

水土保持技術研究發展規劃與建議

摘要

水土保持局(以下簡稱本局)為水土保持中央業務主管機關，負責全國水土保持相關政策之研擬與推動，歷年來對於水土保持相關業務及技術與研究發展上，已持續投入相當比例之預算進行委託辦理及研究等業務，對於提昇國內水土保持相關產官學研的研究發展，亦扮演重要的角色。但面對氣候變遷、極端氣候導致天然災害頻繁之課題，本局所面臨的外部環境變遷頻度遠超過以往；同時，由於社會形態改變以及機關內部環境限制，僅憑過往之技術與經驗似已無法因應目前與未來的挑戰。

本報告旨在針對本局未來水土保持技術之研究發展方向提出整體性的規劃與建議，期能做為建立擘劃前瞻策略機制之基礎，並提供 106 年度相關委辦計畫及研究議題研提時之初步參據。報告架構由現況說明開始，首先針對本局歷年水土保持相關業務、技術及研究發展進行說明，接著針對目前所面臨之外部及內部因素進行問題分析與探討，逐步釐清技術研究發展上所面臨之挑戰與困境。其中外部因素包括全球氣候變遷及複合型災害頻傳、工程措施與環境生態之衝突、山坡地管理的困境，以及山區防災警戒及疏散不易等；內部因素則包括前瞻策略規劃不足、成果及後續應用宜強化檢核機制、資訊基礎建設尚待提昇，以及工作型態與機關文化改變等。

為因應前揭本局目前所面臨之問題，本報告經 2 個月密集地與局內各主辦專家及外部專家學者訪談，並初步盤點本局歷年水土保持相關研究與委辦計畫成果與研析國內外水土保持最新研究與技術文件後，初步研提相應之技術研究發展規劃清單，包含「策略與機制推動、工程技術發展、軟體防災對策、管理與法規研析、基礎調查、基礎研究」等六大面向，24

項策略、90 項具體措施，俾供各本局各業務組(中心)後續辦理委辦及研究計畫時之參考。

關鍵字：水土保持、山坡地管理、治山防災、土石流防災、大規模崩塌



Plan and Recommendations for Research and Technology development of Soil and Water Conservation

Abstract

Soil and Water Conservation Bureau (SWCB) is central competent authorities for soil and water conservation. SWCB is responsible for planning and promoting the policy of soil and water conservation. Over the years, SWCB supports research technology development of soil and water conservation and continues to invest a quite amount of budget to conduct the entrusted-business and the research. Moreover, SWCB served an important role of promoting national soil and water conservation research development between government, industry, academic and institute. However, since the natural disasters caused by climate changing and the extreme weather, SWCB has to face the challenges from the external environment much more than before. On the other hand, due to the change of social patterns and the internal restrictions from organs, it will be difficult to handle the coming challenge only with using the past technology and experience.

This report aims to propose overall planning and recommendations for the development direction on research and technology of the soil and water conservation for SWCB in the future, and try to be the foundation of setting up prospective policy as well as provides the elementary proposal of the related entrusted-business and the research in 2017. The report describes the state, which the related business and research development of soil and water conservation technology, including the project type, research, censor process, research content and achievement application of entrusted-business and the research funding, etc. Then, the report analyzed and discussed the external and internal problem factors in SWCB, to clarify the facing challenge and dilemma

on research development. The external factors include “frequency increasing in global climate change and multi-modal disasters”, “conflict in engineering measures and ecological environment”, “dilemma of slopeland management”, and “difficulty in mountainous disaster warning and evacuation”. The internal factors include "lack of prospective strategy", "enhance the application of study results", “insufficiency of inspection mechanism”, “upgrading for Information infrastructure”, and “changing on working types and organizational culture”, etc.

In response to the above problems, through to the expert meeting and preliminary inventorying the related entrusted-business and the research. At the same time, studying and analyzing the domestic and international soil and water conservation latest research and technical documents. The report preliminary proposes corresponding technology research and development program checklist, including 6 directions, like “strategies and mechanisms promoting”, “engineering and technology development”, “disaster prevention countermeasures”, “research in slopeland management and regulatory”, “establishing basic investigation data” and “supporting basic research”. Finally, this report proposed 24 strategies, 90 specific measures, providing SWCB the reference of the subsequent handling commissioned and research projects.

Keywords: soil and water conservation, slopeland management, erosion and sediment control, debris flow disaster prevention, large-scale landslide

目次

摘要.....	I
Abstract.....	III
目次.....	V
第一章 現況說明.....	1
第二章 問題分析.....	3
第一節 外部因素	3
一、全球氣候變遷及複合型災害頻仍	3
二、工程措施與環境生態之衝突	3
三、山坡地管理之困境	4
四、山區防災警戒及疏散不易	4
第二節 內部因素	5
一、前瞻策略規劃不足	5
二、成果及後續應用宜強化檢核機制	6
三、資訊基礎建設尚待昇級	7
四、工作型態與機關文化改變	7
第三章 技術研究發展規劃清單	9
第一節 策略與機制推動	9
一、建立前瞻策略擘劃機制	9
二、建立計畫執行整合機制	9
三、教育訓練資源整合、公民參與及國際合作	10
四、建立產官學研跨域技術發展交流平台	13
五、規劃成立台灣版 TEC-FORCE	13
六、推動資訊整合與建設	14

第二節 工程技術發展	15
一、技術手冊之整合與更新	15
二、新工法、材料之研究及推廣	15
三、設立水土保持創新技術及優良工程評鑑制度	15
四、新工具之應用推廣	16
五、既有設施的維護管理	16
第三節 軟體防災對策	16
一、提昇山區降雨觀測空間解析度	16
二、加強警戒與監測能力	17
三、疏散避難策略檢討與研究	18
四、提昇基層防災能量	19
五、建立風險評估機制	21
第四節 管理與法規研析	21
一、法規精進	22
二、強化山坡地管理	22
第五節 基礎調查	24
一、建立坡地環境基本資料庫	24
二、集水區災害調查、規劃及評估	24
三、大規模土砂災害潛勢區基礎調查與觀測	26
第六節 基礎研究	27
一、本土模式之基礎研究	28
二、整合型長期基礎研究計畫	28
三、自由研提主題之創新型研究	29

第四章 建議與結論.....31

第一節 建議31

一、氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫工作推動建議.....31

二、本局委託辦理及技術研究短中長期建議推動項目32

三、支持長期基礎研究32

四、強化委辦計畫成果應用及回饋檢核機制.....32

五、委辦計畫成果公開32

六、舉辦水土保持年度技術與研究發表大會.....33

第二節 結論33

參考文獻..... 參-1

附錄

附錄一 氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫工作推動建議.....附一-1

附錄二 本局委託辦理及技術研究發展建議優先推動項目附二-1





第一章 現況說明

本局為國內水土保持中央業務主管機關，負責全國水土保持相關政策之研擬與推動，對於提昇國內相關產官學研的研究發展，歷年來亦扮演重要的角色。此外，在水土保持法及山坡地保育利用條例的基礎上，經過多年的努力，本局在跨域合作上經驗豐富，積極引進新技術、新工法，持續擴大水土保持領域之影響力。以近年來逐步成熟的土石流防災體系為例，不僅在土石流警戒、觀測站建置及資料平台的展示上都有豐碩的成果，對於推動社區自主防災能力方面，亦獲各界好評，並有向國際輸出經驗與技術的潛力。隨著公民與環保意識的抬頭，本局亦導入公民參與機制，不管是與 NGO 團體亦或是社區居民都保持著暢通的溝通管道，並積極建立水土保持工程之生態保育檢核制度。

歷年來本局對於水土保持相關業務及技術與研究發展上，已持續投入相當比例之預算進行委託辦理及研究等業務。為強化各委辦計畫及研究補助案之品質，本局已建立委辦計畫及研究補助案之先期審查機制，並於每年 9 月起由各組及分局分批研提次年度委託服務計畫提報表進行審查。經分析 103 及 104 年本局委辦及補助計畫明細，其內容以一般業務與調查規劃類占最大宗，比例約為 84.02%；其次為活動類(包含教育宣導及農村培根)，其比例約為 6.74%；技術發展與科技研究類之比例約為 5.8%，而政策研擬類，其比例則為 3.44%。

本報告旨在針對本局未來水土保持技術之研究發展方向提出整體性的規劃與建議，期能作為建立本局擘劃前瞻策略機制之基礎，並提供 106 年度相關委辦計畫及研究議題研提時之初步參據。



第二章 問題分析

第一節 外部因素

一、全球氣候變遷及複合型災害頻仍

受到全球氣候變遷的影響，各地降雨規模及強度都有增加的趨勢，極端降雨事件發生頻率也不斷攀升。台灣因山脈區隔及位處熱帶與亞熱帶交界，各地降雨之時間及空間特性明顯不同，在降雨時間及季節特性改變下，災害潛勢地區與型態亦有改變趨勢，且複合型災害發生事件與日俱增。相較於傳統認知的單一災害類型，複合型災害具有以下特性：

(一)面積廣：受災區域廣大、維生命脈脆弱。

(二)類型多：不同危害型態、不同致災條件。

(三)規模大：不穩定土砂量體大、治理條件嚴峻。

(四)影響鉅：易衍生二次災害、穩定恢復期長。

二、工程措施與環境生態之衝突

儘管傳統工程構造物係直接保護民眾生命財產及公共設施之有效方式之一，惟在對於節能減碳、環境生態保育日益重視的世界潮流下，近年來各界對於工程措施需符合生態保育營造之期待亦深。因此如何在工程計畫核定、規劃設計、施工及維護管理等階段，即擬定生態保育策略，並以「迴避、縮小、減輕、補償」的原則下，降低工程對於環境的衝擊，並與當地民眾及 NGO 等團體維持良好的溝通與互動，係未來執行時必須面對的議題。

三、山坡地管理之困境

隨著人口移動、社經發展，土地需求持續擴大，山坡地使用之密度逐年上昇；惟目前山坡地違規查處權責屬地方政府，在地方政府水土保持單位人力有限之情況下，相關工作執行不易。同時，對於水庫集水區特定水土保持區劃定等工作，如何在理想與實務面上取得平衡，並與環保團體與 NGO 等取得共識，亦為一大挑戰。此外，在國土計畫法通過後，對於山坡地管理相關法令與執行面上的衝擊，尚待進一步評估。

四、山區防災警戒及疏散不易

(一)山區環境及天候變異大

2014 年 8 月造成 74 人死亡的日本廣島土石流災害，反應出短延時強降雨的預測難度及夜間疏散不易之問題。同時，由於山區聚落易成孤島，因此近年來地方政府對於此類地區常採取預防性疏散；但頻繁或過度執行預防性疏散，不但增加疏散的直接及間接成本，也會損及政府之信用。

(二)監測及預警精度尚待提昇

國內現行係採雨量為指標的土石流警戒機制，其成效已獲肯定。惟囿於此模式僅能提供廣域範圍之警戒，無法預測災害可能發生的明確地點、時間、類型及規模，對於第一線負責疏散決策的地方政府而言，尚無法滿足其決策所需資訊之需求。同時，警戒發布後，如何即時將防災及災害情報有效傳遞給各級政府及當地民眾，並確實掌握災害現地即時狀況，在通訊容易中斷的山區亦為一大問題。此外，不同單位之警戒發布時機及基準不同時，也容易造成地方政府執行疏散作業時的困擾；例如，部份地區之封路封橋基準早於土石流紅色警戒發布基準。

(三)地方政府專職人力與專業不足

現階段各地方政府往往缺少防災專責人員，造成經驗與技術未能有效累積，且各地區防災協力機構專長及素質不一，導致地方政府對於防災應變與疏散及解除時機決策能力不足，過度仰賴或被動等待中央政府之指示，不利於長遠發展。

(四)民眾自主防災意識與能力不足

多數民眾災害風險認知不足，亦缺少自助優於互助、互助優於公助的觀念，因此自主疏散意願偏低；同時，由於山區地理環境條件限制，許多地區於颱風豪雨期間易成孤島，對於年長者、嬰兒、孕婦、慢性病或洗腎患者等，其疏散時機勢必要提早，且其交通工具及安置收容地點必須特別考量。

第二節 內部因素

一、前瞻策略規劃不足

(一)歷年成果盤點及未來趨勢研析機制尚未建立

本局歷年之委辦計畫及研究成果豐碩，但定期盤點機制尚未建立，相關計畫成果不易互相銜接與應用，亦不利於資源之整合與加值。

(二)長期基礎研究目標及方向宜先擬訂

許多基礎研究並非一蹴可幾，例如大規模崩塌、堰塞湖及土石流觀測、水文紀錄、土壤沖蝕、河道輸砂機制等，均需長期持續進行觀測或試驗方能獲得成果，此類基礎研究宜先擬訂發展目標與方向後，予以長期支持。

(三)各計畫間宜加強整合機制

由於各計畫實際執行時，多由各業務組自行構思、規劃與運作，如未有定期整體檢視與整合機制，易發生如圖資重複拍攝，類似系統功能重複開發、專業設備與軟體版本未統一規劃及更新，或是各計畫之成果未回饋給其他相關的計畫。

二、成果及後續應用宜強化檢核機制

(一)成效評估方向

針對各計畫之成效評估，一般可以五個面向分別討論：(1)學理上有無創新、(2)技術有無轉移、(3)有無產出具體教案與操作指南、(4)對社會經濟有無正面影響、(5)是否有助於現行法規與制度之改善。

(二)成果檢核機制

現行技術類成果或圖資(例如 Lidar 或 DEM 等資料)，本局尚無第三方驗證機制，對於成果之正確性不易檢核；同時，現有計畫成果之 KPI 等績效指標內容，多僅以執行數量作為標的，未必能具體呈現該計畫之價值。

(三)歷年成果未定期盤點、整合及公開分享

本局雖已建立電子圖書管理平台，並完整蒐集近十年之委辦及研究成果報告，惟尚未定期進行完整盤點，亦缺少產官學研定期分享與交流平台，相關豐碩成果不易轉化為提昇產官學研之能量，也不易回饋到同仁能力之提昇。

三、資訊基礎建設尚待昇級

本局現行組織架構無法因應資訊集中化之趨勢，目前不論是政府組織及產業界，在組織架構上，多已將資訊單位提昇至資訊中心之層級，以因應未來跨領域、巨量資料處理及整合的工作；同時在硬體架構上，則改為高效能雲端配合虛擬主機方式建構，以有效整合資源，並提昇系統效能及資訊安全。

四、工作型態與機關文化改變

近年來，由於社會環境變遷，公務單位需即時回應民眾，並加強溝通與資訊公開等，導致相關行政工作量暴增，在人力不足之情況下，許多工作開始採用委外方式辦理。惟長久下來部分核心工作過度委外，且局內目前尚未建立常態性的人才培育及教育訓練機制與平台，若機關內部缺乏交流機制與文化，容易造成同仁專業能力逐漸流失，不利於機關及同仁本身未來之發展。





第三章 技術研究發展規劃清單

為逐步解決前揭問題並擘劃前瞻策略，事前建立完整的規劃藍圖與各種可能的策略清單，除可列為相關單位逐年推動業務時之方向與參據外，亦可作為凝聚機關願景與核心價值之指南。本報告經參考國內外文獻、本局歷年執行成果及訪談局內外之專家學者後，初擬之水土保持技術研究發展規劃清單，概分為六大面向，分述如下：

第一節 策略與機制推動

一、建立前瞻策略擘劃機制

參考日本、歐美等先進國家坡地保育治理及防災技術體系，建構本局技術研究發展網絡圖，並據以擬定本局技術研究發展短中長期計畫；同時，藉由每年上半年提出之國內外技術研究發展趨勢報告，以及下半年提出之次年度技術研究發展規劃與建議報告，逐步建構本局前瞻策略擘劃機制，並提升國內水土保持技術研究發展體系。

二、建立計畫執行整合機制

(一)訂定計畫執行要徑

為如期如質達成重要計畫之目標與願景，應於計畫執行前訂定計畫執行要徑圖，掌握各子計畫或核心項目之執行順序及其產出，並於執行期間適時召開聯繫協調會議，滾動式檢討修正。

(二)訂定合宜之關鍵績效指標

為達成計畫願景，宜依總體計畫、個別計畫設計能充份代表其核心價值之關鍵績效指標 (KPI, Key Performance Indicator)，而非僅以執行數量為標的。部份項目亦可嘗試導入目標與關鍵成果法 (OKR, Objectives and Key Results)。

(三)推動成果檢核機制

1. 依計畫執行要徑，先導計畫產出之成果，應定期檢視是否已落實應用於後續計畫，同時後續計畫之成果亦能回饋修正下一階段工作，並透過定期盤點機制，加強相關計畫成果之互相銜接應用。
2. 由於部份計畫成果之驗證具有高技術門檻(例如新技術、新工法及 Lidar 或 DEM 等圖資)，其正確性不易檢核，建議可透過委辦方式建立第三方驗證機制，以確保整體計畫成果之正確性及有效性。

三、教育訓練資源整合、公民參與及國際合作

(一)建構完整專業訓練機制

在推動委辦計畫工作同時，各委辦計畫除達成預期目標外，其成果應能回饋、累積成為本局教育訓練資源，俾利內外知能全面提升，並厚植本局技術研究發展潛能，其具體推動項目如下：

1. 引進國外先進觀念、技術及方法

各委辦計畫規劃與執行期間，除參考國內相關研究與技術發展外，應持續蒐集參採其他先進國家的作法，並建議可將國外文獻翻譯列入工作項目之一。同時，為有效整合翻譯資源，可考量於現有之電子圖書管理中心或委辦計畫作業管理系統建立管控與查詢機制，避免重複。翻譯後之重要參考文獻可透由定期「知識分享會」導讀方式，讓國外先進觀念、技術、方法，快速導入本局各項業務推動，並提升同仁專業知能。

2. 建立國內案例資料庫

透過案例學習係教育訓練中最快速有效的方式。同時，藉由不同情境之案例探討，亦能加速累積同仁之專業能力，甚至找出新的對策。案例蒐集之範圍初期可分為工程案例(包含金質獎、金安獎等獲獎案例、特殊工法施工，以及極端降雨造成工程失敗案例)、疏散避難案例(成功或失敗)、歷史災害資料(如影像、古地名、古諺語、事件)等。案例資料庫之管理與呈現，建議可整合至本局電子圖書管理中心；同時，電子圖書管理中心，除儲存本局委辦計畫報告書外，建議可廣泛增加收錄本局工程設計圖、水土保持季刊、電子報、研討會論文集、宣導教案、PPT、國外文獻翻譯、歷史災害影音紀錄，並可考慮進一步收納其他機關之成果報告書及研討會論文集等。

3. 整體規劃專業課程內容

為達成提昇同仁專業能力及推動國內水土保持專業升級之目標，宜整體規劃專業課程內容，初步建議包括水土資源調查、觀測、分析、規劃、設計、工程管理、資訊應用、防災應變、法規、生態保育及生物調查等專業課程。

4. 培訓制度及認證機制建立

為漸次提升累積專業知能及訓練成效，專業課程宜規劃分為基礎、進階、高階班，定期開班辦理，並要求同仁依其職務在幾年內必須完成各階段之訓練；同時為有效應用此培訓資源，可開放部份名額給產官學研界參與，並採認證機制，以提昇國內整體水土保持專業。為有效推展各項專業知能之提升與訓練，建議以成立技術研究發展與訓練中心為目標，長期推動本項工作。

(二)推廣普及教育

為強化民眾水土保持與防災意識，建議推廣內容上可分年齡、社群、實體或電子虛擬化等不同型式產製不同教材，並整合於教育資源平台。在推廣方式上，除傳統平面、電子媒體外，可善用社群媒體及近期熱門技術與議題之應用(如擴充實境等)，加強跨域合作及建置環境教育示範場域。

(三)公民參與機制及交流

將教育推廣資源(教案教具教材等)公開分享以擴大觸及面，並可透過 NGO 團體協助教育宣導活動，建立溝通交流機制，進而建立跨域協商合作平台；同時，藉由建立 NGO 跨域協商合作平台相關經驗，擴展至公民參與機制之建立。此外，建議針對重要議題定期辦理公民論壇或公民咖啡館，俾利產官學研界及民間意見領袖的交流分享互動，並喚起民眾、企業、政府的公民共識，推動政府與企業間合作共助之理念。

(四)推動國際合作與交流

1. 推動國際研究合作計畫：透過合作計畫，推動人員短期互訪研究與研習，促進本局及國內產官學研與各國坡地災害資訊交換及技術交流，擴大國際視野與能見度。
2. 籌辦國際水土保持及防災專業培訓課程：透過外交部或國際組織，邀請各國專業人員來臺參與水土保持與坡地防災國際培訓課程，除協助深化外交，亦建立國內技術產業對外輸出之機會。
3. 辦理國際研討會與專題演講：定期舉辦國際研討會與專題演講，邀請國內外專家學者分享最新技術及國際趨勢。

四、建立產官學研跨域技術發展交流平台

(一)建立國內外優良工法、材料推薦機制

為鼓勵技術創新及技術提昇，建議參考日本經驗，組成創新技術評析與推薦委員會，定期辦理國內外優良工法、材料評析及推薦，並將優良技術與工法置於推薦平台(NETIS，日本新技術提供系統，<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>)，結合產官學界及民間資源，共同參與推動水土保持產業活化與創新，提升水土保持技術。

(二)舉辦年度技術與研究發表大會

為加速產官學研之交流與分享，建議本局每年可配合水保月辦理水土保持年度技術與研究發表大會，邀集產官學研各界於此平台上定期發表最新研究及技術發展成果，推動新科技、新知識及技術之普及，提昇國內專業技術人員能力。

(三)建立國內專業人員定期交流機制

參照日本經驗，建立國內產官學研及政府機關間之交流研究員機制，藉由專業或研究人員定期之短期互訪或共同執行專案方式，擴大專業人員技術交流之深度與廣度。

五、規劃成立台灣版 TEC-FORCE

(一)「緊急災害對策派遣隊(TEC-FORCE)」是日本國土交通省特有的任務編隊，由坡地、水利、道路、港口、航空、建築、通信、機械部門等具專長且經訓練後的成員組成，對廣域、複合型大規模災害，可有效應變與支援地方政府。

(二)為推動落實中央與地方分工，並強化本局專業技術能力及形象，建議可參考日本 TEC-FORCE 之架構、教育訓練、派遣方式、指

揮機制及相關法令，初期先推動成立本局「坡地重大災害技術指導小組」，在重大坡地災害發生時，可協助地方政府緊急支援技術指導，快速掌握災害現況、防止二次災害發生和擴大。

六、推動資訊整合與建設

(一)基礎資料整合

包括訂定資料標準及資料交換架構、開放資料與介接資料統一管理機制、提昇空間基礎資訊資料庫、發展下一代資訊共享及展示平台，並廣泛取得多元圖資(例如，航拍、高解析衛星影像、地形圖、古地圖等)。

(二)硬體建設整合

包括資通訊設備規劃建置與監測系統傳輸服務整合，並以資訊基礎建設集中化、最大化為目標，俾利資源有效利用與管理。

(三)資訊應用整合

1. 既有基礎系統精進與強化，配合大規模崩塌計畫後續產出之基礎調查及觀測成果，整合與精進現有之地理資料倉儲中心、電子圖書管理中心等基礎資料管理系統，並推動功能相近圖台之整併。
2. 建議整合本局現有之多個外業平台 APP，並精進為多功能外業巡查、勘災、通報平台，透過行動科技輔助相關業務執行(例如土石流防災資訊、治山防災構造物巡查、山坡地範圍查詢、山坡地變異及開發計畫查詢、山坡地違規通報、工程全民督工通報、水土保持宣導等)，將現地基礎調查資料(點、線、面及 3D 數模空間資訊、照片、影片等)即時數化保存。
3. 推動巨量資料之加值應用，透過大數據分析及資料採礦工具，產出能支援決策的分析結果。

第二節 工程技術發展

一、技術手冊之整合與更新

經由蒐集整理國外技術手冊，瞭解國外技術發展趨勢，並進行本局現有技術手冊之盤點與比較，建立其關係網絡圖，以利現有技術之釐清、更新或整合；同時找出國內目前技術手冊之不足處，並研擬因應極端氣候下，水土保持技術手冊後續發展之規劃方向。

二、新工法、材料之研究及推廣

(一)推動國內外新工法、技術及材料推薦機制

藉由前揭「第三章 第一節 策略與機制推動」建立之「國內外優良工法、材料推薦機制」，定期辦理國內外新工法、技術及材料之評析與推薦，以提升國內技術水準及解決方案。

(二)推動「新工法、技術、材料」試辦計畫

為辦理大規模崩塌、地滑、土石流、堰塞湖等複合型災害整治，建議由本局開始推動「新工法、技術、材料」試辦計畫，結合產官學研界資源，共同參與推動水土保持產業活化與創新，提升水土保持技術，試辦計畫成果亦可回饋至前揭「第三章 第一節 策略與機制推動」所建立之案例資料庫。

三、設立水土保持創新技術及優良工程評鑑制度

為鼓勵同仁及專業廠商在調查、規劃、設計及施工領域上創新及技術提升，建議本局每年辦理「水土保持創新技術及優良工程評鑑」。評鑑項目包括創新技術研發、自行規劃測設、委外規劃測設等，透由公開表揚，促進產官學研各單位共同提升水土保持創新技術、研發能力及推動產業發展。

四、新工具之應用推廣

針對國內外已發展成熟之新工具，或已在不同領域廣泛應用之既有工具，評估導入水土保持領域之未來發展性，並推廣應用以提昇工作效能。例如，使用 UAV 影像製作 DSM、估算土方變化量、或作為集水區治山防災構造物快速體檢、工程初驗等之工具；使用赤色地圖輔助微地形判識；使用各類型數值模式進行水文、崩塌、土砂運移等情境模擬與推估；使用擴充實境(AR)技術輔助外業調查與規劃；使用空中電磁調查方式進行地球物理及地下水位探測；導入 BIM(Building Information Modeling)技術應用於發展新一代的工程管考系統等。

五、既有設施的維護管理

為有效掌握集水區治理之履歷及其成效，建議宜先建立構造物之盤點、巡查制度，同時配合前項所提之 BIM 技術，針對構造物完成 3D 建模，除可應用於後續之資產管理外，亦可視覺化管理及模擬土砂收支及河道變化等。此外，亦應進行既設構造物生命周期管理及延壽技術探討等。

第三節 軟體防災對策

一、提昇山區降雨觀測空間解析度

台灣山區集水區降雨受地形及高程之影響，空間降雨變異性極大。為提升防災應變精確度，建議重點地區以半徑 3 公里為目標，針對聚落附近增設山區雨量站，未來並嘗試與氣象局合作導入山區小型降水雷達，提昇山區降雨觀測空間解析度，以強化雷達降水估計及預報精度。

二、加強警戒與監測能力

(一)開發整合型土砂災害預警機制

為加強警戒與監測能力，建議發展自動化警戒情資研判模組、除持續加強傳統以雨量統計方式之廣域型土石流災害預報模式外，宜嘗試結合簡易物理模式，整合地質、地形、水文條件等，進行新一代土砂災害預報模式之研究開發，期能提供較明確的災害可能發生時間、地點、規模，並具有情境模擬能力之整合型土砂災害預警機制。

(二)強化多元即時監測及災情通報能力

為即時掌握各地災情狀況，據以作出適當之因應作為，建議應強化多元即時監測及災情通報能力。在技術方面，除加強現有的光學衛星遙測技術外，發展及應用不受天候影響的雷達衛星，以及利用地震網探知大規模崩塌之技術，亦為必要之方向。同時，應在國內現有的中央災害應變中心空間情報社群平台的基礎上，持續加強各機關及國外單位之資訊交換與合作，並嘗試發展社群即時通報災情與反向傳播正確資訊給社會大眾之機制。

(三)導入物聯網架構建立全流域監測能力

隨著物聯網技術日趨成熟，且相關設備成本之快速降低，未來現地監測方向可嘗試導入物聯網架構建立全流域監測能力，朝向以流域為整體考量之佈設方式，除作為流域防災相關模擬模式之輸入參數外，亦可作為模式驗證之重要參據。

(四)整合易損性及風險評估，建立災害情境模擬平台

欲建立完整的防災機制，必須先建立合宜之模擬模式及平台。

除可於災害前先一步掌握未來趨勢的變化和狀況的演進，更能提供平時之規劃、訓練，以及後續減災策略擬訂時之依據。

三、疏散避難策略檢討與研究

(一)加強多元避難方式與思維

目前國內對土石流等避難方式，多仍強調以移動至避難處所為主。但日本目前針對土砂災害避難之思維，已區分為「自宅避難」、「域內避難」及「域外避難」三類。其中自宅避難是指以垂直避難方式，於2樓以上遠離山壁側之房間內避難；「域內避難」是指在聚落內選定 RC 結構且二樓以上的堅固建物作為緊急避難處所；「域外避難」則是在完全遠離土砂災害影響範圍之地點。分成此三類的原因，主要是考量突發性夜間暴雨時，民眾要作傳統思維的域外避難，實務上有其困難，且往往也會面臨民眾在前往避難路途上，遭遇更高風險的窘境。

(二)避難設施之設置方式與民間設施之活用。

承前，當疏散避難方式之思維調整後，則相應於避難設施之設置規範也應一併調整。例如，影響範圍內如有較堅固且較高樓層之房舍，即便是民間設施，應可於評估後納入緊急避難計畫中。

(三)導入時間軸式防災計畫

日本自 2014 年起大力推動以時間軸方式呈現防災計畫，亦即採圖形化或流程圖化的 SOP，將原先冗長、不易閱讀、理解的作業流程文字，用簡單的圖形、色彩，以時間序列的方式呈現重點，將分工、資料流及重要事項快速且清楚的呈現。目前已變成日本國土

交通省近年來在防災業務人員訓練，以及民眾教育訓練上，力推的有效工具。

(四)警戒及疏散相關法令研析

透過法令研究，調整土石流防災疏散避難作業規定。例如目前僅定義土石流紅黃警戒發布時機及其風險(黃色為預估 24 小時內雨量將逾警戒值，紅色為實際雨量已逾警戒值)，建議未來增加橙色警戒等級(預估 12 小時內雨量將逾警戒值)。同時比照日本作法，將前揭規定之警戒發布與地方政府之避難決策脫鉤，另訂提供給地方政府之疏散決策參考手冊，將疏散決策機制，回歸災害防救法之權責分工。

四、提昇基層防災能量

(一)強化地方政府防災知能與決策能力

先建立完整防災課程與教案(如前揭「第三章 第一節 策略與機制推動」)，透過未來規劃成立的技術研究發展與訓練中心或經認證之專業機構，持續培訓地方政府防災業務人員，並輔導大學院校或專業機構成為地方政府之防災協力機構。

(二)發展防災決策支援系統

藉由未來知識工程、人工智慧等相關技術日益成熟的契機，協助地方政府建立在地化、客制化的防災決策支援系統，以提昇其防災相關自主決策能力。

(三)建立自主防災社區之永續機制

平時應輔導地方政府建立山區易成孤島之社區名單，並掌握社區內弱勢族群及其特殊需求。除應協助社區常態備妥足夠之飲水、存糧及備援電力、通訊設備外，另需輔導社區建立自主防災組織，

強化自主監測、應變及救助之能力。同時，為使自主防災社區可永續運作，建議可推動企業認養方式。

(四)落實防災資訊公開

為使民眾充份了解社區環境風險，應加強自主防災成功案例蒐集、分析及宣導。除採取一般公開災害潛勢資料之方法外，應加強客製化、在地化後之防災資訊(例如以母語包裝、整合民眾關切之議題、型式)，提高民眾觸及率。此外，良好的設計與包裝，亦有助於提高民眾主動參與之意願，例如，2015 年東京防災手冊所掀起的熱潮。

(五)導入社會科學研究方法，加強疏散避難基礎研究

防災與疏散避難行為等，均與社會科學之範疇息息相關。過去土石流防災工作及相關研究上，多以工程思維模式推動，對於人與社會間之互動與反應機制等，反而少有相關研究。畢竟防災之重點在「人」，因此未來應強化以社會科學研究方法之防災基礎研究。例如，探討民眾疏散決策因子，進而提供多元誘因，促使民眾主動疏散。

(六)善用防災志工

台灣民眾歷次於國內外災害時所表現的熱忱及善心向來為國際所肯定，但由過去之救災經驗，未經訓練、認證合格及適當管理的志工，在災區有時反而會造成困擾。因此，日本目前已經推動多年的「防災士」制度應可作為台灣未來推動相關工作之借鏡。

五、建立風險評估機制

(一)建立風險評估模式

篩選可用以評估土砂災害風險發生度及保全度之計算因子，並進行參數之可靠度、敏感度分析，以提出可應用於風險度評估之因子。根據風險度評估因子，建立發生度、保全度之評分方法及風險評估模式。

(二)製作風險地圖

進行風險地圖內容之規劃與探討，針對具保全對象之土砂災害地區進行風險地圖之製作。內容包含聚落分布、重要地標、致災地點、防減災工程位置、重要道路、防災資訊等。

(三)推動風險分擔機制

一般而言，風險處理之方式不外「風險規避、風險降低、風險轉移、風險接受」四個階段，其中風險規避及降低部份可由政府及民眾以減災、整備等工作之推動來進行，但風險轉移部份仍需仰賴如保險制度之建立。現階段國內已有火災、地震等保險機制，對於風水災及其它天然災害部份，未來可視國家政策推動之進程，進行相關先期研究。

第四節 管理與法規研析

為因應大規模土砂災害、坡地開發利用型態變化，以及國土計畫法通過後對山坡地管理、法令衝擊之調適，建議應持續滾動檢討法令修訂及其對應之管理計畫。

一、法規精進

(一)參考國外先進法令與管理制度

建議研析日本、歐美等先進國家之山坡地保育管理法規及制度、中央與地方之分工，並與我國現行法規與制度進行分析比較，擇取適合我國部分，分析納入水土保持法可能性。

(二)檢討國內現行法令與管理制度

撰擬及推動水土保持法修法草案條文，並評估崩塌地管理法規(或土砂災害專法)制定之可行性與必要性。此外，對於土石流地質敏感區、土石流潛勢溪流、特定水土保持區、國土保育地區、國土復育促進地區等之區隔與定位宜再進行探討。

(三)考量氣候變遷下水土保持技術規範之研修

透過長期推動基礎調查、研究計畫的成果，累積、轉化為水土保持技術規範研修之能量，並建議考量極端氣候下複合型災害影響，採長期滾動式檢討及修訂。

二、強化山坡地管理

(一)基本資料維護更新

建議持續推動山坡地範圍境界線通盤檢討、土地利用型態調查、特定水保區劃定、山坡地土地可利用限度分類查定等基本資料維護與更新；此外，土地利用形態調查建議可嘗試導入高解析度衛星影像，相關資料庫格式應予標準化。

(二)強化水土保持監督與管理

強化全國山坡地水土保持計畫審查、水土保持計畫實施之監督管理、山坡地違規查報取締管理、衛星影像變異點查證，持續推動全國山坡地水土保持管理及評鑑，並可嘗試新工具強化管理成效，

強化山坡地管理資訊系統之查報取締統計分析功能及違規熱點或區域提示，供各縣市政府規劃或調整巡查路線及頻率之參考。

(三)檢討特定水土保持區劃定相關規定及方法

檢討水土保持法及特定水土保持區劃定與廢止準則相關規定，建立大規模崩塌特定水土保持區之劃定模式。

(四)推動水土保持計畫設施全國總體檢

為瞭解已完工水土保持計畫設施現況及維護情形，建議研擬調查方法及評估方式，滾動式辦理全國已完工水土保持計畫設施實地檢查及效益評估，針對檢查結果，建立維護及安全改善方式。相關建檔及資料庫格式，建議可參照前揭「第三章 第二節 工程技術發展」，研擬以 BIM 技術建模管理之可行性。

(五)推動超限利用土地復育計畫

1. 因應近年颱風豪雨事件造成坡地大規模崩塌後土地地形大幅改變，建議對地形變異大之土地，複查、評估調整土地可利用限度(降限使用)，俾利災害高潛勢區之國土復育。
2. 針對土砂災害高潛勢區之保護帶(通常為土石流潛勢溪集水區谷口之沖積扇，該區農牧使用頻繁、且有保全住戶)，建議研擬推動造林補助計畫，輔以管理方式，加強保護重要保全對象，降低土砂災害影響。

(六)結合社區及民間資源建立全方位水土保持服務團

為國土保育、杜絕山坡地違規引致水土流失災害，建議結合社區、民間資源建立全方位水土保持服務團，推動山坡地保育及防災相關業務。

第五節 基礎調查

一、建立坡地環境基本資料庫

(一)以「集水區保育治理履歷」之概念建立「坡地環境基本資料庫」，將集水區相關空間資訊整合於單一平台，包括水土資源(植生、地質、土壤、土地利用現況、土石資源、綠覆率等)、歷史災害(坡面沖蝕、崩塌、地滑、土石流)、保全對象、部落(聚落)文化資產、特殊生態環境、歷年保育治理歷程、構造物維護巡檢、坡地管理(合法開發、超限利用、違規)及其他現地調查空間資訊，俾利集水區保育治理基礎資訊之整合與應用。

(二)集水區保育治理履歷系統初期可先推動土石流潛勢溪流、大規模崩塌、特定水土保持區履歷資料建置，以小集水區為基礎，漸次擴展成為中型集水區保育治理履歷，最後完成全國各個單一水系保育治理履歷。

(三)操作面上，宜整合「第三章 第一節 策略與機制推動」所建立之多功能外業巡查、勘災、通報平台，俾便內外業系統資料，完整、即時更新與記錄。

二、集水區災害調查、規劃及評估

(一)水土資源保育評估

1. 調查現行水土保持應用植物種類，評估適用性與坡地保育功能，分析災害潛勢區保護帶及不同治山防災工程類型之植栽配置與植生方法應用。
2. 探討不同植生環境，包括農場、果園、森林等，對於氣候變遷影響下坡地保水、截水與排水功能。

3. 調查坡地不同植被(蔬菜、雜作、果樹、茶葉等)或主要作物土壤沖蝕特性，探討氣候變遷下之降雨特性改變時，對於土壤沖蝕之影響，研提降低坡面沖蝕相關改善精進技術方法。
4. 評估不同坡地環境與土地利用型態等，對於坡地農塘等水資源利用影響情形，研提集水區對於氣候變遷下坡地農塘等水資源利用與相對應之調適策略方法。
5. 評估淤積土砂資源活化再利用與成效，探討有價土石處理，評析氣候變遷下農村社區未來水患發生潛勢，探討滯洪空間與農塘、水梯田設施結合之安全性及管理機制。

(二)集水區常時環境監測與變遷分析

建議推動集水區常時環境監測與變遷分析，選定重點地區建置坡地水文及土砂觀測站，針對集水區水文、地文及土砂因子等重點項目進行持續觀測，並建立集水區土砂收支模式、土砂容許流出量及分攤制度。

(三)構造物維護巡檢制度建立及災害容受力評估

針對大規模土砂災害區或重要保全聚落集水區，分年分期進行構造物盤查及構造物破壞災因探討與災例蒐集，針對不同構造物類型，評估在極端降雨條件下防砂構造物對於災害容受力特性，並研提改善策略。相關盤查結果，應回饋至前揭坡地環境基本資料庫。

(四)集水區土砂災害風險評估及策略因應

建議透過歷史古地圖(1898 年起)及歷史航照(1974 年起)的活化及萃取數化技術(例如利用航照立體像對)，建置其 DSM 數值地形，補足歷史數值地形資料不足之問題，加深分析的時間尺度。藉由探討近 30 年來集水區之受災及復建歷程及特性，進行長時間尺

度之完整解析，以提供未來因應氣候變遷影響下，集水區土砂災害風險評估及策略擬定之參據。

(五)集水區環境友善指標建置

建立氣候變遷下水域及陸域物種評估方式，依據集水區環境物種調查與評估之方式，建置氣候變遷下集水區適宜之環境友善評估指標，推動重要集水區環境友善措施，如迴避、縮小、減輕及補償等生態改善措施。

(六)集水區整體調查規劃及檢討

參考國內外文獻及本局現行集水區整體調查規劃工作參考手冊，檢討並精進調查規劃工作內容與相關流程機制，建立因應氣候變遷影響下大規模土砂災害集水區調適規劃作業參考手冊，並選擇大規模土砂災害區進行案例操作，以檢視其內容。依保育治理優先順序，分年分期辦理重要集水區及大規模崩塌區保育治理調查規劃或檢討。

(七)精進防砂設施整治效益評估模式

參考國內外文獻，精進防砂設施整治效益評估模式；藉由集水區土砂運移、收支等現地觀測、分析，評估防砂設施整治後對於中下游地區聚落、橋梁等保全對象影響，包括直接或間接效益，並檢討防砂設施規劃型式對於生態環境之干擾。

三、大規模土砂災害潛勢區基礎調查與觀測

(一)發生機制與徵兆識別

依據不同災害類型(大規模崩塌、土石流、堰塞湖、複合型土砂災害)，建立運動機制基本理論，以釐清崩塌發生後之可能運動形態。同時，篩選災害發生徵兆評估因子，建立因子之量化方法，提供後續風險分析之發生度評估參考。

(二)潛勢調查與活動性評估

持續進行災害潛勢區之普查及判釋，針對災害高潛勢區優先辦理細部調查，透過現地調查、地球物理探勘、遙測資訊、觀測系統建置與分析，評估潛勢區之活動性，並依其活動性進行分級。

(三)影響範圍劃設

蒐集已發生災害案例，釐清致災類型及分類方法，研析國內外文獻，建立不同致災類型之影響範圍劃設方法，並據以進行已判釋潛勢區之影響範圍劃設，以及範圍內可能致災聚落及防救災資源之清查。

(四)觀測系統設置

依據不同災害類型及發生機制差異，蒐集關鍵觀測項目與變異門檻，考量災害類型，選定所需觀(監)測項目與設置計畫。透過系統化模組，進行即時資料蒐集、儲存、運算及展示，將複雜資訊轉化為可供研判的即時資訊，進一步規劃災害警戒等級之顏色及燈號，供各級防災單位發布警戒參考使用。

第六節 基礎研究

基礎研究辦理方式，除依照本局已建立委辦計畫提報、審查機制外，建議參考日本作法，將現階段重大政策、重大計畫發展所需之技術，採中長期基礎研究計畫推動，每年公告擬推動之研究發展計畫，以補助方式公開向產學研單位招募優秀團隊辦理。推動類型初步建議可概分成三類，並提撥固定比例之預算辦理：

一、本土模式之基礎研究

透過集水區常時環境監測、各項基礎資料調查結果及歷年案例分析，檢討現行水土保持技術規範及水土保持手冊相關公式合理性，逐步建立水文分析、水理演算、土壤沖蝕、土石流、崩塌、地滑、野溪輸砂、集水區土砂收支等本土模式及合理參數。

二、整合型長期基礎研究計畫

(一)坡地防災科技研究

1. 研發包含崩塌、地滑、土石流、山洪暴發及大規模崩塌等土砂災害觀測、監測及通訊傳輸整合技術。
2. 廣域型及局部型土砂災害警戒模式研究，例如結合系集降雨預報之坡面崩塌警戒模式開發(包含統計模式及物理模式)、大氣土壤模式研究、使用衛星遙測土壤含水量作為前期雨量指標之研究、坡面地下水位變動與滑動機制、山洪暴發模擬與警戒模式等。
3. 大規模崩塌、土石流、堰塞湖、複合型土砂災害發生機制與情境模擬相關研究。包括大規模崩塌地區危險度評估、運用雷達影像進行大規模崩塌潛勢區位之活動性評估、地震網於坡地崩塌災害警戒模式之研究、二次土砂災害機制與模擬等之研究。

(二)集水區保育治理技術提升研究

包括防砂設施工法與防災技術精進、水土資源保育技術、集水區土砂收支、土砂容許流出量及逕流分攤，以及精進水土保持手冊、水土保持技術規範修訂所需之基礎研究。

三、自由研提主題之創新型研究

研提主題與本局重點業務相關者為主，包括極端氣候坡地災害衝擊及調適、水土保持相關新技術、新工法可行性評估，坡地防災、疏散避難、坡地管理等新策略之研究，及其他相關領域之創新研究。





第四章 建議與結論

隨著全球社經發展及人口持續的增加、移動，加上科技的突飛猛進，人類對自然環境的影響，正不停地加速與擴大，本局所面臨的外部環境變遷頻度遠超過以往；同時，由於社會形態改變以及機關內部環境限制，僅憑過往之技術與經驗似已無法因應目前與未來的挑戰。為擘劃前瞻策略、推動跨域技術整合、強化技術支援能力、建立研究發展能量，以因應氣候變遷可能帶來之衝擊，並為未來成立試驗研究訓練單位奠定基礎，本局於 105 年 5 月成立技術研究發展小組，並規劃於每年初提出國內外技術研究發展趨勢報告，年中提出次年度本局技術研究發展建議。

本報告係經 2 個月密集地與局內各主辦專家及外部專家學者訪談，並初步盤點本局歷年水土保持相關研究與委辦計畫成果，與研析國內外水土保持最新研究與技術文件後，考量人力、預算及時程限制，所提出之「106 年度水土保持技術研究發展規劃與建議」。其架構由現況說明開始，並由外部及內部因素之問題探討，逐步釐清本局在技術研究發展上所面臨之挑戰與困境，最後針對這些問題提出相應之技術研究發展規劃清單，供各業務組(中心)後續辦理委辦及研究計畫時之參考。具體實施建議與結論如下：

第一節 建議

一、氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫工作推動建議

為推動「氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫」以落實「國家氣候變遷調適政策綱領」提升氣候變遷調適能力等政策，技術研究發展小組協助盤點防減災計畫六大策略、75 行動計畫，並就 106 年度執行之內容研提建議供各業務組(中心)參考，詳附錄一。

二、本局委託辦理及技術研究短中長期建議推動項目

為完善本局技術研究發展網絡，並配合預算、時程規劃，技術研究發展小組就「策略與機制推動、工程技術發展、軟體防災對策、管理與法規研析、基礎調查、基礎研究」等六大面向，研提未來技術研究發展規劃清單共計 24 項策略、90 項具體措施，建議可於短期優先推動之項目為 46 項，詳附錄二。

三、支持長期基礎研究

任何學科的發展，唯有立足於紮實的基礎研究方能行穩致遠，為紮根國內水土保持技術研究，本局身為中央業務主管機關，可從政策及資源等面向主導並支持長期基礎研究，強化人才培訓並建立本土模式。同時，基礎研究的推動，絕非一蹴可及，建議可透過專家會議討論後，選定核心項目，進行長期的研究補助。

四、強化委辦計畫成果應用及回饋檢核機制

為有效執行本局委辦計畫經費，落實計畫執行成果之引用及應用，宜強化委辦計畫成果管理檢核機制，除可進一步深化計畫成果應用，亦可透過計畫檢查機制，縱、橫向串聯局內相關計畫，增加委辦計畫成果之廣度、深度，並逐步提昇國內水土保持技術研究發展。

五、委辦計畫成果公開

依國發會資訊處 2020 年數位政府規劃，開放資料是數位政府計畫核心政策。本局歷年辦理委辦計畫成果豐碩，建議未來應建立開放平台，分階段逐年開放。初期可採每個委辦計畫及研究案分別提供 10~15 頁左右之長摘要上網公開，並逐步朝向除機敏資料外，全面開放之目標邁進。

六、舉辦水土保持年度技術與研究發表大會

為加速產官學研之交流與分享，建議本局可參考日本砂防學會研究發表會機制，每年配合水保月辦理水土保持年度技術與研究發表大會，邀集產官學研各界於此平台上定期發表最新研究及技術發展成果，推動新科技、新知識及技術之普及，提昇國內專業技術人員能力。除可提供局內委辦計畫成果展示平台外，亦可透過技術交流平台加強跨域鏈結，將不同領域產學研界之研發成果引入水保領域，並可透過局內政策及資源支持，以提升技術開發效能及研析產業化之可行性。

第二節 結論

氣候變遷情況及極端氣候現象的成因與機制，雖仍眾說紛云、尚無定論，然其發生頻率及趨勢似已無法逆轉，近年來極端降雨事件數量及頻率逐年提高，對於台灣自然環境、民眾安全及社會經濟之威脅日益增加。

世界各國面對高度競爭的國際環境及極端氣候事件的威脅，莫不盡力強化政府的治理績效以提升國家競爭力。我國地狹人稠、自然資源有限、天然災害頻繁，對政府效能提昇，比其他國家更具有迫切性，因此政府從 97 年開始推動組織改造，朝向扁平開放的架構、強化跨部會的協調治理能力與集中資源，期解決機關間功能重疊及權責不清等問題，以滿足新時代的需求。

本局身為政府組織之一員，面臨組改之不確定性及主管業務日趨複雜之嚴峻挑戰，應透過前瞻與宏觀的思考、基礎職能教育訓練的落實、創新能力及技術研發的精進強化、內外部技術資源交流與整合等多面向之整體策略規劃，完善本局技術研究發展網絡，於組改過程中突顯水土保持局之價值；並期透過系統性的長期規劃與執行，採滾動式檢討及跨域(部門、機關內部、產官學研)橫向聯繫，於建構「寧適多樣環境生態」、「全民

和諧福祉社會」、「適應氣候風險調適」的國家永續發展願景中，提供重要貢獻。



參考文獻

1. 国土交通省中部地方整備局，2013，安倍川総合土砂管理計画。
2. 国土交通省国土技術政策総合研究所，2014，深層崩壊対策技術に関する基本的事項。
3. 国土交通省国土技術政策総合研究所，2014，河川砂防技術基準調査編。
4. 国土交通省国土技術政策総合研究所，2015，国土交通省気候変動適応計画。
5. 国土交通省国土技術政策総合研究所，2015，大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説。
6. 国土交通省砂防部，2016，土石流・流木対策設計技術指針解説。
7. 国土交通省砂防部，2016，砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説。
8. 農林水産省林野庁，2009，農地防災事業の概要。
9. 農林水産省林野庁，2014，大規模崩壊現場対応ハンドブック（案）。
10. 農林水産省林野庁，2014，大規模崩壊潜在斜面危険度判定マニュアル（案）。
11. 行政院農業委員會水土保持局，2011，水土保持防砂工程防砂整備之推估與應用。
12. 行政院農業委員會水土保持局，2012，水土保持設施耐久性分析與延壽策略研擬。
13. 行政院農業委員會水土保持局，2012，極端氣候下之水理演算探討。
14. 行政院農業委員會水土保持局，2012，土砂災害潛勢區劃定方法及管理對策研訂。

15. 行政院農業委員會水土保持局，2013 水土資源永續利用之前瞻策略規劃研究計畫。
16. 行政院經濟部水利署，2014，淡水河水系河道穩定與土砂管理及其因應措施研擬。
17. 行政院農業委員會水土保持局，2014，運用遙測技術協助判釋大規模崩塌潛勢區域微地形特徵之研究。
18. 行政院農業委員會水土保持局，2014，台灣地震網應用於大規模崩塌偵測及崩塌發生之降雨條件分析。
19. 行政院農業委員會水土保持局，2014，莫拉克中部及東部災區潛在大規模崩塌地區危險度評估與簡易觀測系統建置。
20. 行政院農業委員會水土保持局，2014，以眉溪土砂變遷為例評估保育設施影響之對策。
21. 行政院農業委員會水土保持局，2015，非莫拉克災區潛在大規模崩塌地區危險度評估與簡易觀測系統建置。
22. 行政院農業委員會水土保持局，2015，山坡地超限利用相關法制與其衍生之法律問題。
23. 行政院農業委員會水土保持局，2015，大規模崩塌防減災技術發展與應用。
24. 行政院農業委員會水土保持局，2015，增進山坡地開發水土保持計畫審核及監督管理。
25. 行政院農業委員會水土保持局，2015，兩岸水土保持與坡地防災科技合作推動計畫。
26. 行政院農業委員會水土保持局，2016，大規模土砂災害集水區盤查作業與風險評估先期規劃。

27. 行政院農業委員會水土保持局，2016，流域防砂效益精進與治理成效評析。
28. 行政院農業委員會水土保持局，2016，氣候變遷下開發行為土砂估算模式之探討。
29. 行政院農業委員會水土保持局，2016，土石流特定水土保持區調查評估及劃定歷程查詢系統功能維護。
30. 行政院農業委員會水土保持局，2016，建立臺中苗栗地區坡地生態圖資暨 NGO 溝通平台建置計畫。
31. 城野忠雄，1979，農地防災事業の概要--災害のない豊かな農村を目指して，農林水産省広報，10(6) p46-49。
32. 馮正一，劉怡安，2007，農塘改建為滯洪設施效益評估之研擬，臺灣水土保持，59(04)，8-15。
33. 張永誠，2012，旗山溪集水區河道清疏及土砂管理策略之研究，中興大學水土保持學系所學位論文，1-62。
34. 王玉峰，程謙恭 & 朱圻，2012，汶川地震触发高速远程滑坡-碎屑流堆积反粒序特征及机制分析，岩石力学与工程学报，31(6)，1089-1106。
35. 臧運忠，2013，天然壩快速安全評估方法之研究，國立成功大學水利及海洋工程研究所。
36. 林恩如，2013，計算崩塌因子之相對貢獻度並根據颱風與地震事件進行驗證—以卑南溪流域為例，國立成功大學地球科學研究所。
37. 郝明輝，許強，楊興國，彭濤 & 周家文，2015，高速滑坡-碎屑流顆粒反序試驗及其成因機制探討，岩石力学与工程学报，34(3)，1-8。

38. 謝秉寰，2013，旗山溪流域莫拉克颱風觸發大規模崩塌之地形特徵研究，成功大學地球科學系學位論文，1-96。
39. 謝秉寰，2013，旗山溪流域莫拉克颱風觸發大規模崩塌之地形特徵研究，成功大學地球科學系學位論文，1-96。
40. 蕭丁槐，李嶸泰，黃崇仁 & 廖一光，2013，阿里山森林鐵路崩塌路段地質調查及復健規劃，工程環境會刊，(31)，53-75。
41. 陳振宇、藤田正治、堤大三，2014，基岩位置及土層特性對降雨逕流與大規模崩塌之影響，中華水土保持學報，45(4)，243-256。
42. 王建方，2014，坡向坡單元劃設及其應用於大規模崩塌潛勢預測研究，臺灣大學土木工程學研究所學位論文，1-131。
43. 陳永森，2014，極端氣候影響下潛在災害區居民環境識覺調適行為之研究-以八八水災後屏東縣林邊鄉與佳冬鄉為例，環境與世界，(28&29)，25-53。
44. 何岱杰，張維恕，林慶偉 & 劉守恆，2014，應用數值地形及光學影像於潛在大規模崩塌地形特徵判釋，航測及遙測學刊，18(2)，109-127。
45. 李璟芳，周憲德，魏倫瑋，黃韋凱，冀樹勇，陳樹群 & 黃文昭，2014，東澳嶺崩塌地之地形演育分析，中華水土保持學報，45(3)，174-183。
46. 李宗聯，2014，高屏溪流域大規模岩體滑動特徵與類型調查，屏東科技大學水土保持系所學位論文，1-107。
47. 丁凱元，2014，大規模崩塌滑動面於不同深度含水量與滑移速度條件下之摩擦特性，成功大學地球科學系學位論文，1-110。
48. 王建方，2014，坡向坡單元劃設及其應用於大規模崩塌潛勢預測研究，臺灣大學土木工程學研究所學位論文，1-131。

49. 劉正千， 林怡廷， 松尾智也， 溫慧霖， 陳振宇， & 嚴科偉， 2015，
應用移動估算法處理無人飛行載具拍攝之多視角重疊影像以產製數值
地表模型與精度評估，2015 年台灣地理資訊學會年會暨學術研討會。
50. 劉正千， 陳美珍， 林怡廷， 嚴科偉， 洪政欣， 柯明勳， 尹孝元
& 溫慧霖， 2015， 建構與應用網際網路空間資訊系統於坡地災害管理，
工程環境會刊， 35-56。
51. 陳昆廷， 2015， 堰塞湖潛勢區位判釋之研究， 國立成功大學水利及海
洋工程研究所 。





附錄

附錄一、氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫工作推動建議





附錄

附錄二、本局委託辦理及技術研究發展建議優先推動項目

