



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)

97 年度台德技術合作人員訓練計畫

「都會區治水對策與防洪管理」

服務機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

出國人 職 稱：正工程司

姓 名：林志翰

派赴國家：德國

出國期間：民國 97 年 11 月 15 日 - 民國 97 年 11 月 29 日

報告日期：民國 98 年 2 月 16 日



廉潔、效能、便民



經濟部水利署（台北辦公區）

台北市信義路三段41之3號9~12樓

總機：(02) 27542080

傳真：(02) 27542244

免費服務專線：0800212239

出國報告審核表

出國報告名稱：『都會區治水對策與防洪管理』		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
林志翰	正工程司	經濟部水利署 水利規劃試驗所
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 研習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：97年11月15日至97年11月29日		報告繳交日期：98年02月16日
計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input 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 type="checkbox"/> 3. 無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4. 內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5. 建議具參考價值 <input 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_____	
審核人	一級單位主管	機關首長或其授權人員

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。

提 要 表

系統識別號：	C09704334					
計畫名稱：	97 年度台德技術合作人員訓練計畫					
報告名稱：	都會區治水對策與防洪管理					
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
	林志翰	經濟部水利署	水利規劃試驗所	正工程司	薦任(派)	lgh@wrap.gov.tw 聯絡人
出國地區：	德國					
參訪機關：	達姆斯塔特(Darmstadt)科技大學 Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering 及 Institute WAR、波昂(Bonn)台德社會經濟協會、科隆(Cologne)市政府防洪中心及社會團體、羅斯托克(Rostock)大學、Central Rostock 污水淨水場、Eurawasser Nord GmbH 飲用水廠等					
出國類別：	研究					
出國期間：	民國 97 年 11 月 15 日至民國 97 年 11 月 29 日					
報告日期：	民國 98 年 02 月 16 日					
關鍵詞：	綜合治水、非工程措施、洪災控制、防洪管理					
報告書頁數：	53 頁					
報告內容摘要：	國內目前防洪治水已漸由剛性之工法轉向為結合生態、人文、景觀之綜合治水方式。都會區的防洪治水措施，除了依賴工程保護外，尚包含完整的非工程措施，主要內容為：強化民眾對洪災的瞭解、災害覺醒、自我保護及求救；政府部門對災害潛勢之分析、不同災害程度之洪氾區劃設及建築規範制定；房屋建築物外圍之淹水防護及產業防洪能力之強化；洪災之準備及預警、緊急應變措施、抗洪及洪災控制、洪水疏導；不同程度之洪災保險準備等。德國推動治水結合自然環境及人文於世界享譽盛名，本次研習內容以都會區治水對策與防洪管理為主軸，由整體環境營造理念出發，透過雙邊技術交流與討論，研習內容兼顧親水、利水與活水，所得之成果將有助於國內未來推動相關水利政策業務參考。					
電子全文檔：	C09704334_01.pdf					
限閱與否：	否					
專責人員姓名：	劉昇平					
專責人員電話：	02-37073056					

摘要

國內目前防洪治水已漸由剛性之工法轉向為結合生態、人文、景觀之綜合治水方式。都會區的防洪治水措施，除了依賴工程保護外，尚包含完整的非工程措施，主要內容為：強化民眾對洪災的瞭解、災害覺醒、自我保護及求救；政府部門對災害潛勢之分析、不同災害程度之洪氾區劃設及建築規範制定；房屋建築物外圍之淹水防護及產業防洪能力之強化；洪災之準備及預警、緊急應變措施、抗洪及洪災控制、洪水疏導；不同程度之洪災保險準備等。本次研習在科隆(Cologne)，透過當地市政府防洪中心主任 Reinhard Vogt 及民間團體代表 Gerd Muller 等人之協助，參訪當地政府及民眾面對萊茵河氾濫之努力，瞭解完善之治水措施與防洪管理，從當地居民、產業、政府各相關部門及不同層級、專家學者、救災及醫護中心、保險公司等，均應做好防洪之準備。在達姆斯塔特科技大學(Technical University Darmstadt)與該校 Zanke 教授(Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering)及 Cornel 教授(Institute WAR)，對國內辦理嘉義新塭地區綜合治水及國土復育計畫討論交流，與會代表多認為計畫方向應屬可行，而新塭滯洪池水質方面之考量及處理，與國土復育計畫中當地民眾實施意願及搬遷補償制度之健全化，則為未來可資努力之方向。在羅斯托克(Rostock)，除參訪當地海岸工程與排洪設施外，並參觀污水處理與飲用水工廠，瞭解相關設備及操作情形。德國推動治水結合自然環境及人文於世界享譽盛名，本次研習內容以都會區治水對策與防洪管理為主軸，由整體環境營造理念出發，透過雙邊技術交流與討論，研習內容兼顧親水、利水與活水，所得之成果將有助於國內未來推動相關水利政策業務參考。

關鍵詞：綜合治水、非工程措施、洪災控制、防洪管理

目 錄

公務出國報告審核表	I
公務出國報告提要表	II
摘要	III
目錄	IV
圖目錄	V
誌謝	VIII
壹、前言	1
貳、研習行程	2
參、研習內容	3
一、都會區高綠覆率整體環境規劃	3
二、達姆斯塔特科技大學實驗室參訪	6
三、專題演講及雙邊交流討論	9
四、波昂地區萊茵河岸治理及構造物考慮	12
五、科隆市政府部門治水及民間禦洪考察	15
六、羅斯托克大學及營地海岸工程設施參訪討論	22
七、羅斯托克北海旁下水道淨水廠參觀	28
八、羅斯托克市區飲用水工廠參觀	31
肆、心得與建議	35
一、心得	35
二、建議	43

圖 目 錄

圖 1-1	市區公園人工湖及周邊環境景觀圖	3
圖 1-2	市區公路旁綠地保留空間	4
圖 1-3	社區旁保留舊城牆古蹟及周邊綠地	4
圖 1-4	新建築物周邊人行步道及綠地規劃	5
圖 1-5	校園周邊新建物周邊綠地空間保留	5
圖 2-1	校園實驗室與中心工程師 Dr. Mewis 合影	6
圖 2-2	實驗室萊茵河設施水理試驗水工模型	7
圖 2-3	實驗室河川蜿蜒型態長渠道水工模型及水位量測設備	7
圖 2-4	實驗室河川橋墩沖刷水理試驗水工模型	8
圖 2-5	實驗室水車水理試驗水工模型	8
圖 2-6	實驗室水質淨化設施功能試驗模型	9
圖 3-1	Darmstadt 科技大學國內治水專題演講及討論	10
圖 3-2	Darmstadt 科技大學水資源中心同仁專題演講及討論	11
圖 3-3	Darmstadt 科技大學與水資源中心主任 Zanke 教授合影 ..	11
圖 3-4	Darmstadt 科技大學與 WAR 中心主任 Cornel 教授合影 ...	12
圖 4-1	波昂市政府下水道機構污廢水處理場展示模型	13
圖 4-2	波昂市萊茵河岸主要下水道污廢水處理場	14
圖 4-3	萊茵河波昂區段河岸丁壩群構造物	14
圖 4-4	萊茵河波昂區段河岸整治親水行道及單車道規劃	15
圖 5-1	與科隆市防洪中心 Vogt 主任萊茵河岸水位站前合影	16
圖 5-2	科隆萊茵河岸百年歷史水位站監測及紀錄設施	17
圖 5-3	科隆萊茵河岸可拆式淹水防護設施材料及組裝演習	17

圖 5-4	科隆可拆式淹水防護設施及洪水便橋安裝操作	17
圖 5-5	科隆地區河岸建物一樓預留可能洪水水域空間	18
圖 5-6	設置於科隆市政府內之洪災預警通報指揮中心	18
圖 5-7	科隆市政府部門內張貼歷史洪災事件照片	19
圖 5-8	科隆市政府防洪中心 Vogt 主任德國萊茵河治水簡報	19
圖 5-9	萊茵河岸科隆地區與及社團代表 Gerd Muller 合影	20
圖 5-10	科隆萊茵河岸民眾窗台邊裝設臨時性擋水設施框架	20
圖 5-11	科隆萊茵河岸臨河面民眾裝設可拆式擋水設施框架	21
圖 5-12	科隆地區萊茵河岸民眾淹水訪察討論	21
圖 5-13	科隆地區萊茵河岸民眾自行裝設淹水防護設施	22
圖 6-1	羅斯托克大學校園實驗室造波設備	23
圖 6-2	羅斯托克大學校園實驗室水槽及出海研究用船舶	23
圖 6-3	羅斯托克北邊漁港防波堤設施	24
圖 6-4	羅斯托克海岸港區輸砂管設施	24
圖 6-5	羅斯托克北邊海岸沙灘及突堤群設施	25
圖 6-6	羅斯托克北邊海岸可拆式擋水設施	25
圖 6-7	羅斯托克北邊海岸河川銜接海堤外側導流設施	26
圖 6-8	羅斯托克北邊海岸海堤內側取排水分離設施	26
圖 6-9	羅斯托克北邊海岸取排水渠道分離及取水閘門設施	27
圖 6-10	羅斯托克北邊人工湖引水渠道設施	27
圖 7-1	羅斯托克北海旁中央污水處理場展示模型	28
圖 7-2	羅斯托克中央污水處理場淨水流程圖	29
圖 7-3	污水處理場氣曝及分離設施	29
圖 7-4	污水處理場污泥處理後可供農業植栽利用	30

圖 7-5	污水處理場有機物分離及循環水設施	30
圖 7-6	污水處理場水質及水量監測設施	30
圖 8-1	羅斯托克市區供水水塔古蹟	31
圖 8-2	羅斯托克市區飲用水工廠人員簡報	32
圖 8-3	羅斯托克市區飲用水工廠人員淨水流程簡報	32
圖 8-4	羅斯托克市區飲用水工廠淨水設施	33
圖 8-5	羅斯托克市區飲用水工廠過濾淨水設施	33
圖 8-6	羅斯托克市區飲用水工廠沉澱淨水設施	34
圖 8-7	羅斯托克市區飲用水工廠煮沸臭氧去除設施	34
圖 1	歐洲萊茵河水患治理具體行動方針圖	36
圖 2	歐洲萊茵河治水非工程管理區域淹水潛勢圖	37
圖 3	歐洲萊茵河治水非工程管理緊急溢洪案例圖	40
圖 4	歐洲萊茵河治水非工程管理防洪成效比較圖	41
圖 5	歐洲萊茵河治水對應不同頻率防洪成效比較圖	41
圖 6	羅斯托克中央污水處理場供能發電設施	44
圖 7	歐洲萊茵河非工程治水措施各公私部門單元分工圖	45

誌 謝

97 年度台德技術合作人員訓練計畫「都會區治水對策與防洪管理」研習，蒙經濟部國際合作處之協助，透過國立成功大學高家俊教授、國際合作處羅特研究員及國立海洋大學董東璟助理教授等人之協助順利成行。研習過程中，在達姆斯塔特(Darmstadt)蒙達姆斯塔特科技大學(Technical University Darmstadt)水利及水資源工程中心(Institute of Hydraulic and Water Resources Engineering) Prof. Zanke、Dr. Mewis、Gregor、Xiaoyan、Roland 及中心博士班研究生等人之安排與協助，在 Institute WAR 蒙 Prof. Cornel、M.ENG. Guomin Zhang 及中心博士班研究生等協助及演講安排；在波昂(bonn)及科隆(Cologne)，蒙駐德國代表處經濟組、波昂大學(University of Bonn)、台德社會經濟協會執行秘書江益璋博士等人之安排，及科隆(Cologne)市政府防洪中心主任 Reinhard Vogt 及民間團體代表 Gerd Muller 等人陪同參訪、簡報及討論；在羅斯托克(Rostock)，蒙羅斯托克大學(University of Rostock)環境工程中心(Institute of Environmental Engineering) Dr. Peter Fröhle、Joerg Radomski、Dr. Frank Weichbrodt、Steffi Dimke 等人之協助、安排與參訪，使得行程順利圓滿達成，在此謹致上最誠摯的謝意。

壹、前言

本次赴德研習計畫為 97 年度台德技術合作人員訓練計畫「都會區治水對策與防洪管理」，業依據經濟部國際合作處九十七年十月二十一日經國處字第 09703082790 號函及九十七年十一月十一日經國處字第 09703008580 號函，奉核同意由本所(水利規劃試驗所)林正工程司志翰一員赴德研習，研習期間自中華民國九十七年十一月十五日至十一月二十九日止，為期十五日。主要就德國在都會區治水與防洪管理範疇進行研習，俾作為日後相關水利政策規劃及推廣之參考。

貳、研習行程

本次研習期間自中華民國九十七年十一月十五日至十一月二十九日止，為期十五日，主要研習行程列表如下：

訓練進修日期及時間	訓練進修地點	主要進修目的及討論主題
11/15	Taipei - Frankfurt - Darmstadt 台北－法蘭克福－ 達姆斯塔特	往程
11/16-11/19	Darmstadt 達姆斯塔特	1. 研討座談關於排水系統及防洪問題 2. 研討座談關於水質改善問題 3. 試驗室設備考察及交流
11/20-11/22	Bonn 及 Cologne 波昂及科隆	1. 研習水資源、防洪管理與國土規劃課題 2. 波昂市郊及科隆市水資源及水利工程設施參訪及討論
11/23-11/26	Rostock 羅斯托克	1. 羅斯托克大學環境工程機構參訪 2. 海岸及保護工程措施參觀討論 3. 參訪當地機構及公司關於水源供應、廢水處理及防洪管理策略
11/27-11/29	Rostock - Frankfurt - Taipei 羅斯托克－法蘭克福－ 台北	返程

參、研習內容

本次研習主要地點為德國中部 Darmstadt(達姆斯塔特)、Bonn(波昂)及 Cologne(科隆)、德國北部 Rostock(羅斯托克)等地。茲就研習行程及內容，分述如後：

一、都會區高綠覆率整體環境規劃

本次到德國第一站是到達姆斯塔特參訪。達姆斯塔特市區綠覆率頗高，街道、公園均經完善而周嚴的規劃，且周邊處處可見到草皮、花園、落葉等地面被覆，綠覆率高有助雨水之入滲，減輕洪水發生的機會，故對於防洪有所幫助。而在市區中，處處可見歷史悠久而雄偉的建築物及古蹟保存良好，並可見到部份新蓋之建築物及房舍，而建物周邊則多規劃保留綠覆之空間及植栽。由於建築物外觀多為不透水材質，故草皮區域之規劃及佈置，除美化景觀並與自然環境融合外，並有助於提升滯洪效果及淨化水質，對都會區治水有顯著之效益。



圖 1-1 市區公園人工湖及周邊環境景觀圖



圖 1-2 市區公路旁綠地保留空間



圖 1-3 社區旁保留舊城牆古蹟及周邊綠地



圖 1-4 新建築物周邊人行步道及綠地規劃



圖 1-5 校園周邊新建物周邊綠地空間保留

二、Darmstadt 科技大學實驗室參訪

達姆斯塔特特科技大學在德國水利工程及水質處理領域享譽盛名，經由水資源中心 Mewis 博士之協助及介紹，參訪該校之水工試驗設備及進行相關之討論，所參訪之設施包含萊茵河水工型水理試驗、河道蜿蜒形態動床模型試驗、河川橋墩沖刷試驗、水力發電模型試驗、水質淨化處理試驗等。其中部分試驗採用較進步之技術可供參採，如河道蜿蜒試驗採用長渠道、動床方式於單一橫斷面可同步進行 5 處水位量測，多數之水理試驗多採動床加砂方式佈置底床，橋墩沖刷試驗採用儀器可完整紀錄橋墩模型周邊之渦流及淘刷作用形態，水質淨化處理試驗以淨水設備於試驗槽中調整並紀錄淨化效果等。



圖 2-1 校園實驗室與中心工程師 Dr. Mewis 合影



圖 2-2 實驗室萊茵河設施水理試驗水工模型



圖 2-3 實驗室河川蜿蜒型態長渠道水工模型及水位量測設備

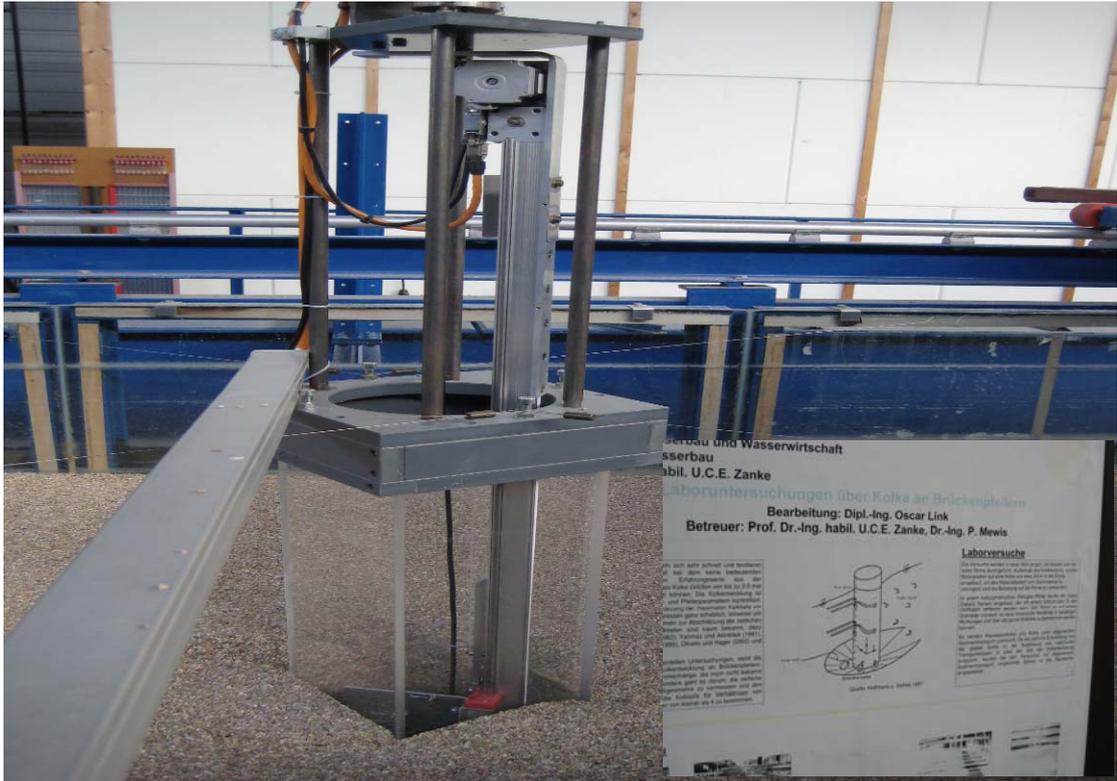


圖 2-4 實驗室河川橋墩沖刷水理試驗水工模型

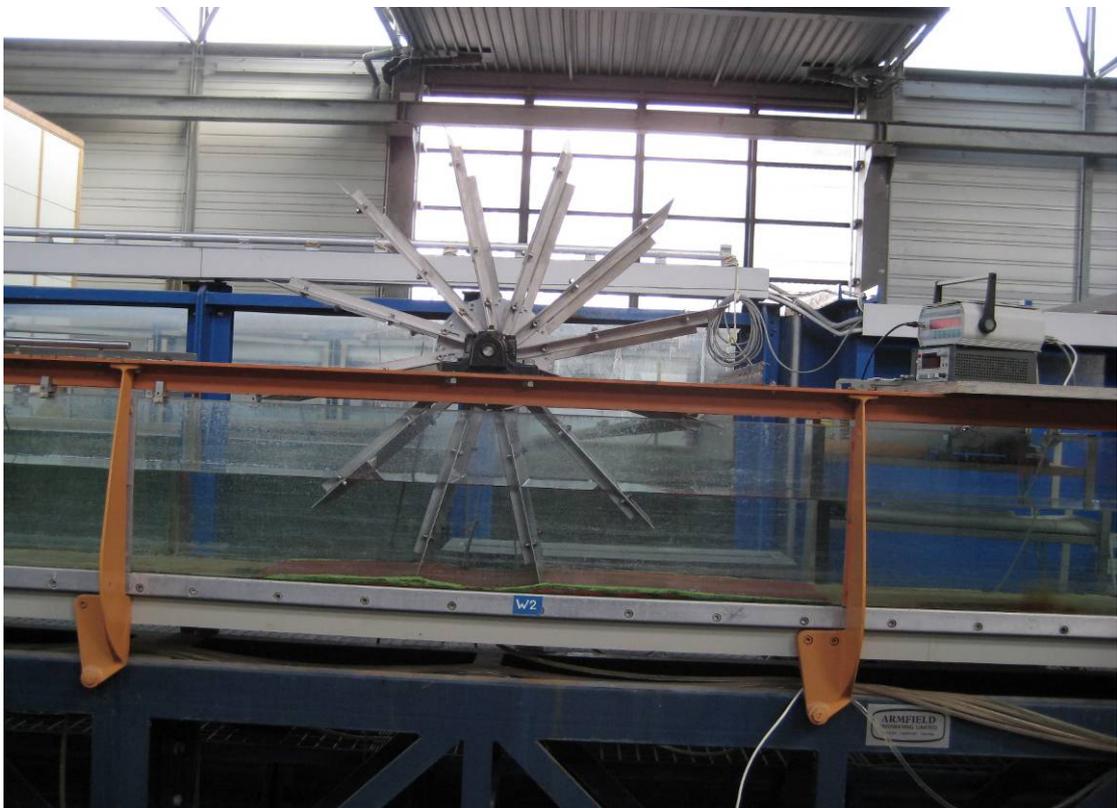


圖 2-5 實驗室水車水理試驗水工模型

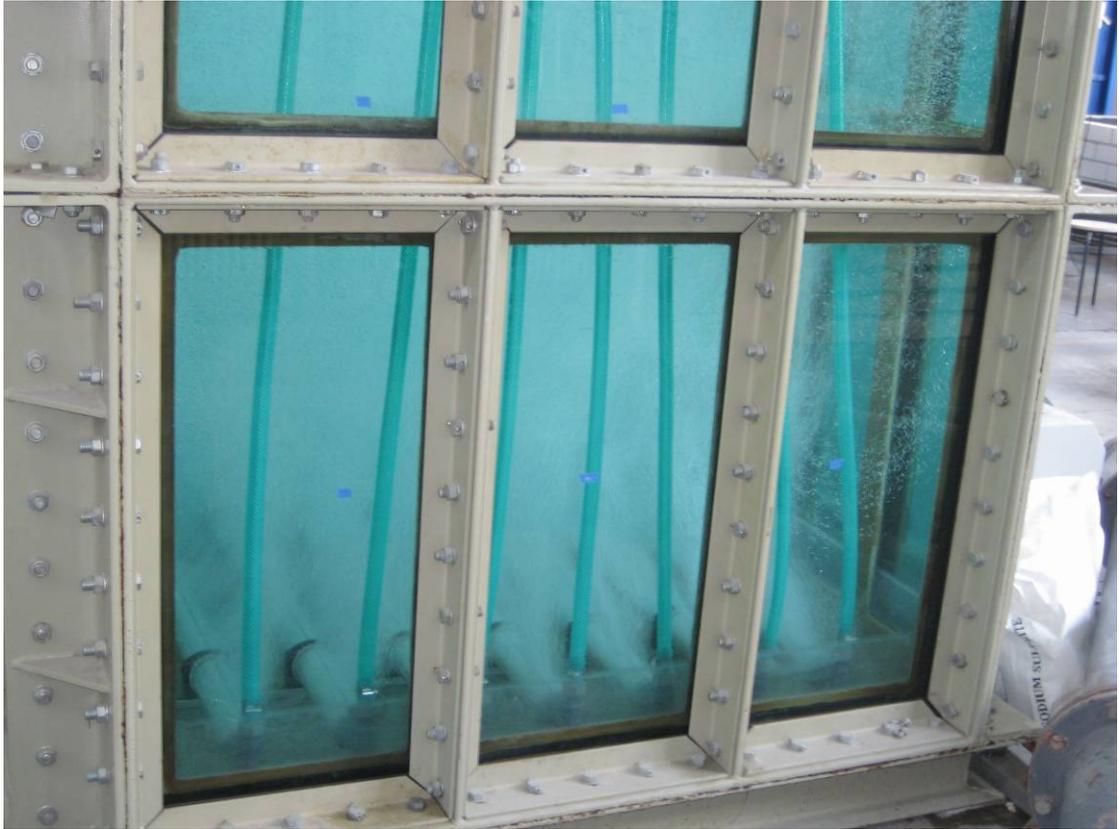


圖 2-6 實驗室水質淨化設施功能試驗模型

三、專題演講及雙邊交流討論

在達姆斯塔特科技大學水資源中心 Zanke 教授及水質淨化中心 Cornel 教授之安排，由本人與其工作研究中心同仁、博士研究生進行二場英文演講與交流，演講主題分別為「嘉義新塭地區之綜合治水及國土復育規劃」及「台灣沿海地區治水措施及案例」，二場演講均獲得相關與會同仁之肯定及認同。德方之建議包含建議在新塭滯(蓄)洪池排水流入前進行污廢水分離或相關淨水設施、國土復育填土區周邊民眾之搬遷意願考量、新市鎮設施及土地之經費來源及相關制度、滯(蓄)洪池之周邊設施及操作方式等。另經 Zanke 教授安排該校博士候選人於戶外天然植草土堤護岸坡面沖刷保護現地試驗之簡報，主要述及於天然易破碎區段護岸利用藤材、不織布等材料內襯進行既有坡面補強，對於洪災原因、試驗設備、量測方式及不同

材質之改善效果進行說明及相關討論。初步結論包含不同材料內襯使用一定程度之坡面保護改善效果，相關建議則包含量測因子之確定及試驗條件之限制等。



圖 3-1 Darmstadt 科技大學國內治水專題演講及討論



圖 3-2 Darmstadt 科技大學水資源中心同仁專題演講及討論



圖 3-3 Darmstadt 科技大學與水資源中心主任 Zanke 教授合影



圖 3-4 Darmstadt 科技大學與 WAR 中心主任 Cornel 教授合影

四、波昂地區萊茵河岸治理與構造物考察

波昂地區在台德交流協會執行秘書江博士安排下，於波昂萊茵河畔進行現地參觀。萊茵河波昂區段護岸採親水式雙層設計保護，低層護岸上側留置約 15 公尺寬度之行道及公園空間(可供民眾散步、休閒、遊憩使用)，對於河岸旁之建築物臨河面，設置第二層護岸保護，護岸材質以石材為主，可與自然景觀融合。此外，由於河段有航運使用需求，為利航道維護管理，於河岸下層護岸設置丁壩群，以減緩主河道之淤積。而丁壩群設置段為鄰近建物及人口稠密段，亦有助於保護河岸，而丁壩設置區對岸為允許利用開發之保護區，以維持其自然生態為主，並可增加河川洪水平原之空間，強化滯洪效果。另於河岸旁波昂民生用水排入前設置大型水質淨化廠，以避免民生用水排放而污染河川水質。另為強化民眾親水教育及淨水設施之觀

念，並於政府相關單位中心內部展示相關之水質淨化廠模型、解說及文宣，並開放民眾參觀瞭解。



圖 4-1 波昂市政府下水道機構污廢水處理場展示模型



圖 4-2 波昂市萊茵河岸主要下水道污廢水處理場



圖 4-3 萊茵河波昂區段河岸丁壩群構造物



圖 4-4 萊茵河波昂區段河岸整治親水行道及單車道規劃

五、科隆政府部門治水策略及民間禦洪考察

經由台德社會經濟協會安排，由協會執行秘書江博士陪同，參訪考察科隆市政府部門治水與防洪宣導策略，及民眾禦洪自我保護設施。在政府部門治水考察部分，由科隆市防洪中心主任 Vogt 協助接待參訪；在民間禦洪部分，則由當地治水社會團體代表陪同萊茵河岸區域考察解說及當地民眾訪談。由於科隆市萊茵河畔多年前即發生淹水災情，河岸旁民眾住家及商店為減少淹水損失，在一樓及地下室門邊及窗台預留安裝擋水設施空間，當發生淹水情況時，可立即安裝防止淹水進入室內。今來當地政府首度規劃於萊茵河岸架設可拆式擋水設施(逐段逐層印碼組裝)，形成長度約 7 公里之河岸聚落淹水防護。Vogt 主任帶領參訪位於河邊橋台內之倉庫，其中包含完整的歷史淹水資料保存、展示資料、治水沿革及設施、洪水期

間應急架設之路橋、可拆式擋水設施等，並進行設施之組裝操作。而後 Vogt 主任帶領參訪市政府內洪災通報中心，並進行當地治水策略與非工程措施之簡報，瞭解當地政府完整的都會區治水措施、方案與防洪管理方式。而後由當地防洪社團代表陪同參觀萊茵河岸民眾之自我防洪保護設施，包含設置於河岸路口之大型電動擋水門、民眾鄰河岸門口及窗邊可拆式擋水設施等，並瞭解民眾對政府治水策略(如增加洪水平原空間、劃設滯洪區等)的看法，大致上訪談民眾多表認同，並願意配合政府推動之非工程治水政策。



圖 5-1 與科隆市防洪中心 Vogt 主任萊茵河岸水位站前合影



圖 5-2 科隆萊茵河岸百年歷史水位站監測及紀錄設施



圖 5-3 科隆萊茵河岸可拆式淹水防護設施材料及組裝演習

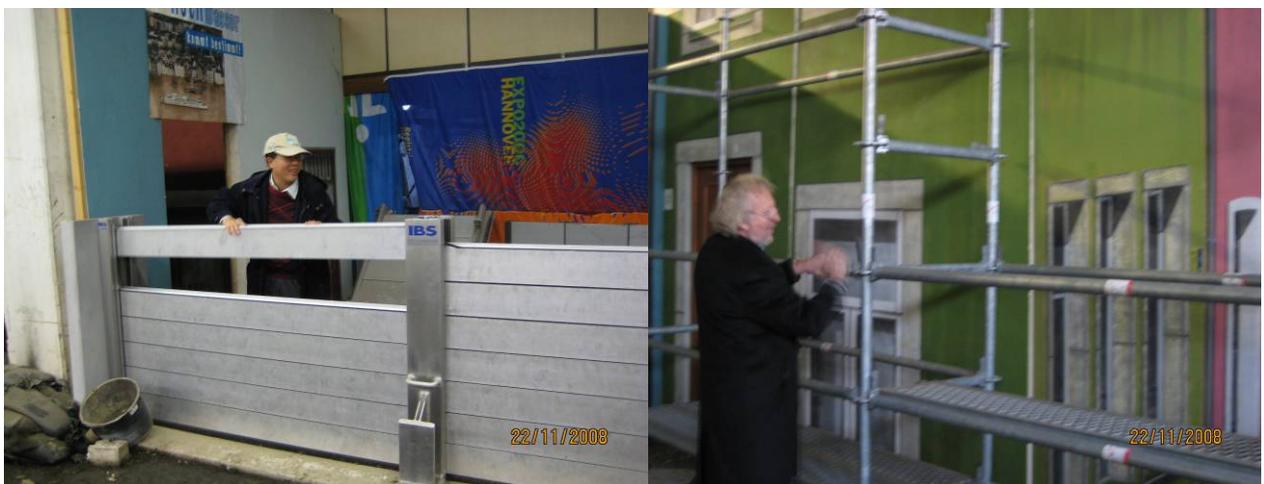


圖 5-4 科隆可拆式淹水防護設施及洪水便橋安裝操作



圖 5-5 科隆地區河岸建物一樓預留可能洪水水域空間



圖 5-6 設置於科隆市政府內之洪災預警通報指揮中心



圖 5-7 科隆市政府部門內張貼歷史洪災事件照片轉拍



圖 5-8 科隆市政府防洪中心 Vogt 主任德國萊茵河治水簡報



圖 5-9 萊茵河岸科隆地區與及社團代表 Gerd Muller 合影

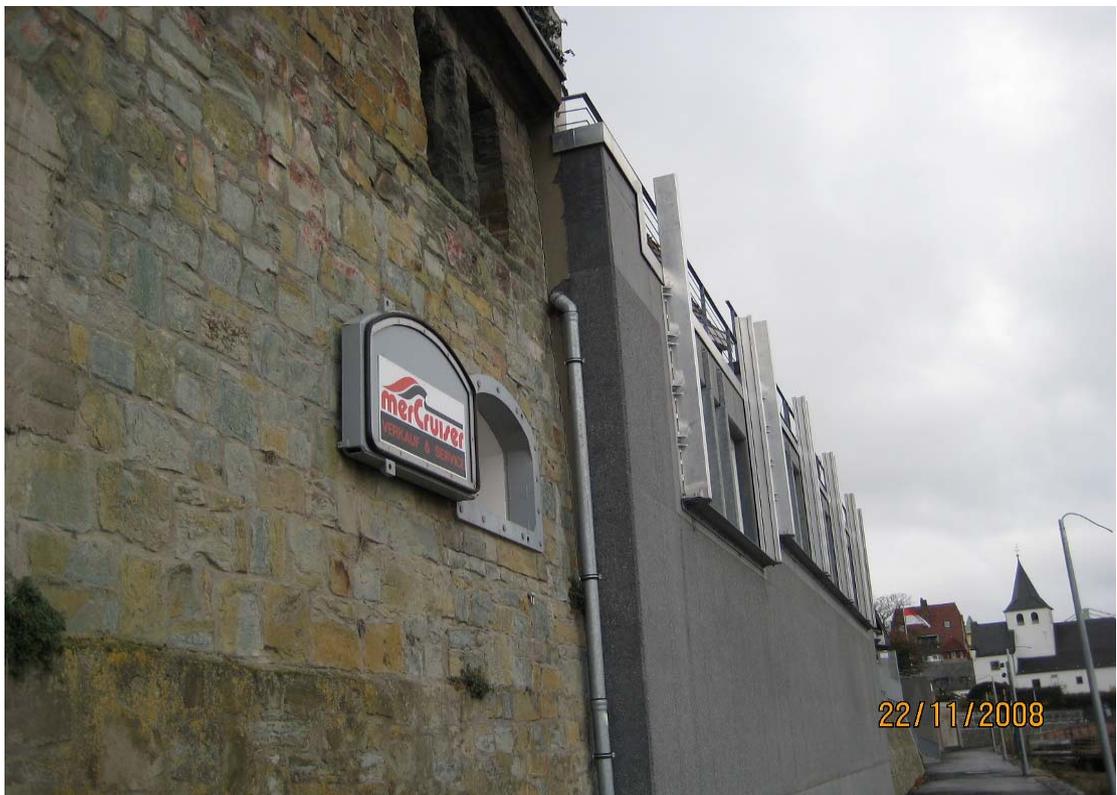


圖 5-10 科隆萊茵河岸民眾窗台邊裝設臨時性擋水設施框架



圖 5-11 科隆萊茵河岸臨河面民眾裝設可拆式擋水設施框架



圖 5-12 科隆地區萊茵河岸民眾淹水訪察討論



圖 5-13 科隆地區萊茵河岸民眾自行裝設淹水防護設施

六、Rostock 大學及當地海岸保護設施參訪

在羅斯托克，由羅斯托克大學環境工程中心之安排，討論該中心水資源及海岸方面之研究計畫內容，並參訪該校試驗室設備、羅斯托克周邊地區漁港及海岸工程設施。試驗室設備包含造波設備、港口及河道試驗之水槽、定位浮球、出海調查船舶等。所參訪之漁港設施包含漁港砂堤(以石材為主)、沙灘、港口、港邊防洪林及港區周邊建物等。海岸工程設施為沿德國北部波羅的海海岸進行考察，其設施包含輸砂管(淤積側輸送至鄰近海灘)、海岸突堤群(以木質材料為主，其目的在保護海岸，減少灘地上砂流失)、岸邊可拆式擋水設施(防止海水倒灌)、海堤(保護岸邊陸域安全)、防砂堤、消波設施、防潮水門等。河川銜接海堤出口大多設置防潮水門以防止海水倒灌，如有取水需求者，則分離設置取水閘門，以減少取排功能之衝突並便於操作。



圖 6-1 羅斯托克大學校園實驗室造波設備



圖 6-2 羅斯托克大學校園實驗室水槽及出海研究用船舶



圖 6-3 羅斯托克北邊漁港防波堤設施



圖 6-4 羅斯托克海岸港區輸砂管設施



圖 6-5 羅斯托克北邊海岸沙灘及突堤群設施



圖 6-6 羅斯托克北邊海岸可拆式擋水設施



圖 6-7 羅斯托克北邊海岸河川銜接海堤外側導流設施



圖 6-8 羅斯托克北邊海岸海堤內側取排水分離設施



圖 6-9 羅斯托克北邊海岸取排水渠道分離及取水閘門設施



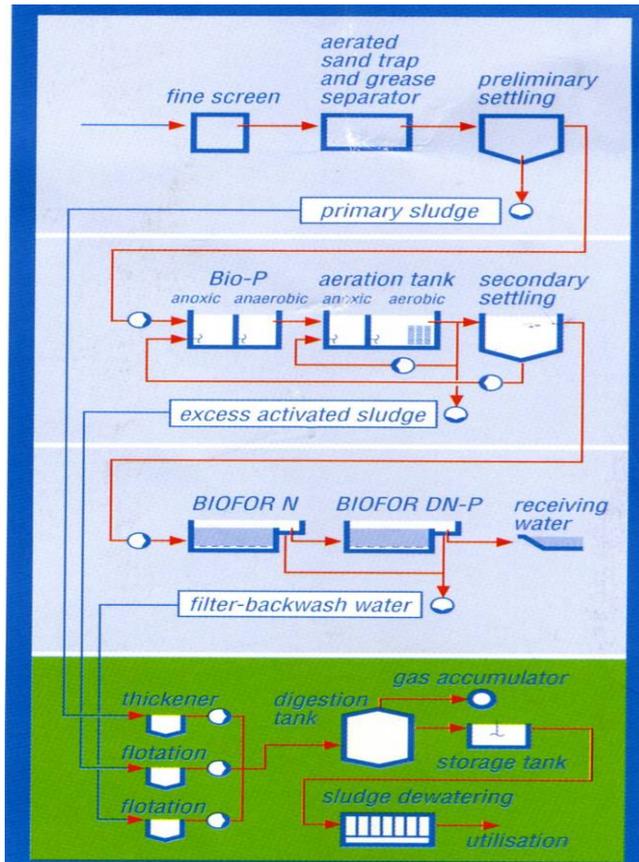
圖 6-10 羅斯托克北邊人工湖引水渠道設施

七、Rostock 中央污水處理場參觀

由羅斯托克大學環境中心同仁陪同，參訪河川出口旁之污水下水道處理場。污水處理系統包含三道式處理設施：污泥等固態物質處理、水體污染物質處理及末端(排放)淨水處理(含取樣及檢驗)。其中污泥等固態物質為第一層，經分離及淨化處理，最後殘留物可供農業及植肥料使用；水體內污染物質經有機物結合分離，並可發展能源進一步使用；排入河川前經第三道處理確保無污染之虞後，再排入河川或鄰近海域。在處理費用部分，則需由當地民眾支應污水處理費用，其收費制度因地而異。而由於污水場進步之科技及完善而環保之處理程序，且不致對周邊環境造成大幅度衝擊，因此並無造成區域污染及民眾抗爭遷址之情況。



圖 7-1 羅斯托克北海旁中央污水處理場展示模型



註:摘錄自「Sewage Treatment Plant Central Rostock」手冊，2002 April.

圖 7-2 羅斯托克中央污水處理場淨水流程圖



圖 7-3 污水處理場氣曝及分離設施



圖 7-4 污水處理場污泥處理後可供農業植栽利用



圖 7-5 污水處理場有機物分離及循環水設施



圖 7-6 污水處理場水質及水量監測設施

八、羅斯托克市區飲用水工廠參觀

德國公共淨水設施非常成熟，民生自來水可直接飲用。在羅斯托克參觀市區飲用水工廠，其水源主要取自河川，並經多道水質及衛生處理程序以淨化水質，提供民眾健康而高品質之飲用水。輸水管線材質經長年測試及汰舊，而決定最佳之輸水管線材質，供水前並經加熱煮沸以去除臭氧。在羅斯托克市區，看到一座當地以往供水水塔，水塔歷史已逾百年，目前保留為古蹟，可見德國建造公共設施之努力及對保存人文古蹟之重視。



圖 8-1 羅斯托克市區供水水塔古蹟



圖 8-4 羅斯托克市區飲用水工廠淨水設施



圖 8-5 羅斯托克市區飲用水工廠過濾淨水設施



圖 8-6 羅斯托克市區飲用水工廠過濾淨水設施



圖 8-7 羅斯托克市區飲用水工廠煮沸臭氧去除設施

肆、心得與建議

一、心得

(一)萊茵河全長 1320 公里，發源於瑞士阿爾卑斯山，一路向北流，由於洪氾頻仍，造成河川兩岸諸多區域之淹水、洪流侵襲、河岸侵蝕及地下水上升等情況。流經之歐洲國家包含瑞士、德國、法國、盧森堡、荷蘭協議聯合組成萊茵河國際保護機構(International Commission for the protection of the Rhine)，其目標在於提高河畔人民防洪能力，並改善河川及洪水平原之生態環境。

在提升防洪能力部份，設定四個主要目標，並分為二階段實施：

- 1、降低損害風險：1995 年至 2005 年間(第一階段)，降低損害風險 10%；預定 2006 年至 2020 年(第二階段)，再降至 25%。
- 2、降低洪水水位：預定 1995 年至 2005 年間，降低上游極端洪水水位 30 公分；至 2020 年再降低至 70 公分。
- 3、增加對洪氾之瞭解，繪製完整的洪水平原及洪氾區位圖。
- 4、藉由國際合作，改善洪災預警系統。

在成效部份，至 2005 年止，損害風險已經降低(包含未設堤防區段)；極端洪水水位依量測上游降低水位約 30 公分，中下游及三角洲降低較少；在喚醒民眾及政府部門洪災意識部份，許多易淹水區之淹水資料展示已逐漸普及；洪災預警系統部份，則已近完全改善，但對短延時洪災預警依賴程度，則較以往降低。

在 2006 年至 2020 年間，考量氣候變遷可能增加洪災風險，主要措施則進一步考量環境、經濟及社會面之相容，預定措施包含：檢討萊茵河畔可能的蓄洪空間與位置、對較遠且控制不易之

地區，以自然生態方式蓄洪、利用洪水平原蓄洪、極端洪水紓緩等。

(二)在防洪具體行動部份，主要採用下列方式：1、接受洪水為自然發生的事件。2、蓄存洪水，儘量延長降雨流入幹道及支流洪水之時間。3、擴大河川水域，洪水期間河川需要空間允許浸淹。4、意識洪災危險，意即讓民眾瞭解洪水風險與可能造成之災害，進而採取預防及應變措施。5、綜合性之治水措施及行動，並確保功能運作正常。

	Water is part of the whole – meaning that we have to accept floods as a natural event.
	Store water – meaning that rainwater, melting snow etc. should be led into the tributaries and the main stream as slowly as possible.
	Let the river expand – meaning that the river needs room to inundate during floods.
	Be aware of the danger – meaning that people possibly at risk should on the one hand be aware of flood risk and its possible effects and eventual damages. On the other hand, they should also know what preventive measures they can take themselves and how to act in an emergency situation.
	Integrated and concerted action – meaning that ALL must be active and join forces.

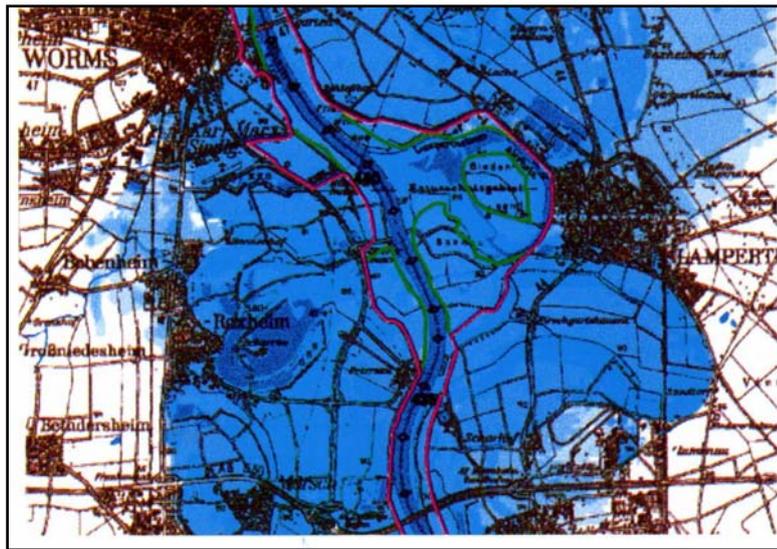
註：摘錄自「Action Plan Floods」手冊，IKSR、CIPR、ICBR。

圖 1 歐洲萊茵河水患治理具體行動方針圖

(三)整體治水策略，除了工程保護外，需結合全民一起合力推動非工

程措施。從淹水災害損失之評估、瞭解開始做起，說明如下：

- 1、經由妥善評估決定潛在風險：繪製完整的洪災潛勢圖，讓民眾及各相關單位瞭解居住環境之洪水潛勢，並可做為空間規劃及保護措施之基準。而由於各地區災害潛勢程度不同(一般潛勢圖標示 10 年重現期洪水線、100 年重現期洪水線、河川排水水位、積水深度 50 公分、2 公尺、4 公尺及 4 公尺以上，由不同深度顏色標示災害強度。以區域「淹水」潛勢圖為基準，配合歷史區域洪災損失調查及分析，可進一步製作區域「損失」潛勢圖，決定區域之損失風險、可接受之程度，以供經濟洪災保險之參考。



註：摘錄自「Non Structural Flood Plain Management- Measures and their Effectiveness」，International Commission for the protection of the Rhin, IKSР、CIPR、ICBR.

圖 2 歐洲萊茵河治水非工程管理區域淹水潛勢圖

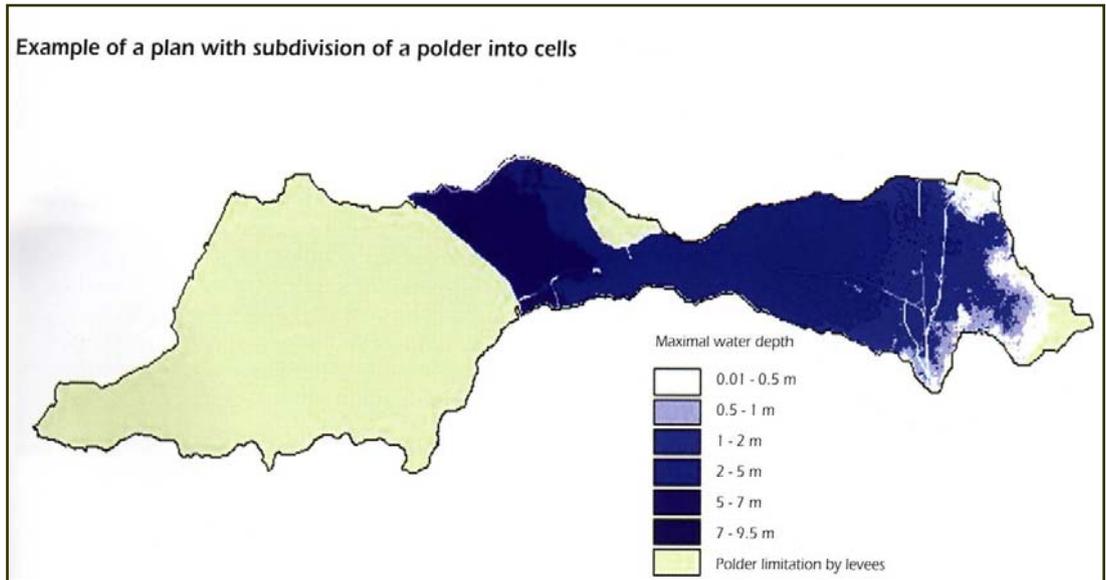
- 2、當民眾瞭解當地可能的洪災風險後，進一步教育民眾自我保護的方式。對於居住在高洪氾風險地區之民眾，如洪水發生時或發生

前，在建物中應避免下列情事發生：如年長或行動不便者位處最大洪水位下方、房間無法逃生至較高樓層、使用地下室或地下停車場、使用升降梯等；在開放空間，則應避免停留在橋上或岸邊、洪流區域露營、易淹水道路開車、洪水觀光等。

(四)整體非工程保護措施，除讓民眾瞭解淹水資訊及自我保護方式外，主要治水策略包含土地使用管制(維持開放空間、制定分區建築規範)、運用禦洪設施及構造物、洪水預警及準備措施、緊急應變計畫(抗洪及災害控制、緊急溢洪、災害補償)等措施，說明如下：

- 1、土地使用管制，減少開發行為為遏止洪災潛勢擴大的有效方式，而維持洪水平原開放空間則可供為洪水期間洪水之蓄存及疏導。歐洲由於人口稠密，與水爭地之情況在早年逐漸普遍，近年來因洪災嚴重，逐漸思考還地於水。而維持洪水平原開放空間並非限制任何使用，依照洪水發生之頻率，仍可做為農業或遊憩用途。而為達減災目的，部份低損失潛勢之區域仍可供短時間蓄水使用。在開放空間規劃上，對於可接受最大壓力水頭 (hydraulic pressure on open area) 流速仍有其限制，如花園建議為 1 公尺洪水深度、停車場為 30 公分、道路為 20 公分及洪水流速 2 公尺/秒、廣場為 20 公分及洪水流速 1.5 公尺/秒等。
- 2、制定分區建築規範:歐洲有些國家(如法國及瑞士等)，依照防洪危險等級(由強度及發生機率決定)制定建築規範。危險等級可分為低風險區(毋需特別設製防洪保護設施)、中度風險區(對新建及修復設施採取必要適當之保護)、高風險區(禁止新的開發，政府可要求屋主採取必要之防洪措施)，執行成果顯示可逐漸降低洪水潛勢區之淹水損失。

- 3、運用禦洪設施：主要為房屋建物周邊之禦洪設施。如房屋建物周邊之密封、淹水防護擋板、建物底部架高、建物周邊或河岸旁架設擋水板、工廠周邊設置擋水牆及供電保護設施、油槽保護及設施改善等，均可達到強化禦洪之效果。
- 4、洪水預警及準備措施：洪水預警相關準備及預防措施，包含高洪氾風險區之即時逃生(如露營區、房屋地下室)與生產區強化保護、提前使用防洪保護設備(如關閉河岸閘門及安裝建物周邊可拆式圍堤等)、船泊逃生準備與航道暢通、提前災害控制準備、人與動物緊急情況之救助與安置等。
- 5、在洪水準備階段，應透過資訊及教育達控制洪災之目的，包含政府、民眾及應變機構等，其中完善預警措施之建立亦屬重要工作，包含氣象水位資料之長期監測、即時警戒、洪災預警中心，透過電話、網路、電台、媒體等方式通報等，讓民眾及相關部門面對緊急洪災情況可提早準備。
- 6、緊急應變計畫，在抗洪及災害控制控制部份，其控制方式則依淹水程度決定，包含預測、警戒及疏散等階段。而在洪災控制計畫中，為達控制洪災之目的，歐洲部份國家(如荷蘭萊茵河三角洲區)考量將流域上游部份洪災損失較輕之區域規劃為溢洪區。當面臨洪災緊急情況時，採用緊急溢洪(emergency spillways)之方式，以控制災害損失。其操作方式為讓洪水在上游洪災損失較輕之區域溢堤，以保障下游區域之安全，而做緊急溢洪區之空間，依其土地空間規劃仍可供特定用途使用。



註：摘錄自「Non Structural Flood Plain Management- Measures and their Effectiveness」, International Commission for the protection of the Rhin, IKSR、CIPR、ICBR.

圖 3 歐洲萊茵河治水非工程管理緊急溢洪案例圖

7、緊急應變計畫中對於災害補償部份，係透過經濟準備的方式，以洪災保險分擔洪災造成損失之風險。保險公司依當地之災害損失潛勢，決定保障程度及費用。完整的經濟準備包含公共保險、私人保險、災害損失基金等，共同分擔洪災造成之損失。

(五)前述各項非工程治水保護措施，實施後在防洪成效上，經調查土地使用管制(維持開放空間、制定分區建築規範)、洪水資訊準備、洪災保險等措施對防止損失潛勢增加有所幫助；而在減輕損失潛勢成效上，則以抗洪設施、災害控制及房屋建物、工廠等禦洪設施、洪災警戒、緊急應變措施之效果較佳。各項措施面對不同發生頻率之洪水，其改善效果亦有不同，對經常發生事件部份，以土地使用管制、禦洪設施及洪水準備效果較佳；對高重現期洪水，

則以洪水準備之預警及緊急應變計畫成效較佳。

■ Survey of the effects of measures

	land use control		flood proofing construction					flood preparedness			emergency planning		
	keeping areas open	building codes and zoning ordinances	spatial use	equipment	sealing	shielding	hazardous substances	information, preparation	warning	emergency measures	flood fighting disaster control	emergency spillway	financial preparedness
Reduction of increase of damage potential	●	●	●					●					●
Reduction of damage potential			●	●	●	●	●		●	●	●	●	
0 - 25 %				■					■		■	■	
25 - 50 %			■						■	■	■		
50 - 75 %					■	■	■		■	■	■		
75 - 100 %					■	■	■		■	■	■		

註：摘錄自「Non Structural Flood Plain Management - Measures and their Effectiveness」, International Commission for the protection of the Rhin, IKSR、CIPR、ICBR.

圖 4 歐洲萊茵河治水非工程管理防洪成效比較圖

	land use control		flood proofing construction					flood preparedness			emergency planning		
	keeping areas open	building codes and zoning ordinances	spatial use	equipment	sealing	shielding	hazardous substances	information, preparation	warning	emergency measures	flood fighting disaster control	emergency spillway	financial preparedness
Frequent events											■		
Very rare events											■		
Low flood depth											■		
High flood depth											■		

The yellow squares illustrate the main fields of application of the types of measures, the blue squares rather indicate subordinate uses.

註：摘錄自「Non Structural Flood Plain Management - Measures and their Effectiveness」, International Commission for the protection of the Rhin, IKSR、CIPR、ICBR.

圖 5 歐洲萊茵河治水對應不同頻率防洪成效比較圖

(六)對於居住在高洪氾風險地區之洪水，藉由相關洪水歷史災害資料之保存、洪痕紀錄標示、災害照片呈現、文宣產品之製作及推廣(透過包含手冊製作、參觀、教育研討、月曆、印有洪水照片之衣服等方式)，讓民眾瞭解洪水是生活環境的一部份，無法完全遏止，但透過綜合性之治理，包含非工程措施之結合，可降低洪災損失，包含洪水保護、預防措施及預警等。

二、建議

- (一) 歐洲各國目前為改善萊茵河氾濫淹水問題，經過多年努力，已達顯著改善成效，但也意識到未來將面對全球氣候變遷威脅的挑戰，包含未來水域面積的增加、洪旱發生將更加頻繁，且強度將增加等預期之情況。國內地狹人稠，許多區域之洪災發生機率高，尤其低窪地區之條件對水文環境之改變影響更為顯著，故建議應評估相關因應措施及對策，以永續環境之角度來進行治水。
- (二) 由於德國飲用水來源，多自河川取水後淨化處理，家家戶戶自來水可直接生飲。許多下水道系統排入河川前多需經水質處理，並經抽樣檢驗符合水質標準。國內目前排水水質多不佳，許多水路污染嚴重且缺乏生態，建議強化河川及排水之水質改善及污水處理，以營造優良的水域空間。
- (三) 本次在羅斯托克參觀下水道處理工廠，處理場周邊環境乾淨，不至於對周邊居民造成嚴重環境影響，而採用機械搭配有機淨化之方式處理水質及內含物，經處理後可轉換為電能利用(圖 6)，固態物則可供種植使用，配合嚴格的水質取樣控管，整體操作方式非常環保，可供國內相關單位參採。
- (四) 歐洲萊茵河治水，從私部門組織：包含當地居民、貿易及產業、農場、基礎建設產業等；有關政府部門：水資源機構、建築及規劃單位、地方自治(如市政府)單位；相關設施及建設專家：包含工程師、建築師、工人等；緊急應變組織：包含警察、軍隊及其他緊急服務單位、醫療照顧中心等；保險：包含公共保險、私人保險、災害損失基金等，各相關單位、

企業、民眾、專家學者一起動起來，分擔整個防洪計畫中包含土地使用控制、防洪設施、洪水準備、應變計畫等主軸，全民一起抗洪禦洪，以減少災害的發生(圖 7)，值得國內推廣防洪計畫之參考。



註：摘錄自「Sewage Treatment Plant Central Rostock」手冊，
2002 April.

圖 6 羅斯托克中央污水處理場供能發電設施

Who does what? The table represents all actors and their potential part in limiting damage potential.	land use control		flood proofing construction				flood preparedness			emergency planning			
	keeping areas open	building codes and zoning ordinances	spatial use	equipment	sealing	shielding	hazardous substances	information, preparation	warning	emergency measures	flood fighting disaster control	emergency spillway	financial preparedness
Parties concerned													
Inhabitants			●	●	●	●	●	●	●	●			●
Trade				●	●	●	●	●	●	●			●
Industry					●	●	●	●	●	●			●
Agriculture							●	●	●	●			
Infrastructure								●	●	●			
Authorities													
Water supply and distribution								●	●		●	●	
Construction and planning	●	●						●					●
Municipalities	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	
Construction experts													
Engineers/architects		●	●	●	●	●	●		●			●	
Workmen				●	●	●	●		●				
Emergency organisation													
Command									●		●	●	
Police									●		●	●	
Armed services and other emergency services									●	●	●	●	
Health and medical care											●	●	
Insurance													
Public insurance		●	●	●	●	●	●	●		●			●
Private insurance			●	●	●	●	●	●		●			●
Elementary damage funds													●

註：摘錄自「Non Structural Flood Plain Management- Measures and their Effectiveness」, International Commission for the protection of the Rhin, IKSR、CIPR、ICBR.

圖 7 歐洲萊茵河非工程治水措施各公私部門單元分工圖