

新店溪上游流域國有林
崩塌地變遷調查及治理成效評估
(107-108 年)
成果報告



主辦機關：行政院農業委員會林務局

執行單位：國立臺灣大學

中 華 民 國 1 0 8 年 1 2 月

摘要

民國 104 年 8 月新店溪上游地區受蘇迪勒颱風侵襲，造成國有林班地多處崩塌。不僅烏來地區受到重創，且因南勢溪原水濁度急遽飆升，使大臺北地區供水穩定及用水品質受到影響。為提升災後整治效率並檢視治理成效，本計畫爰依「新店溪上游流域保育治理及區域穩定供水綱要計畫」執行以下工作。

一、新店溪上游集水區基本資料蒐集與盤點

蒐集新店溪上游集水區內水系、地形、土壤、地質、雨量站、流量站、土地利用、河床斷面等各項資料，以進行後續盤點及分析。遙測資料方面，已蒐集 104 年蘇迪勒風災前後南勢溪的航照圖、105 與 106 年間完整的航照圖、107 年北勢溪部分區域及東札孔溪的航照圖以及 104 至 108 年各期之集水區衛照資料，以供後續崩塌地判釋之用。此外亦蒐集集水區內歷年的崩塌地圖層資料，以統計及分析各子集水區歷年崩塌地及復育地面積變化情形。

二、崩塌地判釋與變化歷程追蹤

蒐集農林航空測量所於計畫期間拍攝之航照圖，並在雲遮、陰影或缺少圖幅之區域，另購買 SPOT6 或 SPOT7(地面解像力 1.5m*1.5m)之衛星影像，利用 GIS 空間分析技術，判釋 107 年及 108 年崩塌及復育地區，再利用所蒐集之 104 年至 106 年各年度之崩塌地與復育地圖層，分析各子集水區的新增崩塌地、崩塌地擴大、崩塌地復發及復育中，藉此統計崩塌地面積及崩塌率變化歷程。

104 年因受蘇迪勒颱風的影響，各子集水區出現許多新增崩塌地，崩塌面積由 103 年的 8.26 公頃飆升至 243.72 公頃，其中完全新增崩塌面積佔 194.34 公頃。

105 年受到尼伯特、莫蘭蒂與梅姬颱風的影響，總崩塌面積增加為 244.73 公頃，新增崩塌面積則為 115.4 公頃，其中舊崩塌

地擴大為 75.49 公頃，完全新增崩塌為 37.84 公頃，舊崩塌復發 2.07 公頃，顯示集水區已開始復育。

106 年集水區總崩塌面積開始下降，為 181.64 公頃，其中新增崩塌降至 71.07 公頃，舊崩塌地擴大佔 55.85 公頃，完全新增崩塌為 6.39 公頃，舊崩塌復發 7.84 公頃，復育面積則為 136.61 公頃。

107 年汛期後全集水區崩塌面積為 115.07 公頃，國有林範圍為 102.91 公頃；全集水區復育面積為 160 公頃，國有林範圍為 117.93 公頃。整體崩塌率為 0.061%，復育率為 85.0%，復育情況良好。新增崩塌地中，除札孔溪達 10.69 公頃，其他子集水區之新增崩塌面積皆小於 10 公頃，第二為哈盆溪(7.05 公頃)、第三為北勢溪(5.16 公頃)。新增崩塌地中，舊崩塌地擴大為 22.67 公頃、完全新增崩塌地為 14.95 公頃，舊崩塌地復發則為 4.28 公頃，分別佔整體新增崩塌地比例之 53.98%、35.60%及 10.42%，崩塌地主要集中於札孔溪、桶後溪及哈盆溪。

108 年全集水區崩塌地面積減少至 86.65 公頃，國有林範圍內崩塌面積為 77.55 公頃；全集水區復育面積 62.88 公頃，國有林範圍復育面積為 52.34 公頃。全集水區崩塌率降至 0.046%，復育率為 92.0%，復育情況良好。新增崩塌地以札孔溪、哈盆溪及北勢溪為最大，面積分別為 9.33、6.40 及 5.30 公頃。本年度之總新增崩塌面積僅為 31.92 公頃，其中舊崩塌地擴大最多，共 14.15 公頃；完全新增崩塌之總面積為 12.43 公頃，主要集中在札孔溪(3.31 公頃)及北勢溪(3.26 公頃)；舊崩塌地復發則佔最少，總面積為 5.04 公頃。

將歷史崩塌地資料進行分析並歸納後發現，崩塌地復育時間通常需要 3 至 5 年，因此評估集水區邊坡植生復育情況至少需要 5 年以上。104 年蘇迪勒風災發生迄今，將近 5 年時間，發現每年崩塌地面積正逐年下降，復育地面積穩定增長，成果顯示集水區邊坡正處於逐漸穩定狀態。

三、蘇迪勒颱風後重點崩塌地變化歷程追蹤

依據「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析」(林務局，106 年)所完成之 100 處重點崩塌地清冊，比較所蒐集的遙測影像，持續追蹤崩塌地變化歷程。其中，有 78 處重點崩塌地於蘇迪勒颱風後新增，主要分佈於桶後溪、阿玉溪、加九寮溪、哈盆溪及札孔溪集水區。105 年共有 38 處持續擴大，106 年共有 49 處重點崩塌地在擴大，107 年面積持續擴大的降至 14 處，於 108 年的統計，共有 37 處呈現已復育、20 處為擴大，餘下之 43 處崩塌地則處於復育中的狀態。

接著判釋各項因子與崩塌地變遷之間的相關性。坡度方面，大部分重點崩塌地位在四級坡以上，崩塌面積持續擴大之崩塌地，多位於五級坡及六級坡；與斷層距離方面，在距離斷層一公里的範圍內，共有 66 處崩塌地，直到 108 年有 20 處完全復育，27 處復育中以及 19 處持續擴大；與道路距離方面，在距離道路 500 公尺的範圍內，共有 21 處崩塌地，直到 108 年有 13 處完全復育，5 處復育中以及 3 處持續擴大。得知崩塌地之變化情形，除與河道距離外，亦會受到與斷層距離及道路分佈所影響。

本計畫自重點崩塌地中選取 15 處，執行 UAV 航攝並產製正射航照，作為重點崩塌地變遷歷程討論案例，其中有四處崩塌地有人為工程介入(編號：LS_UAV_1 至 4)。調查結果顯示，在 107 年山竹颱風後，僅有一處(編號：LS_UAV_15)呈現擴大之狀態，三處經工程治理後已完全復育(編號：LS_UAV_1 至 3)。108 年米塔颱風後，大部分崩塌地已呈現完全復育之情形，但有兩處(編號：LS_UAV_12 及 15)出現擴大情形，擴大原因主要包含崩塌地面積較大、分佈於 5 級坡且近河岸侵蝕側。

四、治理工程資料蒐集

本計畫蒐集新竹林區管理處 105 年至 107 年度，於集水區內所辦理之相關治理工程資料，共 29 件，除了其中 1 件終止合約

之外，其餘 28 件已完工。工程資料的蒐集包含竣工圖、工程前及工程後照片、現場航拍影片、完工後地形資料、水理檢算表等。相關治理工程包括土石流治理 12 件，分布於新北 DF231 樟樹溪、新北 DF103 烏砂溪、新北 DF225 平廣溪等；溪流治理 5 件，主要工程為阿玉溪護岸與土石清疏工程等；崩塌地治理 4 件，重點崩塌地評估為「優先處理」區位，位於桶後溪烏來橋上游右岸，保全對象為烏來老街，以及南勢溪上游隱瀑橋旁的崩塌地復育工程等；林道治理 8 件，主要針對桶後林道 1.8K、3.5K 及內洞林道 6.5K 等較大災害區位進行治理。

五、治理工程成效評估

本計畫利用前述所蒐集之各項工程資料，進行工程效益之評估，包含直接效益(防砂效益、水源涵養效益、保全對象效益等)及間接效益。另外，也歸納出重點子集水區或重點野溪所投入之經費及其效益等。

經治理工程施作後，可有效調節集水區上游國有林土砂下移達 118.47 萬立方公尺；其治理成效分析，平均益本比為 1.63。

本計畫另外挑選兩處工程設施較密集且擁有保全對象之集水區，即樟樹溪及烏砂溪作為重點子集水區，以探討系列防砂工程對單一子集水區之防砂效益。經計算，樟樹溪集水區內之各項工程共防護砂量 23.52 萬立方公尺，益本比為 1.38；烏砂溪集水區內各項工程共防護砂量 15.54 萬立方公尺，益本比為 1.24。

目 錄

摘 要.....	摘-1
目 錄.....	I
圖 目 錄.....	IV
表 目 錄.....	VIII
第壹章 前言.....	1-1
1.1 計畫目的.....	1-1
1.2 工作範圍.....	1-1
1.3 工作項目及內容	1-2
1.4 工作成果要求	1-4
第貳章 工作計畫及基本資料蒐集與盤點	2-1
2.1 工作計畫及方法	2-1
2.2 集水區基礎資料盤點	2-2
2.3 基本資料蒐集	2-4
(一) 地理位置.....	2-4
(二) 水系概要.....	2-4
(三) 地文環境.....	2-5
第參章 崩塌地判釋與變化歷程追蹤	3-1
3.1 遙測影像蒐集與崩塌地目錄判釋	3-1
(一) 蘇迪勒颱風遙測影像蒐集.....	3-1
(二) 正射航照蒐集.....	3-1
(三) 歷年衛星影像及崩塌地判釋成果蒐集	3-2
(四) 崩塌地判釋方法與檢核流程.....	3-7
3.2 崩塌地目錄基本與附屬屬性建置	3-9
3.3 GIS 資料庫建置	3-12
3.4 崩塌地成果與歷程變化特性探討	3-12
(一) 平廣溪集水區.....	3-28
(二) 加九寮溪集水區.....	3-28
(三) 樟樹溪集水區.....	3-33
(四) 烏砂溪集水區.....	3-33
(五) 內洞溪集水區.....	3-38

(六) 五重溪集水區	3-38
(七) 斯其野溪集水區	3-43
(八) 札孔溪集水區	3-43
(九) 大羅蘭溪集水區	3-48
(十) 哈盆溪集水區	3-48
(十一) 南勢溪主流集水區	3-53
(十二) 阿玉溪集水區	3-53
(十三) 桶後溪集水區	3-58
(十四) 北勢溪集水區	3-58
(十五) 新店溪集水區	3-63
第肆章 蘇迪勒颱風後重點崩塌地變化歷程追蹤	4-1
4.1 重點崩塌地變化歷程	4-1
(一) 民國 104 年變遷	4-1
(二) 民國 105 年變遷	4-1
(三) 民國 106 年變遷	4-1
(四) 民國 107 年變遷	4-2
(五) 民國 108 年變遷	4-2
(六) 重點崩塌地變遷因子分析	4-2
(七) 建議種子撒播治理之重點崩塌地	4-3
4.2 重點案例崩塌地變遷情勢調查	4-15
(一) UAV 空拍調查流程	4-15
(二) 正射航照產製流程	4-18
(三) UAV 空拍調查成果	4-24
第伍章 治理工程資料蒐集	5-1
第陸章 治理工程成效評估	6-1
6.1 治理成效評估	6-1
(一) 防砂效益	6-1
(二) 其它年直接效益	6-16
(三) 年間接效益	6-16
(四) 年計成本	6-19
(五) 效益分析	6-19
6.2 重點子集水區效益評估	6-23
第柒章 配合行政作業所需之相關報告及簡報製作	7-1

第捌章 結論與建議	8-1
8.1 結論.....	8-1
8.2 建議.....	8-2
參考文獻	參-1

附錄一、崩塌地判釋原則及品管程序

附錄二、南勢溪集水區 100 處重點崩塌地變遷歷程彙整表

附錄三、南勢溪集水區歷史颱風事件新增崩塌地特性分析

附錄四、新店河流域國有林工程治理現勘調查表

附錄五、樟樹溪與烏砂溪工程測量成果

附錄六、期初簡報暨報告書審查意見及處理情形

附錄七、期中簡報暨報告書審查意見及處理情形

附錄八、期中複審簡報暨報告書審查意見及處理情形

附錄九、期末簡報暨報告書審查意見及處理情形

圖 目 錄

圖 1-1	工作範圍(新店溪上游流域)位置圖	1-2
圖 1-2	本計畫工作進度甘特圖	1-3
圖 2-1	本計畫工作流程圖	2-2
圖 2-2	集水分區及水系分佈圖	2-5
圖 2-3	新店溪中上游坡度分析圖	2-6
圖 2-4	新店溪中上游流域地質圖	2-7
圖 2-5	新店溪中上游地質敏感區分布圖	2-7
圖 2-6	雨量站分布位置圖	2-10
圖 2-7	水位流量站分布位置圖	2-10
圖 2-8	新店溪中上游土地利用圖	2-12
圖 2-9	北特局斷面測量位置	2-13
圖 2-10	林務局斷面測量位置	2-14
圖 2-11	河道斷面示意圖	2-16
圖 2-12	新店溪上游 7 處河床質調查位置圖	2-17
圖 2-13	本計畫工作區域對應農航所航空照片編號示意圖	2-20
圖 3-1	103 年至 105 年(含蘇迪勒颱風)重要颱風事件新增崩塌地目錄分布圖	3-2
圖 3-2	遙測判釋崩塌地作業流程圖	3-9
圖 3-3	崩塌地定義	3-14
圖 3-4	新店溪上游集水區新增崩塌地分佈圖	3-20
圖 3-5	新店溪上游集水區復育地分佈圖	3-22
圖 3-6	新店溪上游集水區新增崩塌面積統計圖	3-25
圖 3-7	新店溪上游集水區新增復育面積統計圖	3-25
圖 3-8	新店溪上游集水區歷年崩塌面積變化圖	3-26
圖 3-9	新店溪上游集水區歷年復育面積變化圖	3-27
圖 3-10	平廣溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-30
圖 3-11	平廣溪集水區新增復育面積統計圖	3-30
圖 3-12	加九寮溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-32
圖 3-13	加九寮溪集水區新增復育面積統計圖	3-32
圖 3-14	樟樹溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-35
圖 3-15	樟樹溪集水區新增復育面積統計圖	3-35
圖 3-16	烏砂溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-37
圖 3-17	烏砂溪集水區新增復育面積統計圖	3-37

圖 3-18	內洞溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-40
圖 3-19	內洞溪集水區新增復育面積統計圖	3-40
圖 3-20	五重溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-42
圖 3-21	五重溪集水區新增復育面積統計圖	3-42
圖 3-22	斯其野溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-45
圖 3-23	斯其野溪集水區新增復育面積統計圖	3-45
圖 3-24	札孔溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-47
圖 3-25	札孔溪集水區新增復育面積統計圖	3-47
圖 3-26	大羅蘭溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-50
圖 3-27	大羅蘭溪集水區新增復育面積統計圖	3-50
圖 3-28	哈盆溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-52
圖 3-29	哈盆溪集水區新增復育面積統計圖	3-52
圖 3-30	南勢溪主流集水區新增崩塌面積統計圖	3-55
圖 3-31	南勢溪主流集水區新增復育面積統計圖	3-55
圖 3-32	阿玉溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-57
圖 3-33	阿玉溪集水區新增復育面積統計圖	3-57
圖 3-34	桶後溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-60
圖 3-35	桶後溪集水區新增復育面積統計圖	3-60
圖 3-36	北勢溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-62
圖 3-37	北勢溪集水區新增復育面積統計圖	3-62
圖 3-38	新店溪集水區新增崩塌面積統計圖	3-65
圖 3-39	新店溪集水區新增復育面積統計圖	3-65
圖 4-1	重點崩塌地空間分布圖(共 100 處)	4-5
圖 4-2	104 年重點崩塌地變遷情形	4-5
圖 4-3	105 年重點崩塌地變遷情形	4-6
圖 4-4	106 年重點崩塌地變遷情形	4-6
圖 4-5	107 年重點崩塌地變遷情形	4-7
圖 4-6	108 年重點崩塌地變遷情形	4-7
圖 4-7	重點崩塌地與地質關係分析	4-12
圖 4-8	重點崩塌地與坡向關係分析	4-12
圖 4-9	重點崩塌地與坡度關係分析	4-13
圖 4-10	重點崩塌地與斷層關係分析	4-13
圖 4-11	重點崩塌地與道路關係分析	4-14
圖 4-12	建議進行空中撒播植物恢復之重點崩塌地	4-14

圖 4-13	重點案例崩塌地調查作業流程圖	4-16
圖 4-14	共軌點影像匹配示意圖	4-20
圖 4-15	透鏡畸變修正前後影像比較	4-20
圖 4-16	影像拍攝時的方位資訊示意圖	4-20
圖 4-17	紅色十字交岔點為原有特徵點示意圖	4-21
圖 4-18	人造空標點示意圖	4-21
圖 4-19	使用 VBS-RTK 儀器示意圖	4-22
圖 4-20	點雲加密前後示意圖	4-24
圖 4-21	正射影像製作示意圖	4-24
圖 4-22	UAV 空拍 15 處重點案例崩塌地分佈	4-25
圖 5-1	蘇迪勒颱風災後復建區位分佈	5-8
圖 5-2	桶後林道 0~3k 蘇迪勒颱風災害復建工程	5-8
圖 5-3	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程	5-9
圖 5-4	新店區平廣路 151 號旁坑溝整治一期工程	5-9
圖 5-5	烏來區 2 林班崩塌地處理一期工程	5-10
圖 5-6	桶後、內洞林道蘇迪勒颱風沿線坍方清除及道路維修工程	5-10
圖 5-7	桶後林道 3.5K 崩塌地復育工程	5-11
圖 5-8	新店區平廣路一段 273 號旁坑溝整治工程	5-11
圖 5-9	烏來區第 11 林班阿玉溪河道整理 2 期工程	5-12
圖 5-10	烏來事業區 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程	5-12
圖 5-11	烏來區第 21 林班烏砂溪土砂災害第 1 期復建工程	5-13
圖 5-12	新店區平廣溪國有林地第 1 期防砂工程	5-13
圖 5-13	烏來區 2 林班崩塌地處理 2 期工程	5-14
圖 5-14	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程	5-14
圖 5-15	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程	5-15
圖 5-16	桶後林道蘇迪勒颱風災害復建第三期工程	5-15
圖 5-17	內洞林道 6.5k 下方坑溝與崩塌治理工程	5-16
圖 5-18	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程	5-16
圖 5-19	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程	5-17
圖 5-21	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 2 期處理工程	5-18
圖 5-22	烏來 6 林班桶後溪河道整理 1 期工程	5-18
圖 5-23	烏來 13 林班隱瀑橋旁崩塌地復育工程	5-19
圖 5-24	烏來 11 林班阿玉溪土砂災害防制 1 期工程	5-19

圖 6-1	防砂壩上游貯砂容積示意圖	6-3
圖 6-2	防砂壩上游兩岸坡面土砂抑制量縱橫向範圍示意圖	6-6
圖 6-3	防砂壩設置前後輸砂能力變化(以烏來 7 林班小坑溪土砂災害 1 期處理工程為例).....	6-8
圖 6-4	護岸坡面土砂抑制量縱橫向範圍示意圖	6-9
圖 6-5	固床工防砂量估算示意圖	6-10
圖 6-6	105 至 108 年間懸浮固體物年最大值及中位數變遷.....	6-15
圖 6-7	105 至 108 年間濁度年最大值及中位數變遷.....	6-15
圖 6-8	樟樹溪各項治理工程分佈位置	6-25
圖 6-9	烏砂溪各項治理工程分佈位置	6-25
圖 6-10	樟樹溪各項治理工程現場狀況圖	6-26
圖 6-11	烏砂溪各項治理工程現場狀況圖	6-27
圖 6-12	樟樹溪各項治理工程測量結果圖	6-29
圖 6-13	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程測量結果圖	6-30
圖 6-14	烏砂溪各項治理工程測量結果	6-31
圖 7-1	108.5.3 現場勘查情況	7-2

表 目 錄

表 2-1	歷年相關文獻資料	2-3
表 2-2	雨量站列表	2-9
表 2-3	水位流量站列表	2-9
表 2-4	林務局斷面測量位置座標與高程	2-15
表 2-5	新店溪流域河床質採樣位置說明表	2-18
表 2-6	新店溪上游 7 處河床質調查成果	2-18
表 2-7	歷年衛星影像與崩塌地資料蒐集列表	2-21
表 3-1	民國 104 年至 108 年衛星影像蒐集列表	3-3
表 3-2	正射航空照片蒐集列表	3-5
表 3-3	崩塌地判釋五項研判準則	3-8
表 3-4	相關 GIS 資料蒐集列表	3-10
表 3-5	崩塌地目錄基本資料表	3-11
表 3-6	崩塌地目錄附屬資料表	3-12
表 3-7	各類新增崩塌地與復育地定義說明	3-14
表 3-8	新店溪上游集水區崩塌地分析結果彙整表	3-19
表 3-9	平廣溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-29
表 3-10	加九寮溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-31
表 3-11	樟樹溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-34
表 3-12	烏砂溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-36
表 3-13	內洞溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-39
表 3-14	五重溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-41
表 3-15	斯其野溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-44
表 3-16	札孔溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-46
表 3-17	大羅蘭溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-49
表 3-18	哈盆溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-51
表 3-19	南勢溪主流集水區崩塌地分析結果彙整表	3-54
表 3-20	阿玉溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-56
表 3-21	桶後溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-59
表 3-22	北勢溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-61
表 3-23	新店溪集水區崩塌地分析結果彙整表	3-64
表 3-24	新店溪上游集水區各年度崩塌面積統計彙整表	3-66
表 3-25	新店溪上游集水區各年度新增崩塌面積統計彙整表	3-67
表 3-26	新店溪上游集水區 104 年度各類新增崩塌地面積分析彙整	

	表	3-68
表 3-27	新店溪上游集水區 105 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表	3-69
表 3-28	新店溪上游集水區 106 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表	3-70
表 3-29	新店溪上游集水區 107 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表	3-71
表 3-30	新店溪上游集水區 108 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表	3-72
表 3-31	新店溪上游集水區各年度新增復育面積統計彙整表	3-73
表 4-1	蘇迪勒颱風後新店溪流域國有林範圍中重點崩塌地變遷探討彙整表	4-8
表 4-2	無人機規格表	4-17
表 4-3	UAV 空拍重點案例崩塌地之正射影像、判釋結果與變遷情勢彙整表	4-28
表 4-4	15 處空拍重點案例崩塌地變遷情勢結果彙整表	4-43
表 5-1	蘇迪勒颱風後災害復建工程	5-2
表 6-1	新店溪流域工程治理防砂量分析成果表	6-12
表 6-2	直接效益與間接效益計量方式一覽表	6-18
表 6-3	新店溪流域工程治理直接與間接效益統計表	6-21
表 6-4	重點子集水區	6-23
表 6-5	樟樹溪與烏砂溪治理工程項目及防砂量	6-28
表 6-6	樟樹溪與烏砂溪治理工程效益分析表	6-32
表 7-1	工作會議舉辦時程及內容	7-1

第壹章 前言

1.1 計畫目的

民國 104 年 8 月受蘇迪勒颱風侵襲，造成新店溪上游流域國有林班範圍內誘發許多崩塌地，致使烏來等地區嚴重受創，且因南勢溪原水濁度急遽飆升，影響大臺北地區供水穩定及用水品質。行政院即指示，成立「新店溪上游流域保育治理工作分組」作為跨部會專責推動平台，並核定「新店溪上游流域保育治理及區域穩定供水綱要計畫」由中央與地方合作，各權責機關（構）分工辦理。

「新店溪上游流域保育治理及區域穩定供水綱要計畫」之執行，林務局於第一區塊「災害監測預警系統」之主要工作為崩塌警戒值分析、歷史災害收集及長期崩塌變化分析等，及第二區塊，加速集水區保育治理與管理。新店溪上游流域主要為國有林地，已於民國 105 年至 106 年完成該區崩塌地目錄建置，目前有關該區崩塌地的持續變遷追蹤仍有其必要性。

新竹林管處於災後 105 至 107 年在計畫範圍推行 29 件工程，為了解相關工程執行治理對河道、坡面整治，是否有達其穩定河床、坡面及抑制土砂之成效，需進行工程調查與效益評估分析。另選出重點子集水區檢視其所投入之經費及效益，以展現林務局於該區之治理成效。

1.2 工作範圍

本計畫工作範圍為新店溪上游流域之國有林地(詳圖 1-1)，屬林務局新竹林區管理處及羅東林區管理處轄管之範圍。

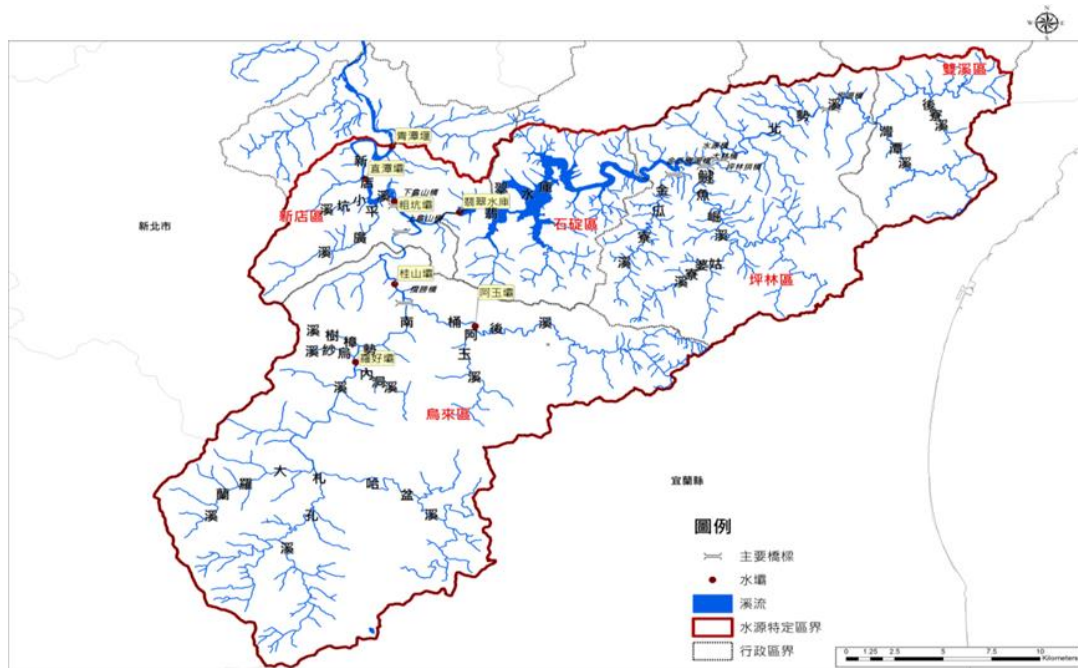


圖1-1 工作範圍(新店溪上游流域)位置圖

1.3 工作項目及內容

本計畫辦理之工作項目及內容如下：

(一)崩塌地判釋

1. 蒐集計畫區內民國 107 年及 108 年(每年各 1 期)航空照片或其他等遙測影像，及蒐集彙整蘇迪勒颱風後該計畫區之相關崩塌統計成果。
2. 完成計畫區整體及各子集水區(含國有林及非國有林)自蘇迪勒颱風後之崩塌、復育情形。

(二)重點崩塌地變化歷程追蹤

1. 依據林務局民國 106 年「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析」委辦案完成之重點崩塌地清冊(詳附錄二)，利用蒐集之遙測影像比較，持續追蹤其崩塌地變化歷程(民國 104 年蘇迪勒颱風後至民國 108 年止)。
2. 彙整新竹及羅東林區管理處於計畫區之崩塌治理及植樹保林作業資料，瞭解重點崩塌地的自然復育及人為植生治理情形。

(三)治理工程資料蒐集及彙整

蒐集蘇迪勒災後新竹林區管理處於計畫區內辦理之各項整治工程資料(工程名稱、經費、開工時間、完工時間、完工照片、主要構造物等)，工程類別包含崩塌地處理、防砂工程、坑溝整治及林道改善等。

(四)治理成效評估

1. 利用蒐集之各項工程資料，進行工程效益之評估，包含直接效益(防砂效益、水源涵養效益、保全對象效益等)及間接效益等。
2. 歸納整理重點子集水區或重點野溪之投入經費及其效益等。

(五)配合行政作業所需之相關報告及簡報製作

1. 於本計畫執行期間，協助林務局會議所需之報告撰寫與簡報製作。
2. 其他有關事項所需資料之蒐集與彙整。

工作項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	年別	108年																		
	月份	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
集水區資料彙整																				
崩塌地判釋與目錄建置																				
重點崩塌地變化歷程追蹤																				
治理工程資料蒐集與彙整																				
治理成效評估																				
配合行政作業所需之相關報告及簡報製作																				
各期報告繳交點		◆					◎												○	■
預訂工作進度(%)		14	7	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	5	5	5	7	7	7	3
預訂進度累計百分比(%)		14	21	26	31	36	41	46	51	54	57	60	63	68	73	78	83	90	97	100

備註：◆ 提交工作執行計畫書(107年6月28日)

◎ 提交期中報告(107年11月15日)

○ 提交期末報告(108年10月30日)

■ 提交正式報告書(期末審查會議通過後次日起21日曆天內提送)

圖1-2 本計畫工作進度甘特圖

1.4 工作成果要求

於工作執行期間，須依雙方契約之規定提送各項報告計 12 份，並由林務局擇期舉行審查會議；另林務局得視需要於履約期限內，不定期召開工作會議，各期報告提交內容如下：

(一)期初報告 (工作執行計畫)：應於議價次日起20日曆天內提出，其內容應包括：工作範圍、工作項目及內容、工作計畫及方法、預定工作進度及人力配置、預期成果等。

(二)期中報告：應於民國107年11月15日前提出；完成內容至少應有：

1. 蒐集計畫區內民國 107 年(每年各 1 期)航空照片或其他等遙測影像。
2. 蒐集彙整蘇迪勒颱風後該計畫區之相關崩塌統計成果。
3. 計畫區整體及各子集水區(含國有林及非國有林)自蘇迪勒颱風後至民國 107 年之崩塌、復育情形。
4. 彙整新竹及羅東林區管理處於計畫區之崩塌治理工程資料。
5. 重點崩塌地自蘇迪勒颱風後至民國 107 年之崩塌、復育情形。

(三)期末報告：應於民國108年10月30日前提出；內容應包括全部工作項目：

1. 蒐集計畫區內民國 108 年(每年各 1 期)航空照片或其他等遙測影像。
2. 計畫區整體及各子集水區(含國有林及非國有林)自蘇迪勒颱風後至民國 108 年之崩塌、復育情形。
3. 重點崩塌地自蘇迪勒颱風後至民國 108 年之崩塌、復育情形。

(四)成果報告：請於期末審查會議通過後次日起21日曆天內繳交(不含期末審查會議當日)；所完成之成果、技術及智慧財產權等相關資料歸林務局所有，提送本計畫成果如後：

1. 成果報告書(照片部分需彩色影印)及電子檔光碟各 10

份。

2. 上開電子檔案光碟內，應包含成果報告電子檔(MS-Word 格式：*.doc 或.docx 及.pdf 格式檔)、照片(*.jpg 或*.tiff 格式)及各期報告(含簡報)之電子檔(MS-Power Point 格式：*.ppt 或.pptx)。
3. 廠商應提交各項成果原始 GIS 檔案之圖層。

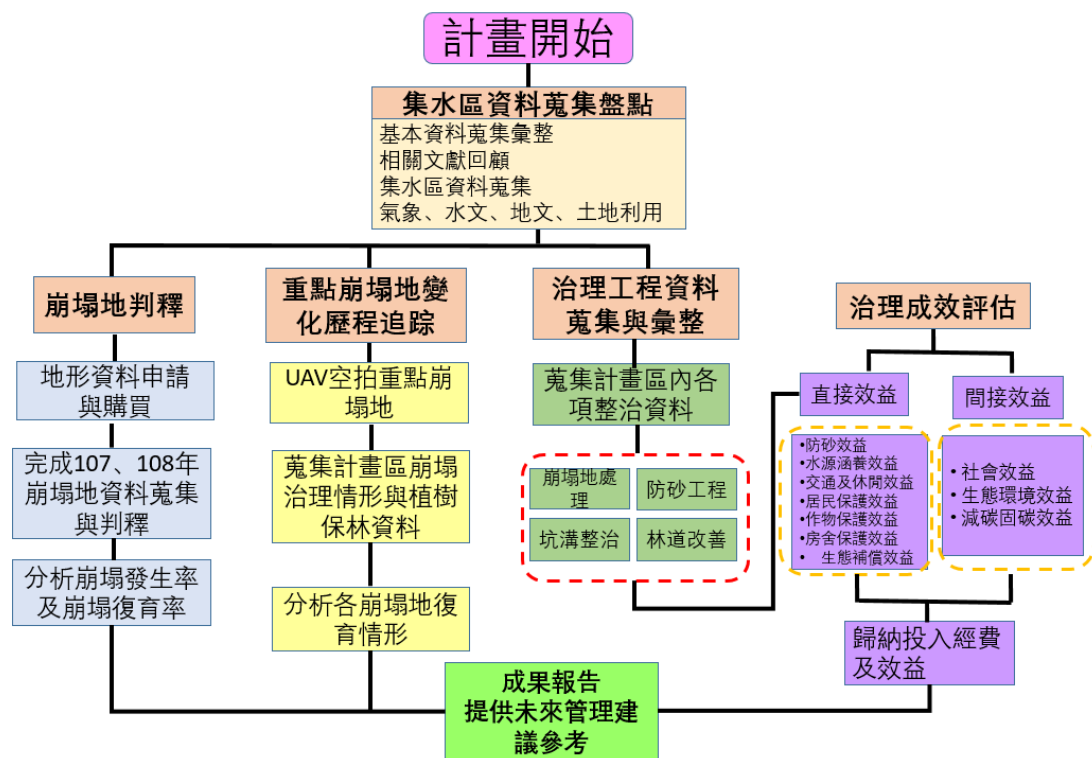
第貳章 工作計畫及基本資料蒐集與盤點

2.1 工作計畫及方法

本計畫之工作流程如圖 2-1 所示，工作內容包含「崩塌地判釋」、「重點崩塌地變化歷程追蹤」、「治理工程資料蒐集及彙整」及「治理成效評估」係按照林務局委託工作事項執行。以下茲針對各工作項之實際執行工作規畫進行詳細說明。

首先，蒐集集水區內之基礎資料，包括：遙測、航拍影像、與各年度之崩塌地判釋結果、水文、地文、人文等。接著，進行崩塌地目錄建置以及崩塌地變化歷程分析，檢視計畫研究範圍內自蘇迪勒颱風後民國 107 與 108 年之新增崩塌、復育情形，再應用崩塌體積面積關係式，由崩塌地目錄計算計畫範圍之崩塌土砂產量，接著用以推估各子集水區之土砂移出量與殘留量。本計畫亦會透過 UAV 無人機空拍及蒐集各期遙測影像，進行計畫範圍內重點崩塌地變化歷程之追蹤，以及瞭解重點崩塌地的自然復育及人為植生治理情形。

本計畫亦進行治理工程效益評估，透過蒐集新竹林區管理處在蘇迪勒災後所辦理之各項整治工程資料，探討各項治理工程效益之評估，包含直接效益及間接效益，歸納出重點子集水區或重點野溪所投入之經費及其效益，藉由效益評估整治構想的可行性，以提供後續工程設計之參考採用。



資料來源：本計畫繪製

圖2-1 本計畫工作流程圖

2.2 集水區基礎資料盤點

蒐集與本計畫相關之國內相關規劃報告文獻資料詳如表 2-1 所示，蒐集內容包含基本資料、河段治理規劃、歷史災害資料、土砂整治成效等相關防洪及土砂研究報告，共 21 項。

表2-1 歷年相關文獻資料

項次	文獻名稱	資料來源	年份	用途
1	新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析	行政院農業委員會林務局	民國 106 年	蒐集水文地文資料
2	國有林土砂殘留量評估及土砂管理之研究	行政院農業委員會林務局	民國 106 年	參考研究方法
3	南勢溪及平廣溪國有林整體治理調查規劃	行政院農業委員會林務局新竹林區管理處	民國 106 年	規劃治理策略
4	新店溪上游流域保育治理及區域穩定供水綱要計畫	經濟部	民國 105 年	規劃治理策略
5	國有林土砂殘留量及二次災害潛勢影響評估	行政院農業委員會林務局	民國 104 年	參考研究方法
6	臺北水源特定區水文監測計畫(103-105年)(1/3)	水利署臺北水源特定管理局	民國 103 年	蒐集水文資料
7	新店溪青潭堰上游水文監測計畫(102 年)	水利署臺北水源特定管理局	民國 102 年	蒐集水文資料
8	臺北水源特定區河川流量觀測比測計畫(1/2)	水利署臺北水源特定管理局	民國 102 年	蒐集水文資料
9	新店溪青潭堰上游水文監測計畫(100 年)	水利署臺北水源特定管理局	民國 100 年	蒐集水文資料
10	臺北水源特定區水質模式分析與應用計畫	水利署臺北水源特定管理局	民國 100 年	蒐集水文資料
11	新店溪中上游段治理規劃檢討(2/3)	水利署第十河川局	民國 99 年	蒐集水文資料
12	新店溪青潭自來水水源水質保護區水質監測計畫(3/3)	水利署臺北水源特定管理局	民國 99 年	規劃治理策略
13	新店溪青潭自來水水源水質保護區水質整體自動觀測決策志願系統規劃	水利署臺北水源特定管理局	民國 98 年	蒐集水文資料
14	新店溪中上游段治理規劃檢討(1/3)	水利署第十河川局	民國 98 年	規劃治理策略
15	新店溪上游河川環境整體營造規劃計畫	水利署臺北水源特定管理局	民國 97 年	蒐集水文資料
16	新店溪青潭堰上游管理業務支援計畫—環境變遷分析	水利署臺北水源特定管理局	民國 96 年	蒐集水文資料
17	南北勢溪水環境變遷研究分析計畫	水利署臺北水源特定管理局	民國 96 年	蒐集水文資料
18	南勢溪上游集水區整體治理調查規劃報告	農委會水保局	民國 95 年	規劃治理策略
19	新店溪上游可能壩址工程地質初步調查專題報告	水利署水利規劃試驗所	民國 93 年	蒐集地文資料
20	臺北水源特定區札孔河流域崩塌地調查規劃報告書	臺北水源特定區管理委員會	民國 80 年	蒐集地文資料
21	臺北水源特定區南勢河流域崩塌地調查規劃報告書	臺北水源特定區管理委員會	民國 78 年	蒐集地文資料

資料來源：本計畫彙整

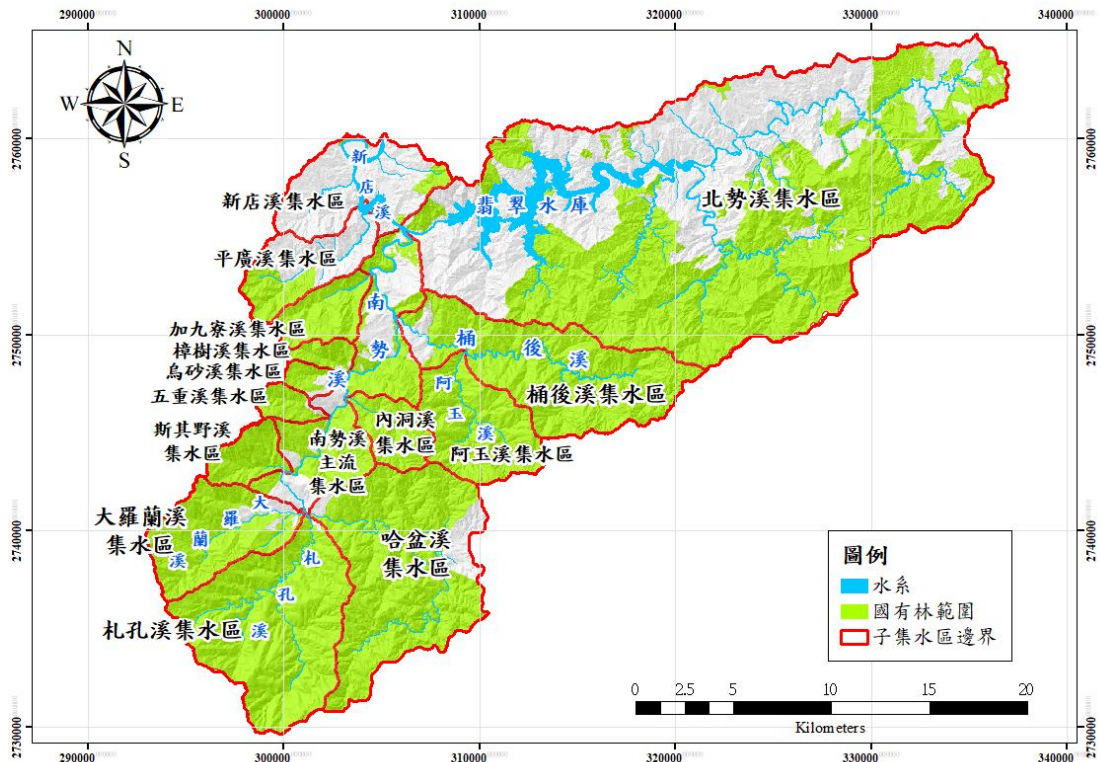
2.3 基本資料蒐集

(一) 地理位置

新店溪係屬淡水河河系之主要支流(屬於跨省市行政區之河系)，計畫區流域範圍涵蓋新北市新店區、烏來區、坪林區、石碇區及雙溪區，流域面積約 690.74km²。新店溪主流(南勢溪)發源於棲蘭山，於雪山山脈向西北流，支流桶後溪於烏來區匯入之後繼續向北流，並於新店區龜山與支流北勢溪合流，故自合流處以下之河段即為新店溪。此後，新店溪繼續向西北流經屈尺、直潭、新店等地後進入臺北盆地直至江子翠、萬華與大漢溪交會，此後便匯入大漢溪，成為淡水河系的主要流路。

(二) 水系概要

計畫區流域全域皆位於雪山山脈西麓以及臺北盆地東麓等區域。流域境內除桶後、南勢、北勢溪等主要支流外，並無其他大型支流與湖泊等水系。南勢溪源頭有三處，分別為東支源於松蘿湖(標高 1,220m)的南勢溪，中支來自塔曼山(標高 2,130m)的札孔溪與西支出於拉拉山(標高 2,031m)的大羅蘭溪，三溪河流後才稱為南勢溪。流經哈盆、福山、信賢、烏來、忠治後離開烏來區境，後與北勢溪在新店區龜山里雙溪口合流，改稱新店溪。本計畫將整個流域劃分為北勢溪、新店溪、平廣溪、南勢溪主流、加九寮溪、樟樹溪、烏砂溪、五重溪、斯其野溪、大羅蘭溪、札孔溪、哈盆溪、內洞溪、阿玉溪及桶後溪共 15 個子集水區(位置分佈詳見圖 2-2)。



資料來源：本計畫繪製

圖2-2 集水分區及水系分佈圖

(三) 地文環境

1、地形地勢

新店溪流域的整體地勢呈現一由東南向西北延伸的坡降，其中又以南勢溪發源地之棲蘭山區地勢最為高聳，流域內之最高峰為塔曼山，其標高可達 2,130m。新店溪流域內約 90%左右的區域為山區，河谷寬度因此受限，其主要流路僅在新店區龜山南勢溪與北勢溪合流並逐漸匯入臺北盆地後，河流未受到地形限制情況下，而出現較寬的河谷。新店溪過碧潭大橋後，流域進入平地，地面標高 100m 以下，流域坡度如(圖 2-3)所示。

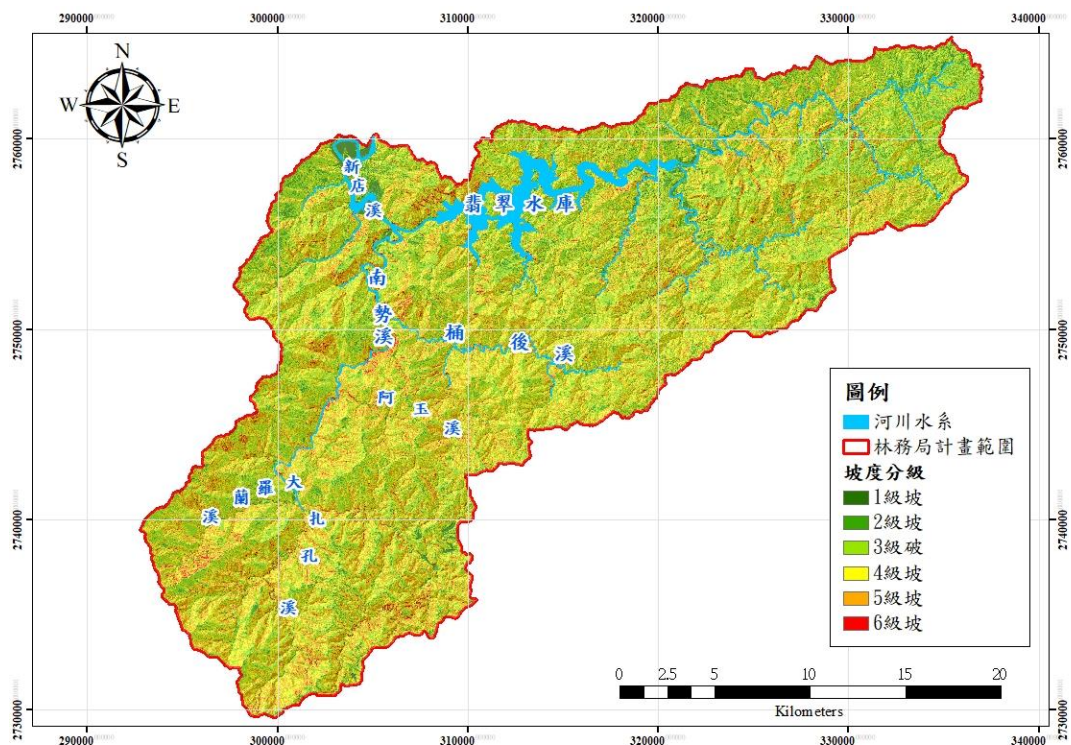
2、土壤

新店溪流域之土壤，主要為自集塊岩風化作用而生成之幼黃壤、黃壤，次要的土壤類形則為風化程度較低的

石質土。就本區域的黃壤而言，其表土層具有些許淺薄的有機層以及淺薄的腐質土壤層，而這些土壤層有機質含量偏低，土壤酸鹼性偏酸，土地肥沃程度亦偏低。

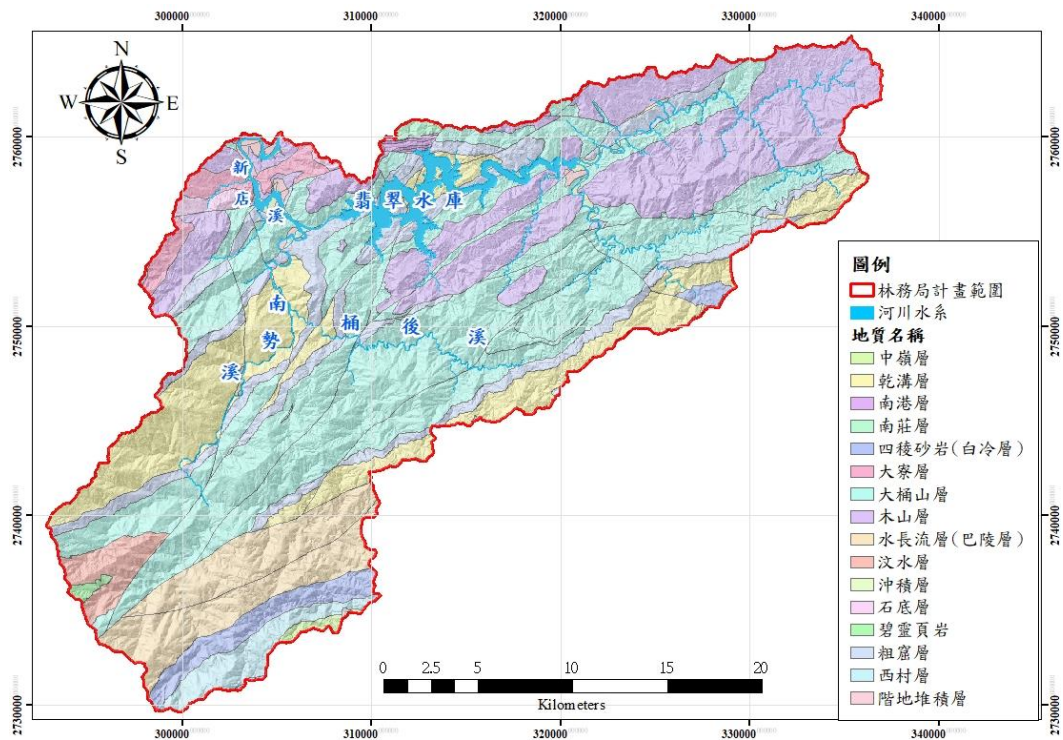
3、地質

新店溪流域之地質組成以雪山山脈帶中常見的第三紀及第四紀輕中度變質岩為主要地層，中上游位於烏來、坪林等區的河段屬於生成於漸新世至中新世的乾溝層、大桶山層等沉積岩與輕度變質岩，北勢溪一帶則以南港層、大桶山層、木山層、粗窟層及乾溝層為主，桶後溪及阿玉溪一段主要由大桶山層組成，水長流層則分佈於札孔溪上游，大羅蘭溪上游則有汶水層的分佈，流域地質以及地質敏感區分布圖如(圖 2-4)、(圖 2-5)所示。



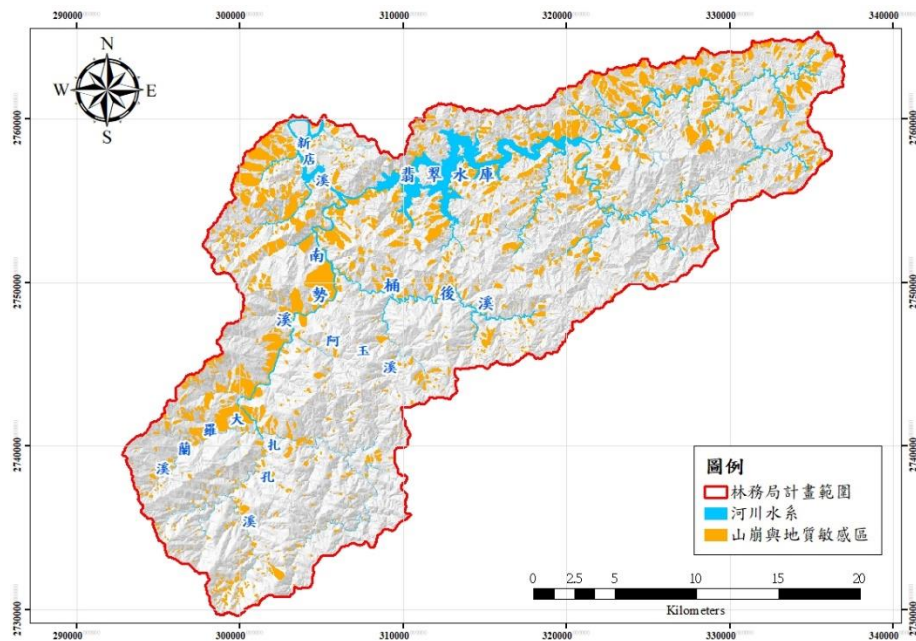
資料來源：資料由林務局提供，本計畫繪製

圖2-3 新店溪中上游坡度分析圖



資料來源：資料由林務局提供，本計畫繪製

圖2-4 新店溪中上游流域地質圖



資料來源：資料由北水特提供，本計畫繪製

圖2-5 新店溪中上游地質敏感區分布圖

4、水文環境

新店溪主流自碧潭橋以上的中上游河段屬於典型的山岳河川地形，河道發育受到地形限制，以刷深為主要的作用模式故中上游河段的河幅較窄，兩岸多以切穿母岩形成的岩壁，屬於山岳河川常見的峽谷地形。除峽谷地形外，河道在轉彎處則因流速改變而形成些許谷間平原。除了自然條件之外，新店溪主流河床亦因水利工程影響，其流域內含多座大型攔河堰，使新店溪主流的坡降相對平緩，致使河川的主流槽呈現深緩的現象，且由於河道缺乏辮狀水系等高動態的地形，河川流路相當穩定。新店溪主流自直潭堰以下河段逐漸進入臺北盆地，至秀朗橋河段之左岸仍為淺丘地形，故河流的主深槽發育良好。整體而言，由於中上游河段內具有五座堰壩的影響，對於新店溪的坡度、流速、侵蝕等條件仍具有相當顯著的影響。

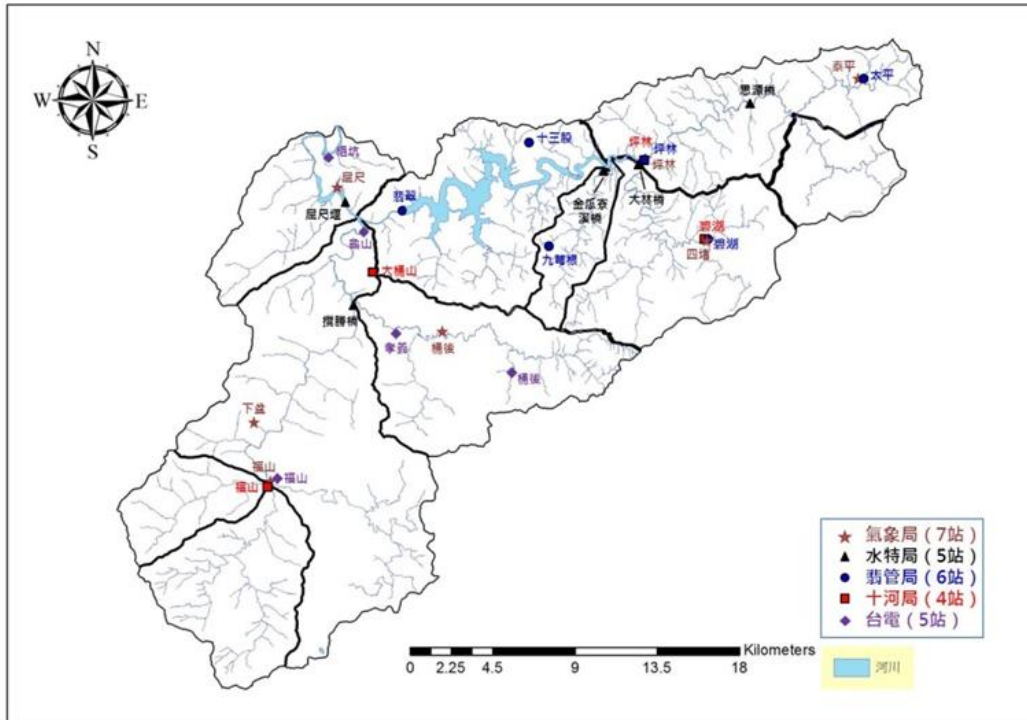
計畫範圍內所設置之雨量觀測站分布如圖 2-6 及表 2-2 所示。水位流量站分布則如圖 2-7 及表 2-3 所示。計畫範圍的平均降雨量約為 3,097mm，為全臺雨量最豐沛之地區之一(林務局新竹林管處，106 年)。月平均降雨量以 6 至 10 月份時，雨量較為充沛，尤其以 9 月份平均雨量為最多，12 月至翌年 1 月則降雨最少，3 月份起雨量則逐漸增加，故夏季雨量豐沛，冬季雨量則較少。

表2-2 雨量站列表

單位 河川	中央氣象局	第十河川局	臺北水源特定區 管理局	臺灣電力公司
北勢溪	坪林、四堵、泰平	坪林、碧湖	思源橋、 大林橋 金瓜寮溪橋	—
新店溪	屈尺	—	屈尺堰	粗坑
南勢溪	下盆、桶後、福山	福山、大桶山	覽勝橋	福山、龜山、 桶後、孝義

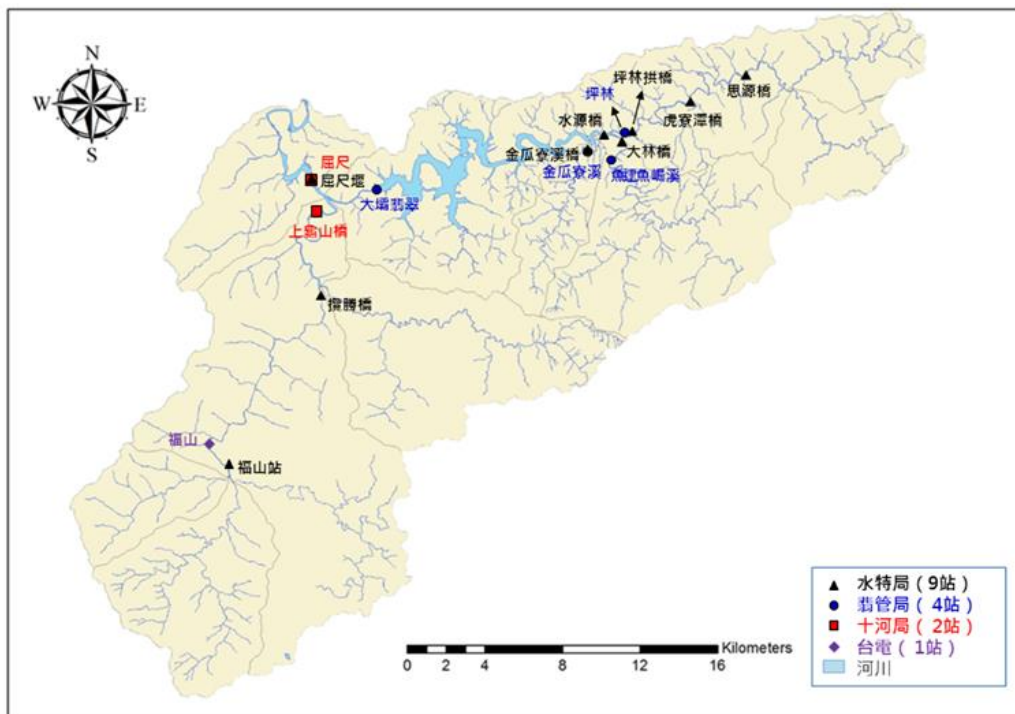
表2-3 水位流量站列表

管理 單位	站號	站名	所在河川	集水 面積 (km ²)	測站坐標 (TWD97)		紀錄年 份	統計 年數	備註
					X 坐標	Y 坐標			
北水特	1140H096	水源橋	北勢溪	112.65	321561.2	2758691.3	2005-2019	14	
	1140H097	大林橋	逮魚堀溪	89.57	322059.5	2758262.6	2005-2009 2012-2019	11	
	1140H098	金瓜寮溪橋	金瓜寮溪	22.87	320678.8	2757963.0	2005-2019	14	
	1140H099	思源橋	北勢溪	74.32	327640.6	2758640.7	2005-2019	14	
	1140H101	坪林拱橋站	北勢溪	111.63	322820.6	2758640.7	2009-2019	10	僅觀測水位
	1140H102	虎寮潭橋站	北勢溪	92.44	324795.6	2760393.7	2009-2019	10	
	—	福山	南勢溪	162.41	349527.4	2741296.7	2011-2019	8	
	1140H095	覽勝橋	南勢溪	223.88	306531.4	2750403.7	2005-2019	14	
	1140H109	屈尺堰	新店溪	645.65	305300.2	2756481.6	2011-2019	8	僅觀測水位
臺電公司	1140H010	福山	南勢溪	160.40	301387.7	2741674.8	1936-2019	83	僅觀測水位
第十河川局	1140H089	上龜山橋	新店溪	345.73	305508.9	2754660.0	1983-1995 2000-2019	31	僅觀測水位
	1140H068	屈尺	新店溪	645.65	306531.4	2750403.7	1996-20189	23	



資料來源：臺北水源特定區水文監測計畫(103-105 年)(1/3)。

圖2-6 雨量站分布位置圖



資料來源：臺北水源特定區水文監測計畫(103-105 年)(1/3)。

圖2-7 水位流量站分布位置圖

5、土地利用

內政部國土繪測中心資料顯示，本區土地利用依大類而言，最大宗為「森林使用土地」，共 58,648.9 公頃(佔 84.11%)；其次依序為「其他使用土地」共 6,576.7 公頃(佔 9.43%)；「農業使用土地」共 1,788.7 公頃(佔 2.57%)；「水利使用土地」共 1,728.5 公頃(佔 2.48%)；「交通使用土地」共 435.3 公頃(佔 0.62%)；「建築使用土地」共 378.9 公頃(佔 0.54%)；「公共設施使用土地」共 88.2 公頃(佔 0.13%)；「遊憩使用土地」共 87.0 公頃(0.12%)(詳見圖 2-8)。

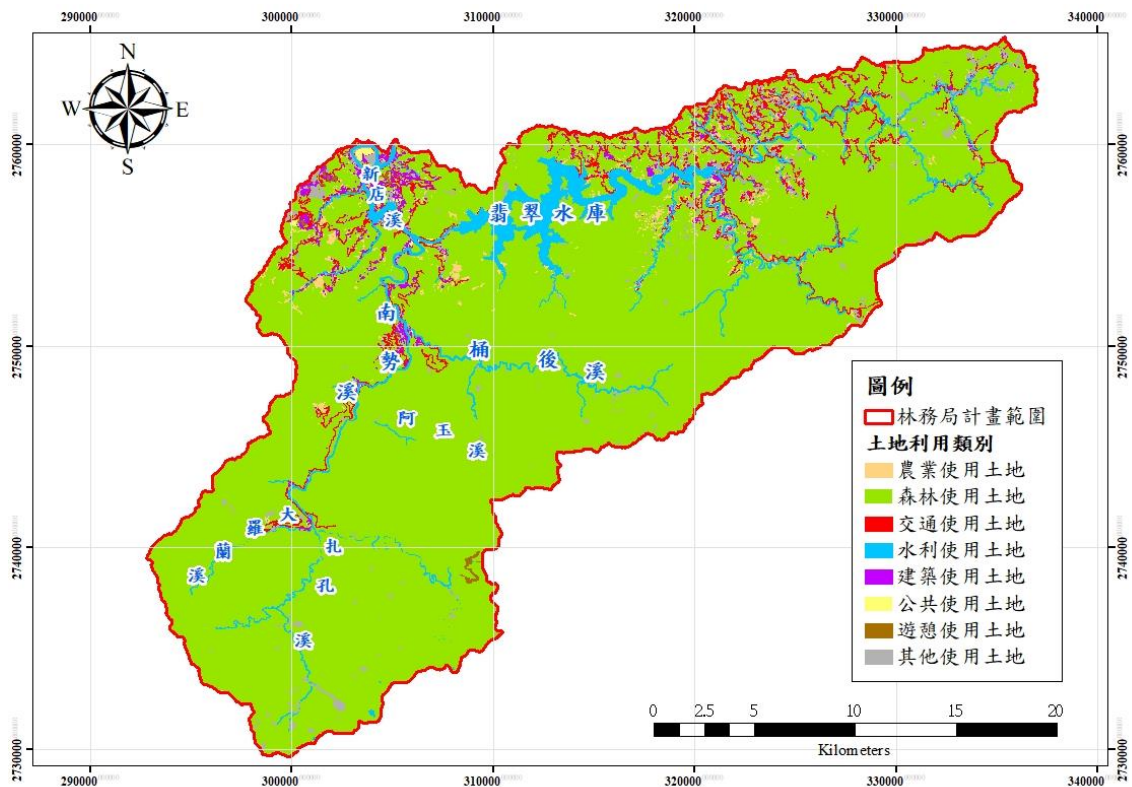
6、河道斷面

蒐集臺北水源特定區「新店溪上游流域保育治理計畫成效評估及因應氣候變遷之推動方案規劃」(107 年)及林務局「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析」(106 年)調查計畫範圍內之大斷面量測成果(分佈位置見圖 2-9、圖 2-10 及表 2-4)，可知歷年斷面變化中南勢溪集水區上游及中游現有觀測點的河床高程呈現穩定狀態，斷面變化幅度不顯著，但 104 年蘇迪勒颱風後，覽勝橋及阿玉 A01 出現較為顯著的堆積量，之後的歷次測量，發現大部分斷面變化幅度不顯著，各斷面通水面積變化量約在 5%以內，量測斷面如圖 2-11 所示。

7、河床質採樣

林務局(民國 106 年)「新店溪上游流域國有林崩塌及濁度泥砂來源之調查研析」曾針對新店溪上游 7 處進行河床質調查，採樣點以南勢溪為主，另有一點位於阿玉溪匯入桶後溪處，如圖 2-12 所示。根據表 2-5 的河床質調查成果顯示，在烏砂溪匯流口後(HB05)、桂山壩(HB02)、屈尺堰(HB01)等處之河床質粒徑小於 1mm 之比例偏高。說明在該處僅需要小的降雨或流量就可以帶

出大量的懸浮載。大降雨事件時，由於各子集水區都有大量的坡面土壤沖蝕，帶入河道、隨著流量變大，河道運移能力也變大，在地文條件相當下，各處產出之濁度大略相當。



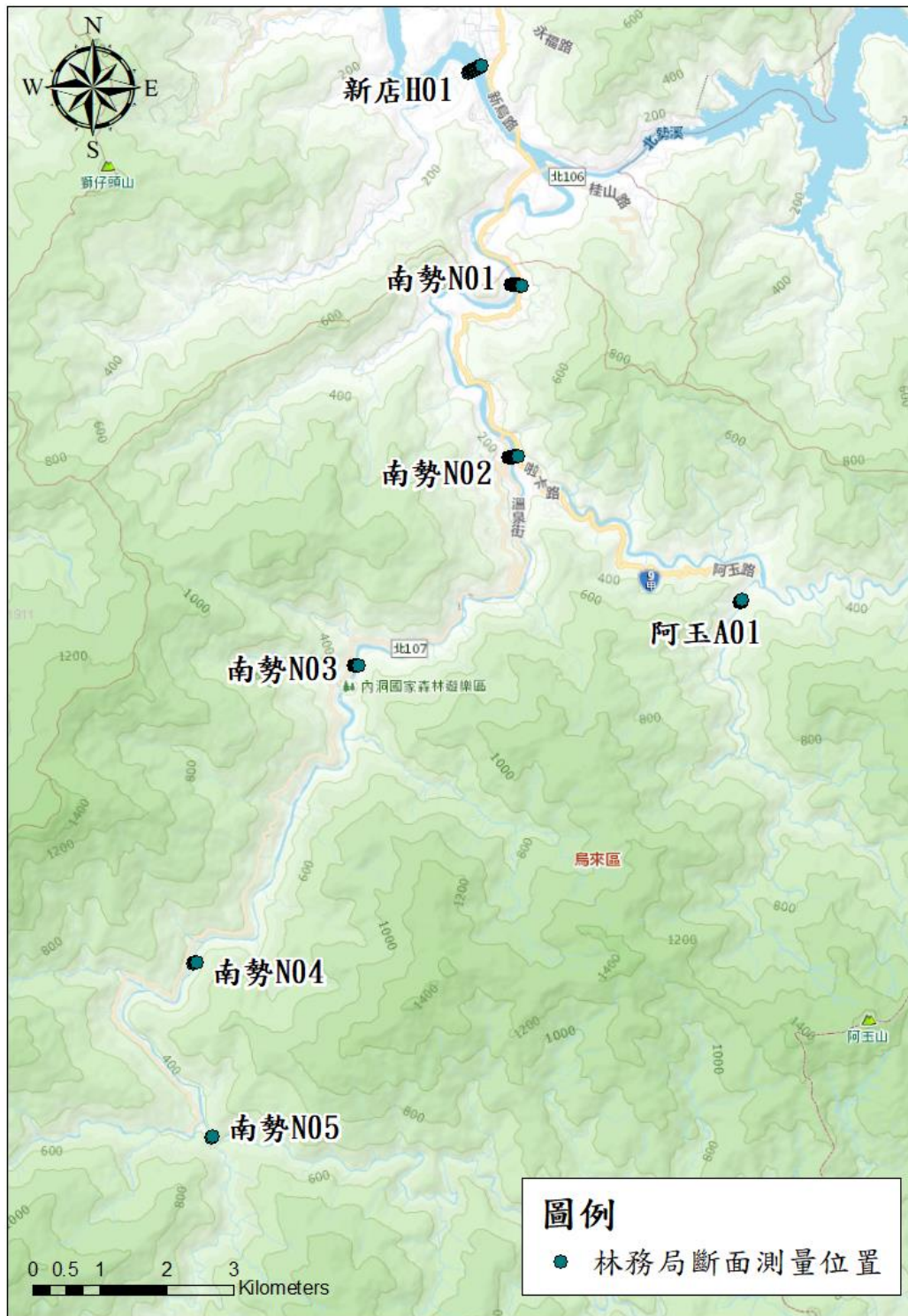
資料來源：資料由林務局提供，本計畫繪製

圖2-8 新店溪中上游土地利用圖



資料來源：新店溪上游流域保育治理計畫成效評估及因應氣候變遷之推動方案規劃(北水特，107 年)

圖2-9 北特局断面測量位置



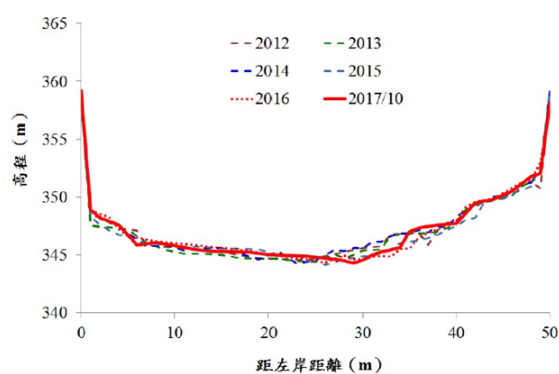
資料來源：新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析(林務局，106 年)

圖2-10 林務局斷面測量位置

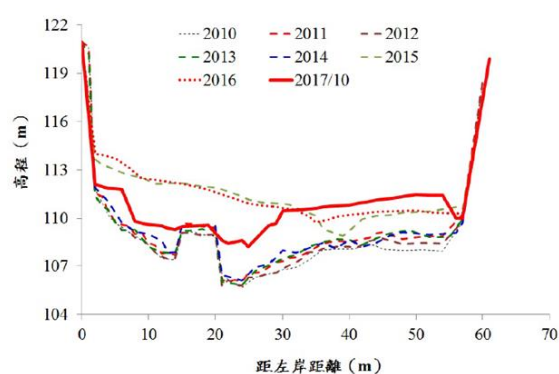
表2-4 林務局斷面測量位置座標與高程

斷面	左樁 編號	左樁位置(TWD97)		高程 (公尺)	右樁 編號	右樁位置(TWD97)		高程 (公尺)
		X	Y			X	Y	
新店溪 H01	HL01	304985.713	2756693.573	47.115	HR01	305175.385	2756794.020	47.728
南勢 N01	HL02	305772.998	2753525.644	97.878	HR02	305765.019	2753526.017	96.014
南勢 N02	HL03	305710.950	2750979.944	116.559	HR03	305694.761	2750977.536	116.103
南勢 N03	HL04	309035.674	2748810.013	230.203	HR04	309064.012	2748835.787	230.096
南勢 N04	HL05	303299.210	2747867.006	208.594	HR05	303350.634	2747864.163	208.716
南勢 N05	HL06	300914.421	2743434.679	286.219	HR06	300907.606	2743433.227	289.492
阿玉 A01	HL07	301156.211	2740828.516	358.369	HR07	301159.586	2740831.677	355.699

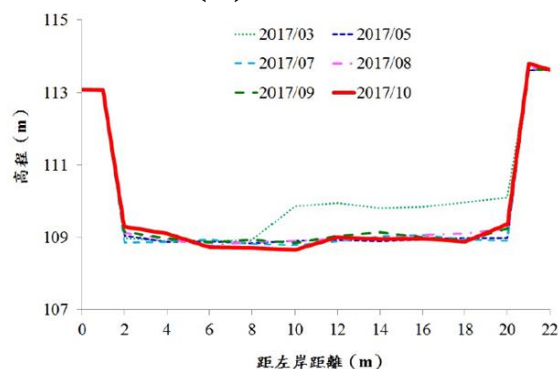
資料來源：新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析(林務局，106 年)



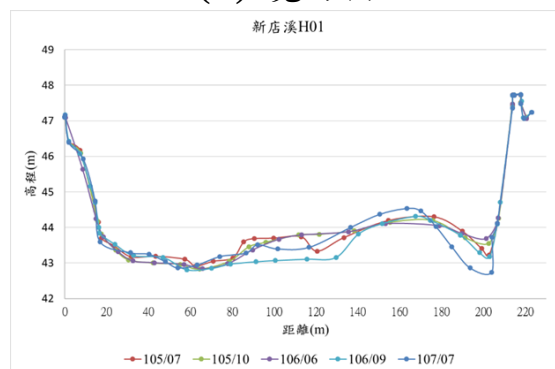
(A) 福山站



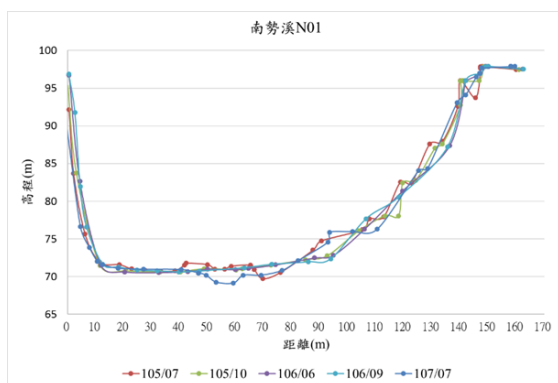
(B) 覽勝橋



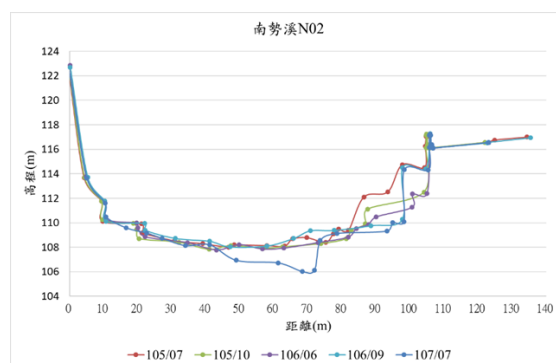
(C) 烏來橋



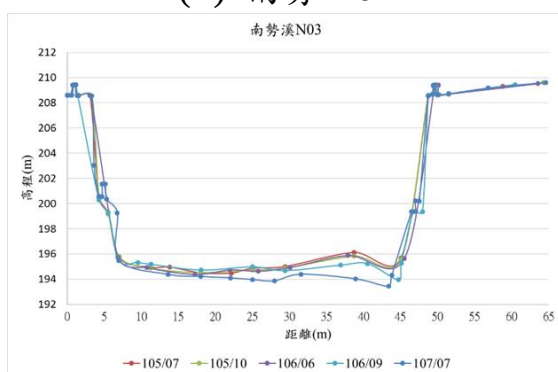
(D) 新店溪 H01



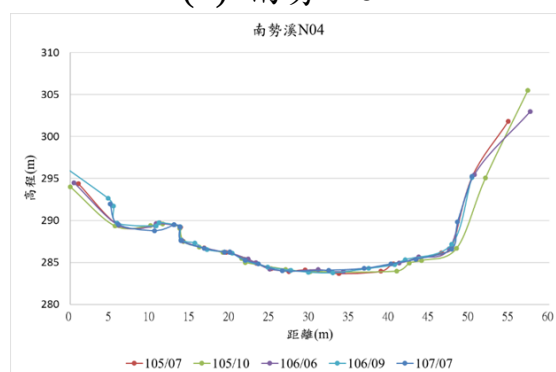
(E) 南勢 N01



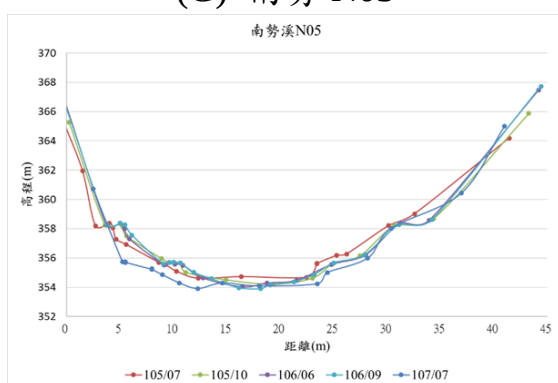
(F) 南勢 N02



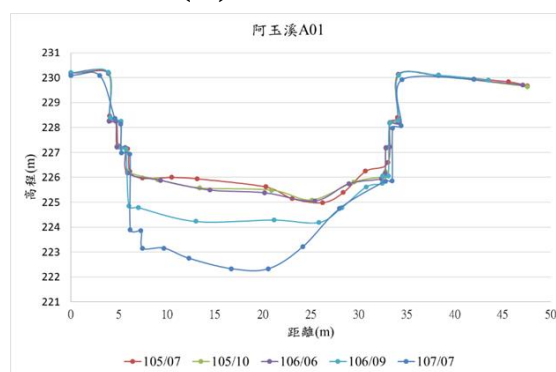
(G) 南勢 N03



(H) 南勢 N04



(I) 南勢 N05



(J) 阿玉溪 A01

資料來源：新店溪上游流域保育治理計畫成效評估及因應氣候變遷之推動方案規劃(北水特，107 年)

圖2-11 河道斷面示意圖



資料來源：新店溪上游流域國有林崩塌及濁度泥砂來源之調查研析(林務局，106 年)

圖2-12 新店溪上游 7 處河床質調查位置圖

表2-5 新店溪流域河床質採樣位置說明表

點號	TWD97坐標		備註	採樣日期
	X	Y		
HB01(南勢溪)	305134	2756794	HR01下游	105年6月
HB02(南勢溪)	305736	2753547	HR02上游	105年6月
HB03(南勢溪)	305652	2750956	HR03上游	105年6月
HB04(桶後溪)	309053	2748812	HR04上游	105年6月
HB05(南勢溪)	303305	2747878	HL05下游	105年6月
HB06(南勢溪)	300916	2743424	HL06上游	105年6月
HB07(南勢溪)	301151	2740837	HL07下游	105年6月

表2-6 新店溪上游7處河床質調查成果

篩號	粒徑別 (公厘)	通過百分率% HB01	通過百分率% HB02	通過百分率% HB03	通過百分率% HB04	通過百分率% HB05	通過百分率% HB06	通過百分率% HB07
24"	610	100	100	100	100	100	100	100
18"	457	100	100	100	100	100	100	100
12"	305	100	100	100	100	100	98.26	98.22
8"	203	100	100	100	97.56	96.51	96.96	97.1
6"	152	100	96.49	96.06	93.9	93.36	95.01	93.75
3"	76.2	98.7	93.36	92.69	91.34	89.28	93.81	90.96
3/2"	38.1	87	77.16	73.22	69.61	65.99	76.66	69.43
3/4"	19.1	72.26	59.89	52.17	47.4	50.49	61.89	56.83
3/8"	9.52	58.39	49.45	35.63	30.32	31.86	46.04	42.66
No.4	4.76	30.92	39.04	22.37	20.69	26.68	32.99	28.01
No.8	2.38	15.26	24.4	9.55	12.06	20.01	16.44	14.74
No.16	1.19	12.44	12.08	4.93	7.62	15.79	8.07	7.4
No.30	0.59	11.99	7.8	3.97	6.33	13.14	6.01	5.56
No.50	0.297	7.54	0.56	0.38	2.44	1.23	1.1	1.72
No.100	0.149	1.7	0.5	0.34	0.69	0.67	0.47	0.41
No.200	0.074	1.33	0.32	0.18	0.5	0.2	0.14	0.31

資料來源：新店溪上游流域國有林崩塌及濁度泥砂來源之調查研析(林務局，106年)

8、集水區遙測資料

本計畫現已蒐集計畫範集內航空照片等共計 7 期(由蘇迪勒颱風前至 108 年)，為執行民國 107 及 108 年之崩塌地判釋工作事項，已蒐集計畫範圍內最新的遙測資料，以下茲針對現有航照品質進行說明。圖 2-13 為本計畫工作範圍及其對應之農林航空測量所(簡稱農航所)航空照片圖號對照表，根據統計結果，本計畫所需之範圍共計 136 圖幅。

就蘇迪勒颱風災前之資料品質而言，農航所於近年長期進行之航空照片拍攝有涵蓋部分本計畫研究範圍(以北勢溪為主)，故資料來源充足。為分析 106 年後崩塌地分佈，本計畫已蒐集 106 年 8 月 7 至 107 年 3 月 26 日間航照共計 98 幅，惟受颱風過後之天氣影響，大部分航照內之雲覆率普遍偏高(大於 10%)，且缺乏南勢溪主流流域之相關航照，不利於進行集水區內崩塌判釋等相關工作，故購買最新期之衛星影像進行補充。本計畫更新集水區內航空照片資料庫、蒐集航空照片等以及品質檢核等相關工作，以強化崩塌地判釋等相關分析工作。

表2-7 歷年衛星影像與崩塌地資料蒐集列表

名稱	GIS 資料	檔案格式	地面解像力 或比例尺	資料來源	產製時間
衛星影像	年度衛星影像 (福衛二號FS與SPOT 衛星影像)	IMG	■FS: 2004年前8m 2004年後2m ■SPOT: 2000年前10m (SPOT4) 2000年至2015年 2.5m(SPOT5) 2015年後 1.5m(SPOT6與 SPOT7)	中興社、 中央大學 太遙中心	民國88年 ~108年
	颱風事件衛星影像	IMG	FS:2m*2m	水規所	民國93年 ~104年
崩塌地	年度崩塌地	SHP	大於1/25,000	林務局	民國93年 ~105年
	颱風事件崩塌地 (艾利、海棠、瑪 莎、20060906豪雨、 聖帕、柯羅莎、辛樂 克、薔蜜、莫拉克、 蘇拉、莫蘭蒂)	SHP	大於1/25,000	水規所	民國93年 ~105年
	蘇迪勒颱風崩塌地	SHP	大於1/25,000	農委會水 土保持局	民國104年

資料來源：本計畫整理

第叁章 崩塌地判釋與變化歷程追蹤

本章茲就(1)崩塌地目錄建置、(2)崩塌地變遷歷程分析與(3)資料庫建置工作等項說明其原則、方法與架構，以利工作推展。

3.1 遙測影像蒐集與崩塌地目錄判釋

招標文件規定須蒐集計畫區內民國 107 年及 108 年(每年各 1 期)航空照片、衛星影像等遙測影像，判釋其崩塌地分布及編號，建立蘇迪勒颱風後新店溪上游流域崩塌地目錄 (並利用相關遙測影像瞭解該區域過去歷年之新增崩塌地變遷與颱風雨量之相關性及該區植生復育情形)，以及蒐集彙整蘇迪勒颱風後計畫區之相關統計成果。

(一) 蘇迪勒颱風遙測影像蒐集

計畫執行期間，本計畫採購蘇迪勒颱風前後之全區衛星影像，以利進行崩塌地判釋與目錄建置。影像之地面解析度至少為 2.0m/pixel，雲層覆蓋度<10%，並利用其判釋獲取崩塌地圖層及作為相關分析基礎圖資，然因福衛二號自民國 93 年發射，至今已超過預定使用年限 10 年，本計畫發現福衛二號影像常有正射影像偏移及影像品質不佳問題，故以法國 SPOT6 或 SPOT7 (地面解像力為 1.5m*1.5m)優先選擇。

前期計畫已完成蘇迪勒颱風前後及民國 105 年度汛期前 (民國 105 年 2~3 月)研究區全區 SPOT 衛星影像購置，正射影像之地面解析度 1.5m/pixel，雲層覆蓋度約 10~25%不等，於本計畫，本計畫持續購買 107 年 3 月及 9 月和 108 年 9 月全區之 SPOT 衛星影像，其採購影像目的係彌補航空照片雲遮、陰影或缺少相關圖幅，無法順利判釋崩塌地之用。衛星影像蒐集清單與影像彙整如表 3-1 所示。

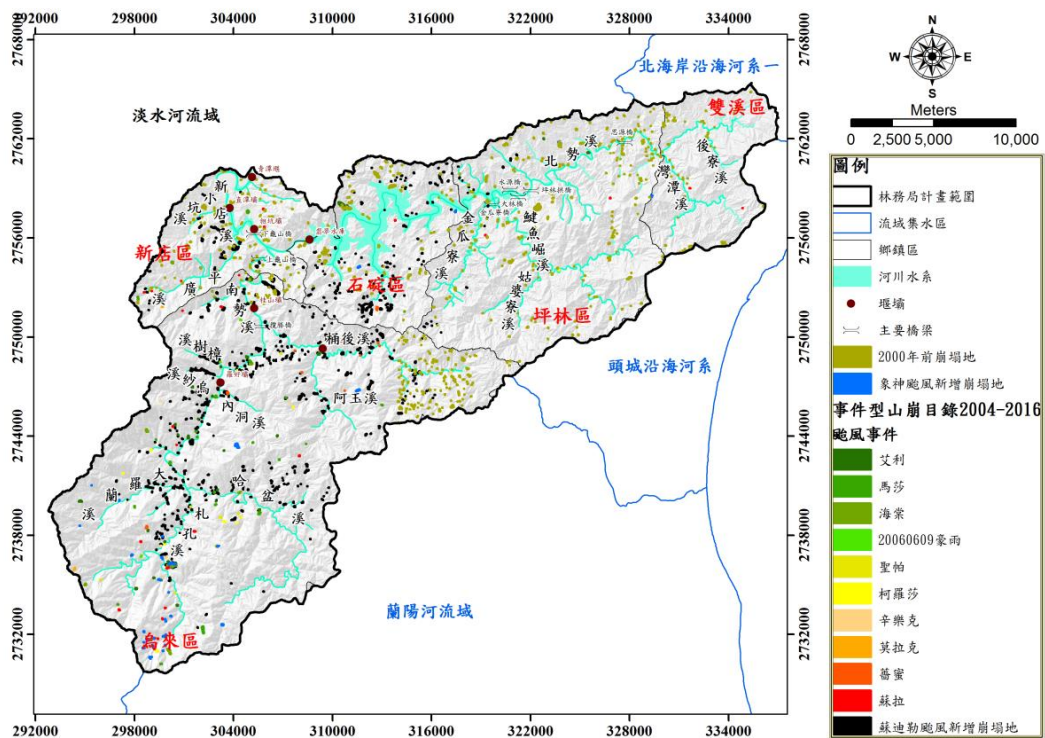
(二) 正射航照蒐集

蘇迪勒颱風所造成之崩塌地於研究區大多在南勢溪集水區範圍，而農航所於計畫執行期間提供所提供之航照主要

集中在北勢溪一帶，無法完整覆蓋整個研究計畫區，且北勢溪集水區之新增崩塌地數量較少，故需採用前述 SPOT 衛星影像為崩塌地判釋基礎圖資，以 Google Earth 影像彌補雲遮及陰影區域，以完成各年度崩塌地目錄。此外，本計畫另加值選取部分重點崩塌地(共計 15 處)拍攝 UAV，並產製正射航照，以作崩塌變遷歷程探討。

(三) 歷年衛星影像及崩塌地判釋成果蒐集

基於上述，除透過蘇迪勒颱風新增崩塌地圖層外，也應蒐集計畫範圍歷年崩塌地目錄，透過多時序崩塌地目錄進行計畫範圍崩塌地歷年變遷與特性分析。彙整歷年衛星影像(民國 104 至 108 年)、崩塌地資料清單，如表 3-1 所示，圖 3-1 為 103 至 105 年重要颱風事件新增崩塌地分布圖。

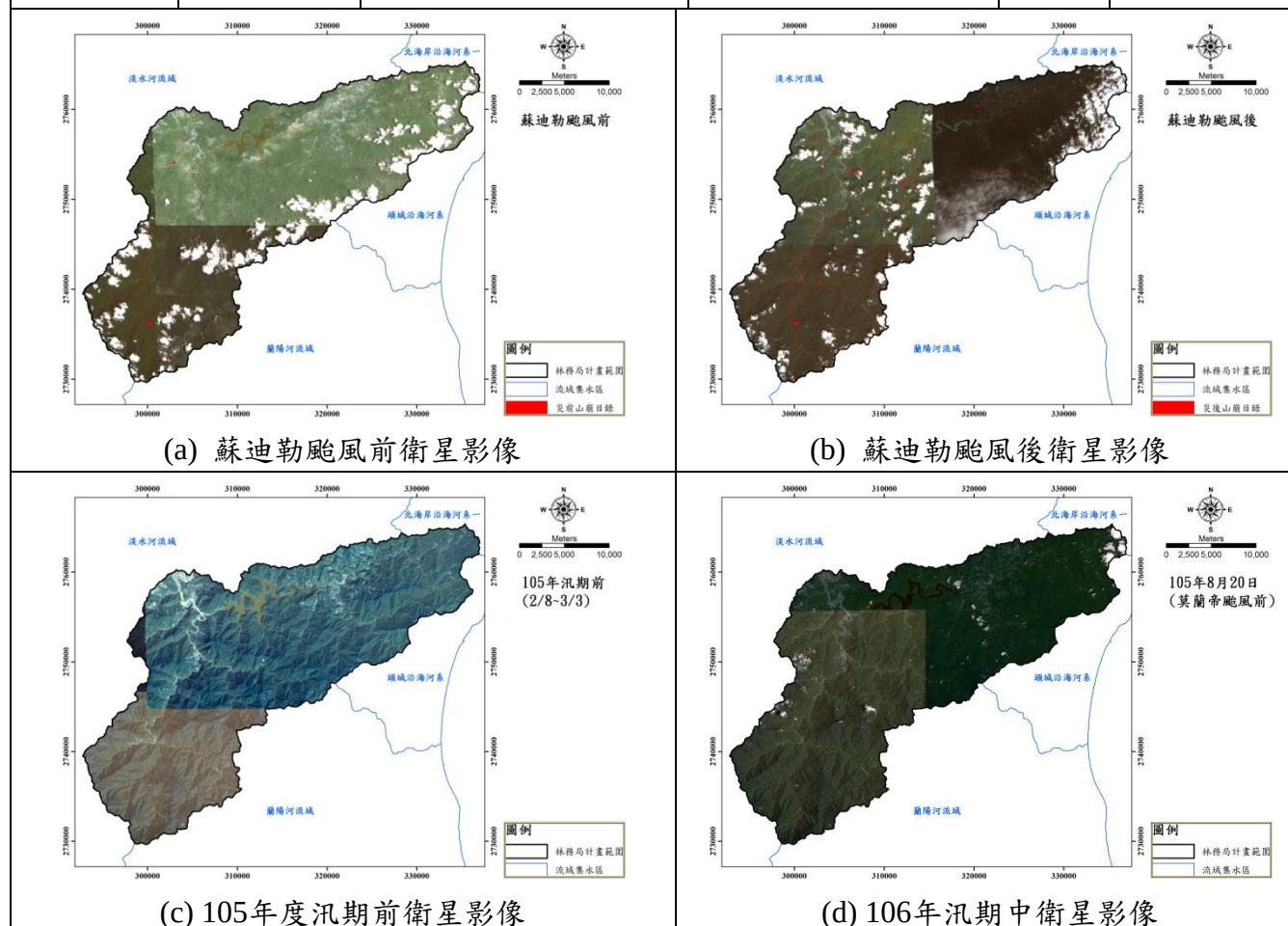


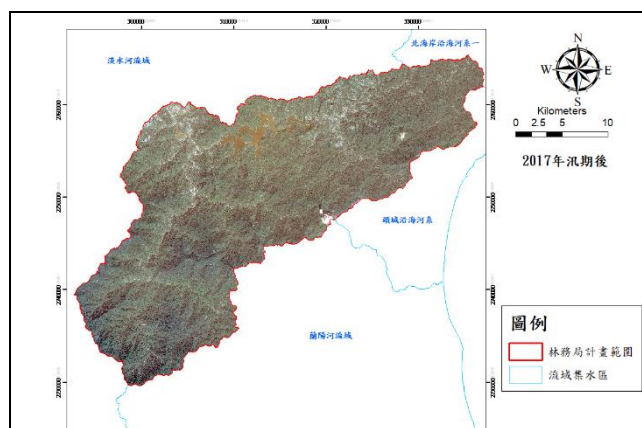
資料來源：新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析，2017。

圖3-1 103 年至 105 年(含蘇迪勒颱風)重要颱風事件新增崩塌地目錄分布圖

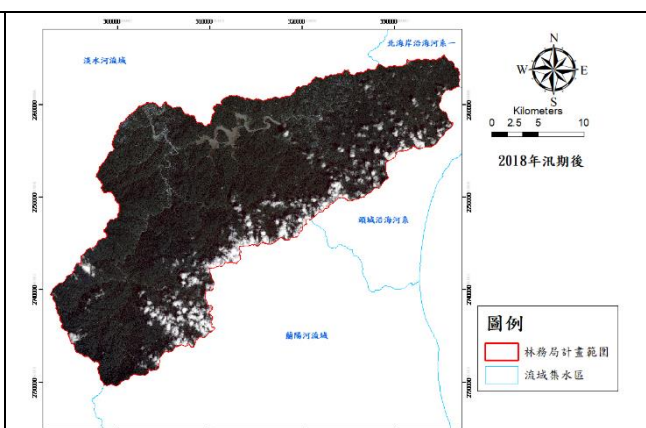
表3-1 民國 104 年至 108 年衛星影像蒐集列表

影像代表事件	地面解像力	影像拍攝時間	擷取影像範圍	資料來源	面積 (km ²)
民國104年	1.5m×1.5m	104 年 2 月 15 日	右下側沒雲遮區域	國立中央大學太空及遙測研究中心	750以上
		104 年 7 月 26 日	左側沒雲遮區域		
		104 年 2 月 14 日	其它區域採此幅補足		
		105 年 2 月 13 日	南勢溪集水區		750以上
		105 年 2 月 8 日	北勢溪集水區		
民國105年	1.5m×1.5m	105 年 3 月 3 日	北勢溪集水區		750以上
		105 年 3 月 3 日	南勢溪集水區		
民國106年	1.5m×1.5m	106 年 7 月 20 日	北勢溪集水區		750以上
		106 年 8 月 26 日	南勢溪集水區		
民國107年	1.5m×1.5m	107 年 3 月 23 日	計畫全區		750以上
	1.5m×1.5m	107 年 9 月 19 日	計畫全區		750以上
民國108年	1.5m×1.5m	108 年 9 月 20 日	計畫全區		750以上

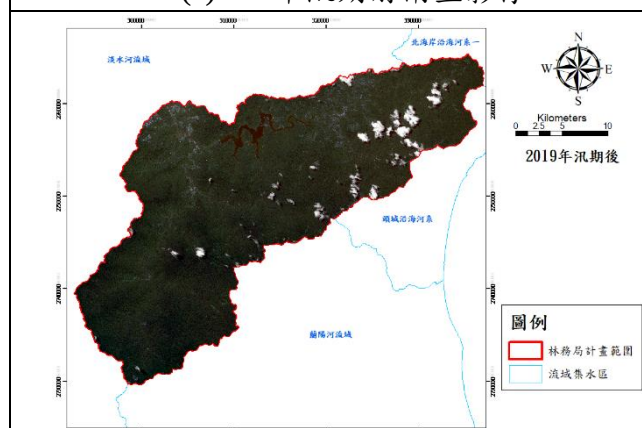




(e) 107年汛期前衛星影像



(f) 107年汛期後衛星影像

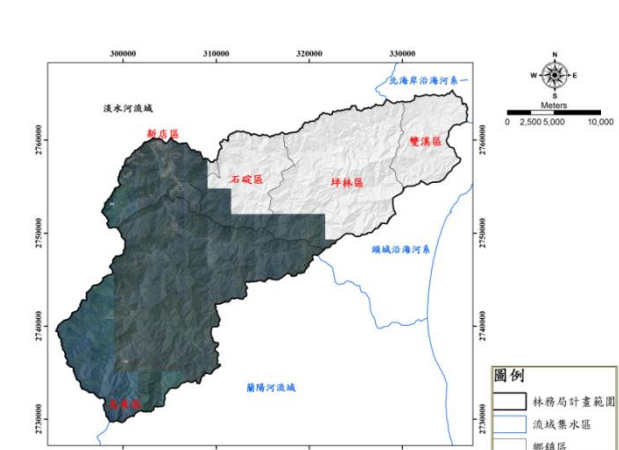


(g) 108年汛期後衛星影像

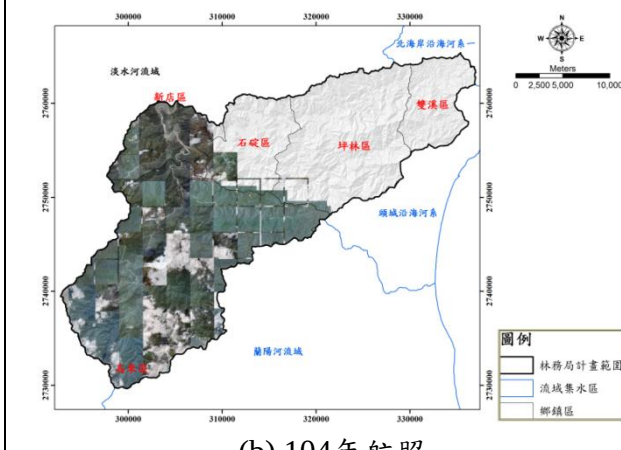
資料來源：本計畫彙整。

表3-2 正射航空照片蒐集列表

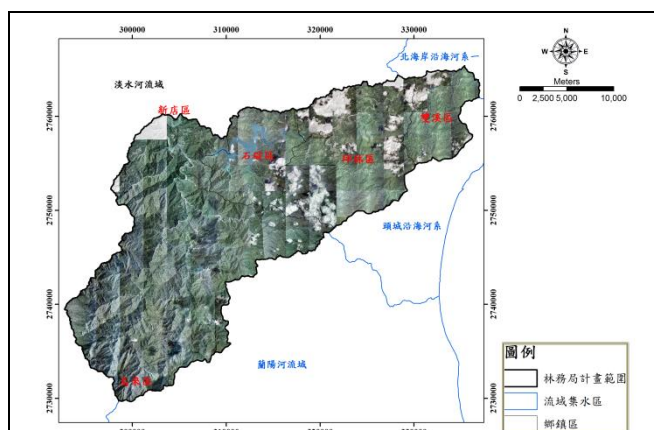
影像代表事件	地面解像力	影像時間(年月日) (1/5,000 張數)	資料來源	涵蓋範圍
蘇迪勒颱風前	0.25m×0.25m	99 年 1 月 13 日~103 年 3 月 24 日 (103 張)	農航所	南勢溪 集水區
民國 104 年	0.25m×0.25m至 1.0m×1.0m	104 年 8 月 10 日~104 年 10 月 27 日 (203 張) 註:僅 7 張為 1.0m×1.0 m 解像力，透過 QGIS layer plugin 程式下載 Google earth 影像之 1.0m×1.0m 影像)		
民國 105 年	0.25m×0.25m	105 年 6 月 1 日~105 年 6 月 4 日 (96 張)		南勢溪 集水區
		105 年 6 月 20 日~105 年 7 月 18 日 (155 張)		北勢溪 集水區
民國 106 年	0.25m×0.25m	105 年 11 月 13 日 (5 張) 105 年 12 月 4 及 105 年 12 月 13 日 (75 張)		南勢溪 集水區
		105 年 11 月 13 日 (88 張)		北勢溪 集水區
民國 107 年	0.25m×0.25m	106 年 2 月 16 日~106 年 2 月 17 日 (17 張) 106 年 7 月 2 日 (7 張) 106 年 8 月 7 日 (41 張) 107 年 3 月 26 日 (18 張)		全區
民國 108 年	0.25m×0.25m	107 年 9 月 17 日~107 年 9 月 19 日 (26 張) 107 年 12 月 1 日(2 張)		全區



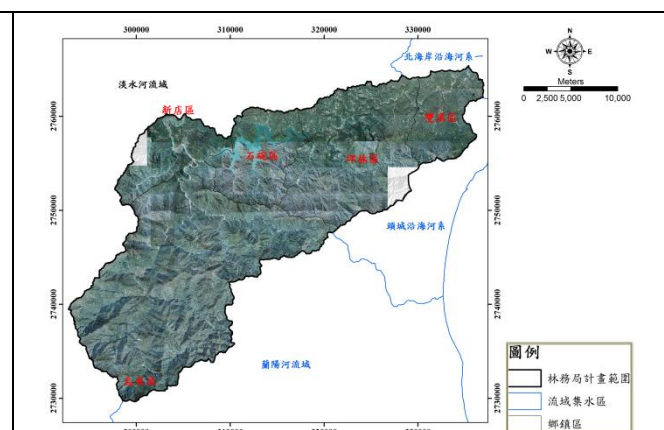
(a) 蘇迪勒颱風災前航照



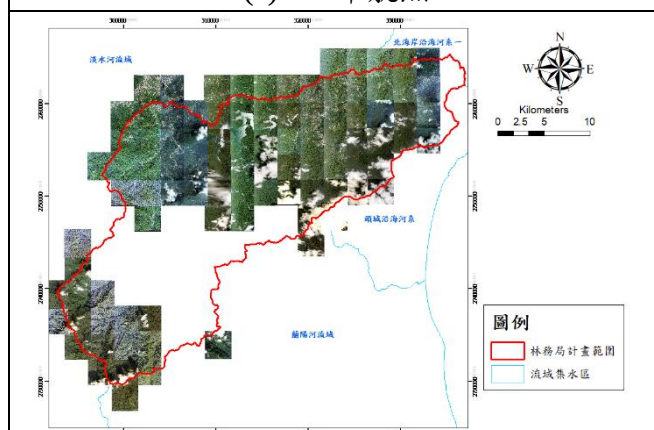
(b) 104年航照



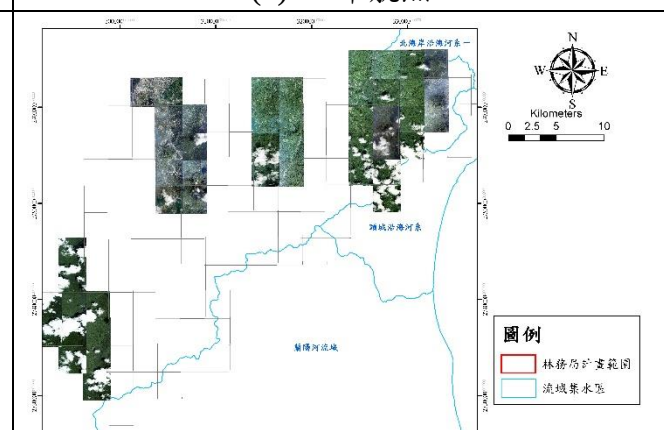
(c) 105年航照



(d) 106年航照



(e) 107年航照



(f) 108年航照

資料來源：本計畫整理。

(四) 崩塌地判釋方法與檢核流程

依據衛星影像底圖與崩塌地判釋準則進行崩塌地判釋與數化工作，以利建置完整且正確之崩塌地目錄。遙測判釋準則參考劉進金等人(2001)所提 SPOT 假色影像(以紅外線波段視為紅綠藍顏色組合之紅色波段，即 R band)之增揚處理方法，以及「五項研判準則」，主要藉由崩塌及其所處環境之物理特性進行研判。崩塌地判釋的五項研判準則 (表 3-3)，而遙測判釋作業參考經濟部中央地質調查所(簡稱地調所)(民國 99 年)建議方法為之，遙測判釋崩塌地作業流程如圖 3-2 所示。

數化完之崩塌地目錄須透過室內正射航照複核與現地調查檢核後，方可確認其數化正確性。崩塌地目錄品管作業流程如圖 3-2 所示。品管流程參考地調所(民國 99 年)建議採三級品管，茲說明品管內容如下：

1. 初步品管

利用正射航照與衛星影像照片再度確認是否所有影像變異區域都被圈繪，以避免雲霧遮蔽及地形陰影遮蔽遺漏。

2. 二次品管

經過初步品管認可後，則進行二次品管。品管重點在於刪除誤判之區域 (如竹林、茶園、墓地、電塔、人工構造或菜園等非崩塌地區)，搭配正射航照進行再次檢核，以利濾除誤判之區域，即可獲得完整之崩塌地目錄。剔除誤判區域原則參考地調所(民國 98 年)建議，應先確認人為整地、農田、房舍、河道堆積、電塔及雲之誤判區域是否剔除，以確保崩塌地目錄之品質，正射航照和衛星影像對比，清楚表示進行二次品管剔除誤判區域之意義。

3. 圖資套疊品管

此一階段採用內政部地政司民國 93 年~95 年度「高精度高解析數值高程模型建置計畫」中 5 公尺數值高程模型 (DTM)產製之地形陰影圖 (Shading map)、坡度圖進行地形合理性校驗，輔以相關 GIS 圖層 (土地利用圖、路網圖、水系線分布圖、等高線等)進行崩塌堆積區、道路與河道等非屬崩塌發生區之剔除工作，以減少崩塌變遷分析誤判。

表3-3 崩塌地判釋五項研判準則

準則名稱與內涵	作業說明
色調準則(淡藍色、藍綠色、淡褐色、綠褐色)	崩塌地地區通常裸露或植生較稀疏，利用這個光譜特性作影像增揚處理，將崩塌地體與周圍環境的對比拉大。
區位準則 (靠近山脊、河谷衝擊坡、與道路等地方)	自然條件最易發生崩塌地之區位，其他區位的疑似崩塌地要審慎觀查與判斷。此準則量化分析時可使用山脊、河谷、與道路之特定距離的環域緩衝帶(buffer zone) 代替。
形狀準則 (一般長條型或湯匙型或匯集為樹枝狀，河谷旁可能成三角型或矩型)	對於類似「人工田野」(crop fields)規則狀的疑似崩塌地要審慎觀查與判斷。此準則量化分析時可使用崩塌地的圓度(即崩塌地的面積與周長的比值) 代替。
方向準則 (長軸方向與重力方向或邊坡水流方向一致)	此準則用於篩除不合理的形狀，量化分析時可使用崩塌地的滑落方向與邊坡方向之夾角代替。
陰影準則 (輔助 2D 影像之 3D 的視覺，可分辨河谷與山脊)	對於「跨山脊」或「跨河谷」的疑似崩塌地要審慎觀查與判斷。此準則用於篩除不合理的分布，量化分析時可使用崩塌地與山脊線及水系網路的交集代替。

資料來源：參考劉進金等人(2001)。



資料來源：都會區周緣坡地山崩潛勢評估(4/4)，(地調所，99 年)，。

圖3-2 遙測判釋崩塌地作業流程圖

3.2 崩塌地目錄基本與附屬屬性建置

本計畫已將崩塌地基本與附屬屬性連結 GIS 資料蒐集完備，彙整 GIS 資料清單(含名稱、資料類型、比例尺、資料來源、產製時間等內容)於表 3-4 所示。本計畫參考地調所 (99 年)建議，規劃崩塌地目錄基本屬性表(表 3-5)與附屬屬性表(表 3-6)，以利持續維護與擴充崩塌地目錄，達成崩塌地變遷歷程探討參考。

屬性表分為基本屬性表與附屬屬性表，基本屬性為崩塌地本身產製來源資訊，附屬屬性則以連結相關 GIS 圖資獲致的屬性，故兩屬性表除可有效記錄崩塌地分布外，也能達成崩塌地滾動式管理目標。

實際執行方面，以歷年年度崩塌地與近年重要颱風事件崩塌地目錄為主，利用 GIS 軟體空間分析功能，以 SQL 語法指定崩塌地 polygon 落於連結圖層，並以空間連結欲知屬性回崩塌地目錄中，依此方法逐一填入指定及必要之崩塌地屬性資訊。招標文件規定屬性至少包含國有林崩塌地之編號、行政區域(縣市鄉鎮)、事業區林班別、坐標(二度分帶 97 坐標)、崩塌面積、新增或既有

崩塌地、道路可及性、是否近岸崩塌、地質、高程、坡度、環境地質、山崩潛感等級等相關因子屬性。

表3-4 相關 GIS 資料蒐集列表

名稱	GIS 資料	格式	比例尺	資料來源	產製時間
地文	地形圖	JPG	1/25,000	內政部國土測繪中心	93年
		JPG	1/5,000	內政部國土測繪中心	93年
	5M*5M數值地形	IMG	-	內政部地政司	93年
		IMG	-	新北市政府	99年
	像片基本圖	JPG	1/5,000	農林航測所	89年~99年間
	坡度圖	IMG	-	本計畫自行產製	105年
	坡向圖	IMG	-	本計畫自行產製	105年
	斜坡單元	SHP	1/25,000	中興工程顧問社	103年
水文	水系圖	SHP	1/25,000	水利署	99年
	流域、子集水區	SHP	1/25,000	水利署	103年
	土石流潛勢溪流(1,687條)	SHP	1/25,000	農委會水土保持局	105年
	雨量站	SHP	-	氣象局	104年
	流量站	SHP	-	水利署	104年
	水文站	SHP	-	水利署	104年
	輸砂站	SHP	-	水利署	104年
	時雨量資料	TXT	-	氣象局	89~105年
	時流量、時輸砂量、時水位	TXT	-	水利署	89~105年
人文	行政區域(縣市、鄉鎮、村里)	SHP	1/25,000	內政部	101年
	建築物與門牌	SHP	1/5,000	內政部地政司	101年
	土地使用分區圖	SHP	1/5,000	內政部國土測繪中心	100年
	路網圖(含橋梁、隧道等)	SHP	1/5,000	交通部運研所	103年
	農路圖	SHP	1/5,000	農委會水土保持局	101年
	林道	SHP	1/5,000	農委會林務局	103年
	林管處	SHP	1/5,000		106年
	事業區	SHP	1/5,000		106年
地質與土壤	流域地質圖	SHP	1/50,000	中央地質調查所	103年
	岩性組合圖	SHP	1/25,000		103年
	斷層	SHP	1/50,000		103年
	褶皺	SHP	1/50,000		103年
	活動斷層	SHP	1/50,000		99年
	山崩地滑敏感區	SHP	1/25,000		104年
	地質鑽探	SHP	-		-
	岩體強度分級圖	SHP	1/25,000		100年
	環境地質圖(包含岩屑崩滑、岩體滑動、落石、順向坡等)	SHP	1/25,000		100年
			1/5,000	新北市政府工務局	101年
	坡地土壤圖	SHP	1/25,000	農委會水土保持局	86年

表 3-4 相關 GIS 資料蒐集列表(續)

名稱	GIS資料	格式	比例尺	資料來源	產製時間
土地利用	土地利用	SHP	1/5,000	內政部國土測繪中心	100年
	地籍圖	SHP	至少 1/5,000	農委會	99年
	山坡地範圍	SHP	1/50,000	農委會水土保持局	-
	林班地範圍	SHP	1/50,000	農委會林務局	105年
	原住民保留地	SHP	1/50,000	原住民族委員會	-
歷年災害及應治理情形	93~105年年度崩塌地	SHP	-	農委會林務局	93~105年
	89~104年颱風事件崩塌地	SHP	-	水規所	89~104年
	土石流歷史災害分布圖	SHP	1/25,000	中央地質調查所	100年
	蘇迪勒颱風崩塌地	SHP	-	農委會林務局	104年
	崩塌潛勢圖(包含岩屑崩滑、岩體滑動、落石、順向坡等)	SHP	1/25,000	中央地質調查所	103年
	103~107年間治理工程	SHP	-	農委會林務局	103~107年間

資料來源：本計畫整理。

表3-5 崩塌地目錄基本資料表

屬性欄位	資料型態	備註
事件名稱	Char(20)	年份、颱風或地震事件名稱 (如：蘇迪勒颱風後)
縣市界	Char(6)	例如：新北市
鄉鎮界	Char(10)	例如：新店區
村里界	Char(10)	例如：忠治里
所屬集水區名稱	Char(20)	崩塌地隸屬子集水區名稱， 例如：南勢溪
所屬流域名稱	Char(20)	崩塌地隸屬流域名稱， 例如：新店溪流域
事業區林班別	Char(20)	崩塌地隸屬林業事業區名稱 例如：新竹林管處
事業區林班地編號	Char(20)	崩塌地隸屬林業事業區林班地編號 例如：2
崩塌地中心 X 坐標	Float	二度分帶 97 坐標 TM2_X(TWD97)
崩塌地中心 Y 坐標	Float	二度分帶 97 坐標 TM2_Y(TWD97)
崩塌地所屬影像類型	Char(6)	SPOT/FS2/航照或其他
崩塌地所屬影像日期	Char(8)	YYYYMMDD 例如：106/9/20

資料來源：本計畫整理。

表3-6 崩塌地目錄附屬資料表

屬性欄位	資料型態	備註
崩塌地類別	Integer	完全新增崩塌地、舊崩塌地擴大、復育地
崩塌地面積	Float	單位：公頃
崩塌地周長	Float	單位：公尺
崩塌地所屬地層	Char(16)	擷取自地調所 1/50,000 地質圖或其他比例尺地質圖資訊，例如：廬山層
崩塌地所屬地層說明	Char(100)	例：板岩或千枚岩，偶夾薄層變質砂岩
鄰近道路 100 公尺	Char(6)	鄰近道路 100 公尺，標示為：Y
鄰近水系 100 公尺	Char(6)	鄰近水系 100 公尺，標示為：Y
鄰近斷層 1000 公尺	Char(6)	鄰近斷層 1000 公尺，標示為：Y

資料來源：本計畫整理。

3.3 GIS 資料庫建置

本計畫工作範圍為新店溪上游流域之國有林地，首先須針對林務局提供、自行蒐集或申請獲致的 GIS 檔案進行彙整歸納，坐標系統統一為二度分帶 97 坐標，且以 shape file(*.shp)格式為主要格式。然而，GIS 資料計有網格式資料 (raster data)與向量式資料 (vector data)，其中網格式資料如航照、衛星影像、數值地形等皆是，統一採 Erdas Imagine *.img 檔案格式儲存，向量式資料則統一採*.shp 檔案格式儲存，並將資料進行結構統一、比例尺歸納、坐標統一與詮釋資料(META DATA)編列等工作，進而將 GIS 資料建置成 mxd 檔案供套疊應用。

3.4 崩塌地成果與歷程變化特性探討

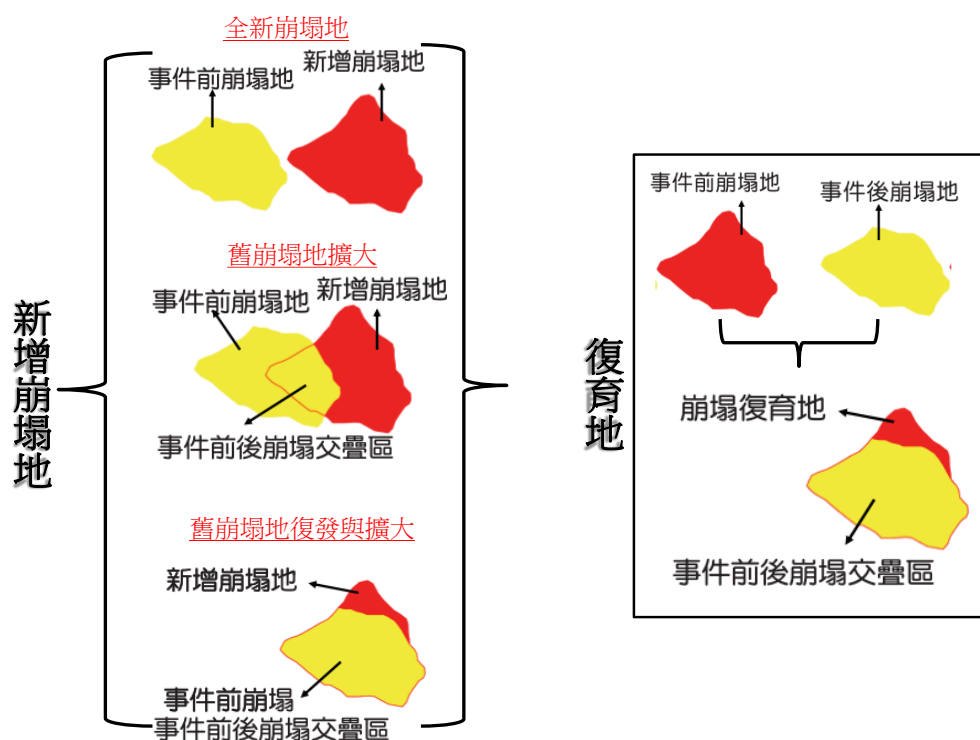
本計畫依據前述崩塌地品管流程，完成計畫範圍內各子集水區崩塌地之判釋，並利用 GIS 空間分析技術將各年度崩塌地區分為新增崩塌地(包含完全新增崩塌地、舊崩塌地擴大及舊崩塌地復發)、復育地，依據上揭統計分區呈現新增崩塌地面積、變化率變

化歷程。定義參考地調所(99 年)建議如圖 3-3 所示，各類新增崩塌及復育地詳表 3-7。

鑑此，針對計畫範圍內國有林地進行新增崩塌地面積及崩塌率計算，崩塌地面積可了解集水區內崩塌地面積增減變化，而崩塌率可供了解崩塌地分布佔探討分區之比例及影響程度。崩塌擴增率可表示如下式：

$$LSR_i = \frac{A_{i,ls}}{A_i} \times 100\% \quad (\text{式 3-1})$$

上式中， LSR_i 為崩塌新生(增)率，單位為%； $A_{i,ls}$ 為新增崩塌地面積總和 (單位：公頃)； A_i 為集水區面積 (單位：公頃)。復育率則參考北水局(100 年)，採用累積復育面積除上累積崩塌面積而得，為檢視蘇迪勒風災後復育情況，則累積崩塌與累積復育面積則由 104 年開始計算至 108 年。本章節統一分析標準，崩塌地與復育地面積單位採公頃，崩塌新生(增)率與復育率單位為%。以下依據蒐集與判釋的 104 年至 107 年年崩塌地目錄為基礎，進行各子集水區崩塌地變化歷程探討，主要分就不同年度崩塌地及各年間新增崩塌地、舊崩塌地擴大及復育地進行統計分析，以瞭解年度崩塌地變化歷程。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-3 崩塌地定義

表3-7 各類新增崩塌地與復育地定義說明

名稱	定義
完全新增崩塌地	自 103 年至判釋之前一期影像(包含航照與衛照)，皆未發生崩塌情形，但後一期有發生崩塌之範圍，將其定義為完全新增崩塌地。
舊崩塌地擴大	與前一期比較，發現舊崩塌地持續出現擴大之情形，定義為舊崩塌地擴大。
舊崩塌地復發	對照 103 年至判釋前一年度之崩塌圖層與影響。發現新增崩塌之區位之前曾經發生過崩塌，但後來已復育，將其定義為舊崩塌地復發。
復育地	前一期影像(包含航照與衛照)有發生崩塌，但後一期未發生崩塌之範圍。

資料來源：本計畫彙整。

依據林務局提供之計畫範圍圖層進行全區範圍及林班地範圍內年間新增崩塌地與復育地統計，計畫範圍內各年間新增崩塌地面積與復育地統計結果如表 3-8 所示，圖 3-4 為各年間新增崩塌地之分佈圖，圖 3-5 為各年度新增崩塌地與新增復育地面積之統計圖。圖 3-6 與圖 3-7 為各子集水區崩塌、復育情況之彙整。

104 年烏來地區遭遇兩場超過 200 年重現期距之降雨事件，分別為蘇迪勒及杜鵑颱風，福山雨量站測得雨量為集水區最高，其中蘇迪勒颱風最大時雨量達 95mm，累積雨量 792mm，3 小時累積雨量 253mm，6 小時累積雨量即達 442mm，24 小時累積雨量則為 776mm，均為過去 35 年來的新紀錄，係典型之極端降雨(新竹林管處，106)，該年度福山雨量站所測得的總降雨量達 4,178mm。蘇迪勒颱風帶來的大量的降雨造成溪流擴槽、新增坡面、岸坡崩塌及土壤沖蝕，根據影像判釋及統計結果顯示，各個子集水區皆受蘇迪勒颱風影響，出現許多新增崩塌地，國有林範圍國有林範圍以桶後溪 (34.52 公頃)、哈盆溪(21.58 公頃)與阿玉溪 (21.69 公頃)為前三名，非國有林範圍以南勢溪主流 (18.16 公頃)、北勢溪 (12.99 公頃)與平廣溪 (6.62 公頃)為前三名。各崩塌地之中，以完全新增佔最大宗，總面積達 194.34 公頃，崩塌擴大面積則為 17.77 公頃，新增崩塌地面積主要集中在 0.1 公頃以下，合計數量佔計畫區域總崩塌個數 84%，其中又以南勢溪集水區崩塌密度較高，為新增崩塌面積主要分布集水區。將相關新增崩塌地與水系圖套疊，計算水系範圍 100 公尺近岸崩塌統計，發現北勢溪集水區之近岸崩塌面積總和為 14.02 公頃；南勢溪集水區範圍共計有 60.36 公頃，佔計畫範圍內新增崩塌地總和(212.11 公頃)的 28.5%，故林務局(民國 106 年)「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析」認為這些近岸新增崩塌地對南勢溪濁度提升有一定影響。無論近岸或久安，新增崩塌面積集中在 0.01 至 0.1 公頃，崩塌規模較小，故蘇迪勒颱風短延時強降雨所誘發之崩塌地大多為小規模崩塌。

105 年計畫範圍經歷尼伯特、莫蘭蒂與梅姬颱風之過境，及上一年度蘇迪勒颱風的影響，集水區內之崩塌為計畫年度之最高，達 244.73 公頃。該年度的降雨事件中，以 9 月之梅姬颱風降雨強度最大，福山站的累積雨量達 533mm，其最大 24 小時雨量約 5~10 年重現期距，其餘颱風事件皆小於 2 年重現期距，全年總降雨量為 3,976mm(新竹林管處，106)。因該年度的颱風強度較蘇迪勒颱風來得小，故統計結果顯示，各個子集水區開始出現復育之情況，國有林範圍的平廣溪、加九寮溪、樟樹溪、五重溪、斯其野溪、南勢溪主流與桶後溪皆屬復育居多，上述七個子集水區復育面積合計達 38.73 公頃，新增崩塌地 (含完全新增與舊崩塌地擴大兩類)以札孔溪 (17.22 公頃)為多，桶後溪 (16.50 公頃)居次，第三順位為哈盆溪 (14.03 公頃)，國有林範圍新增崩塌地達 97.96 公頃。將新增崩塌地進一步進行分析，分析係以舊崩塌地擴大為主，達 75.49 公頃，完全新增崩塌地為 37.84 公頃，舊崩塌地復發則為 2.07 公頃，分別佔整體新增崩塌地比率之 65.42%、32.79%及 1.79%。

106 年期間，大型降雨事件僅有 0601 豪雨，福山雨量站所測得之年總降雨量為 3,445.5mm，全年並無重大災情傳出。因此計畫集水區持續上一年度復育之情形，各子集水區的新增崩塌地面積增量不大，崩塌面積持續下降，達 181.64 公頃，國有林範圍則為 157.62 公頃；計畫範圍內新增崩塌面積總計 71.07 公頃，國有林為 61.76 公頃，非國有林為 9.31 公頃。大部分子集水區皆屬復育居多，復育地面積以札孔溪 (復育 19.11 公頃)較多，居次為桶後溪 (復育 19.03 公頃)，第三順位為哈盆溪 (復育 14.88 公頃)。新增崩塌地主要集中在桶後溪(12.06 公頃)、札孔溪(11.26 公頃)及哈盆溪(10.87 公頃)，其他集水區的新增崩塌面積皆小於 10 公頃。分析各集水區之新增崩塌，以舊崩塌地擴大為主，達 55.85 公頃，完全新增崩塌地為 6.39 公頃，舊崩塌地復發則為 7.84 公頃，分別佔整體新增崩塌地比例之 78.56%、8.99%及 11.03%，顯示完全

新增崩塌地有下降之趨勢，但舊崩塌地復發有上升之情況。

107 年全集水區崩塌面積為 115.07 公頃，國有林範圍為 102.91 公頃，各自集水區方面，除了札孔溪的新增崩塌面積達 10.69 公頃外，其他各個集水區之新增崩塌面積皆小於 10 公頃，第二為哈盆溪(7.05 公頃)，第三順位為北勢溪(5.16 公頃)，非國有林的新增崩塌地也大幅減少，總計為 5.54 公頃。分析各集水區之新增崩塌，仍以舊崩塌地擴大為主，達 22.67 公頃，完全新增崩塌地為 14.95 公頃，舊崩塌地復發則為 4.28 公頃，分別佔整體新增崩塌地比例之 53.98%、35.60%及 10.42%。各個集水區的復育情況良好，在國有林方面，桶後溪的 23.37 公頃為最高，居次為哈盆溪(16.4 公頃)，南勢溪主流以復育面積達 15.53 公頃排第三，其非國有林範圍的新增崩塌面積為 16.19 公頃，係各個集水區內非國有林範圍復育面積最高者。本年度集水區整體崩塌率為 0.06%，復育率達 85.0%出現良好復育情況推估為上一年度侵襲臺灣北部的颱風較少(僅有尼莎颱風)，福山站該年度年降雨量只有 2,758mm，低於計畫範圍的平均降雨量 3,097mm（新竹林管處，106），大型降雨事件僅有 6 月的梅雨(0601 豪雨事件)有關。

108 年的颱風事件對計畫集水區內的影響較小，福山站由 1 月計算至 10 月的總降雨量為 2,631mm。全集水區崩塌面積為 86.65 公頃，國有林範圍為 77.55 公頃，非國有林範圍為 9.10 公頃，顯示各邊坡之復育情況持續進行，並復育良好。本年度集水區整體崩塌率為 0.05%，復育率達 92.0%，各子集水區之新增崩塌地面積皆未超過 10 公頃，以札孔溪為最高，為 9.33 公頃，佔計畫區新增崩塌面積逾 3 成，第二為哈盆溪(6.40 公頃)，第三順位為北勢溪(5.30 公頃)。新增崩塌分析方面，因計畫範圍持續兩年並無大型降雨事件發生，邊坡大多呈現持續復育之情形，總新增崩塌面積僅為 31.92 公頃，以舊崩塌地擴大佔居多，共 14.15 公頃；完全新增崩塌之總面積則為 12.43 公頃，主要集中在札孔溪(3.31 公頃)及北勢溪(3.26 公頃)；舊崩塌地復發則佔最少，總面積

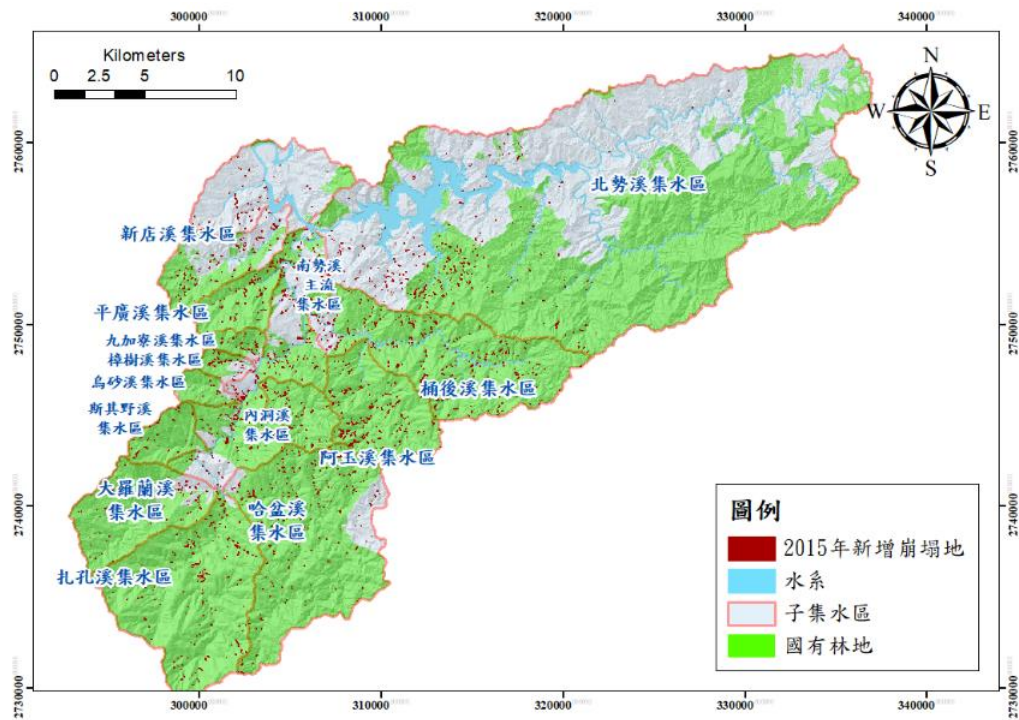
為 5.04 公頃，本年度全集水區復育面積則為 62.88 公頃。

邱祈榮(2011)指出崩塌地復育常在惡劣的生育環境中進行，因此復育過程往往需要三至五年時間，因此判斷集水區林地邊坡之植生復育情況，應需要至少 5 年的時間來評估。蘇迪勒颱風 104 年發生至今，也近 5 年時間，在蒐集 93 年至 108 年新店溪上游集水區歷年崩塌面積資料，發現自 105 年起，每年崩塌面積逐年下降(見圖 3-8)，檢視復育地變化情形(見圖 3-9)，亦可發現全集水區復育面積自 105 年開始穩定上升，在 108 年度因前一年崩塌面積減少，出現復育地同樣減少之情形，符合整體集水區之崩塌地需要逾 5 年進行恢復之週期，同樣的週期亦可參考 94 年艾莉颱風後，崩塌地與復育地面積變化情形，此成果也顯示集水區邊坡正處於逐漸穩定之狀態。

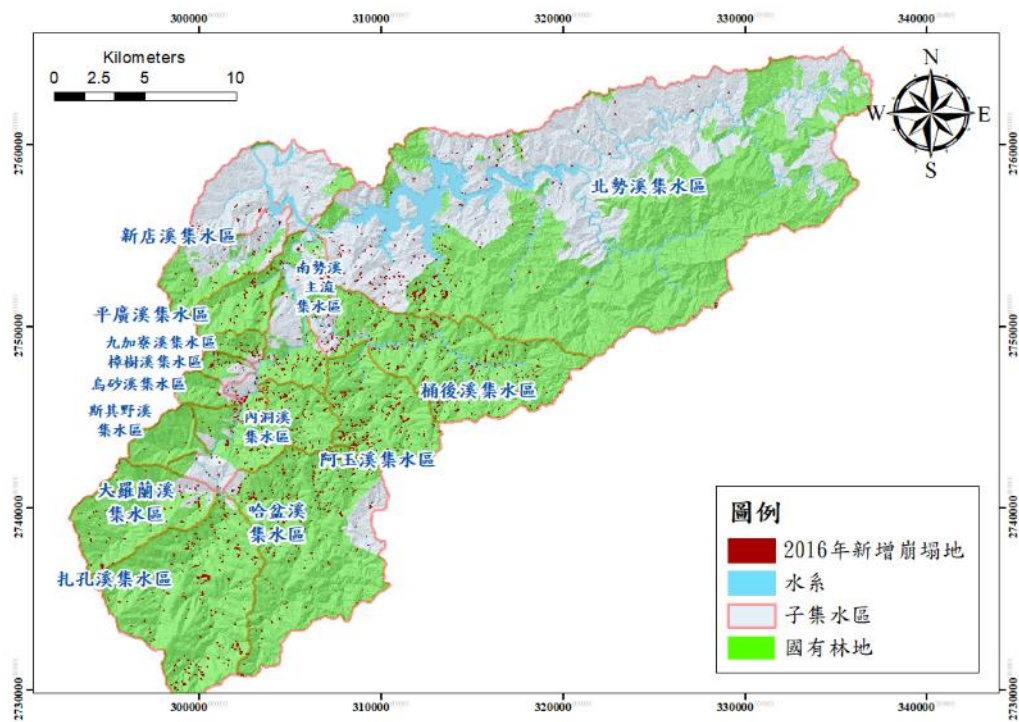
表3-8 新店溪上游集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	243.72	244.73	181.26	115.07	86.65
	崩塌率 (%)	0.35%	0.35%	0.26%	0.15%	0.12%
	新增崩塌地面積 (公頃)	212.11	115.4	71.07	42.54	31.92
	崩塌新生(增)率 (%)	0.31%	0.17%	0.10%	0.06%	0.05%
	新增復育地面積 (公頃)	9.92	113.85	136.61	160.0	62.88
	復育率 (%)	-	30.9%	56.9%	85.0%	92.0%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	189.08	202.93	157.62	102.91	77.55
	崩塌率 (%)	0.39%	0.42%	0.33%	0.21%	0.16%
	新增崩塌地面積 (公頃)	160.11	97.88	61.76	37.08	26.32
	崩塌新生(增)率 (%)	0.33%	0.20%	0.13%	0.08%	0.06%
	新增復育地面積 (公頃)	7.79	84.06	108.97	117.93	52.34
	復育率 (%)	-	28.1%	53.4%	78.1%	85.5%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	54.64	41.80	23.64	12.16	9.10
	崩塌率 (%)	0.24%	0.19%	0.11%	0.05%	0.04%
	新增崩塌地面積 (公頃)	52.0	17.52	9.31	5.54	5.60
	崩塌新生(增)率 (%)	0.002%	0.001%	0.0004%	0.0002%	0.003%
	新增復育地面積 (公頃)	2.13	29.79	27.64	42.07	10.54
	復育率 (%)	-	40.1%	66.7%	93.6%	94.5%

資料來源：本計畫彙整



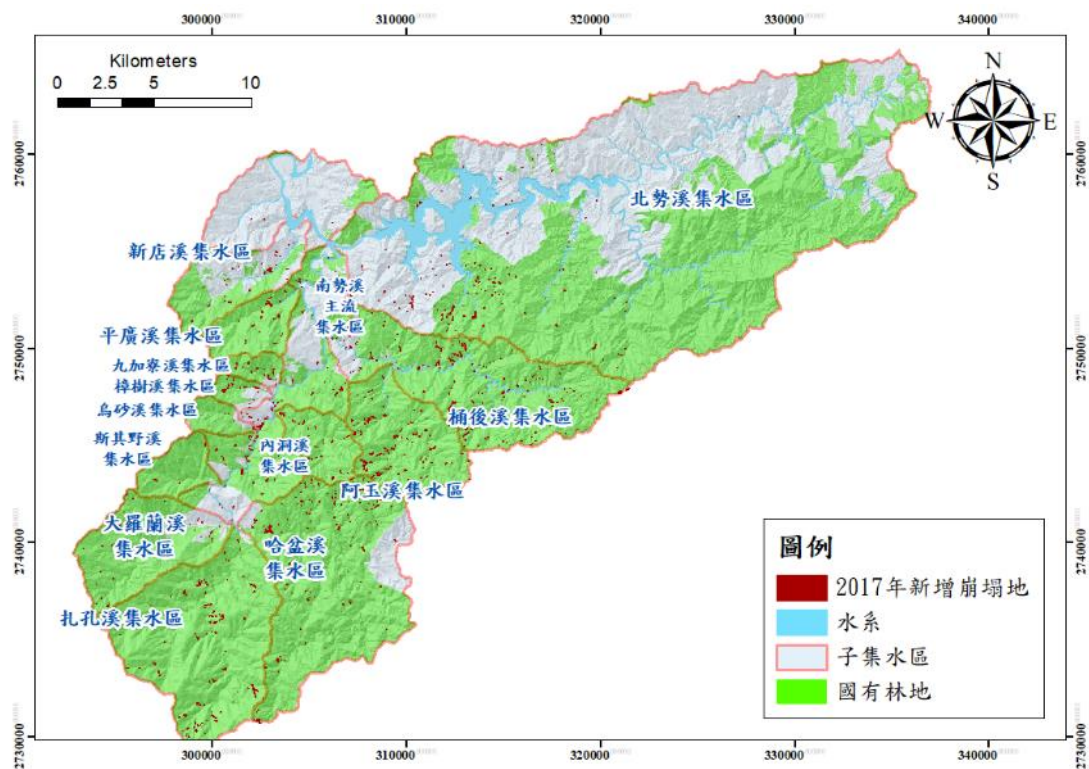
(a) 104 年新增崩塌地分佈



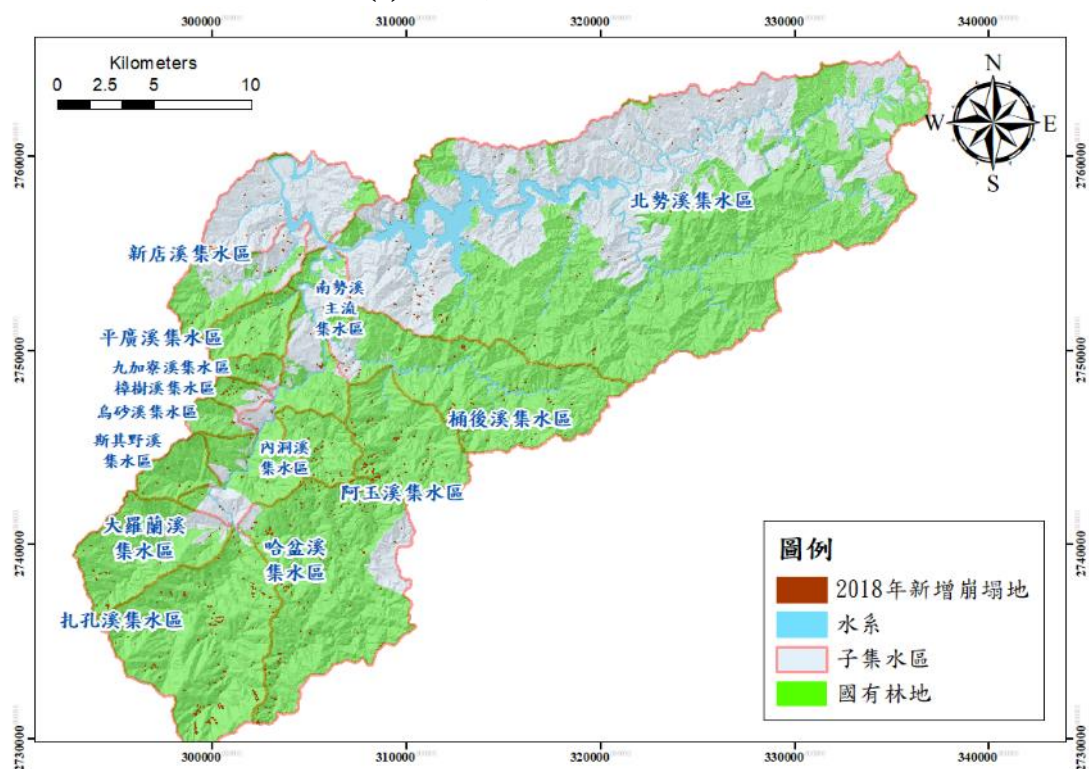
(b) 105 年新增崩塌地分佈

資料來源：本計畫繪製。

圖3-4 新店溪上游集水區新增崩塌地分佈圖



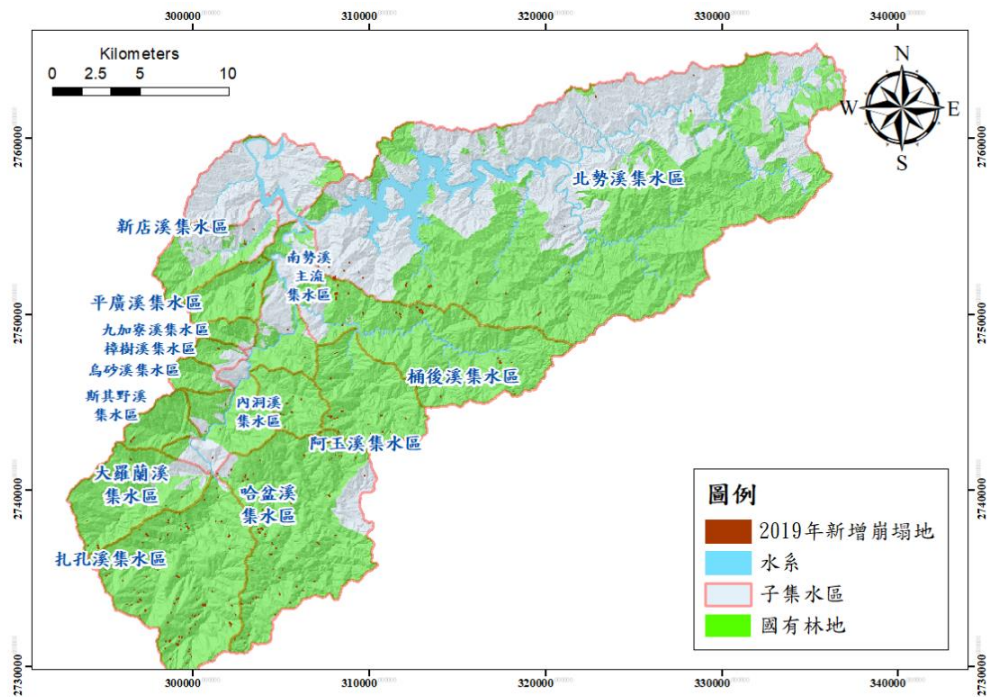
(c) 106 年新增崩塌地分佈



(d) 107 年新增崩塌地分佈

資料來源：本計畫繪製。

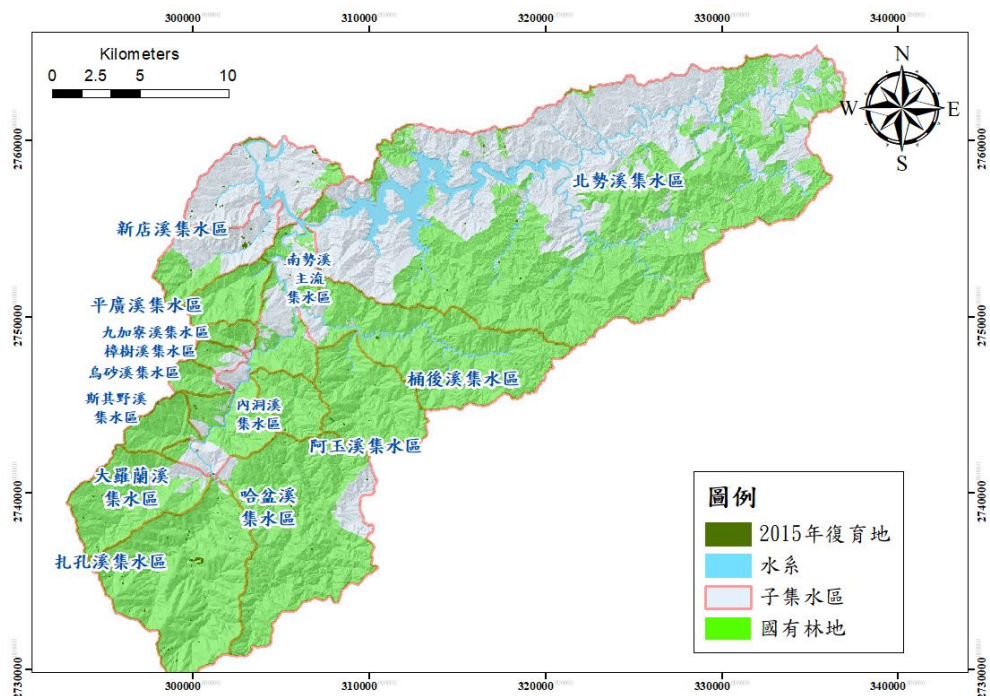
圖 3-4 新店溪上游集水區新增崩塌地分佈圖(續)



(e) 108 年新增崩塌地分佈

資料來源：本計畫繪製。

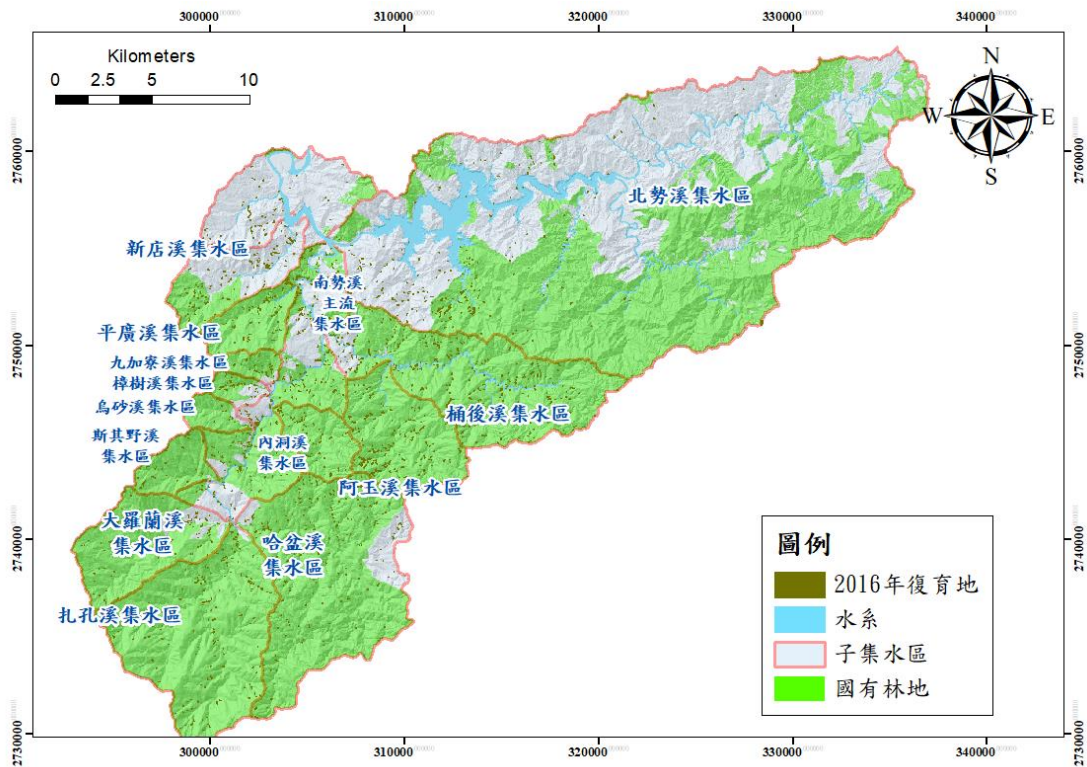
圖 3-4 新店溪上游集水區新增崩塌地分佈圖(續)



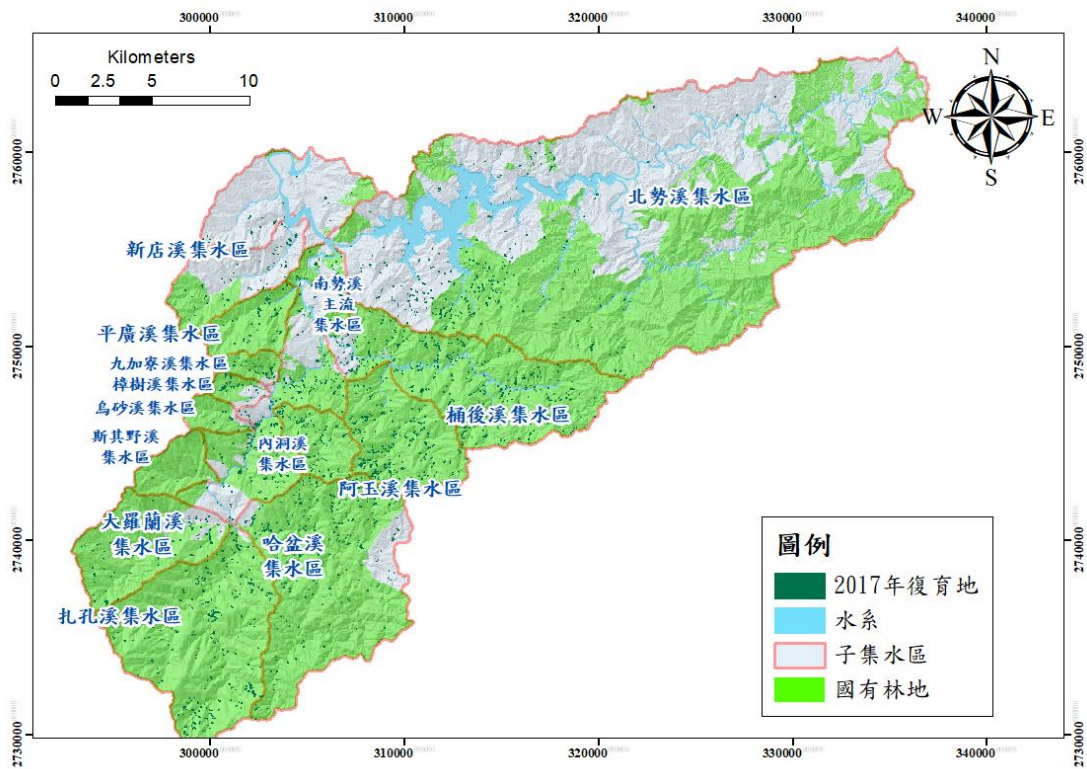
(a) 104 年復育地分佈

資料來源：本計畫繪製。

圖3-5 新店溪上游集水區復育地分佈圖



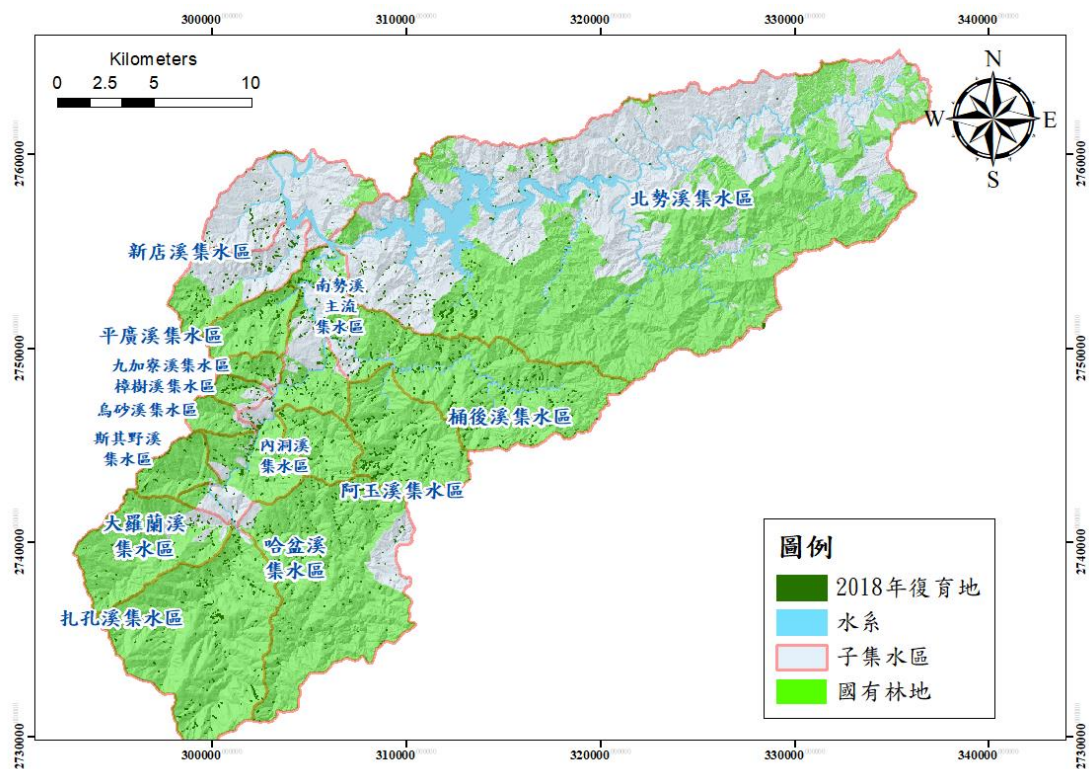
(b) 105 年復育地分佈



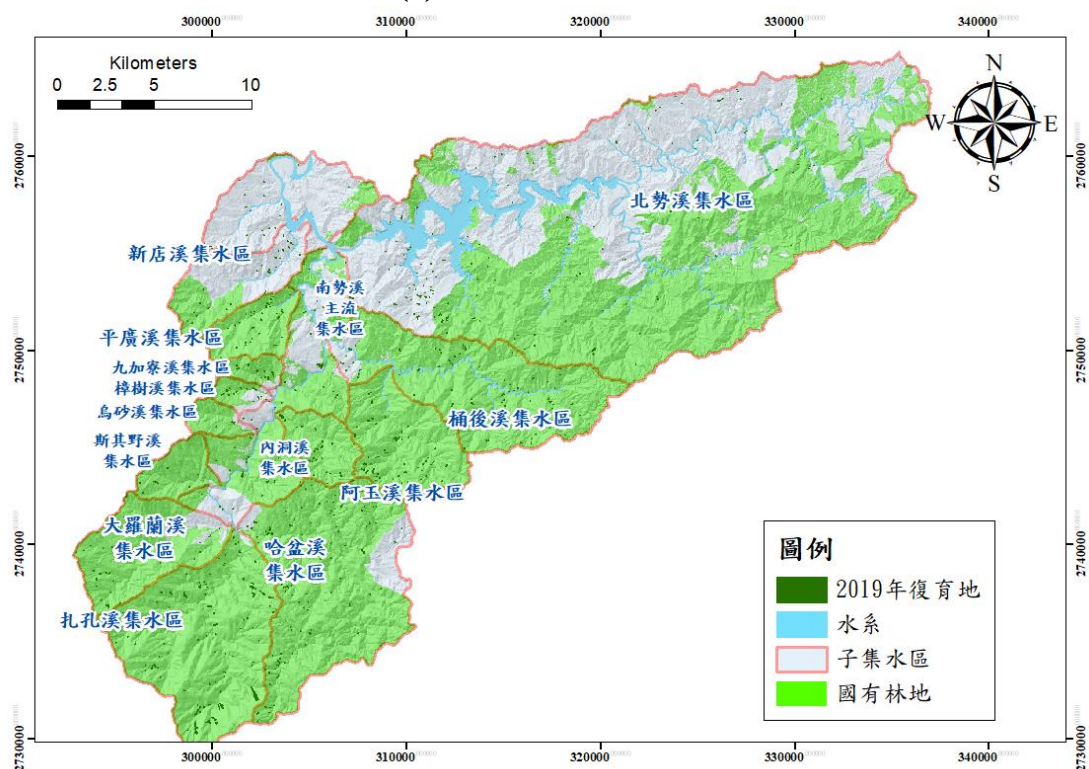
(c) 106 年復育地分佈

資料來源：本計畫繪製。

圖 3-5 新店溪上游集水區復育地分佈圖(續)



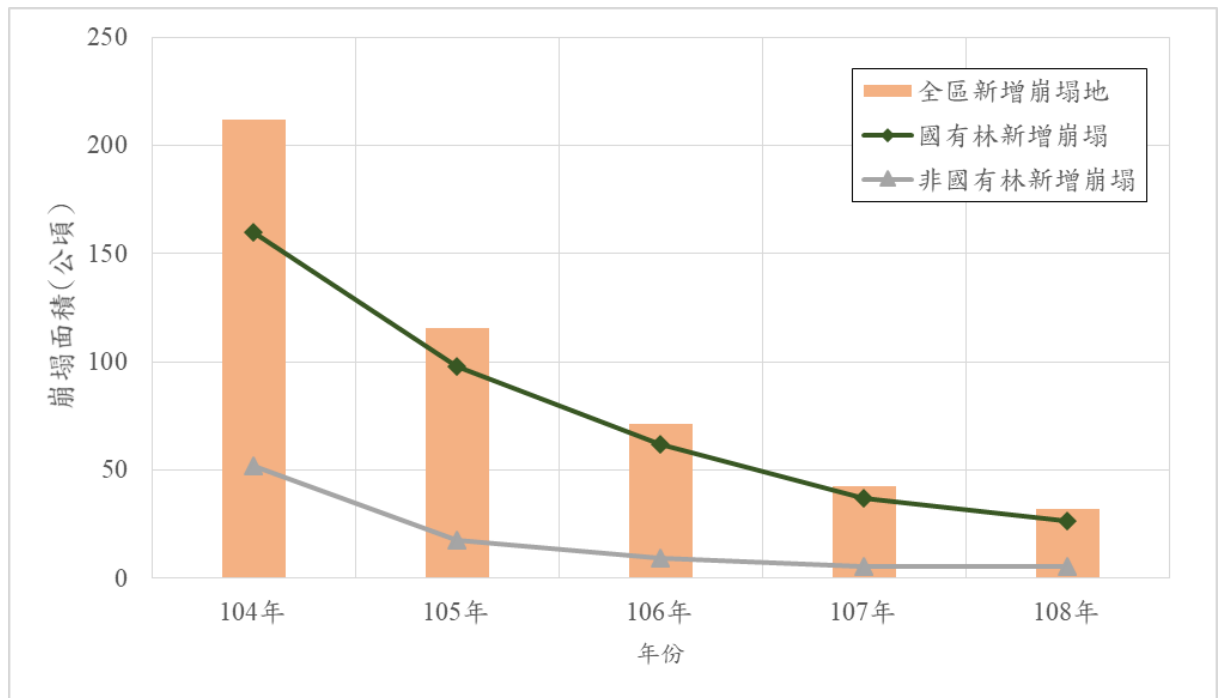
(d) 107 年復育地分佈



(e) 108 年復育地分佈

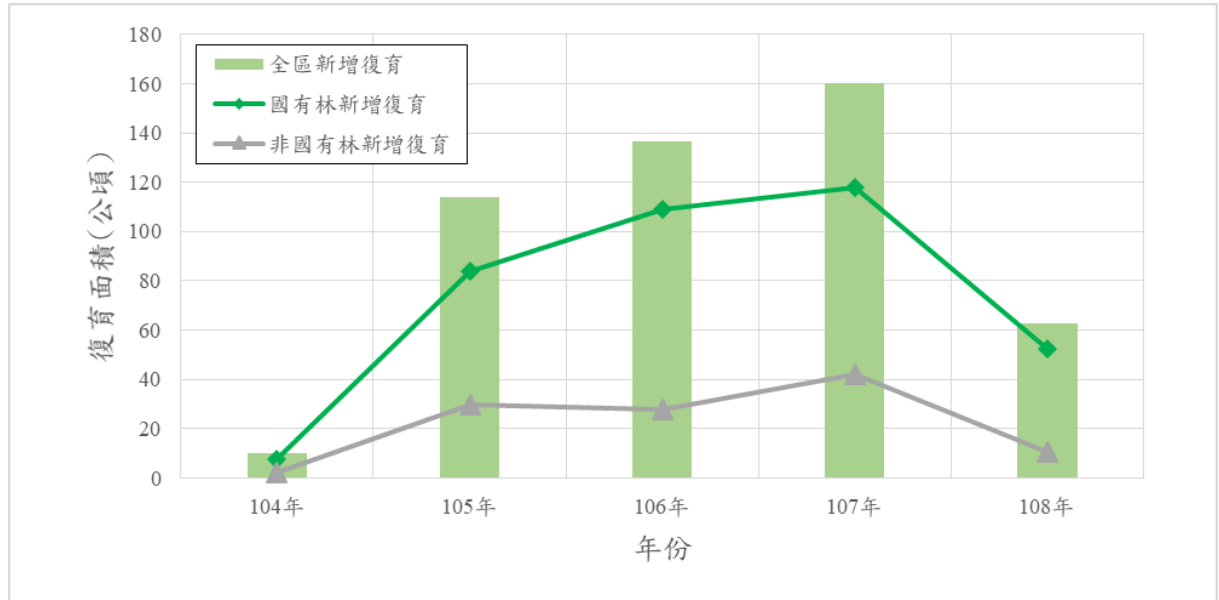
資料來源：本計畫繪製。

圖 3-5 新店溪上游集水區復育地分佈圖(續)



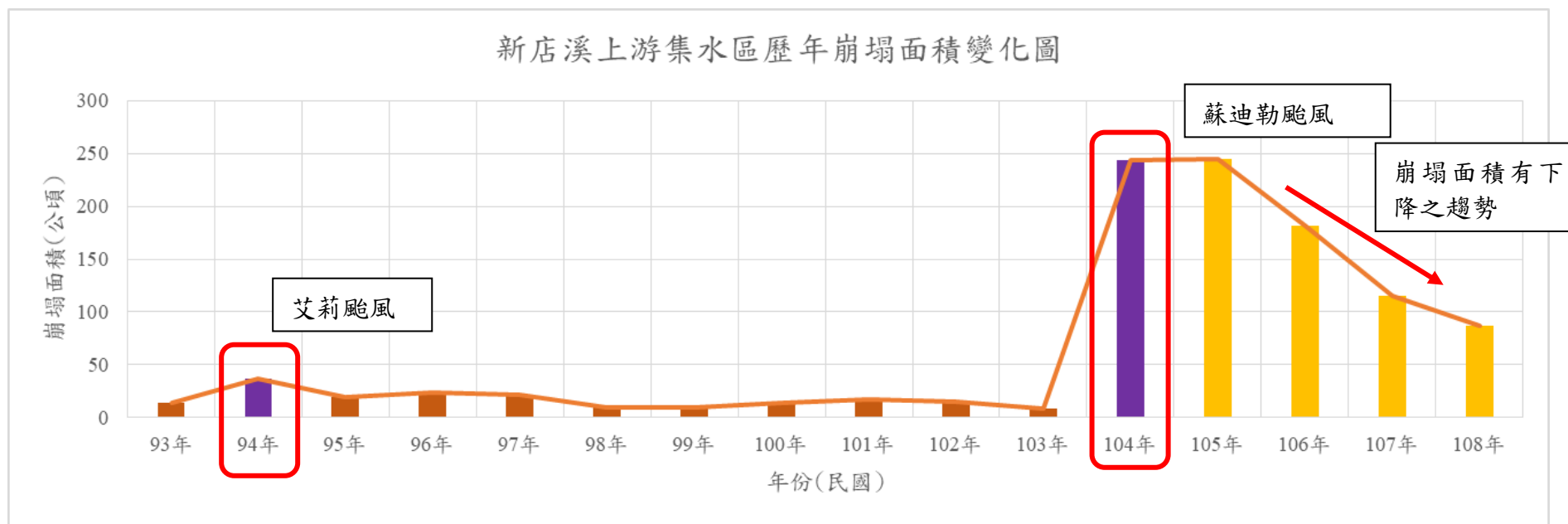
資料來源：本計畫繪製。

圖3-6 新店溪上游集水區新增崩塌面積統計圖



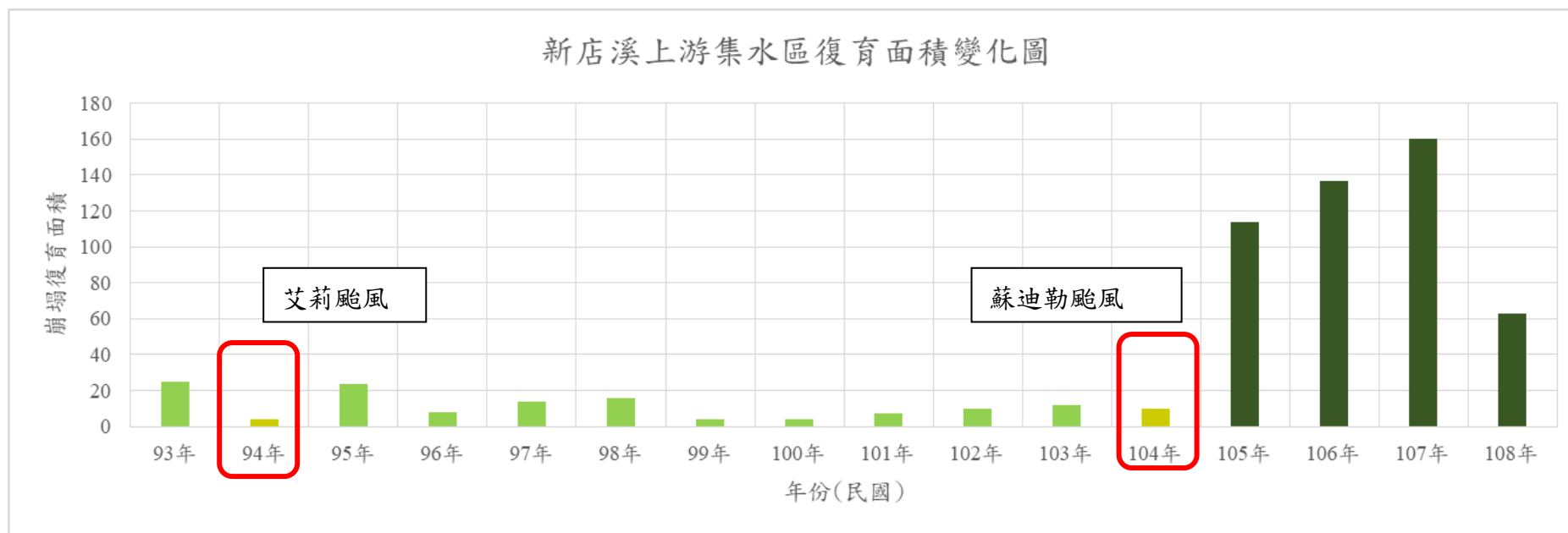
資料來源：本計畫繪製。

圖3-7 新店溪上游集水區新增復育面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-8 新店溪上游集水區歷年崩塌面積變化圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-9 新店溪上游集水區歷年復育面積變化圖

(一) 平廣溪集水區

位在新店溪上游流域北端的平廣溪集水區，平均河寬約 15~30 公尺，區內有眾多土石流潛勢溪流的分佈(分別為新北 DF255、新北 DF234、新北 DF226、新北 DF227、新北 DF091 及新北 DF224，其中新北 DF091 及新北 DF224 並非位於國有林地範圍內)，且鄰近民房，在蘇迪勒颱風時，上游沖刷土石下移，加上河岸新增多處岸坡崩塌，造成嚴重災害，目前林務局及新北市政府已進行多件溪流治理工程(工程項目見表 5-1)，保護沿岸住戶。104 年蘇迪勒颱風後，其崩塌地面積增至 14.26 公頃，新增崩塌面積則為 11.9 公頃，其中 5.28 公頃分佈於國有林，6.12 公頃分佈於非國有林 (相關統計見表 3-9)。據歷年衛照與航照分析，顯示平廣溪集水區內復育情況良好，其崩塌地主要分佈於平廣溪兩岸之邊坡，復育面積於風災次年的 105 年達到最高 10.1 公頃，復育率達 51.6%，崩塌面積亦隨即逐年減少，107 年子集水區內之崩塌面積為 2.91 公頃，新增崩塌面積則為 0.71 公頃，而 108 年的崩塌面積則為 1.76 公頃，新增崩塌面積降至 0.57 公頃。

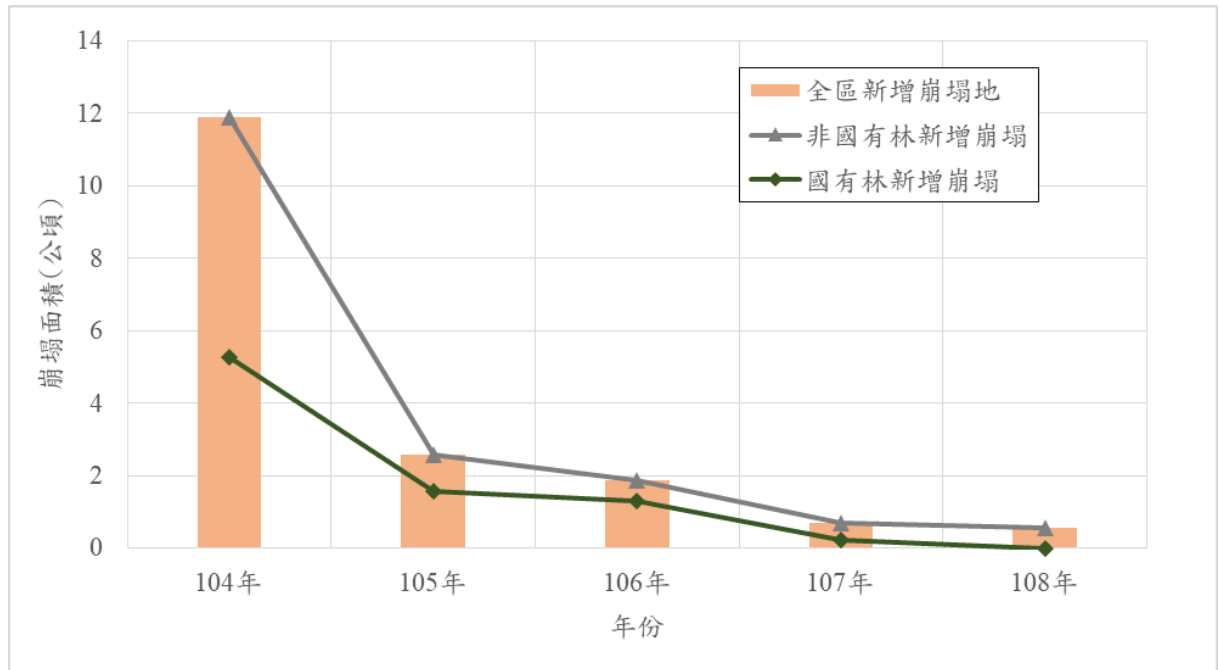
(二) 加九寮溪集水區

集水區內無車行道路，據崩塌判釋分析，加九寮溪集水區在蘇迪勒颱風後之崩塌面積為 8.47 公頃(相關統計見表 3-10)，其中新增崩塌面積為 8.41 公頃。再將相關崩塌做細部分析，發現其完全新增崩塌崩塌面積達 8.39 公頃，舊崩塌地擴大面積僅為 0.02 公頃，係當時新增崩塌面積比例較高之子集水區，(見表 3-26)，因全境位於國有林範圍內，因此無非國有林之分析。其崩塌面積於次年起開始逐年下降，在 107 年的分析，新增崩塌已降至 0.97 公頃，以舊崩塌地擴大為主，為 0.59 公頃，完全新增崩塌之面積則為 0.33，亦有 0.05 公頃為舊崩塌地復發(見表 3-29)，在 108 年全境新增崩塌面積降為 0.42 公頃，該年度已無完全新增崩塌之數據(見表 3-30)。

表3-9 平廣溪集水區崩塌地分析結果彙整表

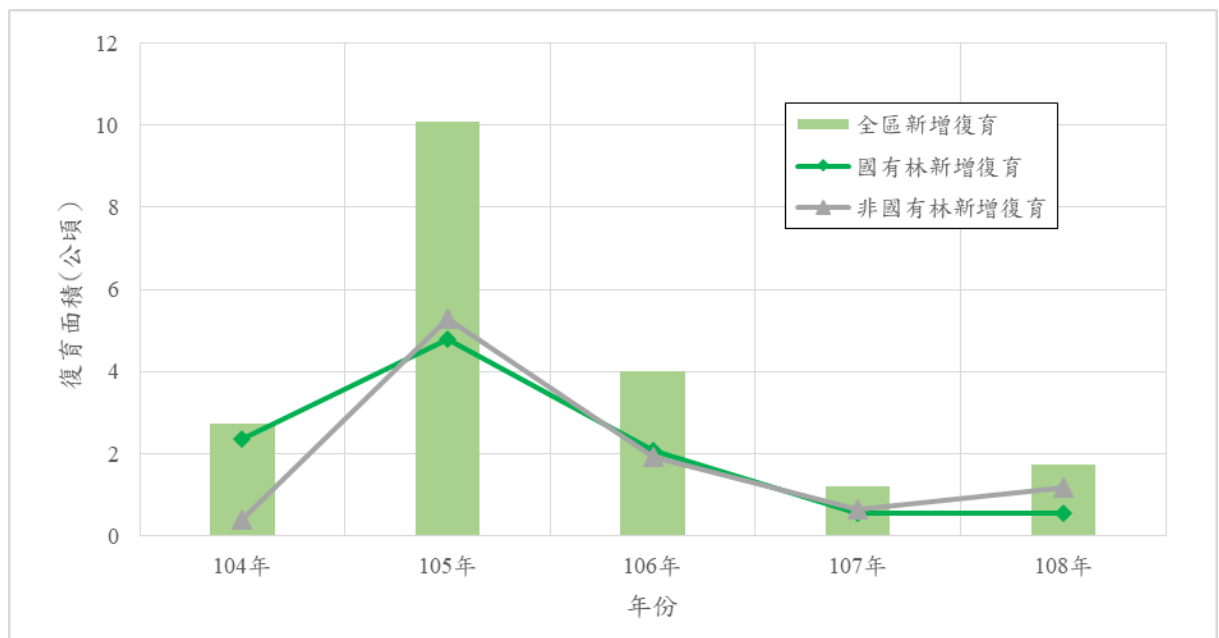
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	14.26	6.78	5.15	2.91	1.76
	崩塌率 (%)	0.70%	0.33%	0.22%	0.14%	0.09%
	新增崩塌地面積 (公頃)	11.9	2.58	1.86	0.71	0.57
	崩塌新生(增)率 (%)	0.58	0.13	0.91	0.35	0.03
	新增復育地面積 (公頃)	2.73	10.1	4.0	1.21	1.73
	復育率 (%)	-	51.6%	65.7%	69.1%	75.0%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	7.07	3.85	3.08	1.73	0
	崩塌率 (%)	0.65%	0.35%	0.28%	0.16%	0%
	新增崩塌地面積 (公頃)	5.28	1.58	1.30	0.23	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.48%	0.15%	0.12%	0.02%	0%
	新增復育地面積 (公頃)	2.34	4.80	2.07	0.56	0.56
	復育率 (%)	-	43.7%	55.9%	59.3%	63.8%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	7.19	2.93	1.51	1.18	1.76
	崩塌率 (%)	0.75%	0.31%	0.16%	0.12%	0.18%
	新增崩塌地面積 (公頃)	6.62	1.0	0.56	0.48	0.57
	崩塌新生(增)率 (%)	0.69%	0.10%	0.06%	0.05%	0.06%
	新增復育地面積 (公頃)	0.39	5.3	1.93	0.65	1.17
	復育率 (%)	-	45.1%	58.7%	61.6%	67.7%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-10 平廣溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

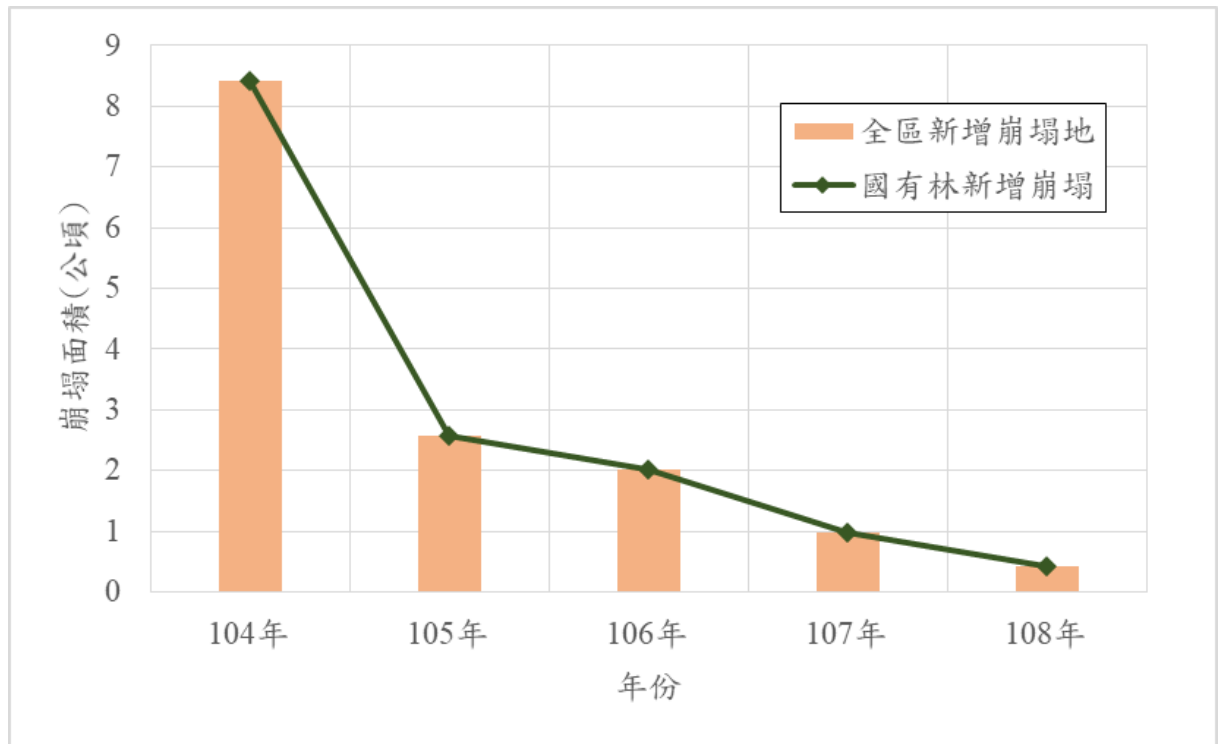
圖3-11 平廣溪集水區新增復育面積統計圖

表3-10 加九寮溪集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	8.47	6.63	5.68	3.42	1.10
	崩塌率 (%)	0.71	0.55	0.47	0.29	0.09
	新增崩塌地面積 (公頃)	8.41	2.58	2.01	0.97	0.42
	崩塌新生(增)率 (%)	0.70	0.22	0.17	0.08	0.04
	新增復育地面積 (公頃)	0.03	4.42	2.96	6.01	2.75
	復育率 (%)	-	39.0%	52.6%	92.4%	100%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	8.47	6.63	5.68	3.42	1.10
	崩塌率 (%)	0.71	0.55	0.47	0.29	0.09
	新增崩塌地面積 (公頃)	8.41	2.58	2.01	0.97	0.42
	崩塌新生(增)率 (%)	0.70	0.22	0.17	0.08	0.04
	新增復育地面積 (公頃)	0.03	4.42	2.96	6.01	2.75
	復育率 (%)	-	39.0%	52.6%	92.4%	100%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌率 (%)	-	-	-	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	-	-	-	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	復育率 (%)	-	-	-	-	-

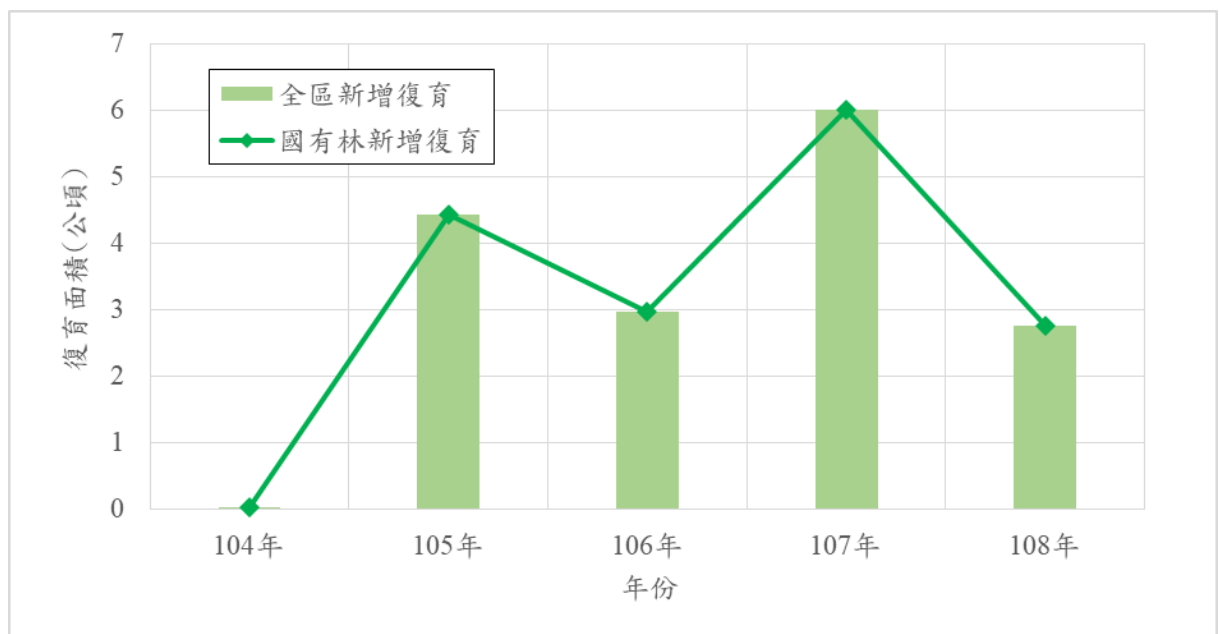
註：因加九寮溪全境位在國有林範圍內，故不統計非國有林之數據。

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-12 加九寮溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-13 加九寮溪集水區新增復育面積統計圖

(三) 樟樹溪集水區

樟樹溪下游平均河寬約 10 公尺，集水區內保全對象眾多，內有信賢部落與連接烏來市區至福山部落之北 107 線道路分佈，係區內重點關注之子集水區之一。蘇迪勒颱風時，上游新增多處崩塌，中游段民房箱涵斷面不足，導致溪流改道，土砂溢流情況發生，造成嚴重損害。

據崩塌判釋分析顯示，其崩塌面積在 104 年 3.43 公頃，於 105 年則增至 3.49 公頃(相關統計見表 3-11)，因新竹處於集水區內進行眾多治理工程(工程項目見表 5-1)，施設梳子壩、護岸及固床工抑制坡面土砂下降，穩固坡面土砂降下之情況並保護河道。崩塌面積在 106 年起開始有顯著的下降，在 108 年更降至 0.63 公頃，復育面積 107 年達到最高，為 2.04 公頃，非國有林地範圍在 107 年開始，並無再出現崩塌面積(相關崩塌與復育變化圖見圖 3-14 及圖 3-15)。

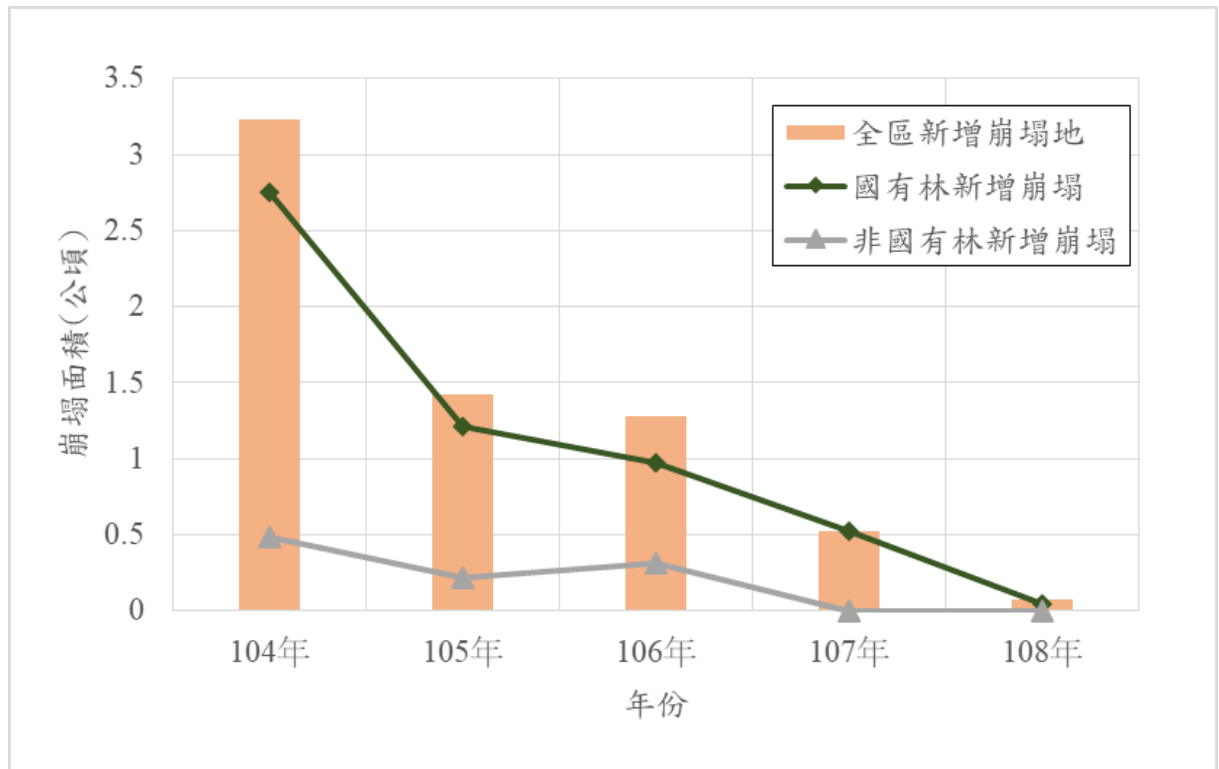
(四) 烏砂溪集水區

烏砂溪於蘇迪勒颱風期間曾發生土石流，造成烏砂溪橋箱涵堵塞，溪水及土砂漫過橋滿，堆積至北 107 線道路，而位在烏砂溪左側之大納度假農場於該次土石流發生時全毀，故在風災後，為集水區內之重點治理子集水區。

其崩塌面積於 104 年判釋為 4.31 公頃，其中新增崩塌達至 4.19 公頃(相關統計見表 3-12)。其河道上至下游經過一系列治理後(工程項目見表 5-1)。在林務局於集水區內增設梳子壩、防砂壩及護岸工程穩固邊坡土砂後，崩塌情況已有明顯降緩，集水區內的復育面積自 105 年逐年上升，在 107 年達到最高，為 2.33 公頃。在 108 年的崩塌地分析中，新增崩塌已減少至 0.18 公頃，非國有林範圍內，在 107 年並無再出現崩塌地，呈現全數復育之情況(相關崩塌與復育變化圖見圖 3-16 及圖 3-17)。

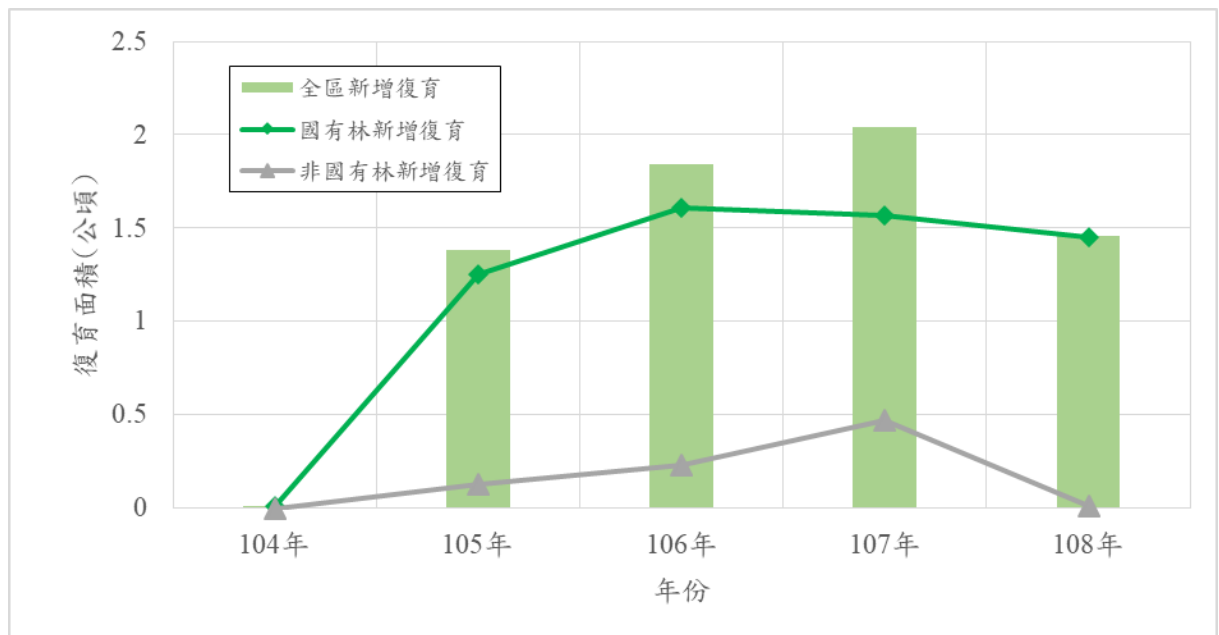
表3-11 樟樹溪集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	3.43	3.49	3.28	1.87	0.63
	崩塌率 (%)	0.805	0.819	0.697	0.439	0.148
	新增崩塌地面積 (公頃)	3.23	1.42	1.28	0.52	0.07
	崩塌新生(增)率 (%)	0.76%	0.333%	0.30%	0.12%	0.02%
	新增復育地面積 (公頃)	0.01	1.38	1.84	2.04	1.46
	復育率 (%)	-	28.4%	52.4%	79.0%	100.0%
國 有 林 範 圍 內	崩塌地面積 (公頃)	2.95	2.91	2.97	1.87	0.63
	崩塌率 (%)	0.76%	0.75%	0.76%	0.48%	0.16%
	新增崩塌地面積 (公頃)	2.75	1.21	0.97	0.52	0.04
	崩塌新生(增)率 (%)	0.71%	0.31%	0.25%	0.13%	0.01%
	新增復育地面積 (公頃)	0.01	1.25	1.61	1.57	1.45
	復育率 (%)	-	30.0%	55.6%	78.3%	100.0%
非 國 有 林 範 圍	崩塌地面積 (公頃)	0.48	0.58	0.31	0	0
	崩塌率 (%)	1.32%	1.60%	0.85%	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0.48	0.22	0.31	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	1.32%	0.61%	0.85%	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0.13	0.23	0.47	0.01
	復育率 (%)	-	18.6%	35.6%	82.2%	100.0%



資料來源：本計畫繪製。

圖3-14 樟樹溪集水區新增崩塌面積統計圖



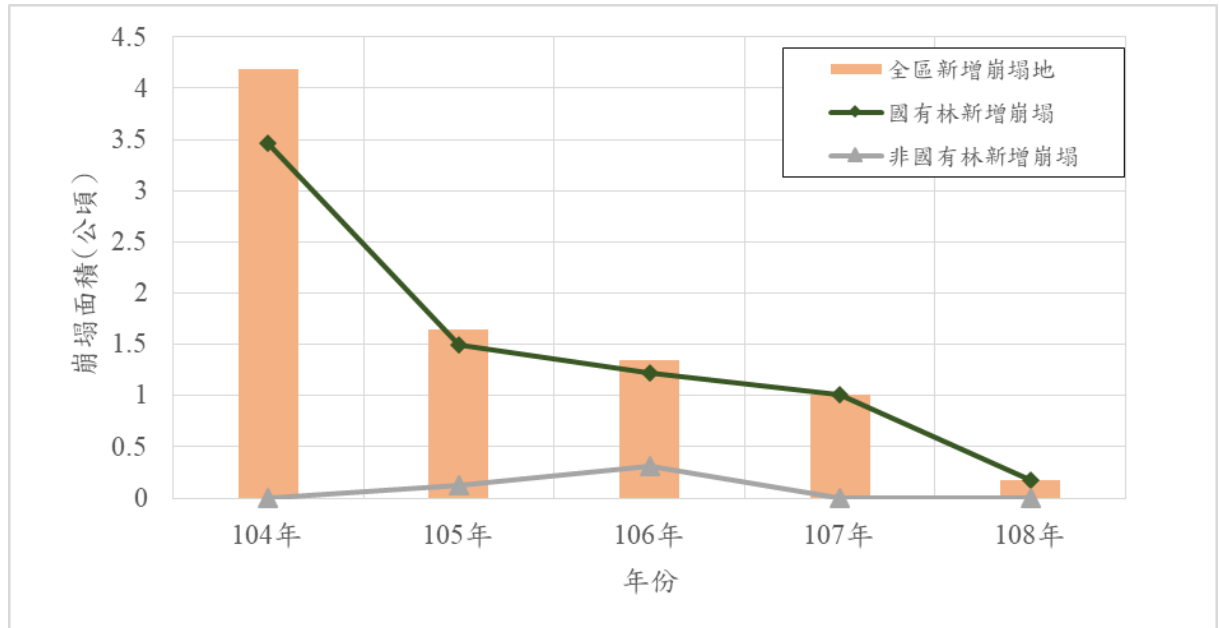
資料來源：本計畫繪製。

圖3-15 樟樹溪集水區新增復育面積統計圖

表3-12 烏砂溪集水區崩塌地分析結果彙整表

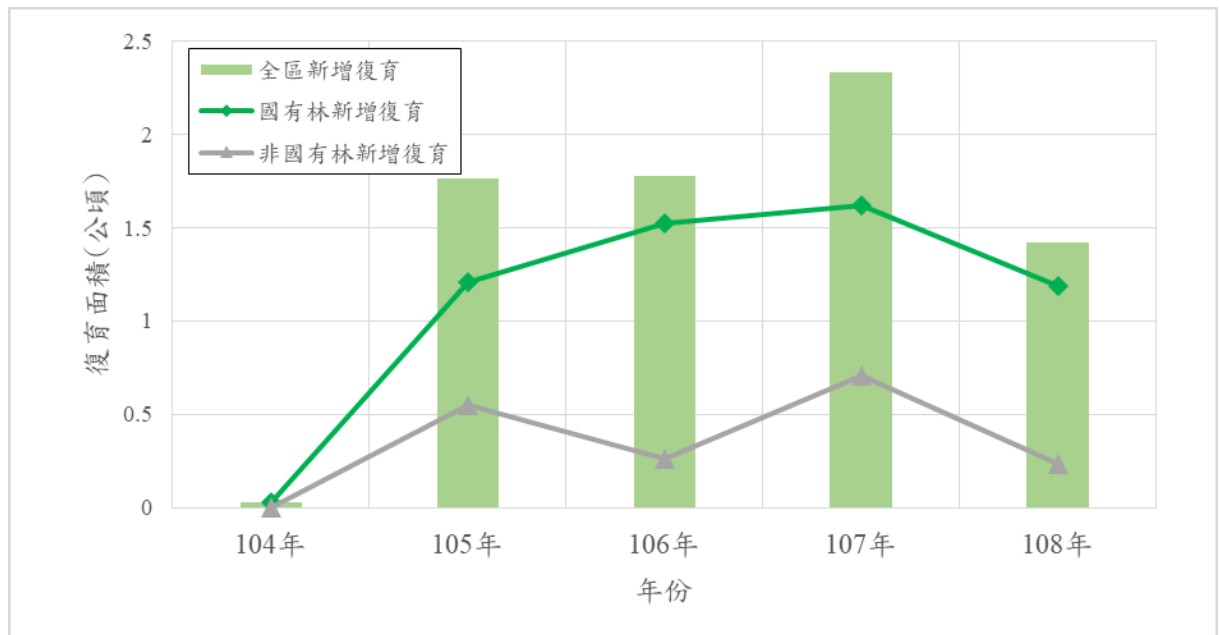
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	4.31	3.25	3.28	2.94	1.95
	崩塌率 (%)	1.12%	1.06%	0.95%	0.82%	0.51%
	新增崩塌地面積 (公頃)	4.19	1.64	1.35	1.01	0.18
	崩塌新生(增)率 (%)	1.08%	0.42%	0.35%	0.26%	0.05%
	新增復育地面積 (公頃)	0.03	1.76	1.78	2.33	1.42
	復育率 (%)	-	30.1%	49.0%	71.3%	86.6%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	3.57	2.91	2.97	2.94	1.95
	崩塌率 (%)	1.40%	1.49%	1.30%	1.16%	0.77%
	新增崩塌地面積 (公頃)	3.46	1.49	1.22	1.01	0.18
	崩塌新生(增)率 (%)	-	0.59%	0.48%	0.40%	0.07%
	新增復育地面積 (公頃)	0.03	1.21	1.52	1.62	1.19
	復育率 (%)	-	20.9%	38.2%	53.2%	66.3%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0.74	0.34	0.31	0	0
	崩塌率 (%)	0.56%	0.26%	0.24%	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0.73	0.13	0.31	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.55%	0.10%	0.24%	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0.55	0.26	0.71	0.23
	復育率 (%)	-	51.7%	60.2%	84.7%	100%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-16 烏砂溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-17 烏砂溪集水區新增復育面積統計圖

(五) 內洞溪集水區

內洞溪河寬約 20 公尺，在蘇迪勒颱風期間有大型崩塌事件發生，104 年之崩塌面積為 8.04 公頃，於 105 年，歷經尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風過境之影響，集水區內崩塌地面積進一步增加至 9.84 公頃(相關統計見表 3-13)，嚴重破壞區內內洞森林遊樂區及內洞林道之各項設施，目前新竹林管處已進行治理工程(工程項目見表 5-1)，修復風災後被損壞的護岸，一併進行內洞森林遊樂區景觀設施修復。

105 年後，臺灣北部地區並無再發生大型降雨事件，內洞集水區亦開始呈現良好復育情況，其復育面積在 106 年達到最高，為 5.06 公頃，之後因區內崩塌面積減少，故所統計之新增復育面積亦隨即趨緩，顯示集水區內之邊坡開始顯示穩定之狀態(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-18 及圖 3-19)。因內洞溪全境皆位在國有林範圍內，故無非國有林之數據。

(六) 五重溪集水區

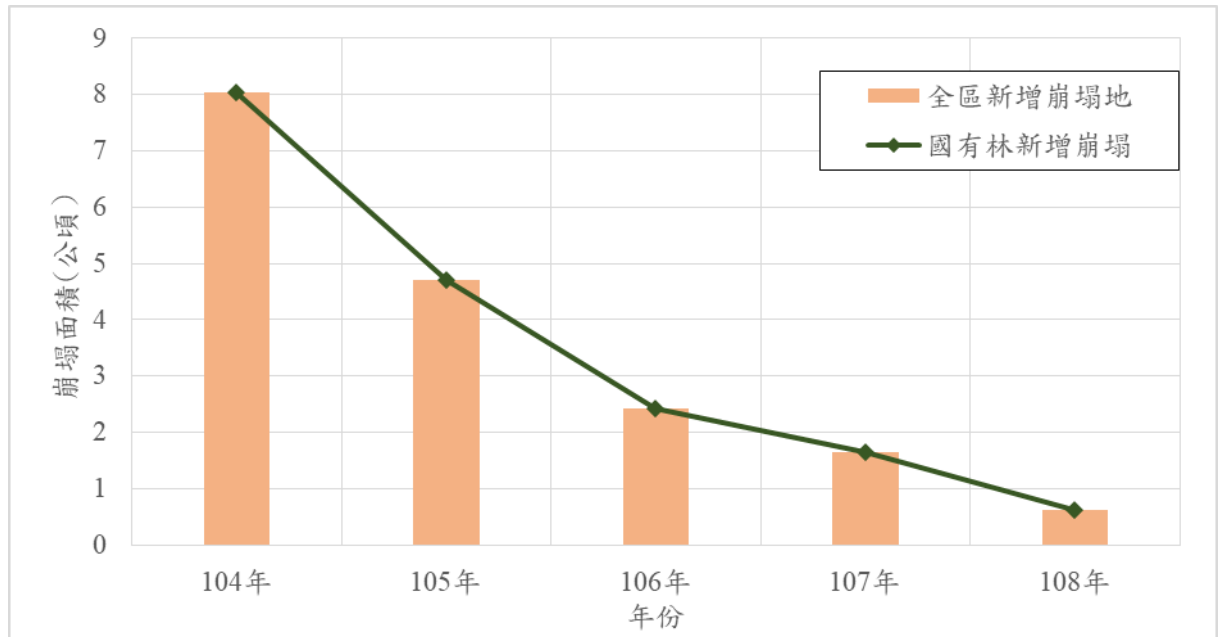
五重溪下游即為著名之蘭吼瀑布，溪寬約 10 公尺，溪床巨石堆積，目前因下游有零星住宅及養殖漁場分佈，五重溪橋下游兩岸已施設 RC 擋牆及系列跌水工保護。區內崩塌面積在 104 年最高，為 1.38 公頃，崩塌率達 0.29%，其中國有林範圍內為 0.93 公頃，非國有林範圍為 0.45 公頃(見表 3-14)，亦為當時新店溪上游完新增崩塌面積佔比較高之子集水區之一(相關統計見表 3-26)。105 年梅姬颱風後造成五重溪右岸崩塌，落石影響北 107 線道路的通行，之後集水區內之復育情況良好，新增崩塌面積逐年減少，在 108 年的崩塌地分析結果顯示，區內之所有崩塌地已全數復育(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-20 及圖 3-21)。

表3-13 內洞溪集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	8.04	9.84	7.20	5.89	3.11
	崩塌率 (%)	0.76%	0.87%	0.63%	0.52%	0.27%
	新增崩塌地面積 (公頃)	8.04	4.70	2.42	1.64	0.62
	崩塌新生(增)率 (%)	0.71%	0.41%	0.21%	0.14%	0.05%
	新增復育地面積 (公頃)	0.14	3.52	5.06	4.58	3.40
	復育率 (%)	-	26.1%	53.9%	74.9%	91.0%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	8.66	9.84	7.20	5.89	3.11
	崩塌率 (%)	0.76%	0.87%	0.63%	0.52%	0.27%
	新增崩塌地面積 (公頃)	8.04	4.70	2.42	1.64	0.62
	崩塌新生(增)率 (%)	0.71%	0.41%	0.21%	0.14%	0.06%
	新增復育地面積 (公頃)	0.14	3.52	5.06	4.58	3.40
	復育率 (%)	-	26.1%	53.9%	74.9%	91.0%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌率 (%)	-	-	-	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	-	-	-	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	復育率 (%)	-	-	-	-	-

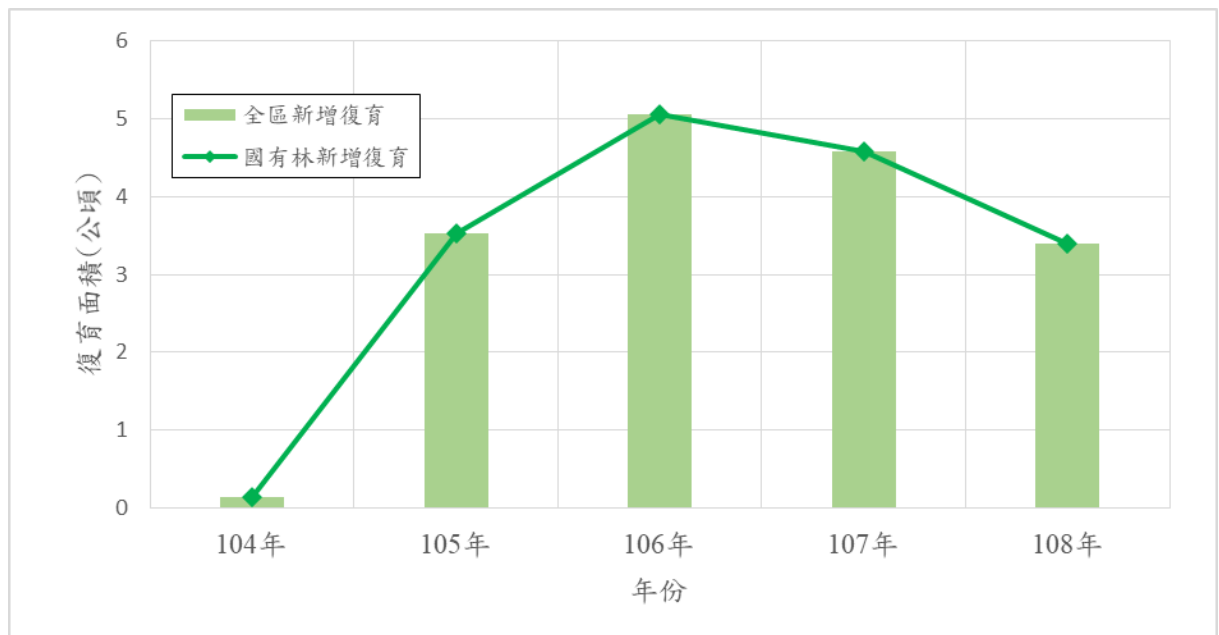
註：因內洞溪全境位在國有林範圍內，故不統計非國有林之數據。

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-18 內洞溪集水區新增崩塌面積統計圖



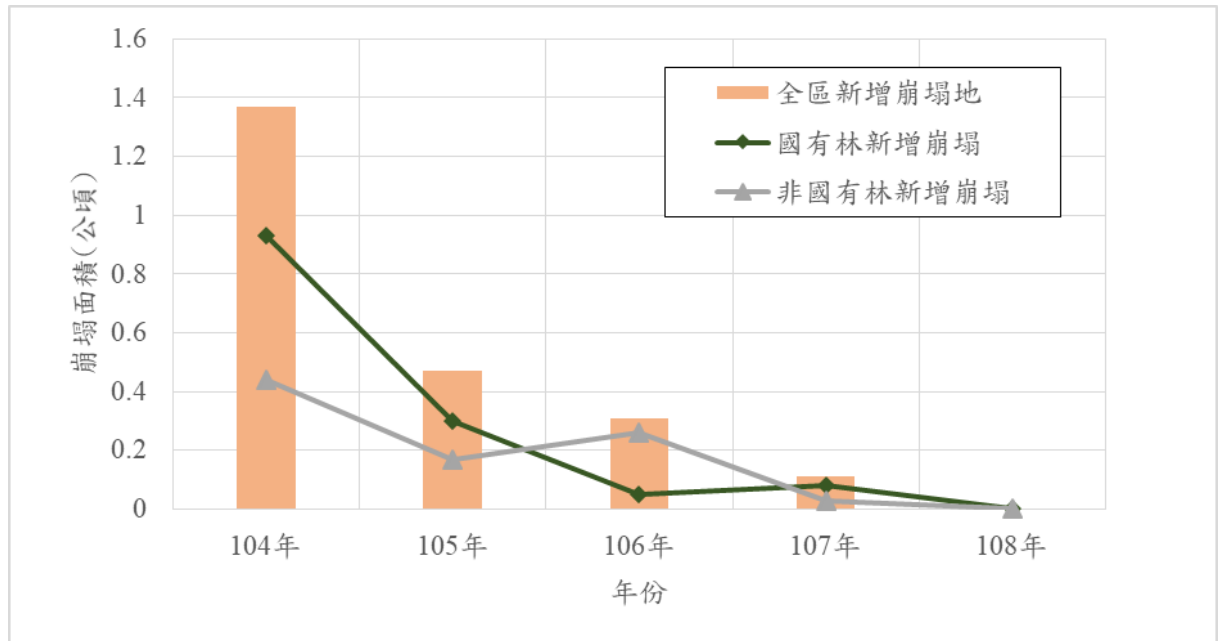
資料來源：本計畫繪製。

圖3-19 內洞溪集水區新增復育面積統計圖

表3-14 五重溪集水區崩塌地分析結果彙整表

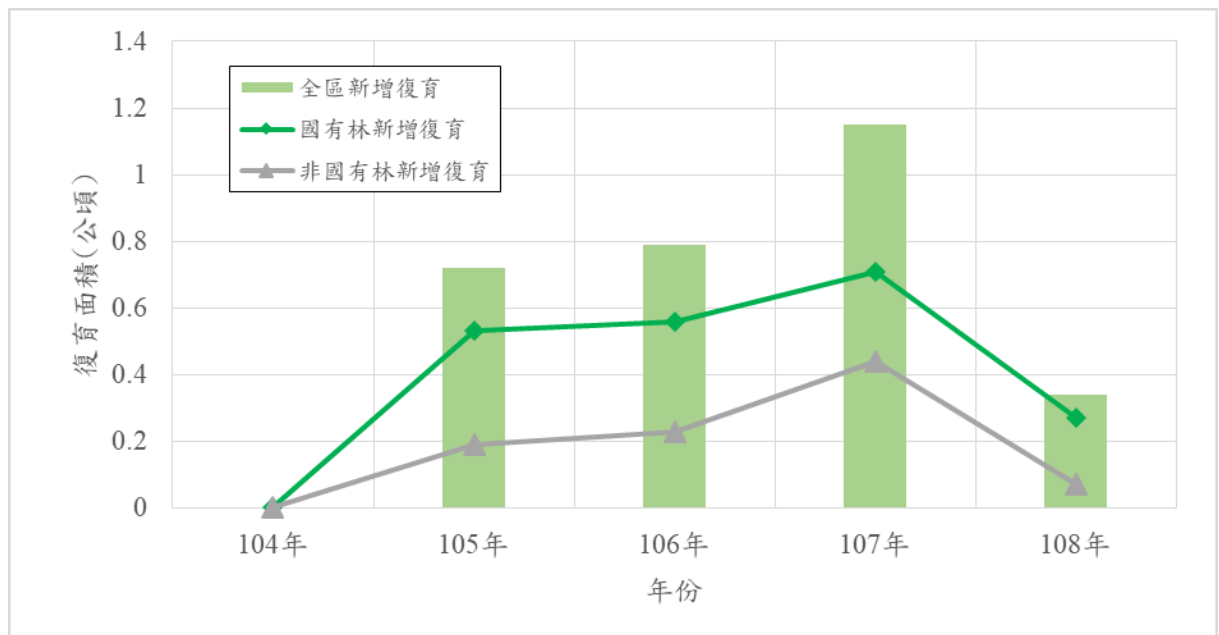
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	1.38	0.87	0.64	0.34	0
	崩塌率 (%)	0.29%	0.18%	0.14%	0.06%	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	1.37	0.47	0.31	0.11	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.29%	0.10%	0.07%	0.02%	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0.72	0.79	1.15	0.34
	復育率 (%)	-	36.3%	64.4%	93.9%	100%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	0.93	0.70	0.19	0.27	0
	崩塌率 (%)	0.22	0.17	0.06	0.08	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0.93	0.30	0.05	0.08	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.22%	0.07%	0.01%	0.02%	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0.53	0.56	0.71	0.27
	復育率 (%)	-	40.1%	80.2%	94.9%	100%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0.45	0.17	0.45	0.07	0
	崩塌率 (%)	0.97%	0.37%	0.97%	0.15%	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0.44	0.17	0.26	0.03	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.94%	0.37%	0.56%	0.06%	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0.72	0.79	1.15	0.07
	復育率 (%)	-	58.8%	68.9%	88.9%	100%

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製。

圖3-20 五重溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-21 五重溪集水區新增復育面積統計圖

(七) 斯其野溪集水區

斯其野溪多為開發程度低，於蘇迪勒颱風前，區內崩塌數量稀少，在 104 年的分析中，崩塌溪崩塌增至 2.11 公頃，崩塌率達 0.23(見表 3-15)。104 年度的新增崩塌地分析中，以完全新增崩塌地佔最多，為 1.79 公頃，舊崩塌地擴大之面積則為 0.09 公頃(見表 3-26)。之後，集水區內之復育情況良好，上游林地覆蓋良好，新增崩塌面積逐年減少(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-22 及圖 3-23)，但在 107 年及 108 年的分析，完全新增崩塌出現微幅上漲之情況(見表 3-29 及表 3-30)，但崩塌面積並不大，因此仍為新店溪上游集水區內，崩塌面積數量較少之集水區之一。

(八) 札孔溪集水區

札孔溪位處新店溪上游集水區南部，溪流寬度約 15~25 公尺，經歷年統計分析顯示係崩塌面積較高之子集水區，其新增崩塌面積自 105 年起，一直位居各子集水區前三之列，東札孔溪 60 林班地之大崩塌地(重點崩塌地編號 99)亦為新店溪流域內，裸露面積最大之崩塌地，於 108 年，其崩塌面積仍為 9.61 公頃，佔集水區佔比為 41.21%。

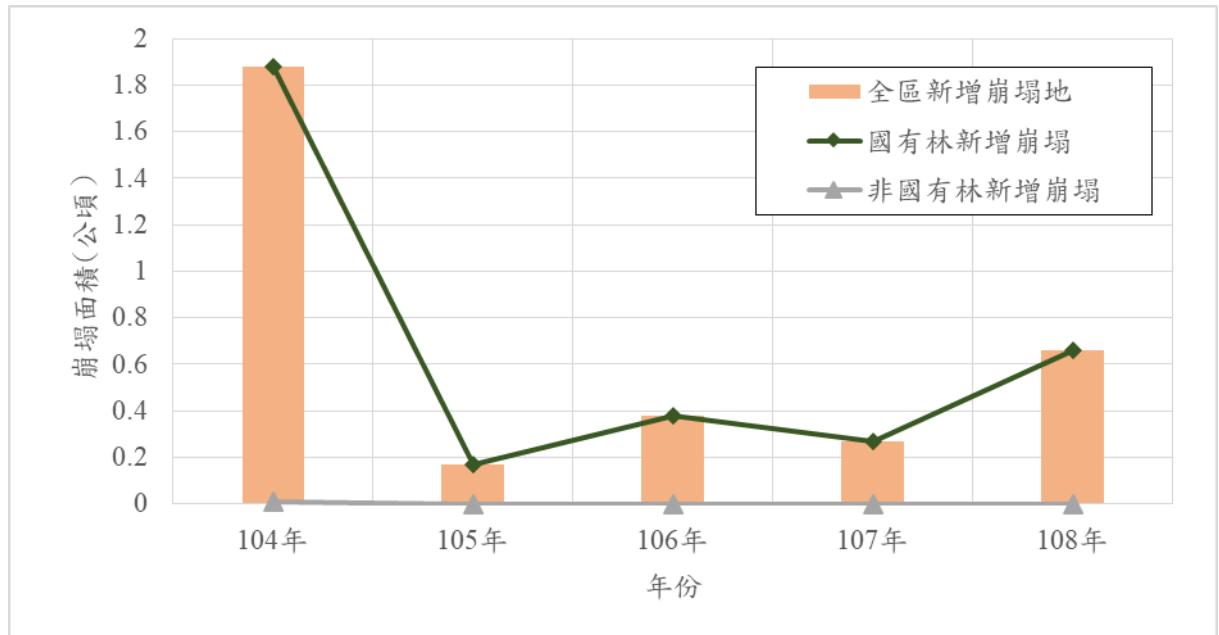
札孔溪因位在新店溪最上游，集水區內並無車行道路，因此開發程度低，但因地勢較為險峻，故易受風雨影響而出現新增崩塌地，105 年歷經尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風過境之影響，新增崩塌地面積增至 17.22 公頃，其中以舊崩塌地擴大為主，達 9.10 公頃，其次為完全新增崩塌，面積為 7.77 公頃(見表 3-27)，105 年後，因無大型颱風侵襲臺灣北部地區，區內崩塌地面積開始出現穩定下降之情況，新增復育面積亦有所上升(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-24 及圖 3-25)，顯示邊坡情況有所穩定，植被復育情況良好。

表3-15 斯其野溪集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	2.11	0.58	0.77	0.85	0.87
	崩塌率 (%)	0.23%	0.06%	0.09%	0.09%	0.10%
	新增崩塌地面積 (公頃)	1.88	0.17	0.31	0.27	0.66
	崩塌新生(增)率 (%)	0.21%	0.10%	0.07%	0.03%	0.07%
	新增復育地面積 (公頃)	0.40	1.57	0.2	1.52	0.65
	復育率 (%)	-	56.8%	58.0%	98.0%	99.5%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	1.98	0.58	0.77	0.85	0.87
	崩塌率 (%)	0.22%	0.07%	0.09%	0.10%	0.10%
	新增崩塌地面積 (公頃)	1.88	0.17	0.38	0.27	0.66
	崩塌新生(增)率 (%)	0.21%	0.02%	0.04%	0.03%	0.07%
	新增復育地面積 (公頃)	0.4	1.57	0.20	1.39	0.65
	復育率 (%)	-	61.6%	60.4%	98.0%	99.6%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0.13	0	0	0	0
	崩塌率 (%)	1.87%	-	-	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0.01	0	0	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.14%	-	-	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0.13	0	0	0
	復育率 (%)	-	100%	-	-	-

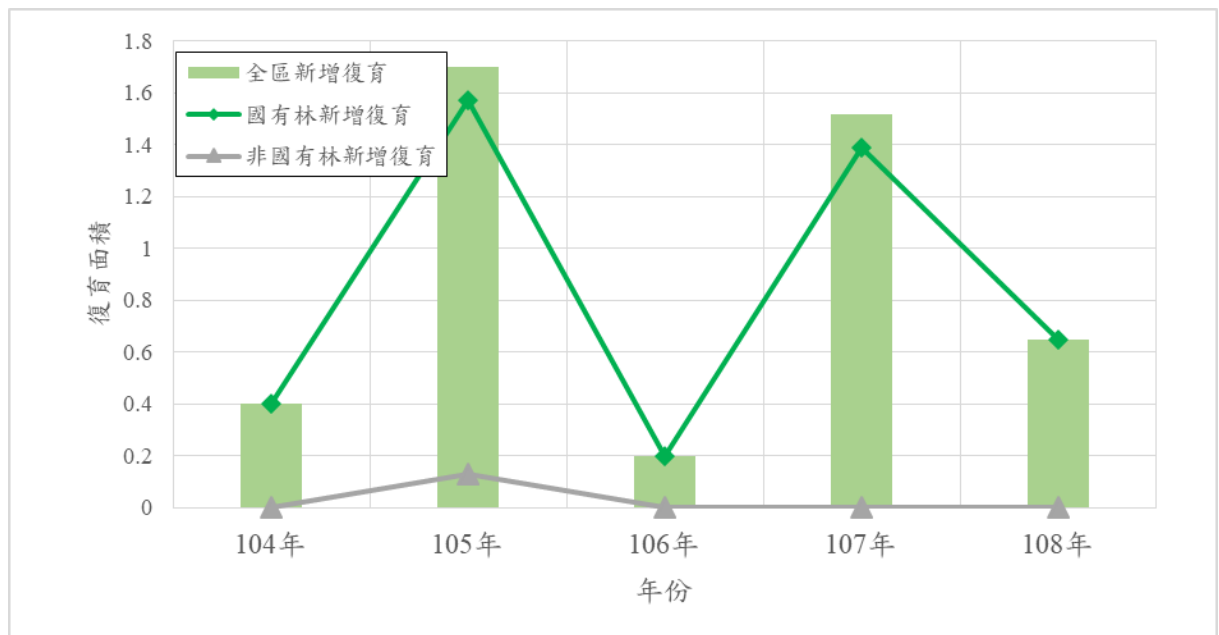
註：因五重溪全境位在國有林範圍內，故不統計非國有林之數據。

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-22 斯其野溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

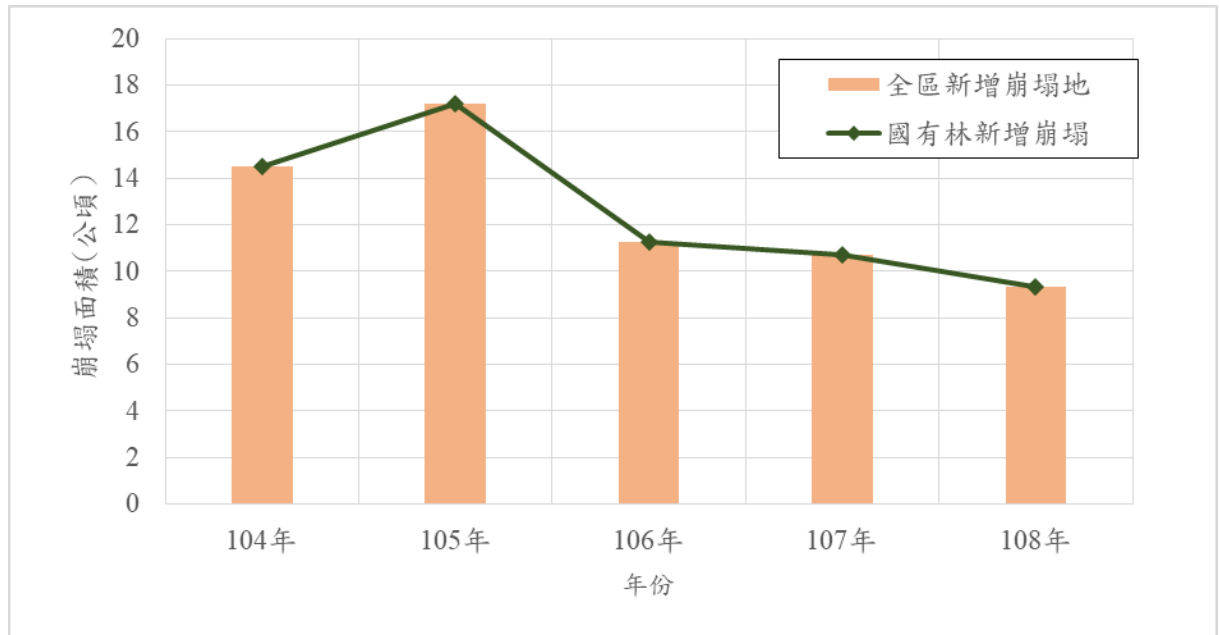
圖3-23 斯其野溪集水區新增復育面積統計圖

表3-16 札孔溪集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	32.32	41.72	33.87	29.60	23.31
	崩塌率 (%)	0.53%	0.68%	0.55%	0.48%	0.38%
	新增崩塌地面積 (公頃)	14.53	17.22	11.26	10.69	9.33
	崩塌新生(增)率 (%)	0.24	0.28	0.19	0.18	0.15
	新增復育地面積 (公頃)	2.51	7.82	19.11	13.76	15.60
	復育率 (%)	-	15.0%	42.6%	55.0%	67.6%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	32.32	41.72	33.87	29.6	23.31
	崩塌率 (%)	0.53%	0.69%	0.56%	0.49%	0.38%
	新增崩塌地面積 (公頃)	14.53	17.22	11.26	10.69	9.33
	崩塌新生(增)率 (%)	0.24%	0.28%	0.19%	0.18%	0.15%
	新增復育地面積 (公頃)	2.51	7.82	19.11	13.76	15.60
	復育率 (%)	-	15.0%	42.6%	55.0%	67.6%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌率 (%)	-	-	-	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	-	-	-	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	復育率 (%)	-	-	-	-	-

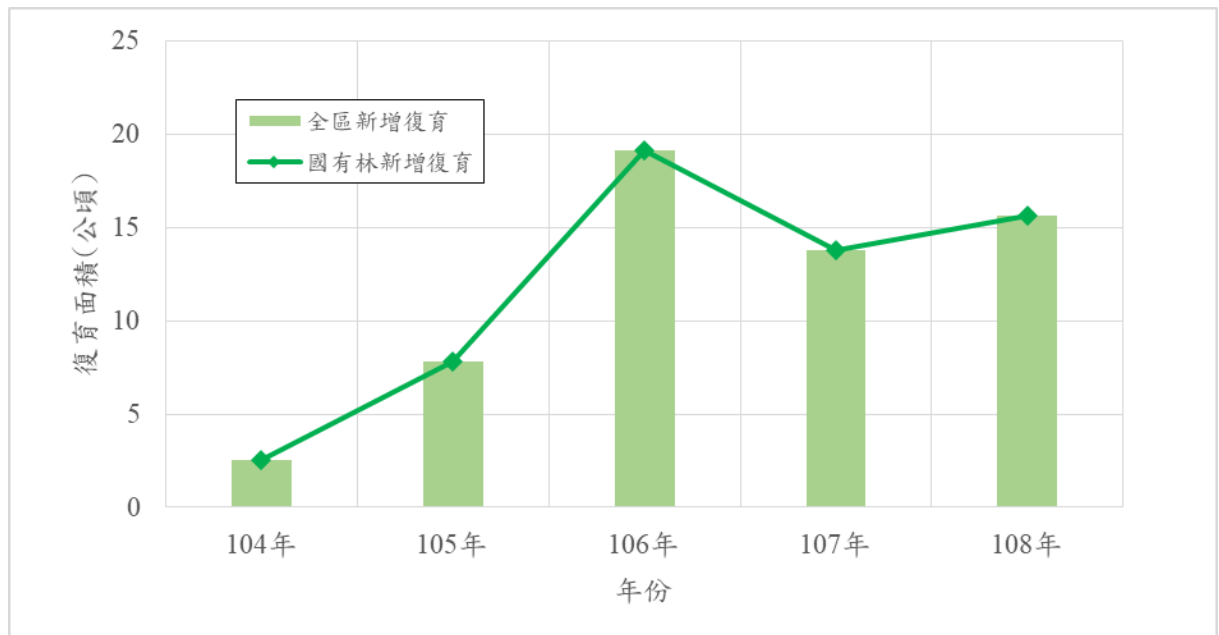
註：因札孔溪全境位在國有林範圍內，故不統計非國有林之數據。

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-24 札孔溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-25 札孔溪集水區新增復育面積統計圖

(九) 大羅蘭溪集水區

大羅蘭溪位處新店溪上游集水區西南部，河寬約 15~40 公尺，屬於較上游之子集水區之一，於福山部落與南勢溪主流匯合，人口集中於馬岸及福山部落，其下游已施設 RC 護岸及防砂壩保護，其他國有林範圍內多無車行道路且無保全對象，開發程度低。

經歷年分析，其崩塌面積在蘇迪勒颱風後之 104 年為最高，達 9.27 公頃，崩塌率為 0.324%(見表 3-17)，之後每年崩塌面積亦有穩定下降的情況；在 107 年的分析，其崩塌面積為 5.49 公頃(崩塌率 0.10%)，108 年則降至 4.15 公頃(崩塌率 0.06%)，非國有林範圍內之崩塌地亦已全數復育(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-26 及圖 3-27)。

(十) 哈盆溪集水區

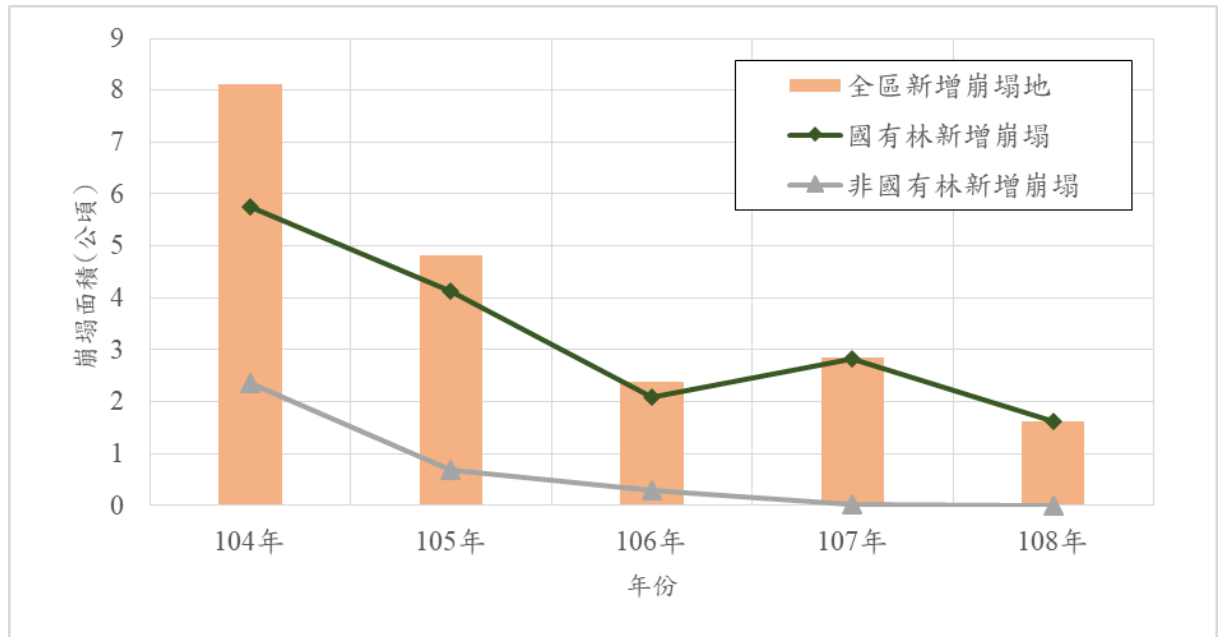
哈盆溪為南勢溪主流之上游河段，全區為天然林相且無人為開發，蘇迪勒颱風後，崩塌面積為 23.87 公頃，新增崩塌面積為 22.56 公頃(見表 3-18)，其中 20.94 為完全新增崩塌(見表 3-26)；於 105 年區內崩塌地持續擴大至 26.26 公頃，該年度崩塌則以舊崩塌地擴大為主，達 9.51 公頃(見表 3-27)。之後，區內之新增崩塌數量在穩定下降中(見圖 3-28)。

105 年起，哈盆溪區內之復育地面積亦有所上升，於 106 年至 108 年復育地持續擴大中(見表 3-31)，顯示集水區內復育情況良好。

表3-17 大羅蘭溪集水區崩塌地分析結果彙整表

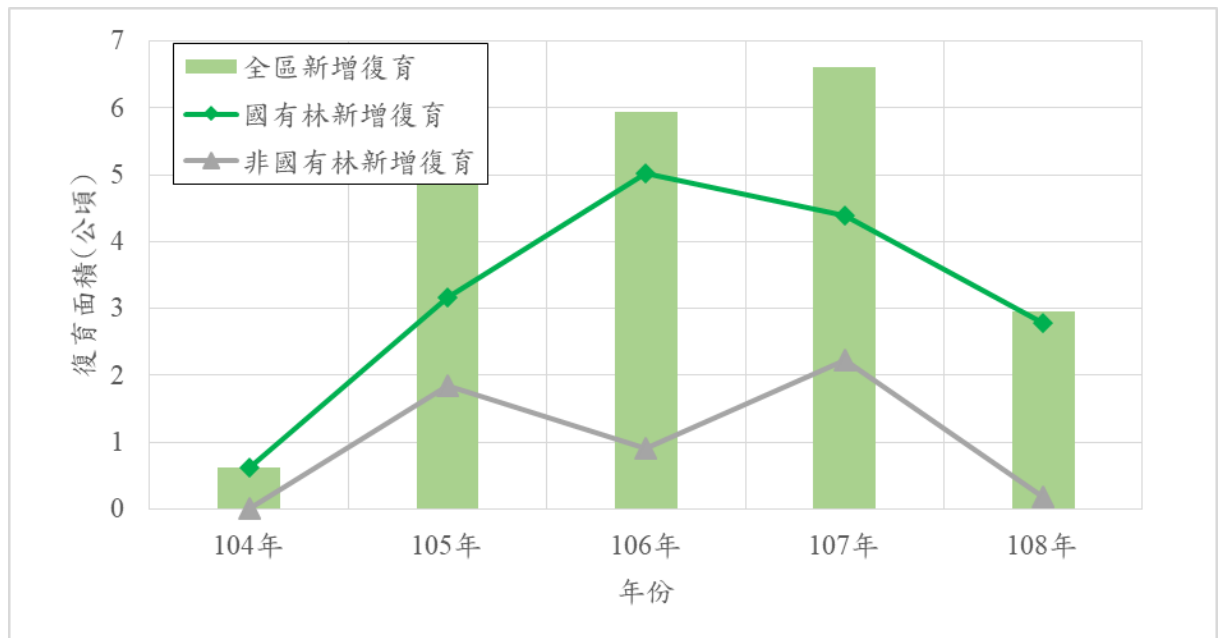
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	9.27	9.05	5.53	5.49	4.15
	崩塌率 (%)	0.32%	0.32%	0.19%	0.19%	0.15%
	新增崩塌地面積 (公頃)	8.11	4.82	2.39	2.85	1.62
	崩塌新生(增)率 (%)	0.28%	0.17%	0.08%	0.10%	0.06%
	新增復育地面積 (公頃)	0.62	5.01	5.94	6.61	2.96
	復育率 (%)	-	34.0%	64.0%	88.0%	95.1%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	6.92	7.89	4.96	5.33	4.15
	崩塌率 (%)	0.27%	0.31%	0.19%	0.22%	0.15%
	新增崩塌地面積 (公頃)	5.76	4.13	2.09	2.82	1.62
	崩塌新生(增)率 (%)	-	27.1%	59.4%	75.8%	84.3%
	新增復育地面積 (公頃)	0.62	3.17	5.03	4.38	2.79
	復育率 (%)	0.02%	0.18%	0.21%	0.23%	0.11%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	2.35	1.16	0.57	0.16	0
	崩塌率 (%)	0.76%	0.38%	0.19%	0.05%	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	2.35	0.68	0.30	0.03	0
	崩塌新生(增)率 (%)	0.76%	0.22%	0.10%	0.01%	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	1.84	0.91	2.23	0.16
	復育率 (%)	-	57.2%	76.3%	93.5%	100%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-26 大羅蘭溪集水區新增崩塌面積統計圖



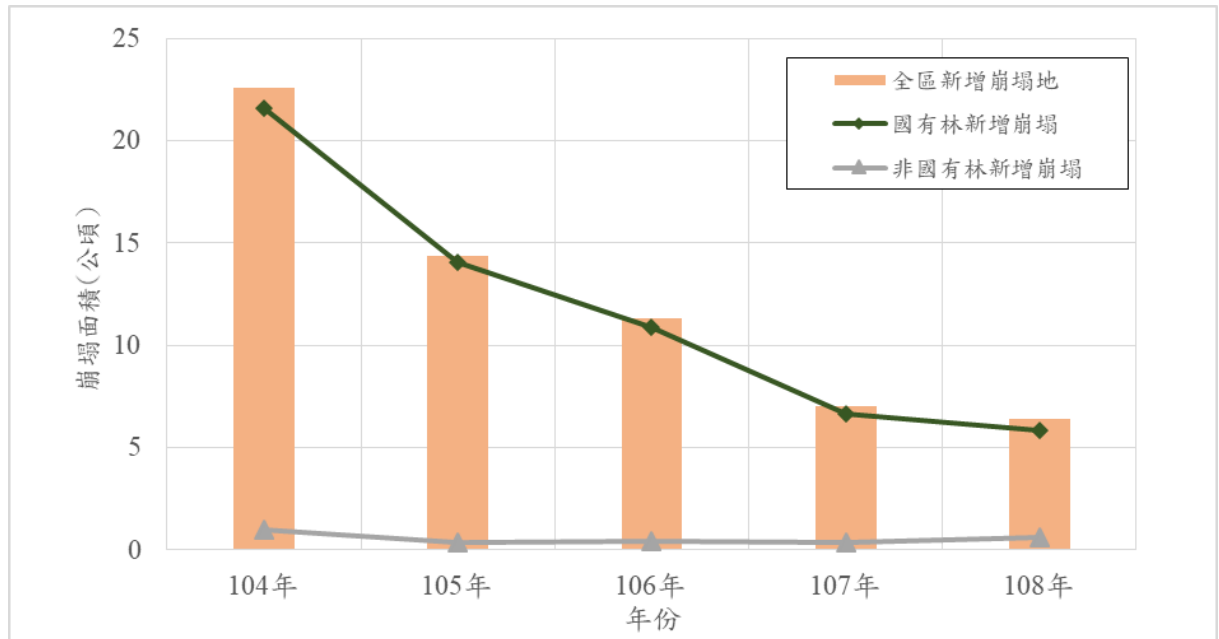
資料來源：本計畫繪製。

圖3-27 大羅蘭溪集水區新增復育面積統計圖

表3-18 哈盆溪集水區崩塌地分析結果彙整表

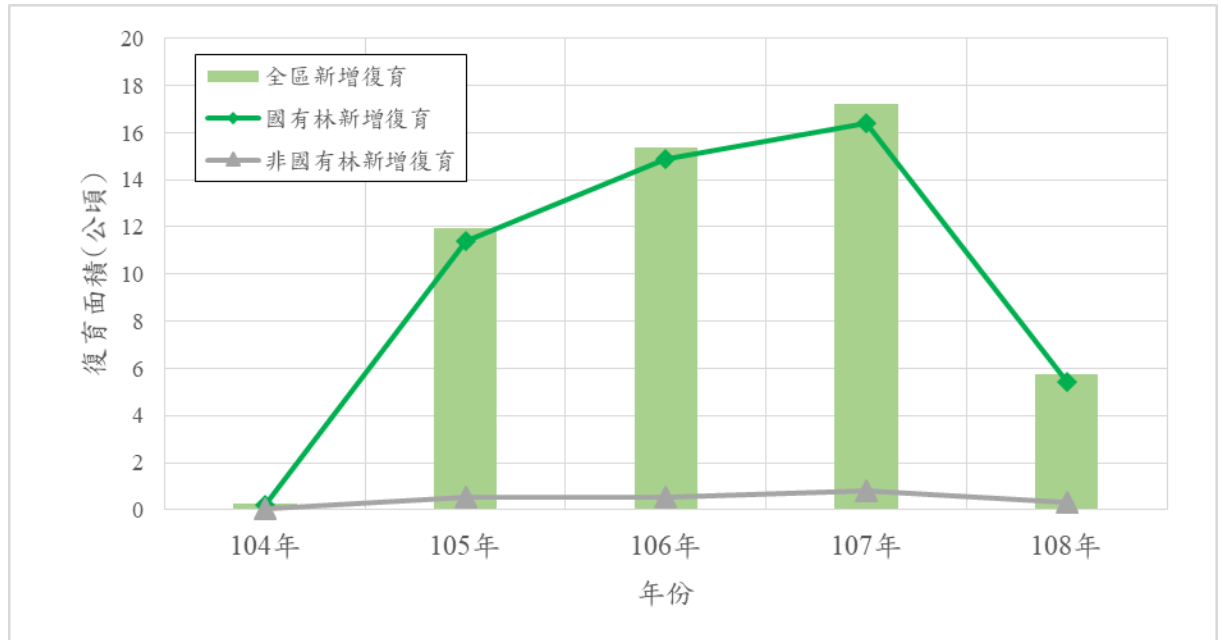
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	23.87	26.26	22.19	13.74	14.49
	崩塌率 (%)	0.34%	0.37%	0.31%	0.19%	0.21%
	新增崩塌地面積 (公頃)	22.56	14.39	11.31	7.05	6.40
	崩塌新生(增)率 (%)	0.32%	0.20%	0.16%	0.10%	0.09%
	新增復育地面積 (公頃)	0.27	11.94	15.39	17.19	5.75
	復育率 (%)	-	31.0%	54.8%	78.2%	79.4%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	22.76	25.40	21.39	13.0	13.45
	崩塌率 (%)	0.35%	0.39%	0.33%	0.20%	0.21%
	新增崩塌地面積 (公頃)	21.58	14.03	10.87	6.67	5.81
	崩塌新生(增)率 (%)	0.34%	0.22%	0.17%	0.10%	0.09%
	新增復育地面積 (公頃)	0.21	11.39	14.88	16.40	5.43
	復育率 (%)	-	30.8%	54.9%	78.2%	79.7%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	1.11	0.86	0.80	0.74	1.04
	崩塌率 (%)	0.18%	0.14%	0.13%	0.12%	0.16%
	新增崩塌地面積 (公頃)	0.97	0.36	0.44	0.38	0.59
	崩塌新生(增)率 (%)	0.15%	0.06%	0.07%	0.06%	0.09%
	新增復育地面積 (公頃)	0.06	0.55	0.51	0.79	0.32
	復育率 (%)		35.5%	53.3%	78.1%	73.3%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-28 哈盆溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-29 哈盆溪集水區新增復育面積統計圖

(十一) 南勢溪主流集水區

南勢溪主流為新店溪上游集水區人口最密集之處，且長久以來即為觀光勝地，烏來區大部分設施亦位在南勢溪主流兩岸，保全對象眾多。在蘇迪勒颱風期間，因新店溪上游出現嚴重土石流，南勢溪溪流暴漲，沖毀區內眾多設施，導致通往福山部落的北 107 線道中斷，上游居民無法進出通行，為烏來地區有史以來最嚴重的災害事件，重創當地旅遊業。崩塌土石下移使河道更形成堰塞湖，現已溢流。

在崩塌地判釋的統計中，區內的崩塌地面積在風災後的 104 年與 105 年為最高，分別為 36.48 公頃及 34.59 公頃，崩塌率大 0.804%及 0.762%(見表 3-19)，104 年的崩塌中，以完全新增崩塌地佔最多，達 33.3 公頃(見表 3-26)。風災後，經林務局、水利署十河局、水特局及新北市政府進行多項工程治理及河道疏浚，目前河道上之治理工程大多全數完成且已開始發揮其功效。107 年起，區內崩塌面積出現明顯下降，分別為 6.81 公頃及 1.76 公頃；復育面積亦在 107 年為最高，達 31.72 公頃，復育率達 85.9%(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-30 及圖 3-31)，目前河道及邊坡情況整體良好。

(十二) 阿玉溪集水區

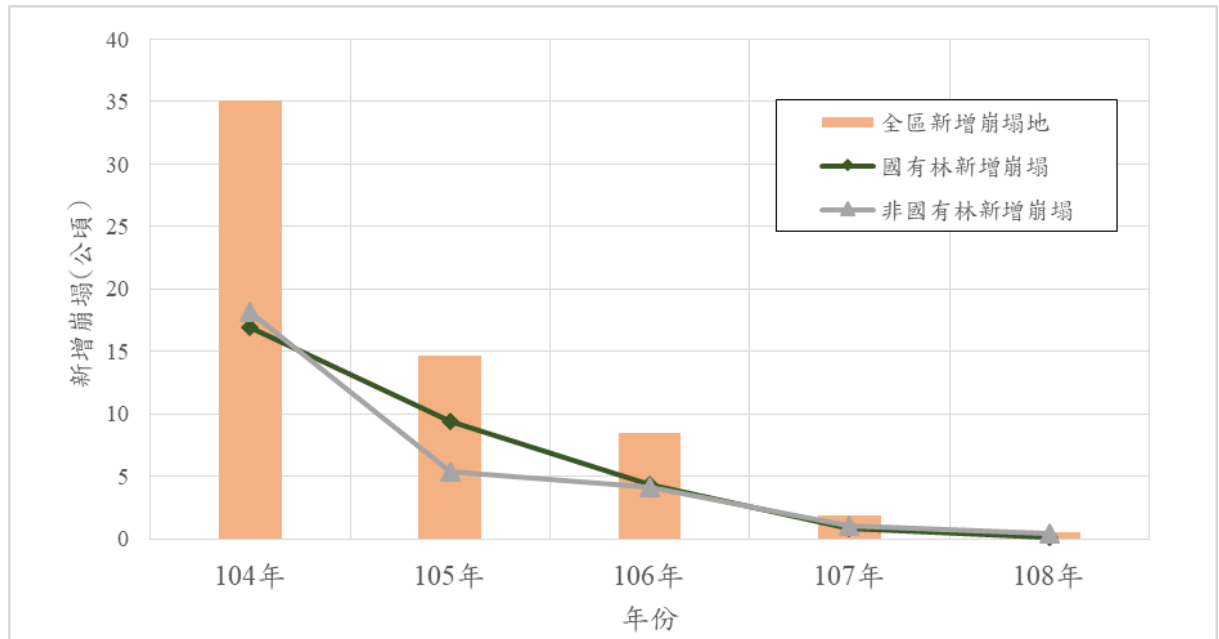
蘇迪勒颱風時，阿玉溪上游新增多處崩塌，大量土石下移及桶後溪阿玉壩蓄水範圍迴水影響，導致阿玉溪河床出現嚴重淤積，目前林管處已進行河道整理工程進行清淤。

在崩塌地判釋的統計中，區內的崩塌地面積在風災後的 104 年與 105 年為最高，分別為 23.67 公頃及 26.11 公頃，崩塌率大 0.85%及 0.93%(見表 3-20)。區內的新增崩塌面積自 105 年出現明顯下降(見圖 3-32)，復育面積在 106 年及 107 年達到最高，分別為 13.85 公頃及 13.63 公頃(見圖 3-33)，目前逾半數的崩塌地已完全復育。

表3-19 南勢溪主流集水區崩塌地分析結果彙整表

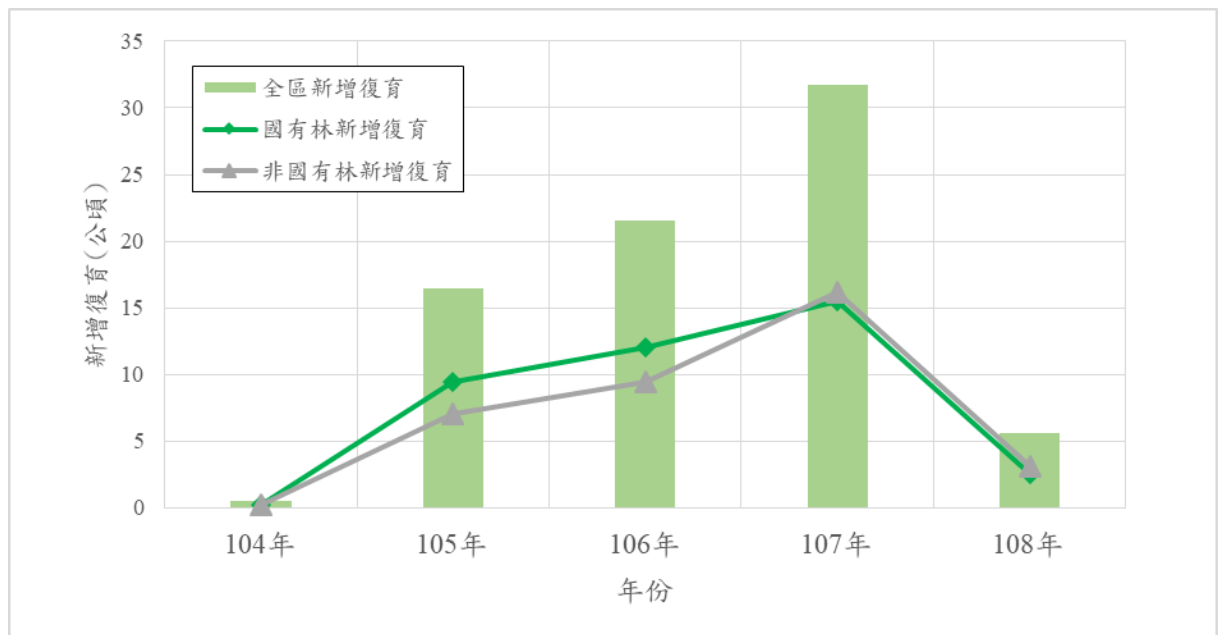
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	36.48	34.59	21.52	6.81	1.76
	崩塌率 (%)	0.80%	0.76%	0.47%	0.15%	0.04%
	新增崩塌地面積 (公頃)	35.09	14.70	8.44	1.85	0.51
	崩塌新生(增)率 (%)	0.77%	0.32%	0.19%	0.04%	0.01%
	新增復育地面積 (公頃)	0.51	16.44	21.53	31.72	5.65
	復育率 (%)	-	32.8%	47.4%	85.9%	94.3%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	17.62	17.58	9.88	3.12	0.60
	崩塌率 (%)	0.61%	0.61%	0.34%	0.11%	0.02%
	新增崩塌地面積 (公頃)	16.92	9.35	4.34	0.83	0.11
	崩塌新生(增)率 (%)	0.58%	0.32%	0.15%	0.03%	0.004%
	新增復育地面積 (公頃)	0.26	9.4	12.04	15.53	2.52
	復育率 (%)	-	34.6%	67.9%	85.1%	92.6%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	18.86	17.01	11.64	3.69	1.16
	崩塌率 (%)	1.15%	1.04%	0.71%	0.23%	0.07%
	新增崩塌地面積 (公頃)	18.16	5.35	4.10	1.02	0.40
	崩塌新生(增)率 (%)	1.11%	0.33%	0.25%	0.06%	0.02%
	新增復育地面積 (公頃)	0.25	7.04	9.49	16.19	3.13
	復育率 (%)	-	28.8%	57.9%	86.8%	96.1%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-30 南勢溪主流集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

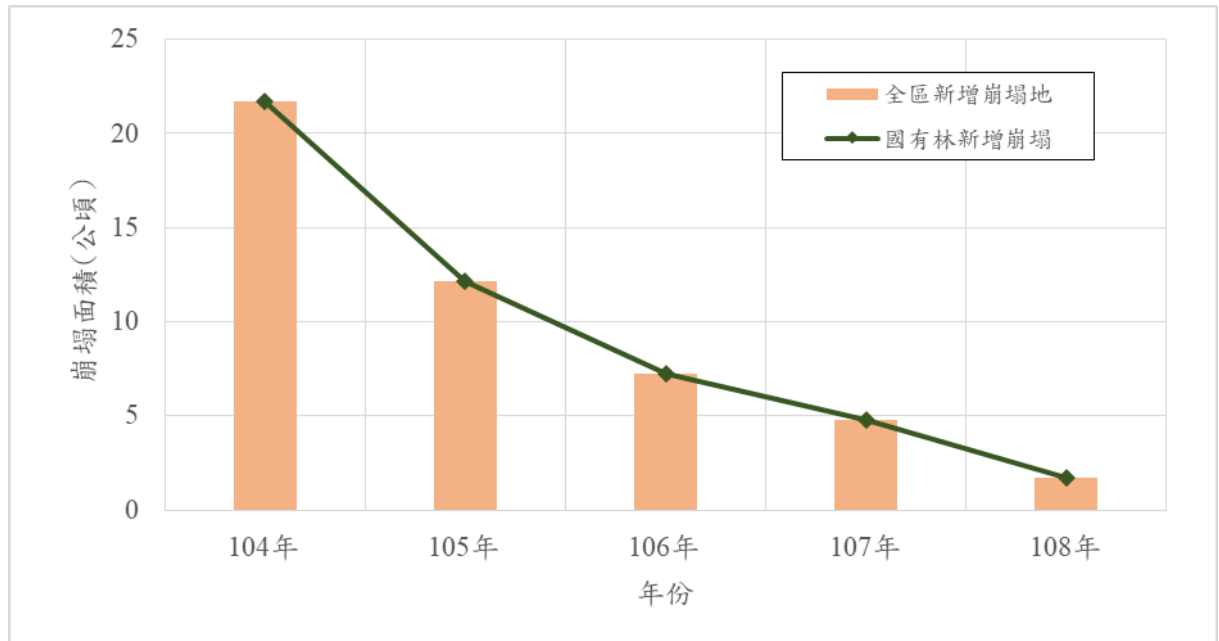
圖3-31 南勢溪主流集水區新增復育面積統計圖

表3-20 阿玉溪集水區崩塌地分析結果彙整表

項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	23.67	26.11	19.48	14.79	10.3
	崩塌率 (%)	0.85%	0.93%	0.70%	0.53%	0.37%
	新增崩塌地面積 (公頃)	21.69	12.14	7.22	4.76	1.73
	崩塌新生(增)率 (%)	0.77%	0.43%	0.26%	0.17%	0.17%
	新增復育地面積 (公頃)	0.17	16.44	13.85	13.63	6.24
	復育率 (%)	-	26.3%	49.9%	77.5%	87.4%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	23.67	26.11	19.48	14.79	10.3
	崩塌率 (%)	0.85%	0.93%	0.70%	0.53%	0.37%
	新增崩塌地面積 (公頃)	21.69	12.14	7.22	4.76	1.73
	崩塌新生(增)率 (%)	0.58%	0.32%	0.15%	0.03%	0.17%
	新增復育地面積 (公頃)	0.26	9.4	12.04	15.53	6.24
	復育率 (%)	-	26.3%	49.9%	77.5%	87.4%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌率 (%)	-	-	-	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	-	-	-	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	復育率 (%)	-	-	-	-	-

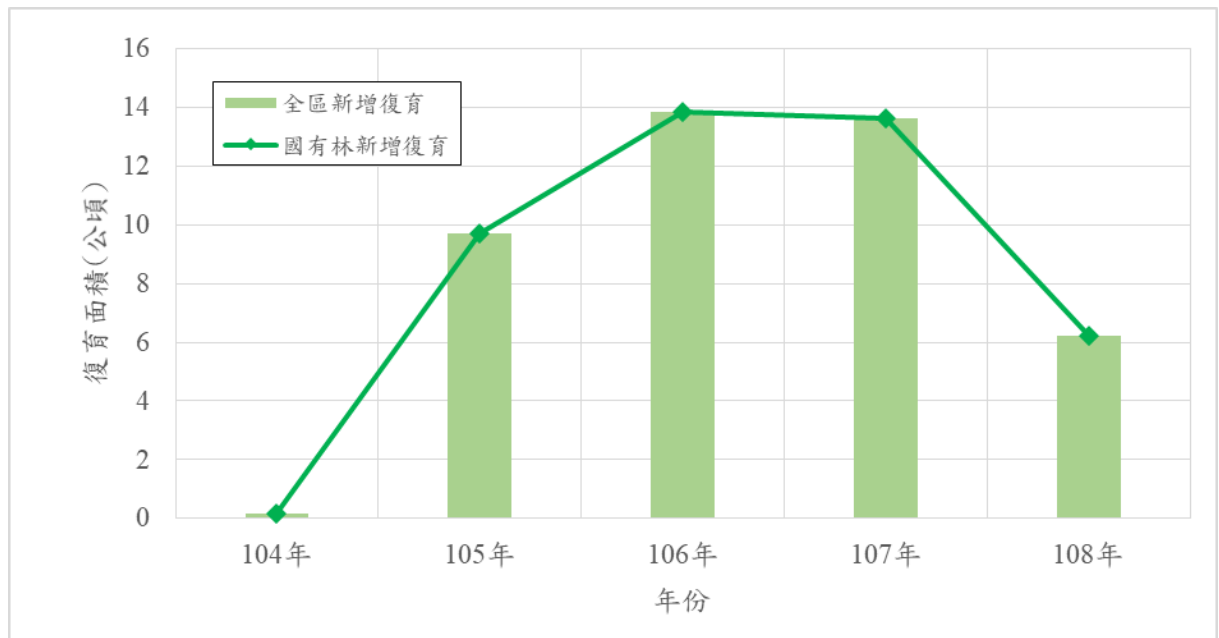
註：因阿玉溪全境位在國有林範圍內，故不統計非國有林之數據。

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-32 阿玉溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-33 阿玉溪集水區新增復育面積統計圖

(十三) 桶後溪集水區

桶後溪為南勢溪主要支流，下游靠近烏來橋，兩岸有眾多民房聚集，區內保全對象多。蘇迪勒颱風，桶後溪上游岸坡新增多處崩塌，崩塌面積為 38.79 公頃(見表 3-21)，新增崩塌面積則為 38.16 公頃。在 104 年各子集水區中，新增崩塌最高者。區內桶後林道亦因多處的崩塌，導致交通中斷，形成許多孤島，當時嚴重影響救援行動。

105 年後，林務局在桶後溪許多岸坡進行整治，進行植栽噴灑及改善林道排水設施，增加坡面之排水作用，減緩崩塌進一步擴大，其新增崩塌面有效減少在 107 及 108 年已降至個位數的 3.94 公頃及 4.29 公頃(見圖 3-34)，復育面積亦在 107 年達到最大值，為 31.72 公頃，復育率 89.97%，顯示區內復育情況良好，根據崩塌判釋分析，目前桶後溪的崩塌主要集中於上游地區，且無道路可達亦無保全對象，本計畫依選取 7 處桶後溪之崩塌進行 UAV 空拍，監測其崩塌情況，顯示下游崩塌地多數已呈現完全復育之情形(內文見 4.2 節)。

(十四) 北勢溪集水區

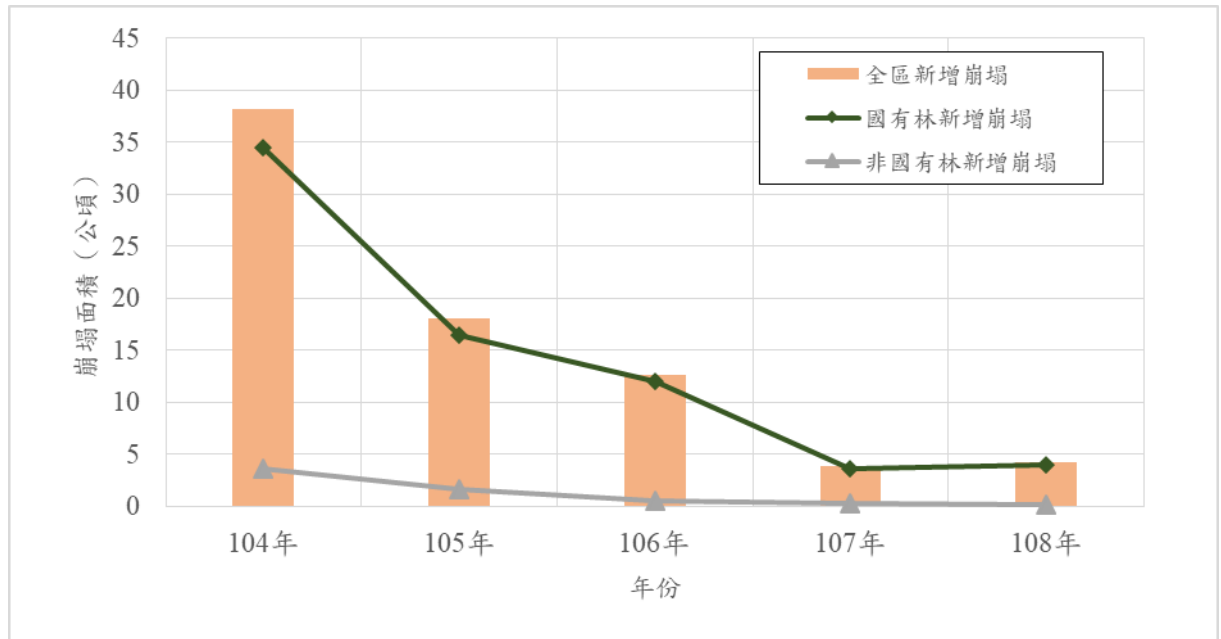
北勢溪為新店溪主要支流，位於集水區北部地區，翡翠水庫位於境內，於桂山與南勢溪匯流後之下游始稱為新店溪。

北勢溪集水區因面積較為廣大，故在 104 年、107 年及 108 年的崩塌面積之統計，位居全集水區之前三名之列中，但相較於其他子集水區，其崩塌率較低(詳見表 3-22)。其北勢溪的崩塌面積在 104 年的蘇迪勒颱風後達到最高，面積達 30.74 公頃，新增崩塌面積則為 27.36 公頃，之後開始逐年下降，於 107 年起開始降至各位數，107 年的崩塌判釋成果為 9.78 公頃，108 年則為 7.95 公頃，顯示崩塌地已大幅減少。復育面積在 107 年達到最高，為 25.95 公頃，復育率達 72.7%，(見見表 3-31)。

表3-21 桶後溪集水區崩塌地分析結果彙整表

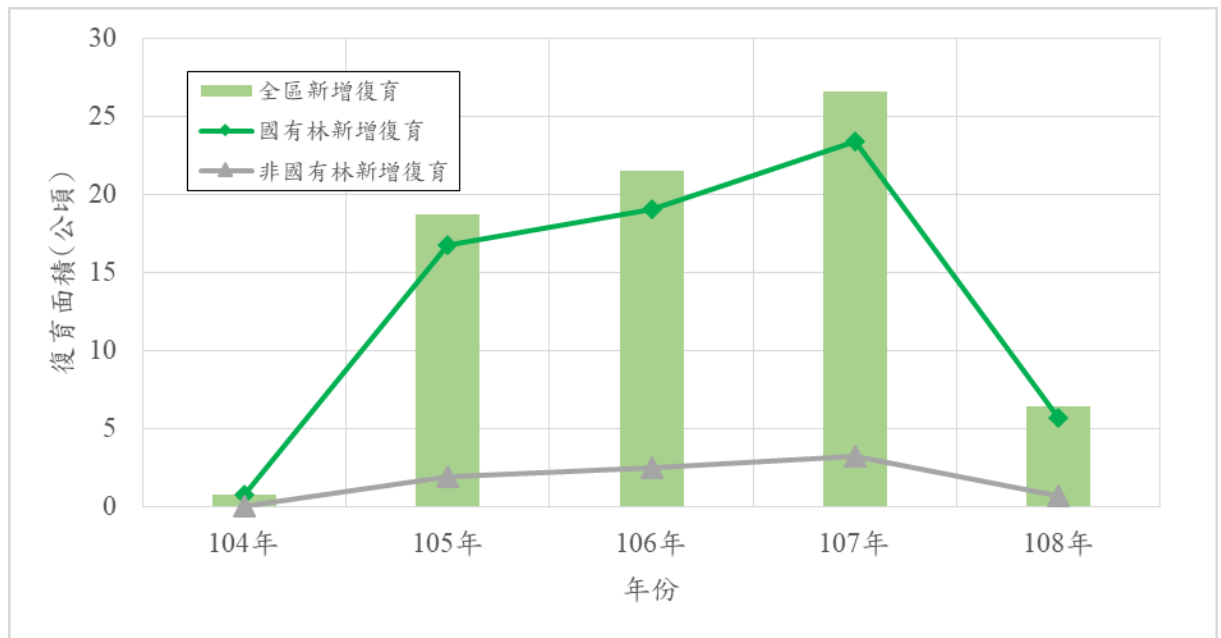
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	38.79	38.3	29.53	15.68	15.37
	崩塌率 (%)	0.68%	0.67%	0.52%	0.28%	0.27%
	新增崩塌地面積 (公頃)	38.16	18.13	12.65	3.94	4.29
	崩塌新生(增)率 (%)	0.67%	0.32%	0.22%	0.11%	0.08%
	新增復育地面積 (公頃)	0.51	16.44	21.53	31.72	6.39
	復育率 (%)	-	32.4%	57.1%	89.9%	93.2%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	35.15	34.89	27.92	14.93	15.37
	崩塌率 (%)	0.65%	0.65%	0.52%	0.28%	0.29%
	新增崩塌地面積 (公頃)	34.52	16.5	12.06	3.6	4.07
	崩塌新生(增)率 (%)	0.64%	0.31%	0.22%	0.07%	0.08%
	新增復育地面積 (公頃)	0.75	16.76	19.03	23.37	5.69
	復育率 (%)	-	32.2%	55.9%	87.5%	90.4%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	3.64	3.41	1.61	0.75	0
	崩塌率 (%)	1.12%	1.05%	0.50%	0.23%	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	3.63	1.63	0.59	0.34	0
	崩塌新生(增)率 (%)	1.12%	0.50%	0.18%	0.11%	-
	新增復育地面積 (公頃)	0.02	1.94	2.45	3.25	0.7
	復育率 (%)	-	31.3%	64.7%	91.2%	100%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-34 桶後溪集水區新增崩塌面積統計圖



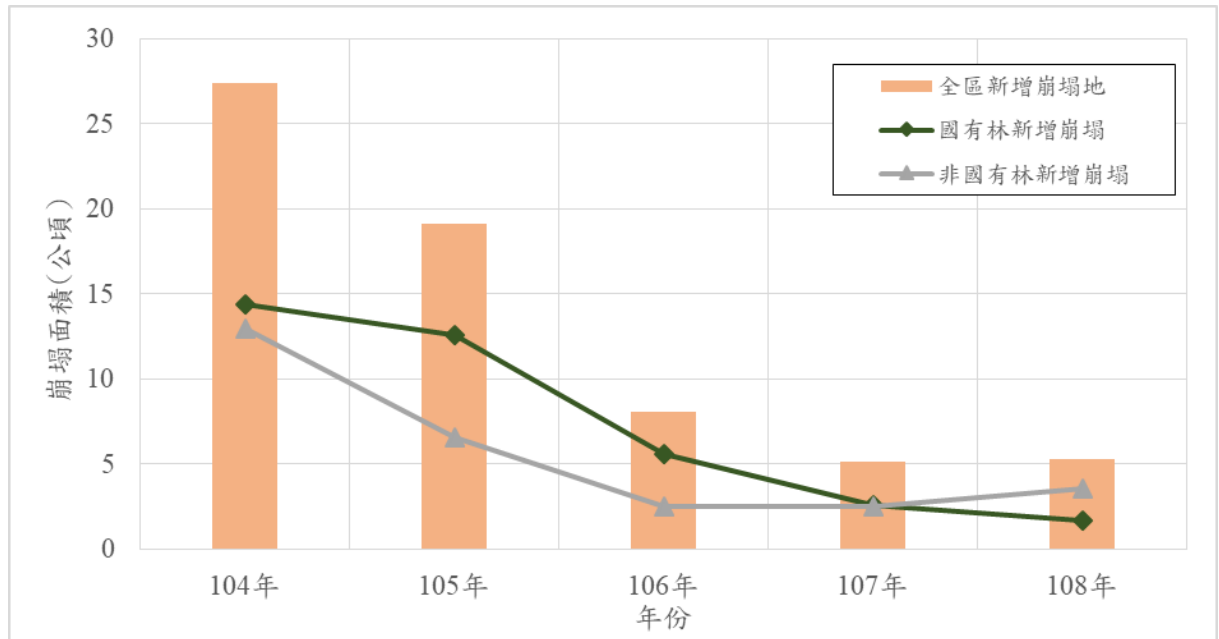
資料來源：本計畫繪製。

圖3-35 桶後溪集水區新增復育面積統計圖

表3-22 北勢溪集水區崩塌地分析結果彙整表

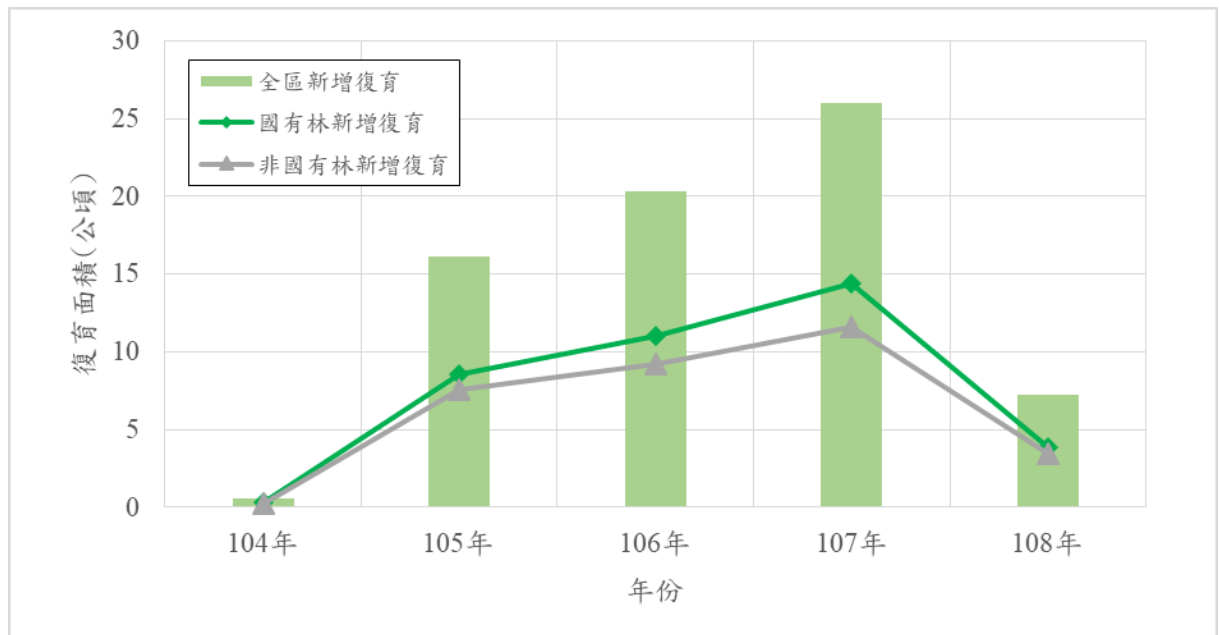
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	30.74	28.80	23.28	9.78	7.95
	崩塌率 (%)	0.10%	0.11%	0.08%	0.03%	0.03%
	新增崩塌地面積 (公頃)	27.36	19.11	8.05	5.16	5.30
	崩塌新生(增)率 (%)	0.09%	0.06%	0.03%	0.02%	0.02%
	新增復育地面積 (公頃)	0.56	16.12	20.29	25.95	7.23
	復育率 (%)	-	32.0%	62.3%	72.7%	77.6%
國有林範圍內	崩塌地面積 (公頃)	17.01	21.07	16.77	5.11	3.05
	崩塌率 (%)	0.10%	0.13%	0.10%	0.03%	0.02%
	新增崩塌地面積 (公頃)	14.37	12.57	5.57	2.62	1.72
	崩塌新生(增)率 (%)	0.09%	0.08%	0.03%	0.02%	0.01%
	新增復育地面積 (公頃)	0.31	8.53	11.05	14.42	3.82
	復育率 (%)	-	27.2%	50.3%	78.7%	84.1%
非國有林範圍	崩塌地面積 (公頃)	13.73	12.68	6.51	4.67	4.90
	崩塌率 (%)	0.10%	0.09%	0.05%	0.03%	0.03%
	新增崩塌地面積 (公頃)	12.99	6.54	2.48	2.54	3.58
	崩塌新生(增)率 (%)	0.09%	0.05%	0.02%	0.02%	0.03%
	新增復育地面積 (公頃)	0.25	7.59	9.24	11.56	3.41
	復育率 (%)	-	37.0%	73.0%	81.2%	83.0%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-36 北勢溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-37 北勢溪集水區新增復育面積統計圖

(十五) 新店溪集水區

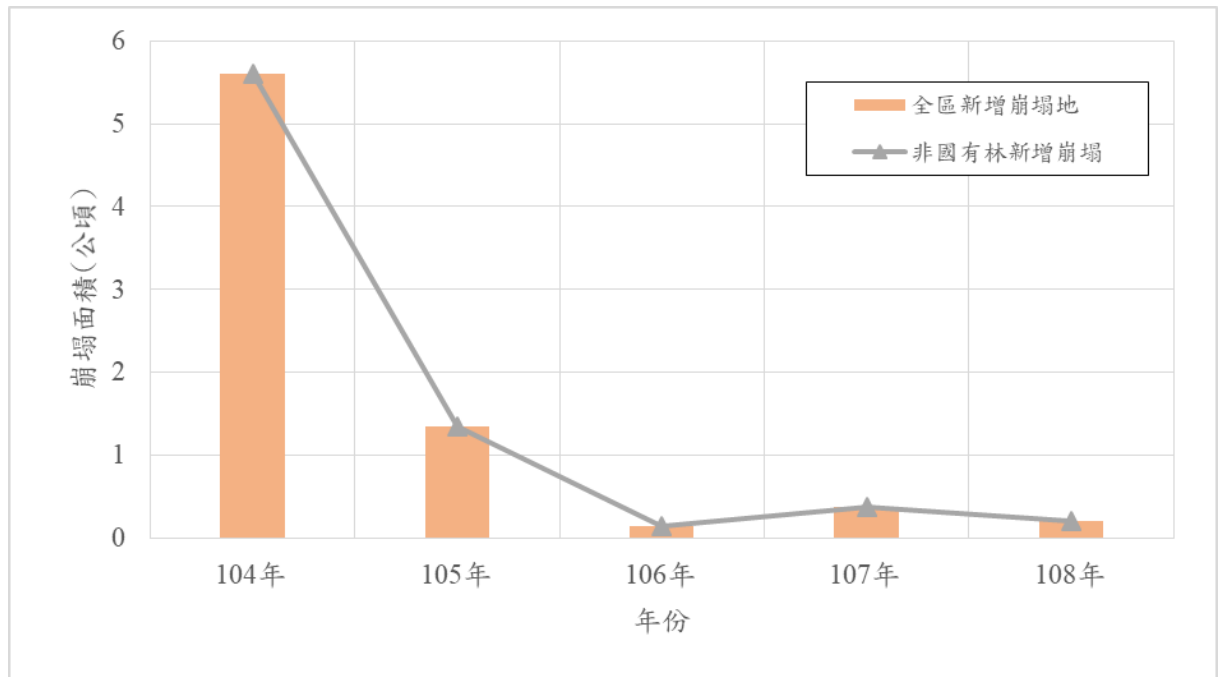
新店溪集水區位於新店溪上游集水區之最下游，其河段寬廣，流速較為緩慢，且有堰壩位在其中，兩岸亦有民宅分佈，為集水區內人口分佈密集之處。

區內國有林範圍並無崩塌地的分佈，全數位在非國有林範圍內，崩塌面積在 104 年蘇迪勒颱風後達到最高，為 5.96 公頃，其中 5.61 公頃為新增崩塌地(見表 3-23)，崩塌地面積在 105 年開始逐步下降，在 106 年開始降至 1 公頃以下，108 年的分析，崩塌面積僅剩 0.25 公頃，顯示區內大部分的崩塌地已呈現完全復育之情形(新增崩塌面積及復育變化圖見圖 3-30 及圖 3-39)。

表3-23 新店溪集水區崩塌地分析結果彙整表

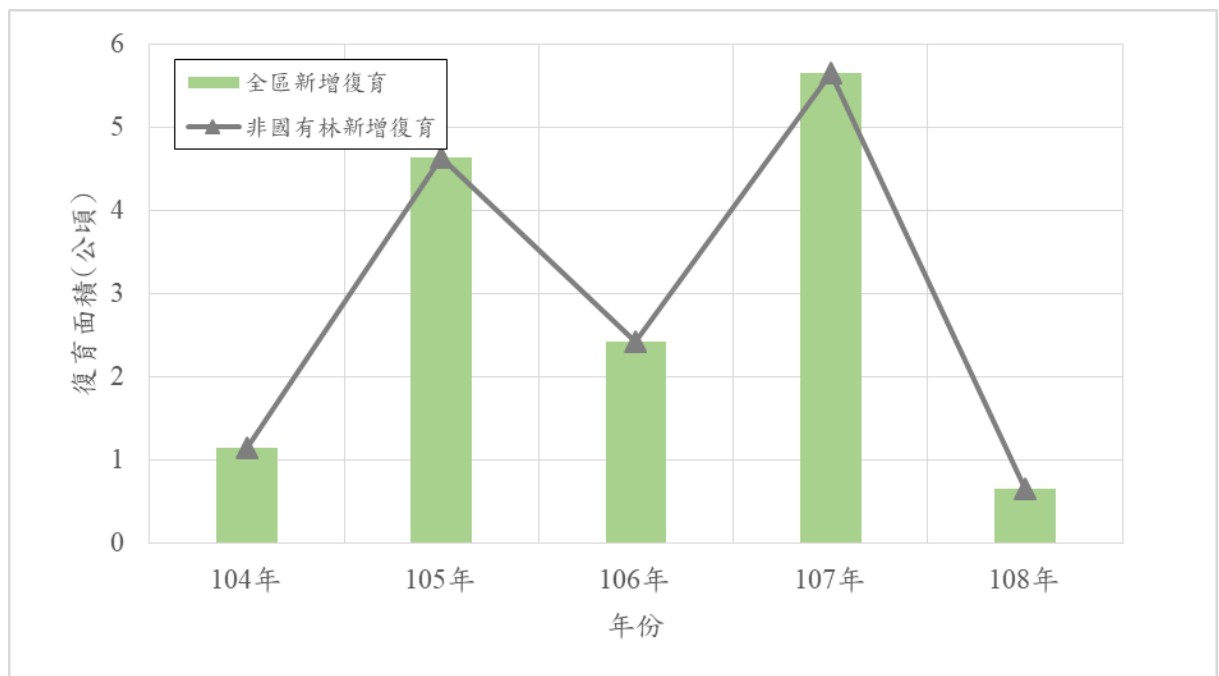
項目		年間				
		104 年	105 年	106 年	107 年	108 年
全區	崩塌地面積 (公頃)	5.96	2.67	0.36	0.69	0.25
	崩塌率 (%)	0.20%	0.09%	0.01%	0.02%	0.01%
	新增崩塌地面積 (公頃)	5.61	1.34	0.14	0.37	0.21
	崩塌新生(增)率 (%)	0.19%	0.04%	0.01%	0.01%	0.01%
	新增復育地面積 (公頃)	1.15	4.63	2.42	5.65	0.65
	復育率 (%)	-	54.7%	75.3%	90.0%	95.0%
國 有 林 範 圍 內	崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌率 (%)	-	-	-	-	-
	新增崩塌地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	崩塌新生(增)率 (%)	-	-	-	-	-
	新增復育地面積 (公頃)	0	0	0	0	0
	復育率 (%)	-	-	-	-	-
非 國 有 林 範 圍	崩塌地面積 (公頃)	5.96	2.67	0.36	0.69	0.25
	崩塌率 (%)	0.20%	0.09%	0.01%	0.02%	0.01%
	新增崩塌地面積 (公頃)	5.61	1.34	0.14	0.37	0.21
	崩塌新生(增)率 (%)	0.19%	0.04%	0.01%	0.01%	0.01%
	新增復育地面積 (公頃)	1.15	4.63	2.42	5.65	0.65
	復育率 (%)	-	54.7%	75.3%	90.0%	95.0%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖3-38 新店溪集水區新增崩塌面積統計圖



資料來源：本計畫繪製。

圖3-39 新店溪集水區新增復育面積統計圖

表3-24 新店溪上游集水區各年度崩塌面積統計彙整表

子集水區	104 年			105 年			106 年			107 年			108 年		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	7.07	7.19	14.26	3.85	2.93	6.78	3.08	1.51	5.15	1.73	1.18	2.91	0	1.76	1.76
加九寮溪	8.47	0	8.47	6.63	0	6.63	5.68	0	5.68	3.42	0	3.42	1.10	0	1.10
樟樹溪	2.95	0.48	3.43	2.91	0.58	3.49	2.97	0.31	3.28	1.87	0	1.87	0.63	0	0.63
烏砂溪	3.57	0.74	4.31	2.91	0.34	3.25	2.97	0.31	3.28	2.94	0	2.94	1.95	0	1.95
內洞溪	8.66	0	8.04	9.84	0	9.84	7.20	0	7.20	5.89	0	5.89	3.11	0	3.11
五重溪	0.93	0.45	1.34	0.70	0.17	0.87	0.19	0.45	0.64	0.27	0.07	0.34	0	0	0
斯其野溪	1.98	0.13	2.11	0.58	0	0.58	0.77	0	0.77	0.85	0	0.85	0.87	0	0.87
札孔溪	32.32	0	32.32	41.72	0	41.72	33.87	0	33.87	29.60	0	29.60	23.31	0	23.31
大羅蘭溪	6.92	02.35	9.27	7.89	1.16	9.05	4.96	0.57	5.53	5.33	0.16	5.49	4.15	0	4.15
哈盆溪	22.76	1.11	23.87	25.40	0.86	26.26	21.39	0.80	22.19	13.0	0.74	13.74	13.45	1.04	14.49
南勢溪主流	17.62	18.86	36.48	17.58	17.01	34.59	9.88	11.64	21.52	3.12	3.69	6.81	0.60	1.16	1.76
阿玉溪	23.67	0	23.67	26.11	0	26.11	19.48	0	19.48	14.79	0	14.79	10.30	0	10.30
桶後溪	35.15	3.64	38.79	34.89	3.41	38.3	27.92	1.61	29.53	14.93	0.75	15.68	15.37	0	15.37
北勢溪	17.01	13.73	30.74	21.07	12.68	28.80	16.77	6.51	23.28	5.11	4.67	9.78	3.05	4.90	7.95
新店溪	0	5.96	5.96	0	2.67	2.67	0	0.36	0.36	0	0.69	0.69	0	0.25	0.25
新店溪上游	189.08	54.64	243.72	202.93	41.80	244.73	157.62	23.64	181.26	102.91	12.16	115.07	77.55	9.10	86.65

註：面積單位採用公頃(ha)。

資料來源：本計畫彙整。

表3-25 新店溪上游集水區各年度新增崩塌面積統計彙整表

子集水區	104 年			105 年			106 年			107 年			108 年		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	5.28	6.62	11.90	1.58	1.0	2.58	1.30	0.56	1.86	0.23	0.48	0.71	0	0.57	0.57
加九寮溪	8.41	0	8.41	2.58	0	2.58	2.01	0	2.01	0.97	0	0.97	0.42	0	0.42
樟樹溪	2.75	0.48	3.23	1.21	0.22	1.42	0.97	0.31	1.28	0.52	0	0.52	0.07	0	0.07
烏砂溪	3.46	0.73	4.19	1.49	0.15	1.64	1.22	0.13	1.34	1.01	0	1.01	0.18	0	0.18
內洞溪	8.04	0	8.04	4.70	0	4.70	2.42	0	2.42	1.64	0	1.64	0.62	0	0.62
五重溪	0.93	0.44	1.37	0.30	0.17	0.46	0.05	0.26	0.31	0.08	0.03	0.11	0	0	0
斯其野溪	1.88	0.01	1.88	0.17	0	0.17	0.38	0	0.38	0.27	0	0.27	0.66	0	0.66
札孔溪	14.53	0	14.53	17.22	0	17.22	11.26	0	11.26	10.69	0	10.69	9.33	0	9.33
大羅蘭溪	5.76	2.35	8.11	4.13	0.68	4.82	2.09	0.30	2.39	2.82	0.03	2.85	1.62	0	1.62
哈盆溪	21.58	0.97	22.56	14.03	0.36	14.39	10.87	0.44	11.32	6.67	0.38	7.05	5.81	0.59	6.40
南勢溪主流	16.92	18.16	35.09	9.35	5.35	14.70	4.34	4.10	8.45	0.83	1.02	1.85	0.11	0.40	0.51
阿玉溪	21.69	0	21.69	12.14	0	12.14	7.22	0	7.22	4.76	0	4.76	1.73	0	1.73
桶後溪	34.52	3.63	38.16	16.50	1.63	18.13	12.06	0.59	12.66	3.60	0.34	3.94	4.07	0.22	4.29
北勢溪	14.37	12.99	27.36	12.57	6.54	19.11	5.57	2.48	8.05	2.62	2.54	5.16	1.72	3.58	5.30
新店溪	0	5.61	5.61	0	1.34	1.34	0	0.14	0.14	0	0.37	0.37	0	0.21	0.21
新店溪上游	160.11	52.0	212.11	97.88	17.52	115.40	61.76	9.31	71.07	37.08	5.54	42.54	26.32	5.60	31.92

註：經與新竹林管處之委託報告「南勢溪及平廣溪國有林整體治理調查規劃」(2017)經比較，發現該報告新店溪上游流域崩塌面積在計算方面，排除北勢溪流域，並把南勢溪與平廣溪流域分開計算。經分析後，2015 年崩塌地，新店溪上游國有林範圍的新增崩塌地排除北勢溪流域後，面積為 145.74ha，該報告的計算結果為 145.42ha，差異並不大。

註：面積單位採用公頃(ha)。

表3-26 新店溪上游集水區 104 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表

子集水區	舊崩塌地擴大			完全新增崩塌地			舊崩塌地復發			總計		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	0.08	0.24	0.32	5.2	6.38	11.58	0	0	0	5.28	6.62	11.90
加九寮溪	0.02	0	0.02	8.39	0	8.39	0	0	0	8.41	0	8.41
樟樹溪	0.22	0.02	0.24	2.53	0.46	2.99	0	0	0	2.75	0.48	3.23
烏砂溪	0.13	0.09	0.22	3.33	0.64	3.97	0	0	0	3.46	0.73	4.19
內洞溪	2.69	0	2.69	5.35	0	5.35	0	0	0	8.04	0	8.04
五重溪	0.05	0	0.05	0.89	0.44	1.33	0	0	0	0.94	0.44	1.38
斯其野溪	0.09	0	0.09	1.78	0.01	1.79	0	0	0	1.87	0.01	1.88
札孔溪	4.07	0	4.07	10.46	0	10.46	0	0	0	14.53	0	14.53
大羅蘭溪	0.47	0	0.47	5.29	2.35	7.64	0	0	0	5.76	2.35	8.11
哈盆溪	1.61	0	1.61	19.97	0.97	20.94	0	0	0	21.58	0.97	22.55
南勢溪主流	0.95	0.83	1.78	15.97	17.33	33.3	0	0	0	16.92	18.16	35.08
阿玉溪	2.32	0	2.32	19.37	0	19.37	0	0	0	21.69	0	21.69
桶後溪	1.5	0.1	1.6	33.02	3.53	36.55	0	0	0	34.52	3.63	38.15
北勢溪	1.04	0.77	1.81	13.33	12.22	25.55	0	0	0	14.37	12.99	27.36
新店溪	0	0.48	0.48	0	5.13	5.13	0	0	0	0	5.61	5.61
新店溪上游	15.24	2.53	17.77	144.88	49.46	194.34	0	0	0	160.12	51.99	212.11

註：面積單位採用公頃(ha)。

註：本年度因無前期航照判釋之崩塌地圖層，故無分析舊崩塌地復發數據。

資料來源：本計畫彙整。

表3-27 新店溪上游集水區 105 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表

子集水區	舊崩塌地擴大			完全新增崩塌地			舊崩塌地復發			總計		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	0.85	0.71	1.56	0.6	0.31	0.91	0.05	0.06	0.11	1.5	1.08	2.58
加九寮溪	2.20	0	2.20	0.38	0	0.38	0	0	0	2.58	0	2.58
樟樹溪	0.98	0.19	1.17	0.21	0.03	0.24	0.01	0	0.01	1.2	0.22	1.42
烏砂溪	1.38	0	1.38	0.11	0.15	0.26	0	0	0	1.49	0.15	1.64
內洞溪	2.54	0	2.54	2.12	0	2.12	0.04	0	0.04	4.70	0	4.70
五重溪	0.30	0.17	0.47	0	0	0	0	0	0	0.3	0.17	0.47
斯其野溪	0.15	0	0.15	0.02	0	0.02	0	0	0	0.17	0	0.17
札孔溪	9.10	0	9.1	7.77	0	7.77	0.35	0	0.35	17.22	0	17.22
大羅蘭溪	2.73	0.68	3.41	0.7	0	0.70	0.70	0	0.7	4.13	0.68	4.81
哈盆溪	9.19	0.32	9.51	4.26	0.03	4.29	0.58	0.01	0.59	14.03	0.36	14.39
南勢溪主流	6.07	4.32	10.39	3.23	0.88	4.11	0.05	0.15	0.2	9.35	5.35	14.70
阿玉溪	9.50	0	9.50	2.64	0	2.64	0	0	0	12.14	0	12.14
桶後溪	11.74	1.26	13	4.76	0.36	5.12	0	0.01	0.01	16.50	1.63	18.13
北勢溪	6.21	3.84	10.05	6.34	2.70	9.04	0.02	0	0.02	12.57	6.54	19.11
新店溪	0	1.06	1.06	0	0.24	0.24	0	0.04	0.04	0	1.34	1.34
新店溪上游	62.94	12.55	75.49	33.14	4.70	37.84	1.80	0.27	2.07	97.88	17.52	115.40

註：面積單位採用公頃(ha)。

資料來源：本計畫彙整。

表3-28 新店溪上游集水區 106 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表

子集水區	舊崩塌地擴大			完全新增崩塌地			舊崩塌地復發			總計		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	0.76	0.33	1.09	0.45	0.10	0.55	0.09	0.13	0.22	1.30	0.56	1.86
加九寮溪	1.98	0	1.98	0	0	0	0.03	0	0.03	2.01	0	2.01
樟樹溪	0.60	0.27	0.87	0.02	0	0.02	0.37	0.02	0.39	0.99	0.29	1.28
烏砂溪	0.98	0.09	1.07	0.16	0.02	0.18	0.08	0.02	0.10	1.22	0.13	1.35
內洞溪	2.17	0	2.17	0.06	0	0.06	0.19	0	0.19	2.42	0	2.42
五重溪	0.05	0.12	0.17	0	0.08	0.08	0	0.06	0.06	0.05	0.26	0.31
斯其野溪	0.29	0	0.29	0.09	0	0.09	0	0	0	0.38	0	0.38
札孔溪	8.82		8.82	1.70	0	1.70	0.74	0	0.74	11.26	0	11.26
大羅蘭溪	1.75	0.21	1.96	0.10	0	0.10	0.24	0.09	0.33	2.09	0.3	2.39
哈盆溪	8.70	0.39	9.09	0.96	0.05	1.01	1.21	0	1.21	10.87	0.44	11.31
南勢溪主流	3.39	3.80	7.19	0.40	0.11	0.51	0.55	0.19	0.74	4.34	4.10	8.44
阿玉溪	6.21	0	6.21	0.28	0	0.28	0.73	0	0.73	7.22	0	7.22
桶後溪	9.05	0.44	9.49	0.87	0	0.87	2.14	0.16	2.30	12.06	0.6	12.66
北勢溪	3.44	1.90	5.34	1.53	0.41	0.94	0.6	0.17	0.77	5.57	2.48	7.05
新店溪	0	0.11	0.11	0	0	0	0	0.03	0.03	0	0.14	0.14
新店溪上游	48.19	7.66	55.85	6.62	0.77	6.39	6.97	0.87	7.84	61.76	9.31	70.07

註：面積單位採用公頃(ha)。

資料來源：本計畫彙整。

表3-29 新店溪上游集水區 107 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表

子集水區	舊崩塌地擴大			完全新增崩塌地			舊崩塌地復發			總計		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	0.06	0.17	0.23	0.11	0.1	0.21	0.06	0.21	0.27	0.23	0.48	0.71
加九寮溪	0.59	0	0.59	0.33	0	0.33	0.05	0	0.05	0.97	0	0.97
樟樹溪	0.09	0	0.09	0.36	0	0.36	0.07	0	0.07	0.52	0	0.52
烏砂溪	0.52	0	0.52	0.16	0	0.16	0.33	0	0.33	1.01	0	1.01
內洞溪	1.22	0	1.22	0.30	0	0.30	0.12	0	0.12	1.64	0	1.64
五重溪	0.03	0.03	0.06	0.02	0	0.02	0.03	0	0.03	0.08	0.03	0.11
斯其野溪	0.08	0	0.08	0.17	0	0.17	0.02	0	0.02	0.27	0	0.27
札孔溪	5.79	0	5.79	3.78	0	3.78	1.12	0	1.12	10.69	0	10.69
大羅蘭溪	1.57	0.03	1.60	0.85	0	0.85	0.4	0	0.4	2.82	0.03	2.85
哈盆溪	4.33	0.16	4.49	2	0.22	2.22	0.34	0	0.34	6.67	0.38	7.05
南勢溪主流	0.60	0.79	1.39	0.13	0.13	0.26	0.10	0.10	0.20	0.83	1.02	1.85
阿玉溪	2.04	0	2.04	1.71	0	1.71	1.01	0	1.01	4.76	0	4.76
桶後溪	2.98	0.20	3.18	0.32	0.14	0.46	0.30	0	0.3	3.6	0.34	3.94
北勢溪	1.08	0.31	1.39	1.54	2.23	3.77	0	0	0	2.62	2.54	5.16
新店溪	0	0	0	0	0.35	0.35	0	0.02	0.02	0	0.37	0.37
新店溪上游	20.98	1.69	22.67	11.78	3.17	14.95	3.95	0.33	4.28	37.08	5.54	42.0

註：面積單位採用公頃(ha)。

資料來源：本計畫彙整。

表3-30 新店溪上游集水區 108 年度各類新增崩塌地面積分析彙整表

子集水區	舊崩塌地擴大			完全新增崩塌地			舊崩塌地復發			總計		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	0	0.31	0	0	0.26	0.26	0	0	0	0	0.57	0.57
加九寮溪	0.42	0	0.42	0	0	0	0	0	0	0.42	0	0.42
樟樹溪	0	0	0	0.07	0	0.07	0	0	0	0.07	0	0.07
烏砂溪	0.18	0	0.18	0	0	0	0	0	0	0.18	0	0.18
內洞溪	0.62	0	0.62	0	0	0	0	0	0	0.62	0	0.62
五重溪	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
斯其野溪	0.02	0	0.02	0.44	0	0.44	0.20	0	0.20	0.66	0	0.66
札孔溪	4.99	0	4.99	3.31	0	3.31	1.03	0	1.03	9.33	0	9.33
大羅蘭溪	1.00	0	1.00	0.51	0	0.51	0.12	0	0.12	1.62	0	1.62
哈盆溪	2.35	0.23	2.58	1.63	0.36	1.99	1.83	0	1.83	5.81	0.59	6.40
南勢溪主流	0.08	0.19	0.27	0.03	0.21	0.24	0	0	0	0.11	0.40	0.51
阿玉溪	1.08	0	1.08	0.22	0	0.22	0.44	0	0.44	1.73	0	1.73
桶後溪	1.65	0	1.65	1.95	0	1.95	0.47	0.22	0.69	4.07	0.22	4.29
北勢溪	0.39	0.92	1.31	0.65	2.61	3.26	0.68	0.05	0.73	1.72	3.58	5.30
新店溪	0	0.03	0.03	0	0.18	0.18	0	0	0	0	0.21	0.21
新店溪上游	12.78	1.68	14.15	8.81	3.62	12.43	4.77	0.27	5.04	26.32	5.60	31.92

註：面積單位採用公頃(ha)。

資料來源：本計畫彙整。

表3-31 新店溪上游集水區各年度新增復育面積統計彙整表

子集水區	104 年			105 年			106 年			107 年			108 年		
	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區	國有林	非國有林	全區
平廣溪	2.34	0.39	2.73	4.80	5.30	10.10	2.07	1.93	4.0	0.56	0.65	1.12	0.56	1.17	1.73
加九寮溪	0.03	0.0	0.03	4.42	0.0	4.42	2.96	0.0	2.96	6.01	0.0	6.01	2.75	0	2.75
樟樹溪	0.01	0.0	0.01	1.25	0.13	1.38	1.61	0.23	1.84	1.57	0.47	2.04	1.45	0.01	1.46
烏砂溪	0.03	0.0	0.03	1.21	0.55	1.76	1.52	0.26	1.78	1.62	0.71	2.33	1.19	0.23	1.42
內洞溪	0.14	0.0	0.14	3.52	0.0	3.52	5.06	0.0	5.06	4.58	0.0	4.58	3.40	0	3.40
五重溪	0.0	0.0	0.0	0.53	0.19	0.72	0.56	0.23	0.79	0.71	0.44	1.15	0.27	0.07	0.34
斯其野溪	0.40	0.0	0.40	1.57	0.13	1.70	0.19	0.0	0.19	1.39	0.13	1.52	0.65	0	0.65
札孔溪	2.51	0.0	2.51	7.82	0.0	7.82	19.11	0.0	19.11	13.76	0.0	13.76	15.60	0	15.60
大羅蘭溪	0.62	0.0	0.62	3.17	1.84	5.01	5.03	0.91	5.94	4.38	2.23	6.61	2.79	0.17	2.96
哈盆溪	0.21	0.06	0.27	11.39	0.55	11.94	14.88	0.51	15.39	16.40	0.79	17.19	5.43	0.32	5.75
南勢溪主流	0.26	0.25	0.51	9.40	7.04	16.44	12.04	9.49	21.53	15.53	16.19	31.72	2.52	3.13	5.65
阿玉溪	0.17	0.0	0.17	9.70	0.0	9.70	13.85	0.0	13.85	13.63	0.0	13.63	6.24	0	6.24
桶後溪	0.75	0.02	0.77	16.76	1.94	18.7	19.03	2.45	21.48	23.37	3.25	26.62	5.69	0.70	6.39
北勢溪	0.31	0.25	0.56	8.53	7.59	16.12	11.05	9.24	20.29	14.42	11.56	25.98	3.82	3.41	7.23
新店溪	0.0	1.15	1.15	0.0	4.63	4.63	0.0	2.42	2.42	0.0	5.65	5.65	0	0.65	0.65
新店溪上游	7.79	2.13	9.92	84.06	29.79	113.85	108.97	27.64	136.61	117.93	42.07	160.0	52.34	10.54	62.88

註：面積單位採用公頃(ha)。

資料來源：本計畫彙整。

第肆章 蘇迪勒颱風後重點崩塌地變化歷程追蹤

據林務局 106 年「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析」完成之重點崩塌地清冊(見附錄二)，利用蒐集之遙測影像比較，持續追蹤崩塌地變化歷程(104 年蘇迪勒颱風後至 108 年止)。

4.1 重點崩塌地變化歷程

根據林務局 106 年「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥砂來源之調查研析」之調查及彙整，該計畫依據蘇迪勒颱風前後期崩塌地，透過前述新增崩塌地定義篩選出新增崩塌地面積大於 0.3 公頃以上之崩塌地，為計畫範圍內蘇迪勒颱風之重點崩塌地。根據統計成果可知，蘇迪勒颱風降雨誘發崩塌熱區以計畫範圍中的南勢溪集水區為主，合計共有 100 處，空間分佈圖如圖 4-1 所示，表 4-1 為各重點崩塌地年間變化數據之展示，其分析結果如下：

(一) 民國 104 年變遷

蘇迪勒颱風重點崩塌地共計有 78 處為蘇迪勒颱風後所新增，主要分布在桶後溪、阿玉溪、加九寮溪、哈盆溪與札孔溪；18 處為舊崩塌地擴大，主要分布在阿玉溪與札孔溪；4 處崩塌地在復育中，主要分布在札孔溪(2 處)，阿玉溪(1 處)，整體重點崩塌地變遷如圖 4-2 所示。

(二) 民國 105 年變遷

在民國 105 年，重點崩塌地計有 38 處舊崩塌地擴大，主要分布在桶後溪、阿玉溪、加九寮溪與札孔溪；56 處為復育地，主要分布在桶後溪與阿玉溪；6 處完全復育，整體重點崩塌地變遷如圖 4-3 所示。

(三) 民國 106 年變遷

在民國 106 年，重點崩塌地中，49 處為舊崩塌地擴大，主要位於桶後溪與札孔溪約略平均分布在桶後溪、阿玉溪、

哈盆溪、札孔溪與加九寮溪等，大部分崩塌地擴大之面積非常微小情形，其擴大之面積不足 0.1 公頃。44 處崩塌地處於復育中之狀態，共有 7 處崩塌地為完全復育，整體重點崩塌地變遷如圖 4-4 所示。

(四) 民國 107 年變遷

在民國 107 年，重點崩塌地主要呈現復育之情形，總計有 14 處崩塌地處於舊崩塌地擴大之情況，阿玉溪與桶後溪共有有 4 處、札孔溪 3 處；烏砂溪 2 處及南勢溪主流 1 處。呈現完全復育的崩塌地共有 16 處，主要分佈在札孔溪、桶後溪與阿玉溪；餘下 70 處崩塌地則是處於正在復育中之狀況，整體重點崩塌地變遷如圖 4-5 所示。

(五) 民國 108 年變遷

在民國 108 年，因集水區內連續數年並無大型降雨事件的發生，統計重點崩塌地主要呈現復育之情形，共有 20 處崩塌地處於舊崩塌地擴大之情況，其分佈位置為：桶後溪 5 處、哈盆溪 4 處、阿玉溪 3 處、內洞溪、札孔溪、加九寮溪 2 處；大羅蘭溪 1 處。呈現完全復育的崩塌地共有 37 處，主要分佈在札孔溪、桶後溪與阿玉溪；餘下 43 處崩塌地則是處於正在復育中之狀況，超過半數重點崩塌地呈現復育或完全復育的情況，顯示集水區之邊坡呈現逐漸穩定之狀態，整體重點崩塌地變遷如圖 4-6 所示。

(六) 重點崩塌地變遷因子分析

在分析重點崩塌地變遷情形，與集水區地質圖(圖 4-7)、坡向圖(圖 4-8)、坡度圖(圖 4-9)、斷層圖(圖 4-10)及道路圖(圖 4-11)做套疊。在地質方面，因大桶山層佔集水區面積為最大，故大部分重點崩塌地亦分佈於該地層，總計為 51 處、其次為乾溝層 21 處及粗窟層 12 處。坡度方面，大部分崩塌地位在 4 級坡以上，分析歷年崩塌地面積擴大之崩塌地，發現多位在五級坡及六級坡。

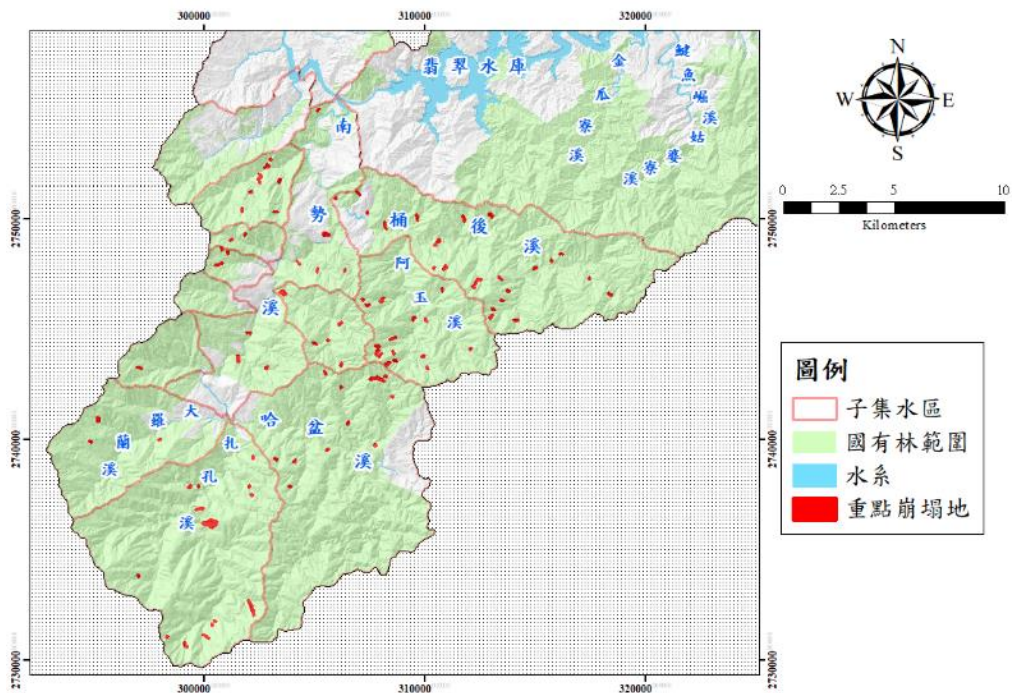
本計畫亦將集水區之斷層圖進行分析，利用 ArcGIS 之 Buffer 功能將斷層一公里處範圍圈起，共有 66 處崩塌地位處其範圍(見圖 4-10)，在 108 年的分析中，共有 19 處崩塌地呈現擴大之狀態，其數量最高發生於 106 年及 105 年，分別共 32 處及 27 處崩塌地是呈現擴大狀態。道路分析方面，因大部分重點崩塌地位處溪流上游，人煙罕至，故僅有 21 處崩塌地是位處道路範圍 500 公尺範圍以內，於 108 年有 3 處崩塌地是呈現擴大狀態，復育中共 5 處，餘下之 13 處為完全復育；而 107 年的成果，則是 1 處呈現擴大狀態，12 處正復育中及 8 處完全復育。在分析年間亦發現 106 及 105 年，分別共有 10 處及 8 處範圍內之崩塌地是呈現擴大狀態，佔總數逾四成以上。以上分析，顯示重點崩塌地之變化情勢，除河道影響外，亦會受到斷層及道路分佈所影響。

(七) 建議種子撒播治理之重點崩塌地

雖集水區自 106 年起並無致災性之大型降雨事件的發生，但 100 處重點崩塌地的年前變遷中(見表 4-1)，於 108 年仍有 20 處重點崩塌地處於舊崩塌地擴大之狀況，無法如其他崩塌地般處於完全復育或復育中狀態。由於這些崩塌面積呈現擴大之重點崩塌地，大多位於河道上游且為交通不可及區域，考量林務局於 108 年及 109 年，規劃有以無人機進行種子灑播促進崩塌地植生復育之委託研究案，本計畫選取 5 處崩塌地以供實驗場地測試復育效果。

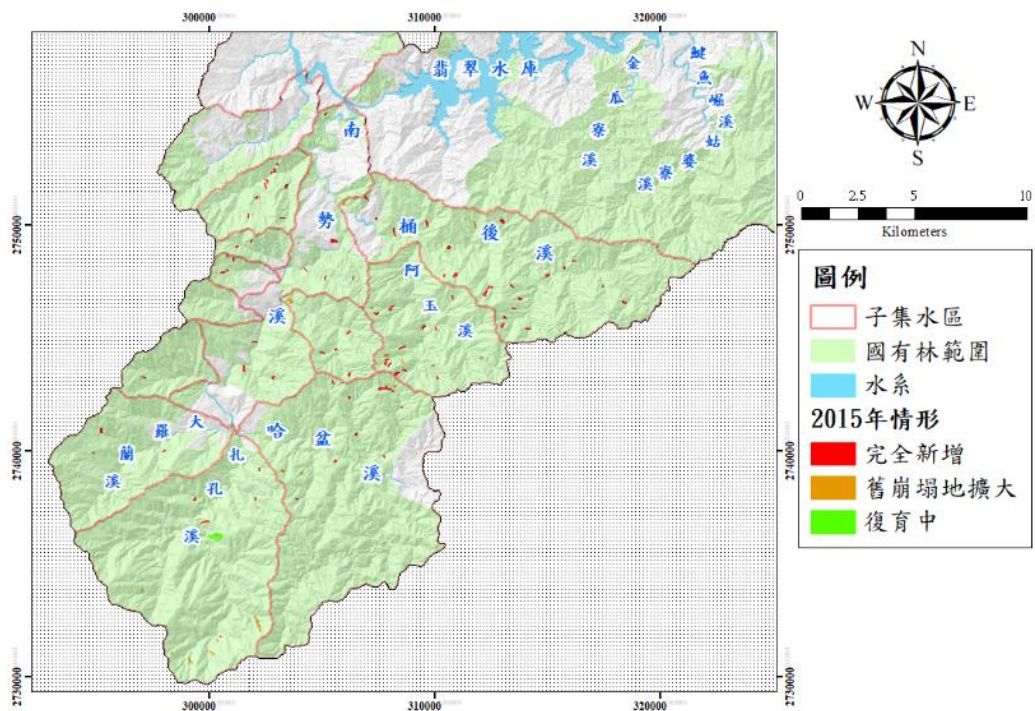
因灑播採用之單軸直昇機，遙控自動導航距離方圓可達 30 公里；崩塌地在可視距離，亦有 8 軸旋翼無人機可資對應，本計畫以 108 年度判釋結果，擴大程度最大之崩塌地為優先選擇，進行遠端空中灑播植生，所選取之重點崩塌地編號為 2、17(LS_UAV_15)、42(LS_UAV_12)、62 及 80 為優先選擇(相關位置詳見圖 4-12)。

位於東札孔溪 60 林班地之大崩塌地(重點崩塌地編號 99)為區內崩塌面積最大之崩塌地，崩塌寬度約 250m、高度約 450m、崩塌深度約 15m，平均坡度為 40° 。根據記錄，該崩塌地發生於民國 74 年，臺北水源特定區管理局於 83 年曾以空中撒播種子方式進行崩塌地復育工程，惟崩塌地坡度陡峭不利植生，實施成效並不明顯。林務局歷年亦有持續關注該崩塌地之復育，新竹林管處在 96 年採用對環境及生態最小擾動之打樁編配合稻草席植生等整治工程，但仍因坡面陡峭及颱風豪雨逕流之沖蝕影響而失敗(新竹林管處，102)。林務局自 102 年起亦重新辦理人工種子撒播，然而崩塌地坡度過大，加上降雨時坡面逕流沖刷，使撒播的種子盡數流失，成效不彰。但在各期崩塌地判釋中發現，其崩塌面積從 99 年汛期前的 3.39 公頃(新竹林管處，106)，在蘇迪勒風災後增加至 12.01 公頃，於 105 年持續擴大 12.64 公頃，之後裸露面積開始呈現逐漸減少中(見表 4-1 之編號 99)。於 108 年，該崩塌面積仍為 9.61 公頃，佔札孔溪集水區崩塌面積佔比之 41.21%。崩塌面積有縮小的趨勢，研判崩塌地兩側坡面已有植生入侵，顯示其仍具有自然復育能力，故建議採取自然復育，並持續觀察。



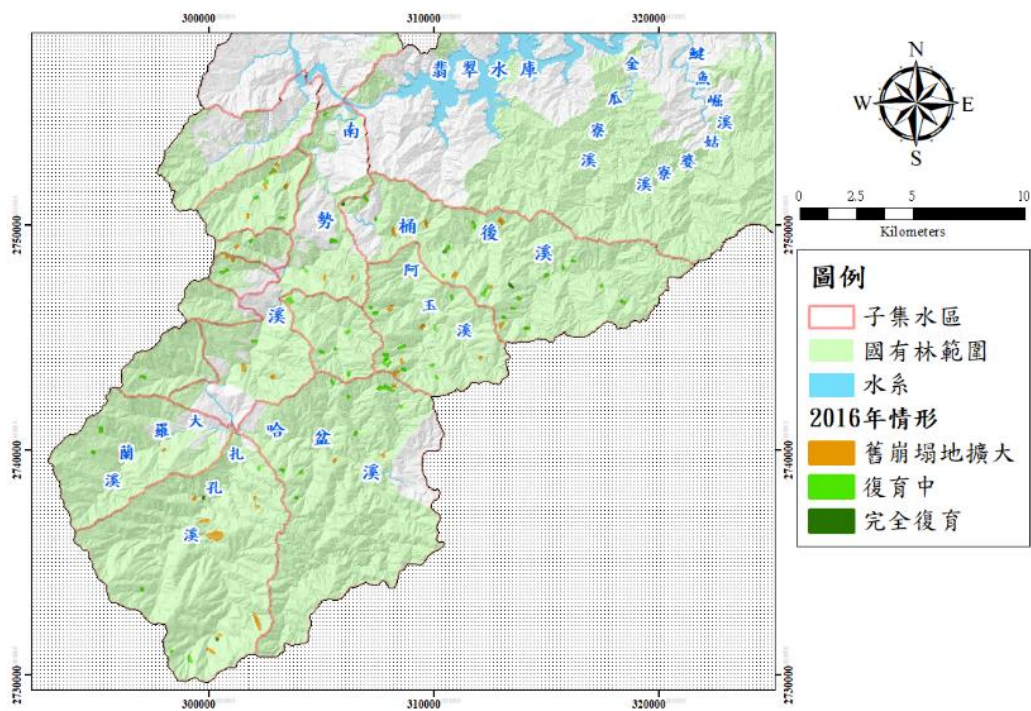
資料來源：本計畫繪製。

圖4-1 重點崩塌地空間分布圖(共 100 處)



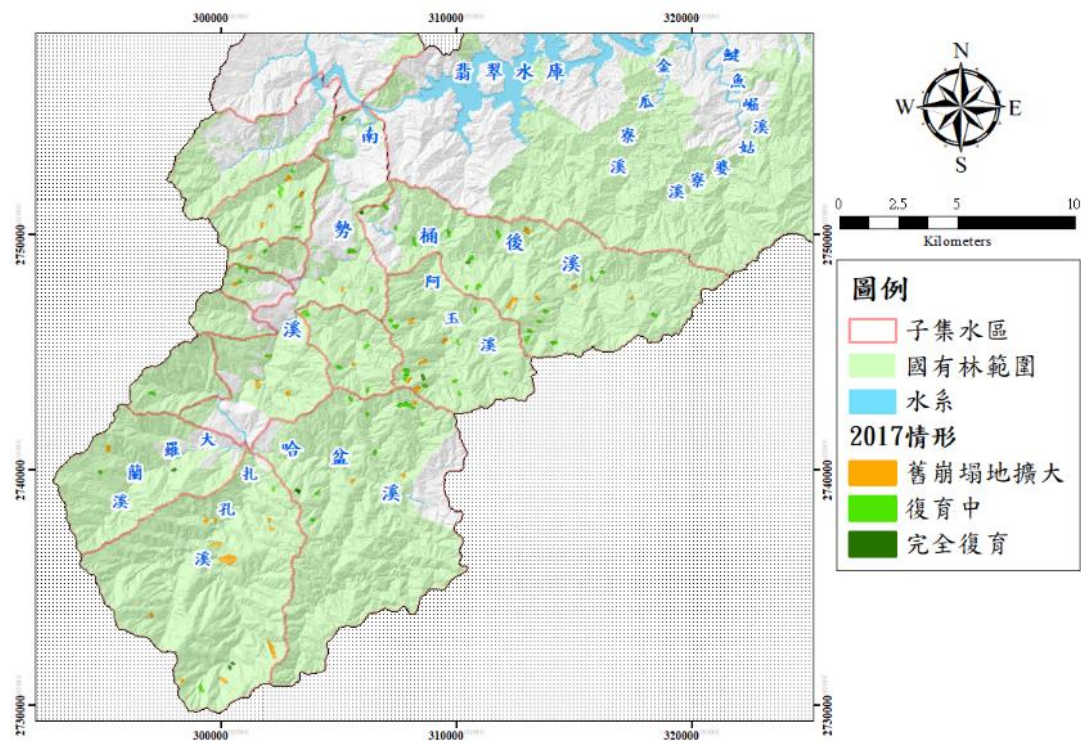
資料來源：本計畫繪製。

圖4-2 104 年重點崩塌地變遷情形



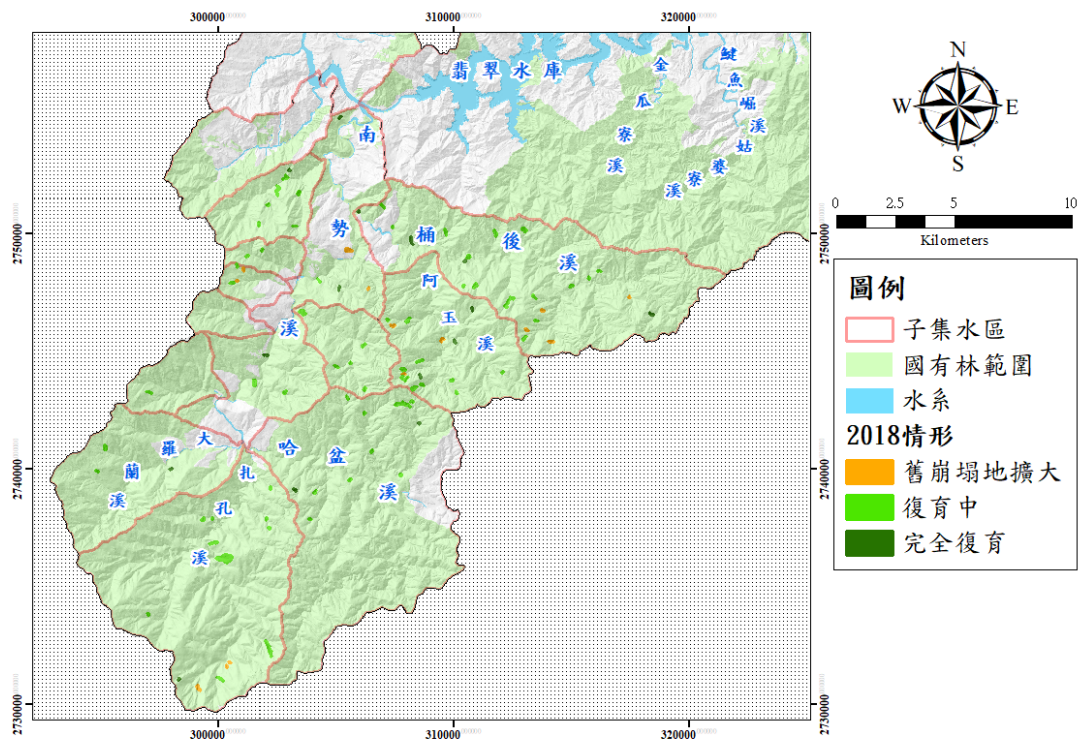
資料來源：本計畫繪製。

圖4-3 105 年重點崩塌地變遷情形



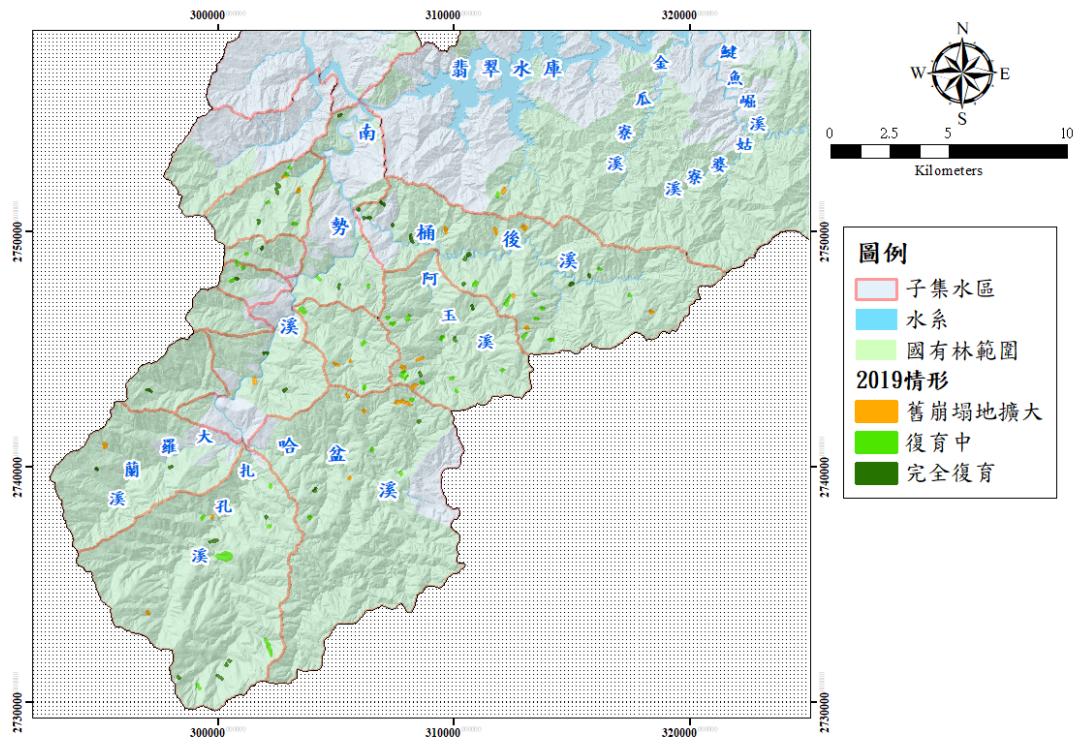
資料來源：本計畫繪製。

圖4-4 106 年重點崩塌地變遷情形



資料來源：本計畫繪製。

圖4-5 107 年重點崩塌地變遷情形



資料來源：本計畫繪製。

圖4-6 108 年重點崩塌地變遷情形

表4-1 蘇迪勒颱風後新店溪流域國有林範圍中重點崩塌地變遷探討彙整表

說明：表中正值面積表示新增或擴大面積(增加)，負值表示復育或縮小(減少)

順序 號	崩塌地編號	X 坐標	Y 坐標	五萬分之一 地層	103 年 崩塌面積 (公頃)	104 年 崩塌面積 (公頃)	105 年 崩塌面積 (公頃)	106 年 崩塌面積 (公頃)	107 年 崩塌面積 (公頃)	108 年 崩塌面積 (公頃)	104 年新增 (蘇迪勒颱風)		105 年年間變化		106 年間變化		107 年間變化		108 年間變化		臨路 (100m)	臨河 (100m)	經工程 治理
											崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)			
1	02_02_96221098_0044	294811	2739900	粗窟層	0.265	0.314	0.200	0.185	0.096	0	舊崩塌地 擴大	0.049	復育中	-0.113	復育中	-0.015	復育中	-0.090	完全復育	-0.096			
2	02_02_97224067_0059	318353	2746560	乾溝層	0	0.491	0.321	0.378	0.157	0.348	完全新增	0.491	復育中	-0.170	舊崩塌地 擴大	0.058	復育中	-0.221	舊崩塌地 擴大	0.191			
3	02_02_96221088_0066	295170	2740920	乾溝層	0	1.247	0.991	1.507	0.157	1.433	完全新增	1.247	復育中	-0.256	舊崩塌地 擴大	0.516	復育中	-1.350	舊崩塌地 擴大	1.276		Y	
4	02_02_97224061_1821	303147	2748650	乾溝層	0	0.375	0.492	0.286	0.089	0.046	完全新增	0.375	舊崩塌地 擴大	-0.116	復育中	-0.206	復育中	-0.197	復育中	-0.043		Y	Y
5	02_02_96221089_0169	297031	2743250	乾溝層	0	0.354	0.236	0.349	0.228	0	完全新增	0.354	復育中	-0.118	舊崩塌地 擴大	0.113	復育中	-0.121	完全復育	-0.228			
6	02_02_96222019_0171	296989	2733810	水長流層(巴陵 層)	0.189	0.368	0.243	0.386	0.329	0.341	舊崩塌地 擴大	0.179	復育中	-0.125	舊崩塌地 擴大	0.143	復育中	-0.057	舊崩塌地 擴大	0.012			
7	02_02_97224061_1787	303085	2748890	乾溝層	0	0.448	0.245	0.426	0.073	0	完全新增	0.448	復育中	-0.203	舊崩塌地 擴大	0.181	復育中	-0.353	完全復育	-0.046		Y	Y
8	02_02_96224061_1795	303105	2748800	乾溝層	0	0.486	0.492	0.426	0.074	0	完全新增	0.486	舊崩塌地 擴大	0.006	復育中	-0.066	復育中	-0.352	完全復育	-0.049		Y	Y
9	02_02_96222029_0275	298298	2731060	水長流層(巴陵 層)	0.389	0.390	0.389	0.531	0	0	舊崩塌地 擴大	0.001	復育中	-0.001	舊崩塌地 擴大	0.142	完全復育	-0.531	完全復育	0			
10	02_02_97224066_0298	315722	2748100	大桶山層	0	0.312	0.222	0.150	0.13	0	完全新增	0.312	復育中	-0.090	復育中	-0.072	復育中	-0.020	完全復育	-0.130			
11	02_02_97224066_0344	315021	2748480	大桶山層	0	0.436	0	0.369	0.124	0	完全新增	0.436	完全復育	-0.436	舊崩塌地 擴大	0.369	復育中	-0.245	完全復育	-0.124			
12	02_02_97224066_0366	314972	2747750	大桶山層	0	0.415	0.197	0.353	0.167	0	完全新增	0.415	復育中	-0.218	舊崩塌地 擴大	0.155	復育中	-0.186	完全復育	-0.167	Y	Y	
13	02_02_96222030_0417	299128	2730670	四稜砂岩(白冷 層)	0.978	1.258	1.005	0.782	1.059	0.110	舊崩塌地 擴大	0.280	復育中	-0.254	復育中	-0.222	舊崩塌地 擴大	0.277	復育中	-0.949			
14	02_02_97224076_0438	314084	2745380	粗窟層	0	0.648	0.508	0.349	0.477	0.394	完全新增	0.648	復育中	-0.140	復育中	-0.159	舊崩塌地 擴大	0.128	復育中	-0.083			
15	02_02_97224065_0464	313724	2746710	大桶山層	0	0.561	0.515	0.390	0.452	0.411	完全新增	0.561	復育中	-0.046	復育中	-0.125	舊崩塌地 擴大	0.062	復育中	-0.041			
16	02_02_96222010_0473	299323	2737850	大桶山層	0	0.641	0.692	0.841	0.521	0.106	完全新增	0.641	舊崩塌地 擴大	0.051	舊崩塌地 擴大	0.148	復育中	-0.320	復育中	-0.415			
17	02_02_97224075_0494	313452	2746290	大桶山層	0	0.365	0.336	0.280	0.211	0.211	完全新增	0.365	復育中	-0.028	復育中	-0.056	復育中	-0.069	復育中	0			
18	02_02_97224065_0504	313371	2747310	大桶山層	0	0.332	0	0.314	0.323	0.228	完全新增	0.332	完全復育	-0.332	舊崩塌地 擴大	0.314	舊崩塌地 擴大	0.009	復育中	-0.095			
19	02_02_97224075_0530	313058	2745890	大桶山層	0	0.905	0.789	0.814	0.82	0.830	完全新增	0.905	復育中	-0.115	舊崩塌地 擴大	0.024	舊崩塌地 擴大	0.006	舊崩塌地 擴大	0.010			
20	02_02_97224075_0540	312952	2745530	大桶山層	0	0.849	0.909	0.941	0.614	0.614	完全新增	0.849	舊崩塌地 擴大	0.060	舊崩塌地 擴大	0.032	復育中	-0.327	復育中	0			
21	02_02_97224055_0546	312964	2750150	大桶山層	0	1.928	3.723	4.279	2.89	3.165	完全新增	1.928	舊崩塌地 擴大	1.795	舊崩塌地 擴大	0.556	復育中	-1.389	舊崩塌地 擴大	0.275			

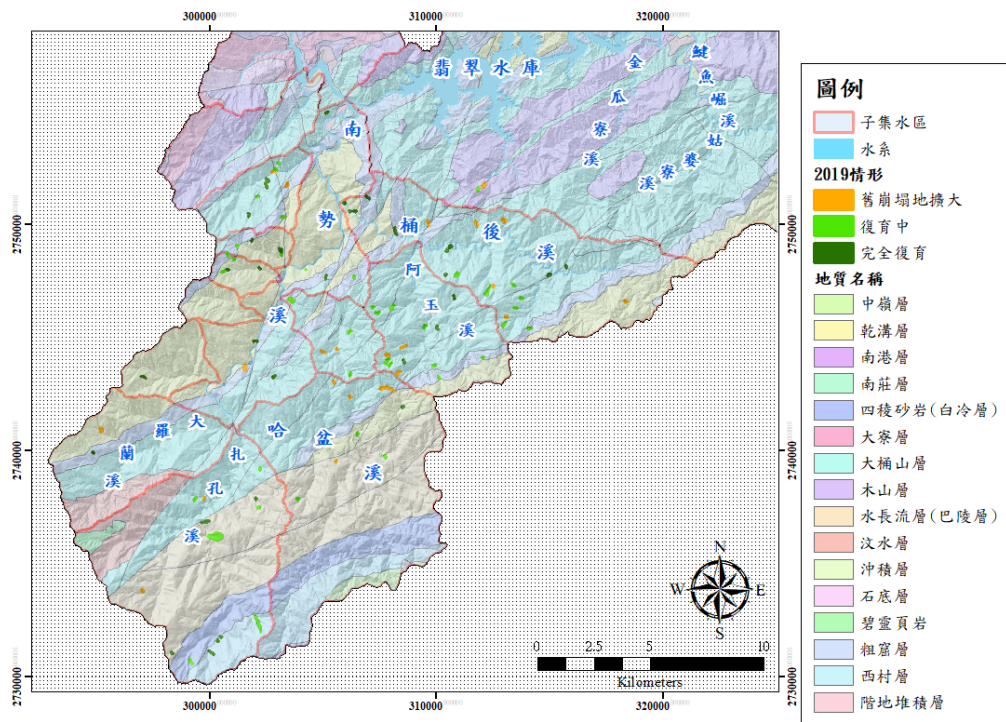
順序 號	崩塌地編號	X 坐標	Y 坐標	五萬分之一 地層	103 年 崩塌面積 (公頃)	104 年 崩塌面積 (公頃)	105 年 崩塌面積 (公頃)	106 年 崩塌面積 (公頃)	107 年 崩塌面積 (公頃)	108 年 崩塌面積 (公頃)	104 年新增 (蘇迪勒颱風)		105 年年間變化		106 年間變化		107 年間變化		108 年間變化		臨路 (100m)	臨河 (100m)	經工程 治理
											崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)			
22	02_02_96222010_0572	299805	2736850	水長流層(巴陵層)	0	0.918	0.975	1.131	0.723	0	完全新增	0.918	舊崩塌地擴大	0.057	舊崩塌地擴大	0.156	復育中	-0.408	完全復育	-0.723		Y	
23	02_02_97224065_0579	312487	2747240	大桶山層	0	0.687	0.779	0.727	0.526	0.530	完全新增	0.687	舊崩塌地擴大	0.093	復育中	-0.052	復育中	-0.201	舊崩塌地擴大	0.004		Y	
24	02_02_96222010_0598	299716	2737860	大桶山層	0.424	0.339	0	0.440	0.277	0.365	復育地	-0.085	完全復育	-0.339	舊崩塌地擴大	0.44	復育中	-0.163	舊崩塌地擴大	0.088			
25	02_02_97224065_0622	312220	2746980	大桶山層	0	1.877	1.728	2.094	1.394	1.257	完全新增	1.877	復育中	-0.149	舊崩塌地擴大	0.366	復育中	-0.700	復育中	-0.137		Y	
26	02_02_97224075_0627	312029	2744090	粗窟層	0.143	0.325	0.355	0.301	0.274	0.165	舊崩塌地擴大	0.182	舊崩塌地擴大	0.030	復育中	-0.054	復育中	-0.027	復育中	-0.109			
27	02_02_97224055_0641	311737	2750000	大桶山層	0.089	0.974	0.957	0.825	0.325	0.312	舊崩塌地擴大	0.885	復育中	-0.017	復育中	-0.132	復育中	-0.500	復育中	0.0.13			
28	02_02_96222030_0686	300071	2731060	西村層	0.482	0.726	1.175	1.196	0.543	0	舊崩塌地擴大	0.244	舊崩塌地擴大	0.448	舊崩塌地擴大	0.022	復育中	-0.653	完全復育	-0.543		Y	
29	02_02_97224064_0748	310880	2747760	大桶山層	0	1.451	1.591	1.370	0.833	0.830	完全新增	1.451	舊崩塌地擴大	0.140	復育中	-0.221	復育中	-0.537	復育中	-0.003			
30	02_02_97224064_0770	310751	2746780	大桶山層	0	0.327	0.284	0.179	0	0	完全新增	0.327	復育中	-0.043	復育中	-0.104	完全復育	-0.179	完全復育	0			
31	02_02_97224064_0786	310602	2749010	大桶山層	0	1.206	0.840	1.084	0.384	0	完全新增	1.206	復育中	-0.365	舊崩塌地擴大	0.244	復育中	-0.700	完全復育	-0.384	Y	Y	
32	02_02_96222030_0793	300324	2731600	西村層	0.023	0.316	0	0	0.456	0	舊崩塌地擴大	0.293	完全復育	-0.316	完全復育	0	舊崩塌地復發	0.456	完全復育	-0.456			
33	02_02_97224064_0798	310445	2748820	大桶山層	1.052	0.347	0	0	0	0	復育中	-0.705	完全復育	-0.347	完全復育	0	完全復育	0	完全復育	0	Y		
34	02_02_97224064_0812	310373	2747750	大桶山層	0	0.334	0.290	0.223	0.176	0	完全新增	0.334	復育中	-0.044	復育中	-0.066	復育中	-0.047	完全復育	-0.176			
35	02_02_96222030_0817	300461	2731770	四稜砂岩(白冷層)	0	0.334	0.483	0	0.288	0	完全新增	0.334	舊崩塌地擴大	0.148	完全復育	-0.483	舊崩塌地復發	0.288	完全復育	-0.288		Y	
36	02_02_96221070_0827	300564	2747890	乾溝層	0	0.860	0.600	0.905	0.616	0.616	完全新增	0.860	復育中	-0.260	舊崩塌地擴大	0.305	復育中	-0.289	復育中	0			
37	02_02_97224084_0836	310085	2743220	粗窟層	0	0.360	0.320	0.327	0.318	0.220	完全新增	0.360	復育中	-0.040	舊崩塌地擴大	0.007	復育中	-0.009	復育中	-0.098			
38	02_02_97224074_0844	310017	2745380	大桶山層	0	0.489	0.481	0.467	0	0	完全新增	0.489	復育中	-0.008	復育中	-0.015	完全復育	-0.467	完全復育	0			
39	02_02_97224074_0878	309881	2743750	大桶山層	0.118	0.547	0.423	0.418	0.529	0.169	舊崩塌地擴大	0.429	復育中	-0.123	復育中	-0.005	舊崩塌地擴大	0.111	復育中	-0.360			
40	02_02_96221070_0899	300748	2747980	乾溝層	0	0.325	0.231	0.146	0.378	0	完全新增	0.325	復育中	-0.094	復育中	-0.084	舊崩塌地擴大	0.232	完全復育	-0.378			
41	02_02_96221070_0905	300764	2748640	粗窟層	0	0.344	0.409	0.335	0.233	0.162	完全新增	0.344	舊崩塌地擴大	0.065	復育中	-0.074	復育中	-0.102	復育中	-0.071			Y
42	02_02_97224054_0920	309625	2750040	大桶山層	0	0.678	0.689	0.582	0.454	0.357	完全新增	0.678	舊崩塌地擴大	0.010	復育中	-0.106	復育中	-0.128	復育中	0.097			
43	02_02_96221070_0956	301028	2748460	乾溝層	0	0.560	0.658	0.547	0.657	0.657	完全新增	0.560	舊崩塌地擴大	0.098	復育中	-0.11	舊崩塌地擴大	0.110	復育中	0			
44	02_02_97224074_0967	309470	2745480	大桶山層	0	0.515	0.562	0.850	1.044	0.235	完全新增	0.515	舊崩塌地擴大	0.048	舊崩塌地擴大	0.288	舊崩塌地擴大	0.194	復育中	-0.809	Y	Y	
45	02_02_96221060_1010	301193	2749040	粗窟層	0	0.455	0.466	0.535	0.431	0.398	完全新增	0.455	舊崩塌地擴大	0.011	舊崩塌地擴大	0.068	復育中	-0.104	復育中	-0.033			
46	02_02_97224071_1116	301503	2743620	乾溝層	0	1.194	1.327	1.336	0.684	1.430	完全新增	1.194	舊崩塌地擴大	0.132	舊崩塌地擴大	0.009	復育中	-0.652	舊崩塌地擴大	-0.764	Y	Y	
47	02_02_97224061_1477	302075	2748020	乾溝層	0	0.448	0.356	0.371	0.0713	0.055	完全新增	0.448	復育中	-0.092	舊崩塌地擴大	0.015	復育中	-0.300	復育中	-0.016		Y	Y

順序 號	崩塌地編號	X 坐標	Y 坐標	五萬分之一 地層	103 年 崩塌面積 (公頃)	104 年 崩塌面積 (公頃)	105 年 崩塌面積 (公頃)	106 年 崩塌面積 (公頃)	107 年 崩塌面積 (公頃)	108 年 崩塌面積 (公頃)	104 年新增 (蘇迪勒颱風)		105 年年間變化		106 年間變化		107 年間變化		108 年間變化		臨路 (100m)	臨河 (100m)	經工程 治理
											崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)			
48	02_02_97224073_1153	308543	2743930	大桶山層	0.247	0.358	0.392	0.0	0	0	舊崩塌地 擴大	0.110	舊崩塌地 擴大	0.034	完全復育	-0.392	完全復育	0	完全復育	0			
49	02_02_97224083_1167	308503	2741930	乾溝層	0	0.409	0.360	0.284	0	0	完全新增	0.409	復育中	-0.048	復育中	-0.076	完全復育	-0.284	完全復育	0			
50	02_02_97224051_1172	301689	2750390	大桶山層	0	0.327	0.423	0.381	0.282	0	完全新增	0.327	舊崩塌地 擴大	0.096	復育中	-0.042	復育中	-0.099	完全復育	-0.282			
51	02_02_97224073_1191	308504	2744560	大桶山層	0	0.887	0.875	0.934	0.367	0.432	完全新增	0.887	復育中	-0.011	舊崩塌地 擴大	0.059	復育中	-0.567	舊崩塌地 擴大	0.065			
52	02_02_97224051_1227	301829	2749290	乾溝層	0	0.315	0.102	0.266	0.231	0	完全新增	0.315	復育中	-0.213	舊崩塌地 擴大	0.164	復育中	-0.035	完全復育	-0.231			
53	02_02_97224083_1239	308282	2743410	大桶山層	0	1.813	2.775	2.000	1.97	2.09	完全新增	1.813	舊崩塌地 擴大	0.961	復育中	-0.774	復育中	-0.030	舊崩塌地 擴大	0.120			
54	02_02_97224053_1256	308164	2749660	粗窟層	0	0.471	0.525	0.351	0	0	完全新增	0.471	舊崩塌地 擴大	0.054	復育中	-0.174	完全復育	-0.351	完全復育	0		Y	
55	02_02_97224053_1770	306342	2750560	乾溝層	0	0.338	0.367	0.384	0	0	完全新增	0.338	舊崩塌地 擴大	0.029	舊崩塌地 擴大	0.017	完全復育	-0.384	完全復育	0	Y	Y	Y
56	02_02_97224071_1263	301965	2744820	乾溝層	0	0.339	0.209	0.245	0	0	完全新增	0.339	復育中	-0.130	舊崩塌地 擴大	0.037	完全復育	-0.245	完全復育	0	Y	Y	
57	02_02_97224063_1305	308020	2746310	大桶山層	0	1.503	1.533	1.550	1.142	0.960	完全新增	1.503	舊崩塌地 擴大	0.030	舊崩塌地 擴大	0.018	復育中	-0.408	復育中	-0.182		Y	
58	02_02_97223011_1315	302125	2732350	西村層	1.234	2.589	3.424	4.521	2.141	0.745	舊崩塌地 擴大	1.355	舊崩塌地 擴大	0.835	舊崩塌地 擴大	1.097	復育中	-2.380	復育中	-1.396		Y	
59	02_02_97224073_1321	307943	2743800	大桶山層	0	0.419	0.251	0.443	0.317	0.110	完全新增	0.419	復育中	-0.168	舊崩塌地 擴大	0.192	復育中	-0.126	復育中	-0.207			
60	02_02_97223001_1331	302022	2737870	水長流層(巴陵 層)	0	0.335	0.416	0.546	0.418	0	完全新增	0.335	舊崩塌地 擴大	0.082	舊崩塌地 擴大	0.13	復育中	-0.128	完全復育	-0.418			
61	02_02_97224073_1339	307834	2744010	大桶山層	0	0.472	0.344	0.406	0.457	0.457	完全新增	0.472	復育中	-0.127	舊崩塌地 擴大	0.062	舊崩塌地 擴大	0.051	復育中	0			
62	02_02_97224051_1342	302066	2751200	大桶山層	0	0.341	0.273	0.378	0.238	0.14	完全新增	0.341	復育中	-0.069	舊崩塌地 擴大	0.105	復育中	-0.140	復育中	-0.098			
63	02_02_97224073_1355	307801	2744210	大桶山層	0.487	1.219	0.959	1.187	1.155	1.210	舊崩塌地 擴大	0.732	復育中	-0.261	舊崩塌地 擴大	0.229	復育中	-0.032	舊崩塌地 擴大	0.055		Y	
64	02_02_97224073_1359	307777	2743870	大桶山層	0	0.479	0.381	0.344	0.183	0.174	完全新增	0.479	復育中	-0.098	復育中	-0.037	復育中	-0.161	復育中	-0.009			
65	02_02_97224093_1373	307719	2739730	水長流層(巴陵 層)	0	0.745	1.201	1.058	0.889	0.457	完全新增	0.745	舊崩塌地 擴大	0.457	復育中	-0.143	復育中	-0.169	復育中	-0.432			
66	02_02_97223001_1385	302128	2737470	水長流層(巴陵 層)	0.421	0.470	0.500	0.490	0.400	0.280	舊崩塌地 擴大	0.048	舊崩塌地 擴大	0.030	復育中	-0.010	復育中	-0.090	復育中	-0.120			
67	02_02_97224091_1419	302181	2739170	大桶山層	0	0.304	0.300	0.250	0.208	0.131	完全新增	0.304	復育中	-0.004	復育中	-0.050	復育中	-0.042	復育中	-0.077			
68	02_02_97224083_1428	307768	2742730	乾溝層	0	2.446	1.685	1.803	0.745	1.177	完全新增	2.446	復育中	-0.762	舊崩塌地 擴大	0.118	復育中	-1.058	舊崩塌地 擴大	0.432			
69	01_01_97224055_0064	311820	2751540	乾溝層	0	1.427	2.164	1.911	0.736	0.157	完全新增	1.427	舊崩塌地 擴大	0.737	復育中	-0.253	復育中	-1.175	復育中	-0.579		Y	
70	02_02_97224073_1476	307375	2746070	大桶山層	0	0.492	0.466	0.064	0.182	0.106	完全新增	0.492	復育地	-0.026	復育中	-0.401	舊崩塌地 擴大	0.118	復育中	-0.076			
71	02_02_97224063_1517	307161	2746310	大桶山層	0.226	0.424	0.388	0.358	0.346	0.344	舊崩塌地 擴大	0.197	復育中	-0.035	復育中	-0.031	復育中	-0.012	復育中	-0.002			
72	02_02_97224051_1537	302461	2751690	大桶山層	0	0.689	0.779	0.489	0.244	0	完全新增	0.689	舊崩塌地 擴大	0.090	復育中	-0.291	復育中	-0.245	完全復育	-0.244			
73	02_02_97224041_1557	302531	2751920	大桶山層	0	0.886	0.568	0.387	0.057	0	完全新增	0.886	復育中	-0.318	復育中	-0.18	復育中	-0.330	完全復育	-0.057		Y	
74	02_02_97224053_1588	306951	2751160	粗窟層	0	0.582	0.363	0.220	0.062	0	完全新增	0.582	復育中	-0.219	復育中	-0.143	復育中	-0.158	完全復育	-0.062			

順序 號	崩塌地編號	X 坐標	Y 坐標	五萬分之一 地層	103 年 崩塌面積 (公頃)	104 年 崩塌面積 (公頃)	105 年 崩塌面積 (公頃)	106 年 崩塌面積 (公頃)	107 年 崩塌面積 (公頃)	108 年 崩塌面積 (公頃)	104 年新增 (蘇迪勒颱風)		105 年年間變化		106 年間變化		107 年間變化		108 年間變化		臨路 (100m)	臨河 (100m)	經工程 治理
											崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)	崩塌類型	面積 (公頃)			
75	02_02_97224041_1638	302789	2752320	大桶山層	0	0.413	0.054	0.565	0.093	0.159	完全新增	0.413	復育中	-0.358	舊崩塌地 擴大	0.511	復育中	-0.472	舊崩塌地 擴大	0.066		Y	
76	02_02_97224081_1647	302817	2743250	大桶山層	0	0.564	0.782	0.719	0.268	0	完全新增	0.564	舊崩塌地 擴大	0.218	復育中	-0.063	復育中	-0.451	完全復育	-0.268			
77	02_02_97224041_1665	302875	2752400	大桶山層	0	0.384	0.391	1.060	0.206	0.153	完全新增	0.384	舊崩塌地 擴大	0.007	舊崩塌地 擴大	0.669	復育中	-0.854	復育中	-0.053		Y	
78	02_02_97224083_1710	306488	2740730	乾溝層	0	0.399	0.292	0.371	0.075	0.048	完全新增	0.399	復育中	-0.107	舊崩塌地 擴大	0.079	復育中	-0.296	復育中	-0.027			
79	02_02_97224041_1715	302995	2752670	大桶山層	0	0.346	0.376	0.335	0.35	0.264	完全新增	0.346	舊崩塌地 擴大	0.031	復育中	-0.041	舊崩塌地 擴大	0.015	復育中	-0.086			
80	02_02_97224062_1730	306329	2747640	粗窟層	0	0.302	0.372	0.300	0.35	0.115	完全新增	0.302	舊崩塌地 擴大	0.069	復育中	-0.071	舊崩塌地 擴大	0.050	復育中	-0.235	Y		
81	02_02_97224082_1776	306179	2742370	大桶山層	0	0.508	0.362	0.333	0.16	0.294	完全新增	0.508	復育中	-0.146	復育中	-0.029	復育中	-0.173	舊崩塌地 擴大	0.134			
82	02_02_97224082_1782	306173	2743380	大桶山層	0	1.059	0.783	0.969	0.821	0.820	完全新增	1.059	復育中	-0.277	舊崩塌地 擴大	0.187	復育中	-0.148	復育中	-0.001			
83	02_02_97224051_1785	303197	2750300	乾溝層	0	0.354	0.220	0.311	0.284	0.178	完全新增	0.354	復育中	-0.134	舊崩塌地 擴大	0.091	復育中	-0.027	復育中	-0.106			
84	02_02_97224072_1794	306137	2745230	大桶山層	0	0.786	0.730	0.738	0.523	0.481	完全新增	0.786	復育中	-0.056	舊崩塌地 擴大	0.007	復育中	-0.215	復育中	-0.042		Y	
85	02_02_97224091_1805	303222	2739100	大桶山層	0.084	0.572	0.082	0	0	0.146	舊崩塌地 擴大	0.489	復育中	-0.490	完全復育	-0.082	完全復育	0	舊崩塌地 復發	0.146			
86	02_02_97224052_1837	305922	2750920	乾溝層	0.089	0.351	0	0	0	0	舊崩塌地 擴大	0.262	完全復育	-0.351	完全復育	0	完全復育	0	完全復育	0	Y	Y	Y
87	02_02_97224051_1860	303392	2751710	粗窟層	0	0.795	0.845	0.918	0.415	0.648	完全新增	0.795	舊崩塌地 擴大	0.050	舊崩塌地 擴大	0.074	復育中	-0.503	舊崩塌地 擴大	0.233			
88	02_02_97224061_1895	303464	2746680	粗窟層	0.028	0.632	0.527	0.571	0.178	0.024	舊崩塌地 擴大	0.604	復育中	-0.105	舊崩塌地 擴大	0.044	復育中	-0.393	復育中	-0.154		Y	
89	02_02_97224072_1908	305580	2744480	大桶山層	0	0.380	0.099	0.386	0.33	0.375	完全新增	0.380	復育中	-0.281	舊崩塌地 擴大	0.287	復育中	-0.056	舊崩塌地 擴大	0.045			
90	02_02_97224061_1917	303599	2746610	大桶山層	0.245	1.568	1.527	1.398	1.117	0.152	舊崩塌地 擴大	1.323	復育中	-0.041	復育中	-0.128	復育中	-0.281	復育中	-0.965		Y	
91	02_02_97224092_1918	305550	2739520	水長流層(巴陵 層)	0	0.534	0.586	0.571	0.53	0.603	完全新增	0.534	舊崩塌地 擴大	0.053	復育中	-0.016	復育中	-0.041	舊崩塌地 擴大	0.073			
92	02_02_97224082_1956	305436	2743040	大桶山層	0	0.333	0.239	0.285	0.237	0.336	完全新增	0.333	復育中	-0.094	舊崩塌地 擴大	0.046	復育中	-0.048	舊崩塌地 擴大	0.099			
93	02_02_97223002_1986	303857	2737850	水長流層(巴陵 層)	0	0.350	0.240	0.323	0.261	0.196	完全新增	0.350	復育中	-0.110	舊崩塌地 擴大	0.083	復育中	-0.062	復育中	-0.065			
94	02_02_97224032_2055	305137	2754910	大桶山層	0	0.319	0.166	0	0	0	完全新增	0.319	復育中	-0.153	完全復育	-0.166	完全復育	0	完全復育	0			
95	02_02_97224092_1082	306171	2750560	乾溝層	0	0.301	0.288	0.216	0	0	完全新增	0.301	復育中	-0.013	復育中	-0.072	完全復育	-0.216	完全復育	0	Y		Y
96	02_02_97224062_2069	305093	2747670	粗窟層	0	0.335	0.501	0.459	0	0	完全新增	0.335	舊崩塌地 擴大	0.165	復育中	-0.041	完全復育	-0.459	完全復育	0	Y		
97	02_02_97224062_2114	304238	2748000	乾溝層	0	0.451	0.390	0.125	0.099	0.068	完全新增	0.451	復育中	-0.061	復育中	-0.265	復育中	-0.026	復育中	-0.031	Y	Y	
98	02_02_97224072_2119	304970	2744350	大桶山層	0	0.420	0.201	0.260	0.131	0.192	完全新增	0.420	復育中	-0.219	舊崩塌地 擴大	0.059	復育中	-0.129	舊崩塌地 擴大	0.061			
99	02_02_96222010_2279	300266	2736180	水長流層(巴陵 層)	12.013	10.989	12.635	11.215	9.706	9.606	復育中	-1.024	舊崩塌地 擴大	1.646	復育中	-1.42	復育中	-1.509	復育中	-0.100		Y	
100	01_01_97224045_0051	312069	2551700	木山層	0	1.8215	2.9724	3.302	0.723	0.88	完全新增	1.822	舊崩塌地 擴大	1.151	舊崩塌地 擴大	0.330	復育中	-2.580	舊崩塌地 擴大	0.157	Y		

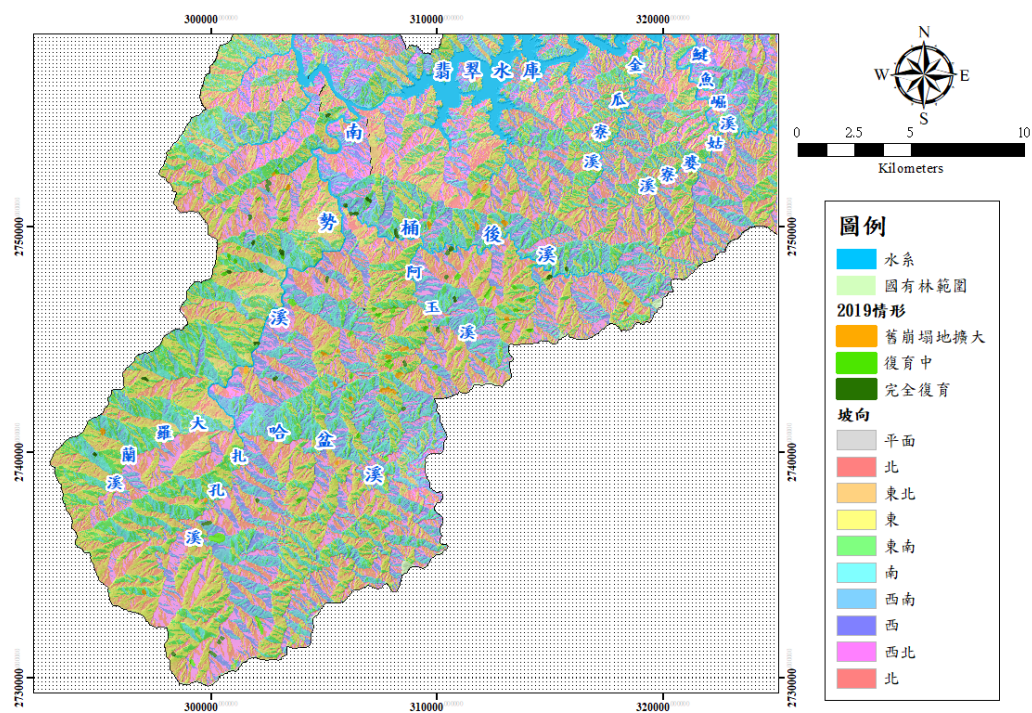
註：詳細空間資訊難以逐一表示，空間分布與崩塌地編號對應以 GIS 圖資為主。

資料來源：本計畫整理。



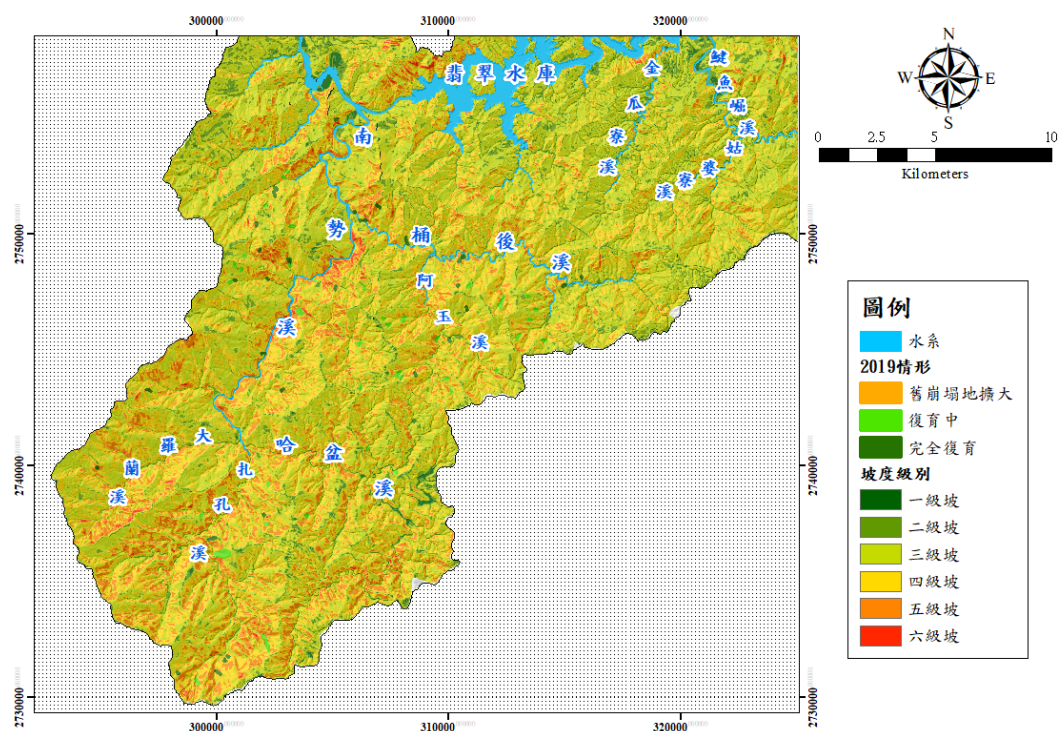
資料來源：本計畫繪製。

圖4-7 重點崩塌地與地質關係分析



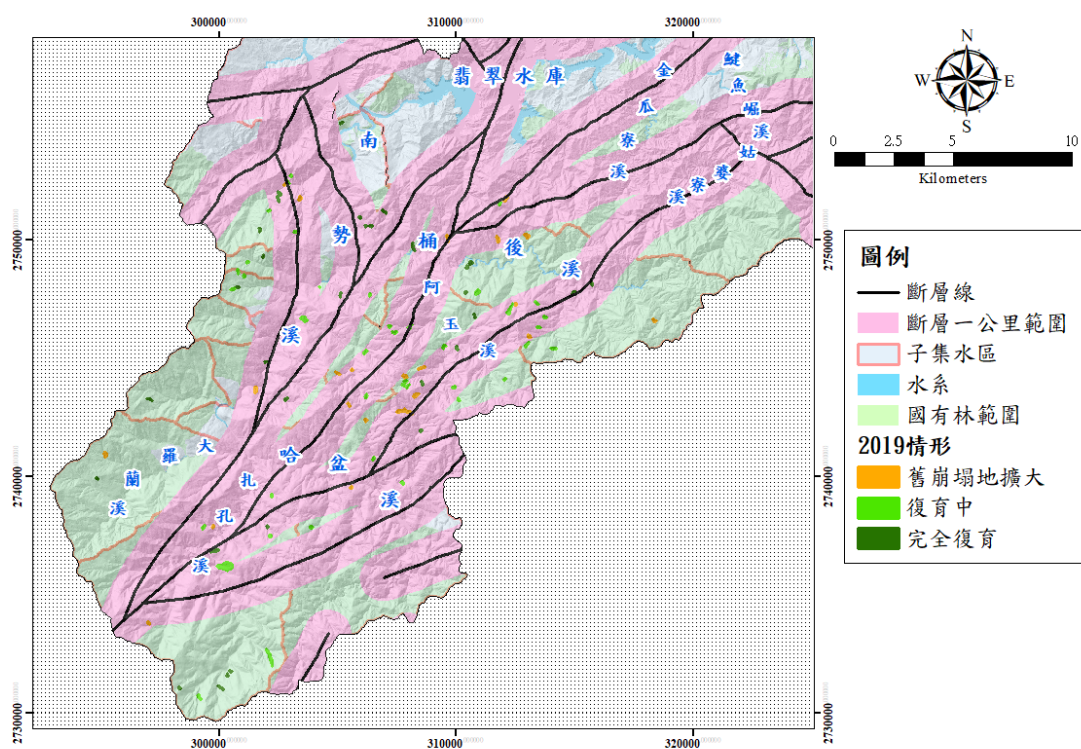
資料來源：本計畫繪製。

圖4-8 重點崩塌地與坡向關係分析



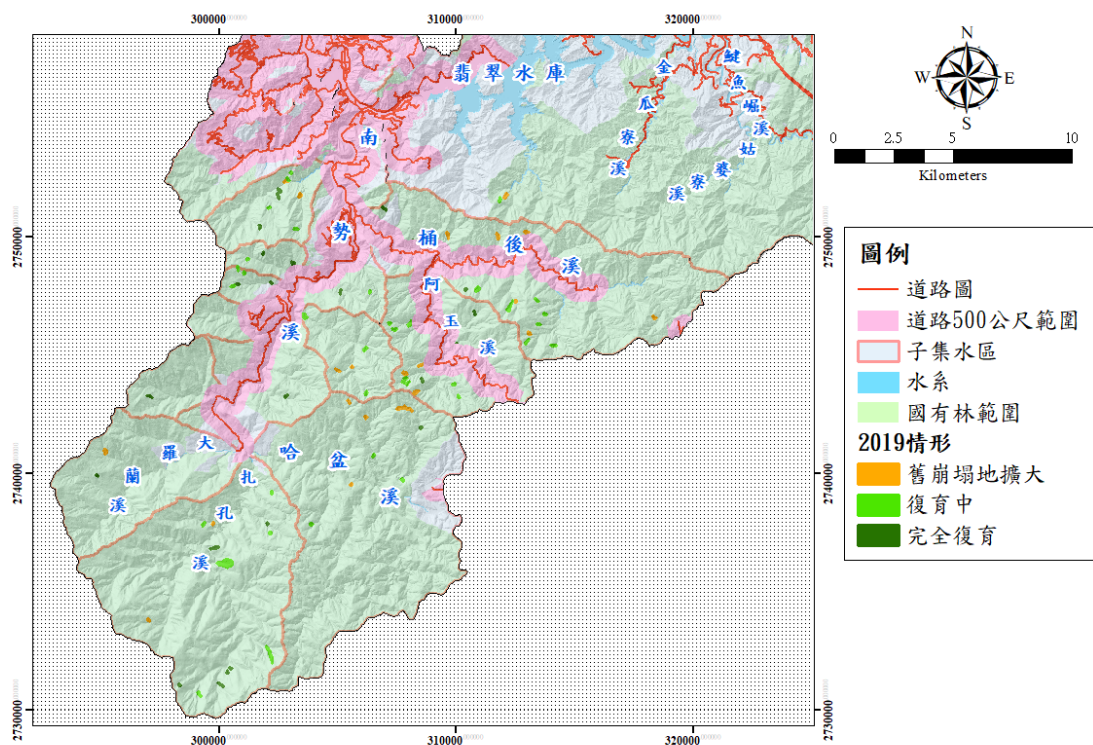
資料來源：本計畫繪製。

圖4-9 重點崩塌地與坡度關係分析



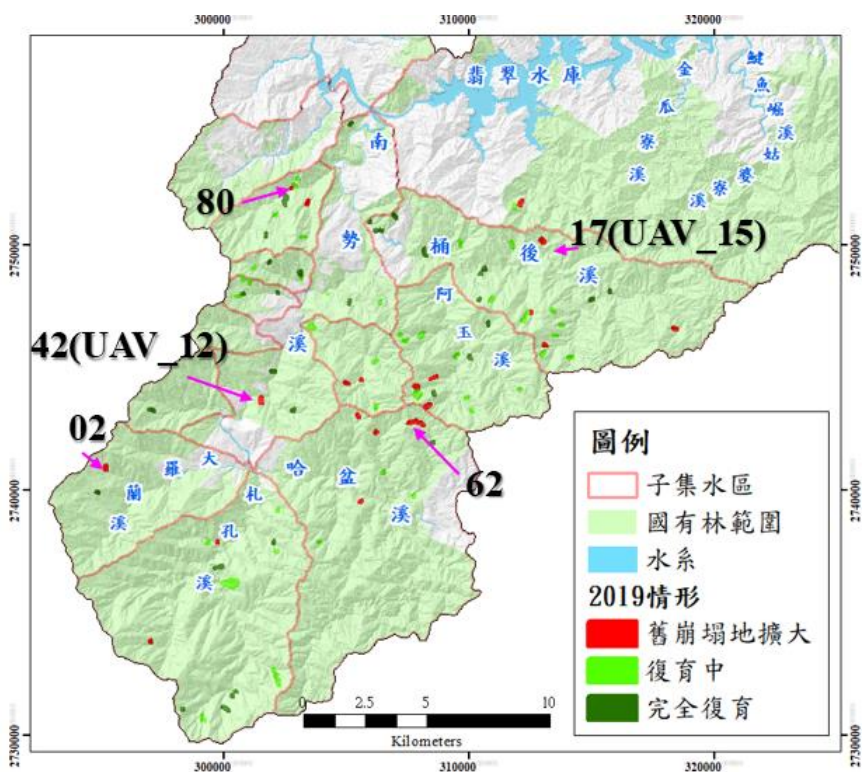
資料來源：本計畫繪製。

圖4-10 重點崩塌地與斷層關係分析



資料來源：本計畫繪製。

圖4-11 重點崩塌地與道路關係分析



資料來源：本計畫繪製。

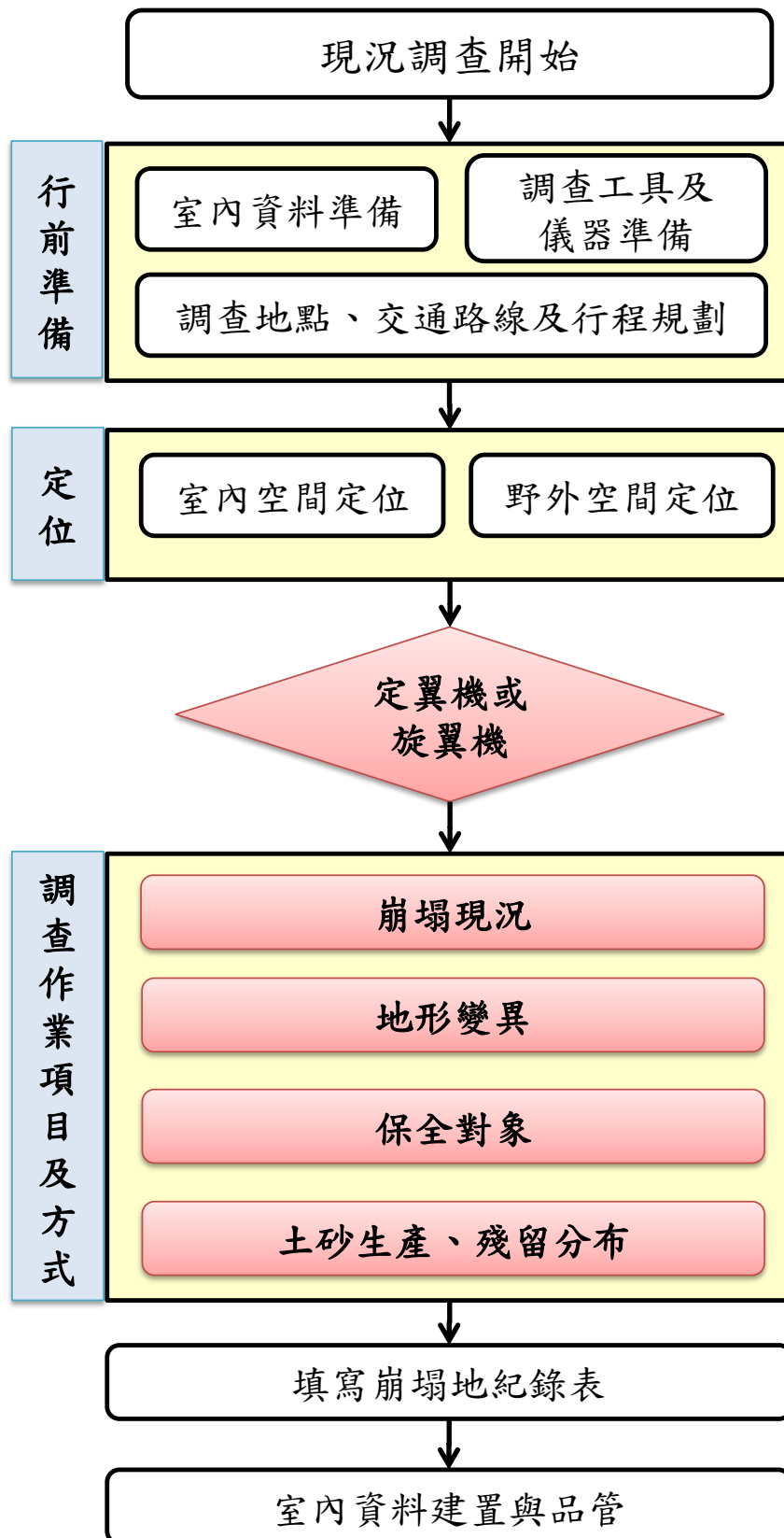
圖4-12 建議進行空中撒播植物恢復之重點崩塌地

4.2 重點案例崩塌地變遷情勢調查

基於蘇迪勒颱風後崩塌地目錄，國有林範圍崩塌面積 0.3 公頃崩塌區位多是人力無法到達或無法近距離進行崩塌調查，故本計畫採用 UAV 空拍調查，獲取崩塌全面、廣域、高精度之影像進行判釋，綜合評估崩塌地變遷情勢。以下茲就 UAV 空拍調查流程進行說明。

(一) UAV 空拍調查流程

本計畫近岸崩塌地多位處邊坡與河道交界，拍攝範圍分布零散，則選取起降容易不受起飛跑道條件限制、易於定點拍攝且攜帶性與機動性高之旋翼機進行無人機空拍作業，故採大疆 Inspire 1 Pro 四旋翼無人機進行崩塌地空拍調查，UAV 崩塌地調查作業流程如圖 4-13 所示，無人機規格如表 4-2 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖4-13 重點案例崩塌地調查作業流程圖

表4-2 無人機規格表

型號	T600	
重量	2870g (含電池，槳；不含 Zenmuse X5 雲台相機)	
	3400g (含電池，槳，Zenmuse X5 雲台相機)	
最大起飛重量	3500g	
懸停精度 (可安全飛行狀態)	垂直：0.5m；水平：2.5m	
最大旋轉角速度	俯仰軸：300°/s；航向軸：150°/s	
最大俯仰角度	35°	
最大上升速度	5m/s	
最大下降速度	4m/s	
最大水平飛行速度	18m/s (ATTI 模式下，海平面附近無風環境)	
最大飛行海拔高度	4,500m	
最大可承受風速	10m/s	
最大飛行時間	約 15 分鐘	
動力電機型號	DJI 3510H	
螺旋槳型號	DJI 1345T	
室內定位懸停	標配	
工作環境溫度 e	-10° 至 40° C	
軸距	559mm	
飛機機體照片 (含三軸雲台)		
遙控器照片×2 (搭配 ipad mini×2) →一臺控制飛行 →一臺控制照相		

註：資料來源大疆 dji 官網 (<http://www.dji.com/zh-tw>)，照片為本計畫拍攝。)

(二) 正射航照產製流程

無人機(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)於空中拍攝，可克服傳統現地調查之地形視野障壁，針對地形死角進行補充調查，取得災害地區即時、清晰、全面之中低空照片，搭配地面控制點，即可產製近正射影像，適用於崩塌地變遷歷程探討與分析。

本計畫採 PIX4D Mapper 之 UAV 拍攝影像處理商用軟體，搭配 VBS-RTK 所取得停車格標線、道路分隔線、空標等地面特徵點坐標，除能加值重建 UAV 拍攝影像之三維點雲，並可再將點雲轉換成與地表雷射掃描量測相同的坐標系統，最後製作正射影像。從 UAV 拍攝影像至製作正射影響，依序分述影像匹配、相機率定、初始方位資訊、控制點測量、密集匹配產生點雲、DSM 製作、正射影像製作等，上述流程各步驟簡述說明如後：

1、影像匹配

目前皆已使用數位相機拍攝數值航照，且多以電腦視覺的「影像匹配」技術進行自動共軛點測量(如圖 4-14)，亦為本計畫所採用技術。

2、相機率定

由於影像成像時因為透鏡畸變所造成的扭曲變形會導致整體成果的誤差，因此可先針對相機進行內方位參數的率定，本計畫採用 PIX4D Mapper 的軟體自率定(率定前後示意如圖 4-15)。

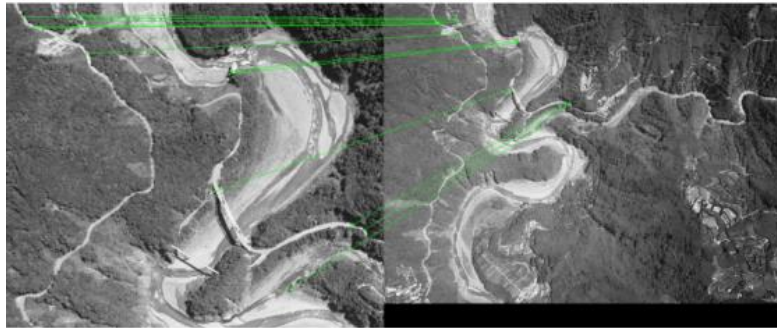
3、初始方位資訊

無人飛行載具搭載的 GPS 或 IMU，可提供拍攝時初始的方位資訊(如圖 4-16)，若概略知道影像的分布，可加速影像匹配時的搜尋。

4、控制點測量

由於經空三平差後的成果乃是一局部的坐標系統成果，為與現行公告的測繪坐標系統相容，必須先透過控制點的量測以進行坐標系統間的轉換。控制點的形式可以是如屋角點、道路中心線交點或其他明顯可辨識的原有特徵點(如圖 4-17)，或是使用者自行於空曠地區佈設之人造空標點(如圖 4-18)。此外，因內政部國土測繪中心為提供高精度即時定位之需要，並擴大 RTK 有效作業範圍，已設置完成透過網際網路高速、寬頻之數據傳輸技術，建置全國性電子化衛星定位基準網 (e-GPS；現稱之為 e-GNSS)。使用者可利用連續定位觀測資料，建構區域性定位誤差內插模式，並配合 VBS-RTK，可於數分鐘內獲得高精度的定位成果(Wu *et al.*, 2013)。

因本計畫主要目的為 UAV 空拍崩塌地變遷情勢，考量效率與目的性，以原有特徵點即無人機 GPS 坐標為主，輔以 GPS V30 GNSS RTK System(採用高精度 Trimble BD970 晶片)之 VBS-RTK 動態定位技術進行控制點測量(如圖 4-19)。



註：綠色光束為左右兩張影像共軛點之連線。
資料來源：本計畫繪製。

圖4-14 共軛點影像匹配示意圖



(a)修正前



(b)修正後

資料來源：本計畫繪製。

圖4-15 透鏡畸變修正前後影像比較



註：空中綠色框為影像拍攝時的位置及姿態。
資料來源：本計畫繪製。

圖4-16 影像拍攝時的方位資訊示意圖



(a) 道路分隔線



(b) 直升機起降點



(c) 學校操場



(d) 結構物角點

資料來源：Hsiao et al.,2014。

圖4-17 紅色十字交岔點為原有特徵點示意圖



(a) 固定式空標



(b) 移動式空標

資料來源：Wu et al.,2013。

圖4-18 人造空標點示意圖



資料來源：本計畫整理。

圖4-19 使用 VBS-RTK 儀器示意圖

6、密集匹配產生點雲

如前所述，影像匹配之目的為測量共扼點坐標，進而以前方交會產生三維點雲，可依此點雲製作 DSM。一般而言，影像匹配可分成特徵匹配、區域匹配及描述子匹配等三種。本計畫所使用 PIX4D Mapper 採用以描述子為基礎的匹配方式，稱之為 Daisy (Engin Tola, 2010)。其原理即計算影像上某一像元與鄰近像元的梯度值，而由梯度值所組成的向量空間即稱為該點的描述子，而進行匹配時，便能藉由描述子進行不同影像間同名點的匹配。

簡要而言，描述子可以想像成一間教室裡(影像)，一位穿著紅色衣服同學(影像上的特徵點)，並與前後左右或更大範圍的同學(相鄰像元)之間的關係，以老師的角度來看，無論走到教室的前面或是後面，穿紅衣的同學並不會與相鄰同學的位置有任何的改變，而描述子便是建立此關係。同時，使用 PIX4D Mapper 進行密集匹配時，PIX4D Mapper 將先進行核影像轉換，接著針對每一像元建立描述子，因此省去了特徵點偵測的步驟，且該成果因影像的外方位參數為已知，故經前方交會便能獲取密集的匹配點雲成果。

藉由密集匹配方式，在一影像重疊地區能求得高密度的點雲資料，然而匹配不可避免的存在錯誤的關係，在錯誤濾除上可以透過多影像匹配產生多條光束交會以提高可靠度並過濾不合理的點雲。圖 4-20 所示為點雲加密前後示意圖。其中由於點雲為三維資訊且影像方位參數已知，故可將影像的彩色資訊賦予三維點雲，進而融合達到擬真的三維環境。

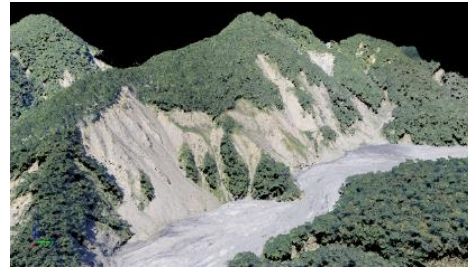
7、正射影像製作

由於原始影像為中心透視投影的形式，使得對於真實物體的大小、方向、距離等的判釋有所誤差及難度，因此需要結合 DSM 將中心透視投影原始影像糾正為平行投影，如圖 4-21 所示。

由於影像的外方位參數已經空三平差求解而得到，同時，同一地區的數值地形模型也已經由密集匹配點雲經內插求得，因此，利用共線條件式原理，可將規則網格之三維地形資訊(X, Y, Z)推回影像空間(x, y)，再以內插方式求得正射影像之灰度值。然而，由於在拼接時需考量建物因高差移位的影響，使得影像重疊時造成錯開現象，因而後續可能需要手動調整接縫線；同時，不同影像來源因光影變化的不同，在接縫線上的處理時則利用距離倒數加權法於邊緣線的兩側進行影像的灰階值平滑化，使得接縫處看不出灰階的不連續變化，為本項工作的重點。



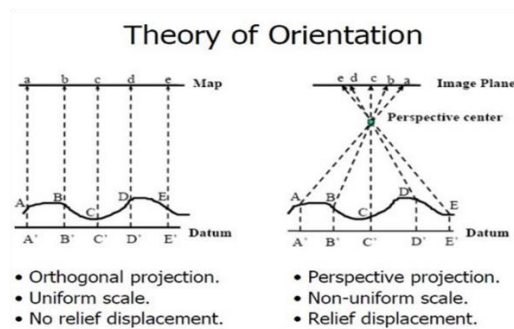
(a)加密前



(b)加密後

資料來源：本計畫繪製。

圖4-20 點雲加密前後示意圖



資料來源：摘自 Engin Tola (2010)。

圖4-21 正射影像製作示意圖

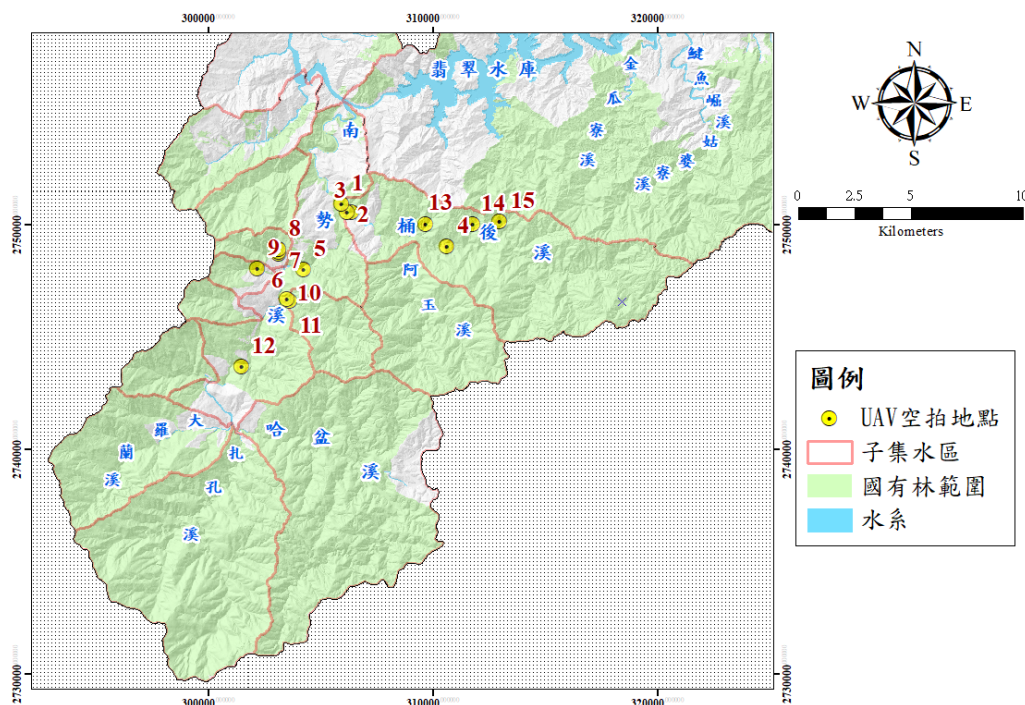
(三) UAV 空拍調查成果

本計畫於 107 年 10 月 20 日至 21 日及 108 年 10 月 15 日至 16 日進行兩期 UAV 空拍調查，並與前期計畫(林務局，106)於 105 年 8 月 4 日之空拍結果進行彙整(本案新增之重點案例崩塌地，則採用農航所於風災後拍攝之航照表示蘇迪勒後之崩塌情況，相關數據及空拍圖詳見表 4-3 及表 4-4)，探討蘇迪勒颱風後至山竹颱風(107 年)及米塔颱風(108 年)後崩塌變遷情勢進行說明。

1、地理位置

本計畫共選取 15 處作為重點案例崩塌地進行拍攝，其編號分別為 LS_UAV_1~LS_UAV_15，其中 LS_UAV_13 至 LS_UAV_15 為本案新增之拍攝案例。由重點崩塌地開始篩選相關案例時，以近岸崩塌、河岸攻

擊側崩塌為優先依據，相關案例崩塌地亦需要人員可抵達附近 1 公里範圍內，周邊環境無密集電線桿或高壓電塔，且具空景通透環境，可作為 UAV 起飛點，篩選出的案例崩塌地結果如圖 4-22 所示。崩塌地判釋的分析結果可知，桶後溪為蘇迪勒颱風在國有林範圍新增崩塌主要之子集水區，故 15 處中有 7 處位在桶後溪集水區中 (LS_UAV_1~LS_UAV_4, LS_UAV_13~LS_UAV_15)；樟樹溪 3 處 (LS_UAV_6~LS_UAV_8)；烏砂溪 1 處 (LS_UAV_9)；內洞溪 2 處 (LS_UAV_10~LS_UAV_11)；南勢溪主流近岸崩塌有 2 處 (LS_UAV_5, LS_UAV_12)。LS_UAV_1~LS_UAV_4 係經過新竹林管處直接進行崩塌地整治，LS_UAV_6~LS_UAV_9 新竹林管處則於崩塌地下游進行工程整治，設置梳子壩、防砂壩、固床工與護岸，阻擋邊坡下滑塊石，以穩定上游上游邊坡，相關案例可檢視治理工程對崩塌地復育之影響。



資料來源：本計畫繪製。

圖4-22 UAV 空拍 15 處重點案例崩塌地分佈

2、正射影像判釋成果

茲就 LS_UAV_1 至 LS_UAV_15 共 15 處崩塌地正射影像判釋崩塌地，將其與蘇迪勒颱風後崩塌地進行比對，彙整 15 處崩塌地空拍照片、判釋結果與變遷分析如表 4-3 所示，經歸納可知復育中的崩塌地大多為岩屑崩落、支流下游處之近岸崩塌、約莫為 0.5 公頃之小型崩塌地，且坡度較為平緩之區為主。表 4-3 為 15 處空拍崩塌地變遷情勢彙整表。

結果顯示，蘇迪勒颱風至 107 年山竹颱風之間，因無大型颱風經過，除了 LS_UAV_15 呈崩塌地擴大之情況外，其他各崩塌地呈現復育地狀況。LS_UAV_1、LS_UAV_2 及 LS_UAV_3 因經過坡面植生型框的之治理，已呈現完全復育的情況。其他崩塌地亦呈現復育良好之情況，其中 LS_UAV_7 至 LS_UAV_9 之復育比率超過八成，復育比率較低的為 LS_UAV_10 至 LS_UAV_13，皆低於五成，因此此次調查中，唯一呈現崩塌地擴大的 LS_UAV_15。

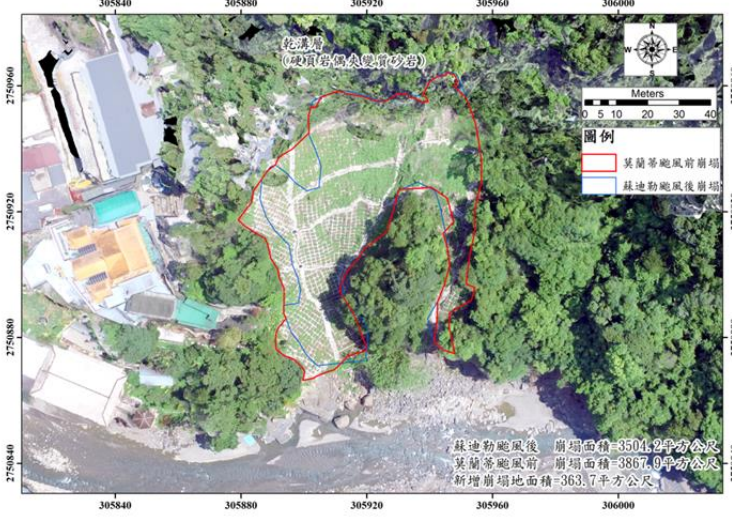
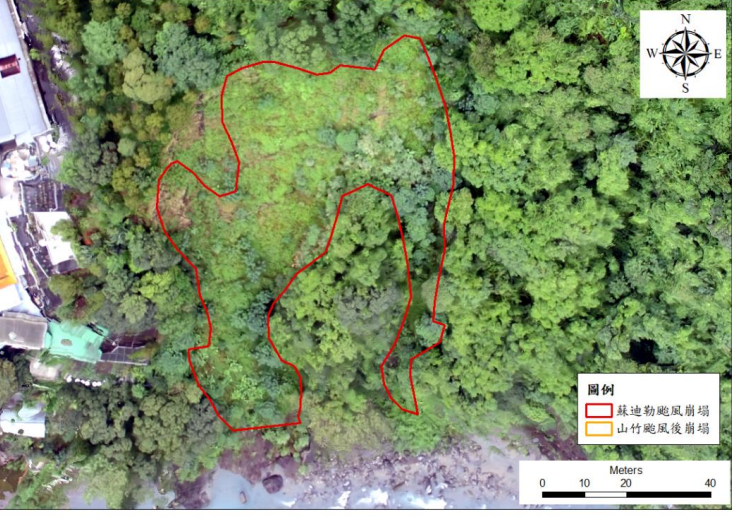
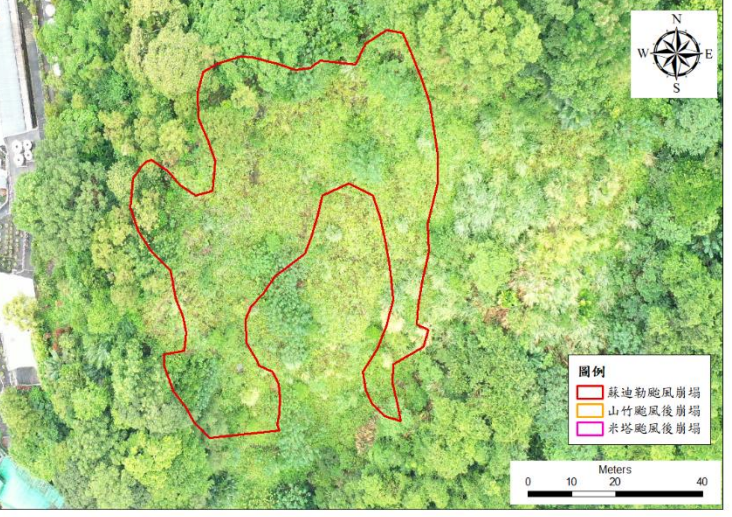
在 108 年的米塔颱風侵襲後拍攝，發現大部分崩塌地已經呈現完全復育之情形，LS_UAV_6 之崩塌面積縮減至 0.046 公頃，但 LS_UAV_12 及 LS_UAV_15 則出現崩塌地持續擴大之情形，經與現場環境及地形圖之比對，研判其崩塌地面積較大、分佈之坡度較陡峭(約五級坡)及近河岸攻擊處，係為其崩塌面積擴大之主因。

以臺灣氣候條件，只要林地穩定且無大型降雨時間發生，大部分崩塌地在 2 年時間，可有約八成恢復植生覆蓋(邱祈榮，2011)。而林信輝、黃俊仁(2000)指出，當崩塌地面積小於 1 公頃以下，可以在 1~3 年藉由自然演替恢復天然植被，但面積大於 1 公頃的崩塌地可能處於不安定或表層受侵蝕等情況，植生演替需要更長的恢復時

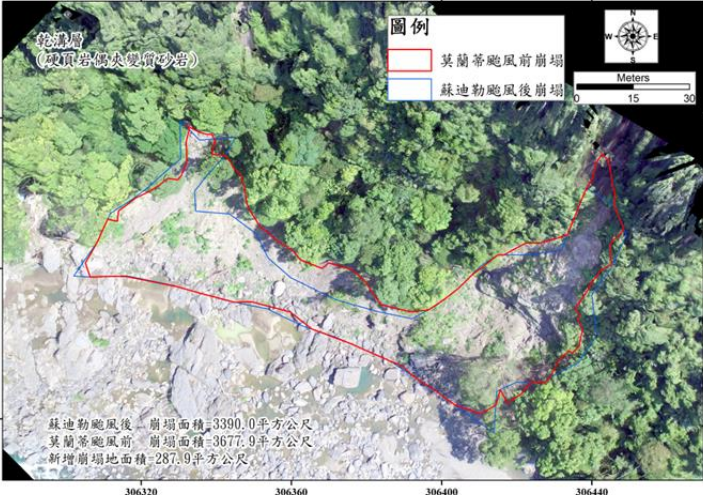
間。崩塌地的植生演替過程，因有機質偏低，小苗生長容易受養分限制，而延長復育時間(黃昆源、劉瓊霖，2002)，其演替亦須依照「裸露地→地被植物→一年生草類→多年生草類→陽性樹種群落→隱性樹種群落」形成複層植被體系(林信輝、黃俊仁，2004)。從 UAV 拍攝結果可發現，大部分小於 1 公頃的崩塌復育情況良好，在米塔颱風後(108 年)的拍攝，許多崩塌地已被草生植物完全覆蓋，並無裸露地顯現之情形，符合 1~3 年被天然植被覆蓋之週期。兩處面積較大之崩塌地(LS_UAV_12 及 LS_UAV_15)因邊坡仍持續不穩定狀態，故仍需要更長的時間復育，建議可持續觀測其變化情形。

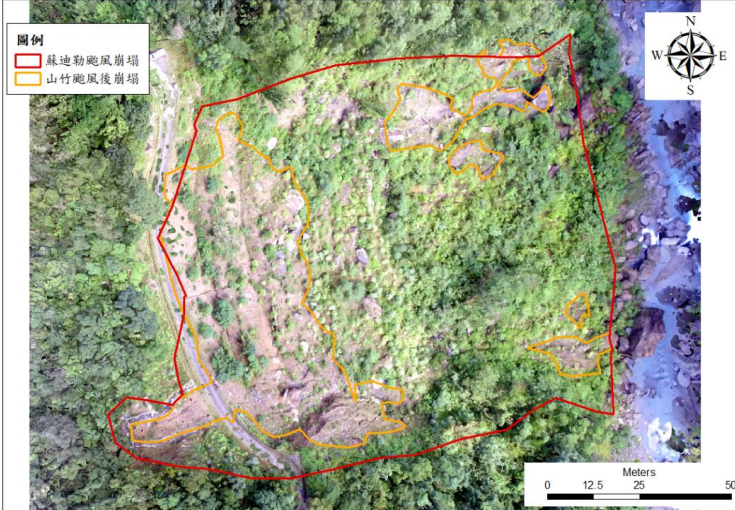
總結而言，15 處空拍崩塌地由蘇迪勒颱風後至米塔颱風後，舊有崩塌地大多呈現復育或擴大幅度減緩，可知蘇迪勒颱風對南勢溪誘發新增崩塌地影響甚巨。

表4-3 UAV 空拍重點案例崩塌地之正射影像、判釋結果與變遷情勢彙整表

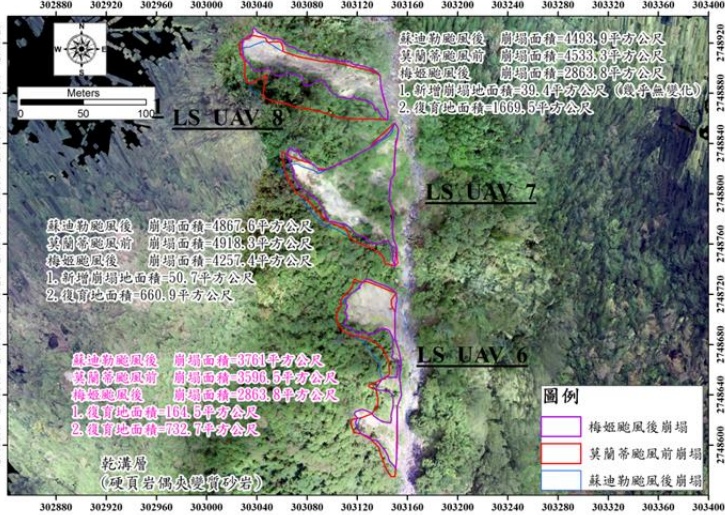
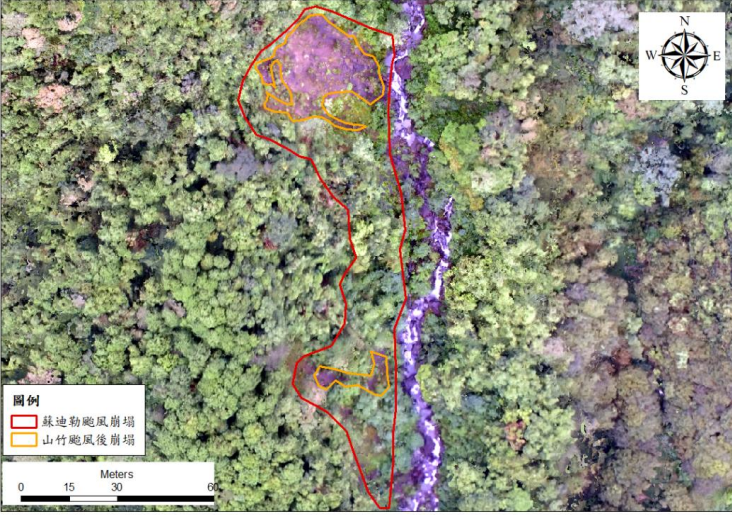
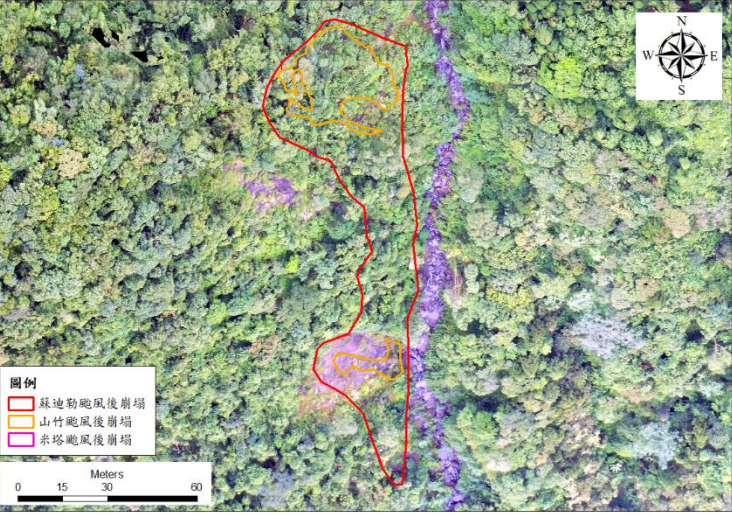
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_1 桶後溪上游 0.3km 右岸崩塌 (烏來國中對岸)						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.35	乾溝層	硬頁岩或板岩夾 薄至厚層泥質粉 砂岩	- 位在桶後溪右岸妙心寺旁，烏來國中對岸，蘇迪勒颱風後崩塌寬度約 35m、高度 90m，崩塌深度約 2m。 - 於 94 年艾莉颱風時發生崩塌，後續崩塌逐漸復育，但在蘇拉颱風及蘇迪勒颱風後崩塌持續擴大，造成崩塌面積大於 0.3 公頃，崩塌類型屬岩屑崩滑。 - 新竹林管處執行「烏來區 2 林班崩塌地處理 1 期工程」，以人工整坡、自由樑框護坡植生及坡面排水治理，現已完成整治。 - 在 107 年的拍攝結果顯示邊坡已完全復育，坡面開始出現灌木群落，持續拍攝之成果顯示坡面穩定且植生復育情況良好。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.0			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_2 桶後溪上游 0.7km 右岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.30	乾溝層	硬頁岩或板岩夾 薄至厚層泥質粉 砂岩	- 位於桶後溪右岸，蘇迪勒颱風後崩塌大於 0.3 公頃，崩塌寬度約 30m、高度約 55m 崩塌深度約 2.5m，崩塌類型屬岩屑崩滑，河岸破趾處已岩盤出露。 - 新竹林管處於 106 年執行「烏來區 2 林班崩塌地處理 1 期工程」，以人工整坡、自由樑框護坡植生及坡面排水治理，現已完成整治。 - 於 107 年 10 月的拍攝成果顯示坡面已完全復育，108 年拍攝結果顯示坡面穩定並佈滿灌木植物，復育情況良好
	2018/10/20	山竹颱風後	0.0			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

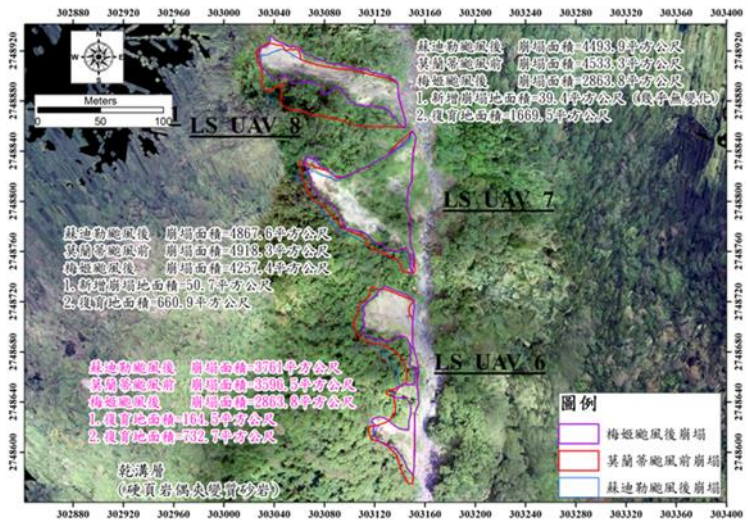
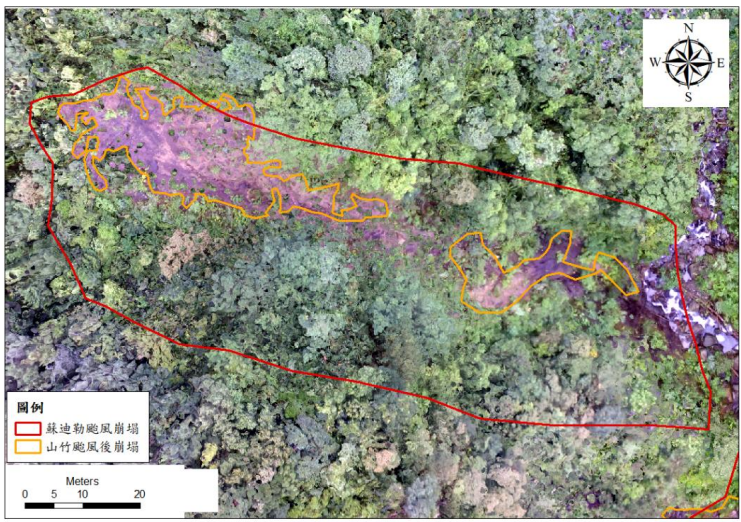
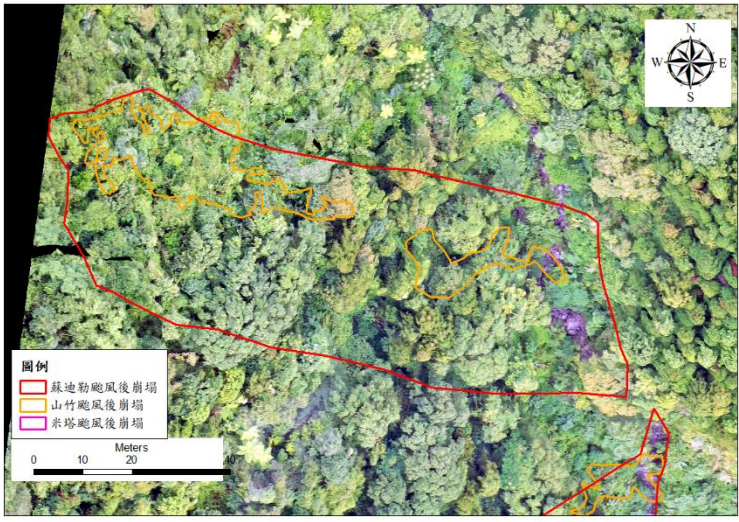
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_3 桶後溪上游 0.3km 右岸崩塌 (烏來國中對岸)						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.34	乾溝層	硬頁岩或板岩夾 薄至厚層泥質粉 砂岩	- 位於桶後溪右岸，蘇迪勒颱風後崩塌面積 0.34 公頃，崩塌寬度約 45m、高度約 25m，崩塌深度約 1m，崩塌地鄰近許多間接保全對象，包含對岸之烏來國中小及臺 9 甲省道。 - 新竹林管處於 106 年執行「烏來區 2 林班崩塌地處理 1 期工程」，以人工整坡、自由樑框護坡植生及坡面排水治理，現已完成整治。 - 目前坡面穩定且植生復育情況良好，於 107 年拍攝成果發現有灌木群落出現，108 年的拍攝成果顯示崩塌區域幾乎被植被所覆蓋。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.0			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_4 桶後溪上游 8.0km 左岸崩 塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	1.20	大桶山層	硬頁岩夾薄至厚層泥 質粉砂岩及細砂岩	- 位於桶後臨到 3.5K 處旁邊坡崩塌，104 年蘇迪勒颱風時因路面逕流及桶後溪沖刷造成崩塌，崩塌寬度約 110m、高度約 120m，崩塌深度約 2.75m、崩塌面積達 1.20 公頃 - 新竹林管處於執行「桶後林道 3.5K 崩塌地復育工程」治理，於上邊坡進行掛網植生，下邊坡整平台階段及植生保護，以改善林道。 - 山竹颱風後勘察，崩塌面積縮小至 0.37 公頃， - 目前工程整治中，崩塌範圍已進行植栽復育。
	2018/10/21	山竹颱風後	0.37			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

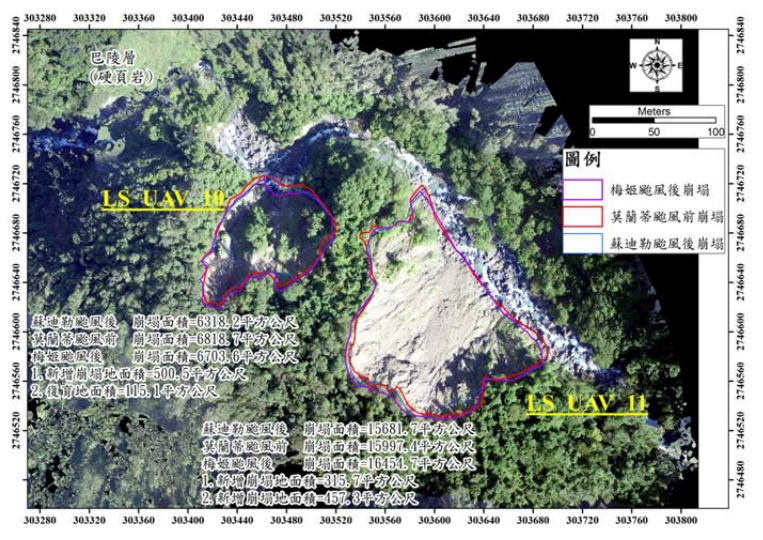
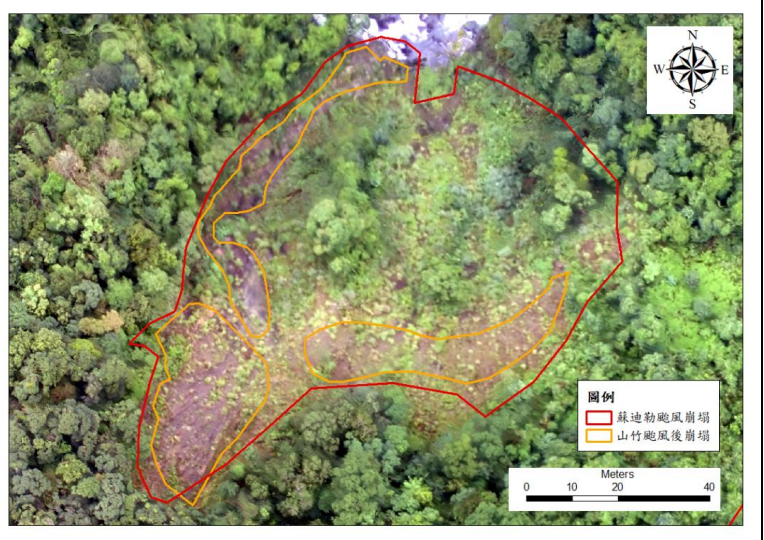
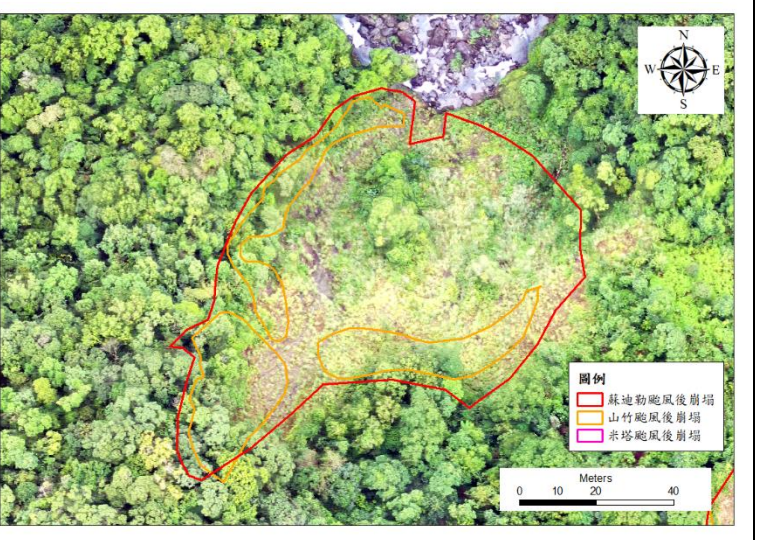
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_5 信賢吊橋上游 1.0km 南勢溪 主流右岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.45	巴陵層	硬頁岩或板岩夾薄 至厚層泥質粉砂岩	- 位於南勢溪右岸信賢步道上邊坡，蘇迪勒颱風後崩塌寬度約 15m、高度約 70m，崩塌深度約 0.5m 崩塌面積達 0.45 公頃，崩塌類型屬於岩屑崩滑，因坡面岩盤出露，崩塌土石下移造成信賢步道中斷。 - 山竹颱風後監測，坡面部分出現植生入侵，崩塌面積為 0.10 公頃，復育情況良好 - 米塔颱風後崩塌面積縮減至 0.07 公頃。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.10			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.07			

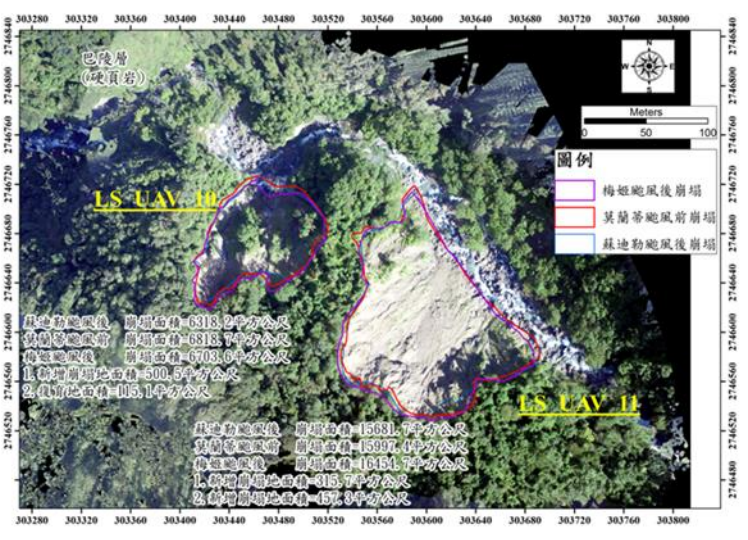
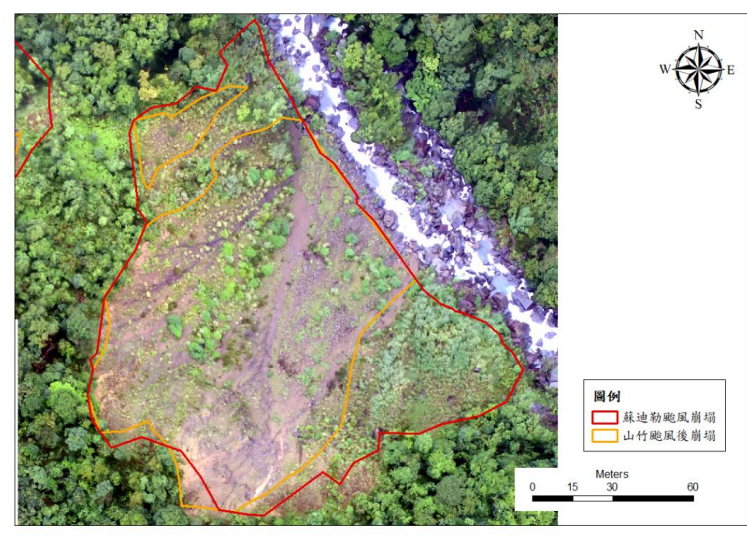
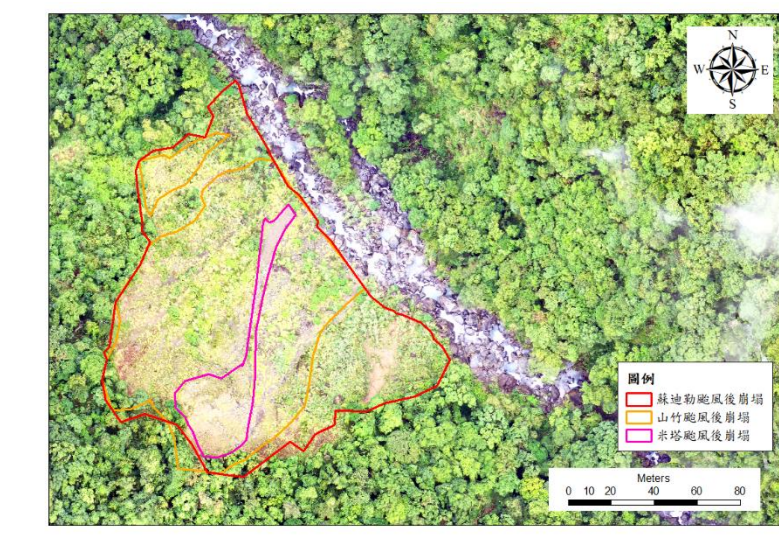
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_6 樟樹溪北支流 0.3km 右岸崩 塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.38	乾溝層	硬頁岩或板岩夾 薄至厚層泥質粉 砂岩	- 位於樟樹溪上游，於蘇迪勒颱風後新增，崩塌面積達 0.38 公頃，大量土砂下移，對下游保全對象造成嚴重災害。 - 新竹林管處 105 年於崩塌地下游執行「烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程」，設置梳子壩，以阻攔下滑塊石及穩定河道。 - 山竹颱風後崩塌面積 0.09 公頃，僅剩南北兩端仍剩下殘餘崩塌地。 - 米塔颱風後，北端崩塌地已復育，但南端崩塌地有擴大之跡象。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.09			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.05			

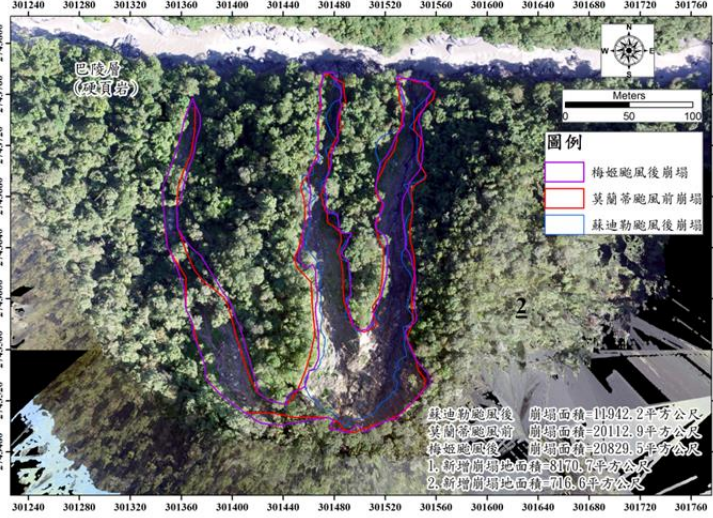
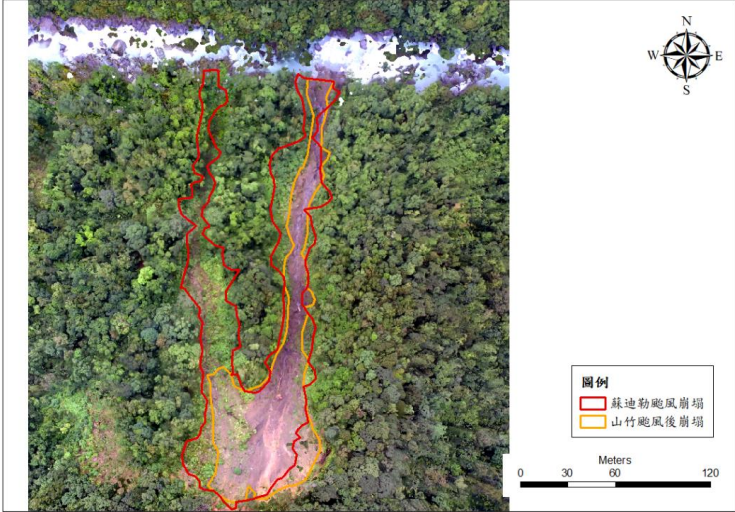
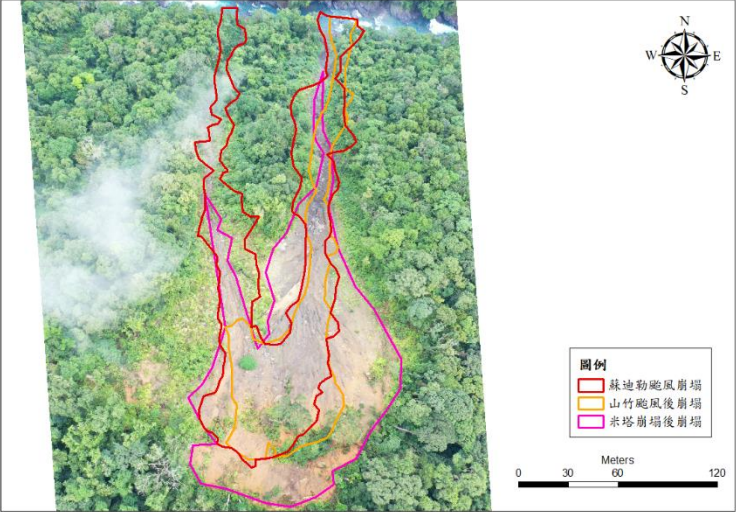
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_7 樟樹溪北支流 0.4km 右岸崩 塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.49	乾溝層	硬頁岩或板岩 夾薄至厚層泥 質粉砂岩	- 位於樟樹溪上游，為蘇迪勒颱風造成一系列新增崩塌地之一，崩塌面積達 0.49 公頃。 - 新竹林管處 105 年於崩塌地下游執行「烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程」，設置梳子壩，以阻攔下滑塊石及穩定河道。 - 山竹颱風後崩塌面積 0.07 公頃，目前僅剩殘餘崩塌地，邊坡復育情況良好。 - 米塔颱風後之勘查，發現此崩塌地已全數復育。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.07			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

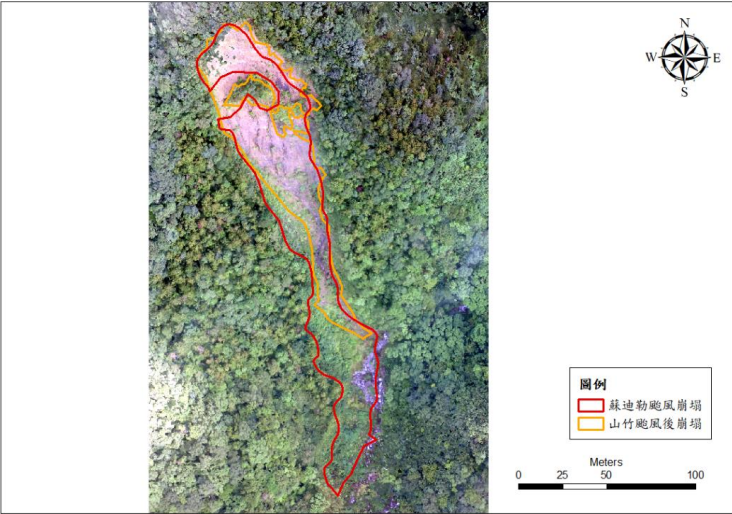
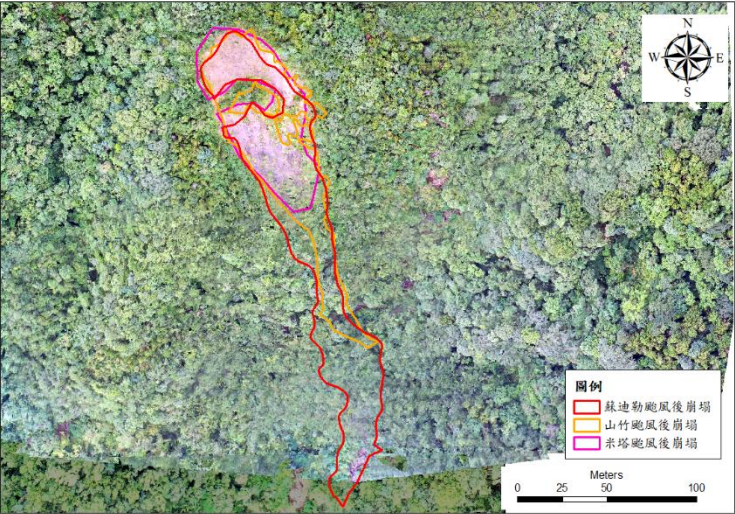
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_8 樟樹溪北支 流 0.6km 右 岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.45	乾溝層	硬頁岩或板岩 夾薄至厚層泥 質粉砂岩	- 位於樟樹溪上游，為蘇迪勒颱風造成的一系列崩塌地之一，當時崩塌面積達 0.45 公頃，造成大量落石影響下游。 - 新竹林管處 105 年於崩塌地下游執行「烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程」，設置梳子壩，以阻攔下滑塊石及穩定河道。 - 山竹颱風後崩塌面積 0.07 公頃，邊坡復育情況良好。 - 米塔颱風後之勘查，發現此崩塌地已全數復育。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.07			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

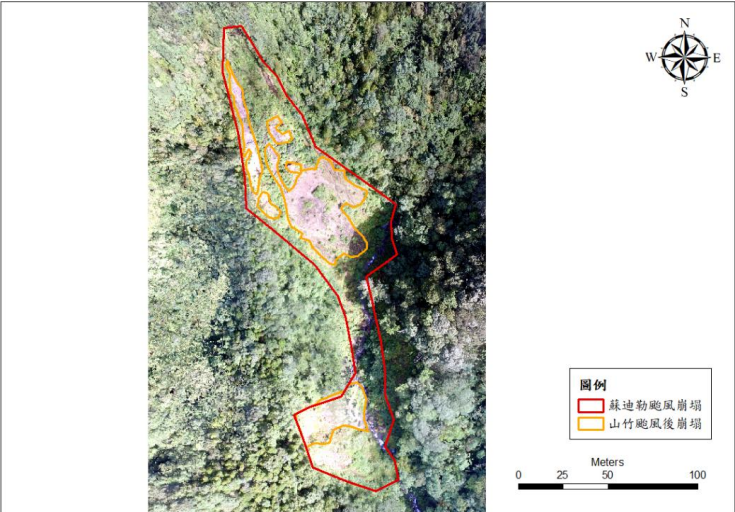
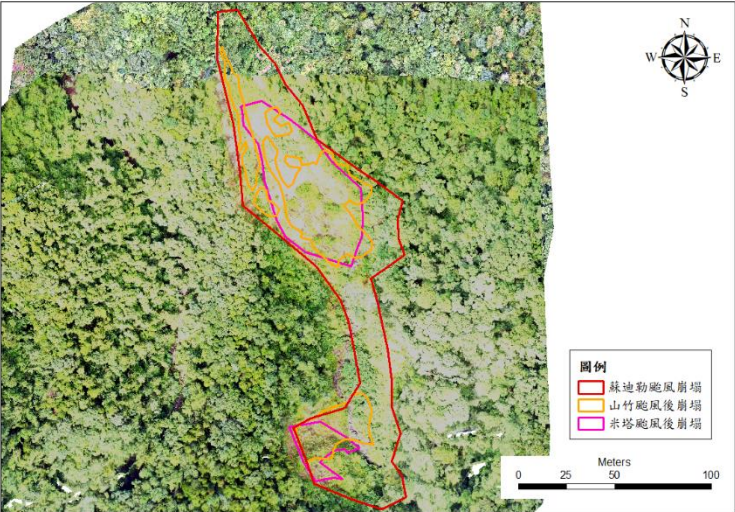
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_9 烏砂溪上游 1.0km 左岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.45	乾溝層	硬頁岩或板岩夾 薄至厚層泥質粉 砂岩	- 位於烏砂溪上游，蘇迪勒颱風後崩塌面積達 0.45 公頃，崩塌類型屬岩屑崩滑，河岸破趾處已岩盤出露。 - 新竹林管處 105 及 106 年於崩塌地下游分別執行「烏來區 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期復建工程」及「烏來 21 林班烏砂溪土砂災害整治工程」，設置防砂壩與梳子壩，以阻攔下滑塊石及穩定上游邊坡。 - 山竹颱風後崩塌面積 0.07 公頃，邊坡復育情況良好。 - 米塔颱風後，邊坡復育情況良好
	2018/10/20	山竹颱風後	0.071			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_10 內洞溪上游 0.3km 左岸 崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	0.63	粗窟層	薄至厚層粉泥質 砂岩與硬頁岩互 層	1. 位於內洞溪左岸，蘇迪勒颱風時新增，崩塌面積達 0.63 公頃 2. 山竹颱風後崩塌面積 0.18 公頃，復育情況良好。 3. 米塔颱風後，邊坡復育情況良好
	2018/10/20	山竹颱風後	0.18			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.0			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_11 內洞溪上游 0.6km 左岸 崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	1.56	粗窟層	薄至厚層粉泥質 砂岩與硬頁岩互 層	- 位於內洞溪左岸，在蘇迪勒颱風後崩塌面積達 1.56 公頃，下滑土砂導致信賢瀑布(內洞瀑布)下游兩岸護岸堤壩後土石流失，既有設備皆毀損。 - 山竹颱風後崩塌面積 1.12 公頃，僅出現微幅復育之情形。 - 米塔颱風後，崩塌面積僅剩 0.15，邊坡復育情況良好。
	2018/10/20	山竹颱風後	1.12			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.15			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_12 下盆教會下 游 1.0km 南 勢溪主流右 岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/8/4	蘇迪勒颱風後	1.19	粗窟層	薄至厚層粉泥質砂 岩與硬頁岩互層	- 位於南勢溪右岸，蘇迪勒颱風後崩塌寬度約 50m、高度約 270m，崩塌深度約為 2.0m，崩塌面積達 1.19 公頃，附近為直接保全對象。 - 山竹颱風後崩塌面積 0.68 公頃，西側之崩塌地已完全復育。 - 米塔颱風後崩塌面積有向源擴大之情況，崩塌面積增至 1.43 公頃，崩塌下方則有植生入侵的情況，建議持續觀察。
	2018/10/20	山竹颱風後	0.68			
	2019/10/17	米塔颱風後	1.43			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_13 桶後林道 OK，桶後溪 右岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/12/13 (農航所拍攝之航照)	蘇迪勒颱風後	0.68	大桶山層	硬頁岩夾薄 至厚層泥質 粉砂岩及細 砂岩	- 位於桶後溪右岸支流岸坡，蘇迪勒颱風後崩塌寬度約 30m、高度約 250m、崩他深度約 3m，崩塌面積達 0.68 公頃，崩塌類型屬於岩屑崩落。 - 為本案新增監測之重點案例崩塌地，在山竹颱風後崩塌面積 0.45 公頃，邊坡下方之崩塌地復育情況良好。 - 米塔颱風後崩塌地持續縮小，面積為 0.36 公頃，但崩塌地上方仍呈現坡面裸露之情況。
	2018/10/21	山竹颱風後	0.45			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.36			

編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_14 桶後林道 5K，桶後溪 右岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/12/13 (農航所拍攝之航照)	蘇迪勒颱風後	0.97	大桶山層	硬頁岩夾薄至厚層泥質粉砂岩 及細砂岩	- 位於桶後溪右岸支流，在蘇迪勒颱風後崩塌面積達 0.97 公頃，崩塌類型屬於岩屑崩滑，附近無保全對象且無道路可達。 - 為本案新增監測之重點案例崩塌地，在山竹颱風後崩塌面積 0.32 公頃。 - 米塔颱風後崩塌面積 0.31 公頃，下方崩塌地出現明顯復育情形。
	2018/10/21	山竹颱風後	0.32			
	2019/10/17	米塔颱風後	0.31			

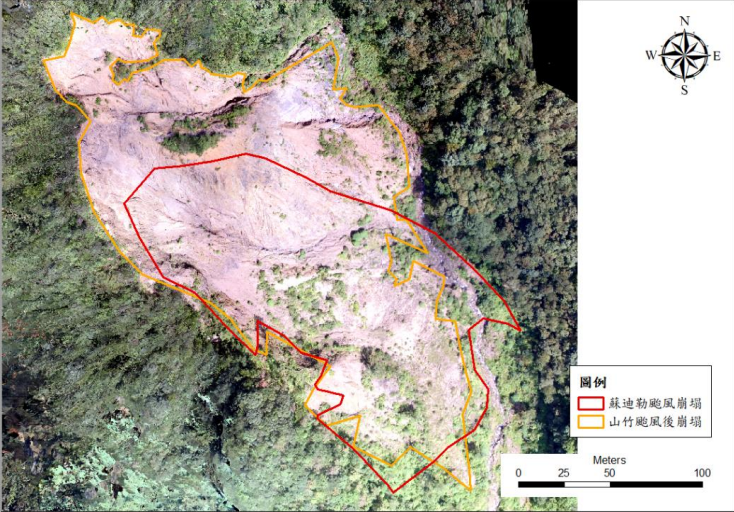
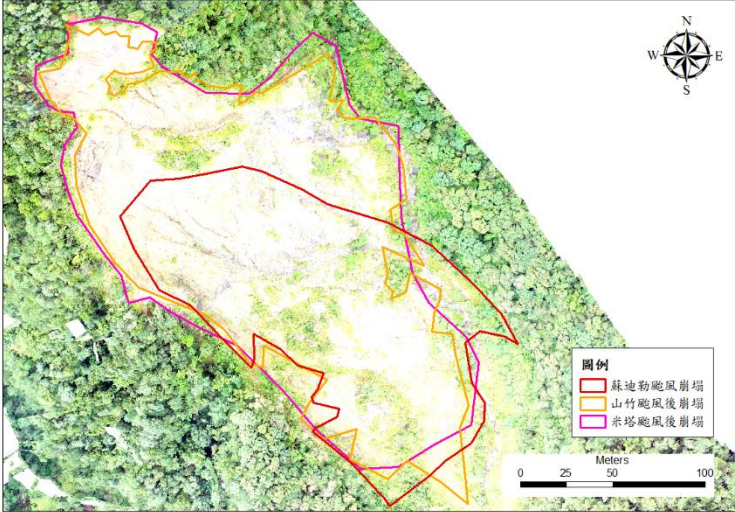
編號/名稱		正射影像崩塌地判釋結果				
LS_UAV_15 桶後林道 8K，桶後溪 右岸崩塌						
	空拍日期	代表颱風事件	崩塌面積 (公頃)	地層	岩性	變遷情勢
	2016/12/13 (農航所拍攝之航照)	蘇迪勒颱風後	1.92	大桶山層	硬頁岩夾薄至厚層泥質 粉砂岩及細砂岩	1. 為桶後溪右岸支流岸坡崩塌，蘇迪勒颱風後崩塌寬度約 90m、高度約 220m、崩塌深度約 3.0m，崩塌面積達 1.92 公頃，崩塌類型屬於岩屑崩滑，附近無保全對象且無道路可達。 2. 為本案新增監測之重點案例崩塌地，在山竹颱風後之現勘，顯示坡面持續裸露，崩塌面積擴大 2.89 公頃。 3. 米塔颱風後持續擴大，面積增加至 3.16 公頃，建議持續觀察。
	2018/10/21	山竹颱風後	2.89			
	2019/10/17	米塔颱風後	3.16			

表4-4 15 處空拍重點案例崩塌地變遷情勢結果彙整表

UAV 空拍編號	崩塌地 編號 ^{註 1}	崩塌地名稱	TM2-97 X 座標	TM2-97 Y 座標	崩塌類型	林班 號	蘇迪勒 後崩塌 面積 (公頃)	山竹後 崩塌面 積 (公頃)	米塔後 崩塌面 積 (公頃)	蘇迪勒後至米塔後崩塌變遷		
										變遷情勢	變遷面積(公 頃)	崩塌變遷比率 (%) ^{註 2}
LS_UAV_1	86	桶後溪上游 0.3km 右岸崩塌	305921.2	2750917.8	岩屑崩滑	2	0.35	-	-	已完成工程 整治	-0.35	-100%
LS_UAV_2	95	桶後溪上游 0.7km 右岸崩塌	306171.4	2750562.4	岩屑崩滑 ，順向坡	2	0.30	-	-	已完成工程 整治	-0.30	-100%
LS_UAV_3	55	桶後溪上游 1.0km 右岸崩塌	306342.0	2750559.5	岩屑崩滑	2	0.34	-	-	已完成工程 整治	-0.34	-100%
LS_UAV_4	41	桶後溪上游 8.0km 左岸崩塌	310596.6	2749008.7	岩屑崩滑	7	1.20	0.37	-	工程整治中	-1.20	-100%
LS_UAV_5	97	信賢吊橋上游 1.0km 南勢溪主流右岸崩塌	304236.1	2747999.1	岩屑崩滑	12	0.45	0.10	0.07	復育中	-0.38	-84.97%
LS_UAV_6	4	樟樹溪北支流 0.3km 右岸崩塌	303146.7	2748652.5	岩屑崩滑 ，落石	21	0.38	0.09	0.05	復育中	-0.33	-87.75%
LS_UAV_7	8	樟樹溪北支流 0.4km 右岸崩塌	303105.0	2748799.5	岩屑崩滑 ，落石	21	0.49	0.07	-	完全復育	-0.49	-100%
LS_UAV_8	7	樟樹溪北支流 0.6km 右岸崩塌	303085.4	303085.4	岩屑崩滑 ，落石	21	0.45	0.07	-	完全復育	-0.45	-100%
LS_UAV_9	47	烏紗溪上游 1.0km 左岸崩塌	302174.8	2748021.1	岩屑崩滑	21	0.45	0.07	-	完全復育	-0.45	-100%
LS_UAV_10	88	內洞溪上游 0.3km 左岸崩塌	303464.1	2746673.5	岩屑崩滑 ，落石	14	0.63	0.18	-	完全復育	-0.63	-100%
LS_UAV_11	90	內洞溪上游 0.6km 左岸崩塌	303612.0	2746622.6	岩屑崩滑	14	1.51	1.12	0.15	復育中	-1.36	-89.95%
LS_UAV_12	46	下盆教會下游 1.0km 南勢溪主流右岸崩塌	301472.1	2743638.7	岩屑崩滑 ，落石	17	1.19	0.68	1.43	舊崩塌地擴 大	0.24	19.81%
LS_UAV_13	42	桶後林道 0K，桶後溪右岸崩塌	309634.8	2450029.2	岩屑崩滑	2	0.68	0.45	0.36	復育中	-0.32	-47.31%
LS_UAV_14	27	桶後林道 5K，桶後溪右岸崩塌	311731.9	2749994.1	岩屑崩滑 ，落石	3	0.97	0.32	0.31	復育中	-0.66	-67.92%
LS_UAV_15	21	桶後林道 8K，桶後溪右岸崩塌	312958.9	2750134.8	岩屑崩滑 ，落石	3	1.92	2.89	3.16	舊崩塌地擴 大	1.24	64.52%

註 1：崩塌地編號為表 4-1 之順序號

註 2：定義崩塌地變遷比率表示蘇迪勒颱風後崩塌地變遷(舊崩塌地擴大或復育)情勢及比率。

崩塌變遷比率=
$$\frac{\text{各期崩塌新增或復育面積}}{\text{蘇迪勒颱風後崩塌地面積}} \times 100\%$$

資料來源：本計畫整理

第伍章 治理工程資料蒐集

本計畫蒐集蘇迪勒災後新竹林區管理處於計畫區內辦理之各項整治工程資料(包括工程名稱、經費、開工時間、完工時間、完工照片、主要構造物等)，工程類別包含崩塌地處理、防砂工程、坑溝整治及林道改善等。

已蒐集 105 年至 107 年度，蘇迪勒颱風後於集水區內所辦理之相關治理工程資料，共 29 件 (詳表 5-1)。相關治理工程包括土石流治理 12 件，主要為新北 DF231 樟樹溪、新北 DF103 烏砂溪、新北 DF225 平廣溪等；溪流治理 5 件，主要工程為阿玉溪護岸與土石清疏工程等；崩塌地治理 4 件，主要為重點崩塌地評估為「優先處理」區位，位於桶後溪烏來橋上游右岸，保全對象為烏來老街，以及南勢溪上游隱瀑橋旁的崩塌地復育工程等；林道治理 8 件，主要針對桶後林道 1.8K、3.5K 及內洞林道 6.5K 等較大災害區位進行治理。圖 5-2 至圖 5-24 為目前所蒐集或至現場所拍攝(現場踏勘之時間點為 107 年 9 月至 10 月間及 108 年 7 月至 10 月間)之相關工程照片，以及相關治理工程之解說，細部現場調查之表格及內容詳見附錄四。

表5-1 蘇迪勒颱風後災害復建工程

項次	年度	工程名稱	X座標	Y座標	工程位置	類別	開工日期	完工日期	工程經費(仟元)	工程內容
1	105	內洞林道 6.5k 下方坑溝與崩塌治理工程	306657	2747904	內洞林道 6.5k	林道	2015/12/16	2016/8/19	7,560	護岸 23.4m，A 型固床工 5 座，B 型固床工 1 座，端牆 17.75m，箱涵 9.8m，靜水池 1 座，懸臂式擋土牆 42m，截水溝 9.8m，鋪網客土噴植 1010 m ² ，鋪網噴漿溝 108m，乾砌石基礎保護工 34.5m，現地塊時回填保護一式，擋水設施一處
2	105	桶後林道 0~3k 蘇迪勒颱風災害復建工程	309575	2748842	桶後林道 1.8k	林道	2015/12/16	2016/5/20	5,558	貨櫃堆疊 34 座，塊狀護欄 18 座，擋土牆 39m，路緣牆 5m，截水溝 5m，側溝 15m，PC 路面修復 200.15 m ²
3	105	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程	303112	2748358	新北 DF231	土石流	2015/12/16	2016/9/27	11,975	護岸:共 51.7m。2.A 型固床工:共 3 座。3.B 型固床工:共 19 座。4.梳子壩:1 座。5.護岸基礎補強:共 167.6m。6.混凝土砌石保護:909 m ² 。7.河道 RC 版修補:共 85 m ²
4	105	新店區平廣路 151 號旁坑溝整治一期工程	302829	2753787	新北 DF227	土石流	2015/12/16	2016/6/24	7,246	梳子壩 1 座、節制工 2 座、沉砂池 2 座、護岸(H=5m 漸變 3m)，L=47m、護岸 H=4m,L=5m、階梯式排水溝 L=29m、乾砌石擋土牆 L=85m、土石方布設區 1 處、苗木植栽 170 株
5	105	烏來區 2 林班崩塌地處理一期工程	305892	2750825	重點崩塌編號 4	崩塌	2015/12/16	2016/5/9	8,367	人工整波(含危石危木修除)，A=6,651 m ² 。2.坡頂截流水泥噴漿溝，L=79m。3.橫向截流水泥噴漿溝，L=180m。4.縱向水泥噴漿溝，L=340m。5.匯流井，13 座。6.自由樑施作 type-1，A=5,008 m ² 。7.自由樑施作 type-2，A=1,563 m ² 。8.固定橫樑，L=12m
6	105	桶後、內洞林道蘇迪勒颱風沿線坍方清除及道路維修工程	308100	2749200	桶後、內洞林道	林道	2016/2/5	2016/11/18	2,170	颱風沿線坍方清除及道路維修工程

項次	年度	工程名稱	X座標	Y座標	工程位置	類別	開工日期	完工日期	工程經費(仟元)	工程內容
7	105	桶後林道3.5K崩塌地復育工程	302826	2753789	重點崩塌編號 22	崩塌地、林道	2016/4/22	2016/12/2	7,575	路基掏空修補 28m、橫向排水末端消能 100 m ² 、集水井及截水牆 1 座、既有 ø100cm 涵管疏通及清理 1 式、擋土牆 18m、塊狀護欄 27 顆、ø100cm 涵管 18 支、原路面修補 163 m ² 、沉砂池 2 座、防砂壩 1 座、拋塊石混凝土護坦 40 m ² 、河岸整理 40m、防砂壩前趾補強 15m、混凝土基板修補 8 m ² 、新設護岸 7m、剩餘土石方回填 120 m ² 、漿砌塊石擋土牆 28 m ² 、端牆修復 7m、新設防砂壩翼牆 12.6m、箱涵及沉砂池淤積土石清運 170 m ² 、天然級配路面鋪設 115m、客土袋溝及護坡 115m、鋪設菱形網及錨定,掛網噴植 972 m ² 、縱向水泥噴漿溝 63m、坡頂截流水泥噴漿溝 13m、匯流井 2 座、機械整坡 7581 m ²
8	105	新店區平廣路一段 273 號旁坑溝整治工程	301096	2753266	新北 DF226	土石流	2016/3/2	2016/9/7	4,581	開口壩 1 座。2.階梯式跌水工 1 座。3.嵌石跌水工 5 座。4.跌水工翼牆 2 處。5.漿砌排塊石護岸(H=3.5m)、L=125m。6.木格框 L=14.3m。7.木排樁 L=99m。8.土袋溝 L=29m。9.土石方布設區 1 處。10.苗木植栽 200 株。11.撒播草種、稻草蓆,計 800 m ²
9	105	烏來區第 11 林班阿玉溪河道整理 1 期工程	309059	2748824	阿玉溪阿玉橋河段	溪流	2016/3/11	2016/6/30	3,065	河道整理土方量共 12,239m ³ 、現地拌合基礎共 170M、現地拌合溝共 210m、土方堆置區共 12,239m ³ 、播撒草種覆蓋稻草蓆共 3,937m ³ 、石籠共 198m、河道整理界樁共 52 處。(餘詳設計圖說)
10	105-106	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第 2 期整治工程-105	303112	2748358	新北 DF231	土石流	2016/12/28	2017/7/28	11,898	護岸：共 101.8m。2.A 型固床工：2 座。3.B 型固床工：共 11 座。4.結束工 2 座。5.封牆：10.8m。6.土石籠 99m。7.砌石保護工：1135 m ² 。8.砌石固床工：3 座
11	105-106	烏來區第 21 林班烏砂溪土砂災害第 1 期復建工程-106	302534	2747817	新北 DF103	土石流	2016/12/20	2017/4/24	9,709	護岸 59m、結束工 1 座、鋪石保護工 810 m ² 、固床工 1 座、防砂壩 1 座

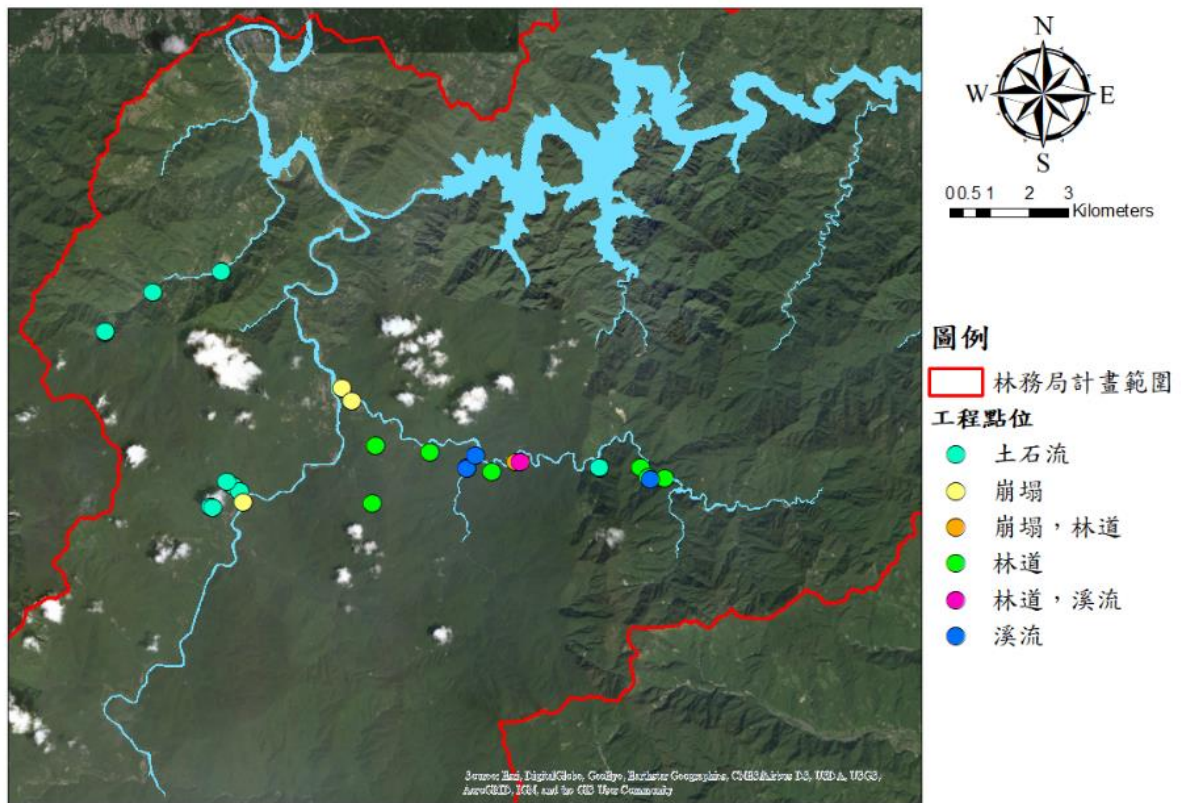
項次	年度	工程名稱	X座標	Y座標	工程位置	類別	開工日期	完工日期	工程經費(仟元)	工程內容
12	105-106	新店區平廣溪國有林地第 1 期防砂工程-106	299885	2752245	新北 DF225	土石流	2016/12/7	2017/4/29	7,126	開口壩 1 座、A 型固床工 1 座、B 型固床工 2 座、混凝土砌石護岸(5m)134m、混凝土砌石護岸(5m 漸變至 4m)18m、淨水池鋪排塊石 127 m ² 、淨水池面層及下游混凝土砌排塊石 245 m ² 、河道整理 80m、撒播種子鋪稻草蓆 515m
13	105-106	烏來區 2 林班崩塌地處理 2 期工程-105	306119	2750506	桶後溪烏來橋上游右岸崩塌	崩塌	2016/11/25	2017/4/13	5,545	1.人工整坡(含危石危木修除)A=4,525 m ² 。2.坡頂截流水泥噴漿溝 L=48m。3.縱向水泥噴漿溝 L=189m。4.橫向截流水泥噴漿溝 L=140m。5.匯流井 9 座。6.自由型框掛網植生 A=3,399 m ² 。7.固定橫樑 L=37m。8.臨時防墜網 L=140m
14	106	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程	303293	2748224	新北 DF231	土石流	2017/11/22	2018/7/9	9,829	護岸 125m，A 型固床工共 2 座，B 型固床工共 6 座，C 型固床工共 1 座，土石籠共 48m，鋪石保護工共 621.7m ²
15	106	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程	302534	2747817	新北 DF103	土石流	2017/11/22	2018/07/18	10,079	梳子壩 1 座、副壩 1 座、護岸共 45.5m、鋪石保護工 560m ² 、結束工 1 座。
16	106	新店區平廣溪國有林地土石流 1 期防砂工程	299886	2752256	新北 DF225	土石流	2017/12/13	2018/7/9	8,950	混凝土砌塊石護岸 248m、端牆 2 座、護岸斜坡道 2 處、A 型固床工 2 座 B 型固床工 3 座、C 型固床工 2 座、土袋溝 66m、過水路面 27m、蔓藤類植栽 435 株、苗木植栽 1044 株及種子灑播及鋪設稻草蓆 2100m ² 。(餘詳設計圖說)
17	106	烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災害處理 1 期工程	313470	2748821	桶後林道	林道	2018/1/2	2018/6/13	6,622	擋土牆 89.9m,塊狀護欄 45 座,擋土牆+U 型溝 61m,噴植法植生護坡 1001m ² ,鋪網噴凝土溝 186.2m,封板 5 座,道路修補 160.9m ² ,掛網+鋼索護坡 402m ² ,U 型溝 5m,集水井 3 座,既有排水溝清淤 176m,φ 50cmRCP 管 2 支,石籠護坡 10m ³ ,跌水工+靜水池 1 座,箱涵 6.1m,端牆 1 座,矩型溝 2.2m,截牆 1 座,消能護坦 1 座,撒播草種鋪稻草蓆 16m ²

項次	年度	工程名稱	X座標	Y座標	工程位置	類別	開工日期	完工日期	工程經費(仟元)	工程內容
18	106	烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害處理 1 期工程	306727	2749364	桶後林道	林道	2018/5/4	2018/7/17	3,856	土袋溝 564m,截水溝 39m,土袋靜水池 7 座,鋪石保護工 6 處,播撒草種及覆蓋稻草蓆 330m ² ,格柵靜水池 1 座,天然碎石級配路面鋪設 3635m ² 。
19	106	桶後林道蘇迪勒颱風災害復建第三期工程	310395	2748946	桶後、內洞林道	林道、溪流	2017/3/1	2017/8/30	4,959	3.0K 工區內容：半重力式擋土牆(H=3m)，L=18.5m；塊狀護欄，9 顆；PC 路面修復，A=17 m ² ；3.4K 工區內容：鋼軌打設，石籠編柵，L=44m；3.7K 工區內容：塊狀護欄，13 顆；塊狀護欄基座，L=28m；3.8K 工區內容：半重力式擋土牆(H=4m)，L=13m；消能毯，A=50 m ² ；塊狀護欄，7 顆；PC 路面修復，A=16 m ² ；3.9K 工區內容：懸臂式擋土牆(H=5m)，L=14m；L 型擋土牆(H=3.4m)，L=11m；L 型擋土牆(H=3.4m 漸變 5.4m)，L=6m；塊狀護欄，16 顆；集水井，1 座；橫向排水溝，L=6m；出口消能設施，1 處；PC 路面修復，A=62 m ² ；5.3K 工區內容：半重力式擋土牆(H=4m)，L=14m；半重力式擋土牆(H=3m 漸變 4m)，L=6m，塊狀護欄，10 顆；pc 路面修復，A=24 m ² ；5.5 工區內容：防砂壩，1 座；副壩，1 座；乾砌排塊石護岸，L=13m；既有構造物基礎灌漿補強，L=14m；拋塊石，A=66 m ² ；5.6K 工區內容：L 型擋土牆(H=3.4m)，L=14m；塊狀護欄，7 顆；PC 路面修復，A=28 m ² ；橫向排水溝修復，L=1m；消能池，1 座； ϕ 12"HDPE 波紋管，L=20m；既有擋土牆加高 20cm 及填縫，L=20m
20	106	烏來區第 11 林班阿玉溪河道整理 2 期工程	308760	2748385	阿玉溪阿玉橋下游河段	溪流	2017/3/1	2017/8/5	3,612	仿岩護岸:67m。2.砌扁石溝:11.5m。3.基礎補強:19m。4.石籠 4*1*1:16 組。5.石籠 2*1*1:70 組。6.石籠 1*1*1:1 組。7.土袋包:243 包。8.河道整理土方:780m ³ 。9.播撒草種及覆蓋稻草蓆:687.5 m ²
21	107	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程	303169	2748421	新北 DF231	土石流	2018/3/9	2018/9/7	15,649	1.護岸 111.6m 2.A 型固床工共 4 座 3.B 型固床工共 4 座 4.梳子壩共 1 座 5.生態通道共 3 座 6.鋪石保護工共 510 m ² 6.蜂巢格網護坡共 470 m ² 7.砌石護坡共 14.5m

項次	年度	工程名稱	X座標	Y座標	工程位置	類別	開工日期	完工日期	工程經費(仟元)	工程內容
22	107	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程	302612	2747807	新北 DF103	土石流	2018/2/14	2018/9/3	8,662	護岸 31.6m, 鋪石護坡 20m, A 型固床工共 3 座, B 型固床工共 9 座, 鋪石保護工 289.5 m ² , 動物通道 1 座, 結束工 3 座, 橫樑 7 處。(餘詳設計圖說)
23	107	烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災害處理 2 期工程	314076	2748548	桶後林道	林道、崩塌地	2018/9/9	2018/11/1	10,987	新設 A 型護岸 39.5m、新設 B 型護岸 10.5m、新設漿排石護岸 68m、新設漿排石收邊 12.5 m ² 、新設封版 2 座、新設基礎保護工 3 座、新設陰井 1 座、新設截水溝 4.5m、新設 \$ 30cmHDPE 管 17m、新設塊狀護欄 42 座、新設生態通道 2 座、亞麻布袋植生 68.5m、種植腎蕨 1459 株、撒播草種鋪設稻草蓆 545 m ² 及既有擋土牆基礎修補 22.5m
24	107	烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害處理 2 期工程	313644	2748562	桶後林道	林道	2018/5/4	2018/10/25	7,646	半重力式擋土牆 6m, L 型擋土牆 7m, 木格框 40.3m, 矮牆及 U 型溝 72m, 土溝 1,841m, 客土袋溝 548m, 客土袋靜水池 4 座, 消能池 1 座, RC 靜水池 8 座, 砌排石靜水池 6 座, 橫向排水溝 34m, 鋪石保護工 8 座, \$ 12"HDPE 波紋管 29m, 天然級配鋪面 9408 m ² , 種子灑播及鋪設稻草蓆 760 m ²
25	107	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 1 期處理工程	312417	2748785	桶後林道	土石流	2018/3/2	2019/2/19	12,015	施設梳子壩 2 座(含腎蕨種植 1278 株)、施設固床工 2 座、漿排石護岸 68m、鋪石回填 873.62 m ² 、苗木植栽 205 株、撒播草籽(數蓋稻草蓆) 1006 m ² 、既有構造物打除 1 式及碎石級配 128.71 m ²
26	107	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 2 期處理工程	312401	2748812	桶後林道	土石流	2018/3/2	2019/2/2	10,812	施設固床工 5 座、漿排石護岸 74.2m、流入工 21m、跨河聯絡道 1 座、懸臂式擋土牆 45.8m、半重力式擋土牆 21.5m、苗木植栽 600 株、撒播草籽(數蓋稻草蓆) 934.7 m ² 、混凝土鋪面 324.6 m ² 、既有構造物打除 1 式, 鋪石回填 132 m ² , 擋土牆基礎補強 15.2m
27	107	烏來 6 林班桶後溪河道整理 1 期工程	313696	2748523	桶後林道	溪流	2018/3/9	終止合約	1,107	A 段現地拌合護岸平均長度 84m。A 段乙式加勁擋土牆平均長度 68m。B 段現地拌合護岸, 平均長度 41m。新設 B 段甲式加勁擋土牆, 平均長度 53.5m。新設 B 段乙式加勁擋土牆, 平均長度 55m。新設陰井 1 座。調節池一座。新設集水井, 1 座。

項次	年度	工程名稱	X座標	Y座標	工程位置	類別	開工日期	完工日期	工程經費(仟元)	工程內容
28	107	烏來 13 林班隱瀑橋旁崩塌地復育工程	303365	2747812	南勢溪隱瀑橋下游	崩塌地	2018/3/2	2018/6/7	4,061	完工內容:A 型噴漿溝 21.5m,B 型噴漿溝 16.8m,鋪網客土噴植 249.3 m ² ,擋土牆 22.6m,收尾工 2 處
29	107	烏來 11 林班阿玉溪土砂災害防制 1 期工程	309283	2749125	阿玉溪阿玉橋	溪流	2018/2/14	2018/9/5	4,878	護岸 71.5m,護岸收尾工 2 座,整理土方量 2,193 m ³ ,現地拌合基礎 105m,土方堆置區 4,495m ³ ,播撒草種覆蓋稻草蓆 2,550 m ² ,石籠 4*1*1 共 106 組,石籠 2*1*1 共 160 組,石籠 1*1*1 共 5 組。(餘詳設計圖說)

資料來源：本計畫整理



資料來源：本計畫繪製。

圖5-1 蘇迪勒颱風災後復建區位分佈



工程治理說明：104 年蘇迪勒與杜鵑颱風時，坑溝土石流出淤滿集水井，造成水流冲刷路面，導致下邊坡冲刷路基流失，現已完成集水井清淤，沿路以貨櫃堆疊作為路基，進行 PC 路面修復，目前路面及沿岸邊坡現況良好。

資料來源：本計畫整理。

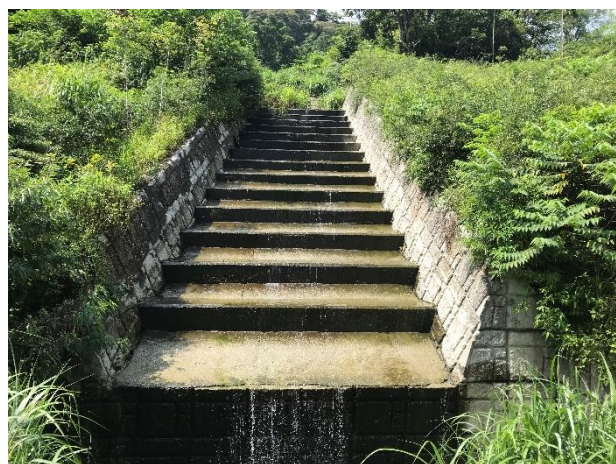
圖5-2 桶後林道 0~3k 蘇迪勒颱風災害復建工程



工程治理說明：蘇迪勒颱風期間，上游新增多處崩塌，中游段民房箱涵斷面不足，加上大量土砂淤積和溪流改道導致箱涵上游土砂溢淹兩岸民房及道路，造成嚴重災害。新竹林管處施設護岸 125m、9 座固床工、土石籠 85m，並在左岸支流上游設置梳子壩，以攔阻塊石，穩定河道。

資料來源：本計畫整理。

圖5-3 烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程



工程治理說明：溪流原寬約 2m，蘇迪勒颱風時，因源頭及岸坡發生崩塌，大量土石下移並沖毀房屋，阻斷平廣路 100m，河道擴槽為 5m，土石流入平廣溪造成淤積嚴重，形成堰塞湖，目前已完成治理，且周邊情況復育良好。

資料來源：本計畫整理。

圖5-4 新店區平廣路 151 號旁坑溝整治一期工程



工程治理說明：位於桶後溪右岸妙心寺旁，崩塌類型屬岩屑崩滑，94 年艾莉颱風時發生崩塌，後續持續復育，在 101 年蘇拉颱風時再次崩塌，後續經歷蘇迪勒與杜鵑颱風，使崩塌地擴大，已進行自由樑施作，於 105 年治理完成，復育情況良好，坡面上已有樹種群落多元，包含山芙蓉、桂竹、野桐等陽性樹種的出現。

資料來源：本計畫整理。

圖5-5 烏來區 2 林班崩塌地處理一期工程



工程治理說明：蘇迪勒颱風期間因路面逕流及沿路出現數起邊坡崩塌事件，已進行相關道路修復工程。

資料來源：本計畫整理。

圖5-6 桶後、內洞林道蘇迪勒颱風沿線坍方清除及道路維修工程



工程治理說明：104 年因蘇迪勒颱風時造成蝕溝土石流沖毀路面，目前野溪處已設有防砂壩及過路涵管，並在道路下邊坡設置擋牆。防砂壩上游已淤滿砂達到穩定河岸效果，道路及擋土牆結構完整無裂隙。

資料來源：本計畫整理。

圖5-7 桶後林道 3.5K 崩塌地復育工程



工程治理說明：於 104 年蘇迪勒颱風時，因發生土石流，土石下移沖毀民房倉庫並間接波及下方 270 號民宅，下游河道擴槽 5m，故施設開口壩、護岸及固床工等完成治理，目前現況良好。

資料來源：本計畫整理。

圖5-8 新店區平廣路一段 273 號旁坑溝整治工程



工程治理說明：104 年蘇迪勒颱風時，阿玉溪上游新增多處崩塌，大量土石下移及桶後溪阿玉壩蓄水範圍迴水影響，致使河床嚴重淤積。已進行河道整理及利用現地拌合混凝土保護基礎。

資料來源：本計畫整理。

圖5-9 烏來區第 11 林班阿玉溪河道整理 2 期工程



工程治理說明：因蘇迪勒颱風造成許多新增崩塌地，為防止土石下移，危害下游保全對象，新竹林管處施設護岸 99.9m，8 座固床工與梳子壩 1 座等，阻擋上游過多的土砂流入下游。

資料來源：本計畫整理。

圖5-10 烏來事業區 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程



工程治理說明：因烏砂溪河道堆積大量礫石，土石下移可能對下游造成災害，新竹處施設護岸、固床工及防砂壩1座進行治理。

資料來源：本計畫整理。

圖5-11 烏來區第21林班烏砂溪土砂災害第1期復建工程



工程治理說明：因支流匯入且河岸右岸道路束縮河道，蘇迪勒颱風侵襲時，水流沖刷左岸造成大面積岸坡崩塌，大量土砂下移堵塞河道，因右岸有住戶與道路，目前已設置開口壩治理，因岸坡面仍有大面積崩塌，延伸護岸保護住戶。

資料來源：本計畫整理。

圖5-12 新店區平廣溪國有林地第1期防砂工程



工程治理說明：位於桶後溪右岸，由 104 年蘇迪勒颱風所造成之崩塌，崩塌類型屬於岩屑崩滑，已進行自由型框掛網植生，於 106 年完工。現勘發現原有崩塌地之裸露面均有良好植生覆蓋情形，形成灌木叢聚落，坡面復育情況良好。

資料來源：本計畫整理。

圖5-13 烏來區 2 林班崩塌地處理 2 期工程



工程治理說明：蘇迪勒颱風時，上游新增多處崩塌，因下游右岸與南勢溪匯流處有保全對象，新竹處施設護岸至南勢溪主流以保護下游保全對象。

資料來源：本計畫整理。

圖5-14 烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程



工程治理說明：因河道堆積大量礫石，且烏砂溪上游有大量不安定土砂，新竹處新增設梳子壩進行治理。

資料來源：本計畫整理。

圖5-15 烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程



工程治理說明：桶後林道在蘇迪勒風災後，出現路面毀損、上下邊坡崩塌、路基流失等相關災害，新竹處已施設擋土牆保護路基，PC 路面修復、將靜水池土石清除，還原通水斷面，目前現況大抵良好。

資料來源：本計畫整理。

圖5-16 桶後林道蘇迪勒颱風災害復建第三期工程



工程治理說明：105 年梅姬颱風後，造成內洞林道多處坍方，道路中斷，為保全 6.5K 左近一取水口，確保其供水。施以護岸 23.4m，固床工共 6 座，擋土牆 42m 及多處崩塌地治理。經現地勘察，發現經治理之坡面已有茂密的草本植物分佈，顯示邊坡已完全復育，可有效防止坡面土砂流失。

資料來源：本計畫整理。

圖5-17 內洞林道 6.5k 下方坑溝與崩塌治理工程



工程治理說明：為前期工程之延伸，係因樟樹溪上游右岸邊坡有大片崩塌裸露地，河床堆積大量土石，故增設梳子壩、護岸及 8 座固床工，以減緩上游土砂進入下游之情況。

資料來源：本計畫整理。

圖5-18 烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程



工程治理說明：本案增設護岸 33m，固床工 12 座，鋪石護坡 149m，目前溪流沿岸邊坡情況植被茂密，復育情況良好。

資料來源：本計畫整理。

圖5-19 烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程



工程治理說明：位於桶後林道 6.8k，104 年蘇迪勒颱風時小坑野溪上游新增大面積崩塌地，大量土石下移堵塞桶後林道之過路箱涵及上游既有構造物，造成道路中斷，因上游仍有大量不安定土砂且崩塌地有擴大之情形，故設置護岸及固床工穩定河床，並再道路上游端設置梳子壩，以阻擋河床巨岩。目前梳子壩已達設計淤砂線且無巨岩阻塞，功能良好。

資料來源：本計畫整理。

圖5-20 烏來 7 林班小坑溪土砂災害 1 期處理工程



工程治理說明：位於桶後林道 6.8k，104 年蘇迪勒颱風後橋底涵洞且河道布滿大量土石，是故重建跨河聯絡道並加大通水斷面。於聯絡道兩側設置擋土牆，並再下游段設置固床工及護岸以保護路基。

資料來源：本計畫整理。

圖5-21 烏來 7 林班小坑溪土砂災害 2 期處理工程



工程治理說明：蘇迪勒颱風後，桶後溪上游及兩岸大量堆積泥砂，可能造成洪患問題，因此計畫清除淤砂 200 立方公尺，建設護岸、擋土牆及修繕桶後林道，開工後因生態保育問題，故此案現終止合約。

資料來源：本計畫整理。

圖5-22 烏來 6 林班桶後溪河道整理 1 期工程



工程治理說明：位於南勢溪右岸，信賢部落種籽親自實驗小學旁護岸於 106 年 0602 豪雨降雨沖刷導致損壞，崩塌地已進行鋪網客土噴植進行植生保護，範圍達 249.3m²，及重建護岸 22.6m，於 107 年 6 月 7 日完工，目前復育情況良好，治理之邊坡已長滿草本植物及蕨類。

資料來源：本計畫整理。

圖5-23 烏來 13 林班隱瀑橋旁崩塌地復育工程



工程治理說明：位於阿玉溪阿玉橋下游，因阿玉溪上游仍有大量崩塌地，且阿玉橋下游右岸有保全對象，故施設護岸以保護桶後林道並進行河道整理。

資料來源：本計畫整理。

圖5-24 烏來 11 林班阿玉溪土砂災害防制 1 期工程

第陸章 治理工程成效評估

本計畫利用前述所蒐集之各項工程資料，進行工程效益之評估，包含直接效益(防砂效益、水源涵養效益、保全對象效益等)及間接效益。另外，也歸納出重點子集水區或重點野溪所投入之經費及其效益等。

6.1 治理成效評估

本計畫參照連惠邦與蔡易達(2013)提出的水土保持防砂工程防砂量計算公式，以及「國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨工程資料建置」(林務局，103 年)、「流域綜合治理計畫(第一期)-國有林班地治理執行成效評估」(林務局，105 年) 及「南勢溪及平廣溪國有林整體治理調查規劃」(林務局，106 年)之工程效益分析項目進行評估。治理成效將依據工程設計規模以及治理工程附近的邊坡土砂條件推算出「預期成效」，復以現地平面測量結果以及工區兩岸邊坡現況檢視，確認成效的發揮情形。因需有現地完工工程之現勘量測數據、照片，已派員至現場勘察及拍攝，以提供評估作業及行政協助簡報或相關文件等之需求。

(一) 防砂效益

水土保持野溪防砂工程之防砂機能，旨在抑制野溪土砂大量生產，加速溪流穩定，降低野溪斷面與坡降之激烈沖淤變動。當遇有颱風豪雨事件作用而產出大量土砂流出集水區時，水土保持野溪防砂工程不僅可以發揮減緩土砂生產量體，同時也起著調節溪流水流攜出土砂量體之功能，以避免引發下游溪流底床土砂之強烈沖淤變化；這表明，水土保持野溪防砂工程對溪流運移土砂具有防砂、調砂機能。因此，為推估各項防砂工程之預期防砂量(註：防砂量係指防砂工程可防止影響範圍內之土砂流失量)，因與構造物尺度直接相關，故通常採用構造物外觀尺寸及其影響範圍內兩岸邊坡和溪床等相關參數進行估算。

防砂設施(全生命週期)防砂量評估法為林務局前期「流域綜合治理計畫(第三期)」計畫所用，其成果較符合林務局核定本預期目標，計算上具體可行，因此本計畫在計算預期防砂量時，決定沿用相關計算法，公式詳述如後。

依構造形式來看，防砂壩抬高溪床沖刷基準面，使在壩頂以下之上游溪床及兩岸土砂得以免於被沖刷外移而維持安定；此外，因抬高溪床沖刷基準面，於上游側溪流內取得一定的容積，可以蓄積來自壩體上游之土砂。因此，防砂壩具有貯砂量、土砂流出調節量及土砂生產抑制量等防砂量體。其中，貯砂量及流出調節量與壩體尺寸和溪床坡度因子相關，可輔以往研究成果進行推估，屬於可直接推估量體；而土砂生產抑制量依生產區為可區分溪床及兩岸邊坡兩部分，必須透過實測資料予以建立。因此，通過現地調查及歸納建立各項防砂工程之防砂量推估公式，即：

1、防砂壩預期防砂量推估公式

(1) 水土保持手冊(106)防砂壩防砂量演算

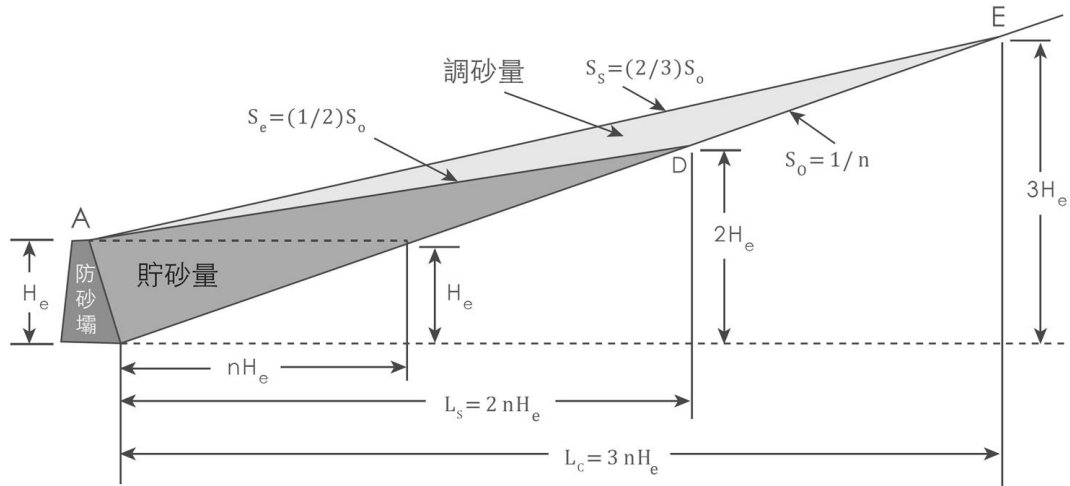
根據防砂壩之各項功能，除了具有一定數量的貯砂能力外，它還兼具對土砂的生產調節及流失抑制量，茲分述如下：

A.攔(貯)砂量：

防砂壩與原溪床和兩岸之間所蓄積之土砂量，如圖 6-1 所示。令淤砂坡度為原溪床坡度的 1/2，則貯砂量體(sediment storage)可表為

$$S_{V1} = nH_e^2 \bar{B} \quad (\text{式 6-1})$$

式中， S_{V1} = 防砂壩貯砂量(m^3)； $n = 1/S_o$ ； S_o = 原溪床坡度； B = 防砂壩上游淤砂範圍之平均溪寬(m)； H_e = 壩體有效高度(m)。



資料來源：DPWH，2010

圖6-1 防砂壩上游貯砂容積示意圖

B. 土砂生產調節量：

防砂壩上游淤積土砂而調降其溪床坡度之後，當洪水流在防砂壩上游自陡坡段進入淤積土砂之緩坡段時，因水流輸砂能力減弱而致土砂逐漸落淤，直到洪水退去過程，才有部分淤積土砂再度被攜往下游，這是防砂壩對上游來砂發揮時間及空間的調節作用。令洪水來臨時大量土砂進入壩體上游緩坡段而產生淤積的坡度 $S_c = (2/3)S_0$ ，如圖 6-1 所示。圖中，調砂量可表為：

$$S_{V2} = 0.5nH_e^2\bar{B} \quad (\text{式 6-2})$$

式中， S_{V2} = 土砂生產調節量。一般而言，只要挾砂洪水通過防砂壩時，壩體就會發揮土砂之調節作用，為防砂壩重要的防砂機能。此外，調砂量除了採用上述公式進行推估外，對於系列防砂壩之整體調砂量推估，因壩體間具有相互制約之效果，故建議採用溪流動床數值模式或其他

方法進行演算為佳。

C. 土砂流失抑制量：

當防砂壩上游兩岸(或單岸)具有土體崩塌潛勢的邊坡斜面時，通過壩體上游淤積的土砂提供邊坡基腳之防護作用，使之得以控制兩岸邊坡土體崩塌產砂，減緩溪岸持續性的擴大及向源侵蝕，如圖 6-2 為兩岸邊坡土砂生產抑制模型。其中圖圖 6-2(a)為防砂壩淤砂範圍(縱向影響範圍)，圖圖 6-2(b)為防砂壩及其上游淤砂範圍內之任意橫斷面。假設：a.邊坡土體組成為均質之堆積物；b.邊坡崩壞屬平面破壞模式(無限邊坡破壞)；及 c.假設坡頂附近無裂縫時，自坡頂向溪床邊緣逐漸變厚，土體崩壞剖面呈三角形(註：如有裂縫時，C 點應於裂縫處)。因此，分別於築壩前溪床可能沖刷深度及築壩後淤砂床面與側岸交點處向坡頂劃出一條延伸線，兩延伸線與坡頂形成一三角形範圍(即 $\triangle ABC$)，即為防砂壩可抑制之土砂生產面積，可寫為

$$A = \frac{1}{2} y_m L_d \quad (\text{式 6-3})$$

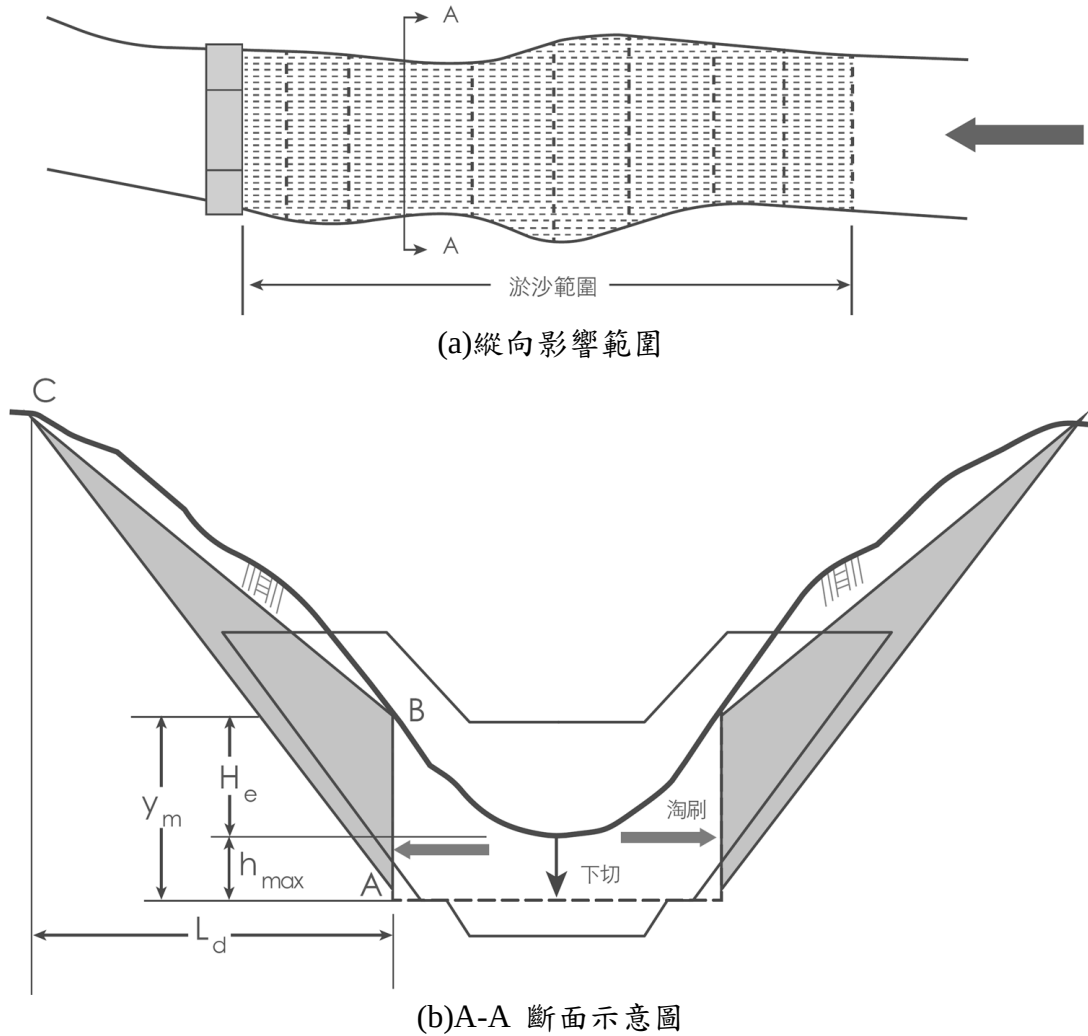
式中， y_m = 最大沖刷深度與有效壩高之和； L_d = A 和 C 點之水平距離。在淤砂範圍內兩岸坡面土砂流施抑制量(S_{V3})則可表為：

$$S_{V3} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_{Ri} + A_{R(i+1)}}{2} + \frac{A_{Li} + A_{L(i+1)}}{2} \right) l_i \quad (\text{式 6-4})$$

$$\text{且 } L = \sum_{i=1}^n l_i \quad (\text{式 6-5})$$

式中， A_{Ri} = 第*i*斷面右岸可抑制崩塌面積；
 $A_{R(i+1)}$ = 第(*i* + 1)個斷面右岸可抑制崩塌面積；
 A_{Li} = 第*i*斷面左岸可抑制崩塌面積； $A_{L(i+1)}$ = 第(*i* + 1)斷面左岸可抑制崩塌面積； $A_{L(i+1)}$ = 第(*i* + 1)個斷面之間距； L = 淤砂長度。必須注意的是，如側岸為岩盤(屬岩體崩塌)時，或原溪床面(築壩前)與側岸交點處之坡面坡度小於安息角時，均假設屬安定邊坡。

除了防砂壩可直接抑制之土砂量外(即 ΔABC)，位於 BC 面以上至地表面間之土砂量體，雖然不是直接由防砂壩保護，但當 ΔABC 土體發生崩壞時，此部分土體亦無法維持安定；不過，即便 ΔABC 土體可以維持安定， BC 面土體亦可能受到地表逕流侵蝕而逐漸流失。為了區分這兩種土體之於防砂壩防砂機能，故將 ΔABC 土體視為防砂壩直接定砂量，而 BC 面以上至地表面間之土體，則屬防砂壩間接定砂量，如圖 6-2(b) 所示。



資料來源：連惠邦，2017

圖6-2 防砂壩上游兩岸坡面土砂抑制量縱橫向範圍示意圖

(2) 以斷面輸砂能力推估

不同於直接推估防護土砂的體積，探討設置防砂壩後，河床坡度變化如何降低河床輸砂能力以達到穩定河道之目的。

防砂壩可以抬高溪床沖刷基準面，使在淤砂範圍內之溪床及兩岸部分土砂得免於被水流沖刷，因抬高溪床沖刷基準面，上游側之河床坡度降低，進而降底水流速度以收削弱輸砂能力之成效。本研究以何黃公式估算斷面輸砂能力：

$$q_B = 0.438S^{1.41}(q - q_c) \quad (\text{式 6-6})$$

$$q_c = 1.259 \times 10^{-7} \times D_g^{1.56} \times S^{-1} \quad (\text{式 6-7})$$

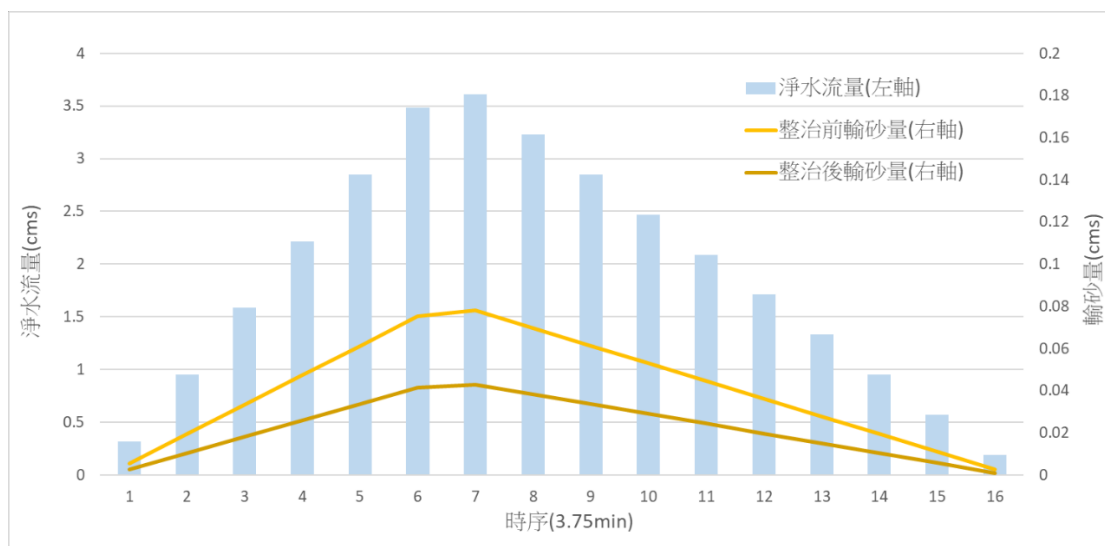
$$D_g = \frac{D}{\left[\frac{v^2}{(\sigma/\rho - 1)g} \right]^{1/3}} \quad (\text{式 6-8})$$

其中， q_B 為單寬河床載輸砂量 (cms/m)； S 為底床坡度 ($\tan \theta$)； q 為單位河寬流量 (cms/m)； q_c 為單位河寬之河床載起動流量 (cms/m)； D_g 為河床無因次粒徑， D 為顆粒中值粒徑 (m)， σ 為顆粒密度 (kg/m^3)， ρ 為純水密度 (kg/m^3)， v 為水的運動黏度 (m^2/sec)， g 為重力加速度 (m/sec^2)。

取得現地河床粒徑及工程前後河床坡度變化之後，依據工程設計之水理模式演算結果，將重現期距 50 年，延時為集流時間所得之洪峰流量，以三角形單位歷線假設兩場時間為一小時之流量歷線，並帶入何黃公式，基於河床輸砂能力，計算防砂壩之防砂成效，如圖 6-3 所示。

計算流程(案例)如下：

- a. 工程位置水理演算結果，重現期距 50 年，集流時間 8.23 分鐘之洪峰流量為 83.59cms，以三角形單位歷線假設一流量歷線，如下所示。
- b. 將各時間點之流量帶入何黃公式並乘上時間差，以得到各時段之輸砂量，再行加總即為一小時的總輸砂量。
- c. 分別以施工前後之堆積坡度代入何黃公式後，得到個別的輸砂量，將之相減即是該防砂壩的防砂成效。



資料來源：本計畫繪製

圖6-3 防砂壩設置前後輸砂能力變化(以烏來7林班小坑溪土砂災害1期處理工程為例)

2、護岸防砂量推估公式

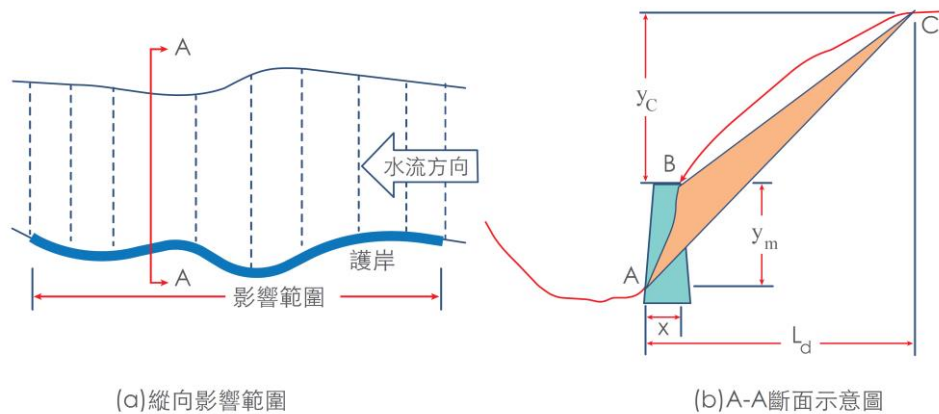
以水土保持手冊(106)防砂壩防砂量演算。護岸旨在於保護溪岸及穩定坡腳，抑制溪流兩岸坡面之土砂流失，與防砂壩對於坡面土砂流失抑制功能一樣。護岸對坡面土砂流失抑制量推估，可依(式 6-11)推估土砂流失面積，其直接抑制量體則可依下式計算之，即

$$S_{VR} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i + A_{(i+1)}}{2} \right) l_i \quad (\text{式 6-9})$$

$$L_R = \sum_{i=1}^n l_i \quad (\text{式 6-10})$$

式中， A_i =第*i*斷面右岸(或左岸)可抑制崩塌面積； $A_{(i+1)}$ =第(*i* + 1)斷面右岸(或左岸)可抑制崩塌面積； l_i =第*i*與(*i* + 1)斷面之間距； L_R =護岸長度。另位於BC面以上至地表面間土體之穩定性，雖非直接由護岸保護，惟亦與護岸相關，屬於護岸間接抑制量體，其大小端視

地形和地質狀況而定，如圖 6-4 所示。



資料來源：連惠邦，2017。

圖6-4 護岸坡面土砂抑制量縱橫向範圍示意圖

3、固床工防砂量推估公式

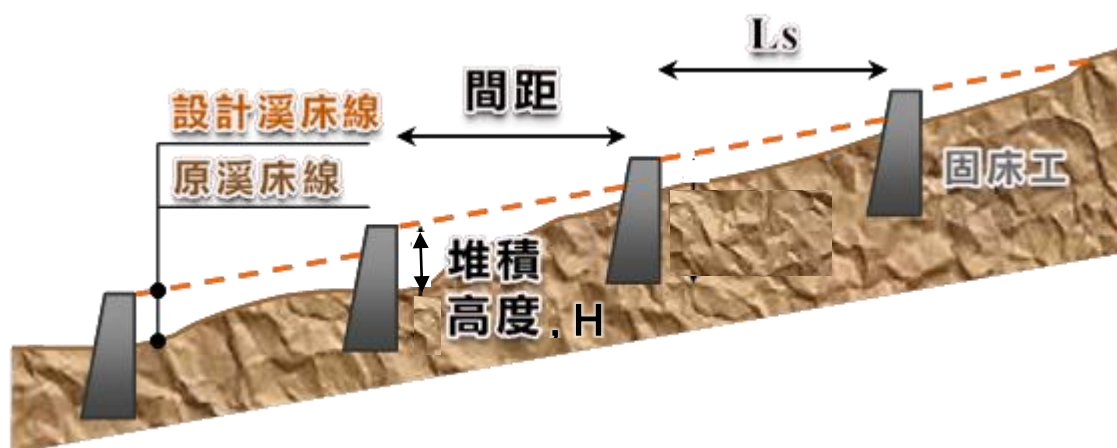
固床工防砂量受限於構造物高度僅略高或與溪床齊平，雖影響範圍有限，但仍可抑制河道上游土砂生產量及防治運往下游土砂量，示意圖詳圖 6-5 所示。目前，本計畫已現場測量部分治理工程固床工之土砂堆積平均高度、各固床工之間的間距及固床工的平均寬度，依此，本計畫將利用水保局「曾文水庫達邦壩上游集水區防砂目標下之保育治理措施及土砂變遷監測計畫」(101 年)、新竹管理處「南勢溪及平廣溪國有林整體治理調查規劃」(106 年)提及之固床工公式進行計算，其固床工土砂防治量(S_s)之計算式如下：

$$S_s = H \times L_s \times \bar{B} \quad (\text{式 6-11})$$

式中， H ：固床工上游土砂堆積平均高度。

L_s ：固床工與上游橫向構造物之間距。

B ：固床工上游溪流平均寬度。



資料來源：曾文水庫達邦壩上游集水區防砂目標下之保育治理措施及土砂變遷監測計畫(水保局，101 年)。

圖6-5 固床工防砂量估算示意圖

4、崩塌地治理土砂防治量估算

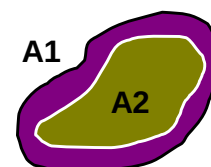
針對完成整治之崩塌地，依其治理前崩塌地裸露面積、治理後植生復育面積、植生不同生長階段之根系保護深度等，評估其相關復育工程之土砂防治成效及間接處理後潛在抑制量等，其計算式：

$$V_x = (A_1 - A_2) \times D \quad (\text{式 6-12})$$

式中，A1：治理前崩塌地裸露面積。

A2：治理後崩塌地裸露面積。

D：植生不同生長階段之根系保護深度。



參考「103-105 年曾文、南化及烏山頭水庫集水區國有林地防止成效評估」(嘉義林管處，105 年)，以及透過 UAV 航拍及現勘發現各項治理工程復育情況良好，植生生長茂密，因此根系深度(D)採 2m 進行估算。蒐集竣工圖及結算明細表所提供各項工程資料及航照劃定之復育範圍，計算各別崩塌地治理工程之防砂量。

5、土砂清淤量

土砂清淤經過適當處置後(如再利用或適當保護)，可避免其再次下移，本計畫依照林管處所提供各工程設計

圖說，針對各保育治理工程土砂清淤量體，納入工程土砂防治成效中。

6、總防砂量估算

即為上述五項相加，如上式所計算，各別治理工程依照竣工圖及結算明細表所提供各項之構造物(如防砂壩、護岸、擋土牆、固床工等)尺度及有效高度等各項參數計算，推估各項工程之防砂量，以新店溪各項整治工程之計算成果如表 6-1 所示。

7、參考水質監測資料

上游野溪目前並無設置輸砂監測站，只能透過「桶後溪、攬勝橋、烏來堰、平廣、直潭壩」五個測站的觀測資料，討論整個集水區的泥沙出流量變遷，如圖 6-6 及圖 6-7 所示。觀察 105 至 108 年間濁度及懸浮固體物統計資料的年最大值及中位數發現，各測站兩個測項的數值皆趨緩，年最大值受個別降雨事件影響較為浮動，而中位數逐年降低態勢明確，雖然該現象可能肇因雨量較少或不穩定砂體已運移殆盡，但工程的防砂固砂成效仍功不可沒。

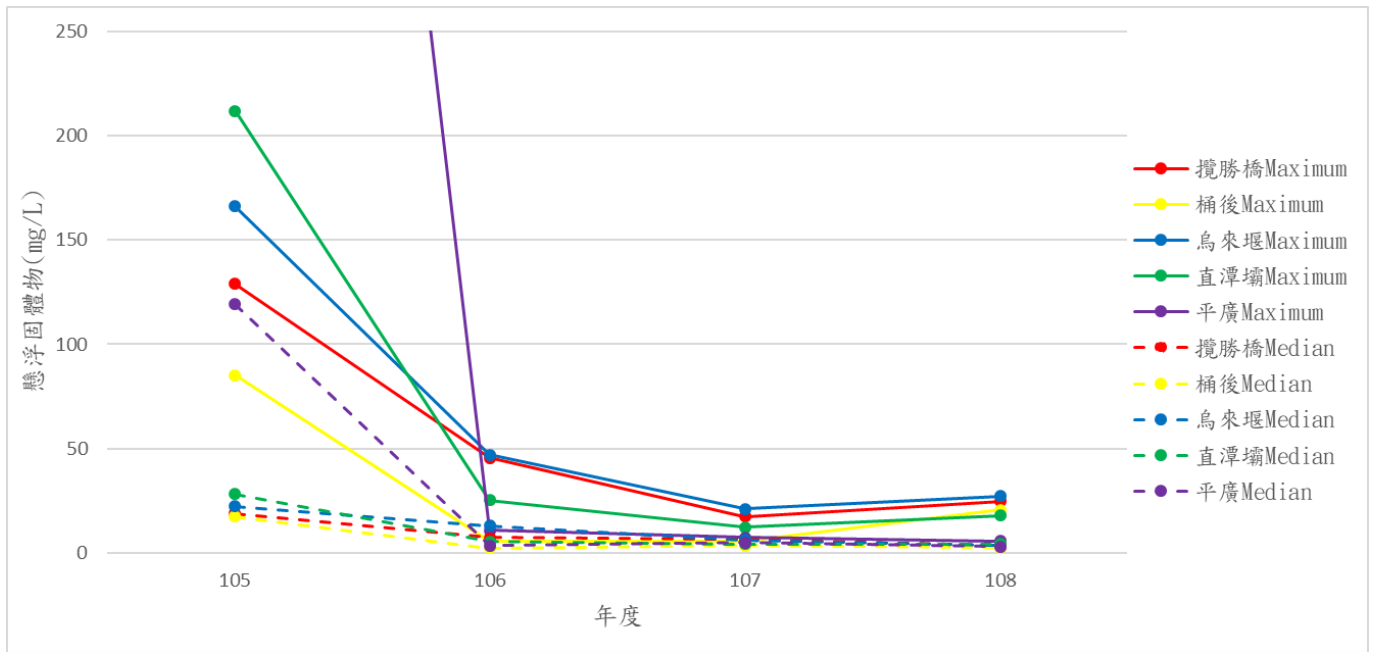
表6-1 新店溪流域工程治理防砂量分析成果表

序 號	工程名稱	防砂壩防砂量 (萬 m^3)		固床工防砂量 (萬 m^3)	護岸與擋土牆防砂量 (萬 m^3)	崩塌地治理 (萬 m^3)	清疏量 (萬 m^3)	總防砂量 (萬 m^3)
		水保手冊(106 年)	何黃公式					
1	內洞林道 6.5k 下方坑溝與崩塌治理工程	-	-	0.14	4.47	0.2	-	4.81
2	桶後林道 0~3k 蘇迪勒颱風災害復建工程	-	-	-	1.03	0.09	-	1.12
3	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程	1.06	0.14	0.5	5.28	-	-	6.98
4	新店區平廣路 151 號旁坑溝整治一期工程	0.5	0.06	-	7.48	-	-	8.04
5	烏來區 2 林班崩塌地處理一期工程	-	-	-	-	1.31	-	1.31
7	桶後林道 3.5k 崩塌地復育工程	0.44	-	-	0.09	1.71	0.03	2.27
8	新店區平廣路一段 273 號旁坑溝整治工程	0.19	0.07	-	1.78	-	-	2.04
9	烏來區第 11 林班阿玉溪河道整理 1 期工程	-	-	-	-	-	1.22	1.22
10	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第 2 期整治工程	-	-	0.36	1.59	-	-	1.95
11	烏來區第 21 林班烏砂溪土砂災害第 1 期復建工程	0.72	0.15	-	1.67	-	-	2.54

序 號	工程名稱	防砂壩防砂量 (萬 m^3)		固床工防砂量 (萬 m^3)	護岸與擋土牆防砂量 (萬 m^3)	崩塌地治理 (萬 m^3)	清疏量 (萬 m^3)	總防砂量 (萬 m^3)
		水保手冊(106 年)	何黃公式					
12	新店區平廣溪國有林地第一期防砂工程	0.48	0.3	0.07	13.26	-	-	14.11
13	烏來區 2 林班崩塌地處理 2 期工程	-	-	-	-	0.92	-	0.92
14	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程	-	-	0.2	2.73	-	-	2.93
15	烏來 21 林班烏紗溪土砂災害 1 期整治工程	8.9	0.15	-	0.78	-	-	9.83
16	新店區平廣溪國有林地土石流 1 期防砂工程	-	-	0.16	10.21	-	-	10.37
17	烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災害處理 1 期工程	-	-	-	-	0.28	-	0.28
18	烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害處理 1 期工程	-	-	-	-	0.06	-	0.06
19	桶後林道蘇迪勒颱風災害復建第三期工程	6.39	-	-	1.88	-	-	8.27
20	烏來區第 11 林班阿玉溪河道整理 2 期工程	-	-	-	1.66	-	0.08	1.74
21	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程	0.4	0.21	0.18	11.26	-	-	12.05
22	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程	-	-	0.27	2.51	-	-	2.78

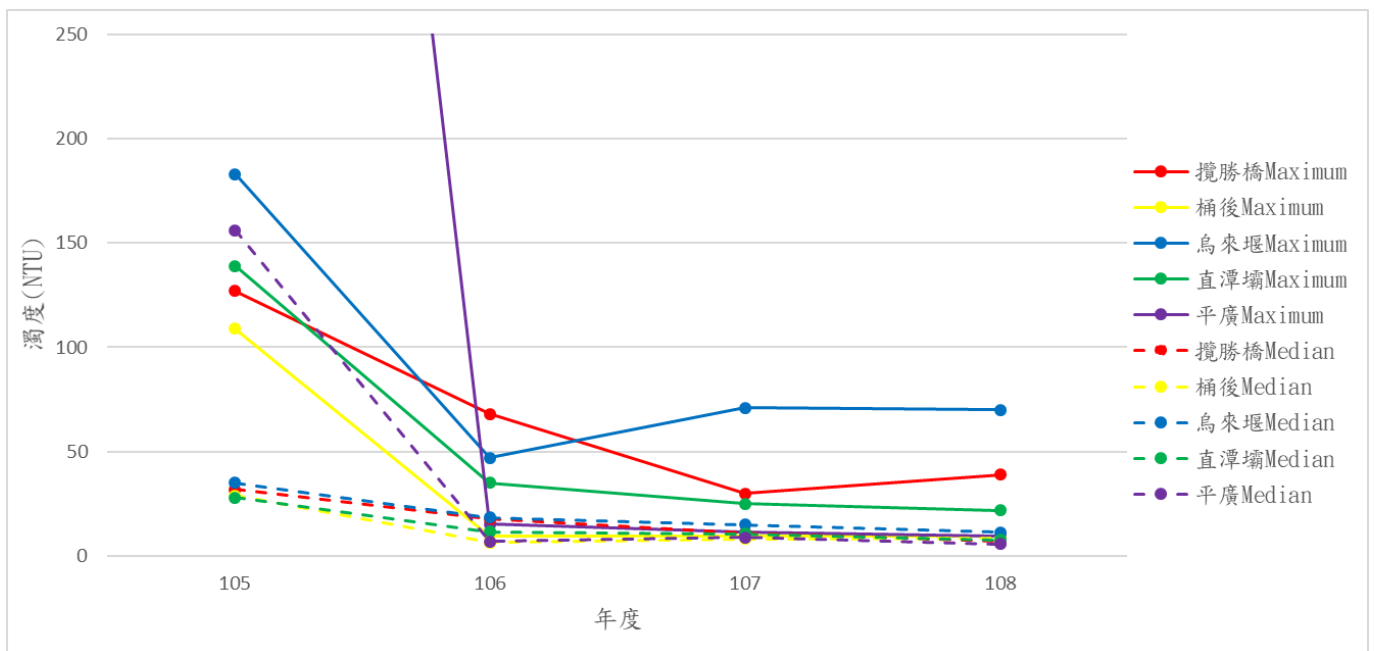
序 號	工程名稱	防砂壩防砂量 (萬 m^3)		固床工防砂量 (萬 m^3)	護岸與擋土牆防砂量 (萬 m^3)	崩塌地治理 (萬 m^3)	清疏量 (萬 m^3)	總防砂量 (萬 m^3)
		水保手冊(106 年)	何黃公式					
23	烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災害處理 2 期工程	-	-	-	4.06	-	-	4.06
24	烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害處理 2 期工程	-	-	-	0.02	-	-	0.02
25	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 1 期處理過程	1.52	0.25	0.05	5.5	-	-	7.32
26	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 2 期處理過程	-	-	0.11	7.96	-	-	8.07
28	烏來 13 林班隱瀑橋旁崩塌地復育工程	-	-	-	-	0.14	-	0.14
29	烏來 11 林班阿玉溪土砂災害防治 1 期工程	-	-	-	1.65	-	1.59	3.24

資料來源：本計畫彙整



資料來源：本計畫繪製

圖6-6 105 至 108 年間懸浮固體物年最大值及中位數變遷



資料來源：本計畫繪製

圖6-7 105 至 108 年間濁度年最大值及中位數變遷

(二) 其它年直接效益

1、水源涵養效益：

係指因實施治山防災工程(即崩塌地處理)後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以增進土壤涵養水源效率之效益。

2、交通及休閒效益：

係指因實施治山防災工程後，降低水土災害發生之規模及頻率，不僅可以減少道路淤埋清運成本，亦可降低交通中斷所造成之商業、生產及工程等損失，亦可增加區域觀光之收入。

3、居民保護效益：

係指因實施治山防災工程後，降低水土災害發生之規模及頻率，使得保護範圍內人員生命免於被威脅之效益。

4、作物保護效益：

係指因實施治山防災工程後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以減少農作物損失之效益。

5、建築物保護效益：

係指因實施治山防災工程後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以減少房舍損失之效益。

(三) 年間接效益

依據治山防災工程性質及功能，其年間接效益包括社會效益、生態環境保全效益及減碳固碳效益等。

1、社會效益

- (1) 保護人民生命及財產安全、穩定計畫區域人心、提升居民之積極進取心與生產力。
- (2) 保護流域內公共設施、交通動線與公共設備安全。
- (3) 強化被保護居民之防災意識、公共參與，提高社區營造之共識。

- (4) 在地人參與土石流及崩塌地源頭整治，除增加重建區就業機會外，激發居民建立出愛鄉、愛土之新價值觀。

2、生態環境保全效益

整體治理增加水土涵養功能、減少土壤沖刷、減少崩塌地面積、改善區域環境，提供動植物較佳之棲息環境、強化山坡地管理監測，確保國土資源永續利用等皆可屬於生態環境效益。而下游則有維持河川防災功能，確保河川區域環境安全、河堤美化、規劃親水性及自然型態等具有親水、遊憩功能之水域等係屬此部分之效益。

- (1) 流域水土資源涵養功能增加，提高區域土壤地力，減少侵蝕。
- (2) 美化大地改善動植物生態棲息環境、減少污染促使生活環境提升。
- (3) 強化山坡地監測管理，確保水土資源永續利用。
- (4) 自然、人文環境協調，塑造水與綠之生活環境。
- (5) 規劃親水性及自然型態之整治工法，強化自然生態環境，增強環境抗災能力。

3、減碳固碳效益

治山防災工程可減少道路及橋梁等公共設施或房舍等之損耗，換言之，其可達到延長設施使用之年限，即達到節能減碳之目的。

- 4、年間接效益難以量化，參考以往文獻，採用直接效益總和之 20%計算之。

表6-2 直接效益與間接效益計量方式一覽表

效益	項目	計量方式	單位	說明
直接效益	防砂效益	河道減淤效益(防砂量×單價)	元	每立方公尺 75~180 元(參考工料分析手冊概估)。
	水源涵養效益	防砂設施上游蓄水效益(涵養水量×水價)	元	防砂設施上游防砂量之孔隙體積與水價相乘計量之(若無孔隙率實測值，建議值為 0.2~0.4)(原水價格每度平均 11 元)。
		坡面土體蓄水效益(涵養水量×水價)	元	以坡面土體控制量之孔隙體積與水價相乘積計量之。
	交通及休閒效益	土石清運效益(土石量×清除單價)	元	土石量為以影響範圍推估道路淤埋長度，乘上路寬與估計土石深度。
		遊客觀光效益(可增加觀光或商務人數×平均一天消費)	元	生態旅遊之效益以每個人毛花費 1,200 元估算。步道系統、自然教育中心及林業試驗研究中心等之個人願付價格分別以 200 元估算。另外考量每人住宿一日之費用約 1,400~1,600 元。故總計以 3,000 元估算。每天可能觀光人數可參考『林務局森林遊樂區統計』及『交通部觀光局』。
		觀光區產值效益(減少道路阻斷天數×平均日生產事業總值)	元	平均日生產事業總值 = 主要觀光區平均每日遊客人數*平均消費
	居民保護效益	人口數	人	1.以影響範圍變更而免除水土災害威脅之人口數計算。可由現地調查保全戶數換算人口數。 2.參考 2009 年莫拉克風災內政部救助金賑助標準，死亡及失蹤每人額度約 100 萬元計。
	作物保護效益	作物保護效益(面積×單位面積收益)	元	單位面積收益總產值參考「農委會網站之農業統計年報」可查詢得各作物生產種類及產值。若無法由上述方式取得資料，可參考『土石流災害救助種類與標準』，農田魚塭埋沒 5 萬/ha，流失 10 萬/ha。
間接效益	建築物保護效益	建築物保護效益(數目×修建費用)	元	1.屋舍參考 921 房舍毀損補助，定每間 20 萬元。 2.橋梁以每座建造費用平均約 150 萬元計。
	社會效益	直接效益總和之 20%。	元	因間接效益難以量化，以直接效益總和之 20%作為間接效益之量化依據。
	生態環境保全效益			
	減碳固碳效益			

資料來源：國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨工程資料建置(林務局，103 年)。

(四) 年計成本

參照「國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨工程資料建置」(林務局，103 年)及「流域綜合治理計畫(第一期)-國有林班地治理執行成效評估」(林務局，105 年)，年計成本包括固定成本及運轉維護成本兩項：

1、固定成本

(1) 年利息：以總投資金額之 3(%)計算。

(2) 年償債基金：依總投資金額為準，依年息 3%複率計算，在經濟分析年限內(參照「國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨工程資料建置」(林務局，2014)及「強水庫集水區保育治理計畫」(經濟部，2017)，指出計畫經濟分析年限一般以 30 年為準，工程設施之使用年限若超過 30 年，其後尚可繼續使用之價值者予略之不計，故計算採用 30 年)，其每年平均負擔數為總投資金額之 $3\% / [(1+3\%)^{30} - 1]$ 。

(3) 年中期換新準備金：併運轉及維護成本計算。

(4) 年稅捐保險費：一般以工程建造費之 0.12%為保險費，0.5%為稅捐費，合計為 0.62%。

2、運轉及維護成本：

年中期換新準備金及運轉維護成本，以工程建造費之 3.0%計。

(五) 效益分析

參照「國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨工程資料建置」(林務局，103 年)所建立之工程效益分析方式進行治理成效評估，工程治理效益以益本比估算：

$$I = B / C \quad (\text{式 6-13})$$

式中，I=益本比；B=整治後之工程效益；C=整治計畫投資之成本。

效益分析成果如表 6-3 所示，經治理工程施作後，可有

效調集水區上游國有林土砂下移達 118.47 萬立方公尺；其治理成效分析，平均益本比為 1.63。本計畫治理成效計算方式倚重於防砂成效，在廣設擋土牆、護岸及防砂壩的工程當中，可以準確的算出其效益，適合用於水庫集水區之治理成效評估。然而本計畫的 29 處工程中不乏保護工、河道整理及道路修復等項目，不容易以單一防砂量為指標來評估，因此效益往往被低估。

以下針對益本比小於 1 之工程項目進行分析與檢討。首先是「桶後林道 0~3k 蘇迪勒颱風災害復建工程(#2)」及「烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災害處理 1 期工程(#17)」只有少量的擋土牆，工程內容以道路及排水為主，包含路面修復、塊狀護欄增設、既有排水溝清淤、截水溝、側溝、U 型溝、集水井以及箱涵，沒有明顯防砂效益，但還是得仰仗是工程始得維持交通。位於內洞林道的「烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害處理 1 期工程(#18)」以及「烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害處理 2 期工程(#22)」理由與前者類似，施工內容雖有少量植生護坡，但仍以道路及排水為主，包含大量的天然級配鋪面，再以連續的土袋溝及 U 型溝落實縱橫向排水以保護鋪面免於降雨侵蝕，此處雖然人煙罕至，但該林道 6.5K 有一取水口，為了養護該設施以維持取水效益必須遂行整治。「桶後、內洞林道蘇迪勒颱風沿線坍方清除及道路維修工程(#6)」如其名並無防砂設施設置。而「烏來事業區 21 林班樟樹野溪第 2 期整治工程(#10)」與「烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程(#24)」皆位於工程密度較高的區域，存在工程項目分配及防砂範圍劃分的問題，此類工程應考量子集水區整體治理成效而非單一工程，評估結果詳如第 6.2 章。最後「烏來 6 林班桶後溪河道整理 1 期工程(#27)」基於生態問題已解約。

表6-3 新店溪流域工程治理直接與間接效益統計表

序 號	工程名稱	總防砂量 (萬 m³)	防砂效益 (仟元)	水源涵養 效益 (仟元)	每天可能 觀光人數	每人每天 可能消費 (元)	交通及休 閒效益 (仟元)	可能受影響 之作物面積 (ha)	作物保護 效益 (仟元)	可能受影響 之戶數 (戶)	屋舍保護 效益 (仟元)	間接效益 (仟元)	核定預算 (仟元)	總效益 (仟元)	益本比
1	內洞林道 6.5k 下方坑溝與崩塌 治理工程	4.81	8658	144	10	3,000	315	0	0	0	0	1823	7,264	10,941	1.51
2	桶後林道 0~3k 蘇迪勒颱風災 害復建工程	1.12	2016	34	30	3,000	945	0	0	0	0	599	5,610	3,594	0.64
3	烏來事業區 21 林班樟樹野溪 第一期整治工程	6.98	12564	209	100	3,000	3,150	0	0	20	4,000	3985	11,900	23,908	2.01
4	新店區平廣路 151 號旁坑溝整 治一期工程	8.04	14472	241	30	3,000	945	10	500	15	3,000	3832	7,264	22,990	3.16
5	烏來區 2 林班崩塌地處理一期 工程	1.31	2358	39	100	3,000	3,150	5	250	150	30,000	7159	8,367	42,957	5.13
7	桶後林道 3.5k 崩塌地復育 工程	2.27	4086	68	100	3,000	3,150	0	0	0	0	1461	7,575	8,765	1.16
8	新店區平廣路一段 273 號旁坑 溝整治工程	2.04	3672	61	30	3,000	945	0.5	25	10	2,000	1341	4,582	8,044	1.76
9	烏來區第 11 林班阿玉溪河道 整理 1 期工程	1.22	2196	37	30	3,000	945	0	0	0	0	636	3,450	3,813	1.11
10	烏來事業區 21 林班樟樹野溪 第 2 期整治工程	1.95	3510	59	30	3,000	945	0.5	25	20	4,000	1708	11,898	10,246	0.86
11	烏來區第 21 林班烏砂溪土砂 災害第 1 期復建工程	2.54	4572	76	100	3,000	3,150	2	100	10	2,000	1980	11,388	11,878	1.04
12	新店區平廣溪國有林地第一期 防砂工程	14.11	25398	423	75	3,000	2,362	2	100	3	600	5777	7,144	34,661	4.85
13	烏來區 2 林班崩塌地處理 2 期 工程	0.92	1656	28	100	3,000	3,150	0	0	150	30,000	6967	5,545	41,800	7.54
14	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程	2.93	5274	88	30	3,000	945	0.5	25	20	4,000	2066	12,000	12,398	1.03
15	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程	9.83	17694	295	100	3,000	3,150	2	100	10	2,000	4648	14,000	27,887	1.99
16	新店區平廣溪國有林地土石流 1 期防砂工程	10.37	18666	311	75	3,000	2,362	2	100	3	600	4408	12,000	26,448	2.20
17	烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災 害處理 1 期工程	0.28	504	8	30	3,000	945	1.5	0	0	0	291	7,000	1,749	0.25
18	烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害 處理 1 期工程	0.06	108	2	30	3,000	945	2		0	0	211	6,000	1,266	0.21
19	桶後林道蘇迪勒颱風災害復建 第三期工程	8.27	14886	248	20	3,000	630	5	250	0	0	3203	4,959	19,217	3.88

序 號	工程名稱	總防砂量 (萬 m³)	防砂效益 (仟元)	水源涵養 效益 (仟元)	每天可能 觀光人數	每人每天 可能消費 (元)	交通及休 閒效益 (仟元)	可能受影響 之作物面積 (ha)	作物保護 效益 (仟元)	可能受影 響之戶數 (戶)	屋舍保護 效益 (仟元)	間接效益 (仟元)	核定預算 (仟元)	總效益 (仟元)	益本比
20	烏來區第 11 林班阿玉溪河道 整理 2 期工程	1.74	3132	52	30	3,000	945	2	100	0	0	846	3,000	5,075	1.69
21	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程	12.05	21690	362	10	3,000	315	3	150	20	4,000	5303	21,000	31,820	1.52
22	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程	2.78	5004	83	30	3,000	945	2	0	10	2,000	1606	14,500	9,639	0.66
23	烏來 6、7 林班蘇迪勒颱風災 害處理 2 期工程	4.06	7308	122	5	3,000	158	1.75	0	0	0	1517	8,000	9,105	1.14
24	烏來 12 林班蘇迪勒颱風災害 處理 2 期工程	0.02	36	1	10	3,000	315	2	0	0	0	70	9,000	422	0.05
25	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 1 期處理過程	7.32	13176	220	30	3,000	945	2	0	0	0	2868	16,000	17,209	1.08
26	烏來 7 林班小坑溪土砂災害 2 期處理過程	8.07	14526	242	3	3,000	945	1.5	75	0	0	3158	14,000	18,946	1.35
28	烏來 13 林班隱瀑橋旁崩塌地 復育工程	0.14	252	4	150	3,000	4,725	1.75	88	4	800	1174	6,000	7,042	1.17
29	烏來 11 林班阿玉溪土砂災害 防治 1 期工程	3.24	5832	97	30	3,000	945	1.5	75	0	0	1390	7,000	8,339	1.19

資料來源：本計畫彙整。

6.2 重點子集水區效益評估

本章節選取兩條位於新店溪上游野溪之集水區作為重點子集水區，係因這兩處有較為密集且重要的治理工程，信賢部落及連接烏來市區與信賢部落之北 107 線道(信福路)亦分佈在其中，鄰近南勢溪對岸亦有許多安全對象分佈，為流域內重點關注集水區之一，因此挑選這兩個集水區作為評估對象，以探討系列工程對於子集水區的整體防砂量及治理成效，如表 6-4。

表6-4 重點子集水區

子集水區名稱	林區管理處	主集水區	次集水區	位置
樟樹溪	新竹	淡水河	新店溪	新北 DF231
烏砂溪	新竹	淡水河	新店溪	新北 DF103

資料來源：本計畫彙整。

這兩個子集水區位在新北市烏來山區，並且都是匯入南勢溪左岸的野溪，匯流口僅相距 680 公尺，相當靠近。樟樹溪在較下游處，距離烏來老街亦不過 4.8 公里。

104 年 8 月蘇迪勒颱風帶來的強降雨侵襲烏來地區，日雨量到達 776.5 毫米，遠超出歷史雨量紀錄，上游出現嚴重土石流，造成該區域的坡地嚴重土砂流失，亦沖毀下游眾多民房，造成烏砂溪旁的大納度假農場之木屋及餐廳全毀，北 107 鄉道的通行已中斷，對烏來地區造成嚴重災害。

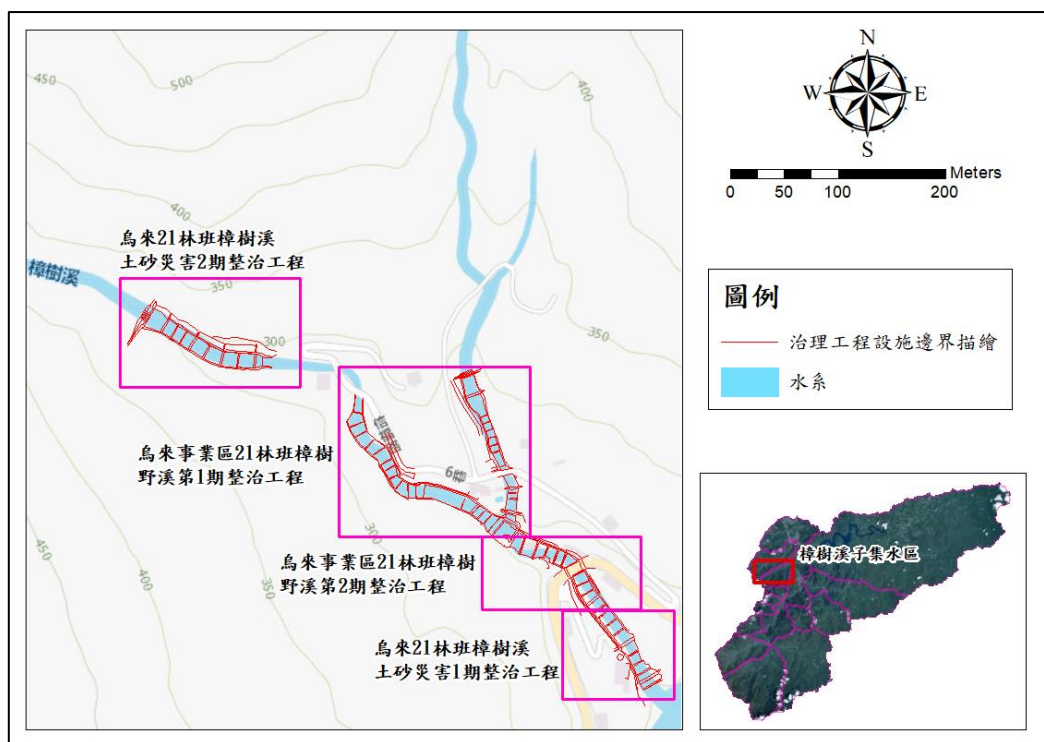
蘇迪勒颱風兩個子集水區上游均有多處崩塌地，提供形成土石流的料源堆積，一旦汛期來臨，降水將夾帶大量土石奔流而下。兩條野溪匯入南勢溪時會穿越北 107 鄉道，為福山地區的重要聯外道路，且信賢部落坐落於此，若發生土砂災害將對當地民生造成嚴重衝擊，足見此處治理工程的必要性。

利用目前所蒐集之治理工程資料，可瞭解自蘇迪勒以後，林務局於樟樹溪內已進行四項治理工程，分別為烏來事業區 21 林

班樟樹野溪第 1 期整治工程、烏來事業區 21 林班樟樹野溪第 2 期整治工程、烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程及烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程，治理範圍及工程位置如圖 6-8；在烏砂溪之治理工程為烏來區第 21 林班烏砂溪土砂災害第一期復建工程、烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程及烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程，各項整治工程之工程內容如表 6-5。兩處子集水區皆位於新店溪支流，南勢溪子集水區內，治理範圍及工程位置如圖 6-9。

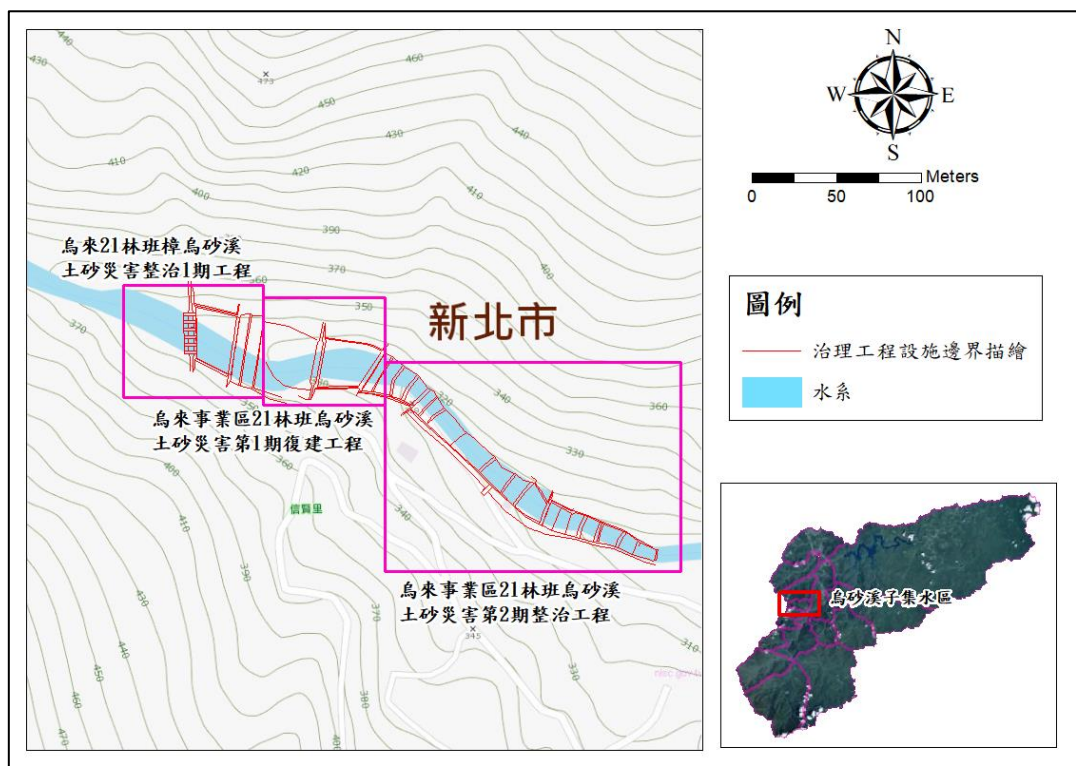
有關該區工程項目及治理成效。樟樹溪集水區內之工程主要包含梳子壩 2 座、固床工 51 座、護岸 390 公尺，另設有砌石保護工強化溪流底床防止向下刷深，以及各式護坡以保護坡面不受侵蝕，如圖 6-10 所示。經分析可有效控制上游集水區國有林集水區土砂下移 23.52 萬立方公尺；烏砂溪集水區內之工程主要包含梳子壩 1 座、防砂壩 1 座，固床工 46 座、護岸 136 公尺以及砌石保護工與砌石護坡，如圖 6-11 所示。經分析可控制土砂下移 15.54 萬立方公尺。兩處集水區的治理工程，共防止 39.06 萬立方公尺土方流失，進而保護了下游桂山壩、屈尺堰及直潭堰。並且梳子壩能有效阻擋巨礫，減緩流速，土石流來臨時得以保護下游道路及其他設施。各件工程內容及工程經費如表 6-5。治理工程竣工後，實行平面測量之結果如圖 6-12 至圖 6-14 所示。

綜合治理效益方面，樟樹溪之防砂效益達 42,038 仟元、水源涵養效益達 717 仟元、交通及休閒效益達 5,355 仟元、作物保護效益達 200 仟元、屋舍保護效益達 16,000 仟元、間接效益達 13,062 仟元，總治理經費為 56,798 仟元，其益本比為 1.38；烏砂溪之防砂效益達 27,270 仟元、水源涵養效益達 455 仟元、交通及休閒效益達 7,245 仟元、作物保護效益達 200 仟元、屋舍保護效益達 6,000 仟元、間接效益達 8,233 仟元，總治理經費為 39,888 仟元，其益本比為 1.24。各工程治理直接效益與間接效益詳如表 6-6。



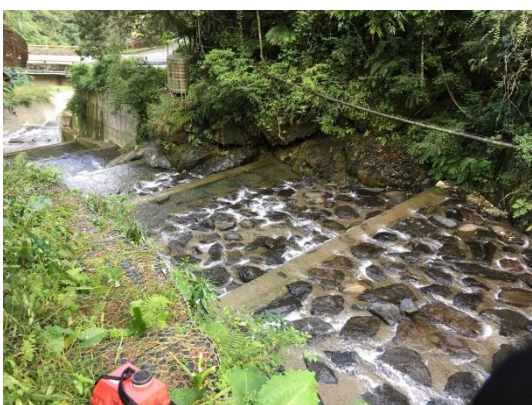
資料來源：本計畫繪製。

圖6-8 樟樹溪各項治理工程分佈位置



資料來源：本計畫繪製。

圖6-9 烏砂溪各項治理工程分佈位置



資料來源：本計畫拍攝。

圖6-10 樟樹溪各項治理工程現場狀況圖



資料來源：本計畫拍攝。

圖6-11 烏砂溪各項治理工程現場狀況圖

表6-5 樟樹溪與烏砂溪治理工程項目及防砂量

集水區	序號	年度	工程名稱	工程內容	測量淤沙量 (萬 m ³)	防砂量 (萬 m ³)	
樟樹溪	3	105	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程	護岸:共 51.7m、A 型固床工:共 3 座、B 型固床工:共 19 座、梳子壩:1 座、護岸基礎補強:共 167.6m、混凝土砌石保護:909 m ² 、河道 RC 版修補:共 85m ²	0.275	6.98	23.52
	10	105 106	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第二期整治工程	護岸:共 101.8m、A 型固床工:2 座、B 型固床工:共 11 座、結束工 2 座、封牆:10.8m、土石籠 99m、砌石保護工:1135m ² 、砌石固床工:3 座	0.045	1.95	
	14	106	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程	護岸 125m、A 型固床工共 2 座、B 型固床工共 6 座、C 型固床工共 1 座、土石籠共 48m、鋪石保護工共 621.7m ²	0.071	2.54	
	21	107	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程	護岸 111.6m、A 型固床工共 4 座、B 型固床工共 4 座、梳子壩共 1 座、生態通道共 3 座、鋪石保護工共 510 m ² 、蜂巢格網護坡共 470 m ² 、砌石護坡共 14.5m	0.546	12.05	
烏砂溪	11	105 106	烏來區第 21 林班烏砂溪土砂災害第 1 期復建工程	護岸 59m、結束工 1 座、鋪石保護工 810 m ² 、固床工 1 座、防砂壩 1 座	0.258	2.93	15.54
	15	106	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程	梳子壩 1 座、副壩 1 座、護岸共 45.5m、鋪石保護工 560m ² 、結束工 1 座	0.071	9.83	
	22	107	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程	護岸 31.6m、鋪石護坡 20m、A 型固床工共 3 座、B 型固床工共 9 座、鋪石保護工 289.5m ² 、動物通道 1 座、結束工 3 座、橫樑 7 處	0.810	2.78	

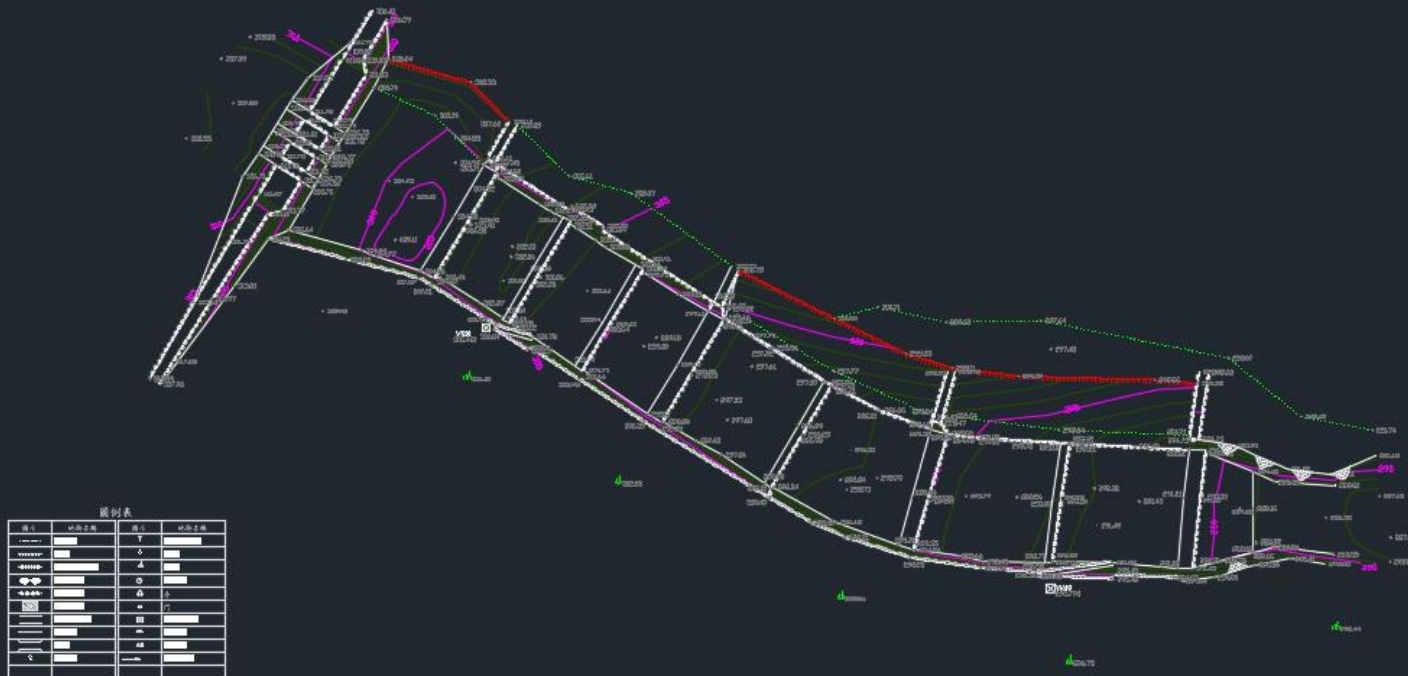
資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

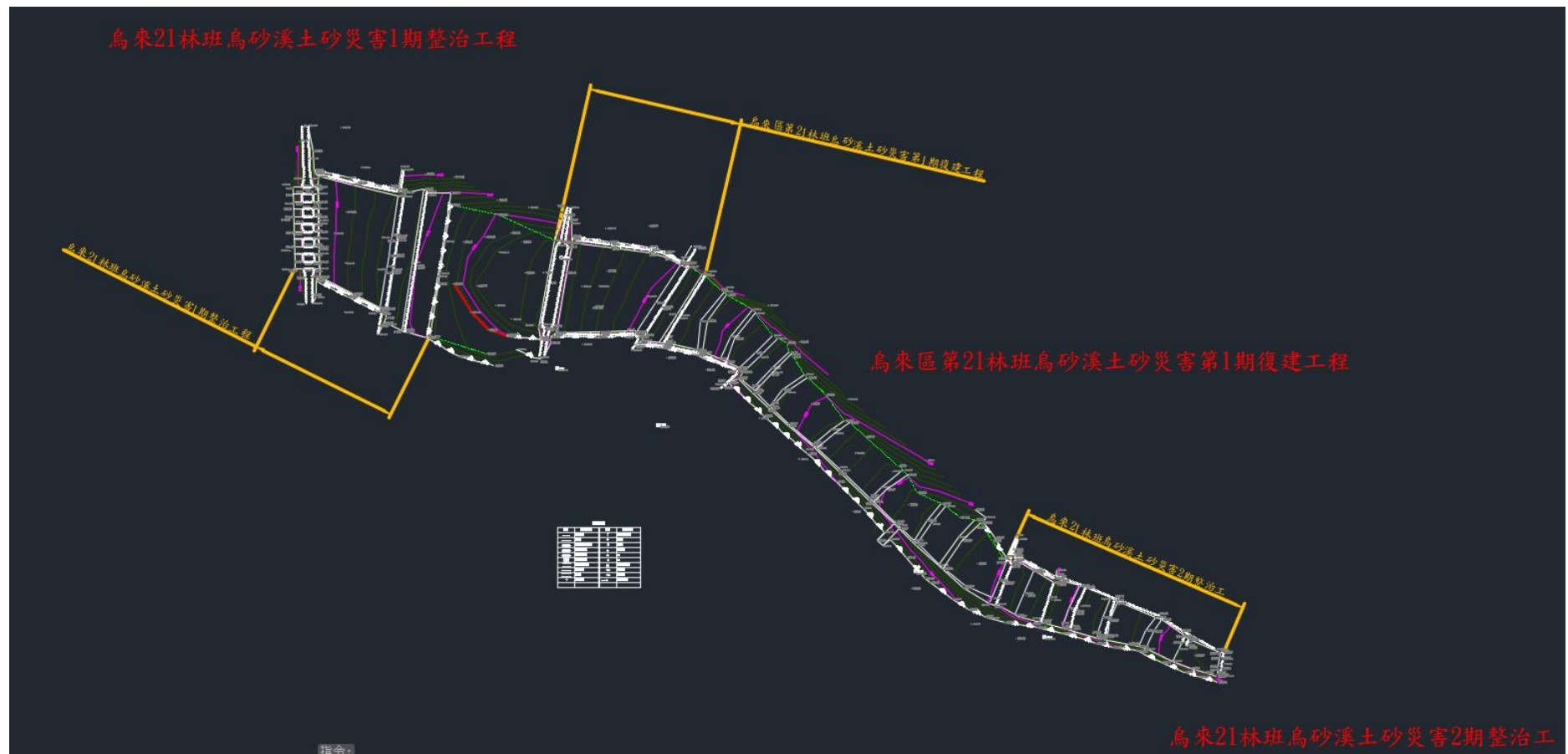
圖6-12 樟樹溪各項治理工程測量結果圖

烏來21林班樟樹溪土砂災害2期整治工程



資料來源：本計畫繪製。

圖6-13 烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程測量結果圖



資料來源：本計畫繪製。

圖6-14 烏砂溪各項治理工程測量結果

表6-6 樟樹溪與烏砂溪治理工程效益分析表

集水區	序號	工程名稱	防砂效益 (仟元)	水源涵養 效益(仟元)	交通及休閒 效益(仟元)	作物保護 效益(仟元)	屋舍保護 效益(仟元)	間接效益 (仟元)	核定預算 (仟元)	總效益 (仟元)	益本比
樟樹溪	3	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第一期整治工程	42,038	717	5,355	200	16,000	13,062	56,798	78,372	1.38
	10	烏來事業區 21 林班樟樹野溪第 2 期整治工程									
	14	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 1 期整治工程									
	21	烏來 21 林班樟樹溪土砂災害 2 期整治工程									
烏砂溪	11	烏來區第 21 林班烏砂溪土砂災害第 1 期復建工程	27,270	455	7,245	200	6,000	8,233	39,888	49,403	1.24
	15	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 1 期整治工程									
	22	烏來 21 林班烏砂溪土砂災害 2 期整治工程									

資料來源：本計畫彙整。

第柒章 配合行政作業所需之相關報告及簡報製作

本工作項為計畫辦理期間，協助林務局會議所需之報告撰寫及簡報製作，另雙方視需要得召開工作會議。

執行計畫期間全力配合林務局要求，協助製作包含計畫報告之研提及綜合整理，準備各項會議資料、簡報製作等，除協助提供會議與活動所需資料外，亦將相關會議探討成果納入後續的參考事項，以深度瞭解集水區現況。除此之外，亦定期召開內部之工作會議以及與林務局之工作會議(視林務局需求召開)，以期掌握工作進度，強化工作效率，符合林務局之需求。截至 108 年 10 月 30 日，目前雙方已召開過 6 次的工作會議與 1 次現場會勘(相關時程及內容見表 7-1)，並藉此修改本計畫的工作方向及方法。

表7-1 工作會議舉辦時程及內容

時間	工作會議	討論內容
107.6.15	第一次工作會議	討論及確認各工作項目之執行方向與工作方法
107.10.23	第二次工作會議	討論本期計畫崩塌地之判釋來源、各子集水區崩塌地與重點崩塌地成果呈現方法及防砂設施土砂防治量之估算方法
107.12.3	第三次工作會議	匯報至 107 年 12 月之各項工作進度
108.3.26	第四次工作會議	匯報至 108 年 3 月之各項工作進度
108.4.23	第五次工作會議	討論各項治理工程之土砂防治量之估算方法
108.5.30	樟樹溪治理工程 現場勘察	請技師陪同，赴現場確認治理工程土砂防治量估算方法的可行性
108.6.5	第六次工作會議	提交部分治理工程土砂防治量之計算結果

資料來源：本計畫彙整。



(a) 討論護岸邊坡防砂量測量方法



(b) 確認現場構造物之分佈



(c) 檢視梳子壩後方淤積情況



(d) 確認崩塌地之尺寸

圖 7-1 108.5.3 現場勘查情況

第捌章 結論與建議

8.1 結論

- 一、新店溪上游集水區 107 年崩塌面積為 115.07 公頃，崩塌率為 0.15%，復育率 85%，而 108 年則為 86.65 公頃，崩塌率為 0.12%，復育率 92%，相比 104 年判釋之 243.72 公頃相比，崩塌情況有顯著減少，顯示在災後的集水區內復育情況良好，各邊坡有呈現逐漸穩定之情形。
- 二、依崩塌判釋結果顯示，新增崩塌地集中於札孔溪、哈盆溪及北勢溪，其崩塌種類在 107 年及 108 年的分析，以舊崩塌地擴大為主，其次為完全新增崩塌地及就崩塌地復發，於 107 年之相關比例為 53.98%、35.60%及 10.42%，而 108 年則為 44.33%、38.94%及 16.73%，因札孔溪位在新店溪最上游，集水區內並無車行道路，開發程度低且地勢較為險峻，相關崩塌地建議採用自然復育即可。
- 三、計畫區內重點崩塌地的變遷情形，在 107 年的分析，總計有 14 處有擴大的情況，完全復育則有 16 處，餘下 70 處則是復育中之狀態；108 年的分析中，則有 20 處擴大，37 處完全復育，餘下之 43 處正復育中，歷年面積擴大之崩塌地，主要是位在 5 級坡及 6 級坡之上，且鄰近斷層。
- 四、利用 UAV 航拍監測重點案例崩塌地結果，在 107 年山竹颱風後，僅有一處(編號：LS_UAV_15)呈現擴大之狀態，三處經工程治理後已完全復育(編號：LS_UAV_1 至 3)；108 年米塔颱風後，大部分崩塌地已呈現完全復育之情形，但有兩處(編號：LS_UAV_12 及 15)出現擴大情形，研判為其崩塌地面積較大、分佈於 5 級坡及近河岸攻擊處，為擴大之主因。
- 五、竣工後持續追蹤與現地調查結果顯示，在防砂壩、固床工及護岸的部分結構完整，有效防止河床質流失及河岸基腳掏刷，部分防砂壩上游側仍未到達設計淤沙線，淤滿後可期達到更顯著的穩定

河岸之效。在擋土牆及道路的部分保持暢通，唯桶後林道部分路段路面較不平整。而在護坡的部分，坡面植生穩步復育中，目前已無裸露表面。

六、經治理工程施作後，可有效調節集水區上游土砂下移達 118.47 萬立方公尺；其治理成效分析，平均益本比為 1.63。本計畫另外挑選兩處工程設施較密集之野溪，樟樹溪及烏砂溪作為重點子集水區，以探討系列防砂工程對單一子集水區之防砂效益。樟樹溪集水區內之工程共防護砂量 23.52 萬立方公尺，益本比為 1.38；烏砂溪集水區內之工程共防護砂量 15.54 萬立方公尺，益本比為 1.24。

七、104 年的蘇迪勒颱風，為烏來地區帶來大量且高強度的降雨，除嚴重破壞該地區的建設，造成財產損失，亦留下了大量的崩塌地。經數年努力不懈地治理工程施作後，該地區已保全聯外道路暢通。完成各項野溪及臨路邊坡治理工程後，可確保在 50 年重現期的降雨下，交通機能正常運作。然而野溪源頭的大量崩塌地及土砂料源卻非工程方法可以根除的，即便如蘇迪勒颱風事件(200 年重現期)的降雨發生機率低，仍然存在著風險。因此，各項工程的施作固然重要，而災害應變機制及全民防災意識的建立亦相當重要且不可或缺。

8.2 建議

一、續進行新店溪上游區域之崩塌地變遷判釋及分析，以瞭解各子集水區崩塌地面積變化及崩塌熱點的分佈。

二、大部分重點崩塌地的面積呈現「復原中」或「完全復原」狀態，但根據歷年分析崩塌地植生演替過程的文獻指出，復育地植種的根系較淺，難以完全穩固地表土，未來若發生致災性降雨事件，崩塌地容易復發，且在 108 年的重點崩塌地變化歷程追蹤中，仍有 20 處崩塌地處於崩塌地擴大之狀態，並無法如其他崩塌地般

復育，因此建議持續空拍監測，以了解其復原狀況及植被演替過程。

- 三、札孔溪流域內的東札孔溪崩塌地(重點崩塌地編號 99)為本計畫範圍內面積最大之崩塌地，林務局自 102 年起逐年辦理人工種子撒播，然而崩塌地坡度過大，加上降雨時坡面逕流沖刷，使撒播的種子盡數流失，成效不彰。但在各期崩塌地判釋中發現，崩塌面積仍有逐年縮小的趨勢，研判復育型態為崩塌地外圍植生入侵，顯示其具有自然復育能力，故建議自然復育。
- 四、本計畫治理成效計算方式倚重於防砂成效，在廣設擋土牆、護岸及防砂壩的工程當中，可以準確的算出其效益。然而本計畫的 29 處工程中不乏保護工、河道整理及道路修復等項目，不容易以單一防砂量為指標來評估，因此效益往往被低估。應當討論各項工程的施作目的並將外部效益納入計算。
- 五、在崩塌地面積以及工程效益評估的部分，與臺北水源特定區管理局的計算結果有差異，係因分析範圍及工程項目皆有不同。為了避免部分效益被忽略或重複計算，應當在同一集水區中各權責單位之間，建立起資訊整合及交流的管道。
- 六、工程設施之維護，應當定期調查設施現況，以確保設施持續發揮功能。檢查項目包含結構有無破損，淤砂情形以及排水系統阻塞與否。

參考文獻

1. 行政院經濟部水利署台北水源特定區管理局(2016)，「新店溪青潭堰以(新店溪及南勢溪部分)流域整體調查規劃(1/2)」，行政院經濟部水利署台北水源特定區管理局委託計畫。
2. 行政院農業委員會水土保持局(2003)，「以降雨因子進行土石流警戒基準值訂定」，九十二年度土石流防災暨監測科技計畫成果彙編。
3. 行政院農業委員會水土保持局(2008)，「集水區整體調查規劃參考手冊」。
4. 行政院農業委員會水土保持局(2011)，「石門水庫集水區土砂災害歷程分析成果報告」，行政院農業委員會水土保持局委託計畫。
5. 行政院農業委員會水土保持局(2011)，「石門水庫集水區及其集水區整治計畫-集水區保育治理征途執行成效評估」，行政院農業委員會水土保持局委託計畫。
6. 行政院農業委員會水土保持局(2011)，「石門水庫集水區整治計畫整體執行成效評估暨綜合管理成果」，行政院農業委員會水土保持局委託計畫。
7. 行政院農業委員會水土保持局(2012)，「曾文水庫達邦壩上游集水區防砂目標下之保育治理措施及土砂變遷計畫」，行政院農業委員會水土保持局委託計畫。
8. 行政院農業委員會林務局(2008)，「國有林地 98 至 101 年度治理與復育計畫總報告」，行政院農業委員會林務局委託計畫。
9. 行政院農業委員會林務局(2009)，「加速國有林地治山防災及林道復建計畫 98 至 101 年度」，行政院農業委員會林務局委託計畫。
10. 行政院農業委員會林務局(2010)，「札孔溪集水區整體治理調查分析及規劃」，行政院農業委員會林務局委託計畫。
11. 行政院農業委員會林務局(2014)，「國有林地治山防洪工程構造物檢測作業參考手冊」。
12. 行政院農業委員會林務局(2014)，「國有林治山防災 101~102 年度工程效益評估暨工程資料建置」，行政院農業委員會林務局委託計畫。
13. 行政院農業委員會林務局(2015)，「流域綜合治理計畫(第一期) 國有林班地治理執行成效評估」。
14. 行政院農業委員會林務局(2016)，「流域綜合治理計畫(第一期)-國有林班地治理執行成效評估」，行政院農業委員會林務局委託計畫。
15. 行政院農業委員會林務局(2017)，「國有林殘留量及二次災害潛勢評估，國立臺灣大學執行」。
16. 行政院農業委員會林務局(2017)，「新店溪上游流域國有林崩塌地及濁度泥

砂來源之調查研析」，國立臺灣大學執行。

17. 行政院農業委員會林務局新竹林區管理處(2012)，「札孔溪、土場溪、大東河國有林整體規劃檢討及土砂災害歷程分析」，行政院農業委員會林務局新竹林區管理處委託計畫。
18. 行政院農業委員會林務局新竹林區管理處(2013)，「新竹處轄集水區保育治理後續追蹤與評估」，行政院農業委員會林務局新竹林區管理處委託計畫。
19. 行政院農業委員會林務局新竹林區管理處(2017)，「南勢溪及平廣溪國有林整體治理調查規劃」，行政院農業委員會林務局新竹林區管理處委託計畫。
20. 行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處(2016)，「103-105 年曾文、南化及烏山頭水庫集水區國有林地防治成效評估」，行政院農業委員會嘉義林區管理處委託計畫。
21. 李昶谷(2007)，「蝕溝沖蝕產砂量推估之研究」，國立臺灣大學土木工程學系碩士論文。
22. 林信輝、黃俊仁(2000)，「集集大地震後崩塌地之植生穩定處理」，第二屆全國治山防災研討會，10-21。
23. 林信輝、黃俊仁(2002)，「地震崩塌地植生工法應用之探討」，地工技術，92：27-36。
24. 林信輝、洪啟盛、黃俊仁(2004)，「崩塌地鋪網噴植施工後植群特性之研究」，水土保持學報，36(1):35-36。
25. 林孟龍、林俊全(2003)，「颱風對於蘭陽溪上游集水區懸移質生產特性的影響」，地理學報，33:39-53。
26. 林務局農林航空測量隊(1980)，「曾文水庫集水區崩坍地航測調查研究計畫報告」，臺灣省曾文水庫管理局。
27. 邱祈榮(2011)，「335」多階段複合式森林復育策略」，林業研究專訊，18(4):35-39。
28. 姜壽浩(2010)，「多重災害模擬-崩塌誘發及土石流」，國立臺灣大學地理環境資源學研究所博士論文
29. 姜壽浩、徐美玲(2006)，「以局部穩定條件率定之土壤厚度估測模式」，地理學報，44: 23-38.
30. 袁承偉(2007)，「石門水庫集水區的山崩與輸砂量在不同颱風事件中之相對應關係」，國立臺灣大學地質科學研究所碩士論文。
31. 連惠邦、蔡易達(2013)，「水土保持防砂工程防砂量計量模式之建立與應用」，中華水土保持學報，44(4):351-362。
32. 陳正炎、張三郎(1996)，「流量離線作用於滯洪設施之 1 模擬」，中華水土

保持學報，27(3):235-244。

33. 陳志勤(2007)，「蝕溝產砂量推估與模式建置之研究」，國立臺灣大學土木工程學系碩士論文。
34. 陳毅青(2012)，「降雨誘發崩塌侵蝕之規模頻率及其控制因子」，國立臺灣大學土木工程研究所博士論文。
35. 陳翰霖、張瑞津(2003)，「曾文水庫對流量和輸沙量的影響」，師大地理研究報告，39:37-53。
36. 黃昆源、劉瓊霖(2002)，「崩塌地與復育林地土壤性質與化育之監測」，崩塌地育林研討會，10-1-10-9
37. 黃朝恩(1982)，「臺灣河川輸沙特性及其地形意義」，師大學報，27:649-679。
38. 經濟部中央地質調查所(2009)，「地質敏感區災害潛勢評估與監測-都會去周緣坡地山崩潛勢評估(3/4)」，經濟部中央地質調查所委託計畫。
39. 經濟部中央地質調查所(2010)，「地質敏感區災害潛勢評估與監測-都會區周緣坡地山崩潛勢評估(4/4)」，經濟部中央地質調查所委託計畫。
40. 經濟部水利屬北區水資源局(2011)，「石門水庫集水區暴雨治理研究綜整計畫委託專業服務」，經濟部水利屬北區水資源局委託計畫。
41. 經濟部水利屬台北水源特定區管理局(2018)，「新店溪上游流域保育治理計畫成效評估及因應氣候變遷之推動方案規劃」，經濟部水利屬台北水源特定區管理局委託計畫。
42. 臺灣省石門水庫管理局(1976)，「石門水庫集水區崩塌地航測調查報告」，臺灣省石門水庫管理局委託計畫。
43. 蔡宗賢(2012)，「石門水庫集水區崩塌地產砂與後續沖刷之量化研究」，國立臺灣大學土木工程學系博士論文。
44. 蕭震洋、林伯勳、鄭錦桐、辜炳寰、徐偉城、冀樹勇(2009)，「應用光達技術進行集水區土砂運移監測及攔阻率評估」，中興工程季刊，105:17-26。
45. 鍾欣翰(2008)，「考慮水文模式的地形穩定分析—以匹亞溪集水區為例」，國立中央大學應用地質研究所碩士論文。
46. 魏倫瑋、黃韋凱、黃春銘、李璟芳、林聖琪、紀宗吉(2015)，「蘇迪勒颱風於臺灣北部之山崩致災機制初探」，中華水土保持學報，46(4):223-232。
47. Casadei, M., Dietrich, W.E., Miller, N.L., (2003). Testing a model for predicting the timing and location of shallow landslide initiation in soil-mantled landscapes. *Earth Surface Processes and Landforms* **28** : 925-950.
48. Chang, K.T., Chiang, S.H., (2009). An integrated model for predicting rainfall-induced landslides. *Geomorphology* **105** : 366-373.

49. Chen, Y.C., Chiu, Y.J., Wu, Y.H., Lee, H.Y., Shen, C.W., (2012). Combination of landslide volumes estimation and debris flow simulation in the Xinkai village, southern Taiwan. *EGU General Assembly* **14** : 4043.
50. Chen, Y.C., Chang, K.T., Chiu, Y.J., Lau, S.M., Lee, H.Y., (2013). Quantifying rainfall controls on catchment-scale landslide erosion in Taiwan, *Earth Surface Processes and Landforms* **38** : 372-382.
51. Chiang, S.H., Chang, K.T., Mondini, A.C., Tsai, B.W., Chen, C.Y., (2011). Simulation of event-based landslides and debris flows at watershed. *Geomorphology* **138** : 306-318.
52. Chiang, S.H., Chang, K.T., (2009). Application of radar data to modeling rainfall-induced landslides. *Geomorphology* **103** : 299-309.
53. Dadson, S.J., Hovius, N., Chen, H., Dade, W.B., Hsieh, M.L., Willett, S.D., Hu, J.C., Horng, M.J., Chen, M.C., Stark, C.P., Lague, D., Lin, J.C., (2003). Links between erosion, runoff variability and seismicity in the Taiwan orogen. *Nature* **426**(6967): 648-651.
54. Dadson, S.J., Hovius, N., Chen, H., Dade, W.B., Hsieh, M.L., Willett, S.D., Hu, J.C., Horng, M.J., Chen, M.C., Stark, C.P., Lague, D., Lin, J.C., (2003). Links between erosion, runoff variability and seismicity in the Taiwan orogen. *Nature* **426**(6967): 648-651.
55. Dadson, S.J., Hovius, N., Chen, H., Dade, W.B., Lin, J.C., Hsu, M.L., Lin, C.W., Horng, M.J., Chen, T.C., Milliman, J., Stark, C.P., (2004). Earthquake-triggered increase in sediment delivery from an active mountain belt. *Geology* **32**(8): 733-736.
56. Dietrich, W.E., Reiss, R., Hsu, M.L., Montgomery, D.R., (1995). A process-based model for colluvial soil depth and shallow landsliding using digital elevation data. *Hydrological Processes* **9** : 383-400.
57. Fuller, C.W., Willett, S.D., Hovius, N., Slingerland, R., (2003). Erosion rates for Taiwan mountain basins: New determinations from suspended sediment records and a stochastic model of their temporal variation. *The Journal of Geology* **111**(1): 71-87.
58. Guthrie, R.H., Evans, S.G., (2004). Analysis of landslide frequencies and characteristics in a natural system, coastal British Columbia. *Earth Surface Processes and Landforms* **29** : 1321-1339.
59. Guzzetti, F., Ardizzone, F., Cardinali, M., Galli, M., Reichenbach, P., (2008).

- Distribution of landslides in the Upper Tiber River basin, Central Italy. *Geomorphology* **96** : 105-122.
60. Guzzetti, F., Ardizzone, F., Cardinali, M., Rossi, M., Valigi, D., (2009). Landslide volumes and landslide mobilization rates in Umbria, central Italy. *Earth and Planetary Science Letters* **279** : 222-229.
 61. Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., Reichenbach, P., (1999). Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology* **31**(1-4) : 181-216.
 62. Guzzetti, F., Manunta, M., Ardizzone, F., Pepe, A., Cardinali, M., Zeni, G., Reichenbach, P., Lanari, R., (2009). Analysis of ground deformation detected using the SBASS-DInSAR technique in Umbria, Central Italy. *Pure and Applied Geophysics* **166**.
 63. Hovius, N., Meunier, P., Lin, C.W., Chen, H., Chen, Y.G., Dadson, S., Horng, M.J., Lines, M., (2011). Prolonged seismically induced erosion and the mass balance of a large earthquake. *Earth and Planetary Science Letters* **304**(3-4): 347-355.
 64. Hovius, N., Stark, C.P., Allen, P.A., (1997). Sediment flux from a mountain belt derived by landslide mapping. *Geology* **25** : 231-234.
 65. Hovius, N., Stark, C.P., Chu, H.T., Lin, J.C., (2000). Supply and removal of sediment in a landslide-dominated mountain belt: Central Range, Taiwan. *The Journal of Geology* **108**(1): 73-89.
 66. Hung, J.J., Lee, C.T., Lin, M.L., (2002). Tsao-Ling rockslides, Taiwan, catastrophic landslides: effects, occurrence, and mechanisms. *Geological Society of America Reviews in Engineering Geology* **15** : 91-115.
 67. Hung, J.J., (2000). Chi-Chi earthquake induced landslide in Taiwan. *Earthquake Engineering and Engineering Seismology* **2**(2) : 25-33.
 68. Hunt, B., (1994). Newtonian fluid mechanics treatment of debris flow and avalanches. *Journal of Hydraulic Engineering-ASCE*. **120** : 1350-1363.
 69. Ikeya, H., (1981). A Method of Designation for Area in Danger of Debris Flow, Erosion and Sediment Transport in Pacific RIM Steeplands, Hydro. Sci. Symp., *IAHS*. **132** : 576-588.
 70. Imaizumi, F., Sidle, R.C., Kamei, R., (2008). Effects of forest harvesting on the occurrence of landslides and debris flows in steep terrain of central Japan. *Earth Surface Processes and Landforms* **33** : 827-840.

71. Imaizumi, F., Sidle, R.C., (2007). Linkage of sediment supply and transport processes in Miyagawa Dam catchment, Japan. *Journal Geophysical Research* **112** (F03012).
72. Innes, J.N., (1983). Lichenometric dating of debris-flow deposits in the Scottish Highlands. *Earth Surface Processes and Landforms* **8** : 579-588.
73. Julien, P.Y., Lan, Y., (1991). Rheology of Hyperconcentrations. *Journal of Hydrological Engineering* **117** : 346-353.
74. Kao, S., Lee, T., Milliman, J.D., (2005). Calculating highly fluctuated suspended sediment fluxes from mountainous rivers in Taiwan. *Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences* **16**(3) : 653.
75. Lin, G.W., Chen, H., Hovius, N., Horng, M.J., Dadson, S., Meunier, P., Lines, M., (2008). Effects of earthquake and cyclone sequencing on landsliding and fluvial sediment transfer in a mountain catchment. *Earth Surface Processes and Landforms* **33**(9) : 1354-1373.
76. Lorente, A., Beguería, S., Bathurst, J.C., García-Ruiz, J.M., (2003). Debris flow characteristics and relationships in the Central Spanish Pyrenees. *Natural Hazards and Earth System Sciences* **3** : 683 - 691.
77. Rickenmann, D., (1999). Empirical relationships for debris flows. *Natural Hazards* **19** : 47-77.
78. Scheidegger, A.E., (1973). On the prediction of the reach and velocity of catastrophic landslides. *Rock Mechanics* **5** : 231-236.
79. Selby, M.J., (1985). Earth's changing surface: an introduction to geomorphology, Oxford University Press.
80. Stark, C.P., Barbour, J.R., Hayakawa, Y.S., Hattaji, T., Hovius, N., Chen, H., Lin C.W., Horng, M.J., Xu, K.Q., Fukahata, Y., (2010). The Climatic Signature of Incised River Meanders, *Science* **327** : 1497-1501.
81. ten Brink, U., Geist, E.L., Andrews, B.D., (2006). Size distribution of submarine landslides and its implication to tsunami hazard in Puerto Rico. *Geophysical Research Letters* **33** : L11307.
82. Tsai, M.P., Hsu, Y.C., Li, H.C., Shu, H.M., Liu, K.F., (2011). Application of simulation technique on debris flow hazard zone delineation - a case study in the Daniao tribe, Eastern Taiwan. *Natural Hazards and Earth System Sciences* **11** : 3053-3062.

83. Tsou, C.Y., Feng, Z.Y., Chigira, M., (2011). Catastrophic landslide induced by Typhoon Morakot, Shiaolin, Taiwan. *Geomorphology* **127** : 166-178.
84. Walling, D.E., (1977). Assessing the accuracy of suspended sediment rating curves for a small basin, *Water Resources Research* **13** (3): 531-538.
85. Whitehouse, I.E., (1983). Distribution of large rock avalanche deposits in the Central Southern Alps, New Zealand. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics* **26** : 271-279.