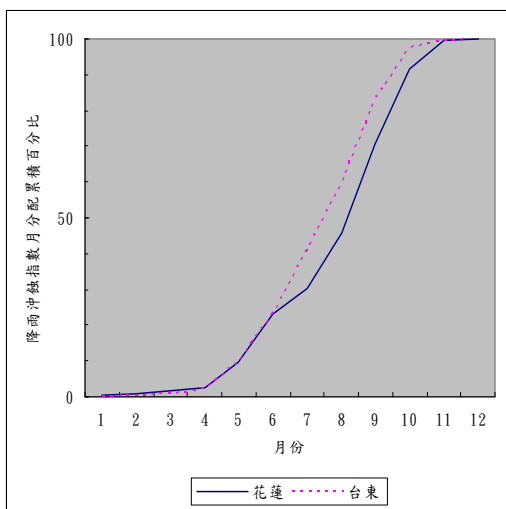


圖 6 花蓮區及台東區降雨沖蝕指數月分配累積百分比

Figure 6 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for Hualien and Taitung districts.

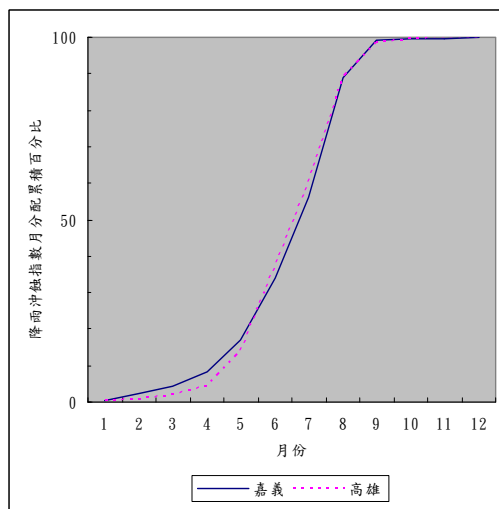


圖 8 嘉義區及高雄區降雨沖蝕指數月分配累積百分比

Figure 8 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for Chiayi and Kaohsiung.

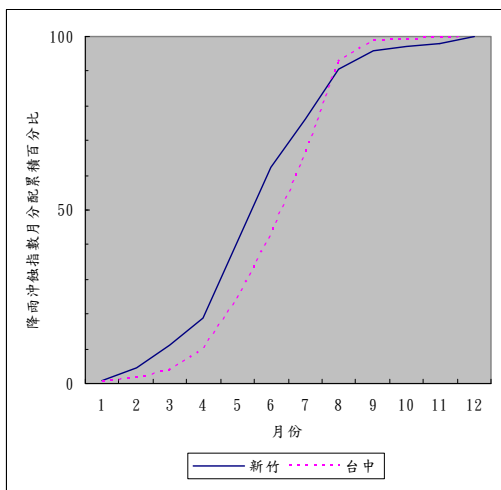


圖 7 新竹區及台中區降雨沖蝕指數月分配累積百分比

Figure 7 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for Hsinchu and Taichung districts.

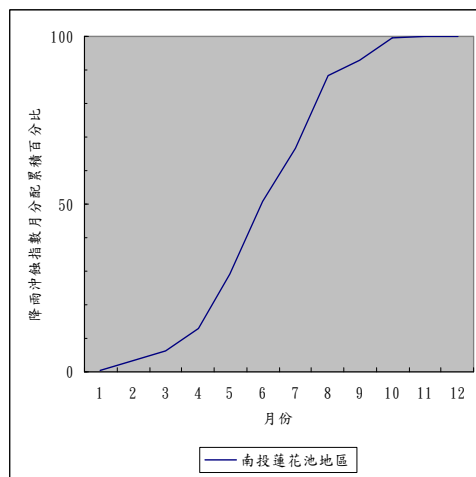


圖 9 南投蓮華池區降雨沖蝕指數月分配累積百分比

Figure 9 The monthly distribution of the rainfall erosion index percentage for Nantou's Lotus Pond.

度較東北季風所帶來之綿綿細雨為大，故颱風季節時期之月降雨沖蝕指數高於東北季風期間之月降雨沖蝕指數，故降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 8-10 月為最高，其降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 1-3 月為最低。

3. 宜蘭地區

宜蘭地區和台北、基隆地區相同，因受到東北季風影響之原因，故冬季依舊有雨，但主要的降雨集中於夏季，降雨量以 1~4 月為最低，佔全年 20.6%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 1~3 月為最低，佔全年 3.25%；降雨量以 8~11 月為最高，佔全年 3.25%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 8~10 月為最高，佔全年 65.61%。

4. 花蓮地區

花蓮地區冬季亦受東北季風影響，然因地理位置之差異受影響程度較基隆小，故降雨量不大，多集中為夏季時颱風侵襲所帶來的豪雨。降雨量以 12~3 月為最低，佔全年 14.3%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 1~3 月為最低，佔全年 1.5%；降雨量以 7~10 月為最高，佔全年 55.5%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 8~10 月為最高，佔全年 61.34%。

5. 台東地區

台東地區降雨量以 12~3 月為最低，佔全年 8.7%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 1~3 月為最低，佔全年 0.77%；降雨量以 6~9 月為最高，佔全年 62.5%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 8~10 月為最高，佔全年 59.93%。

6. 新竹地區

新竹地區因受地勢及地理位置之影響，以致於各月份之降雨量變化大，雨季主要為春末夏初，其因素為梅雨系統及颱風侵襲之影響；降雨量以 10~1 月為最低，佔全年 12.8%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 11~1 月為最低，佔全年 3.65%；降雨量以 5~8 月為最高，佔全年 50.1%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 5~7 月為最高，佔全年 57.27%。

7. 台中地區

台中地區降雨量以 10~1 月為最低，佔全年 6.0%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 10~12 月為最低，佔全年 1.03%；降雨量以 5~8 月為最高，佔全年 68.2%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 6~8 月為最高，佔全年 68.06%。

8. 嘉義地區

嘉義地區冬季為非雨季，而雨季集中於夏季，因於此時西南季風因高溫而造成對流作用旺盛，以致於常常出現間接性之暴雨；6 月至 9 月間為雨季，常有颱風侵襲，降雨量佔全年 73.3%，月平均降雨沖蝕指數以 6、7、8 月較高，佔全年 72.11%；降雨量以 10-1 月最低，佔全年 5.6%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 10-12 月為最低，佔全年 0.65%。

9. 高雄地區

高雄地區位於西南部，全區幾乎位於熱帶季風氣候區。夏季時，西南季風之高溫造成對流旺盛，時常挾帶雷雨，加上夏、秋兩季颱風侵襲頻繁，帶來大量的暴雨，其 6-9

月降雨量最大，佔全年 79%，為高雄地區之雨季，月平均降雨沖蝕指數此時亦為最大，佔全年 75.23%；冬季之降雨量主要受東北季風之影響，其台灣南部受東部海面帶來之水汽非常些微，而不易形成降雨，故南部地區之冬季為非雨季，以 11-2 月降雨量最低，佔全年的 3.8%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 11~1 月為最低，佔全年的 0.49%。

10. 南投蓮華池地區

南投蓮華池地區降雨量以 10~1 月為最低，佔全年 6.2%，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 11~1 月為最低，佔全年 0.8%；降雨量以 5~8 月為最高，佔全年 67.6%，

降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 6~8 月為最高，佔全年 59.5%。

由降雨沖蝕指數月分配百分比最大、最小區間與雨季、非雨季比較(表 6)可知，月分配百分比最大區間與雨季相重疊之月份為本研究氣候區之應避免施工期，最小區間與非雨季相重疊之月份為較佳施工期；因基隆地區受東北季風之影響，其冬季雨量高於夏季，故雨季為 9~12 月，但整年中降雨強度最大之區間為 8~10 月，即降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比以 8-10 月為最高，1-3 月為最低，亦 8~10 月為基隆應避免施工期，1~3 月為其較佳施工期(表 7)。

表 6 降雨沖蝕指數月分配百分比最大、最小區間與雨季、非雨季比較表

Table 6 The comparison of monthly maximum and minimum percentage distribution of rainfall erosion index interval and the rainy and non-rainy season.

地區	月分配百分比 最大區間(月份)	雨季 (月份)	月分配百分比 最小區間(月份)	非雨季 (月份)
台北	7~9	6~9	11~1	10~1
基隆	8~10	9~12	1~3	5~8
宜蘭	8~10	8~11	1~3	1~4
花蓮	8~10	7~10	12~2	12~3
台東	7~9	6~9	1~3	12~3
新竹	5~7	5~8	11~1	10~1
台中	6~8	5~8	10~12	10~1
嘉義	6~8	6~9	10~12	10~1
高雄	6~8	6~9	11~1	11~2
南投 蓮華池	6~8	5~8	11~1	10~1

結論與建議

一、結論

依據吳藝昀(2003)台灣地區十個降雨氣候分區，針對台灣之氣象及相關文獻，以開發期三個月為一期，分成四個期間，整理出

十個分區之雨季與非雨季，並依據月平均降雨沖蝕指數，統計出台灣降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比，並以三個月為一期整理出土壤沖蝕指數月分配百分比之最小區間及最大區間，經綜合結果得知較佳施工期及應避免施工期。

表 7 較佳施工期與應避免施工期之月份表
Table 7 Better construction period and avoiding construction period of the month for ten districts

地區	較佳施工期 (月份)	應避免施工期 (月份)
台北	11~1	7~9
基隆	1~3	8~10
宜蘭	1~3	8~10
花蓮	12~2	8~10
台東	1~3	7~9
新竹	11~1	5~7
台中	10~12	6~8
嘉義	10~12	6~8
高雄	11~1	6~8
南投 蓮花池	11~1	6~8

(一) 本研究條件下應避免施工期主要集中於 6~9 月，依據相關文獻，因此段期間為台灣梅雨季節及颱風季節，與其他月份相比，降雨量及降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比明顯為最高，降雨動能較大，往往成為發生土壤流失的主要誘因，故此段時間為應避免施工期；10~2 月主要為中、南部之非雨期，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比為最低之期間，故為較佳施工期；東部、東北部

地區冬季雖然受東北季風之影響，但降雨強度依舊不及夏季之颱風影響，故 12~3 月為其降雨量較少之時期(基隆地區例外)，降雨沖蝕指數特性分區之月分配百分比最低之期間，故此時期為較佳施工期。

(二) 基隆位處台灣東北部，受東北季風之影響最鉅，故造成全年皆有雨，其冬季降雨量甚至高於梅雨期和颱風期，但依據相關文獻，颱風所帶來的豪雨其降雨強度較東北季風之綿綿細雨為大，故颱風季節之月降雨沖蝕指數略高於東北季風期間之月降雨沖蝕指數，故應避免施工期為 8~10 月。

二、建議

(一) 本研究結果之較佳施工期及應避免施工期，乃以三個月為一組區間，故僅提供施工期程三個月內之開發計畫作為參考。

(二) 未來可針對水土保持施工之較佳時期及應避免時期，進行各地區開發時之臨時性量體比較，以了解臨時性沉砂池設計之合理性。

參考文獻

1. 李錦育(2010)，「生態工程」五南圖書出版股份有限公司，第 144-229 頁。
2. 李錦育(2010)，「台灣地區氣象資料庫」睿煜出版社，第 15-301 頁。
3. 林俐玲、吳嘉俊、盧光輝(1996)，「土壤流失量估算手冊」，國立屏東技術學

- 院，第 32-41 頁。
4. 洪麗娟(2009)，「1996-2008 年台灣降雨的特性分析」，國立中央大學大氣物理研究所碩士論文，第 13-19 頁。
 5. 徐森雄、王香云、朱芷萱、孫沛瑜 (2006)，臺灣西南部地區之降雨分佈特性，第 9-19 頁。
 6. 楊婉嘉(2005)，「土壤沖蝕指數模式之建置與應用」，國立屏東科技大學水土保持系碩士論文，第 11 頁。
 7. 盧昭堯、吳藝昀(2003)，「台灣天然雨滴粒徑分佈及年等降雨沖蝕指數圖之修訂」，國立中興土木工程學系研究所碩士論文，第 68-84 頁。
 8. Chen, C. S. and Y. L. Chen (2003), “The rainfall characteristics of Taiwan,” *Mon. Wea. Rev.*, 131: 1323-1341.
 9. Huang, C. T. (1984), “The Rainfall Erosion Index in Taiwan. Proc. Of Sino-Korea Bilateral Symposium on Soil and Water Conservation of Sloped Farm Land,” National Science Council, Taipei, pp. 59-70.
 10. Salles, C., J. Poesen and D. Sempere-Torres (2002), “Kinetic Energy of Rain and Its Functional Relationship with Intensity,” *J. Hydrol.*, 257: 256-270
 11. Yeh, H. C. and Y. L. Chen (1998), “Characteristics of the rainfall distribution over Taiwan during TAMEX,” *J. Appl. Meteor.*, 37: 1457-1469.
-

101 年 05 月 08 日收稿

101 年 05 月 11 日修改

101 年 05 月 17 日接受