

出國報告（出國類別：考察）

考察日本土砂災害防治對策

服務機關：行政院農業委員會林務局

姓名職稱：劉忠憲 簡任技正

派赴國家：日本

出國期間：103年11月22日至28日

報告日期：104年2月

摘要

我國與日本防災業務交流已行之多年，每年雙方互訪一次，並召開會議，由召開國負擔所需經費。103 年「日本全國治水砂防協會」以天然災害防治對策與研究主題，邀請中華防災學會與中華水土保持學會共同組團，於 103 年 11 月 22 日至 28 日赴日本三重縣及奈良縣，進行為期 7 天的考察行程，期間除召開「臺日砂防共同研究會會議」、「臺日雙方行政官會議」外，並參加 11 月 25-28 日由日本舉辦之「2014 年國際防災研討會」。

目前台日砂防共同研究會以大規模崩塌、堰塞湖及二次土砂災害等 3 個主題做為未來共同研究的課題，透過近幾年來臺日雙方每年互訪的方式，雙方在這 3 個課題的瞭解及研究方向幾乎是同步進行，兩國行政體系均已務實地朝向推動更積極的防災預警機制努力，後續亦有共識建立雙方示範區來進行交流。

由日本主辦之 2014 年國際防災會議，從日本、印尼、奧地利、瑞士及我國代表在基調演講中提到的土砂災害防治策略，可以發現各國面對極端氣候帶來的土砂災害問題，均已體認到傳統對付土砂災害的對策已不管用，因此紛紛提出相關改善及精進措施，從考量軟硬兼施的防災策略著手，尤其是著重在避災與離災對策。

面對極端氣候帶來的挑戰，針對具有崩塌潛勢或二次土砂災害的上游國有林地，我們應該從流域整體觀點，儘速提出一套土砂防治完整的論述及對策，並在土砂災害防治體系中，扮演更積極而受到尊敬的角色。

目次

摘要.....	I
目次.....	II
壹、前言.....	1
1.1 目的.....	1
1.2 考察成員.....	2
1.3 行程概要.....	3
貳、參訪過程.....	5
2.1 11月23日整治現場參訪.....	5
2.1.1 不動川歷史防砂設施.....	5
2.1.2 室生地區的地滑對策.....	8
2.2 11月24日台日砂防共同研究會會議.....	12
2.2.1 議程說明.....	12
2.2.2 大阪府的土砂災害對策.....	13
2.3 11月24日台日行政官會議.....	20
2.3.1 議程說明.....	20
2.3.2 廣島土砂災害之概要及土砂災害防止法之改正.....	21
2.3.3 於台灣示範地區之概要及調查研究內容.....	24
2.3.4 於日本示範地區之概要及調查研究內容.....	28
2.4 2014年國際防災會議.....	34
2.4.1 開幕式及基調演講.....	34
2.4.2 論文發表及海報展示.....	42
2.4.3 工程現場參訪.....	43
參、考察心得與建議.....	45
肆、結語.....	50
伍、參考文獻.....	51
附錄.....	52
一、考察過程照片.....	52
二、2014年國際防災會議論文發表項目.....	54
三、2014年國際防災會議海報展示項目.....	58

壹、前言

1.1 目的

「中華防災學會」辦理臺日防災業務交流已行之多年，103 年度該學會再度接受「日本全國治水砂防協會」之邀請，遴選國內專家學者 5 名，以天然災害防治對策與研究主題，與「中華水土保持學會」共同組團，於 103 年 11 月 22 日至 28 日赴日本三重縣及奈良縣，進行為期 7 天的考察行程，期間除召開「臺日砂防共同研究會會議」、「臺日雙方行政官會議」外，並參加 11 月 25-28 日由日本舉辦之「2014 年國際防災會議」(INTERPRAEVENT 2014 in the Pacific Rim)。

早自民國 78 年起，我國與日本即進行 4 年一期之共同研究計畫，每年雙方互訪一次，並召開會議，由召開國負擔會議所需經費。99 年 12 月 10 日「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石災害及防砂進行技術交流之協議書」，一致決定共同實施有關地震、颱風等發生之土石災害防止及防砂相關技術交流，雙方每年互派專家以強化合作關係，召開土石災害相關研究、技術開發及行政措施相關研討會。100 年起臺日防砂共同合作也達成協議，雙方共同進行之研究項目分為：深層崩塌(大規模崩塌)、堰塞湖及二次土砂災害等三項。雙方交流除官方管道外，亦透過民間團體協助，日方以「全國治水砂防協會」為主，臺方以「中華水土保持學會」及「中華防災學會」為主。是以 100 年起之臺日防砂共同研究除舉行研討會、現地參訪外，也舉行「行政官會議」，針對相關研究議題提出檢討與策進會議，期能增進實質合作交流目的。

本次獲得「中華防災學會」邀請一起赴日參訪，可瞭解日本土砂防治等相關災害防治觀念與技術，有助於林務局(以下稱本局)執行國有林治山防災相關工作，包括大規模崩塌及淺層崩塌潛勢判釋與監測、堰塞湖緊急處理及調查監測、崩塌土砂二次災害潛勢評估等工作之推動。本次除考察不動川防砂設施、室生地滑整治工程現場，並召開臺日砂防共同研究會會議及行政官會議，及參加 2014 國際防災會議，藉由成果發表及研討、現地參訪及技術交流，對於考察人員均有實質助益。

1.2 考察成員

此次考察成員由日本全國治水砂防協會邀請，並分由我方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，團長分由中興大學農業暨自然資源學院陳樹群院長及中華防災學會蔡光榮理事長擔任，成員共計 13 人，名單如表 1 及表 2：

表 1：中華防災學會考察成員名單

姓 名	服務單位/職稱	備註
蔡光榮	中華防災學會/理事長	團長
詹錢登	中華防災學會/前理事長	副團長
謝正倫	成大防災研究中心/主任	
盧炳堃	經濟部水利署南區水資源局/課長	
蔡國銓	台南市政府水利局/主任秘書	
劉忠憲	農委會林務局集水區治理組/簡任技正	
姜燁秀	農委會水土保持局監測管理組/科長	

表 2：中華水土保持學會考察成員名單

姓 名	服務單位/職稱	備註
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	團長
陳志雄	農委會水土保持局/總工程司	
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	
尹孝元	農委會水土保持局土石流防災中心/科長	
李正鈞	農委會水土保持局保育治理組/科長	
吳亭燁	國家災害防救科技中心/助理研究員	



圖 1 日本天然災害防治對策考察成員合照

1.3 行程概要

本次日本考察期程自民國 103 年 11 月 22 日至 11 月 28 日止，為期 7 天，惟第一天 (22 日) 及最後一天 (28 日) 為交通路程，並未安排考察行程，考察行程如表 3。考察區域主要位於日本三重縣及奈良縣，行程包括現地考察不動川整治與室生地區地滑對策 (23 日)、召開台日砂防共同研究會會議與行政官會議 (24 日) 及參加國際防災會議 (25、26 日參加研討會、27 日現地考察)。

表 3：2014 年考察日本天然災害防治對策日程表

日期	行 程	備 考
11.22 (六)	桃園機場⇒關西機場⇒三重縣伊賀上野	接機：岡本・阿部 住宿：「ルートイングランティア伊賀上野和蔵の宿」
11.23 (日)	現地視察（臺日砂防共同研究會） 不動川（歴史的砂防）、室生地區的 地滑對策	歡迎宴（砂防協會作東） 住宿：「ルートイングランティア伊賀上野和蔵の宿」
11.24 (一)	伊賀上野⇒奈良 Am：臺日砂防共同研究會會議－地方機 關在砂防行政上之作為 Pm：行政官會議	會場：奈良商工會議所 住宿：奈良ワシントンホテルプラザ 奈良縣作東(陳志雄總工程司、陳樹群教授出席)
11.25 (二)	參加國際防災學會大會 (會場：奈良縣新公會堂)	(陳志雄總工程司專題演講) 國際防災學會主辦歡迎會 住宿：奈良ワシントンホテルプラザ
11.26 (三)	參加國際防災學會大會 (會場：奈良縣新公會堂)	砂防部長作東(陳志雄總工程司、陳樹群教授、謝正倫教授出席) 住宿：奈良ワシントンホテルプラザ
11.27 (四)	現地視察(參與國際防災學會大會行程)	歡送會（日台砂防共同研究會） 住宿：奈良ワシントンホテルプラザ
11.28 (五)	參加國際防災學會大會 上午：口頭發表（尹孝元科長） 下午：綜合討論（陳樹群教授） 關西機場⇒桃園機場	送機：岡本・阿部

貳、參訪過程

2.1 11月23日整治現場參訪

本(23)日日方安排兩處土砂災害整治地點，分別為京都府南部的不動川具有歷史的防砂設施，以及奈良縣室生地區的地滑整治，地理位置如圖 2，分別介紹如下：



圖 2 現地參訪地理位置

2.1.1 不動川歷史防砂設施

一、概述：

不動川位屬淀川流域，該流域以大阪為經濟重心，工商業繁榮，水運暢通，係江戶幕府時代最重要的流域。江戶時代，由於剛結束了長期的戰亂，經濟開始活躍，民眾為了要有更多的耕地，大量砍伐公有林地，上游山坡地失去了林地的保護，導致土砂流到下游，使得河床高於河岸外平地，形成天井川的情形。

江戶幕府萬至三年（西元 1660 年），日本針對淀川流域的山城、大和、伊賀諸國發布公告，明令禁止連根砍伐樹木，且禿山須植樹。明治五年（1872）二月，政府開始聘請荷蘭籍的工程師推動重要河川的改善計畫及指導防砂工程，明治六年（1873）Cornlis Johannes Van Doorn 視察不動川後，研提一份意見書，成

為後來「淀川水源砂防法」的主要依據。

明治七年（1874），J. de Rijke 與 G. A. Escher 一起調查淀川上游地區崩塌及裸露狀況，探討淀川河口的河床淤積原因。這些荷蘭工程師根據調查結果，建議官方應禁止上游地區的濫墾濫伐，同時進行邊坡整治工程及溪流防砂壩工程，以穩定下游河川。

同年內務省在 J. de Rijke 的指導下，進行木津川流域治水工程。當時 J. de Rijke 提出以下三點建議：

1. 坡面應施作保護工，以防止土砂流出。
2. 在山谷溪流，以木、石、土等構築堰堤。
3. 從山麓流至木津川的天井川，應施作護岸工程。

翌年（1875），J. de Rijke 指導有關單位，在不動川施作包括砌石壩堤等 16 種砂防工法。為了確保該區的農業用水使用無虞，特別建造了長達 64 公尺的巨大砌石壩，名為本谷堰堤。昭和二十八年（1953）八月的豪雨，因南山城（不動川流域）大水災，造成此壩的右岸損壞，後來在下游處另外建築防砂壩。

明治八年（1875）任職於京都府的技師市川義方，也在不動川流域的相谷地區興建一座附有蓄水池的大規模砌石壩，稱為相谷堰堤，該砌石壩保存至今已超過 130 年。



圖 3 不動川具有百年歷史之防砂設施



圖 4 不動川防砂壩兼具貯砂及蓄水功能

二、現地考察情形

不動川防砂整治工程已列為一個示範區及紀念園區，除可以提供民眾了解以前的防砂工作的歷史外，也提供一個休閒踏青的場所，當地並設有紀念碑，以紀念一百多年前荷蘭工程師 J. de Rijke 對於日本防砂工程的貢獻。

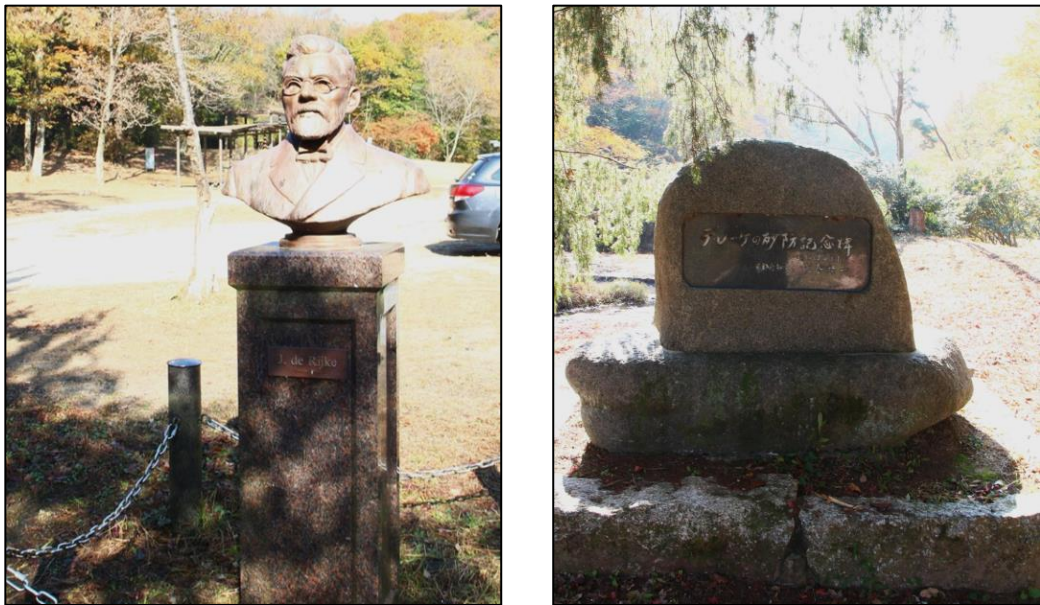


圖 5 不動川防砂紀念碑及紀念銅像

除了百年以上歷史的防砂設施外，現地也可以看到較近(約 20 年前)完成的防砂壩，從環境研判，不動川近年來應該沒有新的土砂災害發生，已屬較為穩定

的溪流，防砂壩仍維持空庫，且有足夠的庫容應付下一次土砂災害的來襲，同時相谷堰堤後蓄水，亦兼具涵養水資源的功效。



圖 6 不動川近代施設之防砂壩仍維持空庫情形

2.1.2 室生地區的地滑對策

一、概述：

位於奈良縣東北部宇陀郡室生村，一級河川室生川流經盆地狀的緩斜坡下方，室生川北部陡峭的山腰上有一室生寺，據說是西元 8 世紀末僧人賢憬，為當時生病的皇太子祈求疾病早日治癒的場所，賢憬的徒弟修圓完成了現在的寺院結構。由於室生寺允許女性進入參拜，深得女性信仰，並被人們稱作「女人高野」。寺院大堂內安放有被指定為國寶的主佛釋迦如來立像、十一面觀音和藥師如來像等，還收藏有如意輪觀音像等佛像，祭祀著釋迦如來坐像的彌勒堂也分佈在山中。園區還有同樣被指定為國寶的五重塔（日本最小的室外佛塔），1998 年曾因颱風遭到損壞，現在已修復，恢復了原有的面貌。

室生地滑造成擋土牆位移龜裂、坡面滑落、房屋變形等災害，其保全對象除了上述著名的室生寺外，還包括房屋 28 間、縣道、市道等設施，因此，室生地區從昭和 47 年開始進行治理工程，並在昭和 49 年 4 月被日本建設省公告為第 578 號地滑指定地區，室生川環繞指定地的外圍，面積為 28.99 公頃，平成 2 年 3 月公告為第 858 號追加指定地，面積增加為 144.89 公頃。

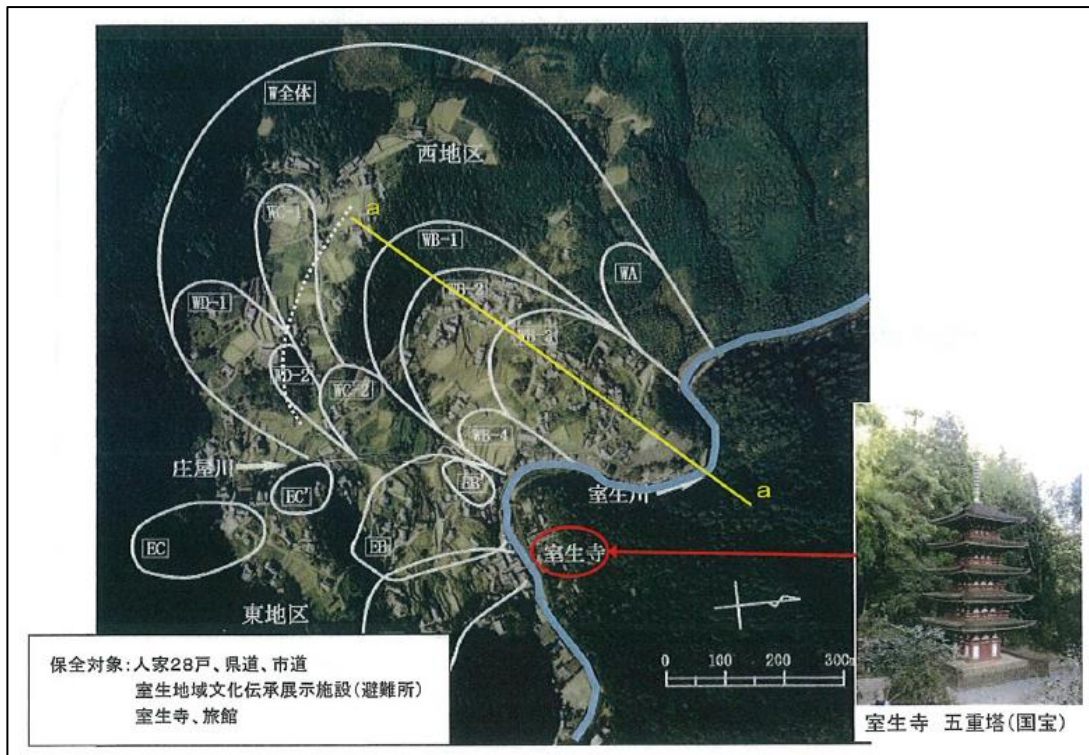


圖 7 室生地區地滑保全對象包括著名的室生寺

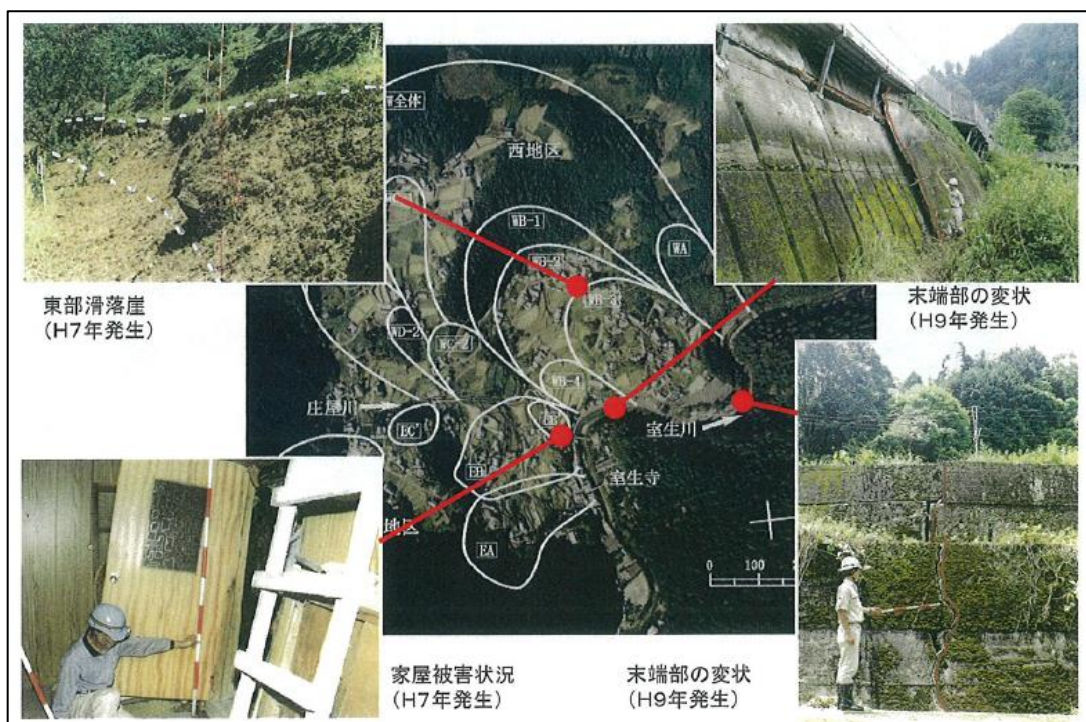


圖 8 室生地區發生地滑災害情形

室生地滑整治分成四期進行，辦理期程及整治工法如表 4 及表 5：

表4：室生地滑整治期程一覽表

事業期	第1期 昭和47年度～昭和50年度	第2期 昭和60年度～平成元年度	第3期 平成3年度～平成9年度	第4期 平成10年度～	
地すべり状況	伊勢湾台風による豪雨の影響で地すべり滑動が発生し、家屋や道路構造物に大きな被害をもたらした。なお、地すべり滑動は昭和50年頃には概ね沈静化。	昭和57年に発生した台風10号の影響により地すべり滑動が再び活発化。平成元年頃には概ね沈静化。	平成2年の台風19号や28号、平成7年の梅雨時期豪雨や平成9年の台風9号などの影響で地すべりが活発化。第2期よりも広範囲に渡り地すべり変状が発生。	この時期顕著な地すべり変状は認められず、地すべり滑動は概ね沈静化状態にある。	
対策工種	集水井工+集・排水ポンピング工	19基	2基：井8、井9	14基：井1～4、井10～19	3基：井5、井6、井7
	横ボーリング工	6箇所	3箇所：横3、横4、横5	3箇所：横1、横2、横6	
	水路工	5460m	554m	1627m	1467m
	表面水浸透防止工	1箇所			1箇所
	鋼管杭工	6列		6列：杭1～6	
	アンカー工	1箇所		1箇所	
事業費	28.2百万円	197.8百万円	3,330百万円 (内H7年度災関1,455.0百万円) (内H9年度災関1,425.0百万円)	565.0百万円	
事業内容	水路工整備を主とする地下水排除工を実施。地すべり滑動が概ね沈静化したため、昭和50年度以降、60年度まで事業を一時中断。	地すべり滑動再発により事業を再開。集水井工、横ボーリング工及び水路工などの地下水排除工を施工。	集水井工、横ボーリング工及び水路工などの地下水排除工に加え、鋼管杭工やアンカー工などの抑止工を施工。	集水井工、横ボーリング工、水路工及び表面水浸透防止工などの地下水排除工を施工。	

表5：室生地滑整治工法一覽表

対策工区分	対策工種	内 容
抑制工	集水井工 + 集・排水ポンピング工	井1：RC管パイプ構造 H=25.0m、集水 L=50m×8本、排水 SGP100A L=108.6m
		井2：RC管パイプ構造 H=21.1m、集水 L=50m×9本、排水 SGP100A L=77.6m
		井3：RC管パイプ構造 H=30.7m、集水 L=40m×24本、排水 SGP100A L=61.8m
		井4：RC管パイプ構造 H=22.6m、集水 L=50m×12本、排水 SGP90A L=66.9m
井5：RC管パイプ構造 H=22.6m、集水 L=50m×12本、排水 SGP90A L=63.0m		
井6：RC管パイプ構造 H=19.0m、集水 L=50m×12本、排水 SGP90A L=39.4m		
井7：RC管パイプ構造 H=18.1m、集水 L=50m×24本、排水 SGP90A L=63.3m		
井8：5イッチパイプ構造 H=15.0m、集水 L=70～80m×15本、排水 SGP90A L=58.0m		
井9：5イッチパイプ構造 H=27.0m、集水 L=30～70m×10本、排水 SGP90A L=83.5m		
井10：5イッチパイプ構造 H=11.0m、集水 L=30～60m×9本、排水 SGP90A L=70.0m		
井11：5イッチパイプ構造 H=17.5m、集水 L=50m×11本、排水 SGP90A L=29.0m		
井12：5イッチパイプ構造 H=23.0m、集水 L=25m×9本、排水 SGP90A L=95.0m		
井13：5イッチパイプ構造 H=21.0m、集水 L=20m×11本、排水 SGP90A L=38.0m		
井14：5イッチパイプ構造 H=24.0m、集水 L=40m×11本、排水 SGP90A L=47.0m		
井15：5イッチパイプ構造 H=18.0m、集水 L=20m×11本、排水 SGP90A L=47.0m		
井16：5イッチパイプ構造 H=19.5m、集水 L=40m×9本、排水 SGP90A L=75.0m		
井17：5イッチパイプ構造 H=14.5m、集水 L=30m×15本、排水 SGP90A L=45.0m		
井18：5イッチパイプ構造 H=17.0m、集水 L=60m×15本、排水 SGP90A L=75.0m		
井19：5イッチパイプ構造 H=17.0m、集水 L=30m×10本、排水 SGP90A L=50.0m		
抑制工	横ボーリング工	横1 L=50m×10本
		横2 L=50m×10本
		横3 L=45m×4本
		横4 L=40～45m×4本
横5 L=55～75m×6本		
横6 L=40m×8本		
抑制工	水路工	総延長 L=5460m
	表面水浸透防止工	浸透防止池 A=1.0ha、明渠工 L=710m、暗渠工 L=910m、明渠工事 L=940m
抑止工	鋼管杭工	杭1 SM570材、φ508.0mm t=26mm D=2.0m、L=12.0～47.0m 149本
		杭2 SM490材、φ457.2mm t=45mm D=2.0m、L=11.0～16.5m 26本
		杭3 SM490材、φ457.2mm t=45mm D=2.0m、L=21.0～26.5m 28本
		杭4 SM490材、φ355.6mm t=36mm D=2.0m、L=15.5～41.0m 94本
		杭5 SM490材、φ355.6mm t=21mm D=2.0m、L=11.0～39.5m 49本
		杭6 SM490材、φ355.6mm t=25mm D=2.0m、L=14.0～59.0m 43本
抑止工	アンカー工	KTB工法 L=17.0～25.0m N=129本

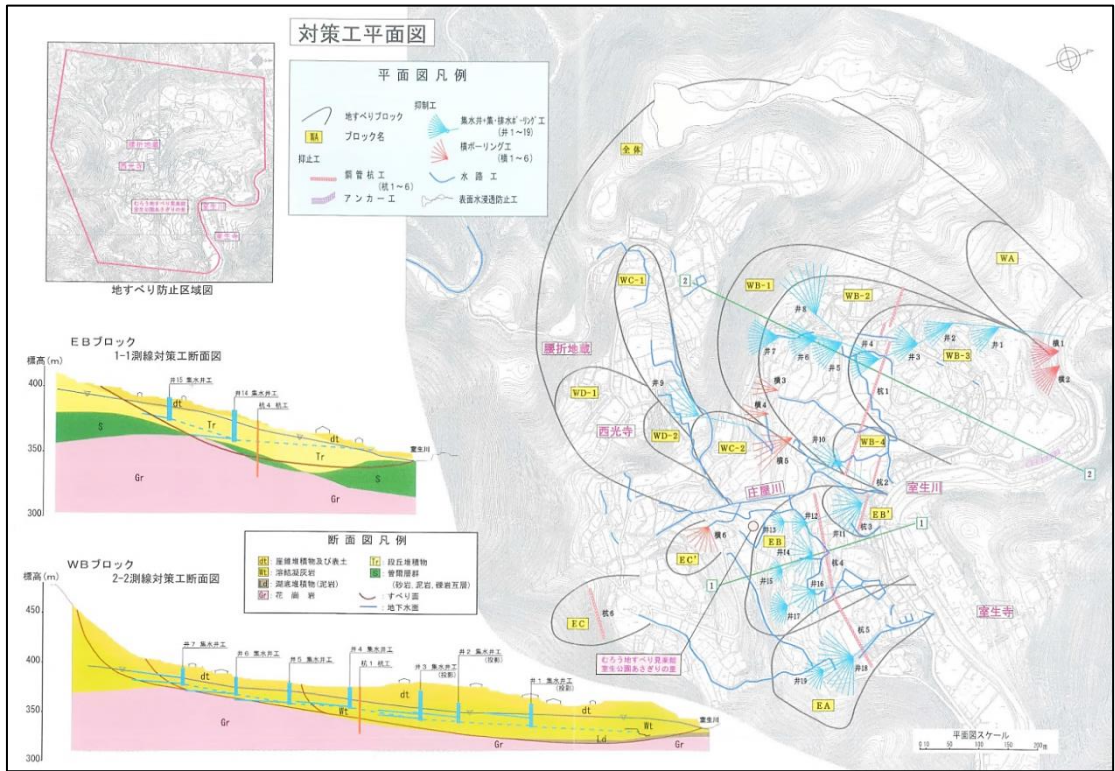


圖 9 室生地區地滑整治工程配置圖

室生地區風光明媚，加上女人高野室生寺，遊客如織。日本在地滑整治完成後，於當地設有一展示館，可眺望整個地滑區域，館內陳列及展示說明相關整治內容，並設有包括地滑體驗室，整治設施模型等互動設備，館外亦設有基樁及集水井等實體展示，讓參觀民眾可以很容易瞭解地滑的基本概念及整治對策。



圖 10 室生地區地滑整治後現場情形

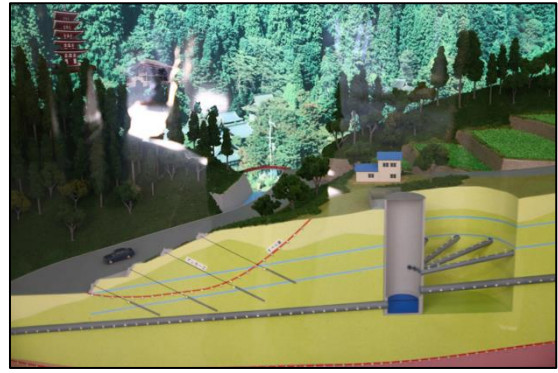


圖 11 室生地區地滑展示館內互動式模型



圖 12 室生地區地滑整治現場集水井

2.2 11月24日臺日砂防共同研究會會議

2.2.1 議程說明

臺日砂防共同研究會會議於11月24日上午在奈良商工會議所會議室召開，其議程如表6。

表6：2014年臺日砂防共同研究會會議議程

時間	議程	演講者	備註
10:00~10:15	開幕致詞	全國治水砂防協會 理事長岡本正男	
10:15~11:00	大阪府的土砂災害對策	大阪府都市整備部河川室 室長 山田順一 課長補佐 若林恒臣	
11:00~11:10	休息		
11:00~12:00	討論		

本次臺日砂防共同研究會會議研討的主題為「大阪府的土砂災害對策」，參與人員日方有全國治水砂防協會、國土交通省、土木研究所、大阪府都市整備部等單位，我方則有水土保持局、國家災害防救科技中心、水利署、本局、台南市政府、水土保持學會及中華防災學會等單位共 13 人參與，合計約 20~30 人，以下針對研討的內容摘要說明。

2.2.2 大阪府的土砂災害對策

演講者：大阪府都市整備部河川室室長山田順一

內容摘要：

一、大阪府的面積約 1,900 平方公里，人口約 880 萬人，是日本第三大都市，其三面都是丘陵地形，地質為破碎之花崗岩，尤其在大阪的東部地區，山區迅速發展，其平均年降雨量約 1,300 mm，梅雨季節及九月颱風季節的降雨量較大。大阪市自 1916 年至 1978 年，人口快速增長，山區城鎮化，因此土砂災害逐年增加。

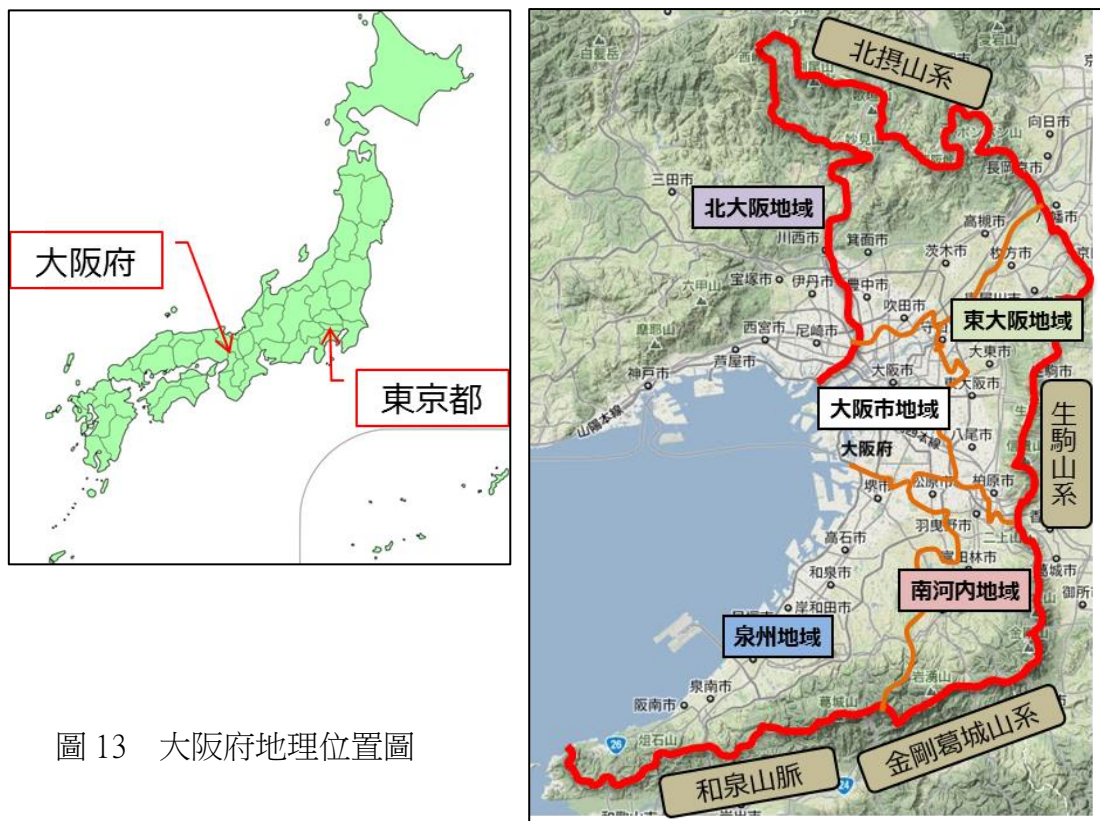


圖 13 大阪府地理位置圖

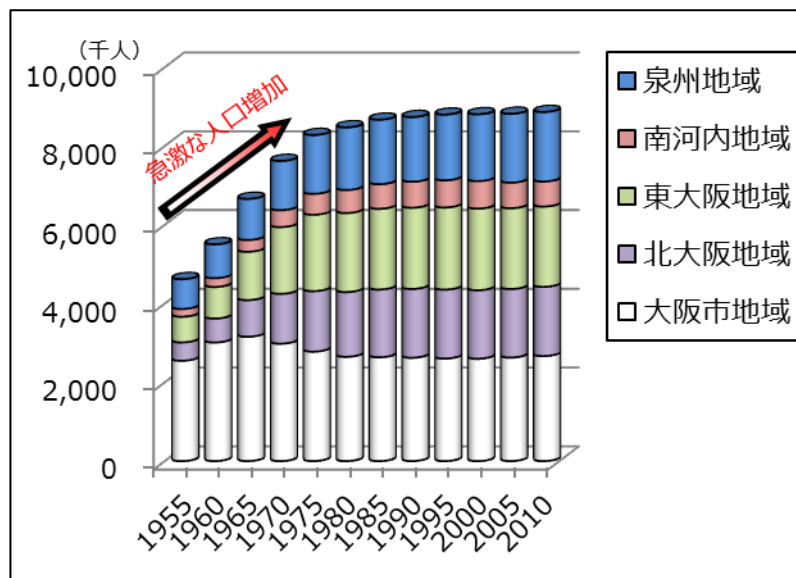


圖 14 大阪府 1955-2010 年人口增加情形

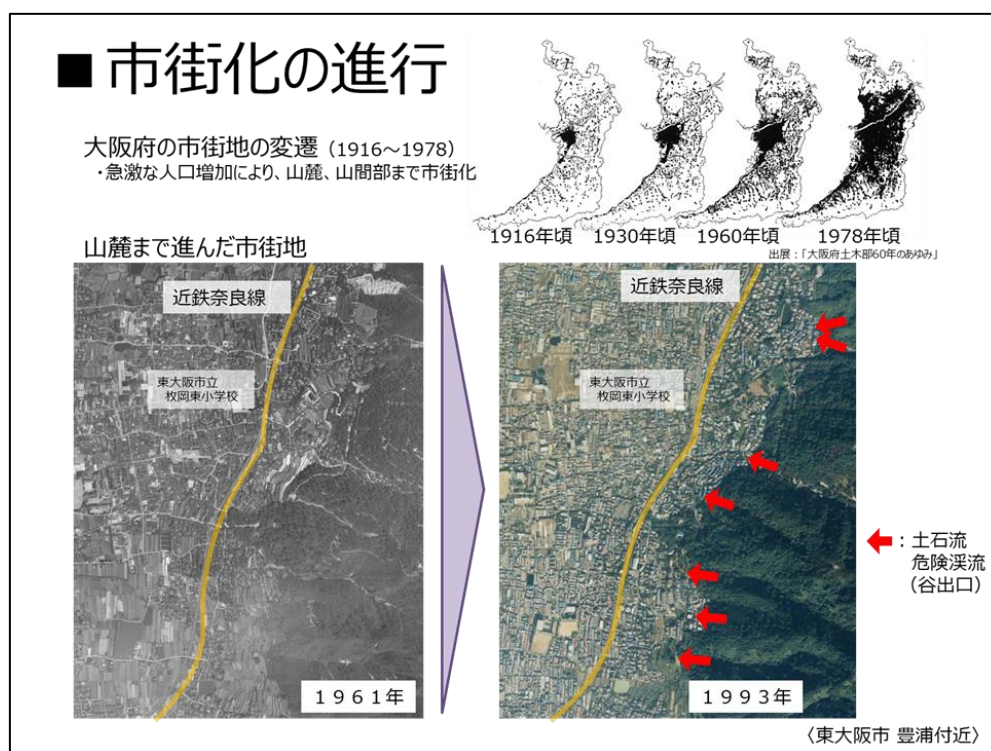


圖 15 大阪府東部地區土地都市化情形

二、至 2013 年底，大阪府地區必須整治的區域，在野溪整治部份共計 1009 處，已完成 348 處之整治，完成率為 34.5 %，崩塌地整治部份共計 683 處，已完成 176 處之整治，完成率為 25.8 %，地滑治理部份共計 145 處，已完成 13 處之整治，完成率為 9.0 %，可見要完成大阪府地區所有的整治工作，還要相當長的時間，並需投入龐大的經費。



圖 16 大阪府地區土石流及崩塌地整治情形

三、如上所述，要推動大阪府土砂災害的防治，若採取工程手段，需要龐大的經費和很長的時間，故現階段必須讓居民盡速疏散，優先保護民眾的生命，因為工程施工有工期可以等，但土砂災害相關受害者的工期卻是零。同時，未來的土砂災害防治對策，重點將放在土砂相關災害風險資訊的披露和利用。

四、有關指定土砂風險區域之資訊的披露和利用，預定 2016 年全部完成，到了 2016 年，針對土砂風險的指定區域，將逐漸推動有效的及高效率的預防疏散計畫，提升民眾緊急避難意識，現有的房屋搬遷補貼，以及持續投入經費辦理整治。

五、大阪府相關土砂防治對策之推動，係依據日本 2001 年 4 月 1 日制定之土砂相關災害防止法第 1 條，劃設土砂災害警戒區域及土砂災害特別警戒區域，以保護國民的生命和身體免於土砂災害，明確指示有發生土砂災害之虞的區域，擬定此等區域警戒避難體系的整備加強措施，同時對於具土砂災害高潛勢的土地區域，除限制其一定的開發行為外，並依據有關建築物的構造及必要的措施等規定，期促進土砂災害防治的對策，藉以確保公共福祉為其目的。

六、到 2014 年 10 月止，大阪地區已經指定土砂相關災害危害區域： 3,760 處，土砂相關災害特別警告地區： 2,385 處，預定在 2016 年全部指定完成。有關風險披露和資訊分享，將會公布相關機關之網站中。

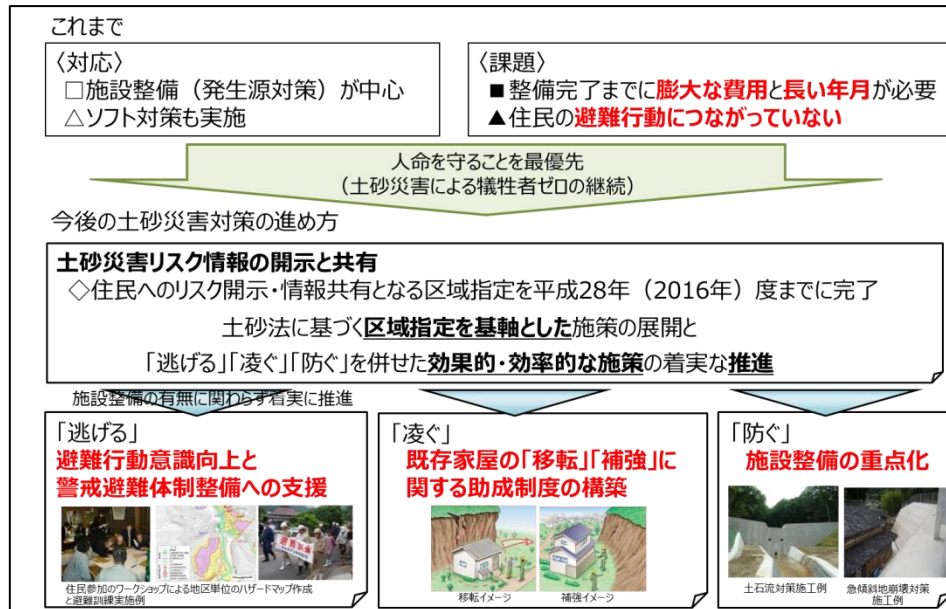


圖 17 大阪府土砂災害防治対策

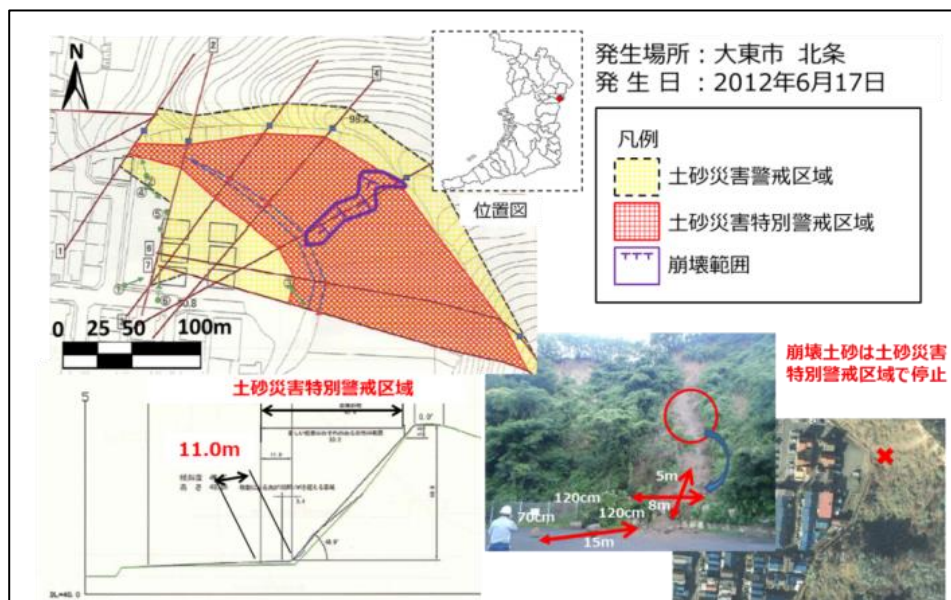


圖 18 大阪府土砂災害特別警戒區域劃設情形

七、對預警和疏散避難之改進：

(一) 大約在 1 天前大雨可能性高：發布可能下大雨警告和警報

- (二) 半天到幾個小時前：發布大雨注意報
- (三) 大雨開始：大阪府發布土砂災害預警準備資訊
- (四) 雨勢加大時：在三個小時後降雨量可能會超過大阪府土砂災害預警標準值時，持續發布土砂災害預警準備資訊。
- (五) 數小時 ~ 1-2 小時前：發布土砂災害大雨警報、淹水大雨警報。
- (六) 雨勢更加強烈：記錄短延時強降雨資訊，並持續監測。
- (七) 創紀錄的降雨事件：觀察到快速和強烈的降雨（100 毫米/小時）
- (八) 預估災情可能進一步擴大：如果土砂災害大雨警報發布後，針對土砂災害危險度高的區域，由大阪府及市町村等單位共同發布土砂災害預警，並勸告民眾疏散避難。

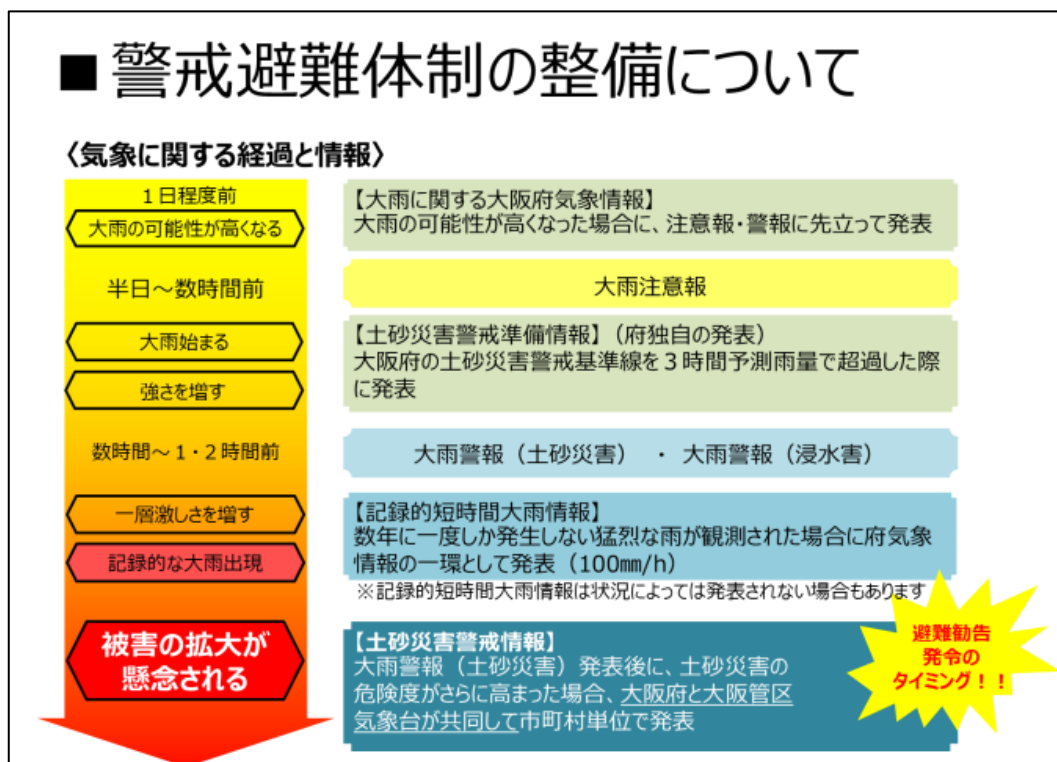


圖 19 大阪府土砂災害預警及緊急避難之發布流程

八、為避免土砂災害發出的疏散警告後，居民未進行避難疏散，有必要提高居民防災意識，因此需以社區為基礎辦理相關講習，同時邀請民眾一起完成指定地區

和危險地區之防災資訊圖說，並不斷進行疏散訓練，才可以有效提高居民的防災意識。



圖 20 大阪府土砂危險地區防災圖資建立及訓練流程

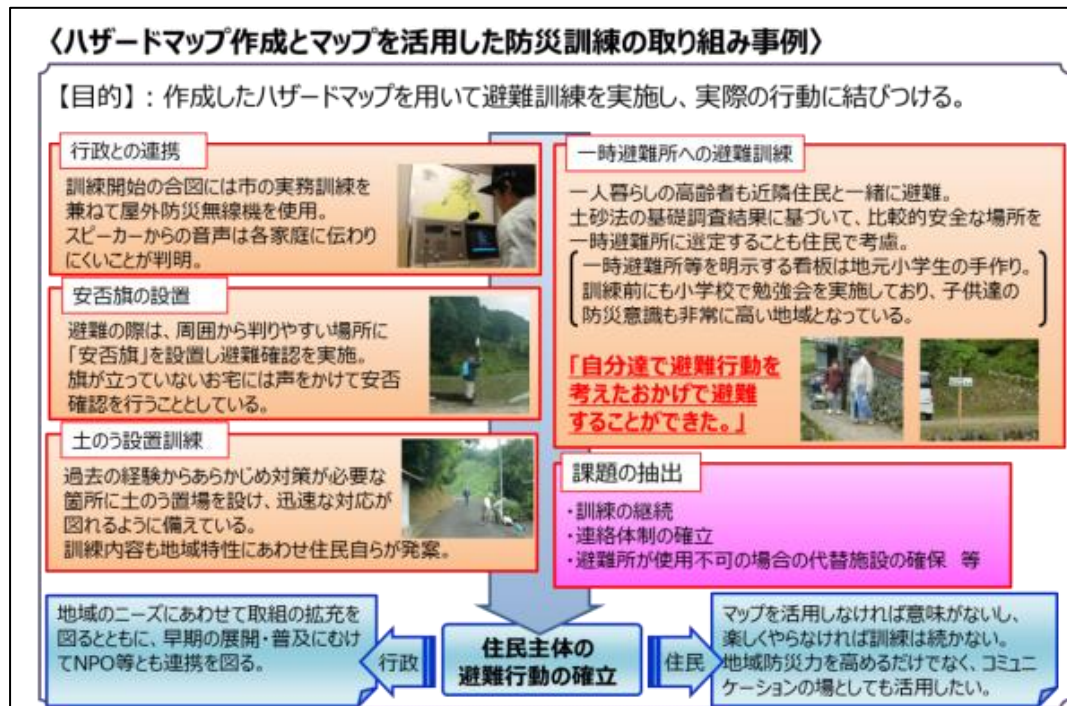


圖 21 大阪府實施防災訓練案例

九、為協助危險地區住宅搬遷及房屋加固處置，針對危險地區現有不適宜居住之房屋，每戶補助 802,000 日圓，進行房屋拆除；每戶補助貸款 4,150,000 日圓，進行房屋建造；房屋補強加固者，補助 23%之貸款利息。上述房屋拆除、興建及補強所需補助費用，由中央政府負擔 1 / 2，都道府縣負擔 1/4，市町村負擔 1/4。

●移転に関する助成		
区分	対象住宅	補助限度額
危険住宅の除却等に要する経費 (除却等費)	次の区域に存する既存不適格住宅 ・建築基準法第39条に基づく災害危険区域 ・建築基準法第40条に基づく区域 ・土砂災害防止法第8条に基づく土砂災害特別警戒区域	1戸あたり80.2万円
危険住宅に代わる住宅の建設に要する経費 (建物助成費)	同上	1戸あたり415万円 ※金融機関等から資金を借入れた場合
●補強に関する助成		
区分	対象住宅	補助限度額
住宅の補強工事に要する経費の一部	土砂災害特別警戒区域が指定される以前に建築された居室を有する住宅	平均補強費用の利子相当分 補強費：約200万円 利子相当額：23%
●移転・補強事業の費用負担割合案		
国 1/2 (社会資本総合交付金)	都道府県 1/4	市町村 (事業主体) 1/4




圖 22 大阪府危險地區住宅搬遷加固補助經費情形

十、綜上所述，大阪府之土砂災害防治對策可歸納分為以下三個部分：

- (一) 避難：加強居民的避難意識，規劃緊急避難路線，考量老人、婦女及幼兒之需求，充實避難處所之設施。
- (二) 補強：為協助當地民眾房屋補強或遷移，建立房子的「搬遷」或「補強」之補助制度。
- (三) 防止：施作防治工程，以防止崩塌、地滑及土石流等土砂災害發生。

2.3 11月24日台日行政官會議

2.3.1 議程說明

2014年台日行政官會議於11月24日下午在奈良商工會議所會議室召開，其議程如表7。

表7：2014年臺日行政官會議議程

時間	議程	演講者	備註
13:30~13:45	廣島土砂災害之概要及土砂災害防止法之改正	開幕致詞 國土交通省砂防部長 大野宏之	
13:45~14:05	於臺灣示範地區之概要及調查研究內容： 1. 大型堰塞湖試驗發展趨勢 2. 大規模土砂流出與河床變動 3. 大規模土砂流出區域之治理	中興大學農資學院 院長陳樹群 成功大學防災中心 主任謝正倫 水土保持局 科長李正鈞	
14:35~15:05	於日本示範地區之概要及調查研究內容： 1. 關於深層崩塌危險地區抽出之手法 2. 堰塞湖之庫容水位預測之研究以平成24年9月~平成26年3月長殿地區觀測之成果為例”（平成24年為2012年） 3. 大規模土砂生產後之土砂流出	土木研究所土砂管理研究團隊主任研究員木下篤彥 土木研究所土砂管理研究團隊上席研究員石塚忠範 国土技術政策綜合研究所砂防研究室主任研究官內田太郎	
15:20~16:10	討論		
16:10~16:15	閉幕		

臺日行政官會議之主題，日方為「日本示範地區之概要及調查研究內容」及「廣島土砂災害之概要及土砂災害防止法之改正」等2議題專題報告；我方則針對「臺灣示範地區之概要及調查研究內容」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、大阪府都市整備部等單位人員，我方則有水土保持局、國家災害防救科技中心、水利署、本局、台南市政府、中華水土保持學會及中華防災學會等單位共 13 人參與，臺日雙方合計約 30 人。以下針對研討會之內容摘要說明。

2.3.2 廣島土砂災害之概要及土砂災害防止法之改正

演講者：

國土交通省砂防部長大野宏之

內容摘要：

一、平成 26 年（2014）8 月 19 日晚上至 20 日凌晨，日本廣島市安佐南區、安佐北區局部出現暴雨天氣，3 小時累積雨量達 217.5mm，1 小時雨量達 101mm，各地相繼發生土石流，多處住宅被掩埋。暴雨引發的山崩地滑，滾滾泥流挾帶樹枝、土石沖毀民宅，共發生 166 件土砂災害，造成 74 人死亡，44 人受傷。災後檢討重大傷亡之原因是疏散通告發出太晚。

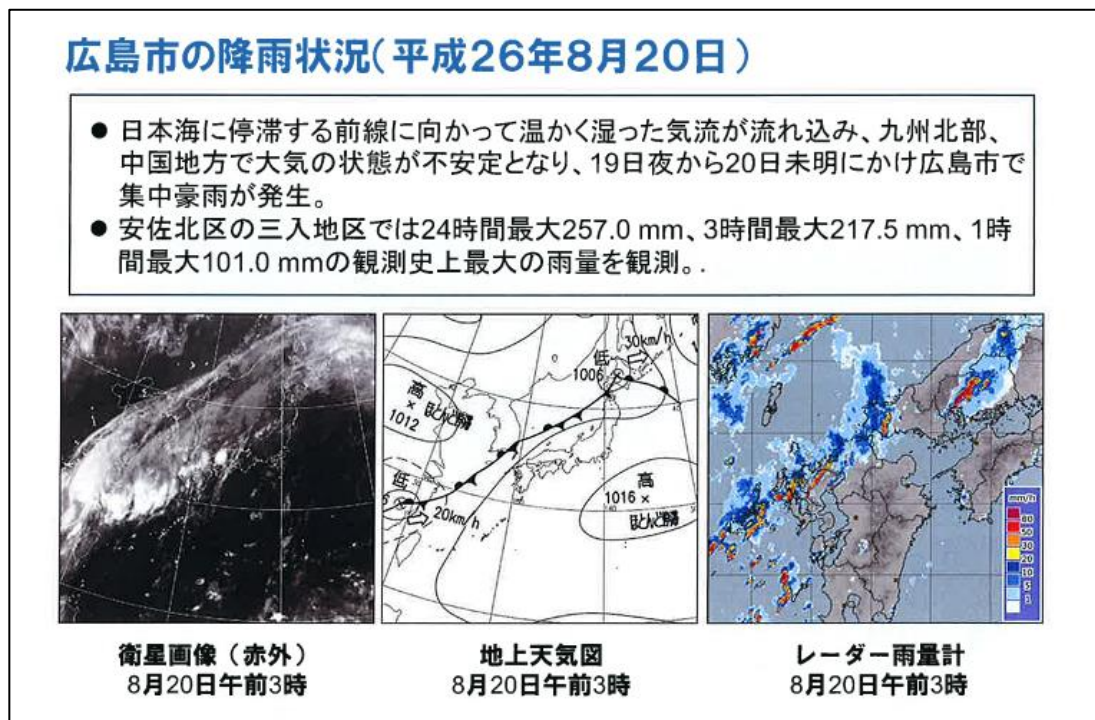


圖 23 平成 26 年 8 月 20 日廣島地區降雨情形

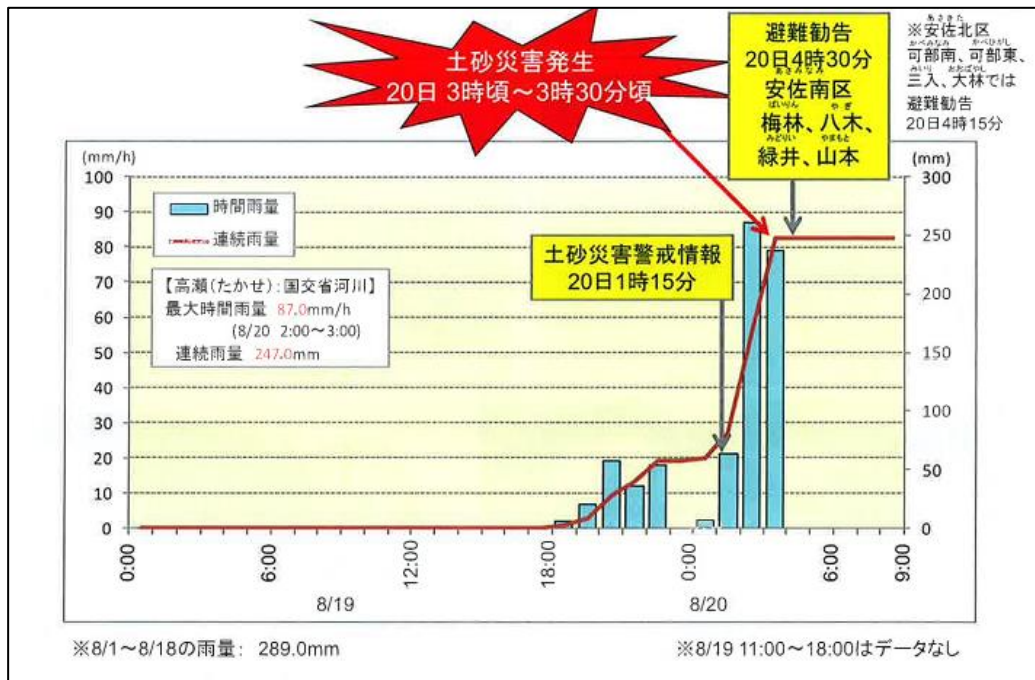


圖 24 8月19至20日廣島市安左南區降雨情形及警報發布時間



圖 25 廣島地區土砂災害分布情形

二、廣島縣境內地質大多為風化之花崗岩，地表疏鬆容易發生土石流。日本國土交通省表示，廣島縣內有可能發生土砂災害的地點多達 3.2 萬處，為日本國內最

- (四) 市町村地區的防災計畫需明訂避難場地、避難路線及避難訓練等相關事項。
- (五) 市町村地區的防災計畫需明訂社會福利設施、學校及醫療設施的資訊公布等相關事項。
- (六) 強化避難體制，確保老人、小孩能夠安全到達之避難路線及避難場地。
- (七) 國土交通省需針對都道府縣，市町村提供建議及資訊。
- (八) 國土交通省協助都道府縣指定警戒區域，支援市町村建立避難體制。

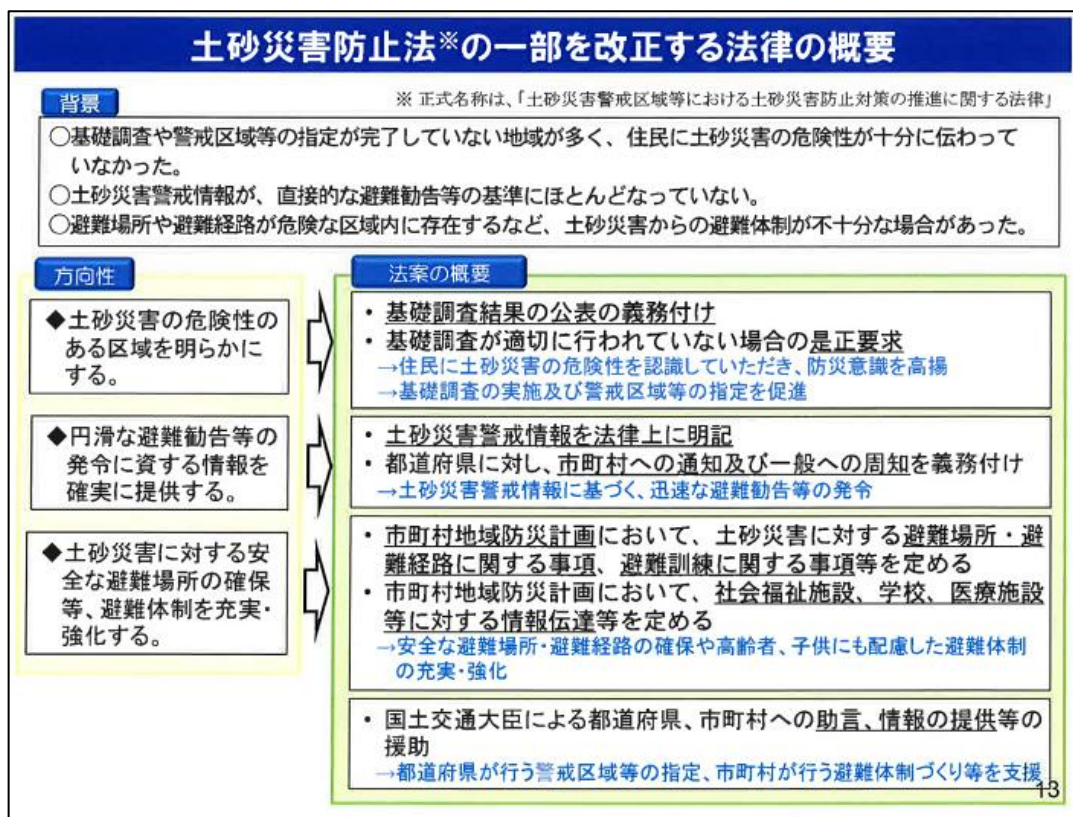


圖 27 廣島土砂災害後之策進作為

2.3.3 於臺灣示範地區之概要及調查研究內容

一、大型堰塞湖試驗發展趨勢

演講者：中興大學農資學院院長陳樹群

內容摘要：

(一) 中興大學於南投縣國姓鄉的惠蓀林場蘭島溪建置原尺寸試驗觀測站，是全球唯一可以調整流量，重複實驗的場域，目前已進行 10 次單雙壩實驗潰決實驗，且已發表多篇文章，未來將持續深入分析。

(二) 近期將進行潰壩對結構物的影響、河床質運移量估算、河床演變等研究，可提供國內外學者共同合作研究，例如：進行大尺度堰塞湖縮比模型實驗、儀器性能檢測、實驗新方法測試、新理論驗證等，解決實際潰壩、土石流及泥沙運移問題。

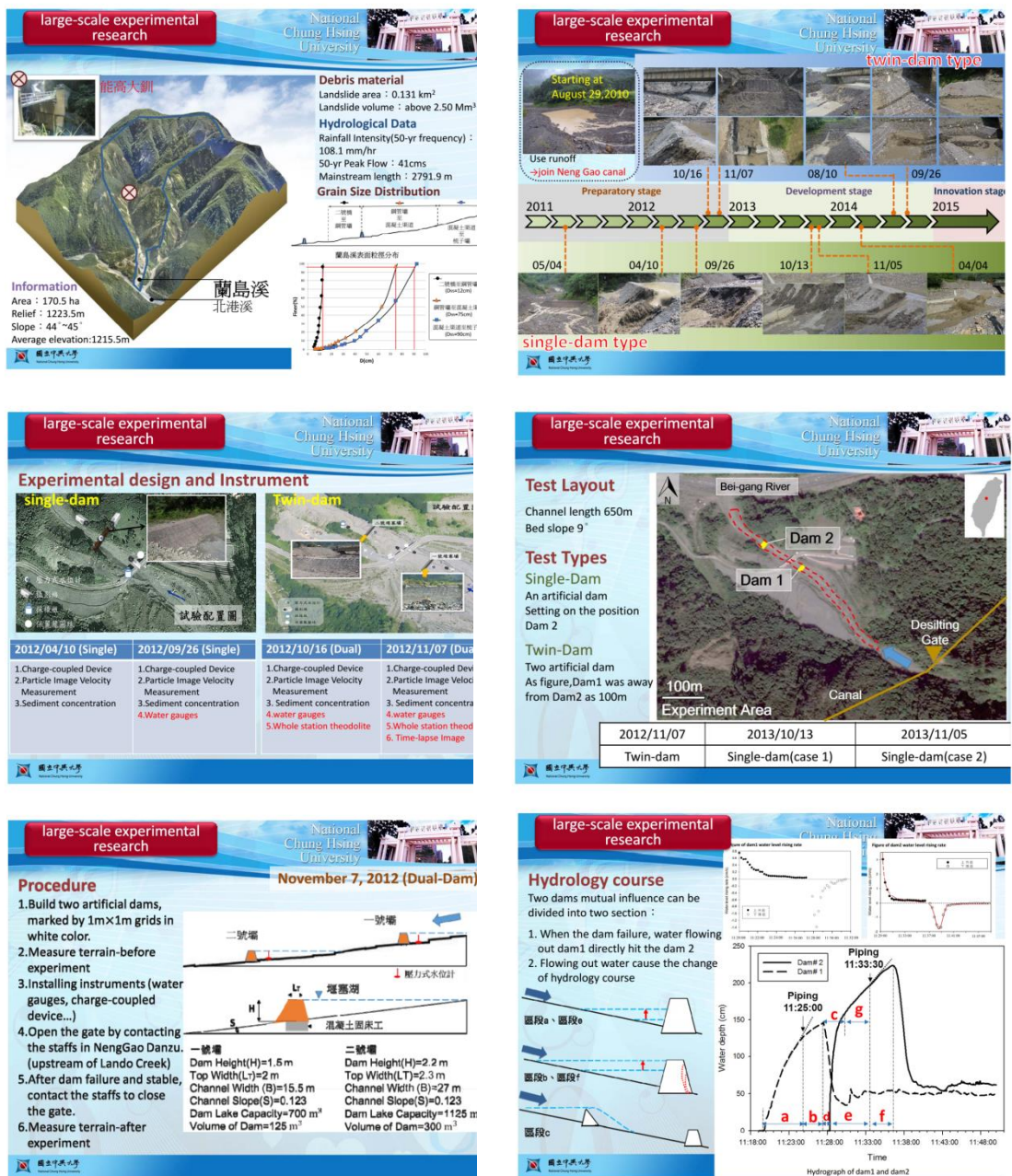


圖 28 大型堰塞湖試驗發展趨勢簡報摘錄

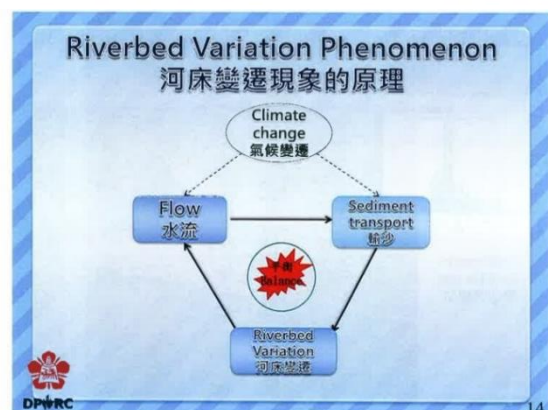
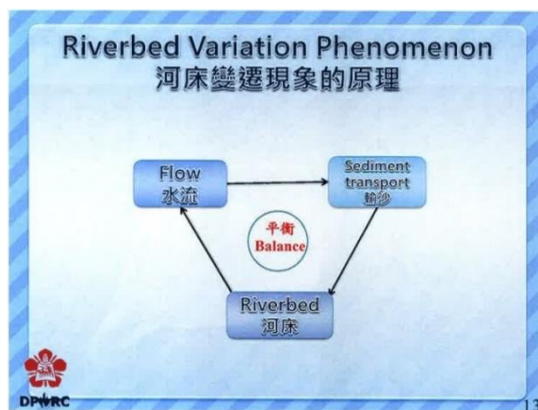
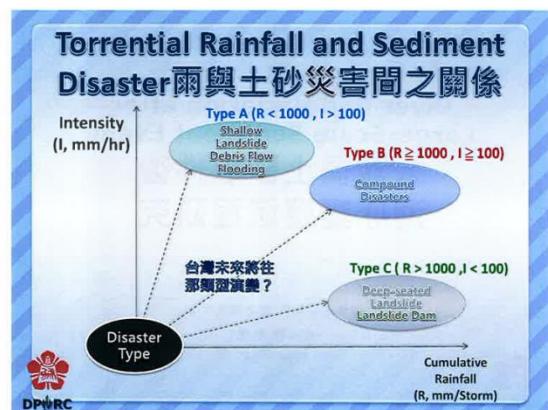
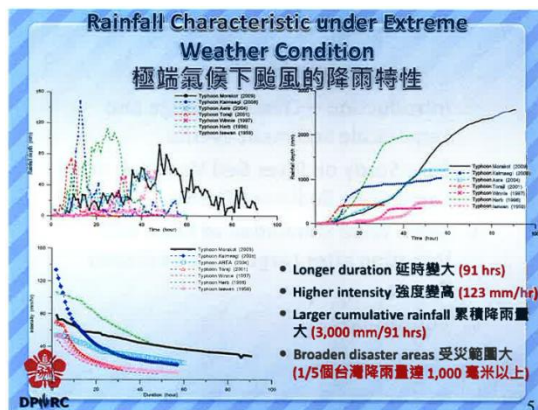
(三) 大規模土砂流出與河床變動

演講者：成功大學防災中心主任謝正倫

內容摘要：

(一) 本研究主要是透過長期的現地調查與測量，了解降雨與土砂災害之關係，水流、氣候變遷、河川輸砂間之關係，透過幾個大規模土砂災害後之河床變遷案例，以實測數據瞭解災後土砂運移現象，以及對下游道路、聚落、堤防護岸等之影響。

(二) 大規模土砂流出與河床變動之長期觀測，將有助於研擬土砂災害防治對策。



2. Case Study on River Bed Variation after Large-Scale Sediment Events

大規模土砂事件後的河床變遷案例

Case 1 Riverbed change in Shoufeng River over 30 years
 案例 1 壽豐溪 30 年間河床變遷過程 (1984年~2014年)

- 壽豐溪集水區位於花蓮縣秀林鄉與萬榮鄉交界處，發源於中央山脈中段的知亞干山，集水面積達 21,373 公頃，為典型中央山脈東麓山地河川地形
- 民國 73 年壽豐溪支流交會處發生大規模崩塌，在主流交會處形成天然壩堰壅塞湖，壅塞湖天然壩體高約 60 公尺，總崩塌土石量估計超過 1,500 萬方。
- 其後數年，壽豐溪土砂劇烈的運移與堆積現象，使得下游西林聚落多次遭逢重大災害，包括堤防潰堤、鐵公路中斷，以及土石流入聚落等淹水或土砂災害

2.3.4 於日本示範地區之概要及調查研究內容

一、關於深層崩塌危險地區抽出之手法

演講者：土木研究所土砂管理研究團隊主任研究員木下篤彦

內容摘要：

- (一) 日本過去利用水文和水質調查，進行深層崩塌潛勢地點的評估，從 SiO_2 、濁度、水溫度、PH 值、電導率 (EC) 溶解氧 (DO) 的測定，發現發生深層崩塌地點的電導率 (EC) 較高，湧水量多。



圖 30 利用水文水質調査深層崩塌潛勢之方法

- (二) 使用聲波(LP)進行深層崩塌潛勢地點的調查，由於岩層受到重力變形，觀測岩層變動情形，可以發現邊坡正在崩塌的現象。其特徵可以利用聲速分佈來探得，使用 x 射線可以偵測到較為鬆散的線型。而利用特徵值比率，可以作為擾動地表垂直向量值之比較，藉以瞭解地表變化程度以及凹凸情形，進而發現地形特徵，研判是否具有深層崩塌潛勢。

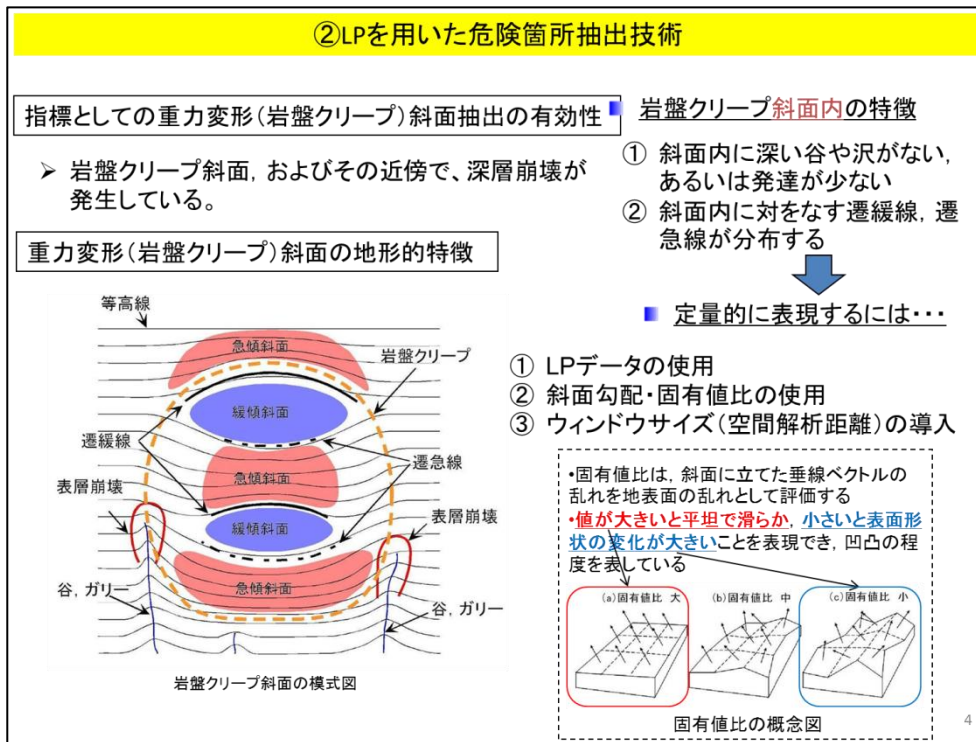


圖 31 利用 LP 評価深層崩壊潜勢之方法

(三) 利用空中電磁探測技術，如快速電阻率の垂向變化情形，可發現具有深層邊坡破壞的特徵。例如高比電阻可能是淺層風化基岩及不飽和的區域，低電阻區則可能是土砂堆積或具有風化基岩及含水量高的地區。

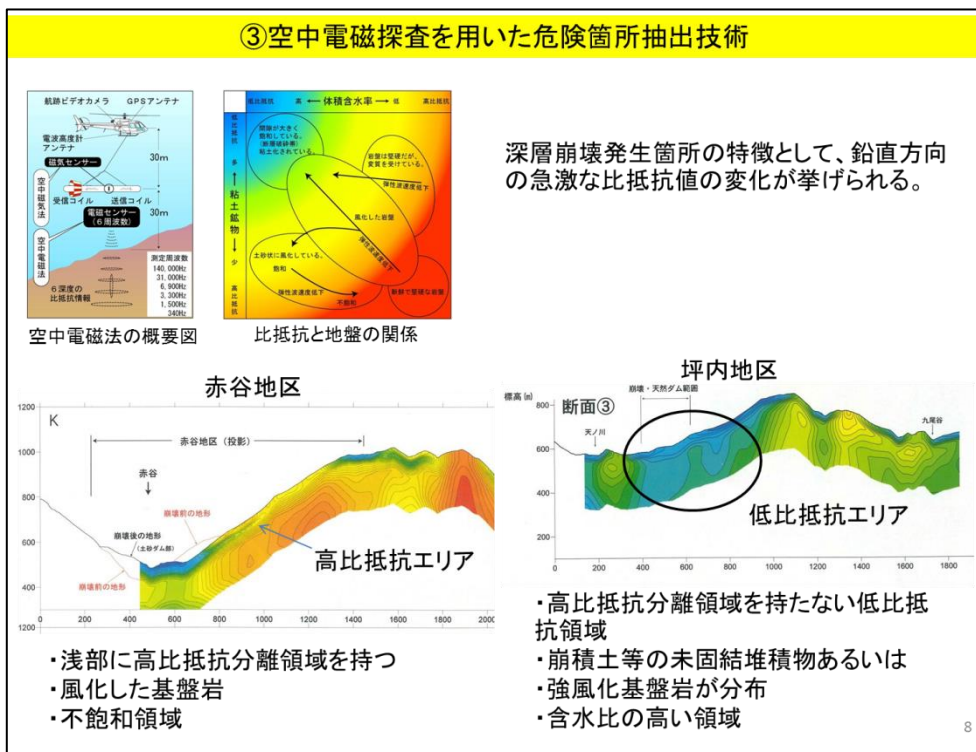


圖 32 利用空中電池探測技術評估深層崩壊潜勢的方法

二、堰塞湖之庫容水位預測之研究－以平成 24 年 9 月～平成 26 年 3 月長殿地區觀測之成果為例(平成 24 年為 2012 年)

演講者：土木研究所土砂管理研究團隊 上席研究員 石塚忠範

內容摘要：

- (一) 有關堰塞湖天然壩溢流時，上游流入流量的估計，現有的模式仍無法有效預測的原因，主要是因為很難準確地估算在預測期間的滲流水量。

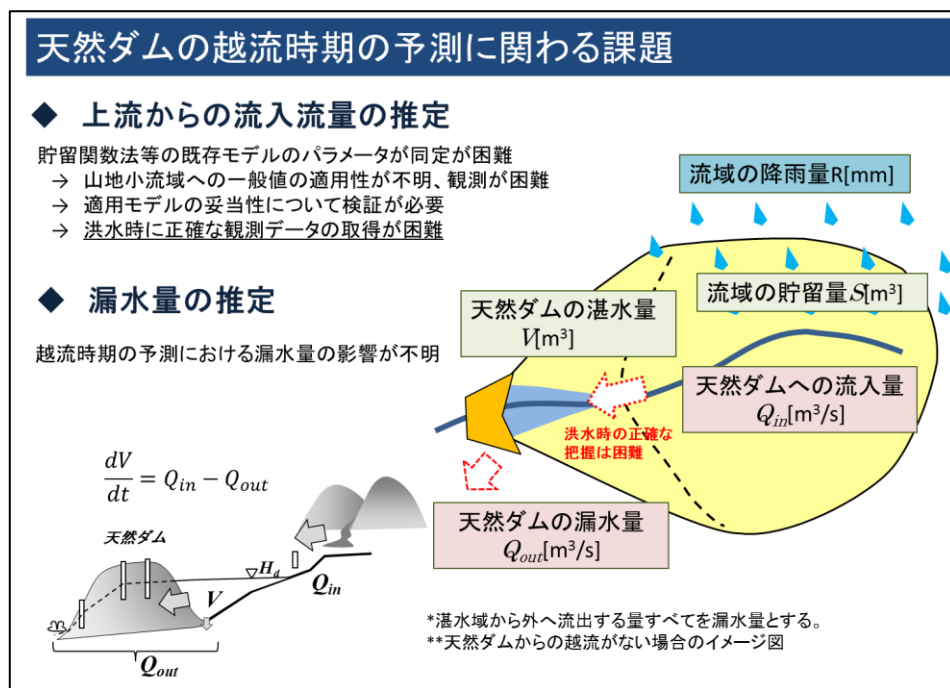


圖 33 堰塞湖天然壩溢流其間水量之估算方式

- (二) 天然壩的水位預測中，滲流量的估算應注意事項：

1. 收集資料：降雨量、上游河道的流量、天然壩水位、鑽孔水位和下游河道的流量及泉湧量。
2. 掌握滲流特性：
 - (1) 透過連續滲漏理論來瞭解
 - (2) 計算假設飽和滲透係數
3. 瞭解天然壩水位預測的影響
 - (1) 透過較大降雨事件進行有效性驗證

(2) 瞭解水位預測的影響

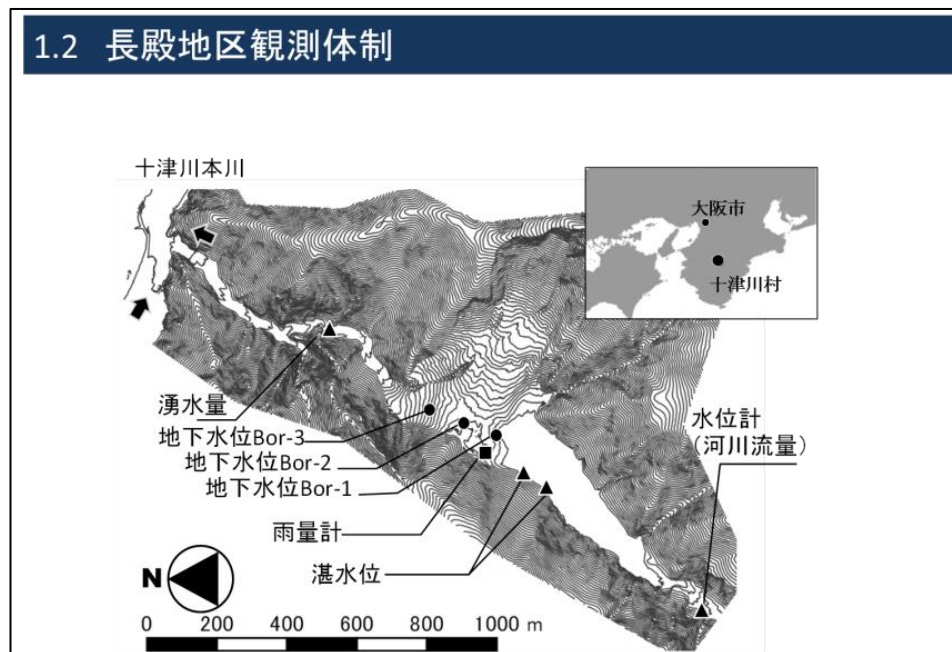
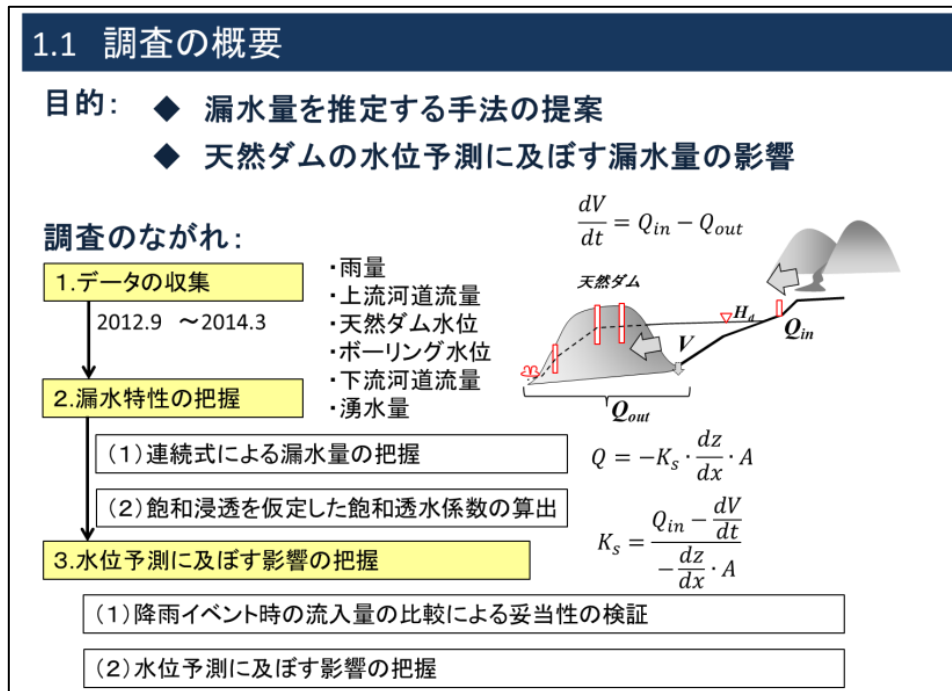


圖 34 堰塞湖天然壩溢流其間水量之估算方式

(三) 從以往的經驗得知，滲流量可能在 $0.12 \sim 0.33 \text{ m}^3/\text{s}$ ，上游入流量中可能有 50 ~ 70% 因為滲流而流失，本研究計算之滲流量則介於 30 ~ 90%。因此如果未將滲流量納入考量，則所估計堰塞湖的水位變化，將被高估。但是到目

前為止，關於天然壩滲漏特性的研究結果尚未明確，相關特性後續仍有待努力。

三、大規模土砂生產後之土砂流出

演講者：國土技術政策總合研究所砂防研究室主任研究官 內田太郎

內容摘要：

- (一) 颱風豪雨造成大規模崩塌，產生之土砂堆積於集水區內坡面、溪流中，這些土砂恐將形成二次土砂災害，但是目前對於土砂運移及輸送的情形並不是很清楚。本研究透過長時間觀測土砂變動情形，試圖瞭解土砂之動態機制。

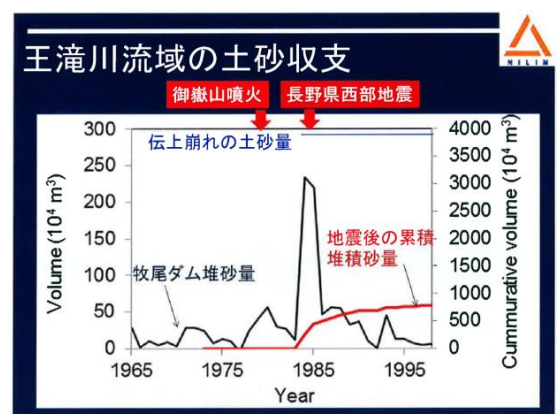
背景と目的

- 豪雨や地震により、大規模・多数の斜面崩壊が生じると大量な土砂が流域内貯留される。
- これらの土砂は、流域の土砂動態に長期間・重大な影響を及ぼすと考えられるが、どの程度の期間、どの程度の影響を及ぼすか不明な点が少ない。
- 大規模土砂生産後の復旧や土砂管理の観点から、大規模土砂生産後の土砂動態の把握を試みる。

事例研究

王滝川

1984年長野県西部地震発生 ($M_w=6.8$)。大規模な深層崩壊が火山山麓で発生。

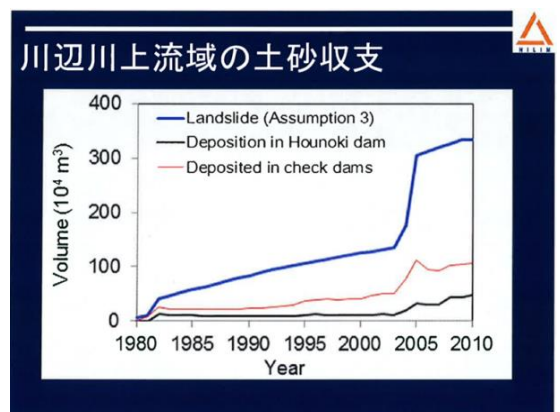


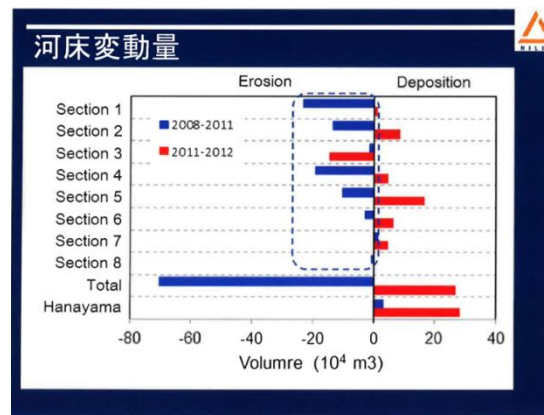
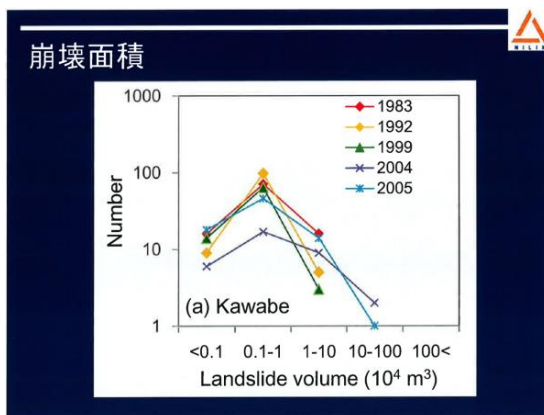
川辺川上流域

流域面積 97 km²

砂防堰堤

朴木砂防堰堤





まとめ

日本のいくつかの流域について、大規模土砂生産後の土砂動態に関するデータを収集・整理した。

今後はデータの拡充、分析を行い、

- ・大規模土砂生産後の土砂動態の支配要因の解明
- ・数値計算モデルを用いた予測手法の構築を実施する予定。

圖 35 大規模土砂生産後之土砂流出簡報摘錄

(二) 本研究選擇數個集水區長期觀測土砂運移情形，配合各種事件之發生及各種防砂設施之影響，以提出土砂災害後二次土砂之防治對策。

2.4 2014 年國際防災會議

本次由日本主辦之國際防災會議，於 103 年 11 月 25~28 日，在奈良縣新公會堂舉辦，研究主題為「減輕自然災害以建立安全的社會」，子議題包括「大規模的災害」、「監測機制」、「模式與評估」、「工程防治對策」、「非工程對策以及風險管理」等，計有 14 個國家，大約 350 人與會，謹將會議過程摘述如後。



圖 36 2014 年國際防災會議議程及各國貴賓合影

2.4.1 開幕式及基調演講（103 年 11 月 25 日）

國際防災會議第一天為開幕式，開幕式安排 6 場基調演講(keynote speech)，分別由日本、臺灣、印尼、奧地利及瑞士的政府官員及學者針對各國之土砂防災策略進行演講，其中臺灣由水土保持局陳總工程司志雄發表的題目是「臺灣大規模崩塌之減災措施」。



圖 37 水土保持局陳總工程司志雄發表基調演講

各國之基調演講內容簡要說明如下：

一、日本的土砂災害風險防治

- (一) 日本的地形、地質、氣候、土地利用及都市化情形造成土砂災害頻傳，中、小型的土砂災害因整治工程及防災避難措施而減少，惟近年常因極端氣候導致複合型災害崩塌或土石流同時發生，2014 年 8 月在廣島豪雨發生的災害即為一例。本文以廣島 2014 年 8 月豪雨、紀伊半島 2011 年第 12 號（塔拉斯）颱風及 2011 年 3 月 11 日發生的大地震、崩塌為例，說明其災害發生情形及後續的救援與復健工作。
- (二) 日本列島屬於四個板塊，包括歐亞地區、太平洋、菲律賓海和北美。雖然日本國土涵蓋只有地球陸地面積的 0.25%，但是全球震度 6 級以上地震大約有 20%發生在日本。日本具有高聳、陡峭的山脈及複雜的地質結構，極易受到土砂災害的侵襲。平均每年有 26 個颱風接近日本，特別是在 2004 年有 10 個颱風登陸日本，曾造成嚴重損害。
- (三) 國土交通省設有九個區域發展單位及約 40 個砂防辦事處。此外，47 個行政區有屬於自己砂防專案法規和技術標準，並接受中央政府的補助。
- (四) 廣島 2014 年 8 月 20 日局部的大雨，導致同時發生多處土石流災害，造成共 166 處土砂災害事件，共有 74 人死亡，361 間房屋全毀或部分損毀，超過 4,500 戶淹水。最大時雨量為 101 毫米，24 小時累積降雨量為 257 毫米。
- (五) 為了防止二次土砂災害發生，國土交通省派遣防砂專家和 TEC 人力（技術緊急控制人力）到受災地區，協助警察、消防隊和自衛隊進行救援行動，採取監測和人員疏散等安全措施，從災害發生到 9 月 2 日，共出動 891 名 TEC 人力。
- (六) 2011 年 12 號颱風，帶來超過 2000 mm 降雨量，在紀伊半島造成深層崩塌及堰塞湖等災情。這場災難在奈良縣、和歌山縣與三重縣造成 56 人死亡或失蹤，144 間房屋全毀。

- (七) 2011 年 3 月 11 日東日本大地震，芮氏 9.0 級大地震襲擊日本東部，造成約 18,500 人死亡。大部分的受害者是因為地震誘發海嘯而死亡，然而地震也引發 141 處崩塌，造成 19 人死亡。地震造成白川方明市福島縣的 Hanokidaira 地區長 130 公尺、寬 100 公尺之地滑，崩塌土砂量為 75,000 立方公尺，計摧毀 10 間房屋，造成 13 人死亡。
- (八) 由於 1999 年 廣島災害 (32 人死亡或失蹤)，催生日本土砂災害防止法在 2001 年獲得通過。這項法律的目的是實施非工程措施，以保護人民在土砂災害發生時的生命安全。國土交通省制定基本法律和法規，每個地區據以指定土砂災害危險地區和進行基本的調查研究。截至 2014 年 7 月，約 350,000 的危險地區已被縣政府指定，大約已完成 70% 的危險地點指定工作。
- (九) 土砂災害警報發出後，由日本氣象廳和縣政府聯合發布疏散勸告。鑑於 2014 年廣島災難的教訓，國土交通省試圖加強非工程措施，包括修訂土砂災害防止法。國土交通省計畫更快速及準確地向市政當局提供可能發生大規模災害之地區和時間，但要實現這一目標，就必須發展深層崩塌、堰塞湖、火山爆發早期預測技術，還必須建置夜間或惡劣天氣條件下相關的監測儀器。國土交通省已安裝了很多各式各樣的設備，包括雨量計、水位計、監控攝影機、全球定位系統和振動感應器等等，同時還支援發展遠端遙感技術、雷射、雷達和衛星影像科技，利用這些資料結合起來，試圖達成國家土地完整的防災預警監測工作。
- (十) 綜上所述，自然和社會條件使日本極易遭受土砂災害，受害人數最近幾年仍逐漸增加。因此，國土交通省試圖利用技術、頒行相關法律及編列預算，期能減少土砂災害發生風險。

二、土砂災害的特性及深層崩塌機制(日本)

(一) 全世界都受到土砂災害如崩塌、地滑、土石流或是其他堰塞湖及火山的泥流等之困擾，這些災害常造成民眾生命財產的損失，為減少這些災害的發生，各國政府均投入大量經費和時間，特別是深層崩塌更是造成無法估計的破壞，由於深層崩塌以往的發生機率較低，因此對於如何防治的知識及經驗相當缺乏，但是面臨氣候變遷，極端的降雨使得深層崩塌逐漸增加，如何防治已成為目前重要的課題，本文係針對深層崩塌的特性及發生機制進行提出未來的研究課題。

(二) 研究深層崩塌應先釐清下列幾個基本問題：

1. 深層邊坡破壞發生機制
2. 深層邊坡破壞後土砂運移機制
3. 提高深層崩塌潛勢評估準確度
4. 深層崩塌發生度之評估
5. 規劃和設計有效的工程對策，防止深層崩塌發生
6. 針對深層崩塌提出非工程對策
7. 提出堰塞湖的處理對策

(三) 因此要提出有效的對策，減少深層崩塌造成的損害，應該要瞭解深層崩塌發生及土砂運移的機制，然而除了缺乏知識與以往處理的經驗外，由於本來就很難預測及阻止深層崩塌的發生，我們只能更深入地調查大規模土砂災害的機制和防治對策，提高技術能力，並積極與世界各國交換相關資訊，才能讓深層崩塌的威脅降低。

三、大規模崩塌在臺灣的減災策略

(一) 2009年8月的莫拉克颱風肆虐臺灣，造成超過700人傷亡和巨大的財產損失。高雄市的小林村遭受水災、大規模崩塌、土石流及堰塞湖等複合型的

土砂災害，使得整個村子瞬間被掩埋，這個事件的主因是大規模崩塌，類似案件以前不曾發生過，因此事件發生時無法應對。

(二) 為避免小林村事件再度發生，水土保持局建立了一套大規模崩塌的防治對策，簡要說明如下：

1. 首先運用影像進行崩塌地的調查：利用高精度 DEM 資料，從相關地形特徵判識大規模崩塌潛勢，水土保持局利用此種方法，已經在臺灣南部、中部和東部判識出 469 處具有大規模崩塌潛勢的地點，其中 42 處在聚落附近，這項工作現仍在持續進行中，未來全部工作完成後，可確定大規模崩塌潛勢區域，預估約有 150-300 個聚落可能受到大規模崩塌的影響。
2. 進行大規模崩塌潛勢區域之風險分析並加以分級：由於無法在幾年內對大規模崩塌潛勢區域全部建立防減災措施，因此，利用危險度及發生度兩個因子進行風險評估，將大規模崩塌潛勢區域加以分級，分別訂定不同的防災策略。
3. 風險分析危險性低者採持續觀察，危險性高者則應建立監測及警戒系統：監測系統有助於進一步瞭解發生崩塌的機制。目前 GPS 監測設備可用於地表位置，伸張計則用於滑動位置。水土保持局已經完成 3 個地點的監測，另外 3 個地點的監測也已經在進行。此外，降雨和地下水也是兩個重要因素，所以雨量計、水位計等儀器也都納入監測系統中。
4. 規劃避難疏散計畫：降雨和地下水水位的變化是觸發大規模崩塌的兩個重要因素。經過長期觀察，臺灣現正設法訂定發生大規模崩塌之警戒值，而依據莫拉克風災的經驗，降雨的警戒值初步可能設在 800 mm。
5. 逐年滾動式檢討：因為複雜極端的降雨狀況，大規模的疏散避難計畫是很難訂定及執行，降雨量不僅引發大規模崩塌，淺層崩塌、土石流和淹水的災情都可能發生。因此，疏散計畫應該考慮各種不同災害的狀況，以決定

最安全的疏散時間和路徑。訂定計畫後還須針對當地民眾辦理教育訓練，才能確實執行疏散避難計畫。

- (三) 大規模崩塌災害的減災策略是基於災害管理的模式，大規模崩塌的防治對策仍需要更多進一步的研究，掌握更明確的機制，才能減少大規模災害的發生。

四、強化印尼硬體和非硬體的土砂減災策略

- (一) 印尼是一個易受自然災害影響的國家，不只土砂災害，在過去的 10 年，印尼受到各種自然災害的侵襲，導致數以十萬計的人員傷亡和物質損失。2004 年驚人的亞齊海嘯悲劇，是自然災難如何在一瞬間摧毀大部分班達亞齊文明的例子。2006 年地震在 Yogyakarta 造成 5 千多人喪生。2010 年日惹默拉皮火山噴發，傷亡超過 200 人，1 百多間房屋埋在火山泥流中。在 Wasior，因為邊坡崩塌造成 200 多人死亡。2014 年在中部的爪哇山拉姆，仍有幾個火山爆發引起的災害，因而 2015 年應注意火山泥流的二次災害威脅。
- (二) 透過歷史災害的調查與瞭解，在面對未來土砂災害的威脅時，可以強化抵抗和處理災害能力。我們必須從過去的土砂災害中學習，因為土砂災害也是一種週期性的災害，就像地震週期、火山噴發週期一樣。
- (三) 土砂災害的發生具複雜性，因此印尼的土砂減災策略需要認真探討硬體和非硬體兩種方式。硬體方面可以興建防砂設施，但從印尼在防治土砂災害的經驗，社區抗災能力是一個有價值的因素，藉以衡量該社區本身在緊急情況下，利用可用的、可持續性的資源來承受災害，並從逆境中恢復的能力。同時，政府應該要灌輸正確的觀念，讓居民知道除了參與各項防災活動外，為了避免土砂災害增加，民眾應該避免對環境生態造成損害，以維護周邊的自然環境。

(四) 印尼對於土砂災害的防治及復原仍然面臨很多的困難和挑戰，所有的經驗及教訓，應加以改善精進，避免重蹈覆轍。這些問題包括缺乏培訓當地的防災人員，因為災後某些地區很難到達。另一個挑戰是，確保婦女的參與，處於社會邊緣地位的群體對自然災害如何反應，也是非常重要的課題。

五、奧地利土砂災害防治：挑戰、策略及風險管理的影響

(一) 奧地利的地形容易發生各種自然災害，不僅洪水和土石流，也有雪崩、崩塌和地滑，這些自然災害可能因氣候變化而加劇。奧地利大約 60% 是山地，近一半被覆森林。只有 38% 的土地面積適合居住，大部分集中在河谷和盆地。奧地利幾乎每年都有嚴重的自然災害，尤其在 2012 年和 2013 年最為嚴重。本次基調演講的主要內容為土砂災害防治的挑戰和策略，以減輕奧地利土砂災害及風險管理的影響。

(二) 奧地利是世界上水資源最豐富的國家之一，水和森林構成奧地利的景觀特徵。奧地利所有的大城市均位於大河旁（如萊茵河），領土中大約有一半是覆蓋的森林，其中有三分之一有直接的保護作用。然而，適合人類居住的土地在奧地利相對缺少，僅 37 % 的土地是適於定居，還有一些位於山谷旁，如在蒂羅爾州，這種土地約佔 9%，由於地勢較陡和位置偏遠，因此這些地區也是自然災害如洪水、土石流、地滑、山崩和雪崩容易發生的區域。

(三) 由於可利用的土地及資源有限，城市的擴張需要利用自然條件受到限制的土地，不得不對環境產生影響，加上全球暖化，因此自然危害和風險管理被視為政府在政策制定和執行方面的重要工作。氣候變遷可能造成災害頻率和規模加大，因此在過去幾年，奧地利土砂災害管理策略，已經產生了相當大的變化。

(四) 利用傳統工法減輕自然危害，特別是土砂有關的災害，在奧地利和許多阿爾卑斯山區的國家，已有悠久的歷史，但是這種傳統工法的減災概念，過

去的幾年在奧地利產生了變化，那些傳統已被認可的防災技術，受限於政府財政而無法推展。此外，傳統工法及技術面對大規模土砂災害時也無法保證絕對安全，因此傳統防災概念已不足以應付現今的自然危害管理策略需要。

- (五) 從歷史來看奧地利以及許多其他歐洲好像已制定成功的策略，可以應付自然危害相關的風險。但是在過去幾年，幾次的自然災害已證明這些複雜和昂貴的保護措施，並不能防止極端事件帶來的災害。因此，人們需要接受一些災害必會發生的事實，但是我們可以透過準備和減輕後果來降低它們的影響。

六、瑞士在土砂災害之風險綜合管理

- (一) 瑞士山區土砂相關的災害中，土石流是最具破壞性的自然災害，尤其在過去幾年，可能是因為高原高寒地區由於冰川退縮和融化，或是因為全球暖化造成更強降雨的影響，因而在高山發生的土石流頻率和規模明顯增加。
- (二) 在瑞士主要土砂災害事件發生的地點，都是人為過度開發的區域，這些地區除了因為土石流造成嚴重的財物損失外，因為很難預測土砂災害發生的過程，不幸地也造成人命的傷亡。瑞士近幾年發生土砂災害情形簡述如下：
- 1.1978 年：持續的降雨在瑞士南部地區造成巨大的損害，有 9 人傷亡。
 - 2.1987 年：超過 30 個小時的強降雨，在中部阿爾卑斯山的幾個地方造成 4 人傷亡和數百人撤離。
 - 3.1993 年：強降雨造成廣州沃利斯洪水災害，2 人死亡。
 - 4.2000 年：長時間持續降雨造成廣州沃利斯 13 人死於土石流災害。
 - 5.2005 年：強降雨在 Glyssibach 附近引發土石流，造成 2 人死亡。
- (三) 到目前為止仍難以估計土砂災害發生的頻率和規模，因此很難設計適當的工程構造物來降低土砂的危害。如果在設計時低估土砂災害的規模，構造

物無法承受土砂的危害，則可能會造成嚴重後果，但是如果過度高估災害的規模，則可能付出昂貴的代價，同時對自然景觀的影響會很大，導致生態環境遭到破壞。因此，必須利用各種不同的解決方案，期使每個具體的情況所提出之對策，確實能符合剩餘風險評估所需。

(四) 因此，在大多數情況下，解決土砂災害問題，組合不同的措施是必要的，所謂土砂災害全面的風險管理，就是將所有類型做綜合考量，進而採行有效而經濟的減災措施。

2.4.2 論文發表及海報展示 (103 年 11 月 26、28 日)

本次國際防災會議安排由各國與會人員進行論文發表 36 篇，海報展示 57 篇 (發表和展示項目詳附錄)，透過論文發表及海報展示的方式，達到國際間的交流與學習的目的，並且可以瞭解各國在土砂災害防治上，關注的內容及研究的重點。



圖 38 論文發表情形



圖 39 海報展示情形

2.4.3 工程現場參訪

研討會第三天(11月27日)大會安排戶外工程現地參訪行程，從奈良市出發，一直到奈良的南部距離約60公里，沿路有幾處土砂災害地點，部分已整治完成，部分工程還在進行中。這些土砂災害主要都是2011年在8月和9月，強颱風襲擊日本，降雨超過百年頻率，導致紀伊半島發生很多土砂相關災害。而位於半島中心的奈良縣，是其中受災最嚴重的地區，受災主要發生在奈良縣南部的吉野山地區，其中擴展東向西70公里和北到南80公里，占奈良縣約2/3的面積。南部的吉野省有很多山，海拔範圍從1,000到1,900公尺，強烈颱風塔拉斯緩緩向北移動，在奈良縣暴風雨開始於8月30日，並持續直到9月4日，總降雨量超過1,000毫米，降雨量創紀錄。在外都川村落，降雨量更達1,358毫米，估計在紀伊半島大約有100萬立方公尺土砂流入河川，很多河川的河床抬升超過10公尺。

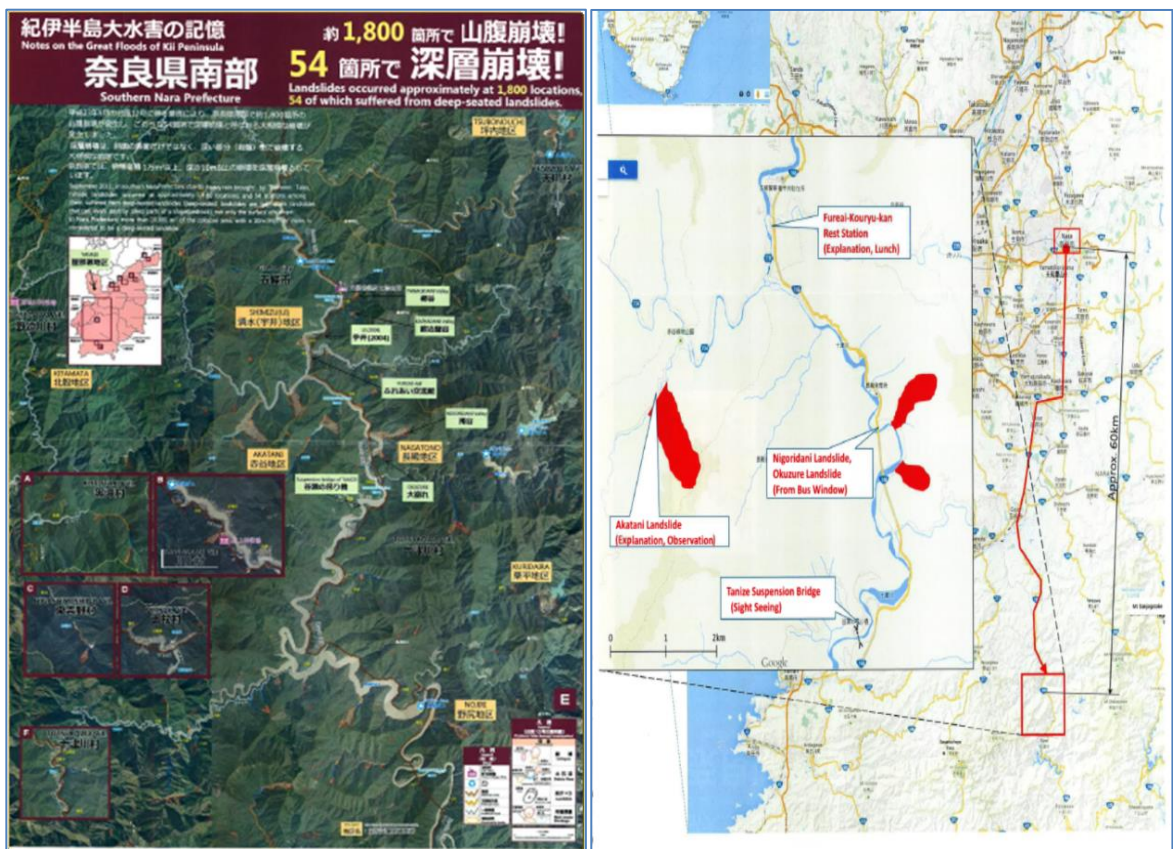


圖 40 2011 年颱風在奈良縣造成嚴重的土砂災害

本次大會安排的主要參訪地點位於奈良縣的赤谷地區，在 2011 年 9 月 12 日颱風期間赤谷地區發生深層崩塌，並形成堰塞湖。深層崩塌的長度約 1,100 公尺、寬度約 460 公尺，崩塌土砂約 935 萬立方公尺；堰塞湖天然壩寬約 250 公尺、壩高約 67 公尺。幸運地此次災害只有一間房屋損毀，沒有人員傷亡。



圖 41 Akadani 地區 2011 年發生深層崩塌及災害情形

災後迄今尚未完全整治完成，現場尚在施工中。本次參訪由日方相關單位解說設計及施工情形。日本預計以 5 年的時間投入 50 億日圓進行整治。



圖 42 Akadani 地區現場參訪施工情形

參、考察心得與建議

本次考察日本土砂災害防治對策，從現地參訪、召開臺日砂防共同研究會會議、臺日行政官會議及參加國際防災會議的過程中，茲將考察心得整理如下：

- 一、日本不動川具有歷史的防砂設施，現已做為一個防砂工程的示範地點，並紀念一百多年以前荷蘭工程師對日本防砂工作的貢獻。在這個紀念園區裡，我們可以看到一百多年前施做的防砂設施，現今仍維護良好，並持續發揮功效，保存及記錄前人在土砂災害防治的努力，供後人緬懷紀念。臺灣先人及前輩在治山防災工作的努力下，也已獲得傲人的成果，庇蔭著後代子孫可以安居樂業，許多點滴及辛勞，也值得我們盡力記錄及保存下來，因為歷史留下的資產是無價的。
- 二、在奈良縣室生地區地滑整治成功的經驗，可做為國內地滑整治的參考。事實上，臺灣目前已完成的幾個地滑整治區域，也都是參考日本的經驗來規劃與進行。值得我們學習的是，當地所設的展示館，完整介紹室生地滑整治相關內容，包括整治工法及效益，特別是製作了一些互動式的模型，讓參觀者可以很容易瞭解。臺灣在台中梨山地滑整治工作，也已經投入龐大的經費，而且成效良好，相關的整治成果值得提供成立類似日本的示範區，應該有助於記錄及教育工作的推動。
- 三、從日本大阪府的土砂災害防治對策來看，面對土地不斷的開發利用及全球氣候變遷的影響，要減輕土砂災害對民眾生命財產的威脅，很難僅靠工程對策來達成，即使在日本這樣先進的國家，整治完成比率都不算高，未來仍需投入大量的經費，歷經長久的時間，才能完成所有危險地區的整治工作。因此，面對極端氣候的挑戰，確實執行疏散計畫，避免人命傷亡等非工程對策的執行，已變成日本最重要的防災思維。其中值得我們兩國一起努力的是如何讓民眾遷離危險地區，而不是在災害來臨時，僅靠疏散避難措施，日本目前正研擬以費用補助的方式，將危險區域的房屋加以遷離或加固，臺灣雖然在莫

拉克颱風災後已有遷村的經驗，但是在災前就能預防性的完成遷村相關配套措施，則還沒有像日本完整地提出對策。

四、目前臺日砂防共同研究會以大規模崩塌、堰塞湖及二次土砂災害 3 個主題做為未來共同研究的課題，應符合當今土砂災害的需求。從本次台日行政官會議雙方的報告可以發現，透過近幾年來臺日雙方每年互訪的方式，雙方在這 3 個課題的瞭解及研究方向幾乎是同步在進行。雖然這些土砂問題還有待努力釐清後提出具體對策，但關乎人命的課題，時間卻不容等待。因此，兩國行政體系均已務實地朝向推動更積極的防災預警機制努力，後續亦有共識建立雙方示範區來進行交流。惟本次臺日行政官會議我方建議大規模崩塌、堰塞湖及二次土砂災害 3 種類型之災害分別建立示範地點，日方則建議以一個示範地點包含此 3 種類型的災害即可，此部份決定由雙方帶回各自評估，留待下一次會議再提出討論。

五、2014 年 8 月 19 日晚上到 20 日凌晨在廣島地區，因為短延時、強降雨造成的土砂災害，對日本土砂防治工作是一大震撼，就好像 2009 年莫拉克颱風對臺灣帶來超乎想像的災難一樣，日本既有的防災體系及機制也遭受很大的質疑。為此，日本全面檢視防災問題並提出相關的策進作為，特別是在土砂災害危險區域的劃設及資訊公開、疏散計畫權責分工及落實執行等部分，相關策進作為雖已規劃及持續實施中，但是相同的降雨事件發生時，能否避免災害再次發生，則還有待考驗。我們必須省思，類似的問題發生在臺灣是否可以避免？答案應該是否定的。雖然我們對於土石流潛勢溪流的防災預警，已建立一套自豪的疏散避難機制，但是非屬土石流危險溪流或大規模崩塌、淺層崩塌、地滑潛勢地區，我們對於可能發生的地點，都還在進行調查評估，而且是由不同機關多頭馬車在進行中，未能整合一個專責機關來負責。而在極端氣候下，不僅颱風豪雨常帶來破紀錄的雨量，發生短延時、強降雨的頻率及強度也不斷地提高，時雨量破百毫米、累積雨量破千毫米的現象，已不足為

奇，台灣現有的防災機制確實需要持續改善及精進，才足以應付未來土砂災害所帶來的挑戰。

六、由於每兩年舉辦一次的國際防災會議 2014 年正好由日本主辦，本次赴日本考察的時程，日方特別配合此一國際防災會議盛會進行安排，日本國土交通省砂防部及全國治水砂防協會等單位，幾乎全力投入舉辦此次國際防災會議，同時還要接待我方考察團，確實非常辛苦。考察期間國土交通省砂防部長大野宏之及全國治水砂防協會理事長岡本正男，亦在百忙之中主持臺日行政官會議並參與考察行程，可見台日雙方砂防共同研究會所奠定的深厚情誼，以及對於雙方互訪的重視。因為整個考察的行程中，包含了 3 天參與國際防災會議的時間，使得到現場參訪的行程減少，雖然有些可惜，但透過參與這類大型的國際防災會議，聽取各國不同的防災經驗，反而可以得到不一樣的收獲。

七、此次 2014 年國際防災會議，邀請主辦國日本、我國、印尼、奧地利及瑞士等 5 國代表進行基調演講(keynote speech)，報告各國土砂災害防治之策略。從演講內容可以發現，各國面對極端氣候帶來的土砂災害問題，均已體認到傳統對付土砂災害的對策已不管用，且人定勝天的想法不切實際，因此紛紛提出相關改善及精進措施，從考量軟硬兼施的防災策略著手，尤其避災、離災才是王道。例如日本正研擬以補助的方式，將危險區域的房屋遷離或加固，但這需要籌措龐大的補助經費；而印尼則是從以往防治土砂災害的經驗，強調提升社區的抗災能力，如何讓社區利用可用的、可持續的資源來承受災害，並從逆境中恢復的能力，這是因為印尼許多災害地點具有交通不便的因素；另外，瑞士則認為在大多數情況下，解決土砂災害問題，必須組合不同的措施，達到土砂災害全面的風險管理，也就是將所有災害類型及防災對策進行綜合考量，進而採行有效而經濟的減災措施。我們可以看到，如何避災、離

災，因為各國國情不太一樣，所以方法也不太相同，但都不斷地改進，期使防災措施達到最佳成效，臺灣也是一樣。

八、臺灣由水土保持局陳志雄總工程司代表發表「臺灣大規模崩塌的減災策略」之基調演講，主要是針對 2009 年莫拉克風災後，有關大規模崩塌的問題，水土保持局這幾年的努力及研究成果提出報告，這些工作及成果包括大規模崩塌潛勢調查、潛勢區域風險評估及分級、建立警戒及監測系統及規劃疏散避難計畫等，水土保持局也宣示未來能夠繼土石流潛勢溪流之防災預警機制後，建立臺灣在大規模崩塌潛勢之防災預警制度。我們佩服水土保持局在大規模崩塌防災之努力，也樂見其未來能完成建立大規模崩塌防災預警機制，然而目前仍有一些問題需要釐清或整合，尤其是因為土地管理權責之劃分，目前分別由本局、水土保持局及地質調查所等 3 個機關各自進行大規模崩塌潛勢之調查評估工作，是否需要整合，以利統一資源，並符合未來的需求。

九、國際防災會議安排參訪日本 Akadani 地區 2011 年深層崩塌土砂災害現場，目前整治工程還在進行中。對於深層崩塌災害的整治對策，看到設計圖的內容，理念上和我們在臺灣所採用的工法大致相同，包括 3 座防砂壩、2 座固床工及整流工程的設計方式，感覺上很熟悉，如前面所提到的，臺日兩國由於地理環境相似，加以雙方透過多年的交流，對於彼此土砂防治的對策與技術不斷的學習與交流，因此面對土砂問題的處理方式，大家的見解及思考的對策看來是相同的。也許唯一較不同的是，在經費的投入上，感覺上日本的財政還是較有能力籌措經費，辦理整體的治理工作。臺灣也是因為經費有限的情形下，目前以有保全對象者作為整治優先考量的要件。

十、日本人的工作態度與精神，可以從現場許多施工的細節驗證，除了確時的工程品質外，以下幾張照片也可以看到日本在施工環境保護與工地安全維護部份，做得很澈底，例如開挖坡面保護、配置人力監控坡面施工安全、危險區

域之開挖，利用無人駕駛之遙控挖土機及卡車、現場配置灑水車進行空污防制等等，都很值得我們學習。



圖 43 Akadani 地區現場參訪施工情形

茲再針對本次考察提出以下幾點建議：

- 一、藉由出國參訪日本的防砂經驗，有助於本局同仁增加相關業務之國際視野，而臺日砂防共同研究會每年安排互訪一次的方式，更有利於雙方持續交流，並可將最新的防災資訊提供給對方瞭解。臺灣今年將持續安排日方的來訪行程，本局可視其需要予以相關協助，明年我方的訪日行程，建議本局應持續派員，參與此一臺日相關土砂災害防治單位交流的良好管道。
- 二、此次參加由日本主辦之 2014 年國際防災會議，聽取各國土砂防治的經驗，能夠瞭解世界各地不同環境下的防災思維，對身處天然災害不斷的臺灣，可以

有不一樣的啟發。國際防災會議每兩年舉辦一次，2016 年國際防災會議將在歐洲瑞士舉辦，事實上台灣與歐洲奧地利、瑞士、土耳其等國家，在土砂災害防治上，一直有進行交流，行政體系及學術單位與歐洲各國彼此也相當熟悉，屆時可以鼓勵有興趣的同仁報名參加。

三、臺日砂防共同研究會自從臺灣 2009 年發生莫拉克風災後，決定以大規模崩塌、堰塞湖及二次土砂災害等 3 個主題做為未來共同研究的課題，符合現今土砂災害的研究潮流及防災需求，水土保持局、水利署及本局為此一共同合作機制下之基本成員，本局近幾年來已編列經費辦理大規模崩塌、堰塞湖及二次土砂災害之相關研究計畫，目前仍持續辦理中。本局所轄國有林地位於流域的上游，面積更占全島面積約 44%，國有林地的土砂防治對策，為流域管理與治理相當重要的一環，建議本局應持續且積極參與臺日砂防共同研究會之活動，並持續辦理國有林地土砂防治之調查研究工作。

四、面對極端氣候帶來的挑戰，我們應該要深思的是，針對不斷發生的土砂災害，究竟要採取何種思維？有崩塌潛勢或二次土砂災害的上游國有林地，要如何衡量整治區位及經費需求？在面對各界不斷地提出質疑的同時，我們不應該再陷於人定勝天的泥沼之中，建議應該參考各國的經驗，儘速從流域整體的觀點，提出一套國有林地土砂防治完整的論述及對策，才可以在土砂災害防治體系中，扮演更積極而受到尊敬的角色。

肆、結語

全球暖化造成氣候異常的現象，不只是我國的土砂災害防治對策受到挑戰，近幾年來世界各國亦飽受天災所苦，均致力謀求解決對策。而日本與臺灣地理環境較為相似，彼此在土砂防治已交流多年，雙方人員互相熟識，議題討論更為積極及熱絡。感謝我方中華防災學會提供 1 個名額給本局，才有機會得以與會，同時此行中華防災學會蔡光榮理事長、詹錢登前理事長，成大防災中心謝正倫主任，中華水土

保持學會陳樹群理事長、陳天健秘書長，水土保持局陳志雄總工程司、姜燁秀科長、李正鈞科長等前輩，以及國家災害防救科技中心、水保局、水利署與台南市政府等單位之先進，在考察過程中不吝提供指導與協助。當然也要感謝日本全國治水砂防協會岡本正男理事長等人費心的接待，以及日本國土交通省砂防部協助安排相關行程。未來希望還有機會參加類似的國外考察行程，期能提升國際視野，並應用於相關業務工作上。

伍、參考文獻

- 一、INTERPRAEVENT 2014 in the Pacific Rim- Natural Disaster Mitigation to Establish Society with the Resilience, Edited by FUJITA, M. et al.
- 二、岡本正男 原著，中華水土保持學會陳樹群、王文能、吳亭燁等人編譯，日本砂防行政管理，科技圖書股份有限公司，2012年。

附錄：

一、考察過程照片



不動川歷史防砂設施合影



參觀室生地滑整治展示館



參觀室生地滑整治現場



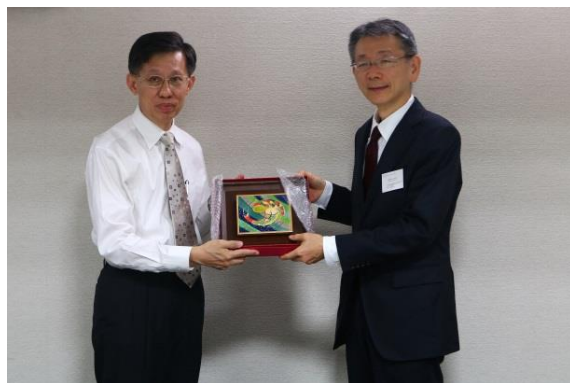
蔡光榮理事長致贈岡本正男理事長紀念品



陳樹群理事長致贈岡本正男理事長紀念品



陳志雄總工程司致贈岡本正男理事長紀念品



陳志雄總工程司致贈大野宏之部長紀念品



陳志雄總工程司致贈山田順一室長紀念品



召開台日砂防共同研究會會議



召開台日行政官會議



參加 2014 年國際防災會議



參加 2014 年國際防災會議臺灣成員



2014 年國際防災會議歡迎晚宴



2014 年國際防災會議現地參訪

二、2014 年國際防災會議論文發表項目

[O-1] “An algorithm for mapping precursory topographic features of deep-seated landslide”

Atsuko NONOMURA*, Shuichi HASEGAWA

[O-2] “A Study of the Properties of Discontinuities that caused the Deep-Seated Catastrophic Landslides on the Kii Peninsula, Japan, in 2011”

Atsuhiko KINOSHITA*, Naohiro ISOGAI, Tadanori ISHIZUKA, Makoto OYAMA, Ryo SAKAI, Tatsuya SHIBASAKI, Yoichi HASEGAWA, Takayuki Mayumi, Yoshito OGAWAUCHI

[O-3] “Deep-Seated Landslides and Landslide Dams Characteristics Caused by Typhoon Talas at Kii Peninsula, Japan”

Hefryan Sukma KHARISMALATRI*, Hitomi KIKUCHI, Yoshiharu ISHIKAWA, Takashi GOMI, Katsushige SHIRAKI, Taeko WAKAHARA

[O-4] “Orographic rainfall, deep-seated catastrophic landslides, and landscape evolution: geomorphic hazard assessment in active orogens”

Yuki MATSUSHI*, Masahiro CHIGIRA, Ken'ichirou KOSUGI

[O-5] “Modeling of Bedrock Groundwater Levels Based on Antecedent Precipitation Indices”

Ken'ichirou Kosugi*, Masamitsu Fujimoto, Yosuke Yamakawa, Naoya Masaoka, Tetsushi Itokazu, Takahisa Mizuyama

[O-6] “Prolonged effects of large sediment yield events on sediment dynamics in mountainous catchments”

Taro UCHIDA*, Satoshi NIWA, Katsuya HORIE, Yoshihisa HIDA, Seiji OKAMURA, Shin'ichirou HAYASHI, Junichi KANBARA

[O-7] “Propagation Characteristics of Surge Produced by Landslides”

Hiroshi TAKEBAYASHI*, Masaharu FUJITA, Tetsuro KAJIHARA

[O-8] “Characteristics of Deep Catastrophic Landslides around the World: Occurrences and Distributions”

Takashi Gomi*, Kazutaka Aoto, Marino Hiraoka, Kyoko Kikuchi, Tadanori Ishizuka, Kouji Morita, Taro Uchida

[O-9] “Distribution patterns of long-runout landslides triggered by the northern Nagano Prefecture earthquake of 2011”

Takashi KIMURA*, Kazuhiro HATADA, Shin'ya KATSURA, Kiyoteru MARUYAMA, Kazuya AKIYAMA, Tomoyuki NORO

- [O-10] "Analysis of geological and geomorphological characteristics of landslides triggered by 2004 Chuetsu earthquake in Japan"
 Surangani BANDARA*, Satoru OHTSUKA, Tsukasa IWABE, Yasuyuki MIYAKI, Koichi ISOBE
- [O-11] "Evaluation of Potential Hazards from Lava Dome Collapse on Mt. Unzen-Fugen-dake"
 Reiji KONDO*, Nobuo ANYOJI, Yasuhiro FUJISAWA, Yasuyuki SATO
- [O-12] "DEFORMATION CHARACTERISTICS OF UNZEN LAVA DOME BASED ON LONG RANGE DISPALCEMENT MONITORING"
 Yasuyuki SATOU, Tadanori ISHIZUKA, Senro KURAOKA*, Yuichi NAKASHIMA, Takanori KAMIJO
- [O-13] "Topographic features of snowmelt-induced landslide locations with long travel distances in Japan"
 Shin'ya KATSURA*, Takashi KIMURA, Kazuhiro HATADA, Kiyoteru MARUYAMA, Kazuya AKIYAMA
- [O-14] "Debris Flow Monitoring using Load Cells in Sakurajima Island"
 Takeshi OSAKA, Rei UTSUNOMIYA, Satoshi TAGATA, Takahiro ITOH*, Takahisa MIZUYAMA
- [O-15] "Characteristics of Debris Flow in Taiwan-A Case Study in Shenmu Area"
 Ming-Chang Tsai*, Yi-Min Huang, Yao-Min Fang, Bing-Jean Lee, Tien-Yin Chou, Hsiao-Yuan Yin
- [O-16] "Boundary erosion by granular flows in centrifuge experiments: preliminary results"
 Chi-Yao Hung*, Hervé Capart, Colin P. Stark, Liming Li
- [O-17] "Experimental Studies for Monitoring of Bedload using Various Sensors"
 Takahiro ITOH*, Ken GOTOH, Rei UTSUNOMIYA, Michinobu NONAKA, Takahiko NAGAYAMA, Daizo TSUTSUMI, Masaharu FUJITA, Shusuke MIYATA, Takahisa MIZUYAMA
- [O-18] "MONITORING AND CALCULATION OF BEDLOAD TRANSPORT AT THE MOUNTAIN TORRENT URSLAU"
 Andrea Kreisler*, Markus Moser, Johann Aigner, Michael Tritthart, Florian Rudolf-Miklau, Helmut Habersack
- [O-19] "Assessment of soil erosion and flood control measures in a Siwalik Hill catchment of Nepal Himalaya"

Sohan GHIMIRE*, Daisuke HIGAKI, Naoto KOIWA, Mio KASAI, Tara BHATTARAI, Kishor KARKI, Shanmukhesh AMATYA

[O-20] "Prediction of Variation in Reservoir Sedimentation by Gravimetry Technique"

Yu-Shen HSIAO*, Yun-Chen SHIENG

[O-21] "Analysis of damage causing hazard processes on a torrent fan - scale model tests of the Schnannerbach Torrent channel and its entry to the receiving water"

Bernhard GEMS*, Michael STURM, Arthur VOGL, Christian WEBER, Markus AUFLEGER

[O-22] "Successful hazard prevention using flexible multi-level barriers"

Corinna WENDELER*, Axel VOLKWEIN, Andrea ROTH, Nobuhito NISHIMURA

[O-23] "Trapping Mechanism of Debris Flow by Steel Open Dams"

Nobutaka ISHIKAWA*, Joji SHIMA, Tomoo MATSUBARA, Hiroshi TATESAWA, Toshiyuki HORIGUCHI, Takahisa MIZUYAMA

[O-24] "Standardized stress model for design of torrential barriers under impact by debris flow (according to Austrian Standard Regulation 24801)"

Florian RUDOLF-MIKLAU*, Johannes HÜBL, Jürgen SUDA

[O-25] "Landslide and Flood Hazards Consequences and Community Based Management Initiatives in Nepal Himalaya"

Bimala Devi DEVKOTA, Prem PAUDEL*, Tetsuya KUBOTA, Deepak K.C.

[O-26] "Rainfall Thresholds for Sediment Related Disasters in Ambon City, Indonesia"

HASNAWIR*, Tetsuya KUBOTA, Laura SANCHEZ-CASTILLO

[O-27] "Use of a GIS-based 3D Deterministic Slope Stability Predicting Tool for Landslide Hazard Assessment in Zagreb Hilly Area, Croatia 2014"

Chunxiang WANG*, Hideaki MARUI, Naoki WATANABE, Snježana Mihalić ARBANAS

[O-28] "The Comprehensive Slope-land Disaster Magnitude Assessment for Landslide and Debris Flow"

Tingyeh WU*, Che-Hsin LIU, Yu-Ting WANG, Yu-Ching LIN, Chih-Hsin CHANG

[O-29] "Application of "Hyper KANAKO", a debris flow simulation system using laser profiler data"

Kana Nakatani*, Eiji Iwanami, Shigeo Horiuchi, Yoshifumi Satofuka, Takahisa Mizuyama

[O-30] “EarlyWarning Systems for Natural Hazards: Reliability Analyses and Guidance for Decision Makers”

Martina SÄTTELE*, Michael BRÜNDL, Daniel STRAUB

[O-31] “Assessing the Economic Efficiency of Local Structural Protection Measures-Prevent-Building -A Tool for Building Insurances”

Michael BRÜNDL*, Linda Ettlin

[O-32] “Identification of Ordinary Methods in Bavarian Hazard Analysis for Torrents”

Andreas RIMBOECK*, Stefan BRAITO

[O-33] “Flash Flood due to Local and Intensive Rainfall in an Alpine Catchment”

ShusukeMIYATA*, Masaharu FUJITA, TakujiTERATANI, Hirofumi TSUJIMOTO

[O-34] “Optimizing the Relative Contribution of Preparatory and Triggering Factors in Landslide Analysis System with an Eight-year Landslide Inventory - Validation with typhoon events and operation with real-time precipitation-”

Cheng-Chien LIU*, Mei-Chen CHEN, Yi-Ting LIN, Sheng-Feng ZENG, Hui-Lin WEN, Hsiao-Yuan YIN, En-Ju LIN, Nguyen Thi To NGAN

[O-35] “Numerical Simulation of Long-Runout Landslides”

Ryoichi Michihata*, Wataru Sagara, RyosukeTsunaki

[O-36] “Towards a Numerical Run-Out Model for Quick-Clay Slides”

Dieter ISSLER*, Jean-Sébastien L’HEUREUX, José M. CEPEDA, Byron QUAN LUNA

三、2014 年國際防災會議海報展示項目

[P-1] “Distribution and Characteristics of Sediment-related Disasters Induced by the Great Kanto Earthquake in 1923”

Kimio Inoue*

[P-2] “The use of LiDAR in identifying high-risk slopes at sites of deep-seated catastrophic landslides”

Naohiro ISOGAI*, Atsuhiko KINOSHITA, Teruyoshi TAKAHARA, Tadanori ISHIZUKA, Osamu YOKOYAMA, Fumi TAKEMURA

[P-3] “A simple method to estimate the amount of rainfall required for a natural landslide dam to overflow”

Miki Chiba*, Toshio Mori, Takahisa Mizuyama

[P-4] “Changes in grain size distribution and topography of mountainous river bed by landslide dam failure”

Akihito KAJI*, Takeshi SHIMIZU, Taro UCHIDA, Tadanori ISHIZUKA, Koji MORITA, Yuki OKUYAMA, Satoshi NIWA

[P-5] “On the characteristics of the slopes with shallow landslides being triggered by Typhoon Tales, 2011 in the Nachigawa River Basin, Japan”

Teruyoshi TAKAHARA*, Atsuhiko KINOSHITA, Tadanori ISHIZUKA, Makoto OYAMA, Ryo SAKAI

[P-6] “Sediment Runoff Mechanism from a Landslide Dam: Case of Lake Ohatakedoro in Totsukawa Village, Nara Prefecture, JAPAN”

Yoshihiro HIRAIDE, Kunihiro YUKAWA, Akinori OGA, Toru SHIMADA, Daiichiro HORI*

[P-7] “Landslide Dam Outburst Flood in Way Ela River, Ambon Island, Indonesia”

Tadanori ISHIZUKA, Koji MORITA, Akihito KAJI, Takao YAMAKOSHI, Junichi FUKUSHIMA, William PUTUHENA, Sutiono MANGUNREDJO, Yasuhiro NOMURA, Tomoyuki NORO, Masaaki MANTOKU, Kunihiro MORIYASU

[P-8] “Estimating the Occurrence Ages of Deep Catastrophic Landslides using Tephrochronological Approach”

Kazutaka Aoto*, Takashi Gomi, Marino Hiraoka, Tadanori Ishizuka, Kouji Morita, Hiromitsu Isshiki, Taro Uchida

[P-9] “Clarifying Hydrogeological Structure of Deep Catastrophic Landslide Using Airborne Electromagnetic Survey, Spatial Patterns of Stream Flow

and Drilling Investigation”

Hiromitsu ISSHIKI*, Atsuhiko KINOSHITA, Teruyoshi TAKAHARA, Tadanori ISHIZUKA, Ken'ichirou KOSUGI, Ryo SAKAI, Makoto OYAMA, Shinji KOMATSU, Yuji UEHARA, Masami ITOU, Makoto YAMANE, Katsushi KAWATO, Minoru OKUMURA

[P-10] “Application of High-Resolution SAR Satellite Images to Landslide Disasters -Report on landslide-dam formation and collapse events in the Kii Peninsula, Japan and Ambon, Indonesia-”

Masaki MIZUNO*, Jyoko KAMIYAMA, Masafumi EKAWA, Jyun-ichi KANBARA, Shin-ichiro HAYASHI, Koji MORITA, Shigeo HORIUCHI, Toshiaki UDONO, Kazuo YOSHIKAWA

[P-11] “Actual Condition of Sediment-Related Disaster in Nojiri Area, Totsukawa Village During Typhoon Talas, 2011”

Akihiko IKEDA*, Nobuaki SAKAI, Toru SHIMADA, Masafumi EKAWA

[P-12] “Estimating the shape of a landslide dam (river blockage), attributed to a deep catastrophic landslide, using the LSFLOW model”

Youichi SAKO*, Toshio MORI, Hiroyuki NAKAMURA, Kouji KAMEE, Masaaki HANAOKA, Naoki YUSA, Mutsutoshi FUKUDA, Ryoichi OHNO

[P-13] “LANDSLIDE DAM HYDROLOGICAL OBSERVATION AND HYDROLOGICAL BALANCE CALCULATION PROCEDURES”

Soichi KAIHARA*, Noriko TADAKUMA, Yasumasa FUJIWARA, Wataru SAKURAI, Makoto OYAMA, Ryo SAKAI 000

[P-14] “Countermeasures for large-scale landslide dams caused by Typhoon No. 12 in September 2011”

Wataru SAKURAI*, Ryo SAKAI

[P-15] “APPROACHES BY NARA PREFECTURE TO UTILIZE LESSONS LEARNT FROM THE GREAT FLOODS IN KII PENINSULA”

Masaichi NAGATA*, Kotaro SAKANO, Yoshihiro UEDA, Hiroyuki YASUI

[P-16] “UNRAVELING THE MECHANISM OF MULTIPLE DEEP-SEATED LANDSLIDES FROM THE 2011 GREAT FLOODS IN KII PENINSULA”

Yoshihiro UEDA*, Kotaro SAKANO, Hiroyuki YASUI, Masaichi NAGATA

[P-17] “Challenge to post-disaster recovery and reconstruction from sediment generated by the Great Floods on Kii peninsula”

Yasufumi KAMATSUKA*, Ryozo MATSUI, Takeshi HIGASHI

[P-18] “GREAT FLOOD ON KII PENINSULA CHARACTERISTICS OF

LARGE-SCALE LANDSLIDE DISASTERS IN TENKAWA VILLAGE IN NARA PREFECTURE, APPROACH TO DISASTER RISK REDUCTION (DRR) AND DISASTER RISK MANAGEMENT (DRM)”

Keiichi KUBOGAMI*, Hisato TSUJI, Haruhide MORITA

[P-19] “Characteristics of Landslides Distribution and Dimension, Comparison of Landslides Induced by Reverse-fault Earthquake and Normal-fault Earthquake in Japan”

Baator HAS*, Toko TAKAYAMA, Satoshi ONODA, Kiichiro OGAWA

[P-20] “Landslide Susceptibility Analysis by Terrain and Vegetation Attributes Derived from Pre-event LiDAR Data : a case study of granitic mountain slopes in Hofu, Japan”

Junko Iwahashi*, Takaki Okatani, Takayuki Nakano, Mamoru Koarai, Kosei Otoi

[P-21] “Characteristics of Sediment-related Disasters in July 2012 in the Aso Region of Kyushu Island, Japan”

Nobuaki KATO*, Masayuki MIYASE, Masaharu NAKAYAMA, Kosei MOTODA, Toshihiro NAKAMURA

[P-22] “Characteristics of Small-scale Slope Failure Occurrence Depending on Rainfall Pattern”

Risa TAKAHASHI*, Takashi YAMADA

[P-23] “Observations of sediment discharge in the Hayakawa River basin in 2011 and 2012 using aerial photographs and airborne LiDAR data”

Takeo MITSUNAGA*, JirouOURA, Yoshiaki KASHIWABARA, Azusa KAJIWARA

[P-24] “Influence of Increasing Maximum Hourly Rainfall on Slope Stability in Forested Area of Aso, Japan”

Aril ADITIAN*, Tetsuya KUBOTA

[P-25] “Effects of Bedrock Groundwater and Geological Structure on Hydrological Processes in Mountainous Watersheds”

Naoya Masaoka*, Ken'ichirou Kosugi, Masanori Katsuyama, Takahisa Mizuyama, Shusuke Miyata, Daizo Tsutsumi

[P-26] “Characteristics of discharge and water chemistry in a sediment disaster area in Hofu, Yamaguchi Prefecture, western Japan”

Masamitsui Fujimoto*, Takahisa Mizuyama, Maki Sekiguchi

[P-27] “Characteristics of storm runoff in small granite catchments having

different vegetation recovery conditions”

Tetsushi ITOKAZU*, Ken'ichirou KOSUGI, Yuichi ONDA, KoichiroKURAJI,
Nobuaki TANAKA, Motoshige GOTO, Takeshi OHTA, Takahisa
MIZUYAMA

[P-28] “Investigation and Studies of the Slopes along Chen-Yu-Lan River
Watershed after Typhoon Morakot”

Sung-Chi Hsu*, Ming-Hung Liu, Ji-Yuan Lin, Ming-Der Yang

[P-29] “Temporal change of step-pool morphology in a mountain stream after a
debris flow event”

Takafumi SEKI*, Yutaka GONDA, Hiroshi KAWABE

[P-30] “Sediment trapping efficiency of modular steel check dam in laboratory
experiment and field observation”

Su-Chin CHEN, Hiroshi KOKURYO, Shuan-Pei AN, Sheng-Jui LU, Hui-Kai
HUANG*

[P-31] “Research on modification effect of organic soil cement using slag”

Joji SHIMA*, Yoshikatu AKIYAMA, Takahisa MIZUYAMA

[P-32] “Control of Debris Flow Using Steel-grid SABO Dams”

Norio HARADA*, Yoshifumi SATOFUKA

[P-33] “Debris Flow Capture Investigation of Steel Open-type Sabo Dams
around Mt. Aso, JAPAN”

Hiroshi MORIYAMA*, Hiroshi KOKURYO, Masakatsu YAMAGUCHI, Ryuta
INOUE, Nobutaka ISHIKAWA, Joji SHIMA

[P-34] “Universal Value of Tateyama Sabo from the Viewpoint of National
Resilience”

Masayuki HAYASHI, Shusaku SHIIBA, Taku OSADA*, Masayuki TODA

[P-35] “DEVELOPMENT OF FLEXIBLE BARRIER AND EVALUATION OF ITS
EFFECTIVENESS”

Yoshitsugu KIMURA*, Hiroyuki UMEZAWA, Yoshiiku MUSASHI, Takahisa
MIZUYAMA

[P-36] “Install of a Movable shutter in Myo-Jyu Sabo Dam and Longitudinal
Bedload Monitoring in Jyo-Gan-Ji River”

Koso MIKAMI, Masafumi KOSHINO, Jun OKUI, Takahiko NAGAYAMA,
Satoshi TAGATA, Kuniaki MIYAMOTO, Masaharu FUJITA, Takahiro
ITOH*, Takahisa MIZUYAMA

[P-37] “The Landslide Occurred at Kokugawa Area in Itakuraku Joetsu City”

Ami YOSHIDA*, Yoshihiko KOIZUMI

[P-38] “Consideration to the Early Warning Rainfall Criteria of Landslides after Strong Earthquake in Japan”

Tetsuya Kubota*, Gou Nakamura, Yoshinori Shinohara

[P-39] “A Multi-modal Sediment Disaster Simulation on a Basin Scale”

Chen-Yu CHEN*, Masaharu FUJITA

[P-40] “Application of a Combined Model of Sediment Production, Supply and Runoff”

Kazuki YAMANOI*, Masaharu FUJITA

[P-41] “Numerical Analysis of the Effects of Saturation Overland Flow and Spatial Variability of Soil Strength on Sediment Movement Processes in Headwaters”

Masayuki Hata*, Taro Uchida, Junichi Kanbara, Masahiro Kaibori

[P-42] “A Wave Equation of Intermittent Flow with Sediment on Inclined Channel and Experimental and Observed Results”

Muneyuki Arai*, Johannes Huebl, Roland Kaitna

[P-43] “Landslide Dam Deformation and Hydrograph by Overtopping Flow”

Fumiaki AKAZAWA*, Akikazu KEDA, Yoshifumi SATOFUKA

[P-44] “Influence of Rainfall on Landslide Susceptibility along 50 to 110k Section of the Southern Cross Island Highway, Taiwan”

Hsun-Chuan Chan, Jhih-Syong Peng, Chia-Chi Chang*

[P-45] “Controlling Factors of Phase-shift of Fine Sediment in Large-scale Debris Flows”

Yuki NISHIGUCHI*, Taro UCHIDA, Yoshifumi SATOFUKA, Kana NAKATANI, Takahisa MIZUYAMA

[P-46] “Evaluation of the Effect of Forest Input Data on Rockfall Simulations”

Jean-Matthieu MONNET*, Franck BOURRIER

[P-47] “The Effectiveness of Risk Avoidance through Land-Use Planning in Debris Flow Area –A case study in southern Taiwan”

Ting-Chi TSAO*, Chih-Hao HSU, Pei-Jung CHUNG

[P-48] “Rainfall Warning for Sediment Related Disasters in Sierra Madre Oriental, Mexico”

Laura SANCHEZ-CASTILLO*, Tetsuya KUBOTA, Israel CANTU-SILVA, HASNAWIR

[P-49] “Bayesian Networks for Assessing the Reliability of a Glacier Lake

Warning System in Switzerland”

Rouven A. STURNY, Michael BRÜNDL*

[P-50] “History of Debris Production and River-beds Rising in Kyoto District -A historical interaction between environmental changes and society-”

Toshitaka KAMAI*, Ryo NAKATSUKA

[P-51] “Socio-Eco-Engineering-based Approach on Integrated Sediment Management in Mt. Merapi Area, Indonesia”

Djoko Legono*

[P-52] “Austrian Partnership on Risk Management for Gravitational Hazards in Spatial Planning: A policy process in a vague legal framework”

Florian RUDOLF-MIKLAU*, Elisabeth STIX

[P-53] “Sabo works in Wakayama Prefecture -Historical disasters and Sabo-”

Keio CHITO, Katsuya KITA, Kazuya OHHASHI, Shogo KODAMA, Tsuneshi NISHIOKA*, Akifumi HISADA, Satoru MORIKAWA

[P-54] “Risk and Economic Feasibility of Countermeasures for Rainfall-Induced Disasters in El Salvador - Development of simplified tool for disaster risk management -”

Mikihiro MORI*, Isao TANABE, Emilio M. VENTURA, Claribel A. TEJADA, Aleyda M. MONTOYA, Sonia C. CALDERÓN, Dera I. CORTES, Alonso A. ALFARO, William R. GUZMÁN, Juan C. GARCÍA, Deyman V. PASTORA, Jonathan J. ALVARADO, Héctor E. GONZÁLEZ, Jaime A. RODRÍGUEZ, Daniel E. ZÚNIGA, Delmy V. AGUILAR

[P-55] “Comprehensive Sediment Related Disaster Prevention Countermeasures in Kagoshima Prefecture”

Toshiyasu UENO*, Hiroyuki TANIGUCHI, Kazuya ABE

[P-56] “Optimizing Mitigation Measures against Slush Flows by Means of Numerical Modelling -A Case Study Longyearbyen, Svalbard-”

Árni Jónsson*, Peter Gauer

[P-57] “Emergency Sabo Works for Volcanic Disaster Reduction in Japan -Mt. Asamayama: A Case Study-”

KANNO Tadahiro*, ANDO Shohei, HASHINOKI Toshihiro

