

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：研習及考察)

氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略

研習出國報告

出國人：國科會：謝志毅

國科會：張文彥

國科會：陳榮治

經濟部水利署水利規劃試驗所：徐必杰

經濟部水利署：張稚輝



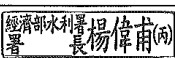
經濟部水利署：楊其錚

派赴國家：日本

出國期間：100年12月11日~100年12月17日

報告日期：中華民國101年2月

出國報告審核表

出國報告名稱：氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略		
出國人姓名 (2人以上，以1人為代表)	職稱	服務單位
楊其錚	副工程司	經濟部水利署
出國類別	<input checked="" type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input checked="" type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他 _____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：100年12月11日至100年12月17日		報告繳交日期：101年2月 日
計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整 (本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會 (說明會)，與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式：	
審核人	一級單位主管	機關首長或其授權人員
	 <small>正工程司兼本機中心主任</small>	  <small>經濟部水利署副署長 經濟部水利署署長</small>

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

列印

提要表

系統識別號：	C10100465					
計畫名稱：	氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略					
報告名稱：	氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略					
計畫主辦機關：	經濟部水利署					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	徐必杰	經濟部水利署	水利規劃試驗所	研究員	簡任(派)	
	張稚輝	經濟部水利署	河川海岸組	正工程司	薦任(派)	
	楊其錚	經濟部水利署	水利防災中心	副工程司	薦任(派)	聯絡人 a680130@wra.gov.tw
	謝志毅	行政院國家科學委員會	主委室	研究員	簡任(派)	
	張文彥	行政院國家科學委員會	副主委室	研究員	簡任(派)	
	陳榮治	行政院國家科學委員會	工程處	助理研究員	薦任(派)	
前往地區：	日本					
參訪機關：	國建協，國土交通省，瀧澤水庫，秋ヶ瀬管理所，千葉縣立關宿博物館，龍Q館，土木研究所，國總研，知水館					
出國類別：	研究					
出國期間：	民國100年12月11日至民國100年12月17日					
報告日期：	民國101年02月25日					
關鍵詞：	氣候變遷，水災					
報告書頁數：	53頁					
報告內容摘要：	日本在有關氣候變遷的研究及調適策略擬定的起步較早，且同處西太平洋區域，其地文、水文情況與我國類似，故規劃至日本參訪相關公、私部門，透過簡報與對談方式，一窺日本目前氣候變遷對淹水災害之相關科研成果與政策走向，作為國內因應氣候變遷下，對水災衝擊與避險策略擬訂之參考。					
電子全文檔：	C10100465_01.pdf					
出國報告審核表：	C10100465_A.TIF					
限閱與否：	否					
專責人員姓名：						
專責人員電話：						

列印

目錄

目錄.....	I
圖目錄.....	II
表目錄.....	IV
摘要.....	1
壹、前言.....	3
貳、研修行程及成員	5
一、研修行程	5
二、研修主題	5
三、研修成員	6
參、研修過程與主要內容	7
一、國建協(Infrastructure Development Institute).....	7
二、國土交通省（於國建協）	10
三、瀧澤水庫	12
四、秋ヶ瀬管理所	16
五、千葉縣立關宿博物館	20
六、首都圏外廓放水路	22
七、土木研究所關聯設施見學	30
八、國總研以及ICHARM	34
九、知水館	42
肆、心得及建議.....	45
伍、參考文獻.....	52

圖目錄

圖-1 開幕合影(左起):駐日經濟組謝偉馨、國科會謝志毅、國科會陳榮治、水利署楊其錚、IDI吉野理事長、水利署徐必杰、國科會張文彥、水利署張稚輝、口譯林正子、IDI池田部長、IDI池田小姐.....	8
圖-2 瀧澤水庫考察合影.....	14
圖-3 秋ヶ瀬管理所及取水堰.....	17
圖-4 千葉縣立關宿博物館.....	21
圖-5 日本早期治理洪水而發明的水塚.....	22
圖-6 明治時代利根川流域江河改造工程及開鑿利根川概要	22
圖-7 東京北郊的埼玉縣地下河川隧道.....	23
圖-8 地下河川隧道示意圖.....	24
圖-9 『龍Q館』接待及展示館場.....	25
圖-10 59根混凝土巨柱撐起之大型地下調節池.....	25
圖-11 利根川、江戶川堤防已多次加高加強.....	27
圖-12 首都圈氾濫區域堤防強化對策.....	27
圖-13 埼玉縣深谷是市-埼玉縣吉川市之間拓寬堤防標準斷面.....	28
圖-14 埼玉縣深谷是市-埼玉縣吉川市間拓寬堤防完成堤段	28
圖-15 中川的支流新方川 1960年代以後都市急劇發展,沼澤或農田都變成住宅用地.....	29
圖-16 大吉調節池興建工程.....	29

圖-17 調節池及抽水站之操作機制	30
圖-18 筑波中央研究所C區設施分布圖	31
圖-19 水工模型介紹	32
圖-20 鶴田壩模型試驗	32
圖-21 檢定台車	33
圖-22 速計檢定情形	33
圖-23 雷達網之建置	35
圖-24 提升GCM成果解析度	36
圖-25 各區域每日最大降雨量變化	36
圖-26 河川設計尖峰流量之衝擊	37
圖-27 IFAS運作架構示意圖	38
圖-28 GSMaP推估台灣莫拉克颱風期間之 3hr降雨情形	39
圖-29 IFAS逕流分析模式	39
圖-30 藉由GIS資料設定參數	40
圖-31 2010 年巴基斯坦之洪水災情	40
圖-32 Kabul River逕流分析結果	41
圖-33 IRR模擬泰國水患之淹水情形	41
圖-34 水災整備指標	42

表目錄

表-1 研修行程	5
表-2 研修成員	6

摘要

當全球溫度上升 2°C 以上時，氣候變遷不僅只是海平面上升與各地氣候改變，並可能造成熱浪、乾旱、極端暴風雨、颱風等災難性天氣頻繁出現，且水資源平衡供應困難、洪災頻繁、海岸保護困難、國土流失、生態系統受威脅、傳染性疾病影響範圍擴大、公共衛生與民眾健康受衝擊、農林漁牧生產受干擾、經濟與社會穩定出現波動等，為人類無可逃避的災難。由於台灣強降雨大都來自颱風，更大、更多、更強的摧毀性水災、土石流，未來將無可避免；同時，台灣中、小雨卻逐漸減少，但中、小雨是保持土壤濕潤及地下水的關鍵水源，台灣春冬兩季常因此而產生旱災，同樣將會更嚴重、頻繁。近年來旱澇交替之情形已趨於明顯，97 年卡玫基颱風及辛樂克颱風等侵襲後，98 年初即發生旱災，同年發生降雨量接近世界紀錄之莫拉克颱風，緊接著則再次發生旱災，因此，我們已進入一個在水災與旱災之間來回擺盪的環境。日本在有關氣候變遷的研究及調適策略擬定的起步較早，且同處西太平洋區域，其地文、水文情況與我國類似，故規劃至日本參訪相關公、私部門，透過簡報與對談方式，一窺日本目前氣候變遷對淹水災害之相關科研成果與政策走向，作為國內因應氣候變遷下，對水災衝擊與避險策略擬訂之參考。

本次研修為經濟部國際合作處 100 年度台日交流技術合作計畫，由日本國際建設技術協會與駐日代表處安排行程，行程緊湊且充實，除聽取國際建設協會所安排的專題報告，包括日本河川

管理防災、體制及對策；氣候變遷現狀、課題、對策及動向，收獲很多。透過雙向的討論及交流，體認台灣與日本同位於西北太平洋地區颱風侵襲的主要路徑上，極易受到天然災害影響，而氣候變遷所帶來的衝擊是全面性的。透過研習，雙方經驗的交流，可作為兩國在水災、河川治理的重要參考，例如日方的地下河川、超級堤坊等，對我國河川治理、防洪、降雨及淹水等提供新的思維及我國可能面臨的困難及問題。

壹、前言

以往台灣防災的研究大都假設天氣為常態、穩定，就是所謂的 Stationary。但全球暖化將導致『聖嬰現象』成了常態，聖嬰又使得颱風已無分輕度、中度、強度，皆是破紀錄超大雨量；山洪、土石流與颶風歷次狂飆，發生於南台灣的莫拉克的降雨有可能發生於台灣任何一個地區，或可想像都市超量降雨後，形成的巨大災難可能造成人民的生命、財產與政經局勢等衝擊。

然而除了極端氣候對天然或人造構造物產生衝擊外，處於地震帶上的台灣，原本即受地震等天然災害威脅，也會對這些構造物產生破壞，所以構造物的設計、施工評估將不僅僅針對單一災害，也必須考慮到其他種類的災害衝擊，這就是所謂的複合性災害。

在這種極端氣候及天然災害肆虐之下，除了重視永續發展的國土規劃必須快馬加鞭進行之外，學界應該就這種非常態極端氣候條件產生的複合性災害，進行基礎性的研究，研究成果可作為政府防災部門的參考應用。

日本在極端氣候下引致的災害與台灣十分相似，然其產、官、學、研機構對防災技術比台灣更加先進，加以人民的災防意識頗高，足以台灣師法；然台灣於整合技術與程度皆有與日本分享之長，進一步結合土木、水利、防災、地質、地理、建築、監測、資訊等各種不同領域的技術，以莫拉克颱風的經驗與教訓，探討氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略，以及極端氣候下之複合

性災害防治技術，對無邦交的兩國之防災技術有相輔相成效果。

於研修行前規劃拜訪日本相關政府部門之政策制定者與推動者（如日本國土交通省、獨立行政法人土木研究所 PWRI），以及實際執行者（如國交省水管理與國土保全局、地方整備局、獨立行政法人水資源機構…），包括研究機構、產業界及學術界，藉由當面請教渠經驗與心得，並透過實地參訪，以瞭解下列課題：

1. 日本產、官、學、研界分別對極端氣候之認知與因應措施。
2. 日本防災與救災體系結合機制及運作管理原則。
3. 日本公私部門間人才、創意、工具等有效流動之具體方法與政府部門鼓勵、獎勵策略。
4. 日本於防災監測、疏散避難、警戒資訊發佈、防砂工程整備應用及監測等整合性技術觀摩。
5. 日本災後重建策略與相關技術。

氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略相當重要，且台灣與日本同屬島國，在極端氣候及天然災害肆虐之下，就各種並非常態引致的複合性災害，尤其都市災害更甚於是，本研修成果除可作為政府防災部門的參考應用，並可藉由此次研修達到國際合作、技術交流及提升我國災害防治與防救實力。

貳、研修行程及成員

一、研修行程

本次研修行程由日本國際建設技術協會與駐日代表處安排，自 100 年 12 月 11 日至 17 日為期七天，研修日程如下表：

表-1 研修行程

日期	地點	工作內容
12 月 11 日	東京	搭機赴日【台北→東京】
12 月 12 日	東京	● 國建協 ● 國土交通省（於國建協）
12 月 13 日	東京	● 瀧澤水庫 ● 秋ヶ瀬管理所
12 月 14 日	東京	● 千葉縣立關宿博物館 ● 首都圏外廓放水路
12 月 15 日	筑波	● 土木研究所關聯設施見學 ● 國總研（於土木研究所）
12 月 16 日	東京	● 知水館 ● 研修報告會
12 月 17 日	返台	搭機返台【台北→東京】

二、研修主題

- (一) 蒐集日本氣候變遷對水災之衝擊與影響評估。
- (二) 水災災害管理因應策略、災害緊急應變與避險策略及其施行方式。

(三) 蒐集日本相關之教育宣導資料。

三、研修成員

本次研修為經濟部國際合作處 100 年度台日交流技術合作計畫，由日本國際建設技術協會與駐日代表處安排行程，研修團成員來自國科會以及水利署，詳如下表：

表-2 研修成員

姓名	英文譯名	職稱
謝志毅	Hsieh, Chih-Yih	國科會研究員
張文彥	Chang, Wen-Yen	國科會研究員
陳榮治	Chen, Jung-Chih	國科會博士
徐必杰	Hsu, Pi-Chieh	經濟部水利署水利規劃試驗所簡任研究員
張稚輝	Chang, Chih-Hui	經濟部水利署正工程司
楊其錚	Yang, Chi-Cheng	經濟部水利署副工程司

參、研修過程與主要內容

茲將研修過程及主要內容依研修時間分別彙整如下：

一、國建協(Infrastructure Development Institute)

此次研修之主軸主要以氣候變遷對島國之水災衝擊與避險策略為切入點，探討島國-日本中央部門對於防洪、治水整體體制與策略，並深入觀察執行機構於前線之作業情況。

此行由經濟部駐日經濟組規劃，透過日本社團法人國際建設技術協會（簡稱國建協，IDI）負責行程安排。社團法人國際建設技術協會成立於 1956 年，至今個人會員約略 237 名、法人會員約 50 社、贊助會員約 57 社，主要任務有三點：1.國際協力の推進（International Assistance）、2.國際交流の推進（International Exchange）、3.國際化の支援（International Service）。

國建協為日本政府合作之第一個 ODA 組織（Official Development Assistance），協助日本國土交通省進行調查、協助與支援各項國家大型建設，日本政府並可藉由 IDI 靈活的與他國家進行技術交流與協助。其中，國土交通省之官員會不定時輪調至此協會歷練，舉例來說，對此次行程規劃盡最大心力的國建協 研究第二部部長 池田鐵哉（Tetsuya IKEDA）即來自於國土交通省，也因池田部長的安排則得以訪問許多日本官方機構。

台灣與日本素無邦交關係，平時要見到日本中央官員並不容易，此次透過 IDI 的安排可以第一線與日本中央部長級官員進行互動，並與於此行中建立十分友好關係，對台灣應該會有非常良

性的幫助。

研修開幕式由國建協理事長吉野先生代表歡迎我們到訪，並介紹 IDI 業務。吉野理事長首先表示他本人及國建協團隊曾於 2 年前到過台灣勘查因莫拉克風災造成小林村滅村原因，並積極關心後續重建過程。吉野理事長亦針對日本 331 地震所引起的巨大海嘯災害，台灣人對日本的慷慨捐助感到十分敬佩，並表明大多數日本人對台灣人的良心善舉十分感謝。

吉野理事長進一步表示，各國對於災害防範措施一直在推動中，但還是不夠，需要更多的專家投入與參與；以泰國百年洪災為例，這巨大的傷害除了波及日本駐泰國廠商外，更影響到各國經濟發展，所以日本政府與國建協正陸續觀察並提供泰國政府防洪治水許多建議。



圖-1 開幕合影（左起）：駐日經濟組謝偉馨、國科會謝志毅、國科會陳榮治、水利署楊其錚、IDI 吉野理事長、水利署徐必杰、國科會張文彥、水利署張稚輝、口譯林正子、IDI 池田部長、IDI 池田小姐

開幕式後的第一堂課由池田部長擔任講師，以 Development of global flood alert system (GFAS) 為題，闡述 GFAS 系統如何預估全球各地降雨情形與日本防洪技術演進。

池田部長表示：利根川為關東地區三大重要河川，1947 年凱斯琳颱風引起利根川潰堤，造成首都東京極大傷害，日本政府於當時邀集相關單位與水利專家著手研究如何杜絕此類傷害，研究顯示，若於都市化前已設計好防範措施的話會比較有效，然而都市化速度太快，且土地徵收不易（既花錢又浪費時間），所以必須改為利用地下空間建河川、隧道、進行地下防洪措施，也因此讓日本的潛盾技術越發成熟，至今，日本三大都會圈都採此方式防洪。除工程技術與各項預報技術外，日本政府對民眾作法更落實各年齡層之防災教育、發放水患潛勢圖、各路口設立總合防災案內板、防洪設施處設立水患教育館…等。

在該堂課程中，部長提到一個令人十分震驚的觀點：『複合型災害與極端氣候並無直接證據證明呈現正相關；換言之，無法證明異常災害乃因氣候變遷而起』。針對此一觀點，竟是起草京都議定書的日本政府部門定調之言論，實在不易理解。池田部長亦表示：在不缺水或非水患時期是需要整備的最好時期，然而針對氣候變遷採取防範措施的國家很少，這一點或許因為各國技術能力不同，更重要的還是因為科學證明不足，以日本為例，朝有效防洪治水方向的努力遠大於研究氣候變遷。針對上述論點，筆者曾

訊問池田部長，以日本科學技術之先進為何不想尋找這當中是否有關連性？另外，以日本技術除了防堵因極端降雨造成傷害外，有無其他科學方式防止極端降雨或乾旱？答案是：NO。

二、國土交通省（於國建協）

第二堂課程由国土交通省 水管理・国土保全局 河川計畫課課長補佐：吉野広郷（Hirosato YOSHINO）先生進行「我が国の河川管理と防災に係る体制と対策」演講，課程中介紹日本河川特徵、日本水防法、日本緊急災害對策派遣隊（Technical Emergency Control Force, TEC-Force），最後以新潟豪雨為例。

每年的 6~10 月是日本主要降雨期，日本年降雨（含降雪）量約 1,718 mm，為全球平均值的 2 倍，加上河川陡峻（陡峻情形比台灣緩和太多了）、都市化過度集中等相關問題，所以需訂立防洪相關法律，1949 年起水防法就因此孕育而生，以減少因大雨、海嘯…所引起傷害。直至 2005 年，水防法於患期的限制與作為有四個：1.限制當地居民活動、2.水防員或防汛員編成、3.由地方政府（都道府縣）發布河川氾濫資訊、4.基層單位（市町村）需訂定避難支援方案。

TEC-Force 由日本國土交通省擔當，災害當地國交省地區整備局局長擔任指揮官。於汛期前進行編成、訓練演習與設備保養；汛期間待命；災害期間對策；災害後防止二次災害。直至 2010 年 10 月，合計有 2,608 名 TEC-Force 成員登記在案（包含國交省、

地方整備局、國土技術政策總合研究所等職員)。此一部份對台灣最大啟示是 TEC-Force 屬於單一政府機構，於汛前能進行研究、調查、訓練，於災期指揮，不若台灣水利管理與救災責任單位不同，易產生整合困擾。

這堂課程讓筆者有幾個感觸：1.還好水災發生以夏季為主，若在冬季發生水災的話死傷會更嚴重；2.日本所有措施均著重於防洪治水，但為何沒有減少降雨計畫？3.日本政府無論進行何種防災措施，均會使用各種宣導方式讓民眾知道具體意義；4.淹水潛勢圖若在台灣實施一定會引起很多財團建商抗議。

第三堂課程由国土交通省水管理・国土保全局河川計畫課河川情報企画室課長補佐中村圭吾 (Keigo NAKAMURA) 博士擔任講師，中村博士以 氣候變動に係る現状と課題、対策の動向為題。中村博士略懂中文，也曾來過台灣國立中山大學參加國際研討會，中村博士表示由於現今地面被大量水泥覆蓋，導致水回不到地面，因此為日本造成很大的經濟損失與傷害。

日本政府在保護人民身家財產安全上不遺餘力，又為兼顧企業生產力，故業務持續進行計畫 (BCP) 觀念落實在日本政府各級機關與企業，目前火災 BCP 已經完建，但由於水災災害範圍較廣，所以尚未完成水患 BCP，然而災害時物資運送所需之道路、橋樑..等設計觀念已紛紛落實水患時 BCP 精神 (例如超級堤防上道路或高架道路)。

為了達到水能回到地下這項功能，日本政府鼓勵透水性鋪

面；另外，雨水貯留、浸透、流出制御等設施興建過程中中央與地方政府會有所補助；住宅棟距間需留有『棟間貯留』空間，校園操場與 1 公頃以上規模大型建設（如巨蛋）興建時需預留地下貯水設備，洪水時當作貯洪設施，然而這些大型設施於興建時會有低利貸款補助，除鼓勵自發式興建外，亦可落實居民防災觀念。

再者，都道府縣等地方政府於都市計劃時需同時考量流域對策因應措施，各地區於平時需根據當地地形編定災害管理計畫，然後提送中央，全面防災。

另外，氣候變遷因應措施方面日本政府於災害發生前有各項預測方式、模式、模擬建立，而日本當局目前進行降雨預報模式主要採 PMP 法（最大可能急遽降雨量法），但 PMP 法不適用於土沙災害警戒情報（因以 PMP 法預測土沙災害之準確率僅 1/10），故總合防災計畫需應用各式技術、設備（如最新式的 X-band 雷達）全面預測複合性災害發生的位置與可能性。

總之，日本當局於氣候變遷因應措施主要是能夠達成零傷亡與國家機能能持續運作之目標，但由於水患面積不若火災或地震局部，故目前還是以河川安全為對策、以流域安全考量進行風險管理，期許同樣達到零傷亡與國家機能能持續運作之目標。

三、瀧澤水庫

12 月 13 日上午 8：00 於飯店搭乘小巴前往滝沢ダム(Dam)，約 10：30 抵達，由日本獨立行政法人水資源機構-荒川ダム総合管

理所之滝沢ダム（水庫）所長西村重夫接待，先於簡報室觀看簡介影片，之後由仁子小姐帶領至壩頂及壩體內部參觀，相關照片參見圖-2。

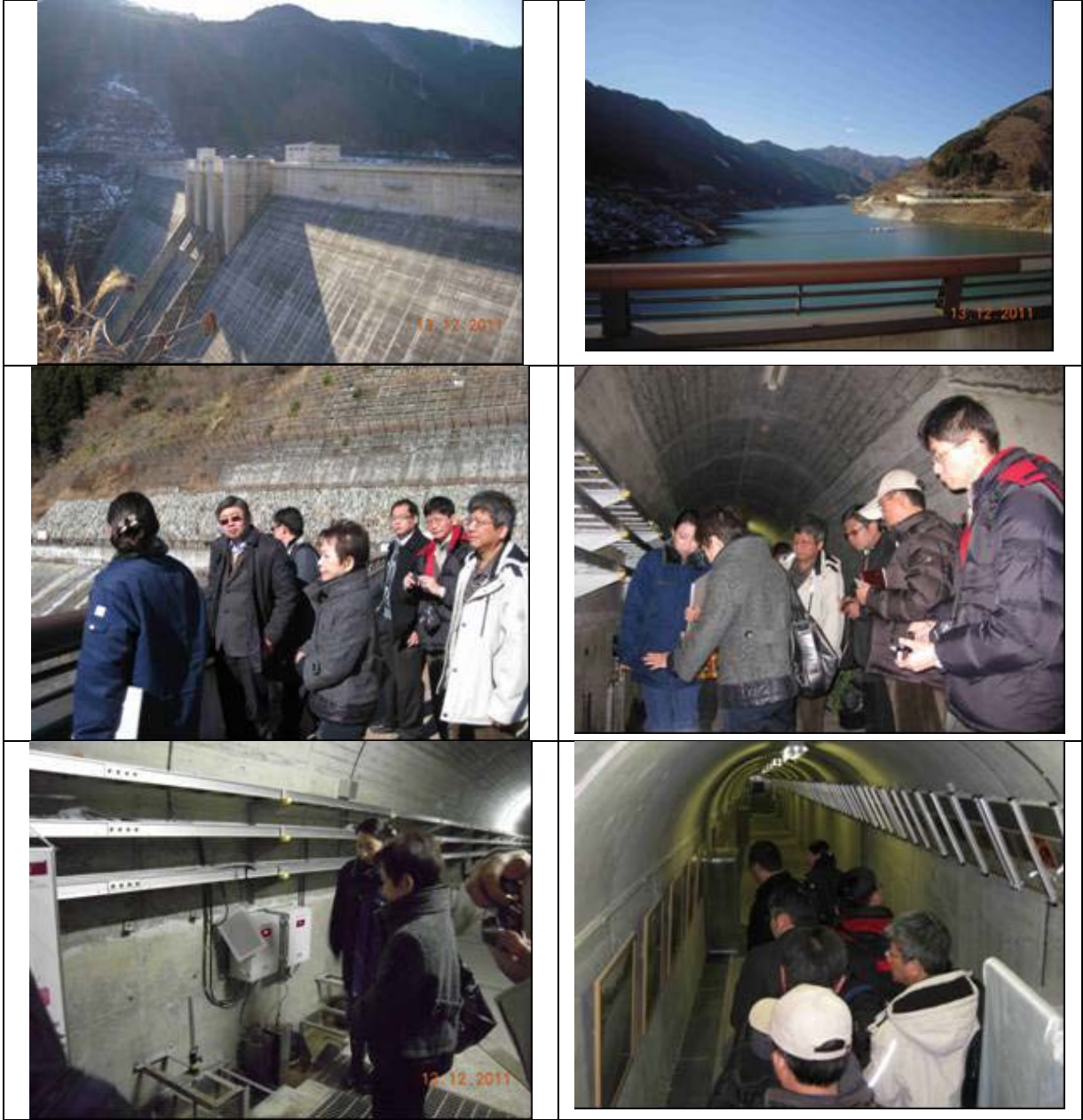




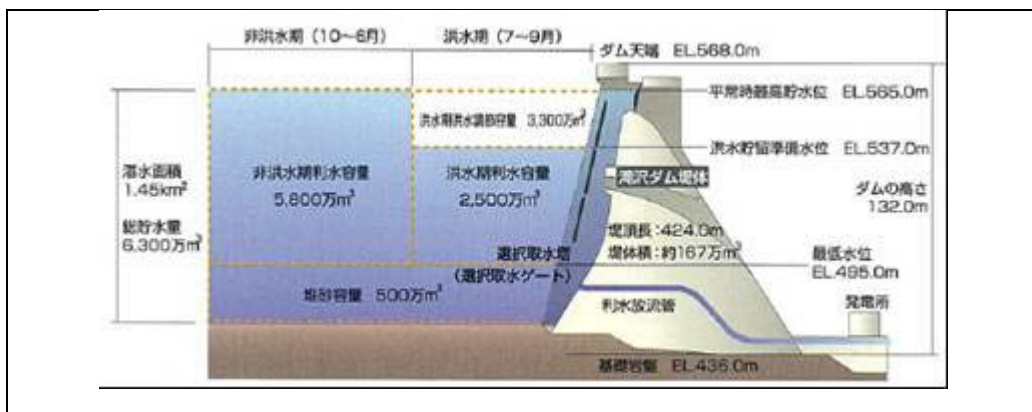
圖-2 瀧澤水庫考察合影

瀧澤水庫於 1969 年 4 月 1 日年調查開始實施計劃，歷經 27 年之用地取得之溝通及協調，1996 年動工，2011 年建設完成，瀧澤水庫之相關資料概述如下：

1. 基本資料

大壩規格：混凝土重力壩，壩高 132 米，壩頂長 424 米，體積 1,670,000 立方米。

水庫規格：集水面積 108.6 平方公里，庫區面積 1.45 平方公里，最大水庫在正常水位 EL565.0 米，蓄水防洪準備水位 EL537.0 米，低水 EL495.0 米，水庫的總庫容 63,000,000 立方米。

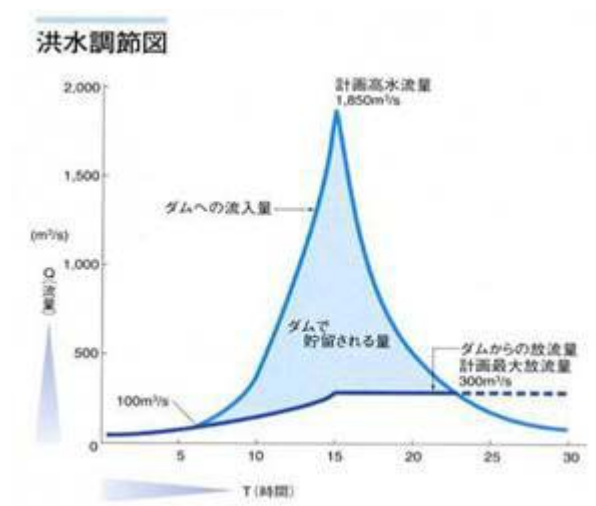
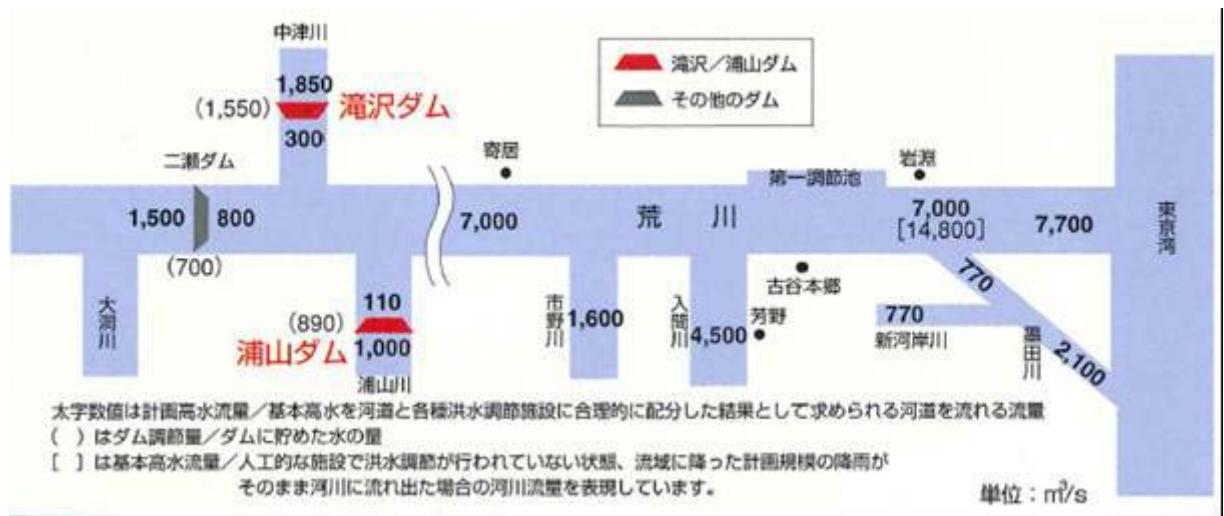


資料來源：日本獨立行政法人水資源機構-荒川ダム総合管理所滝沢ダム簡介資料

2. 水壩的目的

(1) 洪水調節

瀧澤大壩在荒川水系治水計畫中負擔之任務 b，乃是將上游 100 年重現期洪水量 1,850 cms，透過瀧澤大壩調節 1,550 cms，以 300 cms 之排放至下游。(見下圖)。



資料來源：日本獨立行政法人水資源機構-荒川ダム総合管理所瀧澤ダム簡介資料

(2) 既得取水之安定化及河川環境的保全

流量豐富時予以貯留，不足時予以補注以維持下游沿川

既有取水（農業用水）可以穩定，並提供河川環境保全之必要流量。

(3)確保下游的取水

確保埼玉縣水道用水量最大 3.74 cms 及東京都的水道用水量最大 0.86 cms，合計 4.6 cms 的取水，可提供相當於約 1.3 億人（平均每人每天 305 升）的用水數量。

(4)發電

最大以 4.25 cms 放流水（最大輸出功率 3,400 千瓦）來發電。

四、秋ヶ瀬管理所

12 月 13 日下午 3：50 抵達日本獨立行政法人水資源機構-利根導水總合事業所之秋ヶ瀬管理所，由所長舟生義広先於簡報室介紹後，再至秋ヶ瀬取水堰現場參觀，相關照片參見圖-3。



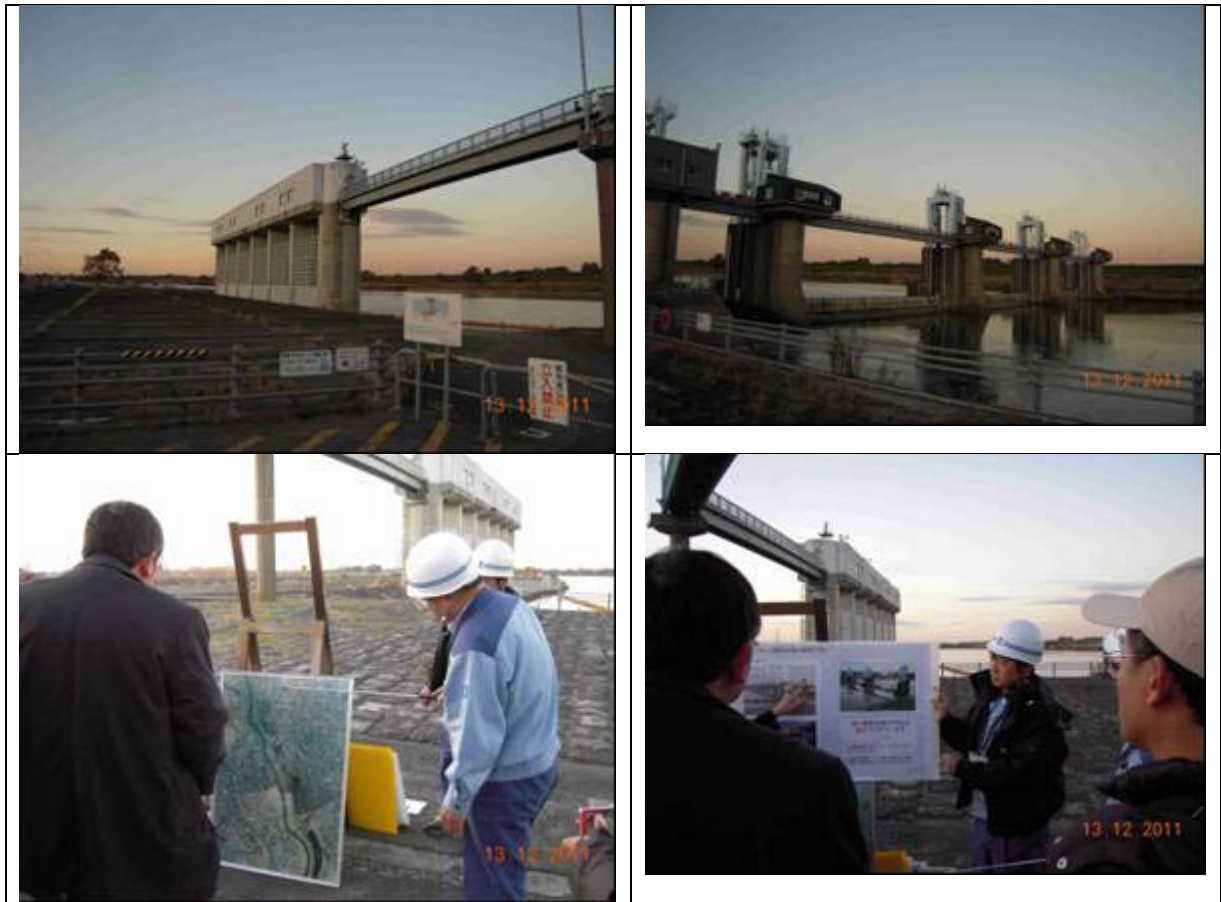


圖-3 秋ヶ瀬管理所及取水堰

東京首都圈由於戰後經濟恢復迅速，用水的需求增加，為解決 1964 年東京奧運會之用水問題，1962 年計劃大規模的使用利根川水系的水，故進行利根導水設施計畫（相關位置見圖）以解決這個問題。



利根導水設施為提供日本東京首都圈之都市用水、農業用水及河川淨化用水之導水設施，而秋ヶ瀬取水堰為利根導水設施之一，主要目的為透過秋ヶ瀬取水堰，並經由「朝霞水路」輸水至朝霞淨水場，提供東京都及埼玉縣之生活、工業用水及隅田川、新河岸川之淨化用水。

秋ヶ瀬取水堰位於埼玉縣志木市宗岡，為荒川最下游之取水堰（距河口 35 km），其型式為活動堰，長 127 米，包含 1 道調節閘門（10 米寬，6 米高），3 道溢洪閘門（34 米寬，6 米高），及一個魚道，施設容量 67 m³/s，堰上流水位 T.P.+2.6 m、荒川計畫高

水水位 T.P.+10.3 m。

秋ヶ瀬取水堰有一特色為下游左岸有荒川調整池（彩湖，荒川第一調整池），可與秋ヶ瀬取水堰聯合操作，在洪水時間可以調節荒川之洪水量，而在枯水期則可由調整池提供給秋ヶ瀬取水堰，補給水量約 3.5 cms。



資料來源：2011.12.13 秋ヶ瀬管理所之簡報資料

秋ヶ瀬取水堰之魚道設施曾於平成 8 年～13 年進行魚道改良，改良方式如下圖，由原先全橫斷階梯激流式改為階梯之一半為激流一半休息區，以提供魚類上溯休息的空間，經此改良每年上溯總量有明顯的增加。

6. 施設の改良

魚道改良(平成8年～13年…)

アイスハーバー化 越流水深の縮小等
稚アユ遡上数は、数万→数10万匹に増加

最近の遡上数

平成15年22万匹

平成18年46万匹

平成19年58万匹

平成20年93万匹

平成21年47万匹

平成22年79万匹

平成23年45万匹



資料來源：2011.12.13 秋ヶ瀬管理所之簡報資料

五、千葉縣立關宿博物館

12月14日上午參訪千葉縣立關宿博物館(圖-4)，由三浦和信(Kazunobu MIURA)館長為我們導覽，介紹內容有：

1. 從前人們為治理洪水而發明的水塚(圖-5)。
2. 明治時代以後在利根川流域展開的大規模江河改造工程及開鑿利根川的概要(圖-6)。
3. 江戶初期展開的利根川河道向東改道的大規模整治工程及工法等。
4. 近代到現代利根川水運的變遷及隨河岸發展所孕育的各種文化及民俗。

5. 關宿藩的變遷、關宿城的修建及藩主家世等。
6. 關宿城博物館特色：位在江戶川及利根川分流處之超級堤防上，其中最高建築物-天守閣係模仿關宿城而建成，從最上層的展望室可以眺望利根川、江戶川及關東一帶的平原與山脈。其展示主題為「與江河有關的產業」，介紹了生活在利根川流域一帶住民的生活史及利根川流域洪水合治水的歷史，江河孕育的產業和文化的展示及有關近代的關宿藩等。



圖-4 千葉縣立關宿博物館



圖-5 日本早期治理洪水而發明的水塚



圖-6 明治時代利根川流域江河改造工程及開鑿利根川概要

六、首都圈外廓放水路

12月14日下午參訪首都圈外廓放水路(龍Q館)、首都圈氾濫

區域堤防強化對策及大吉調節池等，由國土交通省關東地方整備局江戶川河川事務所渡辺欽三事業對策官解說。

(一) 首都圈外廓放水路：

由於東京都會區的開發，河川兩岸多已有堤防保護，但都市化使得地表逕流增加，排水不易。考量河道拓寬所需之土地經費高昂，且相關橋梁須配合改建，為解決水患，採取地下分洪方式而興建本工程。

本工程位於位於東京北郊的埼玉縣，沿著 16 號國道下方採用潛盾技術於地下 50 公尺處打設的一條長 6.3 公里、直徑 10.6 公尺的地下隧道，並透過五個高約 65 公尺、直徑約 15~32 公尺的巨大豎井聯通附近的 18 號放水路、中川、倉松川、幸松川、大落古利根川等河流，做為該等河川之分洪放水路（圖-7）。



圖-7 東京北郊的埼玉縣地下河川隧道

隧道末端設有一個高 25.4 公尺、長 177 公尺、寬 78 公尺的大型地下調節池，最後用 4 台 50 cms 大型抽水機（庄和

排水機場)抽排入江戶川。該隧道總貯水量為 67 萬噸，各豎井分洪量分別為 2 號豎井 4.7 cms (18 號放水路); 3 號豎井 125 cms (中川 25 cms、倉松川 100cms); 4 號豎井 6.2 cms (幸松川); 4 號豎井 85 cms (大落古利根川)。(圖-8)

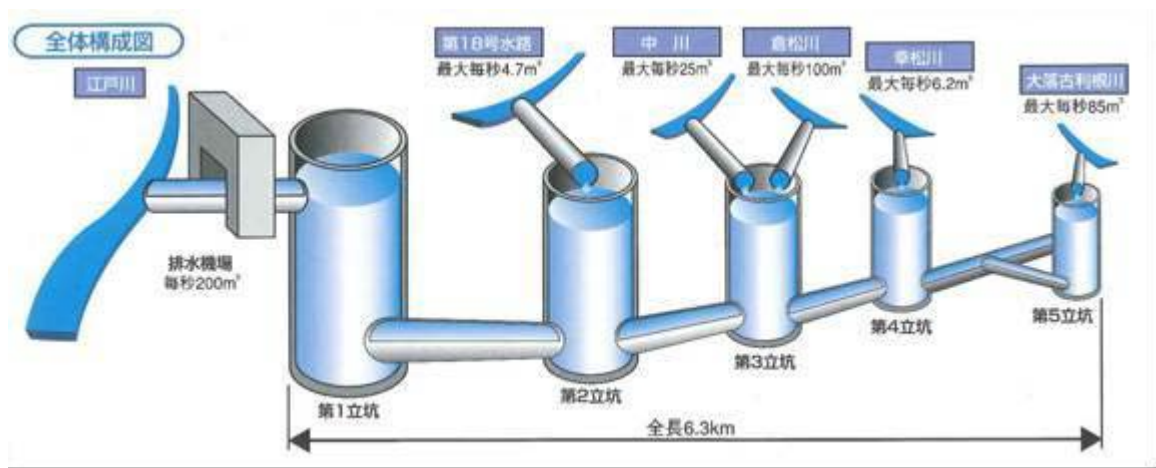


圖-8 地下河川隧道示意圖

工程總投資 2,400 億日元(約 720 億台幣)，於 1992 年開始施工，在 2007 年完成，由国土交通省關東地方整備局江戶川河川事務所管理，啟用後已經歷多次颱風豪雨考驗，並發揮防洪功能大幅降低淹水情形。

為宣導首都圈外廓放水路設施之成果，利用庄和排水機場(圖-9)之部分空間設置『龍 Q 館』，做為接待及展示館場，並可預約參觀由 59 根混凝土巨柱撐起之大型地下調節池(圖-10)。



圖-9 『龍 Q 館』接待及展示館場



圖-10 59 根混凝土巨柱撐起之大型地下調節池

(二) 首都圈氾濫區域堤防強化對策

日本關東地區若發生像過去最大規模颱風之襲擊，利根川中游或江戶川如果潰堤氾濫，在東京都和埼玉縣將發生大規模得淹水災害，預估首都圈將有 230 萬人遭受水患之苦及莫大損失。而且東京首都圈平原地帶的土地，大部分比河川

水位低，又近年來地鐵網及訊息網絡發達，電腦設備及發電設施多設在辦公大樓地下，萬一有堤防潰決的話，將導致都市機能麻痺。

現在的利根川、江戶川堤防雖已多次加高加強（圖-11），但由於過去堤防建設之履歷複雜且不清楚，堤防內部滲流，及砂質土層滲漏水等問題大大降低堤防安全性，而導致潰堤風險。因此，依據對堤防詳細檢查結果、地形狀況及水災履歷等，對現有堤防的安全性不足處實施堤防強化措施，提出首都圈氾濫區域堤防強化對策（圖-12），計畫內容為埼玉縣深谷是市-埼玉縣吉川市之間拓寬堤防 70 公里(標準斷面如圖-13；完成堤段如圖-14)，已於 2004 年起實施，完成後可防範洪水滲透堤防造成潰堤之風險。本計畫執行過程主要問題為因堤防加寬而需辦理約 30 m 寬土地徵購之溝通協調。

（三）大吉調節池

中川的支流新方川於 1945 年之前是一條重要的灌溉渠道，當時該地區有多處沼澤，大雨時逕流可流入沼澤或農田而發揮滯洪的作用。但是 1960 年代以後都市急劇發展，沼澤或農田都變成住宅用地（圖-15），使原本之滯洪功能消失，致使大雨時新方川無法容納大量逕流而氾濫成災，週邊住宅區長受水患之苦。在經歷 1982 年 9 月的 18 號颱風、1986 年 8 月的 10 號颱風造成之大規模洪水災害後推動大吉調節池興

建工程，並於 1988 年開工，1991 年竣工（現況如圖-16）。

調節池及抽水站之操作機制：新方川計畫流量為 75 cms，但下游渠道可容納之流量 60 cms，故超出之流量 15 cms 則由調節池（面積約 10.3 公頃、容量約 40 萬立方公尺）吸納調節，即河川水位高過溢流堤時匯入調節池蓄洪，河川水位下降後再由抽水站（2 cms）抽排至新方川。（圖-17）

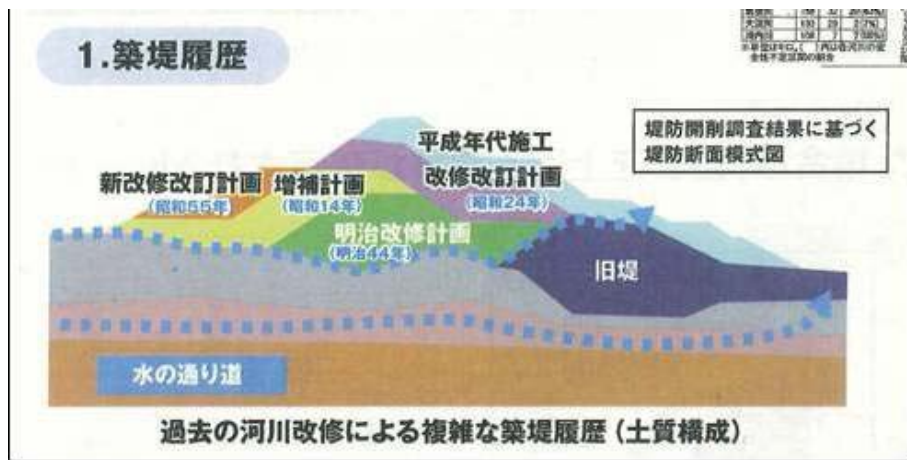


圖-11 利根川、江戸川堤防已多次加高加強



圖-12 首都圏氾濫區域堤防強化對策

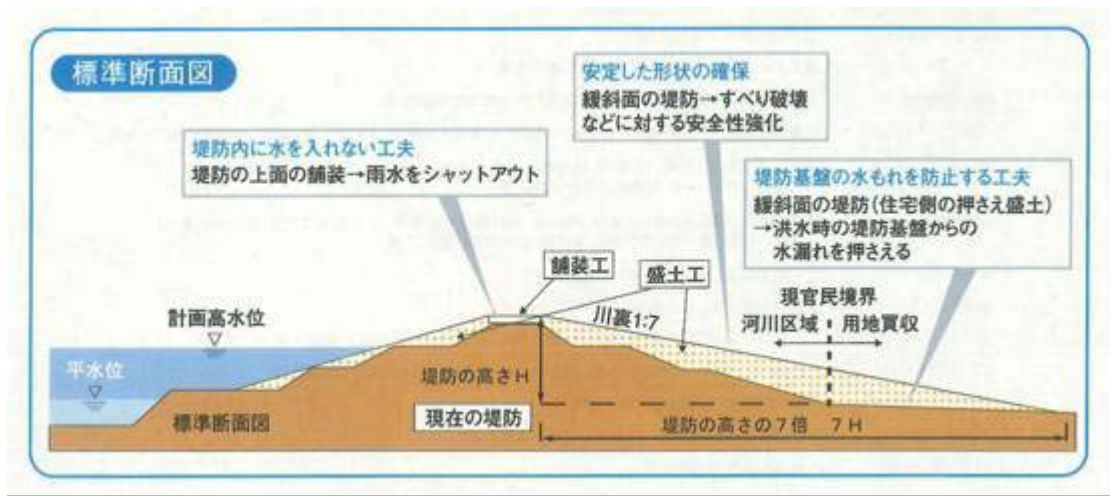


圖-13 埼玉縣深谷是市-埼玉縣吉川市之間拓寬堤防標準断面



圖-14 埼玉縣深谷是市-埼玉縣吉川市間拓寬堤防完成堤段



圖-15 中川的支流新方川 1960 年代以後都市急劇發展，沼澤或農田都變成住宅用地



圖-16 大吉調節池興建工程



圖-17 調節池及抽水站之操作機制

七、土木研究所關聯設施見學

研修團 12 月 15 日於國際建設技術協會伊丹由紀子 (Yukiko ITAMI) 研究員的陪同下，移動至筑波參訪獨立行政法人土木研究所 (Public Works Research Institute, PWRI)，該所分為四大中心，分別為筑波中央研究所 (Tsukuba Central Research Institute)、寒地土木研究所 (Civil Engineering Research Institute for Cold Region, CERI)、國際水災害與風險管理中心 (International Center for Water Hazard and Risk Management, ICHARM)、構造物維護研究中心 (Center for Advanced Engineering Structural Assessment and Research, CAESAR)。其中筑波中央研究所又依其研究室將建築物區分為A、B、C、D四大區塊，研修團旋即參訪位於C區之設施，包括壩水理實驗設施 (Dam hydraulics laboratory) 以及流速計檢定

設施（Current meter calibration channel）兩處（如圖-18 所示）。

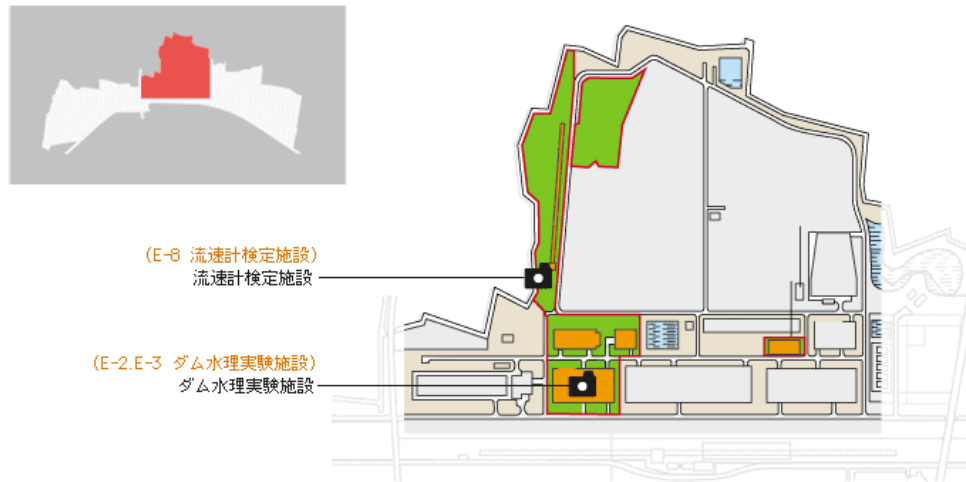


圖-18 筑波中央研究所 C 區設施分布圖

（一）壩水理實驗設施

壩水理實驗設施之主要研究項目如下：

- 1、分析大壩洩洪設施以及水力發電之複雜水流；
- 2、研究穴蝕現象以及洩洪隧道內空氣流動的穩定性；
- 3、魚道設計方法的建立；
- 4、水庫排砂相關研究；
- 5、水工結構物振動引起之環境噪音及低頻振動之研究。

圖-19 為水工模型介紹情形，讓研修團員瞭解實際之壩體狀況以及水工模型設計之關係；圖-20 則是以鶴田壩模型溢洪道及洩洪隧道為例，用於模擬水庫洩洪及排砂情形。隨著極端氣候之影響，日本水庫亦面臨土砂災害問題，藉由模型試驗得以訂定取水設備之水質保全對策，或對於堆砂對策之效果進行預測、評估與檢討。



圖-19 水工模型介紹



圖-20 鶴田壩模型試驗

(二) 流速計檢定設施

流速計檢定設施主要為流速計檢定台車，台車尺寸為 4.1 m*3.0 m*3.1 m，重量 4.3 噸，計測速度 0.01~6 m/s，渠道長度 175 m（圖-21、圖-22）流速計檢定之作業情形。執行流速計檢定係為確保流速計之精度能符合要求，以利於後續之流量觀測、河川計

畫訂定以及洪水預報等河川管理事務，因此為重要的基本工作，故國土交通省各河川局用於流量觀測之流速計，每年必須實施檢定 1 次，檢定基準為流速計流速與台車設定速度之誤差在 $\pm 5\%$ 以內。



圖-21 檢定台車



圖-22 速計檢定情形

八、國總研以及 ICHARM

12 月 15 日下午分別由國土技術政策總合研究所以及國際水災害與風險管理中心，以簡報方式介紹氣候變遷衝擊與影響評估，以及相關之減災技術，並經由討論交換彼此意見。

(一) 國土技術政策總合研究所

國土技術政策總合研究所 (National Institute for Land and Infrastructure Management, NILIM) 隸屬於國土交通省，由河川研究部流域管理研究官吉谷純一 (Junichi YOSHITANI) 博士解說，講題為「Hydrologic modeling for climate change impact assessment in Japan」，此文章發表於 1st International Climate Change Conference, 2011 World Environmental & Water Resources Congress, Palm Springs, California, May 22-26, 2011，其內容擇要如下：

- 1、2007 年因應全球暖化處理水災害之氣候變遷調適政策建議，設定洪水管理目標為設計洪水零傷亡，並修定相關計畫；
- 2、新建 X-band 雷達網以監測劇烈降雨 (如圖-23)；

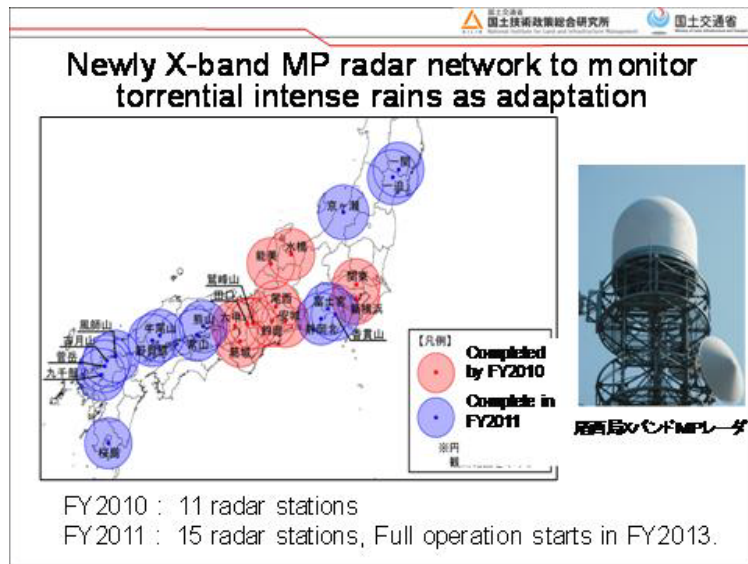


圖-23 雷達網之建置

- 3、311 福島事件許多核電工程師表示此為預估外之事（”Soutei-gai” , out of supposition），但是民眾與各界反應卻無法接受這樣的說法。人們往往後悔對千年一遇的事件無所準備，或未支持更高的保護標準，因此工程師對於規劃不同等級的保護標準而倍感壓力，此外，過去紀錄與未來預測的可靠度，則是另一個問題；
- 4、日本有關氣候變遷之研究是由文部科學省辦理，而相關的執行則由國土交通省負責，兩部門間少有聯繫，因此最近的「革新」計畫（FY2007-2011），氣象專家與水文學者針對極端事件共同努力，將 GCM20 解析度動力降尺度至 5-2 公里（如圖-24），各區域日最大降雨量之變化詳如圖-25，而對九大河川設計尖峰流量之衝擊，則如圖-26 所示；

GCM resolutions

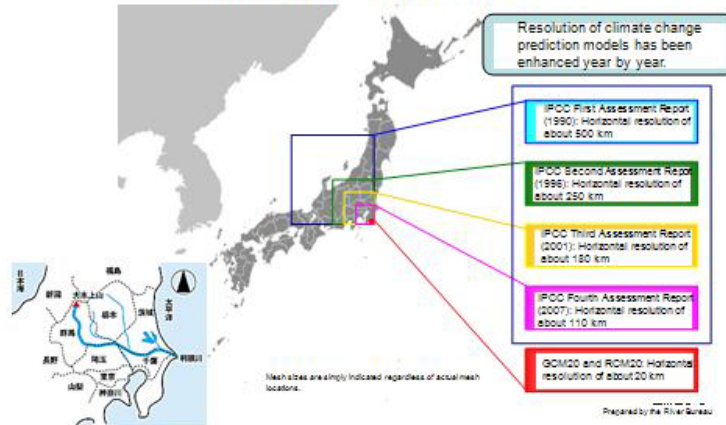


圖-24 提升 GCM 成果解析度

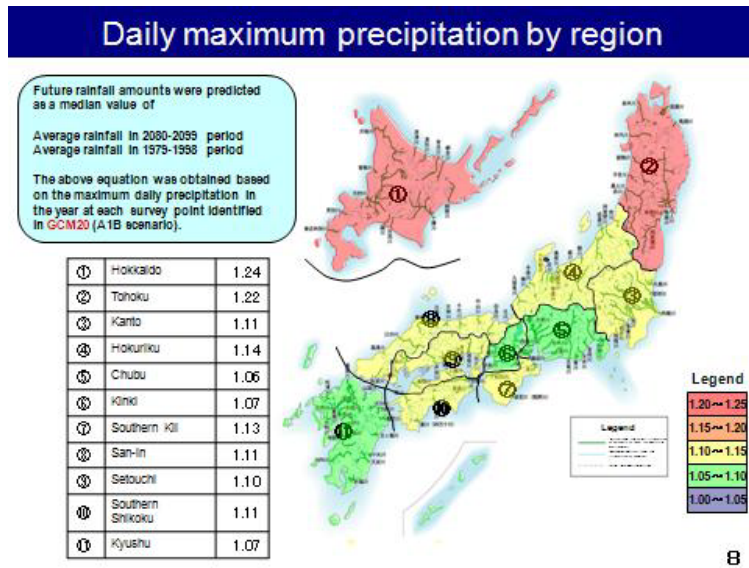


圖-25 各區域每日最大降雨量變化

Impact on design flood peak discharge in 9 rivers (GCM20)

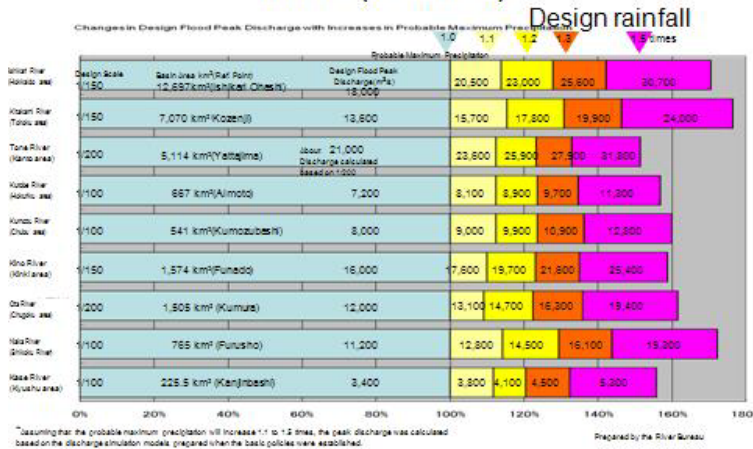


圖-26 河川設計尖峰流量之衝擊

5、日本目前氣候之平均年降雨量為 1,687 mm/y，GCM20 預測未來將增加 600 mm/y 成為 2,287 mm/y，世紀末則增加 151 mm/y 成為 1,838 mm/y。

吉谷純一博士另外提供「氣候變動に伴う河川管理等への影響評価」、「大規模水害対策について」、「Climate Change Adaptation Strategies to Cope with Water-related Disasters due to Global Warming (Draft Policy Report)」、「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」等資料，供研修團成員參考。

(二) 國際水災害與風險管理中心

國際水災害與風險管理中心 (ICHARM) 現階段任務著重於洪水相關災害，該組織之挑戰係將最佳可得的知识與技術，落實

於地區性實務工作。上席研究員加本実(Minoru KAMOTO)以「氣候變動に伴う複合災害の減災技術」為題進行介紹，內容多元而豐富，包括Integrated Flood Analysis System (IFAS)、Rainfall Runoff Inundation Model (RRI)、Flood Disaster Preparedness Indices (FDPI) 以及Cyclone risk mitigation scenario development 等，茲分別說明如下：

- 1、IFAS：此為 Global Flood Alert System (GFAS)系統中，用於推估缺乏測站河川之洪水分析工具，藉由衛星近即時之降雨資料觀測、地面雨量站觀測資料、地形地貌資料以及逕流模式，進行洪水預報與預警，以達到水災之預防與減災，其架構詳如圖-27，重要之功能模組概述如下：

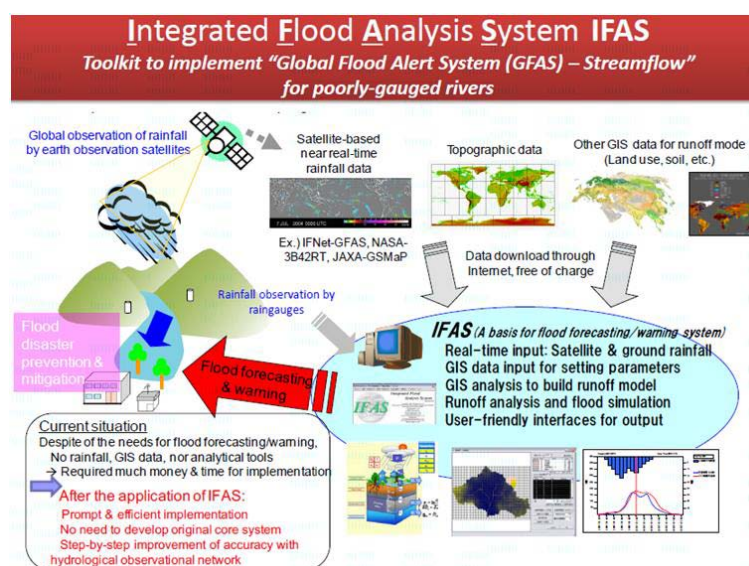


圖-27 IFAS 運作架構示意圖

- (1) 圖-28 係利用免費之衛星資料，推估台灣莫拉克颱風期間 3hr 降雨情形，圖中顯示經校正之降雨分布與地面觀測結果近似。

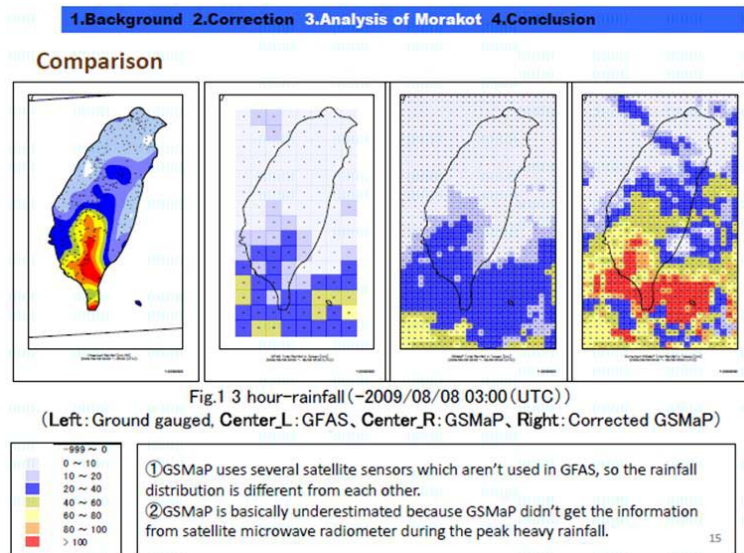


圖-28 GSMaP 推估台灣莫拉克颱風期間之 3hr 降雨情形

(2) 圖-29 為 IFAS 逕流分析所採用之三種分佈式水文模式 (即水桶模式)，然而其中的 BTOP 模式則尚未上線運作。

Default runoff analysis models on IFAS

- Three types of distributed hydrological models
 - PWRI Distributed Hydrological Model (PDHM Ver.2) (for flood events, below)
 - Suzuki, Terakawa & Matsuura (1996), Inomata & Fukami (2007), IFAS Ver.1.2 Manual (2009)
 - PWRI Distributed Hydrological Model (PDHM Ver.1) (for flood & long-term flows)
 - 3-layer model for wide availability from low to high flows
 - Yoshino, Yoshitani & Horiuchi (1990) → to be released in IFAS Ver.1.3
 - BTOP Model (for a variety of hydrological conditions)
 - Takeuchi, Hapuarachchi, Zhou, Ishidaira & Magome (2008) → under preparation

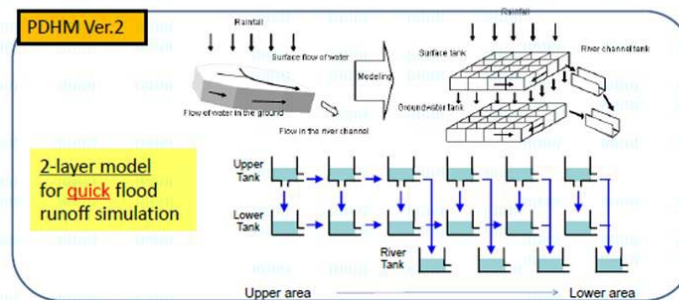


圖-29 IFAS 逕流分析模式

(3) 系統所需之參數則是利用 GIS 資料推估，包括土地利用、地表覆蓋、土壤特性、地形等 (圖-30)。

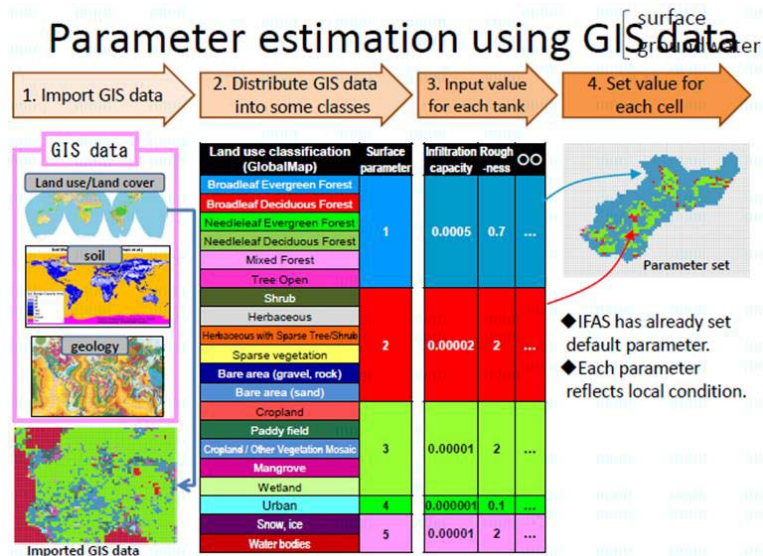


圖-30 藉由 GIS 資料設定參數

(4) 圖-31 為 2010 年巴基斯坦之洪水災情，圖-32 則為 IFAS 對 Kabul River 的逕流分析結果，圖中顯示地面觀測雨量資料為 GSMaP 原始資料之 2~7 倍，以及 GSMaP 不同修正雨量的逕流模擬結果。

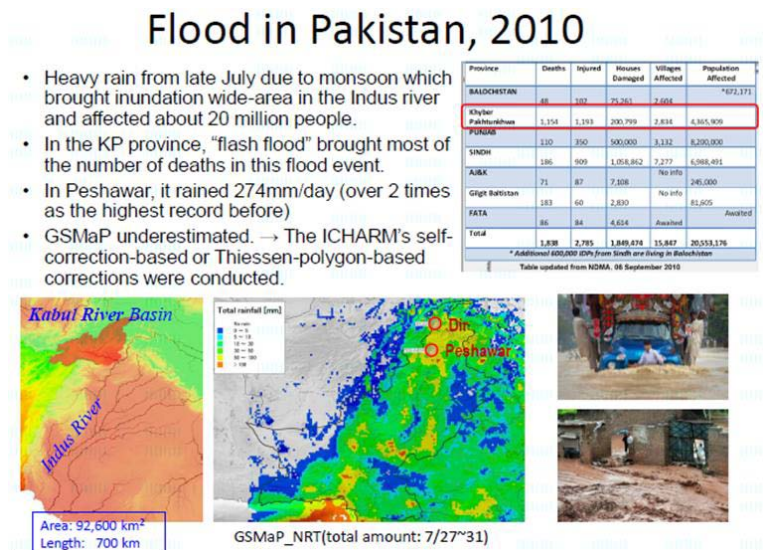


圖-31 2010 年巴基斯坦之洪水災情

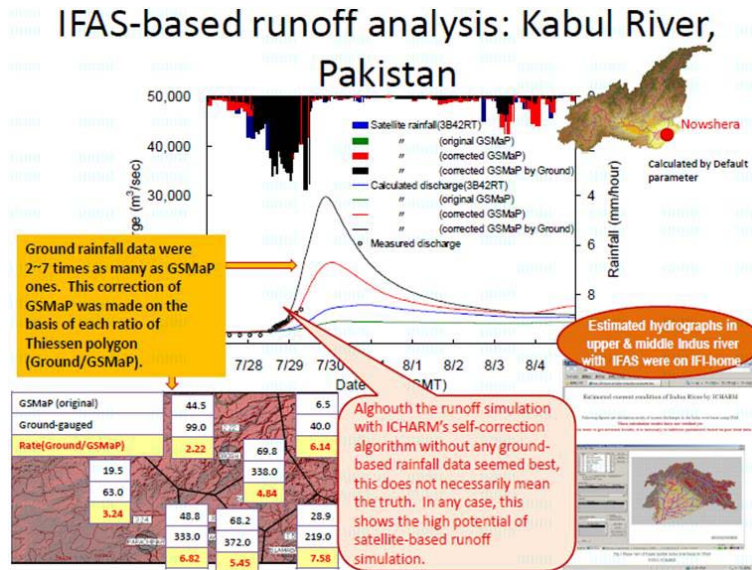


圖-32 Kabul River 逕流分析結果

2、RRI：ICHARM 於泰國水患期間，應用地形以及衛星雨量資料，未經參數檢定且未考慮水庫與堤防等效應，即能以 RRI 模式模擬並預測淹水深度（圖-33）。

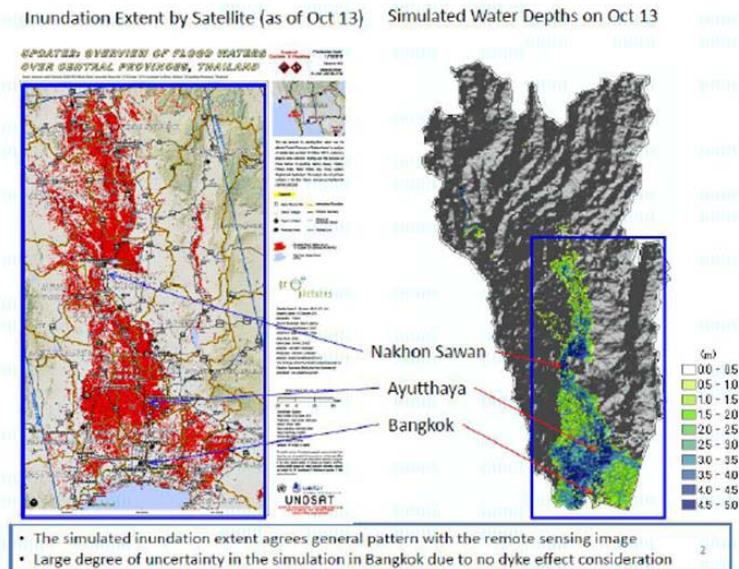


圖-33 IRR 模擬泰國水患之淹水情形

3、FDPI：水災整備指數用於評估社區對水災之準備情形，藉以針對特定的可能事件擬定行動方針，社區及組織得以瞭

解其周遭環境、需求、相關資訊以及互助合作方式，且可經由此指數提供經驗分享，進而達到教育訓練之目標，圖-34 即為 ICHARM 所建立之指數評估方式。

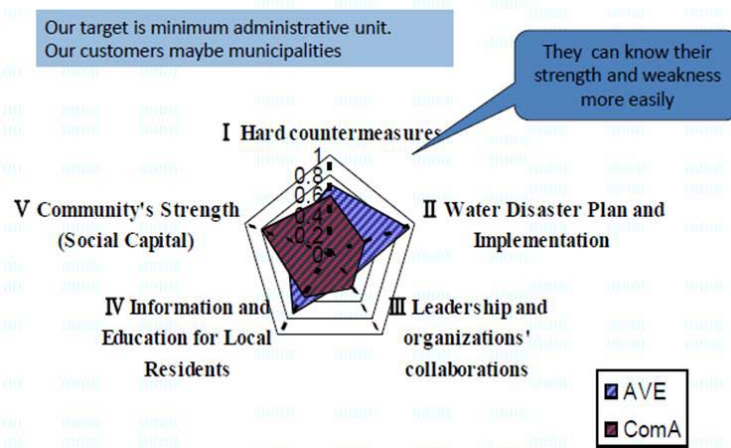


圖-34 水災整備指標

4、加本實上席研究員最後談論MRI-AGCMs進行氣候變遷衝擊分析之研究結果，全球 50 年確率年最大日流量之變化情形，以及水災脆弱度以及洪水受害者人口等議題，與研修團員廣泛地交換意見。

九、知水館

「荒川知水資料館」的參觀行程，由國際建設技術協會池田部長親自導覽、說明。該資料館位於荒川與新河岸川之間，距荒川與隅田川相接之處不遠，新、舊岩淵水門就在數百公尺之遙，館中除了展出荒川的整治開發歷史及生態環境的說明的文字資料與圖表之外，也會辦理一些活動以讓人們更加認識荒川。

荒川發源於 2,475 公尺高的甲武信山，長約 173 公里，其長度位居日本河川第 15。該河上游建有二瀨、浦山等水壩，中游地區則有寬廣的洪水平原、洪水調節池及橫堤，下游則設置了岩淵水門，開鑿放水路，最後在東京灣入海，整個流域面積 2,940 平方公里；荒川入海之前，川上密集架設許多橋樑，為捷運、公路交通之要道。

荒川原係利根川的支流，江戶時代，為了減少洪害，將利根川的水流向東導入常陸川，荒川之水也向西移入其他河道。昭和時代，又在荒川下游新開發出一條長達 22 公里的人工河川—荒川放水路，注入東京灣，荒川與其原來下游隅田川交接之處，則築造了岩淵水門以控制水流。荒川放水路寬 500 公尺，徵收土地 1,088 公頃，1,300 戶人家因此工程遷移，總工程費相當於現在幣值 2,300 億日圓，工程歷時 20 年，挖掘、浚渫的土方 2,180 萬立方米。

治理荒川，不僅減少洪患，有利於運送物資以及農業灌溉，並可開發親水的空間，以供休憩、遊樂之用。為了讓日本國人認識荒川，了解荒川的價值以及對東京的意義，因此，日本國土交通省便設立此一「荒川知水資料館」，推廣知水、親水教育。

德川家康為爭奪天下，命其子秀忠在現在的東京一代築造江戶城，廣為開發，開啟了江戶時代，最後，終於能夠統一日本，建立德川幕府。荒川是當時江戶附近村落的米糧農產品運往江戶城的運輸通道，也是江戶街上日用品等物資送往荒川附近村落的通路，更是人們來來往往的交通動線。當時，為了守護江戶城，

荒川上是禁止搭橋的，人們必須藉由搭船擺渡來往於荒川兩岸之間。由於荒川與其支流之間有水位的高低差，因此，總共建了 3 個閘門及 1 個水門以利船隻來往航行於主支流間。

「荒川知水資料館」所展出的內容，包括：荒川的水患、河流的變遷、整治工程，也特別介紹負責放水路工程建設 16 年之久的青山士先生，並展出其使用的皮箱等私人物品。青山先生在 25 歲時參與巴拿馬運河的建造工程，前後達 8 年之久，他是該項工程的技師中唯一的日本人。返回日本後，擔任內務省的技術人員，後來受命負責荒川改流計畫的規劃與施工，荒川放水路、岩淵水門都是在他督導、指揮下完成的。

自然生態也是資料館介紹的重點，荒川中常見的魚和底棲動物，活躍在荒川濕地、高灘地等水域的鳥兒、昆蟲和植物，都在介紹範圍之列。另外，多年來由於船隻航行所產生的水波的沖刷，河岸受到侵蝕，造成河邊蘆葦草地遽減，因此，國土交通省行政當局也進行了防護工程，河岸草地養護有成，水生動物也因此多了起來。

肆、心得及建議

- (一)、研修團拜訪許多單位，各單位成員對於氣候變遷、水利建設或災害防救等議題，雖有不同的看法或研究成果，但是均具有高度一致性的認知，簡報內容或參考文獻幾乎皆為官方之正式資料，顯示日本已在許多關鍵問題的努力，藉由廣泛地溝通協調凝聚各界共識，詳實地訂定政策方向與執行策略，進而有系統、有條理、有節奏的落實推動，殊為不易。
- (二)、本次參訪日本之瀧澤水壩、千葉縣立關宿博物館、首都圈外廓放水路之龍 Q 館、知水館等各項水利設施，對於日本官方在水利建設完成後，同時配合博物館、教育館或展示館等，來讓民眾來瞭解水利建設之目的、並以此增加及教育民眾防災意識及觀念，值得我們多多學習。例如，瀧澤水庫在管理上除水庫本身及周邊景點提供觀光外，壩體內部之廊道亦開放提供民眾團體參觀教育學習，可以增加民眾對防災資訊的瞭解與認識。再如，關宿博物館雖然不大，但利用江戶川、利根川分流點處高規格堤防的視野優勢，並以仿古城之建築型態建館，充分結合該地區河川整治、江河文化與歷史，可見用心及巧思。因此，各項設施或展館均具備教育功能，藉由實地參觀、各類宣導品或多媒體影片等多種方式展示介紹，提昇民眾對於生活環境、工程設施、防災避難等知識，部份甚至不僅具有水利工程之紀

念性質，更融入當地之文化、歷史與人文等元素，亦為平時休閒之活動場所，讓居民瞭解水利工程師傾注靈魂與生命所建造的宏偉工程，與人們生態、生活、生命密不可分的關係，讓環境得以永續，讓經濟得以發展，讓意志得以傳承。

(三)、瀧澤水庫是一個多目標用途之水庫，洪水調節為其主要標的，它與浦山壩在荒川水系之治水計畫（高水防禦）中擔任重要之功能，而目前台灣的水庫或攔河堰雖亦為多目標使用，但主要以水資源利用為目標，因此在以往台灣河川的防洪治理之規劃上，甚少讓其上游水庫明確負擔起調洪任務，而在氣候變遷下影響下，極端降雨情形將更加頻繁，但下游河道因經濟及土地利用的發展，河道可以拓寬的可行性甚低，因此未來在台灣的治水規劃上，應以流域整體治理來考量，對於既有水庫檢討其操作規則，透過未來雨量觀測及預測準確度的提升來提昇水庫的調洪功能，另在無既有水庫的河川，應透過流域洪水分擔概念，在上游集水區規劃小型滯洪壩以降低下游河道之洪水量。

(四)、此次參訪秋ヶ瀬取水堰，其雖是以水資源利用為主體，但結合其旁之荒川調整池增加水資源調度之靈活性，台灣目前在主要河川上尚無像荒川調整池之類的蓄洪設施，但在莫拉克風災之後，幾條重要河川在進行流域整體規劃時對極端氣候之超大洪水事件狀況，有以第 2 道防線或洪水調節蓄洪區

域之概念，故未來面對氣候變遷之水災衝擊或乾旱增加，在河道空間有限情況下，大型滯（蓄）洪池設施成為一必須之選項，未來在規劃上可參考秋ヶ瀬取水堰及荒川調整池聯合操作之方式來強化滯（蓄）洪池的功用，並增進推動之可行性。對於目前台灣既有滯洪池大都以蓄洪為主，未來可評估其水資源利用的效益及可行性。

（五）、日本首都圈由於人口及土地利用密集，且地勢較為低窪平緩，如發生溢堤及潰堤則會造成嚴重經濟損失，故提出「高規格堤防」、首都圈外廓放水路等對策，有關「高規格堤防」概念引入台灣亦已多年但卻無實際推動成功案例，為因應氣候變遷，未來可在兩岸為低窪區域亦受外水影響地區或堤防常破壞河段來推動，作為強固堤防安全之對策，而對台灣五都之成立，都會區發展越來越快，在缺乏適合土地可以興建滯洪池情形，地下河道或滯洪池等地下防洪設施將可成為治水之選項。

（六）、台灣的主要河川中下游的河段，其堤防雖大都已完成，但為確保防汛安全，每年汛期前皆有辦理防洪構造物安全檢查，並就實際需要辦理改善，以避免潰堤造成大災害。但目前並沒有類似「首都圈氾濫區域堤防強化對策」就某特定河段做加強培厚改善之專案計畫，僅有於年度計畫中有就局部急要堤段辦理加強或改善。為因應氣候變遷造成現有防洪構造物保護標準不足，或河川疏濬土石之處置、堤防結構物老

舊等問題，未來可評估檢討就都會區或急要河段做類似該計畫之專案計畫辦理堤防加高加強工作。而培厚堤防及減緩堤防坡度可增加堤防安全性及減緩對景觀、生態之衝擊，但培厚堤防所需增購私有土地之溝通協商等工作，仍是計畫推動須克服之重要問題。

(七)、公共工程之推動順利與否，土地取得問題是一重要因素，尤其在都市地區工程用地取得更是不易，而像「首都圈外廓放水路」工程建於國道 16 號之地下，大大降低用地取得經費並減少用地徵購之溝通協調等問題。又如滯洪池工程涉及大量用地取得問題，容易遇到抗爭及反對徵收滯推動不易，若能利用公有土地或徵購台糖土地辦理，則較容易推動。

(八)、在台灣亦有類似首都圈外廓放水路概念之分洪設施，即基隆河員山子分洪工程，其開鑿內徑 12 公尺、長 2.48 公里之引水隧道及出水口放流設施，完成後可導引 1,310 cms 水量引入東海，使基隆河自侯硐介壽橋以下河段可達 200 年重現期距之防洪保護標準，於 2005 年完工後對基隆河下游減災成效甚大。

(九)、台灣許多地區也有類似新方川大吉調節池週邊之都市急劇發展，造成逕流量增加及既有河川排水容量不足情形，另外氣候變遷導致防洪標準不足之問題，可考量以適當之滯洪池調節，以避免大規模之堤防加高或拓寬河道所造成之環境衝擊及龐大經費支出，亦可利用滯洪池做為生態環境復育及營造休憩之空間。

- (十)、台灣目前推動之易淹水地區水患治理計畫（95-102 年），排水治理多採綜合治水方式規劃，其中亦有辦理滯洪池或蓄洪池工程者，該等工程完成後管理單位可視需要辦理環境營造、生態復育或做為水資源之供應。
- (十一)、由於都市發展及氣候變遷導致現有防洪排水設施容量不足，若僅以改建加大原有設施方式改善，其改建所增加之容量亦有限度。須以綜合治水觀念因應，其理念係以上、中、下游集水區整體治理，考量環境、景觀、生態、氣候變遷等因素，以多元工程措施如滯（蓄）洪、分洪、導洪、束洪工程等及搭配非工程措施，並因地制宜辦理，以因應日益嚴峻之防災環境。本次參訪之首都圈外廓放水路、首都圈氾濫區域堤防強化、大吉調節池等，即為綜合治水對策於東京地區水患防治手段之一。
- (十二)、日方認為朝有效防洪治水方向的努力應遠大於研究氣候變遷，因此雖未針對氣候變遷採取防範措施，但仍積極推動相關水利工程以及各項非工程措施作為因應，其中透水鋪面、棟間貯留以及貯洪設施等減洪方法，應為台灣加速學習引進的課題，尤其在五都成立之後，如何以低衝擊開發（Low Impact Development, LID）之觀念進行都市開發，積極進行集水區出流管制，甚至減少或降低逕流量，減輕排水或河川之負荷，不僅達到減洪防災功效，亦能貯水備用，加強水資源之運用。

(十三)、對於氣候變遷之因應，日本當局主要以能夠達成零傷亡與國家機能能持續運作之目標，體認防洪治水工程之極限性，積極加強被害減輕對策之非工程措施，而目前水利署對於氣候變遷之水災衝擊調適策略亦為「保留工程設施較大的安全餘裕與爭取非工程設施的防救災時間，增加防災能力。」為達此目標，水災預警系統及疏散避難規劃及演練更顯重要，未來應加強氣象觀測、預報及淹水預警、淹水潛勢圖之精確性，以作為疏散避難規劃之基礎，而對於疏散避難及災害防救，日本國土交通省成立 TEC-Force（緊急災害對策派遣隊），進行災害狀況調查、災害緊急對應、被害地方自治體之支援及二次災害防治等任務為一值得學習之處。

(十四)、日本 2008 年成立之緊急災害對策派遣隊，於 311 地震複合性災害發揮高度之成效。反觀國內於莫拉克颱風期間，救災亂無章法、指揮失靈，遭受各界嚴厲批判，雖然經檢討已於中央及部份縣市成立災害防救辦公室之專責單位，但是否已提昇基層之救災能力，仍有待考驗，TEC-Force 制度或可作為借鏡參考。

(十五)、消防署推動之深耕計畫以及水利署推動之水災災害防救策進計畫等，對於自主防災社區、村里或鄉鎮甚或縣市層級之防災整備工作，可參考水災整備指數（FDPI）進行評估，作為社區或行政區間之量化比較，或分析同一地區不同時期之整備情形，據以偵測弱點並予以強化改進。

(十六)、日本推動企業防災已漸收成效，讓企業肩負起社會責任，當災害發生時協助所屬員工避災、離災，因故無法返家時，亦能將辦公室轉變為臨時收容所，並備有緊急之生活必需品，讓員工渡過危險時期，達到自助、互助的目標。在工程手段有其極限的情況下，納入民間無窮的防災能量，不失為因應複合型災害之方法，此觀念值得台灣大力推廣。

(十七)、311 地震重創日本，該國復原重建工作如火如荼展開，研修團員參訪期間，不論是公開演講或私下閒聊，不論所遇是高階長官或基層人員，日方總不忘感謝來自台灣的大力捐款與協助，雖然台日雙方並無正式外交關係，但經此事件已將兩國關係推入更為友好的新境界，因此不論是政府或民間，均應把握良機增進交流，促進雙邊發展。

伍、参考文献

- “水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）” 社会資本整備審議会，2008。
- “利根導水施設”，独立行政法人水資源機構利根導水総合事業所，2011。
- 中村圭吾（2011），”気候変動に係る現状と課題、対策の動向” 簡報。
- 加本実（2011），”気候変動に伴う複合災害の減災技術” 簡報。
- 吉野広郷（2011），”我が国の河川管理と防災に係る体制と対策向” 簡報。
- 池田鐵哉（2011），”Development of global flood alert system (GFAS)” 簡報。
- 池内幸司（2008），”大規模水害対策について” 簡報。
- 藤田光一、吉谷純一、服部敦、菊森佳幹、野口賢二、土屋修一（2011），”気候変動に伴う河川管理等への影響評価” 簡報。
- “Climate Change Adaptation Strategies to Cope with Water-related Disasters due to Global Warming (Draft Policy Report)” Subcommittee on Climate Change Adaptation for Flood Control, River Sector Committee, Panel on Infrastructure Development, June 2008.
- “Final report on flood hazard mapping project” Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations, and World Meteorological Organization, December, 2009.

“Flood hazard map manual for technology transfer” Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan, and Infrastructure Development Institute, Japan, March, 2003.

“Sediment-related disaster forecasting warning system project” Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations, and World Meteorological Organization, December, 2009.

”Introduction for the study on climate change impact analysis study using MRI-AGCMs (Kakushin Project, FY2007-2011)” 簡報。

Junichi Yoshitani, ”Hydrologic modeling for climate change impact assessment in Japan” 1st International Climate Change Conference, 2011 World Environmental & Water Resources Congress, Palm Springs, California, May 22-26, 2011.