

行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處 99 年度委託研究計畫

花蓮縣境內編號 2613、2618、2602 號保安林
海岸變遷及國土保安效益研究計畫
研究成果報告



委託機關：行政院農委會林務局花蓮林區管理處

執行機關：國立中興大學

計畫主持人：黃隆明

中華民國 九十九 年 十二 月

摘 要

本研究主要目的在於調查花蓮七星潭及南濱至花蓮溪出海口之海岸變遷情形，並據以評估劃定潛在危險區，同時對該區域內的人工堤設施)與保安林國土保安之互動關係詳加探討分析，並由所得的結果提出符合該海岸自然生態及國土保安之保安林營造的建議。初步所得結果如下：

1. 編號 2618 號防風保安林方面：保安林較 10 年前增加 64.889486 公頃，係為加強國土保安等防災機能，將海灘地予以擴大編入所致；為消減暴潮的破壞力，建議在接近海岸之外緣林帶，於木麻黃枝下高處，增植林投等低矮密生灌木叢，以降低波浪之速度及衝擊，減少災害損失；而保安林內墳墓區則建議施設防風牆，除可降低對環境負面影響，亦能提升減風功效；至於保安林機能檢測結果，整體而言林帶之防風機能相當完善，惟若能進一步加強生態營造，可使保安林功能更加健全；另本段海岸線變遷經分析結果屬於堆積海岸，
2. 編號 2613 號飛砂防止保安林方面：保安林之林分有明顯增加，由於本保安林主要功能為飛砂防止，林帶之寬度經檢測後已足夠，但若用於防風則林帶之寬度不足，應再增加，方能達到防風功能。另本段海岸線變遷經分析結果屬於侵蝕海岸，
3. 編號 2602 號飛砂防止保安林方面：保安林之林分有逐漸減少的趨勢，於南濱公園土堤迎風面處，則建議構築防風網設施，以輔助林木成長；由於本保安林主要功能亦為飛砂防止，林帶之寬度經檢測後亦已足夠，但若用於防風則林帶之寬度不足，應再增加，方能達到防風功能。另本段海岸線變遷經分析結果屬於侵蝕海岸，綜觀本研究區海岸線變遷為一自然現象，主要受海流及波浪侵蝕與堆積交互作用之影響。

4. 海岸人工堤與保安林互動方面：根據調查顯示，本計畫區內海岸人工堤設施，已朝向確保防災減災之基本功能與兼顧生態景觀、親水、休閒、觀光遊憩等多目標需求規劃設計，所以在視覺環境景觀及親水性，已有顯著改善，並能充分發揮海岸第一線的防衛作用，亦能與海岸第二線的保安林防衛設施，完全相互結合，以彌補海岸人工堤設施之不足，彼此相輔相成，充分展現良性互動之關係。
5. 潛在危險區劃定與非法占墾地處理方面：本研究所完成之濱海潛勢危險區位圖，將可更客觀明確表示潛勢危險之區位，以適時提供危險警訊，告知住民，作為取締勸離之依據；而所研擬非法占用國土保安地之處理建議，亦是基於現有法規基礎下，兼顧情與理所提出具體可行之處理方案，可供保安林經營管理之參考。
6. 微氣候調查與分析方面：經由保安林帶內、外微氣候調查與分析結果顯示，無論任何季節保安林帶內，皆屬於令人感覺舒適的等級，為一處極佳之天然遮蔽場所，因此，應該極力推廣教育宣導，成立保安林戶外教室，讓民眾多方面瞭解保安林功能及其存在之必要性。
7. 海岸生態保安林營造方面：本計畫綜合國內外研究結果，針對林帶斷面之配置、分段式林帶及林帶連貫性等規劃，提出相關構想與建議方案，惟尚須參酌各林況與地況等因素，審慎通盤考量，並需從事後續相關實驗證實；至於為營造符合花蓮海岸生態的保安林，建議可以利用經選擇之海岸適生植物，以人工的方式建造海岸自然林，同時營造兼具教育、觀賞及休憩之地點，並結合「社區林業」，以達到「永續發展」的願景。

目 錄

第一章 主題、緣起與目的.....	1
1.1 主題.....	1
1.2 計畫緣起.....	1
1.3 計畫目的.....	1
1.4 工作範圍.....	1
1.5 工作內容.....	2
1.6 台灣保安林概況.....	2
1.7 花蓮林區保安林經營管理概況.....	2
第二章 花蓮環境概述.....	5
2.1 海岸特性.....	5
2.2 地形.....	6
2.3 地質.....	7
2.4 土壤.....	8
2.5 水文.....	8
2.5.1 河流.....	8
2.5.2 湖泊.....	10
2.5.3 地下水.....	10
2.5.4 海洋.....	10
2.6 氣候.....	11
2.6.1 風速.....	12
2.6.2 雨量.....	12
2.6.3 颱風.....	14
2.7 天然資源.....	14
2.7.1 植物.....	14
2.7.2 動物.....	16
2.7.3 礦產.....	17
第三章 基地環境概述.....	19
3.1 編號 2613 號防風保安林.....	19
3.1.1 地理位置及環境.....	19
3.1.2 保護對象.....	20
3.1.3 編號 2613 號飛砂防止保安林地理位置圖.....	21
3.2 編號 2618 號防風保安林.....	22
3.2.1 地理位置及環境.....	22
3.2.2 保護對象.....	23
3.2.3 編號 2618 號防風保安林地理位置圖.....	24
3.3 編號 2602 號飛砂防止保安林.....	25

3.3.1 地理位置及環境.....	25
3.3.2 保護對象.....	26
3.3.3 編號 2602 號飛砂防止保安林地理位置圖.....	27
第四章 研究方法.....	28
4.1 現況調查.....	28
4.1.1 編號 2613 號飛砂防止保安林.....	28
4.1.2 編號 2618 號防風保安林.....	28
4.1.3 編號 2602 號飛砂防止保安林.....	28
4.2 地景變遷之探討.....	31
4.2.1 地景變遷分析之前置作業.....	32
4.2.2 地景類型之分類.....	34
4.2.3 地景類型圖之繪製.....	35
4.2.4 套疊分析.....	35
4.2.5 變遷分析.....	35
4.2.6 衛星影像植被光譜分析.....	38
4.3 海岸人工堤與保安林互動之探討.....	39
4.4 潛在危險區劃定之探討.....	41
4.5 保安林營造之探討.....	42
4.6 微氣候之探討.....	43
第五章 結果與討論.....	45
5.1 保安林生態環境調查結果.....	45
5.1.1 編號 2613 號飛砂防止保安林.....	45
5.1.2 編號 2618 號防風保安林.....	49
5.1.3 編號 2602 號飛砂防止保安林.....	54
5.2 地景變遷分析結果.....	59
5.3 海岸人工堤與保安林之互動.....	65
5.4 潛在危險區劃定與非法占墾地處理.....	70
5.4.1 潛在危險區之劃定.....	70
5.4.2 非法占用國土保安地之處理.....	84
5.5 微氣候調查與分析結果.....	91
5.5.1 照度觀測結果.....	91
5.5.2 日輻射量觀測結果.....	93
5.5.3 最高及最低溫度觀測結果.....	93
5.5.4 平均溫度觀測結果.....	94
5.5.5 相對溼度觀測結果.....	97
5.5.6 氣壓觀測結果.....	101
5.5.7 土壤水份觀測結果.....	105

5.5.8 土壤溫度觀測結果.....	112
5.5.9 平均風速觀測結果.....	119
5.6 海岸生態保安林之營造.....	122
5.6.1 保安林機能檢測結果.....	123
5.6.2 海岸保安林帶寬度（厚度）之建議方案.....	127
5.6.3 分段式海岸保安林之建議方案.....	131
5.6.4 海岸保安林連貫之建議方案.....	132
5.6.5 保安林營造之建議.....	134
第六章 研究成果.....	135
6.1 保安林生態環境方面.....	135
6.2 地景變遷方面.....	135
6.3 海岸人工堤與保安林之互動.....	135
6.4 潛在危險區劃定與非法占墾地處理.....	136
6.5 微氣候調查與分析結果.....	136
6.5.1 照度及日輻射量.....	136
6.5.2 最高、最低及平均溫度.....	136
6.5.3 相對溼度.....	136
6.5.4 氣壓.....	137
6.5.5 土壤水份.....	137
6.5.6 土壤溫度.....	137
6.5.7 平均風速.....	137
6.6 海岸生態保安林之營造.....	137
6.6.1 保安林機能檢測結果.....	137
6.6.2 規劃適宜之林帶寬度（厚度）.....	138
6.6.3 規劃分段式林帶.....	138
6.6.4 林帶連貫性之建議.....	138
6.6.5 保安林營造之建議.....	138
參考文獻.....	139
附錄一 期中、期末報告審查意見及回覆.....	144
附錄二 花蓮縣不同日暴雨量及重現期距淹水潛勢圖.....	151
附錄三 計畫區不同日降雨量及重現期距淹水潛勢圖.....	166
附錄四 計畫區建物與潛勢淹水區套疊圖.....	191
附錄五 計畫區潛勢危險區位圖.....	195
附錄六 計畫區歷年海岸線變遷圖.....	199
附錄七 計畫區土壤及地質圖.....	218
附錄八 計畫區正射影像底圖.....	221

圖 目 錄

圖 1-1 花蓮縣 6 類保安林面積分佈百分比	4
圖 2-1 花蓮各海岸地段位置圖	6
圖 2-2 花蓮地形分佈圖	7
圖 2-3 花蓮地質構造	7
圖 2-4 花蓮縣河流分佈概況	9
圖 2-5 花蓮地區地下水分佈圖	10
圖 2-6 2009 年中央氣象局花蓮海象測報中心風力統計圖	13
圖 2-7 2009 年中央氣象局花蓮月平均雨	13
圖 2-8 花蓮地區礦產分佈概況	18
圖 3-1 編號 2613 號飛砂防止保安林地理位置圖	21
圖 3-2 編號 2618 號防風保安林地理位置圖	24
圖 3-3 編號 2602 號飛砂防止保安林地理位置圖	27
圖 4-1 編號 2613 防風保安林樁號位置圖	29
圖 4-2 編號 2618 防風保安林樁號位置圖	30
圖 4-3 編號 2602 飛砂防止保安林樁號位置圖	30
圖 4-4 地景變遷分析流程圖	34
圖 4-5 衛星影像地景類型判釋圖示	36
圖 4-6 正射影像地景類型判釋圖示	37
圖 5-1 2613 號飛砂防止保安林面積百分比圖	46
圖 5-2 2613 號飛砂防止保安林面積分佈概略圖	47
圖 5-3 2613 號飛砂防止保安林生態環境差異對照圖	48
圖 5-4 2618 號防風保安林面積百分比圖	51
圖 5-5 2618 號防風保安林面積分佈概略圖	52
圖 5-6 2618 號防風保安林生態環境差異對照圖	53
圖 5-7 2602 號飛砂防止保安林面積百分比圖	55
圖 5-8 2602 號飛砂防止保安林面積分佈概略圖	56
圖 5-9 2602 號飛砂防止保安林生態環境差異對照圖	57
圖 5-10 1999 年花蓮濱海地景類型圖	60
圖 5-11 2009 年花蓮濱海地景類型圖	61
圖 5-12 1999 年地景類型面積百分比	63
圖 5-13 2009 年地景類型面積百分比	63
圖 5-14 1999 年與 2009 年增揚影像套疊圖	64
圖 5-15 計畫區現有海岸防護設施分佈圖	68
圖 5-16 潛在危險區劃定分析流程	71
圖 5-17 歷年颱風路徑圖	79

圖 5-18 林地違規濫墾佔用案件查報與取締作業流程圖	84
圖 5-19 2618 號防風保安林平均溫度變化圖(99.4.18).....	94
圖 5-20 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (98.8.22).....	94
圖 5-21 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (98.10.30).....	95
圖 5-22 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (98.11.12).....	95
圖 5-23 2613 號飛砂防止保安林平均溫度變化圖 (99.4.16).....	96
圖 5-24 2613 號飛砂防止保安林平均溫度變化圖 (99.7.05).....	96
圖 5-25 2618 號防風保安林濕度變化圖 (99.4.18).....	98
圖 5-26 2618 號防風保安林濕度變化圖 (98.8.22).....	98
圖 5-27 2618 號防風保安林濕度變化圖 (98.10.30).....	99
圖 5-28 2618 號防風保安林濕度變化圖 (98.11.12).....	99
圖 5-29 2613 號飛砂防止保安林濕度變化圖 (99.4.16).....	100
圖 5-30 2613 號飛砂防止保安林濕度變化圖 (99.7.05).....	100
圖 5-31 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (99.4.18).....	102
圖 5-32 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (98.8.22).....	102
圖 5-33 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (98.10.30).....	103
圖 5-34 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (98.11.12).....	103
圖 5-35 2613 號飛砂防止保安林氣壓變化圖 (99.4.16).....	104
圖 5-36 2613 號飛砂防止保安林氣壓變化圖 (99.7.05).....	104
圖 5-37 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (99.4.18).....	106
圖 5-38 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (99.4.18).....	106
圖 5-39 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (98.8.22).....	107
圖 5-40 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (98.08.22).....	107
圖 5-41 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (98.10.30).....	108
圖 5-42 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (98.10.30).....	108
圖 5-43 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (98.11.12).....	109
圖 5-44 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (98.11.12).....	109
圖 5-45 2613 號飛砂防止保安林內土壤水份圖 (99.4.16).....	110
圖 5-46 2613 號飛砂防止保安林外土壤水份圖 (99.4.16).....	110
圖 5-47 2613 號飛砂防止保安林內土壤水份圖 (99.7.05).....	111
圖 5-48 2613 號飛砂防止保安林外土壤水份圖 (99.7.05).....	111
圖 5-49 2618 號防風保安林內地溫圖 (99.4.18).....	113
圖 5-50 2618 號防風保安林外地溫圖 (99.4.18).....	113
圖 5-51 2618 號防風保安林內地溫圖 (98.8.22).....	114
圖 5-52 2618 號防風保安林外地溫圖 (98.8.22).....	114
圖 5-53 2618 號防風保安林內地溫圖 (98.10.30).....	115
圖 5-54 2618 號防風保安林外地溫圖 (98.10.30).....	115

圖 5-55 2618 號防風保安林內地溫圖 (98.11.12).....	116
圖 5-56 2618 號防風保安林外地溫圖 (98.11.12).....	116
圖 5-57 2613 號飛砂防止保安林內地溫圖 (99.4.16).....	117
圖 5-58 2613 號飛砂防止保安林外地溫圖 (99.4.16).....	117
圖 5-59 2613 號飛砂防止保安林內地溫圖 (99.7.05).....	118
圖 5-60 2613 號飛砂防止保安林外地溫圖 (99.7.05).....	118
圖 5-61 2618 號防風保安林風速變化圖 (99.4.18).....	119
圖 5-62 2618 號防風保安林風速變化圖 (98.8.22).....	120
圖 5-63 2618 號防風保安林風速變化圖 (98.10.30).....	120
圖 5-64 2618 號防風保安林風速變化圖 (98.11.12).....	120
圖 5-65 2613 號飛砂防止保安林風速變化圖 (99.4.16).....	121
圖 5-66 2613 號飛砂防止保安林風速變化圖 (99.7.05).....	121
圖 5-67 防風定砂應用植物之選擇與設計原則	122
圖 5-68 2613 號飛砂防止保安林帶寬度量測之截面線	124
圖 5-69 2618 號防風保安林帶寬度量測之截面線	126
圖 5-70 2602 號防風保安林帶寬度量測之截面線	126
圖 5-71 寬闊林帶與狹窄林帶之氣流變化示意圖	128
圖 5-72 海岸林帶寬度對防風功效影響示意圖	128
圖 5-73 不同橫斷面林帶之設計	129
圖 5-74 C 型防風林斷面配置示意圖	130
圖 5-75 三角形植栽配置圖	131
圖 5-76 分段式與 60 行未分段式防風林帶能量損失比較圖	132
圖 5-77 林帶缺口建議方案一	133
圖 5-78 林帶缺口建議方案二	133
圖 5-79 活動式擋風屏障示意圖	134

表 目 錄

表 1-1 花蓮縣保安林面積分佈概況（2008 年）	3
表 2-1 花蓮縣地形分佈表	7
表 2-2 中央管河川及縣管河川基本資料	9
表 2-3 花蓮氣候觀測資料（1999 年至 2008 年 10 年平均）	11
表 2-4 2009 年發佈颱風警報之颱風一覽表	14
表 5-1 近 7 年間 2613 號飛砂防止保安林面積增減情形	45
表 5-2 2613 號飛砂防止保安林面積現況分佈一覽表	46
表 5-3 近 10 年間 2618 號防風保安林面積增減情形	50
表 5-4 2618 號防風保安林面積現況分佈一覽表	51
表 5-5 近 9 年間 2602 號飛砂防止保安林面積增減情形	54
表 5-6 2602 號飛砂防止保安林面積現況分佈一覽表	55
表 5-7 地景類型面積統計表	62
表 5-8 計畫區現有海工構造物之長度及建造日期彙整表	67
表 5-9 各種海岸人工堤對於國土保安之貢獻	67
表 5-10 海岸潛勢災害分級評估表	76
表 5-11 計畫區海岸防護設施歷年颱風災害表	77
表 5-12 1990~2010 影響花蓮之颱風	80
表 5-13 森林法內保安林相關法條	85
表 5-14 濫墾佔用、墓地及公共設施設置之相關資料與營林替代方案	88
表 5-15 2618 號防風保安林微氣候觀測值（99.4.18）	91
表 5-16 2618 號防風保安林微氣候觀測值（98.8.22）	91
表 5-17 2618 號防風保安林微氣候觀測值（98.10.30）	92
表 5-18 2618 號防風保安林微氣候觀測值（98.11.12）	92
表 5-19 2613 號飛砂防止保安林微氣候觀測值（99.4.16）	92
表 5-20 2613 號飛砂防止保安林微氣候觀測值（99.7.05）	92
表 5-21 自然光之照度表	93
表 5-22 七星潭林帶內、外不同季節舒適度指數狀況	98
表 5-23 2613 號飛砂防止保安林帶寬度表	126
表 5-24 2618 號防風保安林帶寬度表	127
表 5-25 2602 號飛砂防止保安林帶寬度表	127
表 5-26 C 型斷面樹種及樹高資料	130

照片目錄

照片 1-1 花蓮縣 6 類保安林概況	4
照片 2-1 清水斷崖景觀	6
照片 2-2 七星潭景觀	6
照片 2-3 石梯坪海岸景觀	6
照片 2-4 熱帶樹種：木麻黃	15
照片 2-5 暖帶樹種：樟樹	15
照片 2-6 溫帶樹種：紅檜	15
照片 2-7 寒帶樹種：鐵杉	15
照片 2-8 小白鷺	17
照片 2-9 台灣黑熊	17
照片 2-10 鎖蛇	17
照片 2-11 日本樹蛙.....	17
照片 3-1 編號 2613 號飛砂防止保安林濱海狀況	19
照片 3-2 編號 2613 號飛砂防止保安林之保護對象	20
照片 3-3 編號 2618 號防風保安林濱海狀況	22
照片 3-4 編號 2618 號防風保安林之保護對象	23
照片 3-5 編號 2602 號飛砂防止保安林內南濱公園狀況	25
照片 3-6 編號 2602 號飛砂防止保安林之保護對象	26
照片 4-1 南濱岸邊消波塊設置狀況	31
照片 4-2 海堤設施	40
照片 4-3 消波塊(俗稱肉粽).....	40
照片 4-4 離岸堤	40
照片 4-5 突堤、人工岬灣	40
照片 4-6 颱風侵襲後災損情形	41
照片 4-7 2613 號保安林非法濫墾及佔用情形	41
照片 4-8 2618 號違建情形	42
照片 4-9 2618 號廢棄料處理後情形	42
照片 4-10 2602 號保安林非法濫墾及佔用情形	42
照片 4-11 Davis 微氣候儀器架設情形	43
照片 4-12 微氣候觀測情形	43
照片 4-13 DTR 埋設情形(1).....	44
照片 4-14 DTR 埋設情形(2).....	44
照片 4-15 DTR 埋設情形(3).....	44
照片 4-16 DTR 觀測情形	44
照片 5-1 澎湖濱海防風牆設施	58

照片 5-2 澎湖及新竹濱海防風網設施.....	58
照片 5-3 南濱海岸坡前天然塊石護岸、草海桐、離岸堤與消波塊	69
照片 5-4 七星潭海岸海堤、消波塊與遊客休閒遊憩狀況	69
照片 5-5 2613 號違建拆除基地	89
照片 5-6 2613 號廢棄違建	89
照片 5-7 2618 號違建情形	89
照片 5-8 2618 號廢棄料處理後情形	89
照片 5-9 2602 號違建情形(一).....	89
照片 5-10 2602 號違建情形(二).....	89
照片 5-11 2618 號防風保安林之防風牆施設前後示意對照圖.....	90
照片 5-12 2602 號飛砂防止保安林之防風網施設前後示意對照圖	90

附 錄 圖 目 錄

附錄圖 2-1 花蓮縣 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖	152
附錄圖 2-2 花蓮縣 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖	153
附錄圖 2-3 花蓮縣 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖	154
附錄圖 2-4 花蓮縣 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖	155
附錄圖 2-5 花蓮縣重現期距 1.1 年降雨狀況淹水潛勢圖	156
附錄圖 2-6 花蓮縣重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖	157
附錄圖 2-7 花蓮縣重現期距 5 年降雨狀況淹水潛勢圖	158
附錄圖 2-8 花蓮縣重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖	159
附錄圖 2-9 花蓮縣重現期距 20 年降雨狀況淹水潛勢圖	160
附錄圖 2-10 花蓮縣重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖	161
附錄圖 2-11 花蓮縣重現期距 50 年降雨狀況淹水潛勢圖	162
附錄圖 2-12 花蓮縣重現期距 100 年降雨狀況淹水潛勢圖	163
附錄圖 2-13 花蓮縣重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖	164
附錄圖 2-14 花蓮縣重現期距 500 年降雨狀況淹水潛勢圖	165
附錄圖 3-1 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖	167
附錄圖 3-2 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖	168
附錄圖 3-3 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖	169
附錄圖 3-4 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖	170
附錄圖 3-5 2613 號飛砂防止保安林重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖	171
附錄圖 3-6 2613 號飛砂防止保安林重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖	172
附錄圖 3-7 2613 號飛砂防止保安林重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖	173
附錄圖 3-8 2613 號飛砂防止保安林重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖	174
附錄圖 3-9 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖	175
附錄圖 3-10 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖	176
附錄圖 3-11 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖	177
附錄圖 3-12 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖	178
附錄圖 3-13 2618 號防風保安林重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖	179
附錄圖 3-14 2618 號防風保安林重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖	180
附錄圖 3-15 2618 號防風保安林重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖	181
附錄圖 3-16 2618 號防風保安林重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖	182
附錄圖 3-17 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖	183
附錄圖 3-18 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖	184
附錄圖 3-19 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖	185
附錄圖 3-20 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖	186
附錄圖 3-21 2602 號飛砂防止保安林重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖	187

附錄圖 3-22 2602 號飛砂防止保安林重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖	188
附錄圖 3-23 2602 號飛砂防止保安林重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖	189
附錄圖 3-24 2602 號飛砂防止保安林重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖	190
附錄圖 4-1 2613 號飛砂防止保安林建物與潛勢淹水區套疊圖(1 日暴雨 600mm).....	192
附錄圖 4-2 2618 號防風保安林建物與潛勢淹水區套疊圖(1 日暴雨 600mm).....	193
附錄圖 4-3 2602 號飛砂防止保安林建物與潛勢淹水區套疊圖(1 日暴雨 600mm).....	194
附錄圖 5-1 2613 號飛砂防止保安林潛勢危險區位圖	196
附錄圖 5-2 2618 號防風保安林潛勢危險區位圖	197
附錄圖 5-3 2602 號飛砂防止保安林潛勢危險區位圖	198
附錄圖 6-1 2613 號飛砂防止保安林 1978~1986 年海岸線變化量	200
附錄圖 6-2 2613 號飛砂防止保安林 1986~1990 年海岸線變化量	201
附錄圖 6-3 2613 號飛砂防止保安林 1990~1996 年海岸線變化量	202
附錄圖 6-4 2613 號飛砂防止保安林 1996~2001 年海岸線變化量	203
附錄圖 6-5 2613 號飛砂防止保安林 2001~2005 年海岸線變化量	204
附錄圖 6-6 2613 號飛砂防止保安林 1978~2005 年海岸線變化量	205
附錄圖 6-7 2618 號防風保安林 1978~1986 年海岸線變化量	206
附錄圖 6-8 2618 號防風保安林 1986~1990 年海岸線變化量	207
附錄圖 6-9 2618 號防風保安林 1990~1996 年海岸線變化量	208
附錄圖 6-10 2618 號防風保安林 1996~2001 年海岸線變化量	209
附錄圖 6-11 2618 號防風保安林 2001~2005 年海岸線變化量.....	210
附錄圖 6-12 2618 號防風保安林 1978~2005 年海岸線變化量	211
附錄圖 6-13 2602 號飛砂防止保安林 1986~1990 年海岸線變化量	212
附錄圖 6-14 2602 號飛砂防止保安林 1990~1996 年海岸線變化量	213
附錄圖 6-15 2602 號飛砂防止保安林 1996~2001 年海岸線變化量	214
附錄圖 6-16 2602 號飛砂防止保安林 2001~2005 年海岸線變化量	215
附錄圖 6-17 2602 號飛砂防止保安林 1986~2005 年海岸線變化量	216
附錄圖 7-1 計畫區土壤分佈圖	219
附錄圖 7-2 計畫區地質分佈圖	220
附錄圖 8-1 計畫區正射影像底圖	222

第一章 主題、緣起與目的

1.1 主題

花蓮縣境內編號 2613、2618、2602 號保安林海岸變遷及國土保安效益研究計畫

1.2 計畫緣起

花蓮地區東濱太平洋，每年七至十月的颱風季節對於花蓮地區均造成大小不等程度的影響。尤其花蓮受到菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊碰撞所造成的區域隆升與沉降作用及海岸地帶具有陡峭的海底地形特徵，使得花蓮海岸地區不斷地向陸地退移。其中花蓮七星潭(2613、2618)及南濱至花蓮溪(2602)出海口海岸，因近年來海潮生態的改變，造成海岸嚴重侵蝕淘空，部分地區在三十年內海岸已後退約百公尺。九十四年十月一日的龍王颱風及先前超過十次的颱風侵襲造成嚴重潰堤，危及內陸之國土保安及社區安全，對該區域海岸生態變遷之相關數據，亟需加以調查研究，據以評估劃定潛在危險區，並研究如何營造符合該海岸自然生態並具有國土保安之保安林。

1.3 計畫目的

研究調查花蓮七星潭及南濱至花蓮溪出海口之海岸變遷情形，並據以評估劃定潛在危險區，同時對該區域內的人工堤(含海堤、離岸堤、消波塊...等人為設施)與保安林國土保安之互動關係詳加探討分析，並由所得的結果提出符合該海岸自然生態營造及具有國土保安之保安林的建議。

1.4 工作範圍

花蓮縣境內編號 2613、2618、2602 號保安林。

1.5 工作內容

1. 蒐集七星潭(2613、2618)及花蓮南濱至花蓮溪出海口(2602)海岸變遷之圖資，加以研究分析評估對該區域生態之影響。
2. 研究評估劃定該區域潛在危險區，做為非法占用國土保安用地處理措施之參考依據。
3. 探討分析該海岸人工堤(含海堤、離岸堤、消波塊...等人為設施)及保安林國土保安之互動關係，同時提出該地區現有保安林腹地面積與國土保安功能之檢討建議事項。
4. 研究如何營造符合該海岸自然生態並具有國土保安之保安林。

1.6 台灣保安林概況

二十世紀初，日治時期的台灣總督府公布施行台灣保安林規則與施行細則，開始調查編列保安林。台灣光復後，政府承接日本政府所編列的保安林，做適當調整，再依照森林法及保安林相關規定陸續增編，至民國76年時，全國的保安林面積達411,858公頃，93年時更增加為463,229公頃。而保安林依森林法第二十二條編定目的，劃分為16種，分別為：

- | | |
|-------------|-------------|
| 1.水害防備保安林。 | 2.防風保安林。 |
| 3.潮害防備保安林。 | 4.鹽害保安林。 |
| 5.煙害防止保安林。 | 6.水源涵養保安林。 |
| 7.土砂捍止保安林。 | 8.飛砂防止保安林。 |
| 9.墜石防止保安林。 | 10.防雪保安林。 |
| 11.國防保安林。 | 12.衛生保健保安林。 |
| 13.航行目標保安林。 | 14.漁業保安林。 |
| 15.風景保安林。 | 16.自然保育保安林。 |

1.7 花蓮林區保安林經營管理概況

花蓮縣境，山勢陡峻，地質脆弱，河川短促，每逢颱風豪雨侵襲，山洪暴發，嚴重危害下游居民生命、財產及公共設施之安全，乾燥季節則水源易枯竭，以致水源不足，爰依森林具有涵養水源、預防水害、風害、土砂捍止、維護景觀、護漁等特性編定保安林，並依其編入目的分為 6 類保安林，如表 1-1 及照片 1-1 所示。

表 1-1 花蓮縣保安林面積分佈概況（2008 年）

編 入 目 的	保安林 種 類	筆 數	編號	面積（公頃）	百分比 （%）
主要功能包括調節河川流量、延緩洪峰發生時間保護水庫及下游居民，涵蓄水源增加地下水，供灌溉、發電或飲用水。	水源涵養 保安林	17	2604、2608、2609 2610、2611、2622 2624、2625、2626 2627、2628、2629 2630、2631、2632 2637、2639	9,812.820471	32.10
主要防止崩落之砂土損壞道路，淤積水庫庫、溪流而釀成災害。	土砂捍止 保安林	9	2603、2605、2606 2607、2612、2620 2621、2634、2640	20,155.106391	65.94
以不同高度、寬度之林帶減緩入侵強風之速度，使後方耕地、房舍、設施等得到保護。	防風 保安林	6	2615、2616、2617 2618、2619、2635	264.326114	0.86
以良好的森林被覆維護風景名勝及古蹟之安全，而保安林本身亦為自然景緻之一部分。	風景 保安林	2	2601、2623、	230.098888	0.75
在海岸第一線構築之林帶阻絕或過慮強風攜入之砂粒，保護農田、房舍公共設施等免遭飛砂掩埋。	飛砂防止 保安林	2	2602、2613	60.910467	0.20
藉森林形成之遮蔽陰影吸引近海魚群聚集有利於近海漁業之發展並兼具保護漁港功能。	漁業 保安林	1	2636	44.600535	0.15
合 計		37		30,567.862866	100

總計保安林有37筆，面積為30,567.862866公頃，占轄管林地9.56%，其中大部份係於民國初期編入，迄今已有多多年，各種保安林之林況、地況、環境因子、保安林圖、簿及營造方法與實際有相當大差異，為加強經營管理提昇保安林之功能，達成水源涵養、國土保安、社會公益之長遠目標，依照「保安林經營準則」第四條規定每10年施行檢訂，藉以修正各種保安林施業方法。雖然花蓮縣與海岸林相關之飛砂防風林及防風林面積僅有0.2%及0.86%，如圖1-1所示，但海岸景觀價值高，在全國大力推廣國民旅遊之今日，其重要性大為提高。



照片 1-1 花蓮縣 6 類保安林概況

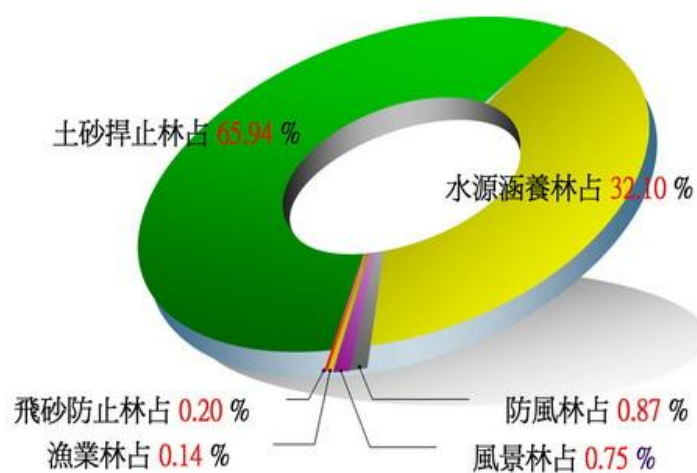


圖 1-1 花蓮縣 6 類保安林面積分佈百分比

第二章 花蓮環境概述

花蓮面對全世界最大的海洋—太平洋，具有豐富的海岸地形。東海岸與西海岸相比，西海岸多沙灘，東海岸多礫灘。花蓮的海岸屬於侵蝕型海岸，海岸線正逐年後退中，海灘砂石顏色較深，顆粒大且種類多。花蓮縣轄內地勢狹長且山多，自然環境變化很大，分別就海岸特性、地形、地質、土壤、水文、氣候、及自然資源分述如下：

2.1 海岸特性

花蓮海岸北起和平溪，南至秀姑巒溪以南的靜浦，全長 140 餘公里，多屬山岩峭壁，因面臨太平洋，且處於大陸板塊斜坡邊緣，海岸坡度較陡，因此離岸不遠處即為太平洋海溝，水深可達 1,000~2,000 公尺以上，各地段如圖2-1所示，其特質如下：

1. 和平溪口（和中）以南至立霧溪口以北段：該段屬斷層岩岸，岩質較硬，因此海岸侵蝕較不明顯。略呈東北往西南走向，大致與中央山脈之走向平行，山勢險惡直逼太平洋，主要岩類包括片岩、變質石灰岩（亦稱大理石）及片麻岩三類，膠結致密、壁立性高，容易形成陡峭的山壁而不崩塌，最具代表性的即為清水斷崖景觀，如照片2-1所示。砂礫灘景觀則僅出現於崇德往南至立霧溪口。
2. 立霧溪口至花蓮溪口段：為片岩沖積層與砂礫土，歷年受到太平洋巨浪之沖擊，岸邊陸地逐漸後退，因此本段亦屬侵蝕海岸。七星潭至花蓮溪口段北側屬砂土質，如照片2-2所示，所以為砂礫土質海岸，地勢較為平坦，砂土質粒徑小，禦浪能力薄弱，亦同屬侵蝕海岸。
3. 花蓮溪口以南至秀姑巒溪口段：為多層山岩峭壁之岩石海岸，砂灘少而參雜於山岬之間。海岸常見海蝕平台，或為海浪侵蝕成谷溝，或為海水沖擊切割而成方形岩塊。本段海岸線仍相當平直，由於地殼在更新時之不等量上升造成梯田狀地形，浮升之珊瑚礁及窄而深之岩石峽道海蝕溝隨處可見，如照片2-3所示（摘錄自經濟部水利署第九河川局網站資訊）。



圖 2-1 花蓮各海岸地段位置圖



照片 2-1 清水斷崖景觀



照片 2-2 七星潭景觀



照片 2-3 石梯坪海岸景觀

2.2 地形

花蓮縣的面積雖然是全省各縣市中最大的，然而其中適宜人居住的平原卻僅占百分之七而已；其餘的則是百分之六的河川和百分之八十七的山地。也就是說，花蓮的地形是由山地、河川和平原所組成，如表 2-1 所示。

山地是由西部中央山脈和東邊的海岸山脈所構成。至於平原，則分布在中央山脈和海岸山脈之間的狹長谷地。其寬度約在三至六公里之間。由於地形的限制，花蓮縣居民大多住在縱谷平原的沖積扇上，此處地勢平

坦，土質肥沃，適宜人居住，因此，往往是人煙稠密的精華區，花蓮地形分佈概況如圖 2-2 所示。

表 2-1 花蓮縣地形分佈表

地形	平原	河川	山地
所佔面積比例%	7	6	87

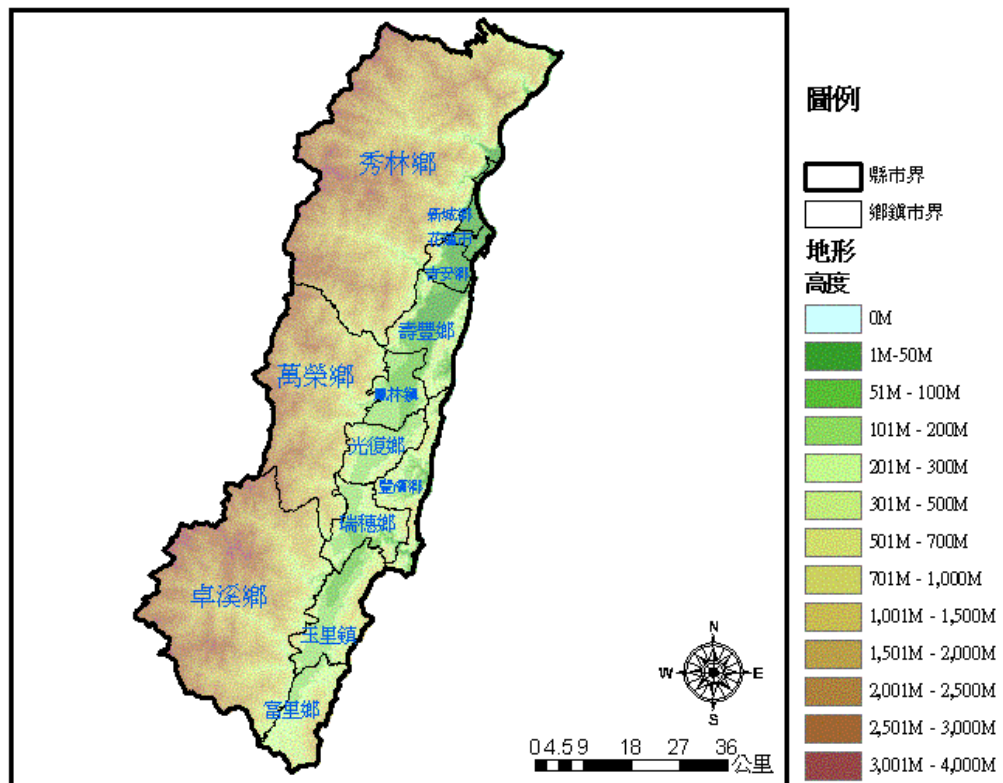


圖 2-2 花蓮地形分佈圖

2.3 地質

花蓮的地質構造，依岩類生成年代而異，大致以第三系始新統之變質岩構成中央山脈東側，第三系中新統、鮮新統之水成岩及火成岩構成海岸山脈，第四系之洪積層、沖積層構成縱谷平原。

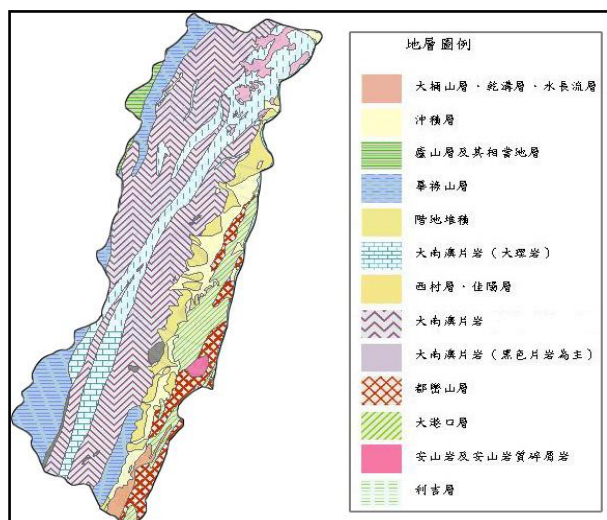


圖 2-3 花蓮地質構造

縣內地質大多為變質類之大南澳片岩層，安山岩質及塊岩與灰黑色泥岩礫石種為主。由相關地質可知花蓮縣適合耕種之區域只有縱谷平原區，而中央山質及海岸山脈區則以礦產為主。其土質多為壤土或粘土，水土保持不易，縱谷平原區則多為石礫，耕種亦不便，因此全縣在農業發展上受到很大限制，花蓮地質構造如圖 2-3 所示。

2.4 土壤

花蓮縣之土壤性質，主要受到地質及地形影響，造成土質成分及成土厚度。其中縱谷平原內較靠近河邊之低地，因受河水之泛濫及帶來砂礫覆蓋結果，除三角洲平原與玉里離河較遠土地有土壤超過 60 公分以外，其餘土壤淺薄，並挾帶相當數量石礫，夏季颱風過境，常引起山洪，挾帶砂礫沖毀靠近溪灘之農舍、橋樑及道路，故應當注意水土保持防洪之工作。縣內之土壤形態共可概分為紅壤、黃壤、灰化土壤、高山腐植土、水成土及幼年土等六種。

2.5 水文

2.5.1 河流

花蓮縣境內共有花蓮水系及秀姑巒水系等中央管河川二條，吉安溪、美崙溪、立霧溪及和平溪等縣管河川四條。均源出中央山脈，流入太平洋，如表 2-2 及圖 2-4 所示。

秀姑巒溪位於本區南段，發源於中央山脈崙天山，出谷後轉北，集樂樂溪、卓溪、豐坪溪、紅葉溪及富源溪等五條主要支流後，於瑞穗鄉東折穿越海岸山脈，經大港口流入太平洋。

花蓮溪位於本區中段，發源於中央山脈拔子山，出谷後轉北，匯集光復溪、馬鞍溪、萬里溪、壽豐溪及木瓜溪等五條主要支流後，於花蓮北端流入太平洋。

表 2-2 中央管河川及縣管河川基本資料

河別	河流名稱	流域面積 KM ²	平地流長 KM	平地平均 坡度	計畫洪水量 (Q ₁₀₀) C.M.S
縣管河川	吉安溪	42.16	8.10	1:224	590
	美崙溪	76.40	12.50	1:120	1,140
	立霧溪	616.30	5.10	1:170	10,200
	和平溪	561.06	13.90	1:100	11,200
中央管河川	秀姑巒溪本流	1,790.46	63.00	1:265	17,600
	支流樂樂溪	628.40	7.00	1:122	8,270
	支流卓溪	25.40	8.00	1:45	324
	支流豐坪溪	286.80	13.10	1:155	3,930
	支流紅葉溪	65.30	7.60	1:57	713
	支流富源溪	186.90	9.00	1:114	2,540
	花蓮溪本流	1,507.09	36.00	1:337	16,900
	支流光復溪	53.90	15.00	1:76	1,720
	支流馬鞍溪	161.80	8.00	1:71	2,040
	支流萬里溪	264.39	10.00	1:130	3,760
	支流壽豐溪	275.92	9.00	1:65	2,920
	支流木瓜溪	468.21	12.00	1:94	6,300

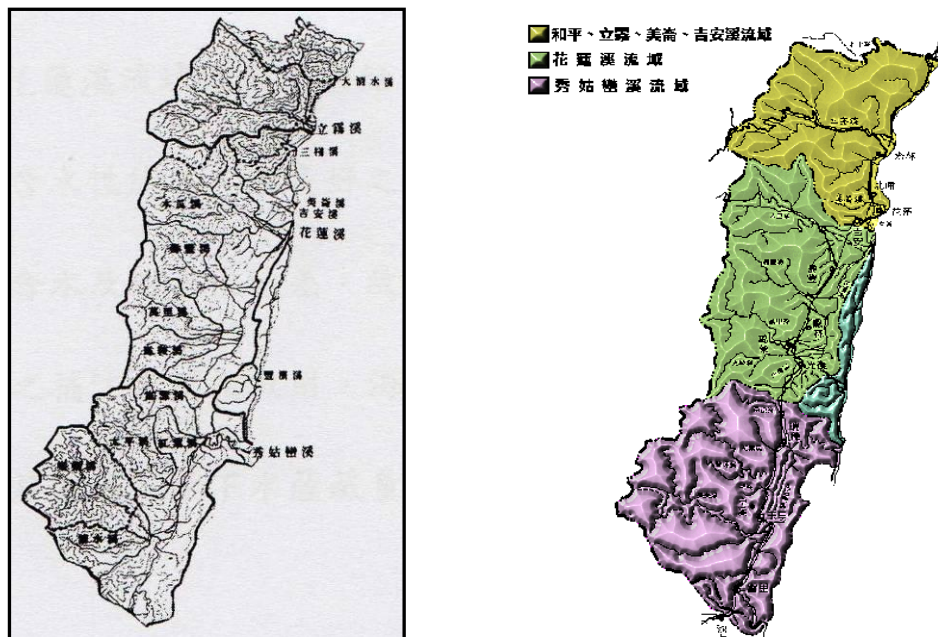


圖 2-4 花蓮縣河流分佈概況

2.5.2 湖泊

鯉魚潭面積 104 公頃，為東部地區最大的內陸湖泊，亦為都市計畫之風景特定區，「澄潭躍鯉」為花蓮八景之一，區內重要資源包括鯉魚山、木瓜山、銅門山所構成的山林景觀及田野風光，為花蓮縣境內除了天祥、太魯閣以外最受歡迎的觀光據點。

2.5.3 地下水

本縣地下水主要蘊藏於縱谷平原，蘊藏量以花蓮溪流域最多，秀姑巒溪流域較少，如圖 2-5 所示。因沖積層屬粗糙，孔隙多，透水及含水性能強，為良好之地下水蘊藏地區。又由於中央山脈地層堅硬細密，含水及透水性均差，故東麓斜面上之降水直接瀉入縱谷平原區，對地下水之補注有間接效用。海岸山脈東側沿海地區因腹地小，天然補水量含水層淺薄，地下水蘊藏量不豐。地下水開發主要集中於花蓮市，不宜再增加開發。縱谷平原其他地區尚有大量地下水可供使用。

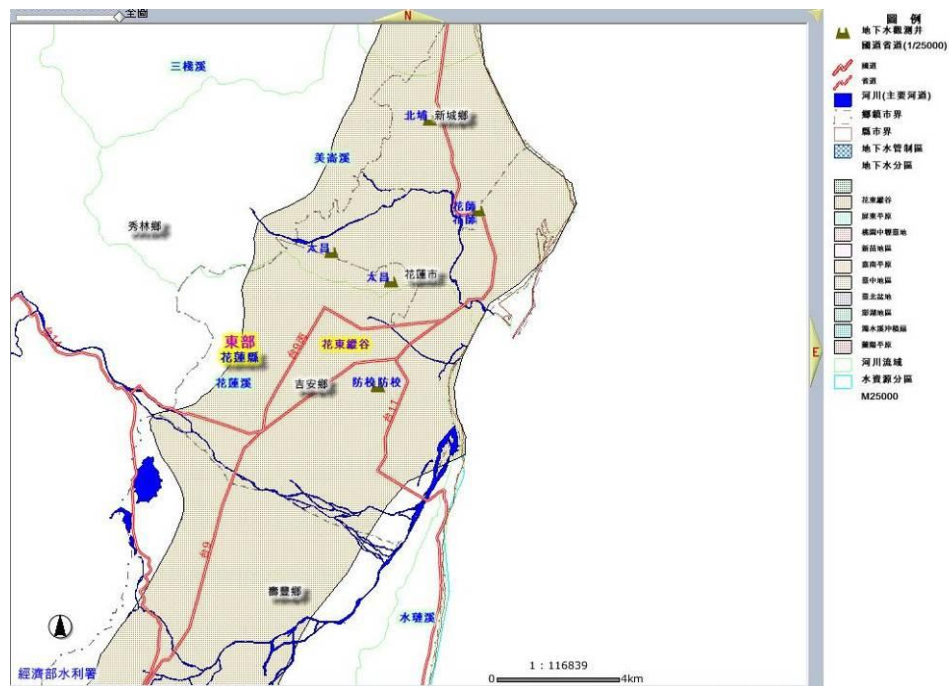


圖 2-5 花蓮地區地下水分佈圖

2.5.4 海洋

花蓮縣境內海流除近岸海域受漲退潮影響外，終年大多受由南往北之黑潮主流流經的影響，流向為北或東北，流速一至四節，甚為穩定，唯沿岸地區坡度大，深度深，加上岩石散佈，暗礁聳立，流度較大，旋

過迭起，淺水海底常因潮汐或風浪影響而激盪，海底潛水亦容易前後左右晃動。由於花蓮海域之海水溫差終年可達攝氏 20℃ 以上，且海底地形陡峭，距海岸以外三、四公里處即可找到所需溫差，極適合發展海洋溫差發電。此乃目前全世界積極發展之重要替代能源。目前工研院正進行專案研究，研擬東海岸地區進行海洋溫差發電的可行性。

2.6 氣候

台灣位於亞熱帶，北迴歸線穿越本區南端瑞穗鄉附近。月平均氣溫在 18~29℃ 之間。夏秋之際，北太平洋所形成之颱風多吹向本區，轄區又面臨太平洋，首當其衝，故雨量多集中於每年 6 至 10 月間，秋冬則受東北季風影響，季風甚強，雨量不多，故年平均雨量 2000 餘毫米，夏秋季佔約四分之三，餘分配春冬者，僅約四分之一，如表 2-3 所示。

表 2-3 花蓮氣候觀測資料（2000 年至 2009 年 10 年平均）

月份	溫度(℃)			相對濕度 (%)	平均風速 (m/s)	平均風向	平均氣壓 (mb)	平均降雨 量(mm)
	最高	最低	平均					
1	19.2	17.2	18.3	76.4	2.9	東北東	1017.7	66.6
2	20.2	17.1	18.7	76.6	3.1	東北	1017.2	67.4
3	21.9	18.0	20.2	76.8	3.0	東南	1014.1	71.0
4	24.5	21.9	23.0	80.4	2.7	南南東	1011.3	78.4
5	26.2	23.6	25.2	80.8	2.5	南南東	1007.7	158.8
6	27.8	26.4	27.2	82.1	2.7	西南	1005.3	179.6
7	29.8	27.6	28.6	78.4	3.0	西南	1004.0	277.5
8	29.0	27.6	28.3	78.4	2.7	西南	1004.1	275.5
9	27.4	26.4	26.9	79.2	2.7	西南	1006.8	423.5
10	25.7	23.9	25.0	75.3	3.2	東南東	1012.5	241.7
11	23.3	21.6	22.5	75.1	3.2	東北	1015.6	136.5
12	20.8	18.0	19.6	73.3	3.2	東北	1018.2	85.0
平均	24.7	22.4	23.6	77.7	2.9		1011.2	年總量 2061.5

花蓮縣地形狹長，受季風影響，南北兩地氣候不同，瑞穗以北屬於亞熱帶氣候，瑞穗以南則為熱帶氣候。又因受洋流與山脈排列之影響，氣候溫和，雨量較為充沛。夏季遭颱風侵襲，冬季東北風甚強，農作常受此天然災害影響。又由於臺灣島位於太平洋高壓氣團的西側。北迴歸線附近，在熱帶形成的熱帶氣旋（颱風）受到迴壓環流的引導，和東北季風的推移，經常向西移動，取道臺灣島，並在附近轉向，因而使得全島深受此種氣候災害帶來的影響。花蓮為颱風經常登陸的地點之一，遭受颱風及暴雨的侵襲，從坡地及海岸的侵蝕作用處處可見。

2.6.1 風速

花蓮海岸全年吹東北風和西南風的頻率最多，東北風佔全年 1/4 以上，西南風佔全年約 1/3 左右。花蓮地區平時風力不強，僅在吹東北季風時，平均風力可達 3 級以上，如圖 2-6 所示，但僅佔全年頻率約 20%，其餘各風力均在 2 級以下。

在風速方面由圖 2-6 得知，平均風速最大 5.1 m/s，發生在 11 月份；最大風速夏季（6 月～8 月）達到 20.9 m/s，最大風速秋季（9 月～11 月）為 22.5 m/s，冬季（12 月～2 月）則達到 15.9 m/s；最大陣風發生在 9 月份高達 29.9 m/s。由於平時穩定之平均風速，並無太大破壞力，然而，突如其來的陣風卻可產生重大災害。

2.6.2 雨量

由圖 2-7 中得知，花蓮雨量分布不均，在夏、秋兩季較為豐沛，也較為潮濕，春、冬兩季則較為乾旱；2009 年中又以 7 月及 9 月之平均雨量特別顯著，根據調查係因颱風季節所導致之結果。

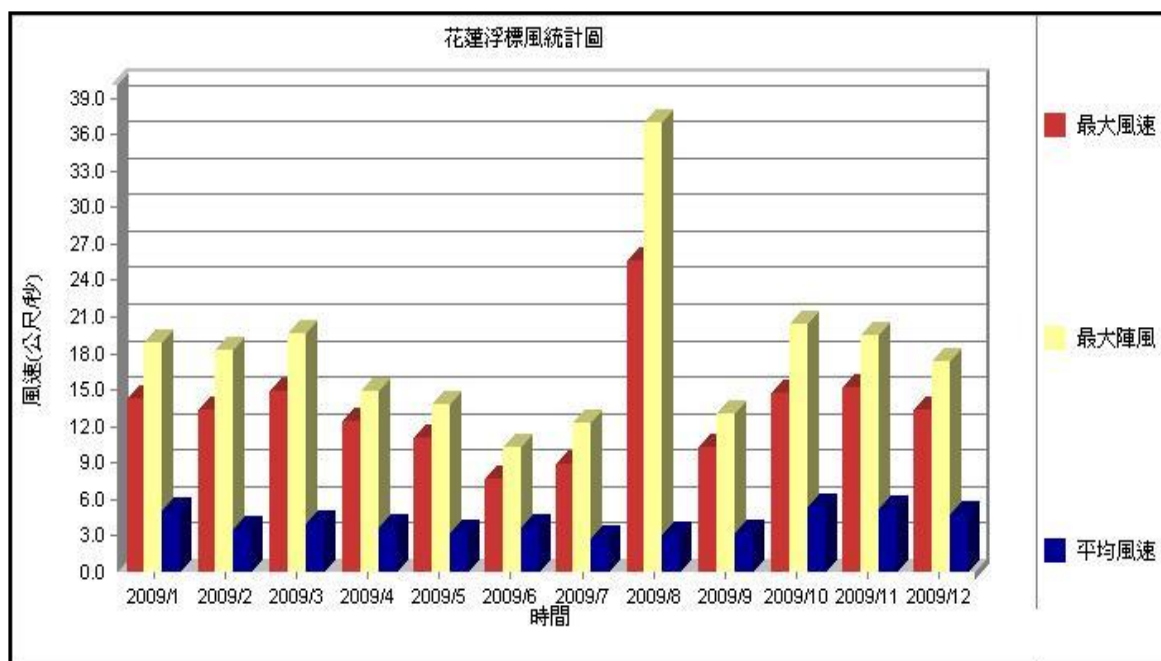


圖 2-6 2009 年中央氣象局花蓮海象測報中心風力統計圖

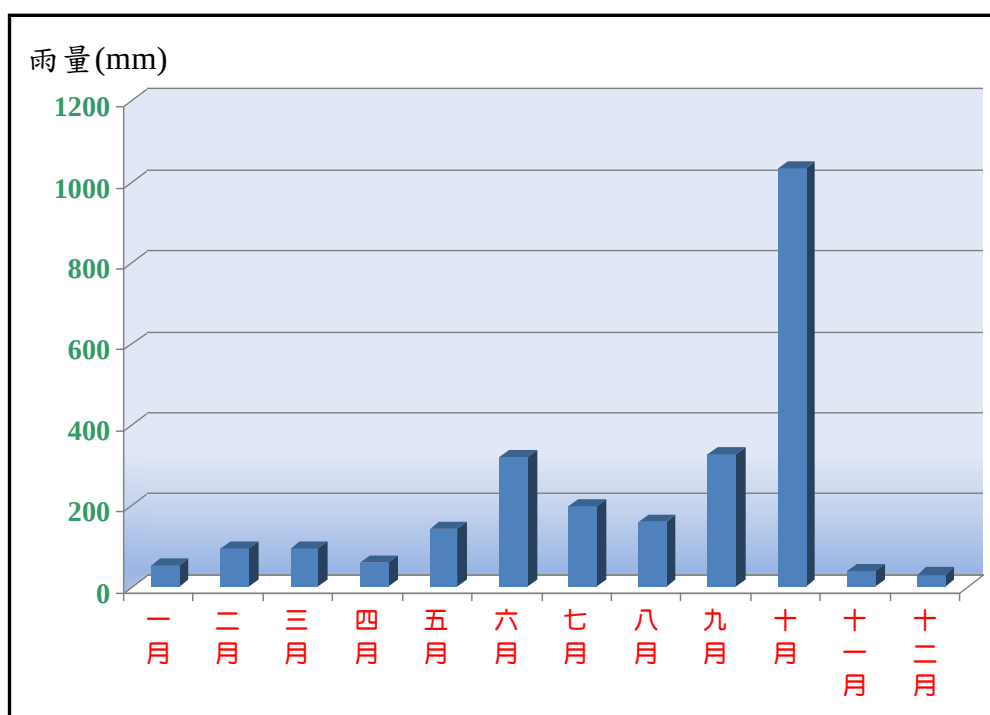


圖 2-7 2009 年中央氣象局花蓮月總雨量圖

2.6.3 颱風

由表 2-4 得知，2008 年總共發布 6 個颱風警報，其中 4 個都是從東部地區登陸台灣，分別是 7 月的卡玫基與鳳凰颱風以及 9 月的辛樂克與薔蜜颱風，為花蓮地區帶來了重大傷害。

綜合以上 2008 年氣象資料得知，花蓮地區除了颱風季節帶來異常的雨量及風速之外，平均氣候尚屬穩定。

表 2-4 2009 年發佈颱風警報之颱風一覽表
(資料來源：中央氣象局颱風資料庫)

年份	編號	中文名稱	英文名稱	警報期間	近台強度	侵台路徑分類	近台近中心最低氣壓(hPa)	近台近中心最大風速(m/s)	七級風暴風半徑(km)	十級風暴風半徑(km)	警報發布報數
2010	1013	梅姬	MEGI	10/21~10/23	中度	9	935.0	48.0	250	100	24
2010	1011	凡那比	FANAPI	09/17~09/20	中度	4	940.0	45.0	200	80	22
2010	1010	莫蘭蒂	MERANTI	09/09~09/10	輕度	--	990.0	23.0	100	--	10
2010	1008	南修	NAMTHEUN	08/30~08/31	輕度	--	995.0	18.0	80	--	9
2010	1006	萊羅克	LIONROCK	08/31~09/02	輕度	--	990.0	23.0	100	--	15
2009	0917	芭瑪	PARMA	10/03~10/06	中度	特殊路徑	945.0	43.0	250	80	29
2009	0908	莫拉克	MORAKOT	08/05~08/10	中度	3	955.0	40.0	250	100	36
2009	0906	莫拉菲	MOLAVE	07/16~07/18	輕度	--	980.0	28.0	100	--	13
2009	0903	蓮花	LINFA	06/19~06/22	輕度	9	980.0	28.0	150	--	21

2.7 天然資源

2.7.1 植物

花蓮林野面積約為 462,000 餘公頃(花蓮縣誌，1983)，除草生地、崩壞地、無立木地外，森林面積約 290,000 公頃。各種樹木，在層巒疊嶂中，垂直分布，可分熱、暖、溫、寒四帶（如照片 2-4 至 2-7 所示），約略區別之，由平地至海拔 450 公尺為熱帶林，主要樹種為相思、合歡、榕、

木麻黃、九芎等。海拔 450 公尺至 1500 公尺為暖帶林，主要樹種為樟、槮、楠、桐、椎仔等。海拔 1500 公尺至 2500 公尺為溫帶林，主要樹種為楠、槮、紅檜、扁柏、亞杉等。海拔 2500 公尺以上為寒帶林，主要樹種為鐵杉、冷柏、扁柏、紅檜等。海岸山脈之林田山及玉里事業區，因海拔在 1000 公尺以下，全為闊葉樹林地帶。沿海林木，時受溼風及東北季風影響，且多屬幼壯林木，樹低且幹多彎曲。溫帶林之針葉樹，均為原生林，樹齡在 300 年以上，林相鬱閉整齊。至海拔 3000 公尺以上，則僅有冷杉生長，樹形低而林相稀疏。



照片 2-4 熱帶樹種：木麻黃



照片 2-5 暖帶樹種：樟樹



照片 2-6 溫帶樹種：紅檜



照片 2-7 寒帶樹種：鐵杉

(圖片來源：特有生物研究保育中心)

2.7.2 動物

花蓮有著廣闊連綿的山林，由於海拔高度分布直到 3500 公尺以上，變化極大，也因此動物種類繁多。就鳥類而言，至少就有 89 種鳥類在此活動，台灣 80% 的留鳥也在此處發現，而所謂的留鳥便是台灣本地的鳥種，長年居住在此地。花蓮縣境內常見之鳥類有朱鸕、台灣藍鵲、紅山椒、樹鵲、五色鳥、鉛色水鶇、河烏、紅嘴黑鶇、小白鷺等百餘種（如照片 2-8 所示）。其中小白鷺會與黃頭鷺、夜鷺集體築巢在竹林、相思林及木麻黃中。另外，烏頭翁只侷限分布在花蓮與恆春一帶的現象，也成為學界關注的焦點之一。

花蓮的哺乳類野生動物數量也十分豐富，如台灣長鬃山羊、水鹿、山羌、台灣野豬、石虎、白鼻心、台灣黑熊（如照片 2-9 所示）、穿山甲、台灣獼猴、赤腹松鼠、大赤鼯鼠等，不勝枚舉。

此外，花蓮變化極大的海拔高度呈現出多樣的生態環境，因此也有相當多的兩棲爬蟲類棲息其間。根據 1941 嵯川安市出版「台灣の蛇」一書，在東部有分布的種類包括黑頭蛇、金絲蛇、史丹吉氏斜鱗蛇、臭青公、高砂蛇、青蛇、紅斑蛇、台灣鐵線蛇、茶斑蛇、雨傘節、眼鏡蛇、帶紋赤蛇、羽鳥氏帶紋赤蛇、鎖蛇（如照片 2-10 所示）、百步蛇、赤尾青竹絲、龜殼花等 17 種。其中鎖蛇是台灣產唯一一種腹蛇科腹蛇亞科的毒蛇。僅分布於台灣東部及南部，數量極為稀少，號稱台灣第六大毒蛇。

另外以兩棲類為例，目前已知花蓮境內至少有黑眶蟾蜍、盤古蟾蜍、莫氏樹蛙、褐樹蛙、日本樹蛙（如照片 2-11 所示）、小雨蛙、能高型山椒魚、南湖型山椒魚等種類；而採集地點至少有紅葉、安通、光復、富源、奇美、關原、天祥、下梅園、合歡山、能高山、奇萊主山、中央尖山等地(呂光祥等，1989)。



照片 2-8 小白鷺



照片 2-9 台灣黑熊



照片 2-10 鎖蛇



照片 2-11 日本樹蛙

(圖片來源：特有生物研究保育中心)

2.7.3 礦產

花蓮縣因地形狹長，蘊藏豐富的天然資源，主要的可分為動物資源、植物資源及礦物資源等三大類。其中最受矚目的是礦物資源，其分佈如圖 2-8 所示，其中以非金屬礦物為主，包括大理石、白雲石、蛇紋石。石棉、滑石、雲母、長石、水晶。寶石等。金屬礦藏則有金、銅及硫化鐵礦，年產值達 17 億元，其中以大理石、石灰石分布最廣，蘊藏量最豐。

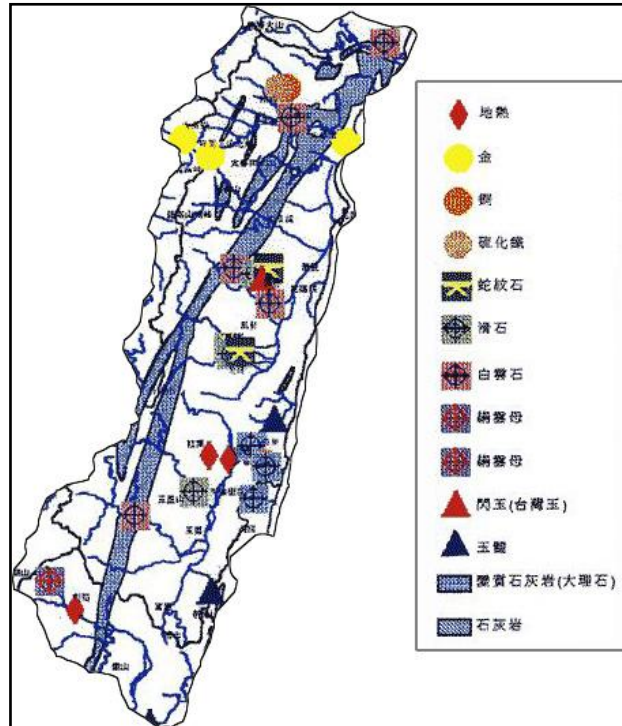


圖 2-8 花蓮地區礦產分佈概況

第三章 基地環境概述

茲將本研究主要調查規劃之編號 2613、2618、2602 號保安林，其地理位置、環境及保護對象分述如下：

3.1 編號 2613 號飛砂防止保安林

3.1.1 地理位置及環境

座落於花蓮縣花蓮市民心段、美港段，北起七星潭社區漁人碼頭，沿海岸線向南延伸至奇萊鼻燈塔北側附近，形成一區塊林帶（長度約1,300公尺，平均寬度約110公尺）；另一區塊林帶北起自七星潭坡頂台地，再沿海岸向南延伸至花蓮市公所資源回收場（長度約1,650公尺，平均寬度約220公尺），海拔平均高度約10公尺至90公尺，土質為砂質壤土，地勢平緩，二區塊互有落差，林帶內緣為工業區及部分民房，保安林濱海狀況如照片3-1所示。



照片 3-1 編號 2613 號飛砂防止保安林濱海狀況

3.1.2 保護對象

為阻滯太平洋季節強風、風砂、鹽害、潮害之危害，以保護花蓮市七星潭社區、七星潭海岸自然景觀、美崙工業區及美崙社區之安全，暨增進七星潭地區之自然景觀為目的，如照片3-2所示。



照片 3-2 編號 2613 號飛砂防止保安林之保護對象

3.1.3 編號 2613 號飛砂防止保安林地理位置圖



圖 3-1 編號 2613 號飛砂防止保安林地理位置圖

3.2 編號 2618 號防風保安林

3.2.1 地理位置及環境

座落於花蓮縣新城鄉北埔、大漢段，北起三棧溪出海口沿海岸線向南延伸至花蓮機場東北側圍牆，東臨太平洋，西依193號縣道及內陸大漢、康樂村莊農田，南北狹長約6.5公里，東西平均寬度約230公尺，海拔高約2-15公尺，地勢平緩，土質為砂質壤土，原林相茂密，林地覆蓋良好，有「海岸綠色長城」之美稱，對防風定砂，著有效益，如照片3-3所示；惟歷經94年海棠、泰利、龍王等三次強烈颱風侵襲，重創花蓮海岸保安林，頓失原有優美林相及削弱該保安林功能，亟待災後復舊，以恢復該保安林功能。



照片3-3 編號2618號防風保安林濱海狀況

3.2.2 保護對象

主要為阻滯太平洋季節強風、風砂、鹽害、潮害之危害，以保護新城鄉北埔、大漢內陸一帶村莊居民及農耕地之安全暨保護193 號縣道之行車安全，並增進七星潭海岸風景特定區之自然景觀，如照片3-4所示。



照片 3-4 編號 2618 號防風保安林之保護對象

3.2.3 編號 2618 號防風保安林地理位置圖

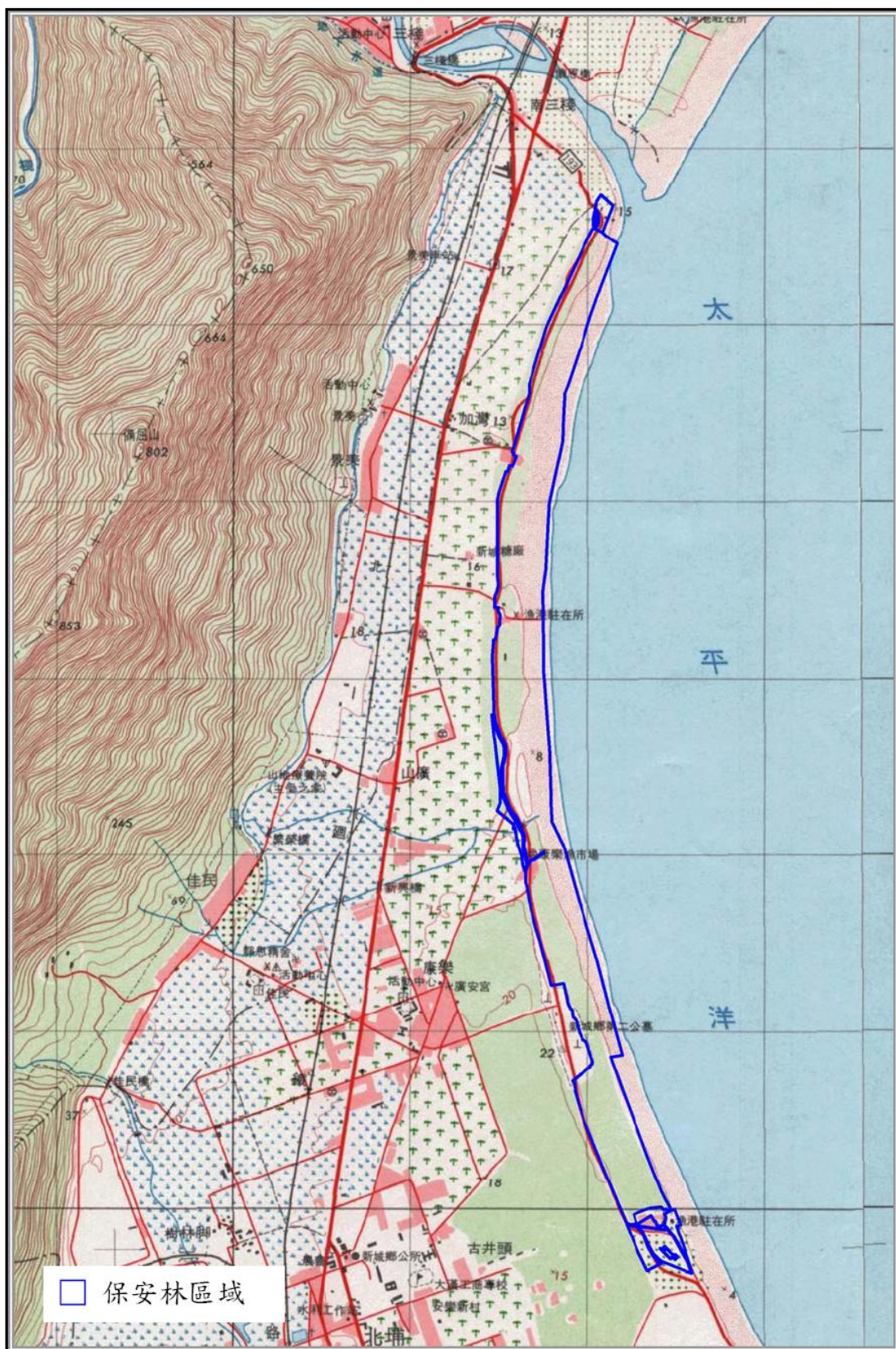


圖 3-2 編號 2618 號防風保安林地理位置圖

3.3 編號 2602 號飛砂防止保安林

3.3.1 地理位置及環境

座落於花蓮市福德段、吉安鄉東昌、海濱段等三個地段，位於花蓮市及吉安鄉海岸，南起東昌村阿美文化村向北延伸至南濱公園，東臨太平洋，西依花蓮市及東昌村內陸，中間有吉安溪穿越，形成南北狹長二大區塊，長度約2.3公里，東西平均寬度約60公尺。海拔自5-20公尺，地勢平緩，土質為砂質壤土，對穩固土砂，著有效益，如照片3-5所示。



照片3-5 編號2602號飛砂防止保安林內南濱公園狀況

3.3.2 保護對象

主要為阻滯太平洋季節強風、風砂、鹽害、潮害之危害，以保護花蓮市福德、吉安鄉東昌、海濱內陸一帶地區居民之安全，暨增進南濱公園之自然景觀為目的，如照片 3-6 所示。



照片 3-6 編號 2602 號飛砂防止保安林之保護對象

3.3.3 編號 2602 號飛砂防止保安林地理位置圖



圖 3-3 編號 2602 號飛砂防止保安林地理位置圖

第四章 研究方法

4.1 現況調查

本研究為深入瞭解花蓮地區海岸林生長情形及消長狀況，除了參閱行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處所編印之檢訂報告外，並實地運用 GPS 定位系統，依照樁號進行調查，同時拍攝週遭環境照片，再與檢訂報告內之照片相互比對，用以判斷小範圍海岸林之變遷，而後再分析前後期航照圖之差異，用以觀測大範圍植生之消長。

4.1.1 編號 2613 號飛砂防止保安林

本區域最新檢訂報告於 94 年度完成，檢訂時間為 94 年 1 月至 94 年 12 月止。本次檢訂於保安林區域鄰近內，引用地政機關、第九河川局、內政部及本處設置之 GPS 控制點計 3 點，作為現場測量之基點，並在重要明顯地帶設置保安林界樁 11 支，如圖 4-1 所示。

4.1.2 編號 2618 號防風保安林

本區域最新檢訂報告於 94 年度完成，檢訂時間為 94 年 1 月至 94 年 12 月止。於保安林鄰近區域內，引用地政機關及本處設置之 GPS 控制點，合計 43 點，如圖 4-2 所示。

4.1.3 編號 2602 號飛砂防止保安林

本區域最新檢訂報告亦於 94 年度完成，檢訂時間為 94 年 1 月至 94 年 12 月止。於保安林鄰近區域內，引用地政機關、第九河川局、內政部及本處設置之 GPS 控制點，合計 35 點，如圖 4-3 所示。



圖 4-1 編號 2613 飛砂防止保安林樁號位置圖



圖 4-2 編號 2618 防風保安林樁號位置圖

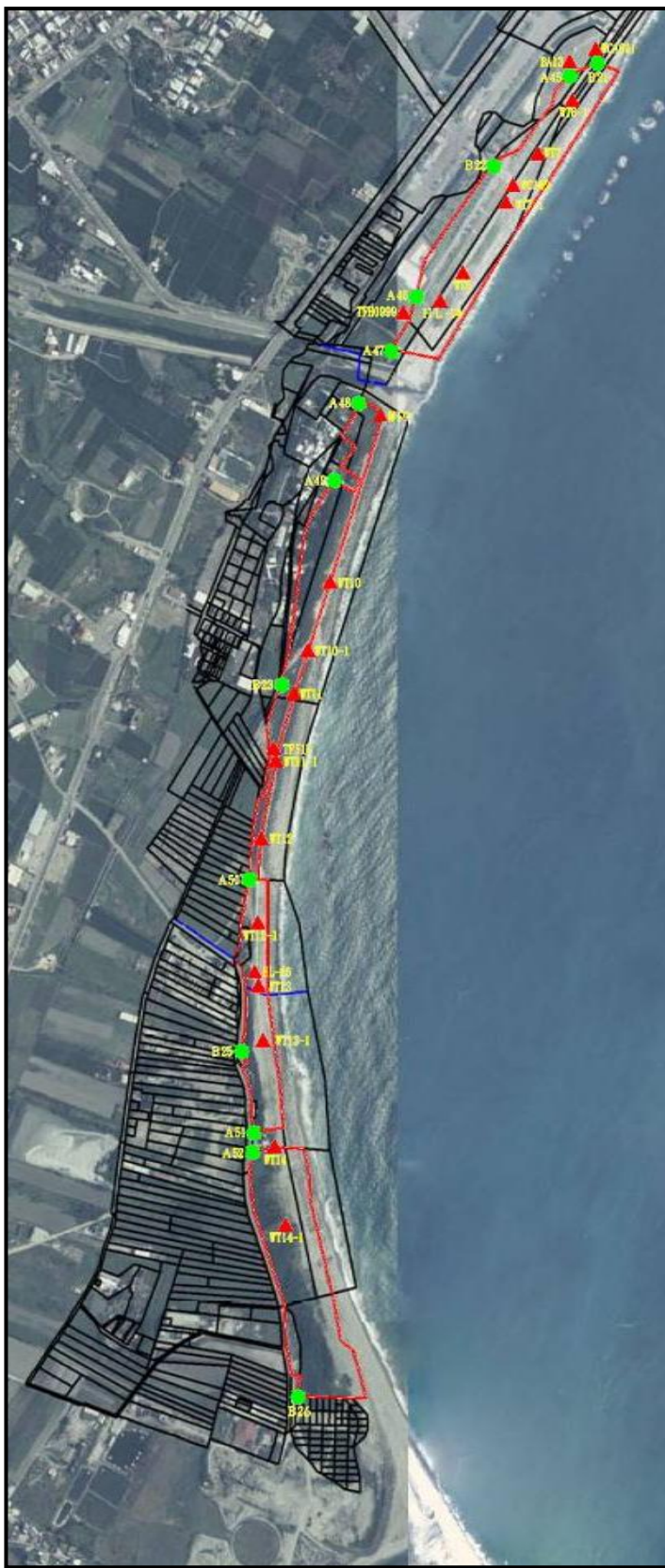


圖 4-3 編號 2602 飛砂防止保安林樁號位置圖

4.2 地景變遷之探討

海岸線的前進後退可說是經常發生的自然現象。例如，隨著每日潮水的漲退或者季節風的變化，海岸線會做短期的變動。但是當一處海岸出現長期向陸地後退的趨勢時，就會威脅人民的生命財產安全。由於影響海岸線變遷的原因有很多，有來自海洋的，也有來自陸地的；有自然作用造成的，也有人為活動引發的。有時候造成變遷的因子不是單一的，而是多元的。只是短時期局部的因素比較不容易察覺，然而長時期的變化則比較顯而易見，尤其是較長期的氣候變遷與大規模人為活動所造成的影響。

花蓮局部海岸林地日漸被海浪侵蝕而消失，且逐漸危及濱海住民安全，為此經濟部水利署已加強在南濱岸邊設置海岸防護設施，如照片4-1所示，雖短時間可減輕大浪危害，但長期無法避免由於花蓮港防波堤興建，所造成之南端海岸持續之淘刷危害。此外，水利署在七星潭與南濱海岸設置石塊堆砌海堤，此雖已考量海岸生態特性而採自然堆砌方式，但仍無法承受海棠颱風的考驗，對暴潮的抵抗力仍顯不足，且因花蓮海岸沙灘緩衝帶有限，現存海岸保安林之林帶幅寬不足，阻止強風、暴潮危害之負荷已達極限。



照片4-1 七星潭與南濱海岸防護設施設置狀況

有鑑於此，本研究為深入瞭解計畫區內地景類型及海岸線變遷之影響，因此，依據邱祈榮等(2004)所提出的地景變遷研究方法，包括資料前置作業處理、地景類型分類系統、地景類型圖繪製與套疊分析、變遷交叉

分析以及地景指數分析等。

在地景類型變遷方面，係採 1999 年及 2009 年兩期，經過正射化之衛星影像圖，從事土地覆蓋之分類與判釋，以瞭解 10 年中地景之變遷，由於不同植生具有不同光譜之特性，故可利用衛星影像進一步分析各植生之變異。至於海岸線的變遷則是儘量蒐集計畫區歷年（目前採用 67 年至 94 年），平均約每隔 5 年之圖資，從事分析。

4.2.1 地景變遷分析之前置作業

本研究所使用 1999 年及 2009 年之衛星影像，分別為 SPOT4 與 SPOT5 衛星所拍攝，茲以 2009 年 5 月 13 日衛星影像(I0018573)為例，說明地景變遷分析之處理流程。

- 1.影像產品內容：中央大學所提供之 SPOT 影像產品光碟，主要檔案包括影像(.bsq)、影像說明(.ers)、控制點說明(.gcp)、校正成果說明(.qc)、相關之影像產品報告(.rpt) 及影像使用規約文件等。其中副檔名為 rpt 之影像產品報告，為單純之 ASCII 文字檔，記錄該影像之主要內容，包含：解析度 (Pixel Spacing)、座標系統 (Map System)、影像角落座標 (CornerParameters)、輻射增益值(Physical Gain)、影像尺寸(Image Size)等。
- 2.原始影像讀取：由於中央大學提供之影像為無檔頭資訊之二進位檔，須以遙測影像處理軟體方能讀入，本研究使用 ERDAS Imagine 軟體進行處理。先選取第一波段影像(I0018573.1.bsq)，並使用該軟體之匯入(Import)功能，指定輸出成果為 ERDAS 影像檔(img)，再選取格式為 Generic Binary，並根據前述 rpt 報告檔之內容，依次在視窗中輸入影像之行數 (#Row；Line) 為 2596、列數 (#Col；Pixel) 為 1010，並指定資料型態為 unsigned 8bit，即可完成第一波段之單波段影像匯入。而 I0018573.2.bsq~I0018573.4.bsq 則為第二至第四波段之影像，亦以相同方式進行匯入。

接著使用影像波段疊合(Layer Stack)功能，依序加入第一波段至第四波段之影像，將前述四幅單波段影像結合為一幅四波段影像。然而此時因尚未註冊其地理座標，因此，其影像資訊中僅具有影像座標。所需之所有地理座標資訊均可在上述rpt 報告檔中取得，因此可先輸入座標資訊(Map Info)，包含左上角座標、解析度、座標單位及投影方式；接著再根據TWD67之定義，將相關的座標系統參數輸入，即完成影像之地理座標註冊，可供後續之圖層套疊及透視度分析。

太遙中心SPOT影像已完成幾何改正，影像各波段分別存於02（綠光）、03（紅光）及04（近紅外光）不同檔案中，為後續分析，需進行坐標對位並合併儲存成一個多波段檔案格式影像如tif，而後將可藉由此檔進行地景判釋及螢幕數化，其相關分析研究流程如圖4-4所示。

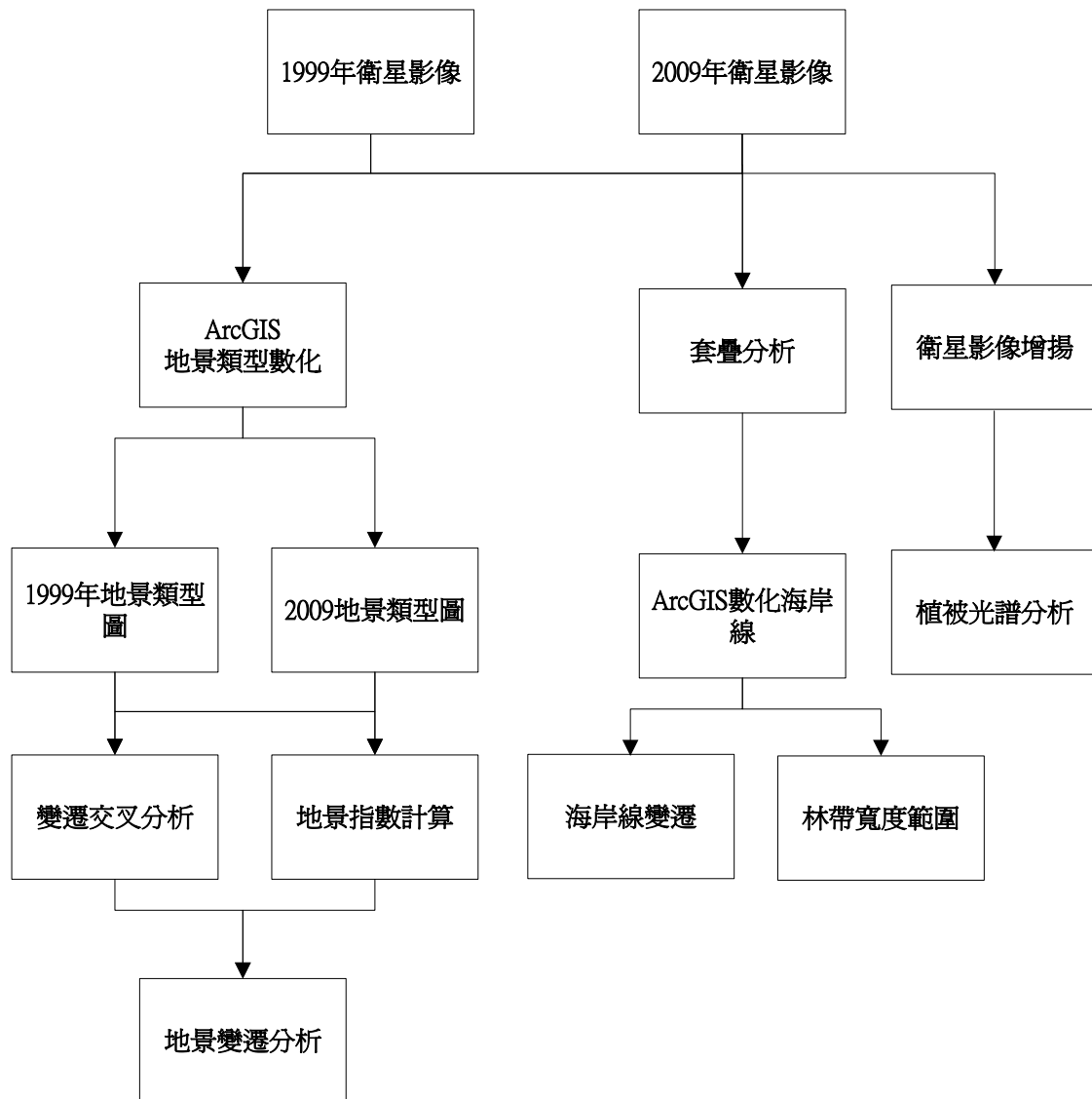


圖 4-4 地景變遷分析流程圖

4.2.2 地景類型之分類

根據 1999 年及 2009 年兩時期之衛星影像，再配合現場勘查及 Google 地圖，將土地利用類型分為 11 種，分別為林帶、水體、建築用地、農業用地、砂灘砂洲地、裸露地、墓地、軍事用地、礫石地、山坡地及草地。

4.2.3 地景類型圖之繪製

1. 螢幕數化

將 1999 年與 2009 年之衛星影像展示於電腦螢幕上，使用 ArcGIS 軟體進行區塊數化。透過目視法進行圖層的顏色、陰影、組織、形狀及位置上的區分(焦國模，1998)，以完成螢幕數化工作。

2. 判釋

為瞭解研究區植被覆蓋狀況及當地自然與人文環境，利用螢幕數化完成的衛星影像圖，並依據衛星影像地景類型判釋圖示，如圖 4-5 所示，作為研究區地景類型判釋之依據，進行各區塊的分類與判釋，以便將各個區塊加以命名，以完成地景類型分佈圖。圖 4-6 則是正射影像地景類型判釋圖示，比較圖 4-5 與圖 4-6 得知，衛星影像類型判釋圖示不管在解析度或是判釋度上，皆較為粗略，在地景面積的判釋上亦將產生較大誤差。

4.2.4 套疊分析

將二個時期之地景類型分佈圖於 ArcGIS 軟體中進行套疊分析，以瞭解各地景類型在兩個時期間分佈及變遷之情形。

4.2.5 變遷分析

藉由(邱祈榮等，2004)變遷交叉分析之方法，希望能夠獲得不同地景類型於不同時期的變化情形。

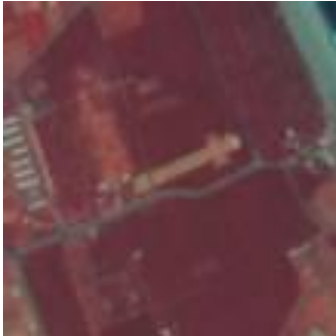
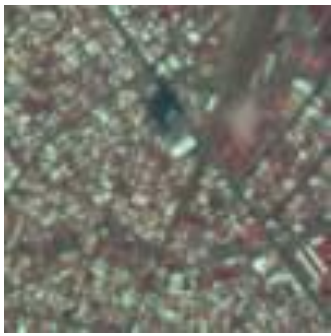
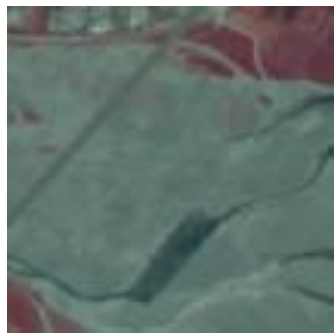
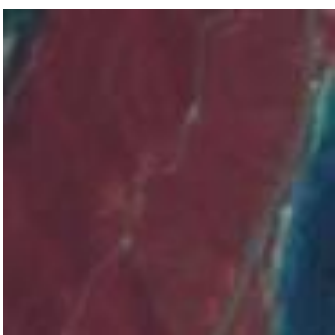
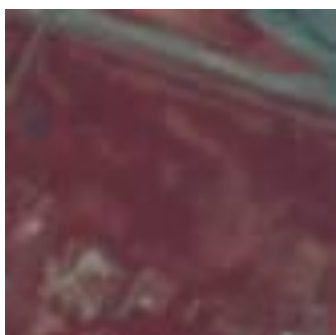
		
水體	林帶	建築用地
		
農業用地	沙灘沙洲地	裸露地
		
基地	軍事用地	礫石地
		
山坡地	草生地	

圖 4-5 衛星影像地景類型判釋圖示



圖 4-6 正射影像地景類型判釋圖示

(摘錄：邱祈榮等 2007 整合遙測與 GIS 於花蓮海岸林變遷分析)

假設為 $k \times k$ 的矩陣， n 個樣本或像元數，有 k 種分類類別，縱向 j 為變遷分析中前期的資料， i 為後期的資料； $n_{i+} = \sum_{i=1}^k n_{ii}$ 為變遷前， k 種分類類別樣本或像元數； $n_{+j} = \sum_{i=1}^k n_{ii}$ 為變遷後， k 種分類類別的樣本或像元數。

$$\text{不變率} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式(1)中的 $\sum_{i=1}^k n_{ii}$ 為兩時期間地景類型未改變的區域面積 n 為總面積。

$$\text{變遷率} = 1 - \text{不變率} \dots\dots\dots (2)$$

4.2.6 衛星影像植被光譜分析

利用影像之絕對校正增益值(Absolute Calibration Grains) 校正影像之輻射值後，再進行讀取資料與分析。

SPOT 衛星影像感測器所接收的波段為綠光、紅光及近紅外光三個波段，植物體對近紅外光的反射較裸露土石強，有植生覆蓋的地表在衛星影像上呈紅色色調。因綠色植物有吸收藍光、紅光及強烈反射近紅外光之特性，可用於植物資源之探測。

常態化差異植生指數常被用來分析評估綠色植物之光合作用、植物之覆蓋率及生物量等，NDVI 值之計算公式如下： $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$

式中：NIR 為近紅外光、R 為紅光，所求得 NDVI 值愈大顯示地表植物生育愈旺盛、植被覆蓋佳。

葉子是植物進行光合作用的基本器官，而其葉綠素含量、水分含量、組織結構、葉層構造等差異，使植物光合作用能力、植物乾物植積累、葉面積大小等均不相同，並造成植物反射光譜特徵之差異 (Bradshaw, 1990)，也藉由此可看出樹種間之異同。

4.3 海岸人工堤與保安林互動之探討

海岸人工堤如照片4-2～照片4-5所示，顧名思義就是要保護海岸與內陸地區免受海浪侵襲與海水倒灌之苦，為降低災害發生及海岸遭到波浪侵襲，且考量國土保安重要之功能，並增加海灘使用空間，必需以各種工法佈置成為全面防護方式，以面的防護方式改變過去以線保護方式之不足。

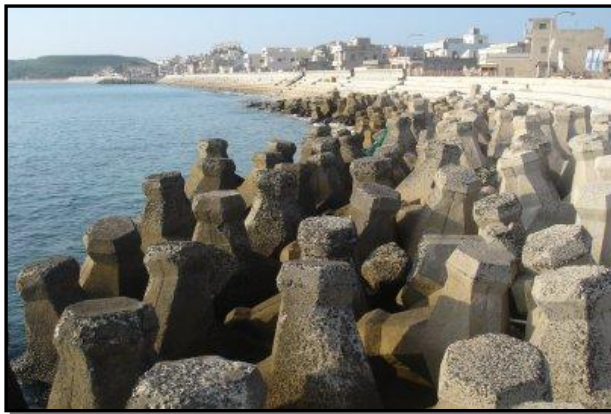
目前海岸防護主要還是以海堤與海灘上的保護工(或消波工)為主(郭一羽，2002)，海岸人工堤的設計則趨向以親水式為主，同時兼顧工程安全及遊憩功能，增加民眾的休閒活動空間。

近年來，由於海岸法(草案)遲遲未能完成立法程序，致使台灣地區之海岸線始終未能有效管理；有鑑於此，內政部為促進海岸永續發展暨維護海岸自然風貌，因而訂定「永續海岸整體發展方案」，其主要目的係供海岸法完成立法前，政府各部門研修訂及審議海岸地區各項實質利用計畫之最高指導原則。現今已將「維持自然海岸線比例不再降低」列為評估指標，未來海岸地區之利用管理，應以減量、復育為基本原則，並以符合「資源保護」與「災害防治」者為優先考量。涉及海岸地區之相關施政計畫，應優先考量海岸防災、海岸生態資源保育(護)、環境復育、景觀改善、生態旅遊等價值，重新思考檢視，並作必要之調整。

而保安林係藉由森林多樣化的效益，發揮水源涵養、防止土砂崩壞、防風、定砂、美化環境與衛生保健等各種功能，以達到國土保安目的之重要森林。保安林與一般森林不同之處，乃是它對於特定地區或環境負有特殊任務與目標。本研究區內之保安林係以防風及飛砂防止為目標而設立，如何加強保安林之經營管理，將此目標與海岸人工堤相互結合，進行海岸景觀整建，復育海岸新生，以回復海岸美麗自然風貌，並保障沿岸居民生命財產，亦是目前海岸整體營造之重要課題。



照片 4-2 海堤設施



照片 4-3 消波塊(俗稱肉粽)



照片 4-4 離岸堤



照片 4-5 突堤、人工岬灣

4.4 潛在危險區劃定之探討

濱海地區危害最大的天然災害為海嘯及颱風，海嘯依來源可分為遠洋與近海，台灣的遠洋海嘯來自太平洋，但因台灣東部海岸地形陡峭，海底深達數千公尺，從太平洋傳來的波浪受到阻擋易折射出海，不易沿海岸上溯，對台灣影響較小。

然而侵襲台灣的颱風每年平均 3 至 4 個，頻率頗高，對於各地沿岸之侵蝕與生態環境之破壞非常嚴重，花蓮出海口自從 94 年 10 月 1 日的龍王颱風及先前超過十次的颱風侵襲不但造成潰堤，而且危及非法濫墾及占用住民之安全，如照片 4-6 所示；目前本研究區內部分保安林皆已遭非法濫墾及占用，如照片 4-7 至照片 4-10 所示，除了加強教育宣導及巡守管理之外，如何劃定濱海地區潛在危險區，適時提供危險警訊，作為取締勸離之依據，並有助於事先防範，使損失降至最低，以避免造成生態環境大規模的破壞，此為當務之急。



照片 4-6 颱風侵襲後災損情形



照片 4-7 2613 號保安林非法濫墾及佔用情形



照片 4-8 2618 號違建情形



照片 4-9 2618 號廢棄料處理後情形



照片 4-10 2602 號保安林非法濫墾及佔用情形

4.5 保安林營造之探討

在生物多樣性保育及人類永續發展的原則下，當今的林業經營正面臨轉型，聯合國糧農組織於1970年代末，首先提出社區林業概念，並定義社區林業為當地民眾參與當地林業活動，以尋求社區與周遭自然生態環境資源的永續發展。因此，「林業已不是一個關於樹木的問題，而是一個關於人的問題」，林業工作除了著重自然生態系統之外，而應加強協調人與自然的關係，應超越局部環境，從整體社會發展角度，尋求人類共同利益的角度出發。

往昔由於人們對於保安林瞭解有限，觀念使然下，讓人們不敢接近保安林，也對其有所畏懼與冷漠，因而更加深保安林營造的難度，所以唯有落實社區林業，才能成功營造符合該區域自然生態的保安林，且在社區民眾積極參與下，此種保安林也才得以永續發展。

4.6 微氣候之探討

由於長期以來，對於海岸保安林內微氣象資料的蒐集較為欠缺，造成林業經營與管理者諸多不便，有鑑於此，本研究將從事微氣象資料觀測，提供保安林對於微氣候改善之具體資訊，經勘選後在試區內進行溫度、相對溼度、氣壓、日輻射、日照、降雨量、蒸發量、土壤水分及地溫等微氣候因子之觀測，如照片 4-11 至照片 4-16 所示，所得成果可提供作為防風林營造與經營管理之參考依據。

研究中溫度、濕度、氣壓及日輻射之觀測，係使用自記式記錄器(Davis Vantage PRO2)，而最高最低溫度與光照度之觀測則是使用非自記式儀表，至於土壤水分與地溫之觀測則是使用 CR10X 記錄器配合量測感應器(TDR)，同時蒐集土深 10cm、20cm、30cm、40cm 及 50cm 處之資料，測定時以每 30 秒讀取資料 1 次，再取 30 分鐘之平均值，此種取樣與量測方式將能符合夏禹久、楊之遠(1989)與梁亞忠(1994)所要求之穩定狀態。



照片 4-11 Davis 微氣候儀器架設情形



照片 4-12 微氣候觀測情形



照片 4-13 TDR 埋設情形(1)



照片 4-14 TDR 埋設情形(2)



照片 4-15 TDR 埋設情形(3)



照片 4-16 TDR 觀測情形

第五章 結果與討論

5.1 保安林生態環境現況調查結果

本研究為深入瞭解保安林生態環境之變遷，除依照檢訂報告中的描述外，並參考 TWD67 座標與 TWD97 座標，逐一找尋各樁號並拍照比對，再將本研究區調查所得各樁號周邊之現況照片比對資料，錄製於附錄光碟中。

5.1.1 編號 2613 號飛砂防止保安林

本號保安林位處海岸，林帶雖不寬，但屬內陸重要之緩衝地帶，具有防止太平洋季節強風、風砂、潮、鹽害之危害，已發揮保安林國土保安之功能，對保護花蓮縣花蓮市民心、美港內陸一帶居民田園房舍之安全暨增進七星潭地區之自然景觀，有莫大之助益，調查結果仍有繼續存置之必要。

本區域前次檢訂報告於84年度(第三次)完成，面積為44.8964公頃，經於87年度專案解除後之面積為42.380796公頃。最近檢訂報告於94年度(第四次)完成，經擴大編入，並依重測後之地籍圖及面積檢測修正訂正，面積為45.504624公頃，較前次檢訂面積增加3.123828公頃，如表5-1所示。

經調查後林相面積現況分佈如表 5-2 及圖 5-1 與圖 5-2 所示；其中立木地面積為 20.260505 公頃，占全面積 44.52%，主要林相為天然闊葉林及部分人工闊葉林和散生地；主要樹種有木麻黃、黃槿、構樹、林投等，平均樹高約 8m。

表 5-1 近 7 年間 2613 號飛砂防止保安林面積增減情形

年度	項目	編入面積	解除面積	訂正面積	面積合計	面積增減	核定公告文號
87	專案解除	0	2.515604	0	42.380796	-2.515604	農委會87年5月6日農林字第 87119264 號
94	檢訂(第四次)	3.084136	0	+0.039692	45.504624	+3.123828	95 年 3 月 2 日農林務字第 0951730071 號

表5-2 2613號飛砂防止保安林面積現況分佈一覽表

土地用地種類	面積 (公頃)	百分比 (%)
人工闊葉林	11.30	24.85
天然闊葉林	6.46	14.19
石材堆置場	1.40	3.09
岩石石礫地	0.28	0.62
建地	0.60	1.31
砂地	2.17	4.76
軍事用地	7.51	16.50
草生地	1.59	3.49
崩塌地	0.97	2.13
散生地	2.50	5.49
道路	0.82	1.79
墾地	0.09	0.20
壘球場	0.15	0.32
垃圾掩埋場	3.98	8.75
資源回收場	1.23	2.71
環保公園	4.46	9.80
合計	45.51	100

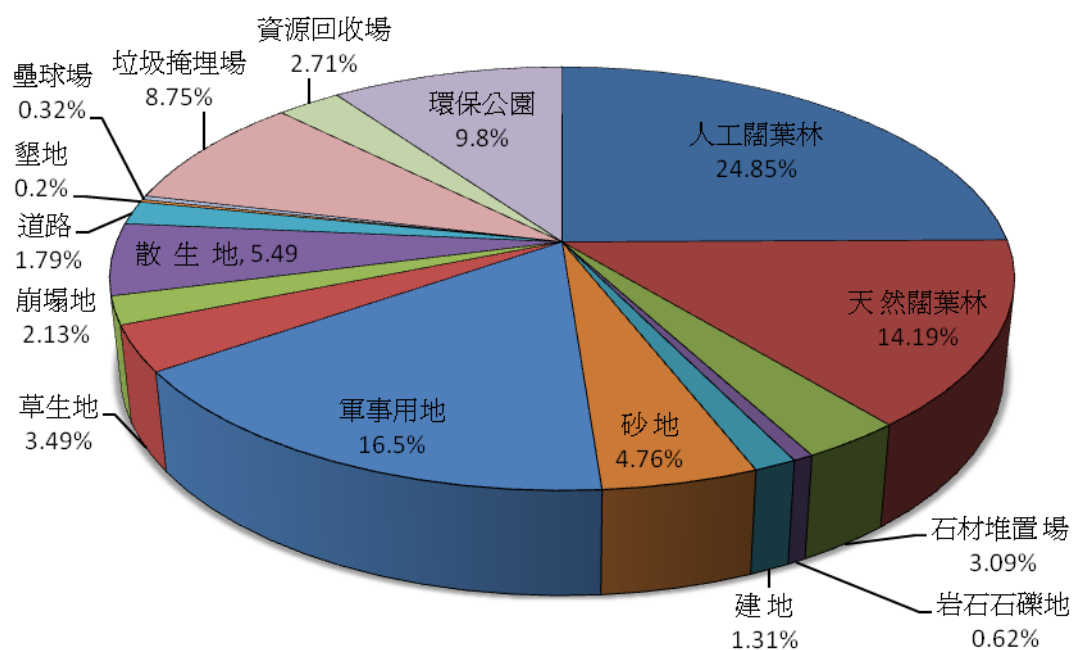


圖5-1 2613號飛砂防止保安林面積百分比圖

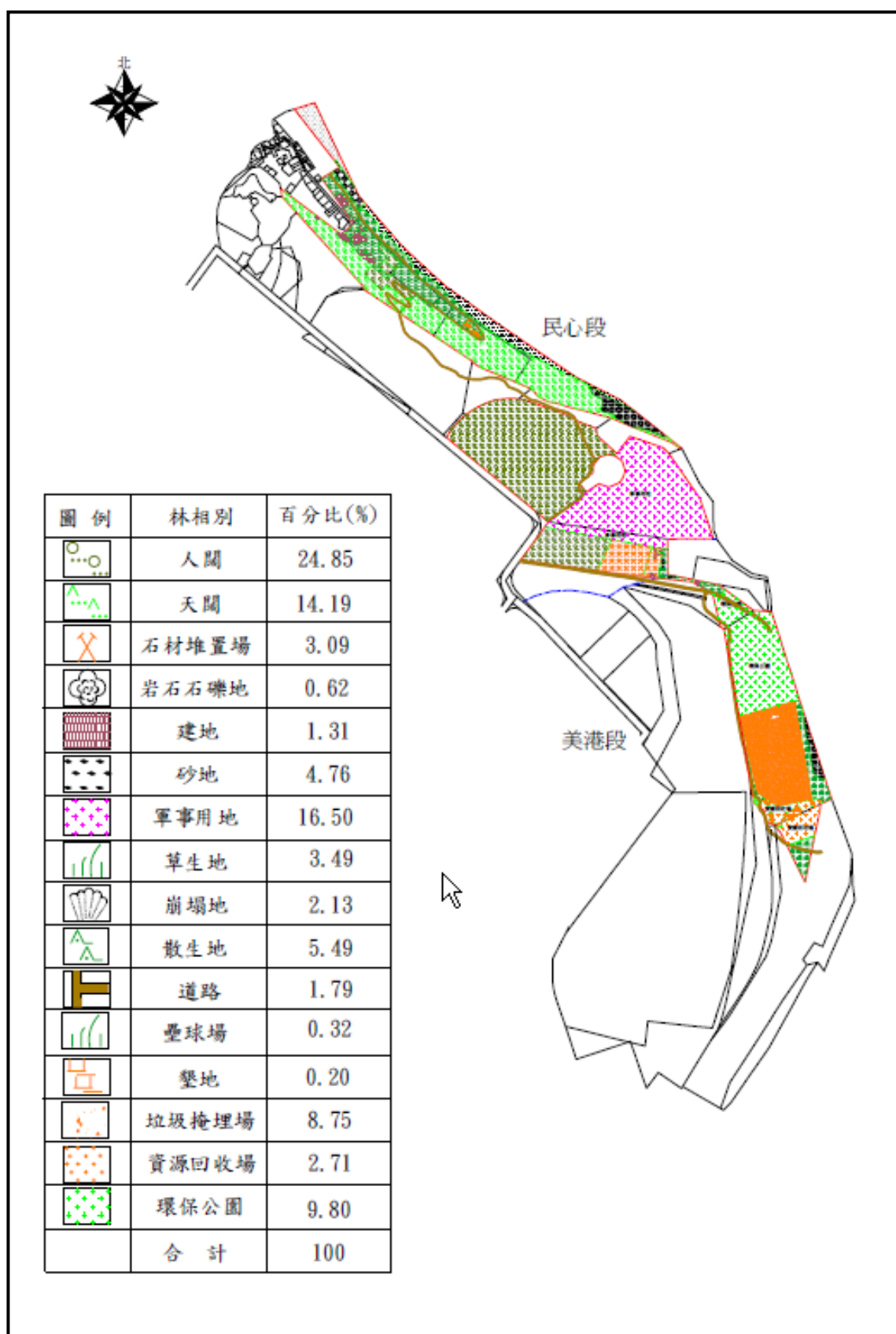


圖 5-2 2613 號飛砂防止保安林面積分佈概略圖

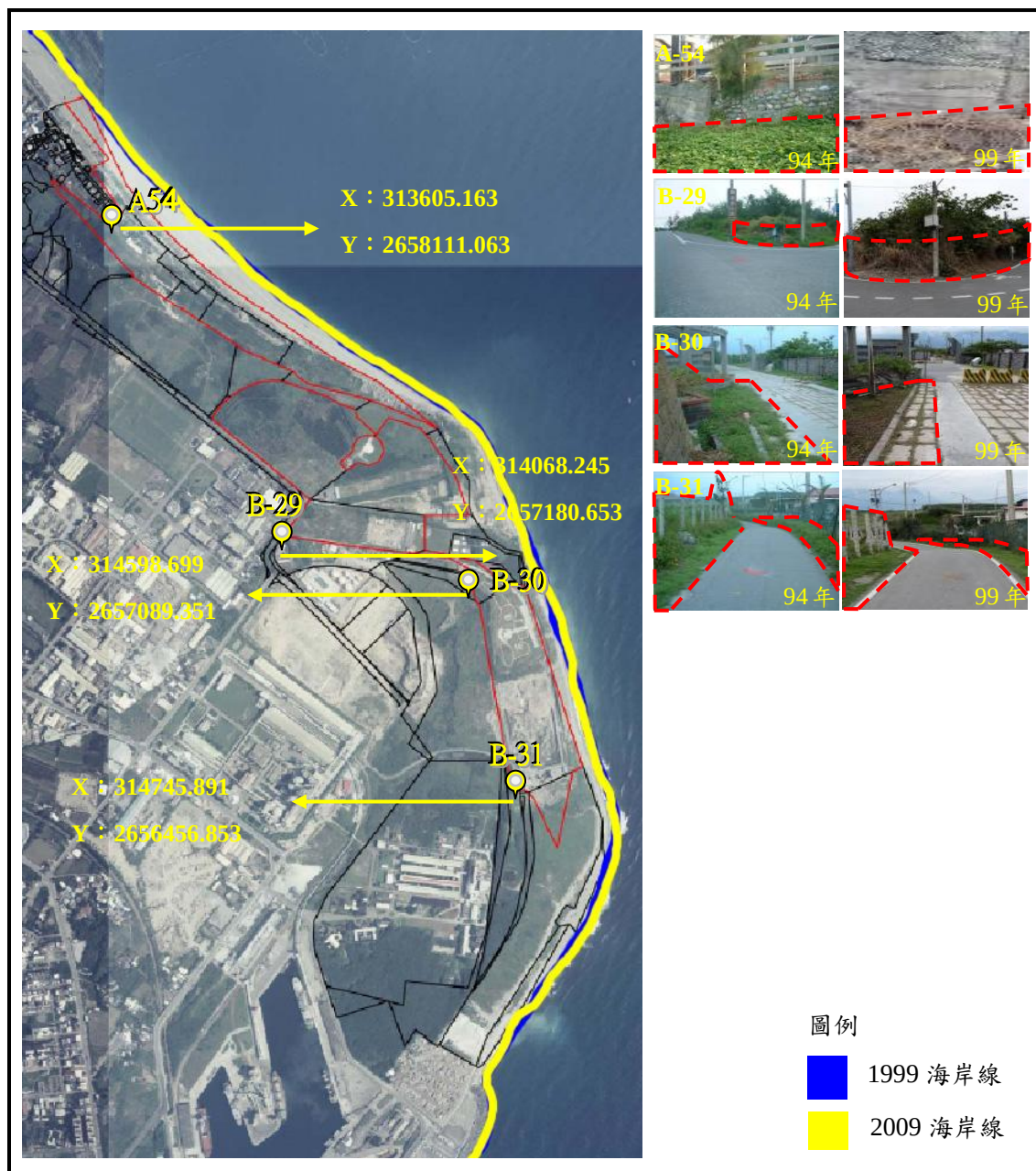


圖 5-3 2613 號飛砂防止保安林生態環境差異對照圖

無立木地面積為 25.244119 公頃，占全面積 55.48%。分為非營林狀態部分：石材堆置場、建地、道路、墾地、壘球場、垃圾掩埋場、資源回收場面積計 8.265854 公頃。及自然生態部分：草生地、石礫地、砂地、崩塌地、環保公園、軍事用地面積計 16.978265 公頃。

經現地調查及各期航照圖分析結果發現，海岸線局部地區有明顯侵蝕現象，且整體而言該區屬於侵蝕海岸，如圖 5-3 及附錄圖 6-1~6-6 與

附錄表 6-1 所示；界樁 A55、B29 及 B31 與控制點 HL17 及 HL18 已遺失，無法尋獲。經比對後挑出變化較明顯的區段，由北至南分別為樁號 A54、B29、B30 及 B31，如圖 5-3 所示。透過此四個樁號比較，可觀察出路旁雜草部分已消失，而後方灌木群也有增長，部分界樁因路面翻修而遺失。

5.1.2 編號 2618 號防風保安林

本區域南北狹長約 6.5 公里，東西編訂之平均寬度約 230 公尺，海拔高約 2 至 15 公尺，地勢平緩，土質為砂質壤土，原林相茂密，林地覆蓋良好。第一排林木與海岸線之距離平均約為 134 公尺。

本防風保安林最新檢訂報告於 94 年度(第四次)完成，前次檢訂則是於 84 年度（第三次）完成，此 10 年間保安林面積增減狀況如表 5-3 所示，目前總面積為 149.229986 公頃，較 10 年前增加 64.889486 公頃，係為加強國土保安等防災機能，將海灘地予以擴大編入所致；另解除無法恢復營林之墓地及民航局助航設施面積計 0.959240 公頃。經調查後林相面積現況分佈如表 5-4 及圖 5-4 與圖 5-5 所示；其中立木地面積為 82.860325 公頃，占全面積 55.53%，主要為天然闊葉林及部分人工闊葉林及散生地；其樹種為木麻黃、銀合歡、水黃皮、黃槿、海芒果、構樹、雜木、林投、草海桐等。經由自然更新後，目前樹齡為 5~30 年，試區內木麻黃平均樹高約 12 m，主要功能為阻滯太平洋季節強風及飄鹽，以保護新城鄉大漢及北埔內陸一帶村落與農耕地，使其免受風鹽危害為目的。

位在七星潭德燕濱海植物園區北側之防風保安林帶內設有步道，呈馬蹄形狀，沿東北方向離海岸約 67m 較近之步道，為自然之砂地路面；而離海岸約 140m 較遠之步道，為人工築成之水泥路面，二步道交接處

有一涼亭，可供遊客休憩觀海之用。

經現地調查及各期航照圖分析結果發現，大部分海岸呈現微幅堆積，小部分海岸略有侵蝕，但整體而言該區屬於堆積海岸，如圖 5-6 及附錄圖 6-7～6-12 與附錄表 6-1 所示；本區僅有少部分界樁描述有誤或因道路拓寬及整修而遭受破壞，不易尋找。經比對後挑出變化較明顯的區段，由北至南分別為樁號 B19、B14 及 B04，如圖 5-6 所示。透過此三個樁號比較，可觀察出路旁雜草已消失，而後方灌木群也有顯著的增長；近海處的林木經過補植後，生長情形良好，據此得知，若無天然災害，該區域適宜植物生長。

林帶寬度經調查達到150公尺以上，可有效發揮防風效果：然而，海棠(94年7月18日)、泰利(94年9月1日)及龍王(94年10月2日)等三次強烈颱風侵襲花蓮，使得海岸林外緣林帶被摧毀約30公尺寬，可見強風及暴潮之危害相當驚人，因此，建議在接近海岸之外緣林帶，於木麻黃枝下高處，增植林投等低矮密生灌木叢，以降低波浪之速度及衝擊，消減暴潮之破壞力；由於本區編定為防風保安林，擴大編入之海灘地，是否適宜規劃設置潮害防備林，宜再另案評估處理；據了解目前本省潮害防備林大都分佈於東港、林邊、枋寮及車程等地，但林況並不理想。

表5-3 近10年間2618號防風保安林面積增減情形

	項目	編入面積	解除面積	訂正面積	面積合計	面積增減	核定公告文號
84	檢訂 (第三次)	0	0	0	84.3405	0	84年9月20日府農 林字第84861號
94	檢訂 (第四次)	66.27573	0.95924	-0.42701	149.229986	+64.889486	95年9月6日農林務 字第0951730387號

表5-4 2618號防風保安林面積現況分佈一覽表

土地用地 種 類	面 積(Ha)	百分比(%)
人 工 闊 葉 林	82.406509	55.22
天 然 闊 葉 林	0.338648	0.23
散 生 地	0.115168	0.08
草 生 地	2.627097	1.76
砂 地	54.72893	36.67
建 地	4.661003	3.12
道 路	0.25104	0.17
墓 地	0.008572	0.01
垃 圾 場	4.093019	2.74
合 計	149.229986	100

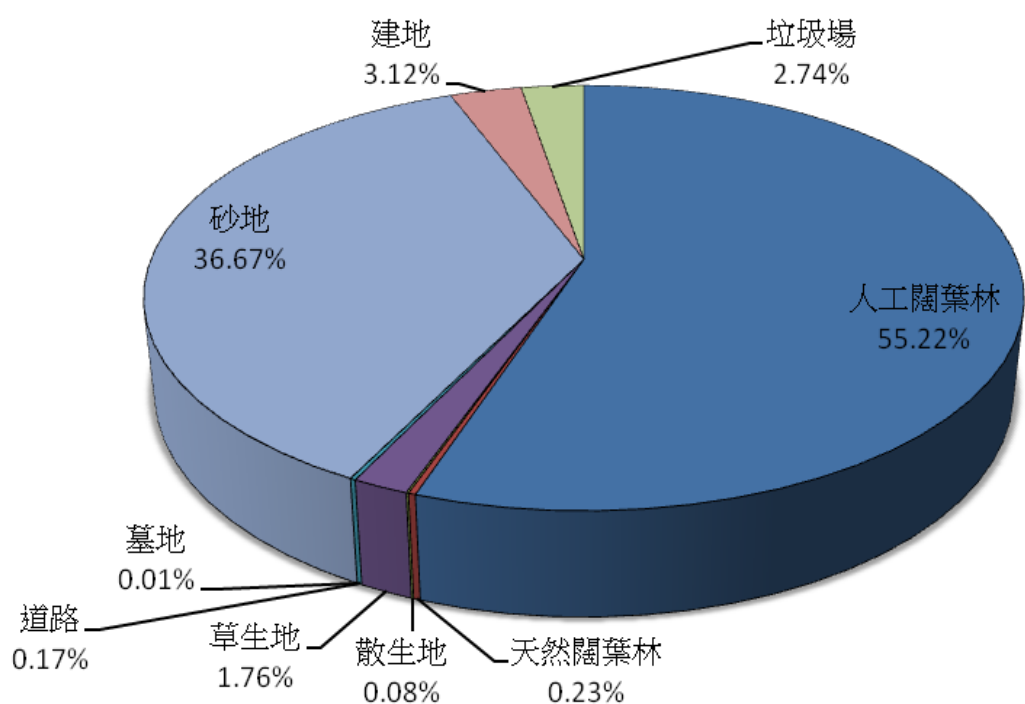


圖5-4 2618號防風保安林面積百分比圖

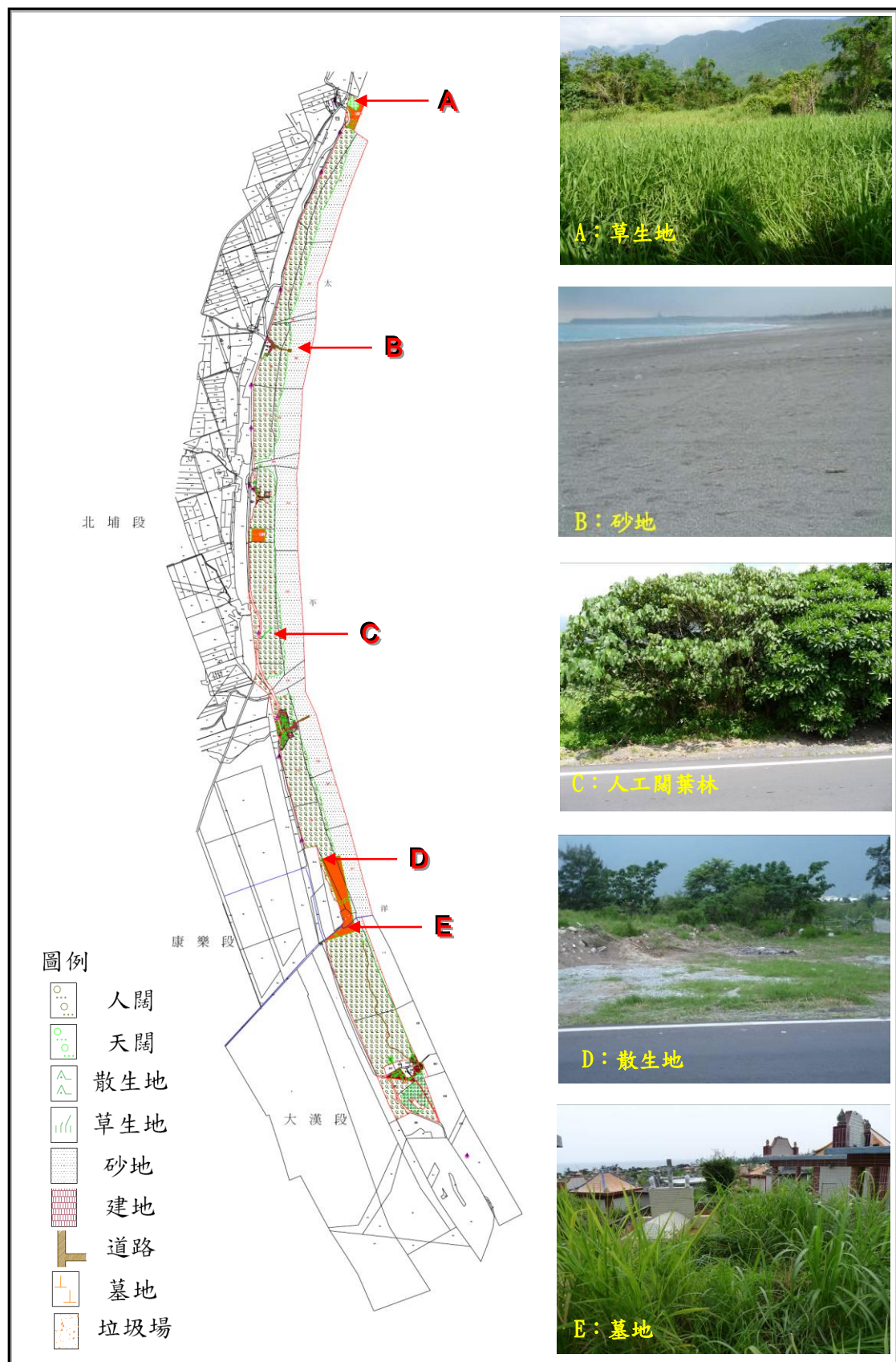


圖 5-5 2618 號防風保安林面積分佈概略圖

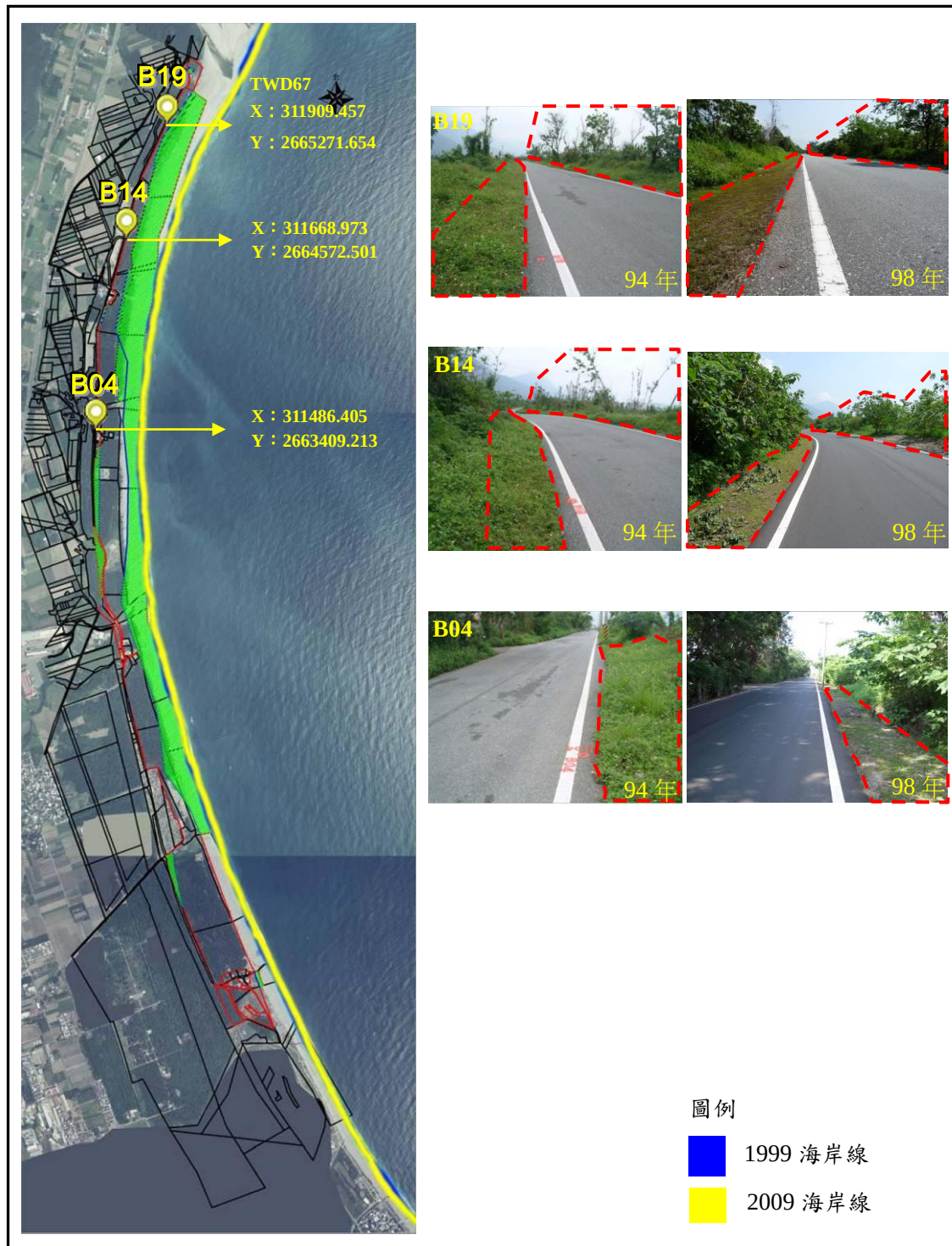


圖 5-6 2618 號防風保安林生態環境差異對照圖

5.1.3 編號 2602 號飛砂防止保安林

本區域中間有吉安溪穿越，形成南北狹長二大區塊，以北之海岸線有較明顯沖蝕，以南則有小幅度之淤積；長度約2.3公里，東西平均寬度約65公尺。海拔自5至20公尺，地勢平緩，土質亦為砂質壤土。第一排林木距離海岸線之長度平均為56.4公尺。

本防風保安林最新檢訂報告於94年度(第四次)完成，前次檢訂則是於85年度(第三次)完成，此9年間保安林面積增減狀況如表5-5所示，目前總面積為15.405843公頃，較9年前減少0.216557公頃。其中解除面積計1.324517公頃，大部分係因海水淹沒無法恢復營林，小部分係因闢成柏油道路非營林使用。經調查後林相面積現況分佈如表5-6及圖5-7與圖5-8所示；其中立木地面積為5.714943公頃，占全面積37.10%，主要為天然闊葉林及部分人工闊葉林和散生地；其樹種有木麻黃、黃槿、構樹、林投等，平均樹高約8m。

經現地調查及各期航照圖分析結果發現，海岸呈現明顯侵蝕，因而該區屬於侵蝕海岸，如圖5-9及附錄圖6-13~6-17與附錄表6-1所示；本區較具明顯變化的區段，由北而南分別是樁號WT6-1、WT8、A46、TFH0999、WT10及WT13-1，如圖5-9所示。由圖5-9得知，樁號WT6-1、WT8、A46及TFH0999處，因位於風衝地帶，土堤迎風面植生逐年減少，甚至有些區域已無樹木；而樁號WT10與WT13-1處，則發現消波塊的數量與規模不斷增加及擴大。整體而言，該區域於退潮後，已無明顯飛砂產生。

表5-5 近9年間2602號飛砂防止保安林面積增減情形

年度	項目	編入面積	解除面積	訂正面積	面積合計	面積增減	核定公告文號
85	檢訂 (第三次)	0	6.107	-0.0001	15.6224	-6.1071	86年2月17日府農林 字第011908號
94	檢訂 (第四次)	1.552474	1.324517	-0.44451	15.40584	-0.216557	94年12月15日農林 務字第0941730419號

表5-6 2602號飛砂防止保安林面積現況分佈一覽表

土地用地種類	面積(Ha)	百分比(%)
人工闊葉林	0.988085	6.41
天然闊葉林	2.646787	17.18
散生地	2.080071	13.5
草生地	1.61864	10.51
果園	0.088638	0.58
石材堆置場	0.312324	2.03
石礫地	1.739907	11.29
消波塊	3.10432	20.15
海堤	1.345461	8.73
道路	0.944216	6.13
建地	0.537394	3.49
合計	15.405843	100

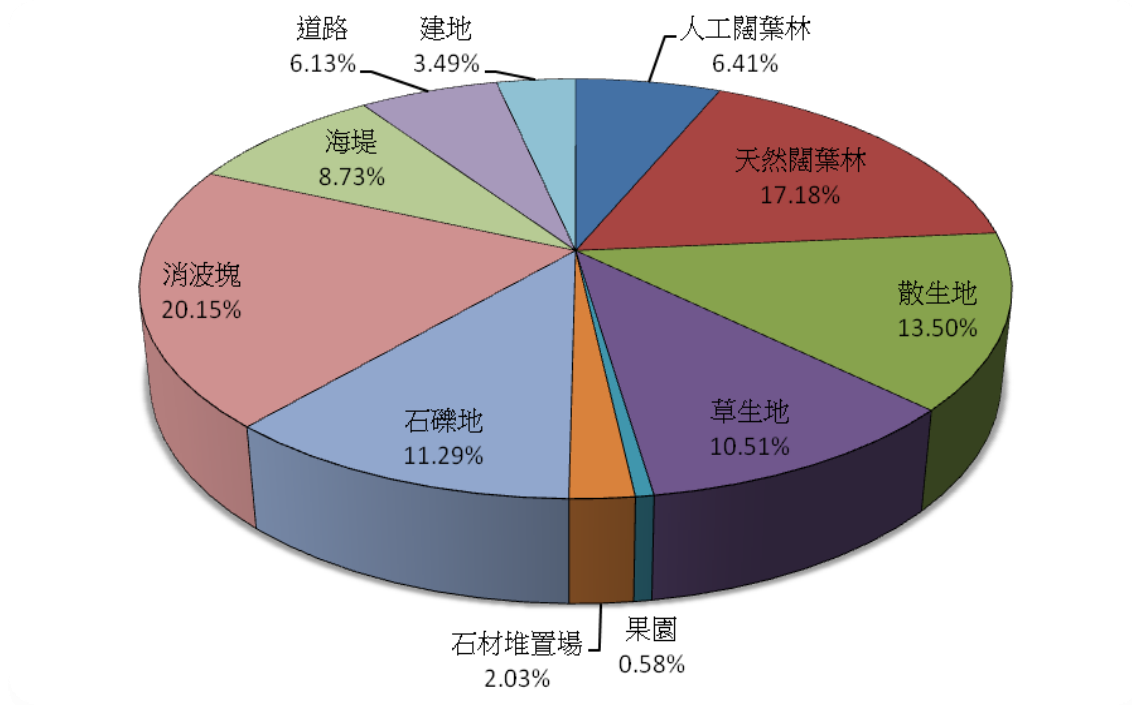


圖5-7 2602號飛砂防止保安林面積百分比圖

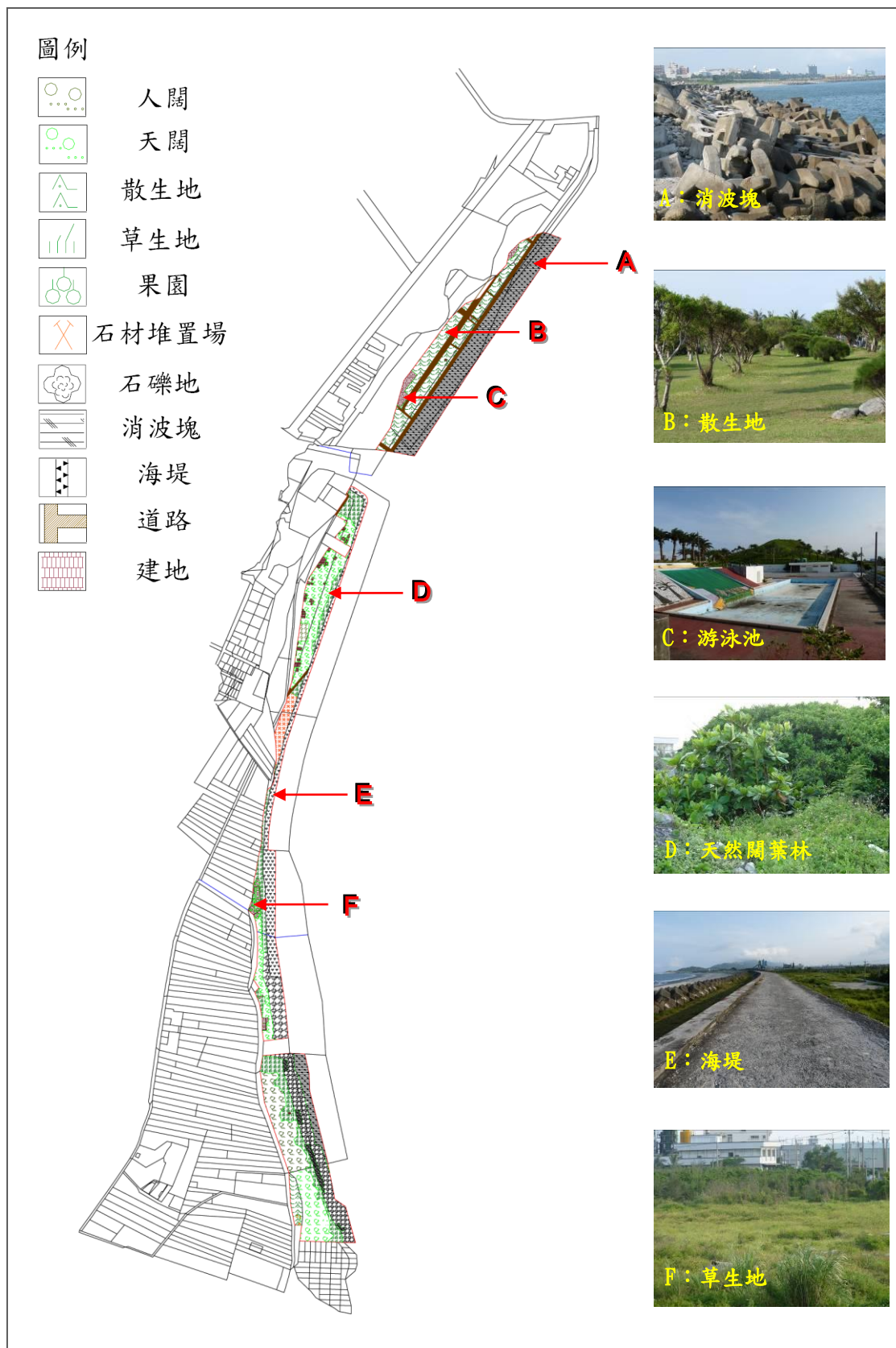


圖 5-8 2602 號飛砂防止保安林面積分佈概略圖

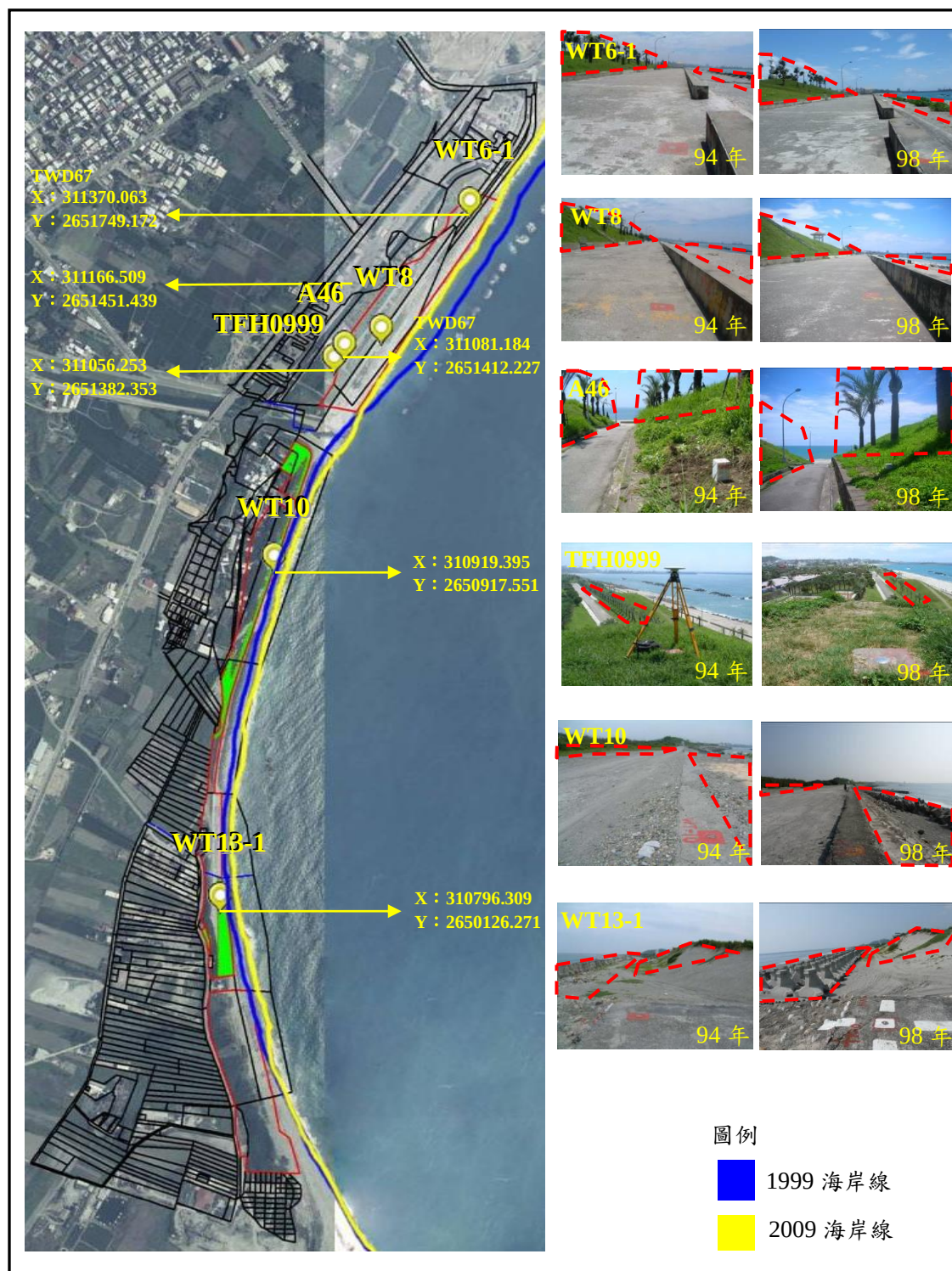


圖 5-9 2602 號飛砂防止保安林生態環境差異對照圖

綜合而言，2602 號保安林之林分有逐漸減少的趨勢，而 2618 及 2613 號保安林之林分則有明顯增加，尤其 2618 號保安林較 10 年前增加 64.889486 公頃，係為加強國土保安等防災機能，將海灘地予以擴大編入所致；又各海岸線變遷經分析結果，由於本區段主要受海流及波浪侵蝕與堆積交互作用之影響，2613 及 2602 號保安林之海岸屬於侵蝕海岸，而 2618 號保安林之海岸屬於堆積海岸。

為消減暴潮的破壞力，建議在 2618 號保安林接近海岸之外緣林帶，於木麻黃枝下高處，增植林投等低矮密生灌木叢，以降低波浪之速度及衝擊，減少災害損失；而保安林內墳墓區則建議施設防風牆，如照片 5-1 所示，除可降低對環境負面影響，亦能提升減風功效。另 2602 號保安林於南濱公園土堤迎風面處，則建議構築防風網設施，以輔助林木成長，如照片 5-2 所示。至於 2613 號保安林除建議宜更新天然闊葉林或營造複層林外，對於防風設施目前則無進一步建議方案。



照片 5-1 澎湖濱海防風牆設施



照片 5-2 澎湖及新竹濱海防風網設施

註：澎湖空心磚混凝土牆 6 公尺高之單價：1670 元/m²。

澎湖骷髏石防風牆 1 公尺高之單價：650 元/m²。

5.2 地景變遷分析結果

研究中以地景變遷之研究方法，根據 1999 年與 2009 年兩期衛星影像圖，進行前後期衛星影像在地景類型變遷之判釋，據以分析各植生之變異。經由 ArcGIS 數化及計算後，可獲得圖 5-10 及圖 5-11，得知全部地景之總面積約為 12655.075 公頃（地景面積範圍之選取以儘量涵蓋較多地景類型為原則），據此換算出 1999 年及 2009 年各地景類型面積的比率，其結果如表 5-7 及圖 5-12 與圖 5-13 所示。

本研究中利用植物體在太陽輻射下，將綠光波段阻擋並反射，而吸收藍光及紅光波段，並強烈反射紅外光等特性(Jensen, 2000)，將林帶面積最廣之2618號防風保安林區段做增揚處理，依植物具此光譜之特性，使用紅光及紅外光波段來研究木麻黃林帶之變遷，結果如圖5-14所示，由圖5-14得知，2618號防風保安林內木麻黃林帶減少狀況顯著，將會造成大小不一的林分孔隙。

木麻黃林內一旦有孔隙產生，則逐年擴大，致使耐陰性樹種由於林內孔隙光度太高，而無法存活生長，最後朝次生演替方向成為陽性之「芒草-血桐-構樹」的植群型，此現象不同於一般森林回復生長之情形(邱祈榮等，2007)。因此建議需盡快補植。

然而，補植時尚需注意，根據郭幸榮(1984)指出，低濃度的鹽類溶液就可使木麻黃幼苗死亡，可知幼苗的耐鹽力很低。因此，欲以天然更新方式完成海岸地區木麻黃林分的重建，希望可能不大。又 9 個月生時以 2.5%鹽分濃度之鹽水淹浸 3 日，木麻黃尚維持 85.00 至 95.83%之成活率(陳振榮，1984)，所以這表示補植之木麻黃至少需長到 9 個月以上才可栽種至林帶中，以提高存活率。

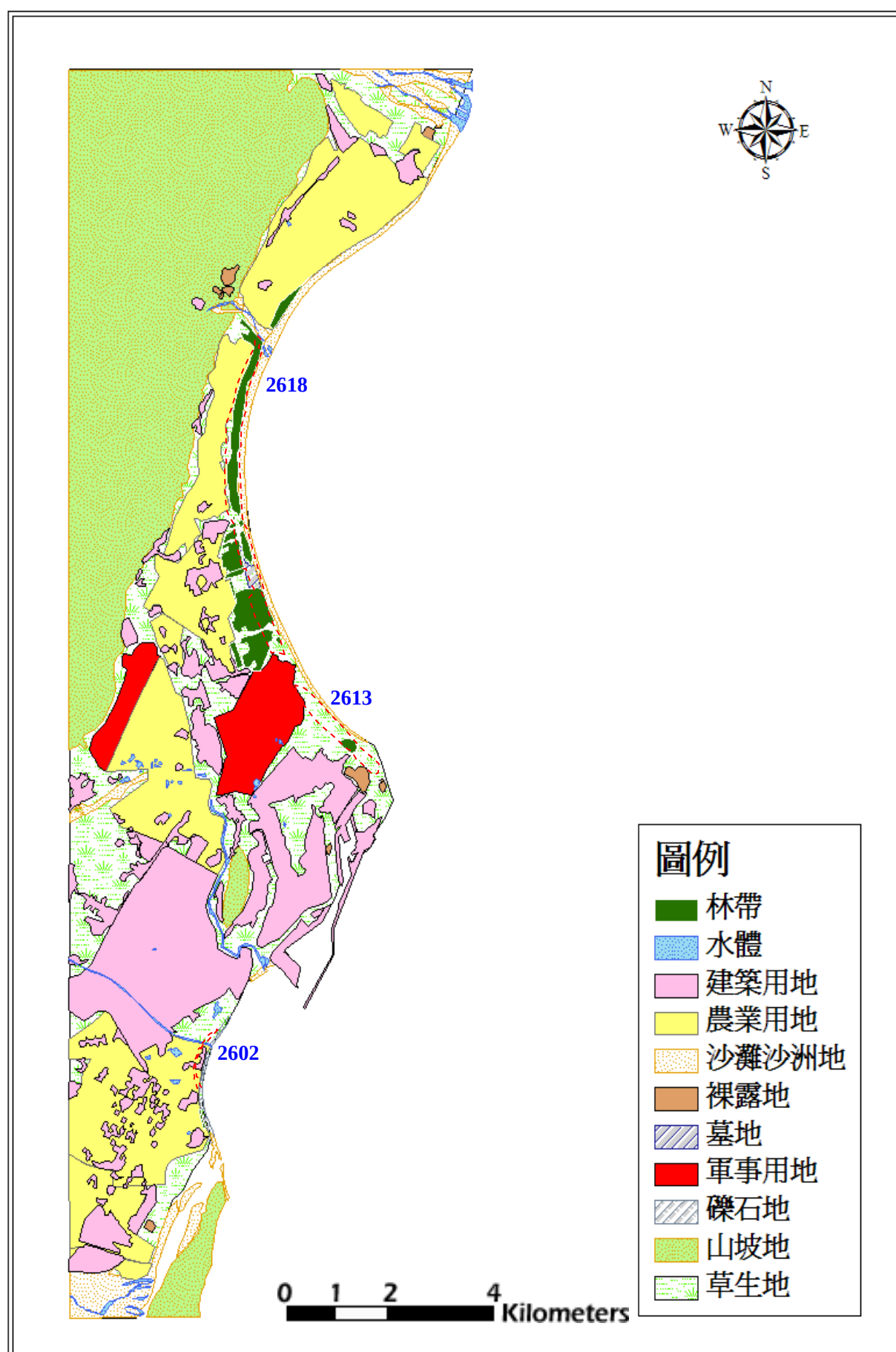


圖 5-10 1999 年花蓮濱海地景類型圖

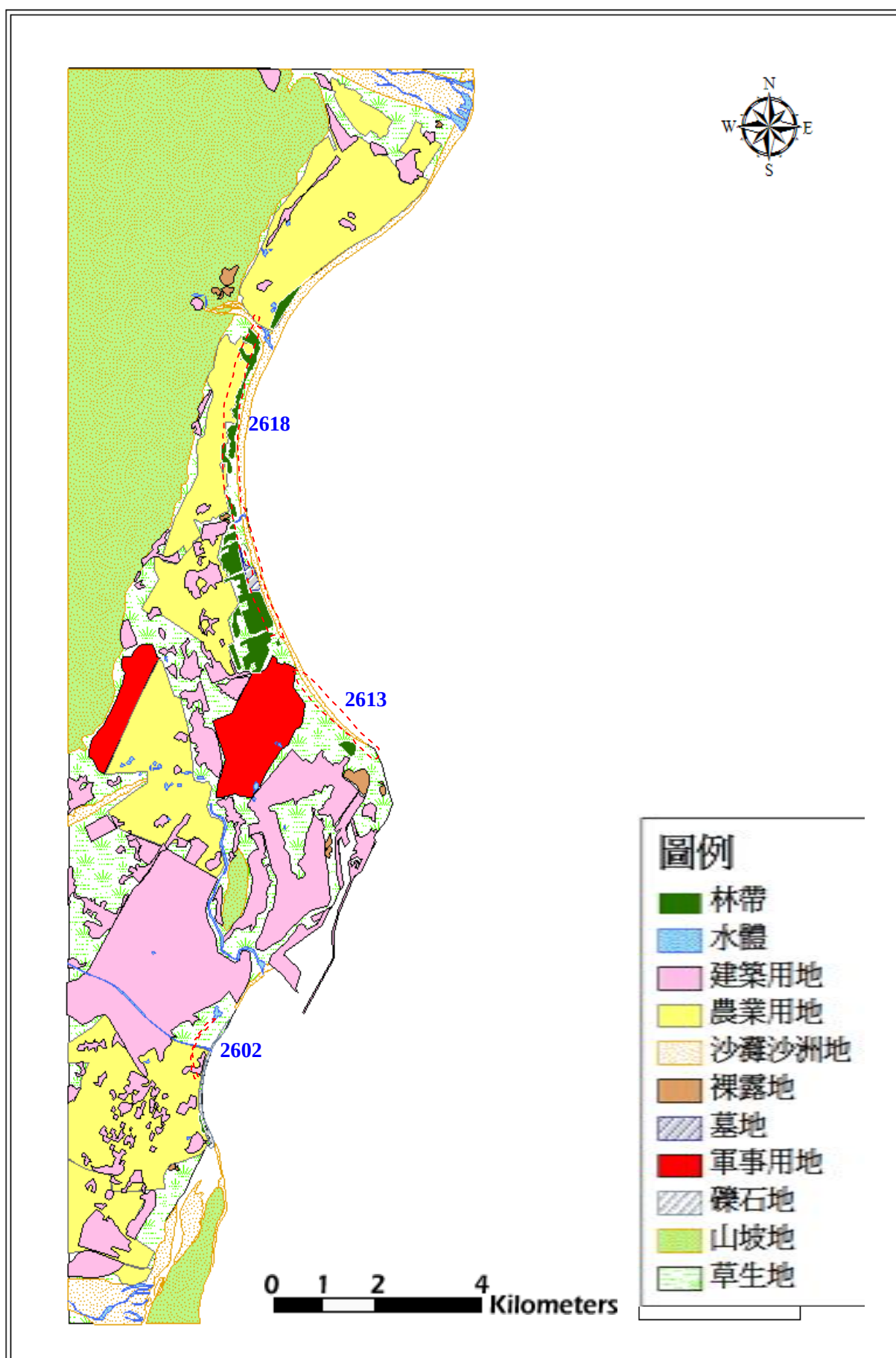


圖 5-11 2009 年花蓮濱海地景類型圖

表 5-7 地景類型面積統計表

地景類型	1999 年	2009 年	不變率	變遷率
	面積(%)	面積(%)		
林帶	2.16	1.85	0.69	-0.31
水體	0.68	0.65	0.97	-0.03
建築用地	19.4	19.66	0.74	0.26
農業用地	25.58	25.08	0.50	-0.50
沙灘沙洲地	4.40	4.67	0.73	0.27
裸露地	0.39	0.38	0.99	-0.01
墓地	0.11	0.11	1.00	0.00
軍事用地	3.81	3.81	1.00	0.00
礫石地	0.14	0.11	0.97	-0.03
山坡地	35.70	35.50	0.80	-0.20
草生地	7.84	8.17	0.67	0.33

此外由表 5-7 得知，地景面積增加的有草生地、沙灘沙洲地及建築用地，面積減少最多的則是農業用地及林帶，而面積趨近於不變的有墓地及軍事用地。其中林帶減少 0.31%，約 39.23 公頃，大多數皆成為草生地，此為草生地增加的原因。

本研究發現，由於衛星影像做過正射化處理，利用其分析大範圍的海岸線變遷，或透過增揚處理藉以判釋林帶孔隙之分布，可以獲得較佳成果；但若要細部探討地景之變遷，相較於正射影像圖而言，無法獲得理想而精準的成果。沈淑敏(1997)指出，各種圖像資料所包含的誤差必須遠小於海岸地形的變遷量，否則所得結果將無意義。因此，未來如要持續這方面的觀測，除了衛星影像以外，尚需搭配同年份的正射影圖輔助判釋，並需配合現況之調查，方能獲得精確的成果。

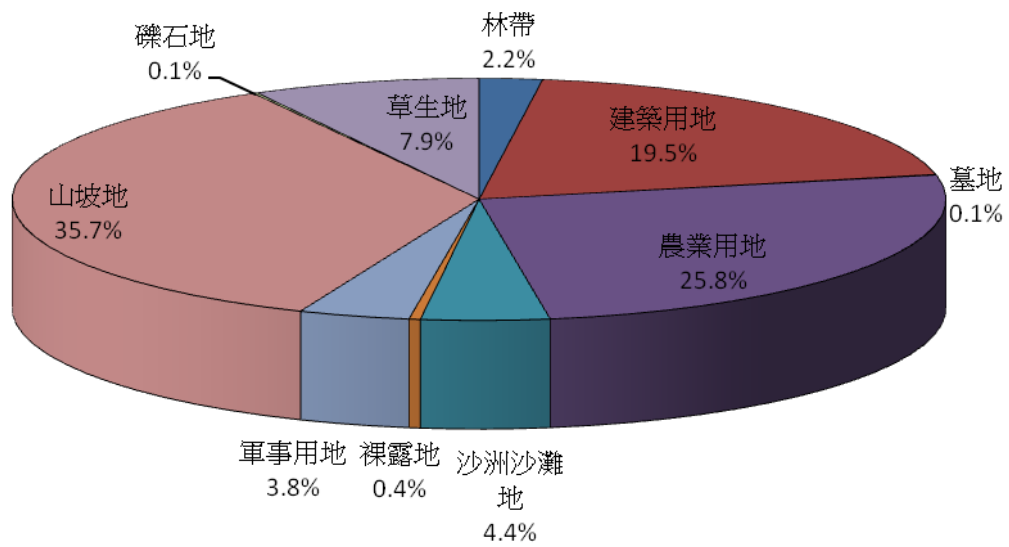


圖 5-12 1999 年地景類型面積百分比

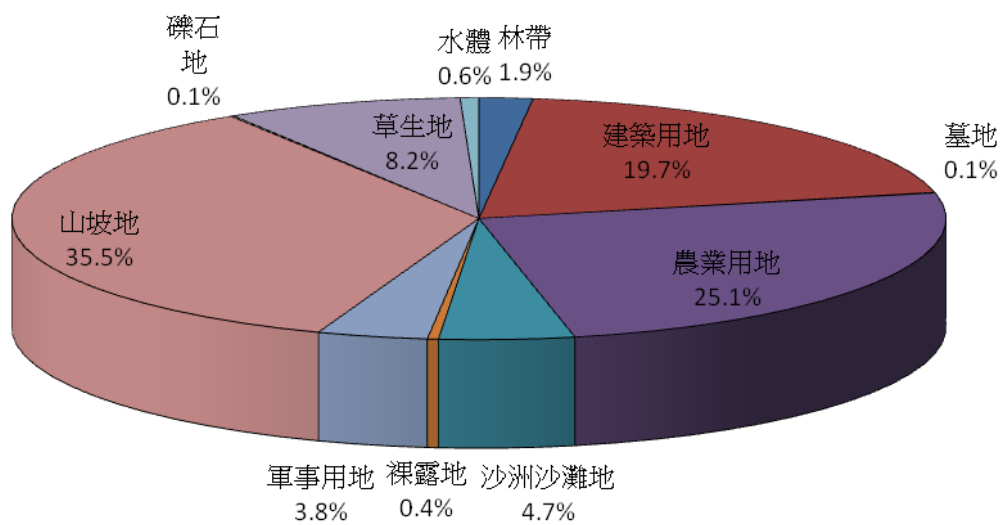


圖 5-13 2009 年地景類型面積百分比

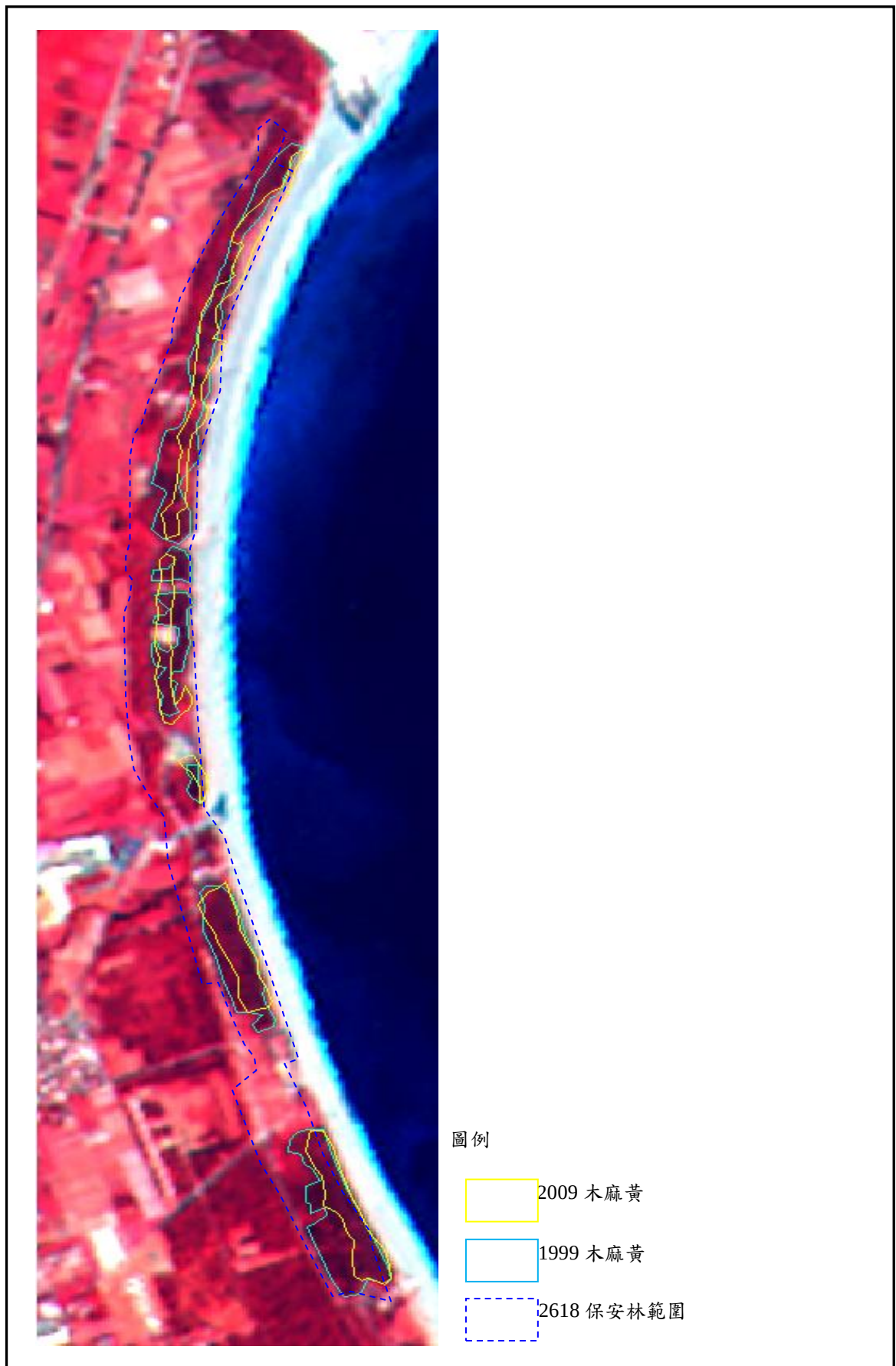


圖 5-14 1999 年與 2009 年增揚影像套疊圖

5.3 海岸人工堤與保安林之互動關係

花蓮海岸線全長約 140 餘公里，由於該海域屬於侵蝕性海岸，為了防止侵蝕現象繼續發生，以致於危害濱海居民之生命與財產安全，第九河川局於海岸地區採取許多防護措施進行保護，如設置海堤、離岸潛堤、投放消波塊與鋪設塊石等，相關海堤位置及海工構造物之長度及建造日期，彙整如表 5-8 及圖 5-15 所示，以確保堤後居民生命財產安全，目前海堤總長度 8,448.5 公尺，尚不及縣內海岸線十七分之一，根據調查各種海岸人工堤具體貢獻如表 5-9 所示。

雖然海岸人工堤結構物可有效防止波浪直接衝擊海岸，但突兀之消波塊排列，對於視覺環境景觀及親水性也造成極大之障礙。有鑑於此，花蓮第九河川局積極推動海岸環境改造計畫，依據「永續海岸整體發展方案」，確認海岸復育方向，朝向確保防災減災基本功能，進一步兼顧生態景觀、親水、休閒、觀光遊憩等多目標需求，期使達到「海岸永續經營」長遠目標。

因此，第九河川局從事南濱公園及七星潭海岸治理工程時，除以安全為基礎考量外，主要以塊石排列及保留原有大石的近自然工法，如照片 5-3 所示，配合原有景觀看台的連結，增加遊客之休閒遊憩去處，拉近人與海之距離。七星潭有林投及草海桐等 10 幾種原生種海濱植物，其中林投及草海桐毗鄰海灘生長，具有保護沿岸土地的功能。

由於季風的影響，花蓮海岸受到海浪不斷的沖淘刷洗，部分海岸線也不斷的減退。民國 92 年 9 月七星潭海岸保護工遭受杜鵑颱風巨浪沖毀，民國 93 年 12 月南瑪督颱風再度造成部分損壞，因而須進行修復工程。接續進行歲修之工程，營造花蓮縣觀光景點海堤 200 公尺及周遭環境的綠美化措施，其施工方法：前坡拋填 40 公分以上塊石，採 1：4 坡度比，厚度 1 公尺（基腳處 1.5 公尺）。後坡採 1：3 土坡並鋪植假儉草，堤後交叉種植 1~5 排

草海桐進行綠美化，於堤頂寬 3 公尺處，增設植草磚，交叉種植 3 排馬鞍藤。

自從民國 93 年起，在南濱與化仁海岸由於離岸潛堤興建完成後發揮功效，灘線已逐漸穩定，於安全無慮兼顧環境生態及創造海岸環境景觀等原則下，先行辦理南濱海岸以北 225 公尺之消波塊吊移工程，並配合堤坡鋪設 300kg~500kg 天然大塊石以穩定海堤，達到海岸環境景觀改善目的。另為求穩固堤腳，將消波塊吊放在堤前坡腳，除確保安全無慮下，適切營造親水海岸，讓民眾直接享受親水、釣魚、休憩生活，如照片 5-3 及 5-4 所示，並預先評估颱風侵襲時其穩定功能，作為未來花蓮海岸持續改善之依據。

由於海岸人工堤主要是針對侵蝕問題或是削弱波浪所帶來之侵襲，屬於海岸第一線的防衛設施；而保安林與一般森林不同之處，乃是它對於特定地區或環境負有特殊任務與目標。本研究區內之保安林係以防風及飛砂防止為目標而設立，也就是對於海岸人工堤所無法攔阻的飄鹽、飛砂及強風，能夠提供必要之防護，屬於海岸第二線的防衛設施，這就是兩者間很微妙且很密切的互動關係。因此，除了要維護海岸人工堤之功能外，並應注重提升現有保安林功效，使兩者相輔相成，緊密結合，以彌補海岸人工設施之不足，以發揮最大功效，增進社會公益，進而達到國土保安之目的。

本研究針對海岸人工堤與保安林互動之建議如下：

- 1.本計畫區之保安林歷經多次颱風破壞，應充分休養生息，不宜急於開放休憩活動。
- 2.緩坡海堤近自然工法設計，可增進人與海之互動，此工法值得推廣。
- 3.海堤於經常波浪未到處，建議覆土綠化，以營造優質海岸生態環境。
- 4.化仁海堤沙灘拋置之消波塊，建議移置於灘線下，以減少對環境衝擊。
- 5.南濱潛堤破壞景觀，建議在不影響船隻安全，宜將突出海面部分撤除。

表 5-8 計畫區現有海岸防護設施之長度及建造日期彙整表

海 堤 名 稱	工 程 內 容 (公尺)
新城鄉垃圾掩埋場東堤護坦	510
七星潭海岸保護工（北段）	750
七星潭海堤	380
七星潭海岸保護工（南段）	180
北濱海堤	966.5
南濱海堤	665
南濱離岸潛堤	8 座
化仁海堤	1,155
化仁海岸保護工	864
化仁離岸潛堤	8 座

表 5-9 各種海岸人工堤對於國土保安之貢獻

項 目	海 堤	離岸堤	突 堤	人工岬灣	潛 堤
向離岸型漂沙淤沙效果	尚可	尚可	尚可	佳(配合人工養灘效果更佳)	尚可
降低波高功能	佳	佳	無	對固定波向較有效	佳(較大波高時需採加寬堤寬或數列潛堤)
對景觀衝擊程度	小	大	大	小	無
經費	普通	高	普通	普通	高
施工性	方便	困難	方便	方便	困難
配合措施	人工養灘(用於沙源不足時)	人工養灘(用於沙源不足時)	無	人工養灘	人工養灘(用於沙源不足時)
漁民安全	影響低	夜間配警示標幟	影響低	夜間配警示標幟	有影響

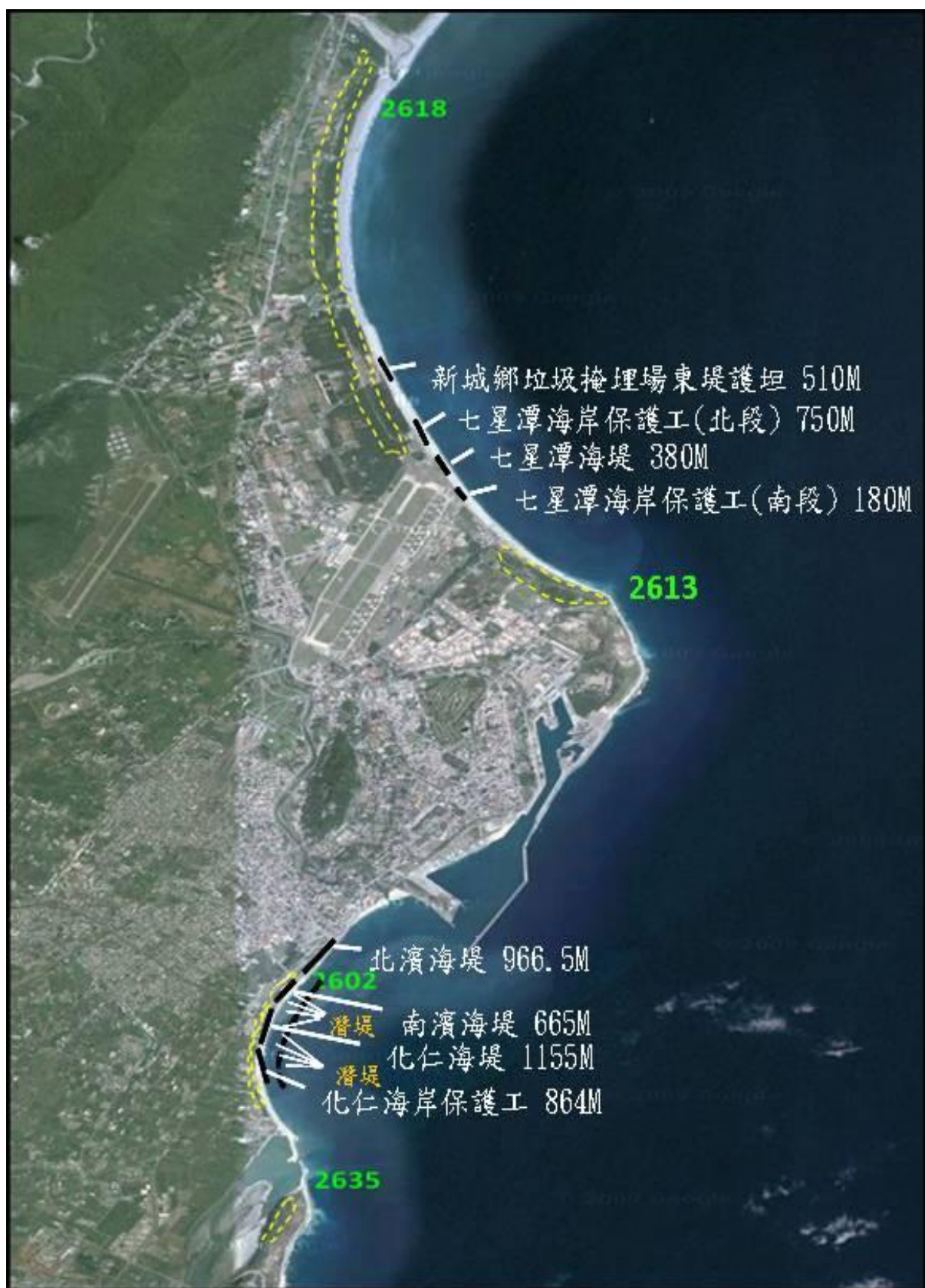
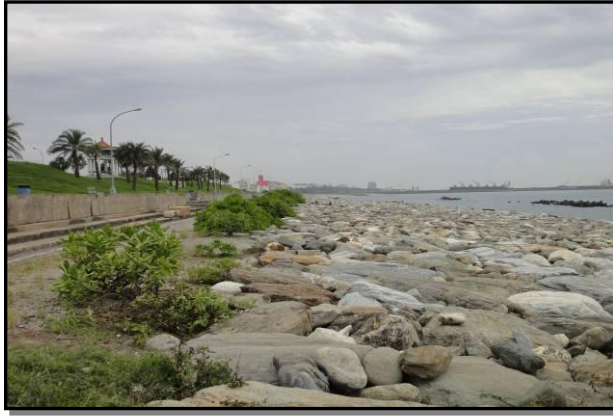


圖 5-15 計畫區現有海岸防護設施分佈圖



照片 5-3 南濱海岸設施與遊客休閒遊憩狀況



照片 5-4 七星潭海岸設施與遊客休閒遊憩狀況

5.4 潛在危險區劃定與非法占墾地處理

5.4.1 潛在危險區之劃定

濱海潛在危險區劃定之主要目的，將資訊提供相關單位作為管理參考與政策研擬之依據，以保障居民生命安全及減少災損。由於海岸災害的類型眾多，在不同的地區，因為海岸類型、環境特性及人為利用的差異，所遭受的災害亦不相同。一般海岸災害型式大致有：海岸侵蝕、海岸堆積、岩岸崩塌、颱風災害、河口氾濫(洪水災害)、海水倒灌、地層下陷、土壤液化、土壤鹽化、海岸污染、保安林毀損、生態破壞及人為開發等(張長義，1994；蕭再安，2006；De Pippo et al. 2008；黃怡婷，2009)。

海岸位居海洋與陸地之交界，潮汐與波浪日夜循環的衝擊，大氣的變化，人類的工程設施及活動，均對海岸穩定性造成影響。在本研究中資料之分析將海岸災害產生的因子分為地文因子、氣象因子、海洋因子及人為因子等，如圖 5-16 所示，相關因子如下所述：

1. 地文因子：

地表型態為海岸致災的基本因子，砂岸或岩岸會決定侵蝕的種類，砂岸易受海浪或暴雨沖刷而流失；岩岸則不易受侵蝕，但會產生崩塌之災害。距離河口的砂灘若有上游輸砂來源，則較為穩定。砂灘組成粒徑分佈亦會影響淘刷的速率；而高程則會影響暴潮侵襲的範圍。

2. 氣象因子：

在台灣影響海岸的氣象因子主要是颱風，台灣位於颱風移動路徑上，每年平均有 3~4 個颱風侵襲台灣，颱風來襲時挾帶狂風暴雨，更因氣壓降低，引發暴潮，這些因子綜合效應，會增加海岸侵蝕的能量；此外大量且集中之雨量，經常造成河溪出海口水位暴漲，使得海岸低窪地區及河口淹水，若適逢大潮，造成海水倒灌，將使淹水更加嚴重。

3. 海象因子：

日夜週期性的潮汐，是最基本的海岸營力，對於海岸長期的穩定性具有一定的影響；另氣壓變化所引發的波浪，亦是經常性的侵蝕因子。近岸地形的變化，則會結合海洋作用因子，改變潮流的流動方向與強度。

4. 人為因子：

人類在海岸地區的開發，將直接破壞地形及海岸的穩定性，且不當的人為設施更會加速海岸的劣化，產生災害；但人為植生保安林卻具有保護地表、減低侵蝕、防風定砂等功能。

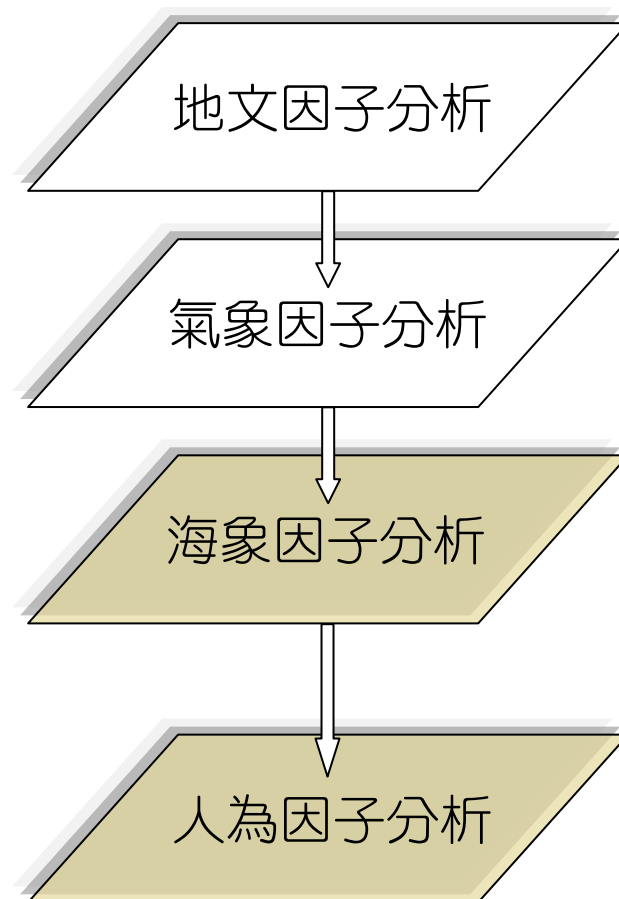


圖 5-16 潛在危險區劃定分析流程

評估海岸災害潛勢的方式，多依據經驗或物理概念，將影響海岸個別致災因子予以分級量化，即每一分級給定一個排序分數；例如將海岸型態分為 4 級：潟湖、凸岸、直岸及凹岸，分別給予 1、2、3、4 等分數，接著再將該區域各量化因子經由數學基本運算，所獲得之整體評估總分，若達某界定門檻值，則為潛勢危險區。

地文指標 (Geoindicators) 由 International Union of Geological Science(IUGS) 定義：地表演化過程和現象的量化，在 100 年內變化顯著且可以提供環境評估有意義的訊息。地文指標在許多環境管理或監測上均常使用，在海岸管理決策上，主要是作為災害風險評估或海岸變遷特性之研究。Bush et al. (1999) 使用地文指標研究美國北卡 (Bogue Banks) 地區海岸災害風險及變遷，利用表列計算方式從高程、植生等一般性質，到海岸穩定性、構造、海口距離、島嶼內在地形等 15 項指標，以三種等級進行分析。

De Pippo (2008) 研究在義大利北坎佩尼亞 (Northern Campania) 超過 150 公里長的海岸地區，該區分為三種不同之地形單元。研究中主要考慮了海岸侵蝕、河流氾濫、暴雨、崩塌、地震及火山、人工建設等六種災害因子；沿著這些區段，首先依據特性劃分地形單元，同時個別災害根據規模及重現性給予評估。確定每個地形單元的主要災害與次級災害，給予排序作為權重。經由交互作用矩陣，得到整個災害的評估，並以表單顯示，其結論為海岸區一個高度的壓力來自都市化效應。

García-Mora et al. (2001) 利用海岸砂丘脆弱度指標 (Coast Dune Vulnerability Index, DVI) 研究西班牙伊比利亞半島西南方海岸地區的砂丘，利用地形、植生、海洋、風力及人為因素等五項主要因子進行評估，再將每一主要項目細分為不同之子項，給定每一子項因子 0~4 分之數值，表示砂丘損壞之難易程度，數值愈大表示穩定性愈差，最後將每一主項中之子項分數相加取其百分率，再將五項因子平均即可得砂丘易損性指

標。羅毓芳 (2008) 亦採用上述 DVI 方法研究台灣新竹南港至苗栗竹南海岸地區之砂丘，但更改其子項目之項數及內容，以符合當地之條件。

Del Rio and Gracio (2009) 研究西班牙西南地區海崖因侵蝕而後退之議題，將評估項目分為物理及社經兩大因子。將物理因子再細分為 11 項，給予半量化之分數，其數值累加後，再利用無因次方式計算訂為災害指標 (Hazard Index, HI)；另將社經因子細分為 6 項，所得之指標訂為影響指標 (Impact Index, II)，最後再利將此二指標利用加權計算得風險指標 (RI)。其物理因子包含：海崖岩石、海崖構造、坡度、海岸保護的存在與特性、岩石平台的存在與特性、崖腳的工程構造物、潮汐區域、海浪衝擊(與暴潮的夾角)、暴風雨和波高的差異、相對海平面的變化趨勢、降雨。其社經因子包含：主要土地利用形態、開發面積百分率、自然保留區的存在、交通網路的形態、人口密度、人口的變化率。

在本研究中利用定量之分析，針對選定之因子，將潛勢災害分為穩定安全、輕度危險、中度危險及高度危險四個等級，各因子分數分別給予 1~4 分，數字愈大表示愈危險。所採用之因子，如表 5-10 所示，主要參考了 Bush et al. (1999) 及 De Pippo (2008) 所採用之因子，其中包含地文因子、氣象因子、海洋因子及人為因子之分析。地文因子以三子項代表：包含海岸型態、海岸侵蝕率及與河口距離；氣象因子則以五子項代表：包含四種不同重現期距之降雨所造成之淹水深度及颱風登陸次數；海洋因子則以不同重現期距之最大示性波高代表；人為因子則以三子項代表：包含植生、人造建物及海岸工程設施。

海岸潛勢災害分析共計十二子項，每一子項給定 1~4 分，各區域依此方式評分，再將各子項之分數加總得一綜合評估分數，最低為 12 分，最高為 48 分，最後再將綜合分數分為 4 個等級，小於 18 分為相對穩定安全區，18~26 分為輕度危險區，27~35 分為中度危險區及大於 35 分為高

度危險區，如表 5-10 所示。茲將各子項之細部說明如下：

1. 海岸型態：考量海岸侵蝕之難易程度，具有潟湖之海岸，因外圍具有砂洲或礁石可以保護海岸，故設定為穩定之海岸。在潮汐波浪長期作用下，海岸地形因沖蝕、堆積或因岩性之差異而形成凸岸、凹岸及平直海岸。凸岸因堆積或因岩性堅硬，較能承受外力作用，但因凸出於海中，仍受波浪外力等作用，在本報告中設定為輕度危險之潛勢災害區，凹岸則為高度危險之潛勢災害區。

2. 海岸侵蝕率：除了考量海岸之基本型態外，進一步考量歷年來海岸實際受侵蝕之大小，若歷年無侵蝕之狀況發生，則設定為相對穩定安全區；每年侵蝕率小於 1m 設為輕度危險區；每年侵蝕率介於 1~5m 間設為中度危險區；每年之侵蝕率大於 5m，則為高度危險區。海岸線之資料，可由不同時期之航照、衛星影像、實測或相關研究報告取得，侵蝕率則以不同時期之資料比對海岸線之變遷，再以平均值表示。

3. 距河口距離：河流在入海之河口處，在平時常因泥砂堆積，致使河床高於兩岸，當颱風暴雨時，極易造成洪水災害；加上由山區帶來大量水流及泥砂及海浪作用下，常使河口地形大量變動，漂砂或山區輸送之漂流木常會堆積於鄰近之海灘上，故設定距河口愈近愈容易有災情產生。

4. 淹水深度：在不同降雨條件下，低窪地區會有不同程度之淹水深度；降雨愈大淹水區域愈廣，淹水深度愈深。本報告自水利署取得不同重現期距之一日暴雨量的淹水潛勢圖，並將其納入潛勢災害分析中，其中共分為四個子項，不同淹水深度給予不同之評估分數，首先所要考量者為較小型之排水設施 10 年重現期距；其二為中型之排水設施考量之 25 年重現期距；其三則為大型排水設施之 50 年重現期距；最後則為異常氣候下颱風所帶來之超大豪雨，此雨量值通常逼近或超越 200 年重現期距。

5. 颱風登陸次數：颱風為影響台灣天然災害發生之重要因子，亦為

本計畫區帶來許多損害，經蒐集計畫區海岸防護設施歷年颱風災害狀況，如表 5-11 所示；目前氣象局將颱風侵襲台灣之路徑分為 10 號，如圖 5-17 示，其中以 3 號路徑對花蓮地區影響最大，故目前以此作為主要判斷颱風造成潛勢災害之依據。但歷年侵襲台灣的颱風平均每年 3~4 個，資料統計分析時僅以近 10 內影響花蓮之颱風為主，參考資料如表 5-12 所示，登陸或影響次數愈多表示潛勢災害愈大。

6. 波高（高程）：地形較低平的海岸區域，需承受潮汐、波浪、暴潮、海嘯、風砂的淘洗、打擊或侵襲，即使有人工海堤防護設施亦不能完全消除這些自然因素所造成的災害。本報告收集交通部運輸研究所（2009）花蓮港 1990~2008 年之波浪資料，進一步從事年最大示性波高頻率分析，結果以韋伯分布(Weibull distribution)可得最佳之近似，進而獲得不同重現期距最大示性波高；其中 2 年重現期距所得之最大示性波高為 7.5m，故在本研究中取陸地高程 8m 以下為高度危險之區域；最大示性波高之 200 年重現期為 12.9m，故設定高於 13m 為相對穩定安全區。其中再細分為 8~11m 為中度危險區，11~13m 為輕度危險區，在頻率分析中 11m 相當於 20 年重現期距之波高。

7. 植生覆蓋：由於人類活動或營造皆會影響植生的覆蓋率，因此，本研究將植生覆蓋納入人為因子中。在未固結岩層的坡面或海灘若有覆蓋良好的植生，將會增加海岸的穩定性，降低侵蝕及災害的發生；而營造管理良好的保安林更可阻擋風蝕的產生，消滅波浪潮汐破壞的能量。

8. 人造建物：當天然災害發生會造成人員傷亡或人造建物受損之區域，即為潛勢危險區；因此，人口愈密集區其災害潛勢愈高，研究中將無建物時設定為相對穩定安全區；人造建物 100m^2 (3 戶) 以下為輕度危險區； $100\sim 200\text{m}^2$ 為中度危險區； 200m^2 以上即為高度危險區。本報告中人工建物含違章建築。

9. 海岸工程設施：濱海地區設置愈多安全維護工程的地點，該區必定有安全疑慮，據此研究中將無任何工程構造物的區域設定為相對穩定安全區；若僅有一種設施為輕度危險區；工程設施種類愈多，隱含外力之作用強烈，需有多種不同功能之設施來防護，故 2 種設施及 3 種設施分別設定為中度及高度危險區。

表 5-10 海岸潛勢災害分級評估表

潛勢災害 等 級	第一級 相對穩定安全	第二級 輕度危險	第三級 中度危險	第四級 高度危險
評估分數	1	2	3	4
海岸型態	潟湖	凸岸	直岸	凹岸
海岸侵蝕率	無侵蝕	< 1 m/yr	1m/yr~5 m/yr	> 5 m/yr
距 河 口	> 1000 m	501m~1000m	300m~500m	< 300m
淹水深度 (10 年重現期距)	< 0.3m	0.3m~1m	1m~3m	> 3m
淹水深度 (25 年重現期距)	< 0.3m	0.3m~1m	1m~3m	> 3m
淹水深度 (50 年重現期距)	< 0.3m	0.3m~1m	1m~3m	> 3m
淹水深度 (200 年重現期距)	< 0.3m	0.3m~1m	1m~3m	> 3m
颱風登陸次數 (10 年內)	0~3	4~12	13~21	22 次以上
波 高 (重現期距)	> 13m (200 年)	11m~13m (25 年)	8m~11m (10 年)	< 8m (2 年)
植生覆蓋率	> 75%	51%~75%	25%~50%	< 25%
人造建物	無建物	< 100m ²	100~200m ²	> 200 m ²
海岸工程設施	無設施	1 種設施	2 種設施	3 種設施以上
綜合評估結果	< 18 分	18 分~26 分	27 分~35 分	> 35 分

表 5-11 計畫區海岸防護設施歷年颱風災害表

年度	颱風名稱	災 害 情 形
45	賽馬洛	1.南濱(舊)海堤毀損 16M。 2.北濱海堤毀損 94.3M。
46	佛琴妮	1.南濱(舊)海堤毀損 129M。
47	溫妮、艾琳	1.南濱(舊)海堤流失 796M。 2.七星潭海岸巨浪衝入村內。
50	貝蒂、裘恩	1.南濱(舊)海堤流失 111M。
56	吉達	1.南濱(舊)海堤毀損 12M。
69	波西	1.南濱(舊)海堤毀損 748M。
70	艾克	1.北濱海堤海灘嚴重沖蝕巨浪越堤。 2.七星潭海岸巨浪沖入民房。
71	安迪	1.化仁海堤巨浪越堤，海堤沖 17M 損壞 41M 計 58M。 2.北濱海堤巨浪越堤，海水灌入民房。
73	裘恩	1.北濱海岸消波工 0+050~0+448 流失下沉。 2.七星潭海岸未建海堤部份，巨浪沖入民宅。
74	海爾、衛奧	1.北濱海岸消波工 470M 受損。 2.化仁海堤堤腳嚴重刷深。
75	南施、佩姬、艾貝	1.化仁海岸沖蝕嚴重、海水灌入民房。
77	克蒂、魯碧	1.化仁海岸巨浪沖蝕、海灘流失、海岸線內移。
78	莎拉	1.南濱海堤基坡毀損 0+090~0+580 計 490M 前灘嚴重侵蝕。 2.化仁海堤堤腳地盤嚴重沖刷 0+000~0+800。
79	歐菲莉、黛特、波西、楊希、亞伯	1.南濱海堤復建工程受災，海堤受損擴大災害範圍幾近全毀，海灘嚴重侵蝕，灘線嚴重後退。 2.化仁海岸消波工受損 70M。 3.黛特颱風捲起巨浪寬達 100M 以上，直沖 193 號公路西側。
80	艾美、耐特	1.化仁海岸 0+048~0+075 消波工流失，堤尾以南海岸嚴重侵蝕。 2.南濱海岸消波工 No.1.2.3.4 座，160M 嚴重下沉。 3.北濱海岸消波工 0+550~0+980 嚴重下沉。
81	寶莉、泰德	1.南濱海岸消波工 No.1.5.6 三座流失下沉。 2.化仁海岸消波工 No.10.80M 嚴重下沉。 3.北濱海堤 No.3 消波工崩陷。
83	提姆、葛拉絲、席斯、凱特琳	1.化仁海堤堤尾與沙丘相連處大浪越堤冲破並造成嚴重災害，消波工嚴重下沉及流失。
84	蓋瑞、肯特、賴恩	1.北濱海堤消波工下陷，流失 211M。

85	葛樂禮、賀伯	1.北濱海堤消波工下陷流失 110M。 2.七星潭海堤護坦工受損。 3.化仁海岸 1+200~2+100 計 900M 嚴重侵蝕。
86	溫妮、安珀	1.化仁海岸未築海堤之砂丘段、造成嚴重沖刷 150M 消波工 714M 沖失及坍塌。 2.北濱海堤消波工護坦下陷流失 0+350~0+500 計 150M。 3.七星潭海岸巨浪嚴重沖蝕 1200M 危及縣道及機場安全。
87	奧托、瑞伯、芭比絲	1.北濱海堤消波工下陷流失 110M。 2.七星潭海岸保護工受損 750M。
88	瑪姬	1.化仁海堤海灘嚴重侵蝕、海岸線內移。
89	碧利斯、象神	1.化仁海岸潮位站沖毀。
91	辛樂克	1.未直接侵襲台灣，但七星潭鄰近海岸波浪及砂石溢淹高灘、民宅及道路受損。
92	杜鵑	1.七星潭海岸保護工遭巨浪沖毀。
94	海棠、泰利、龍王	1.化仁海堤長達約 200M 潰堤與坍塌，海水倒灌，緊鄰海岸的吉安鄉榮光社區嚴重淹水，水利署第九河川局緊急投放 208 座五噸消波塊，並修復海堤。 2.七星潭全部觀測樁斷裂、系統故障，巨浪將原先阻隔垃圾的岸堤破壞，除海岸邊陸地及防風林造成災害外，並危及花蓮市環保公園與垃圾掩埋場安全，監測資料中斷損失重大。 3.編號 2618 號防風保安林，受害率為 80%，沙東地區林下興建之木棧道全數被暴潮摧毀，只剩底樁基礎，海岸林外緣林帶亦被摧毀約 30M 寬，海堤、消波塊、海岸景觀臺、海岸遊憩木棧道等嚴重受害。
96	聖帕、羅莎	1.花蓮縣各河川出海口堆滿漂流木，尤以南、北濱海灘漂流木綿延數里。 2.侵襲南、北濱海岸，大浪捲走約 400M 沙灘，造成 2M 高度落差。
99	凡那比	1.七星潭風景區內自行車道遭巨浪重創，將海灘上的砂石沖上車道及草皮。水利署第九河川局 8 月初以自然工法修建之海堤，最重達半噸之拋石亦被海浪捲上岸，整個自行車道佈滿了海砂和石塊。

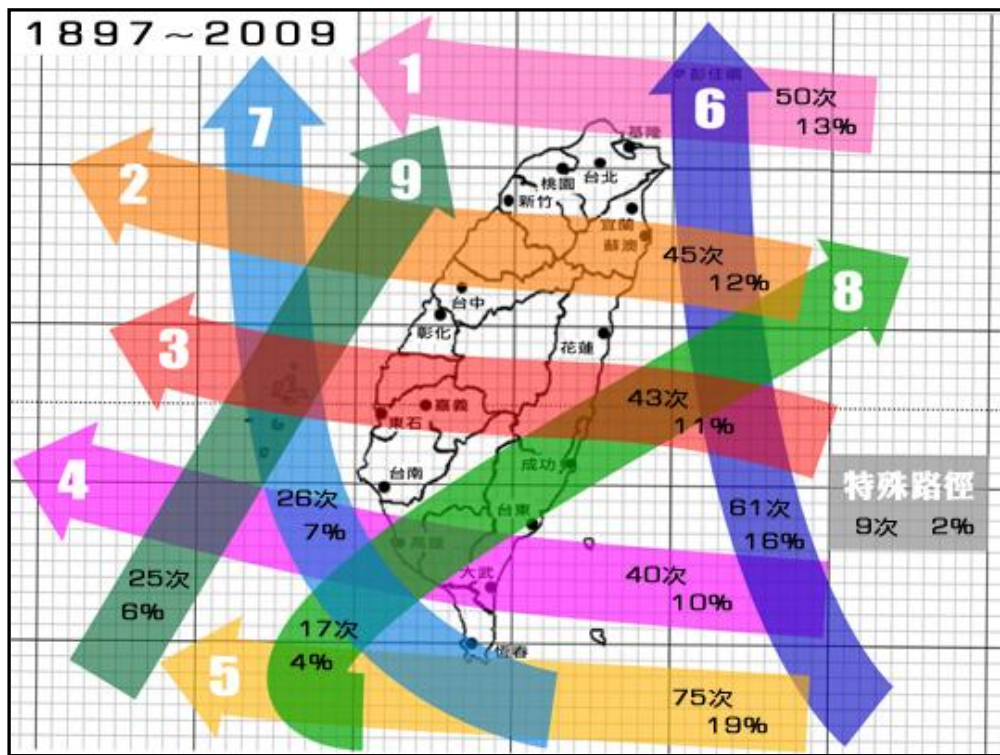


圖 5-17 歷年颱風路徑圖（資料來源：經濟部水利署）

依據經濟部水利署 97 年 12 月所製作之花蓮縣淹水潛勢圖，如附錄二所示，將相關資料套疊於本研究計畫區，繪製各保安林不同日降雨量（200mm、350mm、450mm 及 600mm）及不同重現期距（2 年、10 年、25 年及 200 年）之淹水潛勢圖，如附錄三所示；由附錄三得知，本研究計畫區之保安林於日降雨量 200mm（大豪雨）時尚無淹水情形，但日降雨量達 238mm（重現期距 2 年）以上時，即開始發生淹水，各計畫區淹水狀況如下所述：

表 5-12 1990~2010 影響花蓮之颱風(原始資料來源:中央氣象局颱風資料庫，本研究整理)

序 號	颱風		發生 年份	警報期間			近台 強度	侵台 路徑	登陸地點或 最接近花蓮 之地點	座標		近台近 中心氣 壓(豪巴)	近台近 中心最 大風速 (m/s)
	編號	名 稱		起	迄	登陸 時間				東經	北緯		
1	9005	歐菲莉 OFELIA	1990	06/21	06/24	06/23 13:00	中度	6	花蓮成功	121.5	23.5	968	38.0
2	9017	黛特 DOT	1990	09/06	09/08	09/07 22:00	中度	3	花蓮至 成功間	121.1	23.1	960	38.0
3	9215	歐馬 OMAR	1992	09/03	09/05	09/04 22:00	中度	3	花蓮至 成功間	121.9	23.2	945	40.0
4	9216	寶莉 POLLY	1992	08/27	08/31	08/30 14:00	輕度	3	花蓮至 宜蘭間	121.6	24.1	975	23.0
5	9219	泰德 TED	1992	09/20	09/23	09/22 12:30	輕度	6	花蓮至 成功間	121.4	23.8	985	30.0
6	9405	提姆 TIM	1994	07/09	07/11	07/10 20:00	強烈	3	花蓮 秀姑巒溪	121.5	23.5	945	53.0
7	9416	葛拉絲 GLADYS	1994	08/31	09/02	09/01 11:00	中度	2	花蓮至 宜蘭間	121.8	24.5	970	35.0
8	9714	溫妮 WINNIE	1997	08/16	08/19		中度	1	未直接侵襲， 受外環流影響			905	43.0
9	9717	安珀 AMBER	1997	08/27	08/30	08/29 03:50	中度	3	花蓮 秀姑巒溪	121.6	23.4	945	48.0
10	0010	碧利斯 BILIS	2000	08/12	08/23	08/22 22:00	強烈	3	台東成功	121.6	22.9	930	53.0
11	0108	桃芝 TORAJI	2001	07/28	07/31	07/30 00:10	中度	3	花蓮 秀姑巒溪	121.5	23.5	962	38.0
12	0216	辛樂克 SINLAKU	2002	09/04	09/08		中度	1	未直接侵襲， 受外環流影響			950	40.0
13	0313	杜鵑 DUJUAN	2003	08/31	09/02	09/02 0:00	中度	5	未直接侵襲最 接近點於秀姑 鼻南方外海	120.8	21.5	950	43.0
14	0407	敏督利 MINDULL	2004	06/28	07/03	07/01 22:40	中度	6	花蓮	121.5	23.9	942	45.0
15	0427	南馬都 NANMODAL	2004	12/03	12/04	12/04 07:40	中度	9	屏東枋寮	120.6	22.5	940	38.0
16	0505	海棠 HAITANG	2005	07/16	07/18	07/18 14:50	強烈	3	宜蘭東澳	121.9	24.2	912.0	55.0
17	0513	泰利 TALIM	2005	08/30	09/01	09/01 02:00	強烈	3	花蓮至 宜蘭間	121.6	23.7	920	53.0
18	0519	龍王 LONGWANG	2005	09/30	10/03	10/02 05:10	強烈	3	花蓮豐濱	121.6	23.7	925	51.0
19	0707	梧提 WUTIP	2007	08/08	08/09	08/09 09:00	輕度	3	花蓮至 台東間	121.4	23.4	992	18.0
20	0708	聖帕 SEPAT	2007	08/16	08/19	08/18 05:40	強烈	3	花蓮 秀姑巒溪	121.5	23.4	920	53.0
21	0715	柯羅莎 KROSA	2007	10/04	10/07	10/06 17:00	強烈	2	未直接侵襲， 最接近點於花 蓮外海	121.8	24.0	925.0	51.0
22	0808	鳳凰 FUNG-WONG	2008	07/26	07/29	07/28 06:50	中度	3	花蓮靜浦至 台東長濱間	121.5	23.5	948	43.0
23	0908	莫拉克 MORAKOT	2009	08/05	08/10	08/07 23:50	中度	3	花蓮市	121.9	23.9	955	40
24	1011	凡那比 FANAPI	2010	09/17	09/20	09/19 08:40	中度	4	花蓮豐濱	121.5	23.5	940	45.0
25	1013	梅姬 MEGI	2010	10/21	10/23		中度	9	未直接侵襲， 受外環流影響			935	48.0

2613 號飛砂防止保安林於日降雨量 200mm 時尚無淹水情形，但重現期距 2 年（日降雨量達 238mm 以上）時，即開始發生淹水；當日降雨量達 350mm 或現期距 10 年（日降雨量達 385mm 以上）時，民心段西北側開始淹水達 0.3 至 1.0m，少部分區達 1.0 至 2.0m；當日降雨量達 450mm 或現期距 25 年（日降雨量達 459mm 以上）時，淹水區域擴大，但仍集中在民心段西北側；當日降雨量達 600mm 或現期距 200 年（日降雨量達 622mm 以上）時，民心段淹水區域擴大之趨勢已趨緩和，但美港段北端濱海側淹水區域擴大，且部分深度達 3m 以上。

2618 號防風保安林於日降雨量 200mm 時仍無淹水情形，但重現期距 2 年（日降雨量達 238mm 以上）時，亦開始發生淹水；當日降雨量達 350mm 或現期距 10 年（日降雨量達 385mm 以上）時，北埔段、康樂段及大漢段皆已開始淹水，尤其北埔段較為嚴重，局部淹水深度達 3m 以上；當日降雨量達 450mm 或現期距 25 年（日降雨量達 459mm 以上）時，北埔段淹水深度達 3m 以上的區域增加，康樂段及大漢段淹水面積及深度變化不大；當日降雨量達 600mm 或現期距 200 年（日降雨量達 622mm 以上）時，各段淹水面積已無明顯變化，但康樂段局部區域淹水深度達 3m 以上。

2602 號飛砂防止保安林於日降雨量 200mm 時仍無淹水情形，但重現期距 2 年（日降雨量達 238mm 以上）時，亦開始發生淹水；當日降雨量達 350mm 或現期距 10 年（日降雨量達 385mm 以上）時，福德段、東昌段及海濱段皆已淹水，其中福德段及海濱段部分淹水深度達 2 至 3m；當日降雨量達 450mm 或現期距 25 年（日降雨量達 459mm 以上）時，各段淹水區域擴大，且淹水區域之深度大都達 3m 以上；當日降雨量達 600mm 或現期距 200 年（日降雨量達 622mm 以上）時，各段淹水區域之深度幾乎皆達 3m 以上。

再將計畫區內建物與 1 日暴雨達 600mm 以上潛勢淹水區，相互套疊，所得結果如附錄四所示。

由附錄圖 4-1 得知：當 1 日暴雨達 600mm 以上，2613 號飛砂防止保安林民心段內，僅少部分建物無淹水或淹水深度達 0.3~1m，而較多建物淹水深度達 1~2m；至於美港段僅少部分區域淹水深度達 2~3m，但建物區則無淹水。

再由附錄圖 4-2 得知：2618 號防風保安林北埔段及大漢段，僅少部分建物位於淹水深度 1~3m 範圍區內，而康樂段則無建物位於淹水區。

另由附錄圖 4-3 得知：2602 號飛砂防止保安林，無論是福德段、東昌段及海濱段，幾乎所有建物皆位於淹水深度大於 3m 之範圍區內。

為進一步更深入瞭解計畫區內，潛勢危險區位分佈概況，以適時提供危險警訊，告知住民，作為取締勸離之依據，因而再根據上述潛勢危險區評估表之結果，以 40m×40m 方格，描繪計畫區各保安林之潛勢危險區位分佈圖，如附錄五所示。

由附錄圖 5-1 得知：2613 號飛砂防止保安林民心段，較多建物位於第三級中度危險區內，僅少部分位於第二級輕度危險區；至於美港段所有建物皆位於第二級輕度危險區。

再由附錄圖 5-2 得知：2618 號防風保安林北埔段，大部分建物位在第二級輕度危險區，僅少部分位在第三級中度或第四級高度危險區；而康樂段內之建物，則幾乎皆位於第三級中度危險區；至於大漢段大部分建物位在第二級輕度危險區，僅少部分位在第三級中度危險區。

另由附錄圖 5-3 得知：2602 號飛砂防止保安林福德段，北端建物位於第四級高度危險區，而南端建物位於第三級中度危險區；東昌段與海濱段則是大部分建物位於第四級高度危險區，僅少部分建物位於第三級高度危險區。

由上述綜合得知，計畫區中經評估結果，以 2602 號保安林其潛勢危險度最高，又濱海地區淹水深度，並非潛勢危險區劃定之絕對指標，所以不淹水區並不代表安全；而經由海岸潛勢災害分級評估表所繪製之潛勢危險區位圖，則能更客觀明確表示濱海地區潛勢危險之區位，且由圖中得知濱海地區幾乎很少區位是相對穩定安全，因而此區域住民，更應提高警覺，及早遷離危險區域。

5.4.2 非法占用國土保安地之處理

保安林係藉由森林多樣化的效益，發揮水源涵養、防止土砂崩壞、防風、定砂、美化環境與衛生保健等各種功能，以達到國土保安目的之重要森林。然而仍有部分心存投機的民眾，擅自濫墾保安林地並非法佔用，對國土的危害不言可喻。由於保安林與民眾生命財產及自然生態平衡息息相關，建議保安林管理除針對合法開發案進行一系列之監督管理之外，另一個重點則是建立查報取締機制，以有效制止不法之違規行為發生，避免造成環境之破壞，並適時進行復舊作業，同時對於確屬違規案件，應依森林法內保安林相關法條，如表5-13所示，施以適當之處罰，除此之外，更應加強民眾教育宣導，並修改法規適度提高違規罰則。

為掌握全面性之通盤資訊，保安林違規行為之查報，不能僅依賴單一體系之運作，而需建立多元化資訊提供管道。由各項通報來源取得之查報案件，包含由鄉鎮公所查報、縣市政府自行查報、民眾檢舉、林務局各林管處查報、衛星影像偵測變異點、網路檢舉或其他單位移來案件等等，相關查報與取締作業流程如圖 5-18 所示。



圖5-18 林地違規濫墾佔用案件查報與取締作業流程圖

表5-13 森林法內保安林相關法條

森 林 法
第三十條 非經主管機關核准或同意，不得於保安林伐採、傷害竹、木、開墾、放牧，或為土、石、草皮、樹根之採取或採掘。除前項外，主管機關對於保安林之所有人，得限制或禁止其使用收益，或指定其經營及保護之方法。違反前二項規定，主管機關得命其造林或為其他之必要重建行為。
第三十一條 禁止砍伐竹、木之保安林，其土地所有人或竹、木所有人，以所受之直接損害為限，得請求補償金。保安林所有人，依前條第二項指定而造林者，其造林費用視為前項損害。前二項損害，由中央政府補償之，但得命由因保安林之編入特別受益之法人、團體或私人負擔其全部或一部。
第五十一條 於他人森林或林地內，擅自墾殖或占用者，處六月以上五年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金。 前項情形致釀成災害者，加重其刑至二分之一；因而致人於死者，處五年以上十二年以下有期徒刑，得併科新臺幣一百萬元以下罰金，致重傷者，處三年以上十年以下有期徒刑，得併科新臺幣八十萬元以下罰金。 第一項之罪於保安林犯之者，得加重其刑至二分之一。 因過失犯第一項之罪致釀成災害者，處一年以下有期徒刑，得併科新臺幣六十萬元以下罰金。 第一項未遂犯罰之。 犯本條之罪者，其墾殖物、工作物、施工材料及其所使用之機具沒收之。
第五十二條 竊取森林主、副產物而有左列情形之一者，處六月以上五年以下有期徒刑，併科贓額二倍以上五倍以下罰金： 一、於保安林犯之者。 二、依機關之委託或其他契約，有保護森林義務之人犯之者。 三、於行使林產物採取權時犯之者。 四、結夥二人以上或僱使其他人犯之者。 五、以贓物為原料，製造木炭、松節油、其他物品或培植菇類者。 六、為搬運贓物，使用牲口、船舶、車輛，或有搬運造材之設備者。 七、掘採、毀壞、燒燬或隱蔽根株，以圖罪跡之湮滅者。 八、以贓物燃料，使用於礦物之採取，精製石灰、磚瓦或其他物品之製造者。 前項未遂犯罰之。 第一項第五款所製物品，以贓物論，並沒收之。
第五十四條 毀棄、損壞保安林，足以生損害於公眾或他人者，處三年以下有期徒刑、拘役或科新臺幣三十萬元以下罰金。

由於收回非法占用國土保安用地之行政成本相當高，面對占有人進行抗爭時需付出巨大社會成本，特別是墳墓、寺廟處理上遭受民間信仰及習俗等因素，地方人士反彈聲浪大。再者，收回林地過程，需提請訴訟，經法院判決確定後，使得據以強制執行收回林地，相當費時。有鑑於此，為能有效提升執行成效，提出以下處理建議：

1. 棍子與蘿蔔的雙管齊下策略：建立統一且多元化（衛星監測、人工巡查、檢舉專線…）的違規查報機制，以取締績效作為社區營造、道路修繕等環境改善補助款的衡量指標之一。
2. 遷離濱海潛在危險區：由於濱海地區違建之位置極為臨近海岸，颱風時又有潰堤及溢堤之虞，住民的處境堪憂，因此，所劃定之濱海潛在危險區相關資訊，將可作為勸導住民遷離之依據。
3. 加強清查占用國土保安用地：超過10年以上之案件，依「國土復育策略方案暨行動計畫」鼓勵願意積極配合拆除及廢耕者，給予適當之救助；未逾10年者，逕以刑事訴訟處理。
4. 營林替代方案：符合解編條件或已解編的區域，如墓地、海水淹沒區及道路兩側，若無法恢復營林，則建議在其周邊施設防風牆或防風網，除了可以降低對環境景觀之衝擊與防止濫葬區擴大外，亦可達到維護原有保安林功能之作用。
5. 增加取締人員並持續進行取締：由於林務與警政單位人力有限，且各有其專責任務，故常造成取締人力不足現象，且因保安林大多位處偏僻地區，經常造成取締上之死角。因此，建議未來可以與社區林業相結合或以替代役方式成立「保林護土」專責小組，長期持續地進行取締巡察工作，才能有效即時遏阻取締占用國土之非法行為。
6. 建立檔案追蹤稽查：由於保安林區範圍廣大，易造成取締人員責任負擔沈重，若能將曾經取締過占墾占用的地點，建立檔案加強追蹤稽查，

並增設監視錄影器材，將有助於減輕取締人員負擔。

7. 發揮公權力強化後續處理效率：經地方法院民事判決定讞者，應儘速會同地方法院民事執行處人員，強制收回遭非法占用之國土保安地，並完成復舊造林，使國土保安更加確實，充分揮公權力以強化處理效率，讓民眾瞭解政府執法的決心，勿心存僥倖、觀望與效尤。
8. 導正民眾觀念加強法治宣導：由於民眾未能深入瞭解占墾及占用對於環境破壞與自身後果的影響，恣意砍伐林木，因而誤觸法網，導正民眾正確觀念，並加強法治宣導，對於保育與守法的教化，才能落實，並達到深植人心的目的。
9. 廣設教育宣導及警告標語牌：在保安林區出入口處，或民眾易進出地點，豎立教育宣導及警告標語牌，讓民眾瞭解保安林功能，並知道違反森林法之嚴重性以及管理單位對於違者依法究辦的決心。
10. 推廣保安林戶外教學活動：為使保林、護林與愛林的觀念向下紮根，向社會各階層傳播，除了應推廣保安林戶外教學活動，加強對國中小學孩童進行宣導之外，同時廣設保安林戶外教室，並培訓保安林義工與志工，結合社會大眾力量投入及參與。

茲將編號2618、2602及2613號保安林，濫墾佔用、墓地及公共設施設置之相關資料與營林替代方案列於表5-14中，以提供保安林經營管理之參考。

表5-14 濫墾佔用、墓地及公共設施設置之相關資料與營林替代方案

編號	2613	2618	2602
解除面積 (ha)	0	0.959240	1.324517
解除原因	-----	解除無法恢復營林之墓地及民航局助航設施。	大部分係因海水淹沒無法恢復營林，小部分係因闢成柏油道路非營林使用。
目前存在問題	違建拆除跡地及廢棄違建如照片 5-5 及 5-6 所示	違建及廢料任意丟棄如照片 5-7 及 5-8 所示	違 建 如照片 5-9 及 5-10 所示
違建濫墾面積 (ha)	2.012854	0.688643	0.269871
未來執行建議	本區非法占用部份：墾地面積 0.089679 公頃、石材堆置場 1.403979 公頃、建地 0.372548 公頃、壘球場 0.146648 公頃，合計面積 2.012854 公頃。未來擬俟拆屋還地之訴收回土地，排除地上物後，編列經費復舊造林。	本區遭非法濫建建物計 58 間，面積 0.688643 公頃；廢料任意丟棄，目前皆已清除，未來需加強巡守，甚至加裝監視設備，除可達嚇阻作用外，還可有記錄資料，做為往後取締之依據。發現違法，得依森林法相關法條，如表 5-13 所示，移送法辦。	由於此區違建之位置極為臨近海岸，颱風時又有潰堤及溢堤之虞，居民的處境堪憂；但因此處住民，皆不願自行遷離，建議應再儘速協調勸離，並加強巡守管理，除了避免住民再擅自開墾及擴建外，還可達到颱風時期減少災害發生的功能。
營林替代方案	本編號飛砂防止保安林林相不甚完整，為強化該保安林之功能，提昇優質林相，除現有天然闊葉林宜做更新或營造複層林計畫外，對於經由訴訟收回的土地，由於該區商機無限，應加強護管，並儘速編列經費復舊造林。	符合解編條件或已解編的區域，如墓地，若無法恢復營林，則建議在其周邊施設防風牆，除了可以降低對環境景觀之衝擊與防止濫葬區擴大外，亦可達到維護原有保安林功能之作用，如照片 5-11 所示。	符合解編條件或已解編的區域，如海水淹沒區及道路兩側，若無法恢復營林，則建議在道路兩側及淹沒區高潮位線以上適當地點處，施設防風網，以維護原有保安林功能，如照片 5-12 所示。



照片5-5 2613號違建拆除基地



照片5-6 2613號廢棄違建



照片 5-7 2618 號違建情形



照片 5-8 2618 號廢棄料處理後情形



照片 5-9 2602 號違建情形(一)



照片 5-10 2602 號違建情形(二)



照片 5-11 2618 號防風保安林之防風牆施設前後示意對照圖



照片 5-12 2602 號飛砂防止保安林之防風網施設前後示意對照圖

5.5 微氣候調查與分析結果

為能進一步瞭解防風林帶內外立地環境差異對微氣候之影響，因而再進行七星潭試區（2618 及 2613 號保安林）溫度、溼度、氣壓、最高最低溫度、光照度、日輻射、土壤水分及地溫等微氣候因子之觀測，分析比較林帶內外及不同立地環境微氣候之變化，所得成果可以提供往後防風林營造及濱海休憩娛樂區開發之參考。

5.5.1 照度觀測結果

由表 5-15 至表 5-20 得知，七星潭林帶外之照度約為林帶內 110 倍，由於人體若長時間曝曬在太陽下極易曬傷與中暑，故防風林區為一處極佳之天然遮蔽場所。

一般自然光之照度如表 5-21 所示，本研究所得成果顯示，林帶外觀測值與中午太陽直射及露天地面之照度值 100000 lx 相近，達到極大值，而林帶內照度則與房內中心相近，為最小值。

表 5-15 2618 號防風保安林微氣候觀測值（99.4.18）

地點	平均照度 (lx)	日輻射量 (mJ/m ²)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	平均溫度 (°C)	平均氣壓 (mb)	平均溼度 (%)	平均風速 (m/s)
林外	76000	10.76	25.3	19.1	22.1	1013	79	1.5
林內	670	2.32	23.8	19.8	21.4	1015	90	0

表 5-16 2618 號防風保安林微氣候觀測值（98.8.22）

地點	平均照度 (lx)	日輻射量 (mJ/m ²)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	平均溫度 (°C)	平均氣壓 (mb)	平均溼度 (%)	平均風速 (m/s)
林外	90000	20.85	35.9	25.5	30.5	1005	69	3.1
林內	810	4.65	30.5	26.0	28.2	1007	82	0

表 5-17 2618 號防風保安林微氣候觀測值 (98.10.30)

地點	平均照度 (lx)	日輻射量 (mJ/m ²)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	平均溫度 (°C)	平均氣壓 (mb)	平均溼度 (%)	平均風速 (m/s)
林外	82000	13.67	28.3	19.6	24.2	1013	71	2.9
林內	730	2.94	27.9	21.6	24.7	1015	80	0

表 5-18 2618 號防風保安林微氣候觀測值 (98.11.12)

地點	平均照度 (lx)	日輻射量 (mJ/m ²)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	平均溫度 (°C)	平均氣壓 (mb)	平均溼度 (%)	平均風速 (m/s)
林外	12500	6.23	26.0	20.6	23.2	1013	76	2.5
林內	113	1.28	25.3	22.4	23.6	1015	85	0

表 5-19 2613 號飛砂防止保安林微氣候觀測值 (99.4.16)

地點	平均照度 (lx)	日輻射量 (mJ/m ²)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	平均溫度 (°C)	平均氣壓 (mb)	平均溼度 (%)	平均風速 (m/s)
林外	79000	9.43	25.4	20.6	22.6	1018	60	2.5
林內	710	2.05	22.9	20.7	21.5	1020	70	0

表 5-20 2613 號飛砂防止保安林微氣候觀測值 (99.7.05)

地點	平均照度 (lx)	日輻射量 (mJ/m ²)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	平均溫度 (°C)	平均氣壓 (mb)	平均溼度 (%)	平均風速 (m/s)
林外	91500	18.46	33.6	25.9	29.7	1004	72	2.4
林內	840	3.97	30.0	26.7	27.6	1006	84	0

表 5-21 自然光之照度表

氣 候	照 度
夏日中午太陽直射照度	100,000 lx
露天地面	100,000 lx
樹蔭	10,000 lx
建築物陰影	5,000 lx
接近窗戶區域	2,000 lx
房屋中心	100 lx
無雲晴天（藍天）	90,000 lx
薄雲陰天	30,000~50,000 lx
稍暗陰天	10,000~15,000 lx
暗雨天	7,000~10,000 lx

5.5.2 日輻射量觀測結果

由表 5-15 至表 5-20 得知，林帶內之日輻射量為林帶外的 1/5，此係由於樹木枝葉具有吸收及遮蔽日輻射的功能，當太陽照到樹冠上時，有 30-70% 的太陽輻射量會被吸收，僅有一小部分透過林冠到達林內，且強度和性質都發生了變化。

5.5.3 最高及最低溫度觀測結果

由表 5-15 至表 5-20 得知，夏季時，七星潭林帶外最高溫度高出林帶內 5℃，最低溫度則低於林帶內 0.5℃；冬季時，七星潭林帶外最高溫度高出林帶內 0.4℃，最低溫度則低於林帶內 2℃。

由於白天時，樹冠阻止太陽輻射，而樹木的比熱比土壤大，當樹葉表面蒸散時需吸收熱量，因而林帶內氣溫不會急劇升高，故最高溫度低於林外；又夜晚時，林冠像似一個大的保護罩，林地內的長波輻射被林冠阻擋，防止熱量迅速散失，故其最低溫度略高於林外。

5.5.4 平均溫度觀測結果

由圖 5-19 至及圖 5-24 得知，林帶內外溫度於清晨 6 點即開始緩慢上升，至下午 2 點達到最高，而後逐漸降低。一般夏季溫差較大，七星潭林帶外之平均溫度高於林帶內約 2.3°C ；冬季溫差較小，七星潭林帶內之平均溫度高於林帶外約 0.5°C 。

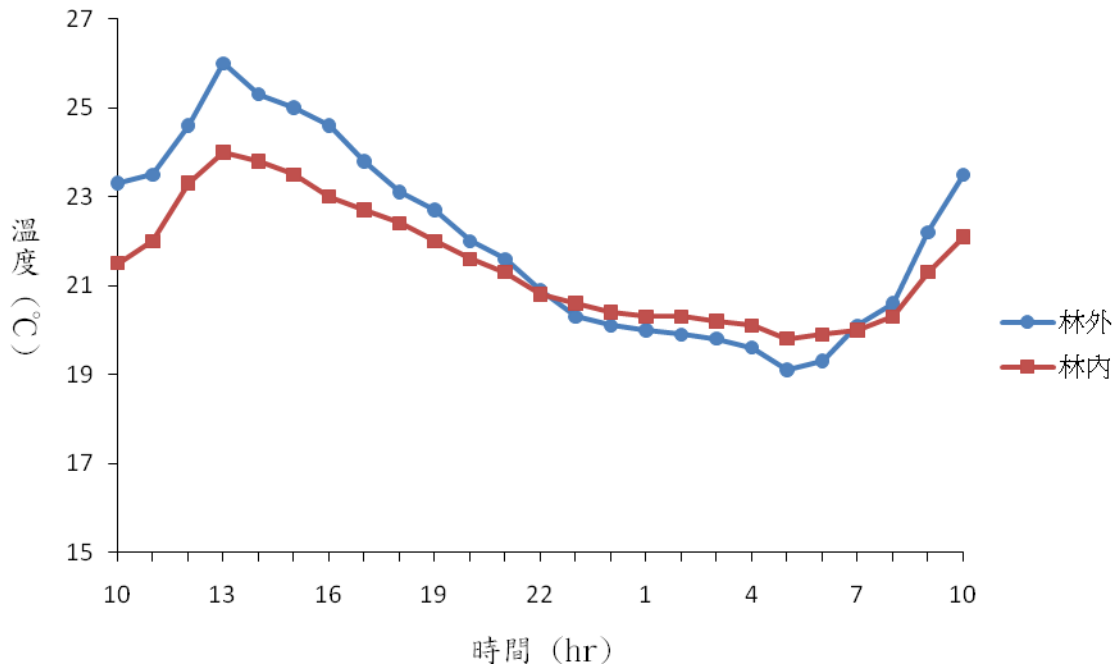


圖 5-19 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (99.4.18)

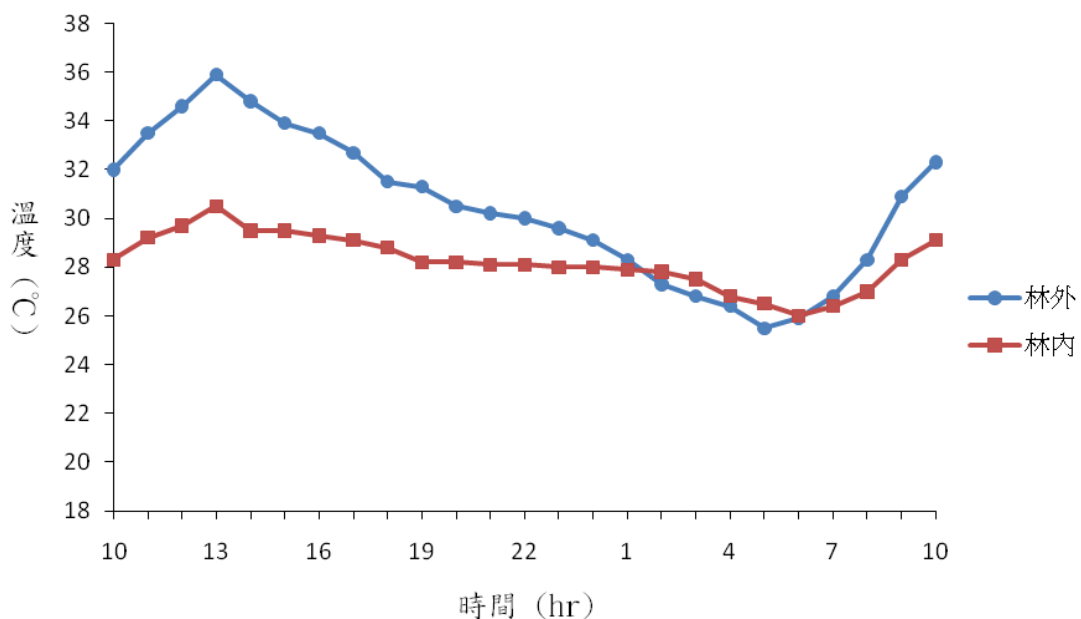


圖 5-20 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (98.8.22)

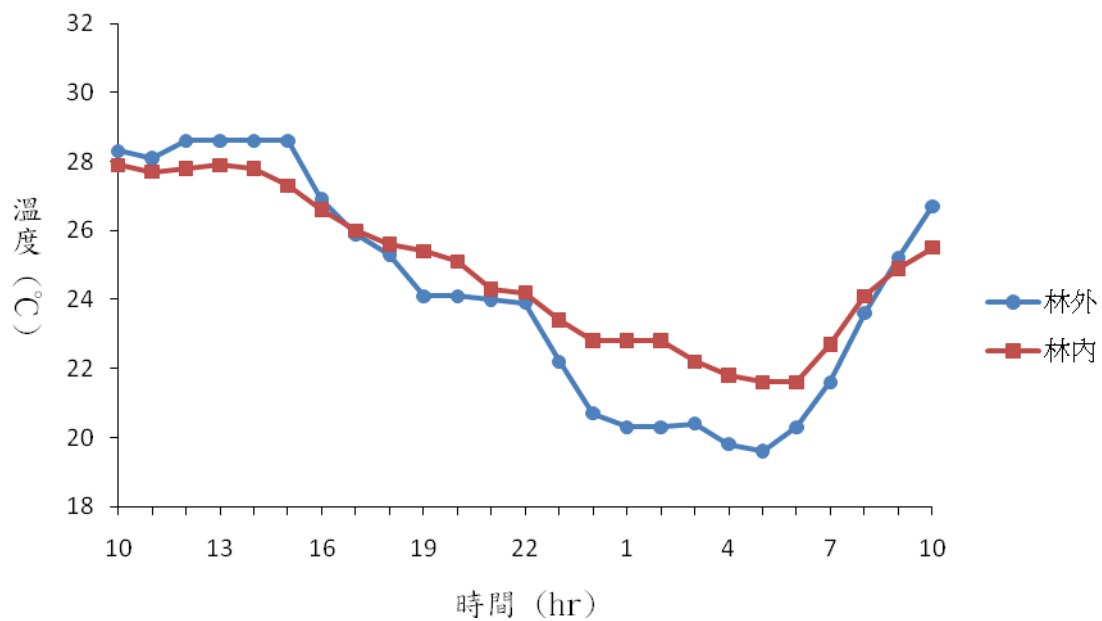


圖 5-21 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (98.10.30)

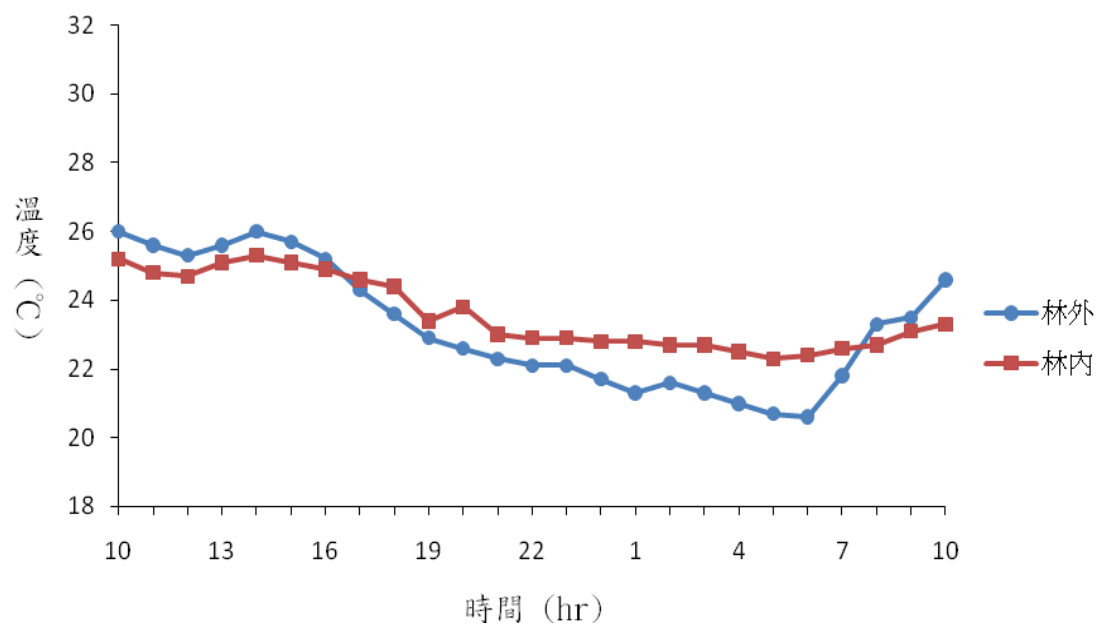


圖 5-22 2618 號防風保安林平均溫度變化圖 (98.11.12)

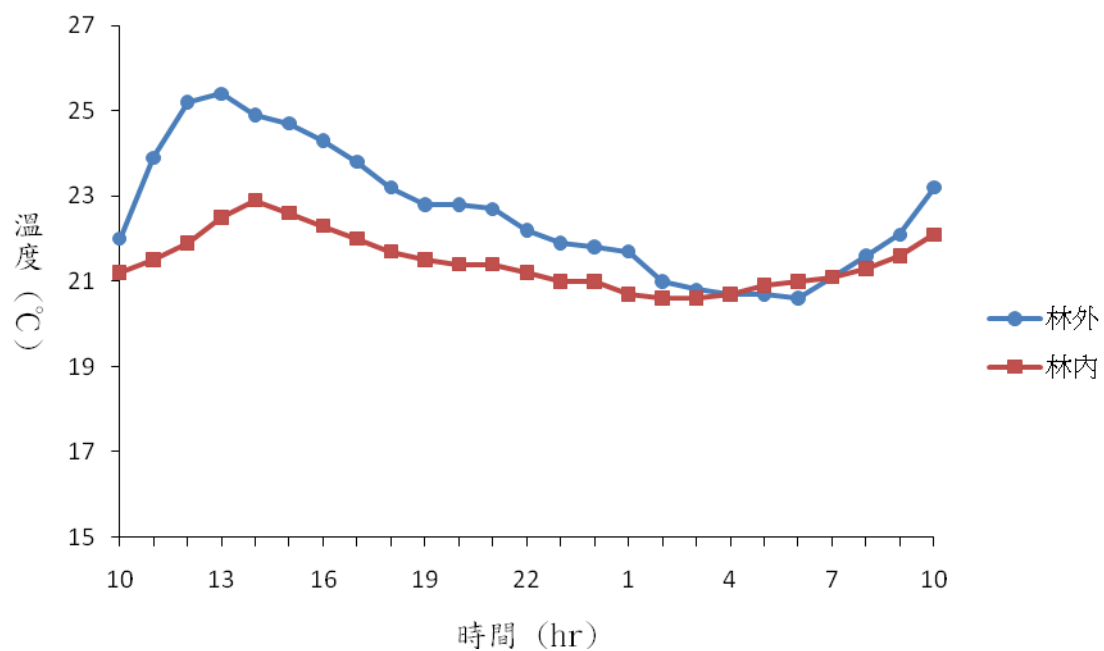


圖 5-23 2613 號飛砂防止保安林平均溫度變化圖 (99.4.16)

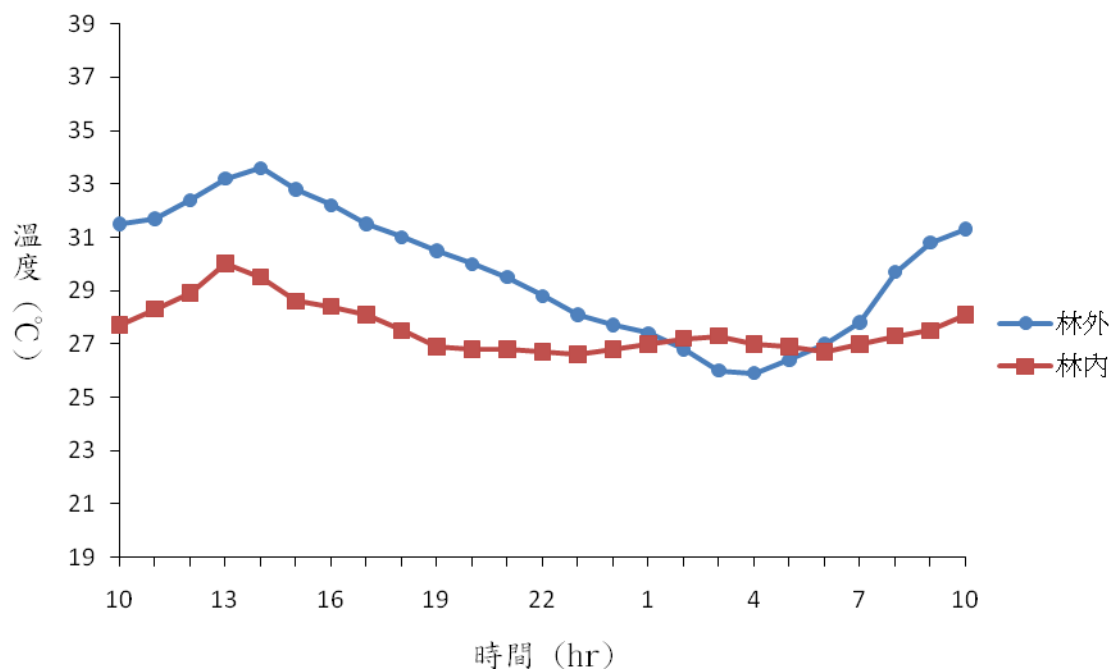


圖 5-24 2613 號飛砂防止保安林平均溫度變化圖 (99.7.05)

5.5.5 相對溼度觀測結果

由於溫度與濕度有反比之關係，當溫度降低會相應使相對溼度提高。根據表 5-15 至表 5-20 及圖 5-25 至 30 得知，七星潭林帶內平均相對溼度高出林帶外約 9-13%，此趨勢與唐琦(2005)、徐森雄(2003)研究結果相同。由於人類對周遭大氣環境的適應能力因年齡和身體狀況而有所不同，其中影響人體舒適程度的氣象要素包括氣溫、濕度和風等。而中央氣象局根據天氣預報之溫度及露點溫度等資料，依下式計算舒適度指數，並將指數劃分為六個等級的舒適度，當指數 10 以下為非常寒冷、11 至 15 為寒冷、16 至 19 為稍有寒意、20 至 26 為舒適、27 至 30 為悶熱及 31 以上為易中暑等。

$$THI = T - 0.55 \left[1 - \frac{\exp\left(\frac{17.269Td}{Td + 237.30}\right)}{\exp\left(\frac{17.269T}{T + 237.30}\right)} \right] (T - 14)$$

式中 THI：舒適度指數。

T：溫度。

Td：露點溫度。

由於從溫度及相對濕度可推求得露點溫度(黃隆明，1997)，因此，將表 5-15 至表 5-20 中林內外之平均溫度、平均濕度及推求而得之露點溫度，代入上式中計算後，獲得七星潭林帶內、外不同季節之舒適度指數狀況，如表 5-22 所示；由表 5-22 得知，無論任何季節在林帶內皆為舒適的等級；而林帶外僅於秋季為舒適的等級，春、冬兩季則為稍有寒意，至於夏季則是悶熱等級。由此再次證實，當氣溫較熱或較冷時，防風林帶確實非常適合做為避寒與避暑的場所。

表 5-22 七星潭林帶內、外不同季節舒適度指數狀況

季節	春	夏	秋	冬
林內	20.9	26.7	22.6	22.2
	舒適	舒適	舒適	舒適
林外	19.4	27.7	23.5	18.4
	稍有寒意	悶熱	舒適	稍有寒意

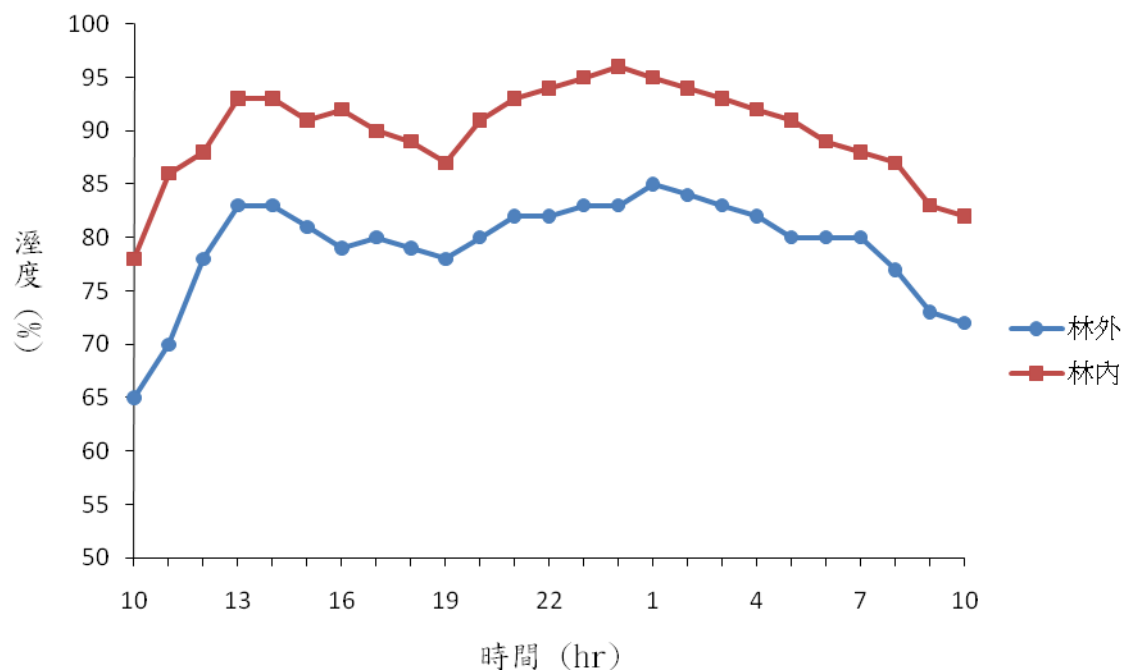


圖 5-25 2618 號防風保安林濕度變化圖 (99.4.18)

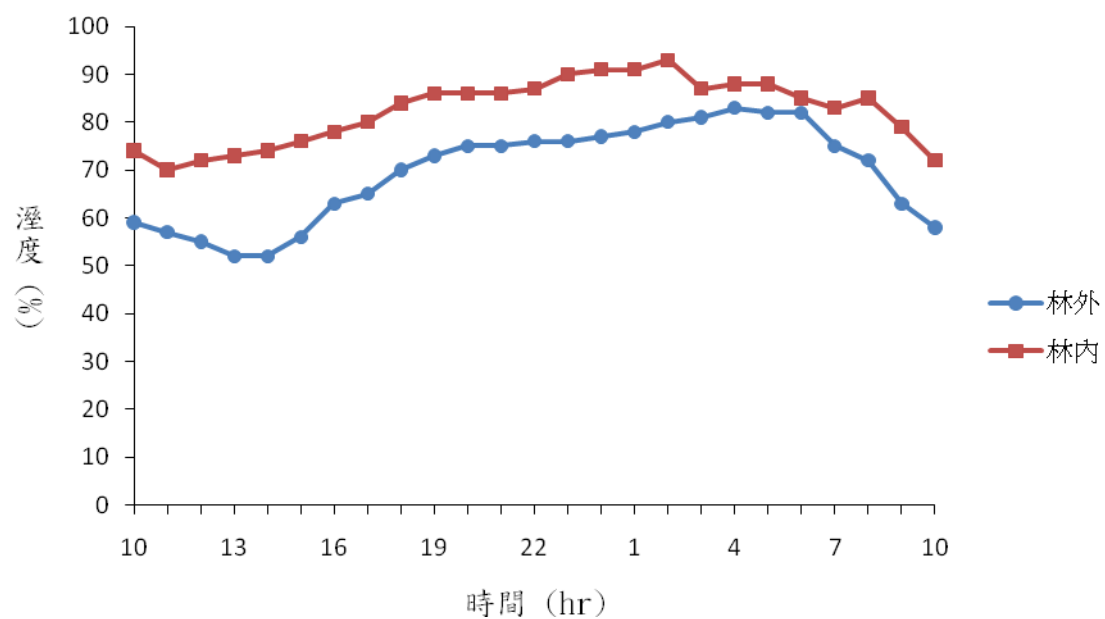


圖 5-26 2618 號防風保安林濕度變化圖 (98.8.22)

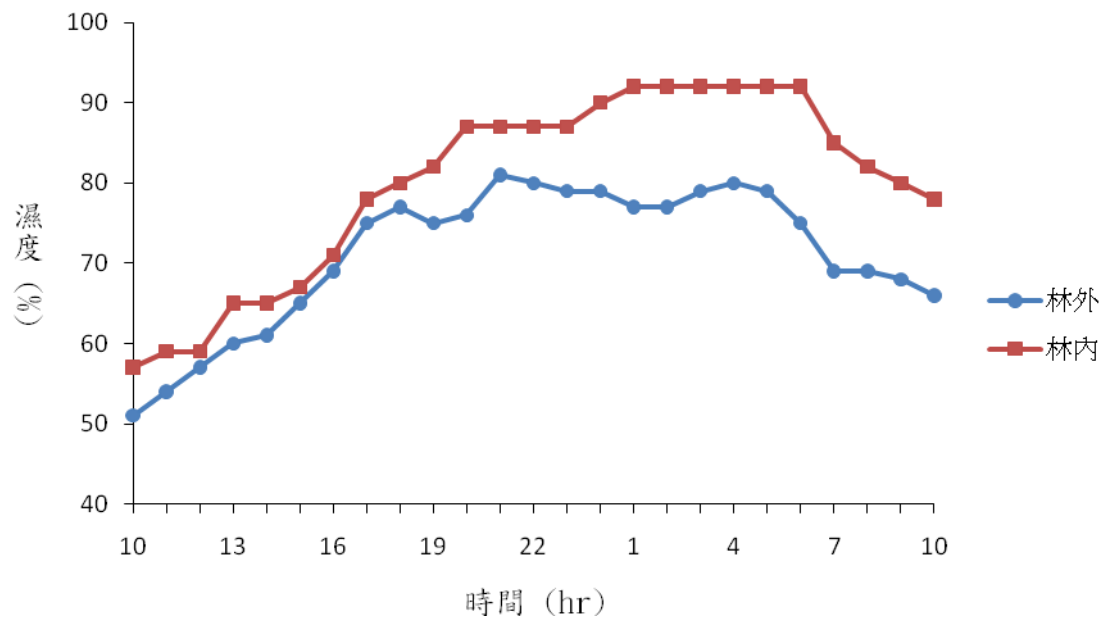


圖 5-27 2618 號防風保安林濕度變化圖 (98.10.30)

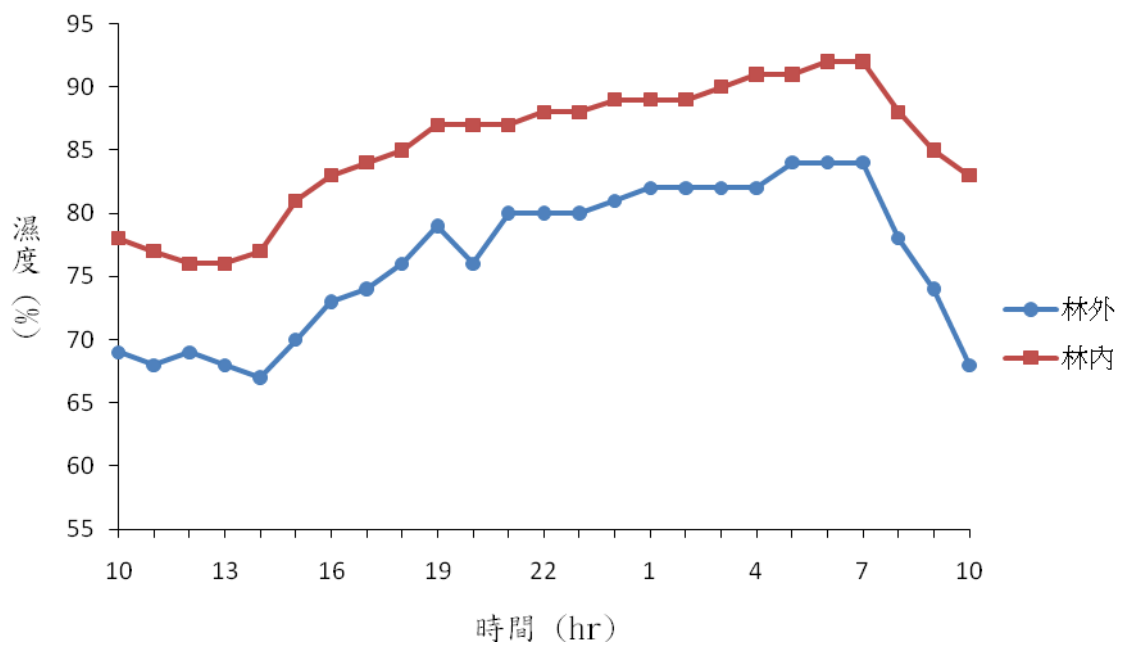


圖 5-28 2618 號防風保安林濕度變化圖 (98.11.12)

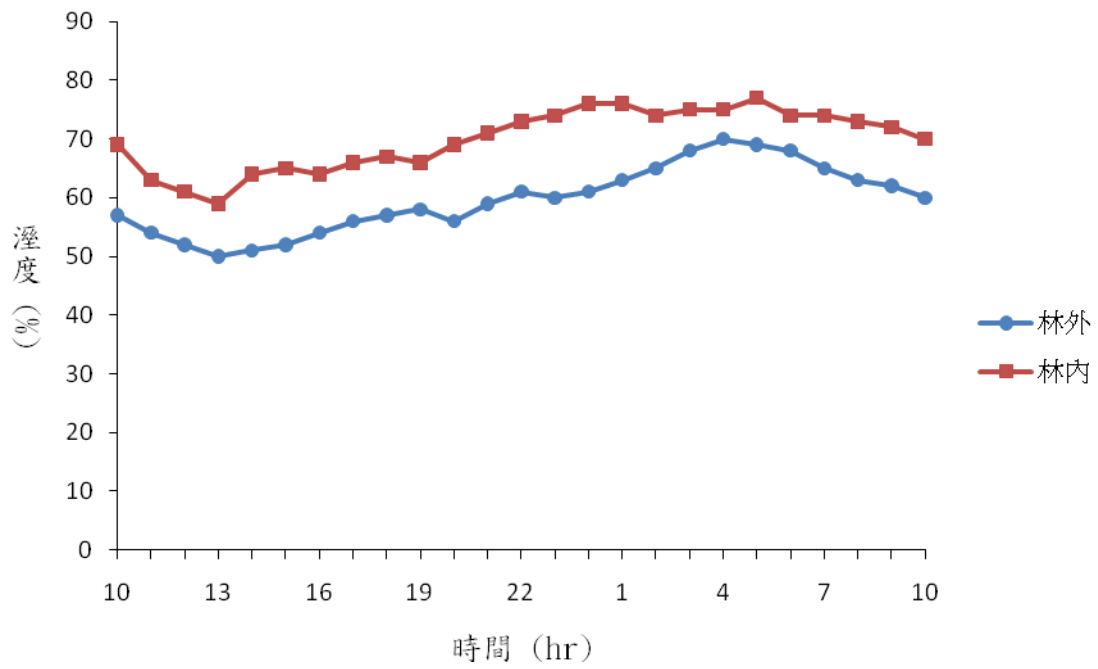


圖 5-29 2613 號飛砂防止保安林濕度變化圖 (99.4.16)

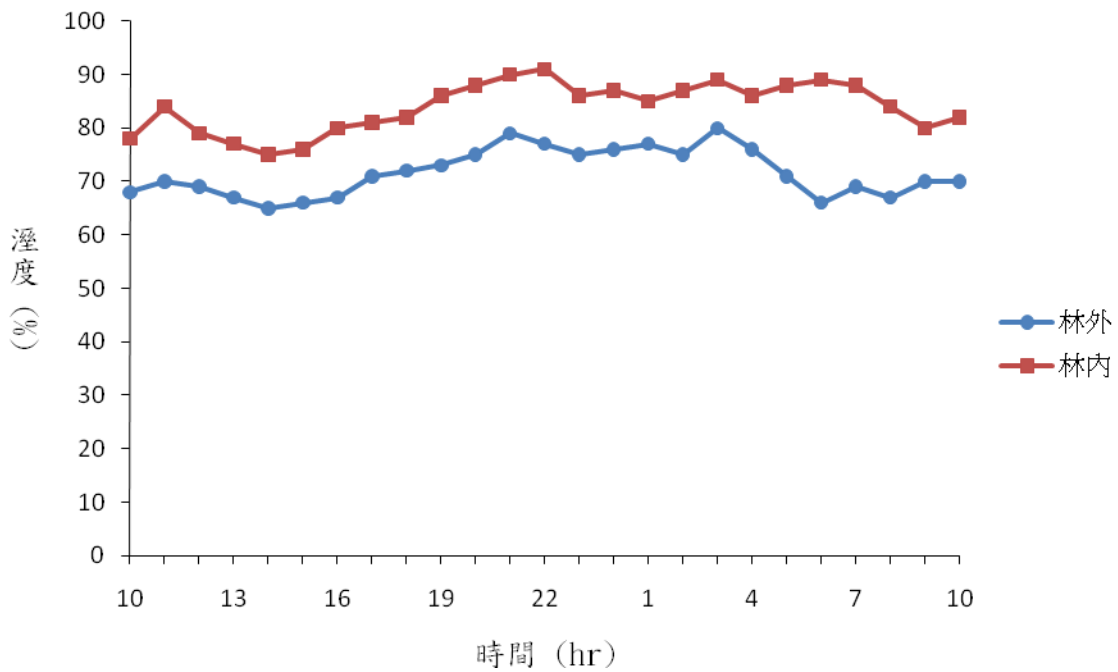


圖 5-30 2613 號飛砂防止保安林濕度變化圖 (99.7.05)

5.5.6 氣壓觀測結果

地面氣壓的日變化有單峰、雙峰和三峰等型式，其中以雙峰型最為普遍，其特點是一天中有一個最高值、一個次高值和一個最低值、一個次低值。一般而言，最高與最低氣壓值出現的時間和變化幅度隨緯度而有區別，熱帶地區氣壓日變化最為明顯，日較差可達 3 至 5mb。隨著緯度的增高，氣壓日較差逐漸減小，到緯度 50°日較差減至不到 1mb。然而，氣壓日變化的原因比較複雜，一般認為與氣溫日變化和大氣潮汐密切相關 (張學文，2004)。

由本研究結果表 5-15 至表 5-20 得知，林帶內平均氣壓略高於林帶外 2mb。再由圖 5-31 至圖 5-36 得知，林帶內外之氣壓其日較差約為 4mb，且每日都有兩個高低循環變化，皆屬於雙峰型，其中又以林帶內氣壓之變化最為典型，於清晨時氣壓上升，9 至 10 時出現最高值，以後氣壓下降，到 15 至 16 時出現最低值，而後又逐漸升高，於 21 至 22 時出現次高值，以後再度下降，在次日 3 至 4 時出現次低值。蒲金標 (2005)分析台灣南部氣壓日變化曲線發現皆有兩次升降，最高氣壓發生在上午 9 時，次高氣壓發生在 22 時，此結果與本研究所得相似。

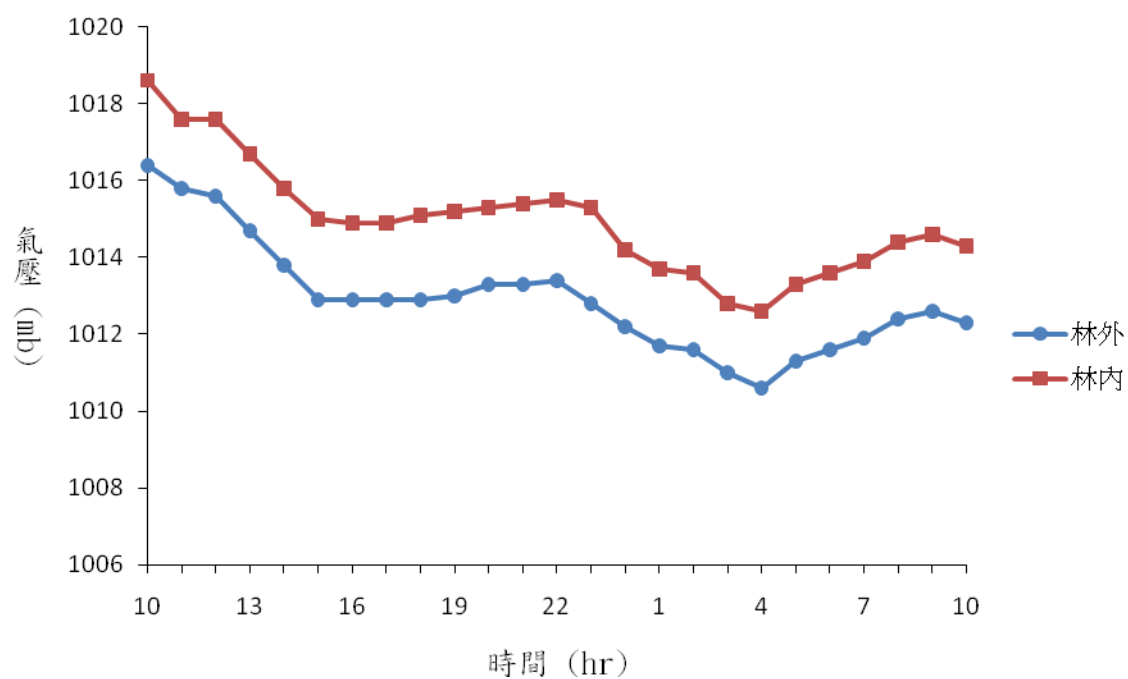


圖 5-31 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (99.4.18)

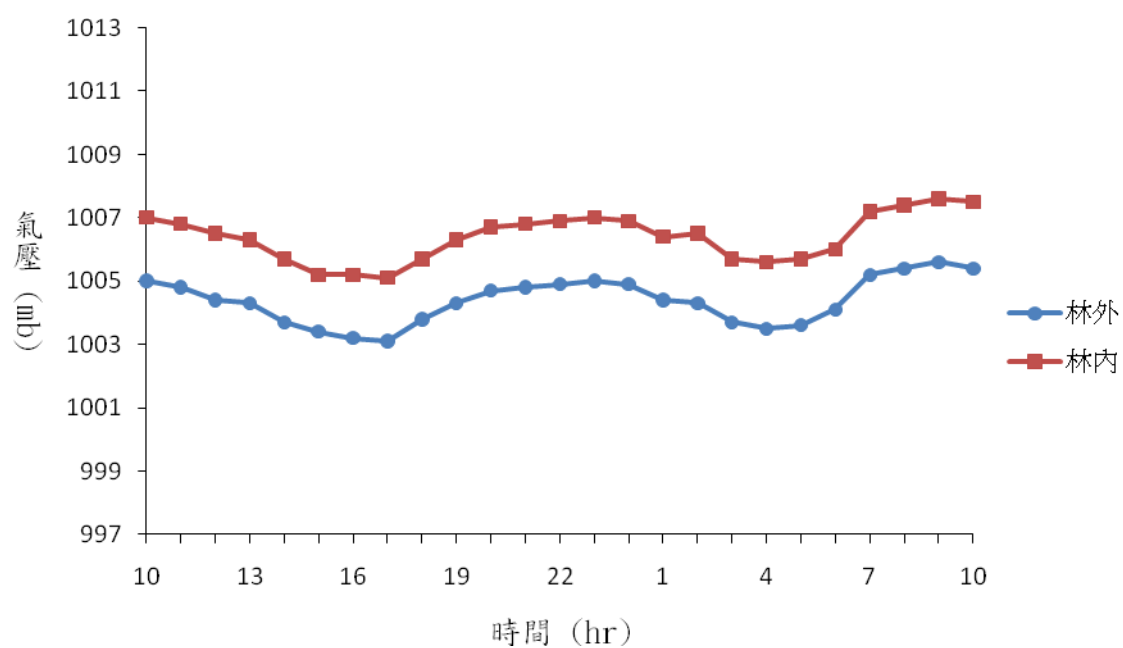


圖 5-32 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (98.8.22)

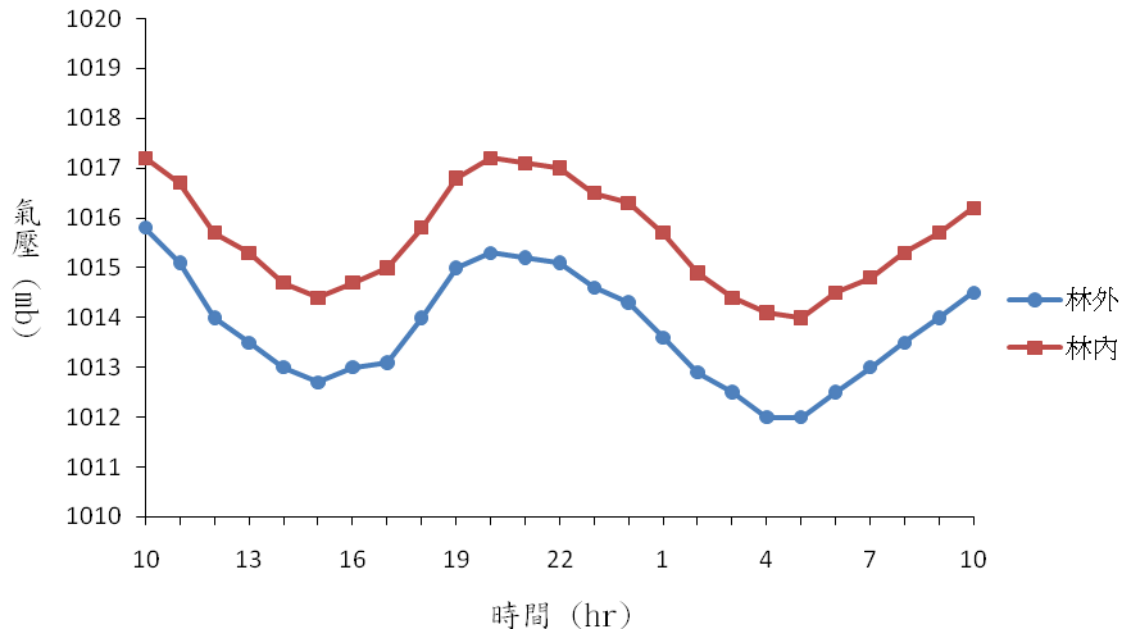


圖 5-33 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (98.10.30)

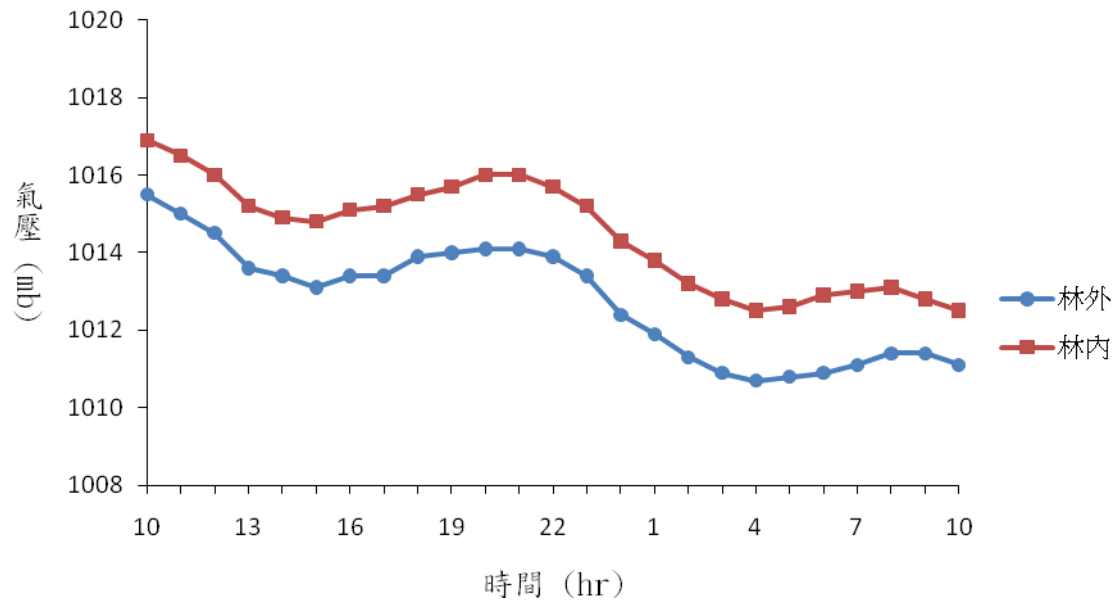


圖 5-34 2618 號防風保安林氣壓變化圖 (98.11.12)

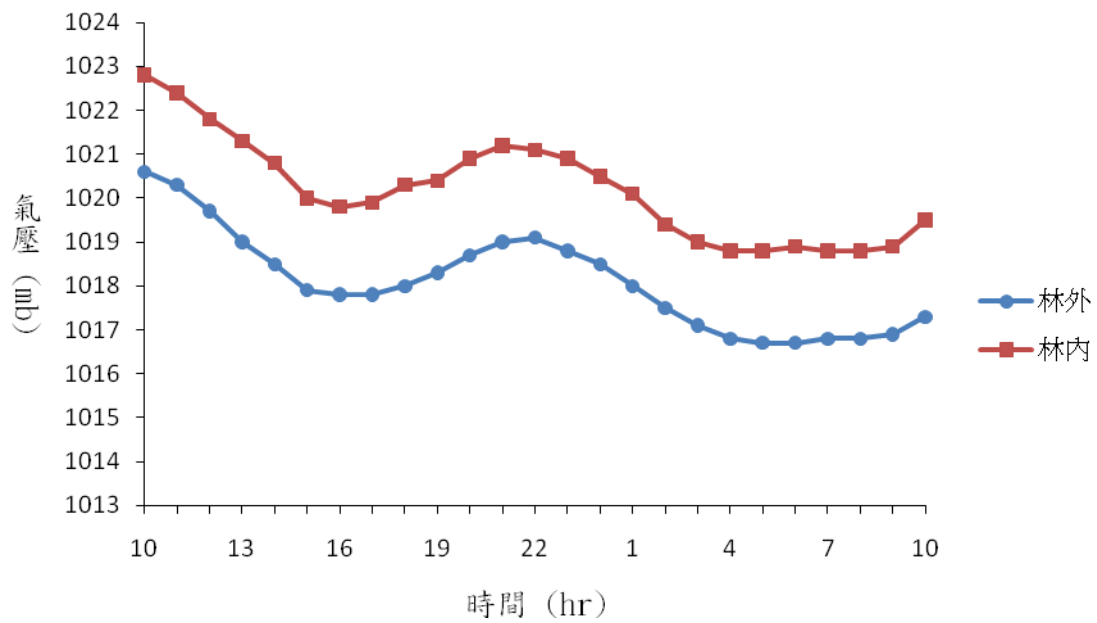


圖 5-35 2613 號飛砂防止保安林氣壓變化圖 (99.4.16)

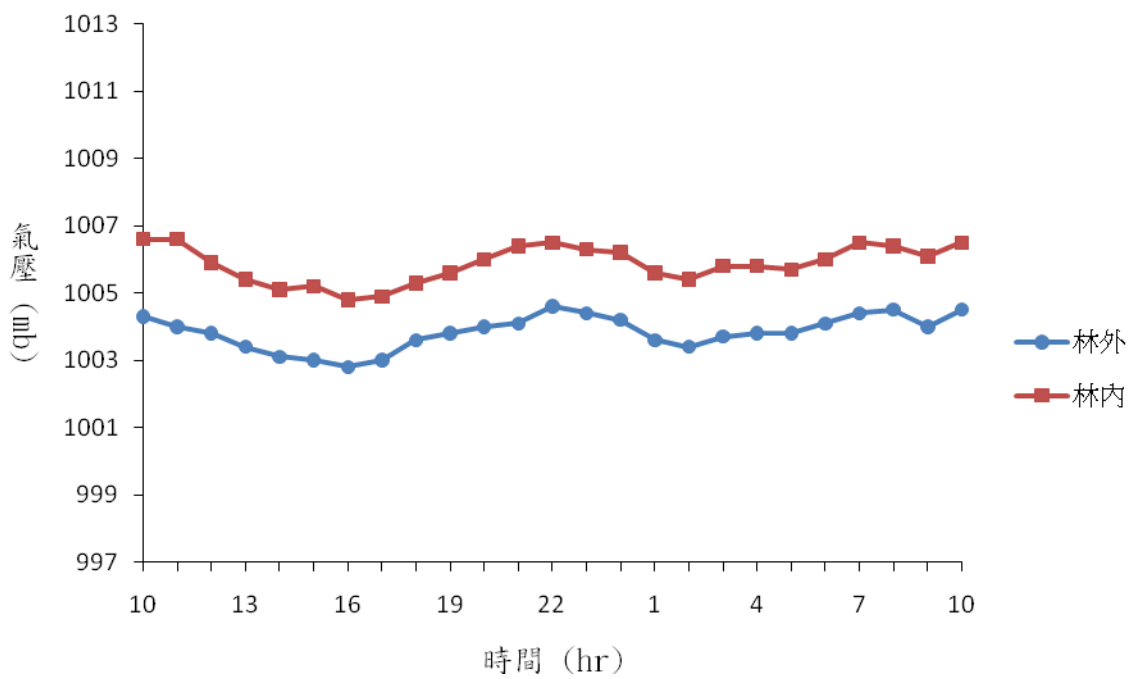


圖 5-36 2613 號飛砂防止保安林氣壓變化圖 (99.7.05)

5.5.7 土壤水份觀測結果

由於使用 TDR 方法量測土壤水份，其相關係數可達 0.9 以上 (周美珠，1989)，且比較沒有其他常見土壤水分測定方法之缺點 (高庭芳，2003)，因此本研究採用 TDR 方法從事土壤水份之量測。

由圖 5-37 至圖 5-48 得知，七星潭林帶內土壤含水量較林帶外高約 5%，林帶內外土壤含水量大都集中在深度 30-50cm 處，且不同深度土壤含水量隨時間變化幅度極微；於 10 至 50cm 深的範圍內，七星潭林內外土壤含水量維持在 4% 以上，此數值約為一般土壤含水量的 1/3，由於此試驗地土壤質地以粗砂和細砂為主，粉粒和粘粒較少，因而土壤黏性小、孔隙大，通氣及透水性較強，蓄水和保肥性能差，所以含水量十分匱乏，故而在濱海砂質地從事防風林營造相當艱難。

徐森雄(1982)觀測梅山地區山坡地土壤水分含量，發覺深度越深土壤水分含量越高，其差異在 10% 以內；高庭芳(2003)觀測福山試驗集水區水分移動特性，發覺不論乾溼季節，水份大多集中於土深 30cm 內之淺層土壤中，而當土深大於 30cm 時，其土壤含水率幾乎為定值，本實驗結果亦有相似的情況。

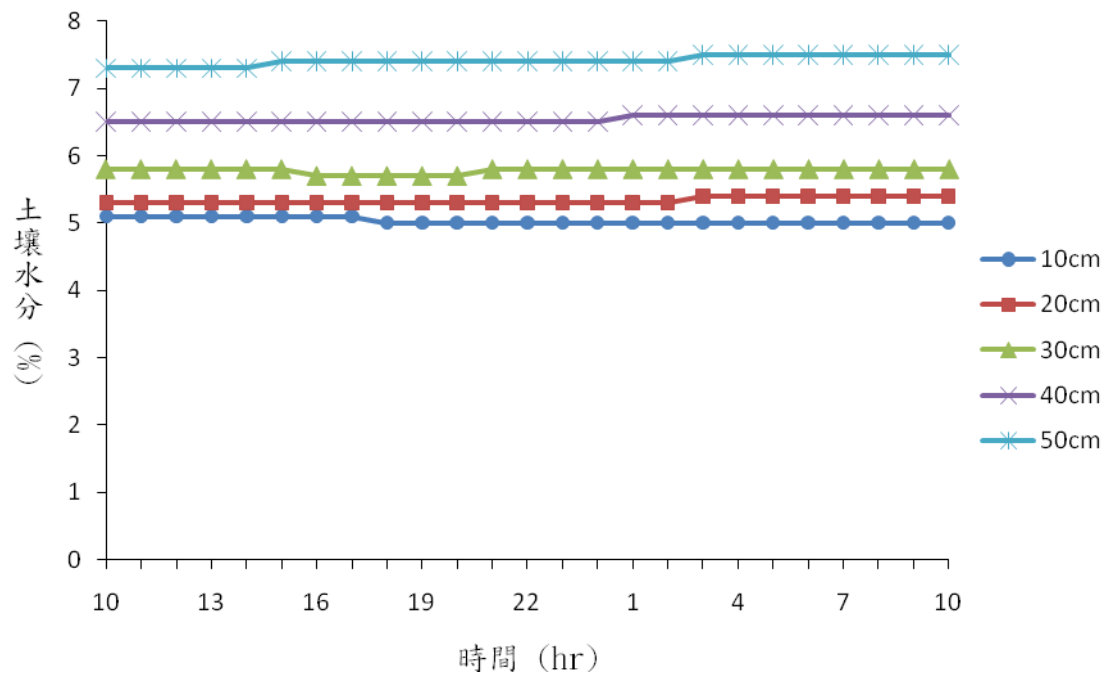


圖 5-37 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (99.4.18)

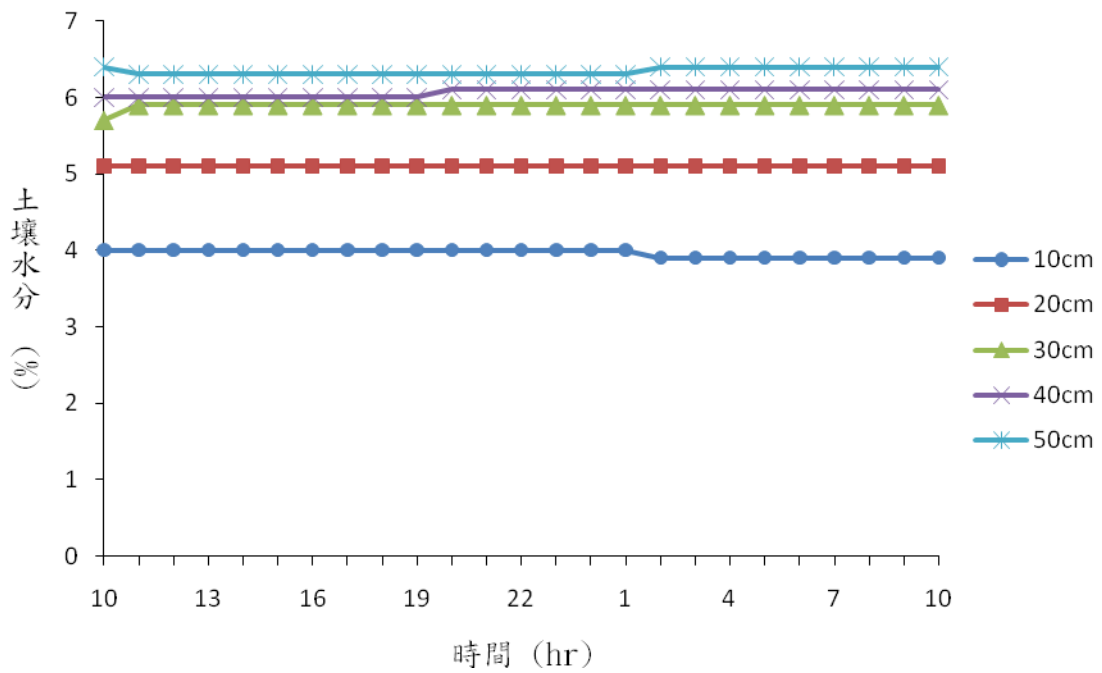


圖 5-38 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (99.4.18)

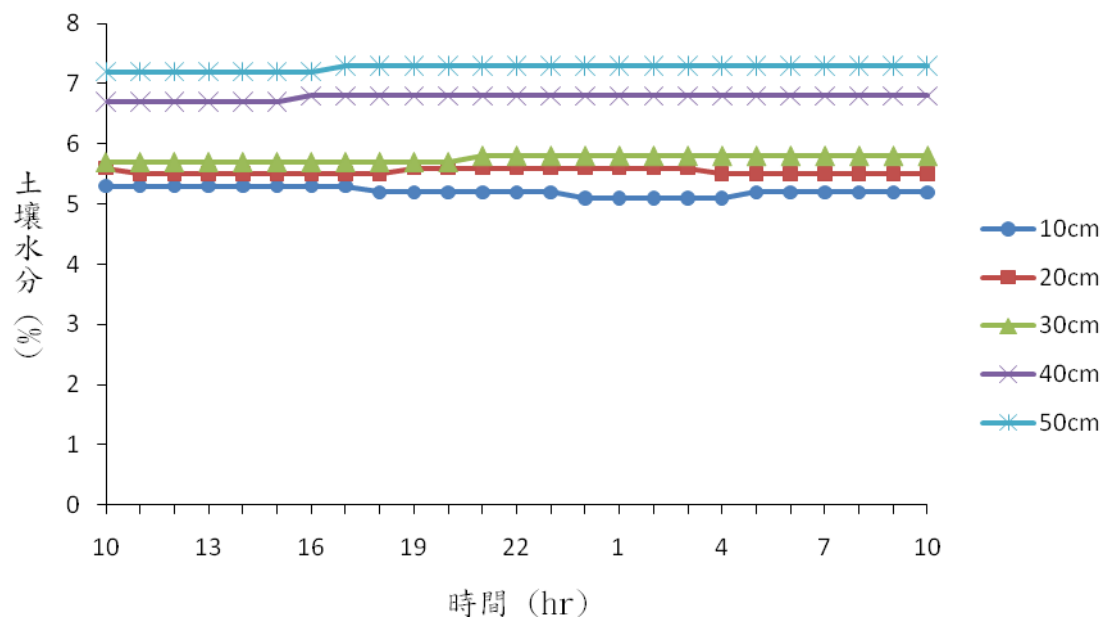


圖 5-39 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (98.8.22)

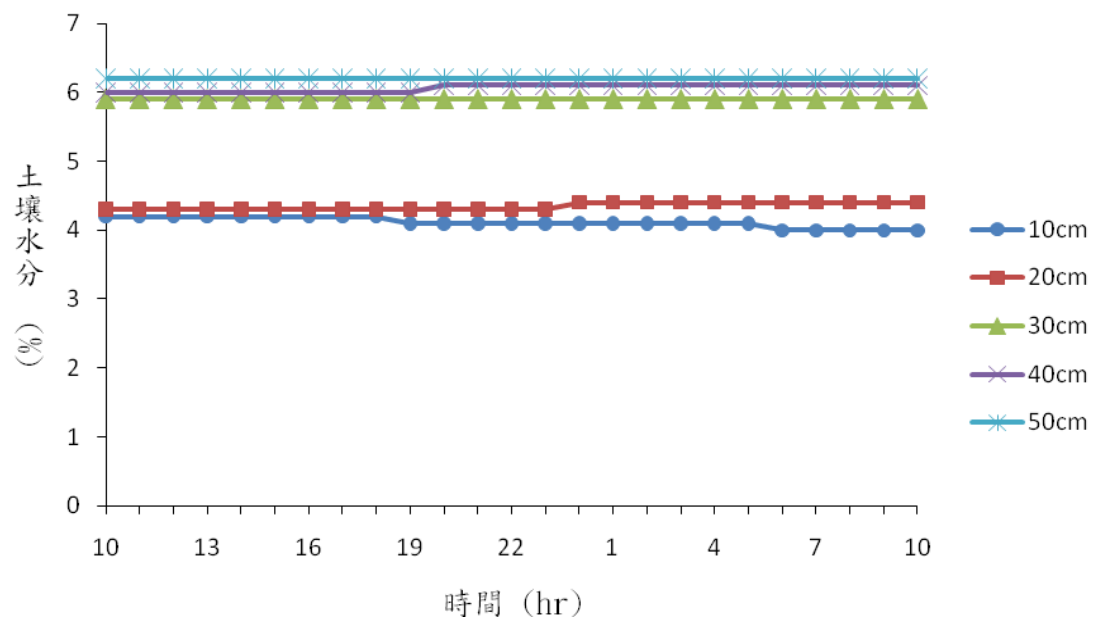


圖 5-40 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (98.08.22)

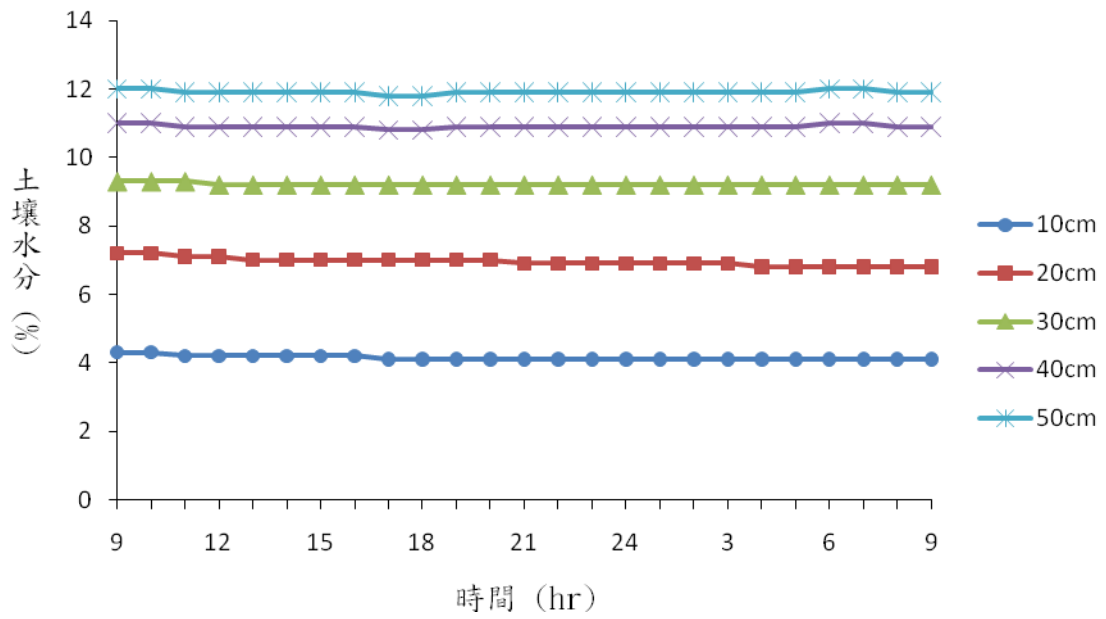


圖 5-41 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (98.10.30)

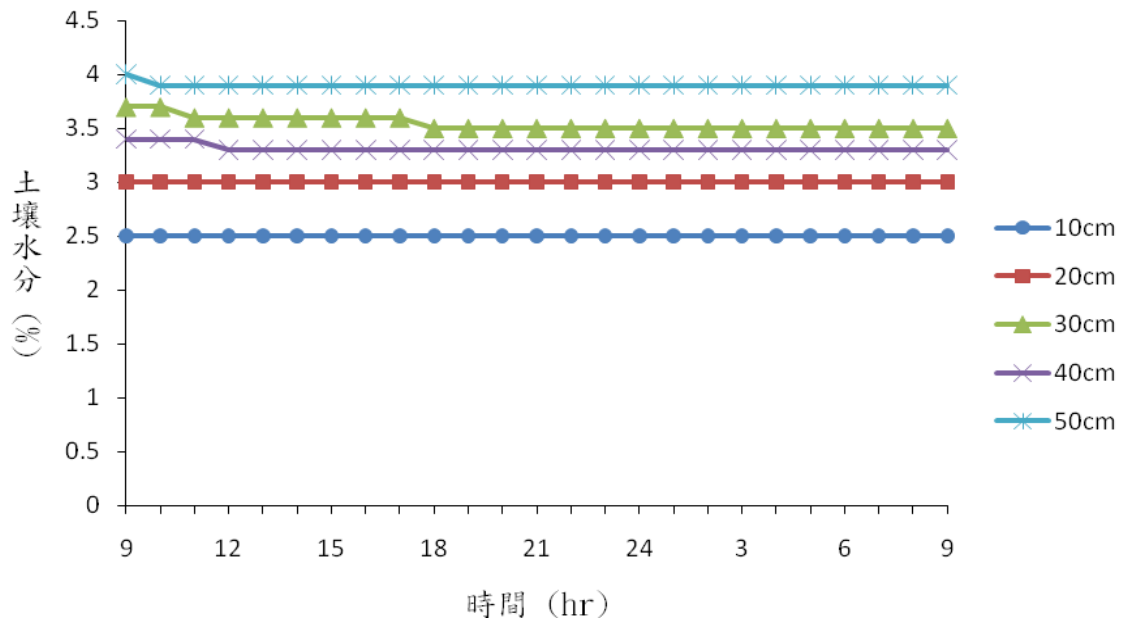


圖 5-42 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (98.10.30)

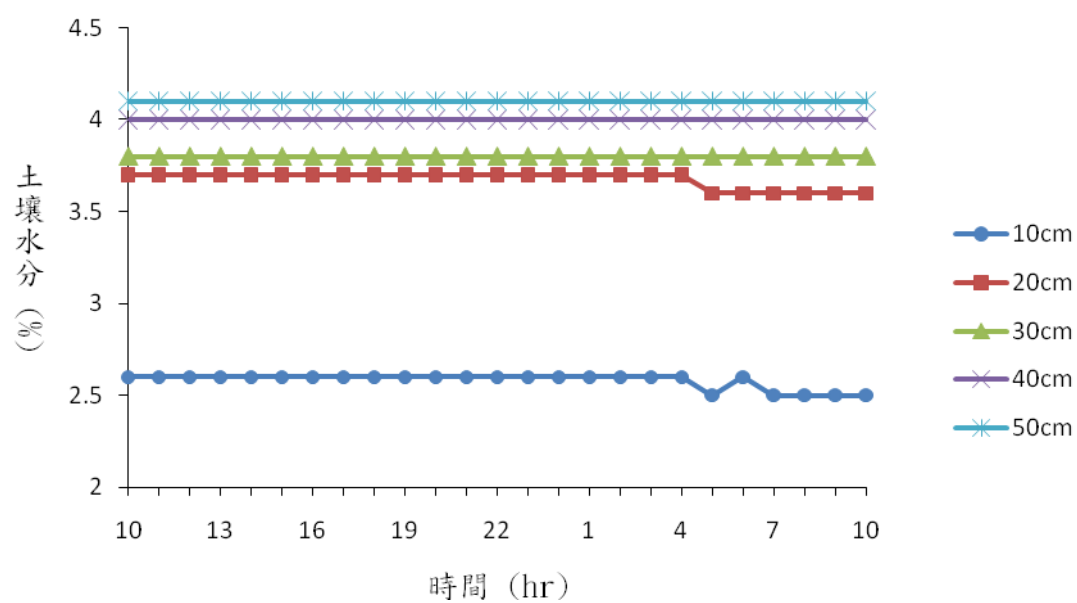


圖 5-43 2618 號防風保安林內土壤水份圖 (98.11.12)

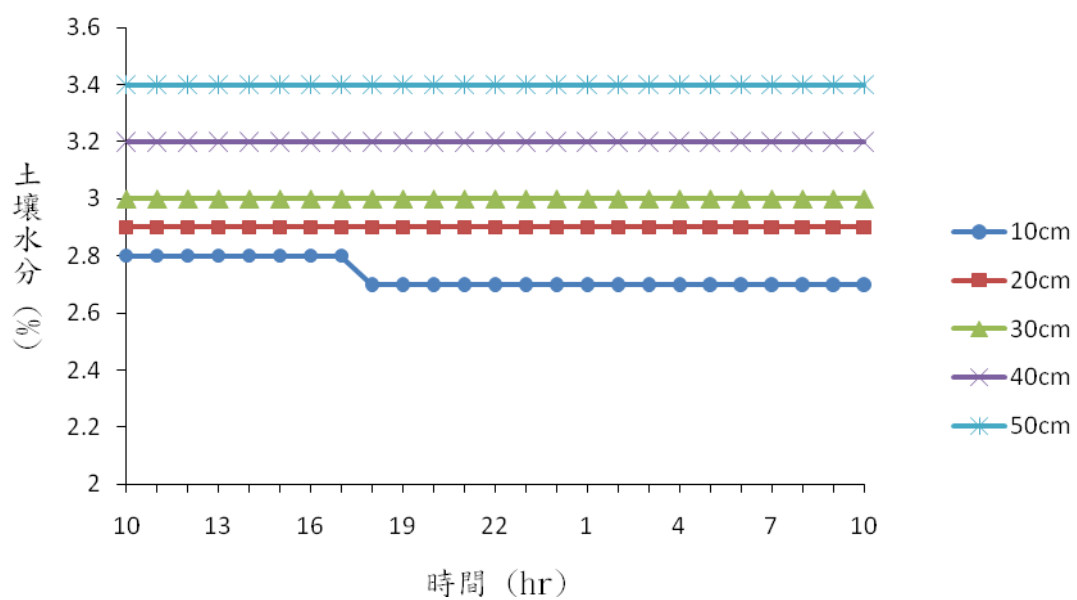


圖 5-44 2618 號防風保安林外土壤水份圖 (98.11.12)

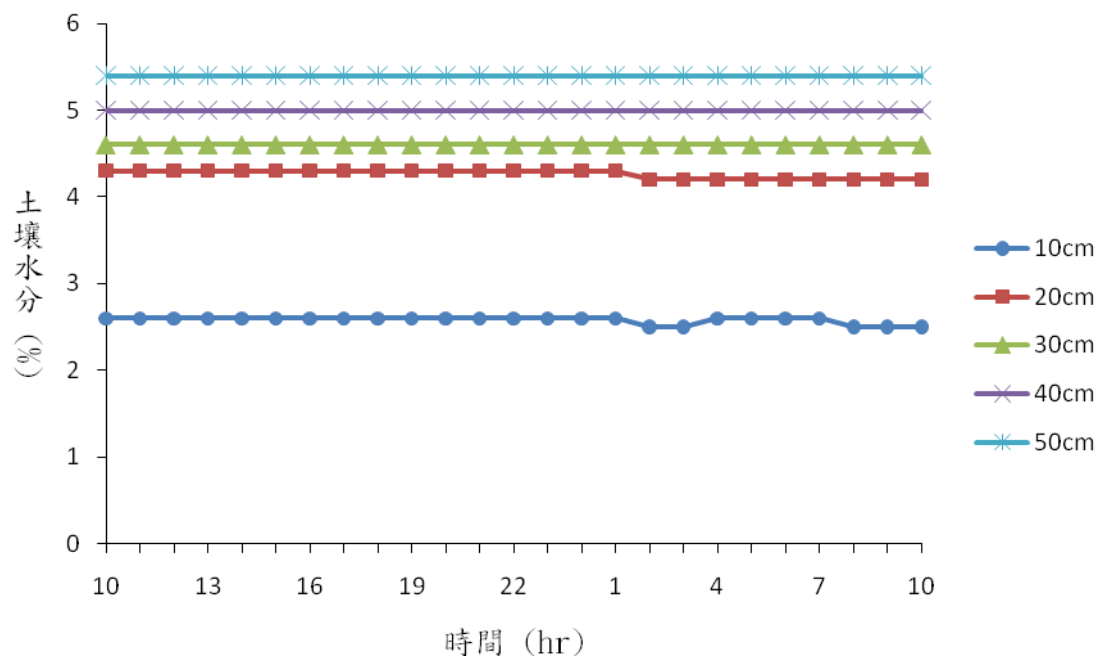


圖 5-45 2613 號飛砂防止保安林內土壤水份圖 (99.4.16)

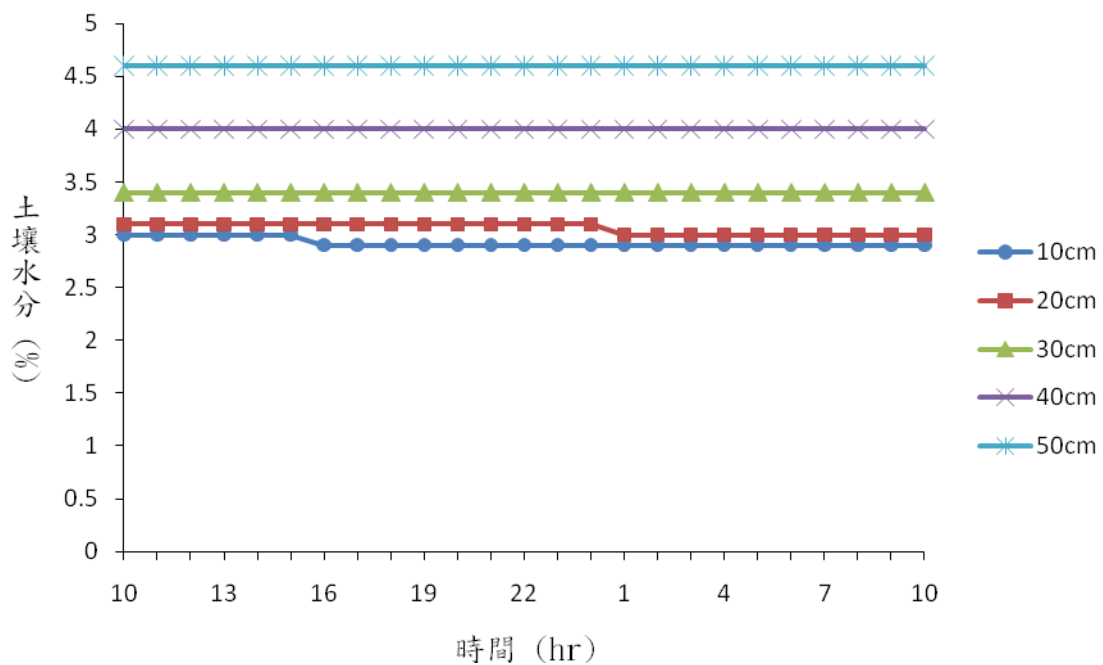


圖 5-46 2613 號飛砂防止保安林外土壤水份圖 (99.4.16)

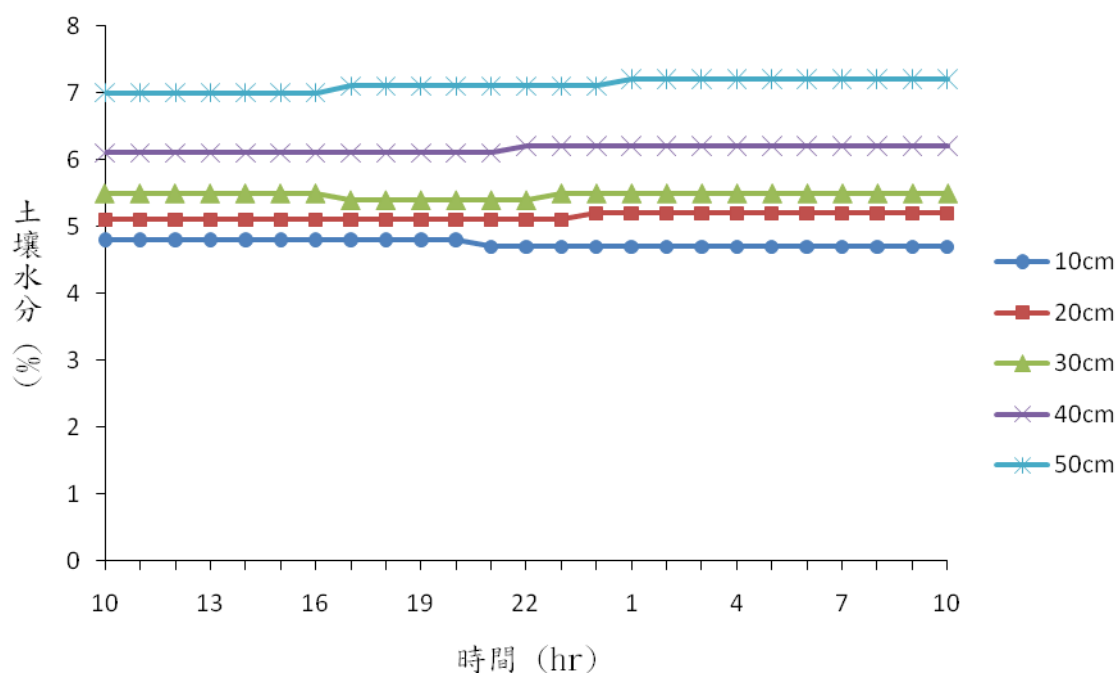


圖 5-47 2613 號飛砂防止保安林內土壤水份圖 (99.7.05)

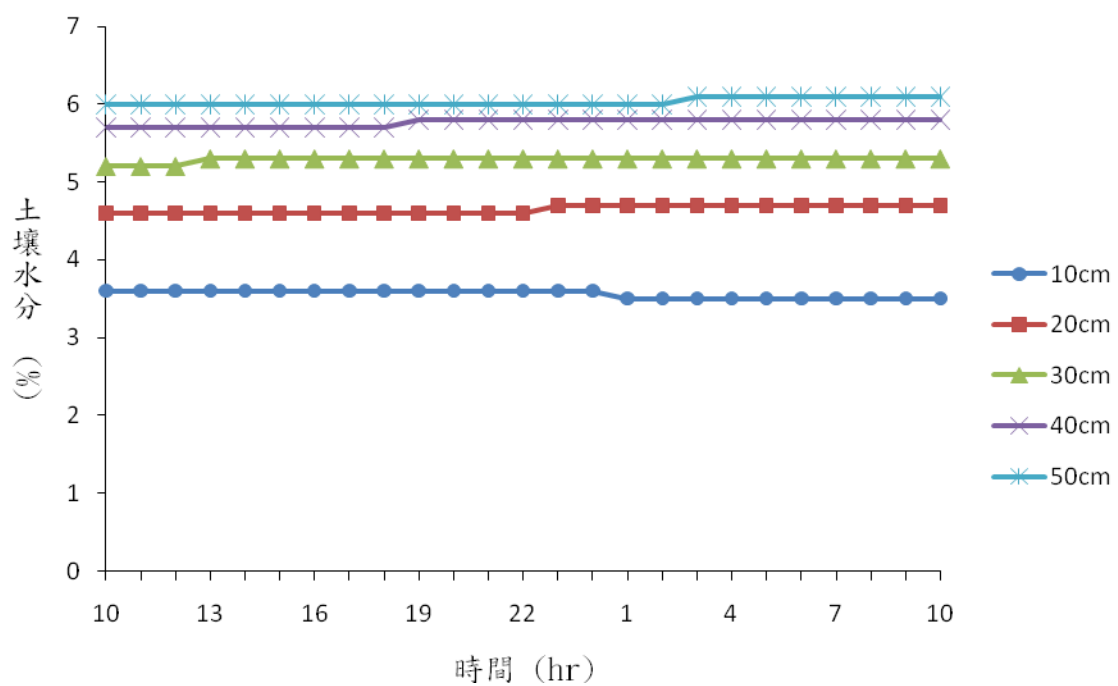


圖 5-48 2613 號飛砂防止保安林外土壤水份圖 (99.7.05)

5.5.8 土壤溫度觀測結果

土壤表層白天受陽光照射加熱，夜間又以長波輻射形式散熱，引起土壤溫度和大氣溫度強烈晝夜變化。一般淺層土壤溫度受日變化影響變動之振幅較為顯著，以表層 10cm 的土溫而言，早晨自日出開始土溫逐漸升高，至下午 2 時左右達到最高，而後又逐漸下降，最低溫在清晨 5 至 6 時（隨季節變化）。但深層土壤則具有遲滯效應，變化波動較小，以土深 30 至 40cm 而言幾乎無日變化。

由於砂質土空氣孔隙多，熱容量小，含水量與導熱性低，表土受熱後向下傳導慢，因而地表增溫快溫差大。由圖 5-49 至圖 5-60 得知，林內外地溫於上午 8 時開始上升，林外因地表直接吸收太陽輻射，溫度起伏較大，但林內因有樹冠遮蔽陽光直接照射，吸收到較少之輻射量，地溫變化不大。圖中顯示表層之地溫變化較大，白天土溫高於底層，晚間底層土溫則高於表層，此結果與鄒良棟 (2004) 研究所得相同；其餘不同深度之地溫變化並不大，在 10 至 50cm 深的範圍內，七星潭林帶內地溫差約 8°C ，而林帶外地溫差達 9°C 。至於林帶內外地溫之差異，整體而言，七星潭林帶外地溫較林帶內高約 1.5°C 。

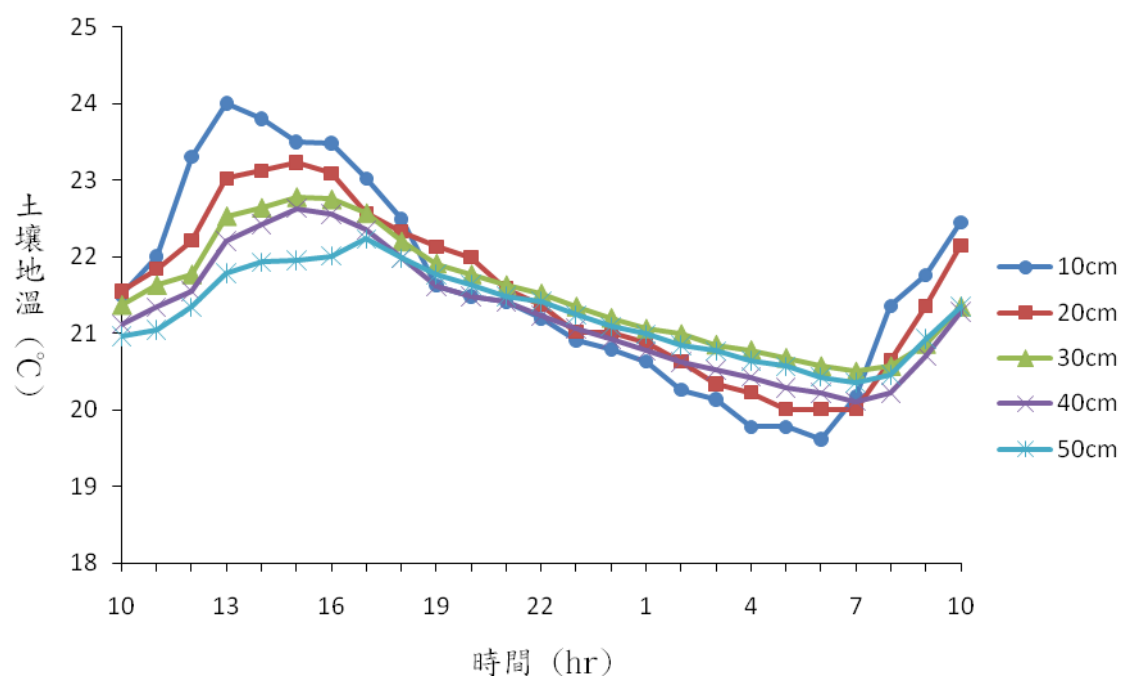


圖 5-49 2618 號防風保安林內地溫圖 (99.4.18)

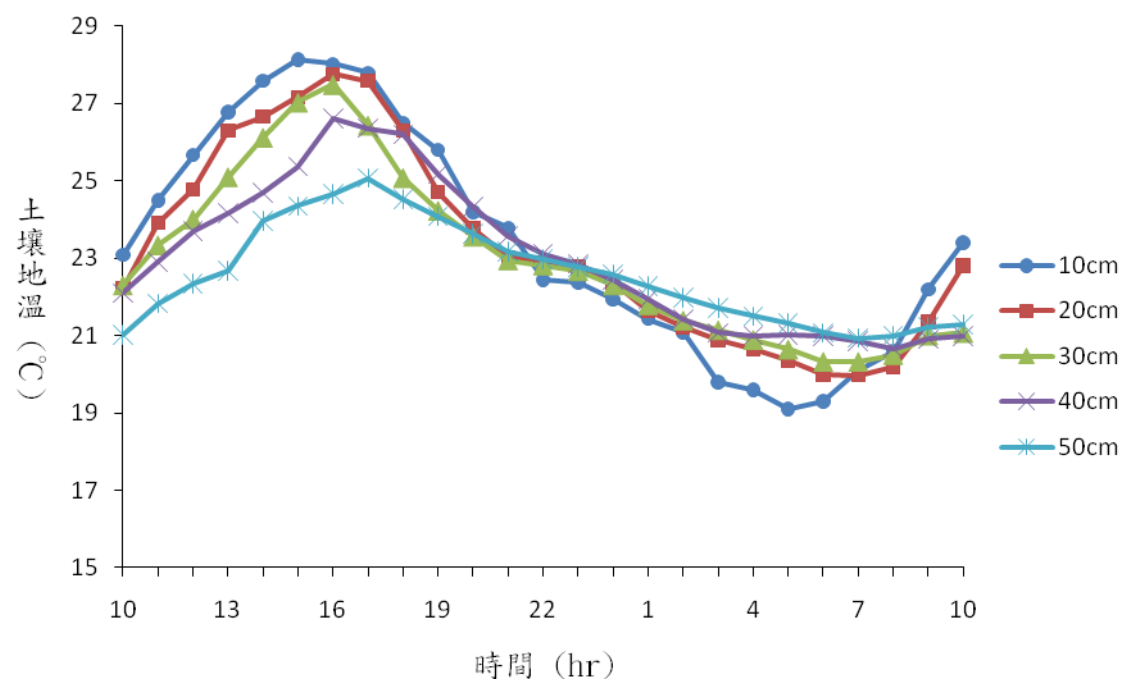


圖 5-50 2618 號防風保安林外地溫圖 (99.4.18)

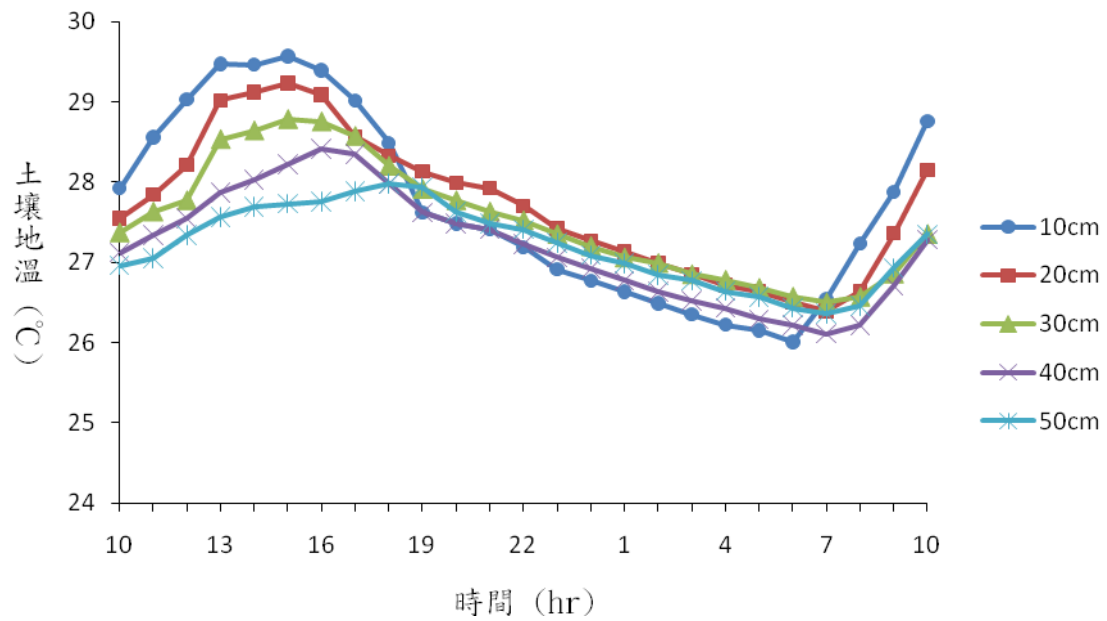


圖 5-51 2618 號防風保安林內地溫圖 (98.8.22)

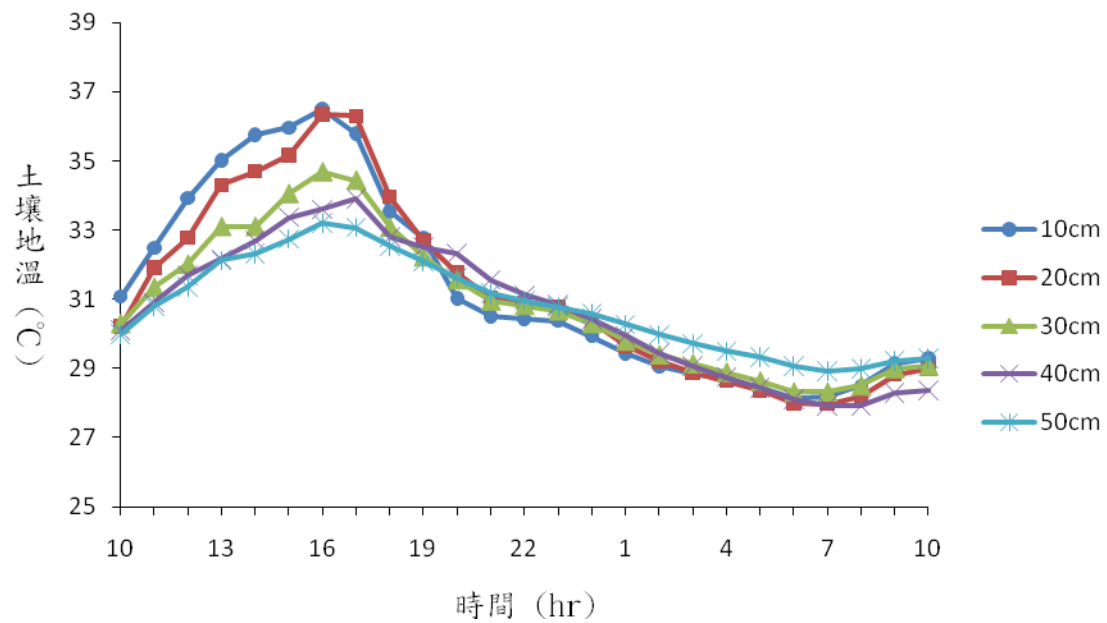


圖 5-52 2618 號防風保安林外地溫圖 (98.8.22)

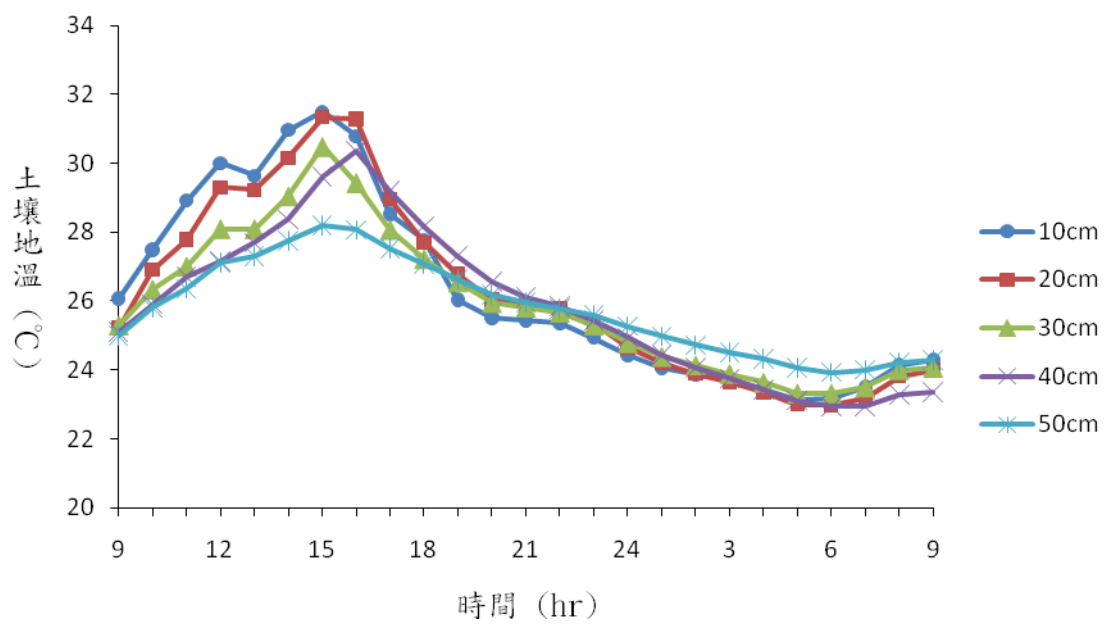


圖 5-53 2618 號防風保安林內地溫圖 (98.10.30)

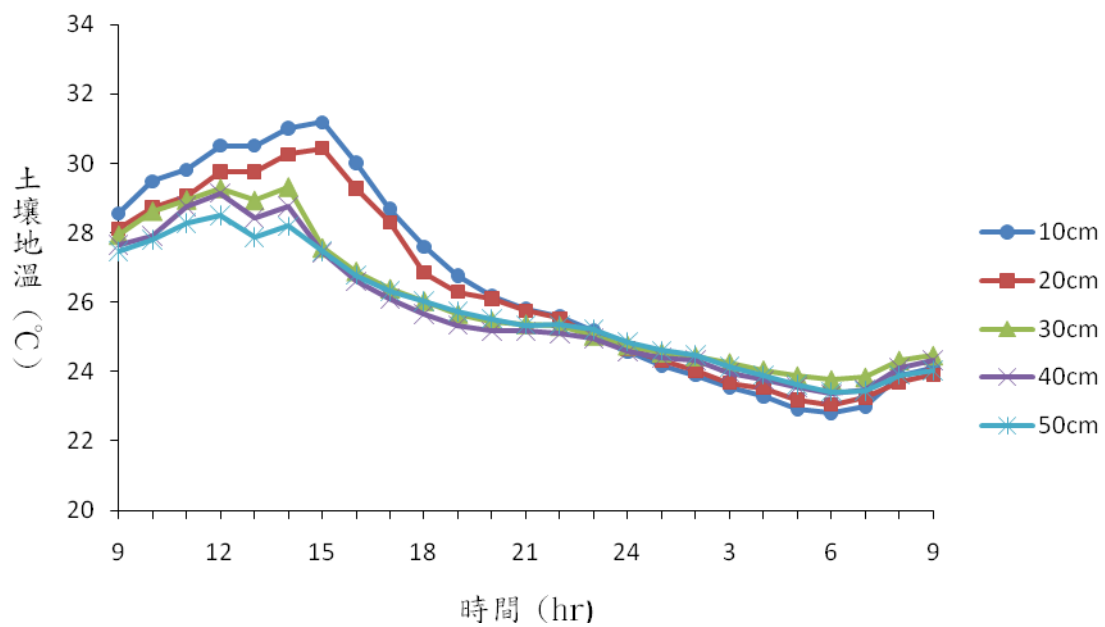


圖 5-54 2618 號防風保安林外地溫圖 (98.10.30)

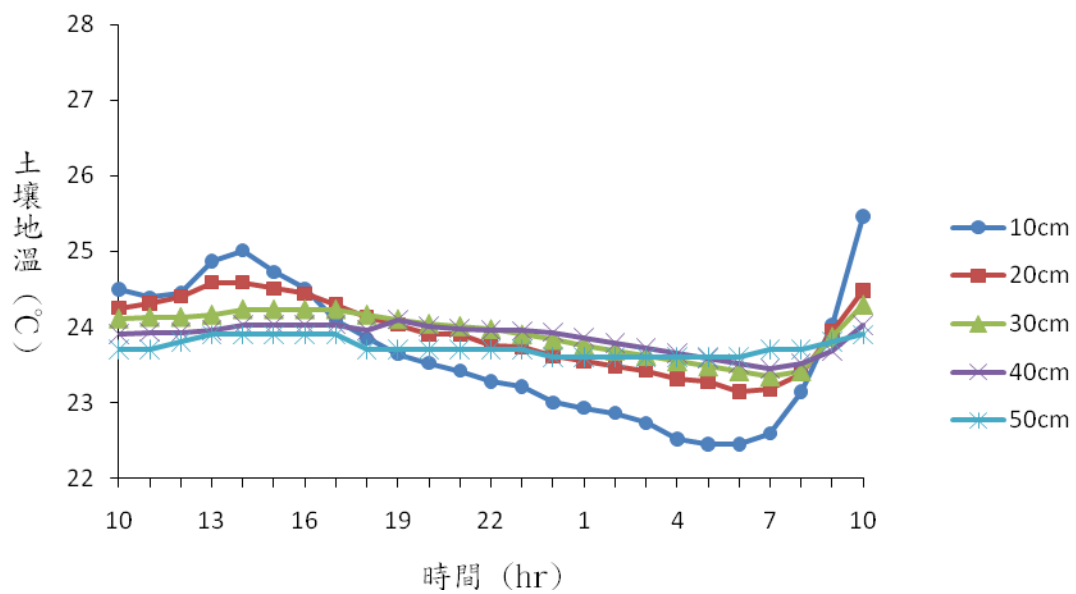


圖 5-55 2618 號防風保安林內地溫圖 (98.11.12)

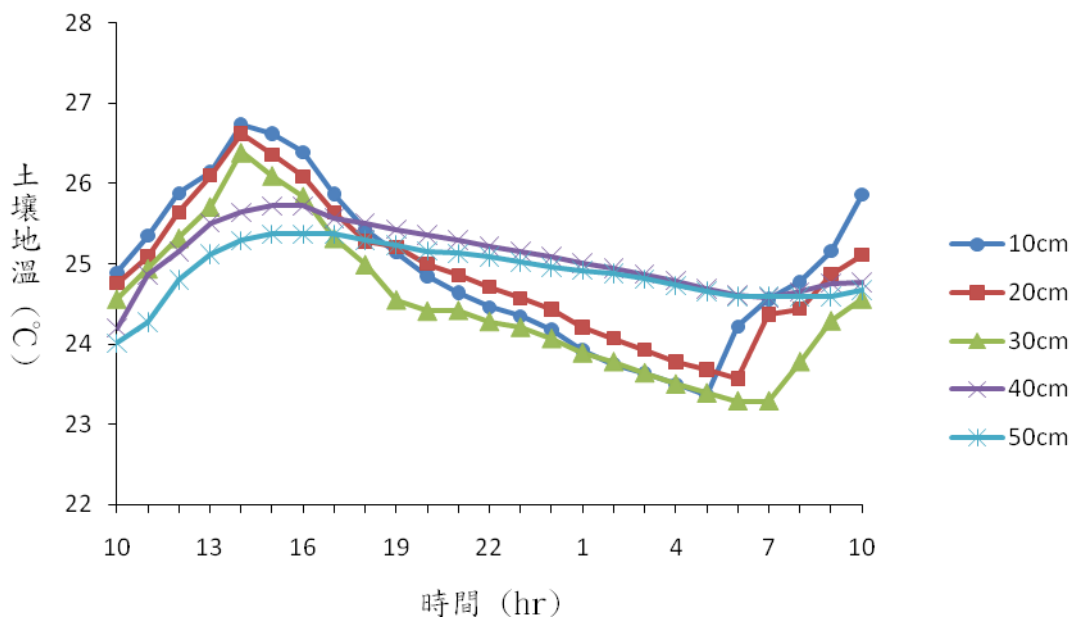


圖 5-56 2618 號防風保安林外地溫圖 (98.11.12)

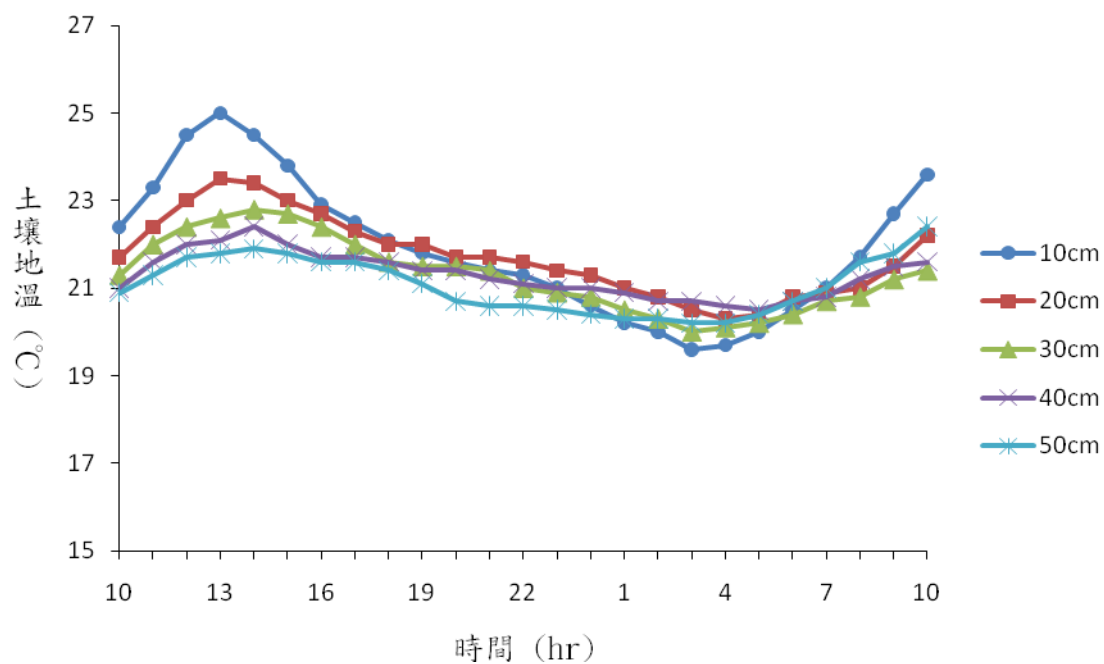


圖 5-57 2613 號飛砂防止保安林內地溫圖 (99.4.16)

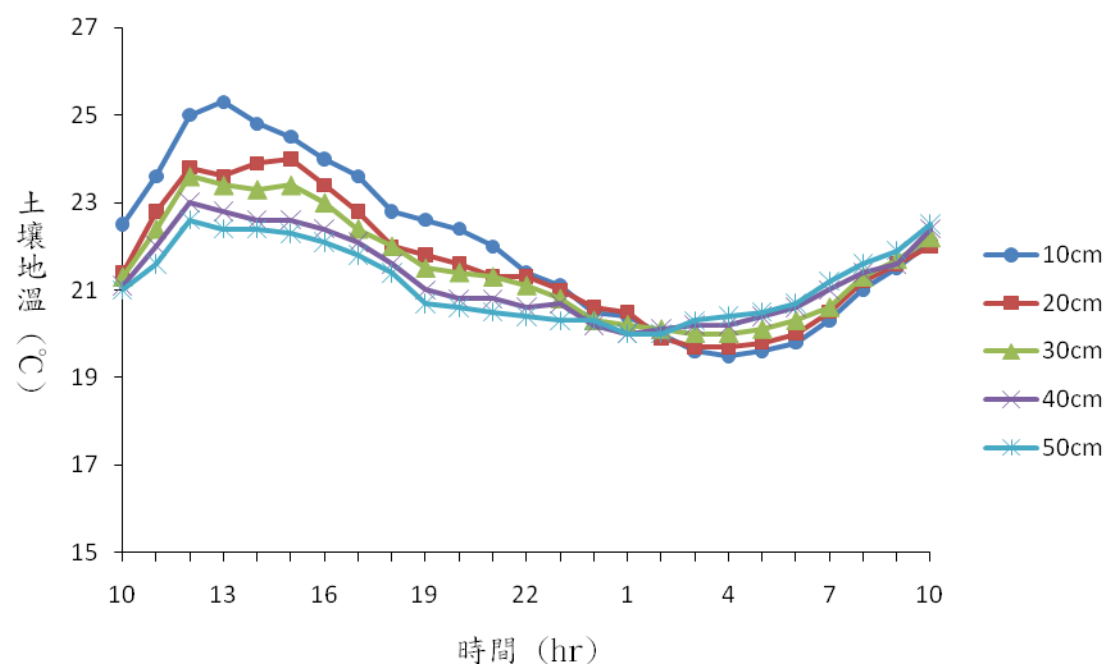


圖 5-58 2613 號飛砂防止保安林外地溫圖 (99.4.16)

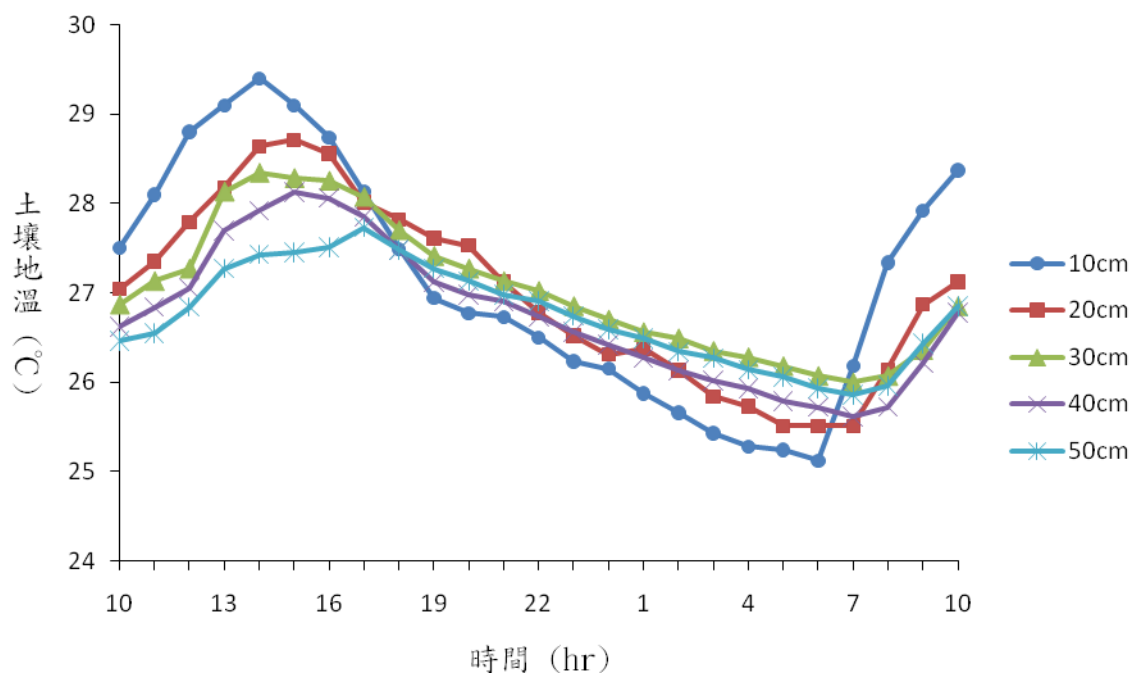


圖 5-59 2613 號飛砂防止保安林內地溫圖 (99.7.05)

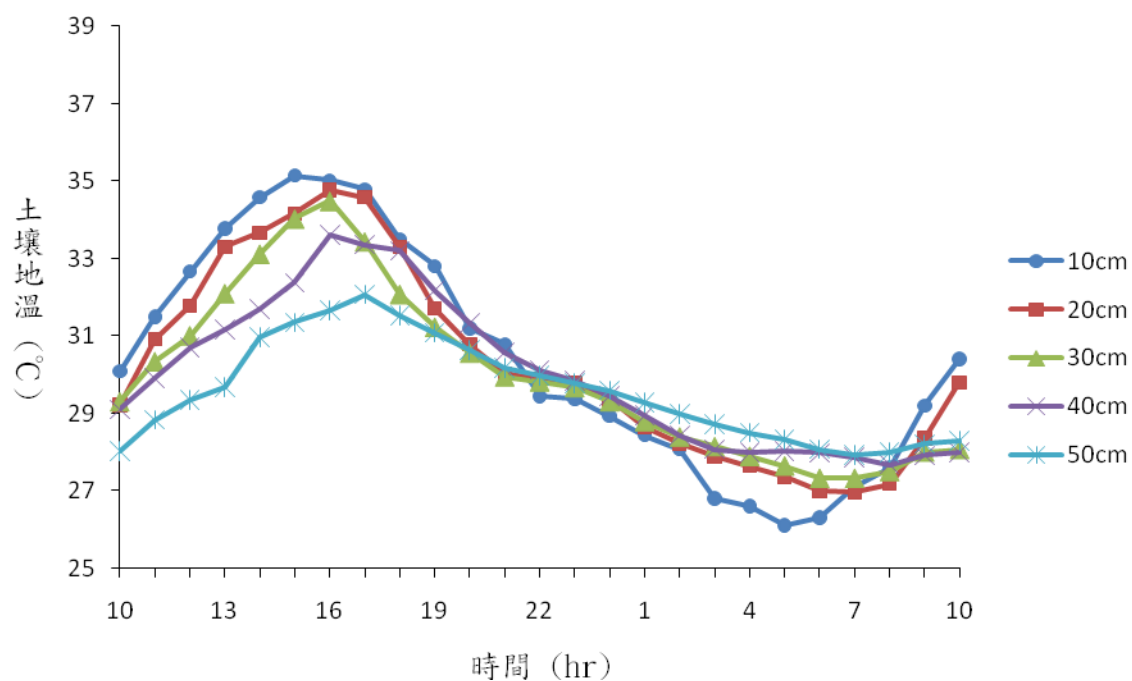


圖 5-60 2613 號飛砂防止保安林外地溫圖 (99.7.05)

5.5.9 平均風速觀測結果

由表 5-12 至表 5-17 及圖 5-61 至圖 5-66 得知，不論林帶外平均風速較大達 5.6m/s 時，林內則因風速極小仍趨近於零，此顯示林帶對於阻擋風速具有相當程度的功效，由此證實防風林帶確實適合做為天然遊憩避風場所。

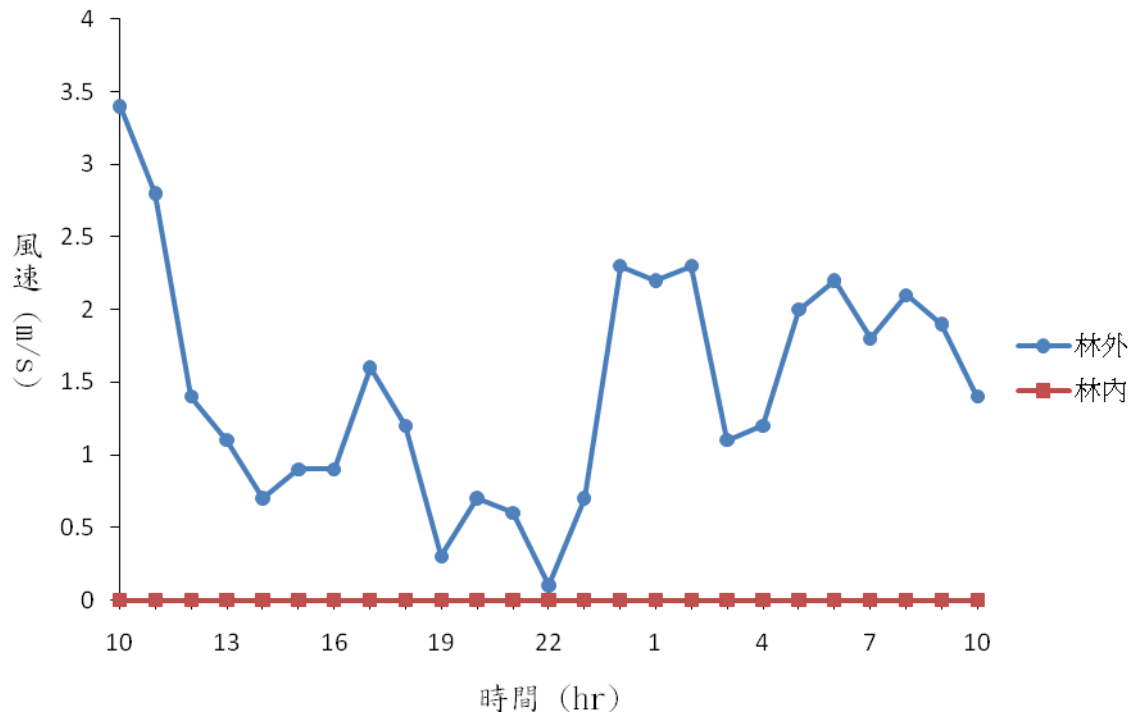


圖 5-61 2618 號防風保安林風速變化圖 (99.4.18)

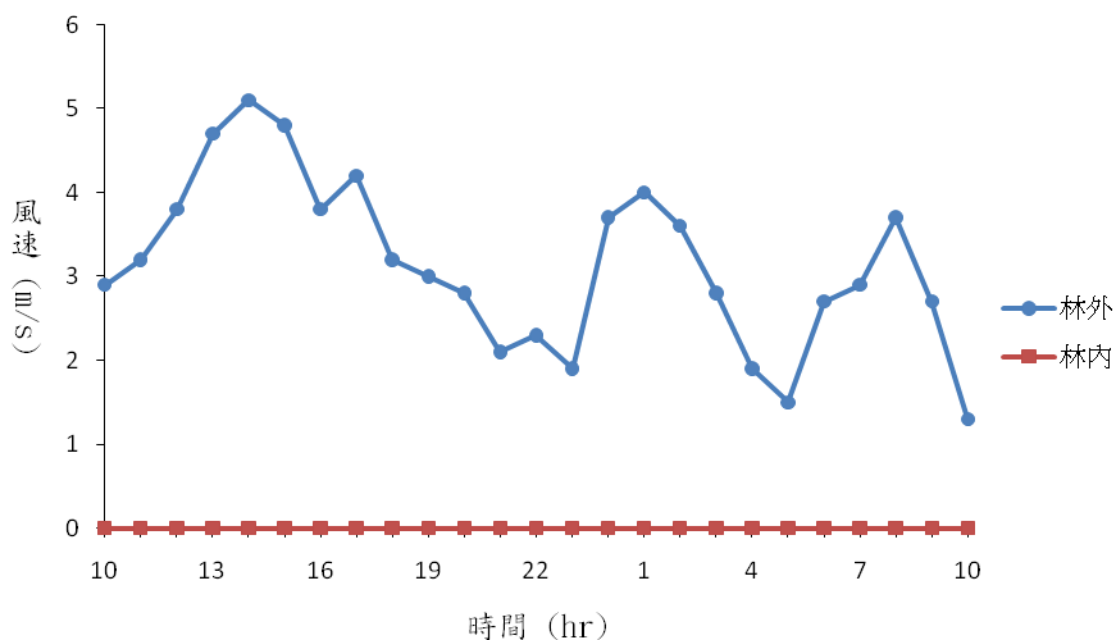


圖 5-62 2618 號防風保安林風速變化圖 (98.8.22)

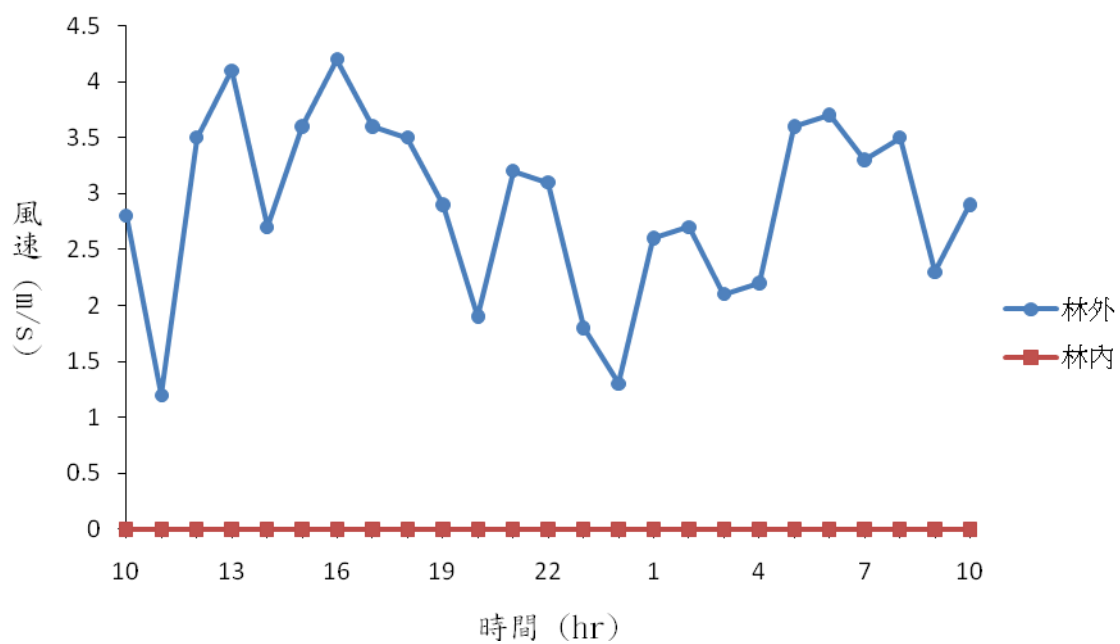


圖 5-63 2618 號防風保安林風速變化圖 (98.10.30)

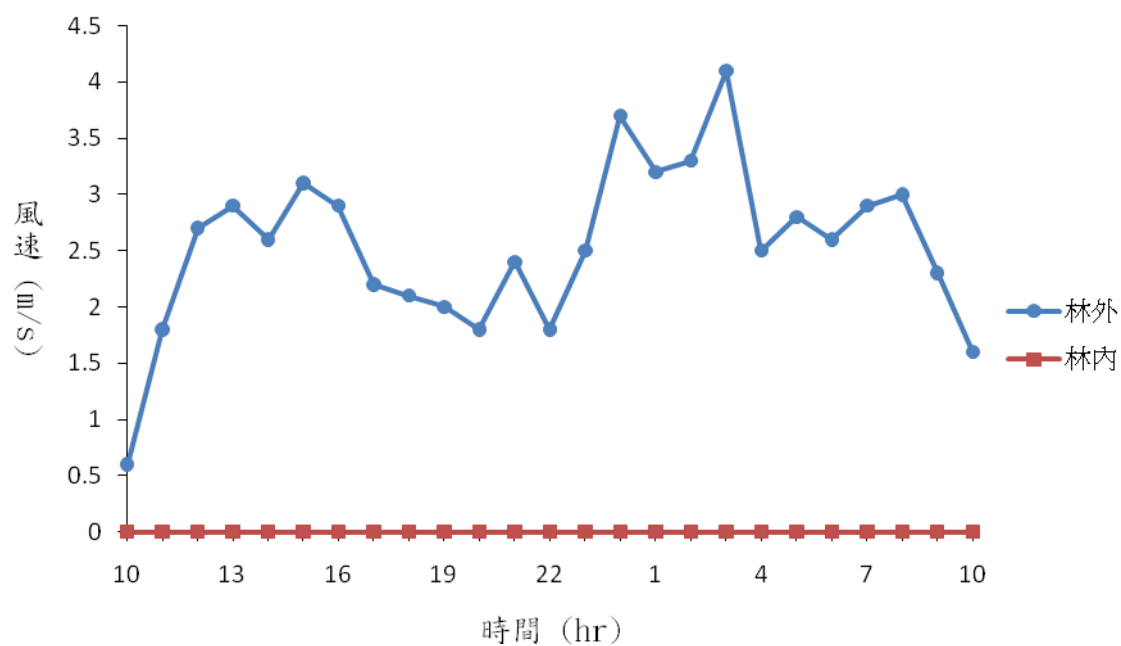


圖 5-64 2618 號防風保安林風速變化圖 (98.11.12)

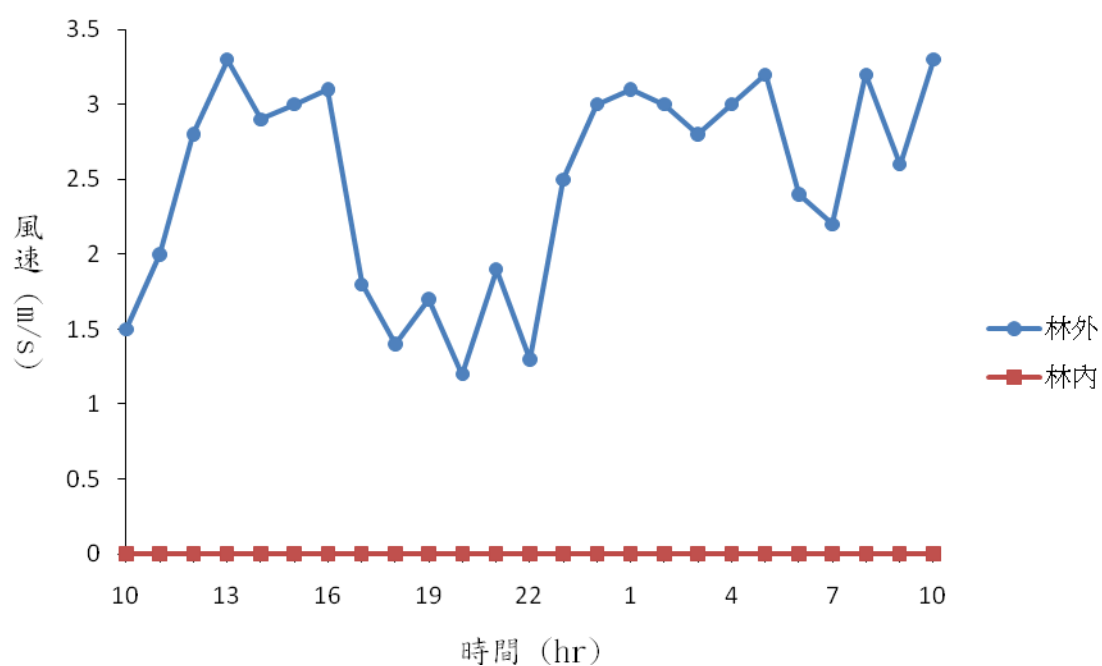


圖 5-65 2613 號飛砂防止保安林風速變化圖 (99.4.16)

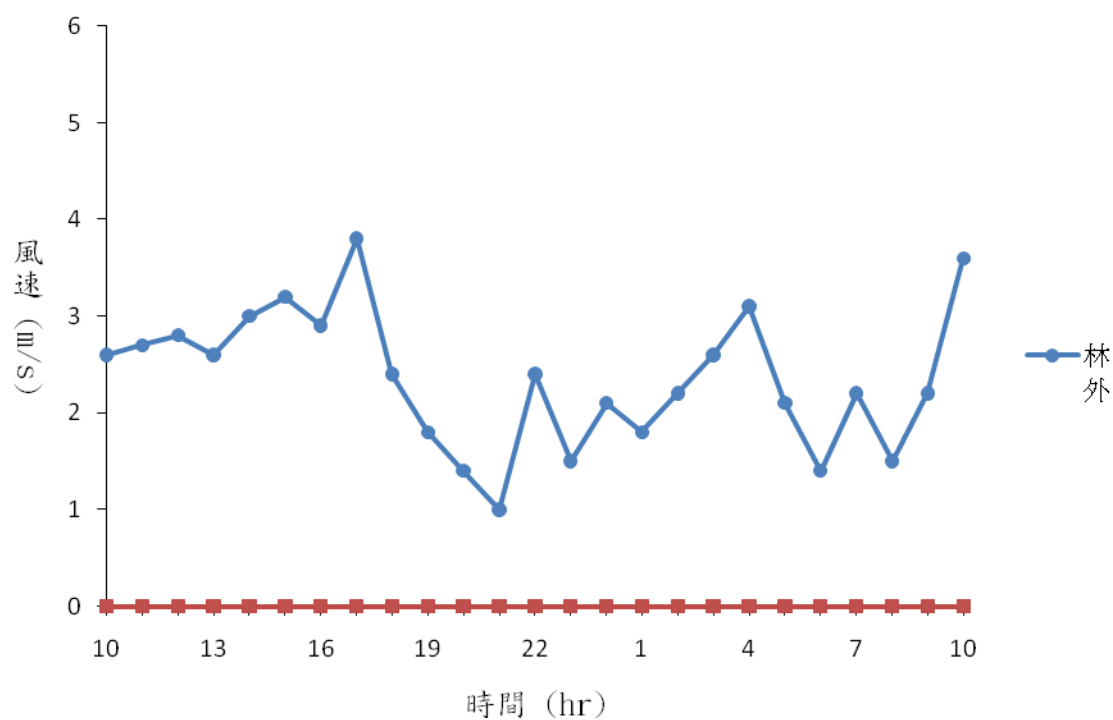


圖 5-66 2613 號飛砂防止保安林風速變化圖 (99.7.05)

5.6 海岸生態保安林之營造

一般海岸生態包括陸域地形景觀、動物與植被及海域魚類兩大區塊，在本研究中則以陸域生態之營造為主，研究區內陸域地形景觀以海岸人工設施及南濱公園防風土堤最具代表性，這些皆屬於海岸第一線的防衛設施，其功效係針對海岸侵蝕或是削弱波浪所帶來之侵襲，提供必要之防護；目前除以安全為基礎考量外，亦更深入評估拉近人與海之距離，以及增加遊客之休閒遊憩空間，並配合原有植被與景觀看台相互連結，逐漸營造出優質的海岸生態環境。

本研究區另一陸域植被即為保安林，係以防風及飛砂防止為目標而設立，也就是對於海岸人工堤所無法攔阻的飄鹽、飛砂及強風，能夠提供進一步之防護，屬於海岸第二線的防衛設施，此二個陸域因子間存在很微妙且很密切的互動關係。因此，除了要維護海岸人工堤之功能外，並應注重提升現有保安林功效，兩者間方能相輔相成，緊密結合。

以花蓮濱海特性而言，在陸域植被工法規劃設計上，以建造防風定砂之保安林為主，可有效減少風砂及鹽霧危害；另外為配合海岸人工設施設置後立地環境之變化，在植物材料之選擇與設計規劃上亦應有所不同，如圖 5-67 所示。

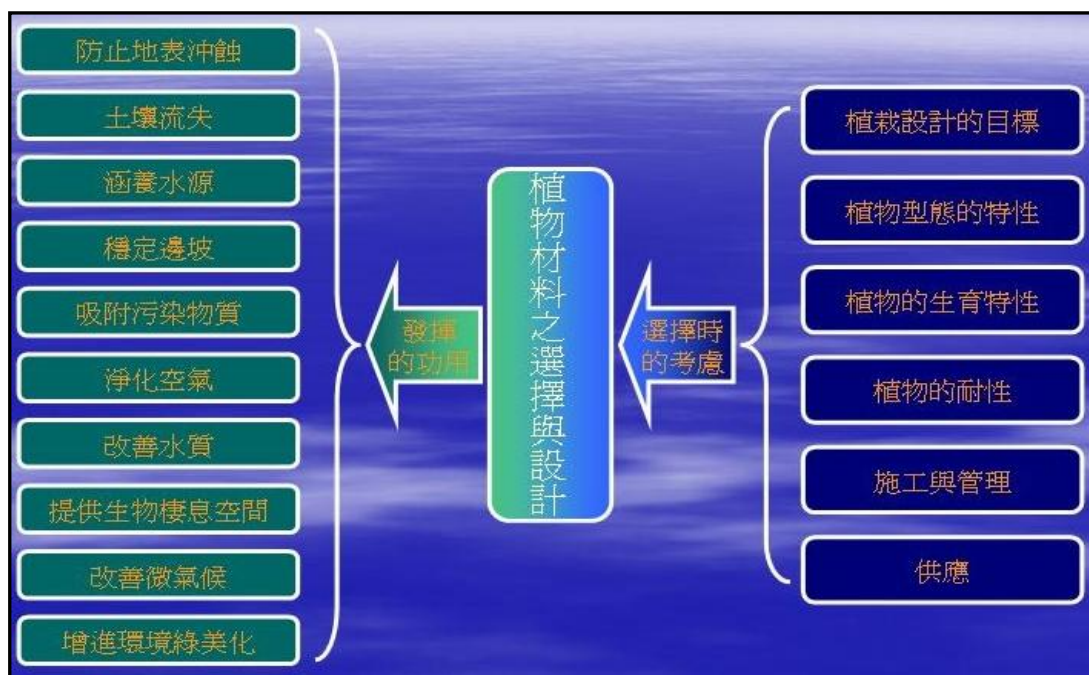


圖 5-67 防風定砂應用植物之選擇與設計原則

基本上為適應海岸之生態環境，應導入適生之原生植物，而部分配合地被草花或園景綠化，則可少量酌以選取引進之綠化或美化植物。一般海岸防風林營造主要以木麻黃純林為主，但因木麻純林甚易衰退，且易受星天牛、黑角舞蛾等為害；故以其他樹種或以混交造林方式代替木麻黃純林為目前防風林研究及經營之方向。目前臺灣地區主要應用推廣之海岸防風林造林樹種有木麻黃、黃槿、草海桐，瓊崖海棠、海欖果、福木、檉柳及林投等；其他適生的植物種類包括大葉山欖、水黃皮、白水木、朴樹、楨梧、相思樹、苦楝、苦藍盤、茄苳、海桐、甜根子草、烏榕、榕樹、臺灣海棗、銀合歡、濱槐、鵝鑾鼻蔓榕、蘭嶼樹杞、鐵色、欖仁。

海岸地區由於氣候環境惡劣、林木生長不易，尤以海岸第一線必須藉防風籬、防風網或防風柵之保護方能使林木成活，進而逐年成長，若林木超過防風構造物之高度，則易受風害及鹽害，通常第一線林帶林木成長高度極限在 5~6m 左右。而林帶寬度原則上越寬效果越佳，但由於土地取得不易，而且土地需經濟利用，故林帶不宜太寬，原則上以 80~160m 為宜，若考慮林帶的更新問題，則林帶寬度可適度增加。

5.6.1 保安林機能檢測結果

為進一步瞭解本研究試區保安林帶之機能，因此，根據邱祈榮等（2007）對防風保安林劃設之研究，從事試區林帶寬度與防風效益關係之探討，首先依周恆（1978）提出由風速推算防風林帶之寬度，其公式為 $W = V_{\max} \times C_i$ ，其中 C_i 與最大風速 $V_{\max}$ 有關， $V_{\max}$ 大於 30m/s 時 C_i 為 5.53， $V_{\max}$ 介於 10m/s~20m/s 時 C_i 為 4.55， $V_{\max}$ 小於 10m/s 時 C_i 為 3.64。

其次再依 Wang（2001）提出林帶寬度與減風定砂效果之關係，研究結果發現 3~5 倍樹高寬度之林帶，能降低約 65% 之風速。其中又以 3 倍樹高寬度之減風定砂效果較 5 倍樹高之減風定砂效果為優，因為過寬的林帶將會造成氣流在離開林帶前即恢復原有流速。

綜合前人研究，由當地最大風速及保安林樹高，即可推求保安林帶之理論寬度，再與現地測量之林帶寬度相互比較，可得知保安林帶之機能是否良好。本研究將 2613 號保安林每隔約 50 公尺取一截面；2618 號保安林每隔約 150~360 公尺取一截面；2602 號保安林則是每隔約 45 公尺取一截面；分別繪出編號 A~I 及 A~H 共 9 條或 8 條截面線，如圖 5-68~圖 5-70 所示；再分別測量其長度，結果如表 5-23~表 5-25 所示。

由表 5-23~表 5-25 中得知，2613 號及 2602 號保安林，各截面實際寬度幾乎皆小於由風速推算之防風林帶寬度，但卻幾乎皆大於由樹高推算之防風林帶寬度，然而該保安林主要功能為飛砂防止，因此，該林帶之寬度已足夠；但若用於防風則林帶之寬度不足，應再增加，方能達到防風功能。至於 2618 號保安林各截面實際寬度皆大於由風速及樹高所推算之防風林帶寬度，因此，整體而言該保安林之防風機能相當完善，可進一步參照本研究其他營造之相關建議，使保安林功能更加健全。



圖 5-68 2613 號飛砂防止保安林帶寬度量測之截面線

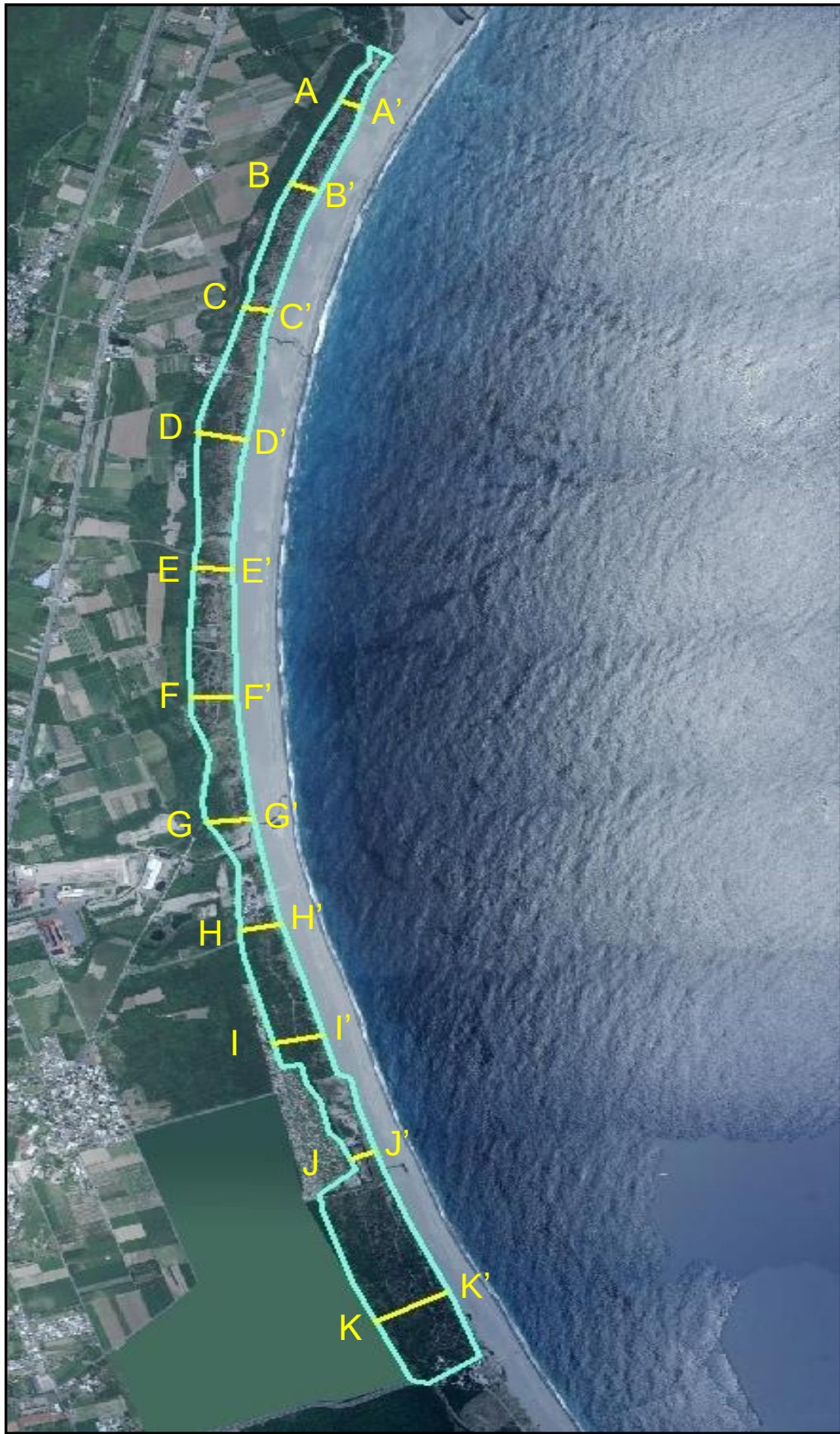


圖 5-69 2618 號防風保安林帶寬度量測之截面線



圖 5-70 2602 號防風保安林帶寬度量測之截面線

表 5-23 2613 號飛砂防止保安林帶寬度表

斷面	林帶實際寬度(m)	林帶理論寬度(m) $W = V_{\max} \times C_i$	林帶理論寬度(m) 樹高 = 8m
A-A'	36	66	24
B-B'	40	66	24
C-C'	51	66	24
D-D'	63	66	24
E-E'	68	66	24
F-F'	60	66	24
G-G'	53	66	24
H-H'	50	66	24
I-I'	48	66	24
平均寬度	52	66	24

表 5-24 2618 號防風保安林帶寬度表

斷面	林帶實際寬度(m)	林帶理論寬度(m) $W=V_{\max} \times C_i$	林帶理論寬度(m) 樹高=12m
A-A'	84	66	36
B-B'	107	66	36
C-C'	95	66	36
D-D'	165	66	36
E-E'	129	66	36
F-F'	150	66	36
G-G'	153	66	36
H-H'	119	66	36
I-I'	155	66	36
J-J'	87	66	36
K-K'	275	66	36
平均寬度	138	66	36

註： $V_{\max} = 14.46 \text{ m/s}$ ， $C_i = 4.55$ 。

表 5-25 2602 號飛砂防止保安林帶寬度表

斷面	林帶實際寬度(m)	林帶理論寬度(m) $W=V_{\max} \times C_i$	林帶理論寬度(m) 樹高=8m
A-A'	50	66	24
B-B'	48	66	24
C-C'	30	66	24
D-D'	19	66	24
E-E'	46	66	24
F-F'	42	66	24
G-G'	41	66	24
H-H'	81	66	24
平均寬度	45	66	24

註： $V_{\max} = 14.46 \text{ m/s}$ ， $C_i = 4.55$ 。

5.6.2 海岸保安林帶寬度（厚度）之建議方案

Wang *et al*(2001)等依照數學模式及模擬結果發現，太寬的林帶會讓風在離開林帶前就開始恢復速度；太窄的林帶有較長的保護區；中等寬度的林帶減低的風速最多，如圖5-71所示。究其原因係由於過窄之防風林

帶（5行林帶），如圖5-72(a)，未能使林帶遮風率近乎100%，故會使林前大量氣流通過林區，導致背風面的保護效果比10行林帶差；而圖5-72(b)中10行林帶已足夠抵擋強風穿越林間，使其背風面可獲致良好的保護。但是，若林帶過寬，則減風區域多被林木佔據，當氣流沿林帶上昇後，至一定距離即開始下降，在過寬之林梢上移動，最後達到無林帶設立處即下降於地表面，故其保護區皆被林木佔去，範圍反而縮小，如圖5-72(c)所示。簡言之，即過寬林帶之防風範圍不僅較小，亦將造成土地利用上的浪費，但林帶太窄，則又難收防風之效。因此，決定海岸防風林帶厚度時，應採10行林帶最為經濟有效。

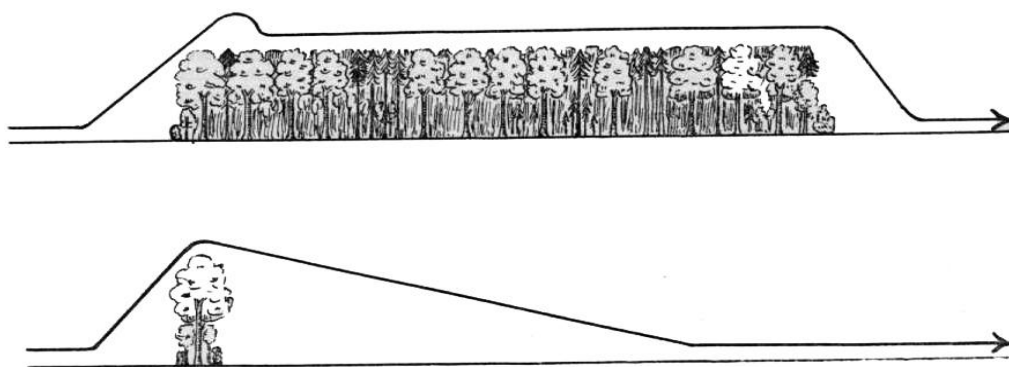


圖 5-71 寬闊林帶與狹窄林帶之氣流變化示意圖

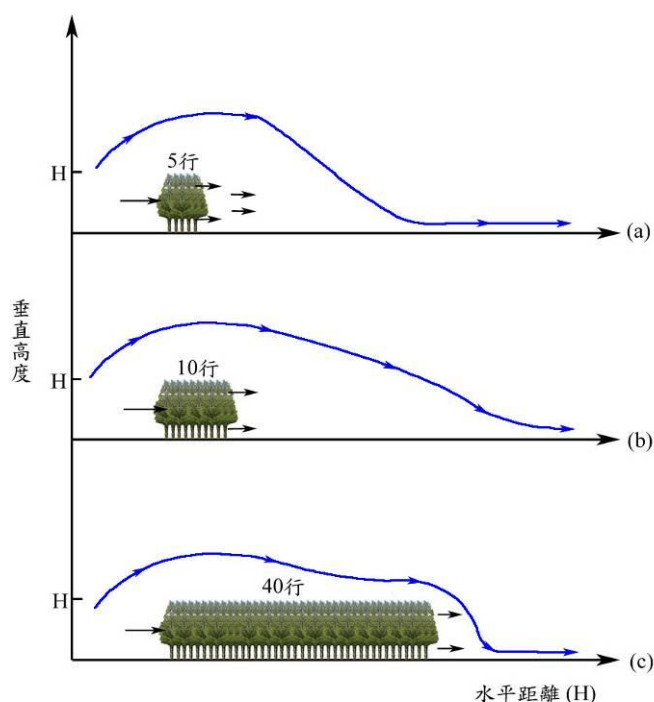


圖 5-72 海岸林帶寬度對防風功效影響示意圖

Woodruff 與 Zingg(1953)針對 5 列、7 列與 10 列樹列及橫斷面類型的防風效果做風洞試驗，結果發現就防風效果而言，最佳為 10 行且為 C 型設計，如圖 5-73 所示，其在林帶上方及林帶後產生的加速區比其他型設計來得小。其次為 5 列林帶，F 型在邊緣有一個相對小的風速減低區。再其次為 10 列 B 型、7 列 E 型、10 列 D 型與 10 列 A 型；若從抵擋風蝕的角度來看效果分別為 C、A、D、B、E、F。而且 5 列與 7 列之效果與 10 列效果差異不大。

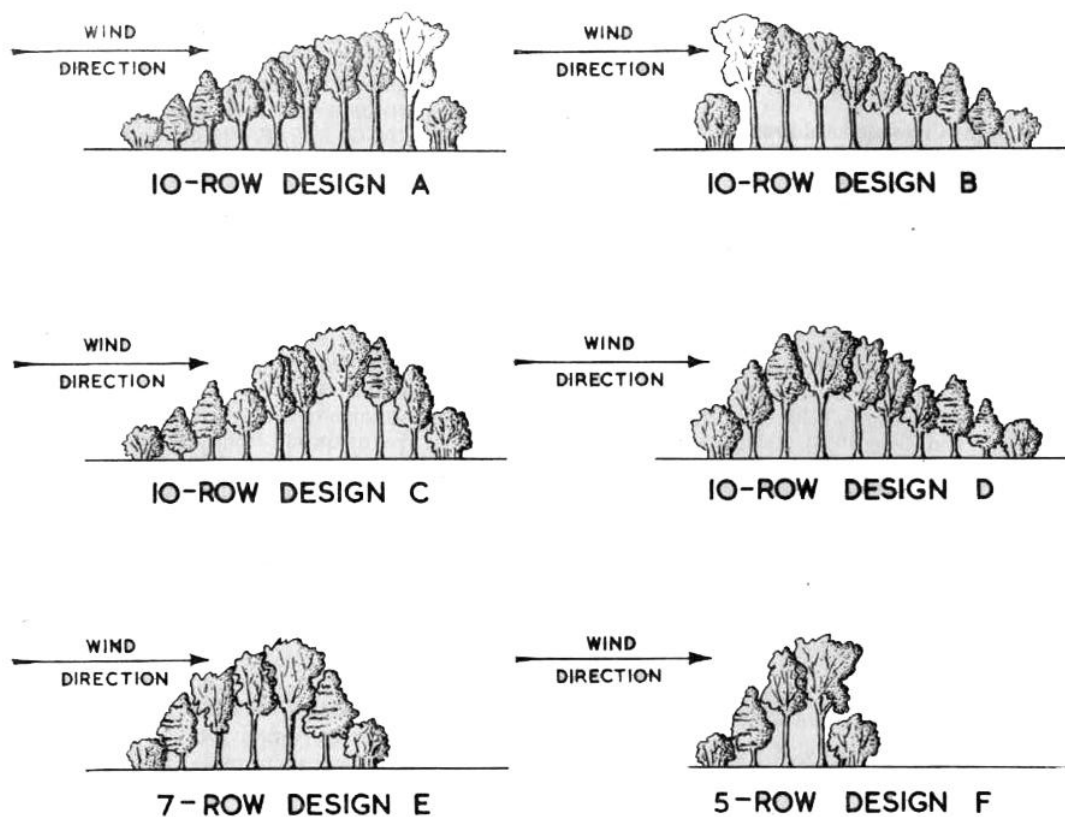


圖 5-73 不同橫斷面林帶之設計 (Woodruff 與 Zingg(1953))

若以 C 型 10 行斷面為例，依據表 5-26 樹高相關資料，採以下配置方式，如圖 5-74 所示，首先在迎風面林帶前緣處種植馬鞍藤與蔓荊等定砂地被植物，接著再栽植草海桐、林投、白水木等灌木，林木間距約為 2.0 公尺，而後再栽植黃槿、海欖果、木麻黃等喬木，林木間距約為 3.0 公尺，然後再於背風面處栽植水黃皮及無患子等喬木，林木間距約為 3.0

公尺，最後再栽植誘鳥植物台灣海桐及誘蝶植物冇骨消，林木間距約為 2.0 公尺，總斷面長度約為 24 公尺，上述林木栽植方式皆採三角形為宜，如圖 5-75 所示。

表 5-26 C 型斷面樹種及樹高資料

樹種	草海桐	林投	白水木	海欖果	黃槿	木麻黃	水黃皮	無患子	台灣海桐	冇骨消
樹高 (M)	0.5 至 1.0	0.5 至 3.0	0.6 至 3.0	4.0 至 7.0	5.0 至 8.0	10 至 15	7.0 至 10	5.0 至 10	1.0 至 4.0	1.0 至 1.5

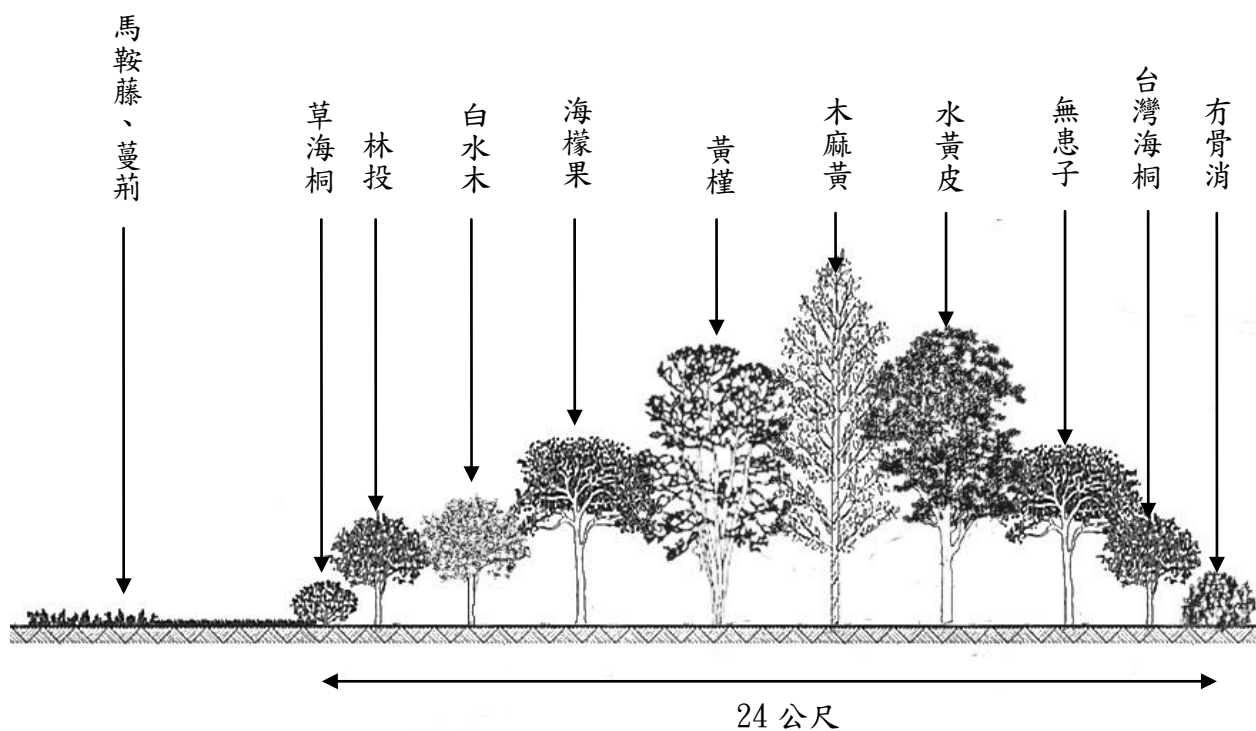


圖 5-74 C 型防風林斷面配置示意圖

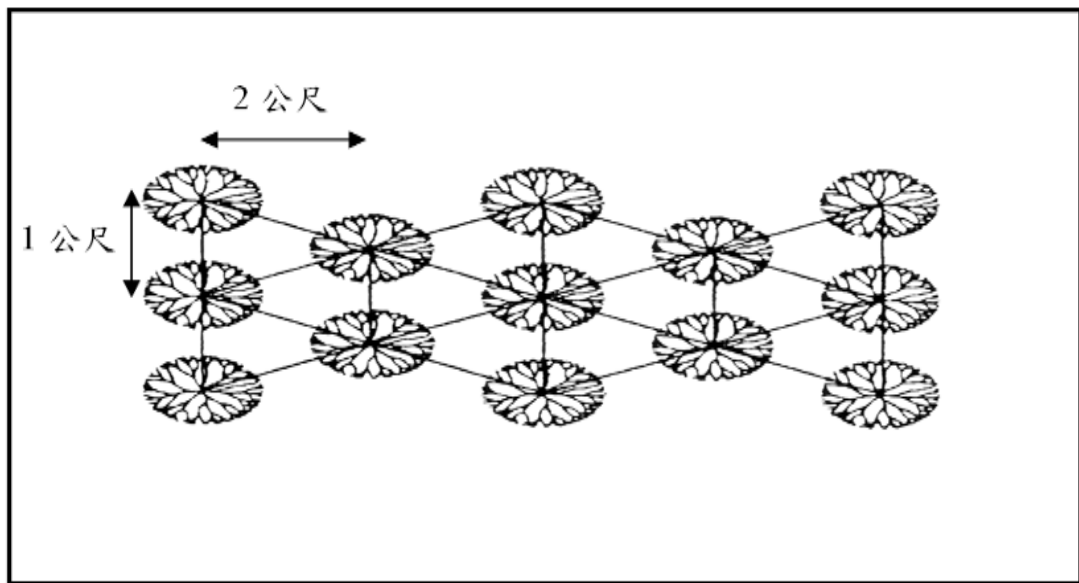


圖5-75 三角形植栽配置圖

5.6.3 分段式海岸保安林之建議方案

當風由林前吹向林帶時，將會產生兩種能量損耗，一為林木本身之阻截作用，造成氣流相互撞擊而消能，二則因氣流受林帶阻擋後被迫上升，致使流動斷面縮小或受林梢搖曳而消能。經試驗發現(江永哲、吳約西，1986)，氣流進入林中與氣流被迫上昇所造成之能量耗損比林梢摩擦生成之損失多的多；研究中亦證實，林帶採用分段式，將可使風通過林帶時，能產生多次突縮斷面(流動斷面縮小)，進而提高林帶耗損風能之功效。又由試驗得知(如圖 5-76 所示)，以前後段皆 20 行而間距為 $15H$ 之二段式林帶，最具能量耗損之效果，平均比未分段之 60 行林帶多耗損能量約 8.5%，而此消能作用亦隨風速增強而更加顯著，若依此試驗結果，以上述 C 型防風林配置，則林帶全長約需 130 公尺。

由於分段式海岸防風林帶不但比整段式者更具消能作用，且可節省較多用地，由此觀之，分段式林帶的優點正符合現今本區海岸林規畫之需求。

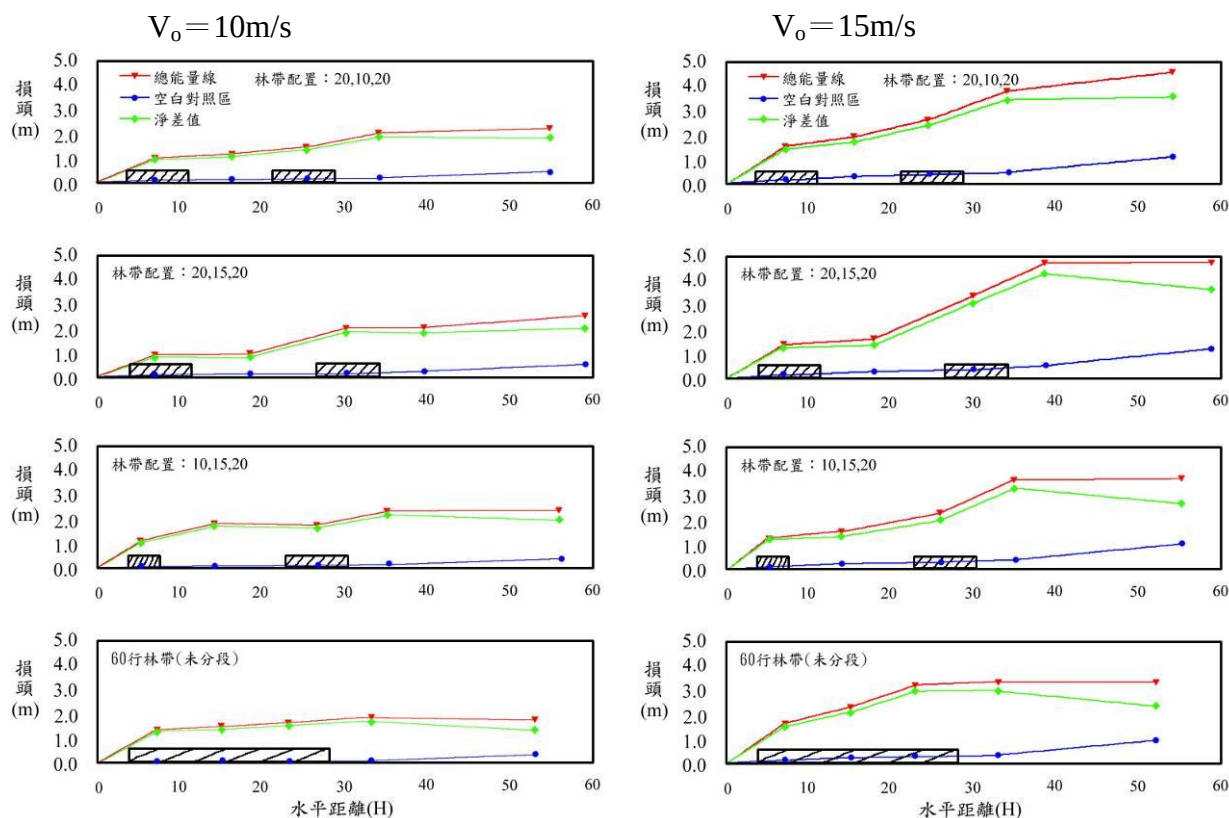


圖5-76 分段式與60行未分段式防風林帶能量損失比較圖

5.6.4 海岸保安林連貫之建議方案

林帶不連貫會削弱林帶之減風效果，進而影響到周遭居民生活環境品質，因此，根據本研究區現況，林帶缺口主要分成兩種情形，第一種為在林帶迎風面前緣，由於自然因素颱風、潮害或者是生長不易等所造成的林木枯萎，產生林帶缺口，就此情形而言，建議在林帶缺口前端，設置防風網，並儘速補植，以恢復原有的防風機能，如圖 5-77 所示。第二種則是因闢建道路所造成之林帶缺口，建議除非民眾通行之必要道路，且與主風向平行，於規劃設計時則應將道路路面抬升約 3 公尺，使其擁有導流之減風效果，以達到防風的功能，如圖 5-78 所示。其他林內聯絡與維修道路，則建議設置活動式擋風屏障，如圖 5-79 所示，除了有利於保安林之經營管理，亦兼具防風功能。

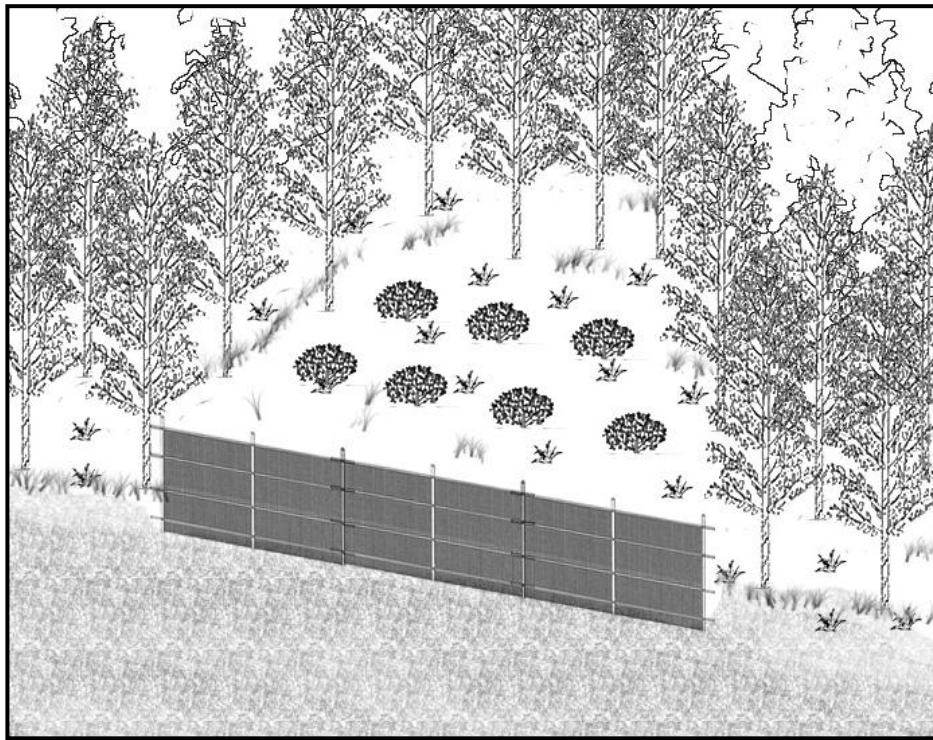


圖 5-77 林帶缺口建議方案一

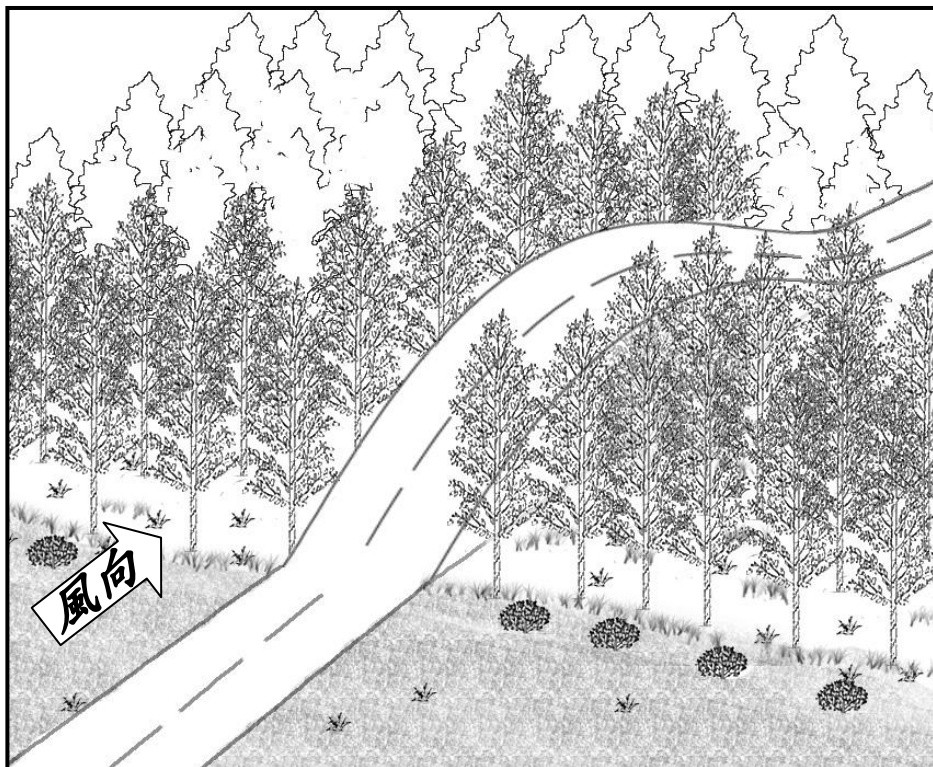


圖 5-78 林帶缺口建議方案二

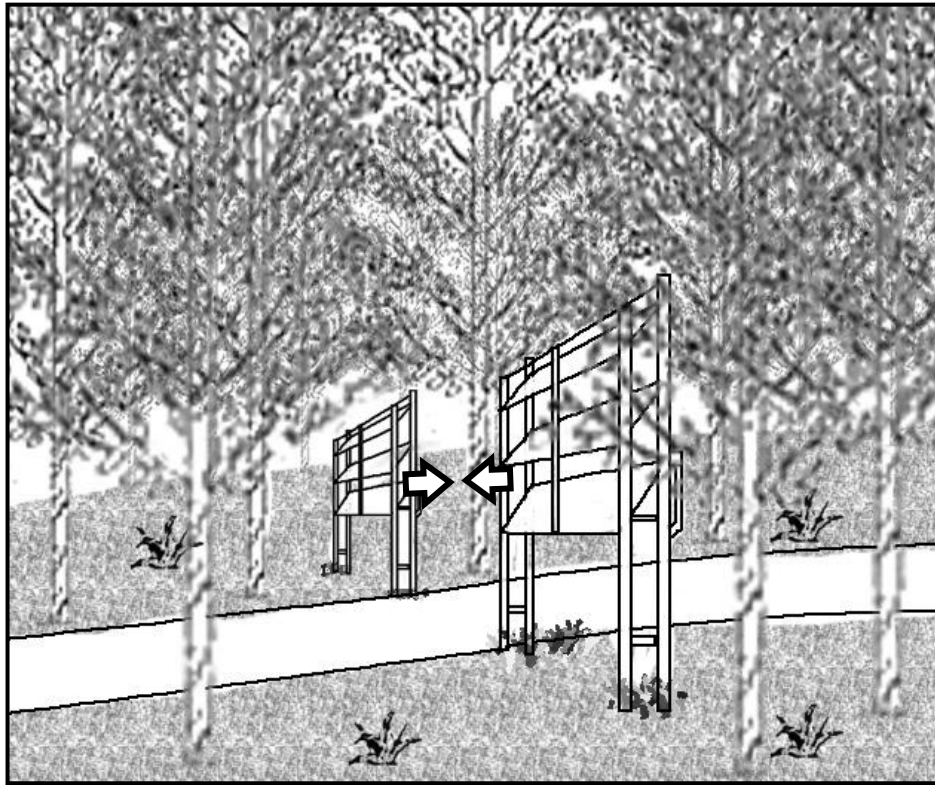


圖 5-79 活動式擋風屏障示意圖

5.6.5 保安林營造之建議

為營造符合花蓮海岸生態的保安林，建議可以利用經選擇之海岸適生植物，例如：刺桐、刺裸實、楨梧、俄氏刺苓，以人工的方式建造海岸自然林，以期達到涵養水源、調節微氣候、防風、美觀等環境保護及引誘野鳥、蝴蝶等生物群棲之保育功能，或是在植物有效密度（不影響保安林原有之效果）之下，將空間騰出來，以枕木或是天然建材鋪設人行步道，步道旁遍植麥門冬及韭蘭等植物，另依季節栽植各類草花，增添人行步道之景觀，並於林內樹蔭下設置石桌、石椅，並結合研究成果，設置濱海保安林戶外教室，提供人們於假日時攜家帶眷至海濱與保安林區活動，增進民眾瞭解保安林功效之相關資訊，以達到宣導及教育的功能，營造兼具教育、觀賞、休憩之地點，同時結合「社區林業」以達到「永續發展」的願景。

第六章 研究成果

6.1 保安林生態環境方面

整體而言，2602 號保安林之林分有逐漸減少的趨勢，而 2618 及 2613 號保安林之林分則有明顯增加，尤其 2618 號保安林較 10 年前增加 64.889486 公頃，係為加強國土保安等防災機能，將海灘地予以擴大編入所致；又各海岸線變遷經分析結果，2613 及 2602 號保安林之海岸屬於侵蝕海岸，而 2618 號保安林之海岸屬於堆積海岸。

為消減暴潮的破壞力，建議在 2618 號保安林接近海岸之外緣林帶，於木麻黃枝下高處，增植林投等低矮密生灌木叢，以降低波浪之速度及衝擊，減少災害損失；而保安林內墳墓區則建議施設防風牆，除可降低對環境負面影響，亦能提升減風功效。另 2602 號保安林於南濱公園土堤迎風面處，則建議構築防風網設施，以輔助林木成長。

6.2 地景變遷方面

由地景判釋分析得知，地景面積增加的有草生地、沙灘沙洲地及建築用地，面積減少最多的則是農業用地及林帶，而面積趨近於不變的有墓地及軍事用地。其中林帶減少 0.31%，約 39.23 公頃，大多數皆成為草生地，此為草生地增加的原因；再者由海岸線變遷得知，部分地區有小幅度的淤積及侵蝕的情形。

6.3 海岸人工堤與保安林之互動關係

近年來水利署第九河川局依據「永續海岸整體發展方案」，積極推動海岸環境改造計畫，確認海岸復育方向，朝向確保防災減災基本功能，進一步兼顧生態景觀、親水、休閒、觀光遊憩等多目標需求，期使達到「海岸永續經營」長遠目標；因此，對於海岸人工堤等防護設施，在視覺環境景觀及親水性，已有顯著改善，並充分發揮海岸第一線的防衛作用，亦與

海岸第二線的保安林防衛設施，完全相互結合，以彌補海岸人工堤設施之不足，彼此相輔相成，使其發揮最大功效，增進社會公益，進而達到國土保安之目的。

6.4 潛在危險區劃定與非法占墾地處理

濱海潛在危險區劃定之主要目的，將資訊提供相關單位作為管理參考與政策研擬之依據，以保障居民生命安全及減少災損；而查報取締機制之建立，係為確實制止不法之違規行為發生，對於保安林機能之維護，深具功效。本研究所完成之濱海潛勢危險區位圖，將可更客觀明確表示潛勢危險之區位，以適時提供危險警訊，告知住民，作為取締勸離之依據；而所研擬非法占用國土保安地之處理建議，亦是基於現有法規基礎下，兼顧情與理所提出具體可行之處理方案，可供保安林經營管理之參考。

6.5 微氣候調查與分析結果

6.5.1 照度及日輻射量

七星潭林帶內之照度平均約為林帶外 1/150；至於林帶內之日輻射量則平均約為林帶外 1/5，屬於令人感覺最舒適之狀態，故防風林區為一處極佳之天然遮蔽場所。

6.5.2 最高、最低及平均溫度

夏季時，溫差較大，七星潭林帶外最高溫度較林帶內平均高約 4℃，最低溫度則較林帶內平均低約 0.6℃，而平均溫度則又較林帶內平均高約 2.3℃；冬季時，溫差較小，林帶外最高溫度較林帶內平均高約 0.5℃，最低溫度則較林帶內平均低約 2.1℃，而平均溫度則又較林帶內平均高約 0.4℃。

6.5.3 相對溼度

無論任何季節在林帶內皆為舒適的等級；而林帶外僅於秋季為舒適的等級，春、冬兩季則為稍有寒意，至於夏季則是悶熱等級。由此再次證實，當氣溫較熱或較冷時，防風林帶確實非常適合做為避寒與避暑的場所。

6.5.4 氣壓

林帶內平均氣壓略高於林帶外 2mb，而林帶內外之氣壓其日較差約為 4mb，且每日都有兩個高低循環變化，皆屬於雙峰型，其中又以林帶內氣壓之變化最為典型。

6.5.5 土壤水份

七星潭林帶內土壤含水量較林帶外高約 5%，林帶內外土壤含水量大都集中在深度 30-50cm 處，且不同深度土壤含水量隨時間變化幅度極微；由於林帶內外土壤含水量維持在 4% 以上，為一般土壤含水量的 1/3，故而在濱海砂質地從事防風林營造相當艱難。

6.5.6 土壤溫度

七星潭林帶內地溫差約 8°C，而林帶外地溫差達 9°C；至於林帶內外地溫之差異，整體而言，林帶外地溫較林帶內高約 1.5°C。

6.5.7 平均風速

不論林帶外平均風速較大達 5.6m/s 時，林內則因風速極小仍趨近於零，此顯示林帶對於阻擋風速具有相當程度的功效，由此證實防風林帶確實適合做為天然遊憩避風場所。

6.6 海岸生態保安林之營造

6.6.1 保安林機能檢測結果

由於 2613 號及 2602 號保安林主要功能為飛砂防止，因此，該林帶之寬度經檢測後已足夠；但若用於防風則林帶之寬度不足，應再增加，方能達到防風功能。至於 2618 號保安林整體而言防風機能相當完善，若能進一步參照其他營造之相關建議，可使保安林功能更加健全。

6.6.2 規劃適宜之林帶寬度（厚度）

綜合國內外研究結果顯示，當林帶寬度為 10 行，並同時搭配使用 C 型斷面時，可獲得最佳的保護效果；有關 C 型 10 行林帶斷面之配置，已於計劃中提出參考斷面，至於為確保防止風砂危害，過窄或過寬的林帶反而功效不彰，應限定以擇伐方式更新，且各區域是否採用 10 行林帶寬度為宜，尚須參酌其林況與地況等因素，審慎通盤考量。

6.6.3 規劃分段式林帶

採用前後段皆為 20 行而間距 $15H$ （ H ：平均樹高）之分段式林帶，並參考 C 型林帶斷面之配置，不但可提升消能效果，更可節省較多用地，當保安林需更新或規劃為休憩運動空間時，可依此原則參酌設計。

6.6.4 林帶連貫性之建議

根據本研究區現況，林帶缺口主要分成兩種，第一種係於林帶迎風面前緣，由於風衝等自然因素所造成，此種情形，建議在缺口前端，設置防風網，並儘速補植林木，以恢復原有的防風機能；第二種則是因闢建道路所造成，此種情形，建議除非必要道路，且與主風向平行，於規劃設計時則應將道路路面抬升約 3 公尺，使其擁有導流土堤之減風效果，以達到防風的功能。

6.6.5 保安林營造之建議

為營造符合花蓮海岸生態的保安林，建議可以利用經選擇之海岸適生植物，以人工的方式建造海岸自然林；同時營造民眾休憩空間，設置濱海保安林戶外教室，以達到宣導及教育的功能，營造兼具教育、觀賞、休憩之地點。

參考文獻

1. 任世禧 (1988) 荷蘭鹿特丹格蘭特運河擋風牆，營建世界，pp. 60-66。
2. 江永哲、李遠慶 (1974) 現存耕地防風林之功效探討 (1) 密度對風速之影響，中華水土保持學報，5(1)：1-25。
3. 江永哲、李遠慶、陳文福 (1977) 現存耕地防風林之功效探討 (2) 風口對風速之影響，中華水土保持學報，8(1)：100-110。
4. 江永哲 (1977) 現存耕地防風林之功效探討 (3) 枝下高對風速之影響，中華水土保持學報，8(2)：64-77。
5. 江永哲 (1977) 現存耕地防風林之功效探討 (4) 林帶端對風速之影響，中華水土保持學報，8(2)：105-114。
6. 江永哲 (1982) 海岸林帶有效寬度之研究，國立中興大學中國農村發展聯合委員會合作研究報告。
7. 江永哲、李遠欽 (1985) 海岸防風林不同林帶寬度消減風力之效果，國立中興大學農林學報，34(1)：37-50。
8. 江永哲、吳約西 (1986) 分段式防風林耗損能量 (風力) 之風洞試驗，中華水土保持學報，17(2)：27-41。
9. 江永哲、游繁結、黃隆明 (1987) 不同海岸防風林型態與風速之關係試驗，中華水土保持學報，18(1)：14-26。
10. 江永哲、丘紹恆、黃隆明 (1991) 丘陵地風速與風向分佈之研究，國立中興大學農林學報，40(2)：137-162。
11. 江永哲、游繁結、蕭飛賓、方富民、黃隆明 (1992) 彰化濱海工業區防風設施之風洞測試研究報告，國立中興大學水土保持學系。
12. 江永哲、黃隆明 (1992) 沿海風速分佈與防風林營造關係之研究(一)，防風林營造八十一年度研究彙報，pp.17-26。
13. 江永哲、黃隆明 (1993) 沿海風速分佈與防風林營造關係之研究(二)，防風林營造八十二年度研究彙報，pp.20-29。
14. 江永哲、詹文陽、黃隆明 (1993) 海岸防風林帶內風速與飄鹽分布特性之研究，國立中興大學水土保持學報，25(2)：65-78。
15. 交通部運輸研究所 (2009) 花蓮港觀測波浪資料專刊 (1990~2008 年)。

16. 邱祈榮、潘孝隆、葉媚媚、黃愷如（2007）金門地區防風保安林劃設之研究，中華林學季刊，40(2)：229-240。
17. 吳約西（1981）海岸防風林削減風力之探討，國立中興大學水土保持研究所碩士論文。
18. 吳永華（1998）花蓮港廳動物誌，玉山社出版事業股份有限公司，pp.4-101。
19. 林信輝（2001）植生工程，高立圖書有限公司，pp.107-184。
20. 花蓮縣誌（1983），第八卷，17(18)，pp.2430-2431。
21. 周美珠（1989）未飽和土層水流動態模之研究，中興大學土木工程研究所碩士論文。
22. 邱創益、黃隆明（1993）定砂植物對海岸環境影響之研究，水土保持學報，25（1）：39-52。
23. 高庭芳（2003）福山試驗集水區坡面土壤水分移動特性之研究，國立台灣大學森林學研究所碩士論文。
24. 徐森雄、余嘉雄（1982）山坡地氣候條件與土壤水分觀測調查(第四報)行政院農業發展委員會中央加強農村建設輔助計畫。
25. 徐森雄（2003）坡地檳榔園之微氣候特性，中華林學季刊第 37 卷第 2 期，pp.169-178。
26. 唐琦（2005）天然香楠林之微氣候特性研究，國立中興大學水土保持學系博士論文。
27. 夏禹九、楊之遠（1989）由氣象因素估測蒸發散量的限制條件，台灣地區農業氣象資源應用研討會專輯，中央氣象局，pp.113-126。
28. 梁大慶、黃隆明、江永哲（1994）危險風速頻度分布之研究，國立中興大學水土保持學報，26(2)：81-88。
29. 黃隆明（1997）氣象學實習，國立中興大學教材。
30. 黃隆明（1997）環境林對微氣候改善之研究，環境林業八十六年度研究彙報，pp.156-165。
31. 黃隆明、江永哲、劉忠憲（1997）澎湖飄鹽分布之研究，中華水土保持學報，28(3)：165-176。
32. 黃隆明、張書豪（2005）連續式防風柵之防風功效研究，國立中興大學農林學報，54(2)：113-128。

33. 黃隆明、楊清華（2005）防風柵透風間隙配置對防風功效之研究，國立中興大學水土保持學報，37(3)：287-300。
34. 黃隆明、林信佑（2005）防風網密度對防風功效之數值模擬，國立中興大學農林學報，54(4)：309-324。
35. 黃隆明、歐陽志岳（2006）防風構造物設計對風害防治之探討，華梵大學藝術設計學院設計與文化學術研討會論文集（中冊：環境與防災設計類），2：131-141。
36. 黃隆明、賴振墉、陳財輝（2007）花蓮七星潭海岸防風林功效之探討，國立中興大學水土保持學報，39(1)：15-28。
37. 黃隆明、劉奇恩（2007）海岸防風林帶空隙對微氣候影響之研究，國立中興大學水土保持學報，39(2)：189-200。
38. 黃隆明、吳昌翰（2007）台中港海岸飛砂量推估之研究，中華水土保持學會 96 年年會論文發表論文集，pp.23-24。
39. 黃怡婷（2009）應用 GIS 於海岸颱風災害資訊系統之研究，國立海洋大學河海工程學系碩士論文。
40. 陳繁首（1981）從國土綠化及改善生活環境談森林之防風機能，台灣省林務局。
41. 陳財輝（1987）台灣海岸林之生態環境與造林技術，現代育林，3(1)：49-63。
42. 陳財輝、黃隆明、賴振墉（2006）海岸防風保安林之效益評估，第一屆環境保護林經營管理研討會，pp.7-26。
43. 陳財輝、黃隆明（2006）花蓮海岸防風保安林功效及營造對策，台灣林業，32(1)：17-22。
44. 陳財輝、黃隆明、賴振墉（2006）花蓮南濱公園土堤設施對風速及飄鹽之影響，台灣林業科學，21(4)：395-407。
45. 張學文（2004）新疆氣象手冊，氣象出版社。
46. 張長義（1994）濕地、海岸保護與地盤下陷問題，環保署國家環境保護計畫研討會論文集，91-107。
47. 盛志澄、康瀚（1961）台灣之防風林，農復會特刊第 32 號。
48. 詹文陽（1993）海岸防風林帶內風速與鹽分分布關係之研究，國立中興大學水土保持研究所碩士論文。

49. 經濟部水利署第九河川局（2004）南、北濱及化仁海岸環境及景觀改善規劃。
50. 經濟部水利署第九河川局（2009）花蓮海岸地形監測調查計畫（含環保公園海岸監測）」
51. 經濟部水利署第九河川局（2009）新社海岸侵蝕防護與環境營造整體規劃（3-1）。
52. 蒲金標（2005）台灣北部與南部氣壓與氣溫日變化之分析研究，氣候變遷與永續發展研討會論文集(一)：pp.3-12。
53. 廖大牛、林守誠、伍木林（1976）建立台灣整體性防風林之調查研究，加速農村建設 76-3-4-N45 計畫研究報告 151 號。
54. 編號 2602 號飛砂防止保安林 94 年度檢訂成果報告（2005），行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處。
55. 編號 2613 號飛砂防止保安林 94 年度檢訂成果報告（2005），行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處。
56. 編號 2618 號防風保安林 94 年度檢訂成果報告（2005），行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處。
57. 蕭再安（2006）海岸災害防治決策支援系統之建立(I)，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
58. 羅毓芳（2008）海岸沙丘易損性評估之研究—以新竹南港至苗栗竹南海岸為例，中國文化大學地學研究所地學組碩士論文。
59. 田中貞雄（1954）風蝕防止に関する研究，農業氣象，10（1, 2）：57-59。
60. 村井 宏、石川政幸、遠藤治郎、只木良也（1992）日本の海岸林，朝倉書店，東京。
61. 堀川安市（1941）台灣の蛇，台灣博物館協會，pp.77。
62. 飯塚肇（1952）防風林の幅度（厚み）に就いて，林業試驗場研究報告第 56 號別刷。
63. Bagnold, R.D. (1954) The physics of blown sand and desert dunes. Methuen & Co., Ltd. London
64. Bush, D. M., W. J. Neal, R. S. Young, O. H. Pilkey. (1999) Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. Ocean & Coastal Management. 42:647-670.

65. Chepil, W. S (1945) Dynamics of wind erosion, III, The transport capacity of the wind, *Soil Science*, 60 : 475-480.
66. Chiang, Y.C., L.M. Huang., and S.Liang (1993) Study of the Improved Windbreak-net in Peng-hu, *Journal of Agriculture and Forestry*, The College of Agriculture, National Chung Hsing University, Vol.42 No.1, pp.53-70.
67. De Pippo , T., C. Donadio, M. Pennetta, C. Petrosino, F. Terlizzi, A. Valente. (2008) Coastal hazard assessment and mapping in Northern Campania, Italy. *Geomorphology* 97:451–466.
68. Del Río, L. and F. J. Gracia. (2009) Erosion risk assessment of active coastal cliffs in temperate environments. *Geomorphology* 112:82–95.
69. García-Mora, M. R., J. B. Gallego-Fernández., A. T. Williams, and F. García-Novo (2001) A Coast Dune vulnerability Classification. A Case Study of the SW Iberian Peninsula. *J. of Coastal Research*. 17:802-811.
70. Van, E.J., R. Karschon., L.A. Razumova., and G.W. Roberts. (1964) Windbreaks and shelterbelts. W.M.O. Technical note 59. pp.5-21.
71. Woodruff, N.P. and Zingg, A.W. (1953) Wind tunnel studies of shelterbelt models. *J. For.* 51:173-178.
72. Zhibao D.(2003) Aeolian sand transport : A Wind Tunnel Model, *Sedimentary Geology*, 161 : 71-83.
73. Zingg, A.W. (1952) Wind tunnel studies of movement of sedimentary material, *Proc. 5th. Hyd. Conf., State Univ. of Iowa*, Bull. 34, : 111-135.
74. Zingg, A. W. (1953a) Wind tunnel studies of the movement of sedimentary material, *Proceeding of the 5th Hydraulics Conf. Bull*, 34 : 11-35. Inst. of Hydraulic.

附 錄 一

期中、期末報告審查意見及回覆

行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處
99 年度『花蓮縣境內編號 2613、2618、2602 號保安林海岸變遷及
國土保安效益研究計畫』期中審查意見及回覆

陳委員重隆	
審查意見	辦理情形回覆
一、工作內容其中之一主要在蒐集海岸變遷消長之圖資，惟尚缺少早期的資料，請盡量補充(如 68 年、89 年之空拍比對)。	已蒐集早期圖資納入附錄二中，並從事海岸變遷消長之相關分析。
二、民國 96 年 7 月 30 日行政院台建字第 0960033754 號函核定(98 年 10 月 21 日院台建字第 0980065919 號函修正)之「永續海岸整體發展方案」對於海岸之永續經營應帶入本報告內作為往後海岸使用的上位方針。	感謝委員意見，已將「永續海岸整體發展方案」有關海岸之永續經營納入期末報告內，作為爾後本區海岸發展的上位指導方針。
三、委員意見希望能以附錄方式加入報告中。	已將委員意見以附錄方式加入期末報告中。
四、表 2-2(p. 9)中央管河川及縣管河川基本資料，其中計畫供水量缺立霧溪及和平溪請補足，如無 Q_{100} ，是否有 Q_{50} ？另秀姑巒溪本流及支流樂樂溪之平均坡度皆為 1：265 是否有誤？請再核對。	感謝委員意見，已補正相關資料。
五、目錄：3.1 及 4.1.1 編號 2613 號應為飛砂防止保安林。p. 3 倒數第 6 列：環境因子……圖，簿及「施業」方法……施業兩字語(義)意是否有誤？	感謝委員意見，已補正相關文字。
六、p. 5 2.1 海岸特性-花蓮溪口以南至秀姑巒溪口段，提及石梯坪段有較為嚴重之侵蝕，是否有調查比較資料可供佐證。新化、東興等海岸較之前崩塌侵蝕也相當嚴重。	感謝委員意見，已將部分文字修正，並註明資料來源。
七、p. 27 圖 3-3「化仁」海堤非「仁化」。P. 31 提及南濱海岸投置消波塊如照片 4-1，為早期所建，目前已改為拋石緩坡海岸，此外對於海岸的	文字誤植已修正，並更換南濱海岸照片及補正相關內容。

侵蝕因素其中海岸漂沙的功能應再所著墨，因本計畫主要也是探討保安林海岸變遷，故海岸侵蝕之因素要著墨分析。最好能有援引其他研究分析報告，舉例表釋。	
八、p. 50 提及 94 年 7 月 18 日海棠、泰利、龍王等三次颱風侵襲花蓮，日期應分開標示，請修正。	感謝委員意見，已補正相關日期。
九、p. 68 照片 5-4 七星潭海岸海堤……其中有花蓮港區東堤請區分，p. 75 倒數第 2 列，2635 號應為 2613 號之誤，p. 67 表 5-9 施工性之表示用詞請再思考較適當之表達方式。	感謝委員意見，已將花蓮港區東堤照片移除，並修正誤植之文字及調整施工性之用詞。
夏委員禹九	
審查意見	辦理情形回覆
一、報告書中依衛星影像數化的結果呈現時請注意面積統計時之有效位數（表 5-2 中列為 0.000001 ha）。用 SPOT 影像其解析度對海岸林的管理是否夠，請討論，以建議增加航照或專案委託民間測量公司測量七星潭附近的海岸林。	感謝委員意見，已修正有效位數，並蒐集航照及正射影像圖資重新比對。
二、海堤位置、海岸線、違建的位置、潛在災害位置能否套疊，以利林管處後續與縣府、民眾處理做一溝通。	感謝委員意見，已將相關資料套疊於試區範圍圖中。
三、對林管處實際工作時而言，總的統計數字不如具確切空間位置的資料，建議以附錄方式列入期末報告。	感謝委員意見，已將相關資訊納入附錄或製作光碟，檢附於期末報告內。
四、過去的航照資料請增加在期末成果報告書之中。	感謝委員意見，已將過去完整的航照資料納入期末成果報告之附錄中。
柯委員耀輝	
審查意見	辦理情形回覆
一、報告書應以彩色印刷。	遵照辦理。
二、p11-p14 氣候資料建議加計 2009、2010 年資料。	感謝委員意見，已補正。

三、p42、p74、p121 提到社區林業與保安林之營造，建議承攬單位補充說明（因本計畫保安林範圍占用衝突大）及洽育樂課瞭解並修正內容，以有可行性為原則。	感謝委員意見，將會深入瞭解評估社區林業與保安林營造相互結合之可行性，目前七星潭社區林業計畫已由社區發展協會向林管處提出申請，將屆結案，期能達到雙贏目標。
四、p45-49 內 2613 飛砂防止保安林非營林部份占 55.48 %，且 p112-p114 表示林帶寬度不足，建議承攬單位說明對於國土保安效益之影響及補充說明 p76 後續建議處理方式。	由於 2613 號飛砂防止保安林林相不甚完整，為強化該保安林之功能，提昇優質林相，已於期末報告內補充說明後續建議處理方式。
五、p54-55 內 2602 飛砂防止保安林非營林部份占 63%，又無飛砂產生情形，可能原因為何，保安林是否有其國土保安效益。	感謝委員意見，由於海岸地形變遷，2602 號保安林前線沙灘銳減，目前飛砂情形已很少見，因而建議更改保安林名稱，以符實情及提升國土保安效益。
六、另 p58 建議營造防潮林部份及 p116-p119 建議 C 型防風林、分段式海岸防風林帶部分是否有實際案例參考。另 p121 保安林營造之建議樹種與 p116-p117 所提並不一致。	台灣目前潮害防備林分佈於東港、林邊、枋寮及車程，但林況並不理想，至於 C 型防風林與分段式海岸防風林帶國內並無案例可資參考，尚待實驗證實；另樹種不一致係因第一線與第二線樹種差異所致。
七、另 p58 防風牆或防風網其效益對林帶寬度之替代性，是否可與 p111-p119 之林帶寬度結合。	感謝委員意見，防風林栽植初期需要藉助相關防風設施輔助其成長，至於如何與林帶寬度相結合，尚須要實驗證實。
八、P74 處理建議第 3 點建議洽林政課瞭解並修正內容，以有可行性為原則。	感謝委員意見，已洽林政課，此項處理建議亦是管理處保林業務宣導主要內容。

王委員曉明

審查意見	辦理情形回覆
一、2618 在上次檢訂時，將海灘地編入增加約 64 公頃，惟造林困難，是否仍可達防災機能；又 p.58 建議設置防潮林，可否再詳予說明。	海灘是最佳的海岸防護策略，若能維持海岸的自然平衡，並配合設置防潮林，將可提升防災機能，詳如期末報告補充說明。
二、p.59, 5.2 地景變遷分析結果乙節，內容建請加強，例如說明地景總面積範圍劃定依據，以及個別編號保安林之分析建議。	感謝委員意見，已補充說明地景面積範圍劃分原則及個別保安林分析之相關建議。

三、p. 69，5.4 潛在危險區劃定與非法占墾地處理，其中對於潛在危險區劃定是否能於期末完成劃定請說明；另 p. 76 表 5-11 非法處理表列內容，2618 之問題仍有非法建物未說明等，請再加強。	濱海地區潛在危險區之劃定，往昔並無相關資料可資參考，本計畫所完成之成果，難免有所疏漏，尚祈委員指正；至於 2618 號保安林，非法建物之相關說明，亦已補正。
四、本報告建議施設防風網或防風牆部份，可否於期末時具體提出在各編號保安林何位置為適合考量設置地點。	感謝委員意見，已於期末報告中補充說明，適宜設置防風網或防風牆之地點。
作業課吳技正耀楠	
審查意見	辦理情形回覆
一、本案研究計畫成果、案內如有涉及 GIS 圖資規範，建議參照林務局規範繳交。	感謝委員意見，若有涉及 GIS 圖資規範，將依林務局規範繳交。
二、研究流程圖，各期衛星影像增揚之植物光譜分析，簡報述及木麻黃面積減少 11.04 ha，併 2618 保安林建議防潮林設置乙節，是否查屬人為因素或天然因素，建請納入說明供參經營管理及後續參考，並回饋至研究流程中。另潛在危險區是否有在建議防潮林設置區內，建請一併納入說明。	感謝委員意見，已將相關說明納入期末報告中，以供經營管理及後續參考。

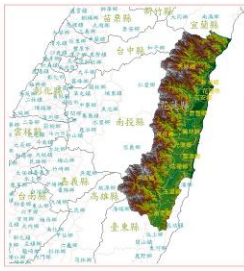
行政院農業委員會林務局花蓮林區管理處
99 年度『花蓮縣境內編號 2613、2618、2602 號保安林海岸變遷及
國土保安效益研究計畫』期末審查意見及回覆

傅委員家聲	
審查意見	辦理情形回覆
一、保安林違建處理之建議，建議刪除。	有關期末報告書保安林違建處理之建議，係緣自與前新城工作站紀主任請益後審慎提出，委員建議刪除，謹遵辦理。
王委員曉明	
審查意見	辦理情形回覆
一、建議正式報告書，加列摘要於最前面，濃縮重點呈現。	感謝委員意見，已於報告書最前面增列摘要。
二、所提相關建議在實務運作下之可行性是否再予審慎考量，例如 p58，建議設防風網於東部颱風侵襲頻繁地區是否可行；另墳墓區施設防風牆設施之可行性？	感謝委員意見，已於報告書內再補充說明。
三、5.4.1 潛在危險區之劃定，能有附錄 5 的區位圖成果（重要表格圖宜置入本文）此部分簡報成果圖及文字同時呈現佳，值得肯定，惟分析詳細內容是否加強呈現相關之分析數值及表格（資料過多可置於附錄），而此次劃定之因子方法，外界相關看法如何？接受性或限制假設條件為何？淹水潛勢依據暴雨量為主，整體指標在暴潮，尤其是颱風產生的危險，其權重為何？兩者相互影響可否考慮？	為使附錄圖前後連貫，潛在危險區位圖以維持目前編排方式較為適宜；又濱海地區潛在危險區位圖，係國內首次提出，雖經多方請益，難免仍有疏漏不週之處，尚需爾後相關研究詳加率定修正；至於委員所提其他問題已於報告書內補正。。
四、p88 違建濫墾執行建議與替代方案之可行性，亦建請再慎酌，例如 2618 號（編號非地號）加裝監視設備之可行性，施設防風牆之可行性。	感謝委員意見，文字誤植已修正，另違建濫墾執行建議與替代方案之可行性，亦再審慎修正。
五、建議未來需繼續研究強化之工作為何？	建議繼續辦理濱海地區潛在危險區位之相關研究，使初步所得成果更臻完善。

林務局集水區治理組羅技士秀雲	
審查意見	辦理情形回覆
一、本案研究計畫之研究成果包括潛在危險區劃分及相關經營管理建議等，建請研究單位依各保安林編號做整合性之敘述。	已依所提意見辦理。
林政課楊技士敏全	
審查意見	辦理情形回覆
一、保安林地內設置防風網、防風牆，將對環境造成衝擊，建請審慎評估與考量。	防風設施若對林木成長或環境改善無正面作用，則不宜採用，經營管理者應有所抉擇。
二、2618、2613、2602 區外保安林地內（含建物區域），降雨量 600 公厘，淹水達 2-3 公尺，勢必淹沒鄰近住戶房舍，請補列該地區歷年來災害情形，以供劃入潛在危險地域之參考依據，並避免引發當地民眾質疑與紛爭。	計畫區 1 日暴雨達 600mm 之淹水潛勢情形，係完全參照經濟部水利署所公布之資料，花蓮部分市區淹水更高達 3 公尺以上，但並未引發當地民眾質疑與紛爭，因此，無須恐慌，惟需留意做好防患措施，以減少災害損失；爾後若繼續辦理濱海地區潛在危險區位之相關研究，則再針對降雨量淹水情形深入率定修正。
治山課邱技士煌升	
審查意見	辦理情形回覆
一、第 67 頁中表 5-8 中並未列入 2618 附近之海堤資料，且與第 68 頁之圖核對有誤，請補充或修正。	感謝所提意見，已將相關資料補正。
二、第 80 頁表 5-12，請加入雨量資料，以利核對。	表 5-12 主要目的在於評估颱風登陸次數，以作為潛勢災害量化之依據，故未增列雨量資料。
三、引用之資料或圖表，請加註出處。	感謝所提意見，已補正。
四、第 58 頁，研究單位建議設置防風牆來強化保安林功能，是否可以請研究單位提供建造防風牆之經濟可行性分析或成本分析。	感謝所提意見，已補正。
五、第 204、205 頁之圖形 c05 的部分，於 10 年內先堆積 60 公尺再侵蝕 50 公尺，可否請研究單位說明。	此為自然現象，主要受海流及波浪侵蝕與堆積交互作用之影響。

附 錄 二

花蓮縣不同日暴雨量及 重現期距淹水潛勢圖



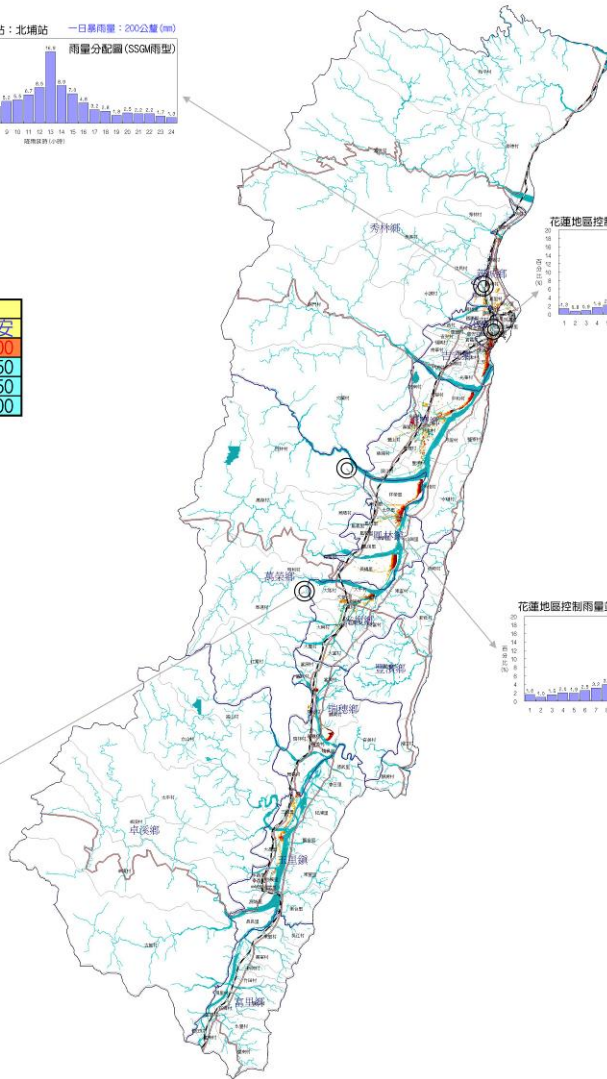
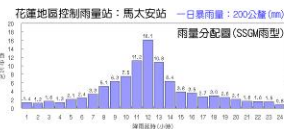
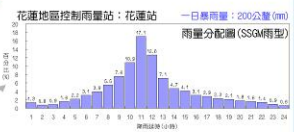
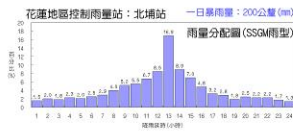
花蓮縣一日暴雨[200公釐(mm)]淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
200mm	200	200	200	200
350mm	350	350	350	350
450mm	450	450	450	450
600mm	600	600	600	600



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來淹水事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

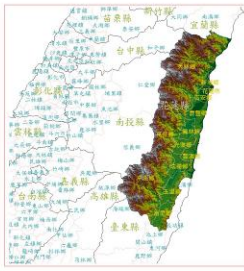


圖面比例尺 1:500,000



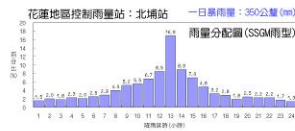
執行單位：國立臺灣大學

附錄圖 2-1 花蓮縣 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖



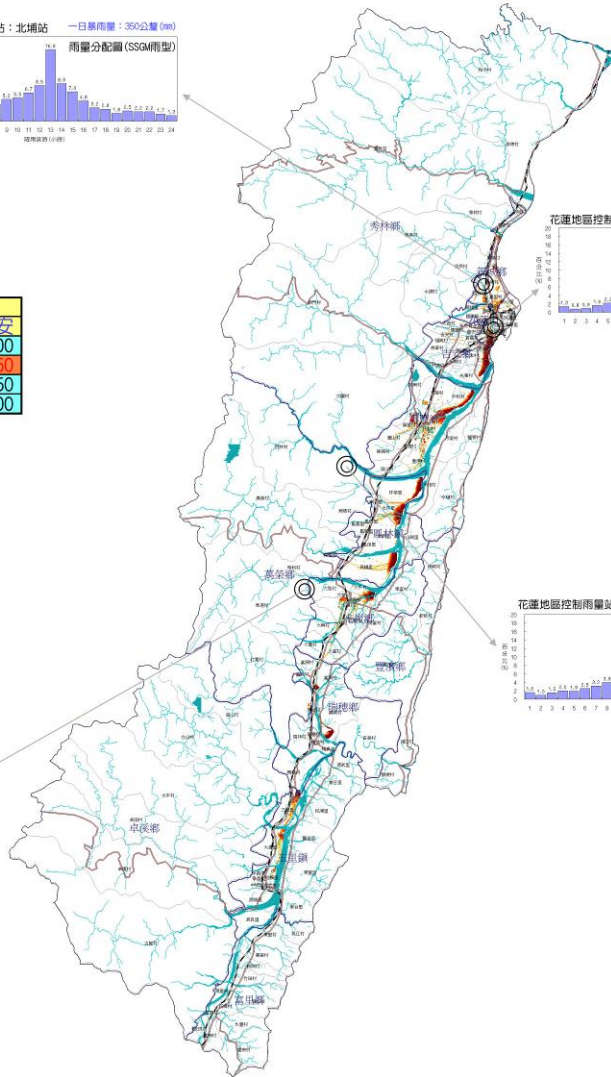
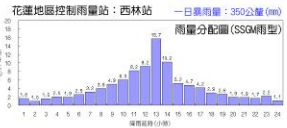
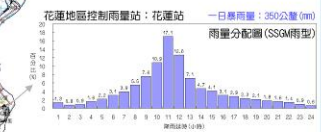
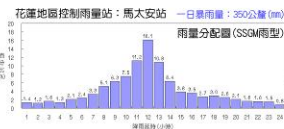
花蓮縣一日暴雨[350公釐(mm)]淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
測站	200	200	200	200
200mm	200	200	200	200
350mm	350	350	350	350
450mm	450	450	450	450
600mm	600	600	600	600



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來颱風事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式。

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

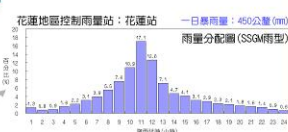
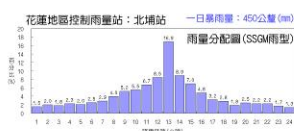
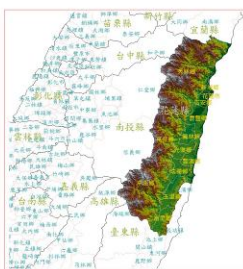
圖面比例尺 1:500,000



附錄圖 2-2 花蓮縣 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖

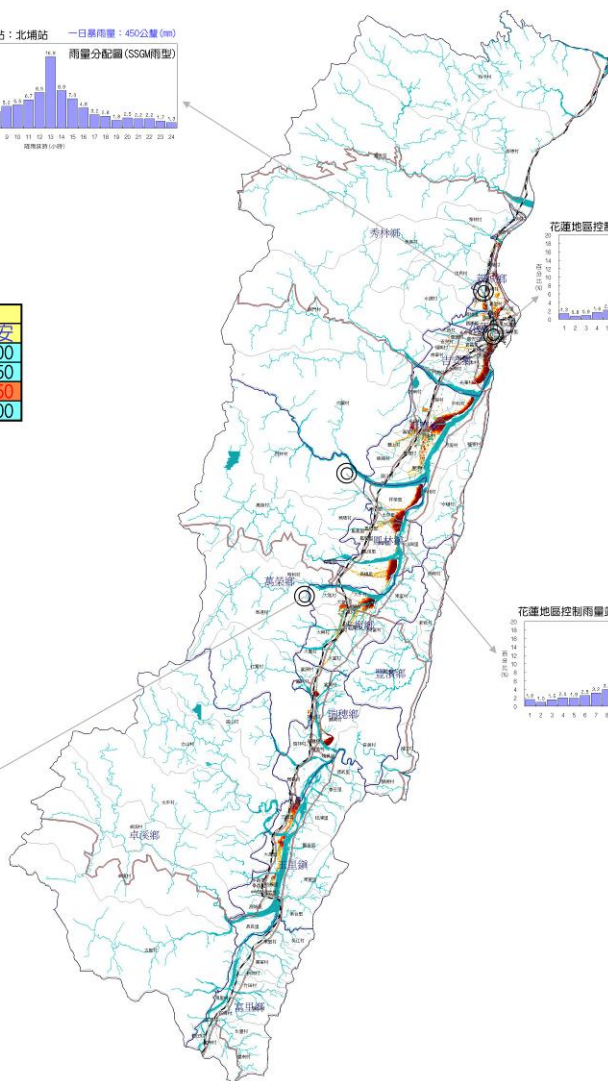
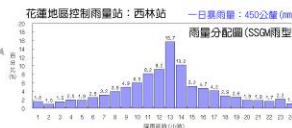
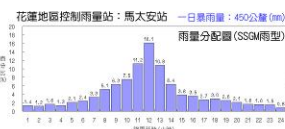
花蓮縣一日暴雨[450公釐(mm)]淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
200mm	200	200	200	200
350mm	350	350	350	350
450mm	450	450	450	450
600mm	600	600	600	600



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算。因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來實際洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定壩位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河道皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

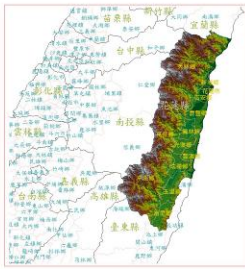
圖面比例尺 1:500,000

圖例



執行單位：國立臺灣大學

附錄圖 2-3 花蓮縣 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖



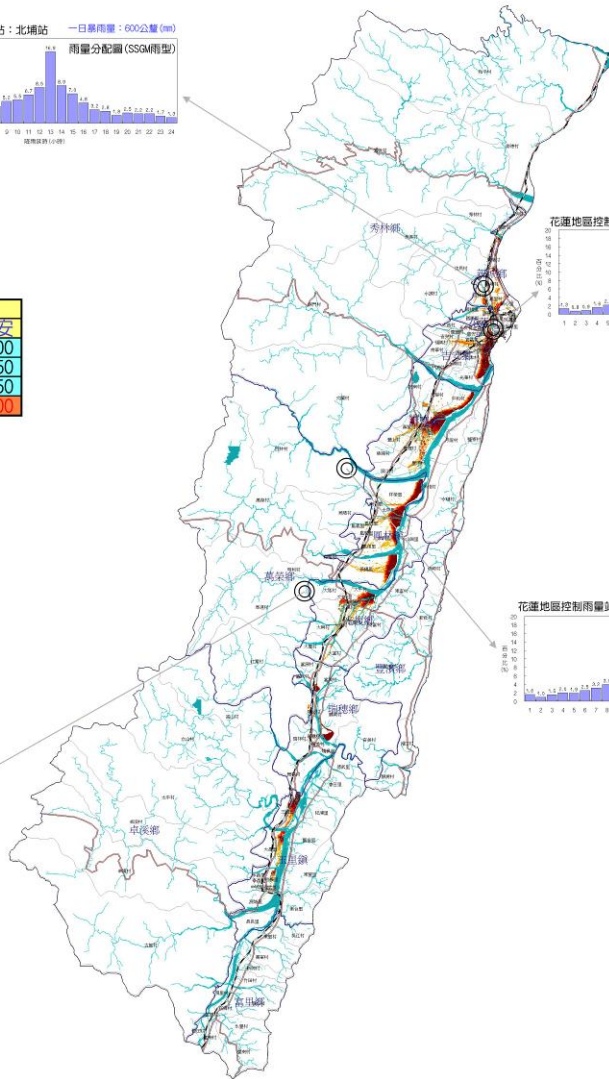
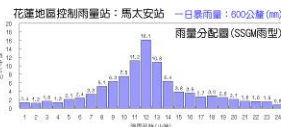
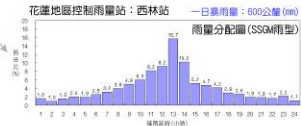
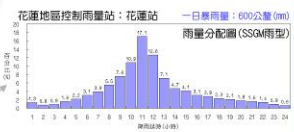
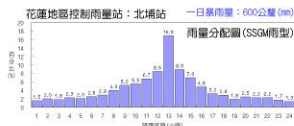
花蓮縣一日暴雨[600公釐(mm)]淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮縣	北埔站	西林	馬太安
200mm	200	200	200	200
350mm	350	350	350	350
450mm	450	450	450	450
600mm	600	600	600	600



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水理模式演算，因水文預測具不確定性，故無法完全模擬未來臨洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

圖面比例尺 1:500,000

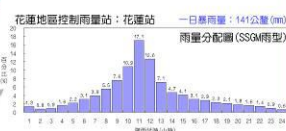
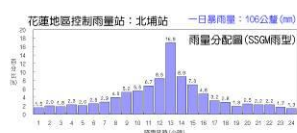
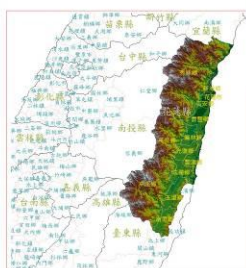


執行單位：國立臺灣大學

附錄圖 2-4 花蓮縣 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖

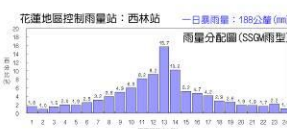
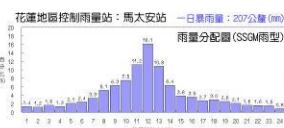
花蓮縣重現期距1.1年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米 (mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來圖示事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

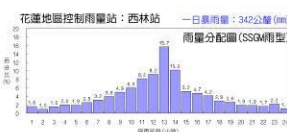
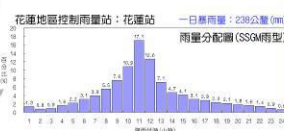
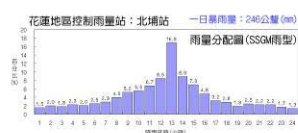
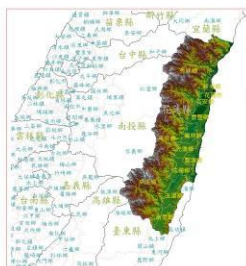
圖面比例尺 1:500,000



附錄圖 2-5 花蓮縣重現期距 1.1 年降雨狀況淹水潛勢圖

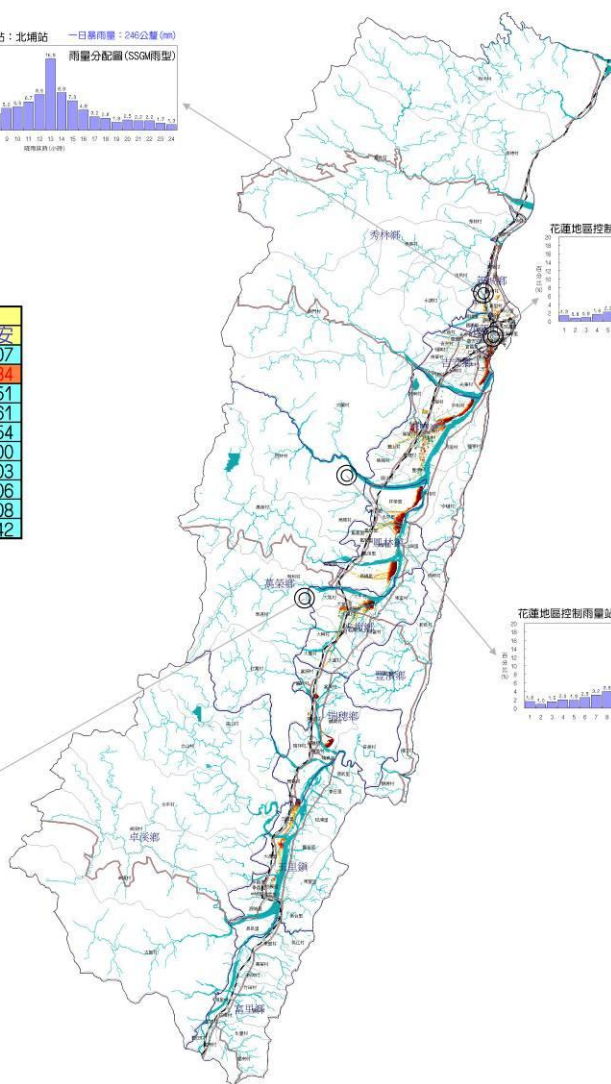
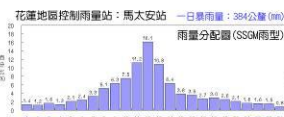
花蓮縣重現期距2年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米 (mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來圖示事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

圖面比例尺 1:500,000

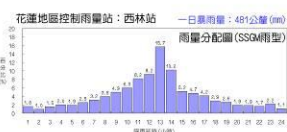
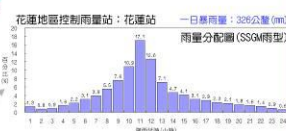
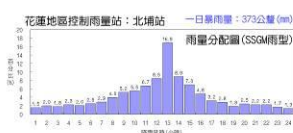
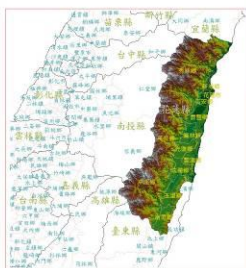


執行單位：國立臺灣大學

附錄圖 2-6 花蓮縣重現期距2年降雨狀況淹水潛勢圖

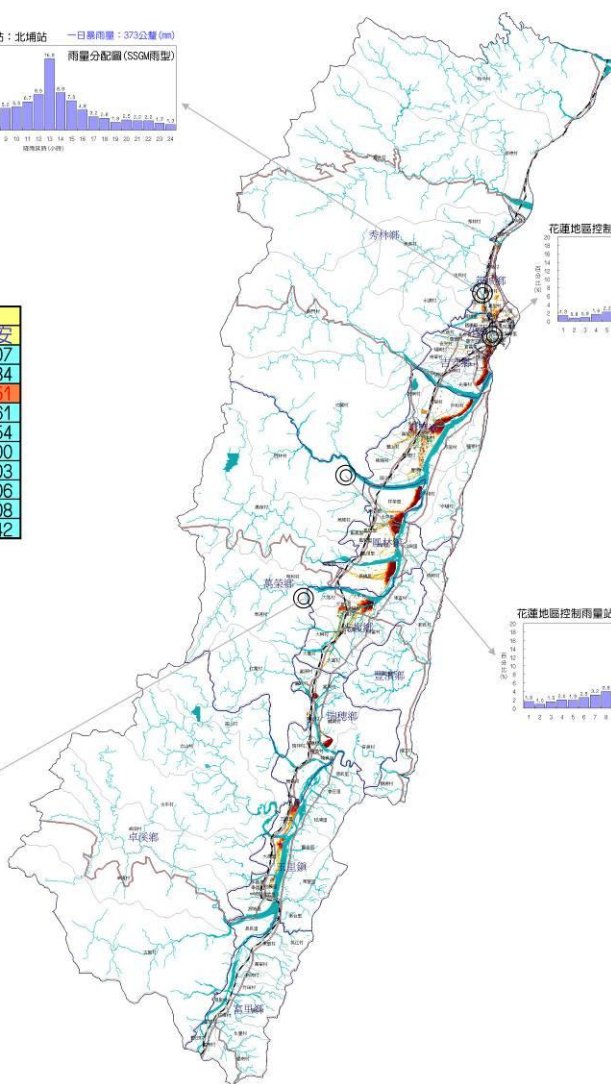
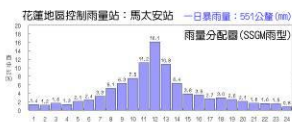
花蓮縣重現期距5年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米 (mm)

地區	花蓮	花蓮縣	北埔	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207	
2年	238	246	342	384	
5年	326	373	481	551	
10年	385	456	574	661	
20年	434	527	652	754	
25年	459	562	691	800	
50年	514	640	778	903	
100年	568	718	865	1006	
200年	622	795	951	1108	
500年	694	897	1066	1242	



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水理模式演算，因水文預測具不確定性，故無法完全模擬未來臨洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

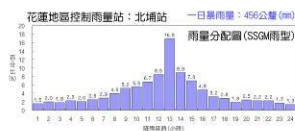
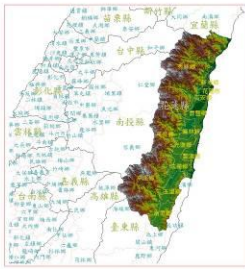
圖面比例尺 1:500,000



附錄圖 2-7 花蓮縣重現期距 5 年降雨狀況淹水潛勢圖

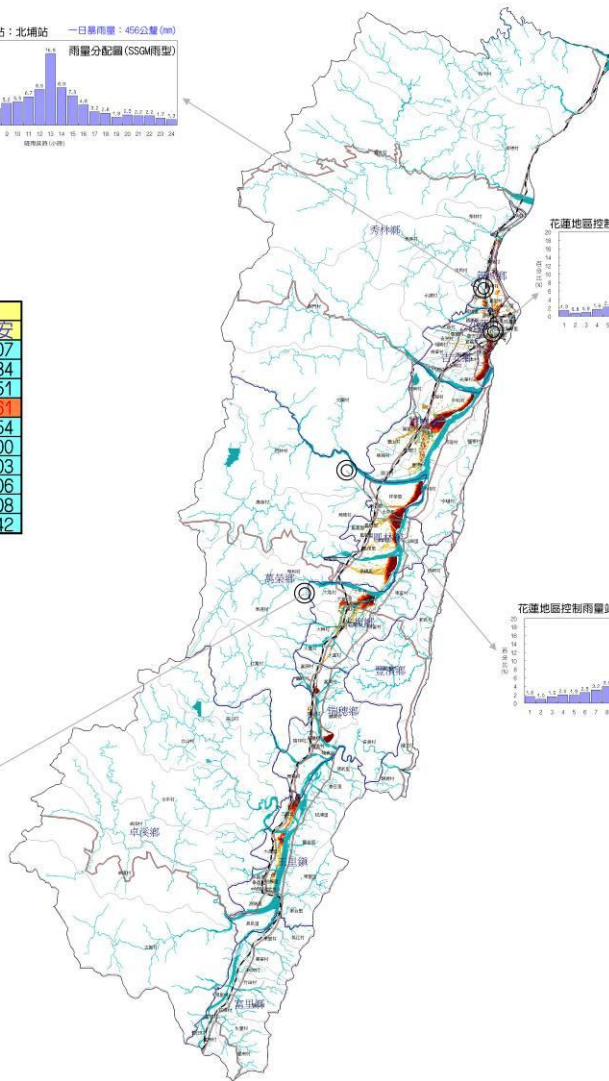
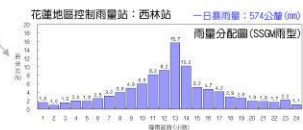
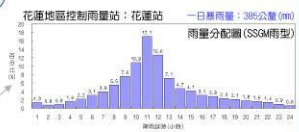
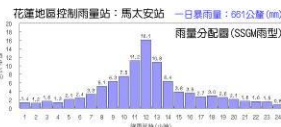
花蓮縣重現期距10年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	花蓮縣	西林	馬太安
測站				
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水理模式演算，因水文預測具不確定性，故無法完全模擬未來臨洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定水位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

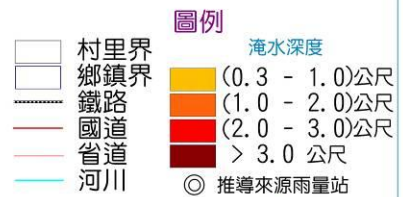
2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

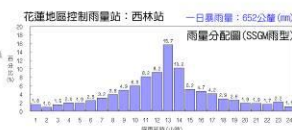
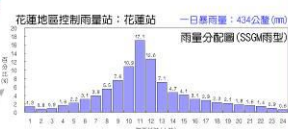
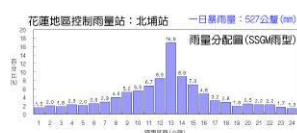
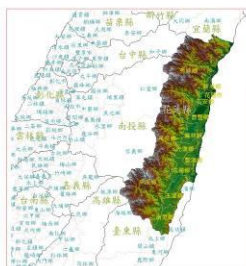
圖面比例尺 1:500,000



附錄圖 2-8 花蓮縣重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖

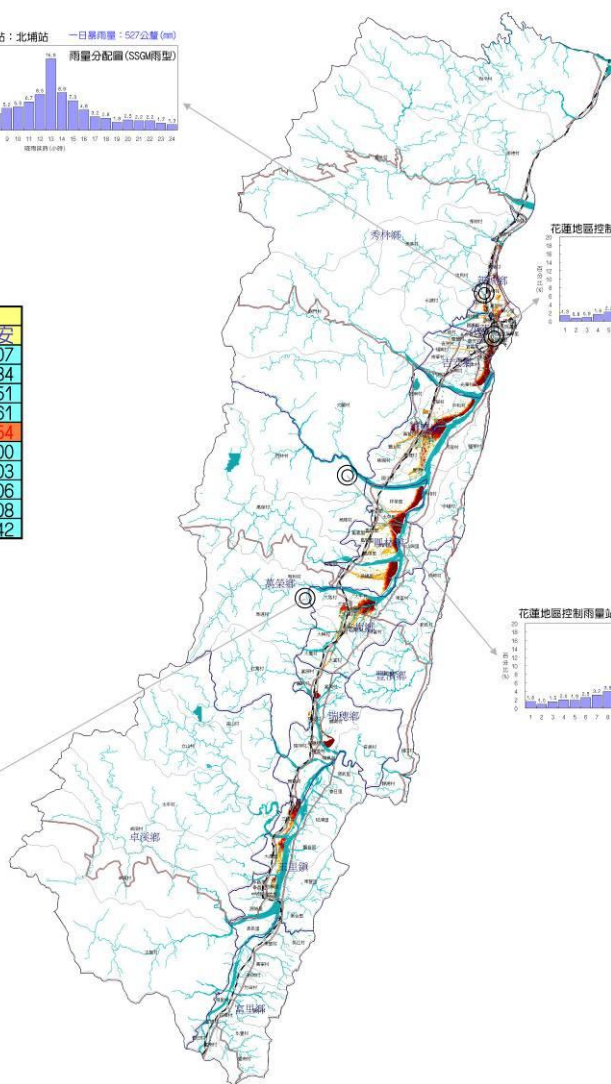
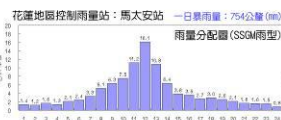
花蓮縣重現期距20年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米 (mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來颱風事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

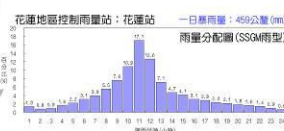
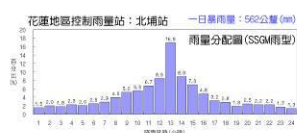
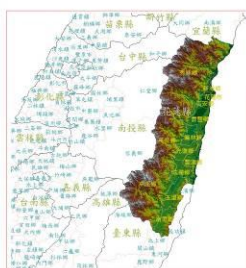
圖面比例尺 1:500,000



附錄圖 2-9 花蓮縣重現期距 20 年降雨狀況淹水潛勢圖

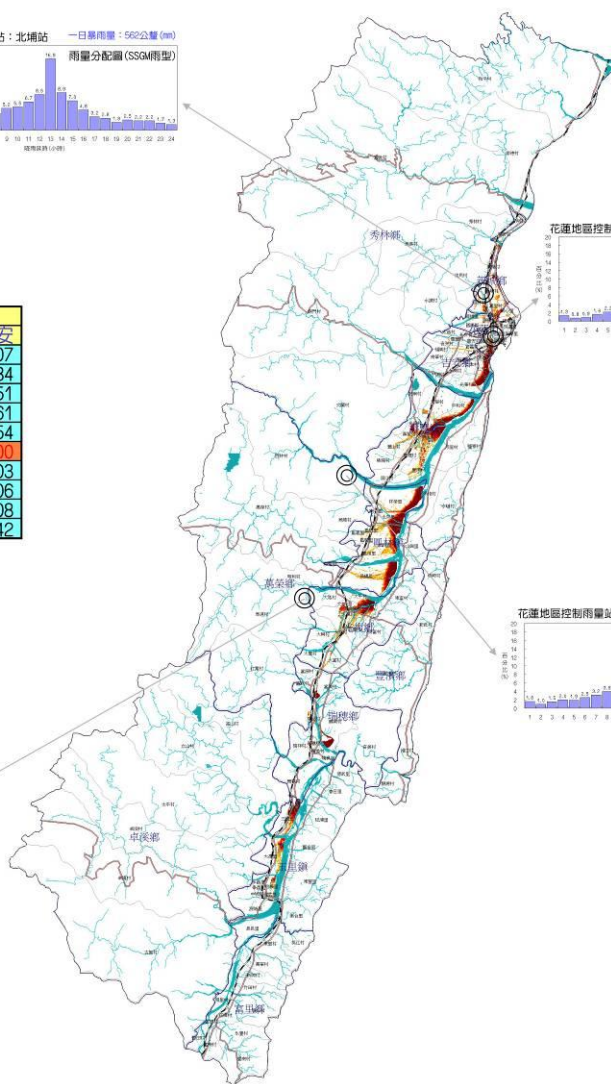
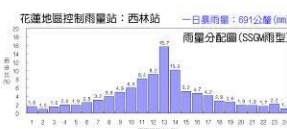
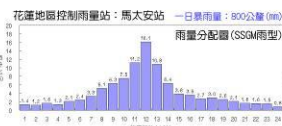
花蓮縣重現期距25年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米 (mm)

地區	花蓮	花蓮縣	西林	馬太安
測站				
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來圖示事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

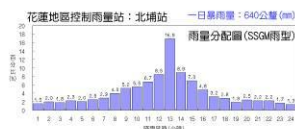
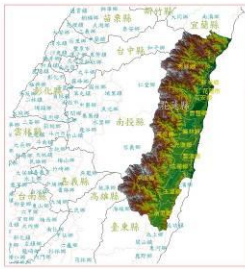
圖面比例尺 1:500,000



附錄圖 2-10 花蓮縣重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖

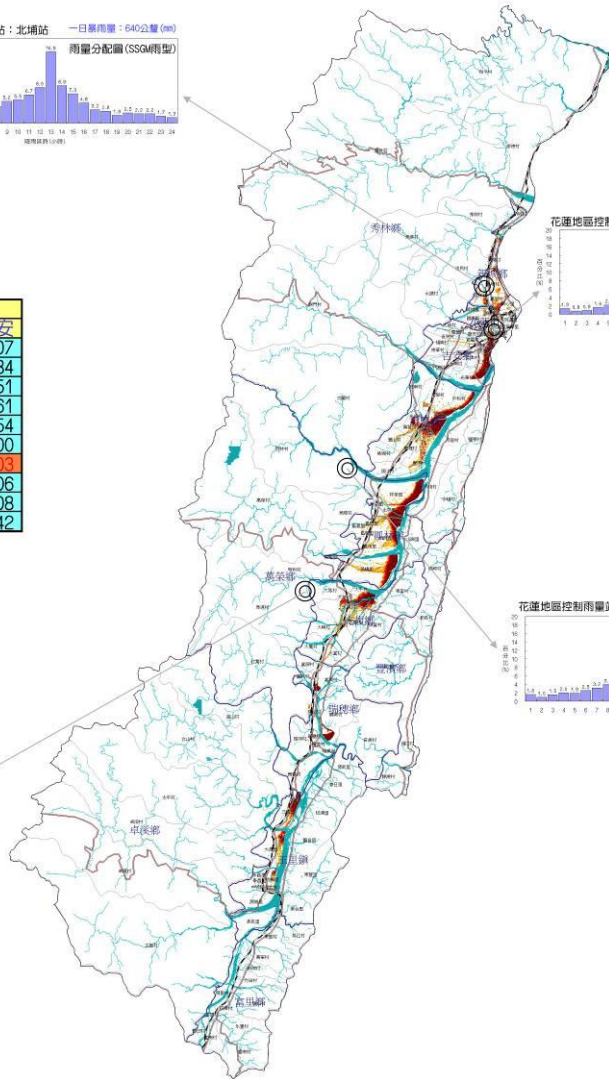
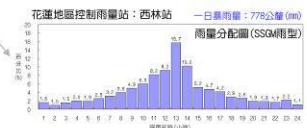
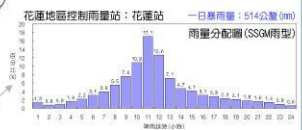
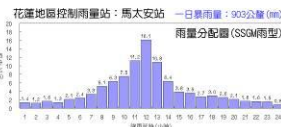
花蓮縣重現期距50年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米 (mm)

地區	花蓮	花蓮縣	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水理模式演算，因水文預測具不確定性，故無法完全模擬未來臨洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定水位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮壅塞排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

圖面比例尺 1:500,000

0 10 20 公里

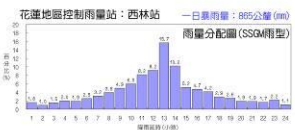
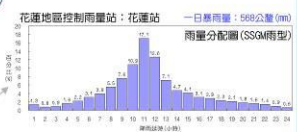
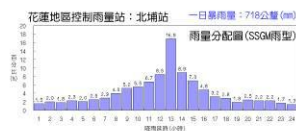
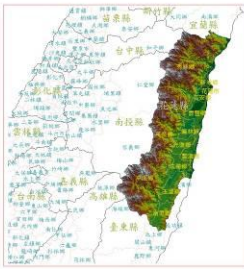


執行單位：國立臺灣大學

附錄圖 2-11 花蓮縣重現期距 50 年降雨狀況淹水潛勢圖

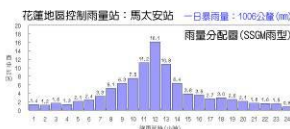
花蓮縣重現期距100年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	北埔	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水理模式演算，因水文預測具不確定性，故無法完全模擬未來實際洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

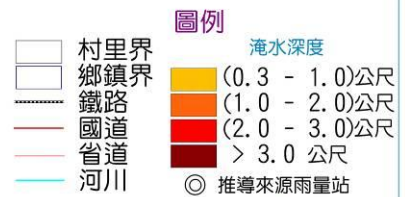
2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

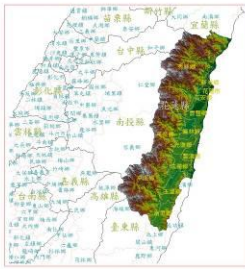
4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

圖面比例尺 1:500,000

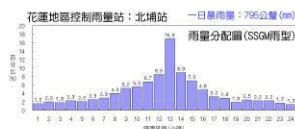


附錄圖 2-12 花蓮縣重現期距 100 年降雨狀況淹水潛勢圖



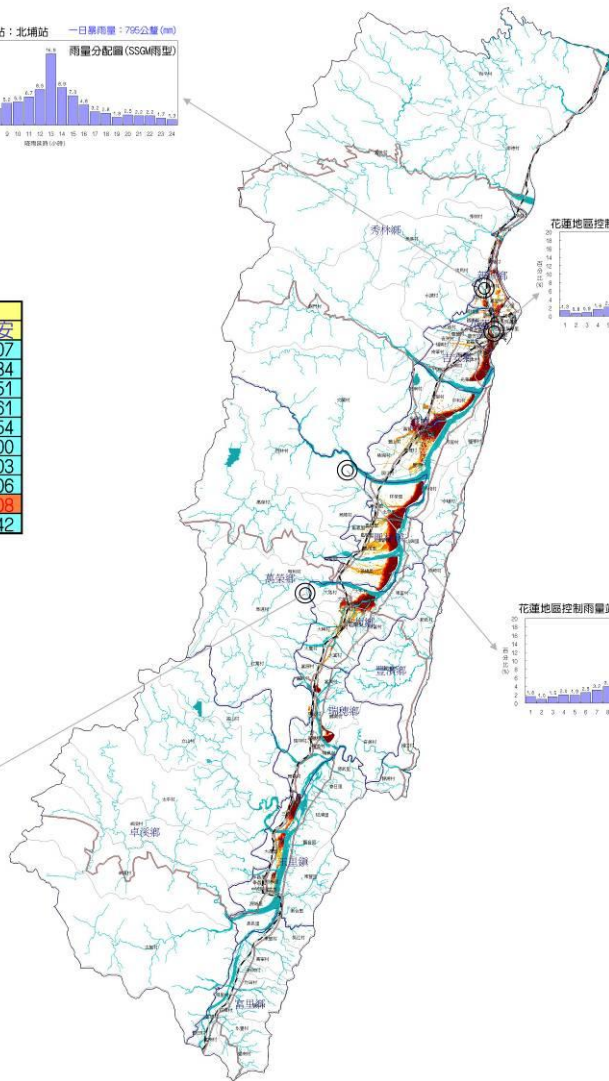
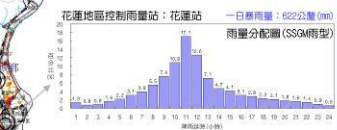
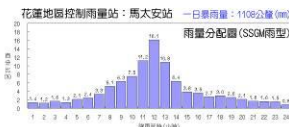
花蓮縣重現期距200年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	花蓮縣	西林	馬太安
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水理模式演算，因水文預測具不確定性，故無法完全模擬未來臨洪事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定水位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

5. 所有抽水站皆正常運作。

6. 所有抽水站皆正常運作。

7. 所有抽水站皆正常運作。

8. 所有抽水站皆正常運作。

9. 所有抽水站皆正常運作。

10. 所有抽水站皆正常運作。

11. 所有抽水站皆正常運作。

12. 所有抽水站皆正常運作。

13. 所有抽水站皆正常運作。

14. 所有抽水站皆正常運作。

15. 所有抽水站皆正常運作。

16. 所有抽水站皆正常運作。

17. 所有抽水站皆正常運作。

18. 所有抽水站皆正常運作。

19. 所有抽水站皆正常運作。

20. 所有抽水站皆正常運作。

21. 所有抽水站皆正常運作。

22. 所有抽水站皆正常運作。

23. 所有抽水站皆正常運作。

24. 所有抽水站皆正常運作。

25. 所有抽水站皆正常運作。

26. 所有抽水站皆正常運作。

27. 所有抽水站皆正常運作。

28. 所有抽水站皆正常運作。

29. 所有抽水站皆正常運作。

30. 所有抽水站皆正常運作。

31. 所有抽水站皆正常運作。

32. 所有抽水站皆正常運作。

33. 所有抽水站皆正常運作。

34. 所有抽水站皆正常運作。

35. 所有抽水站皆正常運作。

36. 所有抽水站皆正常運作。

37. 所有抽水站皆正常運作。

38. 所有抽水站皆正常運作。

39. 所有抽水站皆正常運作。

40. 所有抽水站皆正常運作。

41. 所有抽水站皆正常運作。

42. 所有抽水站皆正常運作。

43. 所有抽水站皆正常運作。

44. 所有抽水站皆正常運作。

45. 所有抽水站皆正常運作。

46. 所有抽水站皆正常運作。

47. 所有抽水站皆正常運作。

48. 所有抽水站皆正常運作。

49. 所有抽水站皆正常運作。

50. 所有抽水站皆正常運作。

51. 所有抽水站皆正常運作。

52. 所有抽水站皆正常運作。

53. 所有抽水站皆正常運作。

54. 所有抽水站皆正常運作。

55. 所有抽水站皆正常運作。

56. 所有抽水站皆正常運作。

57. 所有抽水站皆正常運作。

58. 所有抽水站皆正常運作。

59. 所有抽水站皆正常運作。

60. 所有抽水站皆正常運作。

61. 所有抽水站皆正常運作。

62. 所有抽水站皆正常運作。

63. 所有抽水站皆正常運作。

64. 所有抽水站皆正常運作。

65. 所有抽水站皆正常運作。

66. 所有抽水站皆正常運作。

67. 所有抽水站皆正常運作。

68. 所有抽水站皆正常運作。

69. 所有抽水站皆正常運作。

70. 所有抽水站皆正常運作。

71. 所有抽水站皆正常運作。

72. 所有抽水站皆正常運作。

73. 所有抽水站皆正常運作。

74. 所有抽水站皆正常運作。

75. 所有抽水站皆正常運作。

76. 所有抽水站皆正常運作。

77. 所有抽水站皆正常運作。

78. 所有抽水站皆正常運作。

79. 所有抽水站皆正常運作。

80. 所有抽水站皆正常運作。

81. 所有抽水站皆正常運作。

82. 所有抽水站皆正常運作。

83. 所有抽水站皆正常運作。

84. 所有抽水站皆正常運作。

85. 所有抽水站皆正常運作。

86. 所有抽水站皆正常運作。

87. 所有抽水站皆正常運作。

88. 所有抽水站皆正常運作。

89. 所有抽水站皆正常運作。

90. 所有抽水站皆正常運作。

91. 所有抽水站皆正常運作。

92. 所有抽水站皆正常運作。

93. 所有抽水站皆正常運作。

94. 所有抽水站皆正常運作。

95. 所有抽水站皆正常運作。

96. 所有抽水站皆正常運作。

97. 所有抽水站皆正常運作。

98. 所有抽水站皆正常運作。

99. 所有抽水站皆正常運作。

100. 所有抽水站皆正常運作。

101. 所有抽水站皆正常運作。

102. 所有抽水站皆正常運作。

103. 所有抽水站皆正常運作。

104. 所有抽水站皆正常運作。

105. 所有抽水站皆正常運作。

106. 所有抽水站皆正常運作。

107. 所有抽水站皆正常運作。

108. 所有抽水站皆正常運作。

109. 所有抽水站皆正常運作。

110. 所有抽水站皆正常運作。

111. 所有抽水站皆正常運作。

112. 所有抽水站皆正常運作。

113. 所有抽水站皆正常運作。

114. 所有抽水站皆正常運作。

115. 所有抽水站皆正常運作。

116. 所有抽水站皆正常運作。

117. 所有抽水站皆正常運作。

118. 所有抽水站皆正常運作。

119. 所有抽水站皆正常運作。

120. 所有抽水站皆正常運作。

121. 所有抽水站皆正常運作。

122. 所有抽水站皆正常運作。

123. 所有抽水站皆正常運作。

124. 所有抽水站皆正常運作。

125. 所有抽水站皆正常運作。

126. 所有抽水站皆正常運作。

127. 所有抽水站皆正常運作。

128. 所有抽水站皆正常運作。

129. 所有抽水站皆正常運作。

130. 所有抽水站皆正常運作。

131. 所有抽水站皆正常運作。

132. 所有抽水站皆正常運作。

133. 所有抽水站皆正常運作。

134. 所有抽水站皆正常運作。

135. 所有抽水站皆正常運作。

136. 所有抽水站皆正常運作。

137. 所有抽水站皆正常運作。

138. 所有抽水站皆正常運作。

139. 所有抽水站皆正常運作。

140. 所有抽水站皆正常運作。

141. 所有抽水站皆正常運作。

142. 所有抽水站皆正常運作。

143. 所有抽水站皆正常運作。

144. 所有抽水站皆正常運作。

145. 所有抽水站皆正常運作。

146. 所有抽水站皆正常運作。

147. 所有抽水站皆正常運作。

148. 所有抽水站皆正常運作。

149. 所有抽水站皆正常運作。

150. 所有抽水站皆正常運作。

151. 所有抽水站皆正常運作。

152. 所有抽水站皆正常運作。

153. 所有抽水站皆正常運作。

154. 所有抽水站皆正常運作。

155. 所有抽水站皆正常運作。

156. 所有抽水站皆正常運作。

157. 所有抽水站皆正常運作。

158. 所有抽水站皆正常運作。

159. 所有抽水站皆正常運作。

160. 所有抽水站皆正常運作。

161. 所有抽水站皆正常運作。

162. 所有抽水站皆正常運作。

163. 所有抽水站皆正常運作。

164. 所有抽水站皆正常運作。

165. 所有抽水站皆正常運作。

166. 所有抽水站皆正常運作。

167. 所有抽水站皆正常運作。

168. 所有抽水站皆正常運作。

169. 所有抽水站皆正常運作。

170. 所有抽水站皆正常運作。

171. 所有抽水站皆正常運作。

172. 所有抽水站皆正常運作。

173. 所有抽水站皆正常運作。

174. 所有抽水站皆正常運作。

175. 所有抽水站皆正常運作。

176. 所有抽水站皆正常運作。

177. 所有抽水站皆正常運作。

178. 所有抽水站皆正常運作。

179. 所有抽水站皆正常運作。

180. 所有抽水站皆正常運作。

181. 所有抽水站皆正常運作。

182. 所有抽水站皆正常運作。

183. 所有抽水站皆正常運作。

184. 所有抽水站皆正常運作。

185. 所有抽水站皆正常運作。

186. 所有抽水站皆正常運作。

187. 所有抽水站皆正常運作。

188. 所有抽水站皆正常運作。

189. 所有抽水站皆正常運作。

190. 所有抽水站皆正常運作。

191. 所有抽水站皆正常運作。

192. 所有抽水站皆正常運作。

193. 所有抽水站皆正常運作。

194. 所有抽水站皆正常運作。

195. 所有抽水站皆正常運作。

196. 所有抽水站皆正常運作。

197. 所有抽水站皆正常運作。

198. 所有抽水站皆正常運作。

199. 所有抽水站皆正常運作。

200. 所有抽水站皆正常運作。

201. 所有抽水站皆正常運作。

202. 所有抽水站皆正常運作。

203. 所有抽水站皆正常運作。

204. 所有抽水站皆正常運作。

205. 所有抽水站皆正常運作。

206. 所有抽水站皆正常運作。

207. 所有抽水站皆正常運作。

208. 所有抽水站皆正常運作。

209. 所有抽水站皆正常運作。

210. 所有抽水站皆正常運作。

211. 所有抽水站皆正常運作。

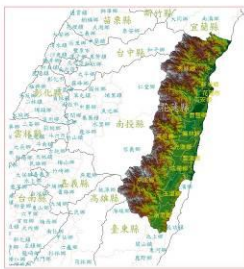
212. 所有抽水站皆正常運作。

213. 所有抽水站皆正常運作。

214. 所有抽水站皆正常運作。

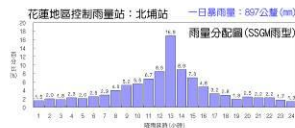
215. 所有抽水站皆正常運作。

216. 所有抽水站皆正常運作。



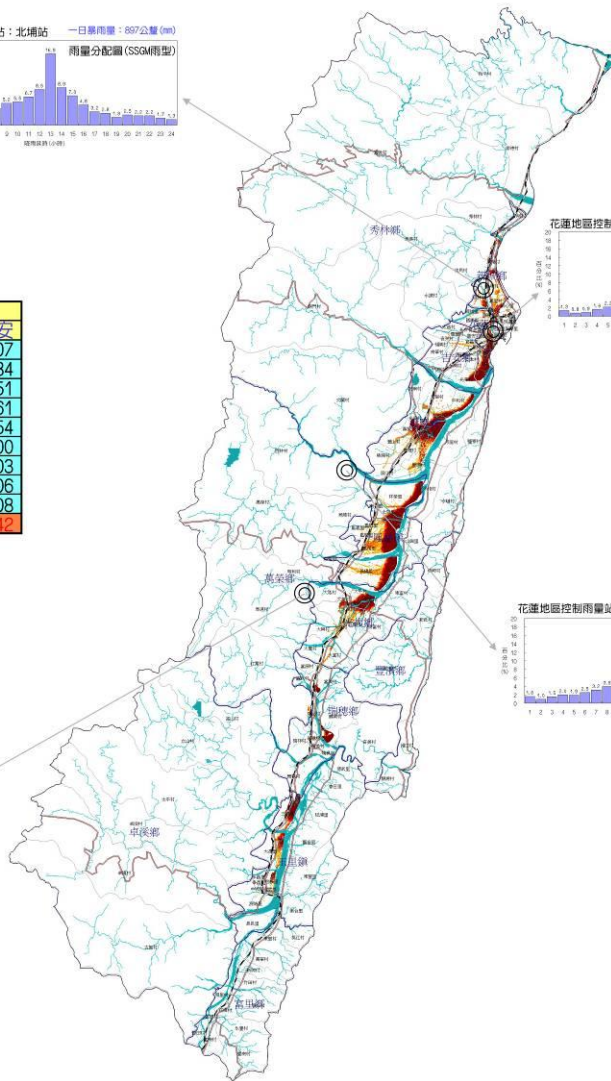
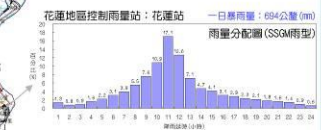
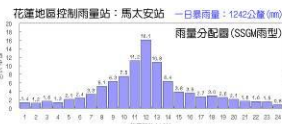
花蓮縣重現期距500年降雨狀況淹水潛勢圖

經濟部水利署 97年12月製作



一日暴雨量 單位：毫米(mm)

地區	花蓮	花蓮縣	西林	馬太安
測站				
1.1年	141	106	188	207
2年	238	246	342	384
5年	326	373	481	551
10年	385	456	574	661
20年	434	527	652	754
25年	459	562	691	800
50年	514	640	778	903
100年	568	718	865	1006
200年	622	795	951	1108
500年	694	897	1066	1242



製作條件說明：

淹水潛勢圖係基於設計降雨條件、特定地形地貌資料及客觀水運模式演算，因水文預測與不確定性，故無法完全模擬未來圖示事件之降雨歷程及逕流狀況，參考使用時應特別注意此項差異說明。

淹水模式：二維零慣性模式

水文條件：1. 使用設計降雨。

2. 使用固定潮位。

地文條件：1. 使用民國95年之數值地形。

2. 使用民國95年之土地利用調查資料。

3. 未考慮區域排水系統。

假設條件：1. 所有河堤皆無破壞損毀。

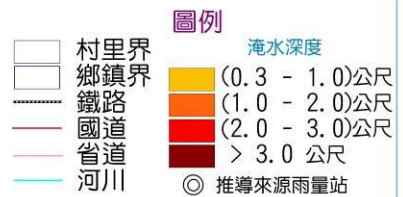
2. 所有抽水站皆正常運作。

3. 所有堤防閘門皆關閉。

4. 所有下水道系統皆正常運作。

0 10 20 公里

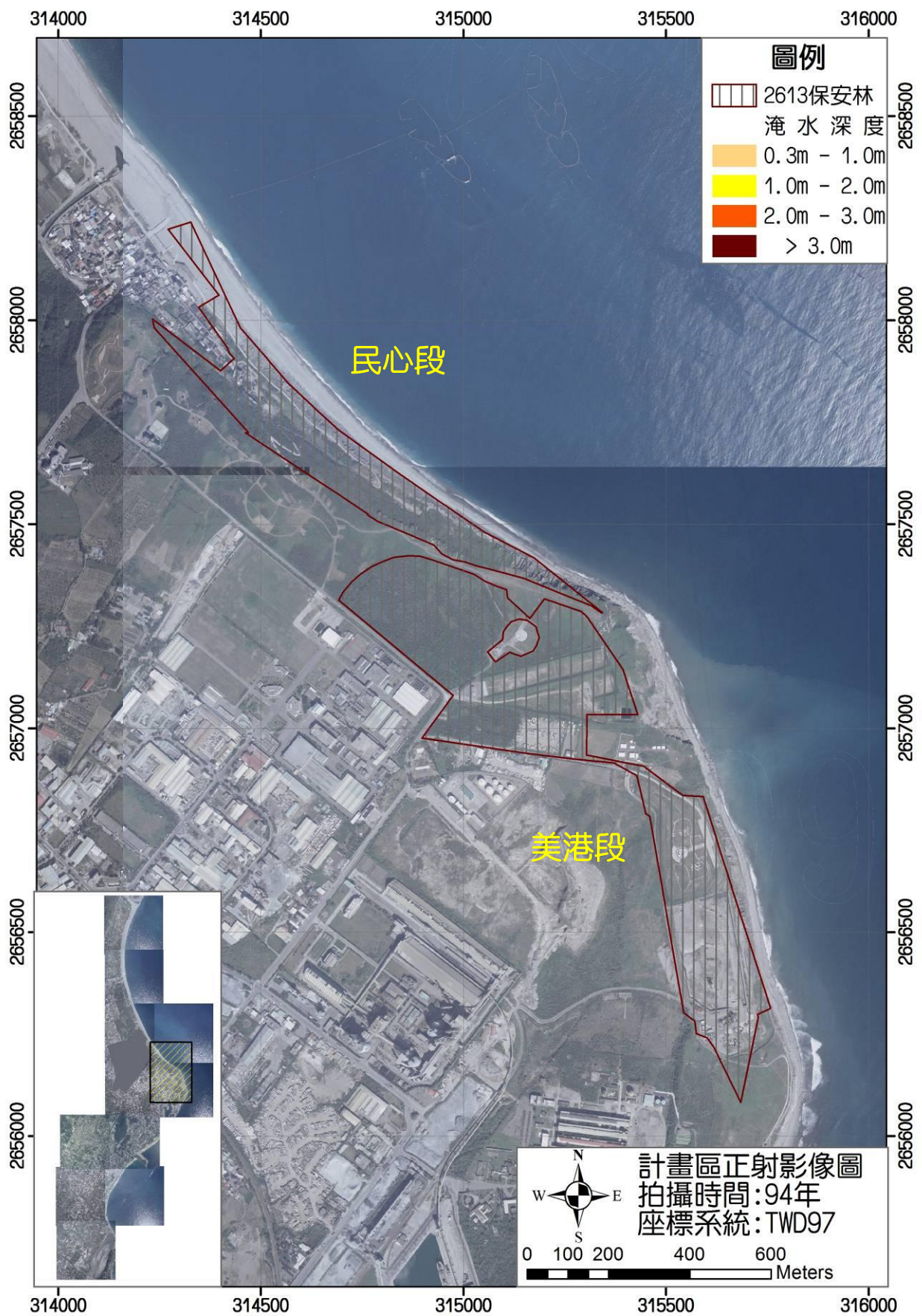
圖面比例尺 1:500,000



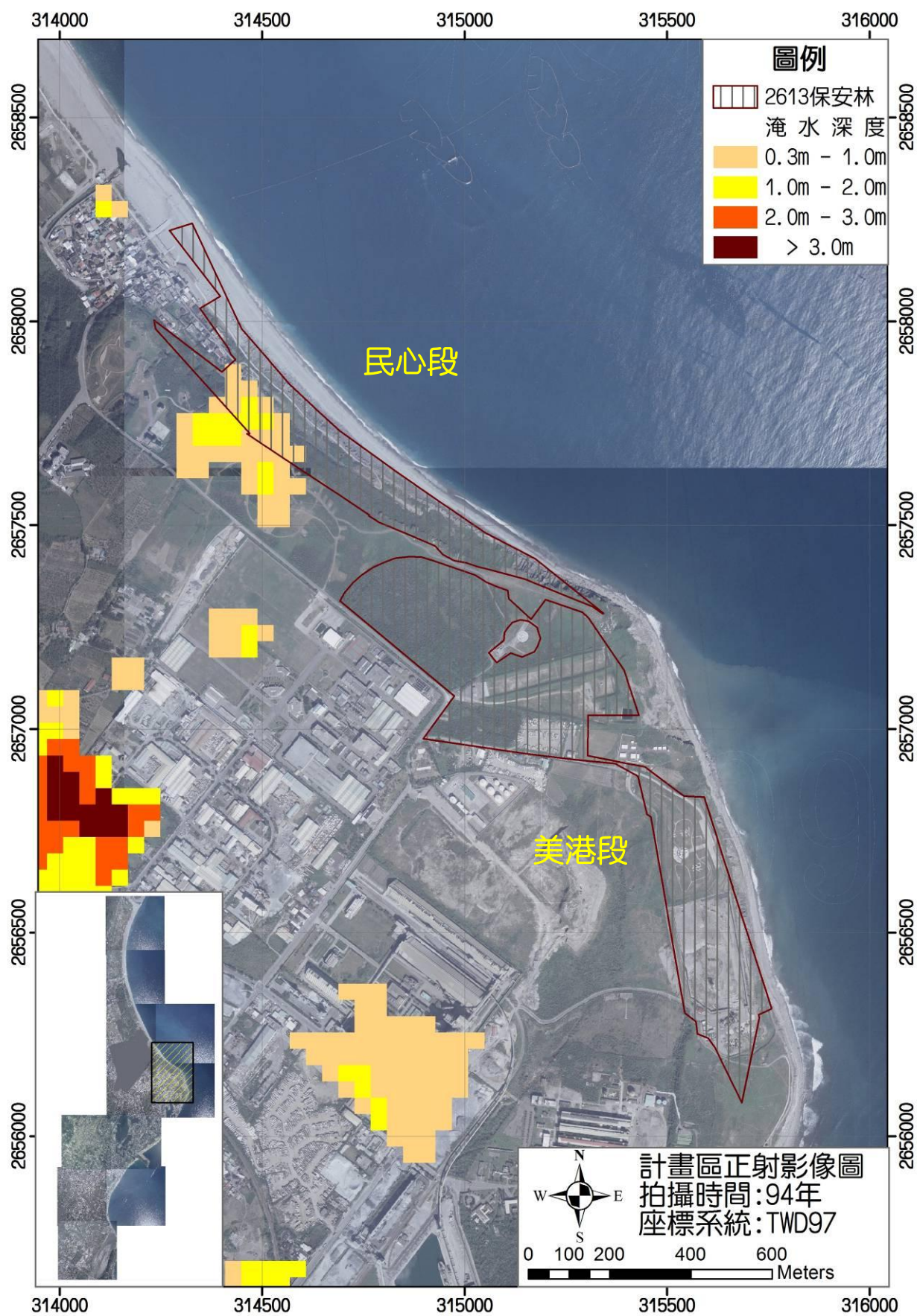
附錄圖 2-14 花蓮縣重現期距 500 年降雨狀況淹水潛勢圖

附 錄 三

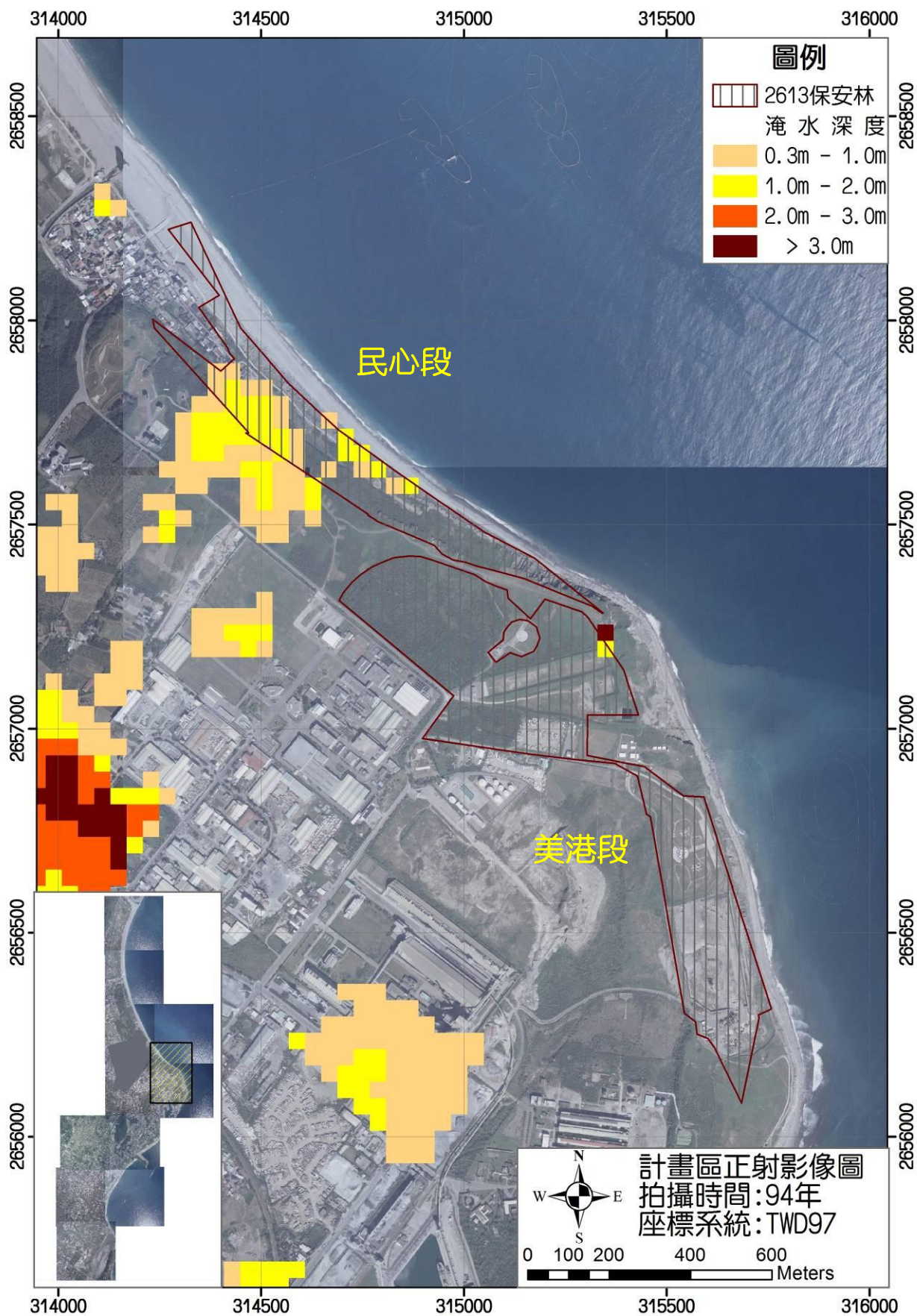
計畫區不同日降雨量及
重現期距淹水潛勢圖



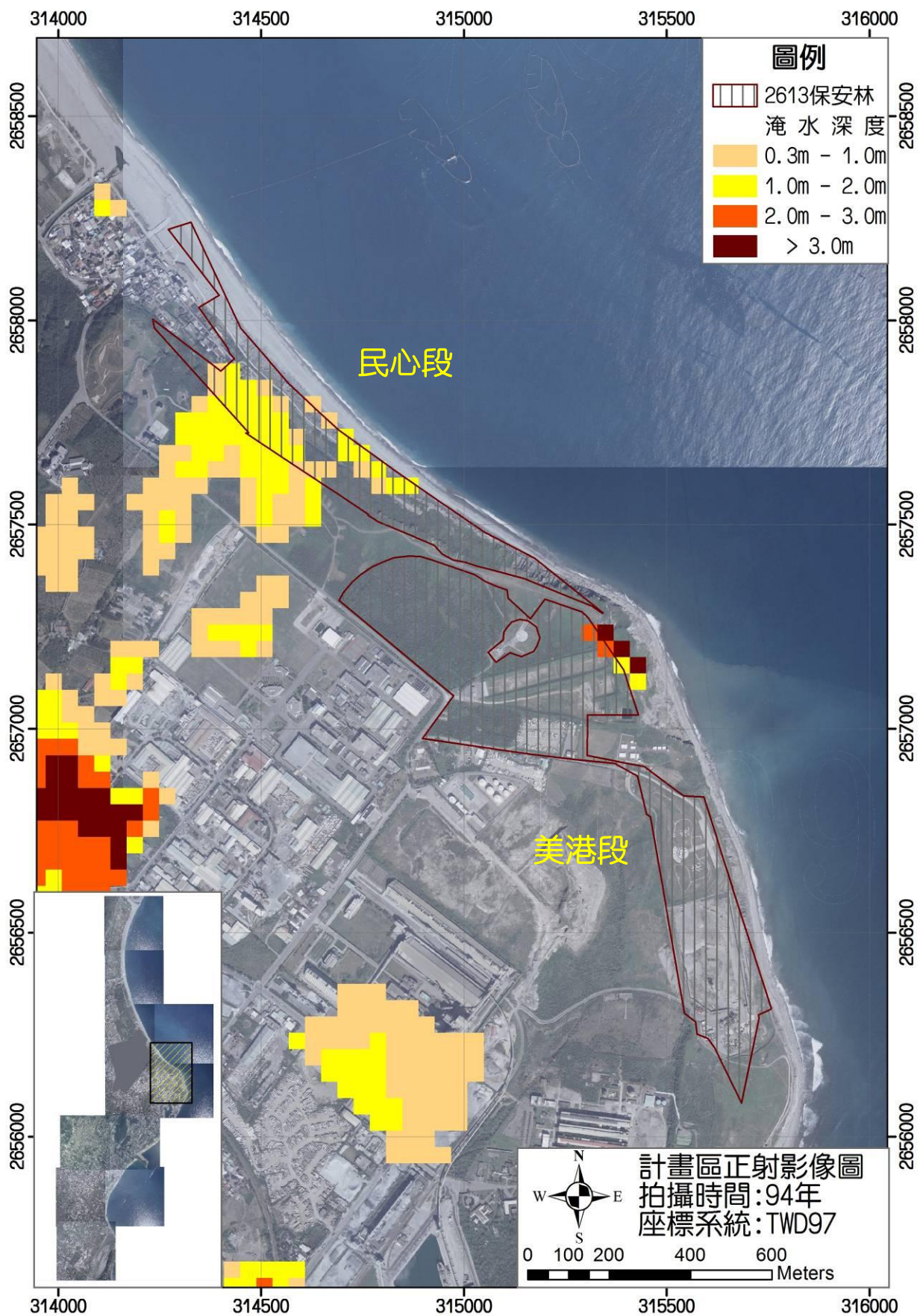
附錄圖 3-1 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖



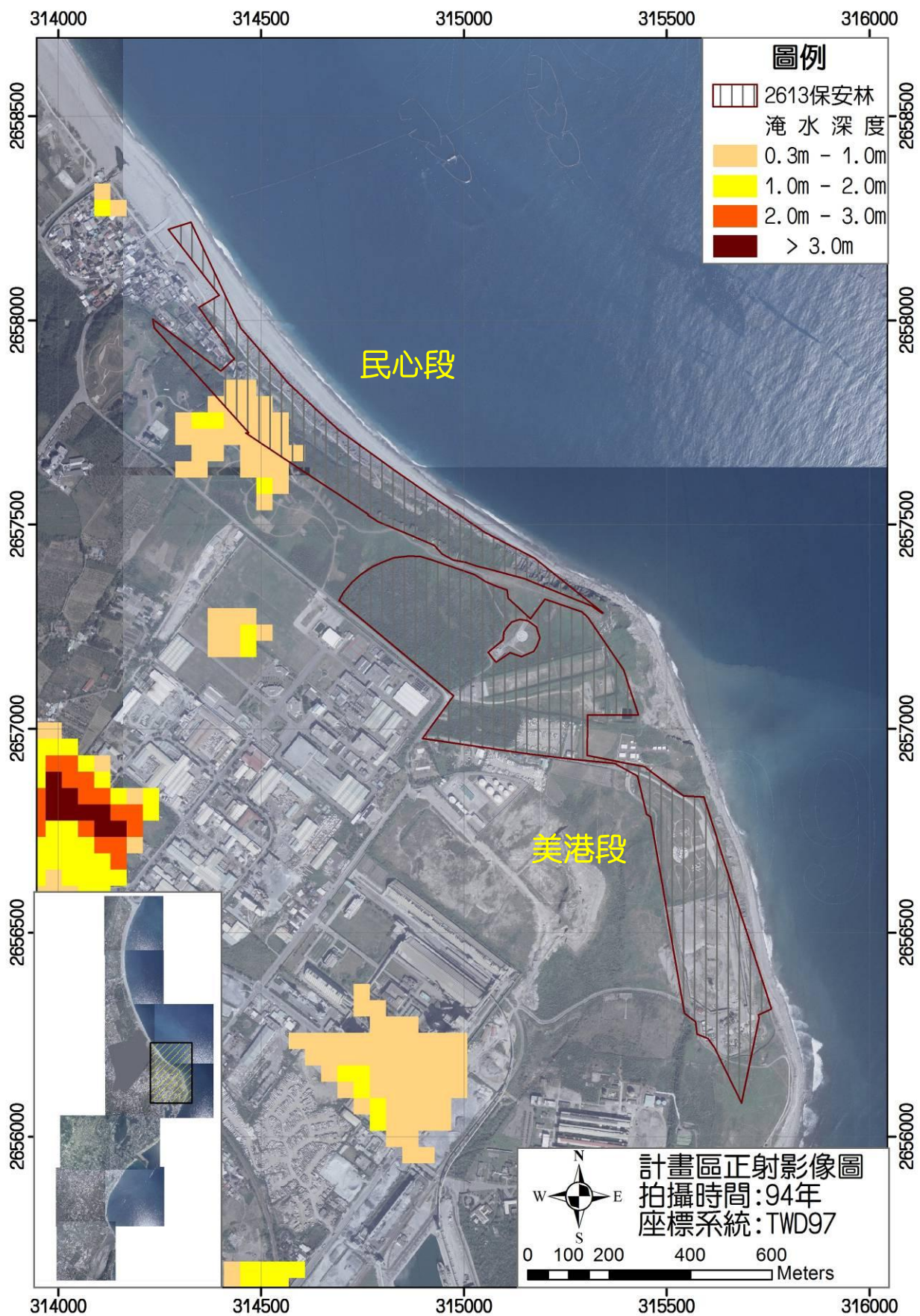
附錄圖 3-2 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖



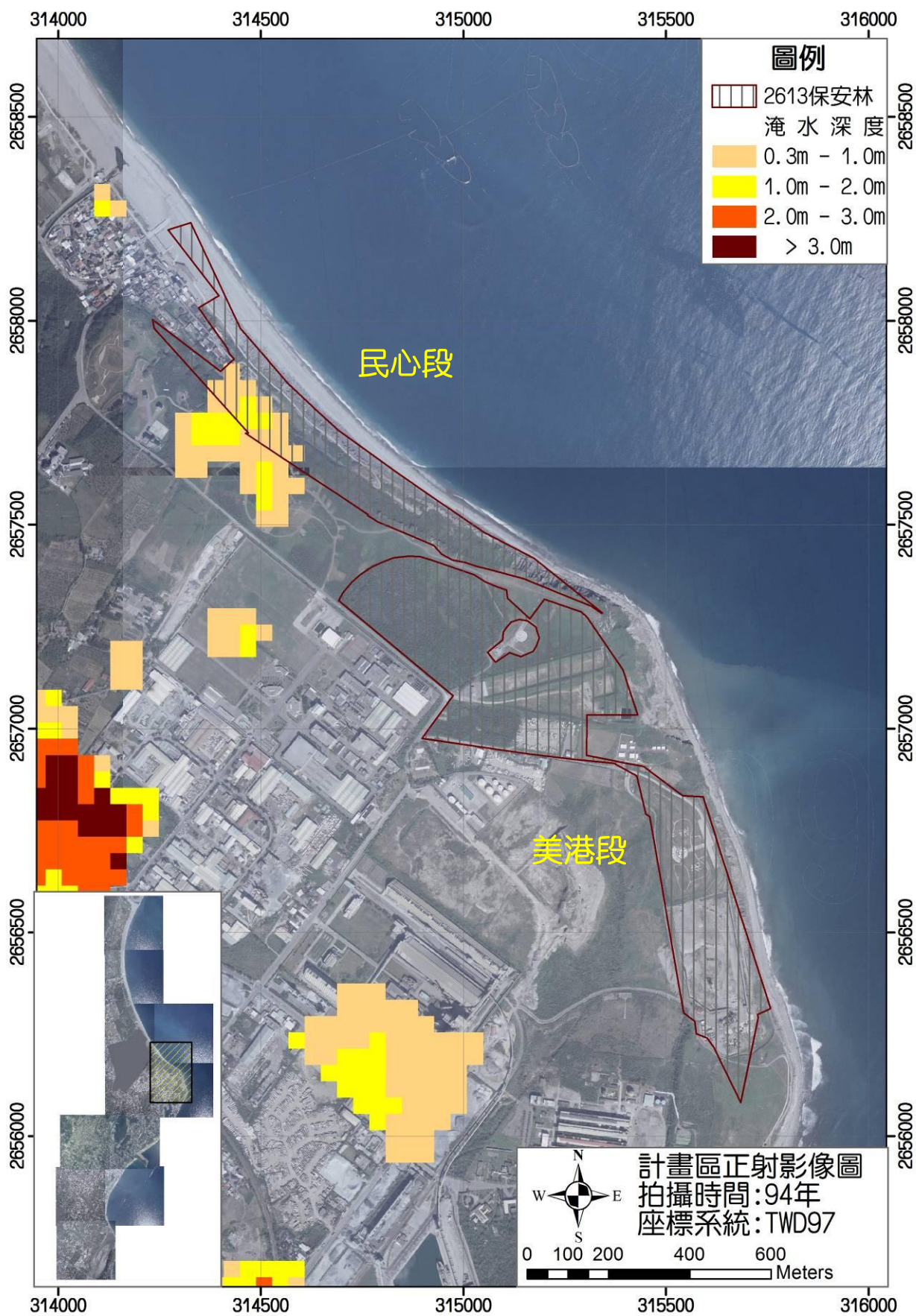
附錄圖 3-3 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖



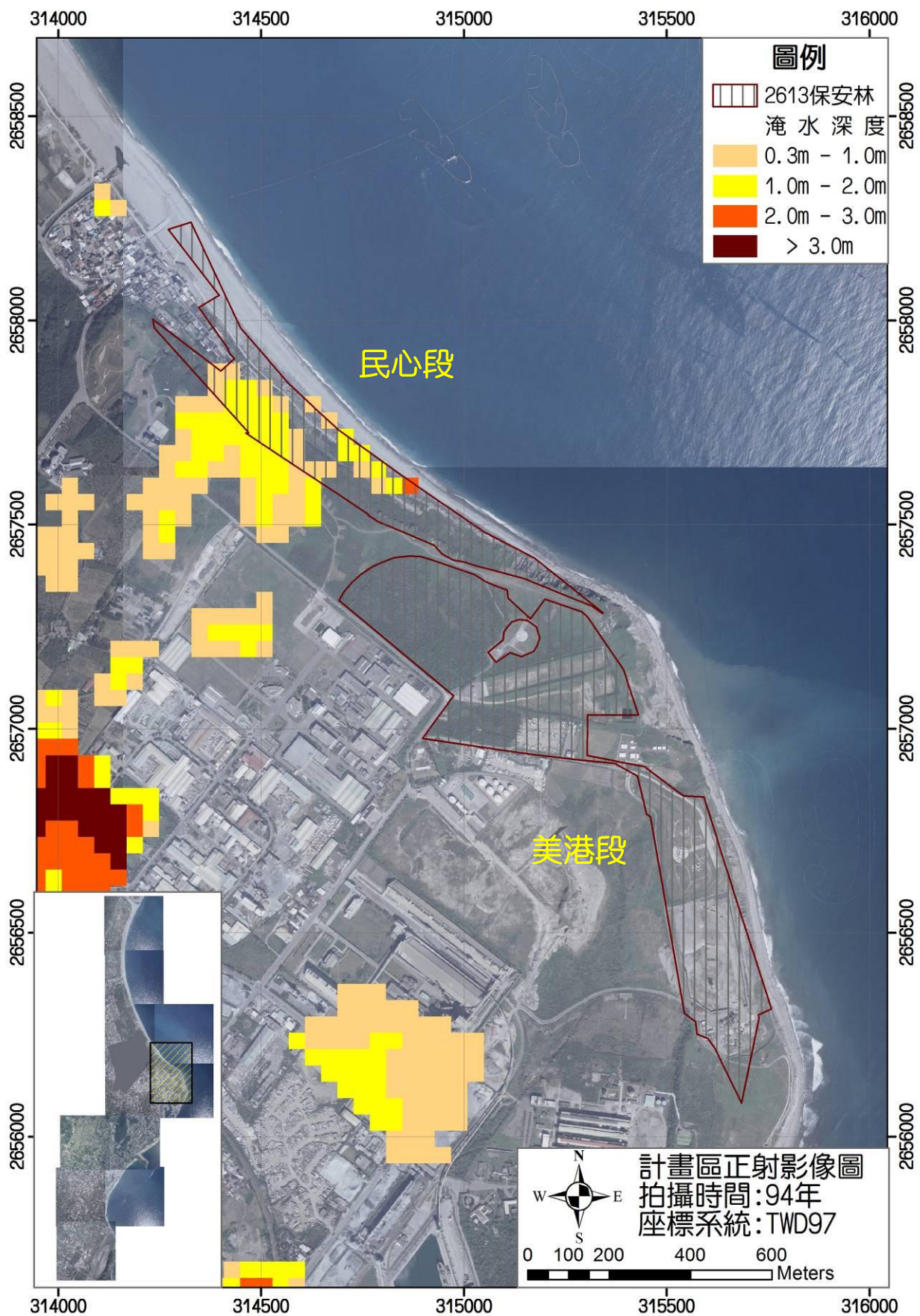
附錄圖 3-4 2613 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖



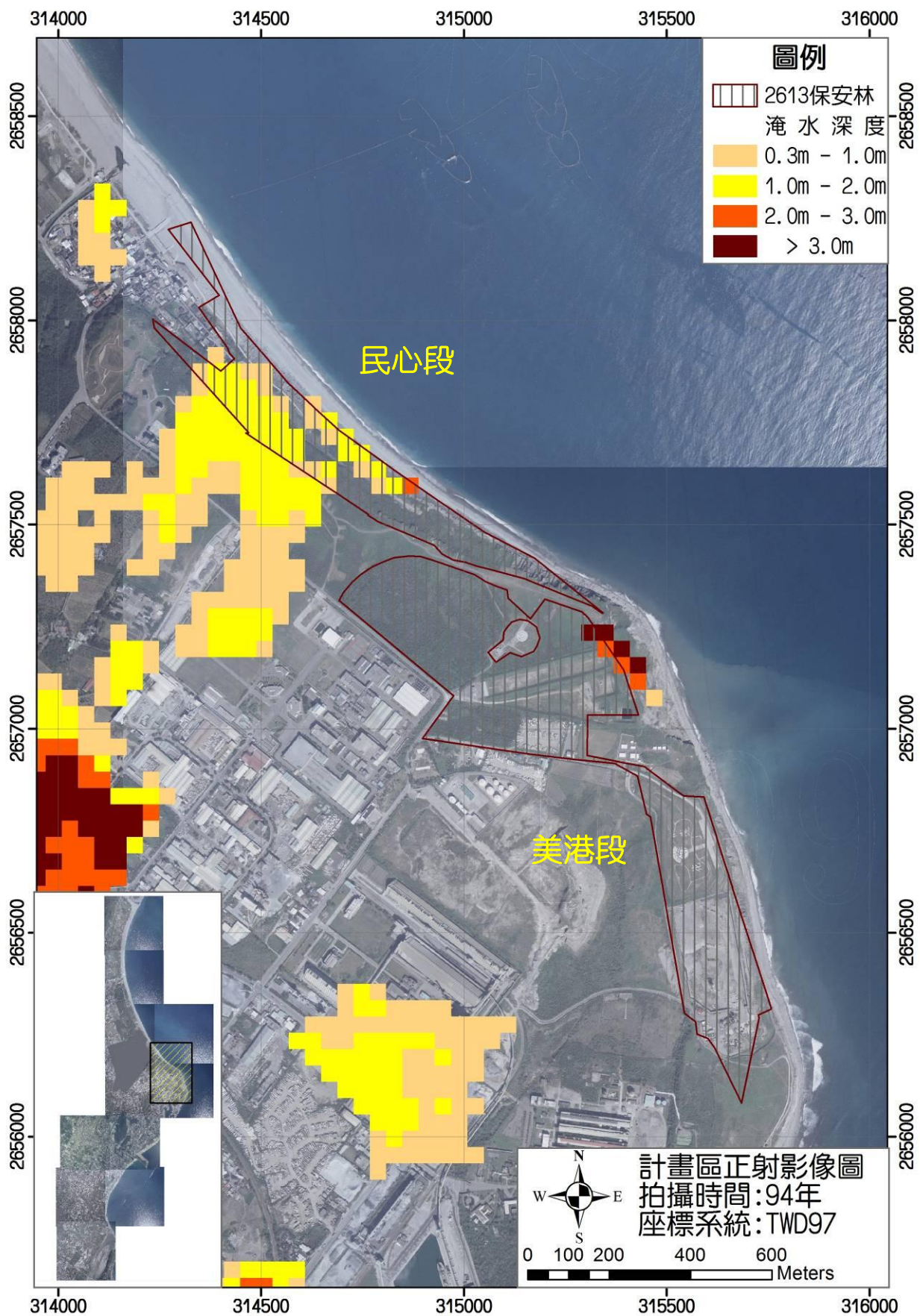
附錄圖 3-5 2613 號飛砂防止保安林重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖



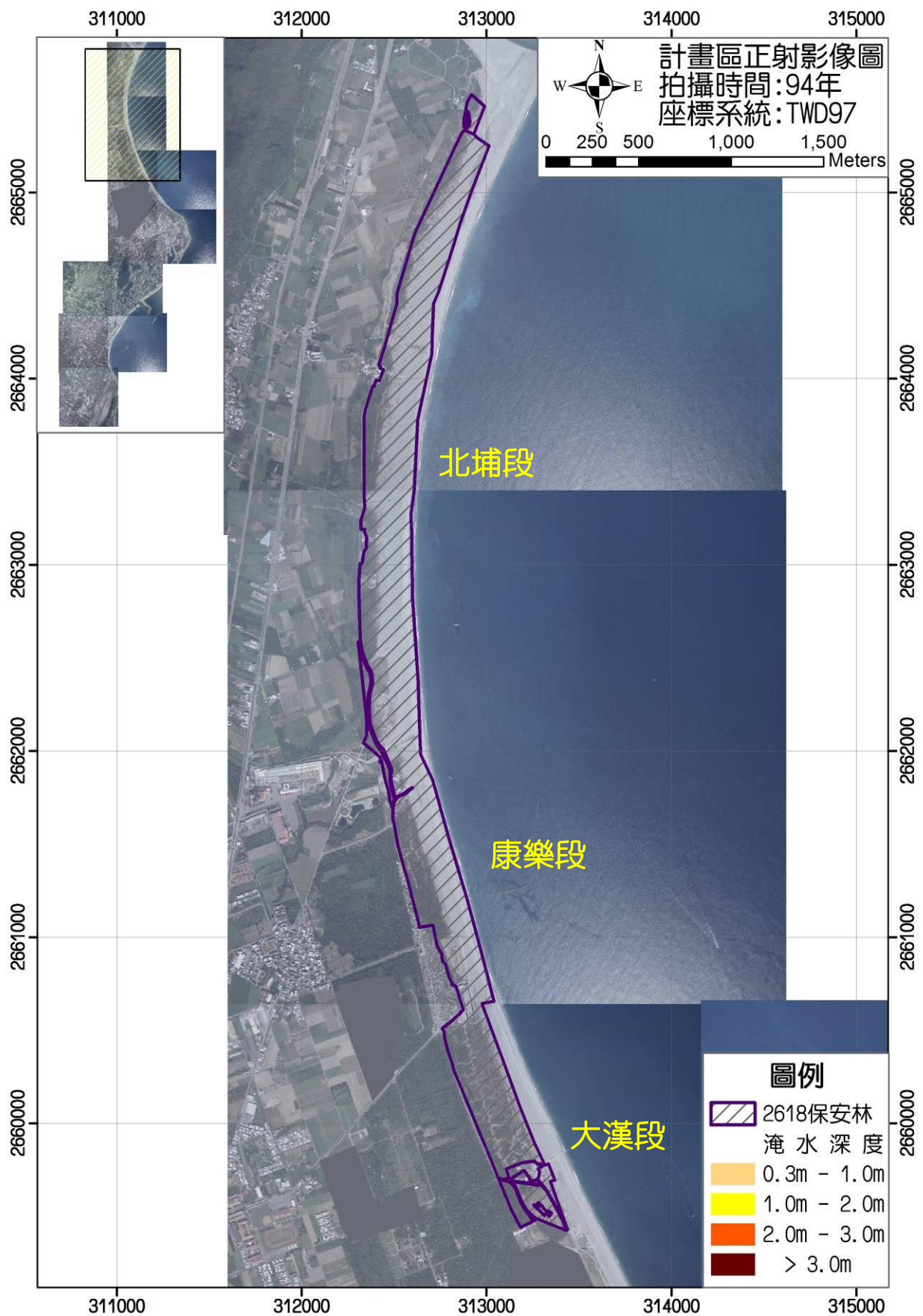
附錄圖 3-6 2613 號飛砂防止保安林重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖



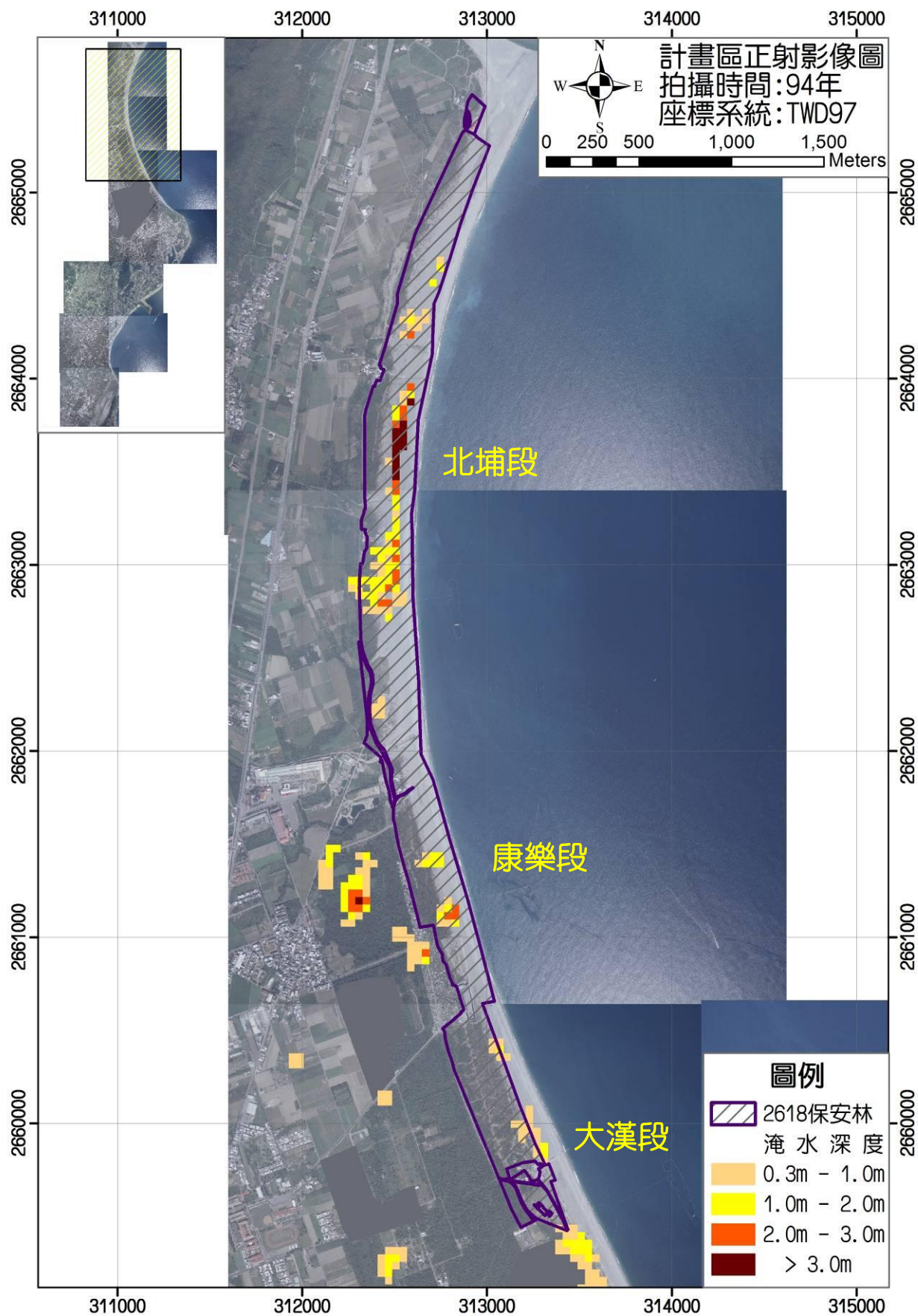
附錄圖 3-7 2613 號飛砂防止保安林重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖



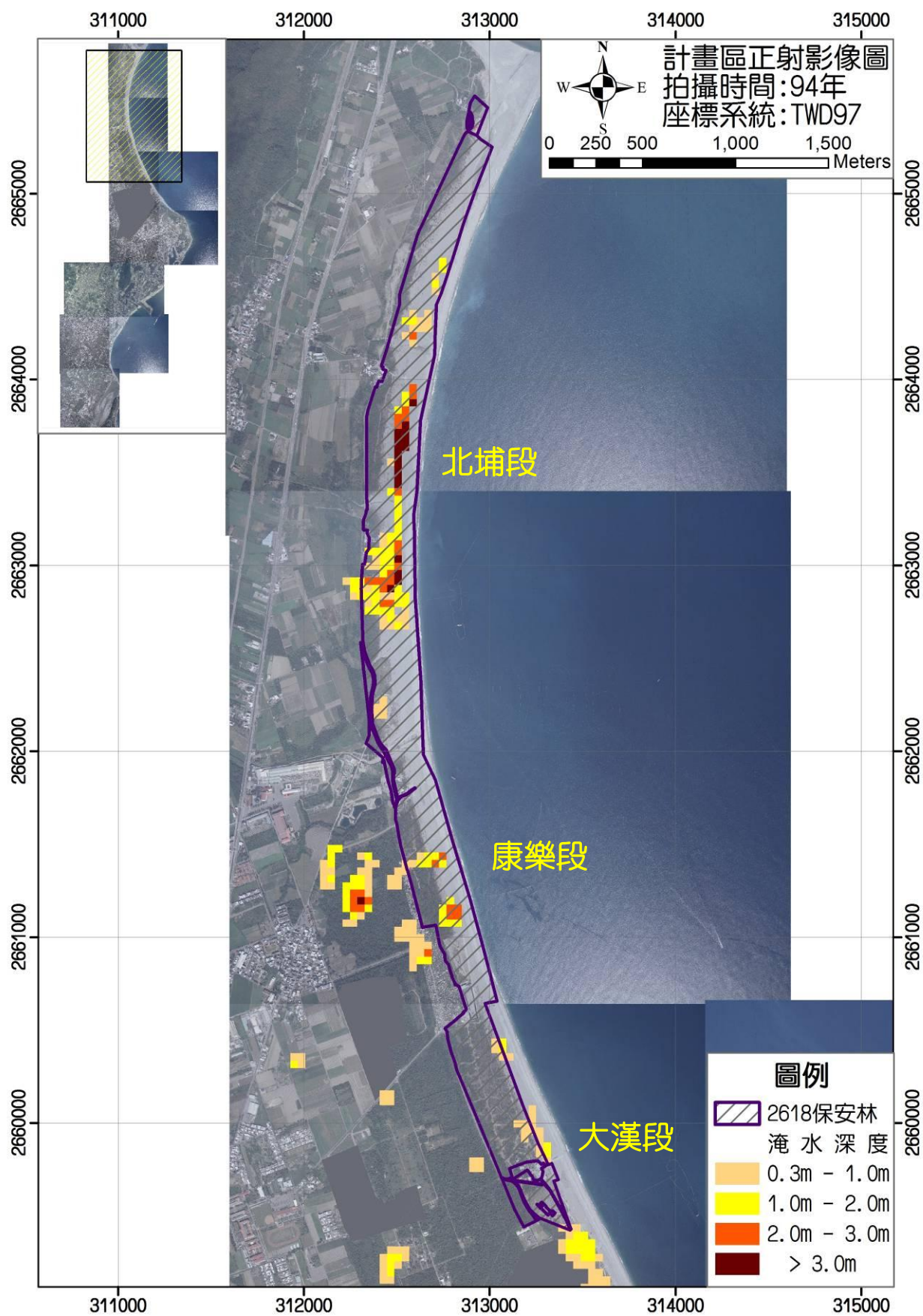
附錄圖 3-8 2613 號飛砂防止保安林重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖



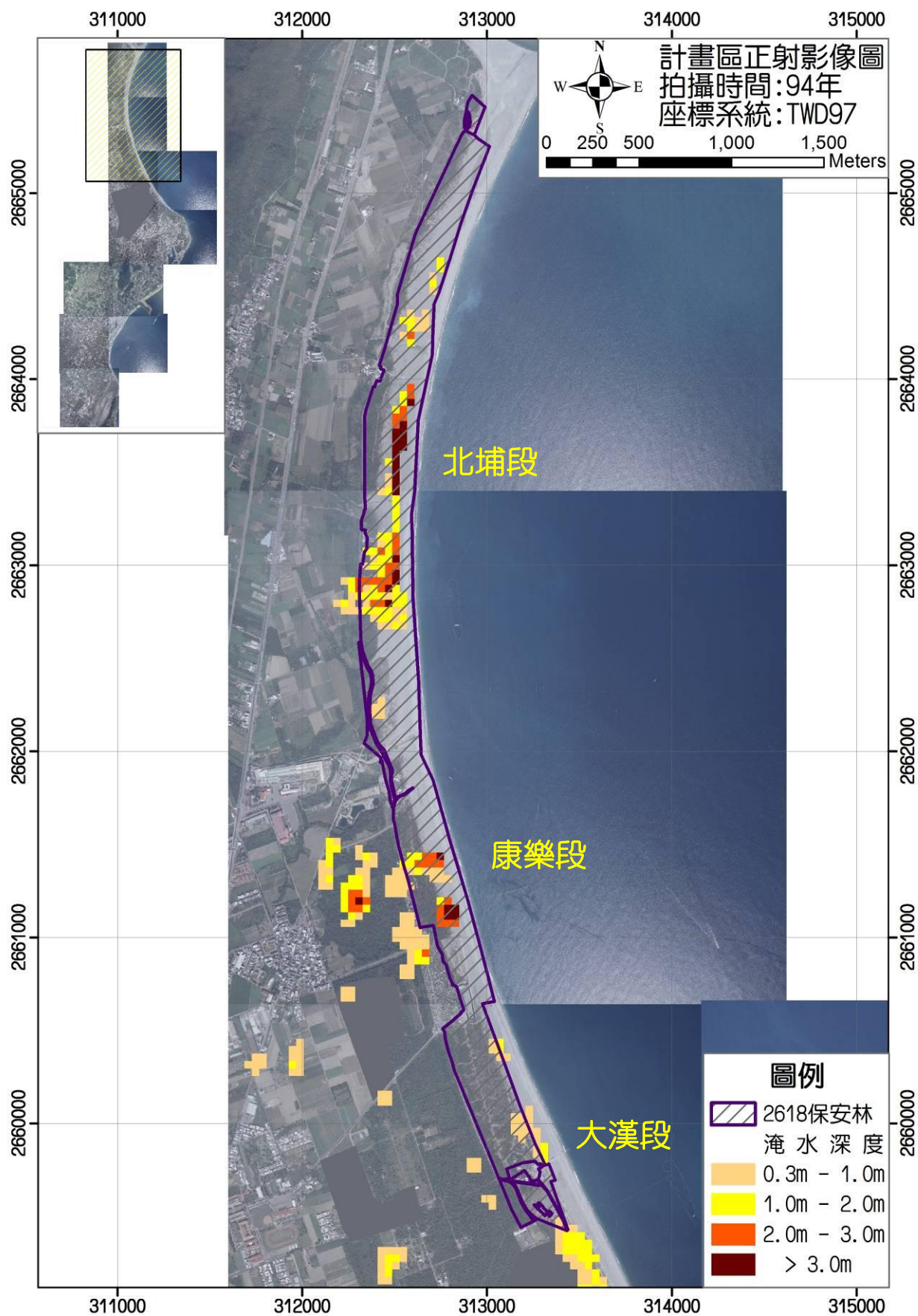
附錄圖 3-9 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖



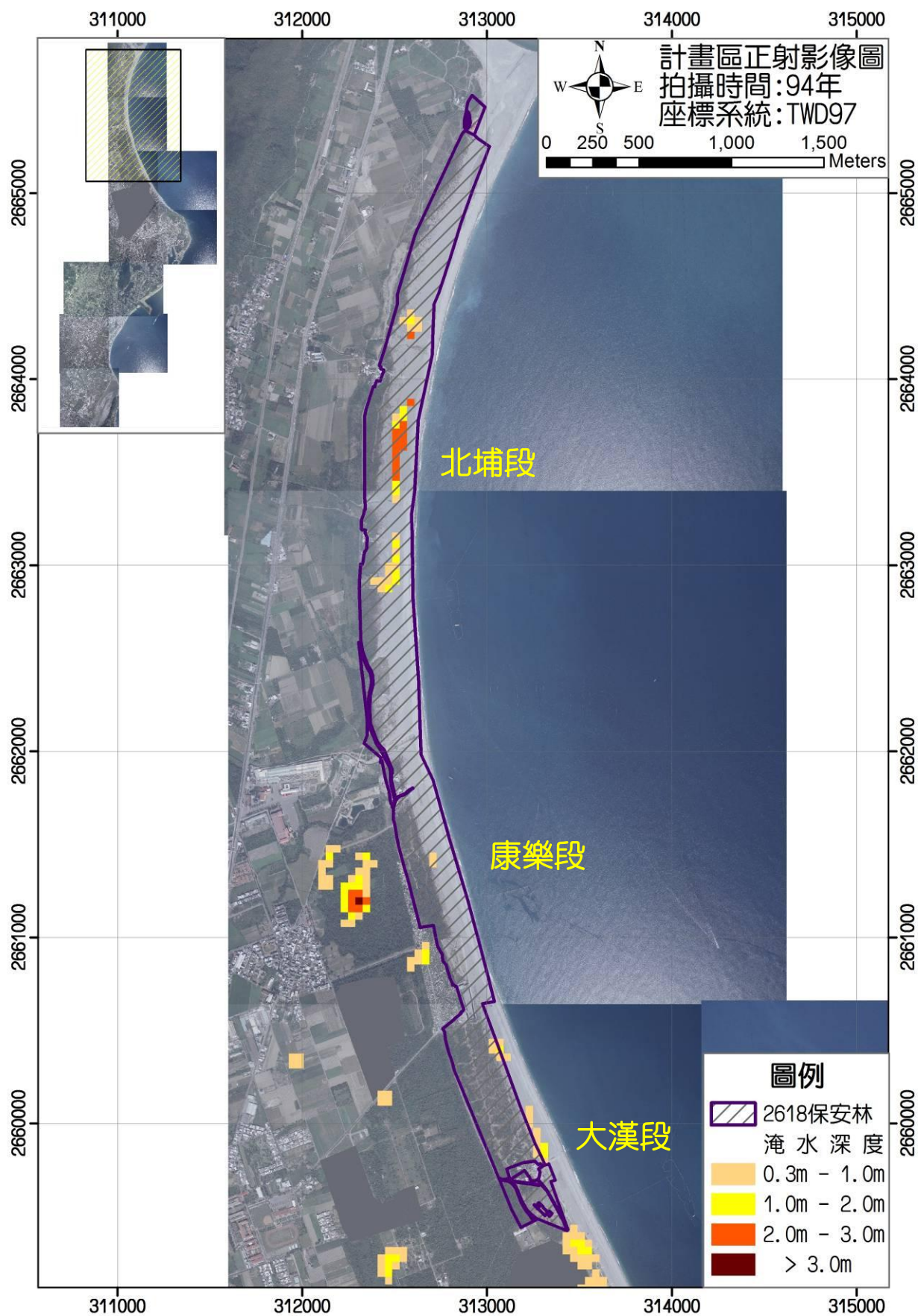
附錄圖 3-10 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖



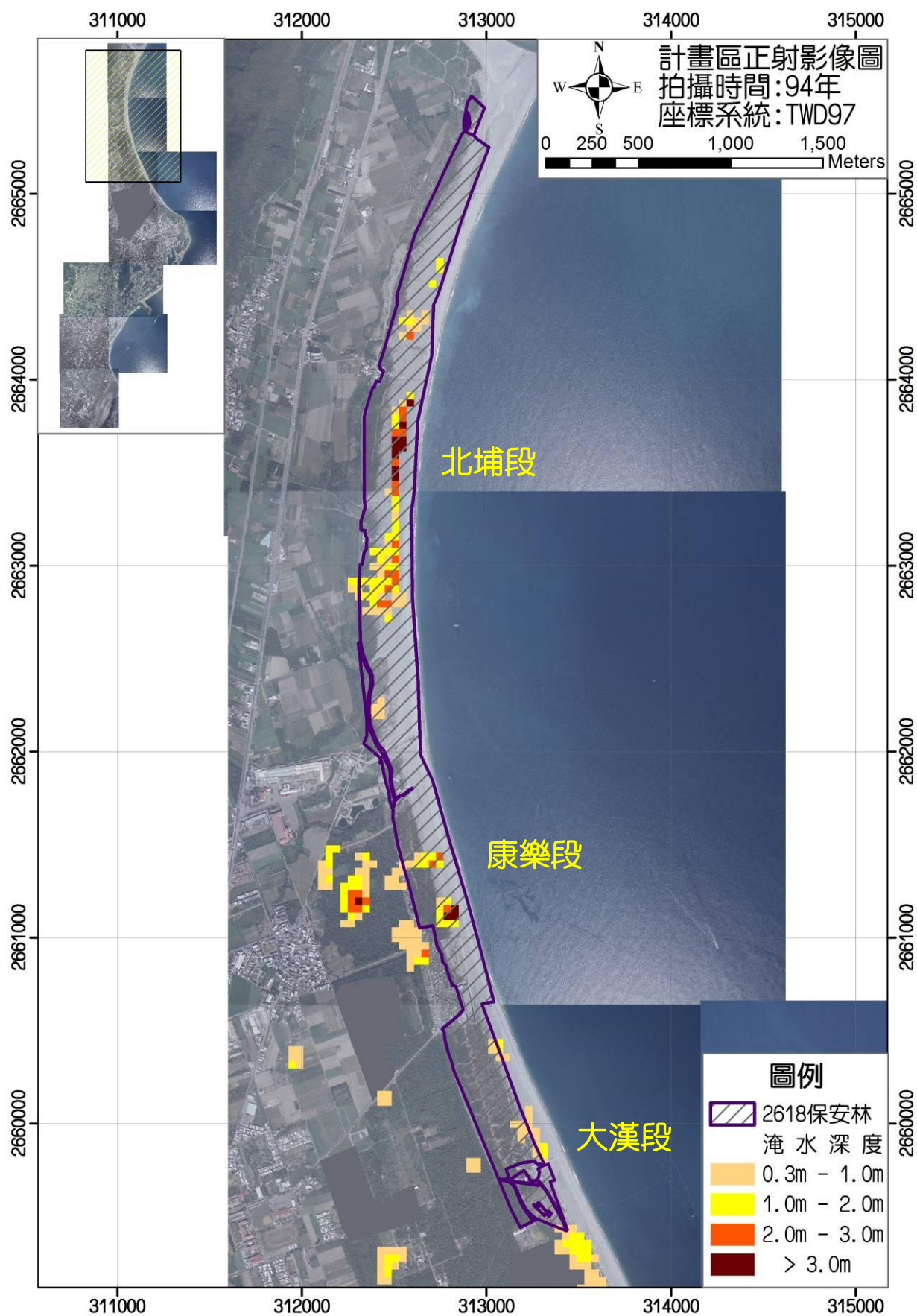
附錄圖 3-11 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖



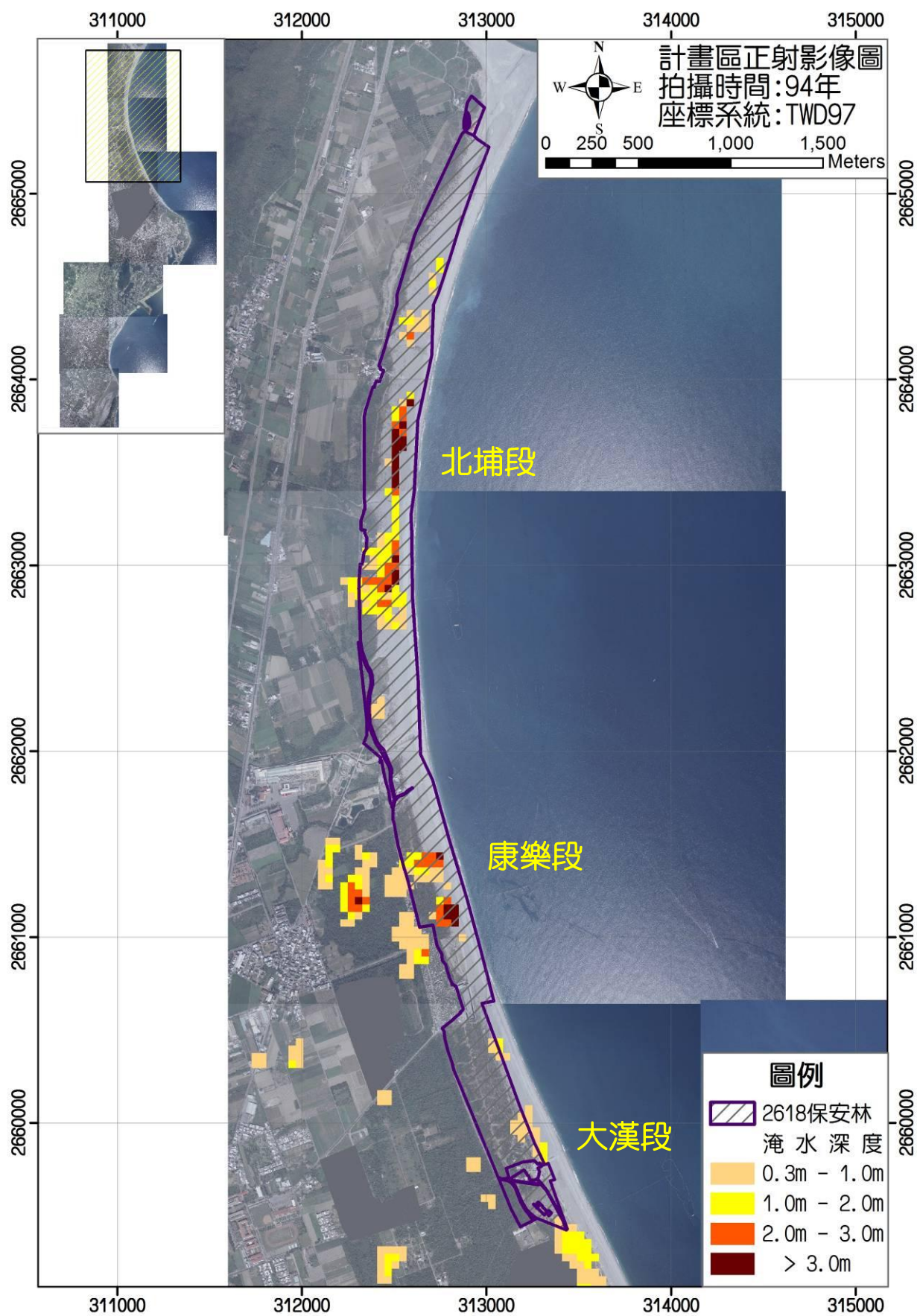
附錄圖 3-12 2618 號防風保安林 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖



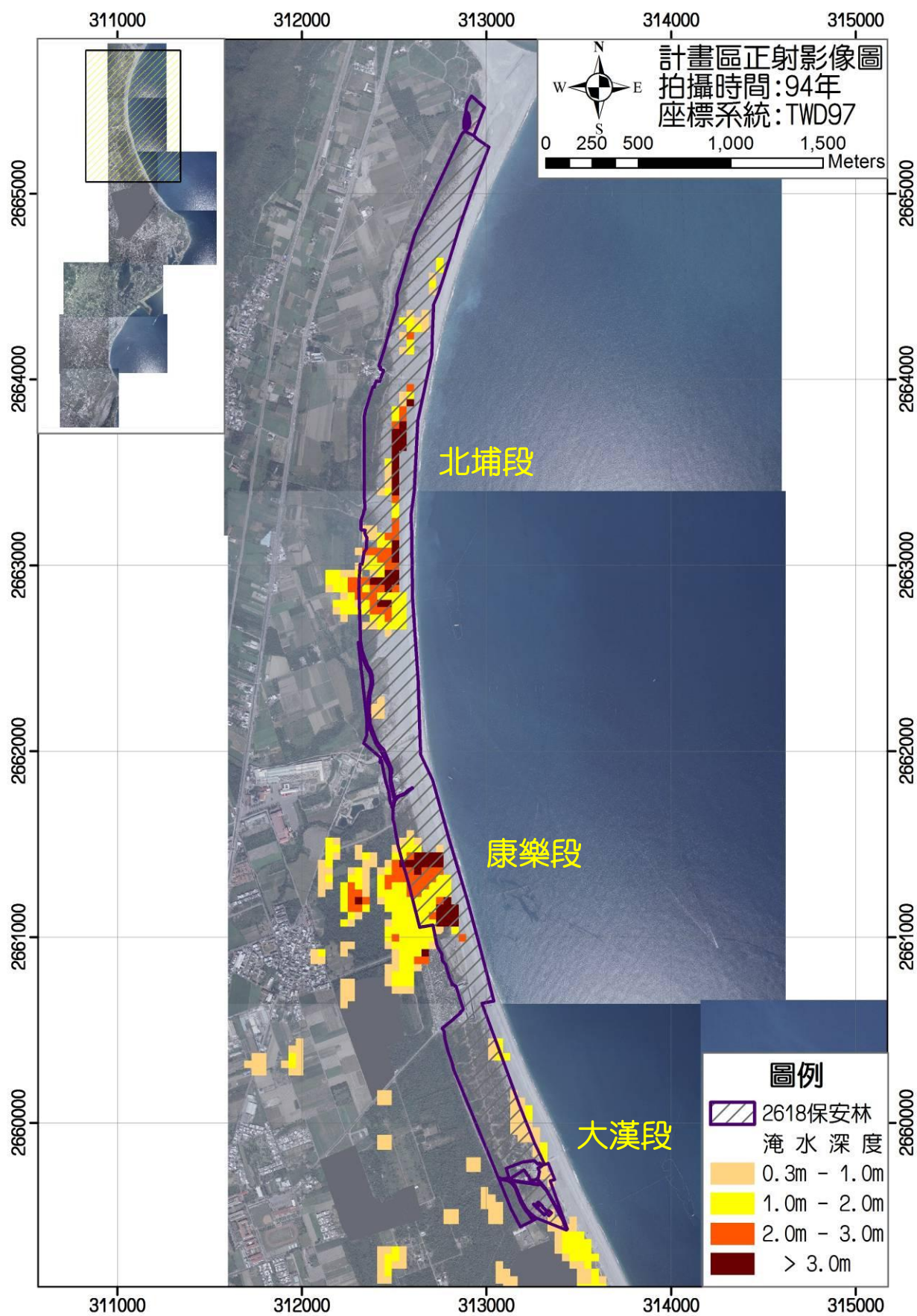
附錄圖 3-13 2618 號防風保安林重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖



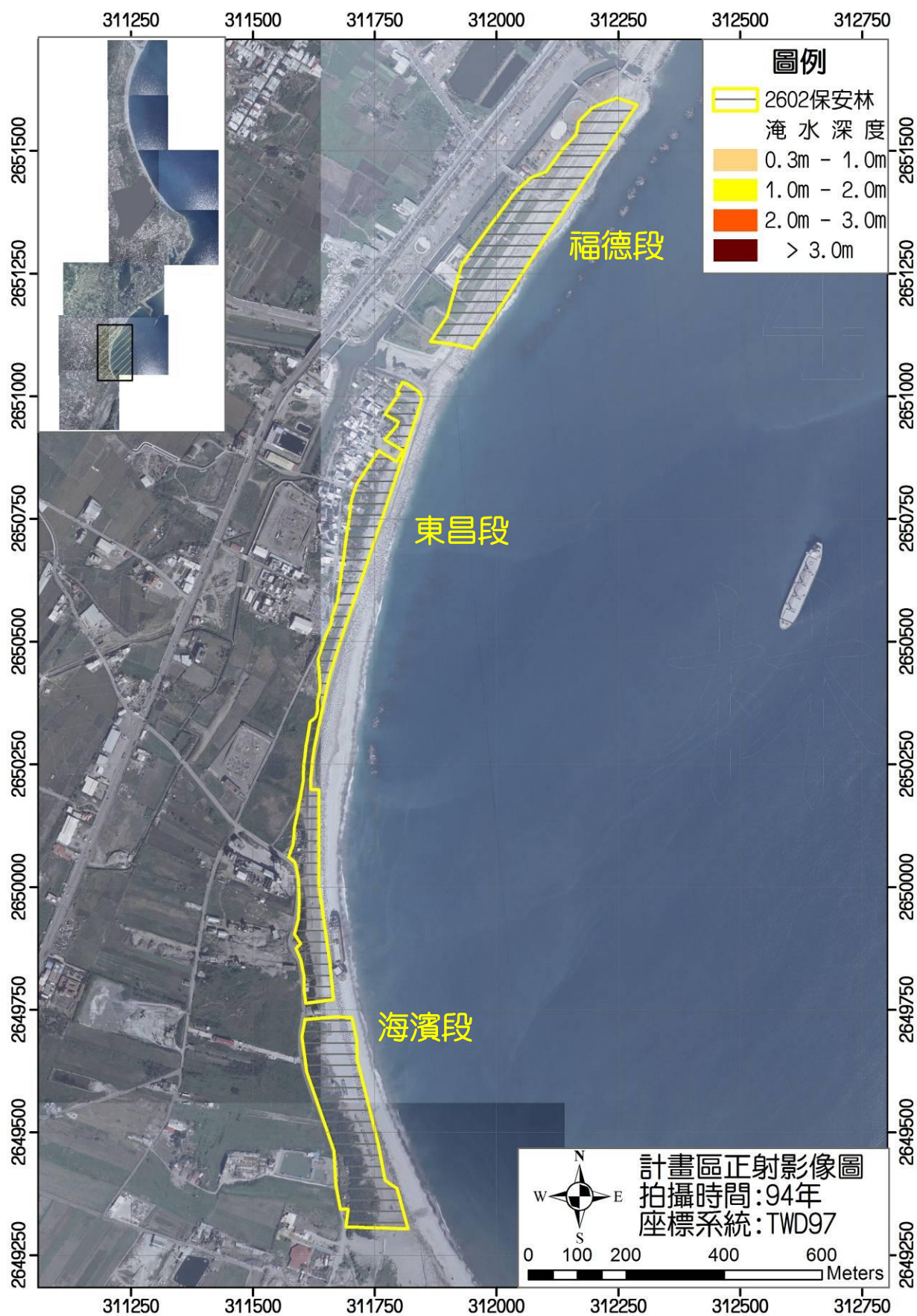
附錄圖 3-14 2618 號防風保安林重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖



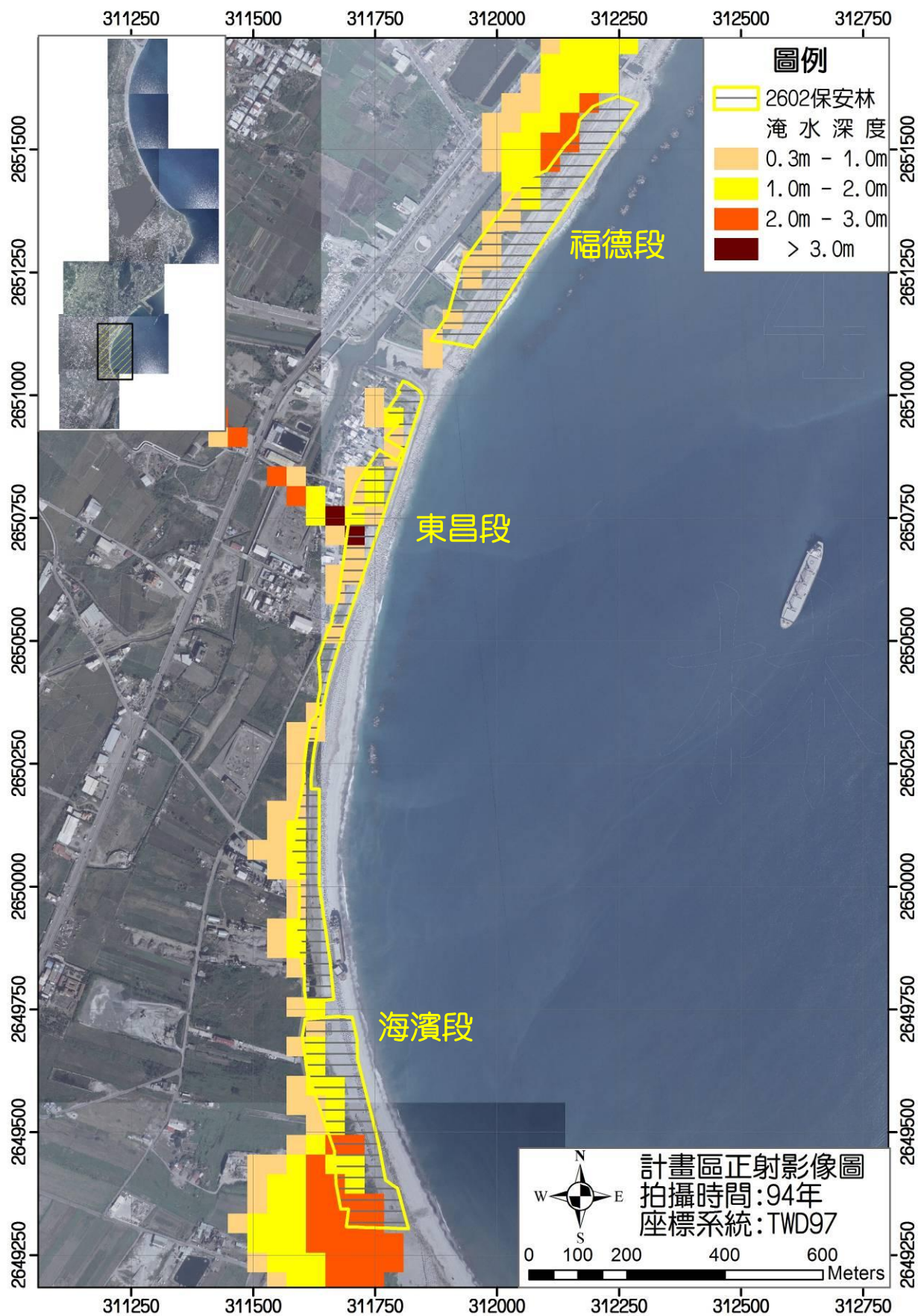
附錄圖 3-15 2618 號防風保安林重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖



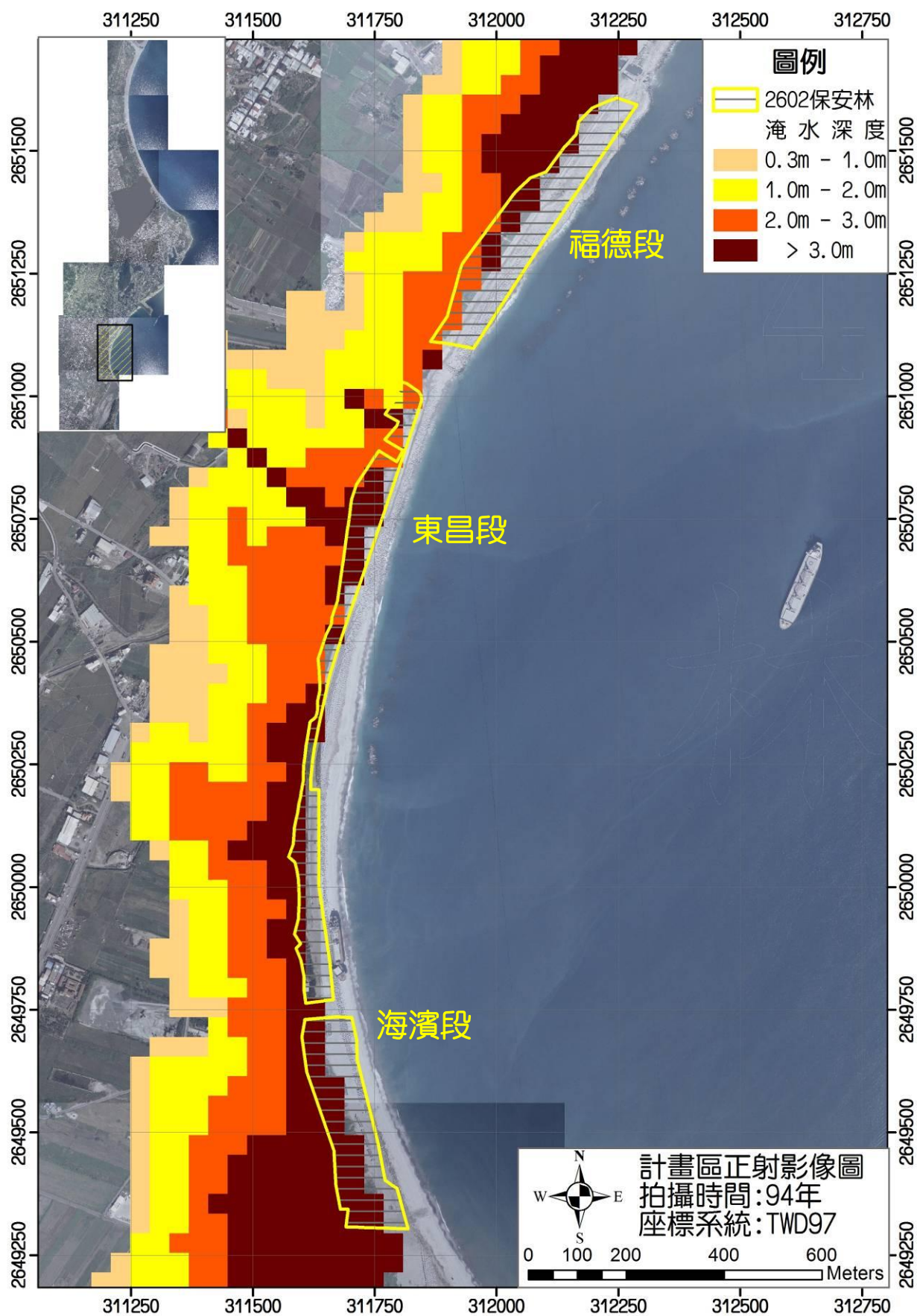
附錄圖 3-16 2618 號防風保安林重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖



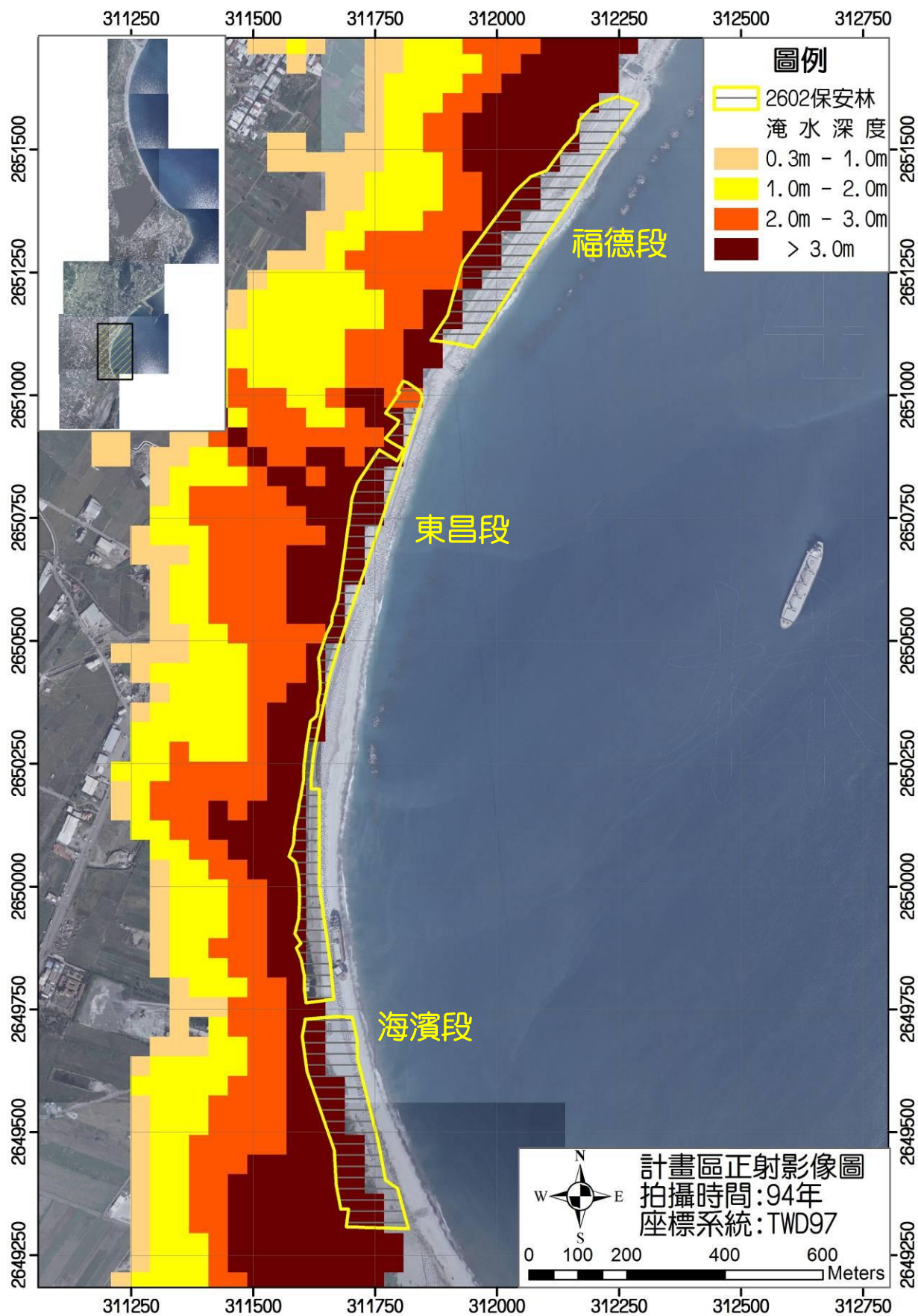
附錄圖 3-17 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (200mm) 淹水潛勢圖



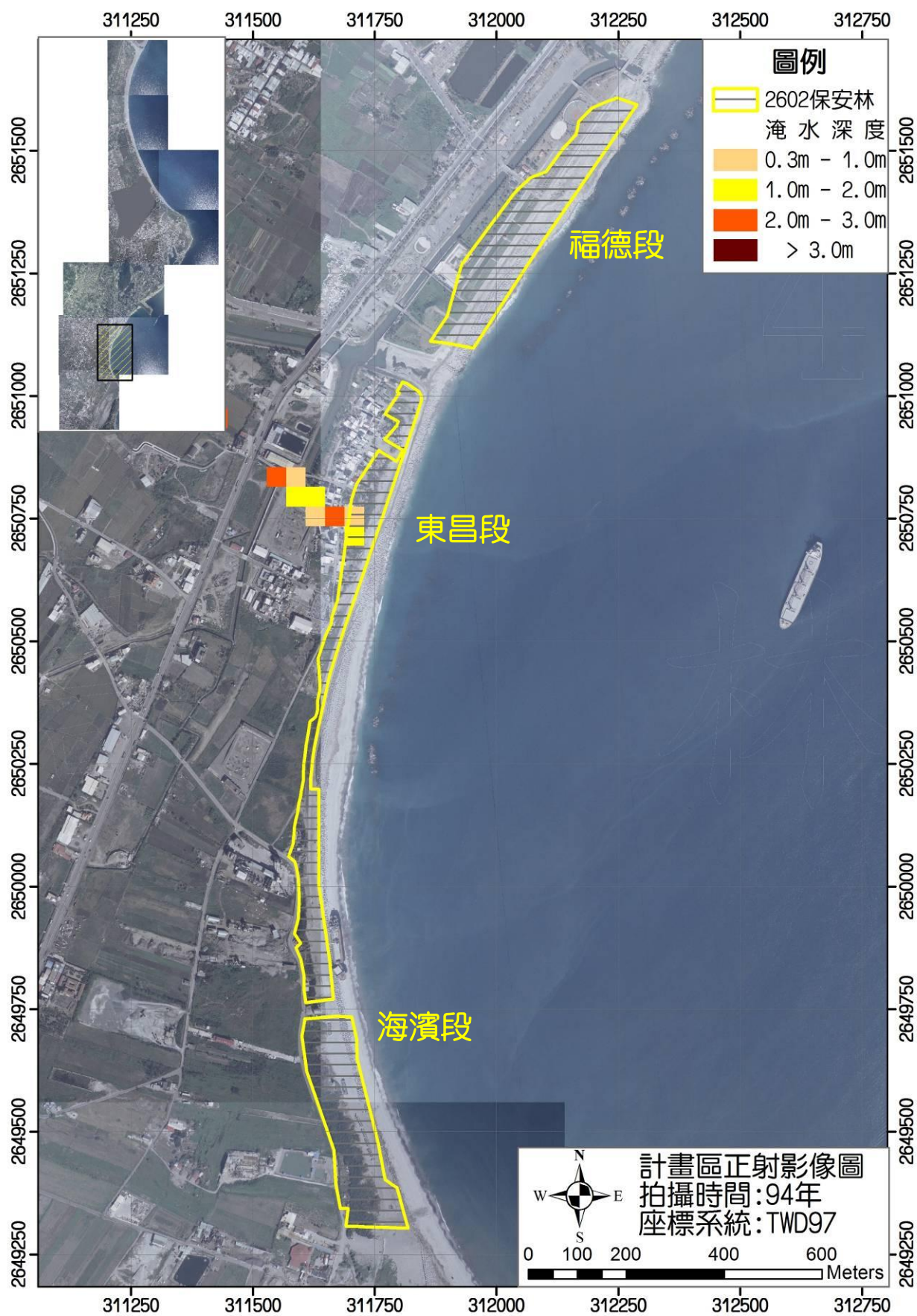
附錄圖 3-18 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (350mm) 淹水潛勢圖



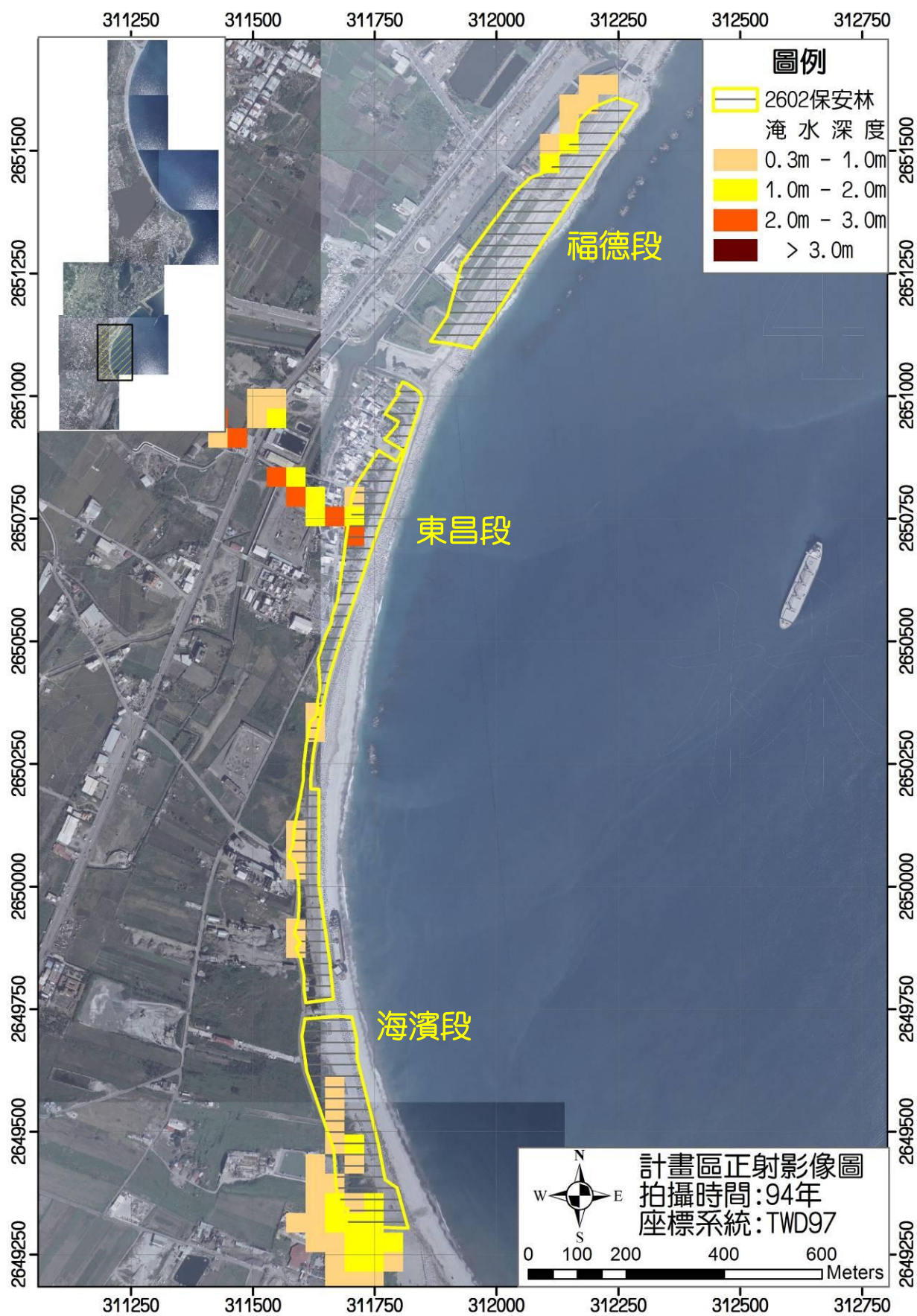
附錄圖 3-19 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (450mm) 淹水潛勢圖



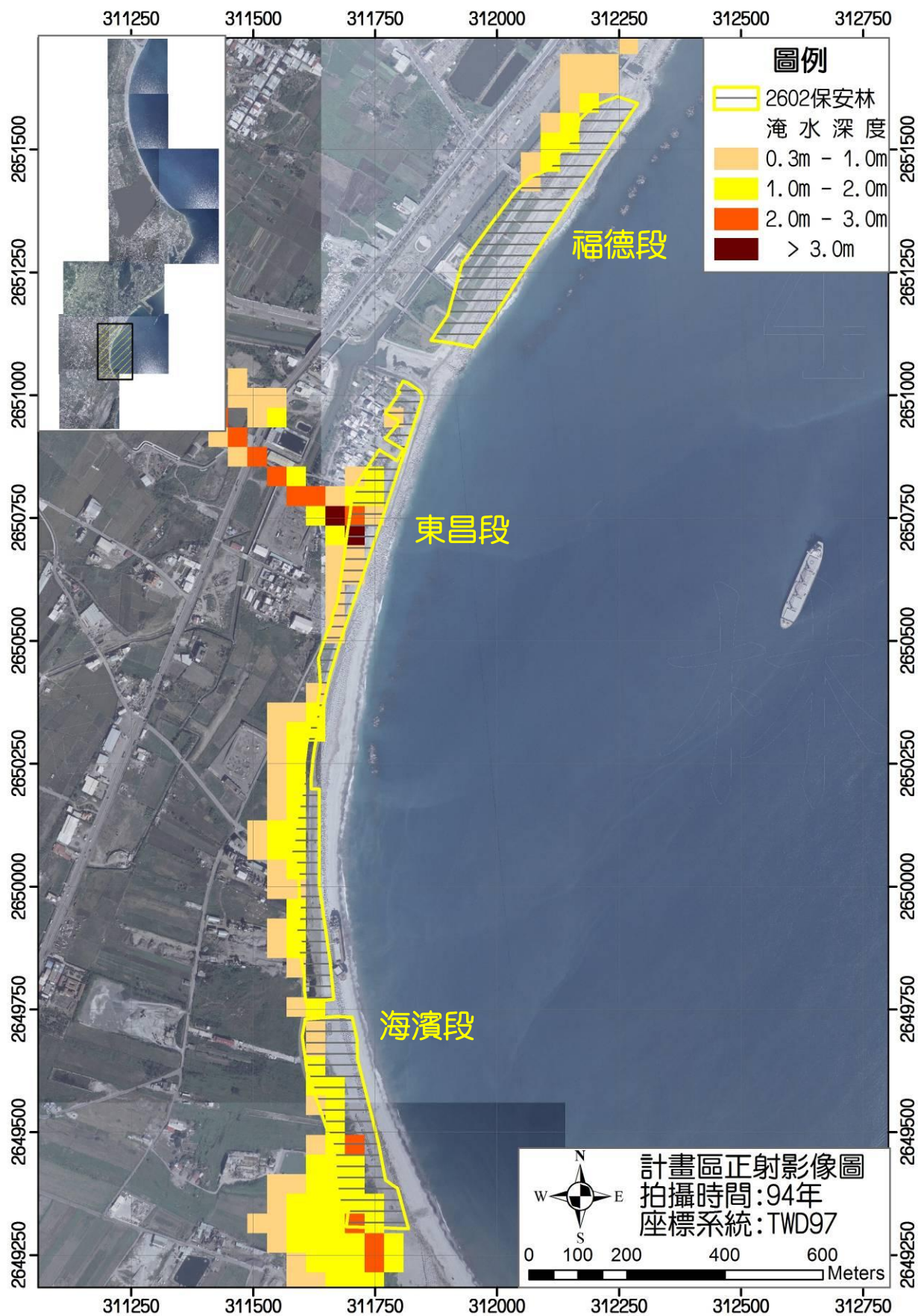
附錄圖 3-20 2602 號飛砂防止保安林 1 日暴雨 (600mm) 淹水潛勢圖



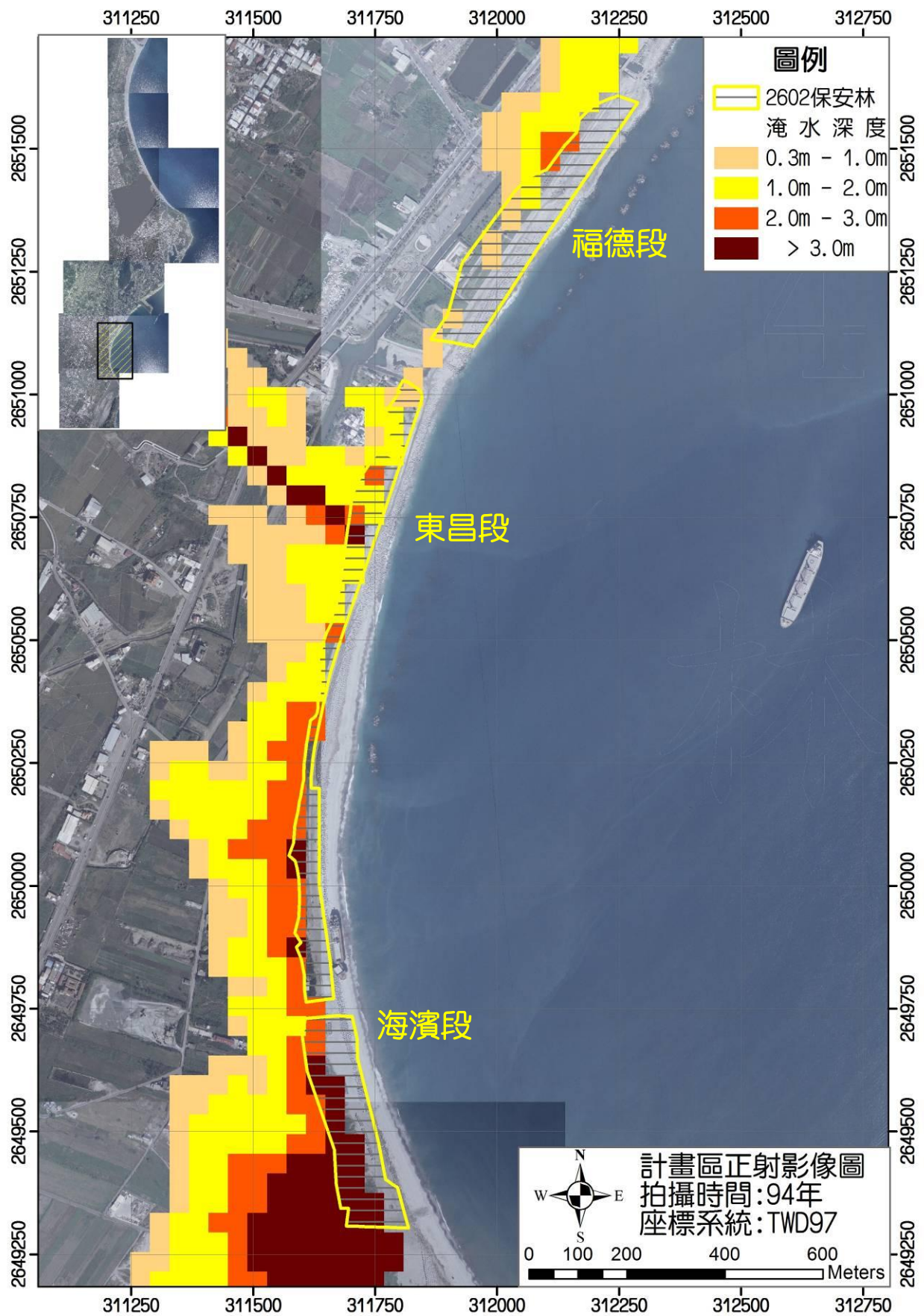
附錄圖 3-21 2602 號飛砂防止保安林重現期距 2 年降雨狀況淹水潛勢圖



附錄圖 3-22 2602 號飛砂防止保安林重現期距 10 年降雨狀況淹水潛勢圖



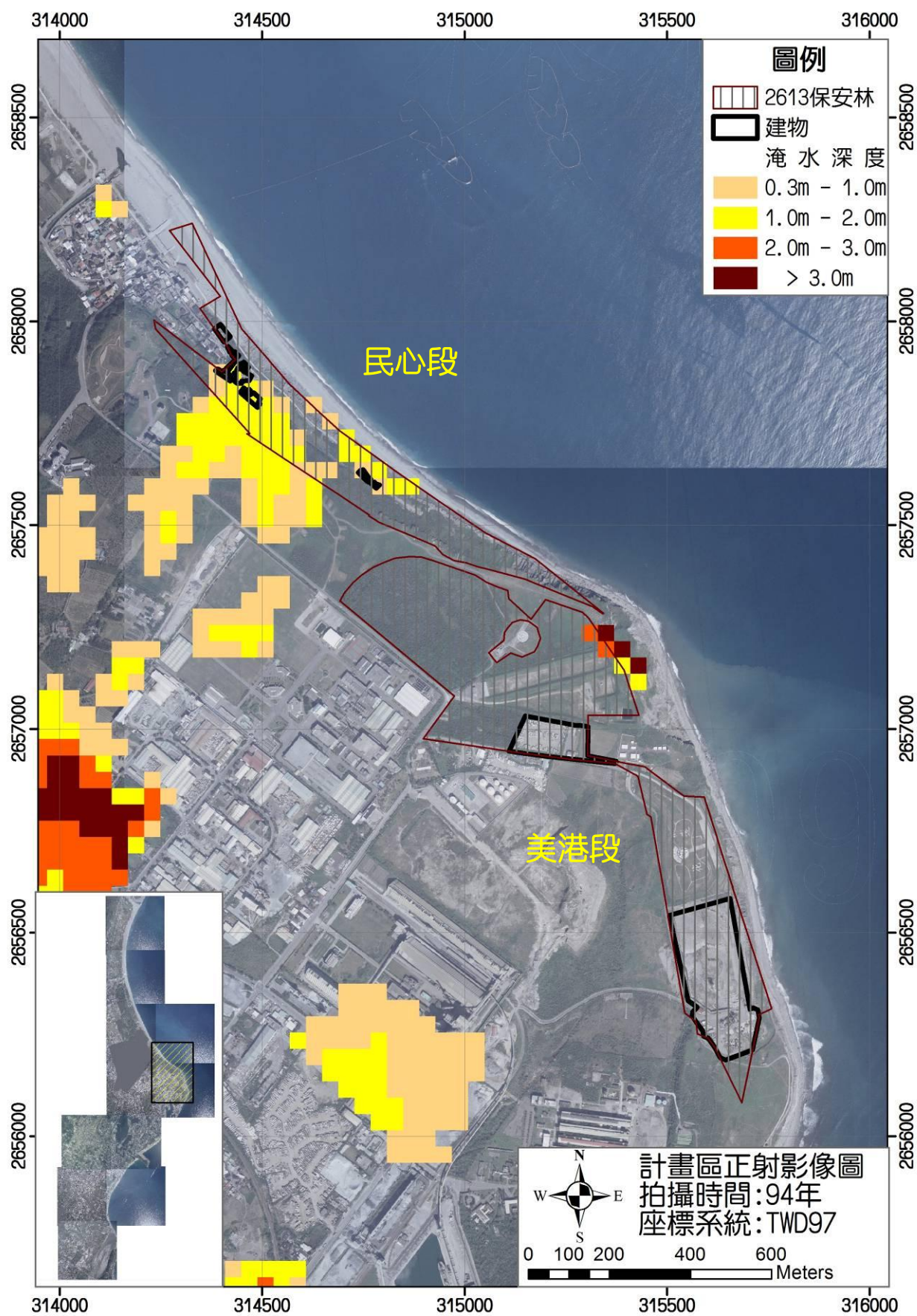
附錄圖 3-23 2602 號飛砂防止保安林重現期距 25 年降雨狀況淹水潛勢圖



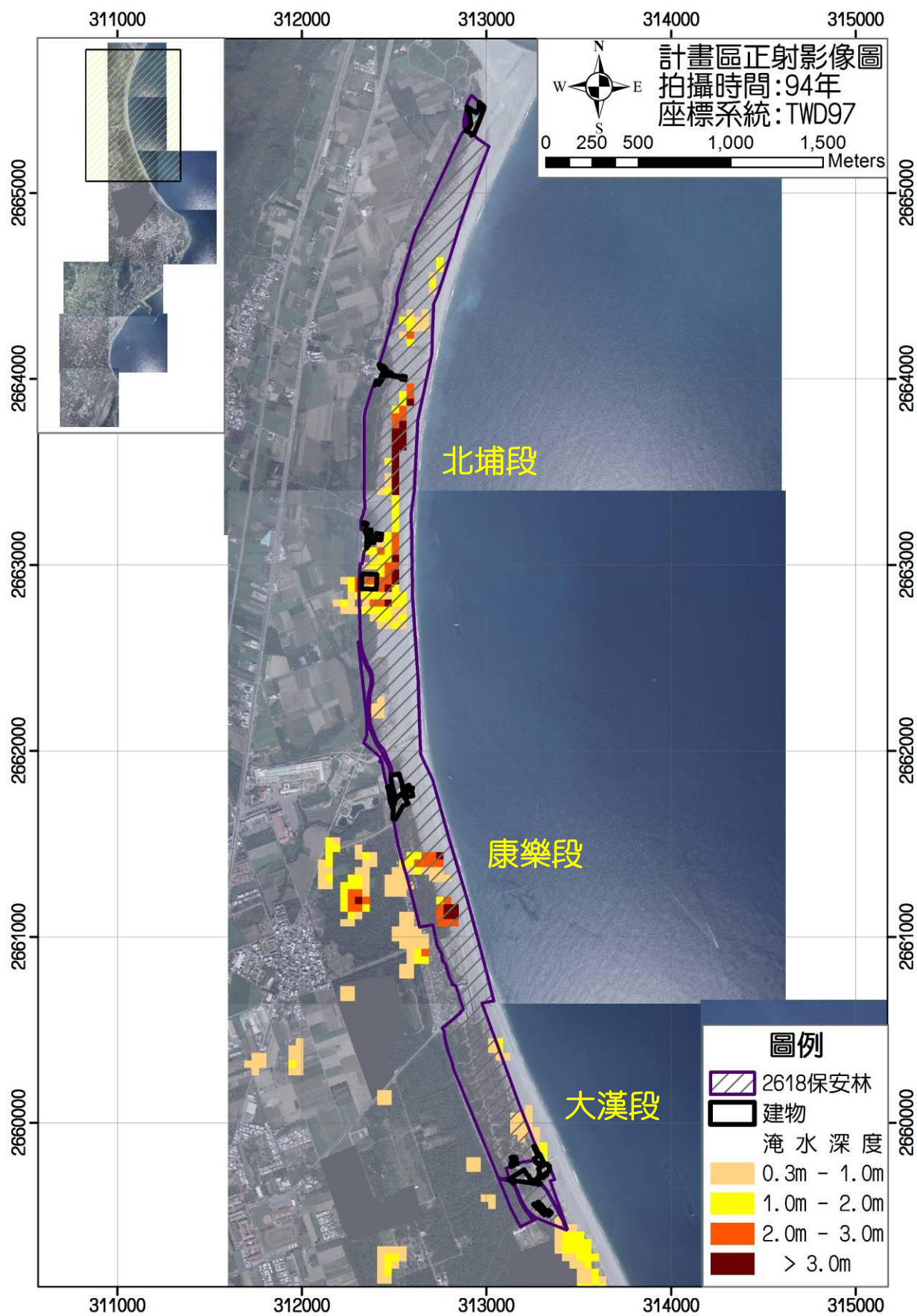
附錄圖 3-24 2602 號飛砂防止保安林重現期距 200 年降雨狀況淹水潛勢圖

附 錄 四

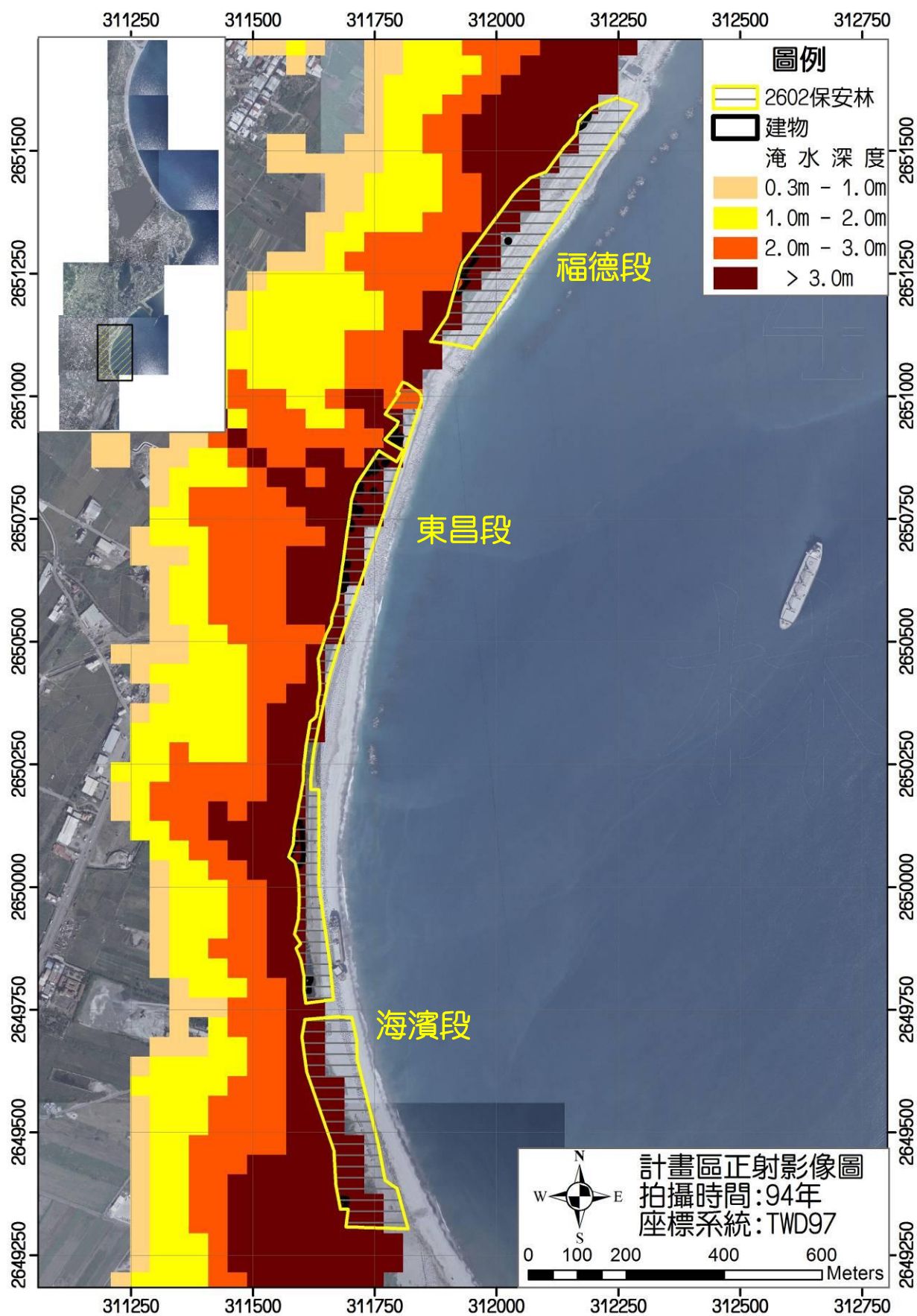
計畫區建物與潛勢淹水區套疊圖 (1 日暴雨 600mm)



附錄圖 4-1 2613 號飛砂防止保安林建物與潛勢淹水區套疊圖(1 日暴雨 600mm)



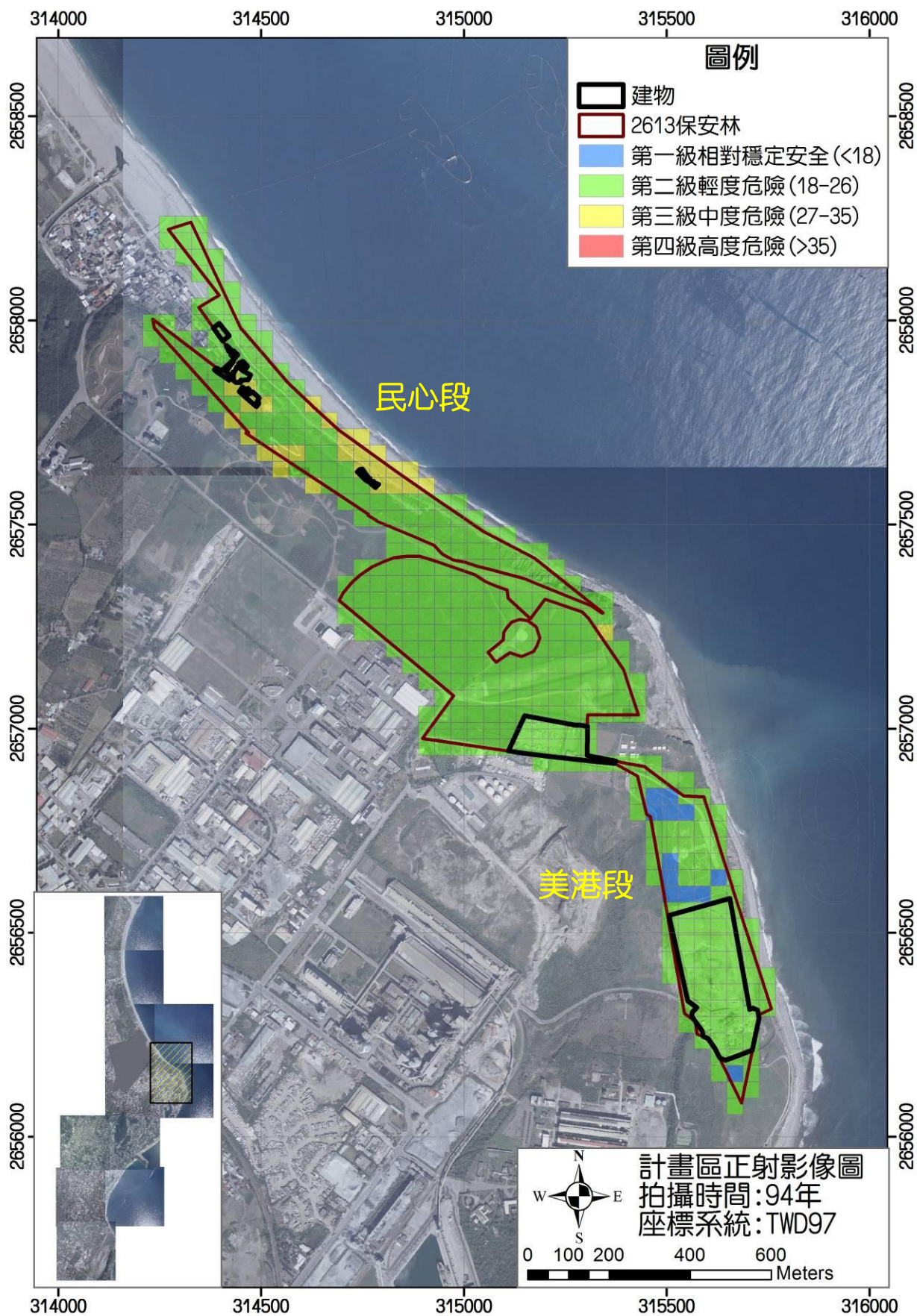
附錄圖 4-2 2618 號防風保安林建物與潛勢淹水區套疊圖(1 日暴雨 600mm)



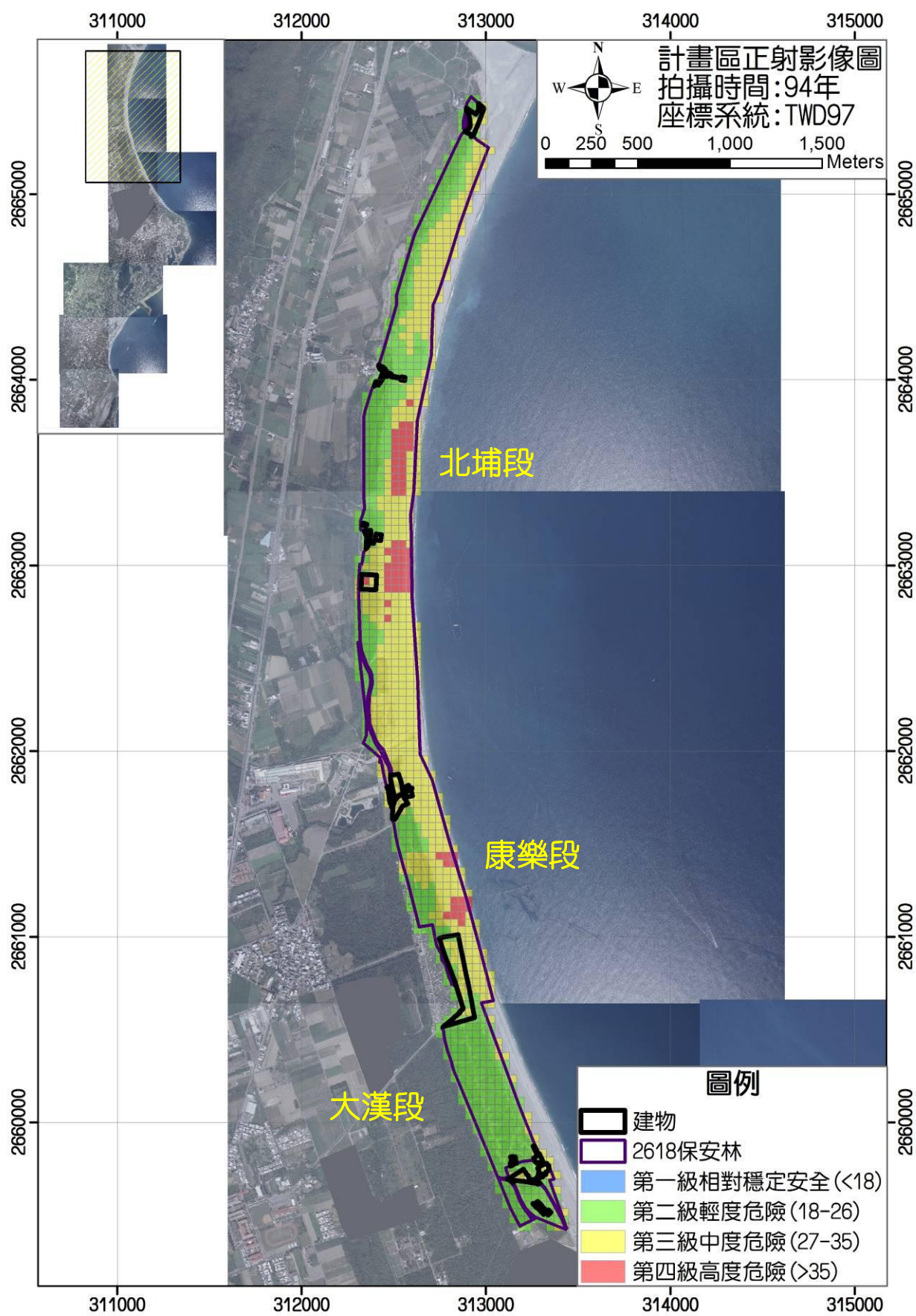
附錄圖 4-3 2602 號飛砂防止保安林建物與潛勢淹水區套疊圖(1 日暴雨 600mm)

附 錄 五

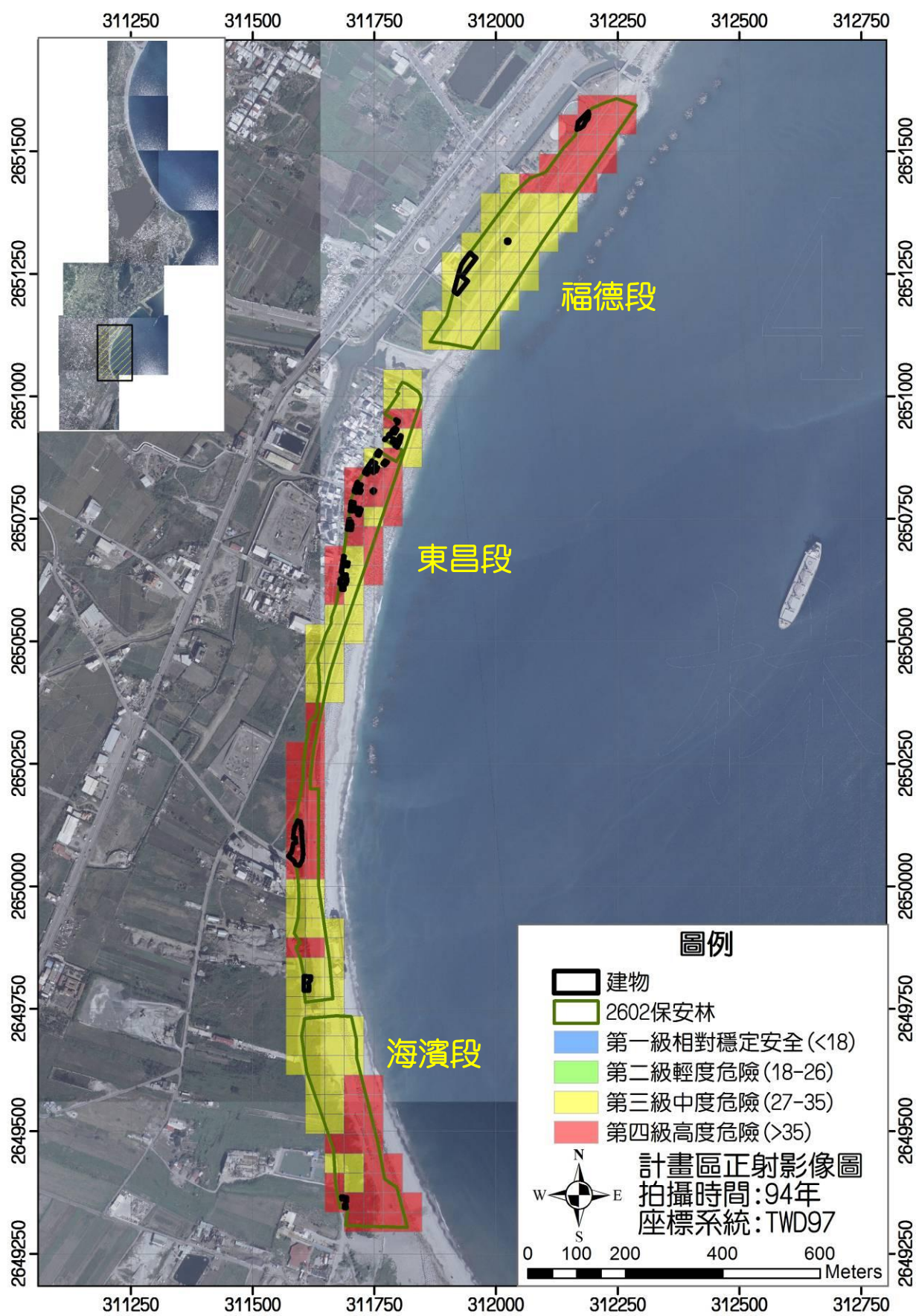
計畫區潛勢危險區位圖



附錄圖 5-1 2613 號飛砂防止保安林潛勢危險區位圖



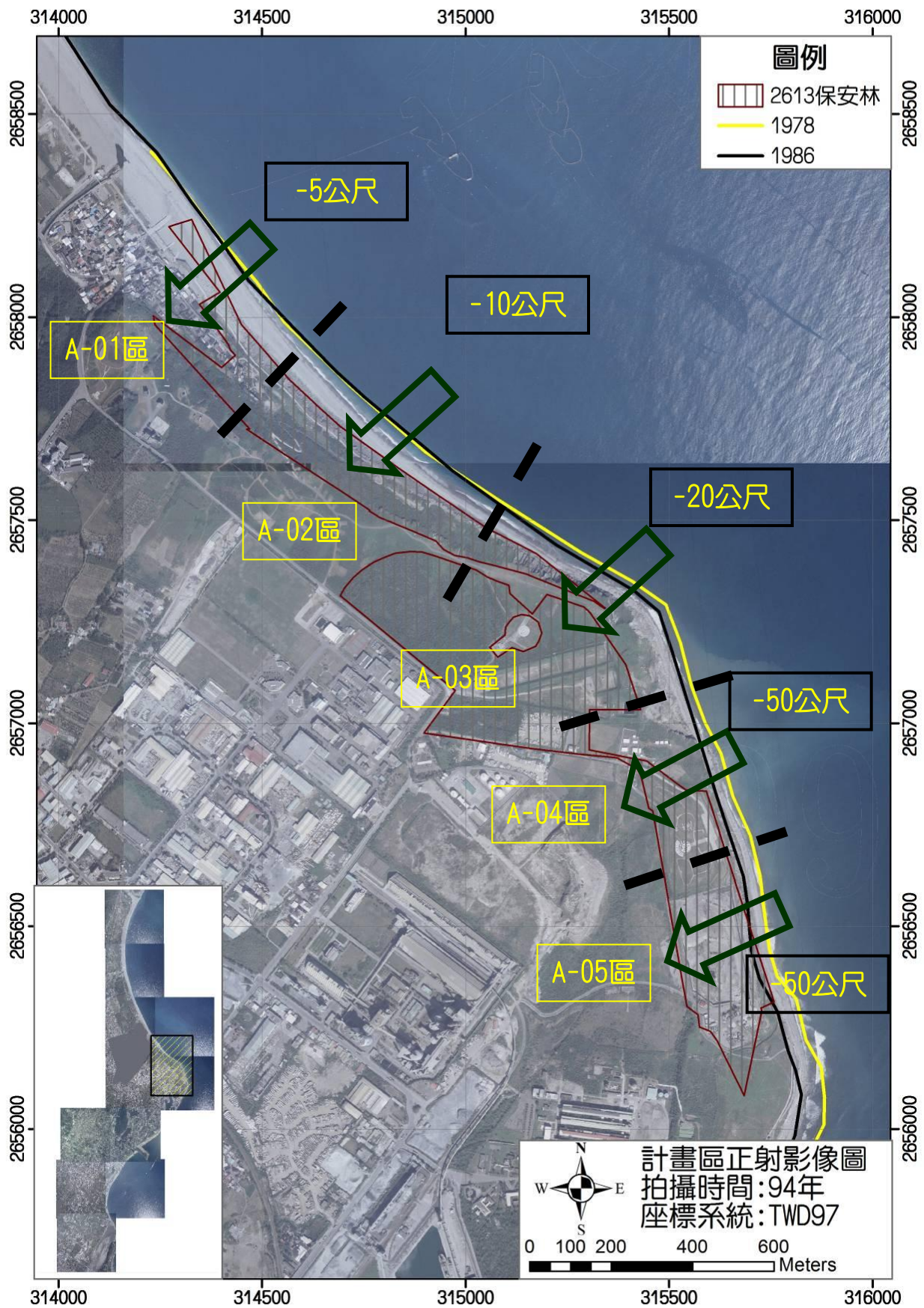
附錄圖 5-2 2618 號防風保安林潛勢危險區位圖



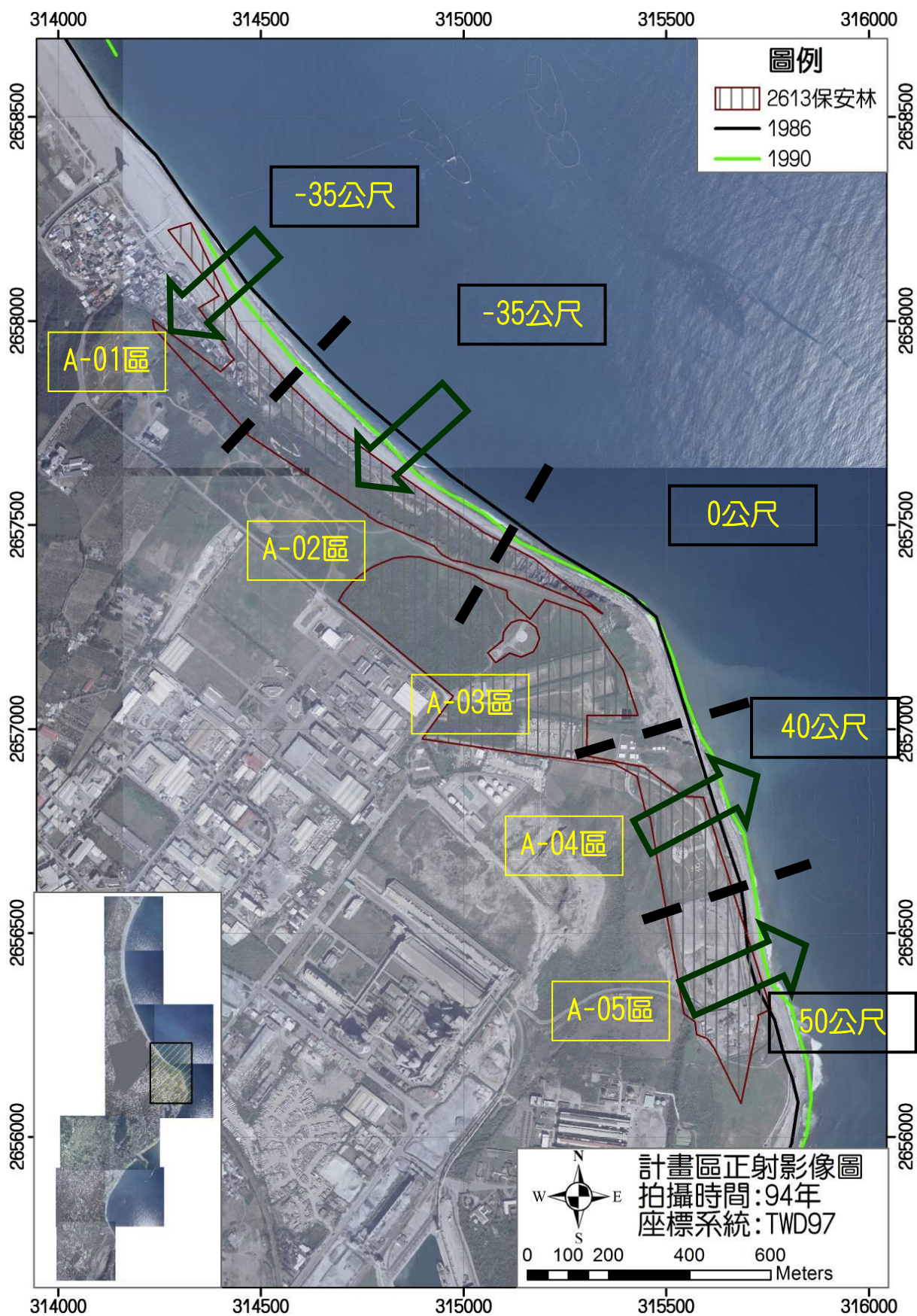
附錄圖 5-3 2602 號飛砂防止保安林潛勢危險區位圖

附 錄 六

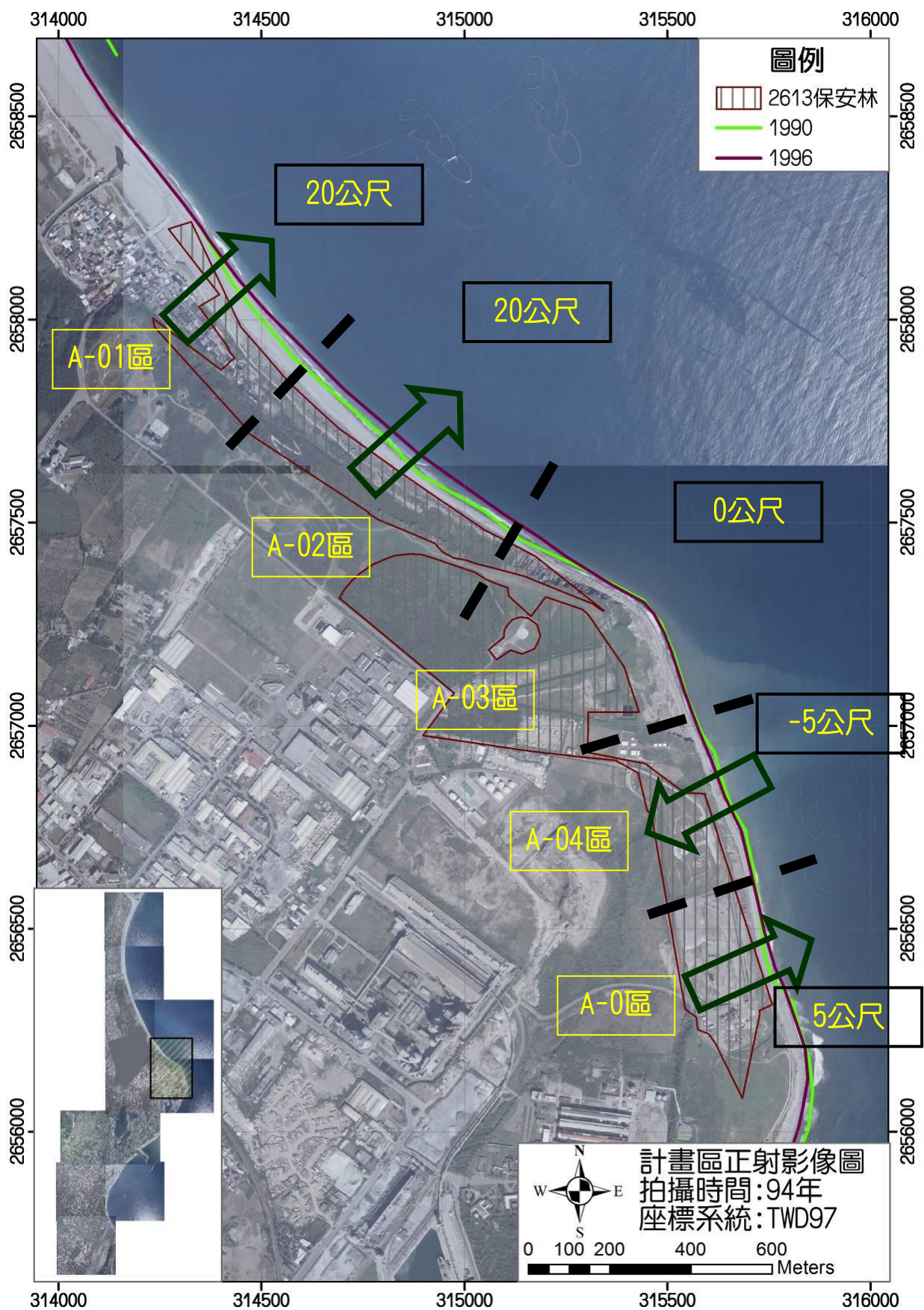
計畫區歷年海岸線變遷圖



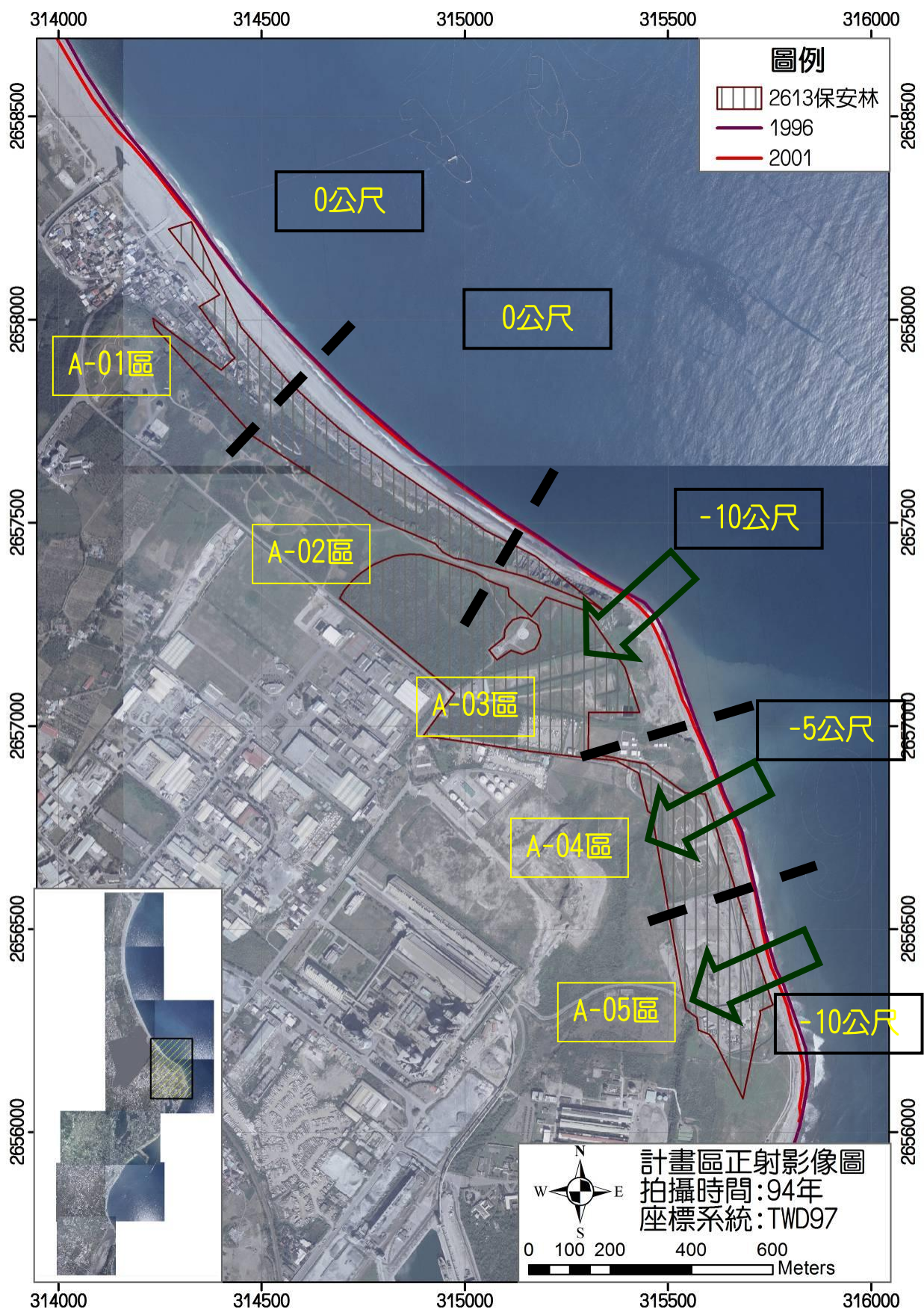
附錄圖 6-1 2613 號飛砂防止保安林 1978~1986 年海岸線變化量



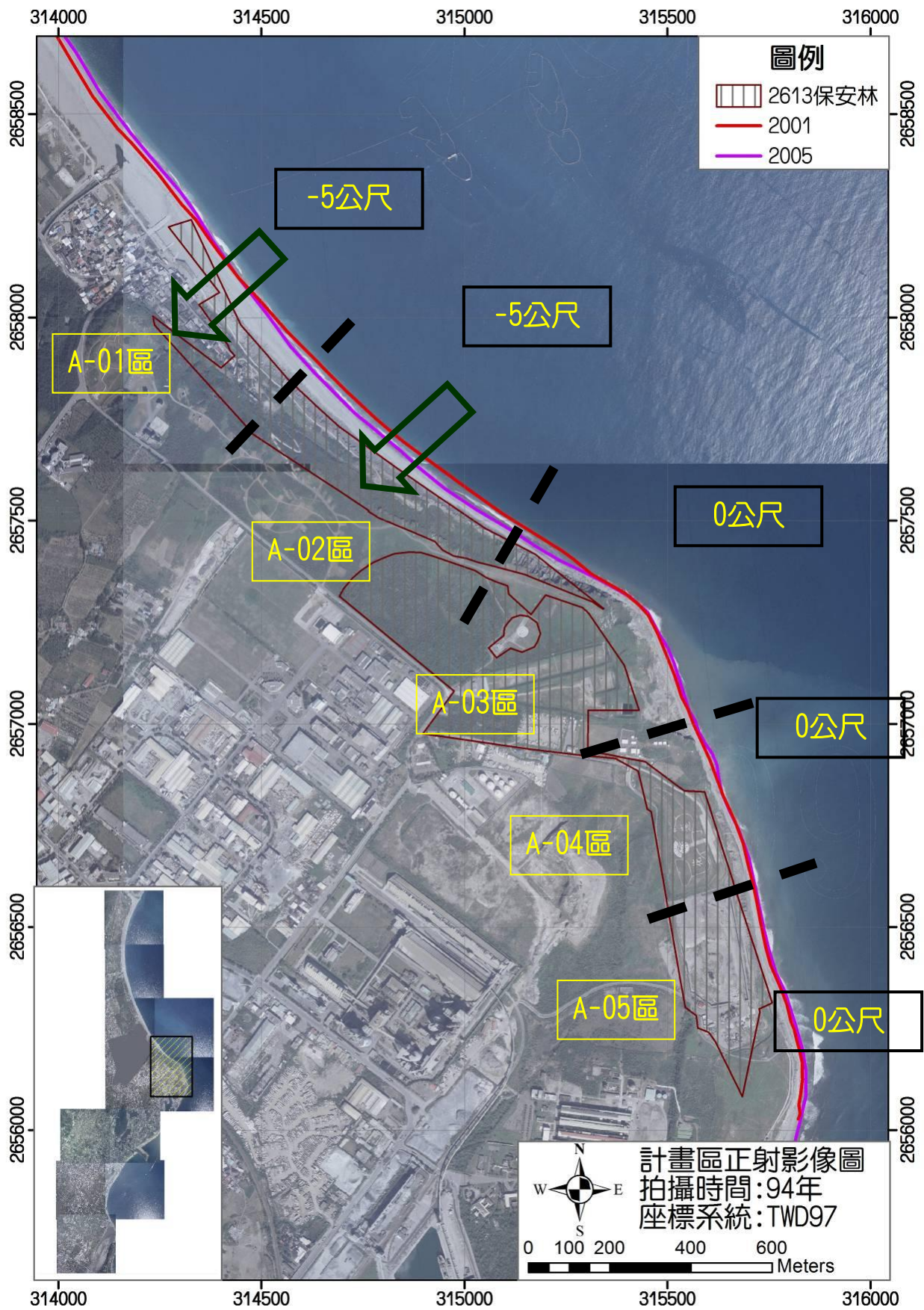
附錄圖 6-2 2613 號飛砂防止保安林 1986~1990 年海岸線變化量



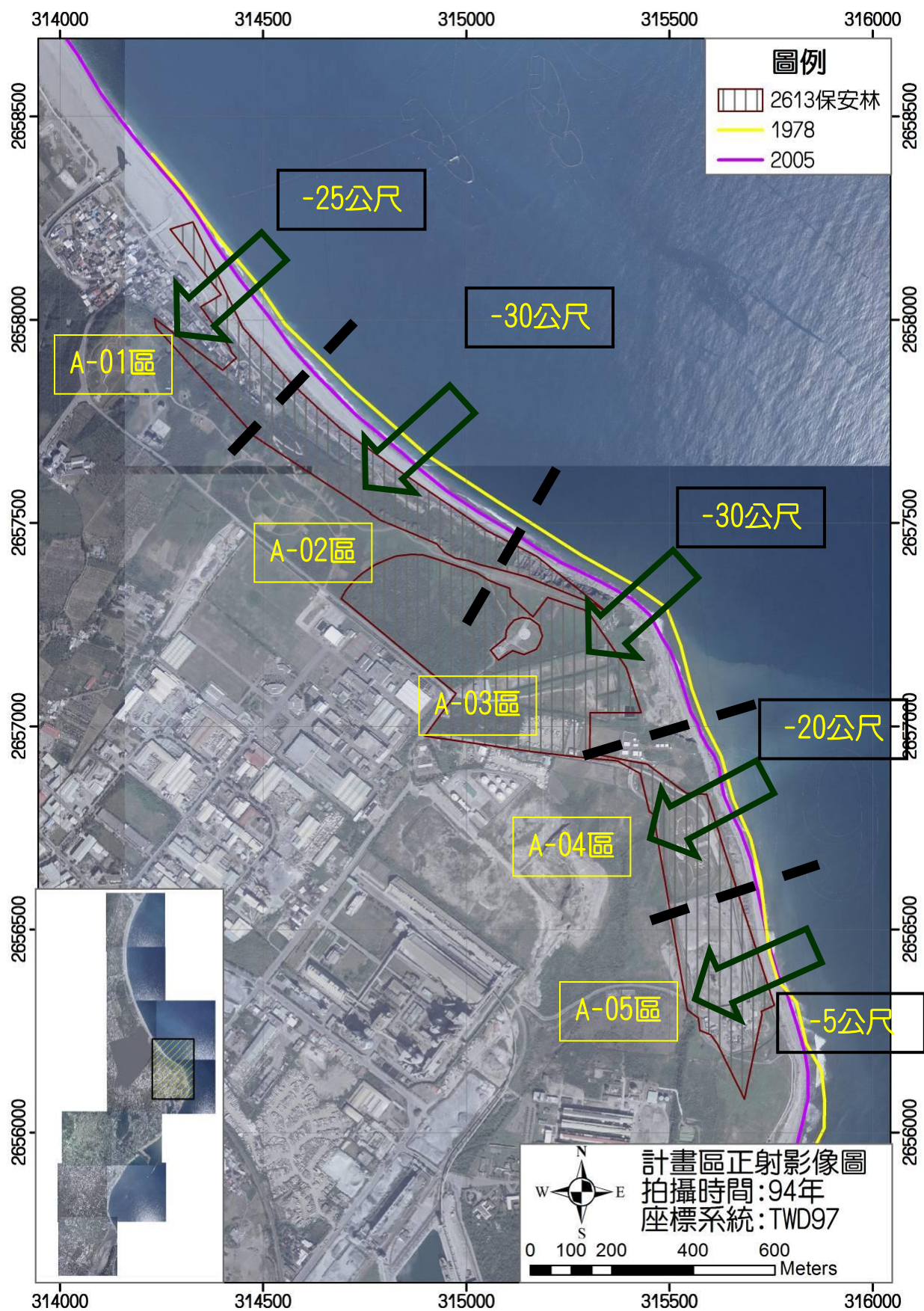
附錄圖 6-3 2613 號飛砂防止保安林 1990~1996 年海岸線變化量



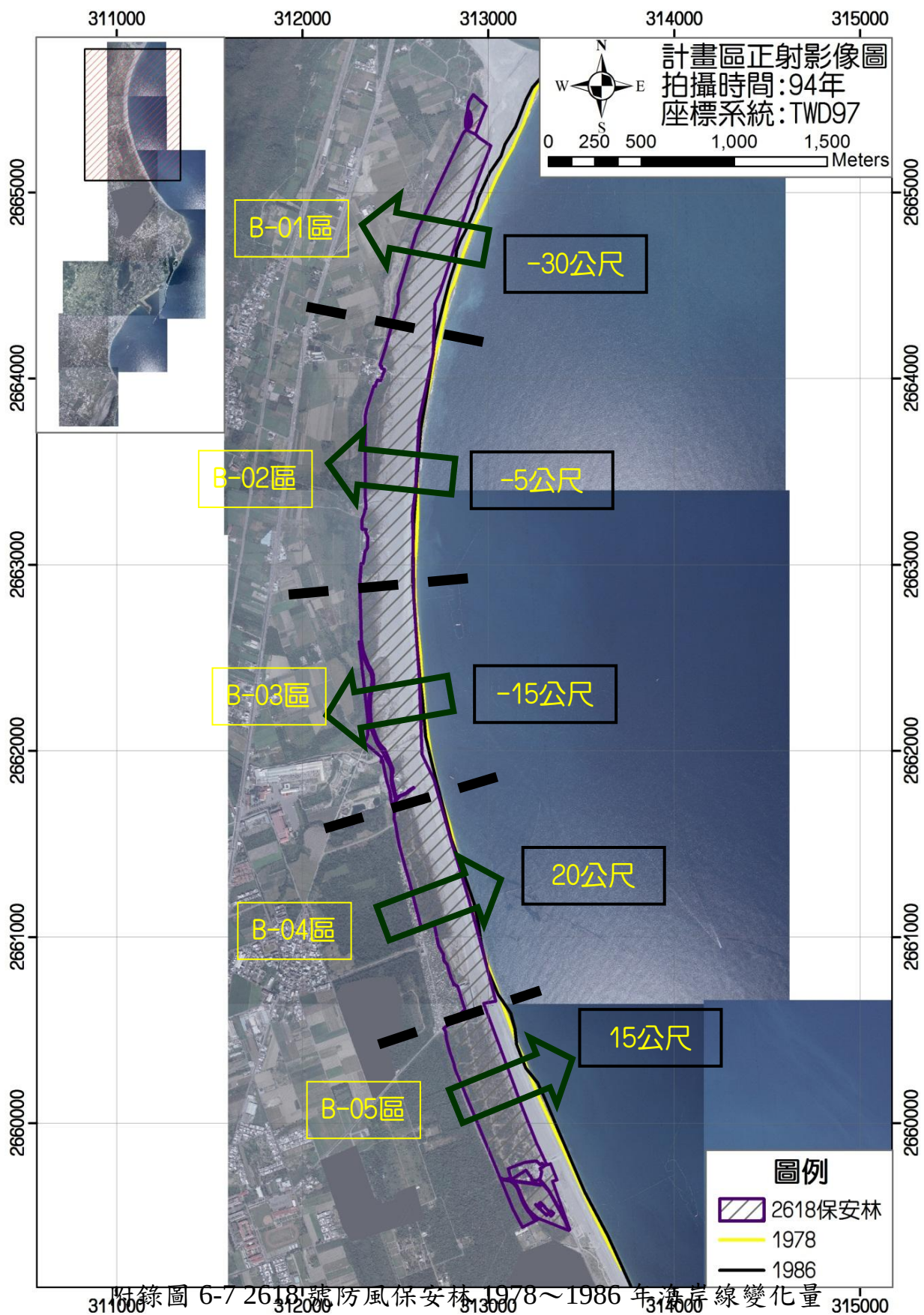
附錄圖 6-4 2613 號飛砂防止保安林 1996~2001 年海岸線變化量

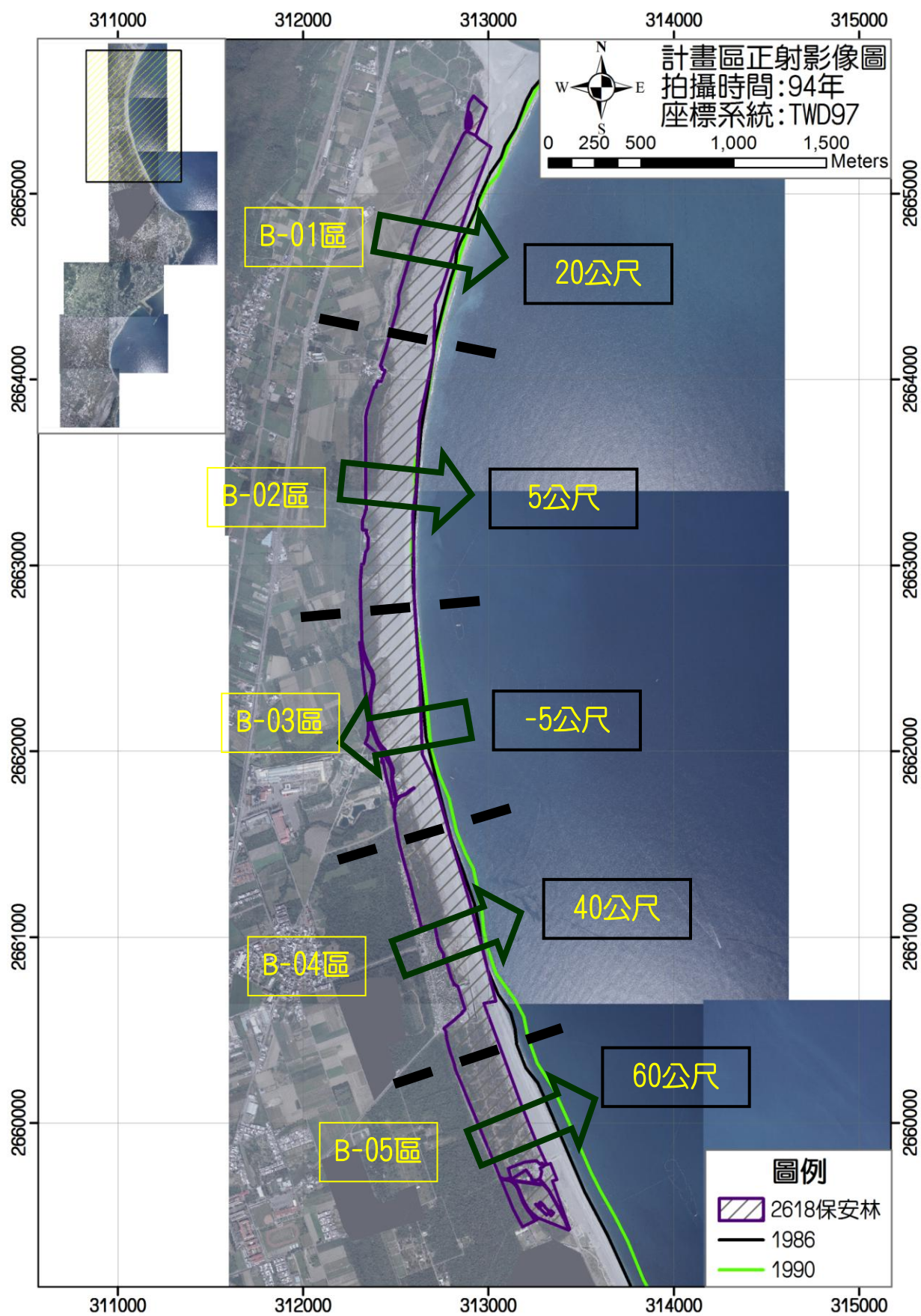


附錄圖 6-5 2613 號飛砂防止保安林 2001~2005 年海岸線變化量

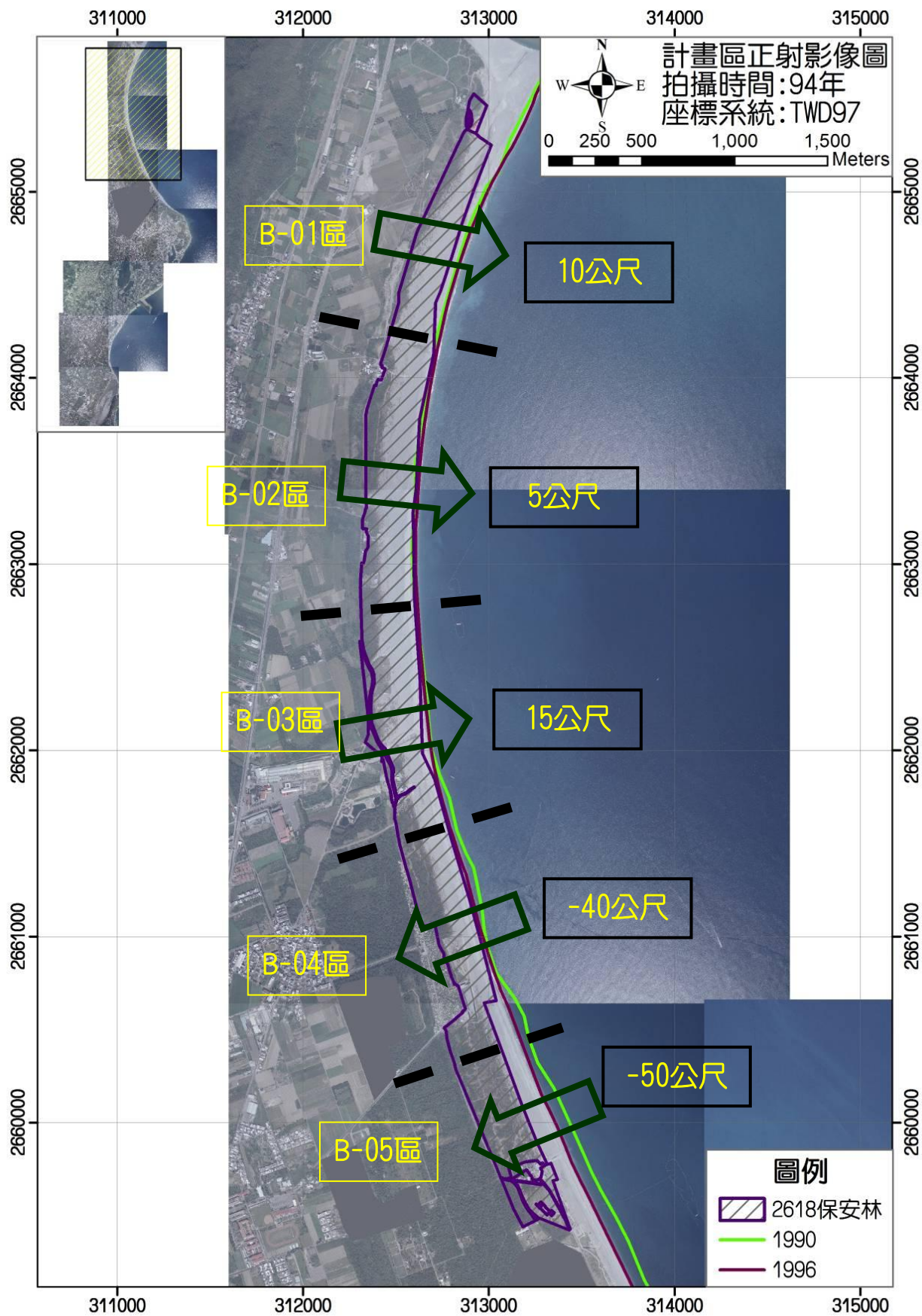


附錄圖 6-6 2613 號飛砂防止保安林 1978~2005 年海岸線變化量

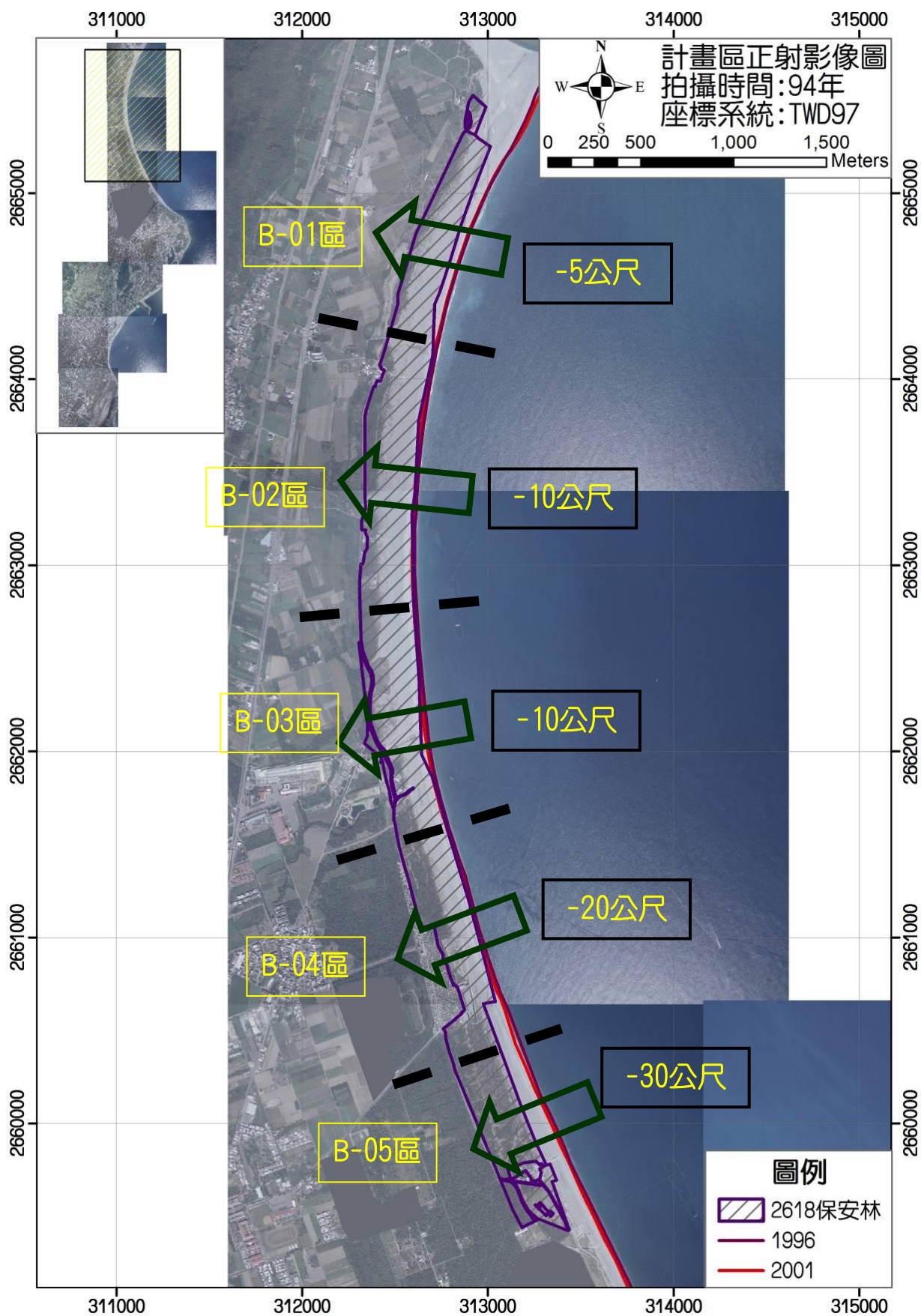




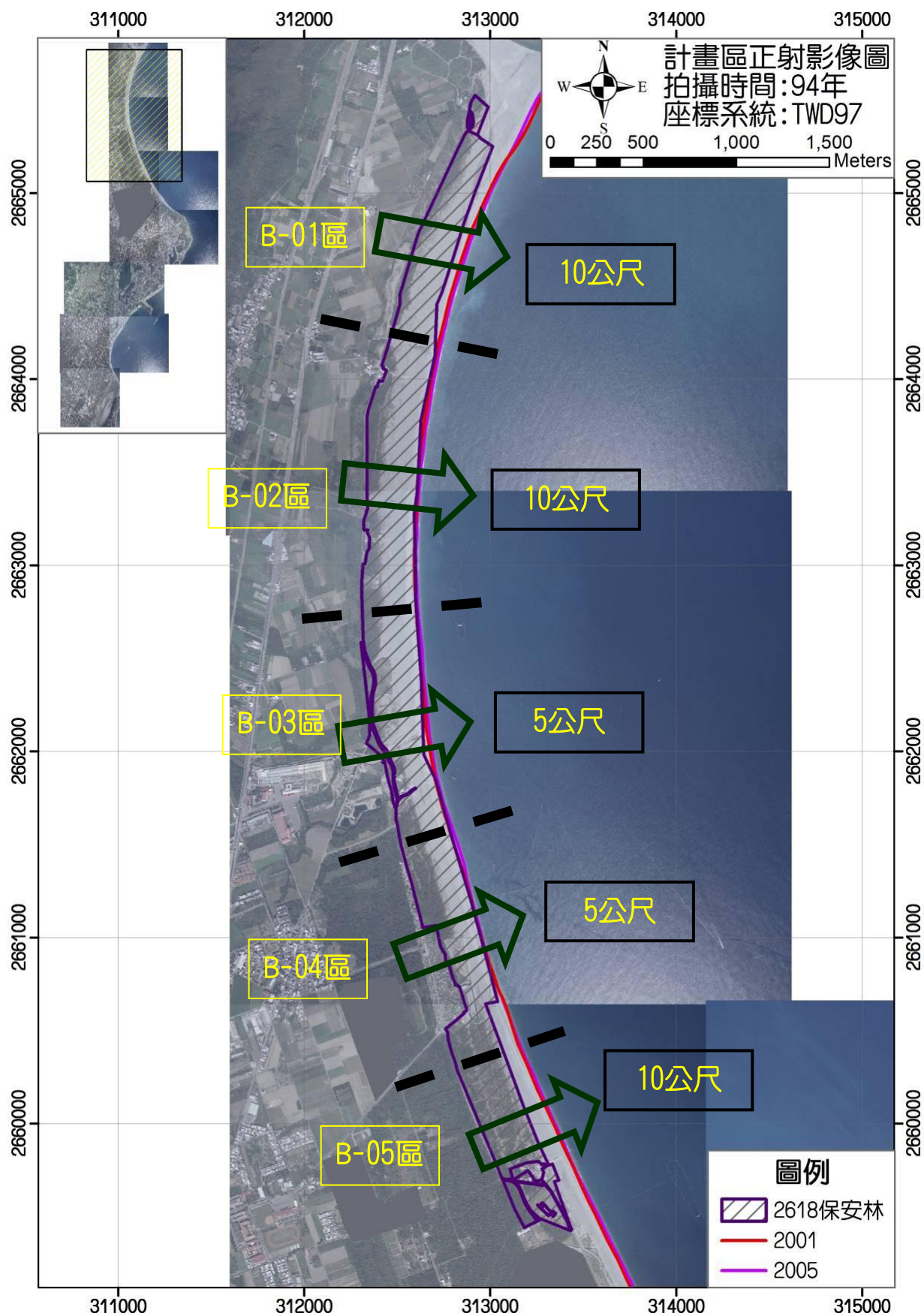
附錄圖 6-8 2618 號防風保安林 1986~1990 年海岸線變化量



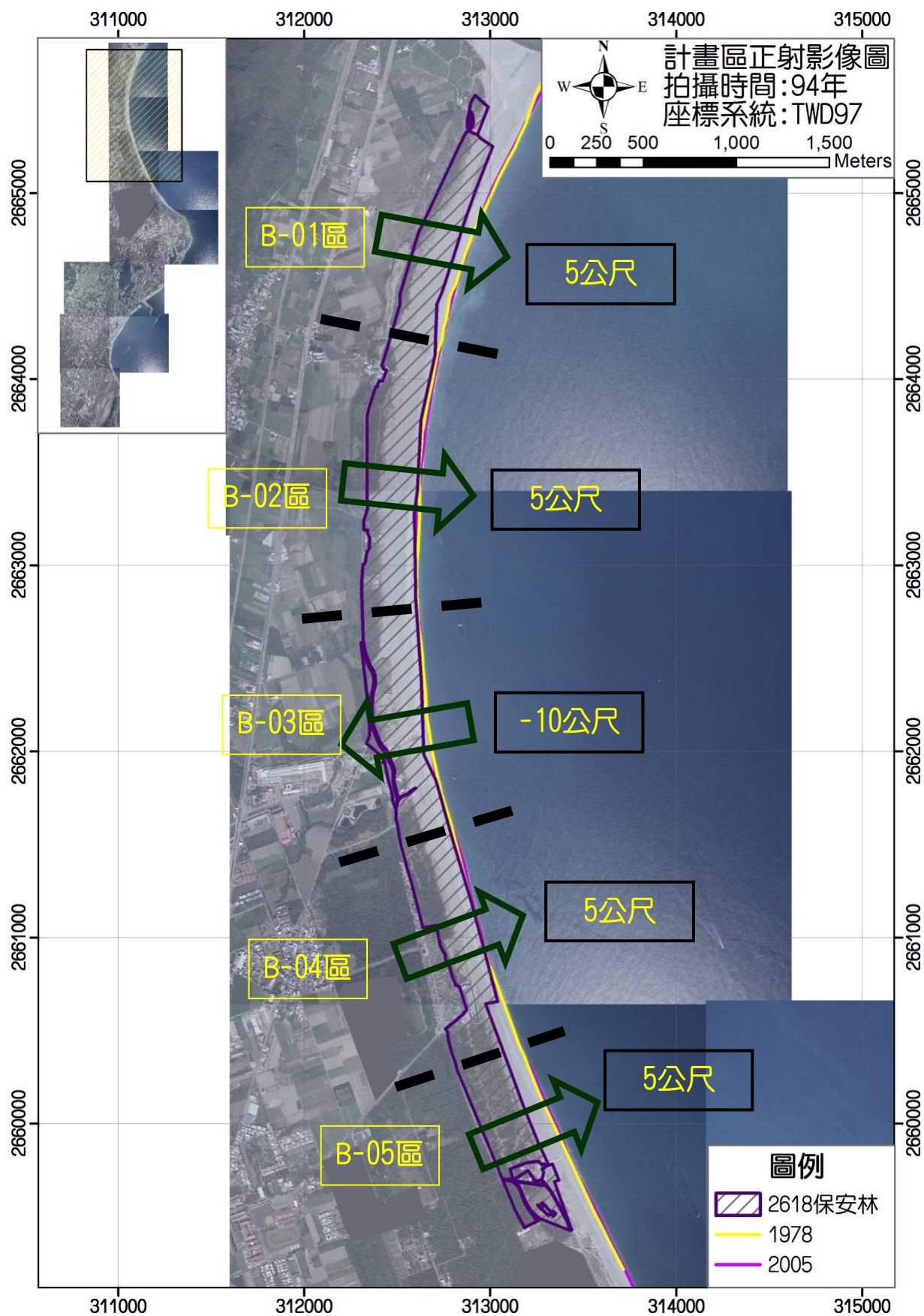
附錄圖 6-9 2618 號防風保安林 1990~1996 年海岸線變化量



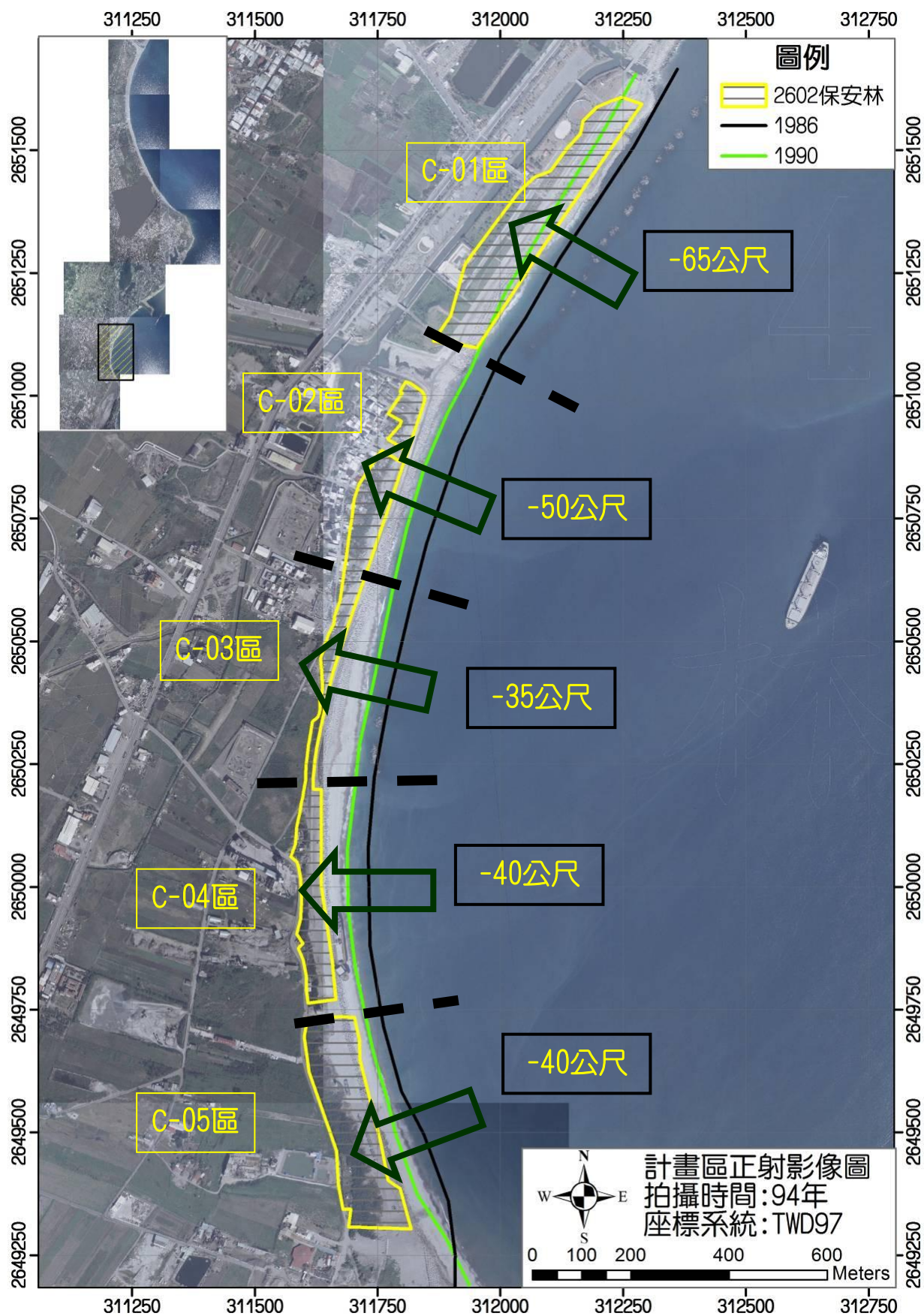
附錄圖 6-10 2618 號防風保安林 1996~2001 年海岸線變化量



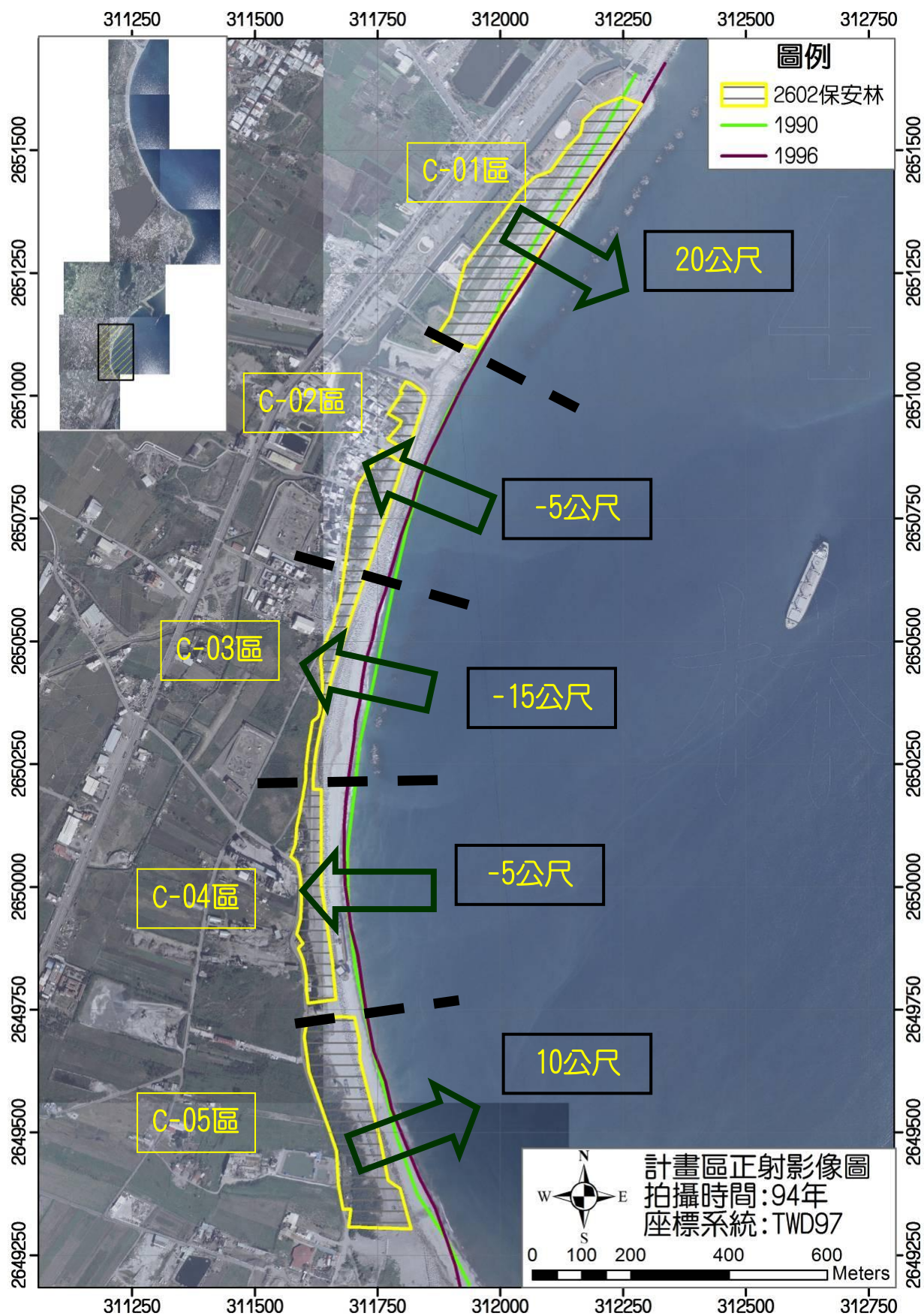
附錄圖 6-11 2618 號防風保安林 2001~2005 年海岸線變化量



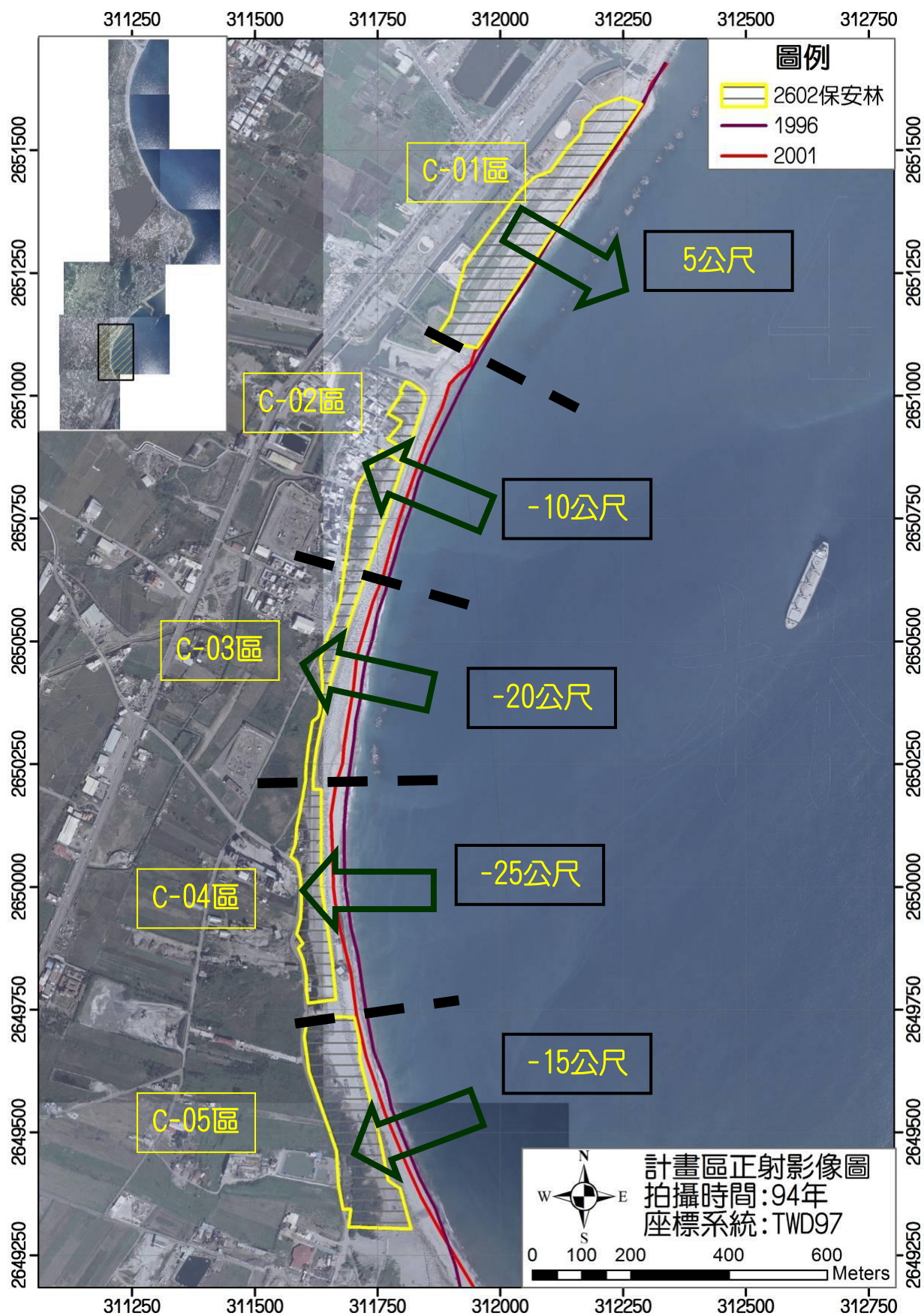
附錄圖 6-12 2618 號防風保安林 1978~2005 年海岸線變化量



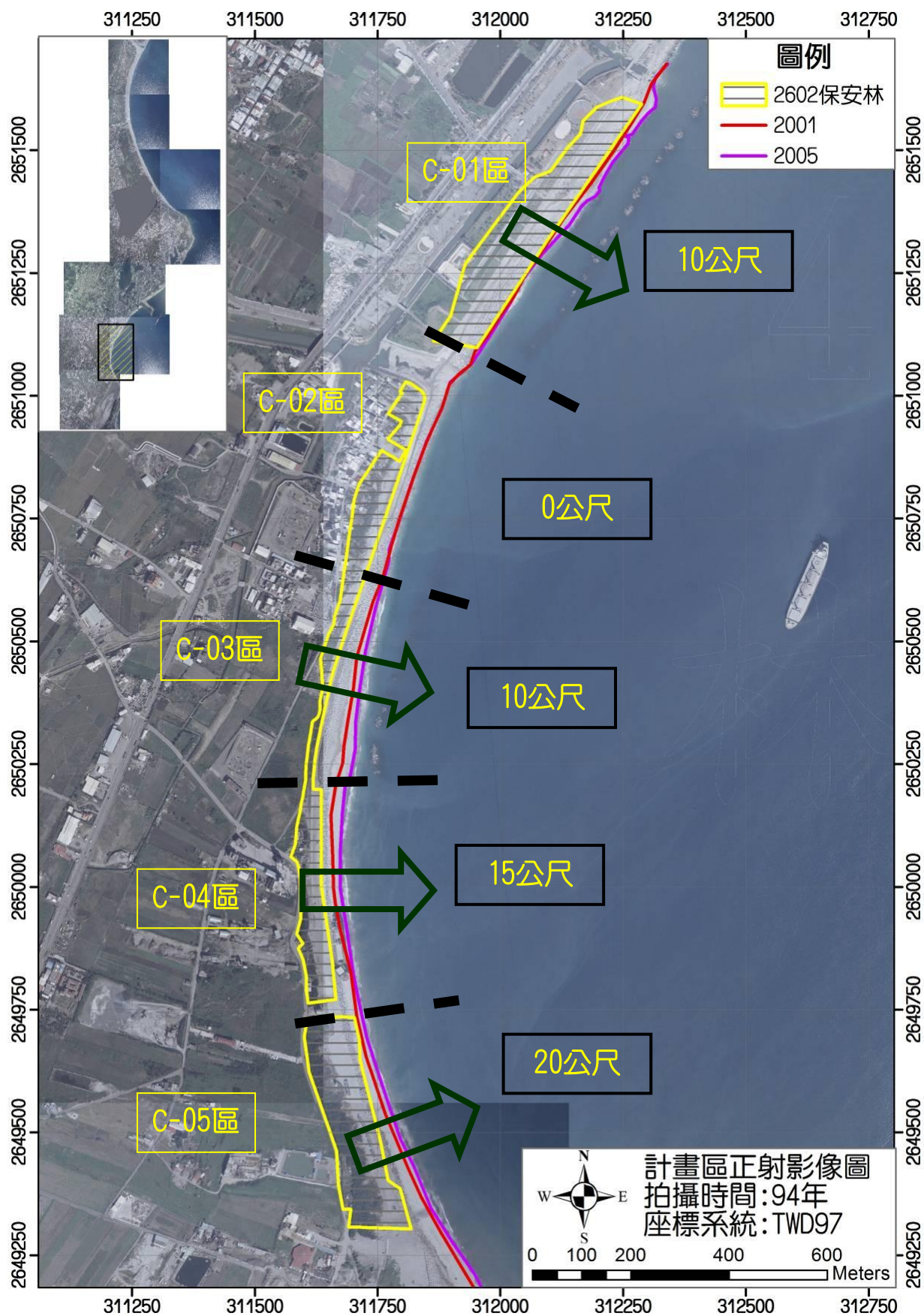
附錄圖 6-13 2602 號飛砂防止保安林 1986~1990 年海岸線變化量



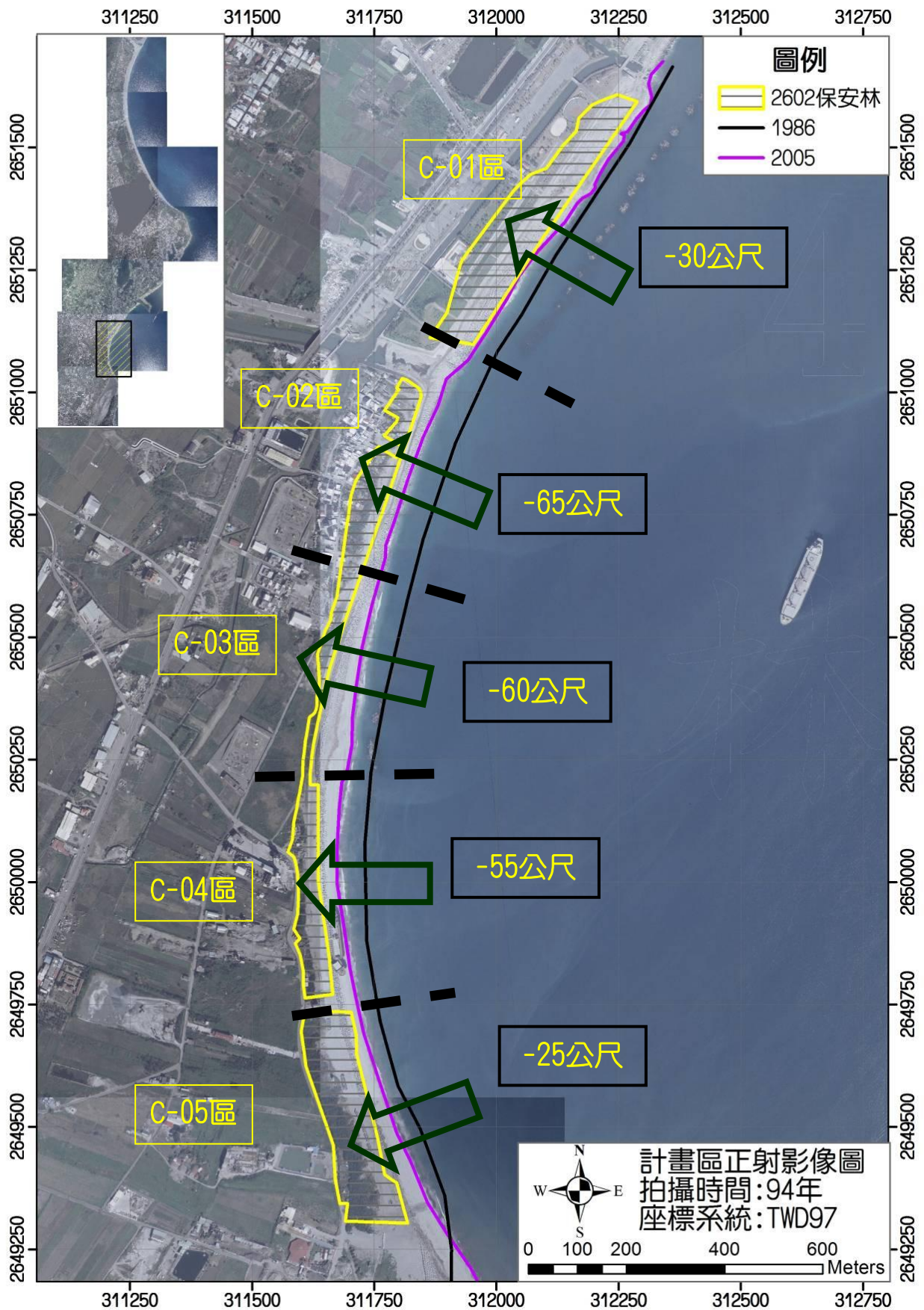
附錄圖 6-14 2602 號飛砂防止保安林 1990~1996 年海岸線變化量



附錄圖 6-15 2602 號飛砂防止保安林 1996~2001 年海岸線變化量



附錄圖 6-16 2602 號飛砂防止保安林 2001~2005 年海岸線變化量



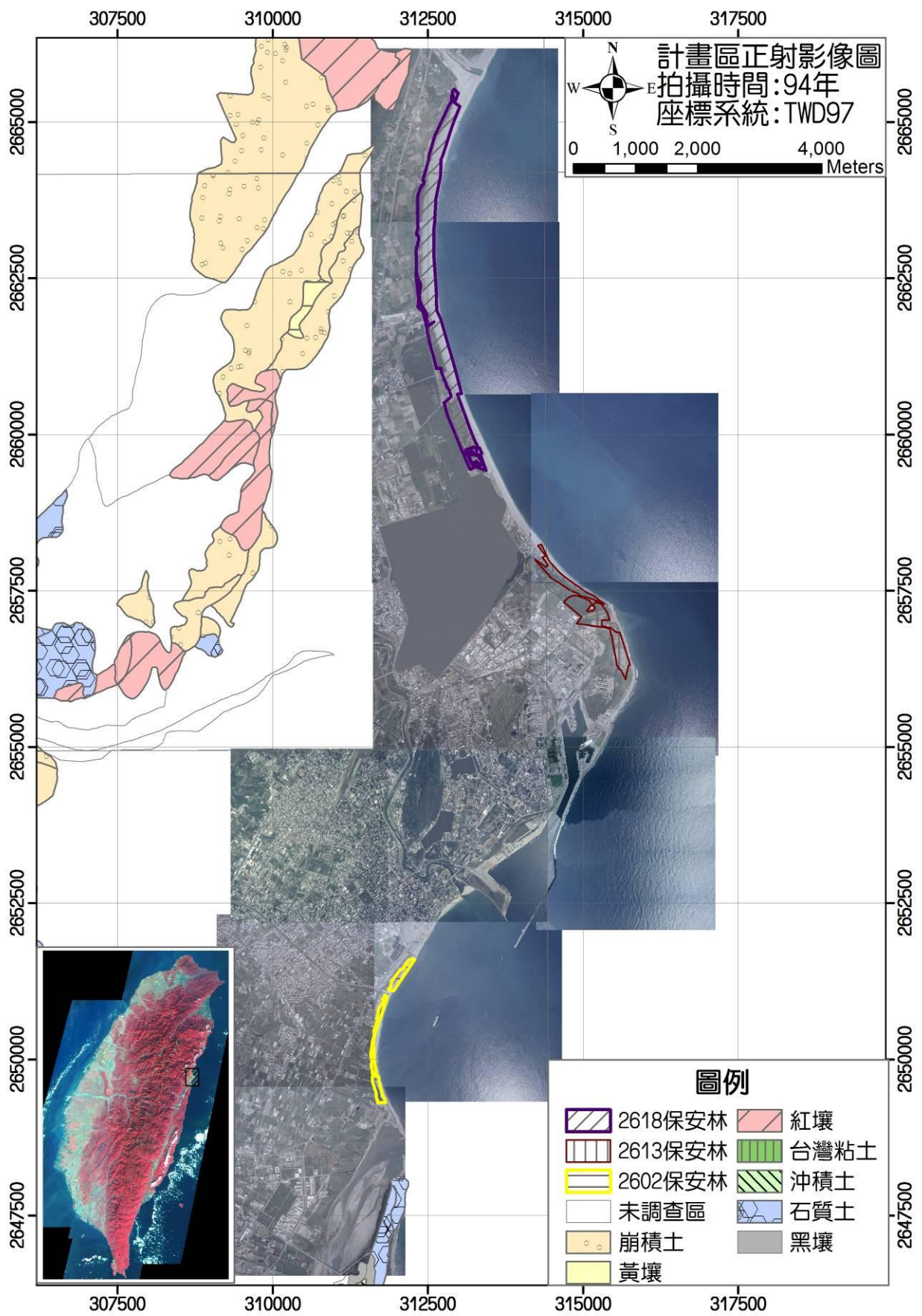
附錄圖 6-17 2602 號飛砂防止保安林 1986~2005 年海岸線變化量

附錄表 6-1 計畫區歷年海岸線變遷分析表（單位：公尺）

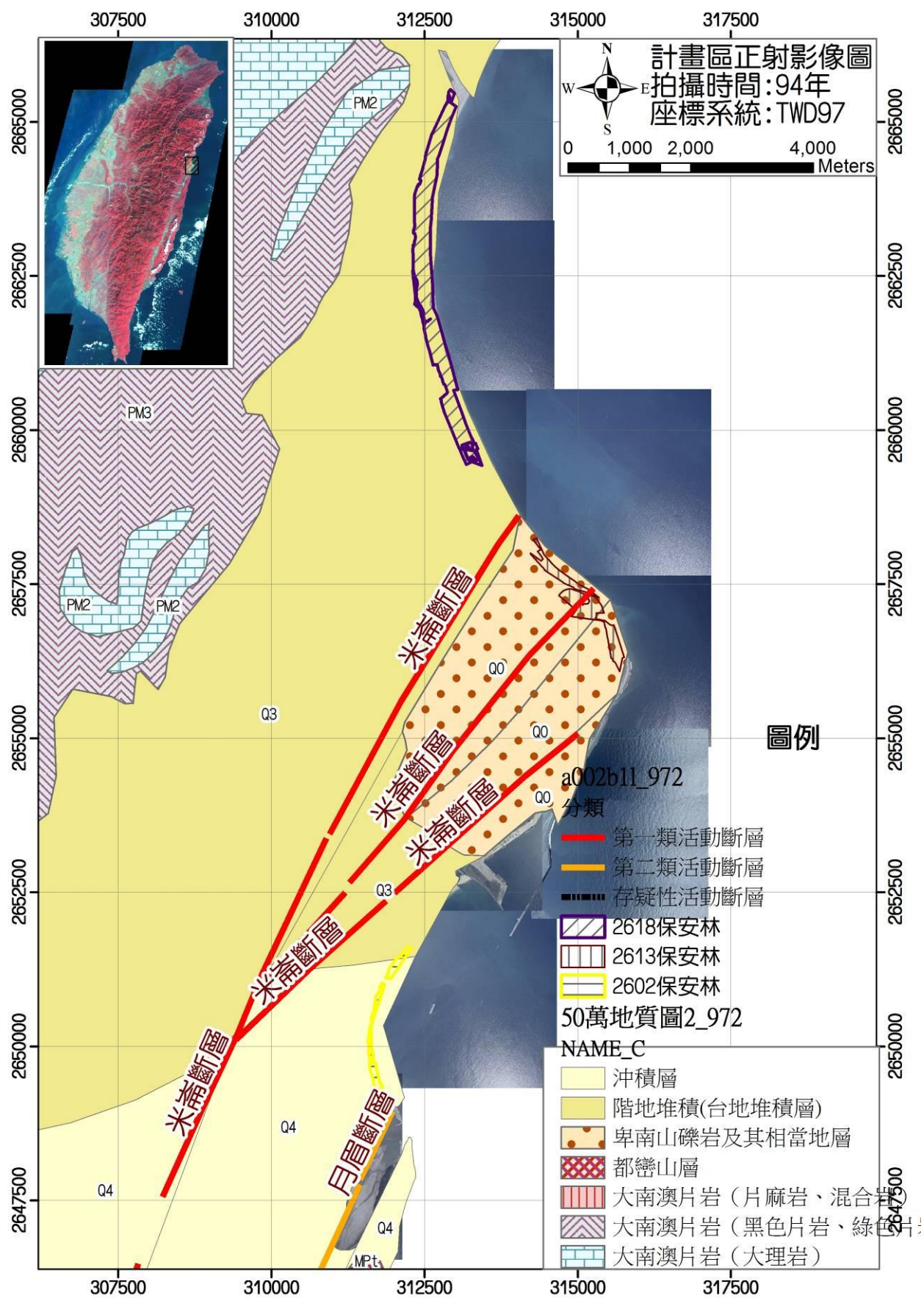
年度 分區	1978 年 至 1986 年	1986 年 至 1990 年	1990 年 至 1996 年	1996 年 至 2001 年	2001 年 至 2005 年	累積量	平 均 變化量
2613 號飛砂防止保安林							
A-01	-5	-35	20	0	-5	-25	-0.93
A-02	-10	-35	20	0	-5	-30	-1.11
A-03	-20	0	0	-10	0	-30	-1.11
A-04	-50	40	-5	-5	0	-20	-0.74
A-05	-50	50	5	-10	0	-5	-0.19
2618 號防風保安林							
B-01	-30	20	10	-5	10	5	0.19
B-02	-5	5	5	-10	10	5	0.19
B-03	-15	-5	15	-10	5	-10	-0.37
B-04	20	40	-40	-20	5	5	0.19
B-05	15	60	-50	-30	10	5	0.19
2602 號飛砂防止保安林							
C-01	—	-65	20	5	10	-30	-1.58
C-02	—	-50	-5	-10	0	-65	-3.42
C-03	—	-35	-15	-20	10	-60	-3.16
C-04	—	-40	-5	-25	15	-55	-2.89
C-05	—	-40	10	-15	20	-25	-1.32

附 錄 七

計畫區土壤及地質圖



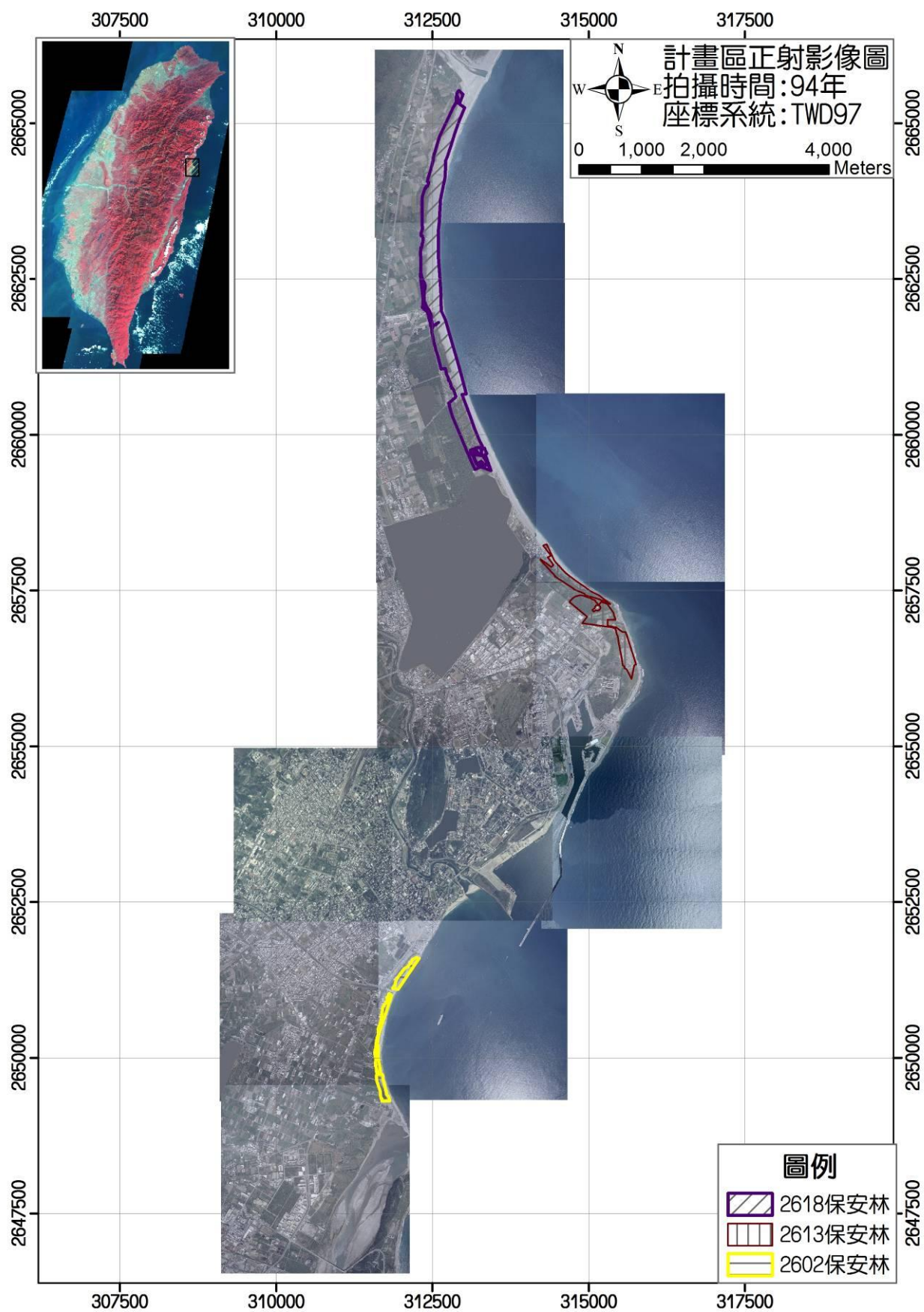
附錄圖 7-1 計畫區土壤分佈圖



附錄圖 7-2 計畫區地質分佈圖

附 錄 八

計畫區正射影像底圖



附錄圖 8-1 計畫區正射影像底圖