

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考察)

「大規模土砂移動與流域整體土砂管理 技術」研討及考察

服務機關：國家發展委員會等

姓名職稱：黃琮逢科長

派赴國家：日本

出國期間：103年2月23日-103年3月1日

報告日期：103年6月1日

摘要

鑒於日本與台灣在自然環境上的地形、地文有高度的相似，面對全球氣候的變遷、極端降雨及地震頻繁的因素，日本與台灣的流域的土砂災害發生的次數及規模都有逐年上昇的趨勢及現象產生，且災害型態已由過去單一局部區域的洪水或土砂災害，轉變為大規模區域的土砂、洪水複合型災害的同步發生。本次「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術」研討及考察的國際交流，除台日雙方對於大規模土砂災害的監測、調查、研究及管理上的經驗與成果分享外，並考察日本靜岡縣春日町之地滑崩塌災害復健工程與伊豆大島土石流災害現場，最後針對「土砂深層崩塌」、「堰塞湖災害」及「流域土砂管理」議題召開行政官會議，並作為未來共同持續研究議題。

日方除發表近年發生於日本的大規模土砂災害調查、研究與對策外，並以日本協助印尼安汶島之堰塞湖調查、潰堤、洪水災害及處置方式作為分享案例；台方除發表深層崩壞與崩塌流體化的發生機制及潛勢分析外，並報告台灣地區土砂管理策略。其中日本因地震、豪雨所引致的大規模崩塌以及大規模崩塌所引致地滑、土石流及堰塞湖等二次災害的調查、分析及防治的技術與對策；對於防災的軟體措施，如：大規模崩塌災害及崩塌所引致堰塞湖災害的緊急處置、應變作業、預警觀測系統及避難疏散等作為，皆有多年完整的應用經驗，並以協助印尼安汶島之堰塞湖為例說明，相關的成果除可提供台灣針對地震及颱風所衍伸之土砂災害對策擬定的參考外，對於災害過後的緊急處置對策及後續的處理對策的經驗，亦可提升我們對於災害處置的能力。

藉由本次考察「門島崩塌災害復建工程」，了解日方在面對崩塌土砂災害，除是以國土保全的維思整治外，另政府與人民共同關心國土的態度、土砂河川共同整治觀念以及工程環境及工安維持等事項的作為，都值得我國參考。另對於「伊豆大島土石流災害」，了解日本對於火山爆發重大災害，重大風險概念、監測及預警系統的建置及檢討、撤退防災與避災作業的落實、緊急機動部隊的組成救援、多層面的災後重建及檢討及非工程的措施漸漸重於工程的防治的思維，都顯示氣候變遷下，極端災害事件頻繁，面對重大災害的觀念的轉變。

由於面對氣候變遷與極端降雨常態化、土砂災害大規模化及複合化，對於大規模土砂災害的監測、預警系統的、調查、研究及管理，更顯的重要。另政府與民眾的防災觀念轉變亦是刻不容緩，從整體流域土砂防災、土砂災害區分優先順序治理、跨部會及中央與地方政府資源共同協力防災、機動性專業性救災機構的成立及訓練，乃至於全民防災新思維，都應有新的轉變。本次研討考察主要是台日雙方對於大型土砂災害課題研修、現地勘查及現地設施的考察並透過討論完成雙方經驗的交流，藉由發表成果研討、現地參訪及技術交流，期對台日雙方未來整體流域土砂災害防治及管理政策有所助益，尤其希望相關經驗，能提供我國未來面對大規模土砂災害的整體策略與防救災工作的參考。

目錄

壹、前言	1
一、目的	1
二、參與考察成員	1
三、行程概要	3
貳、「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術研究」研討會.....	4
一、簡述	4
二、主題研析	5
三、小結	29
參、「門島崩塌災害復健」與「伊豆大島土石流災害」考察.....	32
一、門島崩塌災害復建	32
二、伊豆大島土石流災害	38
三、小結	45
肆、「日臺砂防共同研究討論會議及行政官會議」	49
一、土砂深層崩壞	50
二、堰塞湖災害	55
三、流域土砂管理	59
四、砂防行政官會議	63
伍、心得及建議	66

壹、前言

一、目的

臺日雙方於坡地災害之合作計畫，原由民間機構居間辦理，自民國 99 年 12 月 10 日起，兩國官方第一次正式簽定「亞東關係協會與財團法人交流協會於地震、颱風等發生時就有關防止土砂災害及砂防進行技術交流之協議書」，共同實施雙方每年互派專家學者，召開土石災害相關研究、技術開發及行政措施相關研討會等，以強化合作關係。有鑒於臺灣與日本所面臨的天然災害類似，且其對於「深層崩塌」、「堰塞湖」及「大規模土砂流出對流域」之影響之研究起步較早，並已有初步研究成果，值得我方學習。且臺灣於莫拉克風災後，有感於此方面之重要性，亦投注相關經費深入探討與研究，遂於行政官會議擬訂此三議題作為共同研究議題。

本次臺日砂防共同研究會，除進行「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術之研究」研討會議外，並考察 2013 年伊豆大島土砂災害現場，最後召開共同研究討論會議及行政官會議，藉由發表成果研討、現地參訪及技術交流，期對未來坡地土砂災害防治及流域管理政策有所助益。

二、參與考察成員

此次參與成員由日本一般社團法人國際砂防協會敬邀，並分由我方社團法人中華水土保持學會及中華防災學會協助，邀請對象為公部門機關業務相關人員參與，團長分由本局黃明耀局長及水利署楊偉甫署長擔任，成員共計 15 人，名單如下：

中華水土保持學會

姓名	服務單位/職稱	備註
黃明耀	水土保持局/局長	團長/總團長
陳樹群	中興大學農業暨自然資源學院/院長 中華水土保持學會/理事長	僅參加2月28日共同研究討論會議及行政官會議
陳天健	屏東科技大學水土保持系/副教授 中華水土保持學會/秘書長	副團長
許中立	屏東科技大學水土保持系/教授	
陳重光	水土保持局監測管理組/副組長	
傅桂霖	水土保持局臺南分局/副分局長	
黃效禹	水土保持局土石流防災中心/正工程司	

中華防災學會

姓名	服務單位/職稱	備註
楊偉甫	水利署/署長	團長
謝正倫	中華防災學會/榮譽理事長	副團長
李三畏	中華防災學會/監事	
王晉倫	水土保持局保育治理組/組長	
紀再仲	林務局集水區治理組/技正	
黃琮逢	國家發展委員會/科長	
林怡君	成大防災研究中心/組長	
陳秀蘭	成大防災研究中心/秘書	

三、行程概要

本次行程期程自 103 年 2 月 23 日至 3 月 1 日，為期共 7 天，日程如下表。行程區域主要位於東京市、靜岡縣及伊豆大島，行程包括「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術之研究」研討會(1 天)、參訪靜岡縣浜松土木事務所天竜支局及考察靜岡縣春日町之地滑崩塌現場 (1 天)、參訪東京都大島支廳、大島町公所及考察伊豆大島災害現場 (2 天) 以及進行共同研究討論會議及行政官會議(1 天)。

2013 日臺砂防共同研究會日程表

日期	行程	地點	住宿	備註
2014/2/23 (日)	臺灣調查團抵日	臺灣桃園國際機場 12:50CX45016:50 抵達東京成田機場(第二航站)	東京	成田國際機場接機
2014/2/24 (一)	研討會 「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術之研究」	砂防會館穗高廳	東京	歡迎晚宴
2014/2/25 (二)	現地視察 東京-浜松-熱海	靜岡縣春日町之地滑崩塌現場	熱海	搭乘新幹線 靜大 土屋教授
2014/2/26 (三)	MOA 美術館視察 熱海(12:50 發) -伊豆大島(13:35 到)	拜訪大島町公所 伊豆大島災害現場(元町地區周邊)	大島	自熱海搭乘渡輪 靜大 今泉副教授
2014/2/27 (四)	現地視察 大島(15:20 發) -東京(17:35 到)	伊豆大島災害現場(砂防設施、崩塌地)	東京	自大島港搭乘渡輪 靜大 今泉副教授
2014/2/28 (五)	共同研究討論會議及行政官會議	砂防會館 3 樓筑後會議室	東京	歡送晚宴
2014/3/1 (六)	返國	東京成田機場(第二航站) 15:15CX45118:30 抵達桃園國際機場		成田國際機場送機

貳、「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術研究」研討會

一、簡述

「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術之研究」開幕式日方由全國治水砂防協會理事長岡本正男、交流協會專務理事井上孝及國土交通省砂防部長大野宏之，臺方由農委會水保局局長黃明耀及經濟部水利署署長楊偉甫代表致詞。研討內容日本方面針對「近年發生於日本的土砂災害及其對策」等 3 議題專題報告；臺灣方面針對「臺灣的水土保持管理策略及作為」等 4 議題專題報告。參與人員日方共有全國治水砂防協會、國土交通省、土木研究所等不同單位計約有 20~30 人，臺方則有水保局、國發會、水利署、林務局、水土保持學會、中華防災學會等共 14 人參與。最後在全國治水砂防協會理事長岡本正男的致詞中圓滿落幕。

「大規模土砂移動與流域整體土砂管理技術之研究」會議議程

日期：2014 年 2 月 24 日(一)

：砂防會館穗高廳

時間	議題	演講者
10:00~10:30	開幕式	全國治水砂防協會理事長 岡本正男 交流協會代表理事・專務理事 井上孝 國土交通省砂防部長 大野宏之
10:30~11:10	演講 1 近年發生於日本的土砂災害及其對策	國土交通省砂防部長大野宏之
11:10~11:50	演講 2 台灣的水土保持管理策略及作為	水土保持局監測管理組 副組長 陳重光
11:50~13:00	休息	
13:00~13:40	演講 3 印尼安汶島之堰塞湖形成、潰堤及洪水災害	獨立行政法人土木研究所火山土石流小組 上席研究員 石塚忠範
13:40~14:20	演講 4 崩塌流體化災害之特徵與潛勢分析	屏東科技大學水土保持系 副教授 陳天健
14:20~14:30	休息	
14:30~15:10	演講 5 深層崩壞之發生機制研究	成功大學水利及海洋工程系 教授 謝正倫
15:10~15:50	演講 6 流域土砂收支帳戶管理系統	農業委員會水土保持局 組長 王晉倫
15:50~16:00	休息	
16:00~16:40	演講 7 大規模土砂移動之預測及減災對應技術為主的調查研究現況與課題	靜岡大學農學部環境森林科學科 副教授 今泉文壽
16:40~17:20	綜合討論	主持人：全國治水砂防協會 常任參與 原義文
17:20~17:30	閉幕式	全國治水砂防協會理事長 岡本正男

二、主題研析：

(一)日本近年土砂災害及其對策

演講者：國土交通省砂防部長大野宏之

內容摘要：

1.日本土砂災害背景

日本位處於四個板塊(北美、太平洋、菲律賓海及歐亞大陸)交界處地震、火山等災害頻繁，由於地質破碎的原因加上位處於颱風的主要路徑上，土砂災害成為日本立國以來的防災重點工作。近年來，由於全球暖化造成氣候異常情勢逐漸加劇，土砂災害發生的次數及規模都有逐年上昇的趨勢。



日本約有9成以上市町村面臨土砂災害之危險(資料來源：簡報資料)

2.近年災害情況

去年(平成25年：2013年)日本的土砂災害總共發生941件，造成53人死亡及失蹤，房舍損壞(含半倒、全倒戶)413間，主要是發生在10月16日第26號颱風經過關東地區伊豆半島及大島等地區，因為總雨量高達824毫米(大島町)，造成了嚴重的土石流災情。

大島町的土石流災害，主要是因為火山作用所造成的特殊地質架

構，不透水的塊狀熔岩，加上表層鬆散的凝灰岩層，造成雨水入滲後幾乎集中在兩岩層的界面中，引發超額的間隙水壓，觸發大面積的表層崩塌，引發土石流，進而造成下游大面積的土石淹沒。



平成 25 年的災害情況（2013 年）(資料來源：簡報資料)

3. 近年來土砂防災的新課題(TEC-FORCE)

本次 2013 年第 26 號颱風的嚴重災情，國土交通省的緊急災害對策派遣隊(TEC-FORCE)發揮了很大的功效。日本國土交通省於 2008 年 5 月成立了緊急災害對策派遣隊(TEC-FORCE)，針對土砂災害專家及技術人員的派遣支援，由國土交通省及各地方建設整備局及事務局選派約二千六百人，以任務編組方式，擔任大規模災害時災害迅速反應與支援團隊。緊急災害對策派遣隊包含了

- (1)先遣班
- (2)受災地方政府支援班
- (3)現地活動調度協調班
- (4)資訊通信班
- (5)專門技術指導班
- (6)災情狀況調查班(直昇機)

(7)災情狀況調查班(現地)

(8)緊急對策班等任務編組。

緊急災害對策派遣隊的派遣，統一由國土交通大臣指揮命令，派遣的要求可藉由以下三項管道提出：

(1)受災地方政府鄰近的國土交通省事務局

(2)受災地方政府所屬縣級土木部(局)

(3)受災地方政府鄰近的地方(建設)整備局。



緊急災害對策派遣隊(TEC-FORCE)派遣情形(資料來源：簡報資料)

4.土砂防災的因應對策

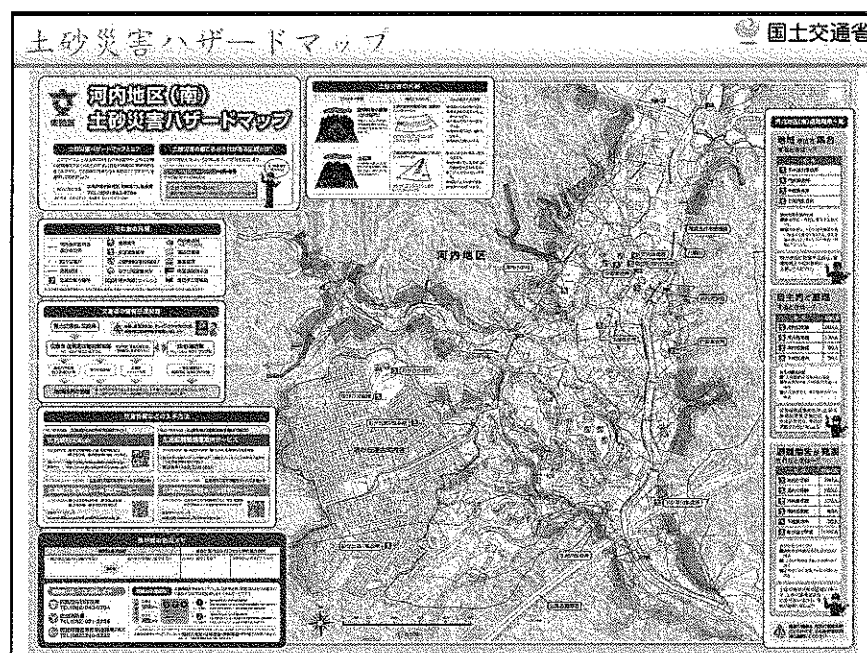
日本交通省砂防部所提出的土砂災害對策，對於土砂災害的防止，包含：

(1)硬體對策：保育治理的工程設施為主，以國土保全、生命財產保護安全為目標。

(2)軟體對策：包含警戒避難及合理的土地使用。

A.警戒避難部分，主要執行土砂災害警戒區域、土砂災害潛勢圖製作、警戒避難體制整備與強化、土砂災害警戒情報製作及資訊系統建置等。

B.合理的土地使用部分，主要針對開發行為限制，水土保持構造進行規範，對於特定水保持區限制開挖及填土行為，並針對區內的建築物進行水土保持施作的規範。



土砂災害軟體防災對策(資料來源：簡報資料)

希望透過多年來土砂災害潛勢區調查、劃定與管理成果的重新審視，釐清因各期調查及劃定的時空環境需求造成作業方法及認定標準的差異，重新導正聚焦於土砂災害警戒區域作業的依據，以解決歷年因為認定差異造成的難解問題。

(二)台灣的水土保持管理策略及作為

演講者：水土保持局監測管理組副組長陳重光

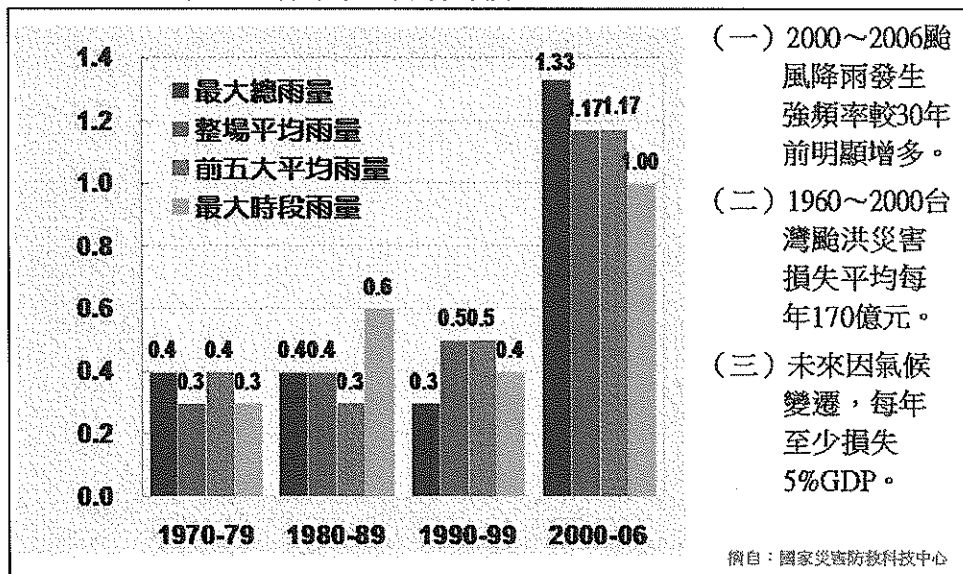
內容摘要：

1.背景

台灣與日本都是屬於亞洲的海島型國家，自然環境類似。面對極端氣候所帶來異常降雨，台灣也從以往的單一災害，逐漸轉變為複合型災害。近年就屬莫拉克颱風的規模最大，降雨時間及總雨量都打

破歷年紀錄，造成相當程度的災害，小林村部落瞬間遭土石掩埋，將近 500 人死亡，舉世震驚。

以海拔與坡度而言，可將台灣土地區分為三區塊，包括：森林區、山坡地及平地，其中森林區最大佔 46.99%，山坡地次之佔 27.31%，平地則佔 26.70%。就水土保持管理而言，標高 100 公尺及坡度 5% 以上的土地，森林區及山坡地，約佔 73.30%，將近四分之三的國土。台灣的水土保持大致可區分為治理及管理，治理的對象為無開發經營土地，管理的對象為有開發經營土地。



台灣地區歷年降雨統計資料(資料來源：簡報資料)

2. 管理三階段

- (1) 法制未備階段 (~1986)：1986 年前，台灣沒有水土保持的專門法律，大部分山坡地仍維持農業使用，只有少數的非農業使用，依建築法加以管理，當時溫妮颱風侵襲台灣，就曾發生林肯大郡住宅社區順向坡滑動災變，造成 28 人死亡。
- (2) 山坡地保育條例管制階段 (1986~1994)：1986 年山坡地保育利用條例修正，增訂山坡地開發要事先提出水土保持計畫，正式納入計畫管制，但這本水土保持計畫是由目的事業主管機關審核及監督檢查，例如開發高爾夫球場水土保持計畫是由教育部負責，水土保持

主管有責任卻沒有權力，水土保持管理只是空轉，當時國道三號曾在無風無雨的大晴天下，發生地滑災變，造成 4 人死亡。

(3)水土保持法管制階段（1994～）：1994 年總統公布水土保持法，將水土保持計畫改為水土保持主管機關審核及監督檢查，權利與責任相符，台灣的水土保持管理開始步入正軌，但相較於水土保持治理，至少慢了 30 年以上。

3.管理策略

(1) 水土保持法目的：面對台灣的水土保持議題，該法目的是藉由實施水土保持處理與維護，以保育水土資源、涵養水源、減免災害、促進土地合理利用、增進國民福祉。

(2)行政策略：為達到水土保持法的立法目的，針對山坡地開發利用，主管機關要求水土保持義務人應依水土保持技術規範相關規定，並提出水土保持計畫，違反者，應以行政罰或刑罰予以制裁，行政罰是行政機關可以發動的制裁，刑罰就是罪，也就是司法機關發動的制裁。

4.管理作為

(1)水土保持義務人：將實施水土保持規定為當事人的義務，包括：經營人、使用人及所有人，其中，經營人負擔決策義務，使用人負擔實際行為義務，所有人負擔土地管理義務。

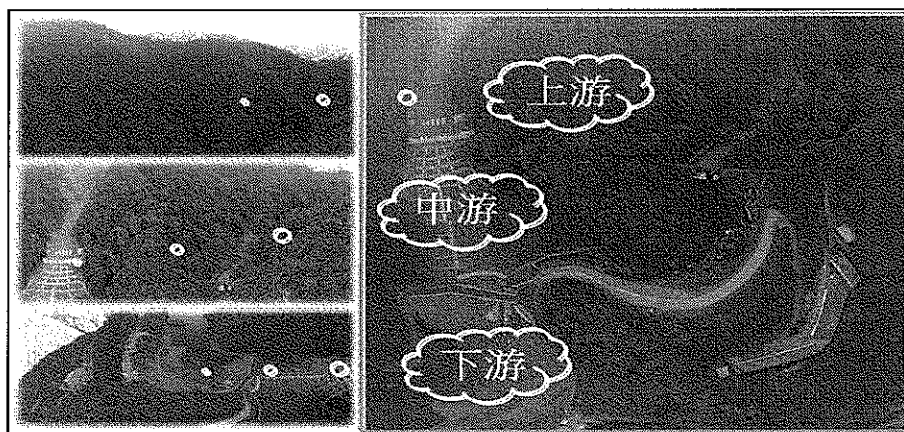
(2)次序關係：如果一事件的同時有經營人、使用人及所有人，其違規的制裁對象，以經營人優先，使用人次之，最後才是所有人；例如在他人土地上，擅自盜採土石。

(3)行為義務：山坡地開發或治理行為，要求水土保持義務人履行二項行為義務，違反義務則施予制裁；行為義務包括技術及計畫二種，技術部分，則是針對開發或治理行為，要求依水土保持技術規範實施必要的處理與維護，計畫部分，則是針對開發行為，要求應先提

出水土保持計畫送主管機關審核，再據以實施。

- (4)不行為義務：簡單的說，不行為義務就是禁止，對水土保育有嚴重影響或須特別保護的土地，主管機關劃定公告為特定水土保持區，由管理機關擬定及推動長期水土保持計畫，區內土地禁止任何開發行為，但得為從來合法使用。此外，特定水土保持區並不是以禁止土地開發為目的，主要是為避免長期水土保持計畫執行受到干擾，暫時凍結開發行為，等到特定水土保持區廢止後，再恢復土地正常使用。
- (5)違反行為義務制裁：主管機關為貫徹水土保持管理目的，針對違反行為義務的相對人，則予以制裁，也就是處罰，可區分為行政罰及刑罰。行政罰是由主管機關發動，針對未先擬具水土保持計畫或未依核定計畫內容實施，處 6 至 30 萬元罰鍰，並得勒令停工、沒入機具、強制拆除、限制 2 年開發等。刑罰是由司法機關發動，針對違規情節較嚴重者，例如竊占、致生水土流失或毀損水土保持設施，處 6 月至 5 年有期徒刑。
- (6)水土保持計畫：水土保持計畫是台灣山坡地管理的核心，依據開發案的不同特性，指導義務人實施各項水土保持處理與維護，以減免災害發生。水土保持計畫內容，可區分資料調查及規劃設計等二區塊，首先完成資料調查，再配合開發計畫，而完成水土保持規劃設計。其中資料調查，包括地質、地形、水文、植生、土地利用等，而規劃設計，則包括整地、邊坡保護、排水、沉砂滯洪、植生、監測等。又為確保義務人依核定計畫執行，開工前應繳交水土保持保證金，如有必要，可作為主管機關代為履行之用。
- (7)專業技師：水土保持計畫涉及相當程度的專業，故調查、規劃、設計及監造，均應由專業技師執行，並簽證負責。水土保持法規定，相關專業技師的科別，包括：水土保持、土木、水利及大地工程。

(8)特定水土保區劃定：特定水土保持區劃定，應進行現地詳細調查，為了解現場地形及地貌，除利用相關圖資外，也可配合無人載具飛機，以充分掌握資訊。運用調查所得資訊，由專業人員進行分析，除確定劃定範圍外，同時評估應治理的項目及經費，提供長期水土保持計畫擬定參考。

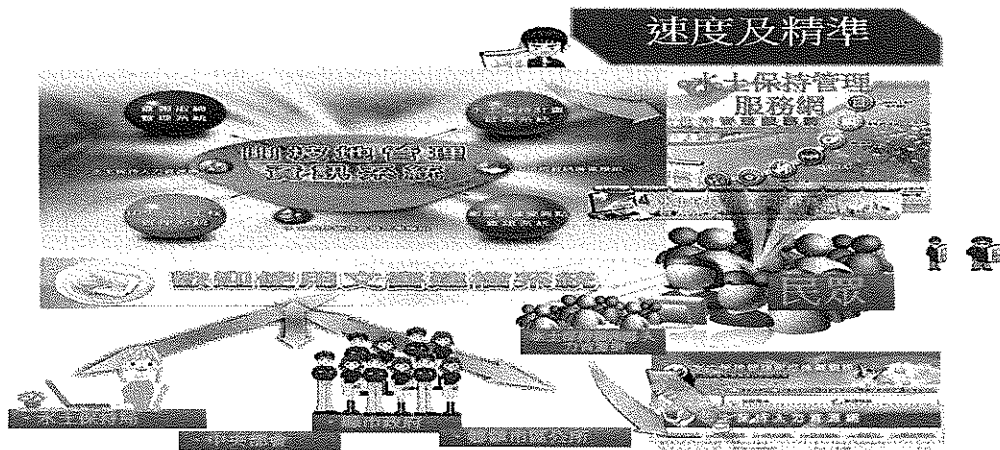


特定水土保區劃定(資料來源：簡報資料)

(9)違規查報制止取締：山坡地違規開發，因開挖整地造成表土裸露，如果沒有完善的水土保持處理及各項臨時防災措施，則可能造成水土流失，危害鄰地安全。為加強山坡地違規開發的查報、制止及取締工作，各縣市政府均劃定巡查區，如有必要，也可請求當地軍警協助，以貫徹公權力執行，制裁不法行為。

5.展望未來

(1)資訊管理：水土保持管理資訊相當複雜，包括資訊建置、處理及運用等，特別強調資訊精準、即時更新及處理時效。此外，水土保持管理的相關機關，包括各級主管機關、目的事業主管機關及土地管理機關等，縱向及橫向聯繫非常重要，完備的資訊系統可發揮整體管理的功能。



山坡地管理資訊系統(資料來源：簡報資料)

(2)衛星影像變異監測：山坡地違規資訊來源，傳統上，是採用人員巡查方式，但地處偏僻、人情壓力及民意代表關說等影響，降低查報績效，造成管理盲點。水土保持局於91年起，以衛星影像監測臺灣山坡地現況，針對變異頻率或違規率較高的地區進行變異比對，由水土保持局輔導縣市政府進行實地查核，瞭解開發利用情形，以發揮「人在做天在看」的嚇阻效果，即時遏止不法投機行為。



衛星影像變異監測(資料來源：簡報資料)

(3)預防管理：違規處罰只是主管機關管理的手段的一種，絕對不是最終目的，以輔導及協助取代處罰，才能防患違規於未然，進而減免災害發生。近年來，台灣積極推動預防管理，採取三項措施，已有相當成效，包括：教育（以各級主管公務人員、技師公會、水土保持服務團等為對象）、宣導（以農民團體、宗教團體、社區部落、學

校等為對象)及廣告(運用報紙、期刊、媒體、免付費檢舉電話、告示牌等管道)。

6.結語

氣候變遷所帶來的異常降雨，台灣山坡地抗災能力正面臨嚴峻考驗，工程並非萬能，人定勝天的傳統觀念，更應適時調整及改變。面對災難，我們應該以謙卑的心，學習與尊重大自然，更應以防災應變的態度，加強預防管理，提升山坡地水土保持管理的高度，以創造人民的最大福祉。

(三)印尼安汶島之堰塞湖形成、潰堤及洪水災害

演講者：獨立行政法人土木研究所火山土石流小組上席研究員石塚忠
範

內容摘要：

1.災害發生背景

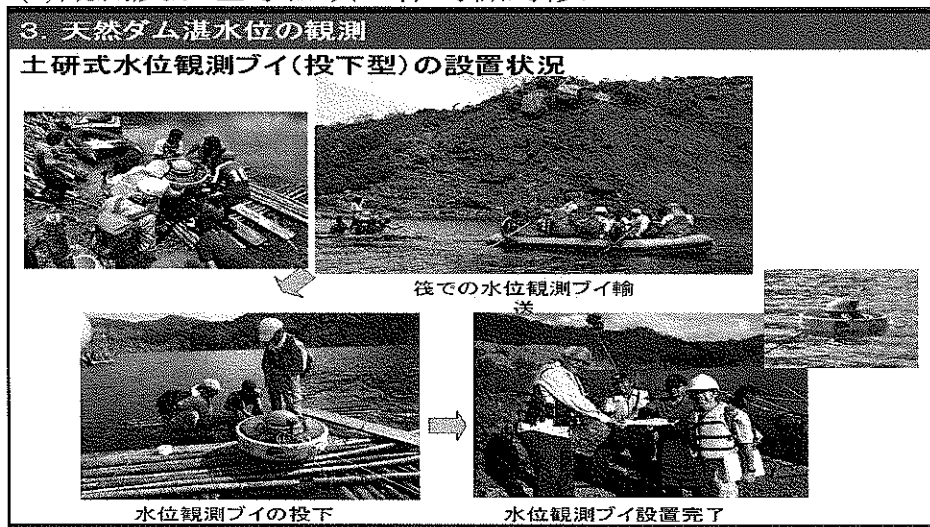
2012年7月印尼 Maluku 群島中的 Ambon 島發生大規模崩塌，該崩塌的土砂量初估為 1 千 2 百萬立方米，堰塞湖的水體體積達 2 千 5 百萬立方米，由於堰塞湖的下游約兩公里處即有近 5 千人居住的聚落區，情況緊急，日本土木研究所接獲國際的支援申請後，即展開協助緊急應變及處理各項工作。



堰塞湖の災害位置圖(資料來源：簡報資料)

2.堰塞湖緊急處理(土木研究所協力過程)

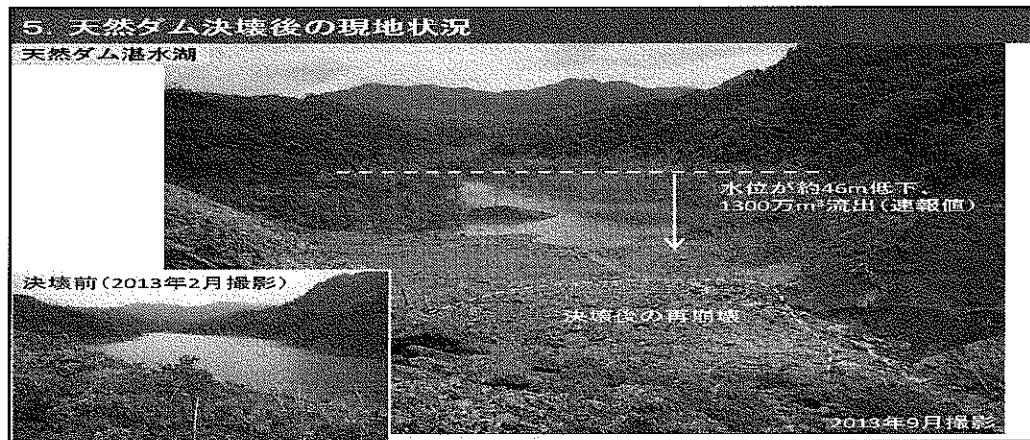
- (1)天然壩監測系統的建立
- (2)壩體安定性分析
- (3)警戒避難基準的設定
- (4)警戒避難體制的建立
- (5)對策工法的實施
- (6)觀測及治理等各項工作的檢討修正



堰塞湖水位監測(資料來源：簡報資料)

3.堰塞湖潰決的洪水過程

觀測部分採用了日本土木研究所所發展的 Aerial Placeable Floating Gauge(APF gauge)，進行水位的監測與紀錄，但由於 2013 年 5 月後該地雨季開始，堰塞湖水位持續的上升，7 月份後水位上升速度迅速攀升，到了 7 月 24 日水位抵達排水路高程，到 7 月 25 日水位紀錄中斷。7 月 25 日堰塞湖水位越過堤頂的溢洪道，持續的水流導致溢洪道嚴重沖刷，進而發生部分壩體沖失，大量堰塞湖水體沖往下游，造成下游洪水淹漫。總計造成 3 人失蹤，3 人受傷，5233 人安全的疏散避難，淹水面積 35 公頃，淹水深度達 3 公尺，緊急處理的各項作為，大大降低原本可能造成的更嚴重災情。



堰塞湖潰決後情形(資料來源：簡報資料)

4. 災後的課題與省思

災害後日本土木研究所協助進行了各項的調查與檢討，提供印尼政府有關後續的防災重點：

- (1) 原本堰塞湖的位置可能再次產生河道閉塞，形成堰塞湖
- (2) 下游河道部分，因為大量土砂流出，局部地區河道上昇達 20 公尺。
未來若有洪水發生，也會伴隨大量土砂流往下游，造成更嚴重災情。
- (3) 此次的洪水，已將下游河道淹沒，目前已無固定流向及深槽，未來倘有洪水流出，影響範圍將再擴大。
- (4) 後續治理建議
 - A. 下游河道的清疏及導流堤的興建
 - B. 中上游儲砂空間的規劃與構築
 - C. 河道中砂防堰堤的興建
 - D. 自然壩壩體及週邊崩塌的坡面保護(含殘存土體的處理)

(四) 崩塌流體化災害之特徵與潛勢分析

演講者：屏東科技大學水土保持系副教授陳天健

內容摘要：

1.前言

近百年間台灣山區逐步開發，很多聚落地理之便利性而坐落於山間溪溝出口或堆積扇之平緩處，此種地形卻是坡面型土石流之好發區位。坡面型土石流多發育於較不明顯之溝谷中，發生區坡度通常較陡常與崩塌共伴因而不容易防範，因此土石流發生時，易對下游堆積扇上之社區造成危害。

近年來極端型氣候盛行，2009年莫拉克颱風之高強度與長延時降雨為台灣中南部山區帶來超過以往之降雨記錄，如高雄新開、新發等未曾發生山坡地災害地區，陸續發生大規模崩塌及土石流災害，導致20餘人死亡與失蹤；2010梅姬颱風蘇澳鎮冷泉路的白雲寺和鄰近民宅遭土石流淹沒，9人被活埋。顯示坡面型土石流更甚造成許多民眾傷亡。

本研究針對坡面型土石流之產狀特性，以高屏流域內莫拉克颱風的土石流事件為研究對象，歸納出坡面型土石流之特性，建立坡面型與溪流型土石流判釋準則，與邊坡發生坡面型土石流之潛勢模式，作為爾後土石流風險評估之參酌。

2.崩塌流體化災害特徵

於地形上，坡面型土石流常發生於具豐富與鬆散之沉積物坡面上、坡度陡、稀疏植物覆蓋表面，且之前並無溪流或下切渠道(Brunsdén, 1979)；坡面型土石流主要指無明顯溪谷地形(經室內地形圖判釋作業與現地查核後)，受到上游崩落地影響，由降雨觸發坡面崩塌，致使範圍擴大帶動土石流動，並於地形上新生成沖蝕溝地形(林慶偉，2002)；綜合整理 Brunsdén(1979)、Lorente(2001)、謝正倫(2001)、林慶偉等(2002)、呂岡侃與徐美玲(2004)、游繁結(2005)等對於坡面型土石流現地特徵描述，並考慮現地調查之適用性，綜整較多學者引用之準則如下：

(1)災前地形為凸坡或平直坡

(2)發生於溝壑或坡面地形，且不具明顯溪溝，屬零級河序(Zero order

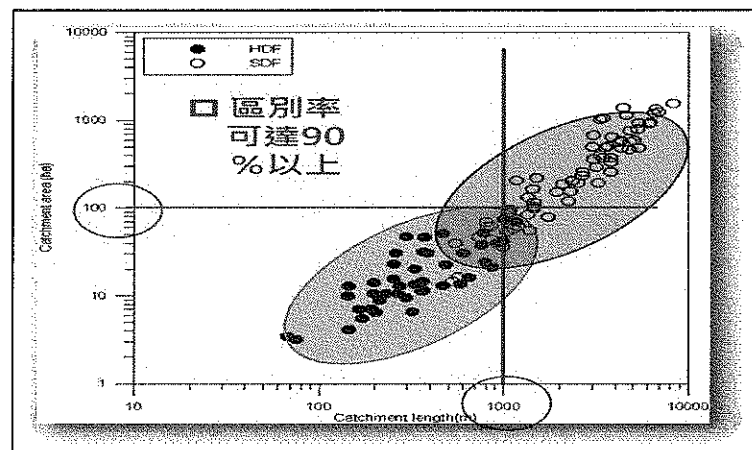
basins)

- (3)發生區多位於坡腹或向源侵蝕區位
- (4)源頭崩塌地呈碗狀
- (5)由新生崩塌地轉化為土石流
- (6)集水區內崩塌規模較小
- (7)發生區與流動區不易區別，且坡度較陡
- (8)具隘口地形並連接一土石流流路
- (9)劇烈槽化作用
- (10)河道長度短
- (11)堆積區顆粒稜角明顯

3. 潛勢分析方法

(1) 坡面型與溪流型土石流區別準則

高屏溪流域以莫拉克風災後共 125 處土石流事件為基礎，進行坡面型與溪流型土石流區別準則研究，其中，坡面型土石流 44 處，溪流型土石流 69 處，疑似坡面型土石流 12 處。本文提出簡化模式，針對高屏溪流域土石流地文因子特性，利用劃定出現百分比方法，建立一條坡面型與溪流型土石流區別基準公式。根據集水區面積與河道長度兩項地文因子統計成果，此兩項採用集水區面積 100ha 及河道長度 1000m 兩準則，即可獲得，出現百分比 90% 以上之正判率，如下圖所示。



坡面型與溪流型土石流區別方法(資料來源：簡報資料)

(黑點為坡面型土石流，圈圈為溪流型土石流事件)

(2)邊坡發生坡面型土石流之潛勢模式

本計畫首先建置完成坡面型土石流及未發生土石流之資料庫，選定坡面型土石流發生之影響地文因子進行區別分析，判別因子為：有效集水指標(X1)、q/t 值面積百分比(X2)、土石流發生區平均坡度(X3)、土石流發生區面積(X4)、集水區面積(X5)、集水區平均坡度(X6)，其中 q/t 值為集水區崩塌預測因子，進而發展坡面型土石流發生潛勢模式如下。

$$Y = 0.225X1 - 0.779X2 - 0.219X3 - 0.475X4 + 0.108X5 + 0.64X6 - 0.867 \text{ (式 1)}$$

Y 為正者，其將可能發生坡面型土石流，Y 為負者，其可能僅發生坡面崩塌。本模式之整體正判率可達 83%。

基於前，進一步將坡面型土石流發生累積機率百分比曲線面積分成三等份，分別區分為高中低之發生潛勢。其準則為應用前式 1 之值：低潛勢者為式 1 之 Y 值 < -0.169 ，中潛勢者為 Y 值為 $-0.169 \sim 0.508$ 之間，高潛勢者為 Y 值為 > 0.508 。此模式經利用實際土石流資料庫比對測試後，顯示其分析結果優良。

4.結論

本研究以莫拉克颱風為災害事件背景，乃以高屏溪流域為研究區域，進行坡面型土石流判釋準則與潛勢分析方法研究。由地形與現地調查成果，綜合坡面型土石流現地產狀特性及文獻描述，針對高屏溪流域坡面型土石流訂定共 11 項特性判釋準則，同時發展出坡面型與溪流型土石流準則，以及邊坡發生坡面型土石流之潛勢評估模式可供防災作業之參酌。

(五)深層崩壞之發生機制研究

演講者：成功大學水利及海洋工程系教授謝正倫

內容摘要：

1.大規模崩塌之定義與案例

本研究介紹目前我國對於大規模崩塌之定義以及相關案例，包含小林村、太麻里、廬山、梨山等案例，雖這些都屬於大規模崩塌，但兩者在運動型態上卻有相當大之不同，小林村之深層崩塌在發生後快速的運動，過程在幾分鐘之間，而廬山地滑在發生後則是走走停停，尚未發生明顯之位移，屬於慢速之運動，這兩種截然不同之運動型態在後續防減災工作上會出現極大之差異。

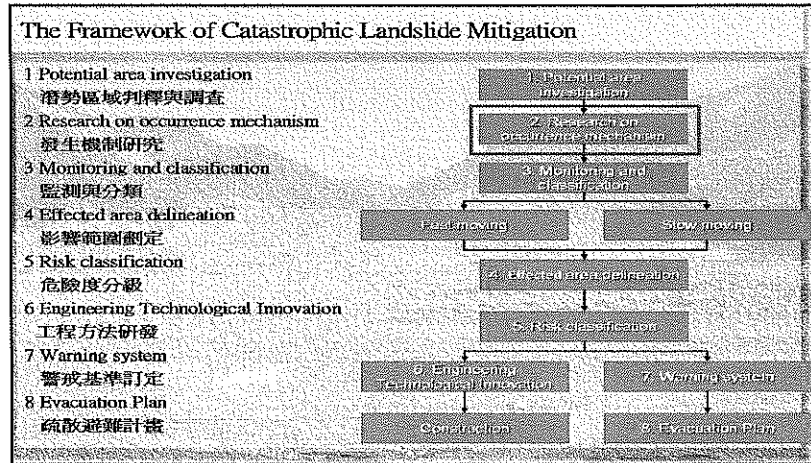
Definition Of Catastrophic Landslides in Taiwan			
<ul style="list-style-type: none"> • 大規模崩塌 (Catastrophic Landslide) <ul style="list-style-type: none"> • Depth is greater than 10 meter • Area is greater than 1 ha • Volume is greater than 10^5 m^3 			
已發生之崩塌	引發事件	致災原因	引致災情
九份二山	921地震	掩埋、堰塞湖	39人遭掩埋
草嶺	921地震	掩埋、堰塞湖	29人遭掩埋
小林村	莫拉克颱風	掩埋、堰塞湖	474人遭掩埋
包盛社堰塞湖	莫拉克颱風	堰塞湖	堰塞湖潰決
士文溪堰塞湖	莫拉克颱風	堰塞湖	堰塞湖潰決
蘇花公路115.9K崩塌	梅姬颱風	掩埋	26人遭掩埋
上場部落	艾利颱風	掩埋	15人遭掩埋

台灣大規模崩塌案例(資料來源：簡報資料)

2.我國之大規模崩塌防減災工作規劃

目前我國執行之現況與防減災工作規劃，在執行現況部分，目前已完成近 5,000 平方公里之判釋，結果顯示目前約有 1,600 處大規模崩塌潛勢區，其中有 56 處有鄰近聚落，若依此比例進行推估，當完成全台之判釋後，會有 5,000 至 6,000 個大規模崩塌潛勢區，將有 150 個潛勢區鄰近聚落，顯示目前大規模崩塌防減災工作之推動的必要性。

而在防減災工作之推行，依工作類型分為三個階段，分別為潛勢區之調查、危害度之分析與後續防減災工作建置等，其中工作包含潛勢區之判釋、發生機制之研究、監測與分類、影響範圍之劃定、危險度之分級、工程方法之研發、警戒基準之訂定、避難疏散之規劃等工作。

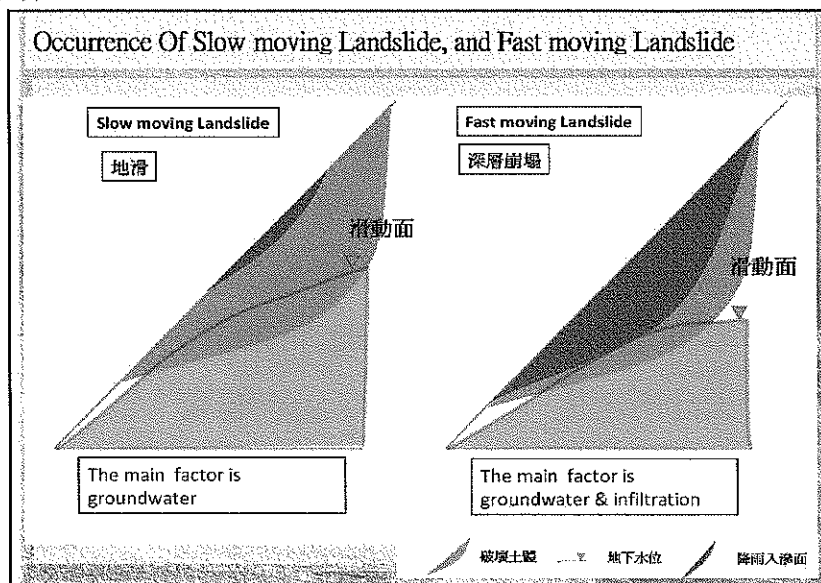


大規模崩塌防減災工作(資料來源：簡報資料)

3.快速運動與慢速運動之概念

大規模崩塌就運動類型分為快速運動與慢速運動兩種，就發生機制而言，快速運動可能係由與入滲與地下水位抬升兩種現象之作用，使得滑動土體之孔隙水壓產生快速上升而造成破壞，而慢速運動部分則以地下水位之變化為主，由逐漸升高之地下水位造成土體之破壞。

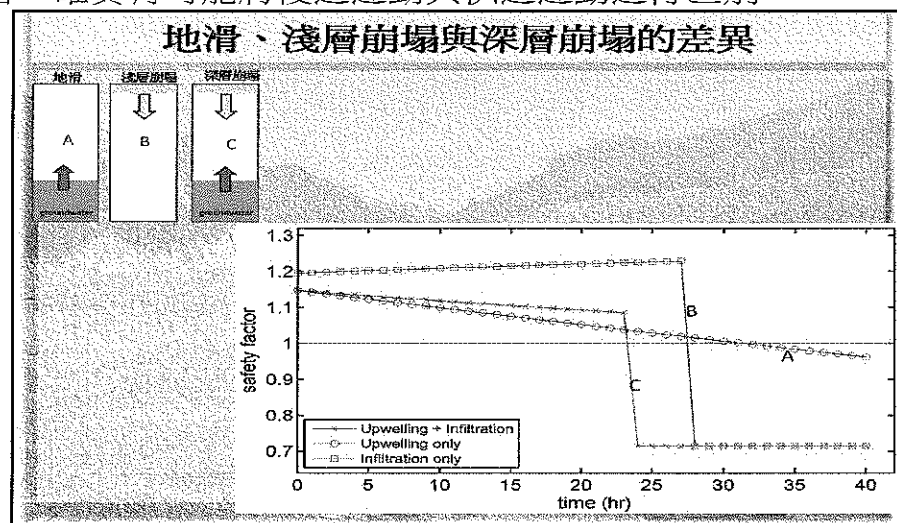
再就現有監測案例上，對於慢速運動之成果顯示，在降雨尖峰過後 1 至 2 天會產生運動，而在破碎帶之地滑區，尖峰雨量過後 0.5~1 天就會產生活動，而小林村之結果顯示在尖峰雨量過後 0.5 天就發生崩塌。



地滑與深層崩塌之比較(資料來源：簡報資料)

4.快速運動與慢速運動之機制

從堆積土體之受力狀況進行分析，利用多孔隙介質之二相流理論，提出「崩塌土體之安定性分析方法」，考量降雨入滲及地下水抬升之現象進行分析，結果顯示若僅考慮入滲，土體之安定性會因入滲水體接觸不透水層而產生急降之現象，而慢速運動部分，安定性則是逐漸減小，並沒有急降之現象出現，而在快速運動部分，在地下水與入滲之共同作用下，安定性會逐漸降低並發生急降，從理論上來看，確實有可能將慢速運動與快速運動進行區別。



地滑、淺層崩塌與深層崩塌之差異(資料來源：簡報資料)

5.結論

以現有台灣及日本微地形判釋方法，所篩選之大規模崩塌將包含快速的深層崩塌及慢速的地滑兩種，若無法有效區別，對後續防減災工作造成困難。

慢速的地滑與快速的深層崩塌間，應有發生機制及運動機制之差異，本研究針對此差異提出概念性的構想，意即慢速地滑屬地下水緩慢上升所衍生，而快速之深層崩塌屬入滲及地下水共同作用所造成，由上述概念性構想可知快速之深層崩塌須具備地表水快速入滲且直達地下水之條件，若降雨強度及延時不足時，也可能出現慢速的潛變現象，而慢速的地滑若因地震等其他外力因素，造成間隙水壓之快速上升，亦將轉變為快速之深層崩塌，兩現象間存在互相轉

換之可能性。

(六)流域土砂收支帳戶管理系統

演講者：水土保持局保育治理組組長王晉倫

內容摘要：

1.前言

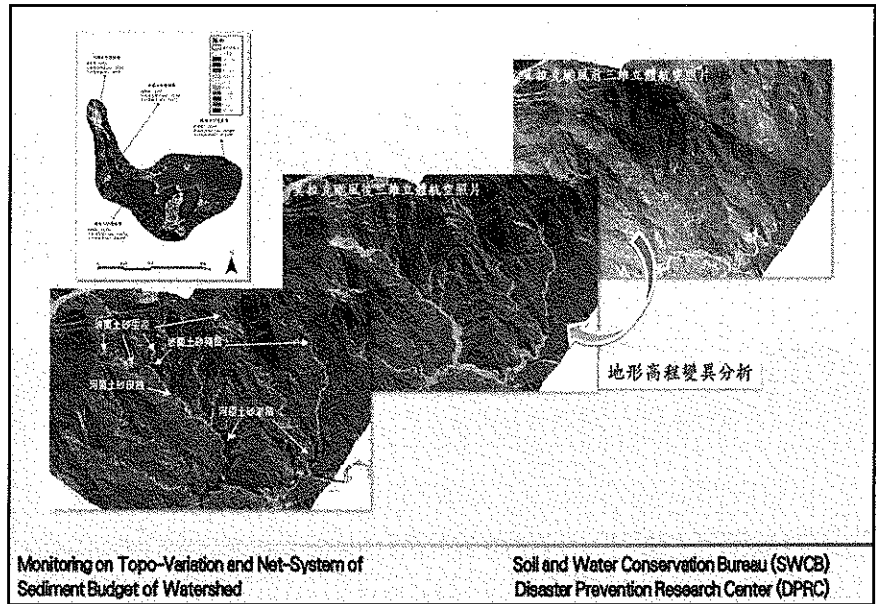
針對流域內土砂變化，可透過多元性監測方法與土砂收支數值模式技術之結合，監測集水區地形變異及其土砂生產、流出量，以主、次、子集水區為單元，建立各集水區之土砂帳戶網路管理系統，定期更新集水區內之土砂收支現況，以掌握流域內土砂之時空變化趨勢。

2.多元性流域地形變異監測分析

此部分主要針對”多元性”監測方法進行說明，應用包含衛星影像、航空照片、UAV 等空載影像 與光達掃描(LiDAR)之地形地形資料，進行流域地形變異判釋，再進一步進行流域土砂生產量的推估。

目前研究方法包含(1)大範圍遙測影像崩塌面積判釋；(2)重點集水區坡面崩塌與河道侵淤監測；(3)崩塌面積-體積特性統計分析(土砂生產量評估)；(4)多時期數值地形匹配應用分析 (土砂生產、河道變異量評估)，透過現場之調查與統計方法之分析，可以初步進行集水區內土砂生產量、流出量之評估。

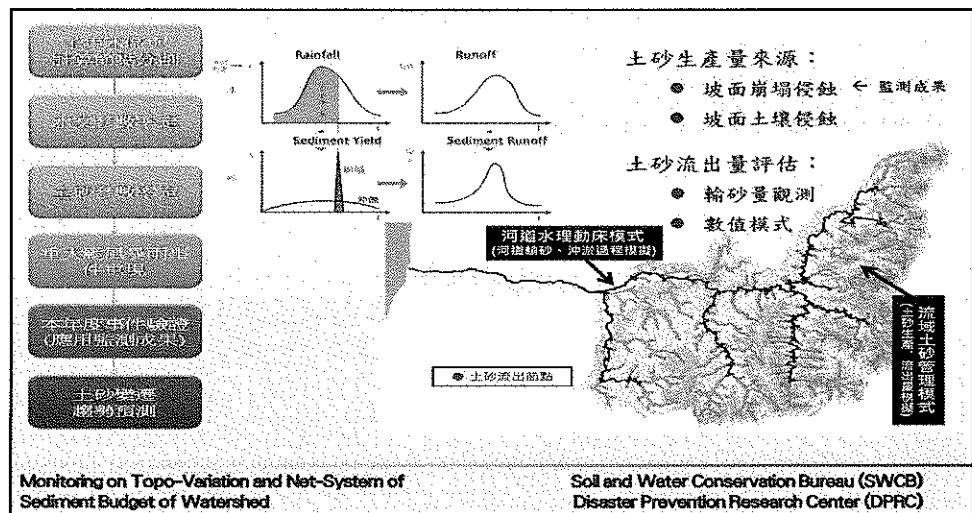
因此透過這些方法之整合，可進行定期、或重大事件後緊急土砂生產量與運一量之評估，在定期分析部分，採用大範圍衛星影像，以崩塌特性分析法，評估大尺度廣域土砂生產量資料；而針對重大事件後之重點受災集水區，以數值地形匹配變異分析，取得高精度地形變異分析成果，進行土砂之追蹤。



土砂監測及調查成果(資料來源：簡報資料)

3.土砂收支模式建立與分析

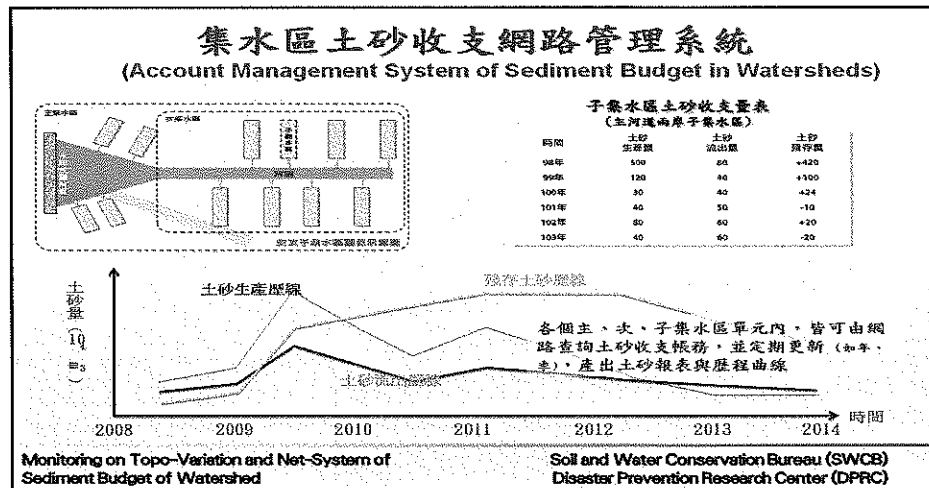
土砂收支模式之分析包含土砂生產量之評估，如崩塌、表土沖蝕等土砂量之分析，而土砂流出之分析，則包含輸砂量與地形變動等分析，模式分析包含數值模式分析與現場資料收集等工作，建立全台之參數資料庫，完成全台沖蝕指數之更新、全台坡面平均侵蝕深度之分析、全台河川流出土砂量分析，並可依據主、次、子集水區之分區，進行結果之呈現。



土砂收支模式建立與分析(資料來源：簡報資料)

4.流域土砂收支網路帳戶管理系統

透過上述兩種方法之結合，建立主、次、子集水區之流域土砂收支網路帳戶管理系統，定期更新集水區土砂生產、運移與河道侵蝕堆積量，產出各集水區土砂收支帳務報表，達到流域土砂量化之目標，目前提出管理系統之規劃概念，尚需後續工作之投入。



集水區土砂收支網路管理系統(資料來源：簡報資料)

6.結論

目前透過 8 年之國土調查，已初步完成集水區土砂生產、運移與侵蝕堆積之調查、特性統計分析，建置土砂模式參數資料庫等工作，完成一以全台為基礎之分析平台，可提供下一階段土砂規劃治理方案之設定依據，後續工作應以土砂收支網路管理系統之建立，設定各主、次、子集水區之土砂帳戶，定期更新集水區內土砂收支現況，建立全台流域之土砂管理系統。

(七)大規模土砂移動預測及減災對策技術為主的調查研究現況課題

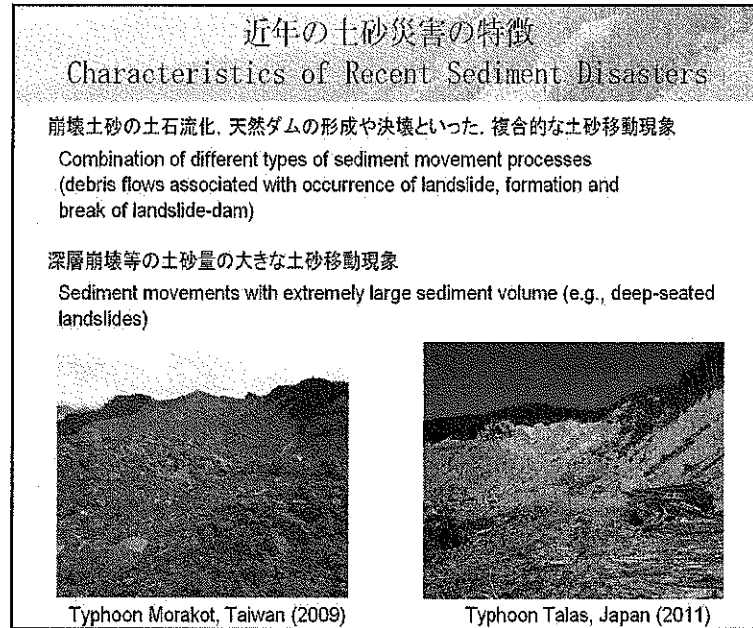
演講者：靜岡大學農學部環境森林科學科副教授今泉文壽

內容摘要：

1.近年土砂災害的特徵

由於地球暖化的影響，造成極端的氣候變動，也帶來土砂災害的發生頻度的增大和規模放大的情勢逐漸明顯，而因極端降雨所引發

災害型態已由過去單純局部區域的洪水或土砂災害，轉變為大規模區域的土砂、洪水複合型災害的同步發生，以 2009 年 8 月的莫拉克風災為例，其災害影響範圍涵蓋高、低階河岸台地、坡地聚落，災害類型包括崩塌、土石流、堰塞湖、漂流木、野溪淤積土石、淹水、農田流失、水土保持設施毀損等複合型災害。



近年土砂災害の特徴－深層崩壊(資料來源：簡報資料)

2. 既有土砂災害防災技術成果收集分析

過去針對從地文因素(地形，地質)及土砂移動實際觀測各方面獲得了相當多的成果，例如：

- (1) 深層崩塌的調查及判釋技術
- (2) 土石流的危險度評估技術
- (3) 坡面崩塌的災害潛勢分析
- (4) 土砂運移及流出推估技術。

相關的研發技術越來越純熟，例如土石流演算模式 Kanako，因為持續的改進及包裝，整個模式的演算使用越來越簡單，對於擴大使用的目的而言，對操作人員的門檻也大大降低。



深層崩壊相關成果収集分析(資料來源：簡報資料)

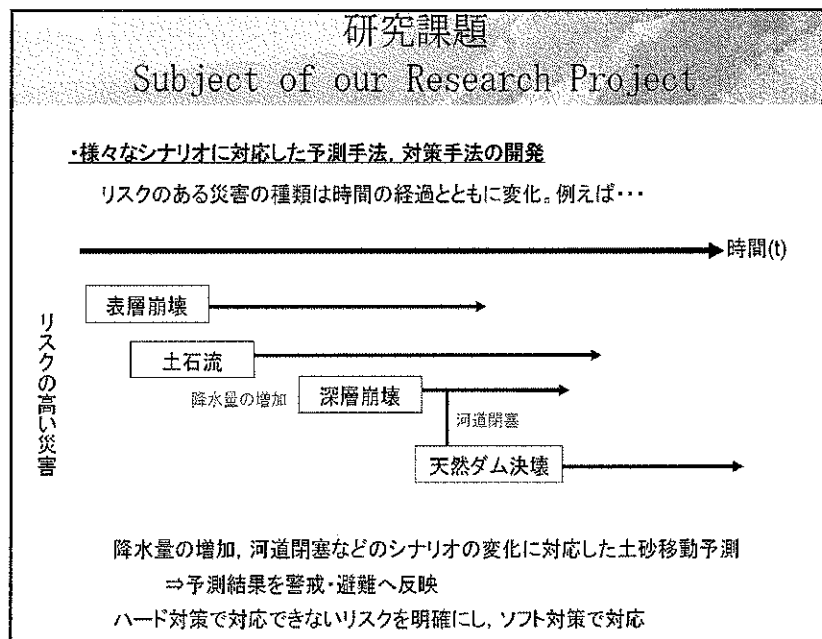
3. 近年來土砂災害突顯的防災課題

近年來土砂災害發生的實際情形及後續歸納檢討後，有幾項課題是目前無法解決的瓶頸問題。

- (1) 從崩塌，土石流，天然壩到堰塞湖潰決，形成複雜的複合型土砂運動模式。
- (2) 深層崩塌等大規模土石運動到大規模土砂流出，也造成推估方法的應用困難。
- (3) 超過重現期 100 年以上的極端降雨發生機率升高，降雨集中於特定地區，土砂預測難度增加。

4. 大規模土砂移動及影響範圍預測方法研發計畫執行情形

針對以上課題，本研究團隊研提了”大規模土砂移動及影響範圍預測方法研發計畫”，成員包括京都大學、靜岡大學及新潟大學等相關學院校。本計畫預計針對既有的土砂運移預測方法進行彙整與檢討，並因應近年來土砂災害突顯的幾項防災課題，進行研發，尤其如何克服複雜的複合型土砂運動模式為相當大的挑戰。最後利用近年來發生的大規模土砂災害案例(如 2012 年新潟，山口及島根縣，或 2013 伊豆大島颱風或豪雨土砂災害等)進行驗證與探討。



深層崩壊研究課題(資料來源：簡報資料)

三、小結：

(一)土砂災害的多樣化及複合化：日本以發生在 2013 年 10 月 16 日第 26

號颱風經過關東地區伊豆半島及大島等地區為例，總雨量高達 824 毫米(大島町)，因為火山特殊地質架構，不透水的塊狀熔岩，加上表層鬆散的凝灰岩層，觸發大面積的表層崩塌，引發土石流，進而造成下游大面積的土石淹漫。臺灣方以 2009 年 8 月的莫拉克風災為例，其災害影響範圍涵蓋高、低階河岸台地、坡地聚落，災害類型包括崩塌、土石流、堰塞湖、漂流木、野溪淤積土石、淹水、農田流失、水土保持設施毀損等複合型災害。日本與臺灣在自然環境上的地形、地文有高度的相似，面對全球氣候的變遷、極端降雨及地震頻繁的因素，日本與臺灣的流域的土砂災害發生的次數及規模都有逐年上昇的趨勢及現象產生。災害型態已由過去單一局部區域的洪水或土砂災害，轉變為大規模區域的土砂、洪水複合型災害的同步發生，可見未來在面對災害的防範，不應再以行政部會別、中央與地方政府事權區分切割對待之，應以災害問題本身的性質，整體時空考量防範，以跨部會、跨領域，結合中央與地方之資源，共同協力面對，方能降低災害的傷亡。

(二)土砂防災軟硬兼施策略：面對土砂災害影響的時間及空間逐漸變長變廣的狀況，其所造成的傷亡亦趨嚴重，台日雙方皆有共同的思維，就是防範土砂災害需工程與非工程雙管齊下，除以保育治理的工程設施的硬體設施為主，初步達到國土保全、生命財產的保護外，惟面對土砂災害的規模擴大及傷害嚴重，相關軟體策略(非工程手段)，顯得更重要，其包含土砂源頭的管理、土地合理利用，進而災害發生前的預警監測系統與警戒避難(土砂災害警戒區域、土砂災害潛勢圖製作、警戒避難體制整備與強化、土砂災害警戒情報製作及資訊系統建置等)，乃至災中的救災機構的訓練。

(三)緊急救災機構的成立及訓練：日本面對 2013 年第 26 號颱風的嚴重災情，國土交通省於 2008 年 5 月成立的緊急災害對策派遣隊 (TEC-FORCE)發揮了很大的功效，針對土砂災害專家及技術人員的派遣支援，以任務編組方式，擔任大規模災害時災害迅速反應與支援團隊。在國內似乎較沒有針對土砂災害所成立的緊急救災機構與訓練，大都是當災害發生時，先行針對人民生命財產實施就救助，再集合相關部會臨時成立救災與重建之任務小組，當任務完成後，相關業務就回歸各部會辦理，惟面對未來無論是洪水災害與土砂災害所衍生複合性災害，其規模與影響時間皆逐漸擴大，以臨時性所成立之救災小組，是否足以因應，且相關經驗是否能以傳承，值得我們深思。

(四)新生災害的處置方式：大規模土砂災害所衍生的新生災害，堰塞湖係是其中之一常對下游地區造成嚴重的二次災害的威脅。本次日方能以協助印尼 Maluku 群島中所造成的堰塞湖，採取得宜之各項緊急作為，大大的降低傷亡，其各項緊急作為並非臨時性對策。有鑒於在 2004 年新瀨中越地震後新生大量的堰塞湖，日本政府單位邀集其國內各相關業務單位及研究單位已分別針對堰塞湖發生後的調查作業、危險評估及處置對策分別擬定標準作業流程，於中越地震後針對各堰塞湖擬定相關對策急處置計畫並發展移動式觀測設備，該作業流程並應用於 2008 年宮城岩手地震後新生堰塞湖的處置並進行修訂。可見面對未來可見的災害，平時之的調查、研究、評估及對策就該累積蘊讓累積，若待災害發生時，恐以不及，此等態度與思維，值得我們政府部會學習。

(五)面對災害的思維：日本對於土砂災害威脅所展開一連串的對策，從中央內閣到地方政府（縣、市、町、村），甚至人民百姓皆充滿防災意識，從行政面的法規定訂、對策擬定、執行計畫以及到教育宣導等；從執行面的預警系統的建置、防災的演練與警報的疏散撤退計畫的執

行，都顯現防災、減災的理念落實，對於未來災害發生時必能減低損失，可為學習的典範。

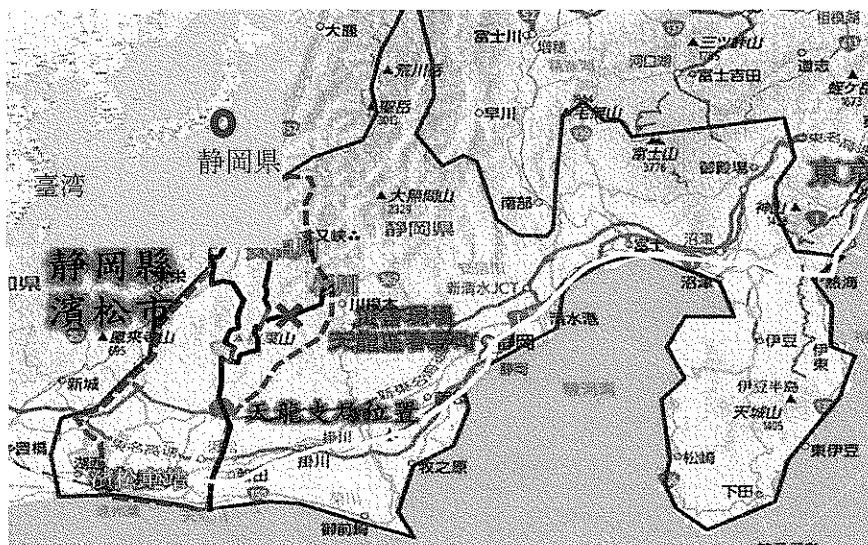
參、「門島崩塌災害復健」與「伊豆大島土石流災害」考察

本次參訪土砂災害區域共有 2 處，1 處為靜岡縣春日町之地滑崩塌，由靜岡縣浜松土木事務所天龍支局解說；另 1 處考察伊豆大島災害現場，由東京都大島支廳解說，並參訪大島町公所。

一、門島崩塌災害復建

(一)考察時間：103 年 2 月 25 日

(二)地理位置：天龍區門島位於富士山以南的靜岡縣濱松市，濱松市位於靜岡縣西部。天龍川為日本屈指可數的大河。從長野縣開始，途中彙集多個支流，注入遠州灘。四周有茂密的森林，分布着被自然環抱的休閒度假場所。每年 3 月上旬~11 月下旬則依其天然條件辦理天龍舟漂流。



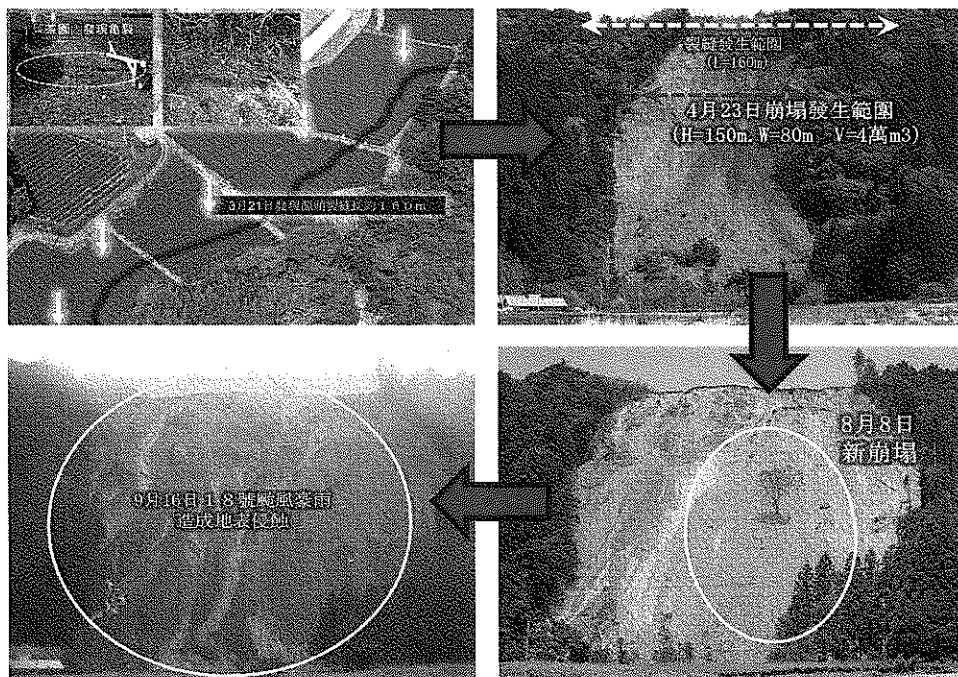
地理位置概況(資料來源：簡報資料)

(三)災害簡述及緊急處置作為：天龍川流域上游因地形陡峭，地質屬四萬十帶犬居層群的頁岩及砂岩，且有中央構造線-光明斷層通過。由於其位於地震帶上，地質脆弱，易造成崩塌及土石鬆動，崩塌地源頭地表產生裂縫，如遇豪雨來臨，雨水入滲裂縫，極易造成大量崩塌災害。天龍川支流為氣田川，分支為杉川，門島則位於杉川上。2013 年 3 月 21 日-當地居民通報靜岡縣濱松市公所，其種植茶園發現長 160 公尺裂縫，25 日靜岡縣之濱松土木事務所即建立簡易觀測系統，4 月 21 日 23

時 50 分觀測到每小時 4mm 之位移量。濱松市公所隨即進行保全戶之疏散應變作為，同年 4 月 23 日凌晨 4 時 20 分發生第一次崩塌，造成長 150m 寬 80m 之崩塌，產生 4 萬立方之土砂，坍塌之土體掩蓋杉川並形成堰塞湖，此次崩塌因疏散時機得宜並無人員傷亡。該區位於同年 5 月 23 日、7 月 29 日及 8 月 8 日其崩塌坡面亦有小規模之崩塌持續發生。9 月 16 日更受第 18 號颱風(日雨量 356mm)侵襲考驗，皆無造成人員傷亡，實為防災成功案例。



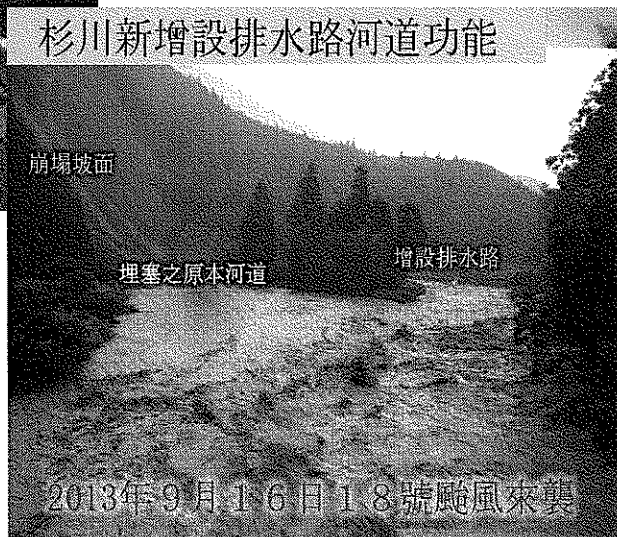
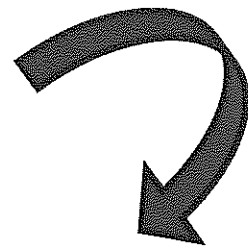
門島地區崩塌狀況(資料來源：簡報資料)



門島地區崩塌災害發生情況(資料來源：簡報資料)

(四)災後之對策：面對大量土砂下移堆積河床，並造成堰塞湖，靜岡縣濱松土木事務所檢討擬定 6 大策略，分別是「地表滑動之監測」、「河川機能之確保」、「土石流災害的防止」、「避難區域的確認」、「地滑對策的檢討」及「堆積崩土對策的檢討」等，以下就 6 大內容中之緊急工程簡述：

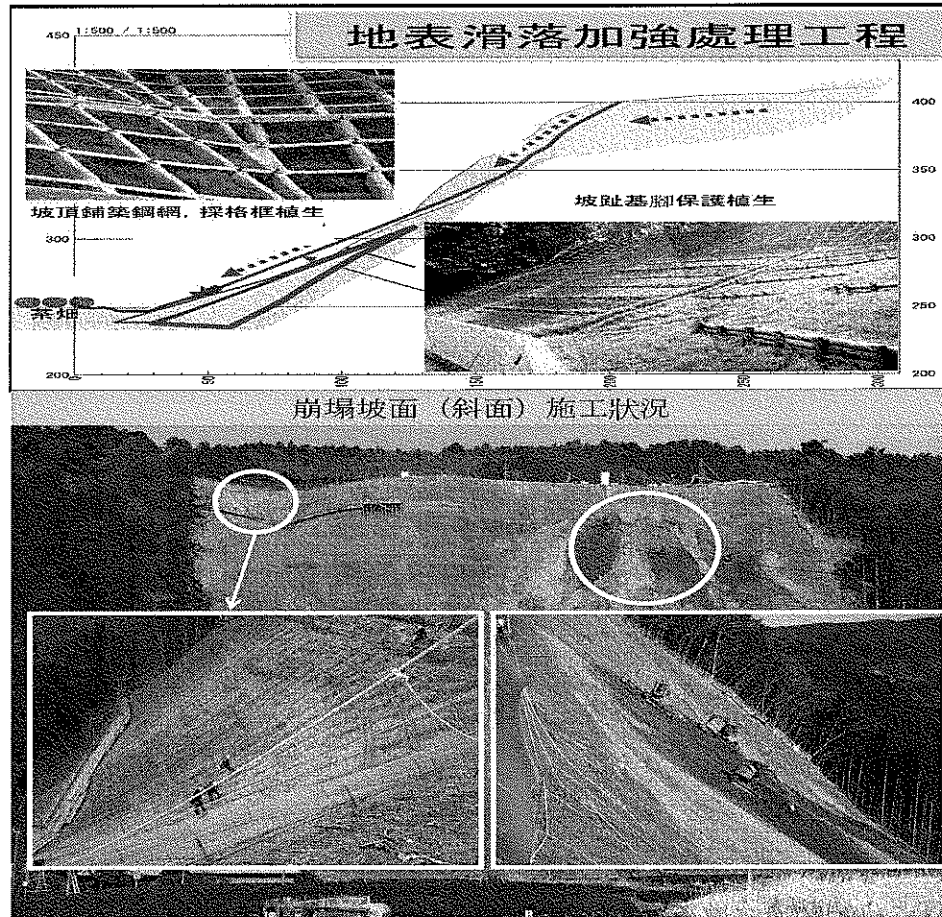
- 1.緊急地表滑落工程：因大量土砂下移堆積河床，並造成堰塞湖，靜岡縣濱松土木事務所，立即進行災害造成地表滑落之緊急工程，因第一次崩塌前濱松土木事務所在杉川之凹岸處已在進行基腳護岸之施工，崩塌後該所為提高順向坡滑落之穩定性進行加強集水井鑽探工程、上邊坡鋼筋護板工程及基礎螺栓護板工程等作為，經費 10.33 億日幣。
- 2.河川災害修復工程，針對崩落土砂造成杉川河道之掩埋，濱松土木事務所重新檢討河道復建可行性評估，為穩定凹岸崩塌區之基腳，決定不於原河道清疏而採重新開闢流路，於是進行臨時排水路新建工程、加固排水路遇原河道匯流處之安全、興築防止土砂流出之堤堰及崩塌處基腳保護工，以調整河道，減少水流對原凹岸之衝擊。此項工程讓 9 月 15 至 16 日發生之第 18 號颱風(日雨量 356mm、最大時雨量 110mm)，沒有造成二次災害之發生。之後，為儘早恢復治水功能，利用鋼網土石籠袋搭配消波塊之堆置，加固河岸基礎工程來補強護岸。經整治後，10 月 26 日發生之第 27 號颱風經過時修復之水路發生功能，有效抑制災害發生，保全崩場地不再擴大，經費 3.44 億日幣。



土砂共治及歷經颱風考驗資料(資料來源：簡報資料)

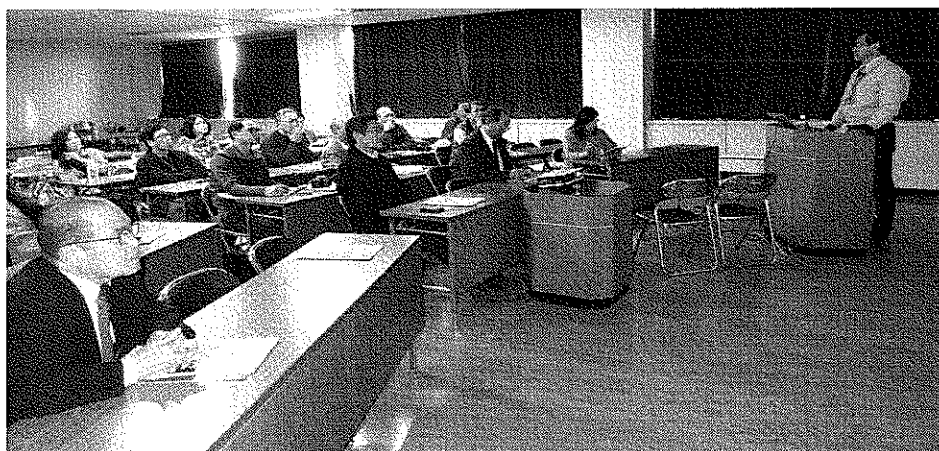
3.地表滑落加強處理工程，因崩塌斜坡上原崩塌之茶園，仍發現裂縫，並殘存有未滑落之土體存在，濱松土木事務所使用高傾斜面挖掘

機，利用無線遠距離操作，採無人化施工，清除土塊及施工斜坡不完整之地形，並於坡面鋪築鋼網，進行頂部格框植生，以確保崩塌頭部之穩定性。相關施工情形如下圖所示。

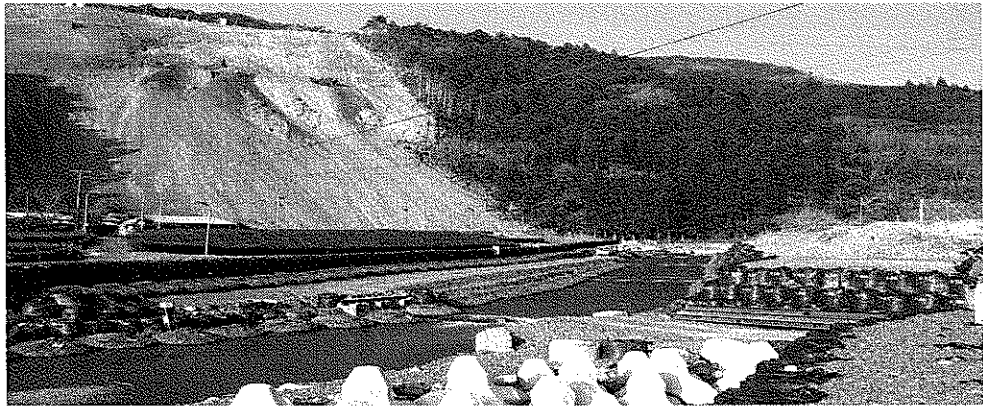


相關施工狀況及無人挖掘機施工(資料來源：簡報資料)

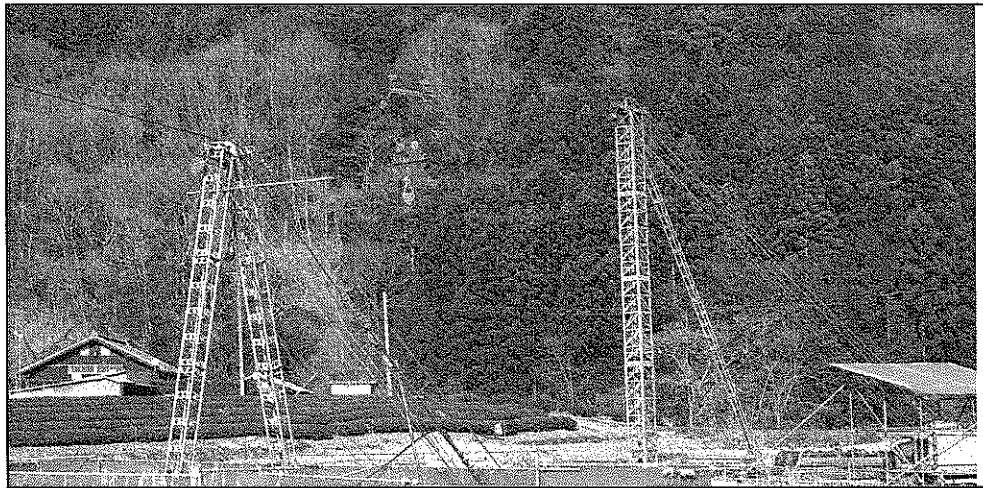
(五)機關拜會解說及現地會勘狀況：



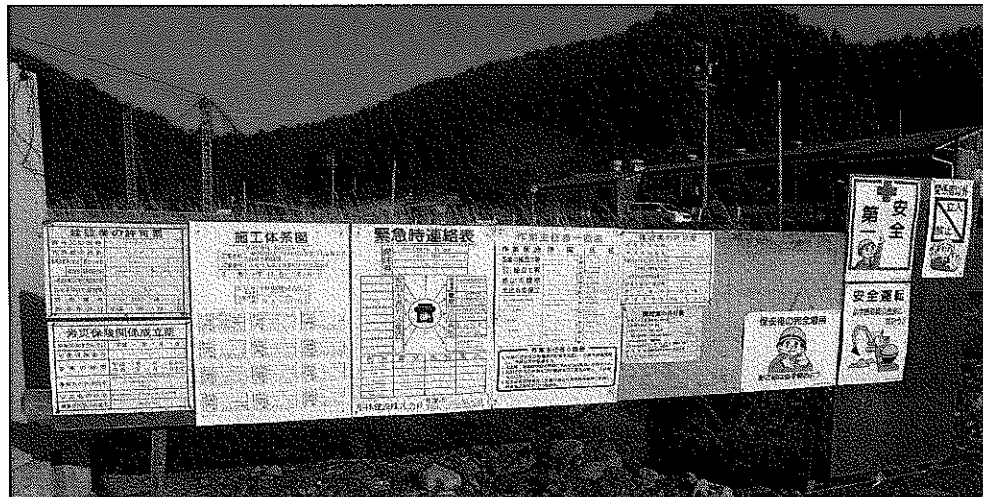
濱松土木事務所天龍支局課長簡報解說(資料來源：活動照片)



門島地區崩塌災害現場解說及勘查(資料來源：考察現場照片)



利用鋼吊索運送工程材料及簡易機具(資料來源：考察現場照片)



落實勞工安全措施及施工安全管制警戒(資料來源：考察現場照片)

二、伊豆大島土石流災害

(一)考察時間：103年2月26日-27日

(二)現況概述：

- 1.人口：8,384人（元町2,684人、北之山1,426人、岡田861人、泉津395人、野增556人、差木地1,763人、波浮港699人）。
- 2.地勢：三原山標高758m，山林原野占全島面積7%。
- 3.面積：91.06km²（東西9km、南北15km、周圍52km）。
- 4.位置：東經139度21分~28分，北緯34度40分~48分。
- 5.距離：東京→120km，熱海→46km，伊東→36km，稻取→28km。

(三)災害緣由及損失：

- 1.在10月16日第26號颱風經過關東地區伊豆半島及大島等地區，因為總雨量高達824毫米(大島町)，因該處土砂來源主要為火山爆發的火山灰堆積層，特殊地質架構，不透水的塊狀熔岩加上表層鬆散的凝灰岩層(1~2公尺厚均為軟弱土壤)，造成雨水入滲後幾乎集中在兩岩層的界面中，引發超額的間隙水壓，觸發大面積的表層崩塌，引發土石流，進而造成下游大面積的土石淹漫，造成死亡35人，失蹤5人。
- 2.因颱風第26號的災害影響，11月號宣導刊物停刊，於11月1日發行「災害臨時號」，並對於因此次災害而過世的亡者表示哀痛之意，對於受災者亦由衷表示慰問之意。

因颱風第26號所造成的土砂災害，在此向喪失的多條寶貴生命及遺族們表示憑弔慰問之意。同時也衷心祈禱能盡早尋獲下落不明者，將其送至家人身邊。並且對於受災的居民由衷的表示慰問之意。

照理應該優先進行失蹤者的搜索、瓦礫的撤除、受災戶的支援、復興作業的進行等，但由於擔憂持續接近的豪雨、颱風氣象，使得災後仍處於警戒緊張狀態。雖一度對全島發布避難勸告・避難指示，但由於居民們沉著的判斷與行動，使得災害並未擴大，在此向居民們表示感謝。另外，以災害現場為中心，晝夜不分辛勤付出的各位，在此向各位表示最高的敬意。

今後將更重視這層與居民們間共患難的情誼，公的所有同仁將全力為町的復興、重建盡心盡力，請各位居民對於各項措施之推行給予理解及配合。至今本町接受了來自全國各地的捐款及救援物資，非常感謝大家的溫情支援及鼓勵。在此再次向各方表示至深的感謝。

大島町災害對策本部長大島町長 川島理史

(四) 災害硬體復建：

1. 1986 (昭和 61) 年 11 月，三元山火山爆發，當時建設省新設「火山防砂事業」。
2. 「伊豆大島總體熔岩流對策事業」，計畫降灰量為 1 億 m³，規模為 100 年頻率 (日雨量 470mm、時間最大 115mm)。「全體計畫」，包括：
 - (1) 19 溪流 4 地區 (約 540 億日幣)。
 - (2) 熔岩流 4 地區 (熔岩導流堤 4 基、約 85 億日幣)。
 - (3) 火山泥流 19 溪流 (堆積工 7 基、捕捉工 80 基、流路 21.9km、約 375 億日幣)。
 - (4) 軟體對策 (雨量計、土石流、熔岩流監視裝置、約 80 億日幣)。

(五) 災害軟體復建：

1. 定期發行「宣導大島災害臨時號」分送住民，除表達對亡者哀慟之意，並報導最新搜索行動進度及災害復興資訊等。
2. 町長向東京都知事提出災害派遣要求，特別是自衛隊，協助完成基本救助，搜救任務，則包括警視廳、東京消防廳等。
3. 設立「大島町災害復興本部」，以迅速且有計畫性進行本町的復興及住民生活重建事業。
4. 動工興建「緊急臨時住宅」，以 1 個月完工為目標。
5. 災害導致住宅全倒、半倒，提供支援，包括：緊急住宅修繕 (半倒的受災戶可申請最高 25 萬元的補助)、應急臨時住宅 (全倒的受災戶)、災害復興住宅貸款 (住宅支援機構提供最長 35 年固定利率的貸款)、災害復興住宅資金利息補助 (可申請東京都的利息補助) 等。
6. 提供受災者諮詢服務，包括：遺族的應對費、對因災住院者的支援、對因災住院者家屬的支援、對住家受災者的支援等。
7. 設立「大島社會福祉協議會」，招募災害志工，處理志工派遣，進行瓦礫撤除、清除垃圾、室內清掃等工作。

8. 「東京都生活文化局宣傳推廣部」針對島嶼居民實施免付費法律諮詢，由律師於固定時間接受電話諮詢，並嚴守個人隱私保護守則。
9. 「大島町兒童家庭支援中心」接受町內未滿 18 歲的兒童及其家庭各類問題諮詢，包括：因故無法上學、遭遇生活困難、利用社會福利設施服務、暫時協助照顧兒童、臨時托育等。
10. 復興作業中發現的流失物品，由町公所住民課進行保管，並依序進行分類工作。
11. 受災車輛處理有二，其一，統一由町依賴業者處理，註銷登記的手續費自行負擔，其餘的處理費用由町公所負擔；其二，請委託汽車維修工廠進行註銷登記，其後只要與地域整備課聯絡，其餘的處理費用由町公所負擔。
12. 自來水費減免措施，受災建築物的自來水使用契約簽訂者，與前一年同一時期的使用水量比較，增加的金額給予減免。
13. 住家半倒以上的受災戶，或家中主要生計負擔者失業、死亡、受重傷等且無收入，國民健康保險免除部分負擔金額。
14. 當發生殘酷的事件後，可能會發生心情的難過、悲傷等，甚至心慌意亂，町公所福祉健康課、島嶼保健所大島辦公室、都立精神保健福祉中心等提供災民心理諮詢。

(六) 土砂災害的應對：

1. 懇請町內所有居民理解及配合

因颱風第 26 號所造成的土砂災害，在此向喪失的多條寶貴生命及遺族們表示憑弔慰問之意。目前，町公所除了全力搜索仍行蹤不明者之外，同時對於受災居民進行生活支援，朝著重建・復興的方向努力前進。

另外，因大島町受到颱風第 26 號豪雨的影響，引發了大規模的土砂災害，使得部分地區被認為土砂災害發生的危險性高於過去的標準。因此，東京都及氣象廳對於大島町的土砂災害警戒資訊及大雨警報・大雨注意報之發布基準降低為原來的 80% 來執行。於 10 月 19~20 日的降雨及 10 月 25~26 日的颱風第 27 號接近時，發布了避難規勸及避難指示之命令。深切感謝居民們沉穩的配合避難行動。然而，因「需警戒之區域」之公告作業尚未完成，而造成部分混亂情況及造成居民困擾的部分，在此致上十二萬分的歉意。

雖然大島町根據過去至今的調查已設定了「需警戒之區域」及「大島町針對土砂災害之避難等基準」，然而這些設定將根據今後降雨與土砂災害之關係等相關調查同時進行檢視，並因應其必要性進行設定上之變更。

2. 防災氣象資訊及其利用

大雨的狀況	氣象廳發布的資訊	町的應對
1日左右前 發生大雨的可能性增加 ↓ 半天~數小時前 開始降雨 雨勢增強 ↓ 數小時前~1、2 小時前 ↓ 大雨雨勢更加強 烈 ↓ 有受災擴大之慮	「關於大雨之氣象資訊」 事先發布警報・注意報 「大雨注意報」 有可能造成災害之情況 若可能發布警報則先行預告 「大雨警報」 有發生重大災害可能之情況 「關於大雨之氣象資訊」 大雨的狀況(地區及雨量)資 料 「土砂災害警戒資訊」 土砂災害發生之危險性攀升 之情況(與東京都共同發布)	●相關業務負責人之聯絡 確認。 ●氣象資訊及雨量的狀況 蒐集 ●應警戒區域的巡視 ●告知氣象資訊並提醒注 意廣播 (防災行政無線電) ●避難所的準備與開設 ●對必要之地區發布「避難 準備」「避難規勸」之命令 (防災行政無線電、宣傳車 等) ●對必要之地區發布「避難 規勸」或「避難指示」命令

3. 土砂災害的避難基準

大島町針對土砂災害之避難等基準				
「大雨注意報」 「大雨警報」 「土砂災害警戒 資訊」	大島町的應對		居民的行動	
	需特別警戒之 區域	其他需警戒 之區域	需特別警戒之 區域	其他需警戒之區 域
「大雨注意報」	提醒注意廣播	提醒注意廣 播	注意氣象資 訊、防災無線 電臺之廣播	注意氣象資訊、 防災無線電臺之 廣播
「大雨注意報」 + 預測將下豪雨或 實際已下豪雨的 情況	對災害時需要 照護者進行支 援行動		對災害時需要 照護者等避難 行動耗時者進 行先行避難 其餘者進行避 難準備	
「大雨警報」	「避難規勸」	對災害時需 要照護者進 行支援行動	開始避難	對災害時需要照 護者等避難行 動耗時者進行先 行避難 其餘者進行避難 準備
「大雨警報」 + 預測將下豪雨或 實際已下豪雨的 情況				
「土砂災害警戒 資訊」	「避難指示」	「避難指 示」	尚未完成避難 者立刻避難 當危險迫在眉 睫，採取保命 行動措施	開始避難
「土砂災害警戒 資訊」 + 周邊已發生土砂 災害的情況			尚未完成避難者 立刻避難 當危險迫在眉 睫，採取保命行 動措施	

◎此避難基準為對於需特別警戒之區域所設定之暫定標準。此基準將蒐集日後

的降雨履歷及土砂災害之發生狀況來進行其適宜性的檢視、檢討。

- ◎土砂崩落的前兆有：地鳴、山鳴、樹木的搖動聲音、石頭互相撞擊之聲、落石、地面產生裂縫、地面隆起、水質變濁、坡面出水等現象。若已發生上述現象，請立即避難。然而，崩塌的發生未必都有前兆。
- ◎氣象廳所發表的「大雨注意報」「大雨警報」及與東京都共同發布的「土砂災害警戒資訊」，大島町全區域都視為範圍內。大島町根據氣象廳提供的資訊判斷何地區有土砂災害發生之危險，針對危險區域下達避難規勸之命令。即使發布「大雨警報」，大島町未必對所有區域都發布避難規勸之命令。
- ◎除了上述之外，位於靠近崖邊、濕地的地區，請平時就多加注意是否有前兆現象的發生，確認如何保命之行動措施。

4.避難與準備

- 確實確認住家周邊可能發生土砂災害危險之地點，並掌握避難所位置及至避難所之路線。
- 緊急避難須攜物品請事先做好準備。
- 請依照防災無線電廣播之內容、消防團員的指示進行避難行動。
- 請互相通知鄰居避難，並注意年長者的安全。
- 夜晚或正下大雨時的避難行動有可能發生困難，故請提早進行自主避難。
- 當已發生崩塌或溪水氾濫之情況來不及逃跑時，因外出可能反而遇難，故請待在二樓或至附近較為堅固的建物等安全場所避難，自行採取保命的行動措施。

5.氣象資訊

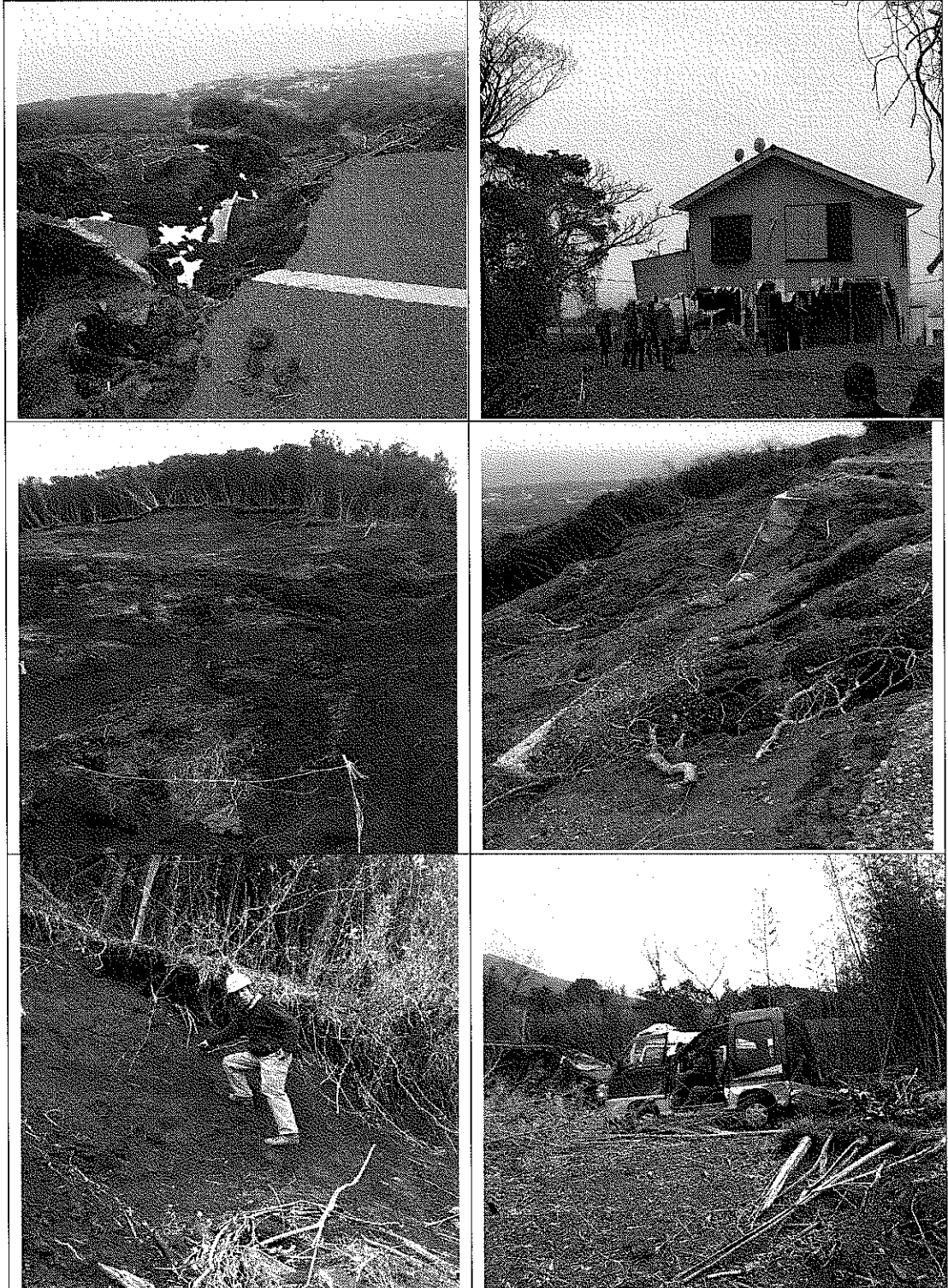
- 氣象廳網站
<http://www.jma.go.jp/jma/>
警報・注意報
<http://www.jma.go.jp/jp/warn/1336100.html>
土砂災害警戒資訊
http://www.jma.go.jp/jp/dosha/319_index.html
- 國土交通省防災資訊提供中心(手機用)
<http://www.mlit.go.jp/saigai/bosaijoho/i-index.html>
- 東京都 水防災綜合資訊系統
http://www.kasen-suibo.metro.tokyo.jp/im/uryosuii/tsim0104g_442114.html

6.土砂災害危險溪流

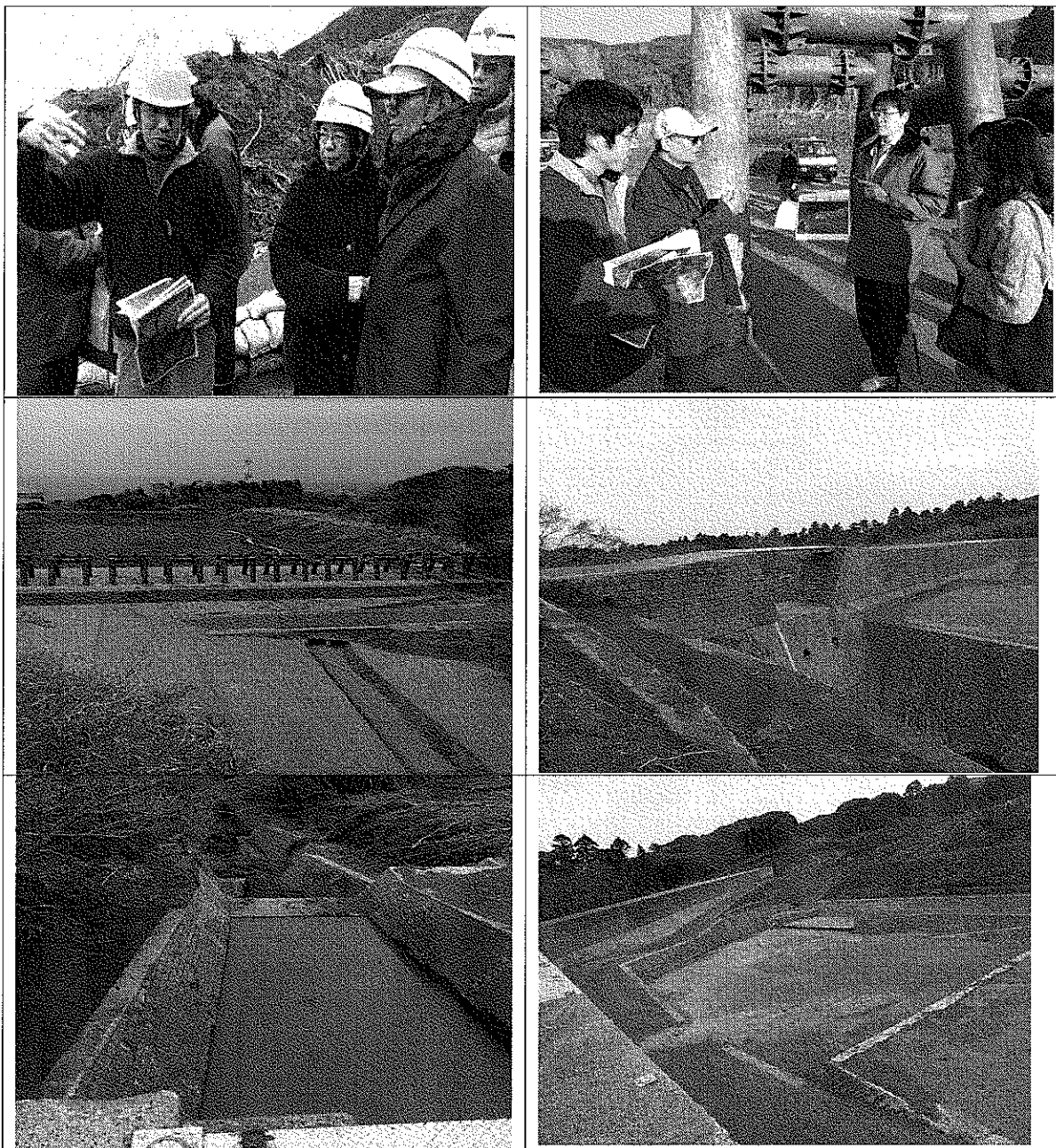
經本次災害後，繪製大島各地區之「土砂災害潛勢溪流 陡坡地崩塌危險處所圖」(詳附錄)，並清楚標示下列相關資訊：

- (1) 需警戒之區域及處所、保全戶數。
- (2) 自行填入自主防災項目，如所屬自主防災組織、自己為哪個區域、自己是否為災害時需要被照護者等。
- (3) 發布「提醒注意」、「避難準備」、「避難規勸」及「避難指

- 示」廣播時，對應之行動。
- (4) 避難所及預備用之避難所。
 - (5) 其他事項



伊豆大島災害現地勘查照片（一）(資料來源：考察現場照片)



伊豆大島災害現地調査照片（二）(資料來源：考察現場照片)

三、小結：

(一)門島崩塌災害復建工程

- 1.治山防砂對策異同：日本對於土砂災害朝考量國土保全的理念，就以天龍川上游門島崩塌地為例，雖該崩塌地距離保全對象較遠，惟有大量土砂崩塌潛勢，乃持續辦理整治工作；臺灣則衡量崩塌區位、保全對象、整治效益等，採取不同的治理作為，區分整治優先順序，以達整體效益的最大化，若以本次考察門島崩塌地而言，可能就採取部分整治與部分自然復育的方式辦理，就出發點而言，並無對錯之論，僅是面對問題的態度異同，可作台日經驗交流的重要參考。
- 2.政府與人民共同關心國土：土砂災害絕大部份都是發生後，再採取適當的處置整治，若能人民關懷國土的理念，當發現國家土地有異狀，能即刻通報，政府再進以專業的評估協助，採取適當的作為，可大大降低災害的損失。門島當地居民發現異狀能觀察並即刻通報，而政府部門立即建立簡易觀測系統，無造成人員傷亡，實為防災成功案例。
- 3.整體整治觀念：門島崩塌地大量土砂下移堆積河床，可能造成堰塞湖，因此治理策略考量了土砂及河川影響，擬定 6 大策略，從土砂滑動的監測至河川水力的確保，乃至未來的土石流災害的防止、避難區域及堆積崩土的對策之整體考量，檢討原則，對症處治，避免下次颱風降雨造成新的災害。本崩塌地整治後，經颱風降雨(356MM/DAY)的考驗，無造成人員傷亡。
- 4.無人工施工及快速取得施工土地：門島崩塌地上層茶園，仍有裂縫及未滑落之土體，採取無線遠距離操作之挖掘機，除提高工程品質外，亦確保施工人員的安全。另為新闢排水道能迅速有效取得土地，立即施工，藉由改道來避免崩塌區基腳沖刷，人民快速同意提供土地整治後，以確保土地安全，不盲目抗爭或拖延，避免二次災害性生，可作為未來水土保持工程努力的方向。

5 工程環境及工安維持：本崩塌地的工程環境，井然有序，工地管理、工程作業，亦有相關的標準作業流程，，工地現場勞工安全措施及施工安全管制警戒相當完善，我國近年來對工程安全之作為亦有長足進步，惟如何積極落實，貫徹執行仍有需加強。

(二) 伊豆大島土石流災害

- 1.火山爆發重大災害，重大風險概念：伊豆大島曾發生火山爆發，由於火山爆發所造成的傷害極大，無法使用工程手段避免，相關工程設施主要為預防火山爆發災害，整體防治預算高達 540 億日幣，設計降灰量達 1 億立方公尺。而台灣亦有火山爆發的潛在性威脅，雖就地質周期而言是較為長內(幾百年或幾千年)，惟目前台灣僅作監測並無相關針對火山爆發採取任何策略或措施，日本的經驗可作為我國防災的參考。
- 2.監測及預警系統的建置及檢討：伊豆大島特殊的地質狀況，加上超大降雨的因素，引發土石泥流災害，可見無論是單一災害或複合型災害，發生前都有些徵兆，再加上環境條件的配合，就可能引起莫大的災害，因此平時的監測及預警系統就顯得非常重要，目前日本是以預測降雨量作為防災預測基礎，惟相關災害的起動基準仍待研究調查；台灣目前除針對降雨預測逐漸精緻化外，對於土石流警戒亦區分黃、紅色警戒，提高災害的預警的專業化。日本政府經本次伊豆大島的土石流災害後，提高東京都及氣象廳對於大島町的土砂災害警戒，即將發布之基準降低為原來的 80%來預警，此方式類似農委會水保局對於重大災害後即檢討修正土石流警戒基準值。
- 3.撤退防災與避災作業的落實：本次土石流災害為例，在凌晨 2 時，當時時雨量高達 118.5mm 的大雨，時間因素及加上島上居民大多是年級較大之百姓，且伊豆大島於事發前並無土石流災害相關整備及應變等標準作業程序，導致雖於前一日下午 6 時 5 分有東京都及氣象廳發布之土砂災害警戒情報，仍未能於事件發生前儘早疏散危險地區

民眾，造成人員傷亡；相對於臺灣，許多地區亦有相同的情形，如位地質敏感地區（土石流警戒區等），且居住人民皆是年級大，再者民眾有時不願撤退離家，常造成人員傷亡及事後救災成本高，若能以避災防災於前，落實撤退作業，除可大大降低傷亡外，亦可減少災後救災成本，本次事件值得日本及臺灣的借鏡。

4. 緊急機動部隊的組成：日本國土交通省於 2008 年 5 月成立了緊急災害對策派遣隊(簡稱 TEC-FORCE)，針對土砂災害專家及技術人員的派遣支援，由國土交通省及各地方建設整備局及事務局選派約二千六百人，以任務編組方式，擔任大規模災害時災害迅速反應與支援團隊。本次伊豆大島災害事件，於 10 月 16 日至 11 月 15 日期間，總計派遣約 1,265 人，提供技術支援，發揮極大功效，值得我方參考成立相關之機制。
5. 多層面的災後重建及檢討：伊豆大島土砂災害發生後，除警報發布等應變措施的檢討外，災後的善後、復原、重建等環境層面工作同步進行，然更重的另一層面，是島上居民的心理層次的重建與復原。町公所適時發行「宣導大島災害臨時號」分送住民，除表達對亡者哀慟之意，並報導最新搜索行動進度及災害復建資訊等且政府與媒體保持開放且合作關係，主動公布災害警戒區域及政府的安全與應變計畫，應用媒體及網際網路等方式加強防災宣導資料，藉以強化與深植防災應變意識，如此多方面的防災及災後重建作為，也重新建立地方政府與百姓緊密結合及信任，並足以面對下次可能災害。由此次日本的經驗，臺灣於重大災害如何面對災民、與媒體的互動及社會大眾等是為重要的參考事件。
6. 中央與地方權責差異：日本土砂災害發生時的警報發布等應變措施，以及災後的善後、復原、重建等工作，絕大部分係由町公所主導及執行，面對天然災害的瞬息萬變及重重挑戰，町長身為最基層行政首長，卻應承擔相當責任及承受相當壓力，此與台灣的防災、救災、應變體制的層層管制及分層負責有別。

7.非工程的措施漸漸重於工程的防治：伊豆大島是海島型島嶼，人口約8千多人，大多是漁民及年級較大的人口，面對可能的地震、海嘯、颱風、火山爆發的威脅及地質的特殊性，隨時可能都會發生大規模災害的，然工程保護有其極限，工程防治是必須，確不是萬能，角色漸轉變成預防性，爭取預災防災的時效性；非工程措施的定位逐漸重要，從監測、預警、避災、撤退安置、緊急救難及災後重建復原，都顯示氣候變遷下，極端災害事件頻繁，面對重大災害的思維的轉變。

肆、共同研究討論會議及行政官會議

「日臺砂防共同研究討論會議及行政官會議」於2月28日在日本砂防會館筑後會議室召開，議程詳如附下表。台日雙方在「土砂深層崩壞」、「堰塞湖災害」及「流域土砂管理」等三議題之研究成果報告後進行討論。最後，臺日雙方進行砂防行政官會議，討論土砂災害對策等議題。

日臺砂防共同研究討論會議及行政官會議議程表

日台砂防共同研究打ち合わせ會議及び砂防行政官會議 プログラム

1. 日時 平成26年2月28日(金) 10:00~17:00
2. 場所 砂防會館 3階 會議室「筑後」
3. プログラム
 - (1) 砂防共同研究打ち合わせ
 - 深層崩壞
 - 「深層崩壞のリスク評価について」
(独) 土木研究所土砂管理研究グループ主任研究員 木下篤彦 10:00~10:15
 - 「深層崩壞の調査、観測、警戒の現状と未来」
中華防災学会 名誉理事長 謝正倫 10:15~10:30
 - 「衛星 SAR 解析による大規模崩壊前微動の抽出」
国土技術政策総合研究所砂防研究室主任研究員 水野正樹 10:30~10:45
 - 質疑応答及び討議 10:45~11:30
 - 天然ダム
 - 「天然ダムに対する取り組み～観測・調査等の対応～」
(独) 土木研究所土砂管理研究グループ主任研究員 森田耕司 11:30~11:45
 - 「天然ダムの調査、評価と処置の現状と未来」
中華水土保持学会 理事長 陳樹群 11:45~12:00
 - 質疑応答及び討議 12:00~12:30
 - 【昼食 12:30~13:30】
 - 大規模土砂流出
 - 「大規模土砂生産後の流砂系土砂管理」
国土技術政策総合研究所砂防研究室長 蒲原潤一 13:30~13:45
 - 「流域土砂の変動観測と評価の現状と未来」
水土保持局治理組 組長 王晉倫 13:45~14:00
 - 質疑応答及び討議 14:00~14:30
 - 総合討議 14:30~15:30
 - 【休憩 15:30~15:45】
 - (2) 砂防行政官會議 15:45~17:00
 - 土砂災害対策に関する組織、法律、予算
 - その他土砂災害対策に関する政策的な課題

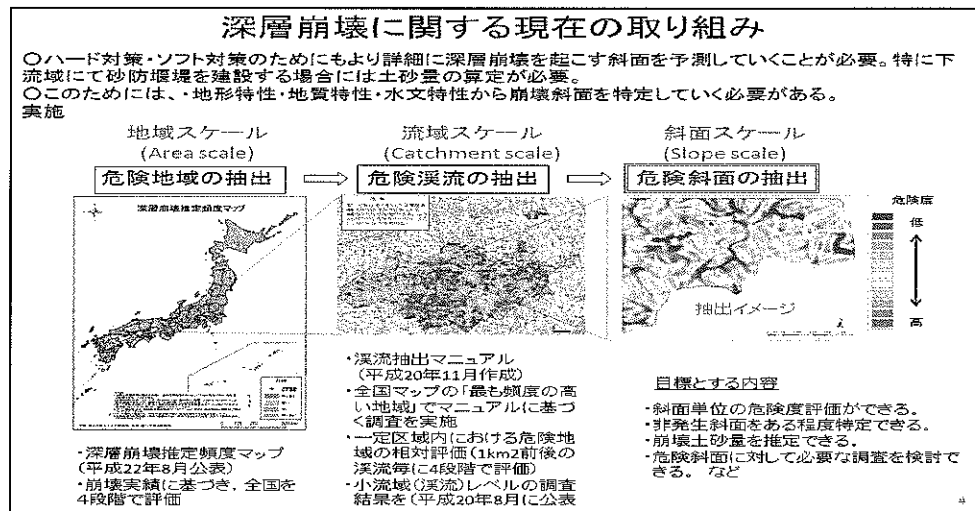
一、土砂深層崩壊

(一) 關於深層崩壊之危險評估

報告人：獨立行政法人土木研究所土砂管理研究組木下篤彦主任研究員

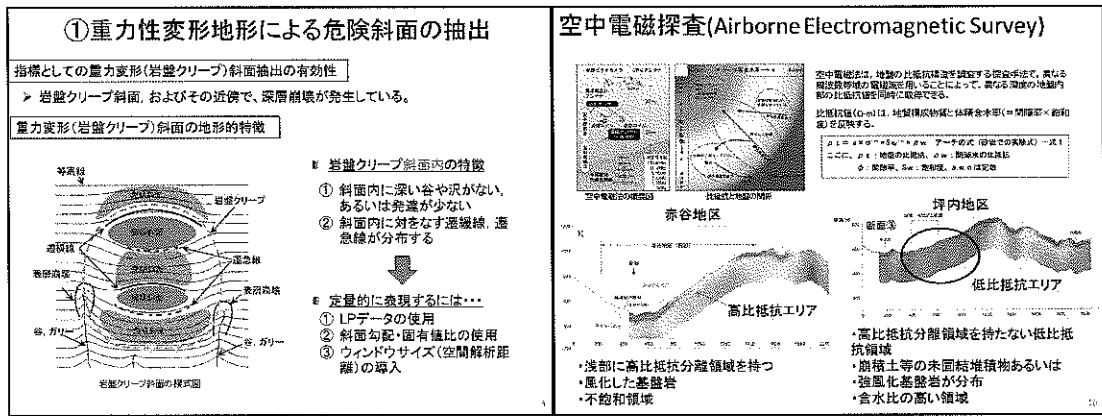
報告摘要：

1. 日本深層崩壊調查研究，已於 2010 年及 2012 年公布跟地質相關的深層崩壊遺跡之調查圖資。
2. 有關深層崩壊危險區域的抽出，依據地形特徵，地質特徵和水文特徵進行，已完成區域尺度及流域尺度抽出，坡面尺度抽出目前仍在進行。



日本深層崩壊危險地區抽出實施方式(資料來源：簡報資料)

3. 坡面抽出方法考量：(1) 重力性變形之危險區域抽出，即利用岩盤潛移特徵及雷達數值地形資料解析；(2) 空中電磁探查之危險區域抽出，透過探查技術瞭解地層不同深度內變化及地下水位分布情形。



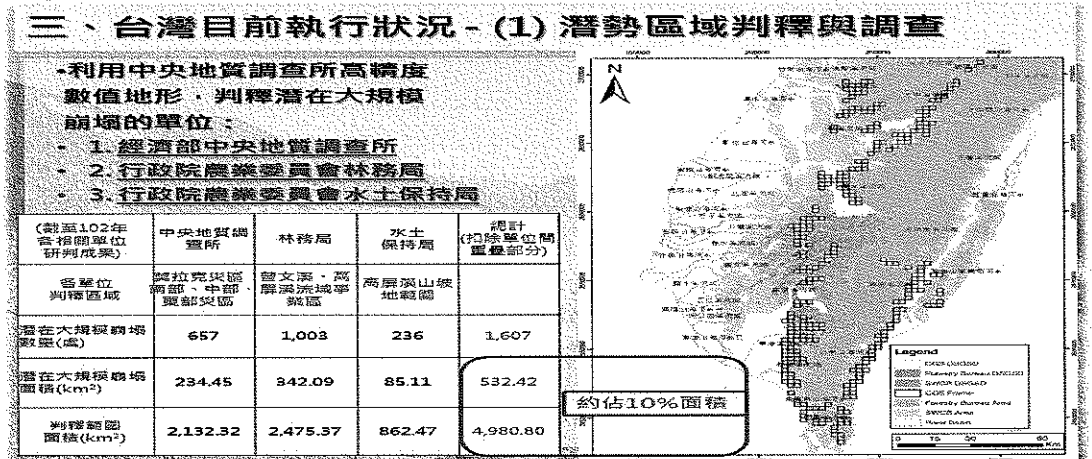
深層崩壊坡面尺度危険区抽出方法(資料來源：簡報資料)

(二) 大規模崩壊防減災工作執行現況與未來

報告人：中華防災學會謝正倫榮譽理事長

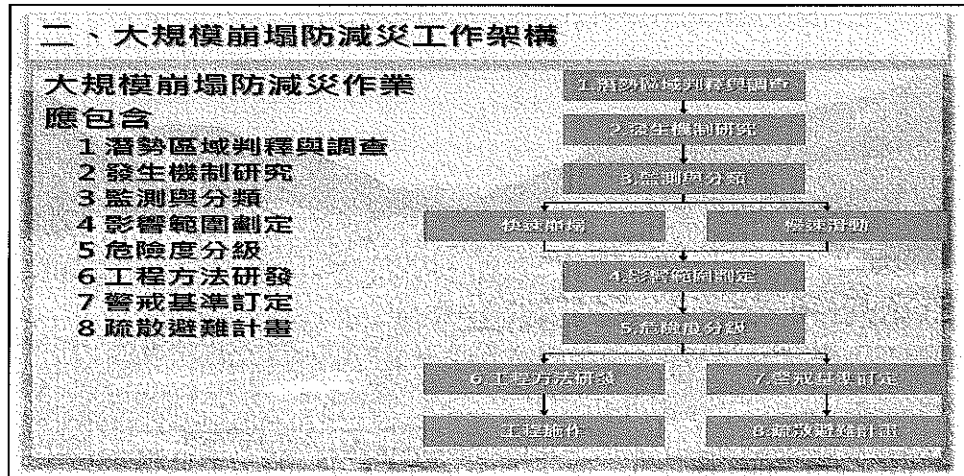
報告摘要：

1. 在臺灣，目前大規模崩壊包含了地滑與深層崩壊兩種類型，然對於慢速運動之地滑或快速運動之深層崩壊，尚未有明確之分類方法，日方亦有同樣問題。
2. 大規模崩壊潛勢區位判釋與調查工作，目前臺灣已完成中部及南部約 4,981 平方公里之判釋範圍。



大規模崩壊潛勢區位判釋與調查成果(資料來源：簡報資料)

3. 說明整體大規模崩壊防減災工作包括潛勢區域判釋與調查、發生機制研究、監測與分類、影響範圍劃定、危險度分級、工程方法研發、警戒基準訂定、疏散避難計畫之、危險度評估、警戒值訂定及工程方法研發等項目，未來將依規劃期程推動及進行相關研究。



大規模崩塌防減災工作流程及架構(資料來源：簡報資料)

4.大規模崩塌之防減災工作，目前針對潛勢區之判釋方法、地表活動性監測、潛勢區監測系統及發生機制等均已有初步成果，另有影響範圍劃定、警戒基準設定及緊急工程處理等工作，已規劃研究期程，仍需進一步研究。

三、台灣目前執行狀況 - (4) 影響範圍劃定

• 已有初步方法，但尚未進行實際應用

方法一：等價摩擦係數 方法二：數值模擬

$$f_e = \frac{H_L}{L} = \tan \phi_e$$

(Helm, 1942; Hsu, 1975; Okura et al., 2003)

ϕ_e ：等價摩擦係數，0.2~0.7
 ϕ ：等價摩擦係數的摩擦角

三、台灣目前執行狀況 - (5) 危險度分級

• 已有初步方法，但尚未進行實際應用

危險度分級	發生潛勢因子等級		
	低	中	高
高	低	中	高
中	低	中	高
低	低	中	高

三、台灣目前執行狀況 - (6) 工程方法研發

• 已有初步方法，但尚未進行實際應用

- 對於大規模崩塌，治理手段原則與過去地滑整治相近，以降低地下水之影響為主要目標，然需根據規模考慮其必要性
- 針對大規模崩塌，在硬體工法部分，應以減災為主要考量，而非過去以硬體手段作為主要方法

三、台灣目前執行狀況 - (7) 警戒基準訂定

• 已有初步方法，但尚未進行實際應用

• 從發生機制來看，大規模崩塌之發生需同時考慮降雨與地下水位之變化，因此在警戒基準上，應同時將雨量及地下水列入考慮

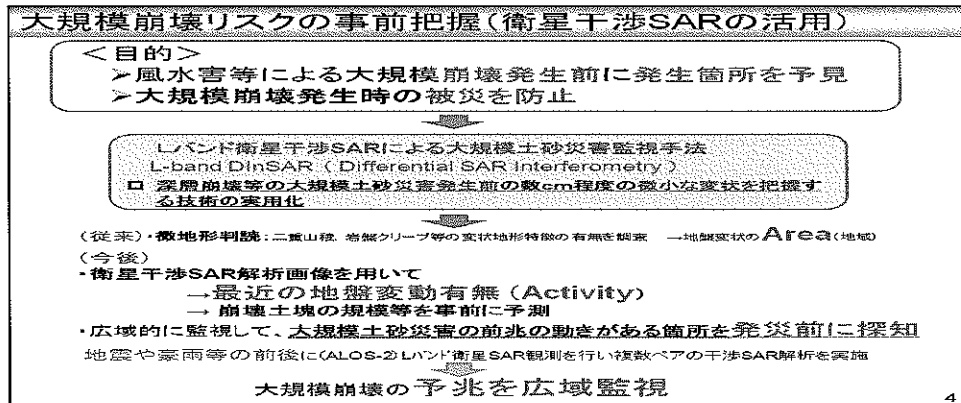
大規模崩塌防減災工作初步研究成果(資料來源：簡報資料)

(三) 由衛星 SAR 解析進行大規模崩塌前微動之抽樣

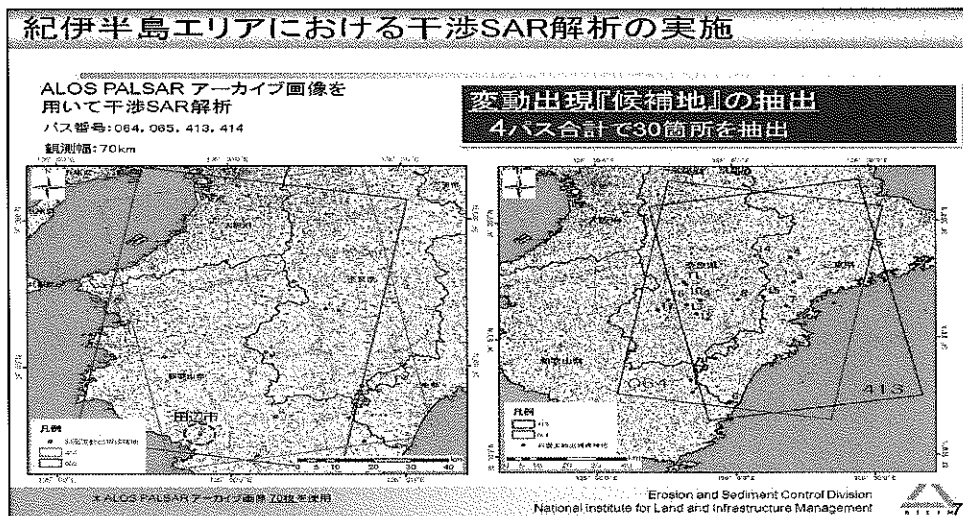
報告人：國土交通省國土技術政策總合研究所危機管理技術研究中心
水野正樹主任研究官

報告摘要：

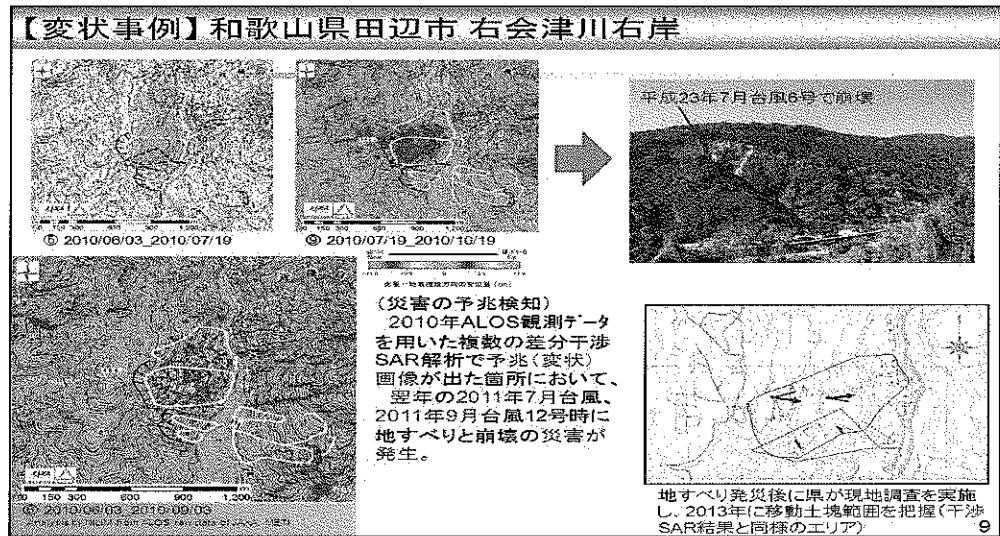
1. 研究成果顯示，可利用衛星干涉 SAR 影像解析，應用於風災前判釋最近地盤有無活動及大規模崩壞的事前預測。
2. 有關衛星 SAR 影像解析工作，以紀伊半島為例，利用 70 多張衛星影像解析，找出近 30 處地形有變化區位。
3. 和歌山縣田邊市右会津川右岸，使用 2010 年 ALOS 衛星觀測數據分析的地方，於次年的颱風 2011 年 7 月及 2011 年 9 月，發生滑坡崩塌災害。
4. 有關干涉 SAR 影像解析有移動區位，亦有裝設 GPS 觀測點進行現地調查監測，可與影像解析做比對。



衛星 SAR 應用風災(資料來源：簡報資料)



衛星 SAR 判釋(資料來源：簡報資料)



和歌山縣田邊市右会津川右岸-滑坡崩塌災害分析(資料來源：簡報資料)



SAR 影像解析、GPS 觀測點與影像解析做比對(資料來源：簡報資料)

(四) 綜合討論

1. 日本目前所判釋深層崩塌亦包含地滑及深層崩塌兩種在內，由於岩盤潛變與深層崩塌關係較密切，而且非岩盤潛變亦有可能發生深層崩塌，所以可能等發生機制較明瞭後再予以區分。
2. 衛星 SAR 影像有時會受到干擾，雖能觀測出地形有變化，但無

法精確到底變化幾公分，必須同一地區利用多張圖比較才能看出其變化，甚至換不同時期來比較。

3. 目前日本對於深層崩塌在分工上是由土木研究所負責發生機制與防治工法的課題，國土技術政策總合研究所負責危險區的抽出、發生前的前兆判斷技術與雨量警戒及避難計畫等的課題。深層崩塌的發生規模大但機率低，故硬體對策要考量成本效益，並結合流域計畫來辦理。
4. 為減少深層崩塌危害，故必須先做危險地區的抽出及評估，以找出危險度高的地區，再考慮軟硬體策施來減災，重點是在疏散避難及警戒基準；通常先找出危險地點再訂疏散避難基準，
5. 深層崩塌發生之前通常是微動，雖然不能清楚的找出深層崩塌之發生點，但找到危險度高的區域即可導入地滑類似的監測方式進行，警戒則是以監測的移動方式為準。所以現在重點為先找出深層崩塌危險性高的地方。
6. 日本調查深層崩塌，會先以空中電磁探測、地下水壓與水質調查（量測地下水 SiO₂ 及電導度 EC 變化等），俟找到確定深層崩塌的地區再進行鑽探等細部調查工作。

二、堰塞湖災害

（一）最近的堰塞湖觀測及調查

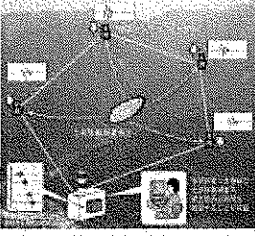
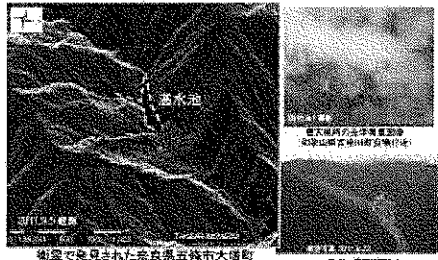

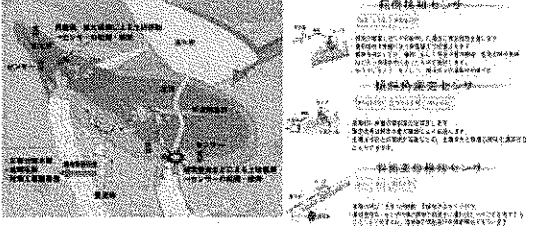

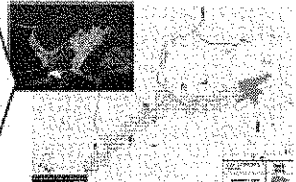
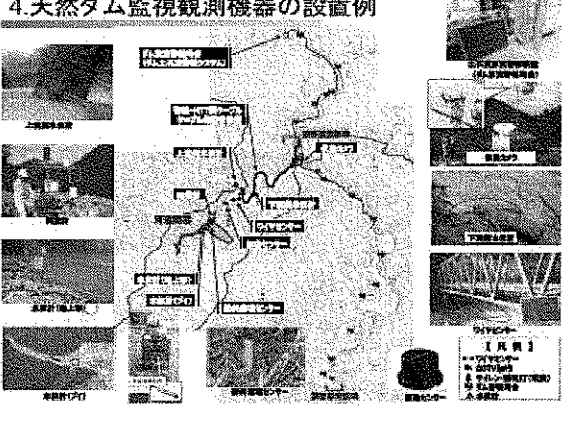
報告人：獨立行政法人土木研究所土砂管理研究組森田耕司主任研究員

報告摘要：

1. 日本於堰塞湖措施包括(1)堰塞湖早期發現技術(2)堰塞湖監測技術(3)堰塞湖潰決後發生土石流之早期警戒避難支援技術。
2. 因堰塞湖發生位置通常位於偏僻山區，早期發現技術可以地震波定位技術及人造衛星影像判釋發生位置。
3. 監測儀器包括上游水體則以空載投送水位計(採衛星通訊及太

陽能電力)監視，下游可裝置土壤含水計、震動感知器及坡面變位檢知器。

4. 早期警戒避難技術方面，則於堰塞湖形成後，利用空中俯視計測土堤形狀及推估潰決後發生土石流可能到達之範圍，作為早期警戒避難措施之推定。

<h3>1. 早期発見技術</h3> <p>山地等居住者が少ない地域でも、ヘリコプタが飛行不可能等で目視できない状況であっても、早期に天然ダムの形成を発見できる技術・仕組みの構築を進めている。</p> <p>①地震動波形による発生位置・時刻の概略を特定</p>  <p>地震計ネットワークを用いて、大規模土砂移動現象の振動を観測し、震源特定解析によって、土砂移動現象の発生箇所と時間を予測するシステム</p> <p>一大規模な土砂移動現象を広域に監視できる</p>	<h3>1. 早期発見技術 ②人工衛星による視認</h3> <p>従来の、気象や地震時には広域に天然ダムの発生確認が出来なかった、衛星画像解析による観測と監視の利便技術により、従来の観測条件下においても山間部の未確認の天然ダムを早期発見が可能となった。</p>  <p>衛星で発見された奈良県五條市大田町赤谷の河道堰塞</p> <p>鹿児島県薩摩川内市大田町の河道堰塞</p>
<h3>2. 監視技術</h3> <p>天然ダムを発見した後に、天然ダムによる被害の可能性を時々刻々把握するための監視技術は、山地でも対応できるよう設置方法、電力確保、通信手段の確保等への留意が必要。</p> <p>①越流侵食の発生の可能性の監視</p> <p>・土研式投下型パイプ</p>  <p>溜水位を常時計測し、越流侵食の可能性について監視</p> <ul style="list-style-type: none"> ●可搬性 (ヘリコプタによる投下・設置可能) ●通信 (衛星通信によるデータ転送) ●電力 (太陽電池) 	<h3>2. 監視技術</h3> <p>②天然ダム形成の原因となった斜面の動きや天然ダム土堤の動きを監視し、リスク変化を把握するための技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ●斜面崩壊検知センサ - 土塊や地盤の変化(傾斜や変位)を監視 
<h3>3. 早期警戒避難の支援技術</h3> <p>天然ダム形成発見後、速やかに天然ダム土堤の形状を計測し、越流侵食・決壊が発生した場合に土石流が到達する可能性がある区域を推定する。</p>  <p>ヘリコプタから天然ダム形状の計測を実施</p>  <p>天然ダム越流・決壊後の土石流到達可能区域の推定</p>	<h3>4. 天然ダム監視観測機器の設置例</h3>  <p>上流堰塞湖監視 土堤監視 土堤形状計測 土堤傾斜計測 土堤変位計測 土堤水位計測 土堤土質計測 土堤土質計測 土堤土質計測</p>

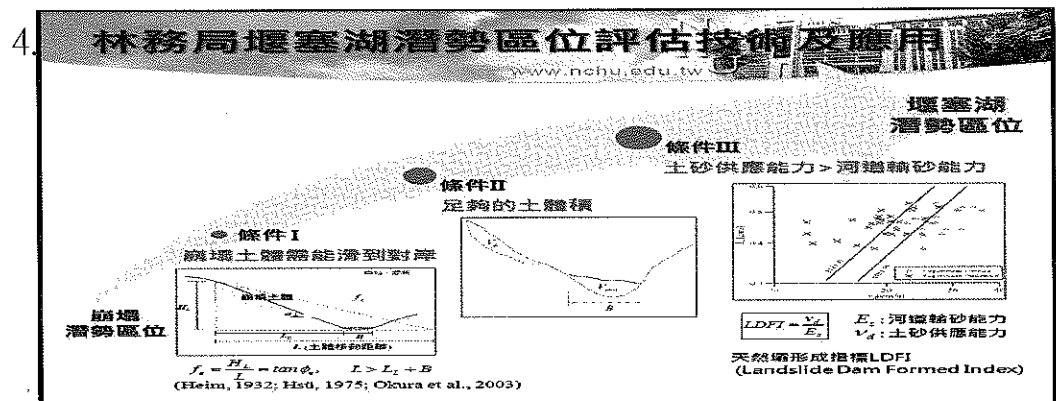
堰塞湖観測及調査(資料來源：簡報資料)

(二) 全球首創可調流量高精準土石流觀測試驗場－惠蓀林場蘭島溪系列堰塞壩潰決實驗

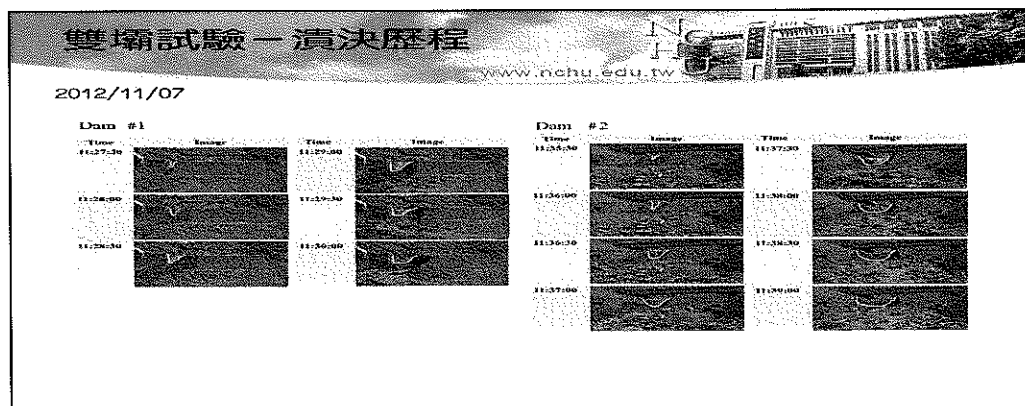
報告人：中興大學農業暨自然資源學院陳樹群院長

報告摘要：

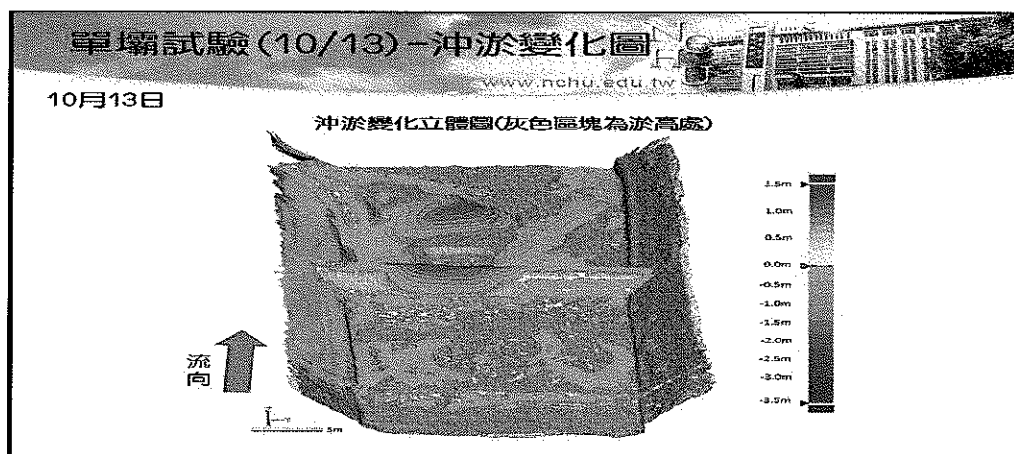
1. 依據林務局評估條件，大規模崩塌是否足以造成河道阻塞，形成具致災規模之堰塞湖，須符合下列三個條件。(1.) 河岸邊坡崩塌土體之滑動，必須要能到達對岸才能夠造成河道完全阻塞；(2.) 崩塌土體必須有足夠之土方量，才能形成一定規模的堰塞湖；(3.) 土體滑落河道之堆積速度，必須大於河道水流沖刷土體之速度，亦即土砂供應能力大於河道輸砂能力，才具備形成堰塞湖之條件。
2. 全球首創堰塞壩潰決實驗場地，設置於臺灣惠蓀林場蘭島溪，並且進行單壩及雙壩試驗。
3. 潰決實驗有安裝水位計量測水位變化、浮球量測表面流速、紀錄地形變化、測量土砂濃度變化及沖淤變化情形。



堰塞湖區位條件(資料來源：簡報資料)



雙壩潰堤實驗情形(資料來源：簡報資料)



單壩潰堤實驗情形(資料來源：簡報資料)

(三) 綜合討論

1. 堰塞湖之警戒方式，會先以空中計測或以 DEM 地形資料推估下游可能影響範圍做為建立疏散避難之參考。
2. 日本並沒有做堰塞湖潛勢地點的抽出研究，實際上形成堰塞湖位置大部份都會與深層崩塌有關聯。
3. 堰塞湖破壞方式大致上可分有三類：(1)溢流沖刷破壞(2)天然壩體滑動破壞(3)滲流管湧破壞。第 2 種滑動破壞會做測量或監測來評估其滑動破壞情形；第 3 種會做滲流計算直到其達破壞為止，但土體滲透係數很複雜，常與實際狀況不符評估不易，一般滲流破壞多以監視滲流處的變化為主；第 1 種為最常見的溢流沖刷破壞，主要考量是進水量與儲水空間問題，即可了解堰塞湖淤滿水時間，如果很短時間就溢流則應變時間恐不夠，2011 年紀依一帶的堰塞湖蓄滿時間從 1 週到 1 個月都有。溢流破壞要考慮下游坡度、粒徑等來評估可能的沖刷破壞時間，同時計算土體向下游運移的量體與距離，再依土砂災害防治法告知民眾，解析的結果要告知民眾，並由市町村長決定發布疏散命令。
4. 日本用地震儀找堰塞湖形成位置，目前全國有 1 千多處強震儀，由文科省以地震為對象所設置者，而砂防部以深層崩塌為對象也設

置有 1 百多處，未來還會增加設置來找深層崩塌位置。

5. 臺灣有開發用河川的水位計水位變化來推估堰塞湖所在位置，未來可利用水位計及地震儀 2 種方式來找堰塞湖發生地點。
6. 一般來說土石流形成的堰塞湖通常是在高強度降雨下形成，所以其存在時間比較短暫，這時因河道輸砂能力較大，天然壩也堆不高，所以很快即崩壞，所以主要仍以深層崩塌所造成的堰塞湖是比較嚴重。

三、流域土砂管理

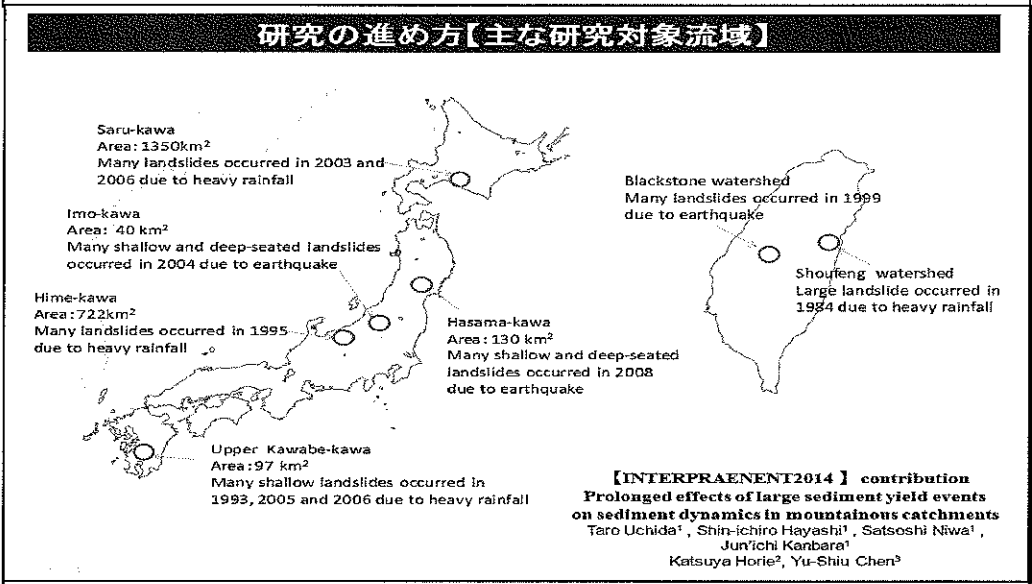
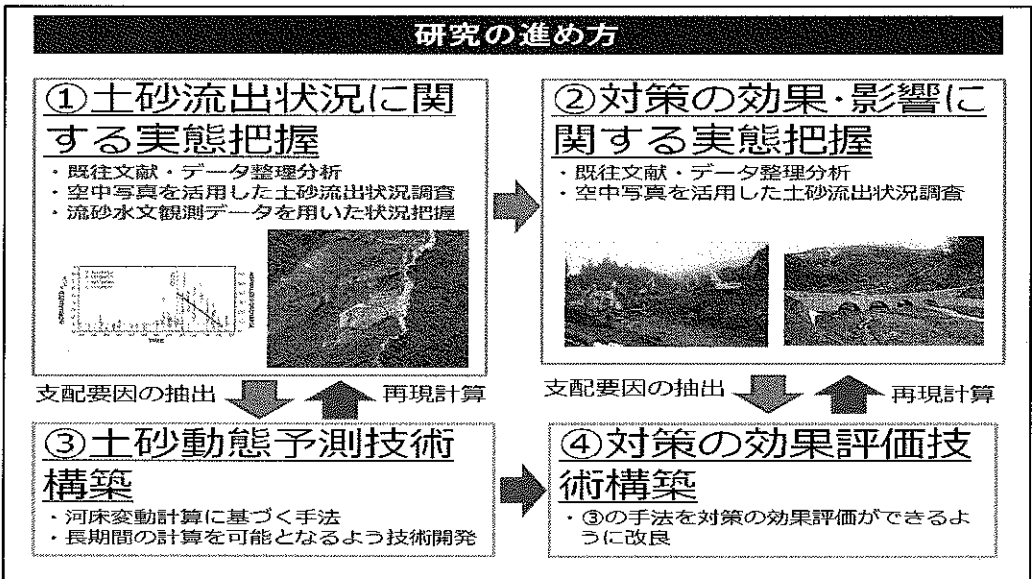
(一) 大規模土砂產生後的土砂移動土砂管理

報告人：國土交通省國土技術政策總合研究所危機管理技術研究中心
蒲原潤一室長

報告摘要：

1. 日本常願寺川在大地震後造成了大規模土砂生產，於其後 100 年常發生水災。如同臺灣於 921 地震後六年間土砂濃度仍非常高。
2. 本項研究包括土砂流出狀況的調查、土砂動態預測技術及砂防事業的效益評估。進行方式先從過去資料做整理分析，再以相關數據作重現期距的計算，並以流砂水文（水位及輸砂量）資料掌握實際狀況。
3. 本計畫選擇日本五處地點及臺灣兩處（壽豐溪及烏石坑溪）地點作為研究區域，目前才執行三年，由統計資料大致獲得，大規模土砂流出在剛開始 2 年間特別嚴重，其 10 年間流砂量會隨時間變化，成果會在 2014 年國際研討會發表，希望未來能再擴大研究範圍，並共享資源，加強雙方之合作。

4.



これまでの主な成果

■ 研究課題の設定の考え方

- ・ 流砂系における大規模土砂生産後の土砂動態把握、対策の効果評価手法の開発は、砂防事業における水系砂防(中長期)の効率的な実施のために重要
- また、流砂系の総合的な土砂管理の上でも、有効場技術。

■ 研究の成果

- ・ 沙流川、姫川、川辺川、芋川、一追川における中長期間の空中写真、河床変動測量、ダム堆砂、砂利採取等のデータを収集・整理
- ・ 沙流川、姫川、芋川の大規模土砂生産後の土砂動態に関する流域全体の数値計算を実施

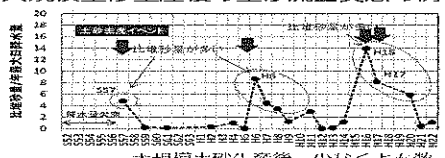
■ 研究成果の活用

ガイドラインを取りまとめ水系砂防計画・総合的な土砂管理計画等に活用

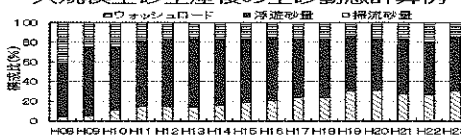
■ 今後の研究方針

- ・ 中長期間の土砂動態解析モデルの検証
- ・ 人為的なインパクトの影響評価。

大規模土砂生産後の土砂流出実態の例



大規模土砂生産後の土砂動態計算例



大規模土砂生産後、流出土砂の粒度分布の変化を推定。10年間程度経過後、時間変化が小さくなる。

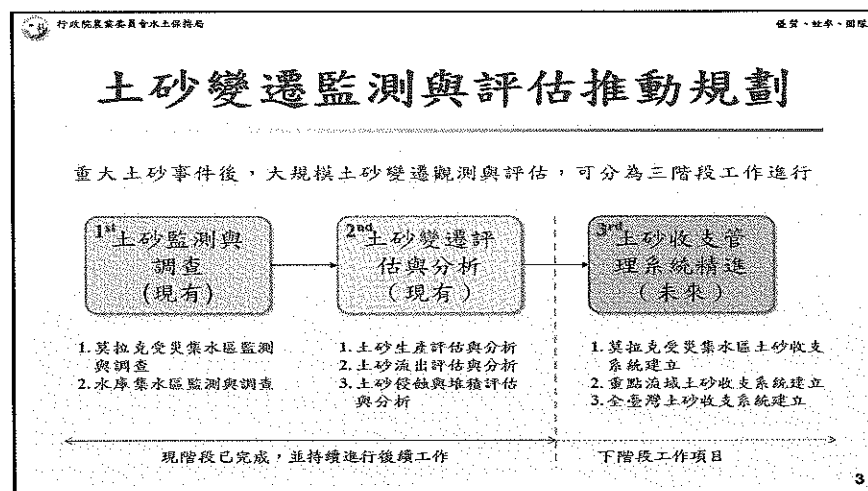
日本五處及臺灣兩處相關研究成果(資料來源：簡報資料)

(二) 流域土砂變遷觀測與評估之現況及未來

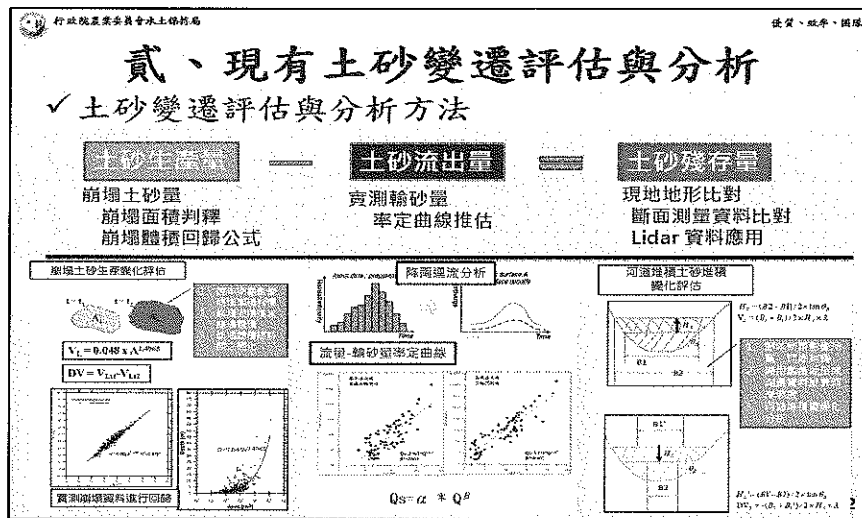
報告人：行政院農業委員會水土保持局王晉倫組長

報告摘要：

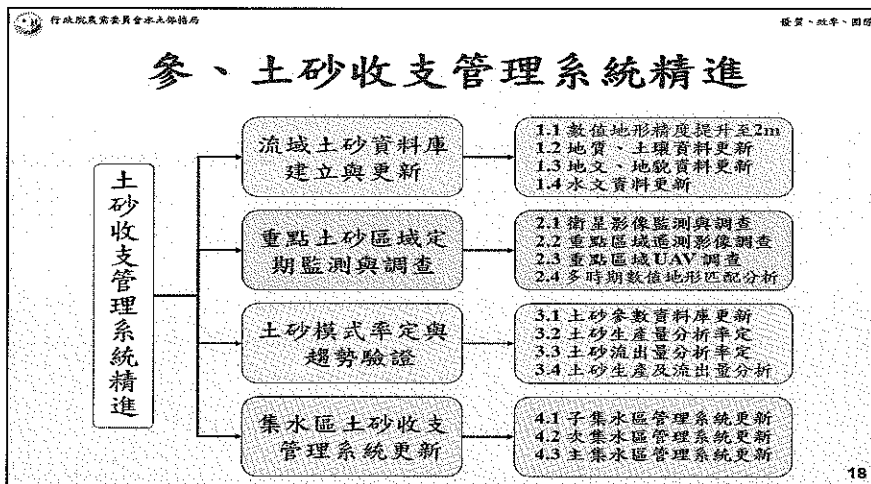
1. 流域大規模土砂變遷觀測與評估工作，可分為 3 個階段進行，分別為：(1)土砂監測與調查(2)土砂變遷評估與分析(3)土砂收支管理系統精進三階段。
2. 莫拉克災後針對集水區及水庫集水區進行土砂監測工作，以多時期衛星影像判釋集水區崩塌率、LiDAR 掃瞄主流河道評估土砂堆積情形及採用沖蝕針量測邊坡坡面土砂量變化。
3. 綜整各項土砂監測與調查成果，初步進行流域土砂變遷評估與分析，以期瞭解流域內土砂運移變遷情形。另亦嘗試利用水文頻率分析成果配合地形特性及平均土砂運移趨勢，模擬流域土砂長期變動趨勢變化。
4. 未來土砂收支管理系統精進方面，已擬訂「流域土砂資料庫建立與更新」、「重點土砂區域定期監測與調查」、「土砂模式率定與趨勢驗證」及「集水區土砂收支管理系統更新」等 4 項主要工作項目及預定辦理措施，將分年推動並建置完成流域土砂收支管理系統，以期於 115 年（2026 年）建置完成全臺土砂收支管理系統。



流域土砂分析狀況(資料來源：簡報資料)



流域土砂管理狀況(資料來源：簡報資料)



流域土砂管理系統分析狀況(資料來源：簡報資料)

(三) 綜合討論

1. 日本在土砂動態技術建構與土砂移動監測資料，目前還在研究階段，主要是提供這些計算方法，未來也會建立示範流域區，可與實際運用單位合作進行土砂管理。
2. 有關土砂長期運移分析，因崩塌率一直在變化，造成分析上的困難，目前僅能利用最新資料來做崩塌地判釋，對於局部比較嚴重地

區，則考慮以 LiDAR 作河道測量，讓計算能更精準。對於土砂嚴重地區，因治理效益比較低部分，則會以防災疏散避難為主要方式來進行。

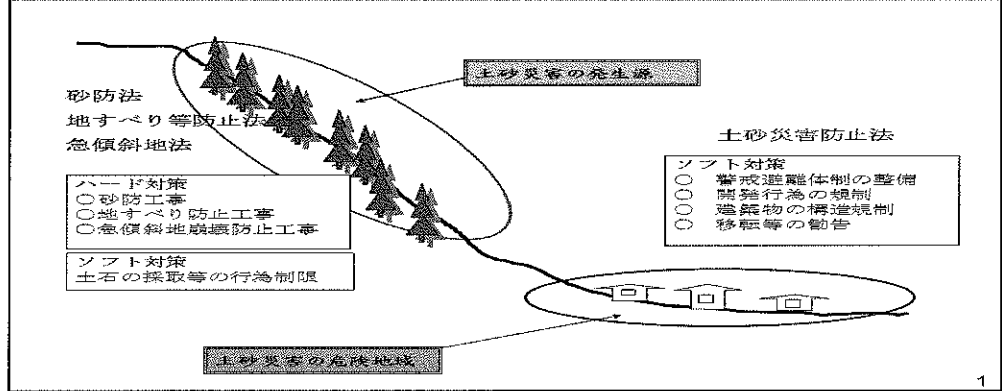
3. 臺灣針對河川下游土砂管理對策部分，主要分成 2 個區塊，若下游沒有水庫的河川，以通水安全為主進行治理；下游有水庫者，就要考量泥砂的抽出或排砂設施。日本用繞庫排砂明隧道方法或利用發電廠大流量排砂方式，這些臺灣也在進行中。
4. 大規模崩塌後土砂生產趨勢之長期預測模式，比較困難的點為必須針對流域進行詳細調查、模式建立、參數率定及驗證等，未來可將這些資料建立於雲端提供應用，可瞭解各子集水區流入流出土砂量，並能如銀行般進行土砂收支管理。
5. 臺灣已有全臺之 LiDAR 數值地形測量資料及 2M×2M DEM 資料，後續只要針對重點地區以無人載具 (UAV) 及局部航測等方法，以原有數值地形資料做匹配，即可作為集水區土砂管理之工具，此方面技術已開發完成。

四、砂防行政官會議

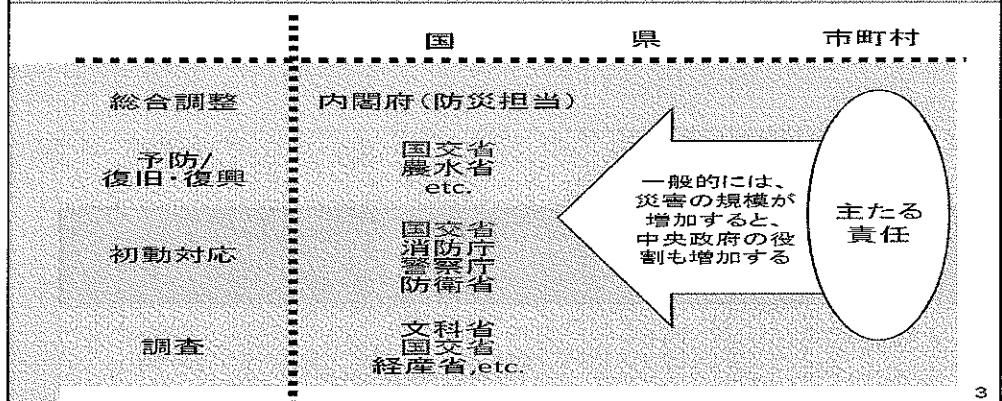
議題一：土砂災害對策相關的組織、法律、預算

本項議題先由砂防部西山幸治課長說明，日本於土砂災害對策已訂定砂防法、地滑等防止法、陡坡地崩塌災害防止法及土砂災害防止法等 4 法，由國土交通省負責管理。大規模災害時中央政府防災體制，由內閣府（防災擔當）負責綜和協調，國土交通省為執行機構，主要負責預防（防災設施整備管理）、應變（包括重大災害時派遣技術人員支援）、調查及復健等工作。有關砂防事業預算編列國土交通省編列 957.97 億日圓，都道府縣編列 1444.85 億日圓，合計編列 2402.82 億日圓。

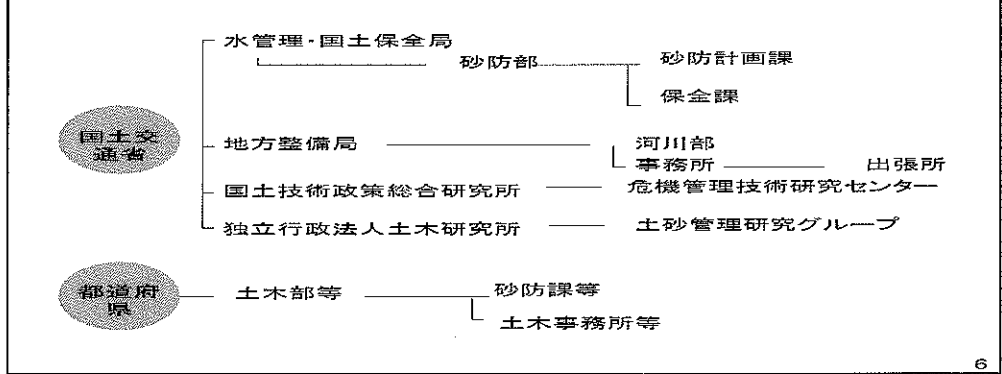
土砂災害関係の4法律 国土交通省



日本における災害対応の体制 国土交通省



砂防行政組織 国土交通省



砂防事業における予算割合 国土交通省

(単位:百万円)

	施設整備	警戒避難	合計
国	89,757	6,040	95,797
都道府県	125,949	18,536	144,485
合計	215,706	24,576	240,282

日本土砂管理法令、単位及予算分配情形(資料來源：簡報資料)

結論：由於臺灣方面正值組織再造的關鍵時間，水利署、林務局與水土保持局都將納到環境資源部下，待組織調整定案後再與日方進行說明及討論。

議題二：關於其他土砂災害對策政策課題

結論：

(一)有關 1.深層崩塌調查監測、警戒及治理 2.堰塞湖調查、評估及處理 3.流域土砂變遷觀測與評估等三議題，仍為目前重要工作，臺日雙方研究已有相當豐碩成果,未來雙方可選定共同示範地區進行整合性研究,細節部分先研究後再討論。

(二)原三項議題，臺日雙方就各項議題均推薦一位承辦窗口協助聯繫綜整。

課題	臺方聯絡窗口	日方聯絡窗口
深層崩塌調查監測、警戒及治理	黃效禹正工程司	石塚忠範上席研究員 木下篤彥主任研究員
堰塞湖調查、評估及處理	紀再伸技正	森田耕司主任研究員
流域土砂變遷觀測與評估	鐘啟榮科長	蒲原潤一室長

參、心得及建議

- 一、**氣候變遷與極端降雨常態化**：日本位處於四個板塊(北美、太平洋、菲律賓海及歐亞大陸)交界處地震、火山等災害頻繁，由於地質破碎的原因加上位處於颱風的主要路徑上，土砂災害成為日本以來的防災重點工作；臺灣在氣象、水文與地質等自然環境皆與日本相近，在加上歷年來，由於全球暖化造成氣候異常情勢逐漸加劇，氣候變遷與極端降雨即將變成常態化，無論日方或台方面對此變化，對於預災、防災、救災乃至復建，由過去作法、現在因應作為乃至未來對策，從法規面、管理面與工程面等軟、硬對策層面，都不斷的重新檢討，尋找出面對新氣候結構所產生變化，達到與自然和平共存的方式。
- 二、**土砂災害大規模化及複合化**：由於日本與台灣處於地震帶，常發生地震，造成土石鬆動，再加上極端水文事件，就引起大規模的土砂災害、水災甚至造成堰塞湖等複合型災害，無論是日本伊豆大島的土石流災害或是台灣莫拉克風災，都顯示未來災害影響的時程增長、規模大型化及多樣化，面對此情形，除不斷的基礎調查及研究外，再藉由日本及台灣面對災害的處理及經驗累積互相交流，進而學習都可避免錯誤的重犯，以本次日方協助印尼 Maluku 群島中所造成的堰塞湖為例，因日本歷年累積處理堰塞湖的經驗及措施，在協助印尼政府處置過程中，採取得宜之各項緊急作為，大大的降低傷亡，其案例可作為台灣面對大型災害的借鏡，避免重犯錯誤，造成重大傷亡。這也顯現面對自然大型災害，各國政府不能閉門造車，國際間須合作交流，共同面對。
- 三、**監測、預警系統的即時化與精緻化**：面對大型災害，所造成的傷亡及損失都極大，監測及預警都需預災於前，且要求更為精準，但由於引起天然災害(地震、颱風、豪雨、洪水、土砂等)之原因並非唯一，是時空因素、環境結構與事件狀況所綜合性組成，對於災害啟動因素的指標，就極為重要，就有賴於基礎研究調查。本次研討會日方提出「大規模土砂移動預測

及減災對策技術」的調查研究課題；台方提出「深層崩壞之發生機制之研究」及「崩塌流體化災害的特徵及潛勢」，都期望尋找出土砂災害發生的啟動指標，並進而擬定處置對策，除作為未來監測、預警的依據外，進而提供防減災治理策略。

四、建立大規模土砂調查、研究及管理之交流機制：台日雙方針對土砂深層崩塌、堰塞湖及大規模土砂管理都投入許多資源，分別從潛勢區域判釋與調查、發生機制研究、監測與分類、影響範圍劃定、危險度分級、工程方法研發、警戒基準訂定、疏散避難計畫之、危險度評估、警戒值訂定及工程方法研發等項目。這些工作事項皆非一蹴可及，須不斷的調查研究，尤其流域土砂管理，可能因時、因地，土砂條件如土砂長期運移分析與崩塌率一直在變化，涉及土砂動態技術建構與土砂移動監測資料，又需建置土砂模式，實實在在都需要時間及資源的投入與實際案例的經驗累，目前台日雙方研究已有相當豐碩成果，未來可透過交流整合共享成果。

五、全民防災新思維：無論日本伊豆大島的火山爆發與土石災害，或是台灣莫拉克颱風小林村淹沒案件，或是印尼 Maluku 群島中所造成的堰塞湖，可見土砂災害規模都非採取工程措施即可為避免。就政府機關作為，除預警措施外，完善的撤退避災計畫之落實更為重要；就民眾而言，自主防災、避災或配合撤退計畫，更具能保全生命安全。以台灣歷年經驗，過去常遇到，民眾面對可能災害時，以死守家園為由，常不願配合撤退防災計畫，導致災後需動用更大的資源搶、救災，或許皆已造成了傷亡。近年來由於大規模災害的常態化，加上政府不斷宣導教育防救災觀念，民眾已能漸漸配合撤退防災措施，亦大大減少人員傷亡。在日本伊豆大島是海島型島嶼，人口約 8 千多人，大多是漁民及年級較大的人口，面對可能的地震、海嘯、颱風、火山爆發的威脅及地質的特殊性，隨時可能都會發生大規模災害，居民百姓對於撤退防災觀念更加重視，其全民防災思維已植心中。

六、機動性、專業性救災機構的成立及訓練：日本於 2008 年 5 月成立的緊急災害對策派遣隊(TEC-FORCE)，針對土砂災害專家及技術人員的派遣支援，以任務編組方式，擔任大規模災害時災害迅速反應與支援團隊。在國內似乎較沒有針對土砂災害所成立的緊急救災機構與訓練，對於未來災害的複雜性，更需有機動性、專業性救災機構，前進災區指揮，迅速的發揮救助(災)功能，日本經驗可作為台灣參考。

七、整體流域土砂防災：以這次參訪「門島崩塌災害復建」及「伊豆大島土石流災害」為例，前案在災害復建時，是同時考量崩塌上方地質土砂狀況及下游河流的情形，是水土共治的案例，才能通過下次颱風的考驗；後者是整體大島考量，並同時考量火山爆發可能發生的火山泥流與地質累積泥層遇豪雨可能導致的土石泥流，更進一步考量豪大雨所帶來洪水，整體考量施作導流堤(可導火山泥流與土石泥流)、滯洪池(可滯火山泥流與洪水)，對於複合災害，工程亦具有多元功能。在台灣常見部會間的本位主義，僅對自己的責權處理災害，常有有見樹不見林，導致治理工程事倍功半，無法發揮功效加乘的效果。面對災害，除考量致災原因外，若能整體流域空間考量，策略上搭配處置，必定能具有 1 分投入，3 分效益的功能。

八、土砂災害區優先順序分級、分區治理：由本次日本伊豆大島的土石流災害案例，面對可能的地震、海嘯、颱風與火山爆發大規模災害，工程有其極限，必須搭配非工程措施，如防災社區、預警系統維運或土砂災害危險區地圖，落實撤退防災措施及教育宣導等。台灣面對土砂災害，考量保全對象、土石流潛勢溪流及崩塌率等土砂災害潛勢，訂定優先順序分級、分區治理，針對可能土砂致災程度，分別採取工程與非工程方式執行雙管齊下進行，如對於穩定土砂致災程度低，以工程治理檢健維護為主，配合辦理防災疏散避難；土砂致災程度高，以遷居撤退為目的，採低強度治理工法處理或採臨時性防減災及災害基本控制，並以防災疏散避難為主。台日雙方面對土砂災害，都採取軟、硬兼施的策略，只針對不同時空狀況，考量

的因素差異，而採取軟、硬策略上程度的不同。如崩塌地治理，若以國土保育而言，經費足夠，就算無保全對象亦治理；反之，若以經費考量，無保全對象，可能採取的方式即自然復育方式。看待問題的切入點不同，處理的方式亦有所差異，可藉由交流研討，互學經驗、觀念及思維，是為本次活動最大的收獲。

九、跨部會及中央與地方政府資源，共同協力防災：日本與台灣的流域的土砂災害發生的次數及規模都有逐年上昇的趨勢及現象產生。災害型態已由過去單一局部區域的洪水或土砂災害，轉變為大規模區域的土砂、洪水複合型災害的同步發生，涉及的事項不能以單一部會或單位所可以處理，就台灣而言，如水文氣象的預警是由氣象局，土石流警戒發布是農委會水保、河川水位警戒是水利署、救災、救助與撤退防災計畫是內政部，可見未來在面對災害的防範，不應再以行政部會別、中央與地方政府事權區分切割對待之，應以災害問題本身的性質，整體時空考量防範，提高層級，以跨部會、跨領域，結合中央與地方之資源，共同協力面對，方能降低災害的傷亡。

