

出國報告（出國類別：開會）

參與「歐盟 H2020『再生計畫』第三次會議(3rd GA meeting)」

服務機關：經濟部水利署第二河川局

姓名職稱：劉振隆正工程司兼課長

派赴國家/地區：法國尼斯(NICE)

出國期間：108 年 9 月 28 日至 108 年 10 月 5 日

目 錄

目錄.....	II
圖目錄.....	III
表目錄.....	IV
摘要.....	1
壹、目的	2
貳、過程紀要	3
一、會議議程	3
二、會議過程概述	6
三、本次會議進展	11
四、臺灣案例分享	14
五、示範區現場參訪(filed trip).....	19
參、心得及建議	28

圖目錄

圖 1 參與會議人員於會場陽台合照.....	6
圖 2 主持人說明本次會議目的.....	7
圖 3 荷蘭還地於河計畫範圍.....	8
圖 4 荷蘭還地於河計畫執行成果.....	8
圖 5 荷蘭還地於河採用措施.....	9
圖 6 張駿暉教授分享臺灣案例情形.....	10
圖 7 NBS 追蹤指標及參考內容.....	11
圖 8 德國易北河 NBS 設施圖.....	13
圖 9 德國易北河 NBS 個案指標.....	13
圖 10 德國易北河 NBS 防洪部分成效分析.....	14
圖 11 逕流分擔與出流管制比較.....	15
圖 12 台灣 NBS 實施之潛在地點.....	16
圖 13 臺南三爺宮排水集水區範圍圖.....	16
圖 14 曾文溪排水集水區範圍圖.....	17
圖 15 嘉義縣東石鄉掌潭村位置圖.....	18
圖 16 南投縣南港河流域概況圖.....	18
圖 17 (a)瓦河下游河谷區(綠框區)，(b) 瓦河下游河谷空照圖.....	20
圖 18 瓦河與尼斯地區.....	20
圖 19 現場參觀地點.....	21
圖 20 Grand Arénas 區人行道地磚與滲出的地下水(相片左邊).....	22
圖 21 Meridia Smart Energie 地熱公司解說此地熱工程的看板.....	23
圖 22 Nice Méridia 地熱工程的地下冷暖氣管.....	23
圖 23 為瓦河河谷在歷史上各階段的演變.....	24
圖 24 1994 年的洪水造成的橋梁流失.....	24
圖 25 1994 年的洪水造成的尼斯部份都市淹水.....	25
圖 26 1994 年被沖毀的攔河堰.....	25
圖 27 瓦河的第 4 攔河堰.....	26
圖 28 瓦河的第 4 攔河堰近照.....	26

圖 29 瓦河的第 4 攔河堰的魚梯	27
--------------------------	----

表目錄

表 1 歐盟 H2020 『再生計畫』第三次會議(3rd GA meeting)」議程	4
表 2 小尺度自然解決方案(NBS)設施策略.....	12
表 3 大尺度自然解決方案(NBS)設施策略.....	13

摘要

為強化臺灣與歐盟國家在水利防災方面之合作與交流，藉此機會，引進歐盟防洪觀念，並在目前國際發展 NBS 概念應對災害之潮流趨勢下，與歐盟國家合作交流，研擬我國水利災害自然解決方案(NBS)之推動策略，同時也向國際社會分享我國水利防災成果。

臺灣位處於颱風主要路徑與地震帶上，淹水災害發生頻仍，而水利防災、減災是經濟部水利署(以下簡稱水利署)主要任務職掌之一，為廣泛與各國經驗交流，水利署已與美國有長年合作關係及互動的機會，但與歐盟國家間的合作相對較少，歐盟在推動水利防災業務上不遺餘力，近年並積極推動以自然解決方案(Nature-Based Solution, NBS)應對災害問題，如在 H2020 框架計畫下推動的 Regenerating Ecosystems with Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction，簡稱 RECONNECT(再生計畫)，即是希望在工程手段之外，亦能使用自然的方式，在防災功能不減的條件下，亦能提供生態服務。

RECONNECT 規劃執行期間為五年。區分為六個工作小組(Working Package, WP)，第一工作小組是發展整體框架與實施方法；第二工作小組是所有驗證案例；第三工作小組是 NBS 的驗證與成效評估；第四工作小組是對外連結與國際合作；第五工作小組是建立標準；第六工作小組則是將研究成果包裝、宣傳。

RECONNECT 成員共有 36 個單位，共來自 18 個國家，其中台灣為僅有的 3 個非歐盟國家之一，第三次會議於 2019 年 9 月 30 至 10 月 2 日於法國尼斯召開。本次會議對 NBS 的指標及操作有進一步闡述，其必需同時滿足水(Water)、自然(Nature)及人(People)等三個主要項目並滾動追蹤以評估成效。

壹、目的

本次出國目的係參與歐盟 H2020 計畫「應用自然解決方案於水文氣象防減災促使生態系統重生之研究(RECONNET，中譯為再生計畫)」第三次工作會議(3rd GA meeting)。前次啟動會議 (kick-off meeting)」於 107 年 9 月 26 日至 28 日在義大利菲諾港舉行，臺灣為計畫夥伴之一，該會議由經濟部水利署水利規劃陳春宏所長代表參加，本次會議依循前次會議結論，繼續與歐盟成員交流及分享成果。

(詳參 <https://report.nat.gov.tw/ReportFront/ReportDetail/detail?sysId=C10703601>)

本次會議的目的有三：(一)報告此計畫上次會議後推動成果及未來執行方式；(二)細部研討、遭遇困難、溝通如何完成各項研究工作要求；(三)研商如何與歐盟其它類似計畫連結。會議舉辦地點為法國尼斯 (Nice)，主辦單位為 Polytech Nice Sophia, Nice Sophia University，該校 Philippe Gourbesville 教授為此會議主辦人。因為主辦單位在 RENONECT 歐盟 NBS 計畫中為在進行中的示範案例 (Demonstrator) B 之一。會議於 2019 年 9 月 30 日至 10 月 2 日期間舉行，除水利署受邀參與外，我方由參與計畫主持人國立成功大學水利及海洋工程學系董東璟副教授以及成大水利系羅偉誠教授、張駿暉助理教授、巫孟璇助理教授和國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系蔡政翰教授代表與會。

RECONNET 計畫設定五個研究目標：

(1) 建立一個基於生態系統的整體性觀點與框架 (holistic ecosystem-based framework)，這框架是用來全面性地評估 NBS 成效。

(2) 藉由共同發展並共同執行 NBS 案例，並進行概念驗證(Proof of concept, POC)，以證明該 NBS 之可行性，並顯示其示範與原理。。

(3) 探討 NBS 在社會與文化等面向的接受度所可能遭遇的障礙，以及決策者可能的疑惑，並試圖提出對應策略與方法予以克服之。

(4) 推銷並追求 NBS 在設計、操作、維護以及最終解除階段之創新方法，包含標準化程序。同時，須留意相關利害關係者(stakeholder)的參與。

(5) 透過複製或升級(upscaling) NBS 作法到本計畫其它研究案例區。

為了與歐盟 RECONNET 計畫合作，本次會議由臺灣計畫團隊成功大學水利系張駿暉助理教授分享四個 NBS 的潛在地點，除了工程方法之外，希望將 NBS 的精神納入治理考量。透過本次會議溝通交流，讓歐盟成員了解臺灣參與計畫的成果及努力。

貳、過程紀要

一、會議議程

本次工作會議於 2019 年 9 月 30 至 10 月 2 日召開。本次會議議程(如表 1)，參加人員於 9 月 28 日深夜搭乘華航班機自台北出發，於隔日(29 日)清晨抵達奧地利維也納，隨後搭乘歐洲內陸線航班轉往法國尼斯準備 9 月 30 日~10 月 2 日會議。

RECONNECT(再生計畫)規劃執行期間為五年。區分為六個工作小組(Working Package, WP)，第一工作小組(WP1)是發展整體框架與實施方法、配合工程手段個別或整合設計一個良好的 NBS、發展監控系統、建構標準與支援模式；第二工作小組(WP2)則是有關所有驗證案例(Demonstrator)；第三工作小組(WP3)則是關於 NBS 的驗證與成效評估；第四工作小組(WP4)則是對外連結，包含與其它類似的歐盟計畫連結，也包含與國際合作案例進行連結；第五工作小組(WP5)則是建立標準；第六工作小組(WP6)則是將研究成果包裝、散佈，甚至轉化為商業模式。

表 1 歐盟 H2020 『再生計畫』 第三次會議(3rd GA meeting) 議程

RECONNECT 3rd General Assembly (GA) Meeting, Nice 30th September – 2nd October 2019



AGENDA

Day 0 – 29th September, 2019

Time	Item	Workshop
	NBS Pre-Design Workshop with Demonstrators A <i>14:00-18:00 (See separate instructions)</i>	

Day 1 – 30th September, 2019

Time	Item	Partner
	Part 1: Welcome, introduction and progress <i>9:30-12:00</i>	Plenary
9:00-9:30	Welcome coffee and registration	
9:30-9:45	Welcome by the local host	
9:45-10:30	Agenda overview and expectations from the meeting <i>Zoran Vojinovic, RECONNECT Coordinator</i>	
10:30-11:15	Introduction of participants per partner Institution <i>Partners</i>	
11:15-12:00	RECONNECT – where do we stand <i>Zoran Vojinovic, RECONNECT Coordinator</i>	
12:00-13:30	<i>Lunch</i>	
	Part 2: Twinning <i>13:30-18:45</i>	Plenary
13:30-14:00	Sharing experiences about monitoring, indicators and evaluation of NBS <i>Ingwer de Boer</i>	
14:00-14:30	Twinning – recap of progress to date <i>UFZ, SEI, TAUW, BDCA</i>	
14:30-15:40	Presentations - <i>Demonstrators (10 min max presentation each)</i>	
15:40-16:00	<i>Coffee break</i>	
16:00-18:00	Presentations - <i>Collaborators (10 min presentations each)</i>	
18:00-18:30	Interactive Discussion of Deliverables D2.3 and D2.5 <i>TAUW, BDCA, TUHH, IHE</i>	
18:30-18:45	Overview of the field trip on Day 2 <i>Philippe Gourbesville</i>	



Day 2 – 1st October, 2019

Time	Item	Partner
	Part 3: Working sessions 9:00-13:00	All
9:00-13:00	Parallel working groups (WP1-6)	
13:00-14:00	<i>Lunch</i>	
	Part 4: Field visit (Eco Valley – Var River) 14:00-17:30	All
13:30-17:30	Field visit	
18:00-22:00	Social Dinner	

Day 3 – 2nd October, 2019

Time	Item	Partner
	Part 5: Plan of Action, Project Management 9:00-14:00	Plenary
9:00-11:30	Work Package - plan of action (6M – 12M) <i>Presentations by WP leaders: WP1 to WP6 (15 minutes each)</i>	WP leaders
11:30-12:00	Interactive Discussion of Deliverables D2.1 and D4.1 <i>UFZ, SEI, TUHH, IHE</i>	
12:00-13:00	<i>Lunch and Executive Board meeting</i>	
13:00-14:00	WP7: Project management, reporting, amendment, quality assurance, etc & AOB & Wrap up	
	Part 6: Design of NBS Workshop 14:30-17:30 (See separate instructions)	Workshop
14:30-17:30	Sharing experiences and inspirations about design of NBS	All
17:30	End of RECONNECT 3 rd GA Meeting	

Day 4 – 3rd October, 2019

Time	Item	Workshop
	Special Workshop Session with Collaborators 10:00-14:40 (See separate instructions)	

二、會議過程概述

9月30日會議開始，與會者約80餘人(圖1)，會議依序由計畫總主持人 Prof. Vojinovic 致歡迎詞後隨後邀請參與會議人士簡短介紹後(圖2)，他說明三天會議的議程後邀請在再生計畫所有歐盟驗證案例(Demonstrators)做簡要的報告。本次會議也再特別邀請荷蘭還地於河(Room for the River)計畫主要負責官員 Mr. Ingwer de Boer 進行專題演講。

荷蘭人口超過1,600萬人，面積41,528平方公里，地處萊茵、繆斯(Meuse)和斯海爾德(Scheldt)河三大河流匯集的三角洲入海，因此，如果沒有堤壩和沿海沙丘，荷蘭大約三分之二的海域將被淹沒，防洪是荷蘭基礎設施及環境水資源管理最重要的議題。然而，在氣候變遷的影響之下，萊茵河三角洲洪災事件頻仍，1993年和1995年之間發生的洪水事件，曾造成20多萬人疏散，每一次洪水事件都造成大量泥沙淤積，進一步減少了洪水平原



圖1 參與會議人員於會場陽台合照



圖 2 主持人說明本次會議目的

滯洪地的空間，使得洪水災害更加惡化。

在 2006 年，荷蘭內閣提出了「還地於河」的計畫 (Room for the River project)，計畫範圍(如圖 3)。該計畫執行期間為 2006 年至 2017 年，總預算為 22 億歐元，包含了 30 幾個專案子計畫，針對萊茵河、繆斯河、瓦爾河和愛賽河 (IJssel) 河，提出了兼具防洪、主景觀美化和改善整體環境條件的綜合規劃，目的在於恢復河流的自然景觀，作為天然的蓄水海綿，並提供生物多樣性、審美和娛樂價值。到 2015 年，萊茵河支流已可容納每秒 16,000 立方公尺的流量，並且創造了許多水、自然、以及人的共同生活的空間 (如圖 4)。

「還地於河」計畫採用的措施(如圖 5)所示，措施包含 (1) 深化夏季河床 (Deepening the summer bed)：由於夏季沉積物量大，針對主要河道進行挖掘或加深，為河道的水流騰出更多空間，保障運輸船航行水深；(2) 蓄水 (Waterstorage)：利用 Volkerak-Zoommeer 湖臨時蓄水，減少暴潮與洪鋒的加乘作用；(3) 堤壩後移 (Dike relocation)：使得堤壩之間有更多的空間在洪水期間輸送更多的水；(4) 堤壩加固 (Strengthening dikes)：加固堤壩是河道規劃中



圖 3 荷蘭還地於河計畫範圍

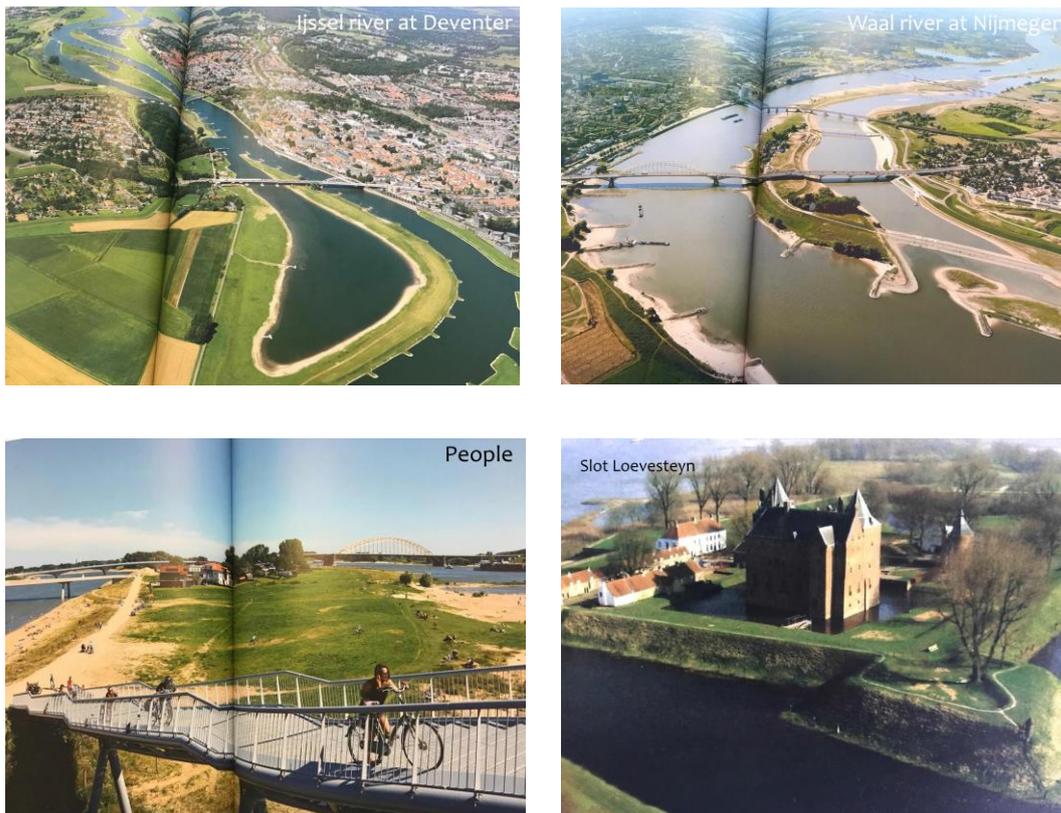


圖 4 荷蘭還地於河計畫執行成果

的最後措施，只有在無法搬遷堤壩的地區，才進行堤壩加固；(5) 高水渠道 (High-water channel)：在沿河的洪泛區建立高水渠道，通過洪泛區轉移部分多餘的水。在某些情況下，這些渠道始終是空的，以便容納洪水期間可能的最大

水量，而在某些情況下，高水道充滿了河岸植物或其他植被，因此可以減緩水流、增加入滲；(6) 降低洪泛平原 (Lowering floodplains)：荷蘭的河流攜帶大量的淤泥，這些淤泥沉積在河附近的洪泛區，通過降低與挖掘洪泛區來清除這些淤泥，可以保持河道的通水性；(7) 降低丁壩 (Lowering groynes)：丁壩是河道中的結構，可以確保水留在河道中以保持高流量，使船隻可以航行上游，藉由降低丁壩可以減少洪水溢淹風險；(8) 低窪地堤防遷移 (Depoldering)：Polder 是被堤壩包圍的低窪地帶，清除全部或部分較短的堤壩，以便水可以流入堤壩後面的區域，為河流創造了更多的空間；(9) 移除障礙物 (Removing obstacles)：消除阻礙洪泛區水流的障礙，重新設計具有大型支座的橋樑，使其具有更寬的跨度，以利洪水通行。

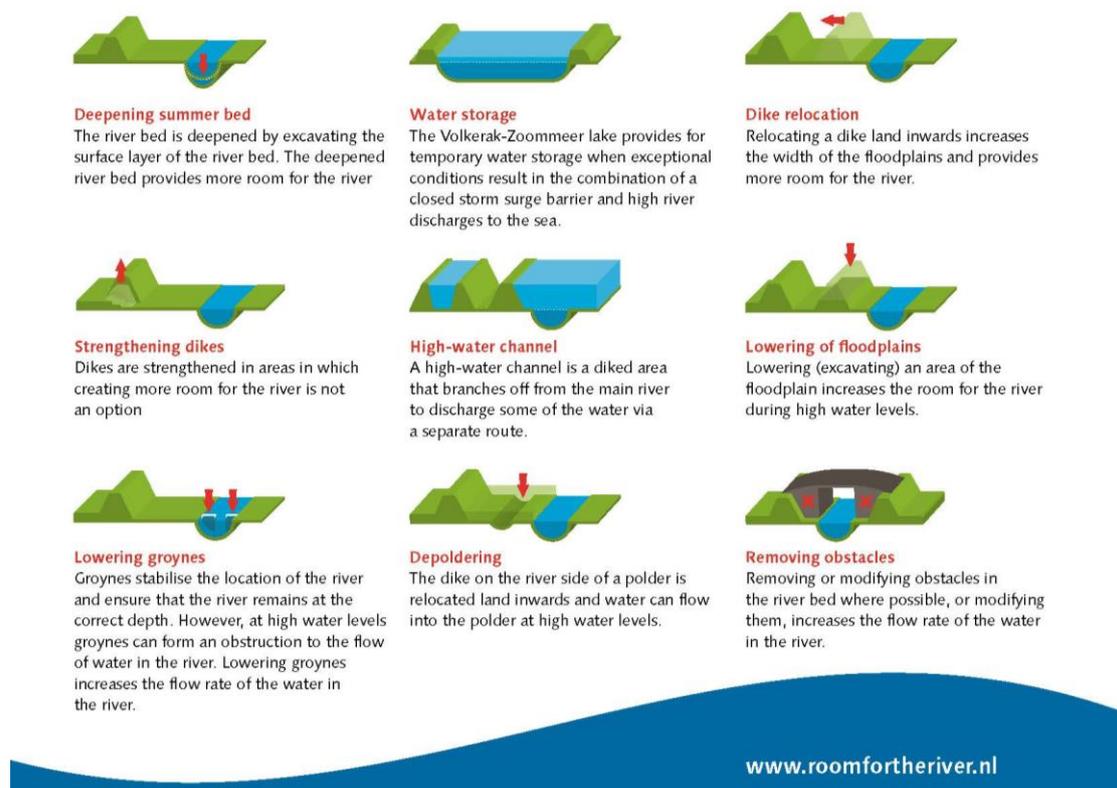


圖 5 荷蘭還地於河採用措施

第一天(9月30日)會議上午本次會議目的及預期目標，每位成員及參與團隊自我介紹後，開始會議。下午則進行上一階段成果發表，並能在其中更互相緊密學習，臺灣團隊由成功大學在下午分享臺灣 NBS 案例的做法。

第二天(10月1日)上午進行分組討論，從 WP1 到 WP6，各組都有負責團

隊，由負責團隊主持，針對各 WP 中要做的內容進行討論與溝通，特別針對下一階段要完成的事項與負責團隊進行確認。臺灣參與夥伴分開參加不同的 WP 小組會議，瞭解各小組的內容與未來研究發展策略。下午大會安排現場技術考察，考察地點是位於尼斯附近瓦河之 NBS 設施。

第三天(10月2日)會議開始進行總結，由各 WP 負責人針對第二天討論的結論進行總結報告，並提出下一階段的行動計畫，隨後則由 WP7 報告計畫管理的方法，包含何時繳交報告、資料共享與品管、各項指標如何達成等行政作業。下午則邀請大家分享 NBS 執行或設計的經驗。至此完成三天會議，會議結束。

在這三天會議中除與各國參與人員交流外，成功大學張駿暉老師也將臺灣近期執行 NBS 案例分享說明(如圖 6)，在簡報當時臺灣正受到中度颱風米塔 (Typhoon Mitag)侵襲，張老師特別將颱風路徑、預報雨量說明後，與會來賓皆驚呼連連，無法相信颱風對臺灣的考驗如此艱巨，也理解臺灣參與本次會議的目的，成員對臺灣防洪能力及因應氣候變遷下推動的逕流分擔與出流管制策略印象深刻，可謂是成功的交流。

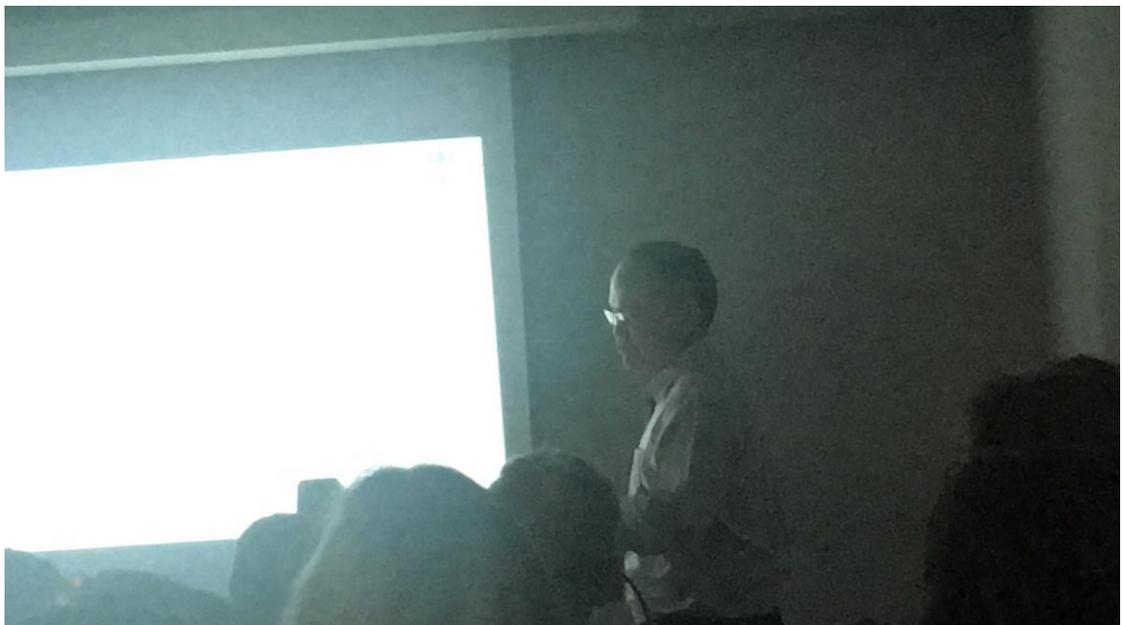


圖 6 張駿暉教授分享臺灣案例情形

三、本次會議進展

(一)訂出 NBS 指標及策略

NBS 概念以師法自然之解決方案，如果是防洪減災需求，就是以師法自然解決防洪減災方案。本次會議已將 NBS 概念更具體化，評估過程中必需同時滿足水(Water)、自然(Nature)及人(People)等三個主要項目(如圖 7)，愈能兼顧三者愈能符合 NBS 概念。可依指標再依個案訂次指標精神，並在規劃時就訂出指標及追蹤方式，利後續成效評估。本次特別強調 NBS 精神之實踐重點在於公私協力、跨域合作、利害關係人共識、創新思維及效益擴散等，也是一種綜合性的解決方案，也是環境重生的契機，因此，溝通與共識會是成功的要件。

NBS	Indicators
WATER	Surface runoff reduction
	Slowing and Storing runoff
	Flood Peak Reduction
	Delay time to peak
	Water Storage
	Flood Hazard
	Attenuation of nutrient contamination
	Change in water pollution (temperature and oxygen)
	Sediment deposition
	Changes in riparian habitat
NATURE	Changes in aquatic habitat
	Change in vegetation along watercourse
	Number and type of protected species
	Density of native species
	Increase recreational opportunities of NBS areas
PEOPLE	Average journey time
	Number and value of people spend time in the NBS areas
	Mental well-being
	Physical activity
	Change in land and/or property values
	Provision of NBS sites for education and research

圖 7 NBS 追蹤指標及參考內容

NBS 概念及運用，事實上臺灣已經開始起步，在本次會議也提到 NBS 實際策略可以根據其規模分成小尺度及大尺度，單一小尺度 NBS 的大小通常為一個建築物或一條街的尺度，小尺度 NBS 其概念及設施與低衝擊開發(LID)，此名稱多用於臺灣及美國相近，過去研究亦多以低衝擊開發(LID)稱之，設施種類包括了綠屋頂、雨水儲集系統、透水鋪面、生態滯留單元及雨水花園等，表 2 列出了幾種常見的小尺度 NBS 設施，其設置目的包括了減緩或延遲洪水峰值、降低下水道的入流量及減少地表逕流量等。

表 2 小尺度自然解決方案(NBS)設施策略

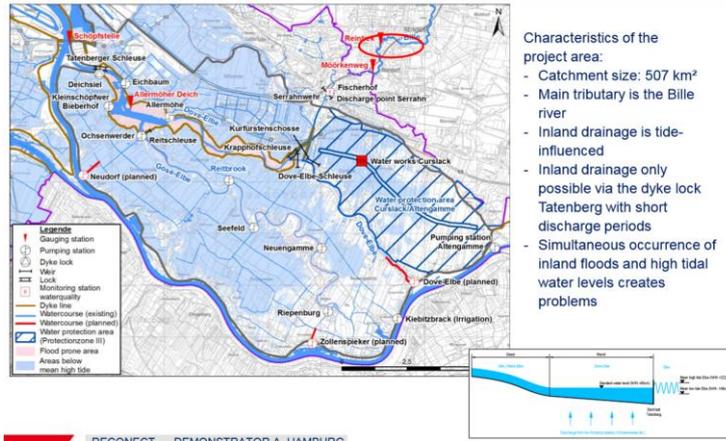
綠屋頂 Green roof	雨水儲集系統 rainwater harvesting	透水鋪面 permeable pavement	生態滯留單元 bio-retention	雨水花園 rain garden
				
植生溝 Vegetated Swales	草溝 filter strip	滲透溝 infiltration trench	滲透槽 infiltration basin	樹箱過濾設施 Planter box / Tree box
				

圖片資料來源：US EPA (<https://www.epa.gov/green-infrastructure>)、EU NWRM (<http://nwrn.eu/measures-catalogue>)

過去研究已經證實小尺度 NBS 於小型降雨(2-5 年重現期雨量)時在都市減災上有明顯成效，而其中又以透水鋪面被認為是最有效的裝置之一，然而小尺度 NBS 在發生高重現期雨量事件時(如 50 年或 100 年重現期雨量)的成效有限。由於氣候變遷的影響，自然災害的強度正逐漸增強，因此大尺度 NBS 的設置應為未來的趨勢。此外，若結合數個 NBS 其效果將更優於僅設置單一 NBS，部分研究也顯示了與傳統剛性工法結合的 NBS (Hybrid NBS)以及各種尺度 NBS 的結合(Multiscale NBS)更為有效亦能帶來更多的附加價值。

相對於小尺度 NBS，大尺度 NBS 主要係用以因應未來長期的變化。常見的大尺度 NBS 包括了濕地復育、河川復育、洪水滯洪池、森林復育以及還地於河等類別(表 3)，部分大尺度 NBS 的水利機制與剛性工法相似，不同之處在於大尺度 NBS 透過恢復自然原始樣貌或採用自然材料建設，除了可以達到減災效果，同時亦能提升生物多樣性及提高環境韌性或提供民眾親水環境等附加價值。

Nature based solutions



- Characteristics of the project area:
- Catchment size: 507 km²
 - Main tributary is the Bille river
 - Inland drainage is tide-influenced
 - Inland drainage only possible via the dyke lock Tatenberg with short discharge periods
 - Simultaneous occurrence of inland floods and high tidal water levels creates problems

圖 8 德國易北河 NBS 設施圖

Monitoring

Demonstrator A Hamburg has selected 23 Indicators to monitor...

- 10 in category "Water"
- 4 in category "Nature"
- 9 in category "People"

NBS	Indicators
WATER	Surface runoff reduction
	Slowing and Storing runoff
	Flood hazard
	Vulnerability
	Delay time to peak
	Flood peak reduction
	Changes in water pollution caused by wastewater
	Reduced pollutants coming from land to water
	Attenuation of heavy metals and nutrients contamination in surface water
	Sediment deposition
NATURE	Distribution of public green spaces
	Biodiversity
	Diversity of land use in agricultural area
PEOPLE	Change in land cover
	Increase recreational opportunities of NBS areas
	Number of tourists
	Number of cultural events in NBS area
	Number and value of people spend time in the NBS areas
	Number of green jobs in the area
	Reduced/ avoided damage cost from hydro-meteorological risk reduction
	Economic benefit from the reduction of storm water that typically needs to be treated in a public sewerage system
	Change in land and/or property values
	Number of people communicating in the area

圖 9 德國易北河 NBS 個案指標

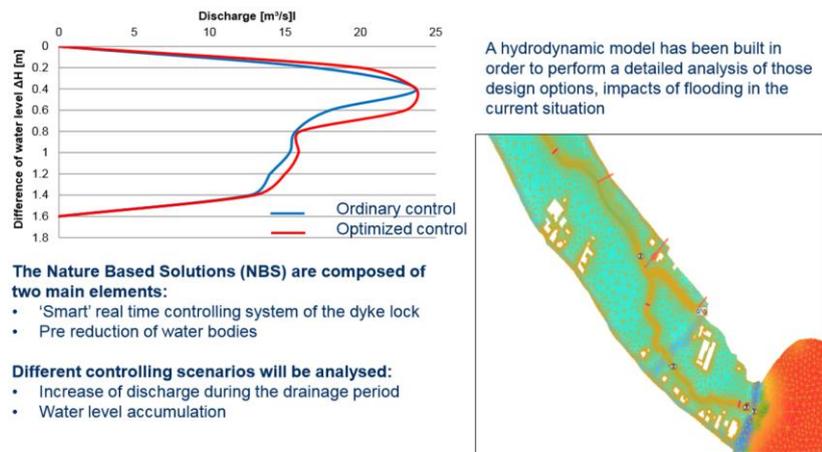


圖 10 德國易北河 NBS 防洪部分成效分析

四、臺灣案例分享

臺灣容易遭受複合災害的影響，70%的地區為易發洪災地區，38%的地區易發生滑坡，8.4%的地區易發生泥石流；總計，台灣地區 94%的地區至少暴露於一項天然災害之中。這些災害，尤其是洪水，主要是由強降雨引起的。由於臺灣特定的氣象和地理條件，每小時降雨量超過 100 毫米並不稀奇，這些極端的降雨在不同區位造成了嚴重的洪災。在都市地區，這種極端降雨強度遠遠超過了排水系統的能力；在農村地區，極端降雨還會導致坡地災害和交通中斷。

過去，工程方法通常被認為是應對台灣洪災的解決方案。但是，在極端天氣的威脅下，非結構性方法受到越來越多的關注，並於 2018 年 6 月 20 日通過水利法的修訂。該次修訂當中，將逕流分擔與出流管制的精神放入法條之中：逕流分擔主要為了因應對氣候變化下的逕流增加，而出流管制處理局部土地開發引起的流出量增加；逕流分擔由政府實施，出流管制由開發單位實施；逕流分擔屬於較大規模的流域管理，而出流管制則針對面積大於 2 公頃的開發基地；逕流分擔與出流管制的差異比較(如圖 11)。事實上，雖然沒有將 NBS 的名詞放入水利法條之中，逕流分擔與出流管制都是基於 NBS 的精神，逕流分擔不強調加強防洪系統，而是藉由逕流的重新分配，減少流入河川的流量，人們將花費更多的時間、創造更多的空間來雨水相處，而非將水驅走。逕流管制要求土地在開發之前，必須提出出流管制計畫，藉以保持土地開發前後的水平衡。

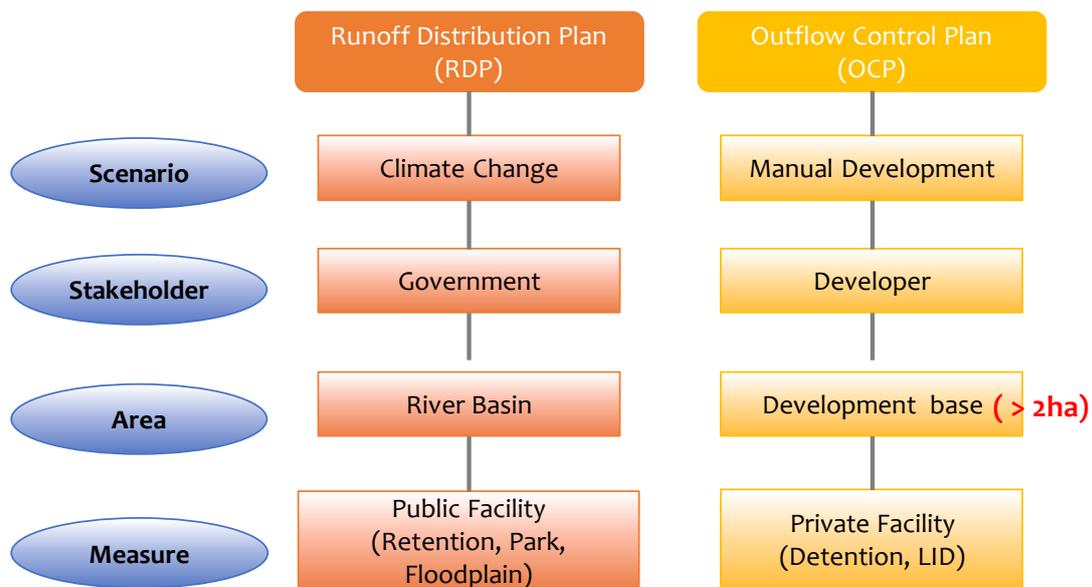


圖 11 逕流分擔與出流管制比較

為了與歐盟 RECONNET 計畫合作，臺灣評估四個實施 NBS 的潛在地點(如圖 12)，分別為台南三爺溪(圖 13)、曾文溪排水(圖 14)、嘉義縣東石鄉掌潭村(圖 15)、以及南投南港溪(圖 16)。三爺溪流域在兩百年前是一個湖泊，地形基本呈現山谷形狀，降雨由兩側高地會流之後，從北向南流入二仁溪。但是，在過去的五十年中，該區農田逐漸被建築物和工廠所取代。目前，該地區堤防保護標準大多低於 10 年的重現期，幾乎每年都發生嚴重的洪災。為降低洪水風險，政府計劃投資 100 億台幣擴建堤防系統，增設更多的抽水站和滯留池，最終目標是提升該區保護標準至 25 年重現期，除了工程方法之外，我們希望將 NBS 的精神納入未來的治理當中。曾文溪排水下游主要是魚塢，平均海拔低於海平面，因為地表逕流無法通過重力排出，幾乎逢雨必淹。不幸的是，近年來隨著越來越多的工業和住宅區的開發，增加了排水系統的負擔。政府已經進行了工程設計以增強堤防系統，但洪水風險仍然很高。

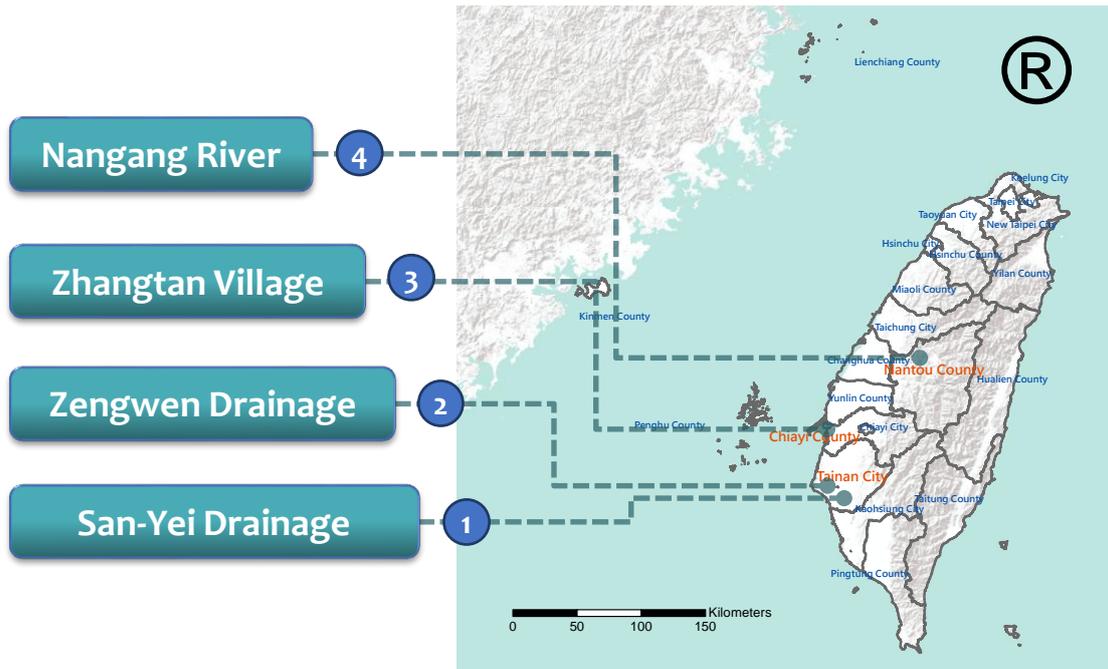


圖 12 台灣 NBS 實施之潛在地點

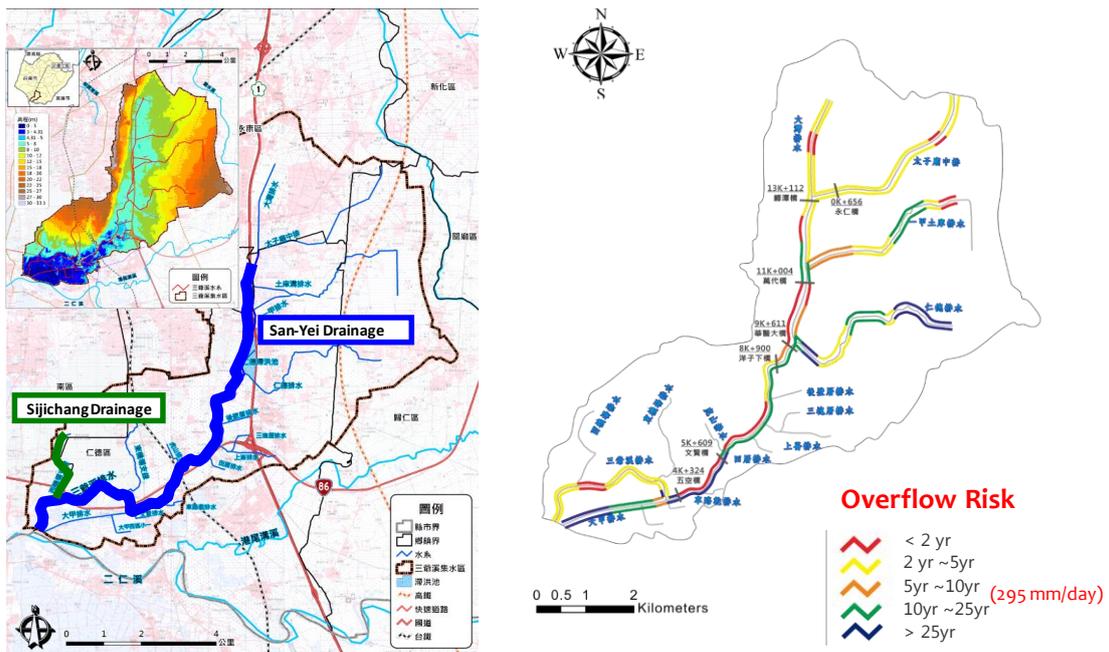


圖 13 臺南三爺宮排水集水區範圍圖

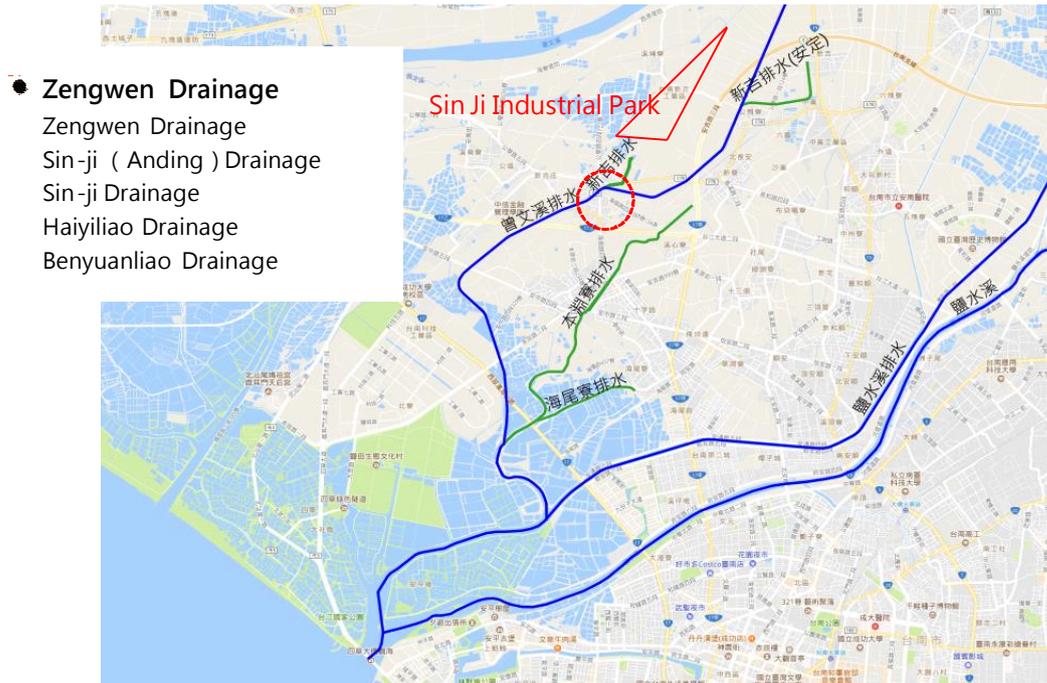


圖 14 曾文溪排水集水區範圍圖

掌潭村位於嘉義縣東石鄉沿海，由於數十年來養魚業抽取地下水，該嚴重地層下陷，其中掌潭社區位於魚塢的中間。地面高程比區排水位低 0.5 公尺。為了減輕洪水災害，政府建造了兩個滯留池及數個抽水站。但該地區的洪災問題不僅是工程問題，而與養魚業的蓄抽特性有關。加入 NBS 的精神後，可藉由創造不同利害關係者的共同利益，增加治水的功效。南港溪河道狹窄、流速湍急，堤防並不完整，在地居民希望延伸堤坊長度，但 NGO 團體則因擔心混凝土堤防沖擊景觀與濕地而反對，希望能引進 NBS 作法，調和兩方利益。



- ❑ Located at the east of Taiwan Strait
- ❑ Coastal lowland, flat terrain
- ❑ Land subsidence
- ❑ Aquaculture

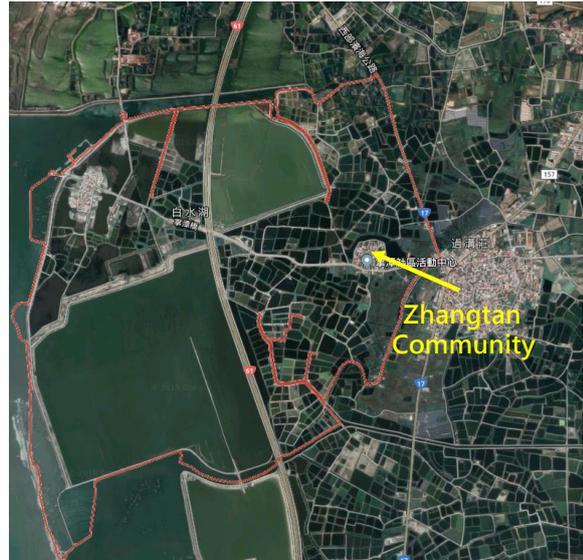


圖 15 嘉義縣東石鄉掌潭村位置圖

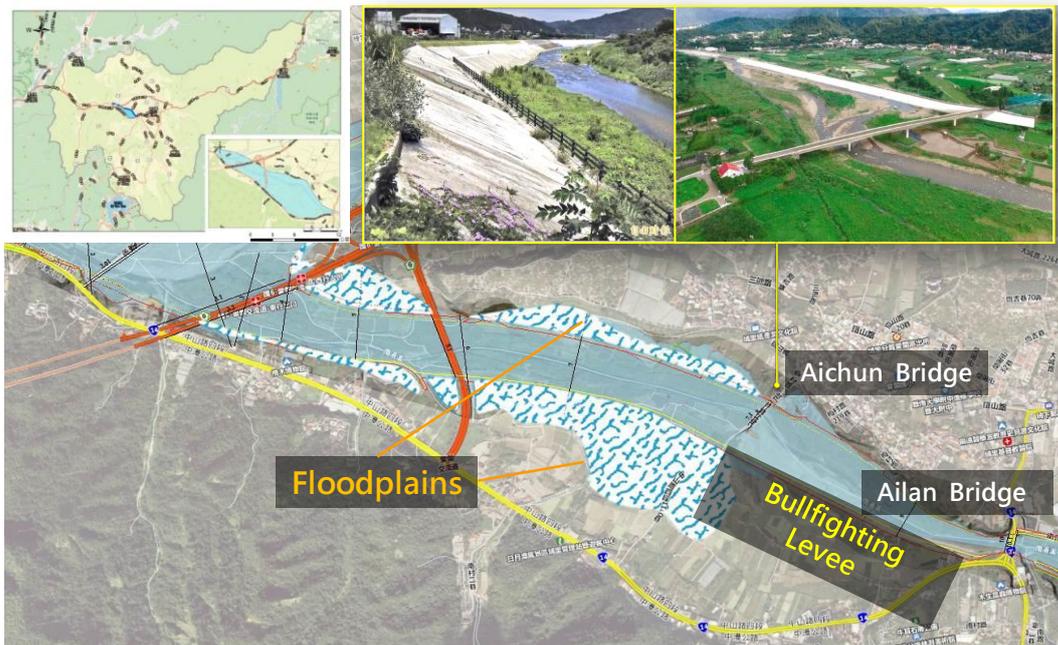


圖 16 南投縣南港河流域概況圖

五、示範區現場參訪(filed trip)

本次會議安排 3 處尼斯附近瓦河 (River Var)NBS 示範區參訪。瓦河 (River Var)。瓦河全長 125 公里，源自阿爾卑斯山流向地中海，瓦河最高點有 3000 公尺，其河谷在下游處漸寬，此河谷區有 12 萬居民，並有 7 萬 4 千人在此地區上班，為極為重要的河谷平原(圖 17)。瓦河在尼斯附近入海，而尼斯國際機場在瓦河河口左(東)岸，每年有 1300 萬旅客經過此機場。另外尼斯舊城區在瓦河東邊 6 公里處(圖 18)，因舊城區的發展已定型，尼斯的城市計畫的發展現著重在瓦河河谷區，並涵蓋瓦河出海口的東西岸區。規劃的河谷區面積有 110 公頃，其內 110 萬平方公尺為建地，規劃有 5200 間住宅，並預計可創造出 3 萬個工作。另外整個在瓦河河谷的都會發展設計必須同時注重商業與經濟發展並要達到與生態環境的調和與自然資源的利用，當地政府將此河谷區稱為生態河谷 (Eco-Valley)，此 Eco-Valley 計畫於 2008 年 3 月開始推動，同年 7 月成立此區域的都會發展局(法文簡稱 EPA)。因此主辦單位在這次的現場參觀要展示他們在都會發展上作了哪些符合 Nature based solutions。

此次Eco-Valley的現場參觀地點有3處: (1) Grand Arénas, (2) Nice Méridia, (3) River Var Weir No. 4 (圖 19)。其中前 2 處參觀地點 Grand Arénas 和 Nice Méridia 這兩處在尼斯機場附近，因接近瓦河河口，此兩地區有豐富的地下水，而且地下水層就在地面下 1 公尺處，因此這兩地點所展示的皆與地下水的利用有關，是利用此地之自然條件以達到與自然環境的調和方案，最後 1 處則為防洪及生態需要，拆除瓦河第 4 攔河堰 (Weir No. 4)。茲簡述如下:



(a)



(b)

圖 17 (a)瓦河下游河谷區(綠框區)，(b) 瓦河下游河谷空照圖 (Philippe Gourbesville 教授提供)



圖 18 瓦河與尼斯地區

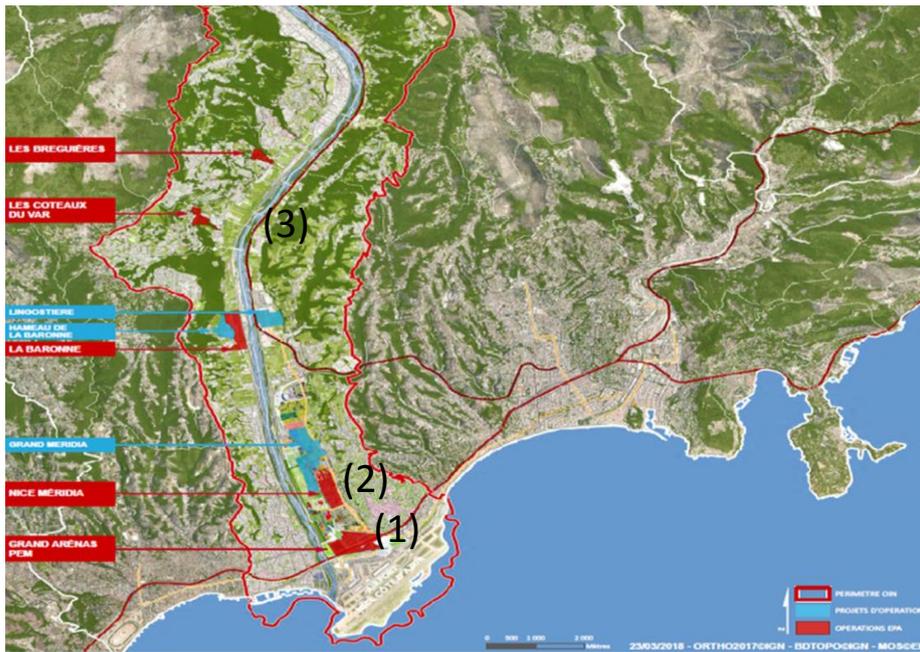


圖 19 現場參觀地點: (1) Grand Arénas, (2) Nice Méridia, (3) River Var Weir No. 4
(Philippe Gourbesville 教授提供)

第 1 參觀地點 1Grand Arénas 緊鄰尼斯機場，占地 49 公頃，當地政府擬將此區建設成國際商業樞紐，希望吸引國際公司進駐，區內也會有購物商店旅館與住宅區，預計會創造出 22000 工作機會。如前所述在此建設的計畫內他們要強調利用此地之自然條件以達到與自然環境的調和。因此區地下水層僅在地面下 1 公尺，他們用會透水的地磚鋪設路旁的人行道。地下水會從地磚滲出，這樣作在夏天可稍微降低當地氣溫，另外也可減少從路面上揚的飛塵。圖 20 為此地區的人行道，相片左邊可看出地磚上有積水，此為滲出的地下水。



圖 20 Grand Arénas 區人行道地磚與滲出的地下水(相片左邊)

第 2 參觀地點為 Nice Méridia，此區域規劃為都會科技園區(urban technopolis)，園區有 24 公頃的面積，將來會有 5000 個工作機會，區內會設有研究發展中心、大學與訓練中心。將研發中心與訓練學生的學校放在一起顯然會有相輔相成的效果，此區將會有 347000 平方公尺可供居住、辦公室、研發中心甚至旅館使用，此區域正在建設的階段，因將來建好的各項建物皆需要室內的冷氣與暖器設備，為了利用此地豐富的地下水，現在已開始建造一地熱工廠與地下管線，如前所述此區地下水就位於地下 1 公尺，此地下水溫度是固定攝氏 15 度，不隨季節改變，因此他們請一家地熱公司 (Meridia Smart Energie) 負責此工程(圖 21)。基本上此工程的原理是在適當地點往下鑽 1 公尺以取得無限量的攝氏 15 度地下水，將地下水通過熱泵 (heat pump) 後可同時產生冷氣與暖氣，再將這些冷氣與暖氣經管線分別送至各建物，如此接有這些管線的建築就不需裝耗電的冷暖氣機，為鼓勵接管政府給與接管戶減稅的鼓勵。地熱公司使用熱泵是需要用到市電，但是他們宣稱利用地下水製造冷暖氣會比各戶裝冷暖氣機還節省能源，該公司說巴黎的地下水在地下 100 多公尺，但巴黎也同樣開發此地熱能源。圖 22 為正在開挖接冷暖氣管的照片。



圖 21 Meridia Smart Energie 地熱公司解說此地熱工程的看板



圖 22 Nice Méridia 地熱工程的地下冷暖氣管

第 3 參觀地點是瓦河的第 4 攔河堰 (Weir No. 4)，此攔河堰在河口上游 15 公里處(圖 19)。參觀第 4 攔河堰的目的是要告訴我們當地政府計畫要拆除這攔河堰。瓦河附近的居民的生活與瓦河息息相關，為避免河水氾濫河邊需蓋河堤，河流帶下來之泥沙沉積在河岸，居民就在這些地方進行農業活動，當城市發展需要建築用的沙石，河谷成為當地沙石的來源，因此河床漸漸受到人為破壞，圖 8 為此河谷在歷史上各階段的演變。在 1970 年代工程師開始在瓦河建造攔河堰，到 1994 年時共有 10 個攔河堰(圖 23 之 1978 年)，然於 1994 年 11 月時

瓦河因強降雨造成下游淹水，瓦河平時的平均流量為 50-100 m³/s。在 1994 年的洪水期間，瓦河流量高達 3500 m³/s，此次造成嚴重損害:如橋梁流失、尼斯機場與部份都市的淹水(圖 24 - 圖 25)，另外在下游的第 2 與 3 攔河堰也被沖毀(圖 23 之 1994 年與圖 26)。經過這次的洪水災害他們決定將瓦河的攔河堰逐一拆除，他們認為河堰的存在反而對下游都會區的安全有威脅，根據他們的計算，若將攔河堰拆除洪水的水位可降低 1 公尺，這附帶的好處是兩邊河堤高度也可降低 1 公尺，大幅降低河堤的維護經費，這應該也符合 nature based solution 的精神。圖 27 - 圖 29 為瓦河的第 4 攔河堰的照片。第 4 攔河堰將於明年拆除。

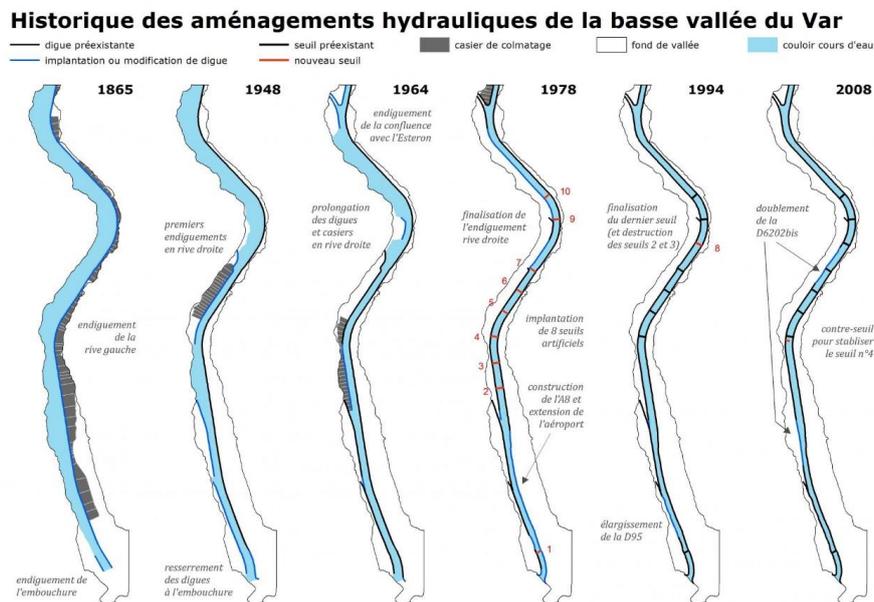


圖 23 為瓦河河谷在歷史上各階段的演變 (Philippe Gourbesville 教授提供)



圖 24 1994 年的洪水造成的橋梁流失 (Philippe Gourbesville 教授提供)



圖 25 1994 年的洪水造成的尼斯部份都市淹水
(Philippe Gourbesville 教授提供)

Seuil détruit au niveau de Lingostières lors de la crue de 1994

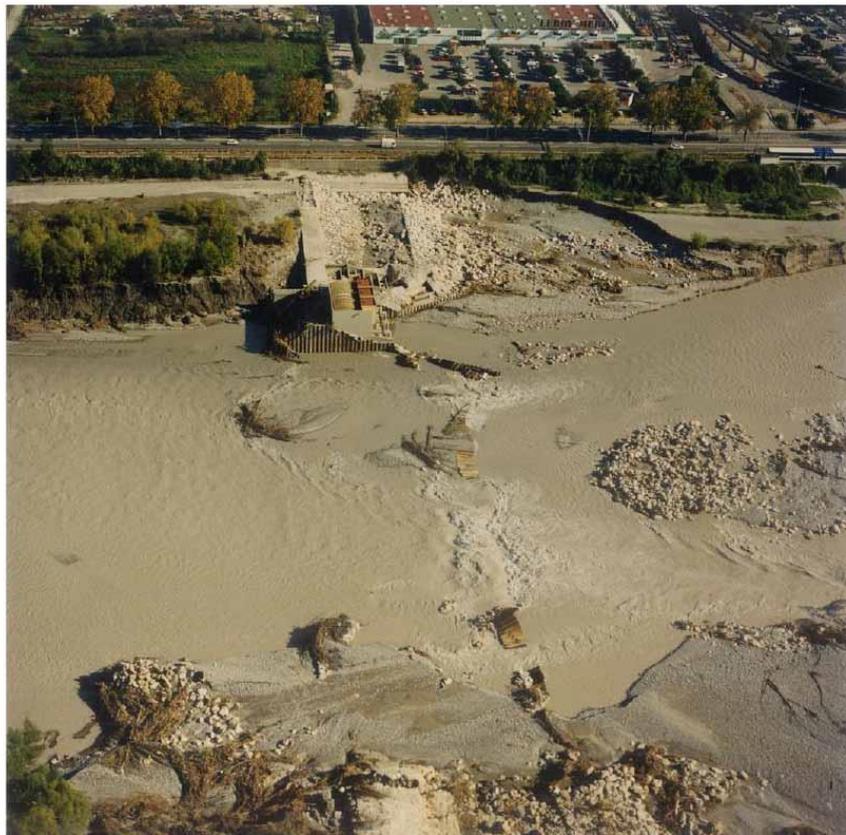


photo : Jacques COSTA (CETE Méditerranée)

圖 26 1994 年被沖毀的攔河堰
(Philippe Gourbesville 教授提供)



圖 27 瓦河的第 4 攔河堰
(Philippe Gourbesville 教授提供)



圖 28 瓦河的第 4 攔河堰近照



圖 29 瓦河的第 4 攔河堰的魚梯

參、心得及建議

(一) NBS 概念以師法自然之解決方案，如果是防洪減災需求，就是以師法自然解決防洪減災方案。本次會議中也將 NBS 指標定義，其必需同時滿足水(Water)、自然(Nature)及人(People)等三個主要項目並滾動追蹤以評估成效，因此，NBS 之實踐重點在於公私協力、跨域合作、利害關係人共識、創新思維及效益擴散性，是一種多種效益的綜合解決方案，也應是環境重生或提高附加效益的契機。因此，各專業良好溝通與相關利害關係人達成共識會是成功的要件。

(二) 歐盟推動 NBS 計畫，經費來源多元，部分來自企業、部分為歐盟補助，因此易於創新及商業化。其執行單位是屬競爭型機制，包括 NGO 也可申請、較具彈性。而在臺灣推動大多數計畫都是由政府完全補助，或是有採購契約關係，創新易受限制。雖歐盟 NGO 與台灣 NGO 性質不同，未來也可朝此公私協力合作，結合更多外部資源推動，也容易形成共識。

(三) 目前 NBS 是在探索學習過程，歐盟藉由推動示範區及亮點計畫，以分享及複製成功案例快速推廣。臺灣參與本計畫，也能共享甚至分享臺灣經驗及成果，參與國際合作。本次會議臺灣團隊也報告臺灣 NBS 執行成果，並也分享臺灣在洪水的威脅及氣候變遷挑戰下，積極推動逕流分擔及出流管制策略，使歐盟成員印象深刻。

(四) 對環境友善的防洪設施有可能會長久久久存在。反之，對於不友善防洪設施也應有捨棄的勇氣，例如參訪案例中，法國因防洪及生態原因將打除瓦河第 4 號攔水堰。所以我們應該再規劃時再探討會不會解決一個問題的同時，而製造另一個環境或社會問題?或災害(或環境)轉移或擴大問題。因此 NBS 具有兼顧各面向的精神，應能提供更整體的方式去面對社會挑戰。

(五) 建議臺灣具體作法-1.發展評估 NBS 之防洪成效分析模式(即適合臺灣在地的整合型水理模式)(水)、持續豐富生態資料庫及生態檢核，並鏈結各機關成果(自然)及公私協力再深化(公部門、關係人、NGO 等)(人)。未來將可依本次會議 NBS 成果，結合各專業訂定指標及追蹤方式評估其成效。