

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：出席座談會)

出席日本札幌「第四屆聯合座談會－災害風險管理」
出國報告書



出國人員

<u>服</u>	<u>務</u>	<u>機</u>	<u>關</u>	<u>職</u>	<u>稱</u>	<u>姓</u>	<u>名</u>
高雄市政府工務局工程企劃處				處長		陳	文忠
高雄市政府工務局下水道工程處				廠長		蘇	祐立

派赴國家：日本

出國期間：99年09月01日至09月04日

報告日期：99年11月12日

目 錄

壹、前言	1
貳、行程紀要	3
參、第四屆聯合座談會－災害風險管理 ...	4
肆、結論與建議	48

壹、前言

本會議是由世界工程組織聯盟(WFEO)，日本工程組織聯盟(JFES)及日本土木協會(JSCE)於 2010 年 9 月 2 日假北海道大學聯合舉辦的第四屆國際災害與風險管理研討會。此屆為第四屆會議，前三次分別在 2007、2008 及 2009 年舉行。

鑒於災害風險管理對於歐盟千禧發展目標及對世界的繁榮發展的重要性，最早是由世界工程組織聯盟下的工程與環境常務委員會，於 2007 年召開災害風險管理工作小組會議。此災害風險管理工作小組根據世界工程組織委員會成員的支持下，於 2010 升格為災害風險管理常務委員會。這次由 WFEO, JFES 及 JSCE 共同召開的災害風險管理國際研討會，是災害風險管理常務委員會所達成的任務之一。

第四屆研討會的目的：

1. 聚集世界災害風險管理領域的專家及相關工程人員，一起針對目前為降低災害風險的努力來進行討論與意見交換。
2. 提供一個平台，研究目前正在開發或整合在不同地區的措施。
3. 指出未來專家共同研究與合作的需求與機會、資料、資訊與研究資源的交換。

出席會議人員名單

考察人員	服 務 機 關	職 稱
陳文忠	高雄市政府工務局工程企劃處	處長
蘇祐立	高雄市政府工務局下水道工程處	廠長

貳、行程紀要

本次會議由本府工務局工程企劃處陳處長文忠及下水道工程處蘇副總工程司祐立參加。於 99 年 09 月 01 日由高雄小港機場出發，先至桃園機場轉機，再至日本北海道千歲機場，轉電鐵到達札幌。經 09 月 01 日由日本社團法人土木協會主辦交流晚宴，互相認識參與會議之各國專家及論文演講者；09 月 02 日上午假日本北海道大學札幌校區(Hokkaido University Sapporo Campus)參加「第四屆國際聯合座談會議－災害風險管理」，會中並由工程企劃處陳處長文忠發表乙篇之專題演講，演講題目為「莫拉克風災造成屏東縣林邊溪淹水災害」。09 月 03 日與韓國及日本出席專家學者經驗交流。09 月 04 日資料整理後，完成本次會議返國。

99.09.01.~99.09.04.出國行程概要如下表：

日期	行程	時間	內容
09/01(三)	高雄－桃園	06：30	高雄小港機場(接駁機)
	桃園－千歲	09：35~14：35	抵達千歲機場
	千歲－札幌	14：35~16：00	抵達札幌市
	北海道大學	17：30~21：00	參觀會場及交流晚宴
09/02(四)	北海道大學	08：00~16：00	會議召開
09/03(五)	札幌市	09：00~18：00	訪問及經驗交流
09/04(六)	札幌	上午	資料整理
	札幌－千歲	12：00~13：30	抵達千歲機場
	千歲－桃園	15：35~18：40	抵達桃園機場
	桃園－高雄	20：00~22：00	抵達高雄

參、第四屆聯合座談會－災害風險管理

一、座談會概述

(一) 背景：

承前言所述，本次會議是由世界工程組織聯盟(WFEO)，日本工程組織聯盟(JFES)及日本土木協會(JSCE)於2010年9月2日假北海道大學聯合舉辦，其議題為災害與風險管理研討會。會議由日本工程組織聯盟(JFES)秘書長同時為世界工程組織聯盟(WFEO)委員、東京工業大學的教授川島一彥先生主持；並由日本工程組織聯盟(JFES)副會長東京工業大學名譽教授池田駿介先生引言。

(二) 本次參與專題演講之專家學者有：

- ◆台灣國立成功大學防災研究中心副主任賴文基先生。
- ◆日本東京工業大學的教授川島一彥先生
- ◆日本東京工業大學教授MR.Akira Wada
- ◆韓國ICUH研究員MR.BAECK.Seung Hyub
- ◆日本CTI建設研究所代表
- ◆韓國World City Water Forum MR.Lian Guey LER
- ◆台灣高雄市政府工務局工程企劃處陳處長文忠先生

本次研討會發表專題計有：

- ◆仁川市衛生下水道、用水供給及暴雨管理
- ◆水患風險管理之彈性策略
- ◆災害免疫力(Disaster Immunity)
- ◆莫拉克風災在台引起的毀滅性災害
- ◆適應氣候變遷——洪水風險管理整合架構
- ◆X-band Radar 使用分析
- ◆莫拉克颱風造成林邊溪流域淹水災情分析和減輕對策
- ◆2010 年智利地震之橋樑災害
- ◆柏崎市刈羽村核電廠於新瀉地震後之應變
- ◆地震前、後對策指南

以下就部分專題發表作概略陳述如下。

仁川市衛生下水道、用水供給及暴雨管理

摘要：

仁川市發展部近年來致力於研究如何有效使用地下車站的逕流地下水，來達到用水供給的需求功用。另仁川市現有的都市災害，百分之90%以上都與水有關，故有效健全的城市排水系統為該市災害基本防治的重點之一。

前言：

仁川市位於東北亞地區西邊海岸上的港口城市，為韓國的門戶。都市主要地勢由平坦的土地及緩坡組成，加上仁川市並沒有豐富的水資源，周邊約有140個小島，而島上的用水供給因此非常有限。

仁川市水源管理：

一.仁川市周圍環境

仁川市年均溫為攝氏12.7度，年平均降雨量為1300公厘。位處於海岸邊，氣候為大陸性氣候。仁川市位於漢江下游，只有少數幾條小支流，且總長度不超過10公里。因此這些溪流都無法作水資源開發利用。除江華區外，其他地區都已都市化，溪流都被污水及廢水污染，進而破壞周圍生態環境。為減少都市功能環境遭受水患之害，溪流旁已建作堤防，同時部分溪圳均加蓋，避免河水惡臭味的擴散，並可同時增加路面建設的空間使用。這些措施造成溪水的表面水流速度

減慢，阻礙河水的自動淨化過程，並增加水污染的嚴重性惡化。

二. 如何克服問題

因水文及地理因素，仁川市在水源管理方面面臨眾多困難。城市的快速發展及生活水平的提高使得水需求量的供應不足。為了解決此問題，目前市政府正在積極開發更有效率的水資源利用。

水治理工程需遵守兩項標準：減輕設施負擔及益本分析。目前實施的治理工程包含科技結構的設施，能夠有效收集及利用暴雨逕流、地下水及處理過的汗水。仁川市因此在韓國被視為最好的治水典範城市。其中高效率利用於減災建設實例：

仁川的地下車站一

仁川市發展部近年來致力於研究如何有效使用地下車站的地下水逕流，來達到水供給的功用。研究顯示，最能有效的使用地下水，每天的最小流出量應為 100 噸。

仁川門鶴體育館一

門鶴體育館是增加地下水、暴雨及經處理過的汗水之利用效率的最佳典範。暴雨、地下水及經處理過的汗水被用來作為景觀設計用途及補充細小支流的水量。另外，地下水也用來作為三溫暖、游泳池及廁所的用水。仁川市政府目標設定，為將門鶴體育館的此項設施運用到其它棒球場，用來作為三溫暖及噴泉設施等用水。

其它體育設施一

三山世界體育館也具備有效利用暴雨、地下水及經處理的汗水的設施。廁所及泳池排出的廢水經處理過後，被再利用於景觀設計。

路面建設一

仁川市路面的未來計畫，為透過道路管理來增加暴雨使用的效率。其中一個解決方案是增加路面的水滲透力，但因此減少路面負載量，它的可行性並不是這麼高。取而代之的是將此方法用於停車場、人行道及輕載重車道上。

現在仁川市 95%的人行道都鋪滿磚塊，因而增加雨水滲入地表。至於道路方面，因路面鋪滿瀝青，雨水不可完全滲入地面。故降雨的水經由路旁的排水溝，而流入排水管達到水源由收集目的。為增加雨水流入地表的滲透率，仁川市政府正計畫使用由草及泥土的混和物做成的磚塊來建設人行走道，增加雨水在走道上的滲透率。

都市發展及建設計劃一

Geomdan 新鎮都市發展計畫之一,是利用雨水來製造一個生態環境。經由這個過程，可恢復水的循環並保存水資源，在城市中形成自然的水道。城市中，走道及路面都被可滲透的材料及綠色空間覆蓋，因此雨水的滲透率增加。

Geomdan 新鎮也正提升綠色建築的標準，雨水的收集成為建築設

計的考量之一。未來，雨水資源的有效利用被視為用來克服水資源不足的方案。此外，城市正在建立一套綠色建築的方針，建築業須符合此套標準才能獲得施工許可。

公園及娛樂設施－

新建的綠色空間，如公園及花園等，雨水收集能力在設計階段已被列入考慮因素，雨水滲透設施的設計被用來提高水循環系統。

2014 年的亞運體育館建設就採取了雨水滲透系統的設計。一來可增加水供給的利用效率，也可改善城市外觀。

仁川市溪流－

大部分仁川市溪流的水資源只能透過罕少的降雨，這些溪流大多數都做為暴雨的排水管道。城市使用土地的空間需求造成溪水被掩蓋起來，進而造成生態系統的破壞。仁川市採取了公私合作關係方式來做建設，溪流重建議題中，政府的重建計劃必須參考公眾的決定。這是韓國有史以來第一例大眾參與公共設施的政策制定過程。除雨水外，仁川市也使用處理過的汗水來做為水資源，補充溪流的水量。

三. 水供給及衛生管理

仁川市的水供給現狀－

由於地下水資源的匱乏，仁川市須埋設多條幾十公里長的水管來製造飲水資源供給網絡。透過這些水管網絡，仁川市有七

個水質淨化場能處理及供給水資源。目前已克服許多飲水供給的難處，用水供給系統也已獲得改善。

水供給新方案－

許多計劃，如老舊水管重建、建造阻斷系統及建立一套由私部門代營管的管理辦法都被應用，使水供給管理獲得效益最大化。至於優質飲水的提供方面，淨化過程可以改善水的惡臭味及水中的微小分子。對於水資源匱乏的離島地區，海水淡化可做為替代的水資源方案。

仁川市衛生管理－

目前仁川市約 86%使用過的廢水都經過汙水處理場的淨化。藉由更進一步的汙水處理過程，例如三級過程及經由有種植功能的濕地進行自然淨化，水質也會得改善。

處理過汙水的再利用－

城市中的快速都市化造成許多水資源問題。水循環的破壞導致暴雨逕流量的增加，並減少地下水的滲透力，進而影響含水層及河川的水位高度。為改善這些問題，已經有許多計畫被採用，希冀能重覆使用經處理過汙水。

四.仁川市的暴雨排水設施

仁川市現有的災害，百分之 90%以上都與水有關。故有效的排水系統非常的重要。仁川市設有 18 個抽水站來加速汙水的水流，另

外 11 個抽水站來做水災控制功用。

為了處理未來水災風險，仁川市採用整合資訊系統。這是根據氣象、地理及影響評估等數據來對過去水患的特徵來作分析，並預估未來災害的情況。分析結果應有助於防治，減少水患的影響。

減災主要的策略包含整個城市都建置並善用整合資訊系統，並落實具有排水功能的河道及路面排水道安全管理及維護。

為緩和城市中不能滲透地區之增加所帶來的影響，仁川市目前正在實施利用綠色緩衝區及地下空間設施，傳統的水災管理方法修改為預見與防止策略，並採用以資通訊技術為主的科技化災害管理模式。

水患風險管理之彈性策略

摘要：

目前的政策無法有效的克服水災帶來的風險與挑戰，尤其是面對規模的不可預知性。此文說明了洪水管理中最有效的辦法：彈性策略。

前言

過去幾年的水患頻率及風險評估，現因氣候變遷的緣故，須採用更有彈性的策略。傳統的預測與防止方法主要強調減少災害發生的可能性，造成大規模的堤防保護、抗洪設施，及其它沿岸及沖積平原的結構性解決方案，但卻因此製造出安全感錯覺。傳統上增加河堤高度的方法，已被新概念取代，製造河道及與洪水共存的方法較持久，荷蘭的萊因河及繆士河就是以這樣的方法治理水患。

一.洪水管理

洪水管理有很多方法，它的最終目標應是減低水患受創的程度，而不是僅僅是減少水患的發生。方法上有分結構及非結構措施：

結構性措施：減少洪水量及建造洪水逕流空間，例如：

- a. 建造水庫及滯留池
- b. 加高並加強現有的堤防
- c. 將現易水患地區藉增加堤溝分成眾多小區塊
- d. 移除清理河床中的阻礙物

非結構性措施：

- a. 減少易水患區中影響水患受創度的變數，如房屋，農田，道路，鐵路等。
- b. 易水患區中的建築增加防洪措施。
- c. 防洪設施網絡分配，包含電力網絡、飲水系統網絡、污水、電視、有限電視等等。
- d. 提供洪水警告。
- e. 改善危機處理方案，包括撤離計畫。
- f. 提高大眾對水患災害與危險的認識。
- g. 改善分水嶺管理。
- h. 設置易水患區的發展計畫限制，包括新建築建造、新工廠設立等。

二. 目前狀況

荷蘭是洪水管理最有經驗的國家之一。荷蘭已建造幾乎完全封閉的堤防系統，同時安全的程度也逐年改善。每一次大洪水發生後，築堤不斷加高，當實際洪水流量高於設計流量可能導致任何地點都可能發生水災。設計排洪流量標準因氣候變遷因素，預計會持續上修，氣溫的不穩定同時造成安全性的不可預測。

在荷蘭因應氣候變遷的數個方案正在進行中，其中特別說明 IRMA-SPONGE 計畫。這個計畫是由 6 個 EU 國家及超過 30 個關於科學

與水源管理有關的組織，在萊茵河及繆士河流域地區進行 13 個研究子計畫，目的在於支持強化印證兩河流域地區的空間計畫，而設計一套方法來評估水患風險降低方法的影響，以及氣候變遷對土地使用的影響。

IRMA-SPONGE 計畫目標，在於探討目前在萊茵河及繆士河所實施的洪水風險管理的持久性，其根據為：1. 氣候變遷及土地使用發展對整體的河川流量及對洪水的預期結果 2. 河廊的經濟與人口統計發展 3. 社會對安全議題、自然與文化景貌價值的改變。研究結果顯示，氣候變遷相當程度的增加大洪水發生的可能性，水患的可能性傷害每 30 年就增加一倍。另外，未來實施洪水風險管理改善方法的土地空間因都市化的關係快速減少。

彈性方法的概念來自於生態學，已被採用在洪水風險管理的方法裡，是表達一個系統在洪峰所造成水患後，恢復正常情況的能力。現今有兩個不同的定義：

a. 彈性是指當一個系統受到擾亂時，維持它最重要功能及特性的能力。

b 彈性是指一個系統在受到擾亂後恢復平衡的能力。

根據這個概念，綠色河川及洪水滯留空間等方法已被提出並被評估為洪水管理的替代方案，較能處理未來水患的不確定性。

三.策略的可行性與效力

彈性是新的觀念，因此它的可行性與效力仍然在研究階段，但是研究結果都朝預期方向進行。多數洪水管理彈性策略的共同優點為：逕流減少、水源儲蓄、水位降低、洪水逕流空間增加、汙水水患減少、水質改善、較快恢復及能快速撤離。另一方面，主要缺點有：建設實施及管理維護費用高、所須土地空間大。

現在荷蘭所評估的風險及災害結果顯示，一個設計完善的隔室佈置（完全封閉的堤防系統），由現代與修復後的堤防所組成，可保護易水患區的安全性。因此隔室概念被重新提出，作為洪水災害減輕策略中的彈性方法。

孟加拉也針對這個方法提出探討，結果顯示多重的隔室為農業，水栽及水患災害預防有幫助。學者針對荷蘭採用此方法的地區做評估，針對成本、彈性、洪水風險、經濟效益、經濟機會、生態效益及景貌品質做出結論，認為隔室策略大大的減少風險，但成本高於經濟效益。然而，長期來說，此策略的缺點還是少於現今所採用的彈性策略。

IRMA-SPONGE 計畫的結果顯示：河川上游的水利空間保留可減少河川流域發生大洪水的頻率，但對河川下游並沒有實質幫助。此外土地使用措施的效力取決於地區的過去情況及降雨情況。因豪雨所發生

水患，導致土地飽和的情況就不能採用土地使用措施。

四. 所須事項

減低災情：

減少水災風險最有效及持久的方法是在易水患經由土地使用及空間計畫來減少可能災情。

空間：

因未來發展的不確定性的持續，空間必須為未來可能採取措施做保留。易水患區土地的過度使用，會造成可能性災害減災的提供及可用空間的減少。”為河床留點空間”的理念實施，因此未來的子孫可能需要空間對水患頻率及水位提高的情況做反應。

多樣化：

以萊茵河及繆士河為例，土地使用上游流域的改變，及上游河川河道的保留措施，並不能有效防止河流發生超大水災的發生。因此我們須要更因地制宜的方法策略。為了減少因不同地區發生不同種類水災的災害，必須有更多不同的因應策略。

整合：

結構及非結構性措施的結合，融入各學科的策略可保持應對不同程度風險的彈性。所有的需求與建議方法可結為一個整體系統，在於降低受害程度及增加彈性。因彈性策略目的在於維持持久性及彈性，

對於未來不確定的水災能做調適，即使水災發生，傷害降低到最小。

五. 新彈性措施的找尋途徑

運用彈性方法：

根據易受害程度、地區描述及氣候變遷問題等，可依下列 6 個原

則及透過與當地人士互動討論得到：

原則	描述	例子
體內平衡	多重回饋、穩定混亂系統、相互抵銷	藉房屋設計、空間計畫增加通風
雜食性	多樣資源與方法減低易受害程度	多功能建築、多重能源提供選擇
高透量	系統高度移動資源幫助應對混亂的機動性	提高地平面、利用可重複使用材料重建城市
平坦性	分級的層度須要穩定	自給自足、自律社會的權力分配
緩衝	基本容量的擴大，關鍵的標準不易超過	增加地區的基本功能，公園或地下儲存地區
重覆性	重覆性，一方案失敗可使用其他方案	多重路線規畫、多重危機中心

與自然合作：

自然的情況下，未經改變的河川系統有兩個處理洪水的程序：移轉與儲存。當洪水快速流過峻斜的峽谷與山谷時，溼地與氾濫地提供洪水儲存的空間。基於這個理由，自然的環境比起人工環境更有彈性，以下幾個原則可供參考：

模擬自然環境、保存自然環境、適應自然環境及整合策略。

其他策略包含：溪流整合，如此排水與道路系統可被視為雙重排水系

統，或者保存綠地以增加水的滲透。

六. 結論：

以長期眼光來看，為減少水患風險，學者們認為目前已不要重視水災的預防，而是水患的管理。因彈性策略能處理不確定性並與瞬息萬變的自然合作，而非抗拒自然，故它是應對目前及未來水患風險的最好方式。另外，彈性策略較有彈性外，能提供自然環境與地貌更多的機會。根據許多的研究顯示，短期來看，彈性策略的成本偏高，利益與風險的降低須要長期觀察後才看得到。然而，河岸旁的快速都市化造成未來採取措施的土地空間減少，預計未來成本也將提高。

災害免疫力(Disaster Immunity)

摘要：

在此篇文中，主要介紹災害免疫力概念，來取代傳統” 災害管理能力”，因為前者比後者更能反映自然與人文環境的動態改變。災害的發生就是當災害危險超過了災害管理負荷量的範圍，如果災害管理能力下降，或災害危險度提高，則災害災情的質跟量都會產生巨變，使得我們的社會對於災害的防護力更加脆弱。在長期曝露在自然災害的情況下，如暴風雨及水患等，大自然會適應天氣情況，人文環境會藉著提高公眾意識、應用相關知識與資訊，改善公共設施等來加強自然與人文環境對災害的抵抗力，這就如同細菌與身體免疫力的道理。災害免疫概念包含下列四種因素：公共設施的災害管理、居民對災害減低的認識及當地社區恢復能力、一般民眾擁有的工具設施、自然對災害的抵抗力。尤其全球暖化造成災害增強，在不穩定的情況下，都會使自然與人文環境對於災害的免疫力下降。

前言：

近年來，因全球暖化引起的災害危險越來越嚴重，如豪大雨、乾旱、颱風等。我們介紹災害免疫力概念，來取代傳統” 災害管理負荷量”，因為前者比後者更能反映自然與人文環境的動態改變。

一. 災害危險增強的重大威脅

災害免疫力：

災害的發生就是當災害危險超過了災害管理能力的範圍，如果災害管理能力下降，或災害危險度卻提高，則災害災情的質跟量都會產生巨變，使得我們的社會對於災害的防護力更加脆弱。因此災害結果取決於災害危險與災害管理之間的關係。在長期曝露在自然災害的情況下，如暴風雨及水患等，大自然會適應天氣情況，人文環境會藉著提高公眾意識、應用相關知識與資訊、改善公共設施等來加強自然與人文環境對災害的抵抗力。災害危險抵抗力取決於四個因素：

a .公共設施的災害管理：

在制定方法過程中，目標的設立須視災害的潛勢而定。例如，日本九州的降雨量比北海道的降雨量高出許多，因此洪水治理設施的能力也應不同，非結構性災害降低的設施更為重要，因一般公共基礎建設無法全面性涵蓋災害管理的每個層面。

b.居民對災害減低的認識及當地社區恢復能力：

當災害危險增強時，居民會遭受隨之而來的傷害，這使得對降低災害認識的需求提高。面對大災難時，居民會飽受額外的個人與金錢上損失之苦。此時當地社群對環境的恢復能力扮演重大角色。

c.一般民眾擁有的工具設施：

舉例來說，2003 年熱浪侵襲歐洲，在法國約 15000 人中暑而死，

因為一般家庭並無裝設冷氣空調，如果家家戶戶都有空調設施，那麼結果會大大不同。另一個例子，90%在日本琉球的建築物都因防颱設而加強水泥材料，由此可見社會對自然災害危險的適應力。

d. 自然對災害的抵抗力：

暴露在暴風雨與水患的情況下，使大自然具抵抗力，舉例來說，2003 年日本第十號颱風 Saru 造成北海道在一天之內就降下超過 300 毫米的降雨，因此引發多處山崩，造成木材與破瓦殘礫將橋墩沖垮等重要設施的破壞，但同樣的降雨量在九州並不會發生災害，因為九州固定且經常性的降雨使得對降雨災害抵抗力的產生。

當某個災害從未在某區域發生過，或是災害危險遠超過於想像時，此地區會毫無保護能力，就像人體免疫力對於身體裡沒有抗體的細菌一樣，產生不了抵抗力。一般來說，災害管理能力包含 a, b 或 a 到 c 等因素，此篇文章中，未來自然對災害的抵抗力會因災害危險增強而需要納入考量之中。

大自然會因外界來的刺激（也就是災害）而增加內生的適應能力。

從平衡到不平衡：

以日本來說，社會大眾與自然都因適應小型與中型災害來提高對災害的免疫力，而達到一個平衡的狀態，但不包括那些偶爾發生或前所未有的災害。但因全球暖化影響造成災害危險頻率的提高，漸漸失

去此平衡，因而造成氣候，環境及社會活動受影響程度增大，環境失去了對全球暖化的適應力，人文環境所採取的辦法也變得不再可靠。

免疫力缺的影響：

上述四種災害免疫力因素的提出，是經過長時間與金錢的投入以及數以萬計災民飽受災情而來的。事實上，增加災害管理能力的速度可能遠不及災害危險增強的速度。災害危險與災害免疫力的這段差距可能產生不平衡，在數十年到一百年間產生的如此不平衡會因對災害免疫力的降低，使得社會與自然環境變得脆弱。因此，未來隨時都有可能發生我們預期以外的大災害。全球暖化方面來說，現在對於柑橘是否應種植在目前蘋果種植的地區，以及蘋果是否改種於北海道地區有許多爭論。但我們只能等到自然狀態達成平衡時才能來討論，且真正的挑戰是我們如何在不平衡的狀態中面對既定的災害風險。在不平衡的狀態下，許多災害都有可能發生，例如大規模的水患、大規模沉澱物災害、因河川沉澱物造成的潰堤、大規模的熱浪及颱風引起的災害等。在日本，國家與經濟成長因為生育率降低及人口老化負成長，如此財政狀況將無法改善結構性的設施，因此提高災害的免疫力將變得非常重要。

二.科學方法預測環境改變與災害

在數十年到一百年間產生的如此不平衡會因對災害免疫力的降

低，使得社會與自然環境變得脆弱。為了預防預期以外的大規模災害，我們必須建立一套新的科學研究方法及技術，藉以從量方面評估災害的免疫力因素來找出環境變遷與災害發生。以下有兩種方法：

- a. 必須掌控自然與社會環境的細節，對災害數據、地形測量、氣候、社會與居住環境的設施、及提高大眾對於降低災害認識等資訊必須要收集且分析。
- b. 建立一套科學的方法系統，以科技取得上述之資訊及氣候變化預先兆跡象為基礎，預報嚴重災害的發生並應變。

三. 結論

因全球暖化牽涉災害危險的增強，僅加強現有的措施是不夠的。舉日本為例，日本的社會與自然環境透過長期的災害管理設施，已對溫帶區的氣候模式適應。但近數十年到一百年來，快速的轉變到副熱帶氣候模式，預期會造成在自然與人類社會環境中，災害危險與災害管理能力之間的差距，形成不平衡，在這種不穩定情況下，社會與自然環境對於災害的免疫力下降，變得更加脆弱。根據災害免疫力的概念，災害程度與自然之間的關係視災害危險與災害免疫力之間的關係而定。如果透過增加大眾對免疫力缺乏後果的認識，災害的免疫力將會上升，因為人類的認識與災害管理有很大的關係。除了建立一套科學系統方法外，我們也需要一套更有彈性且成本低的管理技術，來減

輕對環境的負擔。

莫拉克風災在台引起的毀滅性災害

摘要：

一般認為，豪大雨是災害主要的原因。莫拉克侵台期間所帶來的雨量幾乎快打破世界紀錄。莫拉克颱風所帶來的災害包括水患，山崩，堰塞湖，漂流木，及對水源供給造成影響。目前對單一災害的警告系統似乎不足以處理複合災害的發生。

前言：

莫拉克颱風的強度相當於辛普林颶風等級中的 2 級颶風，最大風速可達每小時 85 哩。對台灣而言，莫拉克颱風可能為五十年來最致命的颱風，莫拉克襲台期間造成水患，山崩，堰塞湖，漂流木，及對水源供給造成影響，有些災害在某些地方幾乎是同時地發生。如此情況我們稱之為複合災害。

一.雨量

莫拉克颱風最重要的特徵是挾帶大量豪雨，並為種種災害的主因。莫拉克颱風降雨期間長達 118 小時，累積雨量為 2841.5 毫米。

等降雨量線：

從等降雨量線可看出莫拉克颱風襲台期間，全台灣各地都在豪大雨範圍以內，暴風的中心位置與災害有很強的關聯性。大部分嚴重災

害，包括土石流及堰塞湖的形成都發生於暴風中心位置。水災嚴重的下游地區也是暴風中心位置所在。

頻率分析：

台灣的水資源系統設計是根據雨量的頻率分析，主要河川的設計與次要河川的設計並不相同。主要河川方面，是根據於以 200 年為循環的暴風雨系統，次要河川則為 50 年的循環的系統。一旦河川的系統負載量超過，系統可能因而崩潰。

二. 水災

莫拉克颱風期間，豪大雨量主要降於颱風中心位置，因此所在的河川下游都出現水患。曾文溪及高屏溪兩個分水嶺的下游地區被嚴重的破壞，主因就是豪大雨使得當時水災預防系統的負荷量遠超過平常的負載量。

水災最嚴重的地區為台灣西南部。水患已破壞部份地區的堤防，潰堤之後，原本受堤防保護的地區成為水患之地。水患的原因在其他地方更為複雜，包括堤防的不足，水位高於堤防以及無法預期的水庫洩洪。另外，排水系統無法及時的發揮作用也釀成水災，這同時也是水患的主要原因之一。

以曾文水庫為例：

洪水最嚴重的地區之一為曾文溪的分水嶺，有三個水庫在曾文溪

分水嶺附近。曾文水庫在這些水庫之中為南台灣最主要的水供給資源。莫拉克風災期間，超大豪雨造成了曾文水庫下游地區太大負荷。曾文水庫的總水位高度為 230 公尺，水位高須低於 230 公尺才能保持水庫的安全。實際上，曾文水庫的水位高度在 2009 年八月九日凌晨四點到中午 12 點早已高於 230 公尺，因此水庫須排掉下游洪水預防系統所不能負荷的水量。否則，曾文水庫水壩有潰堤的危險。

三、沉積物相關災害

降雨量是造成山坡地侵蝕及土石流的主因。山崩及被侵蝕山坡地的土石都成為沉積物的來源，大量土石流會阻塞河道且造成堰塞湖。沉積物的產生並可能污染水資源及破壞供水系統。山崩，堰塞湖及污濁水被視為沉積物的相關災害。

山崩：

莫拉克風災帶來的豪大雨造成台灣多處山崩，最有名的則是小林村的災害，全村有超過 400 名村民因而喪命。此山崩的位置接近於颱風中心，累積雨量深度在災區附近為 2,583 毫米，期間超過 91 小時。

堰塞湖：

衛星圖片顯示莫拉克風災造成多達 15 處的堰塞湖形成，大多數

的位置都位於颱風中心，部分則是中心位置的下游地區，其中亦潛藏堰塞湖潰堤的危機。

濁水：

莫拉克風災造成水庫裡的水資源混濁，以南化水庫為例，它的水資源處理能力只能濁度在100（NTU）以下的濁水，南化水庫在莫拉克風災期間的濁度遠超過100（NTU），南化水庫的供水系統因而停擺一週。

漂流木：

漂流木對許多設施，包括橋樑，堤防及水壩造成傷害，它可能衝撞這些設施並可能破壞水流，提高洪水的水位。莫拉克風災後，許多荒地及山崩地區可從衛星圖中清楚看到，這表示這些地區的種植功能已遭到破壞。漂流木隨著河道向下由漂流，沖到下游出海口區，或被阻擋在水壩，橋樑等設施旁邊。從田野調查中可發現，颱風中心的下游地區充滿漂流木。

複合式災害：

上述所提，小林村發生的山崩奪走400多條人命，事實上有多種災害也同時發生，小林村發生的山崩造成岩屑流動，土石流，堰塞湖及堰塞湖潰堤的危險。

四.結論

莫拉克颱風帶來的豪大雨造成的重大影響，不同種類的災害在颱風中心的下游地區發生，同時也帶來了複合式災害，小林村就是最明顯的例子之一。像莫拉克風災帶來的複合式災害是無法避免的，可能解決之道為使用早期警告系統。然而現在的警戒系統通常只適用於單一災害，並不足以處理複合災害，在此建議我們需發展早期警戒系統，預防複合式災害。

適應氣候變遷——洪水風險管理整合架構

An Intergrated Framework of Flood Risk Management fir Climate Change Adaptation

摘要：

自然災害是自然現象所引起的社會現象，也就是人類活動。所有預防方法措施應符合社會發展，比起有形的災害與結構性方法，我們更該考慮無形的災害及非結構性的措施。根據傳統政策，實施（包括全球好與壞的例子）與過去所學到的教訓中所得到的分析與回顧，本文提出一個因應氣候變遷的洪水管理的基本架構。此架構中，重要的措施與方法都有系統地整合在一起，包含結構性與非結構性的方法，以及災壞管理的三個階段（災害前、災害中、災害後）。

前言：

近年來世界各地大洪水的發生事件頻傳，造成嚴重的人身與財產損失。此篇文中，根據專業與日本及其他地區的經驗，歸納了幾個洪水災害風險管理的重要概念。

一. 水患因應與指導方針目標

全球暖化對地球氣候影響巨大，在亞洲地區的三角洲、非洲撒哈拉地帶、拉丁美洲等地都造成頻繁且規模更大的水患。全球暖化主因是溫室效應所排出的氣體所造成，因此如何減少溫室效應排出氣體對

氣候變遷具重大影響。儘管世界各國都致力於減低排氣，但根據 IPCC 指標，即使溫室效應廢棄排量能穩定控制，地球暖化還是會持續好幾個世紀，因此如何因應及適應水患是一門很重要的課題。對社區對水患的適應，意為著即使水災發生了，人類社會的活動還能恢復並持續發展，以及為過去因應發生水患而採取的新方法來減少未來的災害，如改變生活習慣等等。

二. 水災風險管理主要概念

a. 水患是由自然現象所引發的社會現象：

如果人們沒有居住於沖積平原並從事活動，水災也就不會發生。如果我們把危險視為一構成要素，例如暴風雨的嚴重性與頻率，將沖積平原上的人口與房屋，設施等視為曝露於災害下的要素，將沖積平原上房屋、公共設施等地質情況的不穩定視為脆弱程度的要素，任何其中一個要素不存在，那麼災害也不會發生。即便有危險及曝露等要素，但脆弱程度很低的話，就不會發生災害。要控制自然現象、減少暴露及脆弱度或增加水患管理能力都不容易，因此分析社會結構的脆弱性及如何減輕它是洪水管理中的重要過程。另外，讓大眾及政府都能保持對災害情形與管理的認識及興趣，也是必須的課題。

b. 災害管理循環(預防→準備→災害→緊急應變→復舊重建)：

每個階段的措施取決於結構性措施的發展情況，以及洪水的規

模。舉例來說，若洪水管理措施沒有初期發展不全，或資金不足，又或是洪水規模超過現有設施的負荷力，那麼緊急應變措施此時就顯的重要。

c. 結構性措施的重要性 & 結構性與非結構性措施的平衡：

結構性措施，例如建堤、水庫、河道改善、排水抽水站等等對於減輕水患災害有重要的影響。但是資金與時間的成本可能過高，因此非結構性措施例如，撤離、保險、從沖積平原避退等等也都是必須的。結構性與非結構性措施的理性結合須根據某地區的財政能力並須經過大家同意。非結構性措施例如撤離等，也需要結構性措施（像洪水預報、及早期警示系統、撤離路線及安全的庇護所等）在水患中不受洪水影響。

d. 回顧過去與加強現有水災管制結構的功能，發揮至最大：

上述提到建堤、水庫、河道改善、排水抽水站等等對於減輕水患災害有重要的影響，但資金與時間的成本可能過高。因此要檢查它們的功能是否正常，以確保它們在下次水災中的效益。除此之外，它們的功能也必須加強，例如升高堤的高度等。如有廢棄失修的防洪設施，也可以重新檢查並恢復使用。

e. 整合洪水管理：

這個基本的概念就是呈現一個全面性的管理方法，在不同的盆地

單位中，結合結構性與非結構性措施，不僅只是重視河道也同時重視盆地本身問題。

f . 超大洪水的風險管理：

對於人口居住，房屋與社經活動密集的地區，超大水患的風險管理可以避免重大傷害。

g . 培養當地社區對水患的瞭解：

讓民眾了解每個人都應該保護他們自身的生命，是災害防治的基本觀念。

h . 非結構性措施的注意事項：

像撤離這種非結構性措施，對於未受教育的居民來說，如何描述洪水的嚴重性是很重要的。對有些居民而言，生畜生禽可能是重要的財產資源之一，所以一個建造良善的避難所對他們來說是很重要的。在某些地方，宗教或傳統的影響力較大，因此可以藉由與宗教領袖或年長者一起合作來加強宣導。

三. 日本經驗

1. 檢查與加強現有洪水控制結構的功能：除了新設施的興建外，堤防也列為檢查項目，抽水站裡的控制開關加裝防水設計。
2. 重新評估與保護年舊的堤防。
3. 整合洪水管理策略：

- (1) 土地使用：沖積平原分為非都市化與都市化區域，在非都市化區域的建設須設定限制，建方如要在非都市化區域發展須實施洪水管理辦法。
- (2) 在都市裡河川流域地區須作全面性的洪水緩和措施，在都市化的流域中，須劃分三種地帶：水源保留區，此區的地表高度高且水滲透率非常好。水源阻滯區，此區的地表高度低且雨水徑流在流入河川前速度很慢。低地勢區，此區地表高度低，地下水位高或者是水滲透力很低。
- (3) 大洪水的風險管理：在人口，房屋及社會經濟活動密集的地區，可採用下列兩種方法來預防致命性的傷害，採用高標準的河堤及撤離路線與能源運輸的發展，以便停電時排水站能維持功能。

根據日本與其他國家洪水管理的經驗與知識，這裡提出了幾個架構來因應氣候變化所衍生的洪水問題：

- 建立短期方案（5 至 10 年），以及中期方案(10 年以上)，並且逐步實施。
- 主要短期策略包含：實施定期的洪水控制管理，檢查並加強現有的防洪設施，計畫實施非結構性措施包含警示系統、預告系統、撤離用的公共設施，以及更多關於水患居民撤離的演習

與救援。

- 在開發中地區，在新建設的公共設施上可引進洪水防治的功能（非結構性措施），在已開發地區也須在適當的地點實施。
- 檢查與加強老舊的洪水防治設施，例如災害防治預報，在沖積平原上加設第二道堤防。
- 中期與長期計畫的基本策略需在未開發地區控制土地使用，及培養當地社區對水患的認識。

X-band Radar 使用分析

摘要：

此文介紹新一代的 X-band 雷達，集中於了解雷達使用者所需要知道的訊息(NEEDS)，以達到預防洪水災害及發展新的逃生系統。

目前日本使用兩種雷達，一種是 C-band radar，一種是 X-band radar

	C-band radar	X-band radar
目的	即時的監控雨量(大區域)	1. 在選定的某些區域監控雨量 2. 追蹤下雨地區及下雨地區的轉移
觀察間隔	五分鐘	一分鐘
延遲 time-lag	5-10 分鐘	1-2 分鐘
測量範圍	1 km	250-500m
都卜勒觀察	部分	全部
掃描方式	平面	空間
雙極性雷達	部分	全部

如何精確的使用雷達的資訊會影響逃生時的決策，所以提供一個問卷，提供不同角色的人，分為 Administrators organs(執行機關)及 Individual, private corporations(個人、民眾)。此份問券是用來決定那些資訊是在洪水來襲時是最需要的。執行機關包括：災害防治中心，污水處理中心；個人及民眾包括：河川使用者、娛樂者、沿岸居民等。結果如下：

Administrators organs	Individual, private corporations
<u>河川管理人</u> 精確的雨量預測、水位升高率、河川及污水的預測(區域及深度, 抵達時間)、理想的處理時間	<u>河用戶、農民、污水排放工人</u> 手機簡訊通知現在及未來的雨勢及各站的安全性、用警笛警告逃生
<u>污水處理負責人</u> 精確的雨量預測、排水跟污水排放的增加率、污水的預測(區域及深度)、理想的處理時間	<u>居民</u> 手機簡訊通知現在及未來的雨勢及河川水位、現在及未來可能發生洪水的區域、深度及不能通行的道路資訊、數位電視或網路警告逃生、手機提供引導逃生功能
<u>災害防治中心</u> 精確的雨量預測、河川水位預測、河川及污水的預測(區域及深度)、洪水來襲時不能通行的道路、發布逃生諮詢的時機點。	<u>醫院及機構(有弱勢者)</u> 精確的雨量預測、直接及提早的訊息提
<u>消防員</u> 災害地點、河川及污水的預測(區域及深度)、洪水來襲時不能通行的道路	<u>地下賣場的管理人</u> 精確的雨量預測、河川水位預測、河川及污水的預測(區域及深度, 抵達時間)、放置防水條及逃生的時間

問券裡的資訊主要可分為 political and institutional issue(政治及制度的)及 technical issue(技術的)。

● Political and institutional issues

責任範圍	缺少人力資源
1. 一些自助活動，像是自己預測及自發給予警告若於法律支持都是被禁止的 2. 如果提供錯誤的訊息是很大的錯誤導致很難投入新的力量 → 在盆地地區建立一個獨立的機構來領導並協調各個部門	1. 夜晚跟星期天很難調派人力，會造成在大雨時不能適當的立即回報 → 清楚表明增加工作人員或是居民操作者的需求，建立一個功能性的系統，可以確保更快的第一反應。 建立有效的系統提供預測、訊息傳播及逃生支持可以省下很大的資源。

● Technical issue

危險區域的增加	不精確的雨量預測
<p>1. 很多區域甚至是都市區域都在堤壩裡，就算是小型或中型雨，他們就會面臨非常危險的狀況，近來一些人口及資產沿著河岸的情況，會加劇災害的可能性。</p> <p>2. 現在河川常被視為娛樂場所，這些沿岸建築像是公園等，需要適切的計算以避免可能的災害。</p> <p>→ 建立一個可以馬上精確警告的系統，通知雨量及水位是非常重要的。提供在危險區域的居民一些逃生訊息也必須要加強。</p>	<p>1. 不正確的雨量預測。</p> <p>2. 在下雨之前，就被要求根據雲狀來預測雨量，不允許任何錯誤。</p> <p>3. 需要發展更多精確的預測科技。</p> <p>→ 適當的使用 X-band MP 雷達可以帶來更精確的雨量預測及洪水預測。此雷達提供的訊息可被自己使用或是與其他資訊結合，可以使這些資訊更加實用。</p>

逃生系統的原則

Input

X-Band MP 雷達
C-Band 雷達
地面雨量測量儀器
河川水位測量器
其他觀察的儀器

↓

模擬器 (在 common MP 上)

雨量預測

立即流量、河川水道及污水，還有污水模擬

立即控制系統

逃生行動模式

其他分析



output

一小時後的雨勢大小及河川水位等

洪水到達時間、地區及深度等

洪水地區的居民數

結論：

除了X-band雷達提供的訊息外，還可以結合其他的訊息，然後發展更好的系統。未來的研究應該要往更多鑑定可用及有用及需要的訊息來發展，即可建置完善之逃生系統。

日本發展目標：

2010年發展逃生系統

2011是測試逃生系統

莫拉克颱風造成林邊溪流域淹水災情分析和減輕對策

摘要：

莫拉克颱風造成中南部嚴重災情，出現溪流氾濫成災、淹水、土石流掩埋村落、斷橋、路坍等嚴峻的環境挑戰和重創，為1959年八七水災以來臺灣最嚴重的水患。本文先從莫拉克颱風結構特性和動向，探討颱風滯留，帶來山區雨量快速累積，出現驚人的降雨。再分析林邊溪流域在降雨之後，造成河川水位在短時間內急速暴漲，有三處破堤及溢淹範圍，造成居民生命財產之重大損失。本文探討破堤和淹水之可能原因，再提出災害減輕對策，作為未來治水防洪決策研擬之參考。

一、背景資料介紹

林邊鄉及佳冬鄉為台灣重要之農漁產品產地，供應之蓮霧、白蝦、鯛魚類、石斑、虱目魚等產品，不論品質或數量都是國內甚至外銷之重要生產基地。

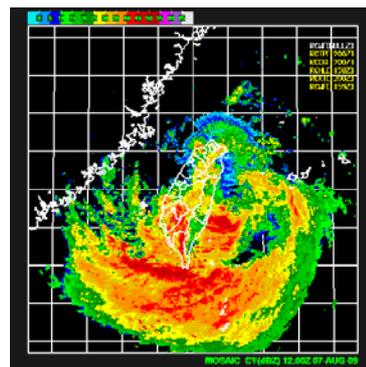


蓮霧之年產值約 20 億元，而養殖業僅僅佳冬鄉塭豐村一村之年產值即超過 30 億元。



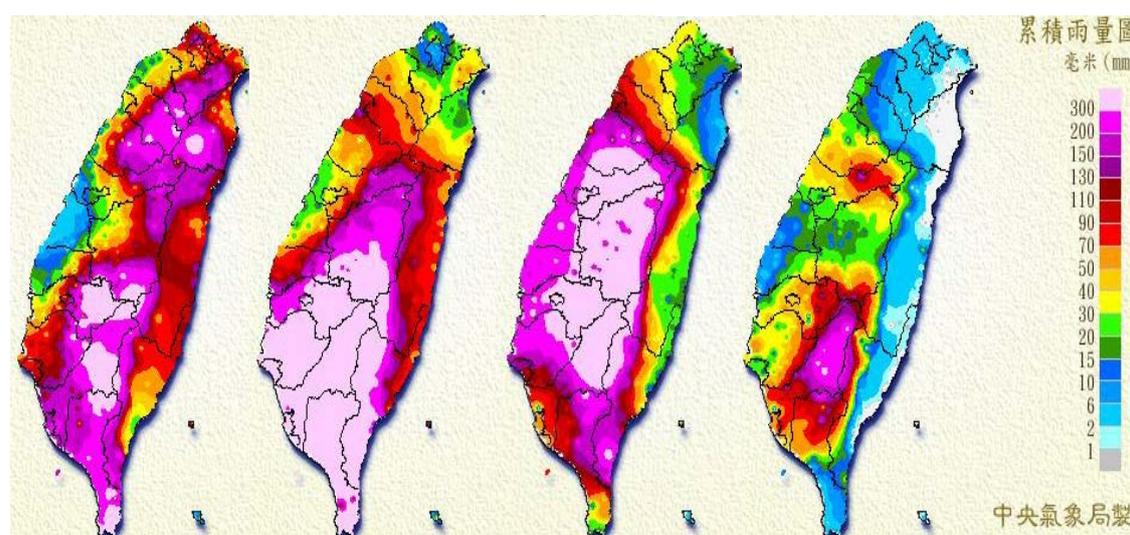
二、莫拉克颱風動向與累積雨量

根據統計，林邊溪集水區於7日單日累積降雨量在 200~300 毫米間，其他鄰近地區雨量站亦創下台灣所有氣象站單日最大降雨量記錄。



此外根據統計，南部兩天累積雨量最高達 2500 多毫米，莫拉克颱風侵台之6日至10日間，鄰近之屏東縣境內由北至南計有13個雨量測站測得累計雨量超過 1000 毫米，不但高居全國第一，也造成沿海低窪鄉鎮淹水。

而林邊溪流域在降雨之後，造成河川水位在短時間內急速暴漲，造成居民生命財產之重大損失。本文先探討災害原因，再提出災害減輕對策，以作為未來治水防洪決策研擬之參考。



三、致災原因分析

綜合地形、地貌及氣象資料等資料，可將此次林邊河流域破堤、淹水之原因整理成以下幾點：

- 瞬間降雨量大，導致逕流超出河川設計流量和水位
- 洪水期間因流速快，衝破堤防造成淹水
- 林邊溪口淤塞，使得河口出流受阻
- 上游輸砂量太多，原有河道淤高，通水面積降低
- 地層下陷致使周邊地勢低窪，積水不易順利排除



四、淹水情境分析

此次林邊、佳冬災區因地勢低窪使得颱風過後一週，仍有部分地區淹水，且自河道沖入之淤泥，沉積於災區，阻塞重要交通網路、癱瘓排水幹管並使得抽水站等水利設施受損。下圖中分別為林邊車站、市區及林邊堤防沿岸水災後之淤泥覆蓋情形。如下圖顯示，車站在水退去後淤泥覆蓋鐵道，淤積幾乎與月台同高，且因鐵路橋沖毀使得南下列車中斷；市區主要街道由於排水幹管淤塞、抽水站不及抽水，

使得主要街道在颱風過境一週後仍有水深及膝之情形；林邊堤防沿岸則是從河道沖入陸地之砂石造成淤積，淤泥深度超過 2 公尺，且面積廣闊，非重型機具協助無法復元。



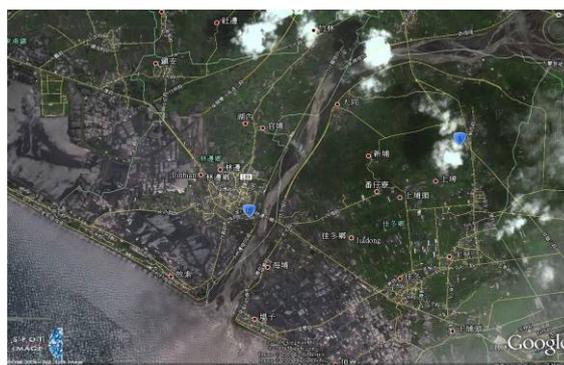
此次莫拉克颱風侵台因超大降雨、林邊溪潰堤及抽水站洩洪不及所造成之屏東縣林邊、佳冬兩鄉淹水超過 2 公尺以上之區域，標示如上圖所



示，其範圍西北方起自大鵬灣，東南方至佳冬鄉賴家村、東海火車站、屏南工業區一帶，造成台鐵南州站以南停駛、國道三號末端林邊交流道封閉等交通、電力、電信中斷。

又比較颱風侵襲前、後之林邊溪沿岸衛星影像照片，左圖 為2006年以前，林邊溪沿岸之土地利用衛星影像，影像中顯示，除聚落區域

為建築物，其於多數土地以農漁養殖業為主，而右圖為八八風災後六天，SPOT 5 衛星所拍攝之影像，圖中可清楚看出，新埤大橋下游之行水河道明顯變寬，而台17線以西(靠海側)呈現由灰色之泥、水等覆蓋，受災情形嚴重。



五、災後工作

災後政府立即投入各種人力、物力進行搶險及救災工作，根據海軍陸戰隊指揮部表示，在救災期間國軍投入近20萬兵力援助此次救災工作，其救災成績如下

- 動員車輛 8000 輛次
- 工程機具 4,500 部
- 清理街道溝渠 1,600 公里
- 清運垃圾、土石 270,000 立方公尺
- 清除死豬 7000頭
- 死雞 130,000 隻
- 整理校舍、民宅計 9,800 間
- 消毒面積 2,930,000 平方公尺



六、減災對策

八八水災是2009年發生於台灣中南部及東部的重大災害，為近50年內台灣最嚴重的水患。此次災害最重要的原因在於莫拉克颱風所帶來極端降雨。

莫拉克颱風來襲前，台灣各水庫原發出缺水警訊，然颱風來襲所

帶來的極端降雨卻造成重大災害，因此，人們更應重視氣候變遷之影響，擬定災害減輕對策之工作，更是刻不容緩

因應氣候變遷之影響及其災害減輕對策，宜擬定評估工具、界定問題、制訂並推動調適策略，同時藉此災害通盤檢視相關工作，進行系統性之補強與更新。主要工作建議如下

- 重視全球氣候變遷對未來可能帶來的衝擊
 - ◆ 極端降雨與洪患
 - ◆ 海水位上升
 - ◆ 河海沿岸溢淹
 - ◆ 檢討水利建設現況及其受氣候變遷之境況界定
 - ◆ 擬定調適策略
- 探討並解決某些會提高溢淹風險的土地使用方式
 - ◆ 高灘地之使用
 - ◆ 海岸域過度開發
 - ◆ 河、海岸緩衝區的設立
 - ◆ 還地於河或海
- 改變土地利用型態，改善土地保水功能
 - ◆ 重新調整土地管理和土地規劃方式
 - ◆ 以情況分析界定國土規劃脆弱度
 - ◆ 建構濕地或滯洪設施，改善土地保水功能
- 改善早期預警系統，發展本土化模式
 - ◆ 依據國內本地河川之河道水力、淹水模式及海岸波潮流模式

◆ 因應氣候變遷極端事件，作出暴雨或暴潮淹水潛勢圖

七、結論

本文係彙整分析莫拉克颱風滯留所帶來之驚人降雨以及地形、地貌及氣象等資料，並加以分析各種可能的致災原因。

最後並由氣候變遷、國土規劃利用以及災害預警方式等面向，提出災害減輕對策，以作為未來治水防洪決策研擬之參考。



北海道大學植物園



9月1日交流晚宴



9月1日交流晚宴



9月1日交流晚宴合照



9月2日會議（主持人員）



9月2日會議陳處長演講



9月2日會議演講者合照



9月2日參加日本土木學會年會

肆、結論與建議

溫室效應的結果造成地球暖化、氣候異常情形，在台灣除了去年的莫拉克颱風造成重大災害，今年凡那比颱風及梅基颱風亦造成南台灣及北台灣的重大災情都可得到事實印證。

風雨無情、大自然的力量無盡，可是人類無限的發展及竭力使用資源，無形中與大自然抗衡，其結果是不堪一擊的。此次會議我們可見到尊重自然與自然共存的觀念已被與會專家學者認定，而且有限水資源利用及豪雨災害防治也被結合在同一議題中討論；也許多颱風豪雨的地區，在未來可能變成滴水成金的異常旱災情形。如何善用及對待水資源、面對異常天候帶來的災害，應是全體人類共同的問題。

台灣面積不大，每年卻面臨缺水及颱風豪雨嚴峻的威脅，國內專家學者也提出相當具體的見解，但治水、利水是百年大計的浩大工程，應在尊重自然與自然共存的理念下逐步著實進行，這才是面對未來災害謙卑的策略。

經由這次會議，我們瞭解各國如何面對災害的寶貴知識，並提出以下幾點建議，期能作為未來防災建議之參考：

一、儘速針對氣候變遷擬定政策

氣候變遷為國濟間相當重視的課題，各國亦積極尋求因應之

道，然目前學術界對台灣未來氣候變遷的推估情境尚未有具體共識，不足以作為行政部門擬定氣候變遷調適策略之依據，其主要原因在於台灣目前尚未具備全球氣候變遷的長期模擬能力，未來氣候變遷研究應與國際結合，同時強化氣候變遷的區域特性，以作為日後公部門擬定未來氣候變遷調適策略。

二、強化防災教育，建立地方防救專職人員

目前我國防救災業務係由消防體系擔任幕僚作業，當災害發生時或發生後突然暴增的行政業務及災害搶救任務，常讓地方政府無法應付，人力方面亦嚴重不足，而指揮官也可能因缺乏應變經驗，而延誤救災工作，建議應設置災害防救專職人力，由中央政府廣納水利、土木、建築、地質、水保、氣象、交通、衛生等專業人員，對於平時業務推動及災防工作規劃應有極大幫助，並藉由防災教育與宣導，普及災害防救教育於各級地方政府及民眾。

三、建立快速攫取災情資訊科技，及早掌握災情

災害發生後，即時掌握災情是立即投入災後搶救工作的最重要資訊，也是各級救災單位進行指揮調度的依據，建議應建立快速攫取災情的資訊科技系統，確實掌握災害資訊，以利災情傳遞、發佈及救災資訊調度、救災行動指揮等工作的順利推行。

以目前的情況來看，我們必須承認我們的確沒有能力來抵抗極

端氣候的能力，但若我們能記取教訓，將精力放在真正能解決問題的方向，則藉由這幾次的災害將會轉變成為我國防災架構脫胎換骨的契機，在全球暖化日漸嚴重的情況下，從各方面的數據顯示，台灣降雨日逐漸變少，極端降雨的機率卻急速增加，在未來幾年。甚至可能變成常態事件，然而以我國目前整體的災害防救架構，將來都嫌不足，當災害發生時，如何讓每一個人知道自己在救災過程中的責任為何？且能即時去作正確的事情，每個人都知道如何處理，這樣救災成功的機率就能大大的增加，也可以有效的降低因災害所帶來的傷害。

—END—