



東海大學

環境科學與工程學系

碩士論文

河口揚塵之健康風險分析-以大安、大甲溪為例
Health Risk Analysis of Dust in Estuarine Region –
Using Da-an and Da-jia River as a Case Study

研究生：林昱廷

指導教授：陳鶴文 博士

陳維燁 博士

中華民國 106 年 6 月

東海大學碩士班研究生
論文指導教授推薦書

環境科學與工程學系林昱廷君所提之論文

題目：河口揚塵之健康風險分析-以大安、大甲溪為例

Health Risk Analysis of Dust in Estuarine Region - Using
Da-an and Da-jia River as a Case Study

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授： 陳懿文 (簽章)

陳昱廷

106年6月2日

東海大學環境科學系碩士班

論文口試委員審定書

環境科學與工程學系碩士班林昱廷君所提之論文

題目：河口揚塵之健康風險分析-以大安、大甲溪為例

Health Risk Analysis of Dust in Estuarine Region - Using Da-an
and Da-jia River as a Case Study

經本委員會審議，認為符合碩士資格標準。

論文口試委員召集人 蔡俊鴻 (簽章)

委員 陳維輝

高文麟

陳懿文

李國李

中華民國 106 年 6 月 7 日

誌謝

在東海研究所兩年的時間，首先感謝我的指導教授陳鶴文與陳維燁老師，在態度上教我勇於面對且解決問題，在研究上提供豐富的研究資源、良好的學習環境並於研究遭遇困難時，提供明確的指引及方向。論文審查期間，感謝蔡俊鴻老師、商文麟老師與李金靖老師願意擔任學生的口試委員，對本論文細心的指證並提供學生寶貴的意見，使得論文更臻完備。

在研究所期間感謝永續工程與環境知識管理研究室夥伴們的照顧，學長姐-祥哥、暉哥、硯勛、鈺雯、玫華、瑋倫、姿吟、雅今、于婷、瑩喬、阿聖、金剛，學弟妹-欣宜、憶萍、曲廷、詠森、小仔、品雯、語誼，我的兄弟們-安哥、大川、熊熊，與你們一同打拚一同歡笑的日子，使我的研究所生涯更加精采。

最後感謝家人對我的支持與鼓勵，使我在就讀研究所期間能無後顧之憂，專注於學業，順利完成碩士學位。謹於此將完成學業的喜悅及榮耀獻給你們！

林昱廷 謹致
中華民國 106 年 7 月

摘要

近年來，台灣地區空氣品質越來越差。根據研究顯示，空氣品質不良會造成肺部及心血管疾病的產生，而這些疾病大部分皆因人體經由呼吸系統吸入空氣中的懸浮微粒所導致。

臺灣因地狹人稠、降雨分配不均且不易儲存水資源。為了解決此問題，政府主要在主要河川上游建造多座水庫、攔河堰，其保水措施設立後，經時間累積，雖能保護水資源，但卻也造成河川下游大面積的河床乾枯、裸露現象。當東北季風來臨時，則造成河川揚塵逸散嚴重，使當地空氣品質變差，進而影響當地居民健康。

為瞭解下游區段河川揚塵對當地民眾之健康風險，本研究以衛星遙測技術辨識大安、大甲溪下游地區的河床裸露情形，而後針對裸露地計算揚塵排放量並利用空氣污染模式(The Air Pollution Model, TAPM)模擬當地污染狀況。但因天氣型態不同，對揚塵擴散範圍亦有極大的影響，因此為瞭解枯水期的河床裸露地在極端的天氣型態下，揚塵擴散所造成的健康風險，故進行一系列的情境假設並結合人口分布，找出當地區域的潛在健康風險熱區。揚塵模擬的結果顯示，天氣型態以鋒面過境型與微弱東北季風型的天氣型態所產生的懸浮微粒濃度較高。透過健康風險分析可發現，大甲區及清水區在枯、豐水期間皆屬於對人體健康風險較高的區域。

關鍵字：河口揚塵、衛星遙測、TAPM、健康風險

ABSTRACT

Being located in the global monsoon regions, Taiwan is characterized by distinctly wet and dry seasons. To cope with water shortage in dry season, Taiwanese government has actively build more lakes and reservoirs to store water during wet season. Because of the policies, dried bare lands is usually happening in the downstream. Eventually, this phenomenon will increase the emission of river dust from dry riverbed.

This research study is divided into three parts. To start with, used satellite remote sensing technology to access identification and quantification on dry riverbed and analyzed dry riverbed changing situation between wet and dry seasons. Furthermore, simulated PM_{10} by using TAPM (The Air Pollution Model). PM_{10} was simulated by two different scenarios (wet and dry seasons, weather pattern). Finally, estimated the cancer risk of population from simulated concentration.

The results showed that bare land area of dry season in Da-an river is 1.13 times larger than wet season. Besides, bare land area of dry season in Da-jia river is up to 2.15 times larger than wet season. According to risk assessment, it that Da-jia and Qing-shui district are higher cancer risk area in both dry and wet seasons.

Keywords: river dust, satellite remote sensing, TAPM, cancer risk

總目錄

誌謝.....	III
摘要.....	IV
ABSTRACT.....	V
總目錄.....	VI
表目錄.....	VIII
圖目錄.....	IX
第一章 前言.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
第二章 文獻回顧.....	3
2.1 河川裸露地之定義.....	3
2.2 河川揚塵.....	4
2.2.1 河川揚塵國內現況.....	4
2.2.2 揚塵特性.....	5
2.3 衛星影像分類相關技術.....	8
2.4 天氣型態分類.....	8
2.5 空氣擴散模式.....	11
第三章 研究方法.....	12
3.1 研究背景.....	12
3.1.1 河川特性.....	14
3.2 研究流程圖.....	15
3.3 衛星影像處理.....	17
3.3.1 衛星影像選取.....	17
3.3.2 衛星影像切割.....	20
3.3.3 衛星影像辨識.....	23
3.3.4 監督式分類選取訓練區.....	24
3.3.5 精確度評估.....	27
3.4 揚塵排放量推估.....	30
3.5 空氣污染模式.....	32
3.5.1 氣象模組.....	32

3.5.2	空氣污染物模組.....	33
3.5.3	模試驗證.....	33
3.5.4	TAPM 模式基本參數.....	34
3.6	懸浮微粒暴露量及風險推估計算方式.....	36
第四章	結果與討論.....	38
4.1	衛星影像辨識.....	38
4.1.1	衛星影像辨識結果.....	38
4.1.2	豐水期與枯水期裸露地比較.....	43
4.2	揚塵推估排放率.....	45
4.3	一致性指數.....	49
4.4	揚塵濃度擴散結果分析.....	50
4.4.1	枯、豐水期揚塵濃度擴散.....	50
4.4.2	以天氣型態情境分析揚塵擴散分布.....	53
4.5	健康風險分析.....	60
4.5.1	枯、豐水期加權暴露致癌風險.....	62
4.5.2	天氣型態之加權暴露致癌風險.....	65
第五章	結論與建議.....	69
5.1.	結論.....	69
5.2.	建議.....	69
參考文獻	71
附錄	74
附表一	揚塵推估排放率.....	74
附圖一	暴露致癌風險分布圖.....	87

表目錄

表 2-1 裸露地類型定義	3
表 2-2 大氣懸浮微粒於人體呼吸道系統之分佈與危害	7
表 2-3 27 種天氣型態表	9
表 3-1 衛星名稱與影像時間	17
表 3-2 取樣點資料	24
表 3-3 誤差矩陣表	27
表 3-4 排放係數	30
表 3-5 風洞試驗結果	31
表 3-6 模式土地使用分類	35
表 3-7 大安、大甲溪金屬元素分析	37
表 3-8 致癌斜率係數	37
表 4-1 豐水期大安溪精確度評估	39
表 4-2 豐水期大甲溪精確度評估	40
表 4-3 枯水期大安溪精確度評估	41
表 4-4 枯水期大甲溪精確度評估	42
表 4-5 枯、豐水期裸露地變化	43
表 4-6 枯、豐水期排放率	47
表 4-7 天氣型態排放率	48
表 4-8 一致性指數	49
表 4-9 99-103 天氣型態出現及劣化頻率	54
表 4-10 情境分析條件	54

圖目錄

圖 2-1 砂粒運動模式	6
圖 3-1 研究樣區	13
圖 3-3 2014 年大甲溪與大安溪水位高度	18
圖 3-4 豐水季大甲溪與大安溪流域衛星影像	18
圖 3-5 枯水季大甲溪與大安溪流域衛星影像	19
圖 3-6 裁切後枯水期大甲溪	20
圖 3-7 裁切後枯水期大安溪	21
圖 3-8 裁切後豐水期大甲溪	21
圖 3-9 裁切後豐水期大安溪	22
圖 3-10 水體取樣點	25
圖 3-11 植被取樣點	25
圖 3-12 泥灘地取樣點	26
圖 3-13 裸露地取樣點	26
圖 4-1 豐水期大安溪辨識結果	39
圖 4-2 豐水期大甲溪辨識結果	40
圖 4-3 枯水期大安溪辨識結果	41
圖 4-4 枯水期大甲溪辨識結果	42
圖 4-5 枯、豐水期大安溪裸露地分布	44
圖 4-6 枯、豐水期大甲溪裸露地分布	44
圖 4-7 豐水期裸露地的網格分布	46
圖 4-8 枯水期裸露地的網格分布	46
圖 4-9 豐水期平均排放率之揚塵濃度分布	51
圖 4-10 枯水期平均排放率之揚塵濃度分布	51
圖 4-11 豐水期最大排放率之揚塵濃度分布	52
圖 4-12 枯水期最大排放之揚塵濃度分布	52
圖 4-13 鋒面過境型	56
圖 4-14 鋒前暖區型	56
圖 4-15 熱帶低壓系統外圍環流型	57
圖 4-16 微弱東北季風型	57
圖 4-17 高壓出海型 I	58

圖 4-18 高壓迴流型	58
圖 4-19 太平洋高壓西伸型	59
圖 4-20 偏南氣流型	59
圖 4-21 枯水期最大排放濃度之風險分布	60
圖 4-22 人口分布圖	61
圖 4-23 豐水期平均排放率之加權暴露致癌風險	63
圖 4-24 枯水期平均排放率之加權暴露致癌風險	63
圖 4-25 豐水期最大排放率之加權暴露致癌風險	64
圖 4-26 枯水期最大排放率之加權暴露致癌風險	64
圖 4-27 鋒面過境型之加權暴露致癌風險	66
圖 4-28 鋒面暖區型之加權暴露致癌風險	66
圖 4-29 微弱東北季型之加權暴露致癌風險	67
圖 4-30 高壓出海型 I 之加權暴露致癌風險	67
圖 4-31 太平洋高壓西伸型之加權暴露致癌風險	68
圖 4-32 偏南氣流型之加權暴露致癌風險	68



第一章 前言

1.1 研究動機

影響空氣品質惡化的原因，可分為自然及人為因素，自然因素包含火山爆發、森林大火及河川揚塵等，人為因素則有工業生產的污染源排放、交通污染源逸散等。

臺灣的地理位置位於中國大陸的東南方，在特定的天氣型態下，會受到大陸沿海工業區排放的污染物影響；此外，中國西北區沙漠化日益嚴重，使得沙塵暴的發生頻率升高及強度增強，經長程傳輸對臺灣的空氣品質造成影響(蔡依如，2015; 蔡長佑，2013)。沙塵暴影響台灣最主要的季節為冬末到春季期間，其中又以2月至4月發生的頻率最高，占臺灣全年的60%以上(楊之遠，2001)。王怡文(2007)統整分析12年的SYNOP地面觀測資料顯示，沙塵暴的好發季節在春天的3月至5月。臺灣周遭國家的文獻中提到在東亞一帶，冬季末期至春季期間是沙塵暴的好發季節(Chun, Boo, Kim, Park, & Lee, 2001; Murayama *et al.*, 2001)。

除了大陸的沙塵暴會影響臺灣的空氣品質外，臺灣因地勢崎嶇陡峭，上游地區的河川侵蝕能力強，水流將泥沙帶至平緩的河床堆積，加上臺灣位在季風盛行的地理位置，豐水期間多受夏季西南氣流影響，臺灣西半部雨量充沛，河川侵蝕作用更甚，枯水期則多為東北季風影響，因中央山脈阻隔，中南部在其背風面只剩乾冷的季風，河川水流量在兩季之間相差甚大，造成裸露地大面積的暴露，最終乾涸的泥沙被風挾帶，形成河川揚塵，影響下風處的空氣品質下降，目前揚塵災害較嚴重之河川為東部：卑南溪，中部：大安溪、大甲溪、烏溪、濁水溪，南部：高屏溪等。除了枯、豐水期的水量明顯差距以外，台灣為了保護水資源在上、中游端，建立許多水庫、攔河堰，導致河川流域下游的河床裸露更加明顯。

河川揚塵影響居民視線能見度變差，使交通安全產生危害，亦使懸浮微粒濃度提高，對於過敏體質者，輕則影響生活品質，重則併發其他症狀，人體若長期暴露在高懸浮微粒下會提高呼吸器官、心血管等疾病的風險。

1.2 研究目的

本研究希望了解在枯、豐水期間及不同天氣型態下，河川下游及河口揚塵對當地周界居民的健康影響，而大安溪與大甲溪的河川揚塵對大安區、大甲區、外埔區與清水區居民的健康風險程度，主要研究目的如下所述：

1. 裸露地辨識：利用影像辨識技術分析枯、豐水期河川裸露地之區域變化。
2. 揚塵之空間模擬：以 TAPM 模式模擬枯、豐水期及不同天氣型態下的大安溪及大甲溪河川揚塵影響範圍及濃度。
3. 健康風險評估：以門牌系統計算周遭居民的健康風險。



第二章 文獻回顧

2.1 河川裸露地之定義

根據行政院環保署，裸露地(exposed area)被定義為空曠之砂土石地表面，無植物生長地面、無鋪柏油路面、水泥路面及未建置任何人工結構物者。裸露地容易受不同天氣型態影響，在無雨的情況將由風挾帶起沙塵，形成粒狀污染物污染，是影響台中空氣品質的主要原因之一，表 2-1 為裸露地類型定義(林家鉉，2013; 劉威呈，2010)。

本研究之河川裸露地泛指河堤內沿岸及河床的砂質地面，包含因河川沖刷、開採砂石及休耕造成之高灘地。此外，農民在高灘地耕種時常噴灑抑制雜草生長的農藥，土地的自然植生能力下降，亦導致裸露地面產生。

表 2-1 裸露地類型定義

裸露地類型	裸露地定義
一般裸露地型裸露地	指未使用、且地面無或缺乏植生之地面，不包含營建工地及使用中(含休耕)農業用地。
學校操場	學校內未鋪設 PU 或草皮之砂質操場。
廢棄砂石及預拌混泥土場裸露地	廢棄砂石及預拌混凝土場裸露地面有明顯砂石覆蓋，且風吹會明顯造成揚塵者(含堆置場)。
使用中砂石及預拌混泥土場裸露地	指該裸露地區域內有開採行為，且廠內有物料推置區及破碎機等機具設施者；預拌混凝土場係指純粹為拌合砂石、瀝青及分類砂石之場所。
河灘裸露地	位在河流或溪流的沿岸及河床之(沙)砂質地面，乾枯無水，風吹會明顯造成揚塵者。

資料來源:行政院環保署

2.2 河川揚塵

2.2.1 河川揚塵國內現況

飛砂揚塵在台灣河口及下游河段是相當重要的議題，當枯水期來臨，降雨量不足，導致缺乏雨水滋潤的河川乾涸，下游河床裸露地面積大量增加，適逢東北季風盛行，土砂隨著風逸散飛揚，且東北季風從 10 月至翌年 3 月為止，長達五個月之久，對空氣品質影響甚巨(范姜明威等，2011;游繁結，1989)。臺灣位處太平洋地震帶，地震活動相當頻繁，使部分上游河川受崩塌土石及地層變化影響，砂石淤積現象嚴重，加上臺灣易遭受颱風侵襲，雨水挾帶大量淤砂，往河川下游堆積，至河川乾燥之時，砂石隨風飄散，至使裸露河床附近的空氣品質下降(林昆明，2014)。

在臺灣中部主要有大安溪、大甲溪、烏溪及濁水溪，這些河川的上游河床陡峭，每年經侵蝕作用產生的泥沙量非常大，此外在河川上游建造水壩亦使河川因水量不足而下游造成淤積，導致下游的裸露地面積增加，另一個增加揚塵污染的因素是因農民在河床旁種植西瓜，因其種植過程中需將土壤翻起及去除覆蓋在土壤上的草，使底層砂石無法被表層保護(Kuo *et al.*, 2010)。

大甲溪下游輸砂能力失衡，嚴重導致淤砂及砂粒粒徑的細化，特別是在冬季枯水期，河川水位下降，使河床裸露面積增加，又逢東北季風盛行，導致空氣中懸浮微粒增加，影響附近居民生活環境及健康(劉昱麟等，2011)。大安溪出海口在冬季時河川揚塵日益嚴重；冬季枯水期，河川裸露地增加，加上東北季風吹拂，導致揚塵污染問題，影響周邊居民生活品質(林啟文等，2006)。

2.2.2揚塵特性

風蝕作用可分離及運輸土壤沙粒，按照顆粒粒徑大小不同形成不同的運輸方式，粒徑較大者會先進行沉降作用，過小的顆粒則保持懸浮狀態形成揚塵。

當揚塵發生後，被風挾帶至高空的沙塵會產生分離的現象，能持續在大氣中懸浮的顆粒粒徑大部分皆小於 $10\ \mu\text{m}$ 以下，以不易因重力而自然沉降，再加上冷、乾的大陸反氣旋移動，伴隨的沉降現象不利於上升運動，使得沙塵在較低的對流層中持續懸浮，導致空氣污染事件發生(許惠娟，1999)。

依照砂粒的運動方式與粒徑大小可分為三個部分，如圖 2-1，滾動(surface creep)、跳躍(saltation)及懸浮(suspension)，其特性如下說明：

1. 滾動：呈滾動狀態的土壤顆粒粒徑介於 $0.5\sim 2\ \text{mm}$ 之間，沿著土地表面滾動，其顆粒間也可能會互相撞擊並傳遞滾動的能量，在滾動期間顆粒亦不斷被磨擦，最終變為更小的顆粒。
2. 跳躍：土壤顆粒粒徑為 $0.1\sim 0.5\ \text{mm}$ ，因受風力及重力作用而沿著土地表面彈跳、躍動，取決於顆粒的尺寸、風速及表面粗糙度，跳躍最高可達 $1\ \text{m}$ 左右，躍動的速度最快則會達到風速的二分之一，在跳躍的過程中，土壤顆粒漸漸變小成為懸浮狀態的顆粒大小。
3. 懸浮：土壤顆粒粒徑小於 $0.1\ \text{mm}$ 者在大氣中以懸浮為主要的運動方式，一般泛指揚塵或煙霧，因為土壤顆粒過輕，重力無法抵抗風的上升力，因此隨風飄揚，直到上升的風力下降至懸浮顆粒的重量以下，顆粒才沉降至地表。

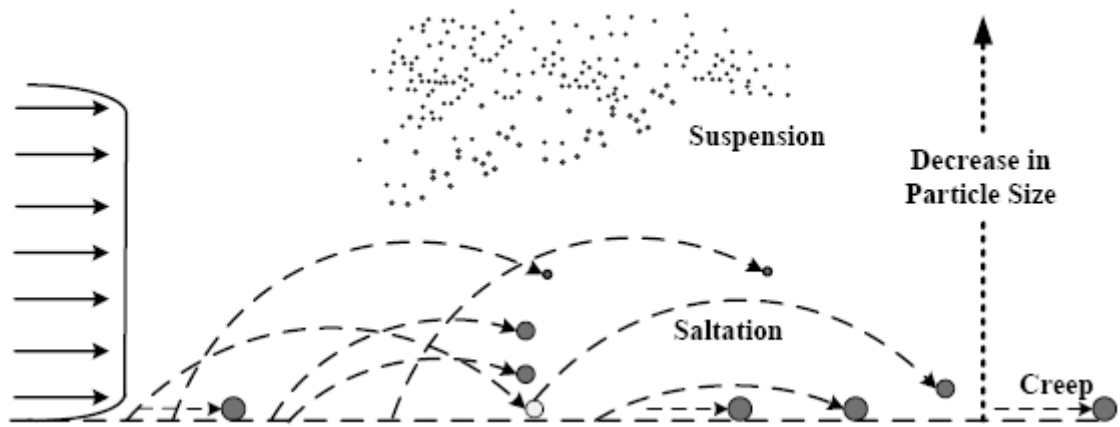


圖 2-1 砂粒運動模式

資料來源: (Balanco-Canqui & Lai, 2008)



2.2.3 河川揚塵的影響與危害

空氣中懸浮微粒粒徑的尺寸影響是否會被人體吸入，而空氣中顆粒直徑小於 $10\ \mu\text{m}$ 者普遍被認為會對人類健康產生危害(WHO, 2006)。PM₁₀主要可到達人體呼吸道中，而更為細小的顆粒(PM_{2.5})則能夠抵達肺泡，造成人體呼吸道疾病(Kampa & Castanas, 2008)。根據懸浮微粒的暴露程度，人體可能導致輕度至重度的疾病，普遍輕度症狀如氣喘、咳嗽、口乾與活動受限等(Bentayeb *et al.*, 2013; Gao, Chan, Li, Lau, & Wong, 2014)。長期暴露在高懸浮微粒的環境下，使心臟病與肺癌機率增加，是壽命降低的主要原因，而哮喘性支氣管炎與慢性阻塞性肺病也是導致生活品質下降及壽命縮減的研究疾病(Pelucchi *et al.*, 2009; Zhou *et al.*, 2014)。曾國書(2006)統整不同粒徑大小的懸浮微粒對人體呼吸系統的分佈與危害。台灣位處季風盛行地區，豐水期與枯水期間的河川流量相差相當大，再加上地勢崎嶇，豐水期上游集水區河川水量大侵蝕力甚巨，到了冬季枯水期間河川裸露地因缺乏雨量而乾涸，隨著風形成河川揚塵現象，導致空氣品質下降，影響下風處及沿岸居民的健康(張美華，2016)。

表 2-2 大氣懸浮微粒於人體呼吸道系統之分佈與危害

粒徑分布	分布特性	危害情形
$>10\ \mu\text{m}$	沉積在鼻咽部	鼻毛阻擋，對人體較無危害。
$5\sim 10\ \mu\text{m}$	沉積在上部鼻腔、深呼吸道	造成纖維麻痺、支氣管黏膜過度分泌、使黏液腺增生，引起可逆性支氣管痙攣，抑制深呼吸、並蔓延至小支氣管道。
$2\sim 5\ \mu\text{m}$	10%以下沉積在支氣管，約20~30%沉積在肺泡	形成慢性支氣管炎、細支氣管擴張、肺水腫或支氣管纖維化等症狀。
$0.1\sim 2\ \mu\text{m}$	沉積於肺泡組織中	促使肺部之巨噬細胞明顯增加，形成肺氣腫並破壞肺泡。

資料來源:(曾國書，2006)

2.3 衛星影像分類相關技術

臺灣以往對於大型裸露地的調查是以地面調查或是人工的方式辨識航照圖，界定裸露地的範圍，因此耗費許多的時間與人力成本，且時效性較差，隨著衛星遙測技術的發展，現今則可利用衛星影像與地理資訊系統等技術來進行評估。在衛星影像評估土地類別之相關研究中包含，劉威呈(2010)以衛星影像辨識卑南溪河灘裸露地且結合空氣污染擴散模式 ISCST-3 模擬揚塵擴散，其結果顯示辨識準確度可達 60.00%~77.78%。林宗儀(2014)透過影像辨識與應用地理資訊系統等技術分析福衛二號拍攝的海岸衛星影像，嘗試建構結合地理資訊及潮位資料的調查模式，用以節省地面剖地調查的成本。近年來更有學者利用無人載具拍攝卑南溪，以航測影像進行裸露地沙與石分類，結果是可有效區分河床裸露地砂與石，且分類的精度可達到百分之九十以上(陳建璋，2014)。

2.4 天氣型態分類

大氣環境的變化與空氣污染物的傳輸、擴散、累積、轉化與物理反應相互關聯，特別是傳輸、擴散對大氣中污染物影響最大，影響因子如風速、風向及降雨等等(曾揚智，2015)。由施桂英等(2014)中說明天氣型態變化與當地的地形可能造成某一地區的污染濃度明顯增加，臺灣夏季受副熱帶高壓影響，風向以偏西南風為主；冬季則受到西伯利亞極地大陸冷氣團影響，偏東北風為主，亦有可能受中國大陸出海至日本海或南大東島的分裂性高壓影響，使臺灣處於高壓迴流區域。

本研究探討河川揚塵對天氣型態關聯時，參考楊宏宇(1993)所整理的 27 種天氣型態如表 2-3 所示：

表 2-3 27 種天氣型態表

編號	天氣類型名稱	出現特徵	影響
A1	鋒面過境型	因臺灣受鋒面影響，在附近產生波動現象。	北部產生陰雨，南部則雲量多，天氣現象不穩定。
A2	鋒前暖區型	鋒面迫近臺灣且位在 30°N ~ 27.5°N 間，但鋒面系統尚未抵達臺灣陸地。	北部地區可能吹偏南、西南或西風，偶爾有陣雨或強烈降雨，華南至臺灣地區則為多雲或陰天，不利空氣污染擴散。
A3	鋒面滯留型	鋒面被阻擋滯留在臺灣地區。	北部產生降雨，中、南部因鋒面逆溫層穩定及鋒前下沉作用，空氣污染物擴散不易。
A4	熱帶低壓系統外圍環流型	臺灣無鋒面或強烈高壓接近且太平洋高壓微弱，中心偏東，而臺灣附近有熱帶系統。	雲量會因系統強弱而變，強烈颱風則雲量多，北部東風明顯；如果是熱帶性低氣壓，則雲量較少，降雨不明顯，東風較弱。
A5	強烈東北季風型	由大陸蒙古高原及西伯利亞產生的強烈高壓抵達華中，且高壓中心仍有 1030hpa 以上。	東北部陰雨，中南部地區雲量增加，介於陰至多雲間，亦可能產生降雨。
A6	標準東北季風型	由西伯利亞貝加爾湖至華北一帶產生的大陸冷高壓，等壓線呈南北走向，梯度分布較平均。	北部以陰天為主，降雨機會高，風力稍強，中南部天氣則以晴天到多雲為主。
A7	微弱東北季風型	大陸冷高壓較弱且在 30°N 以北滯留。	北部以晴天到多雲為主，降雨機率低且風力不強，中南部可能雲量多。
A8	高壓出海型 I	大陸高壓於華中向東移動，於 30°N 以北出海	北部有時出現東風且雲量多，降雨機會大，南部則以多雲為主。
A9	高壓出海型 II	大陸高壓於華中向東移動，於 30°N 左右出海。	北部在高壓的正南方，有時雲量多且會降雨。
A10	高壓出海型 III	大陸高壓於華中向東移動，於 30°N 南方出海。	臺灣各地天氣晴朗，北部及東南沿海時有濃霧。
A11	高壓迴流型	大陸極地高壓中心向東移動通過 125°E。	北部、東北部以陰至多雲為主且降雨，南部則為晴至多雲，全臺氣溫有回升現象。
A12	太平洋高壓西伸型	臺灣及其四周海域受太平洋副熱帶高壓西伸影響，高壓中心多在 20°N 至 24°N 及 125°E 至 135°E 範圍內。	天氣以晴朗高溫為主，偶有午後雷陣雨。
A13	鋒面及颱風混合型	臺灣附近有鋒面存在，且鄰近海域亦有颱風或熱帶性低氣壓接近，兩種天氣型態相互混合。	南北天氣均不佳，降雨機率大。
A14	颱風型	颱風侵襲臺灣，中心位於 20°N 至 26°N 及 125°E 至 119°E 範圍內。	天氣狀態不穩定，依照颱風行進路徑不同，各地呈現不同天氣狀況。
A15	西南氣流型	颱風或熱帶性低氣壓往北移動至韓國、東海或日	臺灣西半部出現明顯降雨，東部地區亦有降雨之可能。

		本九州島以西時。	
A16	熱帶系統外圍環流及鋒前暖區混合型	臺灣南方熱帶系統存在且東海至華南一帶有北方鋒面接近。	天氣狀態不穩定，雲量多偶有降雨。
A17	高壓環流及鋒前暖區混合型	高壓出海後到達日本海或日本南方海面，由華中生波伴隨鋒面南下。	天氣狀態不穩定，容易產生對流性降雨。
A18	東北季風及颱風混合	臺灣受西拔利亞及地大陸冷氣團及鄰近海域颱風外圍環流或颱風共同影響。	臺灣北部、東北部山區大量降雨，中南部則為多雲到陰，偶有降雨。
A19	臺灣近海鋒面型	在 20°N 至 26°N 有鋒面影響臺灣。	臺灣各地出現降雨現象，尤其北部較明顯。生波產生則北部陰雨，南部雲量多。
A20	太平洋高壓型	太平洋副熱帶高壓斷裂成多中心型，臺灣受南海高壓控制。	一般天氣晴朗炎熱，風小。
A21	偏南氣流型	華北附近存在熱低氣壓，而太平洋高壓中心仍在日本以東海面，尚未到達臺灣。	主要吹偏南風，一般天氣炎熱，午後有時雲量變多，但與西南氣流不同，降雨有時不明顯。
A22	華南雨區東移型	鋒面由華北、華中一帶向東移動，而華南沿海出現另一不明顯鋒面。	天氣晴朗炎熱，風小。
A23	東海低壓或臺灣低壓	在東海 27°N 以北海面且以 120°E 為分界，形成之東海低壓。	受其波動影響，天氣惡劣。
A24	東北季風及颱風外圍環流型	受大陸變性冷氣團與鄰近海域颱風外圍環流共同影響。	臺灣北部、東北部一帶吹東風或東北風，天氣為多雲偶雨，而中南部天氣晴朗穩定。
A25	颱風外圍環流型	臺灣無鋒面或強烈高壓接觸且太平洋高壓微弱偏東，而又有熱帶系統的外圍環流影響。	北部地區明顯吹東風，雲量隨系統強弱而變化。
A26	東北季風及華南雨區東移型	東北季風漸弱之時，在華北與華中一帶有鋒面往東移動。	北部、東北部以陰雨為主，特別是山區雨勢更大，風力介於標準東北季風至微弱東北季風間，中南部則為晴到多雲。
A27	東北季風及南方雲系北移型	東北季風漸弱之時，偶有熱帶海洋氣團或赤道海洋氣團受太平洋副熱帶高壓位置形成偏南或南風，將海洋面屬性濕暖空氣形成的雲雨帶往北移動與冷乾的東北季風共伴發生。	北部、東北部氣溫回暖，但伴隨間歇性降雨或大雨機率大，特別是山區雨勢更大，中南部則屬於暖濕的西南氣流或偏南氣流，溫度偏高，午後有雷陣雨降雨機會。

資料來源:(楊宏宇, 1993)

2.5 空氣擴散模式

早期為了解河川揚塵的擴散機制及周遭空氣品質的影響，大多以現地調查裸露地及空氣採樣為主，往往耗費過多人力成本與器材，且此方法僅能針對小區域範圍的揚塵進行監測(黃隆明等，2012)，因此本研究將採用空氣擴散模式來模擬揚塵擴散。

目前國內學者大多使用 Fugitive Dust Model (FDM) 數值模式或是 The Industrial Source Complex Short Term model (ISCST3 Model) 等高斯模式進行揚塵的擴散模擬分析，如 (黃隆明等，2012) 使用 FDM 揚塵模式模擬大安溪河床裸露地微粒土砂的擴散行為，模擬冬季時發現河川南岸具有較高的濃度值。劉昱麟等(2011)以 FDM 揚塵模式進行大甲溪河床裸露地之揚塵擴散，且針對敏感區域進行貢獻量分析。黃隆明等(2013)則運用 FDM 空氣品質模式結合現地監測數據，模擬烏溪揚塵的擴散分布，得知烏河流域揚塵的嚴重區域。劉威呈(2010)以 ISCST3 空氣擴散模式模擬卑南溪揚塵擴散。林文印等(2013)使用 ISCST3 高斯擴散模式建立 PM₁₀ 排放係數，且結合監測點的氣象資料與中尺度氣象模式(WRF) 模擬濁水溪河川揚塵濃度分布。

高斯擴散模式在揚塵模擬的議題上具相當的重要性，但根據 DG (2001) 指出其模式並非適用於任何情況。如現地缺乏氣象監測站及探空測站的話，則必須以其它監測站、探空測站資料替代或者以其它計算方法獲得風場及混合層高度參數，其模擬結果可能較不具當地風場代表性。Bluett *et al.* (2004) 亦說明在複雜的地形或是臨近海洋的情況下，其氣象場可能在短距離內會發生顯著的改變，其簡單的高斯擴散模式可能無法提供較好的模擬結果。另外 黃隆明等(2013)指出 FDM 模式無法考慮地形因素，因此無法進行類似對流型雲塵狀之揚塵模擬。本研究模擬之樣區臨近海洋，屬於較複雜的地形，加上後續情境分析模擬不同天氣型態下的揚塵擴散濃度，不適合以單一氣象測站資料做為整體綜觀氣象場的風場推算，因此選擇 The Air Pollution Model (TAPM) 做為模擬揚塵模式。

第三章 研究方法

本研究首先以枯、豐水季選取合適的大安溪與大甲河流域之衛星影像範圍，針對研究區域蒐集相關基本資料，包括水文、過去空氣品質、研究區域座標與氣象，接著使用衛星影像辨識技術，辨識河川裸露地範圍分布，結合 TAPM 空氣品質模式，模擬懸浮微粒擴散濃度與影響範圍，再將污染濃度分布、致癌系數因子與人口數分布進行套疊分析，建立當地區域之健康風險熱區。

3.1 研究背景

臺灣經濟發展快速，大量的工商業活動，造成國內空氣品質逐漸變差，空氣污染問題日益嚴重。臺灣中部地區除了早期的機械、石化產業工廠外，近年來更陸續增設了台中工業區、台中科技園區等高密度的科技產業，固定性污染源的增加讓中部地區的污染負荷量日益嚴重。

PM₁₀ 的來源包含工廠排放、焚化爐、營造工程及道路施工、整修等固定性污染源，汽、機車排放及車行中帶起的揚塵等移動性污染源，火山噴發、生質燃燒、沙塵暴及河川裸露地之風吹揚塵等自然性污染源的逸散。

台灣的地形複雜，東西向分布狹窄，山脈縱貫全台，大部份山高而險峻，和平原的相對高度懸殊，且近年來氣候變遷異常，台灣深受影響，經常出現極端強降雨颱風，雖然全年的總雨量不變，但降雨時段比以往更加集中，豐水期水量更多，枯水期則更加乾涸。豐水期河川擁有大量的水量，上游集水區多為新的岩層，容易風化、侵蝕，且台灣位於環太平洋地震帶，地震造成岩塊崩裂，砂石劇增，地表逕流量增加時，使之流入河川中，砂石隨著水流向下沖刷，形成沙粒，最後大量堆積在下游的平緩河床，河川裸露地面積增加，到了枯水期，水位消退，甚至更低時，沉積在灘地上的泥質微粒逐漸乾枯形成裸露地，適逢東北季風，風經過裸露地，帶起漫天揚塵，使空氣品質不佳，影響居民身體健康。台中市境內的河川有：大安溪、大甲溪以及烏溪，其中大安溪與大甲溪的揚塵問題影響台中地

區較為嚴重，原因除了自然因素之外，還有上游興建水壩截水儲存，特別是大甲溪具有多座水壩，導致下游水量減少，進而增加裸露地面積，因此以大安溪與大甲溪作為研究樣區，圖 3-1 為研究樣區圖。

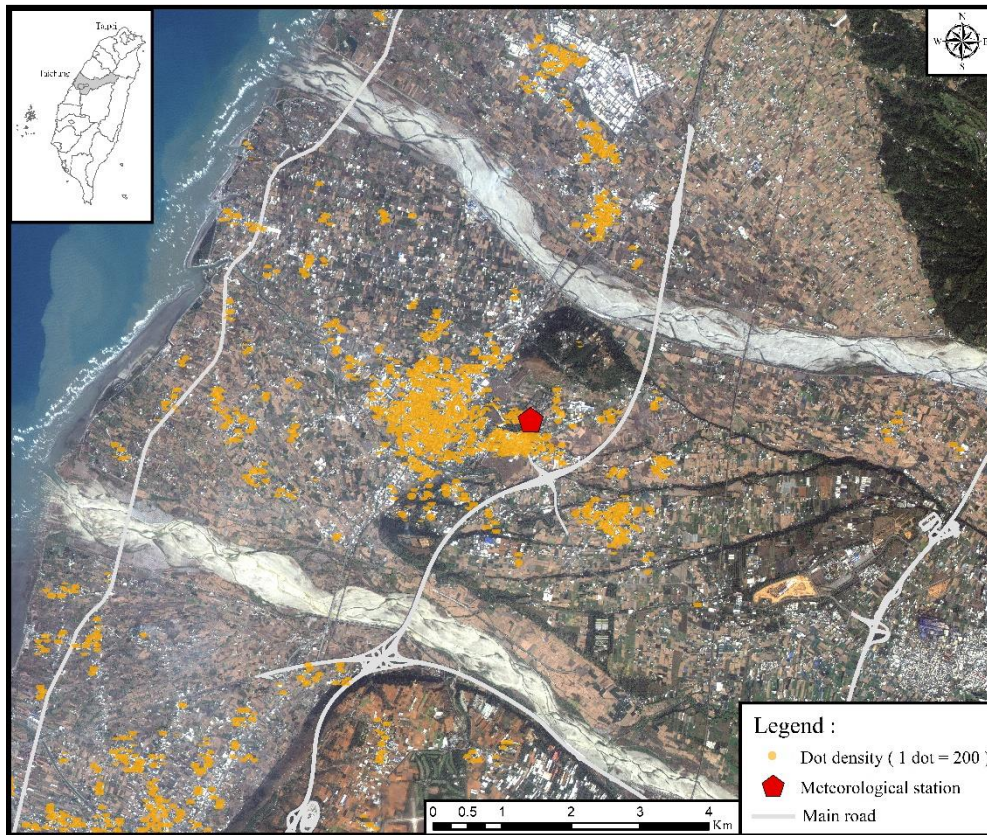


圖 3-1 研究樣區

3.1.1 河川特性

1. 大安溪

大安溪涵蓋在台灣中部的台中市與苗栗縣境內，其中流經苗栗縣的泰安鄉、卓蘭鎮、三義鄉、苑裡鎮；台中市的和平區、東勢區、后里區、外埔區、大甲區與大安區，總共 10 個行政區域。

大安溪源於雪山山脈大霸尖山，海拔高度約 3488 公尺；右岸為馬達拉溪、老庄溪、景山溪等支流，左岸則為次高溪、大雪溪、南坑溪、無名溪、雪山坑溪、烏石坑溪等重要支流。全長約 96 公里，流域面積約 758 平方公里。從發源地到梅園為上游，此區流經高山，河道狹窄，水流湍急，下切作用強烈，中游為梅園至自由里，呈橫谷地形，河谷較上游寬，流速漸緩，已經可見沉積現象，自自由里到河口為下游，河谷擴展，泥沙多淤積(鄧天德，1975)。

2. 大甲溪

大甲溪位在台灣中西部，主要涵蓋在台中市，宜蘭縣與南投縣次之。其中流經宜蘭縣大同鄉，南投縣仁愛鄉，台中市和平區、東勢區、新社區、石岡區、豐原區、后里區、神岡區、外埔區、清水區、大甲區與大安區，總共 13 個行政區域。

大甲溪發源於雪山山脈之雪山主峰、中央山脈的次高山及南湖大山等群嶽，海拔高度約 3886 公尺；全長約 140 公里，流域面積約 1235 平方公里。上游範圍為發源地至梨山的溪段，地勢高峻，中游則為梨山至馬鞍寮間，下游為馬鞍寮以下至河口間的溪段，幹流流出馬鞍寮後，河谷展開。

3.2 研究流程圖

圖 3-2 為本研究流程圖，首先依據研究目的定義研究範圍，接著篩選解析度 2.5 公尺以下且在 2014 年河川豐水期與枯水期皆有的衛星影像圖資進行監督式土地分類，分成植被、水體、河灘地以及裸露地四種土地類別，並以 Kappa 值判斷分類準確度，當 Kappa 值大於標準值(0.6)時，代表分類結果具代表性，反之則重新篩選訓練區進行分類。將監督式分類後的裸露地進行網格化，接著使用 TAPM 氣象模組模擬樣區的風場分布，以模擬之風速、風向與裸露地面積推估各面污染源的揚塵排放率，之後將排放率輸入至空氣污染物模擬模組，模擬揚塵擴散濃度及範圍。最後以揚塵濃度分布圖結合健康風險係數套疊當地人口分布圖，找出受到揚塵影響之風險熱區。



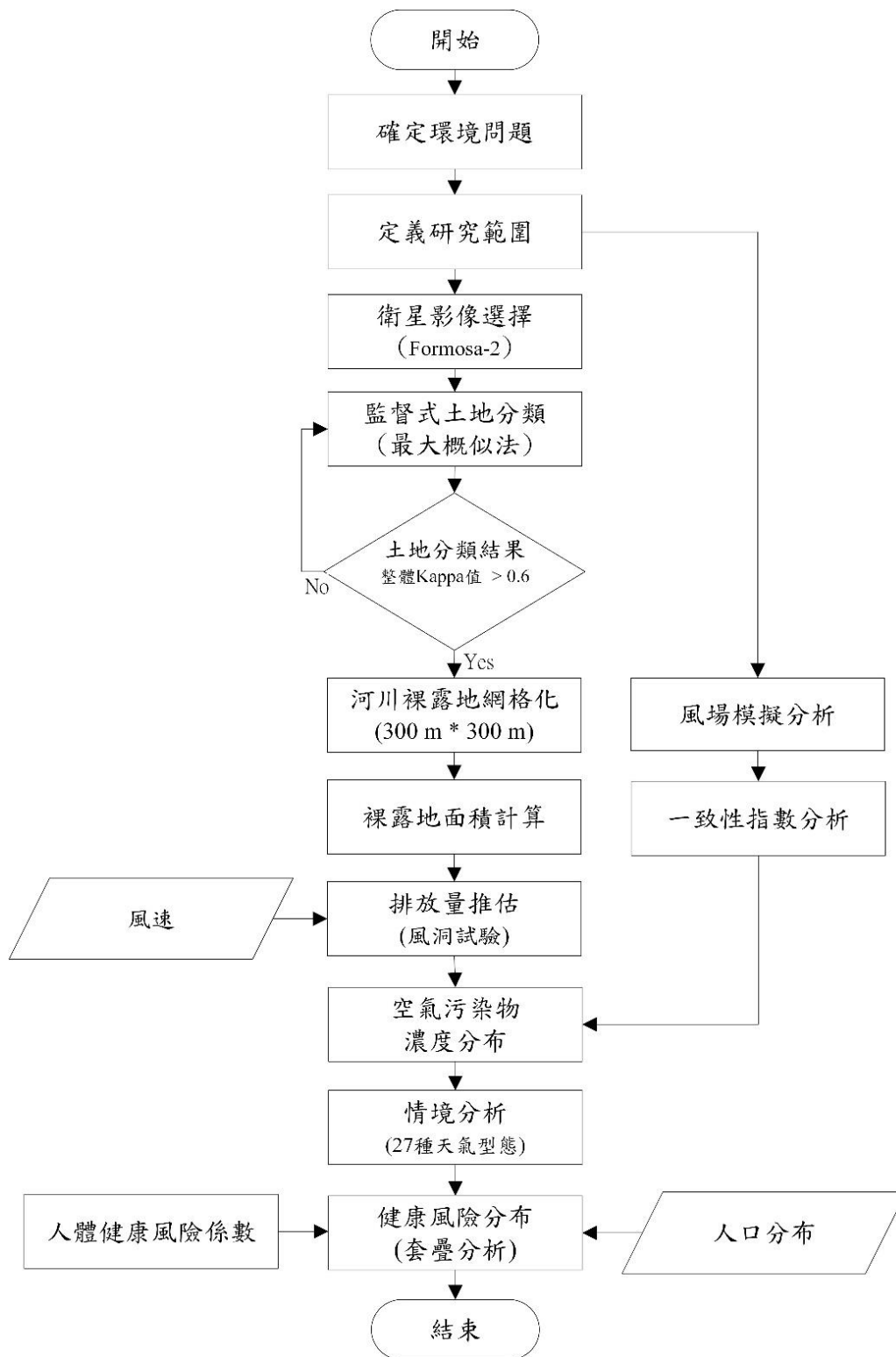


圖 3-2 研究流程圖

3.3 衛星影像處理

3.3.1 衛星影像選取

本研究探討枯、豐水季的大安溪和大甲溪下游流域揚塵對附近居民的影響，在選擇衛星影像上考慮衛星影像的時間、衛星影像解析度和相對衛星影像時間的河川水位。

首先篩選能夠提供研究選定範圍且衛星影像解析度為 2.5 m * 2.5 m 的衛星，衛星名稱與影像時間如表 3-1 所示，共有三顆衛星，分別為 SPOT-5、SPOT-7 和福爾摩沙衛星二號(FORMOSAT-2)，接著透過 2014 年的大安溪及大甲溪河川水位趨勢(圖 3-3)可發現，大甲溪的水位較大安溪穩定，無明顯的季節差異，而大安溪則能明顯看出 3 月中到 9 月水位較高，1、2、10、11、12 月則為低水位，因此本研究最後選擇 FORMOSAT-2 作為影像來源。福爾摩沙衛星二號影像空間解析度為 2.5 m * 2.5 m。枯、豐水季衛星影像如圖 3-4 及圖 3-5 所示。

表 3-1 衛星名稱與影像時間

	衛星名稱		
	SPOT-5	SPOT-7	福衛二號
2014	8 月 3 日	10 月 28 日	6 月 12 日
	8 月 23 日	12 月 6 日	8 月 22 日
	10 月 4 日		9 月 1 日
			10 月 3 日
2015			12 月 7 日
	1 月 17 日	3 月 18 日	1 月 4 日
	1 月 22 日		3 月 29 日
			4 月 14 日

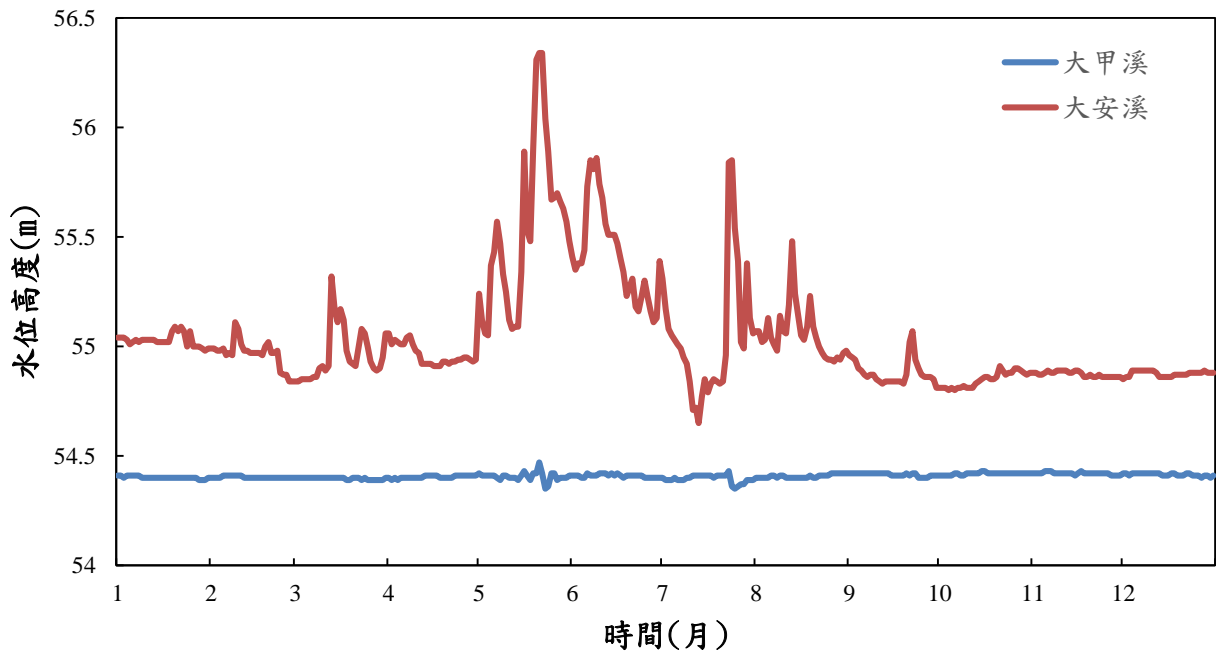


圖 3-3 2014 年大甲溪與大安溪水位高度

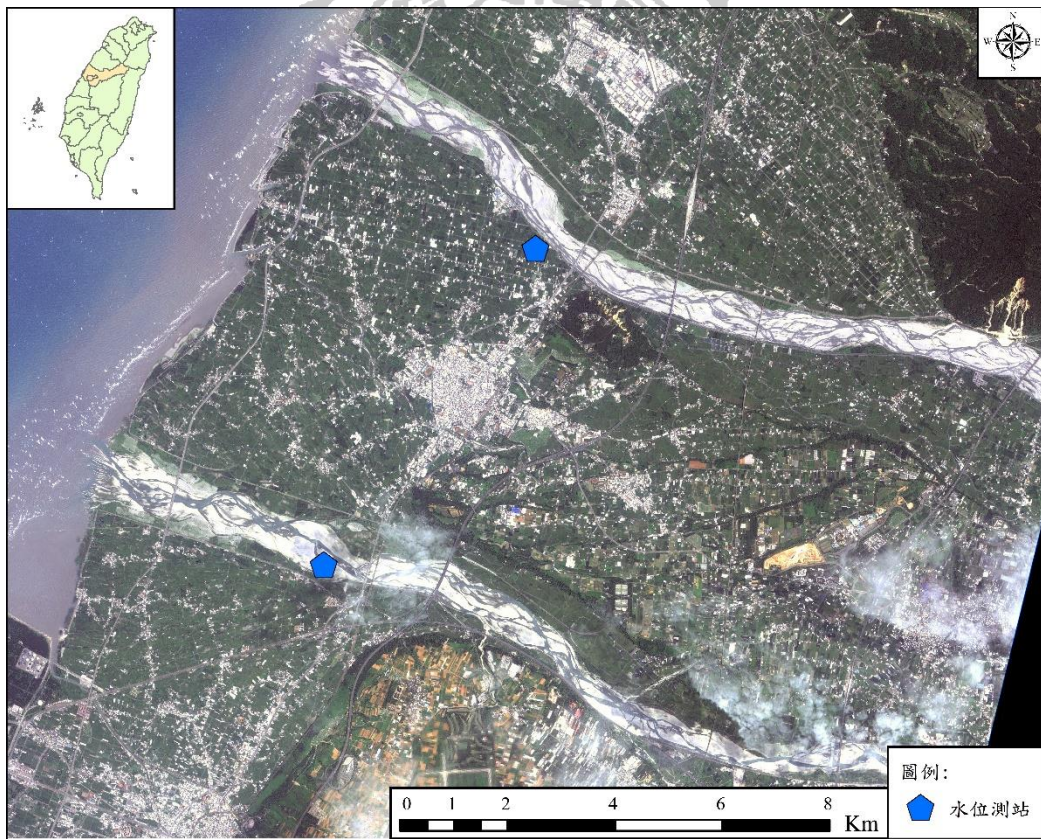


圖 3-4 豐水季大甲溪與大安河流域衛星影像



圖 3-5 枯水季大甲溪與大安溪流域衛星影像



3.3.2 衛星影像切割

本研究針對過去臺中市河川揚塵防制計畫(2012)，揚塵好發區域為大甲溪與大安溪出海口至國道3號間，故本研究利用影像切割的方式將影像範圍裁切為大甲溪與大安溪出海口至國道3號間，河道的邊界則以河堤作為界定。圖3-6~3-9 為枯、豐水季裁切後的大甲溪與大安溪下游。影像裁切的優點為影像辨識時能減少其他雜訊的干擾。

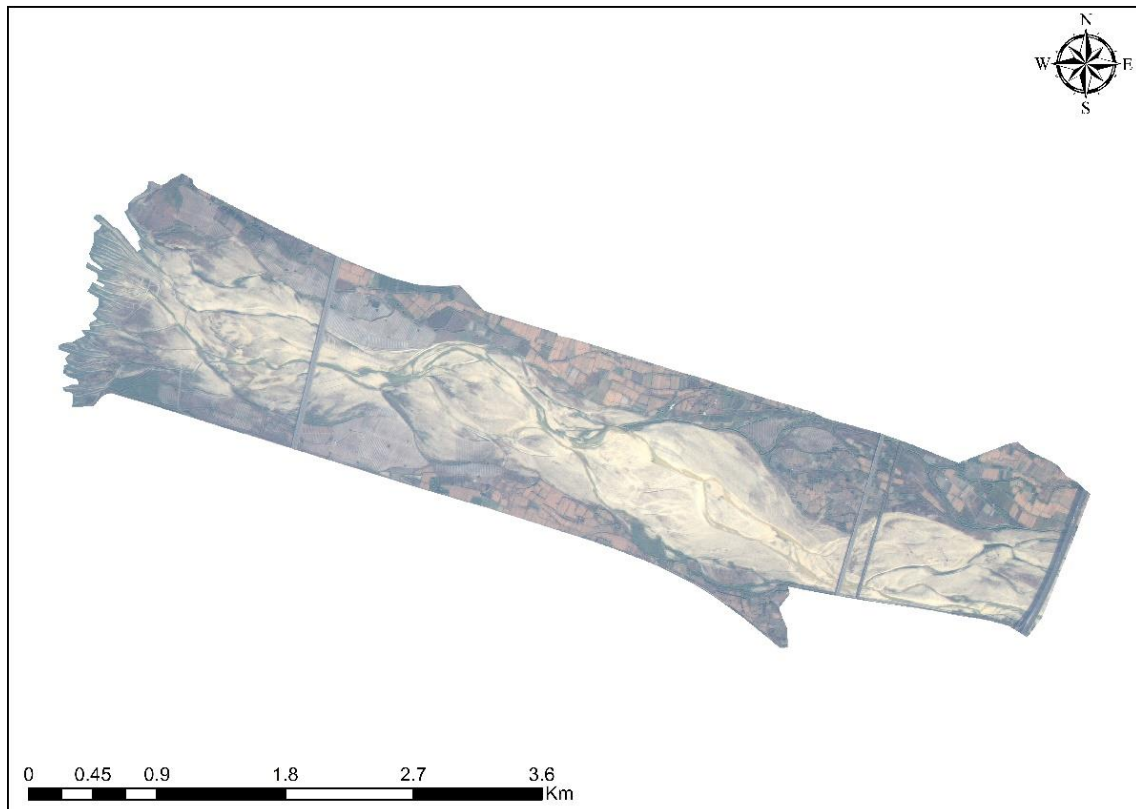


圖 3-6 裁切後枯水期大甲溪



圖 3-7 裁切後枯水期大安溪

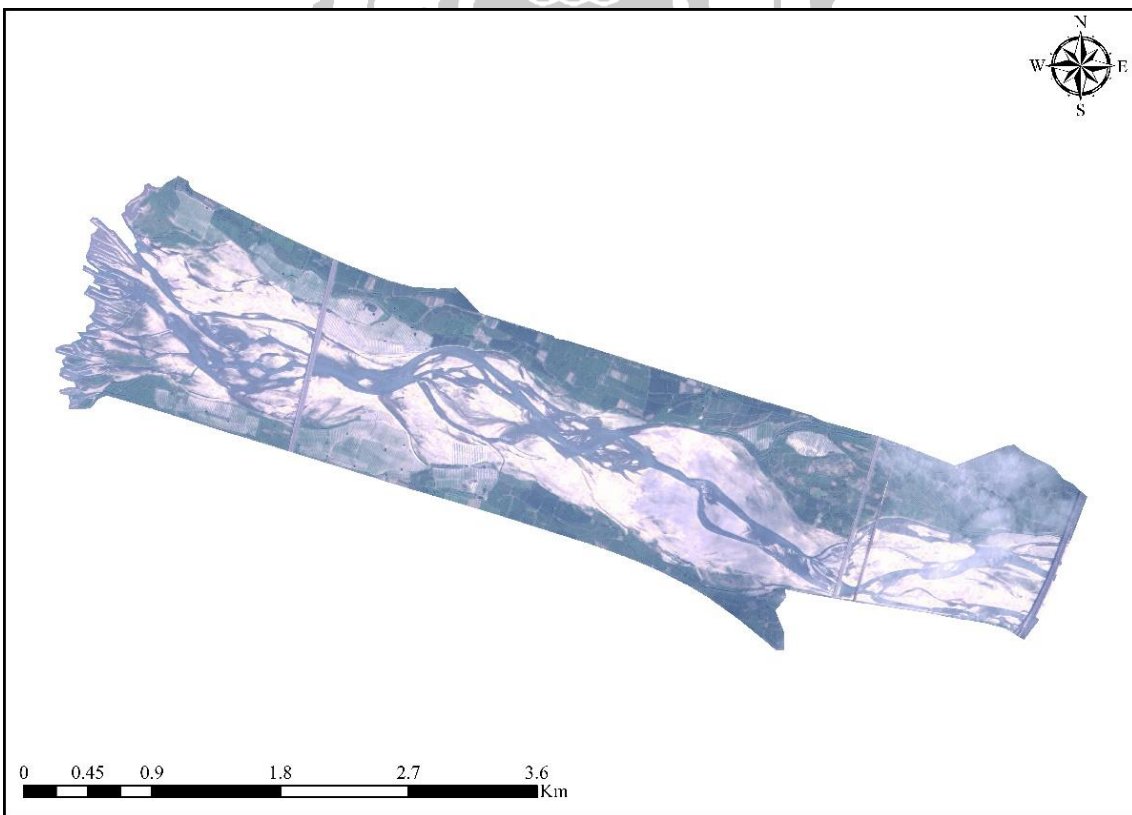


圖 3-8 裁切後豐水期大甲溪

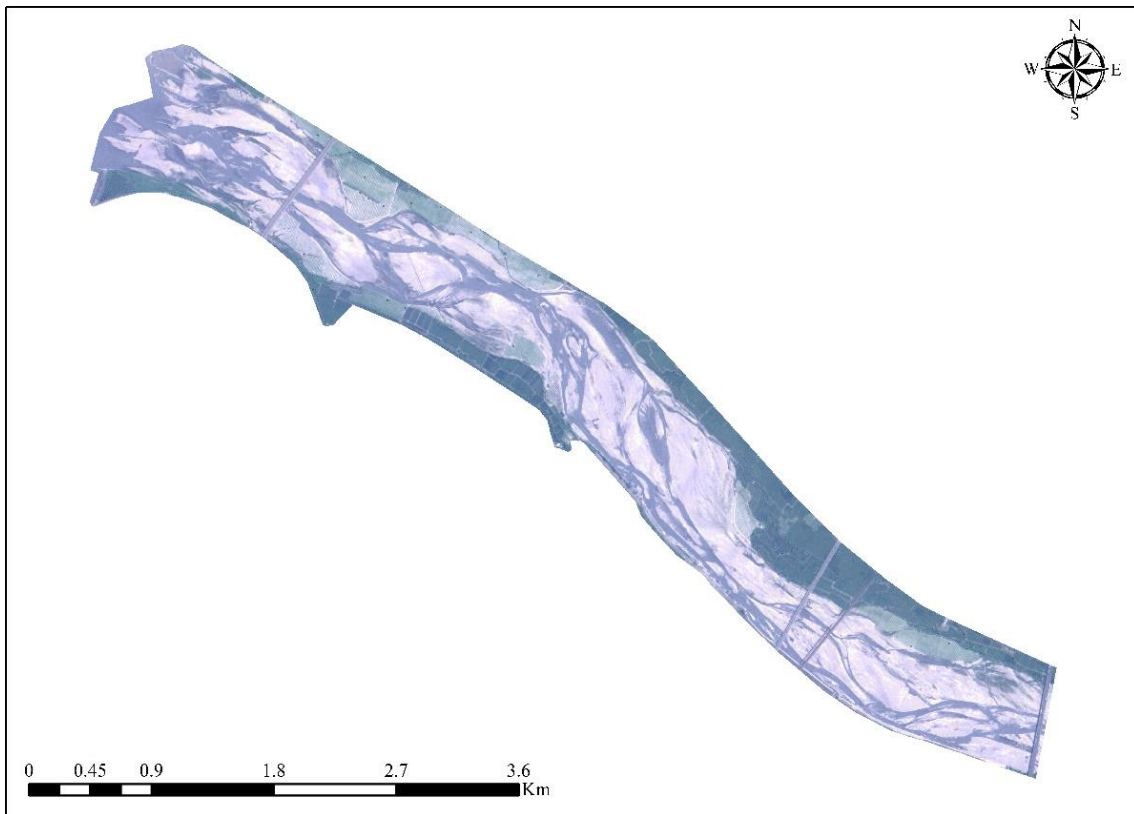


圖 3-9 裁切後豐水期大安溪



3.3.3 衛星影像辨識

衛星影像是由多種光譜特徵的像元(pixel)所集合而成，衛星影像辨識則是將不同的光譜特徵值分成我們所定義的類別(class)，主要是利用已知地面位置的真實資料(土地使用之真實狀況)所記錄之光譜特性為依據，進行其他未知的影像空間光譜資訊辨識。其中常見的衛星影像辨識技術又可分為兩種，一為監督式分類法(Supervised Classification)，二為非監督式分類法(Unsupervised Classification)。

1. 監督式分類法(Supervised Classification)

首先選擇已知的各土地類別作為訓練的樣本，這些樣本被稱為訓練區(Training Areas)，影像分類軟體以訓練區作為影像分類的依據，依照辨識函數或規則進行空間群落分析，予以歸類其他尚未被分類的影像。監督式分類法可分為三個步驟，(1) 建立訓練區：按照土地分類的類別篩選，計算其光譜統計值；(2) 分類：以某特定的辨識函數、規則進行辨識；(3) 輸出：將結果以主題圖型式、不同覆蓋類型的分類統計表或是用於軟體的方式輸出(Lillesand & Kiefer , 2000)。

2. 非監督式分類法(Unsupervised Classification)

非監督式分類法與監督式分類法之間最主要的區別為，此分類法不需要使用者選擇訓練區，只需指定軟體將光譜值分成若干類集群，透過辨識函數與誤差函數自動將光譜集群分出。常被使用的方法有 ISODATA 及 K-means 。

3.3.4 監督式分類選取訓練區

監督式分類以人工方式選取訓練區，針對乾枯無水之裸露地、潮濕裸露地、水體及植被分別進行訓練樣區選取，訓練區取樣以枯水季大甲溪為例，圖 3-10~3-13 為四種土地類別的取樣範例，其中圖 3-12 為泥灘地，因潮濕的裸露地沙粒吸收水分而變重，不易受風吹拂揚起，因此特意將泥灘地排除於揚塵污染源之外，選取的樣本處於水體與乾枯裸露地間。各類別訓練樣區之光譜特性如表 3-2 所示。

表 3-2 取樣點資料

編號	名稱	顏色	紅光	綠光	藍光	取樣總數	像元數
1	水體		0.747	0.782	0.781	46	608
2	植被		0.635	0.706	0.738	27	724
3	泥灘地		0.777	0.787	0.788	34	495
4	裸露地		0.963	0.937	0.890	41	632



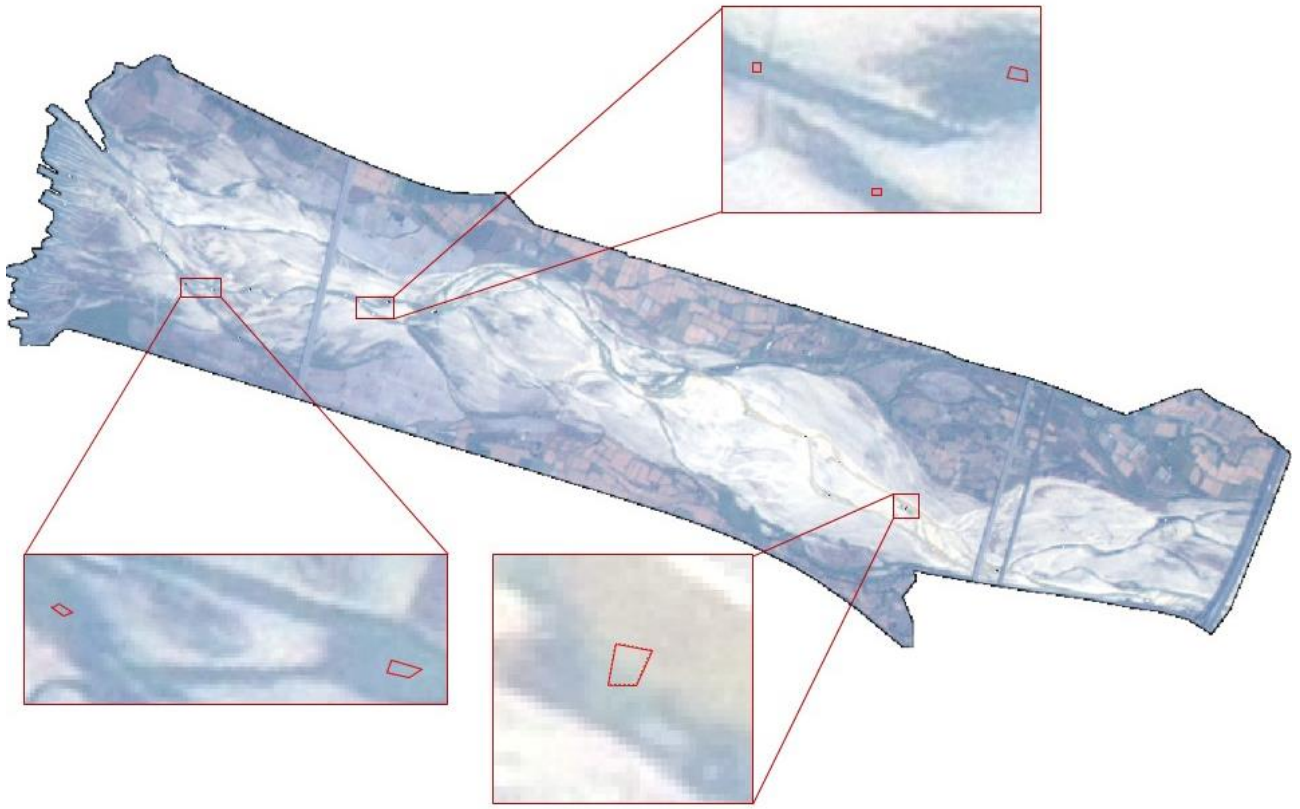


圖 3-10 水體取樣點

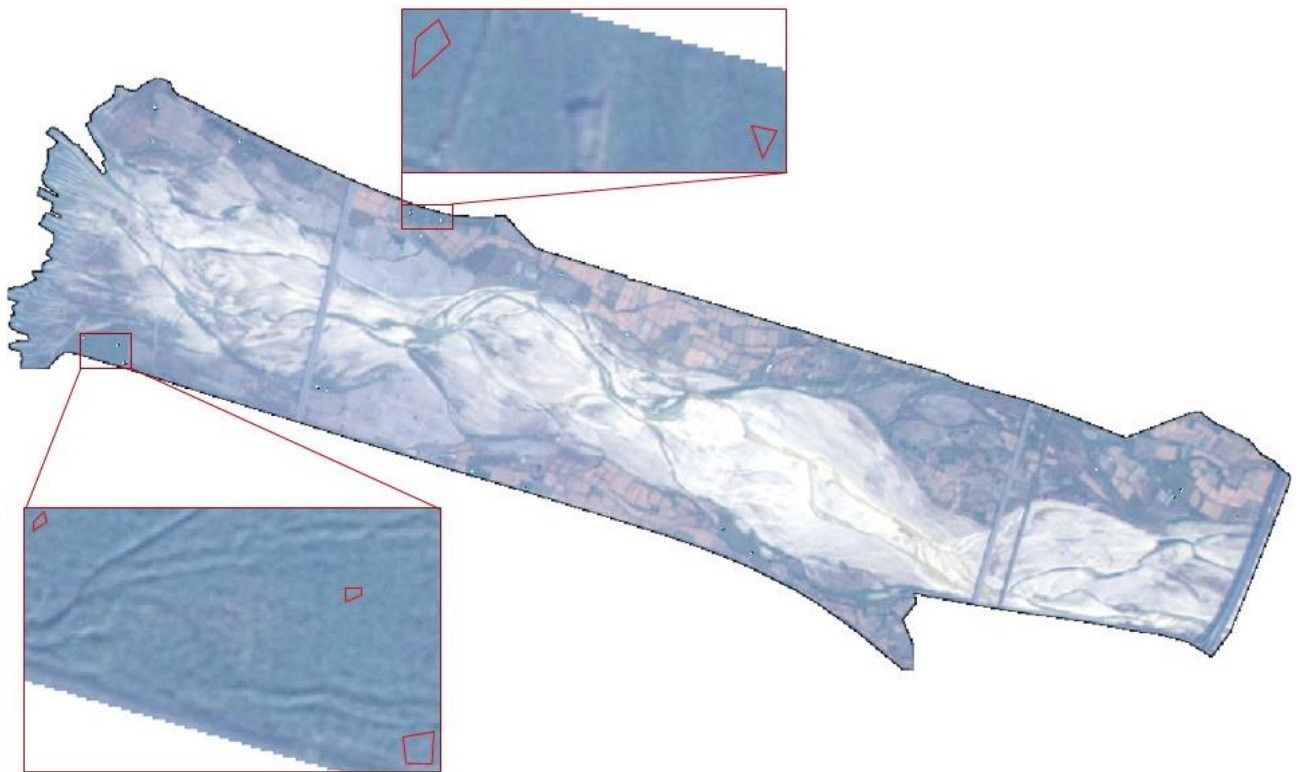


圖 3-11 植被取樣點

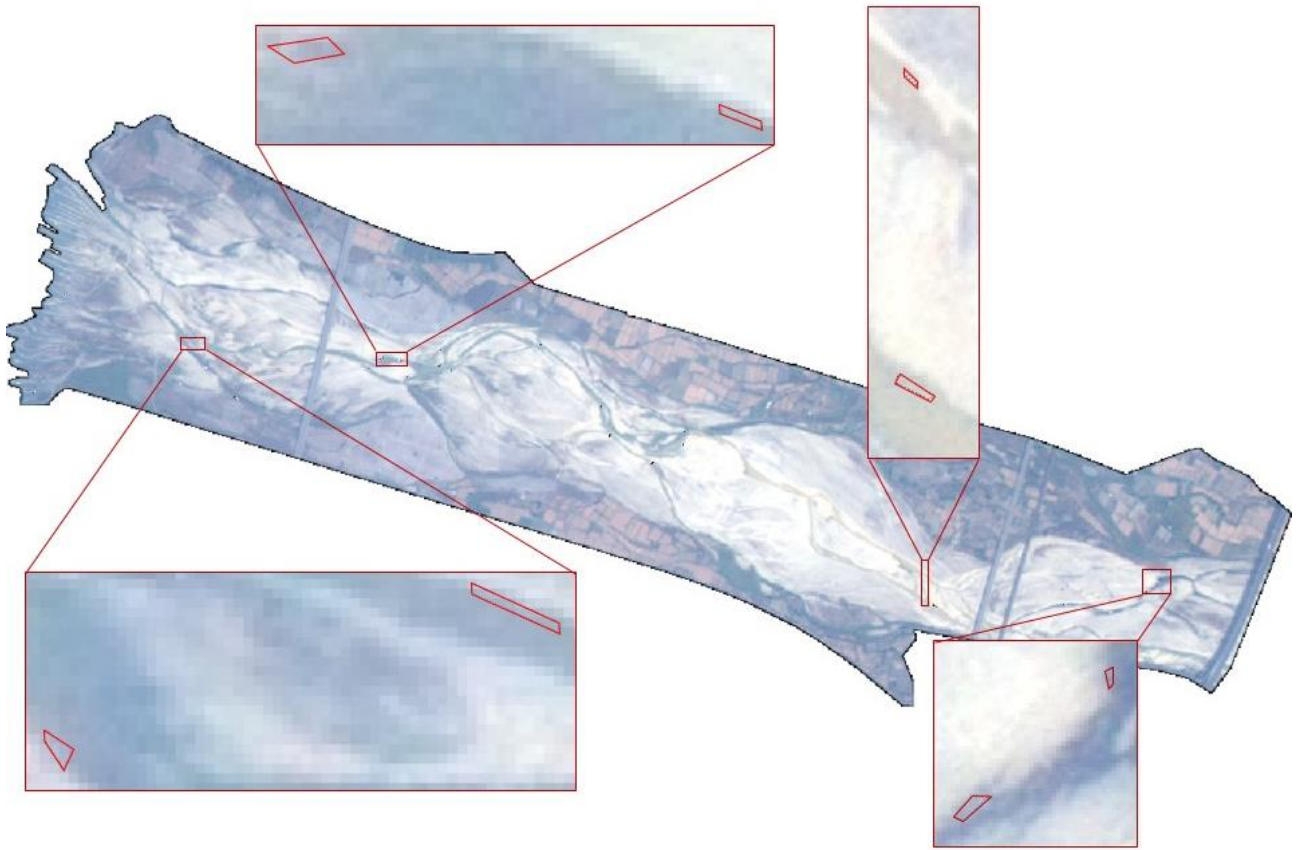


圖 3-12 泥灘地取樣點

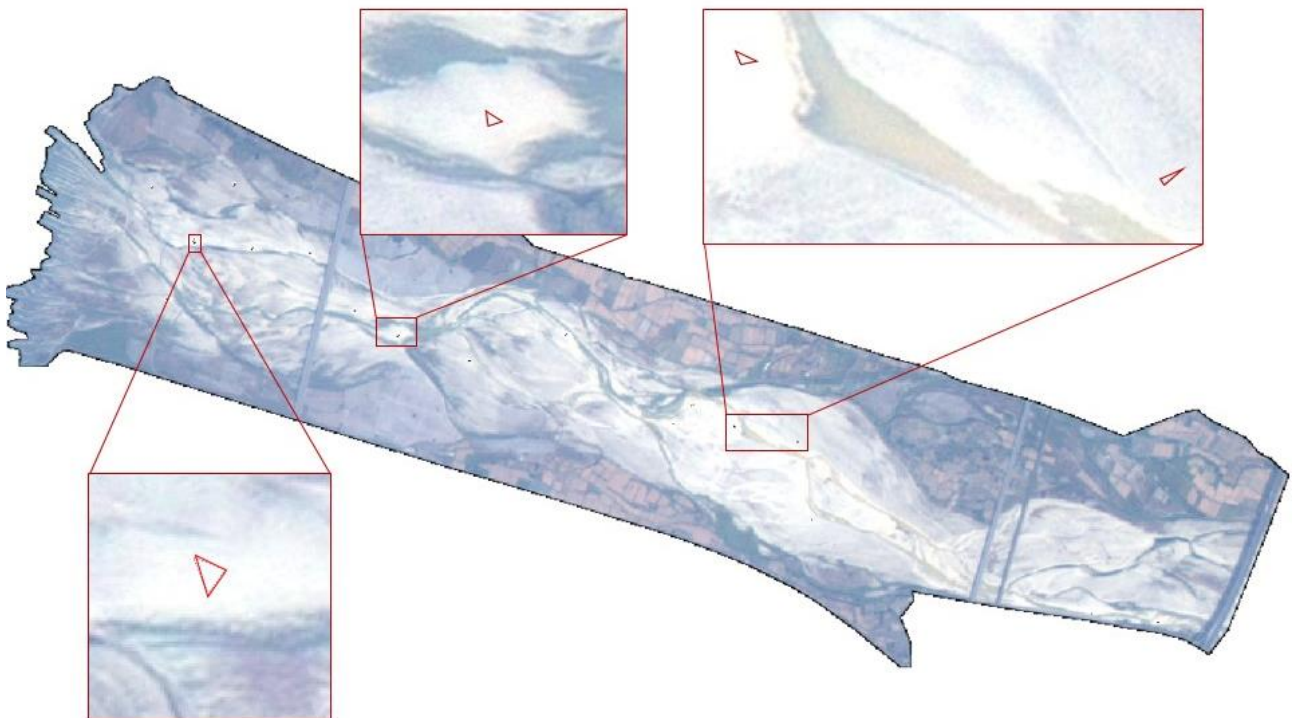


圖 3-13 裸露地取樣點

3.3.5 精確度評估

衛星遙測影像經影像辨識後的成果必須以精確度評估來檢視是否達到使用者的需求，目前最常被使用在精確度評估的方法為誤差矩陣(Error Matrix)。

誤差矩陣為一方型矩陣(林洧全，2012)用以表現實際地表與分類結果之間的差異狀況。矩陣的行(Column)與列(Row)數相等，按照使用者在影像辨識所設定之土地類別決定行及列的數量，行表示參考資料的類別(Reference data)；列則表示分類類別(Classification)，以表 3-2 為例。

表 3-3 誤差矩陣表

實際地表							
分類結果	A	B	C	...	合計	使用者精度	
A	X_{11}	X_{12}	X_{13}	...	X_{n1}		
B	X_{21}	X_{22}	X_{23}	...	X_{n2}	$\frac{X_{ii}}{\sum_{i=1}^n X_{ni}}$	
C	X_{31}	X_{32}	X_{33}	...	X_{n3}	$\times 100\%$	
⋮	⋮	⋮	⋮	X_{ii}			
合計	X_{in}	X_{in}	X_{in}				
生產者精度	$\frac{X_{ii}}{\sum X_{in}} \times 100\%$						
整體精度	$\frac{\sum_{i=1}^n X_{ii}}{N} \times 100\%$	Kappa	$\frac{N \sum_{i=1}^n X_{ii} - \sum_{i=1}^n (X_{in} \cdot X_{ni})}{N^2 - \sum_{i=1}^n (X_{in} \cdot X_{ni})}$				

依據誤差矩陣表的數據可用來計算四種常見的精確度評估方法：整體精度（Overall Accuracy）、使用者精度（User's Accuracy）、生產者精度（Producer's Accuracy）、以及 Kappa 係數，各項說明如下：

3. 使用者精度（User's Accuracy）

使用者精度為任一被分類正確的地表類型除以分類為此土地類型的總和，表示土地類別經分類後，分類類別與實際類別一致性的機率，其公式如下：

$$U_A = \frac{X_{ii}}{\sum_{i=1}^n X_{ni}} \times 100\%$$

其中，

U_A 為使用者精度， X_{ii} 為誤差矩陣中被正確分類之檢核點數， X_{ni} 為矩陣中各列之網格數目。

4. 生產者精度（Producer's Accuracy）

生產者精度為針對單一類別的精度表示，預測正確的土地類別總數除以實際地表中屬於此土地類型的總和，公式如下：

$$P_A = \frac{X_{ii}}{\sum X_{in}} \times 100\%$$

其中， P_A 為生產者精度， X_{ii} 為誤差矩陣中被正確分類之檢核點數， X_{in} 為誤差矩陣中各欄之網格數目。

5. 整體精度（Overall Accuracy）

對角之被正確預測總數（即預測與實際一致時）總和除以總樣點數，其公式如下：

$$O_A = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ii}}{N} \times 100\%$$

其中， O_A 為整體精度， N 為總樣點數， X_{ii} 為誤差矩陣中被正確分類之檢核點數。

6. Kappa 係數

Kappa 係數在 1960 年提出，用以表示分類結果與實際狀態的相似程度，常被應用在衛星影像辨識的精確度分析上；Kappa 係數綜合了使用者精度與生產者精度其公式如下：

$$\text{Kappa} = \frac{N \sum_{i=1}^n x_{ii} - \sum_{i=1}^n (x_{in} \cdot x_{ni})}{N^2 - \sum_{i=1}^n (x_{in} \cdot x_{ni})}$$

其中，N 為土地類型的總數， x_{ii} 為分類矩陣中欄列對角線的樣點數目， x_{in} 、 x_{ni} 為分類矩陣中各欄各列之樣點數目，N 為全部樣點數目。



3.4 揚塵排放量推估

本研究發現大安溪及大甲溪揚塵排放量的計算方式共有兩種，其一參考台灣地區排放量資料庫，其二則以「河川揚塵對中部大氣懸浮微粒影響程度之評估專案工作」的實驗結果進行計算。最後本研究採用第二種方法，其主要原因為本研究欲以不同天氣型態下模擬的風速來進行排放量推估，當排放量推估完成後，則可針對當地的氣象場進行模擬其揚塵對周界環境的曝露狀況。

A. 台灣地區排放量資料庫(Taiwan Emission Data System)

揚塵排放量推估使用台灣地區排放量資料庫，環保署於民國 78 開始進行台北及高雄地區的排放量調查推估；民國 79 年時初步概估全台的排放量；於民國 81 年建立第一版台灣地區排放量資料庫，簡稱 TEDS1.0 版，經多年多種版本更新，目前最新的版本為 TEDS9.0 版，以民國 102 年的活動量為基準年進行推估。

在 TEDS 中，河川裸露地揚塵被歸類在面源排放資料，其排放量大小受到裸露地面積、特性及風速的影響很大，因此排放量除了考慮受風蝕的面積外，最大風速的合理假設也相當重要，裸露地逸散排放量之估算可以下列方程式估算：

$$\text{排放量} = \text{排放係數} \times \text{活動強度}$$

其中：

活動強度：河川揚塵裸露地面積(m)

排放係數：如表 3-4。

表 3-4 排放係數

污染類別	TSP (ton/ha/year)	PM ₁₀ (ton/ha/year)	PM _{2.5} (ton/ha/year)
學校	0.507	0.254	0.101
海岸	0.465	0.232	0.093
一般裸露地	0.354	0.177	0.071
山坡崩塌地	0.354	0.177	0.071
河床	0.354	0.177	0.071

資料來源：台灣地區排放資料庫

B. 風洞試驗

「河川揚塵對中部大氣懸浮微粒影響程度之評估專案工作」中採樣大安溪及大甲溪裸露地沙石進行風洞試驗，其結果建構風速與揚塵量之關係。表 3-5 為大安溪及大甲溪河床砂粒之風洞試驗數據，試驗中量測在不同風速下揚塵濃度(PM_{10})，假設在試驗中風速及揚塵濃度皆為均勻分布，單位時間揚塵排放量可由下列方程式求得：

$$E = \frac{V \times A \times C \times m}{M \times \text{hours}}$$

其中：

V = 風速 (m/s)

A = 風洞截面積 ($0.015m^2$)

C = 揚塵濃度 ($\mu g/m^3$)

m = 裸露地面積 (m^2)

M = 風洞內鋪設砂土面積 ($0.9m^2$)

hours = 模擬時間(小時)

表 3-5 風洞試驗結果

風速(m/s)	大安溪 PM_{10} ($\mu g/m^3$)	大甲溪 PM_{10} ($\mu g/m^3$)
7	360	460
8	484	596
9	560	960
10	677	1440
11	844	1280
12	948	1390
13	996	1532
14	1220	1668
15	1406	1768

參考資料：河川揚塵對中部大氣懸浮微粒影響程度之評估專案工作

3.5 空氣污染模式

空氣污染模式(The Air Pollution Model, 簡稱 TAPM)是一套兼備模擬三維氣象與空氣污染的模式。由澳大利亞聯邦科學與工業研究發展組織(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO)的大氣研究部門所研發。模式由圖型化後的介面來運行,操作簡易且輸入模式所需的資料後,便可快速的完成模式驅動,投入的資料如 CSIRO 提供之衛星影像、污染物排放量與背景污染濃度等。TAPM 主要可分為兩大模組:

3.5.1 氣象模組

空氣污染模式的氣象模組是由不可壓縮的、選擇性非靜止狀態的流體力學方程式與隨地形變化的垂直座標系統所組成。氣象模組裡考慮的參數還包括雲/雨微物理參數、封閉紊流、植被覆蓋率、土壤覆蓋率與輻射通量等參數。氣象模組的模擬結果以每小時呈現,包括風速、風向、溫度、溼度、壓力、雨量等氣象因子。但此模式忽略地球曲面的影響,所以模擬區域最大不應超過 1000 km * 1000 km, 最小空間解析度可達 100 m * 100 m, 在大範圍與小尺度的模擬皆可使用。氣象模組之方程式如下所示:

$$\frac{du}{dt} = F(u) + \frac{\partial \overline{w'u'}}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial z} - \theta_v \left(\frac{\partial \pi}{\partial x} + \frac{\partial \pi}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial x} \right) + fv - N_s(u - u_s)$$

$$\frac{dv}{dt} = F(v) + \frac{\partial \overline{w'u'}}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial z} - \theta_v \left(\frac{\partial \pi}{\partial y} + \frac{\partial \pi}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial y} \right) - fv - N_s(v - v_s)$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \sigma} = - \left(\frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial x} \right) + v \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial y} \right)$$

$$\frac{d\theta_v}{dt} = F(\theta_v) + \frac{\partial \overline{w'\theta_v'}}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial z} = S_{\theta_v} - N_s(\theta_v - \theta_{vs})$$

$$\sigma = Z_T \left(\frac{Z - Z_s}{Z_T - Z_s} \right)$$

其中：

Z ：笛卡爾垂直坐標系統 (m)

Z_T ：模式頂端高度 (m)

Z_s ：地形高度 (m)

u, v, σ ：水平與垂直風場

u_s, v_s ：大尺度綜觀風場

θ_v ：潛在虛位溫。

3.5.2 空氣污染物模組

污染物模組採用尤拉氏網格模組(Eulerian Grid Module, EGM)，其方程式考量包含污染物擴散、對流、化學反應及乾溼沉降反應。其方程式如下：

$$\frac{dX}{dt} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial X}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial X}{\partial y} \right) - \left(\frac{\partial \sigma}{\partial z} \right) \frac{\partial}{\partial \sigma} (\overline{w'u'}) + S_x + R_x$$

其中：

K_X ：擴散係數

S_x ：污染物排放項

R_x ：化學反應項。

3.5.3 模試驗證

為了解監測值與模擬值的一致性程度，因此以 IOA 指標(Index of Agreement)來衡量，通常數值超過 0.5 即為好的結果。

$$IOA = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)}{\sum_{i=1}^N (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)}$$

其中：

O_i ：實測值

\bar{O} ：實測平均值

P_i ：模擬值

N ：樣本數。

3.5.4 TAPM 模式基本參數

1. 網格設定

本研究每層網格數以 79 x 79 x 20 的網格大小模擬，只設定一層網格，大小為 300 m x 300 m。

2. 氣象模組

TAPM 模式採用由聯邦科學與工業研究組織(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)的氣象資料庫提供之綜觀氣象場資料。模擬的結果包含風速、風向、溫度等氣象資料。

3. 地理資料

地理資料包含地理高程、植被及土壤型態等資料，由美國地質觀測站(US Geological Survey, USGS)之地球資源觀測系統(Earth Resources Observation Systems, EROS)的主動分散式檔案中心(Distributed Active Archive Center, DAAC)提供，其模式的土地使用分類 (Hurley *et al.*, 2003)如表 3-6 所示。



表 3-6 模式土地使用分類

類型	地表粗糙度
Forest – tall dense	4.200
Forest – tall mid-dense	3.650
Forest – dense	2.500
Forest – mid-dense	1.700
Forest – sparse(woodland)	1.200
Forest – very sparse(woodland)	1.000
Forest – low dense	0.900
Forest – low mid-dense	0.700
Forest – low sparse(woodland)	0.550
Shrub-land – tall mid-dense(scrub)	0.300
Shrub-land – tall sparse	0.250
Shrub-land – tall very sparse	0.200
Shrub-land – low mid-dense	0.100
Shrub-land – low sparse	0.060
Shrub-land – low very sparse	0.050
Grassland – sparse hummock	0.050
Grassland – very sparse hummock	0.045
Grassland – dense tussock	0.075
Grassland – mid-dense tussock	0.060
Grassland – sparse tussock	0.045
Grassland – very sparse tussock	0.040
Pasture/herb-field – dense(perennial)	0.060
Pasture/herb-field – dense(seasonal)	0.060
Pasture/herb-field – mid-dense(perennial)	0.045
Pasture/herb-field – mid-dense(seasonal)	0.045
Pasture/herb-field – sparse	0.035
Pasture/herb-field – very sparse	0.030
Luttoral	0.025
Urban	1.000

3.6 懸浮微粒暴露量及風險推估計算方式

本研究探討空氣中之粒狀污染物對人體的健康影響，因此在暴露量評估上主要以「吸入」做為揚塵對人體的暴露途徑，其計算公式參考美國環保署的「暴露評估準則」。係數設定值參考「台灣一般民眾暴露參數彙編」。暴露量推估公式如下：

$$\text{Lifetime average daily doses (LADDs)} = \frac{[\bar{C} \cdot \overline{\text{IR}} \cdot \text{EF} \cdot \text{ED}]}{[\text{BW} \cdot \text{AT}]}$$

其中：

LADDs：終生平均粒狀污染物吸入暴露量(mg/kg-day)

CA：粒狀空氣污染物濃度 (mg/m³)

IR：呼吸通氣量，22 (m³/hr)

ET：每日暴露時間，4.4 (hrs/day)

EF：暴露頻率，365 (days/year)

ED：暴露時間，30 (years)

BW：體重，60.79 (kg)

AT：平均時間，25550 (days)。

本研究目標污染物為粒狀空氣污染物(PM₁₀)，因礙於目前尚無針對吸入性PM₁₀之致癌斜率係數，因此以「大安、大甲及烏溪揚塵防制改善試辦計畫」中的土壤金屬元素分析結果，將揚塵濃度轉換為重金屬濃度計算，如下表 3-7。此試辦計畫採集河川裸露地之砂土進行重金屬元素分析，範圍亦包含本研究著重之下游河川裸露地，因此以分析結果做為揚塵與重金屬成分的轉換，但此資料非為空氣中揚塵的重金屬成分，因此可能與實際濃度有誤差。

表 3-7 大安、大甲溪金屬元素分析

河川	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cr (mg/kg)
大安溪	18.4	15.4	2.6
大甲溪	14.2	36.3	3

參考資料: 大安、大甲及烏溪揚塵防制改善試辦計畫

其吸入性致癌風險推估計公式如下，致癌斜率係數參考 OEHHA(TAC)毒理資料庫，因資料庫中無吸入性 PM₁₀ 重金屬之資料，因此以吸入性 PM_{2.5} 重金屬致癌斜率替代，在結果計算上可能會較真實情況高估，致癌斜率係數如表 3-8，：

$$\text{Cancer Risk} = \text{LADDs} \times \text{CSF}$$

其中：

LADDs：終生平均粒狀污染物吸入暴露量(mg/kg-day)

CSF(carcinogenic slope factor)：致癌斜率係數 (mg/kg-day)⁻¹。

表 3-8 致癌斜率係數

重金屬種類	致癌斜率係數(CSF)	資料來源
鉛(Pb)	4.2E-1(mg/kg-day) ⁻¹	OEHHA TAC,2002
六價鉻(Cr ⁶⁺)	5.1E+2(mg/kg-day) ⁻¹	OEHHA TAC,2002
鎳(Ni)	9.1E-1(mg/kg-day) ⁻¹	OEHHA TAC,2002

參考資料: Office of Environmental Health Hazard Assessment

第四章 結果與討論

本章將針對四個研究結果進行探討：一是枯、豐水季衛星影像監督式分類結果，二是揚塵排放率推估結果，三是以空氣污染物模式 TAPM 模擬揚塵擴散之結果，最後四是依擴散結果計算健康風險地圖。

4.1 衛星影像辨識

本研究利用 ERDAS 軟體將影像裁剪後的枯、豐水期大安溪及大甲溪衛星影像圖進行監督式分類，共分成四種土地類別，分別為裸露地、泥濘地、水體及植被。監督式分類所使用的分類方法為最大概似法，分類之後的影像為網格式影像 (Raster)，需再使用 ArcGIS 10.0 軟體之轉換模組將網格式影像轉換成向量式影像 (Vector)，進行空間分析。分類結果以誤差矩陣呈現，指標包含生產者精度、使用者精度、整體精確度及 Kappa 指標。影像辨識中無法區分出卵石與砂石地的差異，因此在裸露地辨識的結果上可能會有高估的情況。

4.1.1 衛星影像辨識結果

辨識結果如圖 4-1~4-4，河道中白色區域為裸露地，藍色區域為水體，綠色區域為植被，灰色區域則為泥灘地，其中道路在影像辨識中被誤判為泥灘地，但因不影響裸露地面積，因此將此誤判排除，不進行修正。

準確度評估於每張影像隨機選取 300 個檢查點，將衛星影像套疊辨識完的影像後，按照檢查點位置以人工方式判讀該像元的類別再與分類結果做比較，其結果為表 4-1~4-4。

四張影像的分類精確度中顯示，各整體 Kappa 值在 0.6~0.8 之間，屬於中等等級的辨識度，裸露地的生產者精度及使用者精度亦在接受範圍內，而辨識結果較不理想的是衛星影像中的泥灘地常被誤判為水體或植被，可能原因為泥灘地屬於潮濕的裸露地，其中包含了水體在裡面，且在潮濕的地面上生長的植物也比較多，光譜特性中亦夾雜了水體及植被的特性，但此誤判不會造成對裸露地辨識

上的干擾，因此不針對此誤判進行修正。

影像辨識的精確度結果符合預期的標準，故以此四張影像辨識的結果做為豐水期與枯水期的裸露地分布。

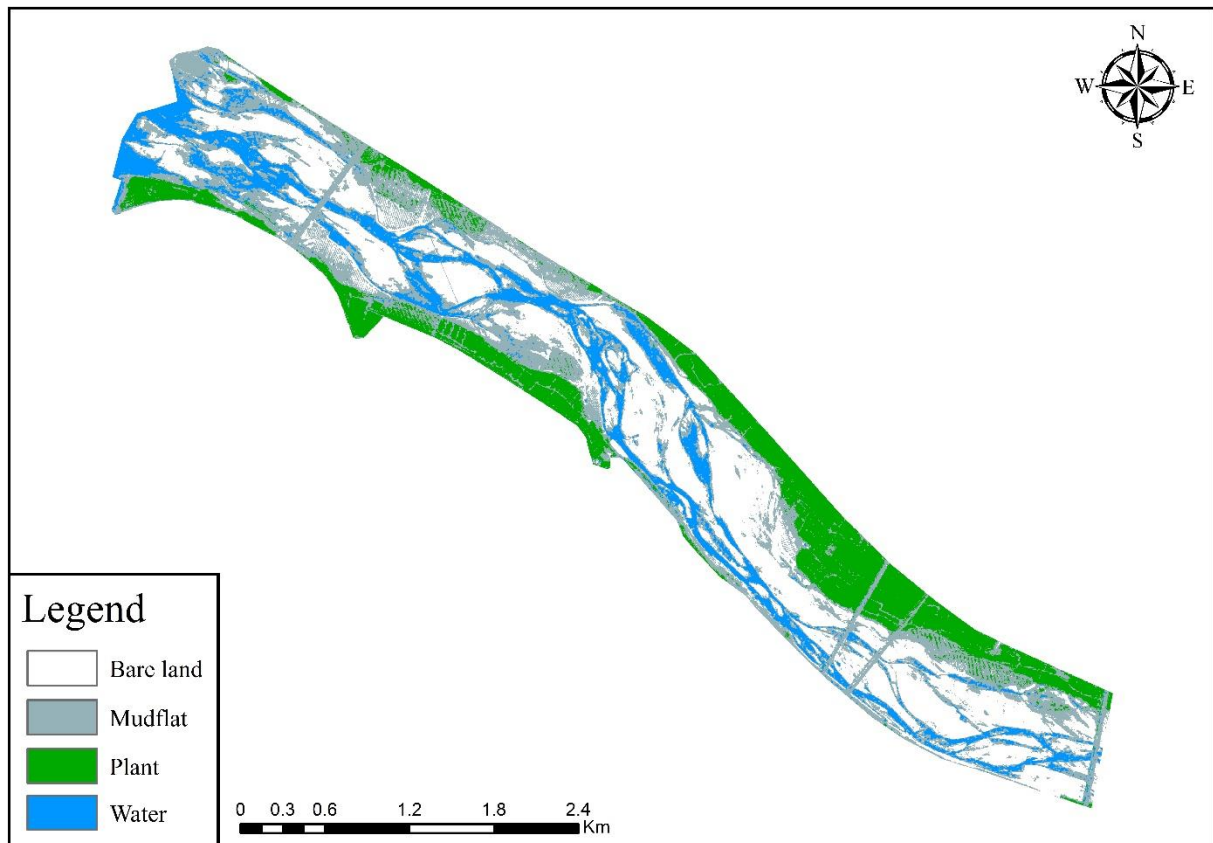


圖 4-1 豐水期大安溪辨識結果

表 4-1 豐水期大安溪精確度評估

Reference data \ Classification	Classification				Total	User's Accuracy
	Water	Plant	Mudflat	Bare land		
Water	35	1	4	1	41	85.37 %
Plant	1	53	0	0	54	98.15 %
Mudflat	23	27	38	7	95	39.58 %
Bare land	1	6	6	97	110	88.18 %
Total	60	87	48	105	300	
Producer's Accuracy	58.33 %	60.92 %	79.17 %	92.38 %		
Overall Accuracy	74.09 %	Kappa	0.65			

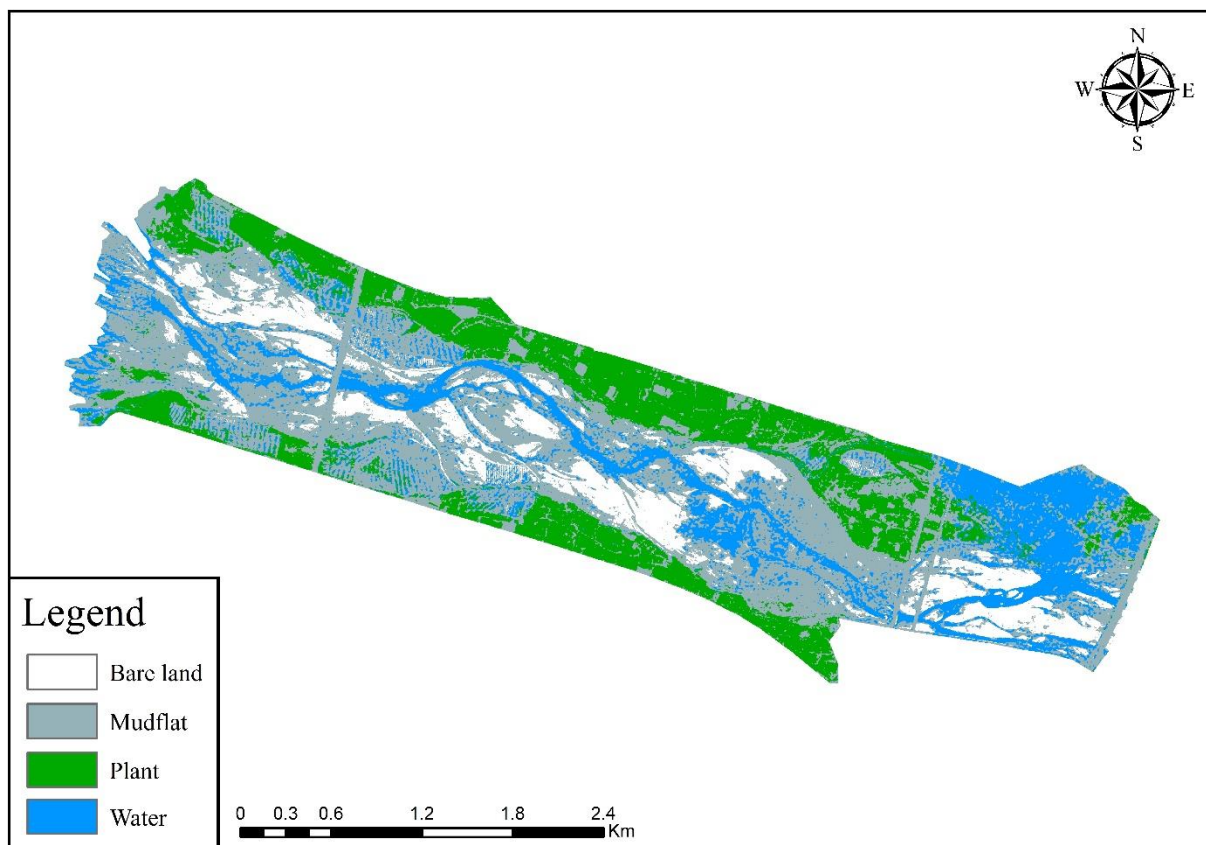


圖 4-2 豐水期大甲溪辨識結果

表 4-2 豐水期大甲溪精確度評估

Reference data \ Classification	Classification				Total	User's Accuracy
	Water	Plant	Mudflat	Bare land		
Water	24	18	2	2	46	45.28 %
Plant	2	65	1	0	68	95.59 %
Mudflat	17	24	77	11	129	56.69 %
Bare land	0	1	1	48	50	96.00 %
Total	43	108	81	61	293	
Producer's Accuracy	55.81 %	60.19 %	88.51 %	78.69 %		
Overall Accuracy	71.33 %	Kappa	0.609			

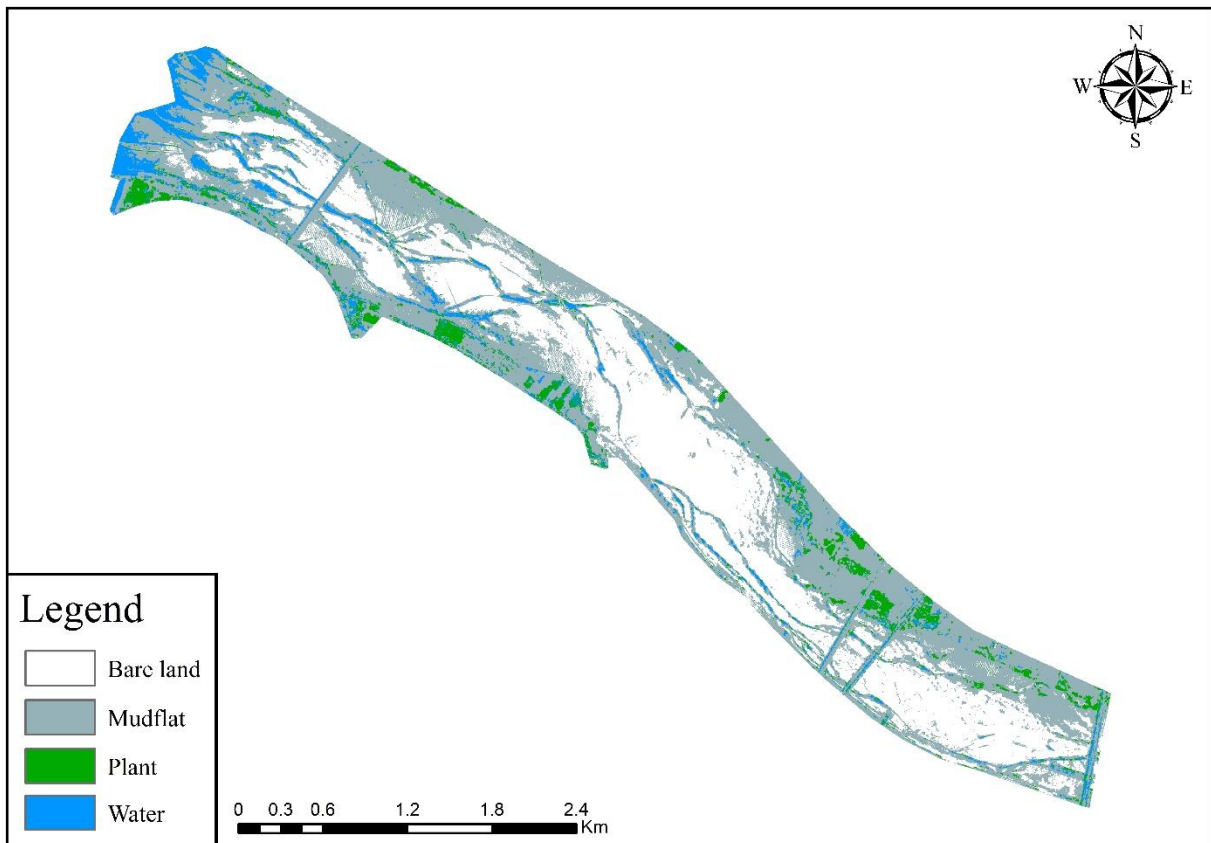


圖 4-3 枯水期大安溪辨識結果

表 4-3 枯水期大安溪精確度評估

Reference data \ Classification	Classification				Total	User's Accuracy
	Water	Plant	Mudflat	Bare land		
Water	8	0	8	0	16	50.00 %
Plant	2	8	4	0	14	57.14 %
Mudflat	13	5	97	13	128	75.19 %
Bare land	0	0	1	140	141	99.29 %
Total	23	13	110	153	299	
Producer's Accuracy	34.78 %	61.54 %	88.18 %	91.50 %		
Overall Accuracy	84.33 %	Kappa	0.74			

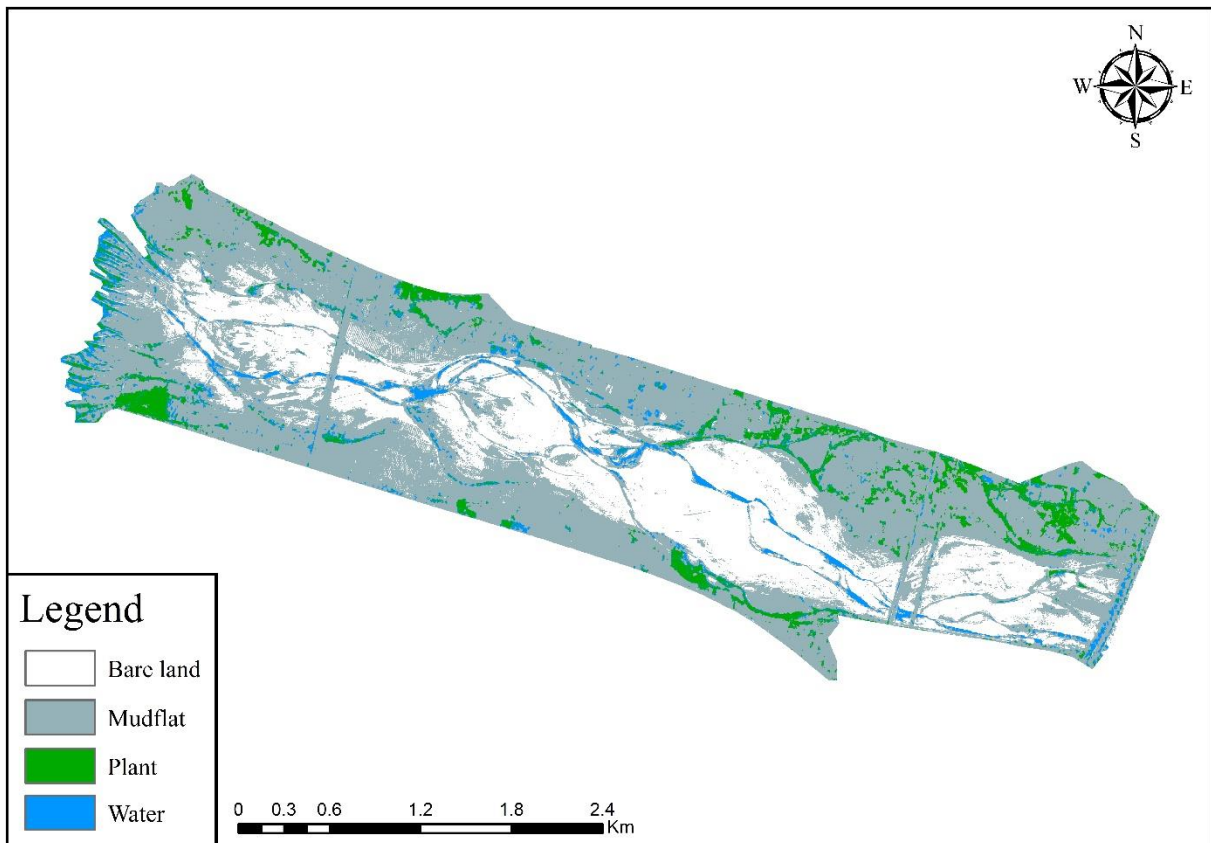


圖 4-4 枯水期大甲溪辨識結果

表 4-4 枯水期大甲溪精確度評估

Reference data \ Classification	Classification				Total	User's Accuracy
	Water	Plant	Mudflat	Bare land		
Water	3	3	6	0	3	25.00 %
Plant	3	13	2	0	18	72.22 %
Mudflat	6	2	157	9	157	90.23 %
Bare land	0	0	8	88	88	91.67 %
Total	12	18	173	97	300	
Producer's Accuracy	25.00 %	72.22 %	90.75 %	90.72 %		
Overall Accuracy	87 %	Kappa	0.76			

4.1.2 豐水期與枯水期裸露地比較

為便於比較各段裸露地在枯、豐水期之變化，因此將大安溪及大甲溪區分為四段探討，圖 4-5 與 4-6 為枯、豐水期裸露地分布圖，圖例中青綠色區域代表枯、豐水期間皆會存在的裸露地範圍，橘黃色區域則代表枯水期才會出現的裸露地，而紅色區域代表豐水期間才有的裸露地。

由圖 4-5 枯、豐水期大安溪裸露地分布圖與表 4-5 可得知，在第一段的枯水期裸露地呈現負成長，可能的原因為漲退潮影響了最靠近海洋的第一段河川，受到海水影響，裸露地變為潮濕的泥濘地。其餘的三段河川裸露地皆為正向成長，以第三段的 1.36 倍最多。圖 4-6 枯、豐水期大甲溪裸露地分布差異更是明顯，以第二段及第三段最為顯著，分別成長了 1.99 及 4.27 倍。

總體枯水期的裸露地，大安溪增加 370820 平方公尺，大甲溪則增加了 1554850 平方公尺，由此結果可以證明枯、豐水期的裸露地變化差異甚大，證明枯水期的裸露地確實較豐水期多。

表 4-5 枯、豐水期裸露地變化

河川	編號	豐水期(km ²)	枯水期(km ²)	成長倍數
大安溪	I	615510	523645	0.85
	II	422872	540779	1.28
	III	898985	1218946	1.36
	IV	817558	842375	1.03
	Total	2754925	3125745	1.13
大甲溪	I	360678	567436	1.57
	II	408624	812787	1.99
	III	241006	1028893	4.27
	IV	342365	498407	1.46
	Total	1352673	2907523	2.15

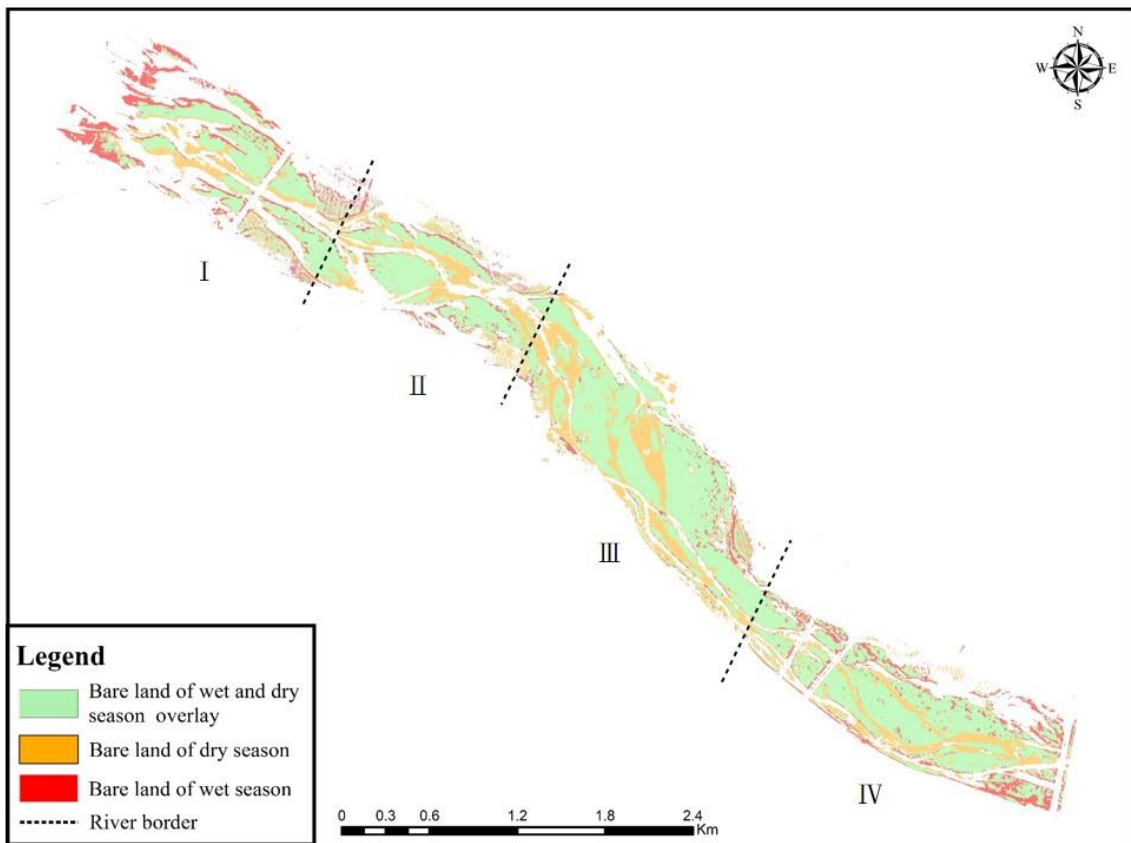


圖 4-5 枯、豐水期大安溪裸露地分布

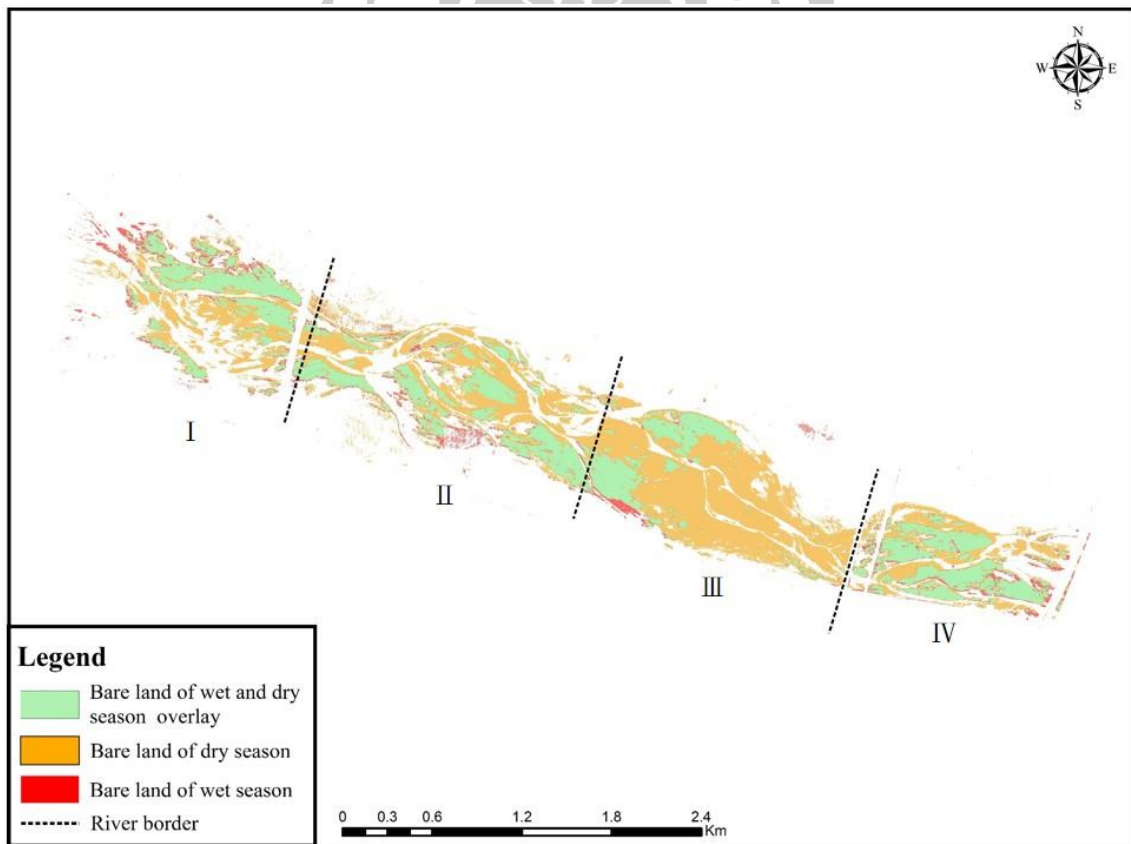


圖 4-6 枯、豐水期大甲溪裸露地分布

4.2 揚塵推估排放率

本研究依據 TAPM 軟體計算的速度及影像範圍，將枯、豐水期大安溪及大甲溪裸露地做適當的網格劃分，網格的大小為 300 m * 300 m，豐水期裸露地網格總數為 196 格，枯水期網格總數則為 223 格，網格的分布及編號於圖 4-7、4-8 所示。網格編號對應之裸露地面積、排放率等資料於表 4-6 及 4-7 中列出，其餘補充於附錄中。

排放率計算分為兩類，第一類是用於比較枯、豐水期之揚塵差異，以衛星影像拍攝時的前後 15 天做為模擬時間，排放率以平均排放率及最大風速排放率計算，第二類用於分析不同天氣型態下對揚塵擴散的影響，以最大風速排放率做為模擬之排放率。



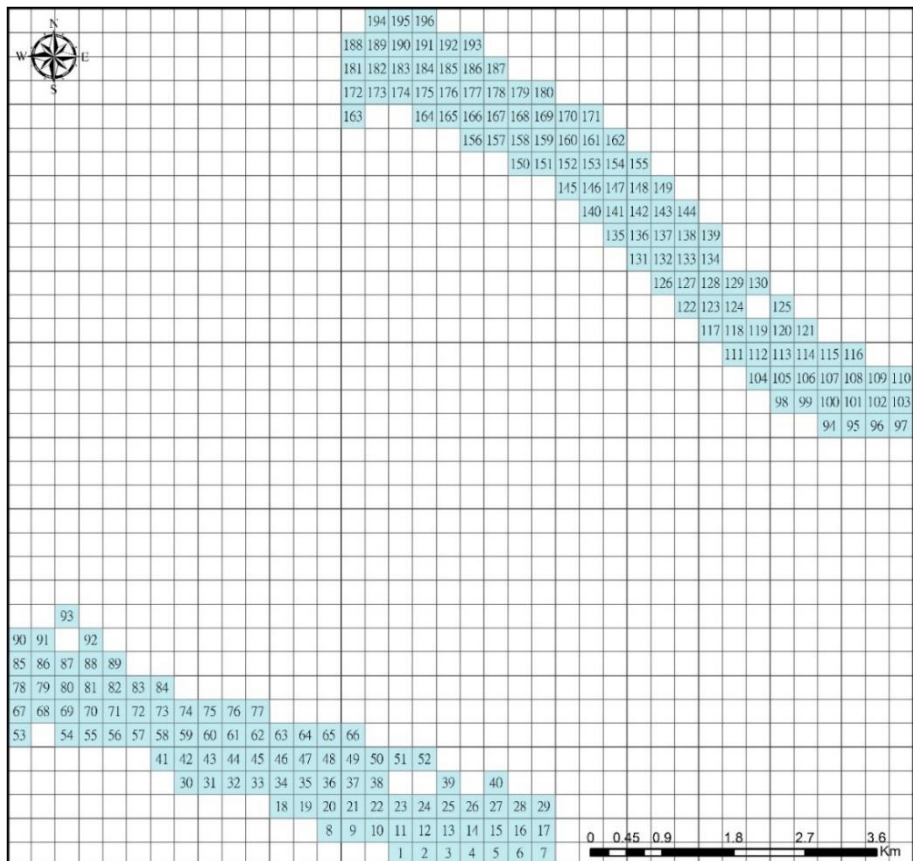


圖 4-7 豐水期裸露地的網格分布

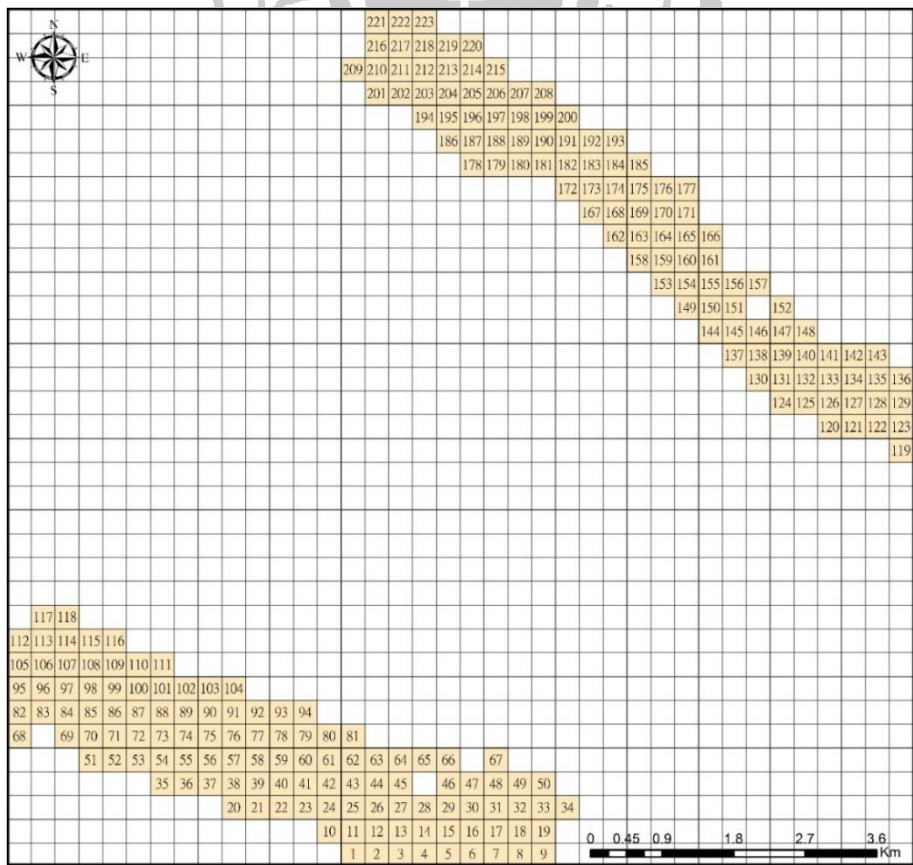


圖 4-8 枯水期裸露地的網格分布

表 4-6 枯、豐水期排放率

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
1	10	64	1.87E-05	2.40E-05	4.25E+00	2.19E-05
2	890	1630	1.70E-03	6.32E-04	9.26E-04	2.54E-03
3	2641	988	5.12E-03	3.92E-04	2.56E+00	8.72E-03
4	4403	4602	8.52E-03	1.83E-03	1.79E-03	5.07E-03
5	636	935	1.23E-03	3.72E-04	1.08E+00	8.29E-04
6	3903	3462	7.15E-03	1.32E-03	6.89E-06	3.72E-02
7	25212	12659	4.63E-02	4.89E-03	9.47E-05	7.27E-03
8	18275	25673	3.35E-02	9.96E-03	1.02E-01	7.64E-02
9	60	889	1.10E-04	3.45E-04	2.32E-05	1.53E-04
10	75	8347	1.38E-04	2.96E-03	1.14E+00	8.50E-05
11	8923	15270	1.53E-02	5.51E-03	2.85E-02	2.19E-02
12	44090	30932	7.52E-02	1.12E-02	2.80E+00	3.05E-02
13	58743	30643	1.00E-01	1.10E-02	5.02E-02	1.35E-01
14	31752	7	5.40E-02	2.53E-06	1.76E-01	3.91E-01
15	273	6136	4.66E-04	2.04E-03	1.39E-05	4.40E-04
16	14	1855	1.54E-05	6.13E-04	5.91E-01	1.20E-05
17	208	45213	3.27E-04	1.48E-02	5.63E-01	9.45E-05
18	12422	29620	1.92E-02	9.69E-03	4.88E-06	1.74E-02
19	33914	925	5.20E-02	3.02E-04	7.79E-01	4.68E-01
20	70653	11294	1.08E-01	3.37E-03	2.47E-01	6.88E-01
21	30241	26058	4.63E-02	7.53E-03	1.47E-01	1.69E-01
22	636	65102	9.76E-04	1.83E-02	2.71E-05	4.18E-04
23	31	5815	4.01E-05	1.61E-03	1.75E+00	2.35E-06
24	23866	32266	2.93E-02	8.09E-03	2.78E+00	3.50E-02
25	66149	18714	7.92E-02	4.43E-03	1.49E+00	4.64E-02
26	75064	14258	8.93E-02	3.26E-03	2.21E-01	3.48E-02
27	4055	434	4.83E-03	1.13E-04	3.45E-04	1.45E-01
28	10	26297	1.19E-05	6.01E-03	1.14E-01	1.10E-05
29	158	15544	1.61E-04	3.20E-03	1.19E+00	1.30E-04
30	35939	1038	3.14E-02	1.95E-04	2.21E+00	8.10E-02
31	48713	16	4.09E-02	4.97E-06	5.67E-01	7.63E-01
32	23580	9219	1.98E-02	2.37E-03	9.17E-04	4.66E-02
33	203	33015	1.70E-04	7.26E-03	8.59E-01	1.11E-04
34	991	14090	1.21E-03	2.70E-03	2.26E-02	6.29E-04
35	5343	263	4.68E-03	8.15E-05	1.23E+00	1.12E-04
36	44968	38032	3.13E-02	9.72E-03	2.04E+00	6.52E-02
37	46097	19865	3.01E-02	4.26E-03	2.53E-02	2.42E-02

表 4-7 天氣型態排放率

編號	枯水期裸 露地面積 (m ²)	最大風速排放率(g/s)							
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21
1	10	7.8E-05	2.7E-05	4.7E-05	3.2E-05	1.2E-04	4.7E-05	2.7E-05	1.6E-05
2	890	6.9E-03	2.4E-03	4.2E-09	2.8E-03	1.0E-02	4.2E-09	2.4E-03	1.4E-03
3	2641	2.1E-02	7.2E-03	1.2E-08	8.5E-03	3.1E-02	1.2E-08	7.2E-03	4.1E-03
4	4403	3.4E-02	1.2E-02	2.1E-08	1.4E-02	5.1E-02	2.1E-08	1.2E-02	6.8E-03
5	636	2.9E-03	1.7E-03	3.0E-09	2.0E-03	7.4E-03	3.0E-09	1.7E-03	9.9E-04
6	3903	3.0E-02	1.1E-02	1.8E-08	1.2E-02	4.6E-02	1.8E-08	1.1E-02	6.1E-03
7	25212	2.0E-01	6.9E-02	1.2E-07	8.1E-02	2.9E-01	1.2E-07	6.9E-02	3.9E-02
8	18275	1.4E-01	5.0E-02	8.5E-08	5.8E-02	2.1E-01	8.5E-08	5.0E-02	2.8E-02
9	60	4.7E-04	1.6E-04	2.8E-10	1.9E-04	7.0E-04	2.8E-10	1.6E-04	9.3E-05
10	75	5.8E-04	2.1E-04	3.5E-10	2.4E-04	8.8E-04	3.5E-10	2.1E-04	1.2E-04
11	8923	6.9E-02	4.2E-02	4.2E-08	2.9E-02	6.1E-02	4.2E-08	2.4E-02	1.4E-02
12	44090	3.4E-01	1.2E-01	2.1E-07	1.4E-01	3.0E-01	2.1E-07	1.2E-01	6.9E-02
13	58743	4.6E-01	1.6E-01	2.7E-07	1.9E-01	6.9E-01	2.7E-07	1.6E-01	9.1E-02
14	31752	2.5E-01	8.7E-02	1.5E-07	1.0E-01	3.7E-01	1.5E-07	8.7E-02	4.9E-02
15	273	2.1E-03	7.5E-04	1.3E-09	8.7E-04	3.2E-03	1.3E-09	7.5E-04	4.2E-04
16	14	5.6E-05	1.5E-05	3.4E-11	2.6E-05	8.5E-05	3.4E-11	1.5E-05	1.8E-06
17	208	1.6E-03	9.7E-04	9.7E-10	6.7E-04	1.4E-03	9.7E-10	5.7E-04	3.2E-04
18	12422	9.7E-02	5.8E-02	5.8E-08	4.0E-02	8.5E-02	5.8E-08	3.4E-02	1.9E-02
19	33914	2.6E-01	1.6E-01	1.6E-07	1.1E-01	2.3E-01	1.6E-07	9.3E-02	5.3E-02
20	70653	5.5E-01	3.3E-01	3.3E-07	2.3E-01	4.8E-01	3.3E-07	1.9E-01	1.1E-01
21	30241	2.4E-01	8.3E-02	1.4E-07	9.7E-02	3.5E-01	1.4E-07	8.3E-02	4.7E-02
22	636	4.9E-03	1.7E-03	3.0E-09	2.0E-03	7.4E-03	3.0E-09	1.7E-03	9.9E-04
23	31	2.4E-04	1.4E-04	1.4E-10	9.9E-05	2.1E-04	1.4E-10	8.5E-05	4.8E-05
24	23866	1.9E-01	1.1E-01	1.1E-07	7.6E-02	1.6E-01	1.1E-07	6.5E-02	3.7E-02
25	66149	5.1E-01	3.1E-01	3.1E-07	2.1E-01	4.5E-01	3.1E-07	1.8E-01	1.0E-01
26	75064	5.8E-01	3.5E-01	3.5E-07	2.4E-01	5.1E-01	3.5E-07	2.1E-01	1.2E-01
27	4055	3.2E-02	1.9E-02	1.9E-08	1.3E-02	2.8E-02	1.9E-08	1.1E-02	6.3E-03
28	10	7.8E-05	4.7E-05	4.7E-11	3.2E-05	1.2E-04	4.7E-11	2.7E-05	1.6E-05
29	158	1.2E-03	7.4E-04	7.4E-10	5.1E-04	1.1E-03	7.4E-10	4.3E-04	2.5E-04
30	35939	2.8E-01	1.7E-01	1.7E-07	1.2E-01	2.5E-01	1.7E-07	9.8E-02	5.6E-02
31	48713	3.8E-01	2.3E-01	2.3E-07	1.6E-01	3.3E-01	2.3E-07	1.3E-01	7.6E-02
32	23580	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-07	7.5E-02	1.6E-01	1.1E-07	6.4E-02	3.7E-02
33	203	1.6E-03	9.5E-04	9.5E-10	6.5E-04	1.4E-03	9.5E-10	5.6E-04	3.2E-04
34	991	7.7E-03	4.6E-03	7.0E-09	3.2E-03	6.8E-03	4.6E-09	2.7E-03	1.5E-03
35	5343	4.2E-02	2.5E-02	3.8E-08	1.7E-02	3.7E-02	2.5E-08	1.5E-02	8.3E-03
36	44968	3.5E-01	2.1E-01	2.1E-07	1.4E-01	3.1E-01	2.1E-07	1.2E-01	7.0E-02
37	46097	3.6E-01	2.2E-01	2.2E-07	1.5E-01	3.2E-01	2.2E-07	1.3E-01	7.2E-02

4.3 一致性指數

本研究模擬之懸浮微粒(PM₁₀)濃度並無考慮揚塵以外的污染源，因此在一致性指數計算上採用大甲自動氣象站的風速資料及 TAPM 模擬的風速資料，其結果如下表所示，Type7 及 Type12 的一致性指數大於 0.5，為可接受的模擬結果。但其餘皆低於 0.5，可能原因為模擬時的參數設定上無考慮建築高程資料，因此產生誤差，但因本研究主要考量綜觀氣象場之變化，因此在研究中不做修正，將修正方法放至建議當中。

表 4-8 一致性指數

時間	枯水期	豐水期	Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12
IOA	0.13	0.2	0.14	0.16	0.44	0.51	0.1	0.22	0.54



4.4 揚塵濃度擴散結果分析

4.4.1 枯、豐水期揚塵濃度擴散

為探討大安溪、大甲溪在枯水期與豐水期間的揚塵擴散潛勢，因此本研究依據衛星影像(2015年6月、12月)拍攝時間的前後15天模擬，最後繪製兩季之揚塵擴散分布，如圖4-9~4-12。

揚塵的擴散濃度與方向主要是受到裸露地面積、風速大小、風向等相互影響，圖4-9~4-10分別是以平均排放率模擬的豐、枯水期揚塵濃度分布，豐水期的大安溪因裸露地面積較大甲溪小，在揚塵濃度擴散上亦較大甲溪輕微，最高值出現在大甲溪河口附近，風向主要以南風為主，相較於枯水期的揚塵濃度低許多，最高濃度值相差了6倍，枯水期的主要風向為東北風，因此可以發現兩條河川的南岸濃度高於北岸且偏向清水區及大安區。

圖4-11~4-12為枯、豐水期的最大排放率揚塵濃度分布，在以最大風速模擬的情況下，豐水期的排放範圍更廣，最高濃度值從河口變為接近國道三號附近地區，而枯水期則與平均排放率的濃度分布大致相同。

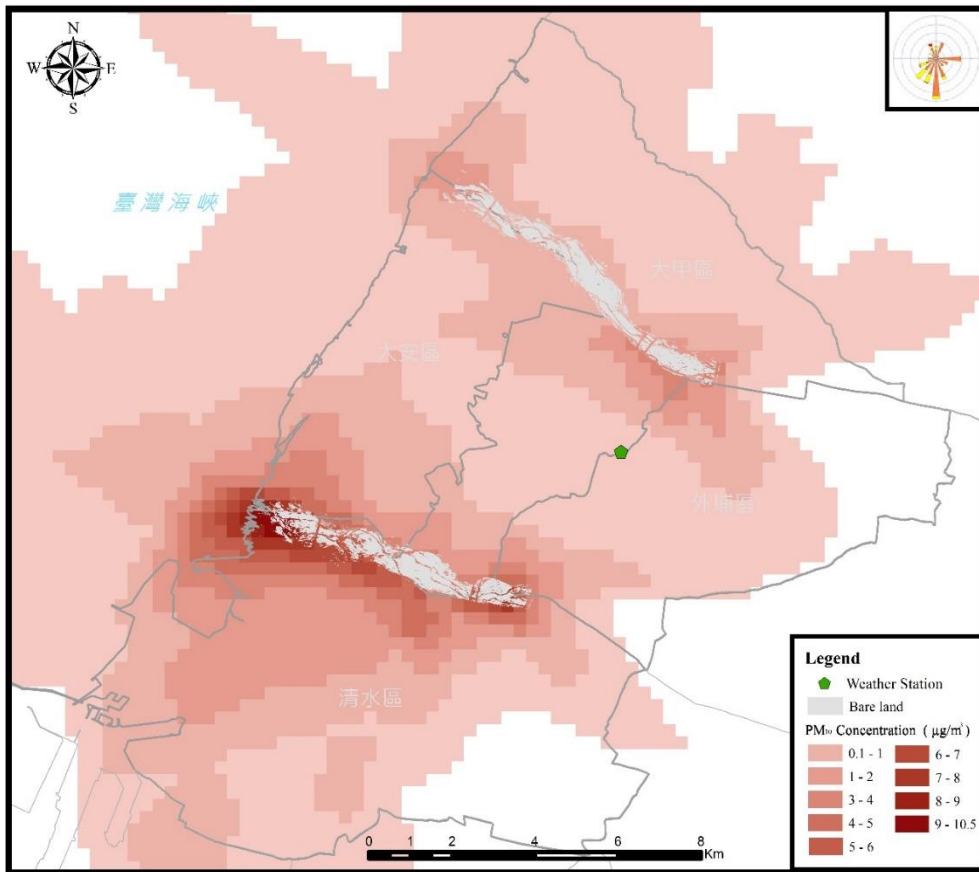


圖 4-9 豐水期平均排放率之揚塵濃度分布

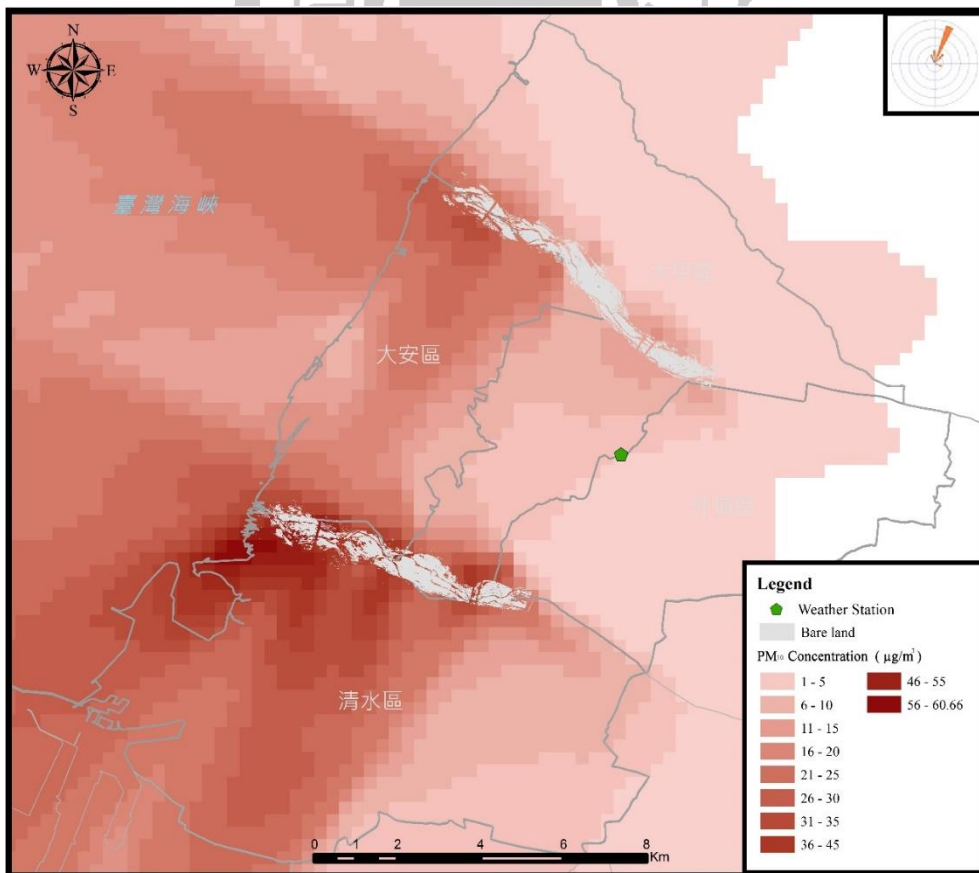


圖 4-10 枯水期平均排放率之揚塵濃度分布

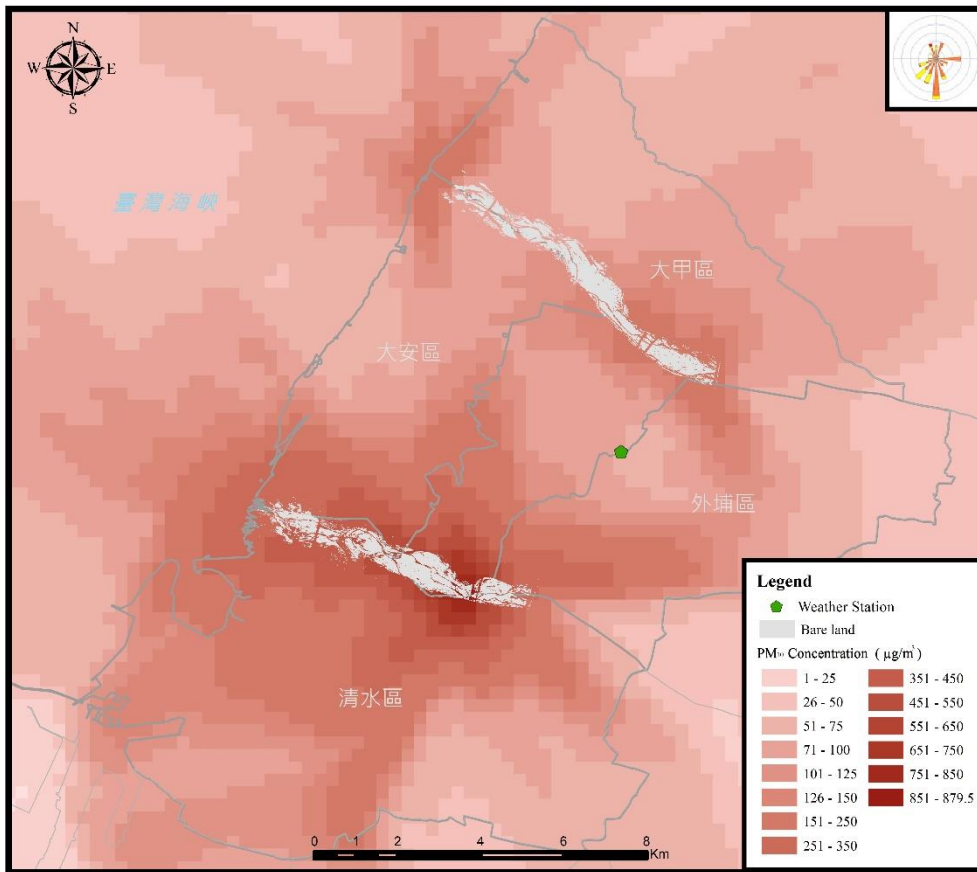


圖 4-11 豐水期最大排放率之揚塵濃度分布

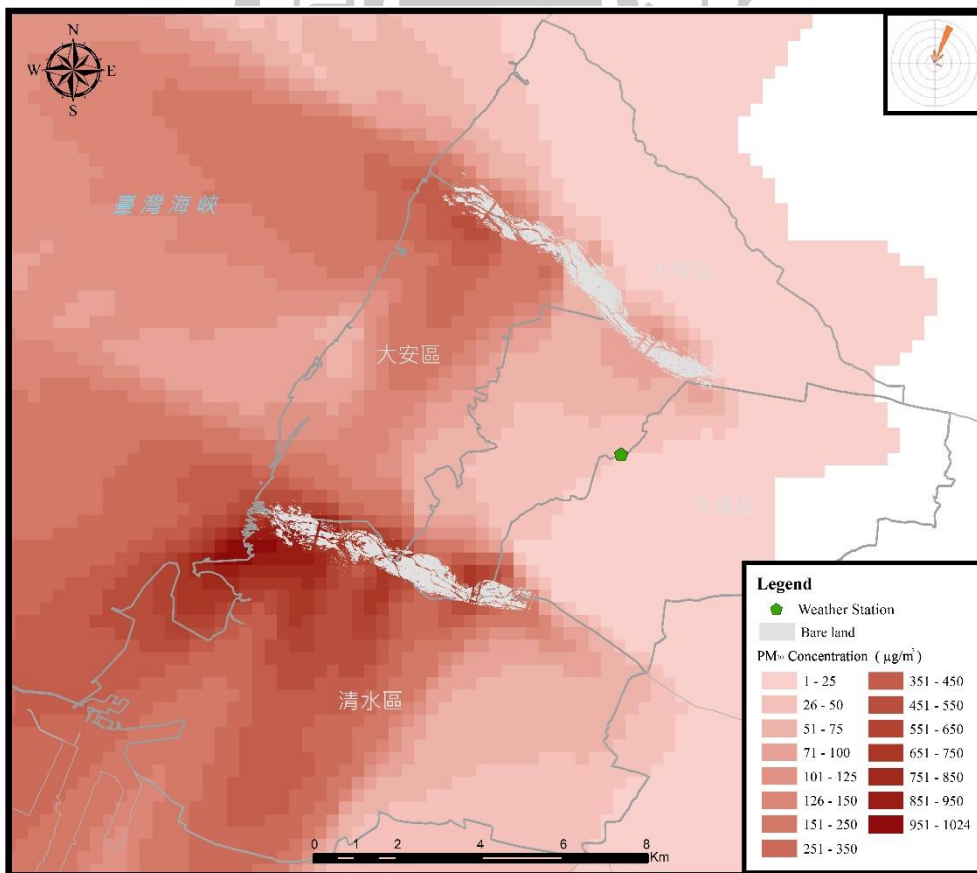


圖 4-12 枯水期最大排放之揚塵濃度分布

4.4.2 以天氣型態情境分析揚塵擴散分布

因河川揚塵受到不同的風速、風向、雨量及溫度等等天氣因子影響，可能產生的揚塵濃度或是範圍會隨之改變，因此除了解河川裸露地在豐、枯水期的變化外，透過分析不同天氣型態對河川揚塵的影響可以更加客觀的分析河川揚塵對周遭居民的健康影響。

天氣型態根據楊宏宇(1993)博士分類共可分為 27 種類型，其中參考施桂英等(2014)分析天氣型態對空氣品質之影響指出造成臺中市懸浮微粒(PM₁₀)不良主要天氣類型包含，高壓出海型、高壓迴流型、微弱東北季風型、鋒前暖區型及鋒面過境型，再配合臺中市環境保護局提供之 99-103 年各天氣型態出現及劣化頻率(如表 4-9)，以 103 年的天氣型態分布時間為主，若 103 年間無發生預模擬之天氣型態則以前一年的時間模擬，最後選擇模擬的天氣型態為鋒面過境型、鋒 I 面暖區型、熱帶低壓系統外圍環流型、微弱東北季風型、高壓出海型 I、高壓迴流型、太平洋高壓西伸型及偏南氣流型。為探討揚塵最大衝擊量，情境分析以模擬揚塵濃度最大為目標，因此在排放率上以枯水期的裸露地面積做為污染源，風速則採用各天氣型態時間內的最大風速，表 4-10 為情境分析的天氣型態與日期。

表 4-9 99-103 天氣型態出現及劣化頻率

型態	天氣型態	頻率	劣化頻率
1	鋒面過境型	0.46%	1.49%
2	鋒前暖區型	5.37%	0.00%
3	鋒面滯留型	0.69%	0.00%
4	熱帶低壓系統外圍環流型	7.48%	10.45%
5	強烈東北季風型	4.63%	2.99%
6	標準東北季風型	14.22%	4.48%
7	微弱東北季風型	10.62%	13.43%
8	高壓出海型 I	1.88%	0%
9	高壓出海型 II	1.37%	1.49%
10	高壓出海型 III	0.74%	2.99%
11	高壓迴流型	13.19%	31.34%
12	太平洋高壓西伸型	9.99%	11.94%
13	鋒面及颱風混合型	0.00%	-
14	颱風型	0.34%	-
15	西南氣流型	5.94%	0%
16	熱帶系外圍環流及鋒前暖區混合型	0.11%	-
17	高壓迴流和鋒前暖區混合型	0.00%	-
18	東北季風和颱風混合型	0.00%	-
19	臺灣近海鋒面型	0.00%	-
20	太平洋高壓型	6.05%	4.48%
21	偏南氣流型	8.74%	7.46%
22	華南雨區東移型	0.74%	4.48%
23	東海低壓或台灣低壓型	0.74%	-
24	東北季風及颱風外圍環流型	0.80%	1.49%
25	颱風外圍環型	4.00%	1.49%
26	東北季風及華南雨區東移型	1.43%	-
27	東北季風及南方雲系北移型	0.46%	-

表 4-10 情境分析條件

編號	天氣型態	模擬時間
Type1	鋒面過境型	2012/6/14-2012/6/16
Type2	鋒面暖區型	2013/5/18-2013/5/22
Type4	熱帶低壓系統外圍環流型	2014/9/16-2014/9/13
Type7	微弱東北季風型	2014/9/25-2014/10/5
Type8	高壓出海型 I	2012/5/10-2012/5/11
Type11	高壓迴流型	2014/11/20-2014/11/24
Type12	太平洋高壓西伸型	2014/8/21-2014/8/25
Type21	偏南氣流型	2014/5/29-2014/6/1

以天氣型態做為情境分析的模擬如下圖 4-13~4-20 所示，圖 4-13 為鋒面過境型，鋒面過境型的揚塵濃度分布大於 $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 者，多分布在裸露地周圍，住在河川附近居民較有健康危害之風險。圖 4-14 為鋒面暖區型，鋒面暖區型的風向偏南風，因此大安溪及大甲溪的河川北岸濃度較南岸高。圖 4-15 為熱帶低壓系統外圍環流型，此天氣型態與圖 4-18 高壓迴流型皆偏向西風且揚塵濃度偏低，不易產生揚塵危害。圖 4-16 為微弱東北季風型，主要風向為東風及北風，濃度分布大於 $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 多分布於大甲溪南岸、河口，大安溪則為北岸偏下游地區，可能對清水區及大甲區居民造成較大危害。圖 4-17 為高壓出海型 I，揚塵濃度處在對人體普通影響之範圍，但受揚塵影響區域廣大包含大安區、大甲區、清水區。圖 4-19 為太平洋高壓西伸型，兩河段下游濃度較高且偏向北岸。圖 4-20 為偏南氣流型，大甲溪周邊揚塵濃度高於大安溪，且偏向北岸。

本研究模擬 8 種不同的天氣型態揚塵擴散，結果顯示鋒面過境型及微弱東北季風型的揚塵濃度超出空氣品質指標標準，對人體健康影響較大。

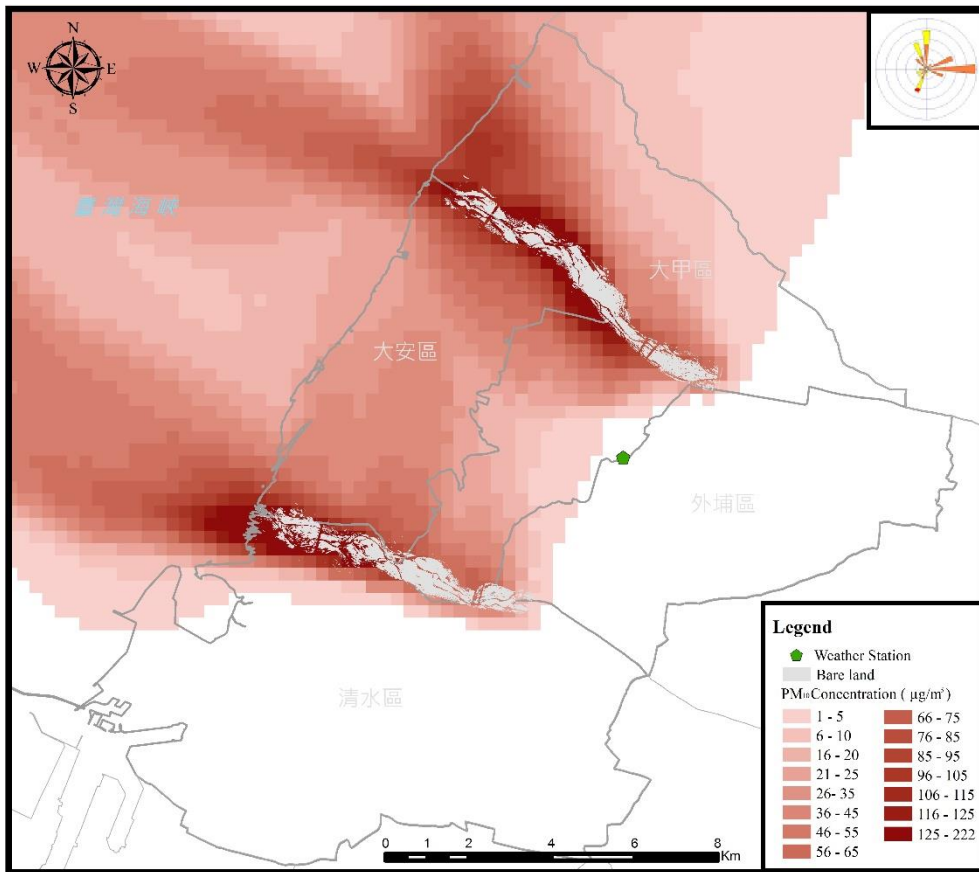


圖 4-13 鋒面過境型

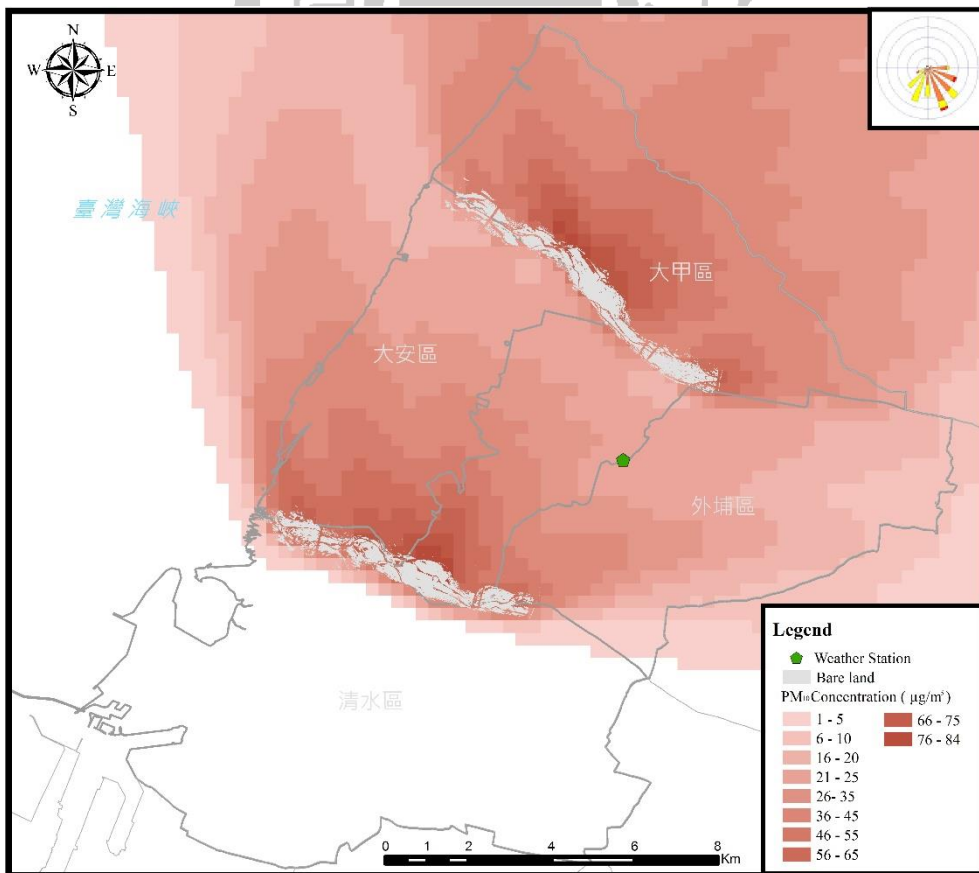


圖 4-14 鋒前暖區型

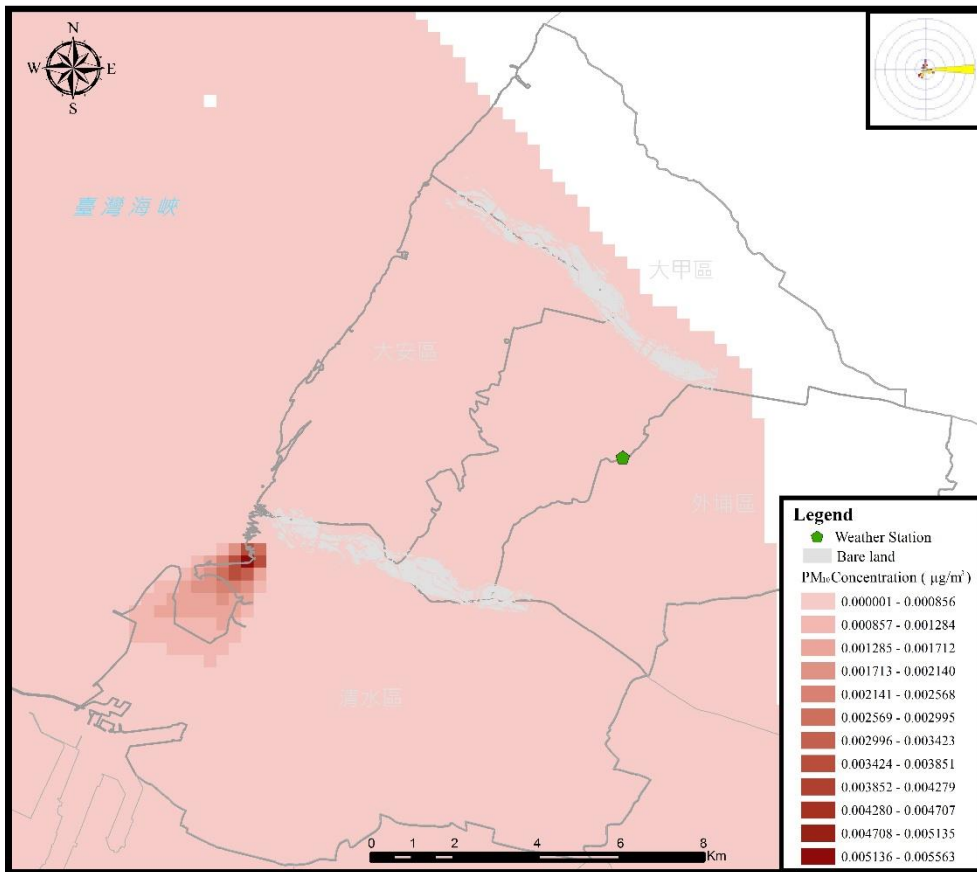


圖 4-15 熱帶低壓系統外圍環流型

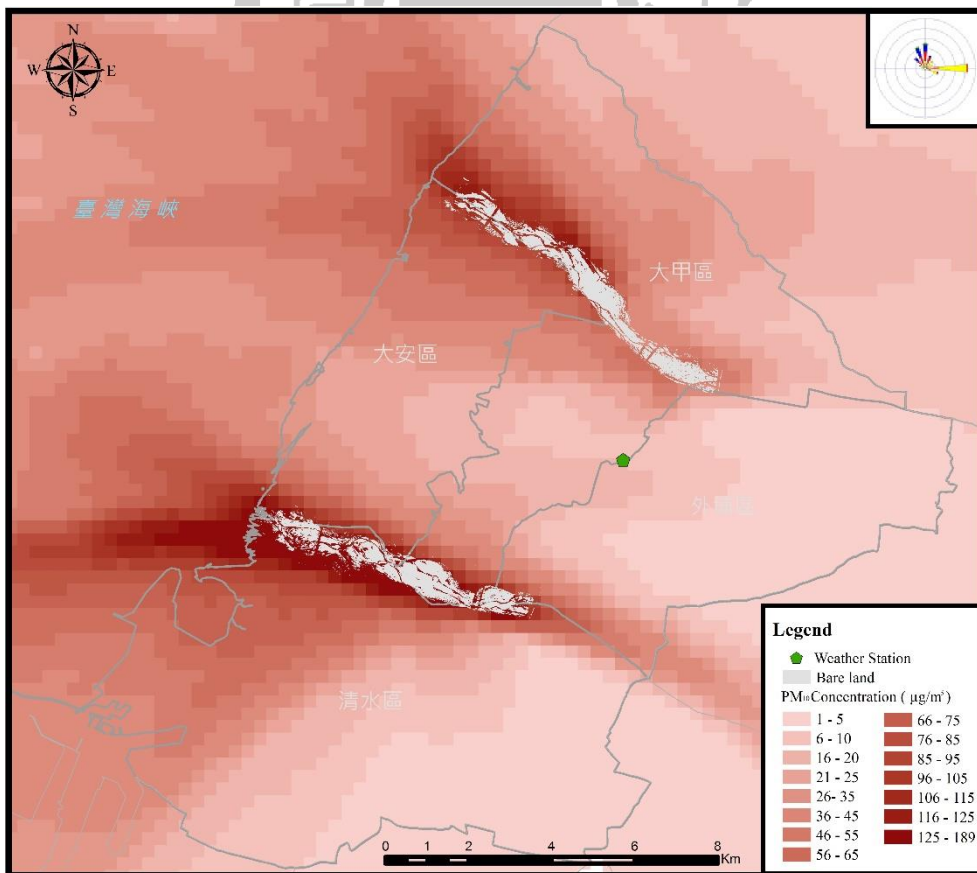


圖 4-16 微弱東北季風型

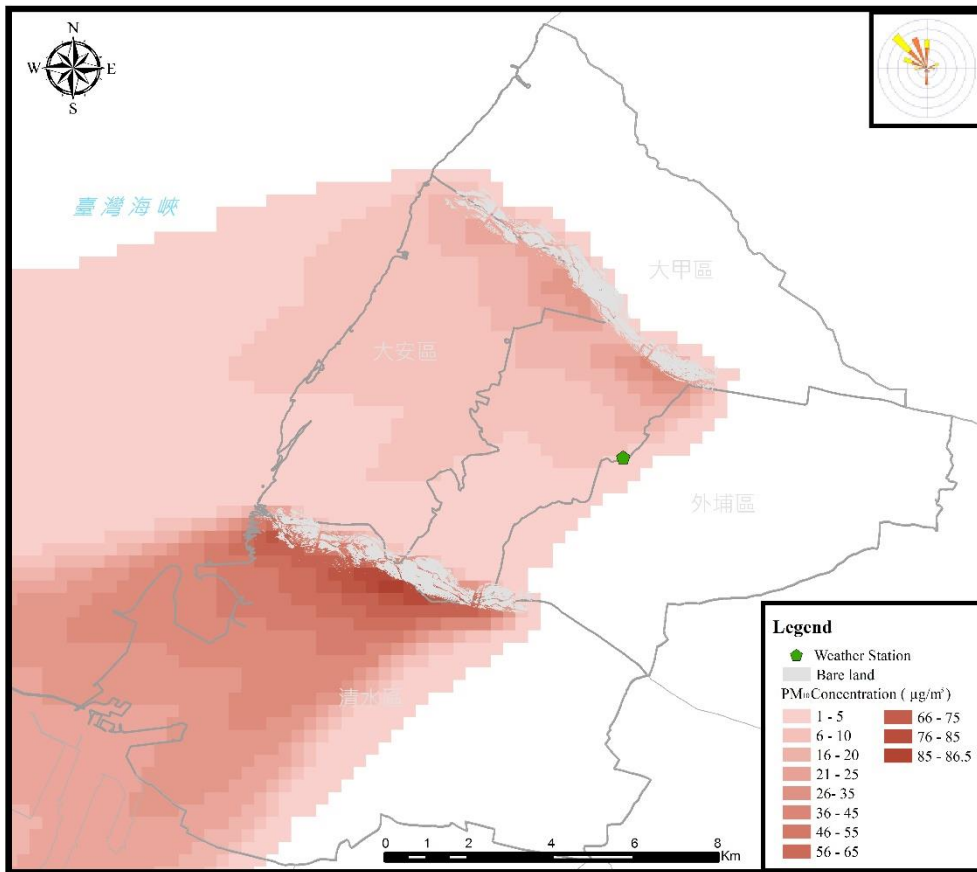


圖 4-17 高壓出海型 I

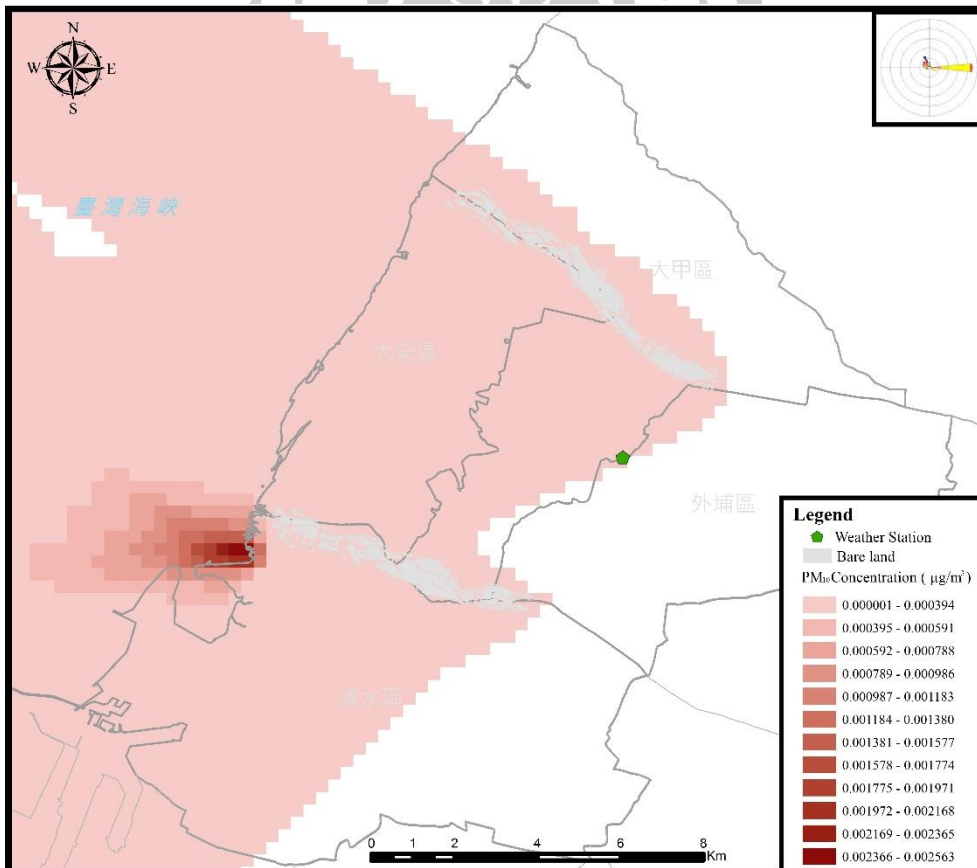


圖 4-18 高壓迴流型

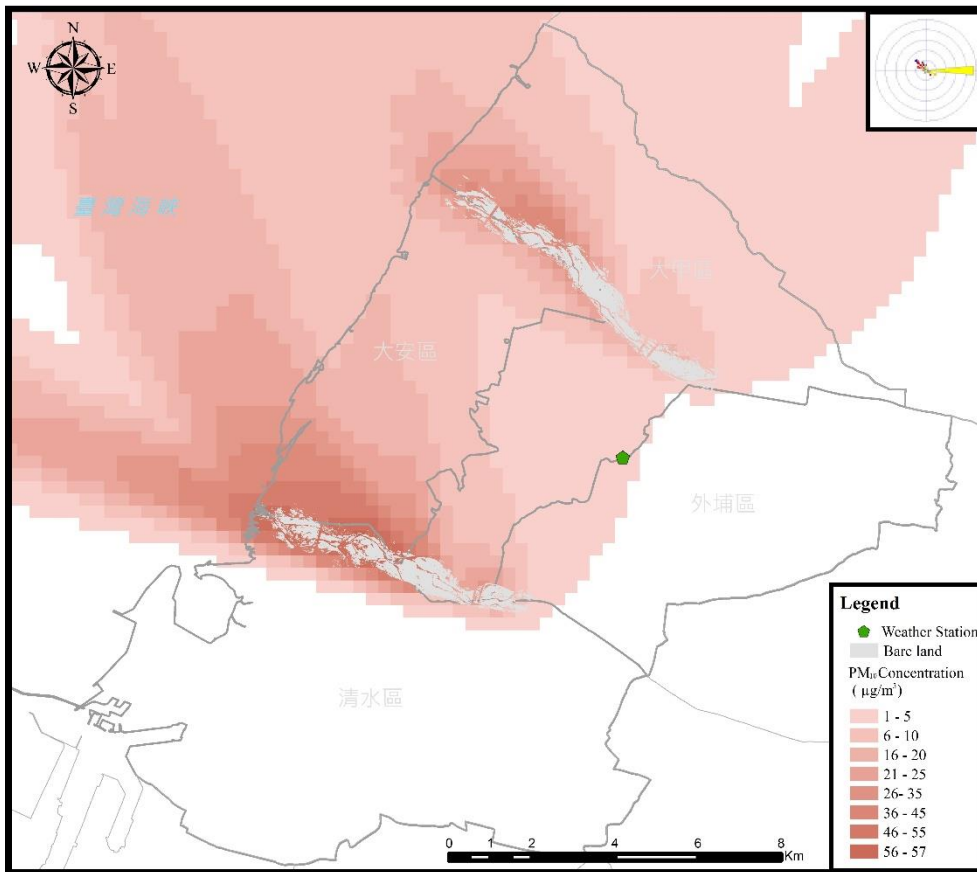


圖 4-19 太平洋高壓西伸型

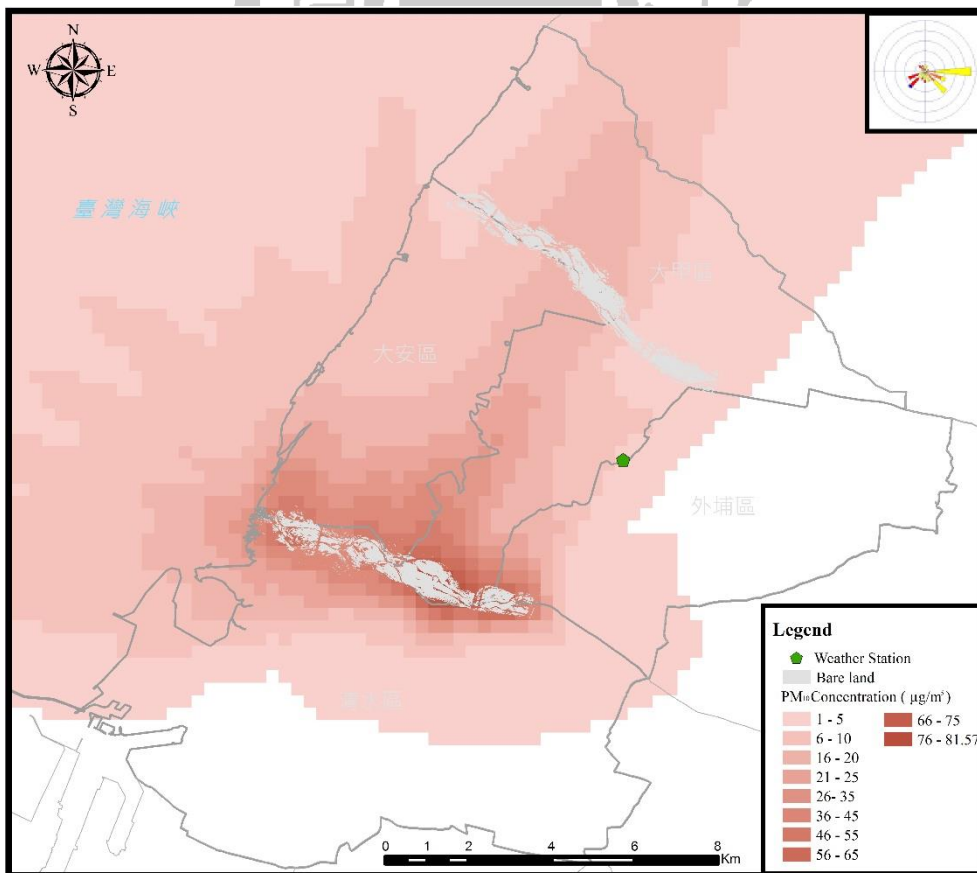


圖 4-20 偏南氣流型

4.5 健康風險分析

TAPM 模式模擬出的揚塵濃度，經由土壤重金屬濃度轉換後，為比較各情境下的最大風險，以終生平均粒狀污染物吸入暴露量及致癌風險公式運算，其終生平均粒狀污染物吸入暴露量是假設各情境每日都發生且持續 70 年的情況，其中之一枯水期最大排放濃度的結果如下圖 4-21。

為準確評估 PM_{10} 暴露風險對周遭居民的健康影響，需和人口分布結合，由於 PM_{10} 濃度和人群的空間分佈常不一致，故不能僅以 PM_{10} 的濃度做為長期暴露的呈現，應考慮人群和 PM_{10} 濃度間的空間變異性。尚未加入人口加權的風險分布如圖 4-22，其致癌風險的嚴重趨勢與揚塵濃度的擴散一致，民眾可透過此風險分布圖得知在某天氣型態下較易造成致癌風險的區域，最後決定是否前往或是預先配戴防備揚塵的裝備，而對於長期居住的民眾則以人口加權計算致癌風險更具代表性。

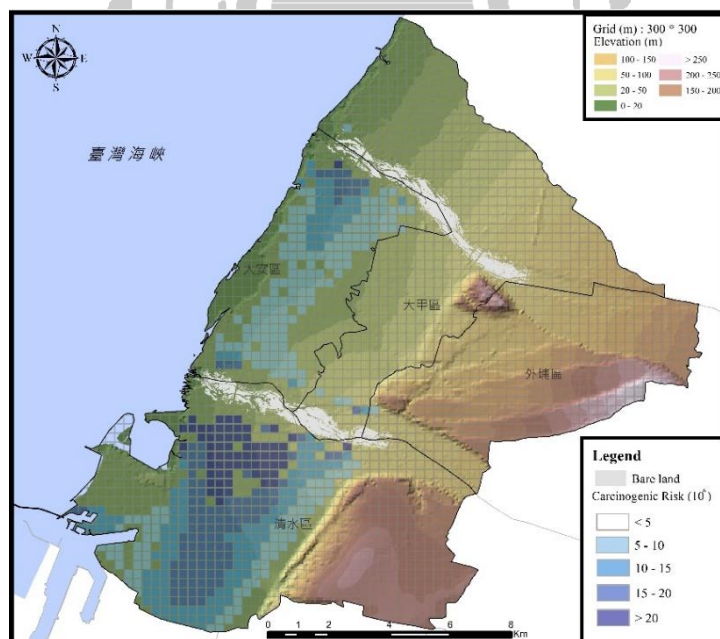


圖 4-21 枯水期最大排放濃度之風險分布

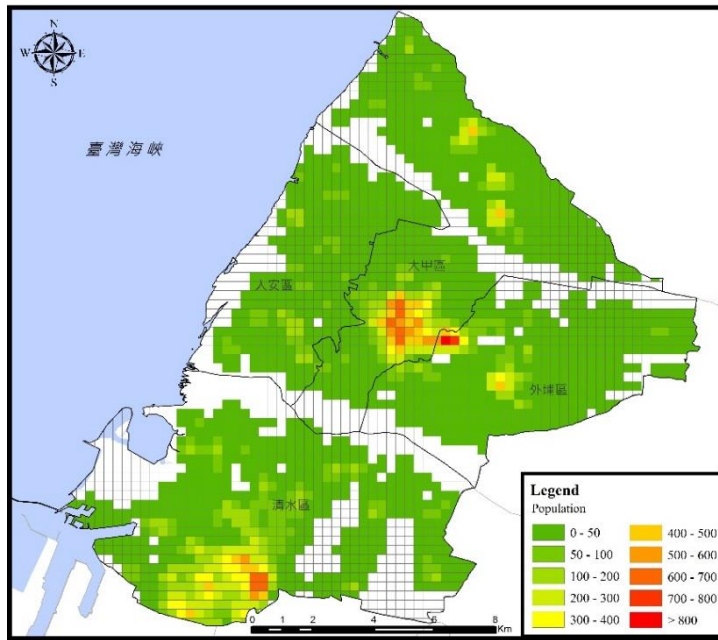


圖 4-22 人口分布圖



4.5.1 枯、豐水期加權暴露致癌風險

圖 4-23 是以豐水期平均排放率模擬揚塵的加權暴露致癌風險，由揚塵濃度分布圖 4-9 得知擴散濃度高值多分布在河川兩旁，但因河川周遭鮮少民眾居住，因此較嚴重區域顯示於人口較密集區。圖 4-24 枯水期平均排放率之加權暴露致癌風險，因枯水期揚塵濃度較高，因此致癌高度風險範圍由密集區慢慢擴增往其他人口數較少區域。

圖 4-25 豐水期最大排放率之加權暴露致癌風險，較無明顯季風風向特徵，其致癌風險遍布四個行政區域人口密集處，圖 4-26 枯水期最大排放率之加權暴露致癌風險，相較於圖 4-24 枯水期平均排放率之加權暴露致癌風險，其致癌風險嚴重區域由大甲、清水區轉變為只有清水區，且致癌風險區域變廣。

由枯、豐水期加權暴露致癌風險分布可發現，大甲區及清水區在兩季之間皆是致癌風險較高的區域。



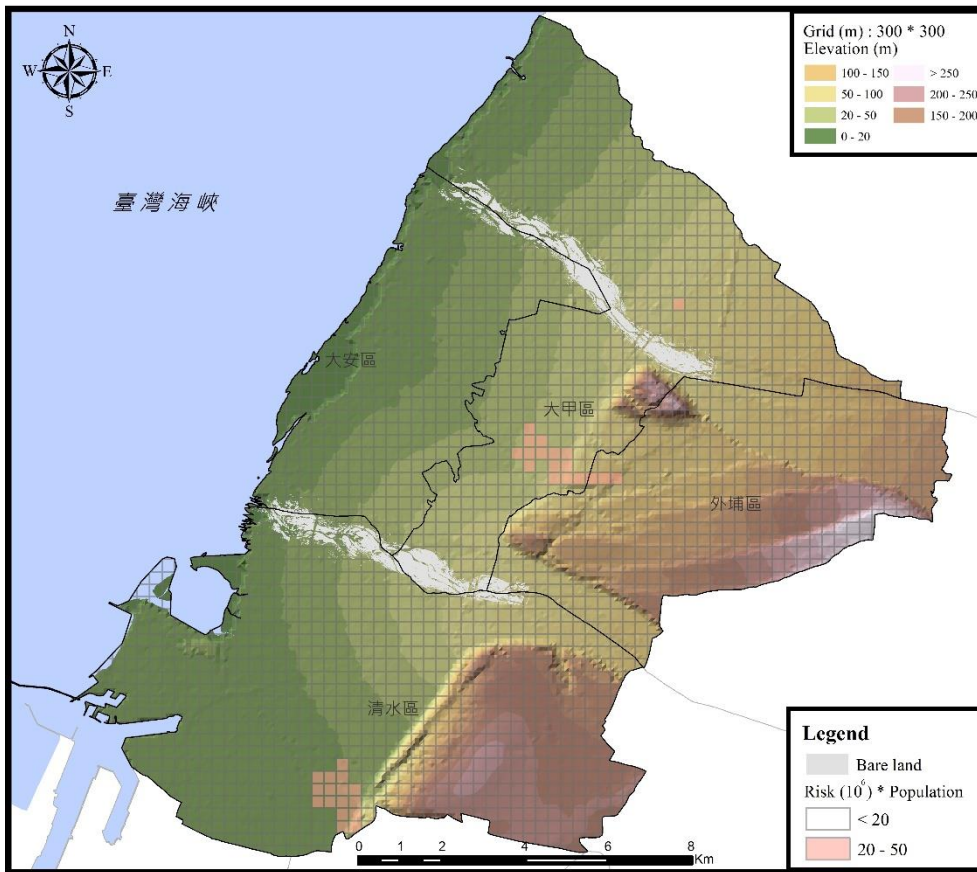


圖 4-23 豐水期平均排放率之加權暴露致癌風險

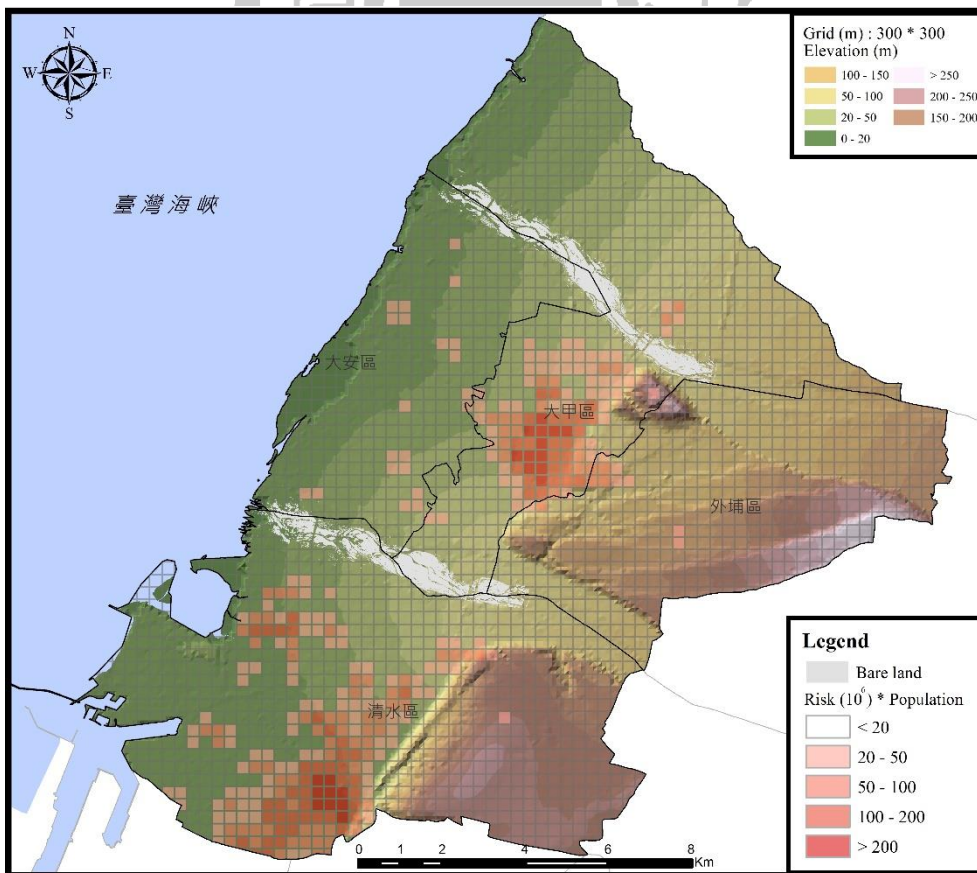


圖 4-24 枯水期平均排放率之加權暴露致癌風險

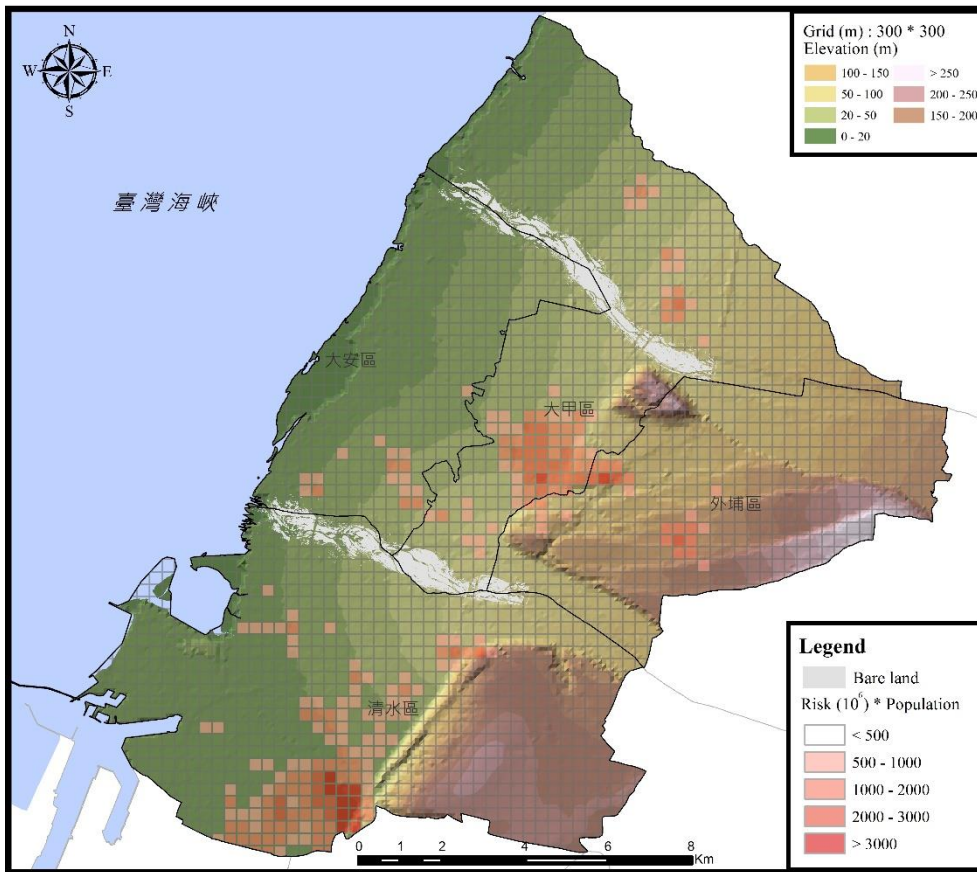


圖 4-25 豐水期最大排放率之加權暴露致癌風險

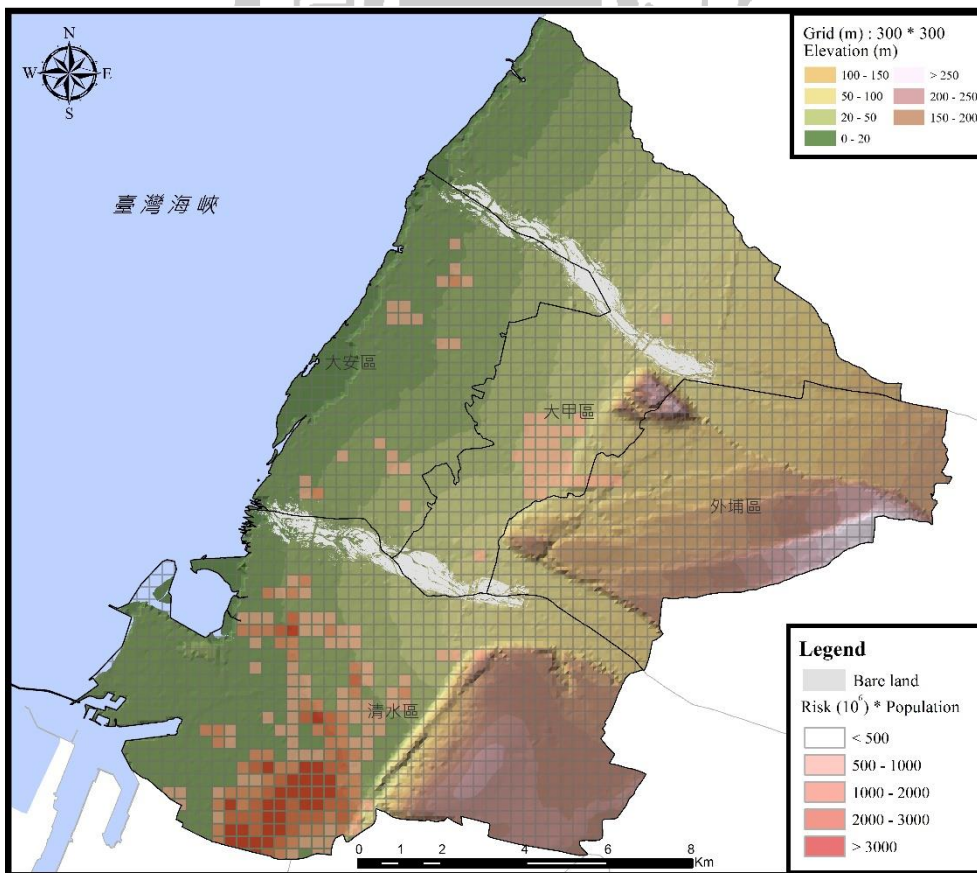


圖 4-26 枯水期最大排放率之加權暴露致癌風險

4.5.2 天氣型態之加權暴露致癌風險

型態 4 熱帶低壓系統外圍環流型及型態 11 高壓迴流型因揚塵模擬濃度較低，經人口分布加權後致癌風險度未超過 1，因此判定此兩天氣型態不易產生河川揚塵且較不影響人體致癌。

圖 4-27 鋒面過境型及圖 4-28 鋒面暖區型其致癌風險嚴重區域集中於大安、大甲區，雖然鋒面過境型揚塵濃度較鋒面暖區型高，但因風向因素，鋒面過境型高濃度地區分布都在裸露地河川周邊且擴散範圍朝向外海，因此對人體致癌風險較鋒面暖區型低且影響範圍亦較小，而風向往內陸的鋒面暖區型亦影響外埔區民眾的健康風險。圖 4-29 微弱東北季型造成之健康風險危害範圍相當廣泛，包含大安區、大甲區及清水區，外埔區相對較少，最嚴重區域位於大甲區。圖 4-30~32 致癌風險較嚴重區域為大安區及大甲區，高壓出海型 I 天氣型態除此兩區健康風險較高外，清水區亦高。

由天氣型態的加權暴露致癌風險分布可發現致癌風險較高區域多分布在地勢平緩的人口密集區，如大安區、大甲區及清水區，其中大甲區在探討的 5 個情境模擬當中都出現相當高的致癌風險。揚塵擴散濃度分布受到風向影響，可能產生高濃度揚塵的天氣型態不一定對周遭居民的風險危害亦高，若擴散方向往海洋或是在河川周邊累積其致癌風險相對則較低。

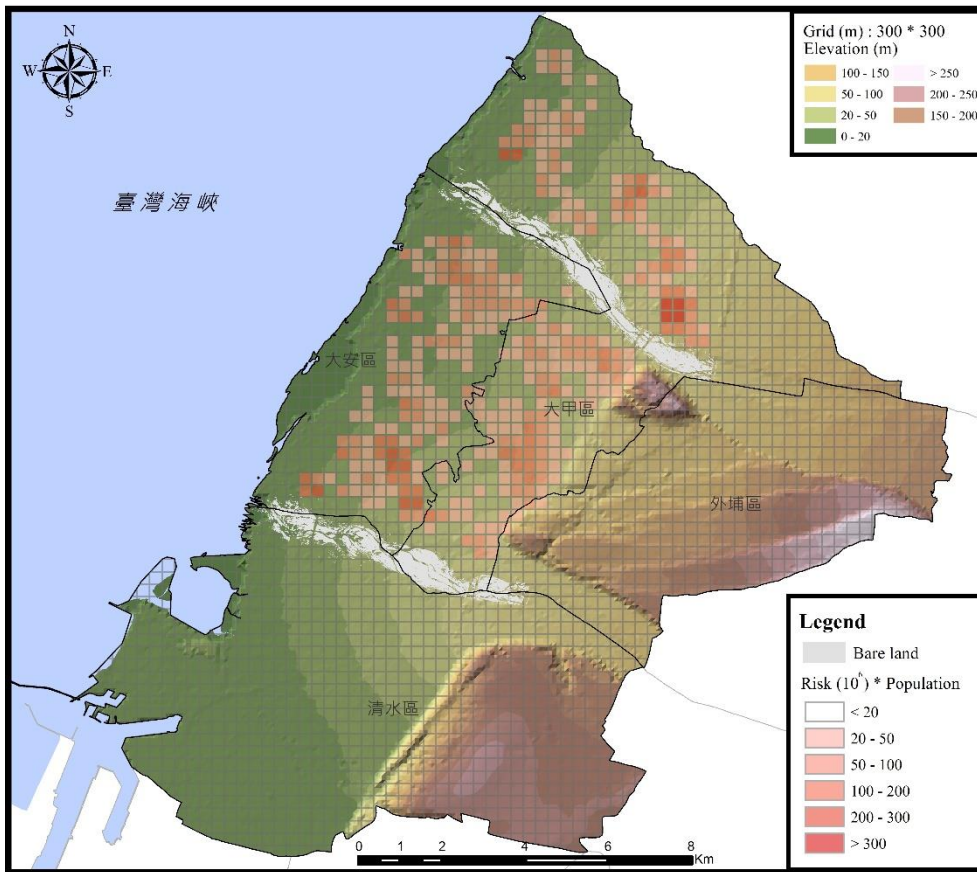


圖 4-27 鋒面過境型之加權暴露致癌風險

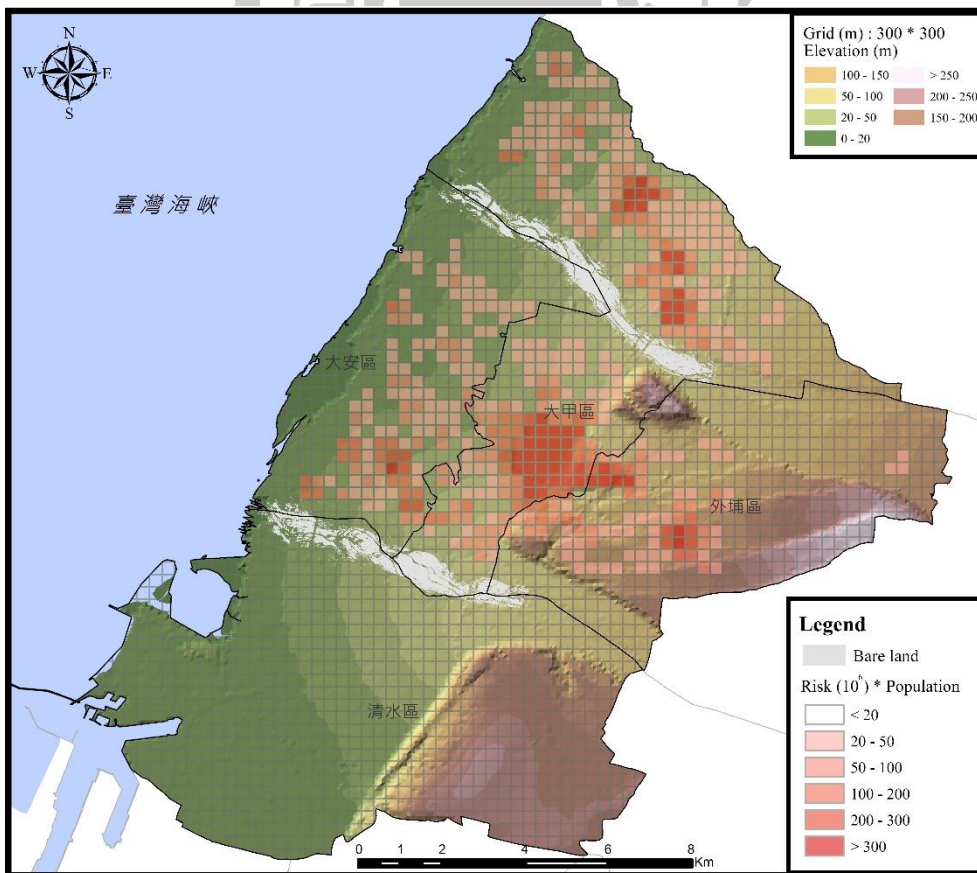


圖 4-28 鋒面暖區型之加權暴露致癌風險

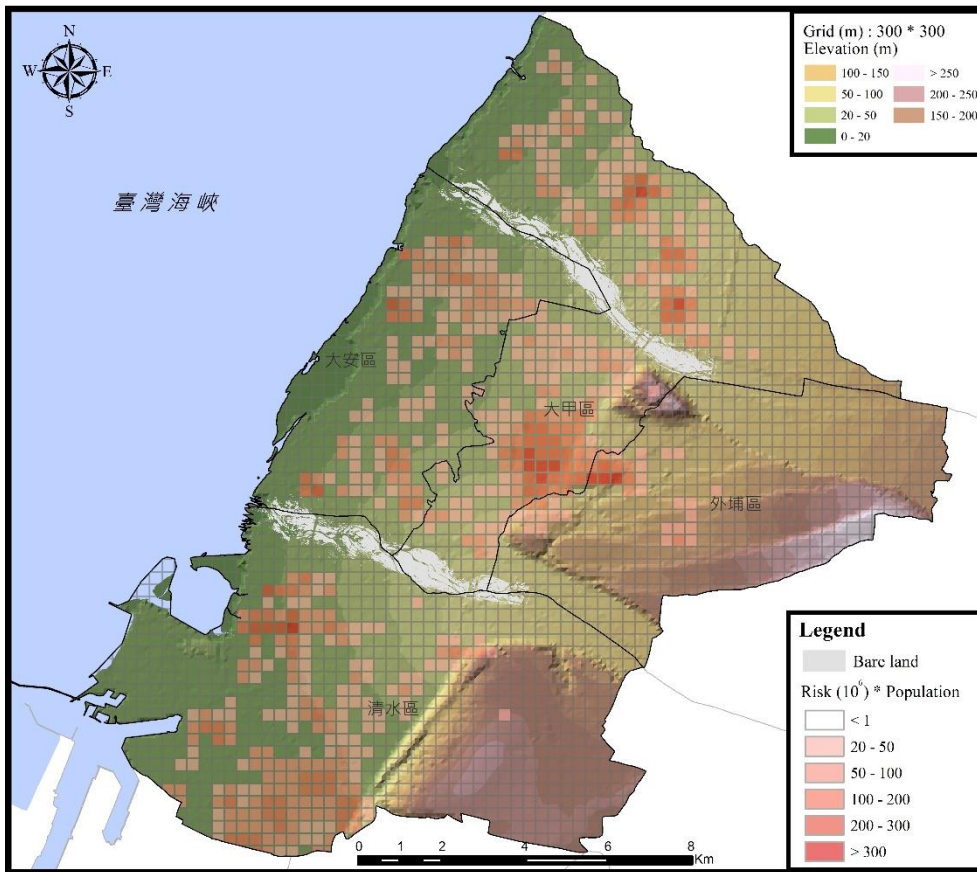


圖 4-29 微弱東北季型之加權暴露致癌風險

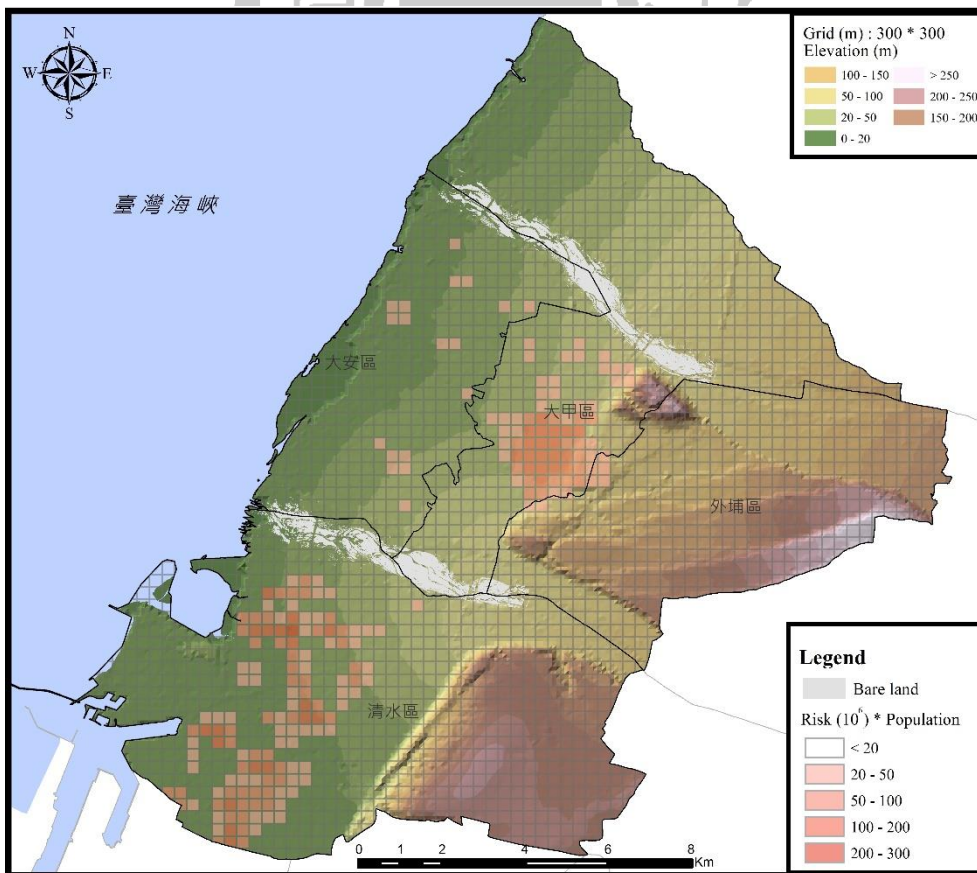


圖 4-30 高壓出海型 I 之加權暴露致癌風險

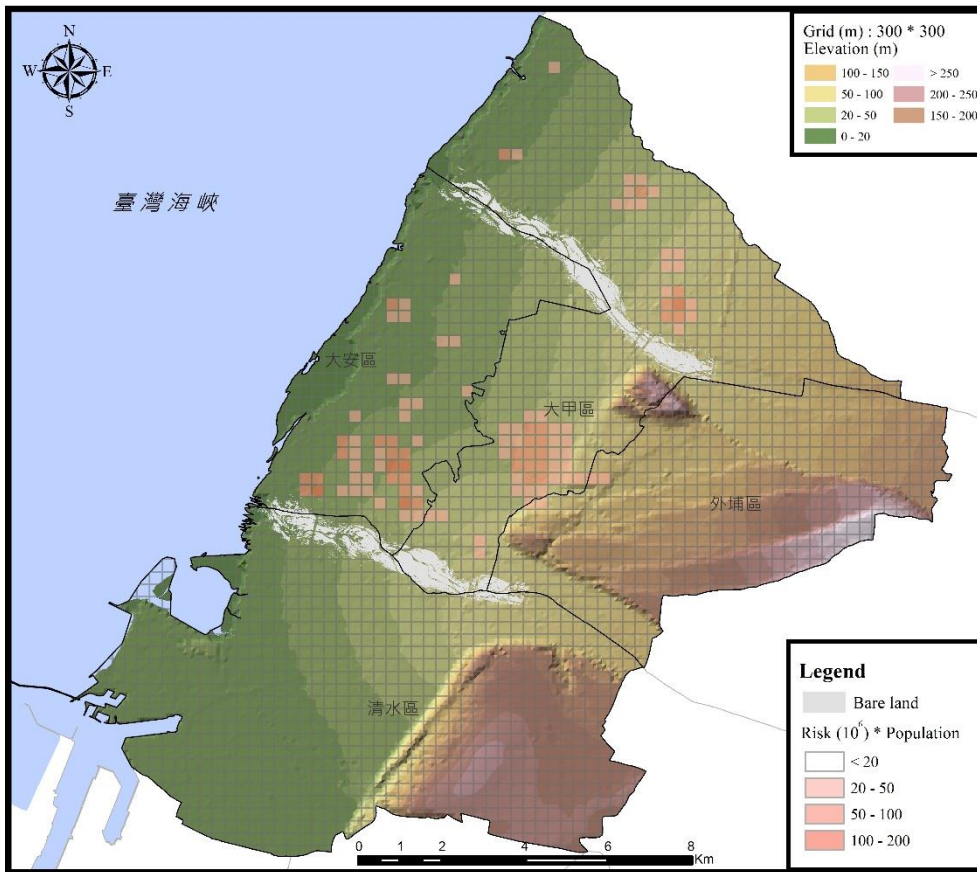


圖 4-31 太平洋高壓西伸型之加權暴露致癌風險

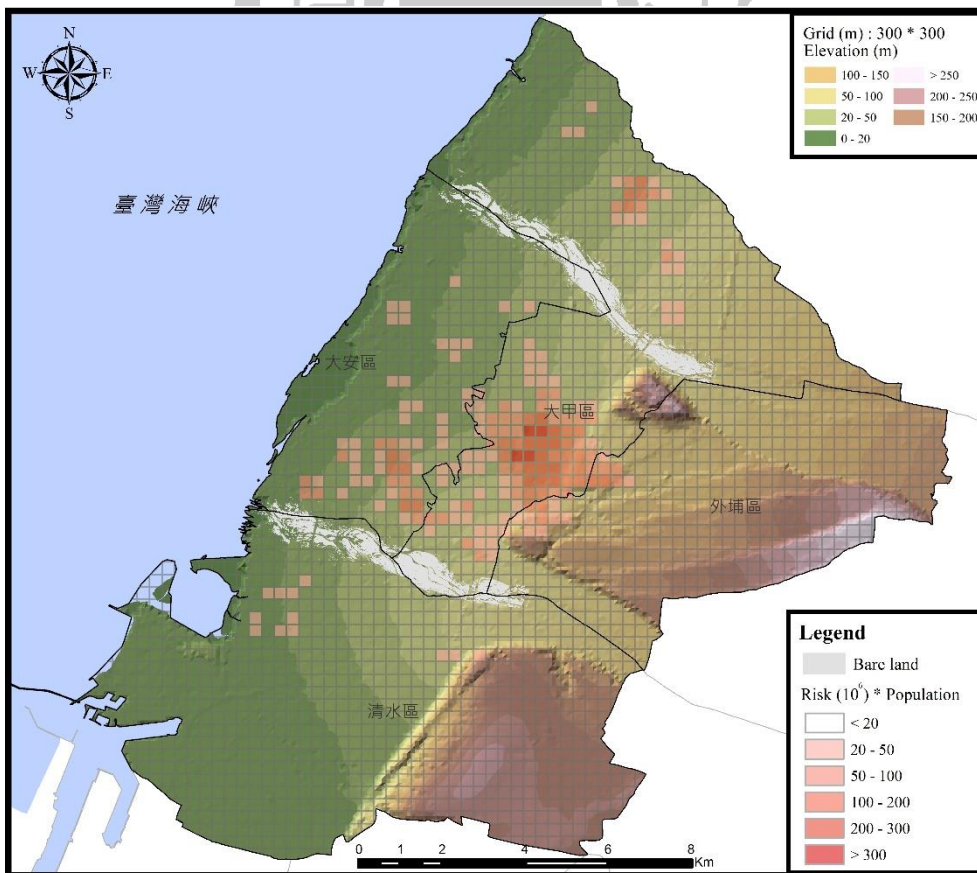


圖 4-32 偏南氣流型之加權暴露致癌風險

第五章 結論與建議

本研究以衛星影像辨識技術分析枯、豐水期之大安、大甲溪下游流域裸露地，並結合 TAPM 模式模擬河川揚塵擴散對周界空氣品質之影響，最後以門牌系統計算居民之健康風險，獲得以下結論：

5.1. 結論

1. 本研究使用影像辨識技術分析枯、豐水期的大安、大甲溪裸露地變化時發現，枯水期裸露地比豐水期裸露地成長達 1.64 倍。
2. 空氣擴散模擬結果發現鋒面過境型與微弱東北季風型天氣型態會對河川揚塵產生較高濃度的懸浮微粒。
3. 枯、豐水期兩季大甲區與清水區皆為致癌風險較高之區域。模擬的八種天氣型態以大甲區為致癌風險較高區域。

5.2. 建議

1. 河川揚塵的擴散濃度除受到風場影響外，裸露地面積大小亦是主要原因之一，而枯、豐水期的裸露地面積相差甚大，應以水庫或是設置人工湖泊，在枯水期時適量放水調節裸露地面積大小。
2. 在天氣型態的情境分析結果中可以發現天氣型態對揚塵濃度的分布及嚴重程度具有相當大的影響力，因此在揚塵預警系統裡添加天氣型態因子或是改以預測可能產生高懸浮微粒的天氣型態來警告周遭民眾。
3. 本研究在裸露地辨識上無法分出砂與卵石，因此模擬的空氣污染濃度呈高估的結果。未來在辨識上可以使用紋理分析或是以空拍機取得解析度更高的影像。
4. 本研究礙於目前尚無針對 PM_{10} 致癌斜率的資料，因此以 $PM_{2.5}$ 致癌斜率替代。若未來有針對 PM_{10} 致癌風險的資料計算則更能符合實際狀況，或者將 PM_{10} 濃度轉換為 $PM_{2.5}$ 濃度。

5. TAPM 模式可加入當地氣象測站資料，提高模式準確度。



參考文獻

- U.S. Environmental Protection Agency. (1992) Guidelines for Exposure Assessment. Federal Register 57(104):22888-22938.
- Balanco-Canqui, H., & Lai, R. (2008). Principles of Soil Conservation and Management: Springer Science.
- Bentayeb, M., Simoni, M., Norback, D., Baldacci, S., Maio, S., Viegi, G., & Annesi-Maesano, I. (2013). Indoor air pollution and respiratory health in the elderly. *Journal of Environmental Science and Health Part a-Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 48(14), 1783-1789.
- Bluett, J., Gimson, N., Fisher, G., Heydenrych, C., Freeman, T., & Godfrey, J. (2004). Good Practice Guide for Atmospheric Dispersion Modelling: Ministry for the Environment Manatū Mō Te Taiao
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas*, 20, 37-46.
- Cohen, J. (1986). Citation-Classic a Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Current Contents/Social & Behavioral Sciences* (3), 18-18.
- Ross, D.G. (2001). Modelling workshop report. International Clean Air Conference: Clean Air, 35(3), 26-27.
- Gao, Y., Chan, E. Y. Y., Li, L. P., Lau, P. W. C., & Wong, T. W. (2014). Chronic effects of ambient air pollution on respiratory morbidities among Chinese children: a cross-sectional study in Hong Kong. *BMC Public Health*, 14.
- Hurley, P., Manins, P., Lee, S., Boyle, R., Ng, Y. L., & Dewundege, P. (2003). Year-long, high-resolution, urban airshed modelling: verification of TAPM predictions of smog and particles in Melbourne, Australia. *Atmospheric Environment*, 37(14), 1899-1910.
- Kampa, M., & Castanas, E. (2008). Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*, 151(2), 362-367.
- Kuo, C. Y., Lin, C. Y., Huang, L. M., Wang, S. Z., Shieh, P. F., Lin, Y. R., & Wang, J. Y. (2010). Spatial variations of the aerosols in river-dust episodes in central Taiwan. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3), 1022-1030.
- Pelucchi, C., Negri, E., Gallus, S., Boffetta, P., Tramacere, I., & La Vecchia, C. (2009). Long-term particulate matter exposure and mortality: a review of European epidemiological studies. *BMC Public Health*, 9.
- World Health Organization. (2006). WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Summary of risk assessment: World Health Organization.
- Willmott, C. J. (1982). Some Comments on the Evaluation of Model Performance. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 63(11), 1309-1313.
- Willmott, C. J., Ackleson, S. G., Davis, R. E., Feddema, J. J., Klink, K. M., Legates, D. R., et al. (1985). Statistics for the Evaluation and Comparison of Models. *Journal of Geophysical Research-Oceans*, 90(Nc5), 8995-9005.

Zhou, M. G., Liu, Y. N., Wang, L. J., Kuang, X. Y., Xu, X. H., & Kan, H. D. (2014). Particulate air pollution and mortality in a cohort of Chinese men. *Environmental Pollution*, 186, 1-6.

中山醫學大學(2008)，河川揚塵對大氣懸浮微粒影響程度之評估專案工作計畫。

台灣曼寧工程顧問股份有限公司(2012)，臺中市河川揚塵防制計畫，臺中市政府環境保護局。

弘強工程顧問企業有限公司(2010)，大安、大甲及烏溪揚塵防制改善試辦計畫，經濟部水利署第三河川局。

吳育魁(2010)，海陸風及熱島效應對台中都會區空氣污染物之影響分析，碩士論文，東海大學環境科學與工程學系。

林文印、楊之遠、顏有利、吳義林、賴全裕(2013)，環保署/國科會空污防制科研合作計畫。

林宗儀(2014)，應用福衛二號影像測繪海灘潮間帶地型之嘗試，*地理研究*，60，17-30 頁。

林昆明(2014)，模擬與分析裸露河床地對空氣中懸浮微粒濃度之影響，碩士論文，臺灣大學環境工程學研究所。

林昭遠、林政侑(2012)，濁水溪下游河段揚塵發生之影響因素，*中華水土保持學報*，43(4)，323-331 頁。

林洧全(2012)，衛星影像判釋技術應用於山崩潛勢分析及風險評估模式建置之研究，碩士論文，長榮大學土地管理與開發學系碩士班。

林家鉉(2013)，卑南溪逸散河床裸露地之無人飛行載具影像分類，碩士論文，國立高雄應用科技大學土木工程與防災科技研究所。

林啟文、吳秋芬、高滄志(2006)，濁水溪鄰近地區季風揚塵來源分析，第二十三屆空氣污染控制技術研討會。

范姜明威、黃隆明、陳天慈(2011)，台灣中部河口飛砂及揚塵之調查與研究，*水土保持學報*，43(3)，259-276 頁。

張美華(2016)，彰化地區受河川揚塵影響之範圍與嚴重性分析，碩士論文，國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系。

許惠娟(1999)，大陸沙暴對台灣地區空氣品質的影響，碩士論文，國立台灣大學大氣科學研究所。

陳建瑋(2014)，卑南溪 UAV 航測影像之裸露地砂石辨識與加值應用，碩士論文，國立高雄應用科技大學。

曾國書(2006)，屏東都會區粗細懸浮微粒特性之研究，碩士論文，國立屏東科技大學。

曾揚智(2015)，台中都會區空氣品質劣化日與天氣類型相關性之研究，碩士論文，中華科技大學土木防災與管理碩士班。

游繁結(1989)，濁水溪河口飛砂量之調查與研究。*農林學報*，38(1)，75-104 頁。

黃隆明、林德貴、王勝賢、劉文宗(2012)，大安溪河床揚塵對鄰近地區之影響評估，*中華水*

土保持學報。

黃隆明、趙彥勛、張台聖(2013)，應用 FDM 模式推估烏溪河口揚塵量之研究，農林學報，62(3)，172-201 頁。

楊宏宇(1993)，臺灣地區空氣品質與天氣類型分類相關性研究，碩士論文，文化大學地學研究所。

劉威呈、甯蜀光(2010)，衛星影像判識與空氣污染擴散模擬評估河川裸露地對大氣中懸浮微粒之影響，環境資訊研討會。

劉昱麟、黃隆明、劉文宗、林德貴(2011)，利用 FDM 模式分析河床揚塵-以大甲溪為例，水土保持學報，43(3)，239-258 頁。

行政院衛生署(2008)，台灣一般民眾暴露參數彙編，國立台灣大學公共衛生學院健康風險及政策評估中心。



附錄

附表一 揚塵推估排放率

附表 1-1 枯、豐水期排放率

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
1	10	64	1.87E-05	2.40E-05	4.25E+00	2.19E-05
2	890	1630	1.70E-03	6.32E-04	9.26E-04	2.54E-03
3	2641	988	5.12E-03	3.92E-04	2.56E+00	8.72E-03
4	4403	4602	8.52E-03	1.83E-03	1.79E-03	5.07E-03
5	636	935	1.23E-03	3.72E-04	1.08E+00	8.29E-04
6	3903	3462	7.15E-03	1.32E-03	6.89E-06	3.72E-02
7	25212	12659	4.63E-02	4.89E-03	9.47E-05	7.27E-03
8	18275	25673	3.35E-02	9.96E-03	1.02E-01	7.64E-02
9	60	889	1.10E-04	3.45E-04	2.32E-05	1.53E-04
10	75	8347	1.38E-04	2.96E-03	1.14E+00	8.50E-05
11	8923	15270	1.53E-02	5.51E-03	2.85E-02	2.19E-02
12	44090	30932	7.52E-02	1.12E-02	2.80E+00	3.05E-02
13	58743	30643	1.00E-01	1.10E-02	5.02E-02	1.35E-01
14	31752	7	5.40E-02	2.53E-06	1.76E-01	3.91E-01
15	273	6136	4.66E-04	2.04E-03	1.39E-05	4.40E-04
16	14	1855	1.54E-05	6.13E-04	5.91E-01	1.20E-05
17	208	45213	3.27E-04	1.48E-02	5.63E-01	9.45E-05
18	12422	29620	1.92E-02	9.69E-03	4.88E-06	1.74E-02
19	33914	925	5.20E-02	3.02E-04	7.79E-01	4.68E-01
20	70653	11294	1.08E-01	3.37E-03	2.47E-01	6.88E-01
21	30241	26058	4.63E-02	7.53E-03	1.47E-01	1.69E-01
22	636	65102	9.76E-04	1.83E-02	2.71E-05	4.18E-04
23	31	5815	4.01E-05	1.61E-03	1.75E+00	2.35E-06
24	23866	32266	2.93E-02	8.09E-03	2.78E+00	3.50E-02
25	66149	18714	7.92E-02	4.43E-03	1.49E+00	4.64E-02
26	75064	14258	8.93E-02	3.26E-03	2.21E-01	3.48E-02
27	4055	434	4.83E-03	1.13E-04	3.45E-04	1.45E-01
28	10	26297	1.19E-05	6.01E-03	1.14E-01	1.10E-05
29	158	15544	1.61E-04	3.20E-03	1.19E+00	1.30E-04
30	35939	1038	3.14E-02	1.95E-04	2.21E+00	8.10E-02
31	48713	16	4.09E-02	4.97E-06	5.67E-01	7.63E-01
32	23580	9219	1.98E-02	2.37E-03	9.17E-04	4.66E-02
33	203	33015	1.70E-04	7.26E-03	8.59E-01	1.11E-04

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
34	991	14090	1.21E-03	2.70E-03	2.26E-02	6.29E-04
35	5343	263	4.68E-03	8.15E-05	1.23E+00	1.12E-04
36	44968	38032	3.13E-02	9.72E-03	2.04E+00	6.52E-02
37	46097	19865	3.01E-02	4.26E-03	2.53E-02	2.42E-02
38	5093	11784	3.30E-03	2.21E-03	3.58E+00	5.21E-03
39	2	453	1.30E-06	1.40E-04	2.08E+00	1.01E-08
40	834	28639	9.94E-04	7.36E-03	2.92E-01	1.24E-04
41	13446	41866	1.11E-02	8.95E-03	1.45E-05	2.83E-01
42	38085	14180	2.46E-02	2.62E-03	4.42E-01	3.21E-01
43	32051	19421	1.93E-02	6.03E-03	2.20E-02	3.00E-02
44	683	31128	4.09E-04	7.98E-03	4.07E+00	1.78E-04
45	270	11410	3.22E-04	2.45E-03	3.62E-01	5.73E-05
46	44584	2036	3.66E-02	3.75E-04	1.33E-04	4.96E-02
47	51349	660	3.24E-02	2.29E-04	1.88E-04	2.18E-03
48	45572	62995	2.68E-02	1.95E-02	3.73E-05	2.95E-01
49	46	8757	2.66E-05	2.22E-03	5.09E+00	3.32E-06
50	124	1525	1.92E-04	3.23E-04	1.59E+00	8.95E-05
51	440	25365	5.23E-04	8.77E-03	7.84E-05	3.72E-02
52	45462	60580	3.67E-02	1.87E-02	6.04E-02	2.76E-01
53	83791	5006	5.22E-02	1.26E-03	1.11E-04	2.89E-02
54	35317	2711	2.04E-02	5.71E-04	1.42E-05	3.00E-01
55	77	449	4.39E-05	1.63E-04	2.24E-05	6.56E-05
56	176	12522	2.72E-04	4.33E-03	9.56E-01	2.30E-05
57	25085	11801	2.98E-02	3.63E-03	1.24E-06	3.49E-02
58	66311	43951	5.35E-02	1.09E-02	2.73E-01	1.15E+00
59	47646	43	2.96E-02	9.03E-06	6.55E-01	4.28E-01
60	5114	497	2.95E-03	1.79E-04	2.18E-05	1.37E-01
61	187	509	2.89E-04	1.75E-04	4.29E-06	2.99E-01
62	67674	3199	7.95E-02	9.84E-04	2.16E-04	8.51E-02
63	48473	40004	3.89E-02	9.88E-03	4.86E-02	8.63E-01
64	13847	166	8.62E-03	3.48E-05	6.82E-01	1.19E-01
65	702	90	4.04E-04	4.91E-06	3.36E+00	7.09E-04
66	19208	296	2.95E-02	2.29E-05	2.42E-06	6.92E-01
67	89520	8459	1.05E-01	1.03E-03	1.32E-01	1.39E-01
68	63998	2024	5.09E-02	3.39E-04	1.53E-02	1.07E+00
69	11603	40	7.18E-03	1.44E-05	2.58E+00	3.16E-02
70	6	537	3.47E-06	1.85E-04	5.01E+00	1.31E-05
71	4698	555	8.12E-03	1.70E-04	1.70E-06	1.47E+00
72	74478	2308	1.14E-01	5.68E-04	1.30E-02	4.11E-02
73	82353	5400	9.63E-02	3.74E-04	9.89E-02	7.15E-02
74	68427	45182	5.41E-02	5.20E-03	4.54E-02	6.96E-01

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
75	320	3428	1.98E-04	5.45E-04	4.17E+00	7.68E-06
76	94	1158	1.69E-04	2.05E-04	5.81E-05	2.49E-05
77	24402	7	4.21E-02	2.56E-06	2.36E-03	2.22E+00
78	83636	7184	1.28E-01	2.58E-03	6.28E-02	2.12E+00
79	79102	756	9.23E-02	2.60E-04	3.68E-02	2.22E+00
80	61126	3078	4.83E-02	7.61E-04	2.85E-01	1.67E+00
81	318	7583	1.97E-04	4.97E-04	1.07E-03	2.89E-05
82	172	22492	1.90E-04	2.46E-03	1.69E+00	1.68E-05
83	10	43602	1.79E-05	6.56E-03	5.36E-03	2.81E-06
84	42537	14900	7.32E-02	2.56E-03	1.63E-02	5.55E-01
85	80034	1456	1.22E-01	5.33E-04	1.05E-01	4.83E-01
86	64919	10820	7.54E-02	3.89E-03	1.86E-04	1.21E+00
87	6301	642	4.95E-03	2.22E-04	3.14E-02	1.67E+00
88	2375	989	2.01E-03	2.45E-04	3.00E-01	2.34E-02
89	14965	847	1.53E-02	4.58E-05	1.44E+00	2.92E-03
90	70	11235	7.89E-05	7.30E-04	1.78E-01	1.03E-05
91	19	24168	2.23E-05	2.59E-03	2.15E-02	3.57E-06
92	63	33054	1.13E-04	4.87E-03	2.50E-02	1.44E-05
93	53413	8664	9.16E-02	1.48E-03	9.88E-02	6.65E-01
94	43213	9123	6.61E-02	3.37E-03	3.37E-02	1.24E-01
95	4890	48876	5.67E-03	1.77E-02	5.36E-06	5.56E-01
96	34	13138	2.65E-05	4.54E-03	3.43E-01	8.33E-06
97	3826	226	3.07E-03	6.98E-05	2.83E-03	1.73E-01
98	33387	23490	3.26E-02	1.25E-03	1.06E-02	9.74E-02
99	16980	42971	1.85E-02	2.78E-03	2.04E-01	2.44E-02
100	1719	62624	1.95E-03	6.66E-03	1.22E+00	9.63E-04
101	2926	23567	5.24E-03	3.44E-03	8.21E-05	1.57E-01
102	50007	25517	8.63E-02	9.45E-03	4.54E-02	3.72E-01
103	17487	54785	2.68E-02	1.99E-02	1.12E-06	4.61E-01
104	10	22606	7.68E-06	7.84E-03	3.53E-03	6.84E-06
105	386	13409	2.47E-04	6.62E-04	2.76E-02	2.30E-05
106	24443	44709	1.93E-02	2.34E-03	8.21E-06	3.32E-02
107	40752	50091	3.93E-02	3.22E-03	3.04E-01	2.36E-02
108	20541	26686	2.22E-02	2.84E-03	2.48E-01	1.80E-02
109	1768	382	2.00E-03	5.56E-05	1.19E-02	7.23E-05
110	15245	23691	2.76E-02	8.78E-03	3.11E-04	6.07E-02
111	65699	54853	1.14E-01	1.99E-02	4.09E-04	2.54E-01
112	37494	7242	5.76E-02	2.51E-03	1.08E-04	5.38E-02
113	6	32	6.96E-06	9.85E-06	1.20E+00	1.31E-05
114	8	56911	6.17E-06	2.88E-03	5.00E+00	1.31E-06
115	7	43305	3.72E-06	2.28E-03	1.76E+00	8.33E-07

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
116	20153	24748	1.27E-02	1.58E-03	7.64E-01	1.05E-02
117	57183	201	4.48E-02	2.14E-05	4.01E-01	2.65E-01
118	60019	38302	5.77E-02	1.42E-02	5.52E-01	1.29E-01
119	16117	14525	1.74E-02	5.27E-03	6.10E-06	4.68E-02
120	28398	1811	5.16E-02	6.26E-04	2.09E-02	2.42E-01
121	73782	463	1.28E-01	2.37E-05	1.31E-05	1.20E-03
122	50090	34214	7.70E-02	1.77E-03	7.89E-02	1.36E-02
123	11	36808	1.28E-05	1.97E-03	1.48E-01	6.36E-06
124	66	6918	3.03E-05	4.49E-04	2.19E+00	4.01E-06
125	9060	6037	4.78E-03	2.23E-03	1.11E+00	2.07E-03
126	43063	9231	2.71E-02	3.33E-03	4.24E-01	2.88E-01
127	56900	1483	4.46E-02	5.12E-04	2.40E-01	3.87E-01
128	19610	19726	1.88E-02	1.04E-03	1.39E-01	1.43E-02
129	50	65940	5.38E-05	3.45E-03	3.55E-04	6.86E-06
130	27564	27799	5.01E-02	1.51E-03	2.68E-02	4.36E-02
131	69396	24	1.20E-01	1.57E-06	1.80E-04	2.71E-01
132	21920	217	3.36E-02	1.14E-05	1.26E-01	4.53E-03
133	175	45231	2.00E-04	2.42E-03	1.34E+00	4.20E-05
134	10	33531	7.47E-06	1.83E-03	4.18E+00	1.27E-06
135	68	16193	3.14E-05	9.12E-04	2.22E+00	9.45E-06
136	62266	106	3.30E-02	5.70E-06	1.12E+00	7.07E-05
137	44914	15486	2.84E-02	8.37E-04	4.08E-01	2.82E-02
138	15494	49178	1.21E-02	2.69E-03	3.18E-01	1.95E-02
139	85	17402	8.18E-05	9.86E-04	5.01E-03	1.11E-05
140	38311	64	6.93E-02	3.64E-06	1.98E-01	1.32E-01
141	29269	3990	5.06E-02	2.20E-04	3.42E-02	3.94E-03
142	6115	29071	9.31E-03	1.62E-03	3.98E-02	2.84E-02
143	7	34043	7.87E-06	1.91E-03	1.45E-04	1.18E-06
144	741	41504	3.45E-04	2.32E-03	8.31E-03	1.29E-02
145	42382	2828	2.27E-02	1.62E-04	2.46E-01	6.65E-02
146	49876	3331	3.19E-02	1.85E-04	2.94E-05	1.11E-03
147	882	55746	6.96E-04	3.13E-03	7.74E-04	2.45E-04
148	3861	71577	6.98E-03	4.00E-03	6.66E-06	2.43E-02
149	14104	42902	2.43E-02	2.40E-03	5.54E-01	2.20E-03
150	1312	9902	1.98E-03	5.65E-04	4.47E-06	4.17E-03
151	10	4815	1.10E-05	2.75E-04	6.11E-04	9.07E-08
152	21802	43789	1.03E-02	2.52E-03	1.47E-01	3.15E-02
153	76226	46641	4.17E-02	2.67E-03	3.28E-01	4.57E-02
154	34267	57045	2.23E-02	3.28E-03	4.41E-01	1.54E-02
155	153	8932	1.22E-04	5.08E-04	1.31E+00	3.67E-06
156	23	13081	3.41E-05	7.96E-04	1.42E-03	7.51E-07

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
157	229	50393	9.99E-05	3.02E-03	2.88E-01	9.61E-05
158	47998	71962	2.29E-02	4.28E-03	3.96E-01	1.67E-02
159	66953	63157	3.69E-02	3.74E-03	4.57E-02	5.02E-02
160	18145	10119	1.19E-02	5.97E-04	1.78E-01	2.40E-03
161	2	10221	8.08E-07	6.79E-04	2.80E+00	3.10E-08
162	28399	60026	1.25E-02	3.75E-03	2.29E-01	1.40E-02
163	58838	65315	2.82E-02	4.06E-03	4.80E-01	2.75E-02
164	15763	63016	8.75E-03	3.79E-03	2.40E-01	1.60E-02
165	13536	11702	5.17E-03	6.99E-04	3.23E-02	4.83E-03
166	52742	13688	2.13E-02	1.18E-03	1.22E-01	3.76E-01
167	71566	58969	3.16E-02	4.05E-03	1.30E-01	1.06E-01
168	63790	25262	3.08E-02	1.67E-03	1.16E-01	4.81E-02
169	4017	6369	2.24E-03	4.07E-04	8.94E-01	9.97E-05
170	5808	10070	2.17E-03	1.13E-03	2.91E-03	8.48E-02
171	70281	49398	2.72E-02	4.47E-03	3.60E-02	2.76E-01
172	83243	30351	3.40E-02	2.13E-03	1.60E-03	5.12E-02
173	68911	2	3.07E-02	1.33E-07	2.61E-02	6.52E-01
174	21804	6220	1.06E-02	5.80E-04	2.24E-04	5.63E-02
175	15900	57689	6.01E-03	6.12E-03	1.20E-01	2.87E-02
176	64532	61104	2.53E-02	5.42E-03	7.13E-02	1.45E-01
177	88822	9020	3.55E-02	6.33E-04	3.49E-02	1.97E-01
178	75142	43	3.15E-02	2.92E-06	2.21E-01	6.54E-01
179	10765	29206	4.89E-03	3.00E-03	2.80E-02	8.95E-02
180	24921	78881	1.00E-02	8.36E-03	2.16E-03	1.74E-01
181	71738	33444	2.90E-02	3.28E-03	2.29E-02	7.37E-02
182	88902	48	3.67E-02	4.15E-06	3.47E-02	6.50E-01
183	71765	2632	3.01E-02	3.51E-04	4.58E-02	3.19E-02
184	18316	55050	8.02E-03	7.63E-03	5.31E-02	1.43E-01
185	2455	63107	1.14E-03	8.75E-03	1.27E+00	9.64E-04
186	23212	5339	1.02E-02	7.23E-04	8.65E-03	1.07E-01
187	69504	22305	2.99E-02	3.70E-03	4.69E-02	2.59E-01
188	55511	56976	2.36E-02	9.58E-03	3.66E-05	3.49E-01
189	57376	47247	2.51E-02	7.96E-03	2.77E-07	4.14E-01
190	9884	521	4.38E-03	8.82E-05	2.91E-02	1.01E+00
191	20897	52991	9.96E-03	9.65E-03	1.38E-01	1.14E-01
192	66353	40694	3.08E-02	7.41E-03	4.26E-02	2.15E-01
193	21723	12413	1.01E-02	2.26E-03	6.39E-07	9.10E-02
194	6681	9385	3.09E-03	1.75E-03	8.43E-05	2.82E-03
195	12366	20126	6.99E-03	3.75E-03	1.38E-02	2.76E-01
196	53018	6290	2.67E-02	1.17E-03	1.73E-02	1.98E-01
197	20923		1.07E-02		7.30E-03	

編號	裸露地面積(m ²)		平均排放率(g/s)		最大風速排放率(g/s)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
198	43		2.25E-05		5.07E-03	
199	6209		4.32E-03		1.34E-06	
200	67841		4.13E-02		1.69E-01	
201	58516		3.36E-02		2.24E-05	
202	4798		2.83E-03		1.53E-03	
203	32		1.93E-05		8.49E-01	
204	43770		3.46E-02		2.98E-03	
205	87303		6.56E-02		1.20E-01	
206	30871		2.28E-02		3.60E-02	
207	407		3.07E-04		3.69E-01	
208	2948		2.96E-03		3.46E-03	
209	72965		7.19E-02		6.25E-02	
210	64827		6.20E-02		6.43E-05	
211	5524		5.27E-03		1.67E-01	
212	11351		1.27E-02		2.76E-02	
213	81096		9.02E-02		1.54E-01	
214	41372		4.58E-02		1.76E-06	
215	1072		1.18E-03		5.58E-01	
216	28665		3.35E-02		4.90E-01	
217	55623		6.44E-02		7.54E-02	
218	3372		3.89E-03		7.47E-07	
219	19		2.19E-05		2.14E-05	
220	82		9.77E-05		6.94E-01	
221	4241		5.05E-03		1.06E-04	
222	14390		1.71E-02		4.41E-06	
223	2890		3.43E-03		1.21E-01	

附表 1-2 天氣型態排放率

編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)							
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21
1	10	7.8E-05	2.7E-05	4.7E-05	3.2E-05	1.2E-04	4.7E-05	2.7E-05	1.6E-05
2	890	6.9E-03	2.4E-03	4.2E-09	2.8E-03	1.0E-02	4.2E-09	2.4E-03	1.4E-03
3	2641	2.1E-02	7.2E-03	1.2E-08	8.5E-03	3.1E-02	1.2E-08	7.2E-03	4.1E-03
4	4403	3.4E-02	1.2E-02	2.1E-08	1.4E-02	5.1E-02	2.1E-08	1.2E-02	6.8E-03
5	636	2.9E-03	1.7E-03	3.0E-09	2.0E-03	7.4E-03	3.0E-09	1.7E-03	9.9E-04
6	3903	3.0E-02	1.1E-02	1.8E-08	1.2E-02	4.6E-02	1.8E-08	1.1E-02	6.1E-03
7	25212	2.0E-01	6.9E-02	1.2E-07	8.1E-02	2.9E-01	1.2E-07	6.9E-02	3.9E-02
8	18275	1.4E-01	5.0E-02	8.5E-08	5.8E-02	2.1E-01	8.5E-08	5.0E-02	2.8E-02
9	60	4.7E-04	1.6E-04	2.8E-10	1.9E-04	7.0E-04	2.8E-10	1.6E-04	9.3E-05
10	75	5.8E-04	2.1E-04	3.5E-10	2.4E-04	8.8E-04	3.5E-10	2.1E-04	1.2E-04
11	8923	6.9E-02	4.2E-02	4.2E-08	2.9E-02	6.1E-02	4.2E-08	2.4E-02	1.4E-02
12	44090	3.4E-01	1.2E-01	2.1E-07	1.4E-01	3.0E-01	2.1E-07	1.2E-01	6.9E-02
13	58743	4.6E-01	1.6E-01	2.7E-07	1.9E-01	6.9E-01	2.7E-07	1.6E-01	9.1E-02
14	31752	2.5E-01	8.7E-02	1.5E-07	1.0E-01	3.7E-01	1.5E-07	8.7E-02	4.9E-02
15	273	2.1E-03	7.5E-04	1.3E-09	8.7E-04	3.2E-03	1.3E-09	7.5E-04	4.2E-04
16	14	5.6E-05	1.5E-05	3.4E-11	2.6E-05	8.5E-05	3.4E-11	1.5E-05	1.8E-06
17	208	1.6E-03	9.7E-04	9.7E-10	6.7E-04	1.4E-03	9.7E-10	5.7E-04	3.2E-04
18	12422	9.7E-02	5.8E-02	5.8E-08	4.0E-02	8.5E-02	5.8E-08	3.4E-02	1.9E-02
19	33914	2.6E-01	1.6E-01	1.6E-07	1.1E-01	2.3E-01	1.6E-07	9.3E-02	5.3E-02
20	70653	5.5E-01	3.3E-01	3.3E-07	2.3E-01	4.8E-01	3.3E-07	1.9E-01	1.1E-01
21	30241	2.4E-01	8.3E-02	1.4E-07	9.7E-02	3.5E-01	1.4E-07	8.3E-02	4.7E-02
22	636	4.9E-03	1.7E-03	3.0E-09	2.0E-03	7.4E-03	3.0E-09	1.7E-03	9.9E-04
23	31	2.4E-04	1.4E-04	1.4E-10	9.9E-05	2.1E-04	1.4E-10	8.5E-05	4.8E-05
24	23866	1.9E-01	1.1E-01	1.1E-07	7.6E-02	1.6E-01	1.1E-07	6.5E-02	3.7E-02
25	66149	5.1E-01	3.1E-01	3.1E-07	2.1E-01	4.5E-01	3.1E-07	1.8E-01	1.0E-01
26	75064	5.8E-01	3.5E-01	3.5E-07	2.4E-01	5.1E-01	3.5E-07	2.1E-01	1.2E-01
27	4055	3.2E-02	1.9E-02	1.9E-08	1.3E-02	2.8E-02	1.9E-08	1.1E-02	6.3E-03
28	10	7.8E-05	4.7E-05	4.7E-11	3.2E-05	1.2E-04	4.7E-11	2.7E-05	1.6E-05
29	158	1.2E-03	7.4E-04	7.4E-10	5.1E-04	1.1E-03	7.4E-10	4.3E-04	2.5E-04
30	35939	2.8E-01	1.7E-01	1.7E-07	1.2E-01	2.5E-01	1.7E-07	9.8E-02	5.6E-02
31	48713	3.8E-01	2.3E-01	2.3E-07	1.6E-01	3.3E-01	2.3E-07	1.3E-01	7.6E-02
32	23580	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-07	7.5E-02	1.6E-01	1.1E-07	6.4E-02	3.7E-02
33	203	1.6E-03	9.5E-04	9.5E-10	6.5E-04	1.4E-03	9.5E-10	5.6E-04	3.2E-04
34	991	7.7E-03	4.6E-03	7.0E-09	3.2E-03	6.8E-03	4.6E-09	2.7E-03	1.5E-03
35	5343	4.2E-02	2.5E-02	3.8E-08	1.7E-02	3.7E-02	2.5E-08	1.5E-02	8.3E-03

編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)							
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21
36	44968	3.5E-01	2.1E-01	2.1E-07	1.4E-01	3.1E-01	2.1E-07	1.2E-01	7.0E-02
37	46097	3.6E-01	2.2E-01	2.2E-07	1.5E-01	3.2E-01	2.2E-07	1.3E-01	7.2E-02
38	5093	4.0E-02	2.4E-02	2.4E-08	1.6E-02	3.5E-02	2.4E-08	1.4E-02	7.9E-03
39	2	1.6E-05	9.3E-06	9.3E-12	6.4E-06	1.4E-05	9.3E-12	5.5E-06	3.1E-06
40	834	6.5E-03	3.9E-03	5.9E-09	2.7E-03	5.7E-03	3.9E-09	2.3E-03	1.3E-03
41	13446	1.0E-01	6.3E-02	9.5E-08	4.3E-02	9.2E-02	6.3E-08	3.7E-02	2.1E-02
42	38085	3.0E-01	1.8E-01	2.7E-07	1.2E-01	2.6E-01	1.8E-07	1.0E-01	5.9E-02
43	32051	2.5E-01	1.5E-01	1.5E-07	1.0E-01	2.2E-01	1.5E-07	8.8E-02	5.0E-02
44	683	5.3E-03	3.2E-03	3.2E-09	2.2E-03	4.7E-03	3.2E-09	1.9E-03	1.1E-03
45	270	2.1E-03	1.3E-03	1.9E-09	8.6E-04	1.8E-03	1.3E-09	7.4E-04	4.2E-04
46	44584	3.5E-01	2.1E-01	3.1E-07	1.4E-01	3.0E-01	2.1E-07	1.2E-01	6.9E-02
47	51349	4.0E-01	2.4E-01	3.6E-07	1.6E-01	3.5E-01	2.4E-07	1.4E-01	8.0E-02
48	45572	3.5E-01	2.1E-01	2.1E-07	1.5E-01	3.1E-01	2.1E-07	1.2E-01	7.1E-02
49	46	3.6E-04	2.1E-04	2.1E-10	1.5E-04	3.1E-04	2.1E-10	1.3E-04	7.1E-05
50	124	5.7E-04	5.8E-04	8.7E-10	4.0E-04	8.5E-04	5.8E-10	3.4E-04	1.9E-04
51	440	3.4E-03	2.1E-03	3.1E-09	1.4E-03	3.0E-03	2.1E-09	1.2E-03	6.8E-04
52	45462	3.5E-01	2.1E-01	3.2E-07	1.5E-01	3.1E-01	2.1E-07	1.2E-01	7.1E-02
53	83791	6.5E-01	3.9E-01	5.9E-07	2.7E-01	5.7E-01	3.9E-07	2.3E-01	1.3E-01
54	35317	2.7E-01	1.6E-01	1.6E-07	1.1E-01	2.4E-01	1.6E-07	9.7E-02	5.5E-02
55	77	6.0E-04	3.6E-04	3.6E-10	2.5E-04	5.3E-04	3.6E-10	2.1E-04	1.2E-04
56	176	8.0E-04	8.2E-04	1.2E-09	5.6E-04	1.2E-03	8.2E-10	4.8E-04	2.7E-04
57	25085	2.0E-01	1.2E-01	1.8E-07	8.0E-02	1.7E-01	1.2E-07	6.9E-02	3.9E-02
58	66311	5.2E-01	3.1E-01	4.7E-07	2.1E-01	4.5E-01	3.1E-07	1.8E-01	1.0E-01
59	47646	3.7E-01	2.2E-01	3.4E-07	1.5E-01	3.3E-01	2.2E-07	1.3E-01	7.4E-02
60	5114	4.0E-02	2.4E-02	2.4E-08	1.6E-02	3.5E-02	2.4E-08	1.4E-02	7.9E-03
61	187	8.5E-04	8.7E-04	1.3E-09	6.0E-04	1.3E-03	8.7E-10	5.1E-04	2.9E-04
62	67674	5.3E-01	3.2E-01	4.8E-07	2.2E-01	4.6E-01	3.2E-07	1.9E-01	1.1E-01
63	48473	3.8E-01	2.3E-01	3.4E-07	1.6E-01	3.3E-01	2.3E-07	1.3E-01	7.5E-02
64	13847	1.1E-01	6.5E-02	9.8E-08	4.4E-02	9.5E-02	6.5E-08	3.8E-02	2.2E-02
65	702	5.5E-03	3.3E-03	3.3E-09	2.2E-03	4.8E-03	3.3E-09	1.9E-03	1.1E-03
66	19208	8.8E-02	9.0E-02	1.4E-07	6.1E-02	1.3E-01	9.0E-08	5.3E-02	3.0E-02
67	89520	4.1E-01	4.2E-01	6.3E-07	2.9E-01	6.1E-01	4.2E-07	2.4E-01	1.4E-01
68	63998	5.0E-01	3.0E-01	4.5E-07	2.0E-01	4.4E-01	3.0E-07	1.7E-01	9.9E-02
69	11603	9.0E-02	5.4E-02	8.2E-08	3.7E-02	7.9E-02	5.4E-08	3.2E-02	1.8E-02
70	6	4.7E-05	2.8E-05	4.2E-11	1.9E-05	4.1E-05	2.8E-11	1.6E-05	9.3E-06
71	4698	2.1E-02	2.2E-02	2.2E-08	1.5E-02	3.2E-02	2.2E-08	5.8E-03	7.3E-03
72	74478	3.4E-01	3.5E-01	3.5E-07	2.4E-01	5.1E-01	3.5E-07	2.0E-01	1.2E-01

編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)								
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21	
73	82353	3.8E-01	3.8E-01	3.8E-07	2.6E-01	5.6E-01	3.8E-07	2.3E-01	1.3E-01	
74	68427	3.1E-01	3.2E-01	3.2E-07	2.2E-01	4.7E-01	3.2E-07	1.9E-01	1.1E-01	
75	320	2.5E-03	1.5E-03	2.3E-09	1.0E-03	2.2E-03	1.5E-09	8.8E-04	5.0E-04	
76	94	7.3E-04	4.4E-04	4.4E-10	3.0E-04	6.4E-04	4.4E-10	1.2E-04	1.5E-04	
77	24402	1.1E-01	1.1E-01	1.1E-07	7.8E-02	1.7E-01	1.1E-07	3.0E-02	3.8E-02	
78	83636	3.8E-01	3.9E-01	3.9E-07	2.7E-01	5.7E-01	3.9E-07	1.0E-01	1.3E-01	
79	79102	3.6E-01	3.7E-01	3.7E-07	2.5E-01	5.4E-01	3.7E-07	2.2E-01	1.2E-01	
80	61126	2.8E-01	2.9E-01	2.9E-07	2.0E-01	4.2E-01	2.9E-07	1.7E-01	9.5E-02	
81	318	1.4E-03	1.5E-03	1.5E-09	1.0E-03	2.2E-03	1.5E-09	8.7E-04	4.9E-04	
82	172	6.9E-04	1.9E-04	4.2E-10	4.8E-04	4.7E-04	4.2E-10	1.9E-04	2.2E-05	
83	10	7.8E-05	4.7E-05	4.7E-11	3.2E-05	6.8E-05	4.7E-11	1.2E-05	1.6E-05	
84	42537	3.3E-01	2.0E-01	2.0E-07	1.4E-01	2.9E-01	2.0E-07	5.3E-02	6.6E-02	
85	80034	3.6E-01	3.7E-01	3.7E-07	2.6E-01	5.5E-01	2.2E-07	1.0E-01	1.2E-01	
86	64919	3.0E-01	3.0E-01	3.0E-07	2.1E-01	4.4E-01	1.8E-07	1.8E-01	1.0E-01	
87	6301	2.9E-02	2.9E-02	2.9E-08	2.0E-02	4.3E-02	2.9E-08	1.7E-02	9.8E-03	
88	2375	9.6E-03	2.6E-03	5.7E-09	6.6E-03	6.4E-03	5.7E-09	2.6E-03	3.1E-04	
89	14965	6.0E-02	1.6E-02	3.6E-08	4.2E-02	4.1E-02	3.6E-08	1.6E-02	1.9E-03	
90	70	2.8E-04	7.6E-05	1.7E-10	1.9E-04	1.9E-04	1.7E-10	7.6E-05	9.0E-06	
91	19	7.7E-05	2.1E-05	4.6E-11	5.3E-05	5.2E-05	4.6E-11	2.1E-05	2.4E-06	
92	63	4.9E-04	2.9E-04	2.9E-10	2.0E-04	4.3E-04	2.9E-10	7.8E-05	9.8E-05	
93	53413	4.2E-01	2.5E-01	2.5E-07	1.7E-01	3.7E-01	1.5E-07	6.6E-02	8.3E-02	
94	43213	3.4E-01	2.0E-01	2.0E-07	1.4E-01	3.0E-01	1.2E-07	5.4E-02	6.7E-02	
95	4890	2.2E-02	2.3E-02	2.3E-08	1.6E-02	3.3E-02	1.3E-08	1.3E-02	7.6E-03	
96	34	1.5E-04	1.6E-04	1.6E-10	1.1E-04	2.3E-04	9.3E-11	9.3E-05	5.3E-05	
97	3826	1.5E-02	9.2E-03	9.2E-09	1.1E-02	1.0E-02	9.2E-09	4.2E-03	4.9E-04	
98	33387	1.3E-01	8.1E-02	8.1E-08	9.3E-02	9.1E-02	8.1E-08	3.6E-02	4.3E-03	
99	16980	6.8E-02	1.8E-02	4.1E-08	4.7E-02	4.6E-02	4.1E-08	1.8E-02	2.2E-03	
100	1719	6.9E-03	1.9E-03	4.2E-09	4.8E-03	4.7E-03	4.2E-09	1.9E-03	2.2E-04	
101	2926	2.3E-02	1.4E-02	1.4E-08	9.4E-03	2.0E-02	8.0E-09	3.6E-03	4.5E-03	
102	50007	3.9E-01	2.3E-01	2.3E-07	1.6E-01	3.4E-01	1.4E-07	6.2E-02	7.8E-02	
103	17487	1.4E-01	8.2E-02	8.2E-08	5.6E-02	1.2E-01	4.8E-08	4.8E-02	2.7E-02	
104	10	4.6E-05	4.7E-05	4.7E-11	3.2E-05	6.8E-05	2.7E-11	2.7E-05	1.6E-05	
105	386	1.6E-03	9.3E-04	9.3E-10	1.1E-03	1.0E-03	9.3E-10	4.2E-04	5.0E-05	
106	24443	9.8E-02	5.9E-02	5.9E-08	6.8E-02	6.6E-02	5.9E-08	2.7E-02	3.1E-03	
107	40752	1.6E-01	9.8E-02	9.8E-08	1.1E-01	1.1E-01	9.8E-08	4.4E-02	5.2E-03	
108	20541	8.3E-02	5.0E-02	5.0E-08	5.7E-02	5.6E-02	5.0E-08	2.2E-02	2.6E-03	
109	1768	7.1E-03	4.3E-03	4.3E-09	4.9E-03	4.8E-03	4.3E-09	1.9E-03	2.3E-04	

編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)								
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21	
110	15245	1.2E-01	7.1E-02	7.1E-08	4.9E-02	1.0E-01	4.2E-08	1.9E-02	2.4E-02	
111	65699	5.1E-01	3.1E-01	3.1E-07	2.1E-01	4.5E-01	1.8E-07	8.2E-02	1.0E-01	
112	37494	2.9E-01	1.7E-01	1.7E-07	1.2E-01	2.6E-01	1.0E-07	1.0E-01	5.8E-02	
113	6	4.7E-05	2.8E-05	2.8E-11	1.9E-05	4.1E-05	1.6E-11	1.6E-05	9.3E-06	
114	8	3.6E-05	3.7E-05	3.7E-11	2.6E-05	5.5E-05	2.2E-11	2.2E-05	1.2E-05	
115	7	2.8E-05	1.7E-05	1.7E-11	1.9E-05	1.9E-05	1.7E-11	7.6E-06	9.0E-07	
116	20153	8.1E-02	4.9E-02	4.9E-08	5.6E-02	5.5E-02	4.9E-08	2.2E-02	2.6E-03	
117	57183	2.3E-01	1.4E-01	1.4E-07	1.6E-01	1.6E-01	1.4E-07	6.2E-02	7.4E-03	
118	60019	2.4E-01	1.5E-01	1.5E-07	1.7E-01	1.6E-01	6.5E-08	6.5E-02	7.7E-03	
119	16117	6.5E-02	3.9E-02	3.9E-08	4.5E-02	4.4E-02	3.9E-08	1.7E-02	2.1E-03	
120	28398	2.2E-01	1.3E-01	1.3E-07	9.1E-02	1.9E-01	7.8E-08	7.8E-02	4.4E-02	
121	73782	5.7E-01	3.4E-01	3.4E-07	2.4E-01	5.0E-01	2.0E-07	2.0E-01	1.1E-01	
122	50090	3.9E-01	2.3E-01	2.3E-07	1.6E-01	3.4E-01	1.4E-07	1.4E-01	7.8E-02	
123	11	8.6E-05	5.1E-05	5.1E-11	3.5E-05	7.5E-05	3.0E-11	3.0E-05	1.7E-05	
124	66	2.7E-04	1.6E-04	1.6E-10	1.8E-04	1.8E-04	1.6E-10	7.2E-05	8.5E-06	
125	9060	3.6E-02	2.2E-02	2.2E-08	2.5E-02	2.5E-02	2.2E-08	9.8E-03	1.2E-03	
126	43063	1.7E-01	1.0E-01	1.0E-07	1.2E-01	1.2E-01	1.0E-07	4.7E-02	5.5E-03	
127	56900	2.3E-01	1.4E-01	1.4E-07	1.6E-01	1.5E-01	6.2E-08	6.2E-02	7.3E-03	
128	19610	7.9E-02	4.7E-02	4.7E-08	5.5E-02	5.3E-02	2.1E-08	2.1E-02	2.5E-03	
129	50	2.0E-04	1.2E-04	1.2E-10	1.4E-04	1.4E-04	1.2E-10	5.4E-05	6.4E-06	
130	27564	2.1E-01	1.3E-01	1.3E-07	8.8E-02	1.9E-01	7.5E-08	7.5E-02	4.3E-02	
131	69396	5.4E-01	3.2E-01	3.2E-07	2.2E-01	4.7E-01	1.9E-07	1.9E-01	1.1E-01	
132	21920	1.7E-01	1.0E-01	1.0E-07	7.0E-02	1.5E-01	6.0E-08	6.0E-02	3.4E-02	
133	175	1.4E-03	8.2E-04	8.2E-10	5.6E-04	1.2E-03	4.8E-10	4.8E-04	2.7E-04	
134	10	7.8E-05	4.7E-05	4.7E-11	3.2E-05	6.8E-05	2.7E-11	2.7E-05	1.6E-05	
135	68	2.7E-04	1.6E-04	1.6E-10	1.9E-04	1.8E-04	1.6E-10	7.4E-05	8.7E-06	
136	62266	2.5E-01	1.5E-01	1.5E-07	1.7E-01	1.7E-01	1.5E-07	6.8E-02	8.0E-03	
137	44914	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-07	1.3E-01	1.2E-01	1.1E-07	4.9E-02	5.8E-03	
138	15494	6.2E-02	3.7E-02	3.7E-08	4.3E-02	4.2E-02	1.7E-08	1.7E-02	2.0E-03	
139	85	3.4E-04	2.1E-04	2.1E-10	2.4E-04	2.3E-04	9.2E-11	9.2E-05	1.1E-05	
140	38311	3.0E-01	1.8E-01	1.8E-07	1.2E-01	2.6E-01	1.0E-07	1.0E-01	6.0E-02	
141	29269	2.3E-01	1.4E-01	1.4E-07	9.4E-02	2.0E-01	8.0E-08	8.0E-02	4.5E-02	
142	6115	4.8E-02	2.9E-02	2.9E-08	2.0E-02	4.2E-02	1.7E-08	1.7E-02	9.5E-03	
143	7	5.4E-05	3.3E-05	3.3E-11	2.2E-05	4.8E-05	1.9E-11	1.9E-05	1.1E-05	
144	741	3.0E-03	1.8E-03	1.8E-09	2.1E-03	2.0E-03	1.8E-09	8.0E-04	9.5E-05	
145	42382	1.7E-01	1.0E-01	1.0E-07	1.2E-01	1.1E-01	1.0E-07	4.6E-02	5.5E-03	
146	49876	2.0E-01	1.2E-01	1.2E-07	1.4E-01	1.4E-01	1.2E-07	5.4E-02	6.4E-03	

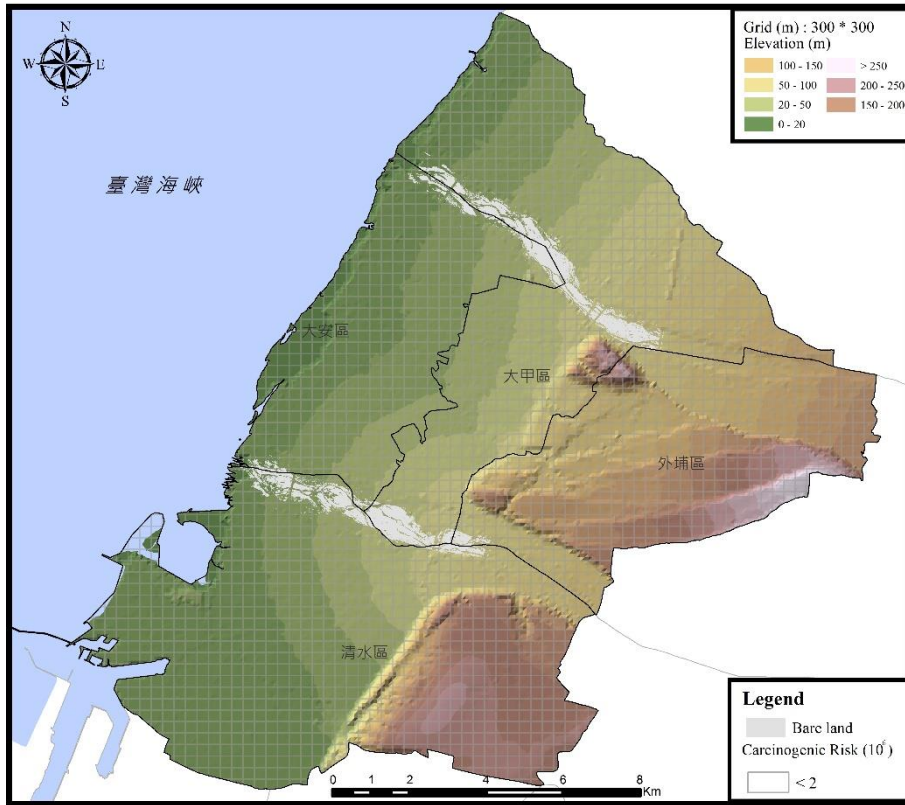
編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)								
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21	
147	882	3.6E-03	2.1E-03	2.1E-09	2.5E-03	2.4E-03	2.1E-09	9.6E-04	1.1E-04	
148	3861	3.0E-02	1.8E-02	1.8E-08	1.2E-02	2.6E-02	1.1E-08	1.1E-02	6.0E-03	
149	14104	1.1E-01	6.6E-02	6.6E-08	4.5E-02	9.6E-02	3.9E-08	3.9E-02	2.2E-02	
150	1312	1.0E-02	6.1E-03	6.1E-09	4.2E-03	9.0E-03	3.6E-09	3.6E-03	2.0E-03	
151	10	7.8E-05	4.7E-05	4.7E-11	3.2E-05	6.8E-05	2.7E-11	2.7E-05	1.6E-05	
152	21802	8.8E-02	8.9E-02	5.3E-08	6.1E-02	5.9E-02	5.3E-08	2.4E-02	2.8E-03	
153	76226	3.1E-01	3.1E-01	1.8E-07	2.1E-01	2.1E-01	1.8E-07	8.3E-02	9.8E-03	
154	34267	1.4E-01	8.3E-02	8.3E-08	9.5E-02	9.3E-02	8.3E-08	3.7E-02	4.4E-03	
155	153	6.2E-04	3.7E-04	3.7E-10	4.3E-04	4.2E-04	3.7E-10	1.7E-04	2.0E-05	
156	23	1.8E-04	1.1E-04	1.1E-10	7.4E-05	7.1E-05	6.3E-11	6.3E-05	3.6E-05	
157	229	9.2E-04	9.4E-04	5.5E-10	6.4E-04	6.2E-04	5.5E-10	2.5E-04	2.9E-05	
158	47998	1.9E-01	2.0E-01	1.2E-07	1.3E-01	1.3E-01	1.2E-07	5.2E-02	6.2E-03	
159	66953	2.7E-01	2.7E-01	1.6E-07	1.9E-01	1.8E-01	1.6E-07	7.3E-02	8.6E-03	
160	18145	7.3E-02	7.4E-02	4.4E-08	5.1E-02	4.9E-02	4.4E-08	2.0E-02	2.3E-03	
161	2	8.1E-06	8.2E-06	4.8E-12	5.6E-06	5.4E-06	4.8E-12	2.2E-06	2.6E-07	
162	28399	1.1E-01	1.2E-01	6.9E-08	7.9E-02	7.7E-02	6.9E-08	3.1E-02	3.7E-03	
163	58838	2.4E-01	2.4E-01	1.4E-07	1.6E-01	1.6E-01	1.4E-07	6.4E-02	7.6E-03	
164	15763	6.3E-02	6.5E-02	3.8E-08	4.4E-02	4.3E-02	3.8E-08	1.7E-02	2.0E-03	
165	13536	5.5E-02	5.5E-02	3.3E-08	3.8E-02	3.7E-02	3.3E-08	1.5E-02	1.7E-03	
166	52742	2.1E-01	2.2E-01	1.3E-07	1.5E-01	1.4E-01	1.3E-07	5.7E-02	6.8E-03	
167	71566	2.9E-01	2.9E-01	1.7E-07	2.0E-01	1.9E-01	1.7E-07	7.8E-02	9.2E-03	
168	63790	2.6E-01	2.6E-01	1.5E-07	1.8E-01	1.7E-01	1.5E-07	6.9E-02	8.2E-03	
169	4017	1.6E-02	1.6E-02	9.7E-09	1.1E-02	1.1E-02	9.7E-09	4.4E-03	5.2E-04	
170	5808	2.3E-02	2.4E-02	1.4E-08	1.6E-02	1.6E-02	1.4E-08	6.3E-03	7.5E-04	
171	70281	2.8E-01	2.9E-01	1.7E-07	2.0E-01	1.9E-01	1.7E-07	7.6E-02	9.0E-03	
172	83243	3.4E-01	3.4E-01	2.0E-07	2.3E-01	2.3E-01	2.0E-07	9.0E-02	1.1E-02	
173	68911	2.8E-01	2.8E-01	1.7E-07	1.9E-01	1.9E-01	1.7E-07	7.5E-02	8.9E-03	
174	21804	8.8E-02	8.9E-02	5.3E-08	6.1E-02	5.9E-02	5.3E-08	2.4E-02	2.8E-03	
175	15900	6.4E-02	6.5E-02	3.8E-08	4.4E-02	4.3E-02	3.8E-08	1.7E-02	2.0E-03	
176	64532	2.6E-01	2.6E-01	1.6E-07	1.8E-01	1.8E-01	1.6E-07	7.0E-02	8.3E-03	
177	88822	3.6E-01	3.6E-01	2.1E-07	2.5E-01	2.4E-01	2.1E-07	9.6E-02	1.1E-02	
178	75142	3.0E-01	3.1E-01	1.8E-07	2.1E-01	2.0E-01	1.8E-07	8.2E-02	9.7E-03	
179	10765	4.3E-02	4.4E-02	2.6E-08	3.0E-02	2.9E-02	2.6E-08	1.2E-02	1.4E-03	
180	24921	1.0E-01	1.0E-01	6.0E-08	6.9E-02	6.8E-02	6.0E-08	2.7E-02	3.2E-03	
181	71738	2.9E-01	2.9E-01	1.7E-07	2.0E-01	1.9E-01	1.7E-07	7.8E-02	9.2E-03	
182	88902	3.6E-01	3.6E-01	2.1E-07	2.5E-01	2.4E-01	2.1E-07	9.6E-02	1.1E-02	
183	71765	2.9E-01	2.9E-01	1.7E-07	2.0E-01	1.9E-01	1.7E-07	7.8E-02	9.2E-03	

編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)							
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21
184	18316	7.4E-02	7.5E-02	4.4E-08	5.1E-02	5.0E-02	4.4E-08	2.0E-02	2.4E-03
185	2455	9.9E-03	1.0E-02	5.9E-09	6.8E-03	6.7E-03	5.9E-09	2.7E-03	3.2E-04
186	23212	9.3E-02	9.5E-02	5.6E-08	4.3E-02	6.3E-02	5.6E-08	2.5E-02	3.0E-03
187	69504	2.8E-01	2.8E-01	1.7E-07	1.3E-01	1.9E-01	1.7E-07	7.5E-02	8.9E-03
188	55511	2.2E-01	2.3E-01	1.3E-07	1.0E-01	1.5E-01	1.3E-07	6.0E-02	7.1E-03
189	57376	2.3E-01	2.4E-01	1.4E-07	1.6E-01	1.6E-01	1.4E-07	6.2E-02	7.4E-03
190	9884	4.0E-02	4.0E-02	2.4E-08	2.8E-02	2.7E-02	2.4E-08	1.1E-02	1.3E-03
191	20897	8.4E-02	8.6E-02	5.0E-08	3.9E-02	5.7E-02	5.0E-08	2.3E-02	2.7E-03
192	66353	2.7E-01	2.7E-01	1.6E-07	1.2E-01	1.8E-01	1.6E-07	7.2E-02	8.5E-03
193	21723	8.7E-02	8.9E-02	5.2E-08	4.0E-02	5.9E-02	5.2E-08	2.4E-02	2.8E-03
194	6681	2.7E-02	2.7E-02	1.6E-08	1.2E-02	1.8E-02	7.2E-09	7.2E-03	8.6E-04
195	12366	5.0E-02	5.1E-02	3.0E-08	2.3E-02	3.4E-02	3.0E-08	1.3E-02	1.6E-03
196	53018	2.1E-01	2.2E-01	1.3E-07	9.9E-02	1.4E-01	5.8E-08	5.8E-02	6.8E-03
197	20923	8.4E-02	8.6E-02	5.1E-08	3.9E-02	5.7E-02	2.3E-08	2.3E-02	2.7E-03
198	43	1.7E-04	1.8E-04	1.0E-10	8.0E-05	1.2E-04	4.7E-11	4.7E-05	5.5E-06
199	6209	2.5E-02	2.5E-02	2.5E-08	1.7E-02	1.7E-02	1.5E-08	6.7E-03	8.0E-04
200	67841	2.7E-01	2.8E-01	1.6E-07	1.3E-01	1.8E-01	7.4E-08	7.4E-02	8.7E-03
201	58516	2.4E-01	2.4E-01	1.4E-07	1.1E-01	1.6E-01	6.3E-08	6.3E-02	7.5E-03
202	4798	1.9E-02	2.0E-02	1.2E-08	8.9E-03	1.3E-02	5.2E-09	5.2E-03	6.2E-04
203	32	1.3E-04	1.3E-04	7.7E-11	6.0E-05	8.7E-05	3.5E-11	3.5E-05	4.1E-06
204	43770	1.8E-01	1.8E-01	1.1E-07	8.1E-02	1.2E-01	4.7E-08	4.7E-02	5.6E-03
205	87303	3.5E-01	3.6E-01	2.1E-07	1.6E-01	2.4E-01	9.5E-08	9.5E-02	1.1E-02
206	30871	1.2E-01	1.3E-01	7.5E-08	5.7E-02	8.4E-02	3.3E-08	3.3E-02	4.0E-03
207	407	1.6E-03	1.7E-03	9.8E-10	7.6E-04	1.1E-03	4.4E-10	4.4E-04	5.2E-05
208	2948	5.3E-03	1.2E-02	7.1E-09	5.5E-03	8.0E-03	3.2E-09	3.2E-03	3.8E-04
209	72965	2.9E-01	3.0E-01	1.8E-07	1.4E-01	2.0E-01	7.9E-08	7.9E-02	9.4E-03
210	64827	2.6E-01	2.7E-01	1.6E-07	1.2E-01	1.8E-01	7.0E-08	7.0E-02	8.3E-03
211	5524	2.2E-02	2.3E-02	1.3E-08	1.0E-02	1.5E-02	6.0E-09	6.0E-03	7.1E-04
212	11351	2.1E-02	4.6E-02	2.7E-08	2.1E-02	3.1E-02	1.2E-08	1.2E-02	1.5E-03
213	81096	3.3E-01	3.3E-01	2.0E-07	1.5E-01	2.2E-01	8.8E-08	8.8E-02	1.0E-02
214	41372	1.7E-01	1.7E-01	1.0E-07	7.7E-02	1.1E-01	4.5E-08	4.5E-02	5.3E-03
215	1072	4.3E-03	4.4E-03	2.6E-09	2.0E-03	2.9E-03	1.2E-09	1.2E-03	1.4E-04
216	28665	5.2E-02	1.2E-01	6.9E-08	5.3E-02	7.8E-02	3.1E-08	3.1E-02	3.7E-03
217	55623	2.2E-01	2.3E-01	1.3E-07	1.0E-01	1.5E-01	6.0E-08	6.0E-02	7.2E-03
218	3372	1.4E-02	1.4E-02	8.1E-09	6.3E-03	9.1E-03	3.7E-09	3.7E-03	4.3E-04
219	19	3.4E-05	7.8E-05	4.6E-11	3.5E-05	5.2E-05	2.1E-11	2.1E-05	2.4E-06
220	82	1.5E-04	3.4E-04	2.0E-10	1.5E-04	2.2E-04	8.9E-11	8.9E-05	1.1E-05

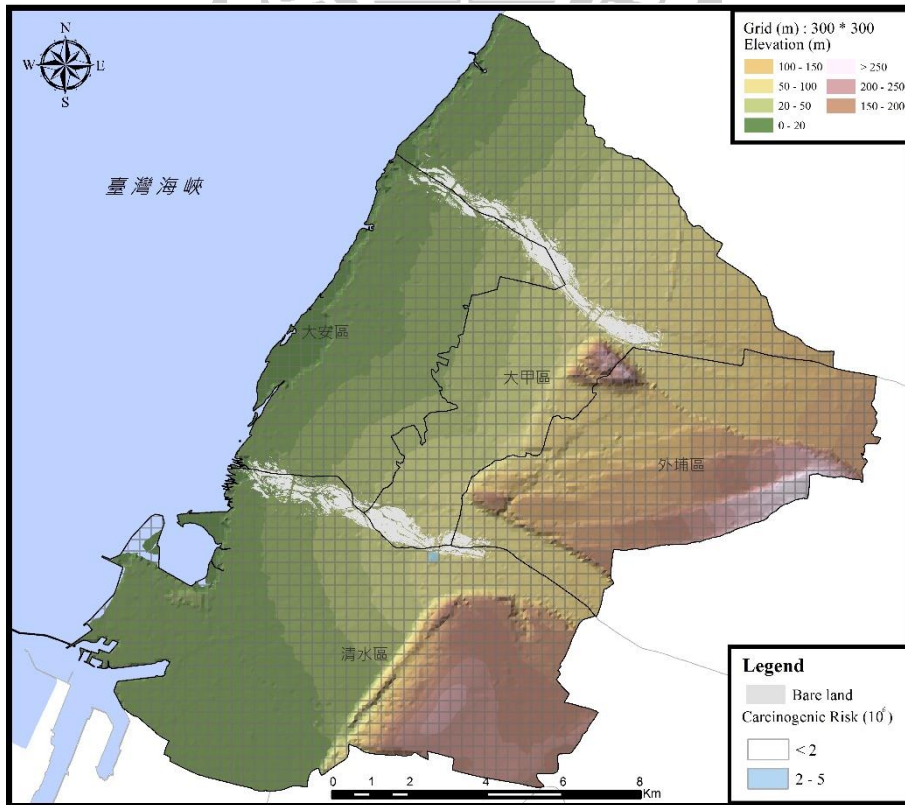
編號	裸露地面積(m ²)	最大風速排放率(g/s)							
		Type1	Type2	Type4	Type7	Type8	Type11	Type12	Type21
221	4241	7.7E-03	1.7E-02	1.0E-08	7.9E-03	1.2E-02	4.6E-09	4.6E-03	5.5E-04
222	14390	2.6E-02	5.9E-02	3.5E-08	2.7E-02	3.9E-02	1.6E-08	1.6E-02	1.9E-03
223	2890	5.2E-03	1.2E-02	7.0E-09	5.4E-03	7.4E-04	3.1E-09	3.1E-03	3.7E-04



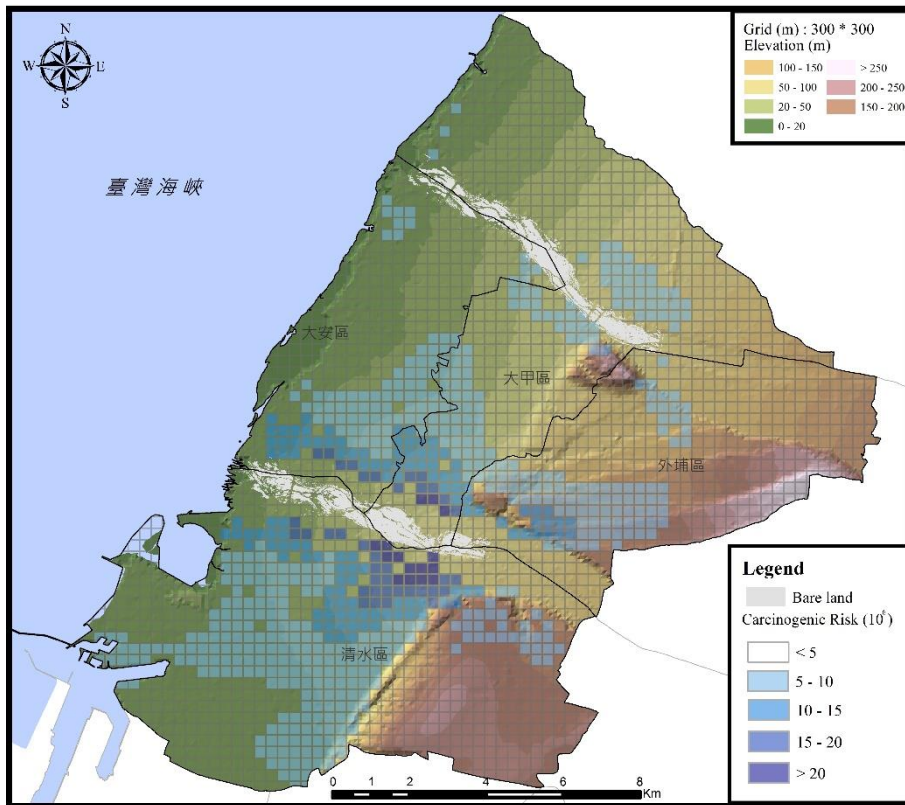
附圖一 暴露致癌風險分布圖



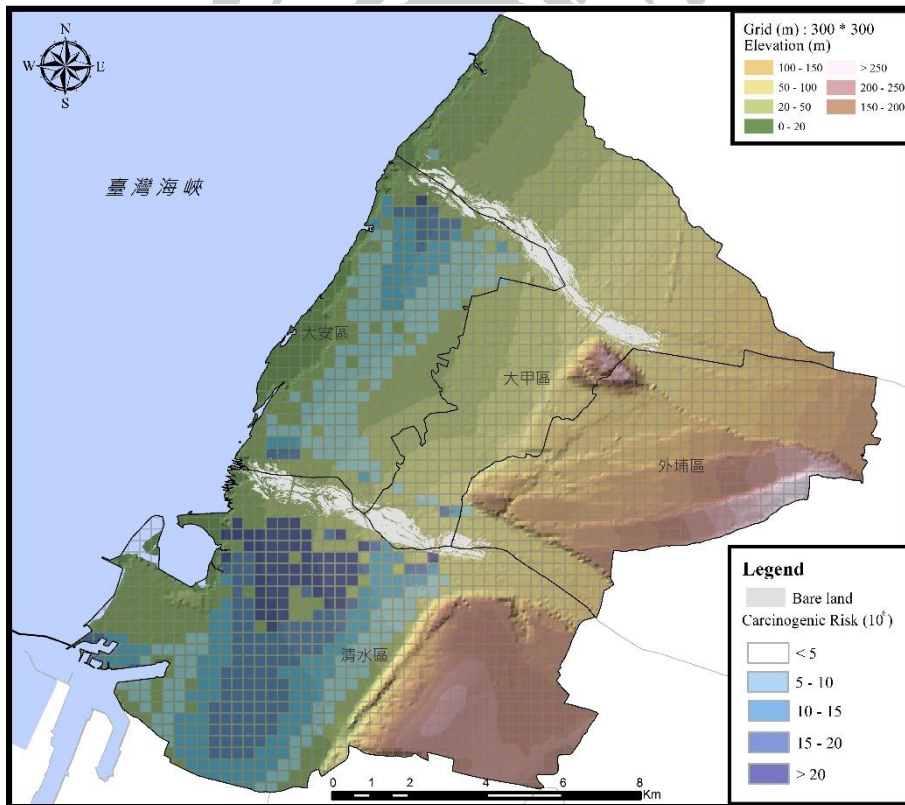
附圖 1-1 豐水期平均排放率之暴露致癌風險



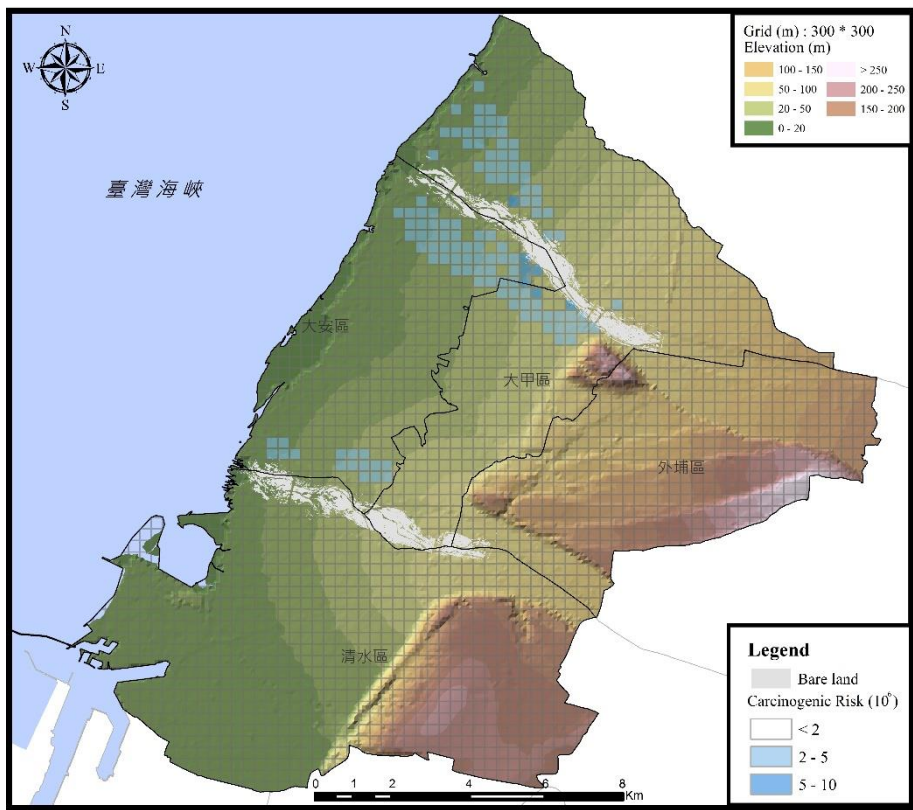
附圖 1-2 枯水期平均排放率之暴露致癌風險



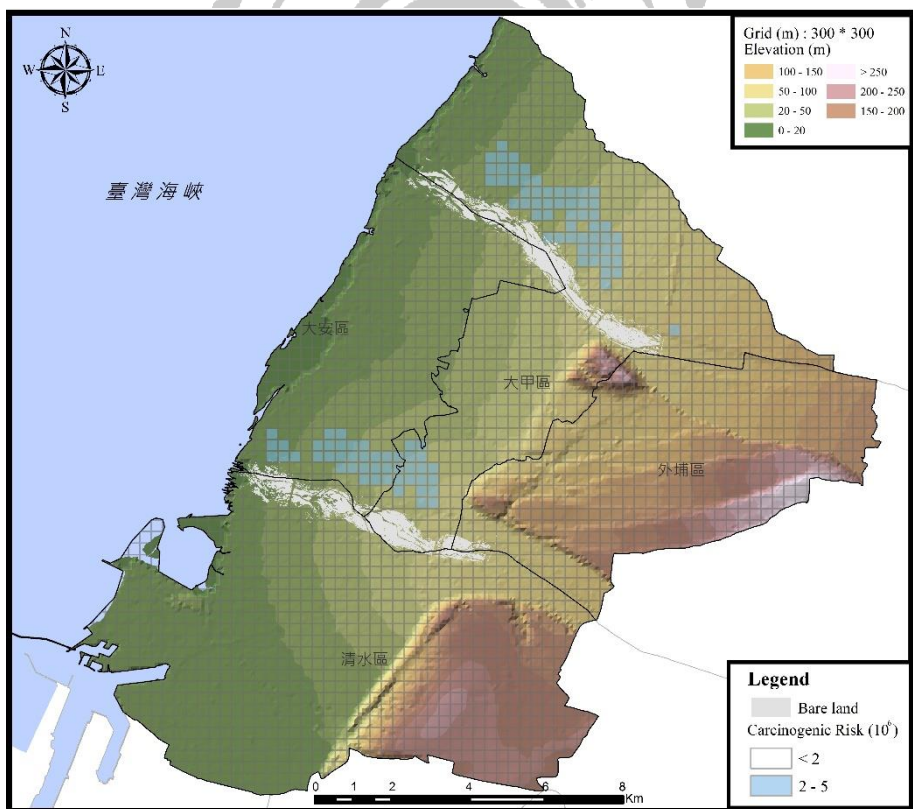
附圖 1-3 豐水期最大排放率之暴露致癌風險



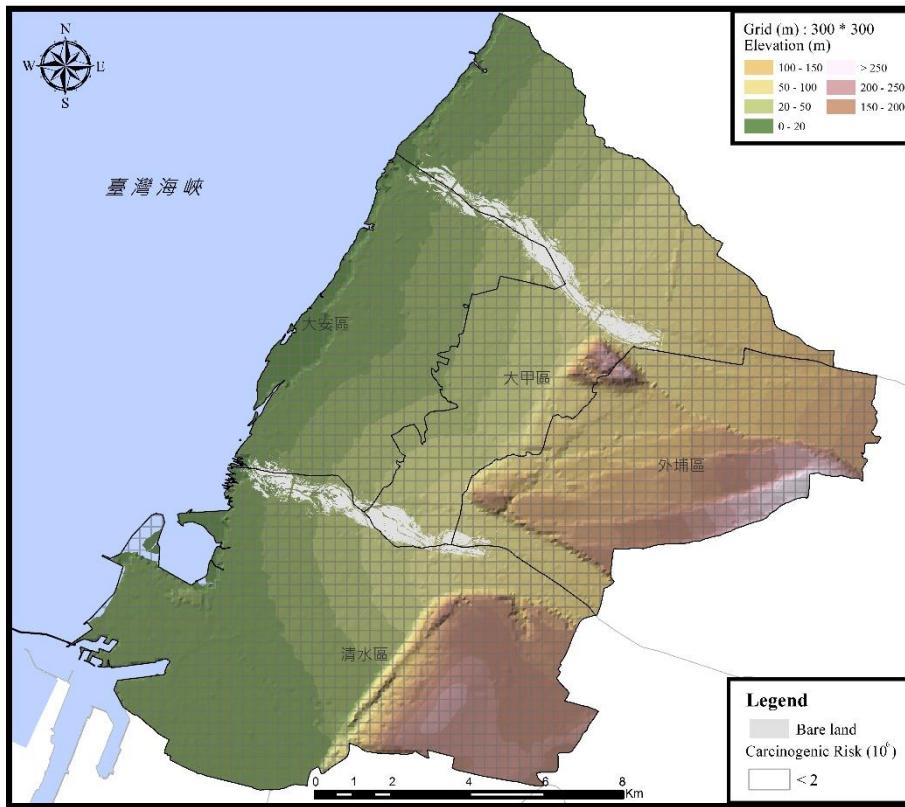
附圖 1-4 枯水期最大排放率之暴露致癌風險



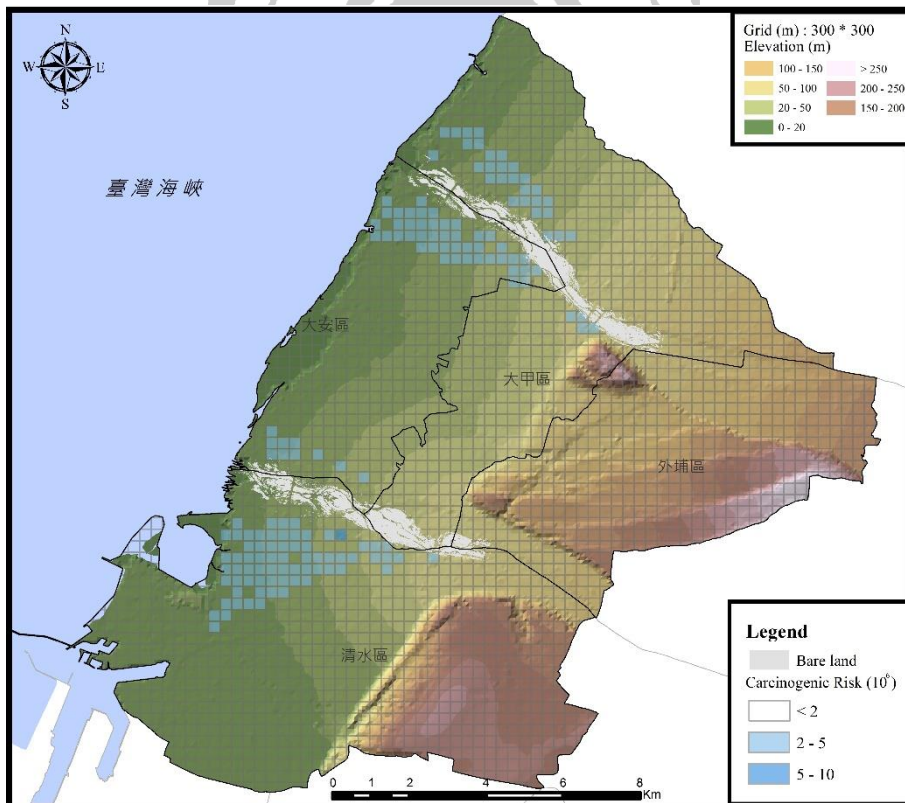
附圖 1-5 鋒面過境型之暴露致癌風險



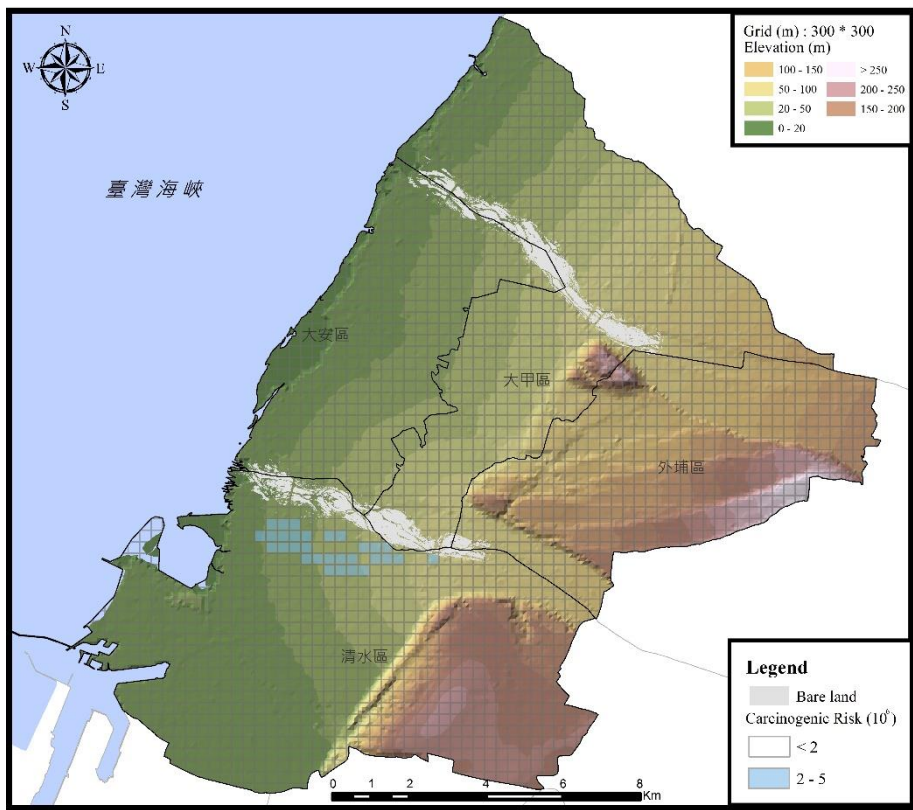
附圖 1-6 鋒面暖區型之暴露致癌風險



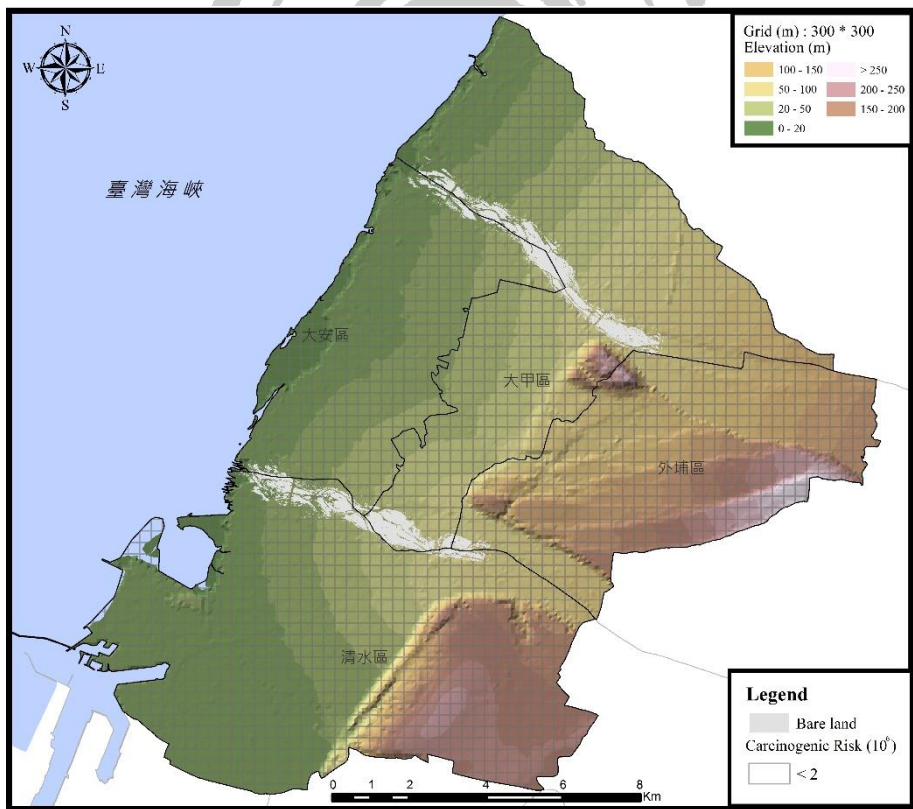
附圖 1-7 熱帶低壓系統外圍環流型之暴露致癌風險



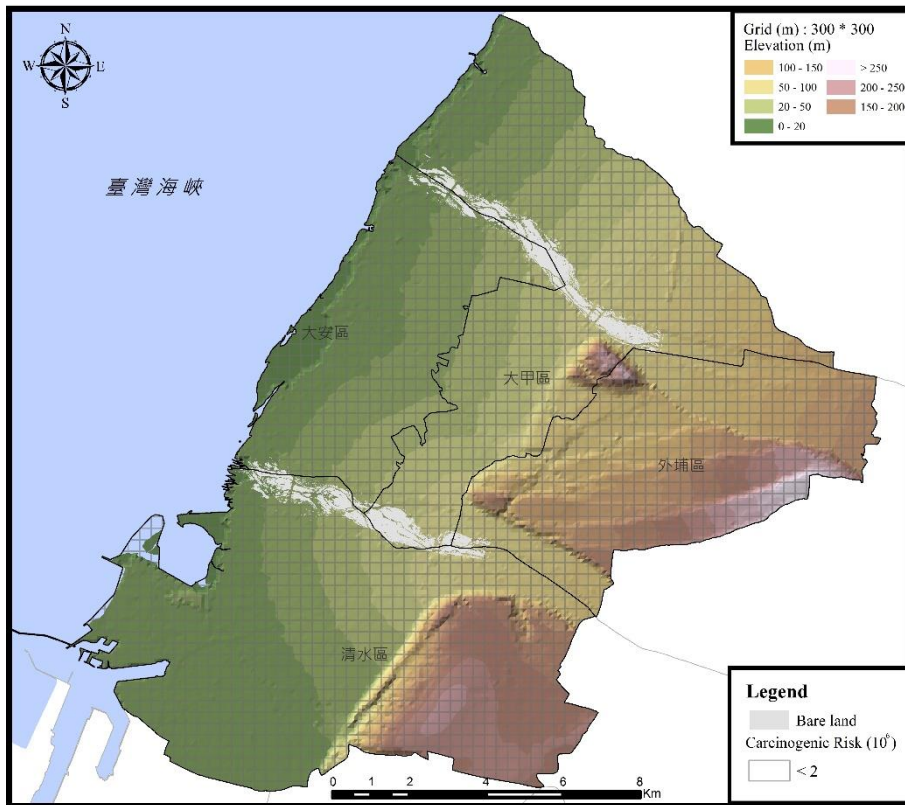
附圖 1-8 微弱東北季風型之暴露致癌風險



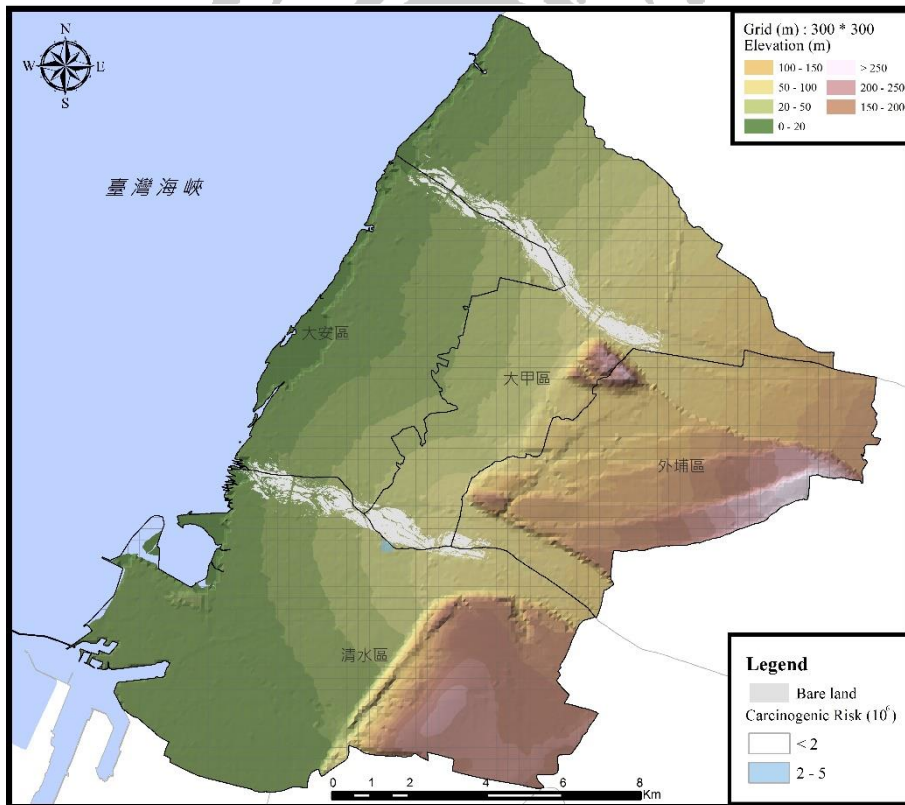
附圖 1-9 高壓出海型 I 之暴露致癌風險



附圖 1-10 高壓迴流型之暴露致癌風險



附圖 1-11 太平洋高壓西伸型之暴露致癌風險



附圖 1-12 偏南氣流型之暴露致癌風險