

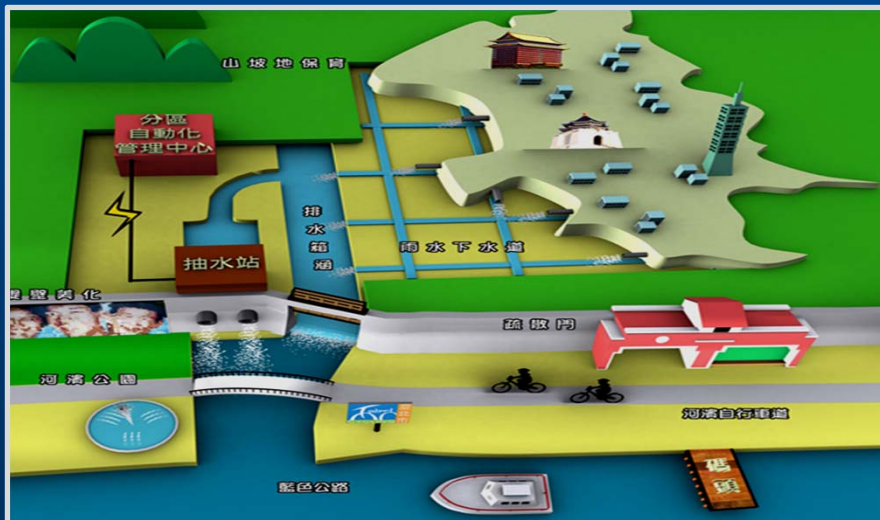
水文水理資料在 水利防災研究發展上的應用

賴進松 博士

臺灣大學 水工試驗所 研究員

生物環境系統工程學系 兼任教授

氣候天氣災害研究中心 防災產業專案組組長



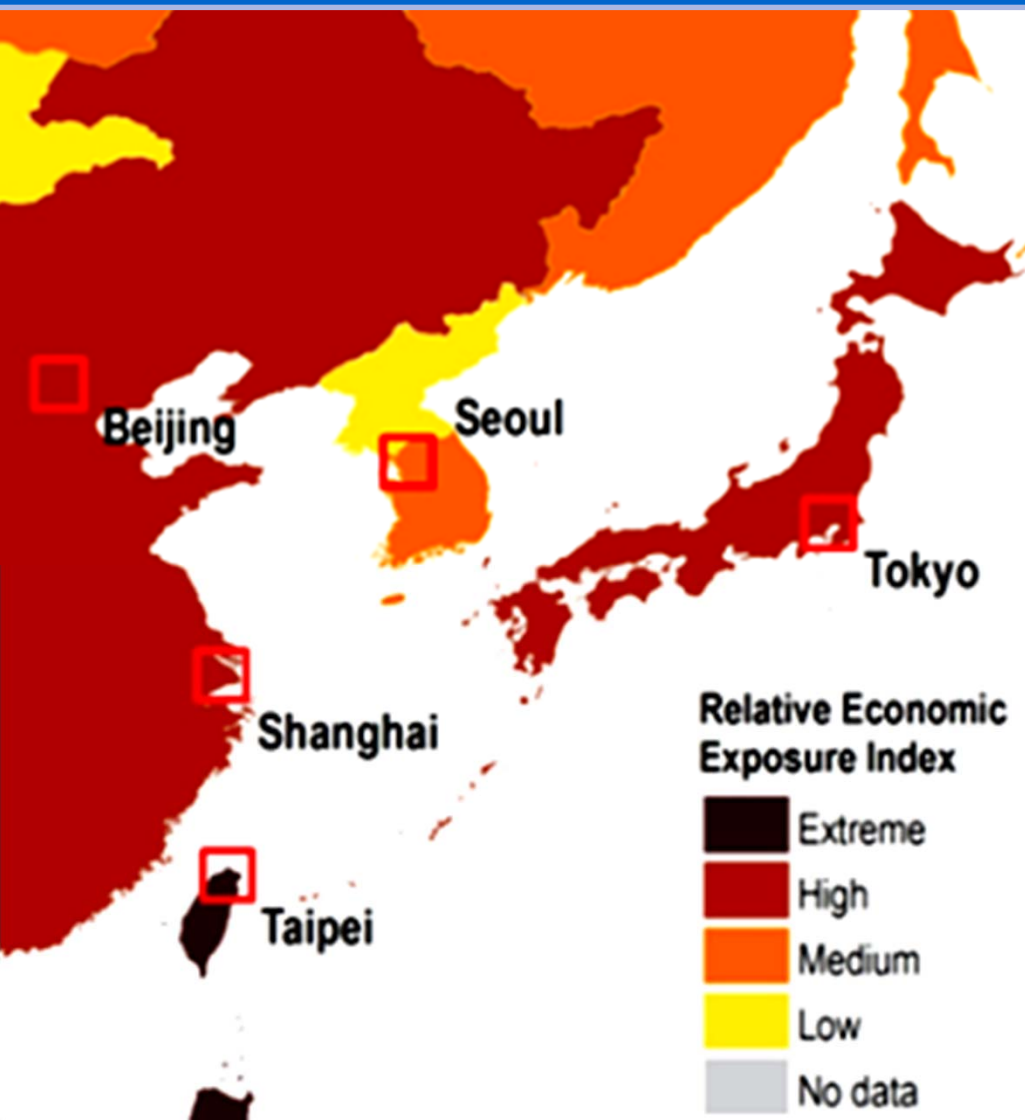
Hydrotech Research Institute
National Taiwan University



Natural Hazards Risk

12 indices analysing the major natural hazards worldwide; including: earthquakes, tsunamis, volcanoes, landslides, flooding, tropical storms and cyclones, storm surges, severe storms, extra-tropical cyclones, wildfires and drought.

- (1) 位於環太平洋颱風好發、地震帶上，暴露在多重災害中的面積與人口，台灣排名世界第一；
- (2) 在天然災害引致經濟暴露風險上，台灣則高居世界第四



Out of the 196 countries rated, USA (1), Japan (2), China (3) and Taiwan (4) were the only nations to be categorised as “extreme risk” for absolute economic exposure to natural hazards. (2011)

天然災害 與 防災產業

→ 根據聯合國減災策略組織 (UNISDR) 的2013年2月最新統計，全世界自兩千年以來，天然災害造成的1百多萬人死亡，直接損失已經高達1.3兆美元；尤其最近三年來的損失的幅度越來越高。

→ 聯合國發展計畫署(UNDP) 也指出，若能夠投資1元的防災，可減少4-7元的損失，防災不限於硬體的防災系統建置或購買相關商業保險服務。

→ 根據慕尼黑再保險公司統計(1985-2011)台灣重大公共設施因天然災害的損失，平均每年超過85億台幣；若考量台灣投資防災產業可獲得的產值約為災損的(1/7 ~ 1/4 \div 15% ~ 25% =) 20%，因台灣天然災害的損失，平均每年超過85億台幣，初步推估每年約有17億台幣的產值。

→ 以全球防災產業而言，初估平均每年至少存在200億美元的潛在商機。





防災產業

在全球許多關鍵基礎設施的投資中，民間部門已佔到了70%到85%。

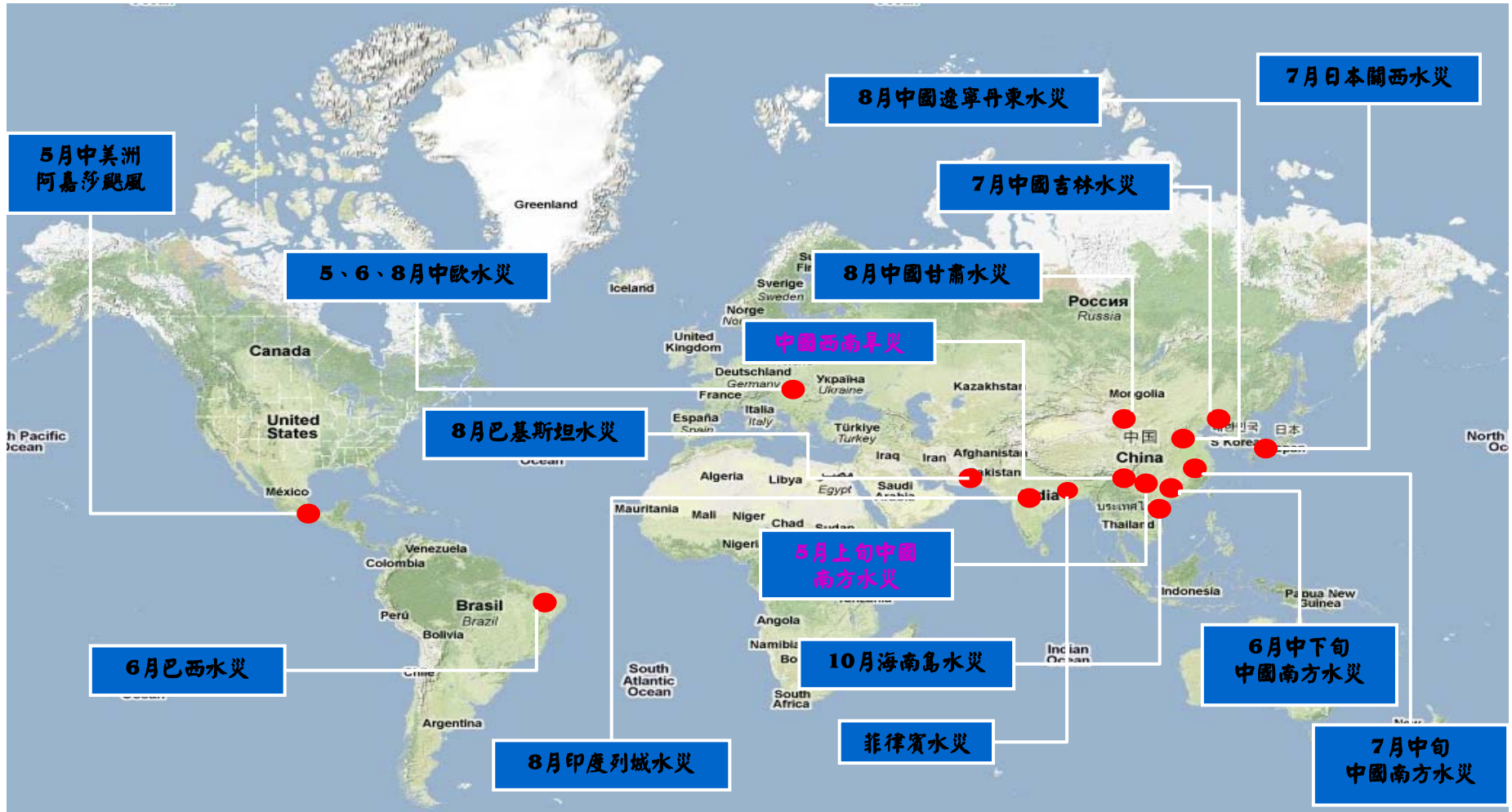
UNISDR建議積極發展政府與企業減少災害風險之合作關係，應整合企業專業知識和力量，提高減少災害風險和減緩行動，促進政府與企業之間的研發應用合作交流，包含災害風險評估、災害監測、預警報系統。

USAID responds to flooding along the Helmand River in Afghanistan, by providing critical assistance to the immediate needs of those people affected by the floods and supporting community efforts to rebuild their towns in the aftermath of the disaster.

<http://www.usaid.gov/>



水多(洪澇)、水少(乾旱)



2010全球重大水旱災事件分布情形

2011世界重大水災

中國 (2011年6月)

長江中下游連續數日暴雨，七個省份有災情傳出，逾百人死亡，200多萬人



暴雨襲擊首爾市，三天累積雨量將近700毫米，淹水及土石流造成至少59人死亡，7萬人疏散。



日本 (2011年3月)

宮城縣外海發生9.0強震，引發東北沿海十公尺海嘯，死亡人數超過8,000人，失蹤人數達1,3000人。



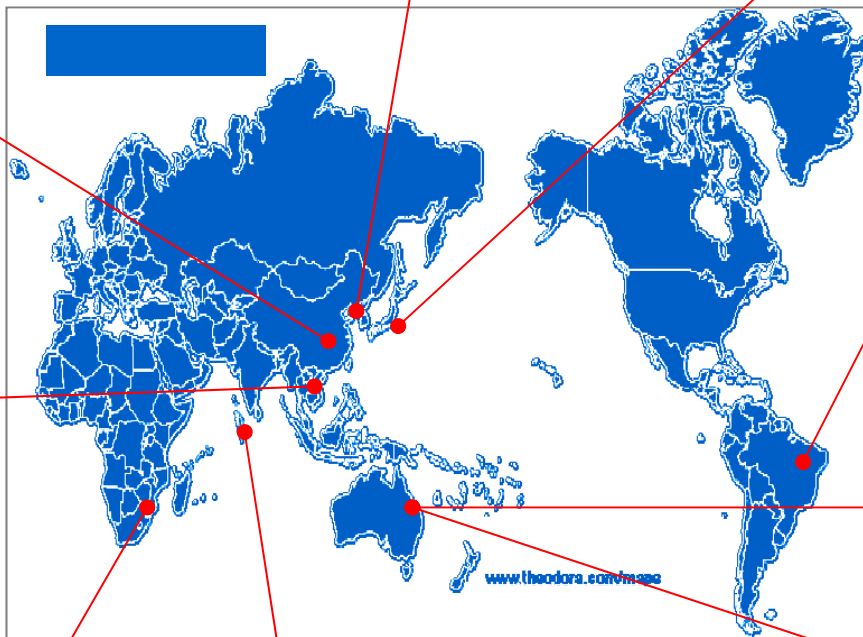
美國 (2012年10月)

美國東岸遭受2級颶風珊迪襲擊，導致131人死亡，經濟損失高達500億美元。



泰國 (2011年10月)

連續數月豪雨影響，全國淹水面積超過6萬平方公里，12.5% 稻作面積受損，災損約50億美金，受災人數超過



澳洲 (2012年1月)

熱帶性低氣壓侵襲昆士蘭省及新南威爾斯省，河水暴漲，造成1人死亡，逾萬人撤離



南非 (2011年1月)

約翰尼斯堡及普勒托利亞豪雨成災，造成約1,000棟房屋受損，死亡人數超過30人。



斯里蘭卡 (2011年1月)

東北部省份受連日豪雨侵襲，引發嚴重水災及土石坍方，23人死亡，36人失蹤，30萬人撤離家園。

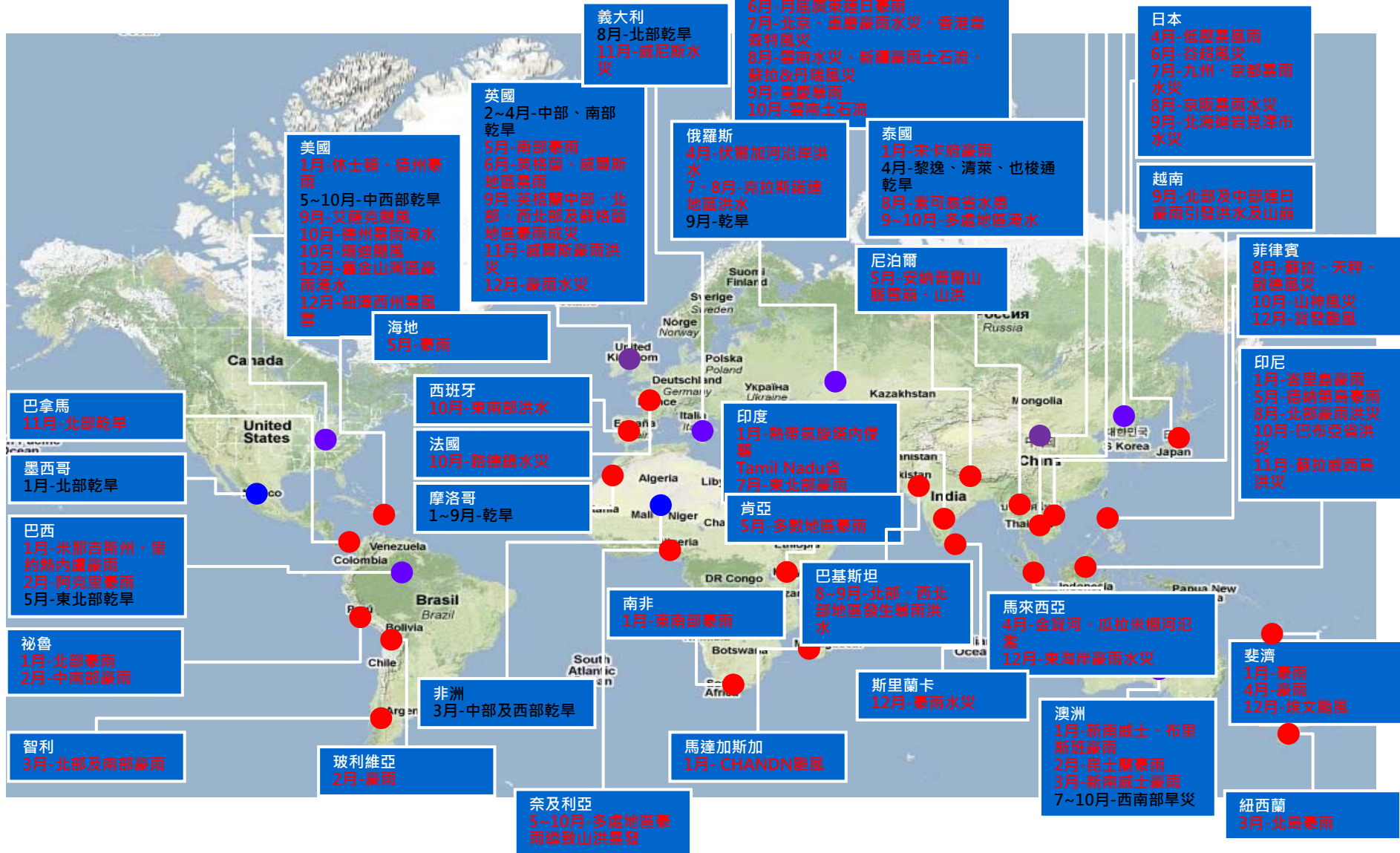


印尼 (2013年1月)

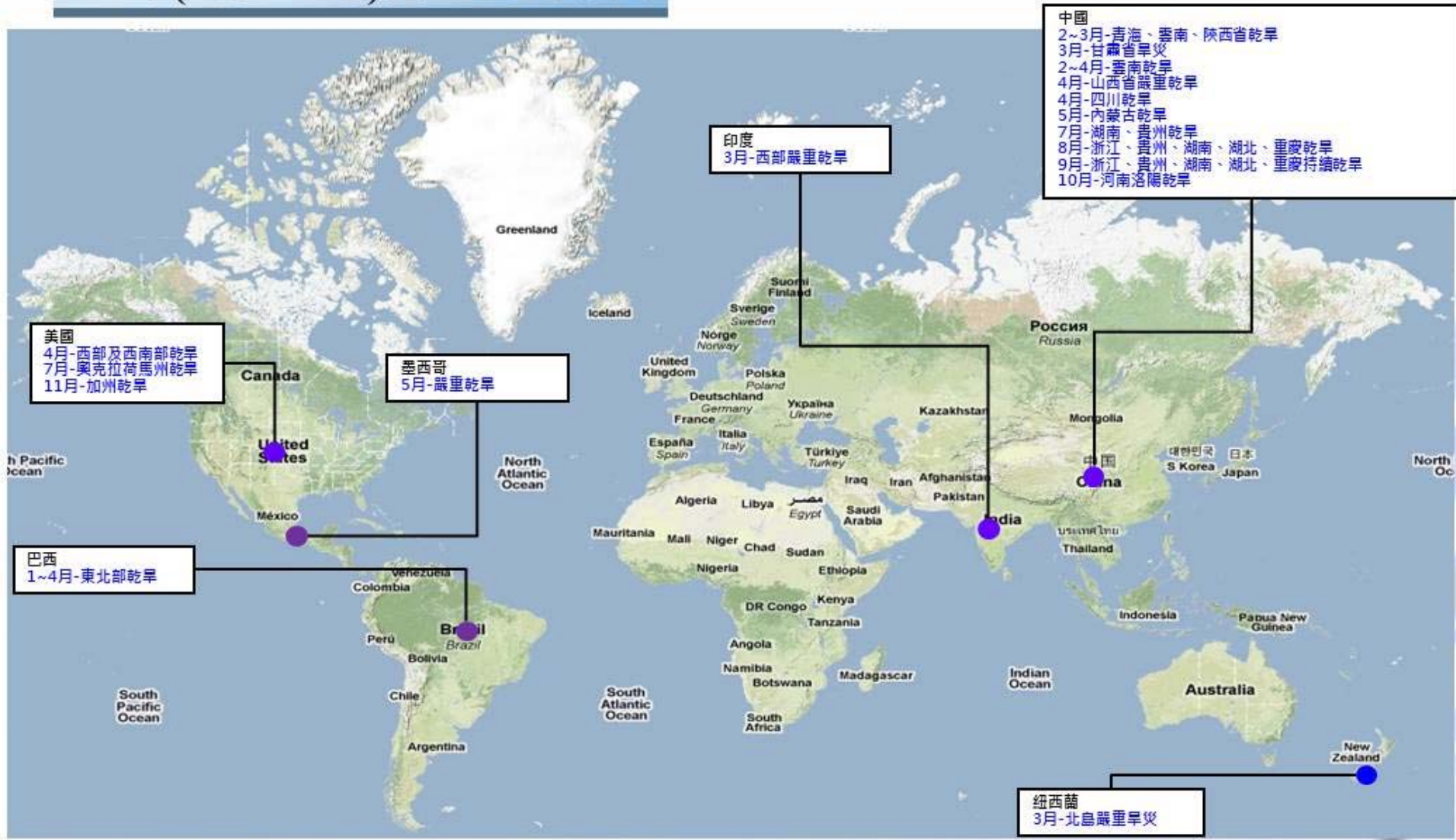
連日暴雨侵襲首都雅加達，造成洪水暴漲，導致41人死亡，4.6萬人無家可歸。



2012國際重大水旱災

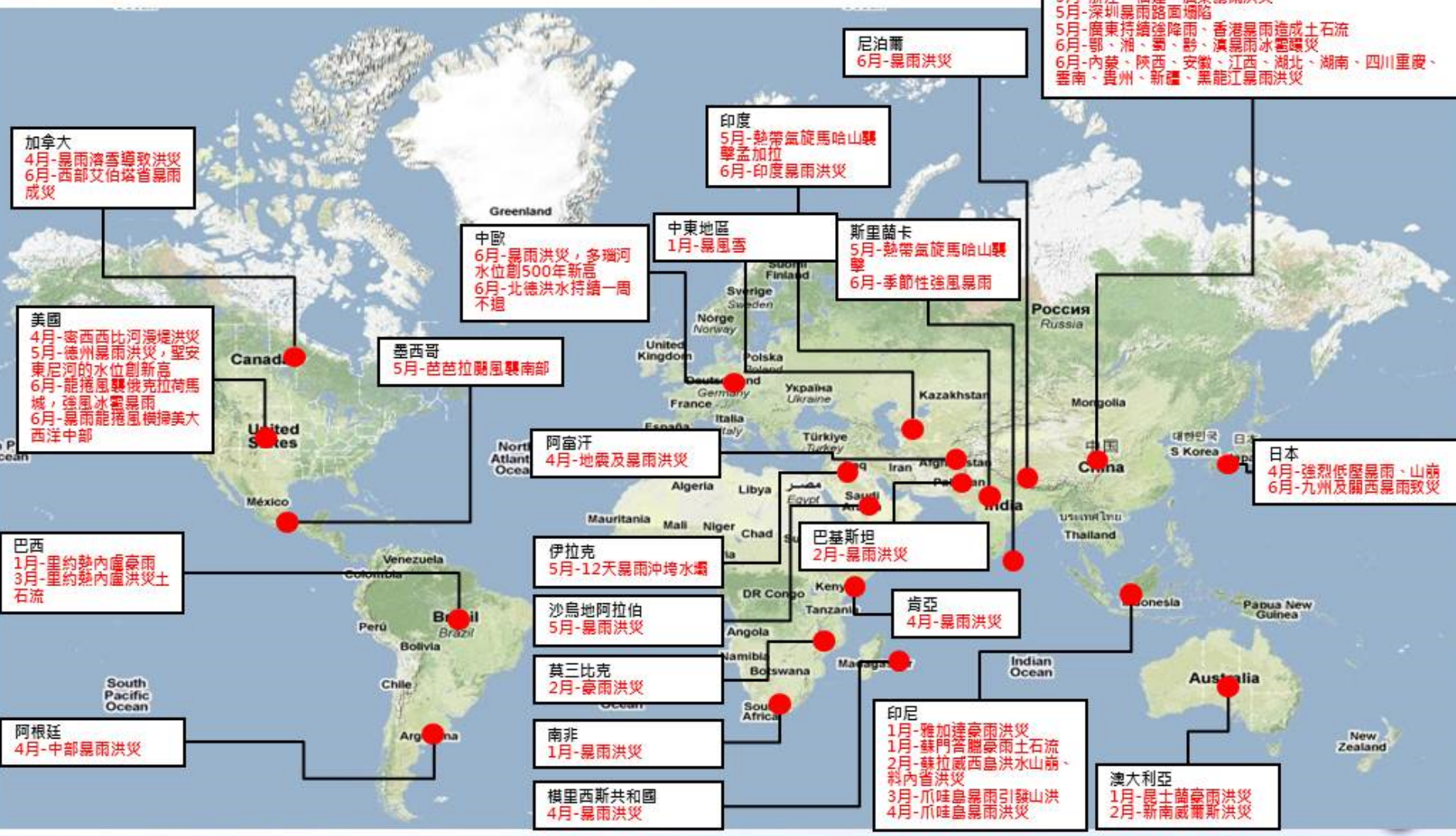


102年(1月~12月)國際重大旱災



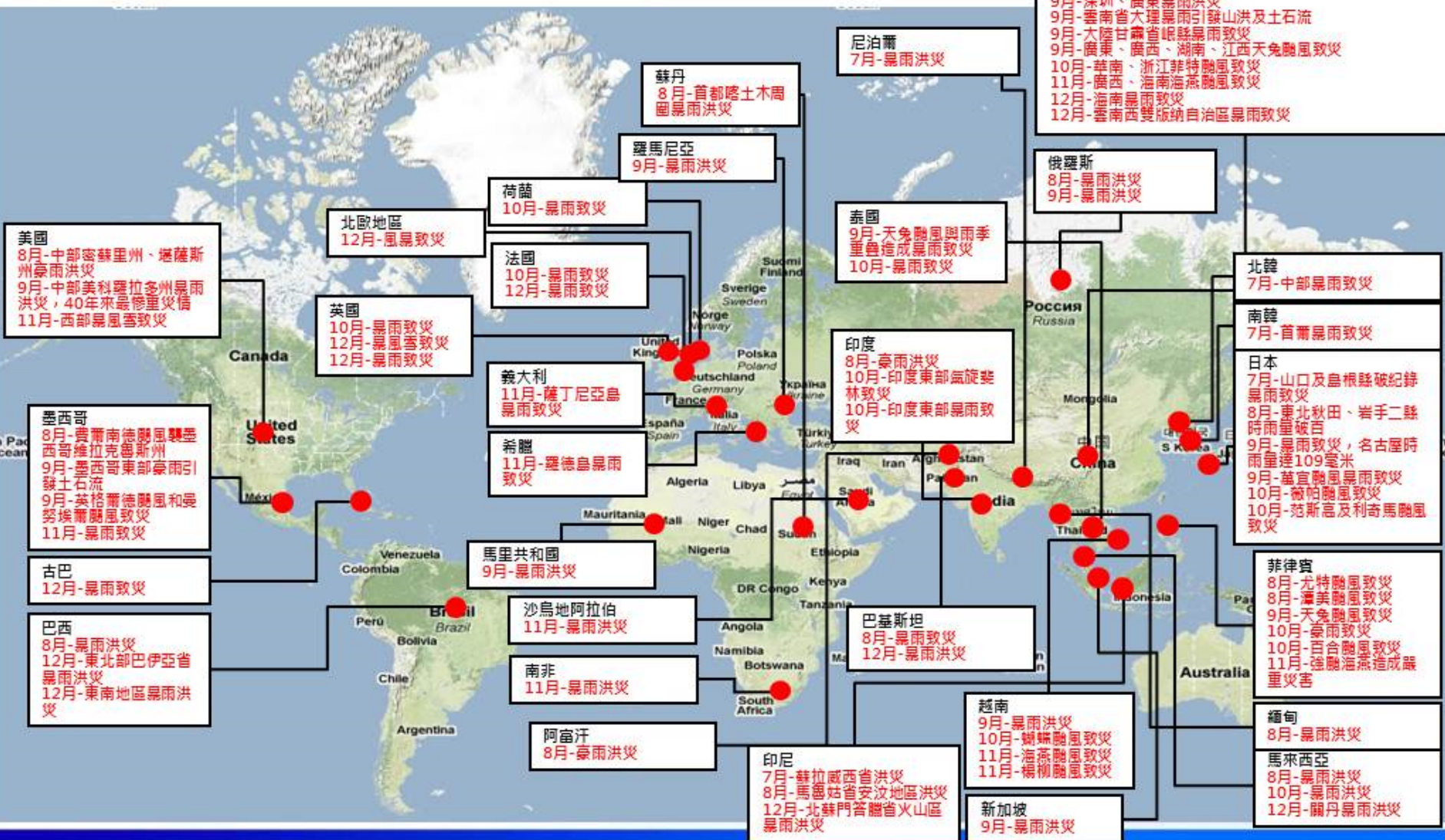
102年(1月~6月)國際重大水災

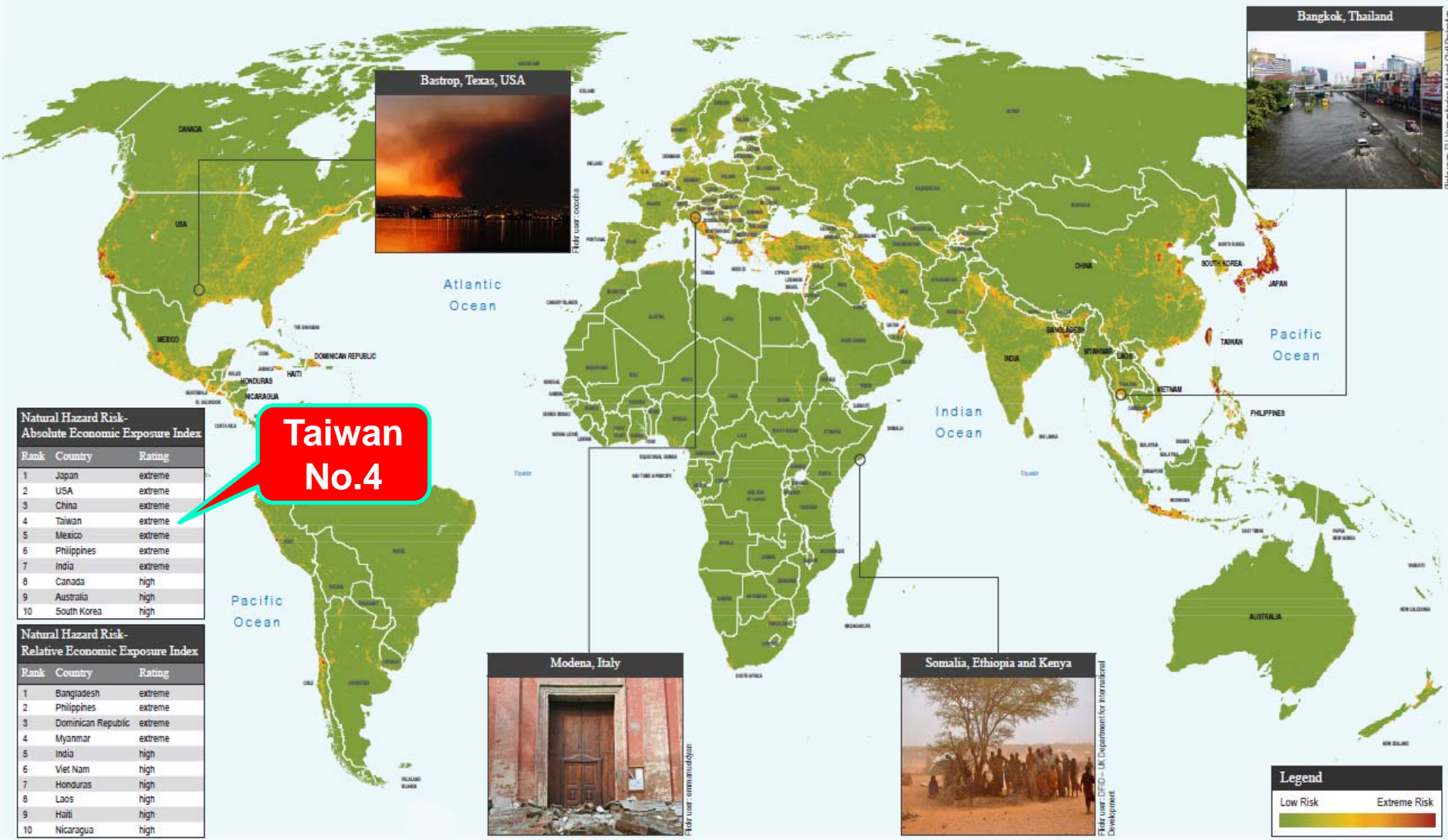
- 中國**
- 4月-四川雅安暴雨引發山洪
 - 4月-湖南湘西暴雨及冰雹
 - 4月-廣西暴雨及冰雹
 - 5月-重慶市暴雨引發山洪
 - 5月-湖南湘西暴雨引發山洪
 - 5月-內蒙古古水庫泄洪致災
 - 5月-四川雅安暴雨引發山洪
 - 5月-江西暴雨引發山洪
 - 5月-浙江、福建、廣東暴雨洪災
 - 5月-深圳暴雨引發山洪
 - 5月-廣東持續強降雨、香港暴雨造成土石流
 - 6月-鄂、湘、粵、黔、滇暴雨引發山洪
 - 6月-內蒙、陝西、安徽、江西、湖北、湖南、四川重慶、雲南、貴州、新疆、黑龍江暴雨洪災



102年(7月~12月)國際重大水災

- 中國
 - 7月-內蒙、陝西、安徽、江西、湖北、湖南、四川重慶、雲南、貴州、新疆、黑龍江暴雨洪災
 - 7月-四川、雲南、遼寧、陝西、甘肅、山東暴雨洪災
 - 8月-東北吉林、黑龍江暴雨洪災
 - 8月-廣東，尤特颱風致災
 - 8月-香港省屬葵涌暴雨山洪
 - 8月-瀋陽省屬彰陽暴雨山洪
 - 8月-廣東省屬陽江、廣西、廣東、湖南暴雨洪災
 - 8月-新疆阿奇克縣暴雨洪災
 - 9月-深圳、廣東暴雨洪災
 - 9月-雲南省大理州引發山洪及土石流
 - 9月-大陸甘肅省岷縣暴雨致災
 - 9月-廣東、廣西、湖南、江西天兔颱風致災
 - 10月-華南、浙江非特颱風致災
 - 11月-廣西、海南海燕颱風致災
 - 12月-海南暴雨致災
 - 12月-雲南西雙版納自治區暴雨致災

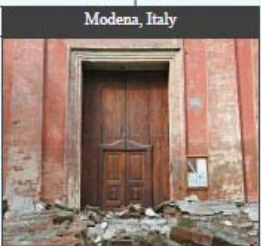




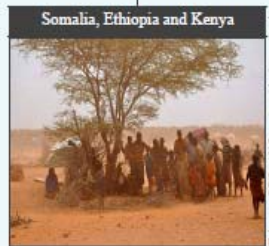
Taiwan No.4



Bastrop, Texas, USA



Modena, Italy



Somalia, Ethiopia and Kenya



Bangkok, Thailand

Natural Hazards Economic Exposure Risk Map 2012

Maplecroft's Natural Hazards Economic Exposure Risk Index identifies the areas of the world which have the greatest concentrations of economic value exposed to natural hazards. National level non-agricultural GDP has been distributed relative to visible night-time light as a measurement of economic activity. The map reflects the exposure of this economic activity to 11 natural hazards (geophysical, hydrological and meteorological), weighted according to global losses recorded for each hazard type over the last 20 years. Overlaid are images of selected 2011/12 natural hazard events with significant associated economic or humanitarian impacts.

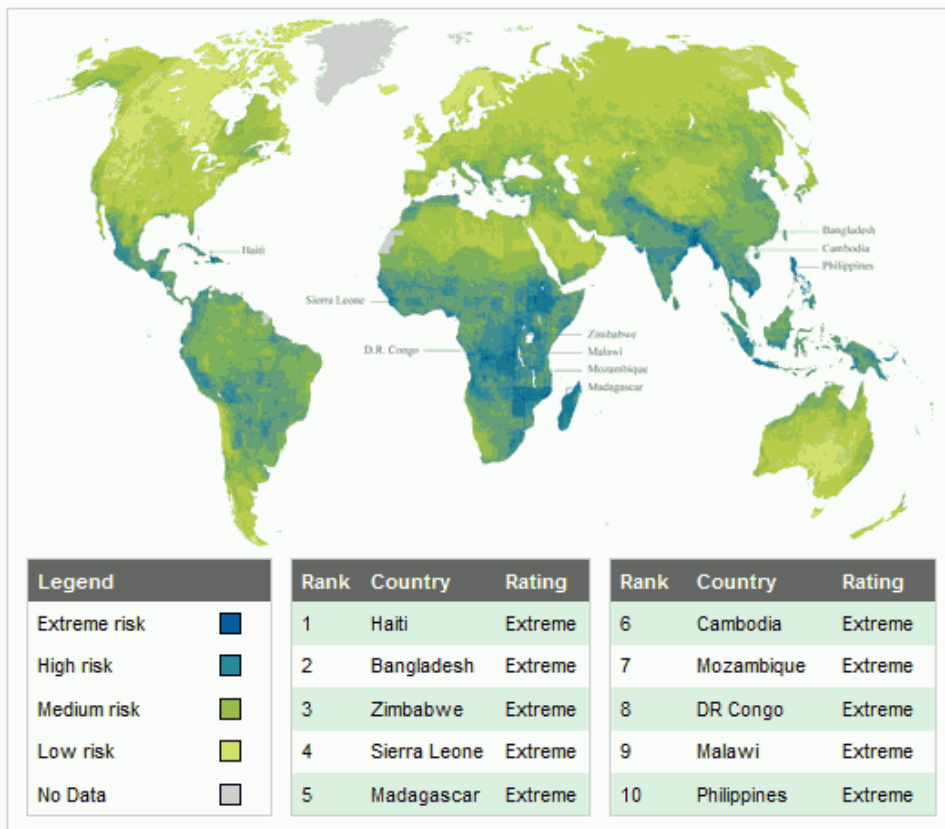
Included as part of Maplecroft's Natural Hazards Atlas, the Natural Hazards Risk - Absolute Economic Exposure Index assesses the absolute value of a country's non-agricultural economy exposed to natural hazard risks. The Natural Hazards Risk - Relative Economic Exposure Index assesses the proportion of a country's non agricultural economy exposed to natural hazard risk relative to its total economic output. For more information please see www.maplecroft.com

2012 全球氣候變遷脆弱指數

南亞、非洲最高

環境資訊電子報2011年11月8日

Climate Change Vulnerability Index 2012



© Maplecroft, 2011

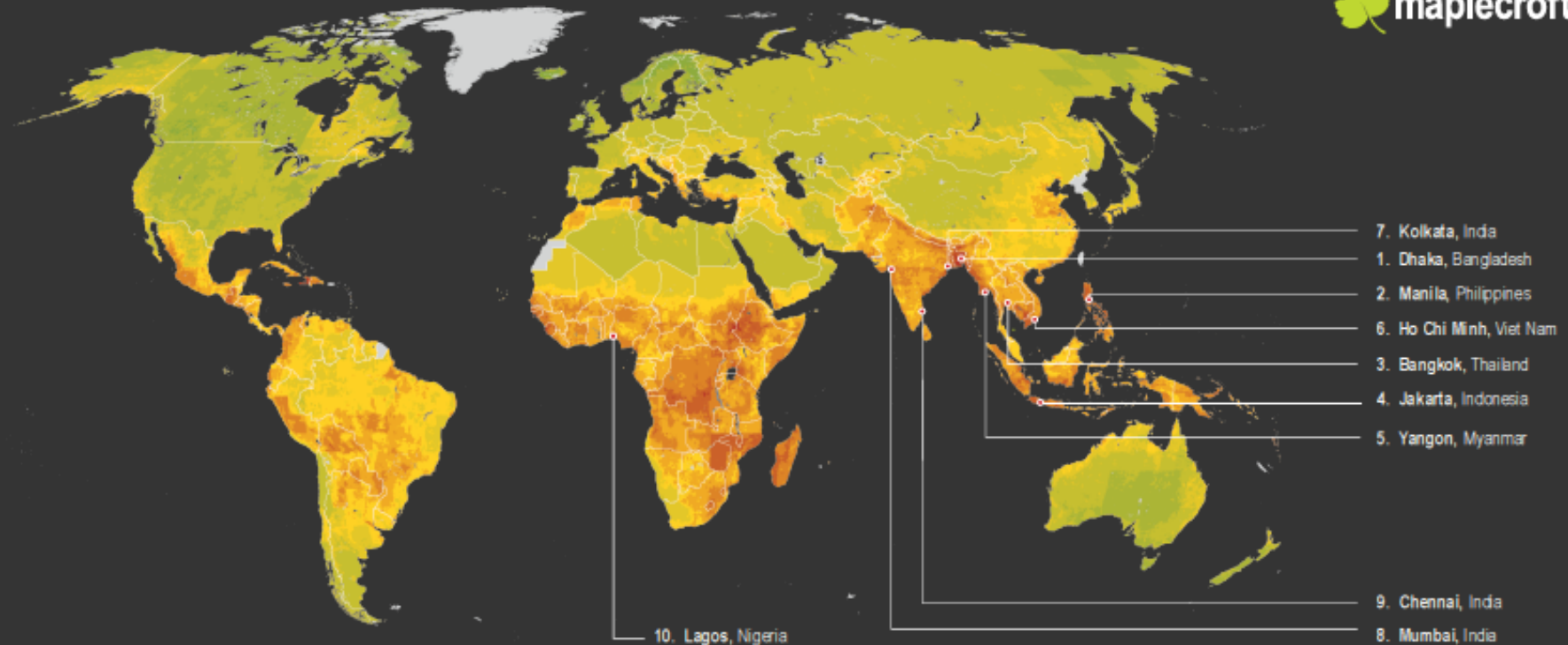
一項針對全球170個國家在未來30年受到氣候變遷衝擊影響所致脆弱性的計算排名結果 (CCVI) 指出，幾個全球規模最大、成長得最快的經濟體，所承受氣候變遷的風險最高。

結果顯示，1/3的世界人口面臨最巨大的氣候變遷風險，這些人口大多集中於非洲和南亞，北歐富裕國家風險則最小。位居最高風險前十名國家依序分別為：**海地、孟加拉 (Bangladesh)、辛巴威、獅子山、馬達加斯加、柬埔寨、莫三比克、剛果、馬拉威、菲律賓。**

Maplecroft: 「這些國家從跨國組織吸引了巨額的外資投入。」 「不過，這些國家因為氣溫降雨量、海平面上升之故，受氣候變遷的衝擊將越來越高。這表示在這些國家有資產或商業運作的組織將更容易暴露在相關風險中，例如與氣候有關的天災，資源安全以及衝擊等。」

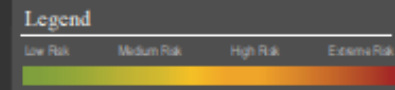
2011,7月爆發大規模洪災的泰國，是全球最大的電腦硬碟生產基地，許多國際科技大廠的上游供應鏈廠房遭大水淹沒，泰國經濟成長率大幅下修，正是氣候變遷影響投資的鮮明例證。

2013 全球氣候變遷脆弱指數



Climate Change Vulnerability Index 2013

The Climate Change Vulnerability Index, which forms a central pillar of Maplecroft's Climate Change and Environmental Risk Atlas 2013, has been developed by Maplecroft to identify risks to populations and business from the changing temperatures and weather systems that are forecast to take hold in the coming years. It evaluates 157 countries, down to a level of 25km², on their exposure to climate-related natural hazards; the sensitivity of populations, development, natural resources, agricultural dependency, research and development, government effectiveness and education levels. For more information see www.maplecroft.com

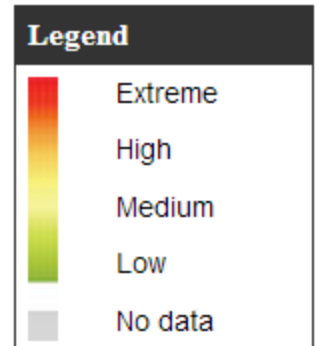


Natural Hazard Risk: Absolute Economic Exposure Index 2014

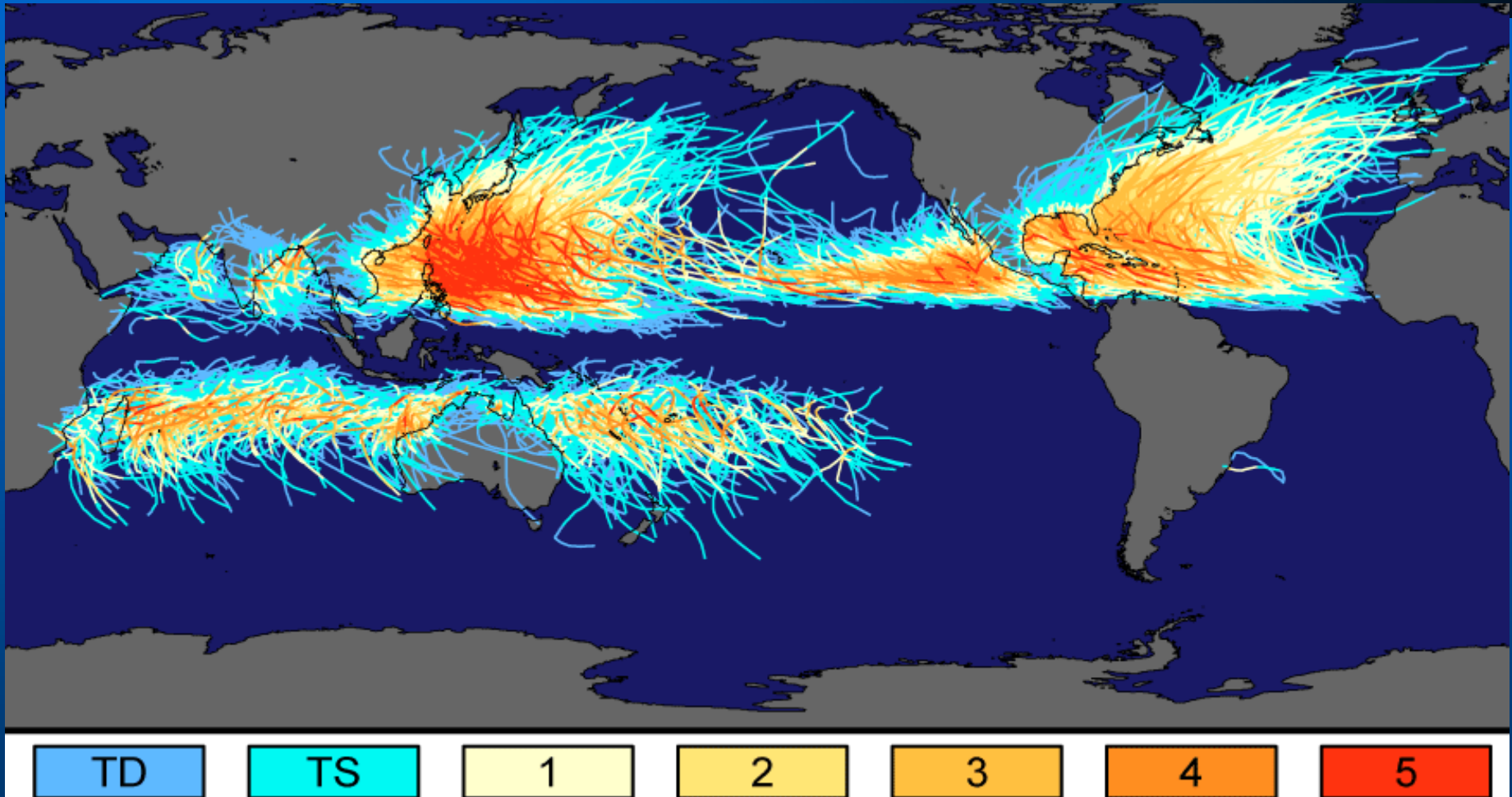


Rank	Country	Category
1	Japan	Extreme
2	USA	Extreme
3	Taiwan	Extreme
4	China	Extreme
5	India	Extreme

Rank	Country	Category
6	Mexico	High
7	Philippines	High
8	Italy	High
9	Australia	High
10	Indonesia	Medium



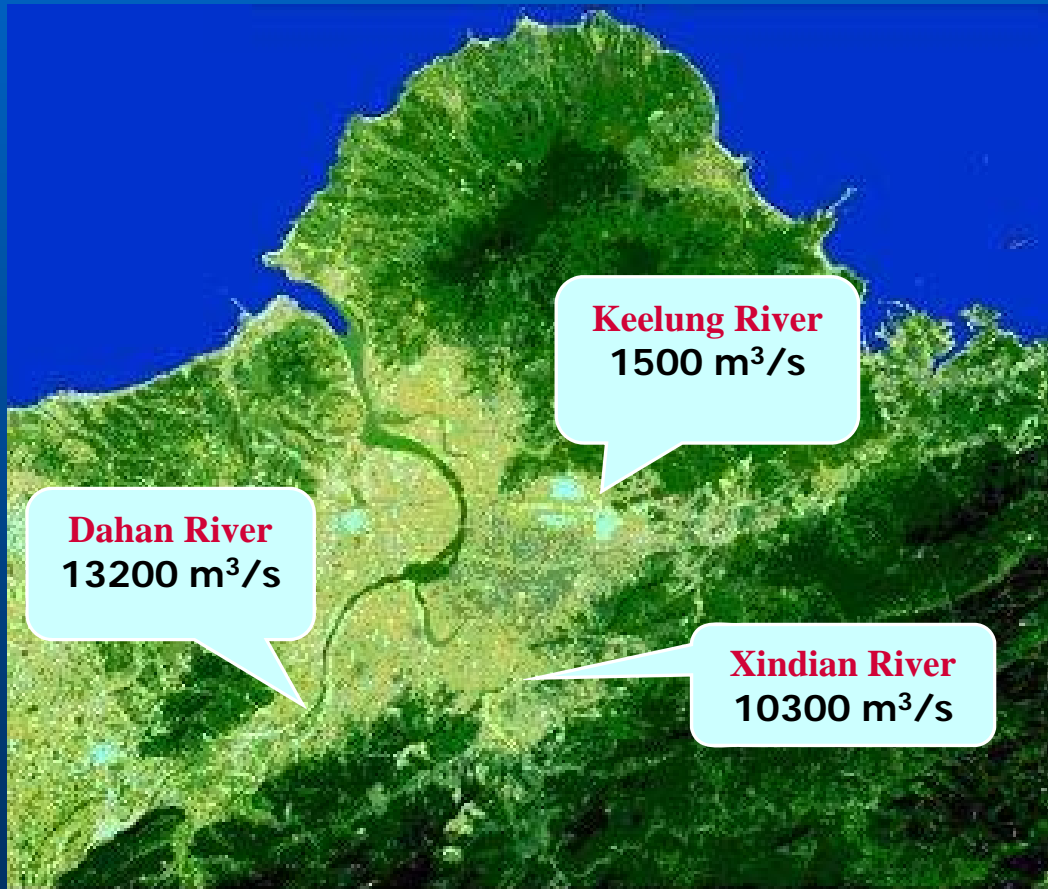
Historic tropical cyclone tracks



Saffir-Simpson Hurricane Intensity Scale

The tracks of nearly 150 years of tropical cyclones. The map is based on all storm tracks available from the National Hurricane Center and the Joint Typhoon Warning Center through September 2006.

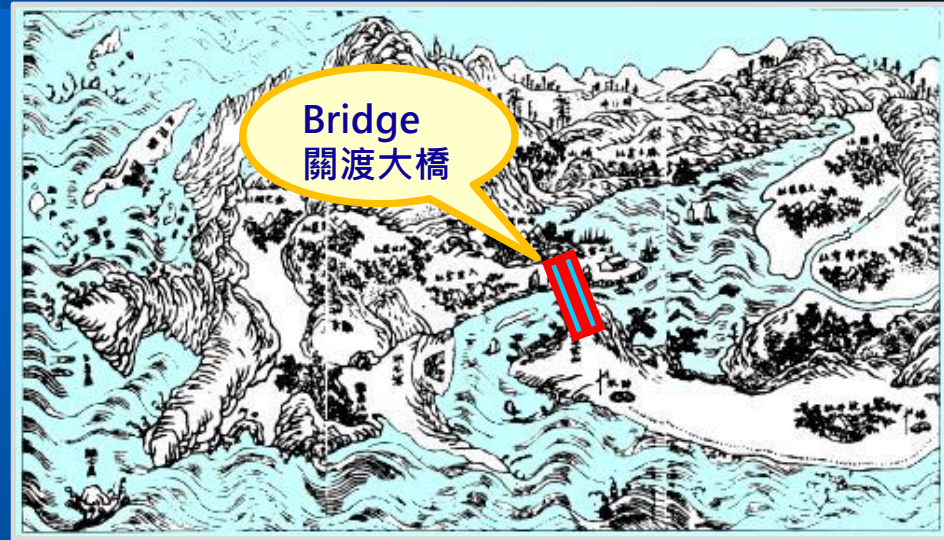
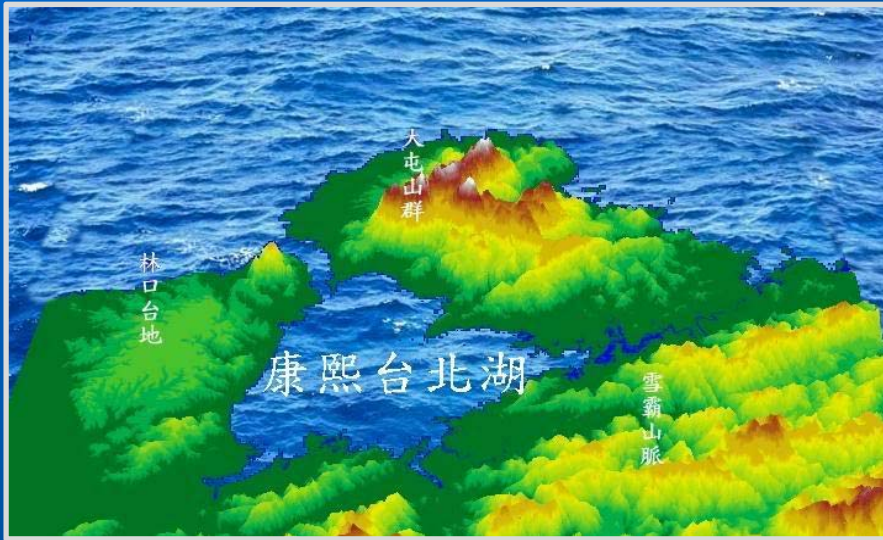
Potential Flooding Areas in Tamshui River Basin



Due to growing population (6.5 million), floodplain has been widely developed by building levees to confine the river flow, especially surrounded by the Taipei metropolitan areas.

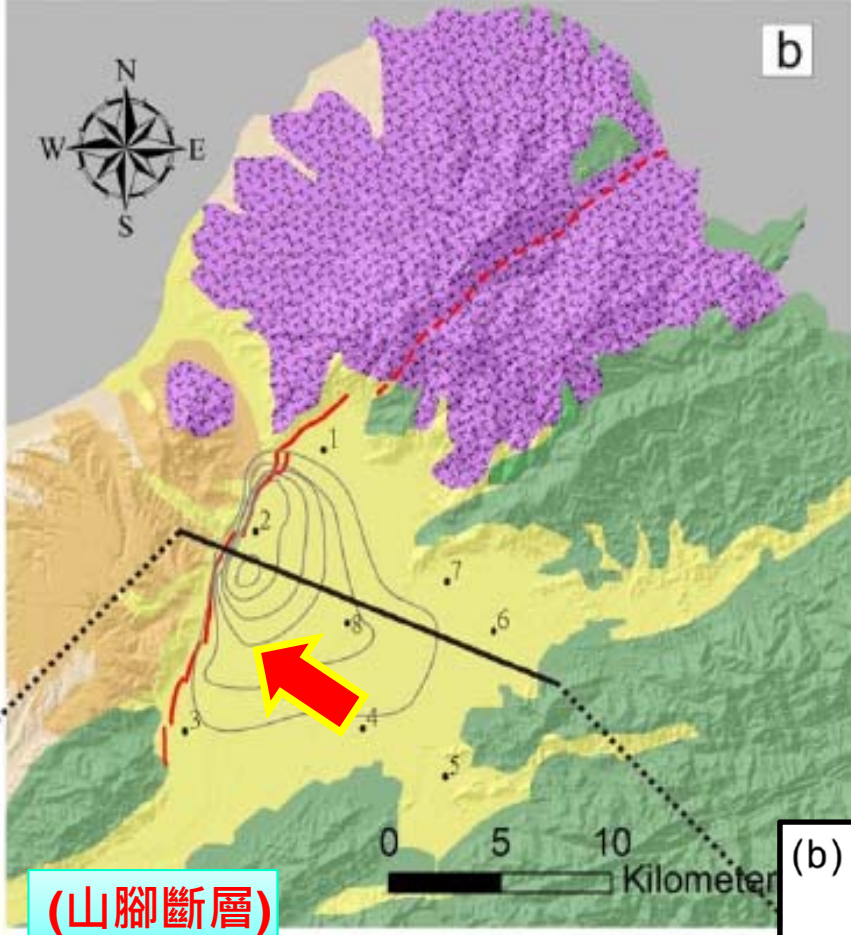
The construction of levee prevents the damages from flooding.

Kangxi Taipei Lake 康熙、台北、湖



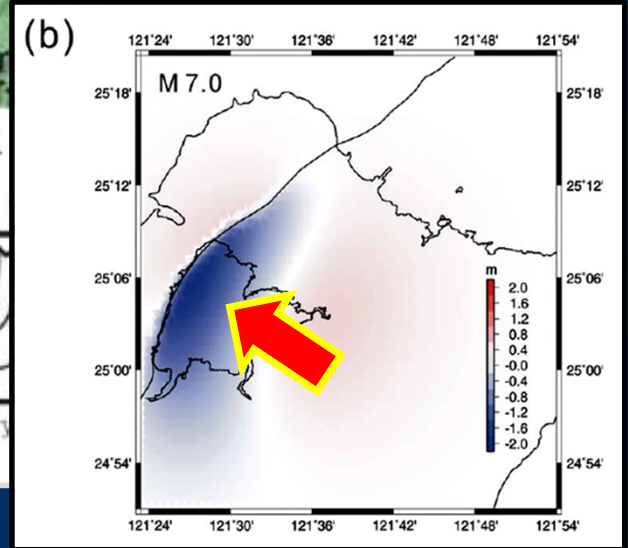
In 1694 (at the period of Kangxi(康熙), the fourth emperor of the Qing Dynasty), there was huge earthquake with **Richter 7 mag.**, which created 3 -4 m deep ground subsidence.

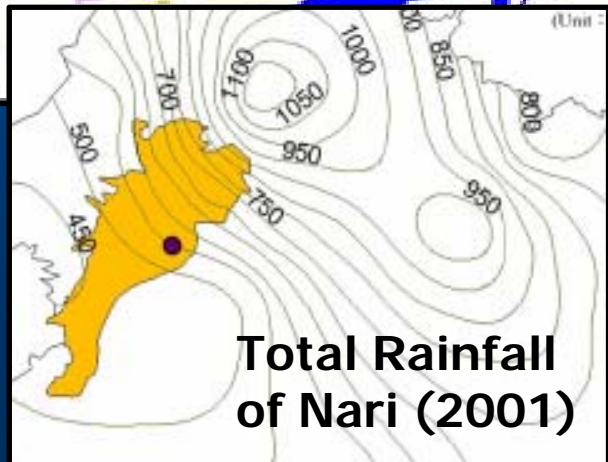
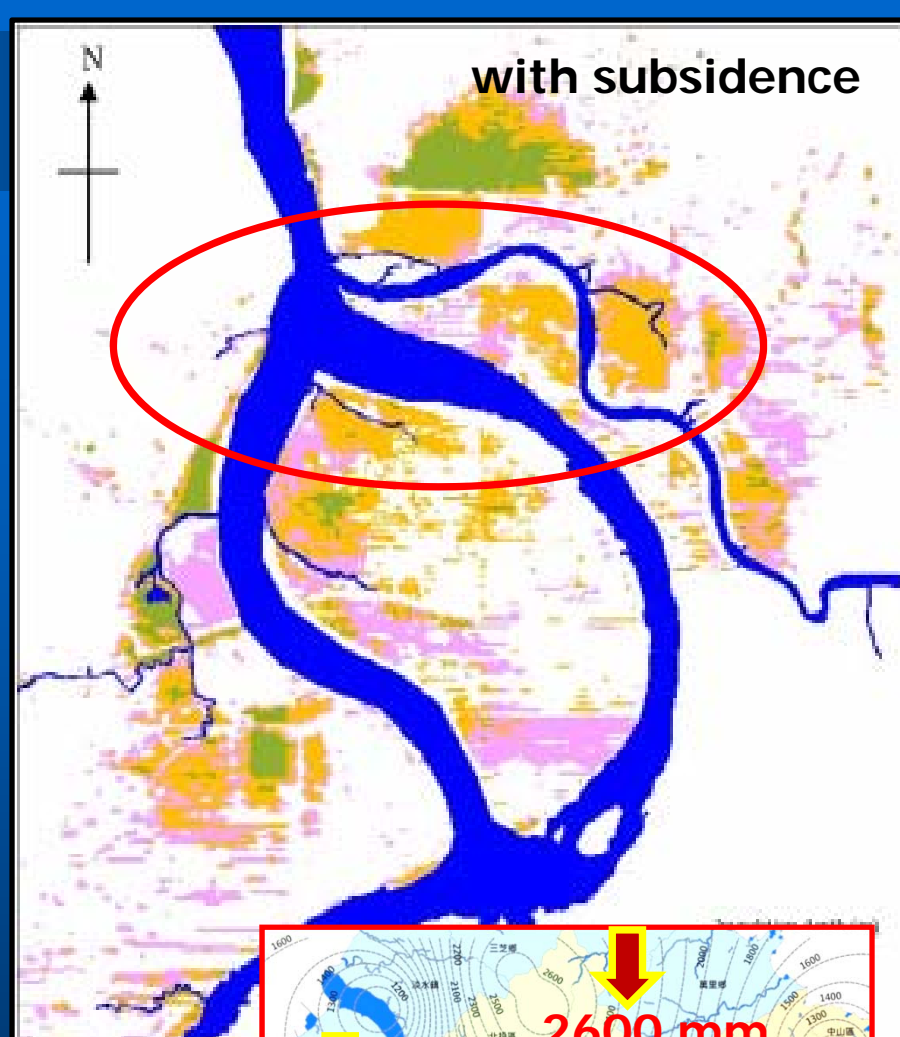
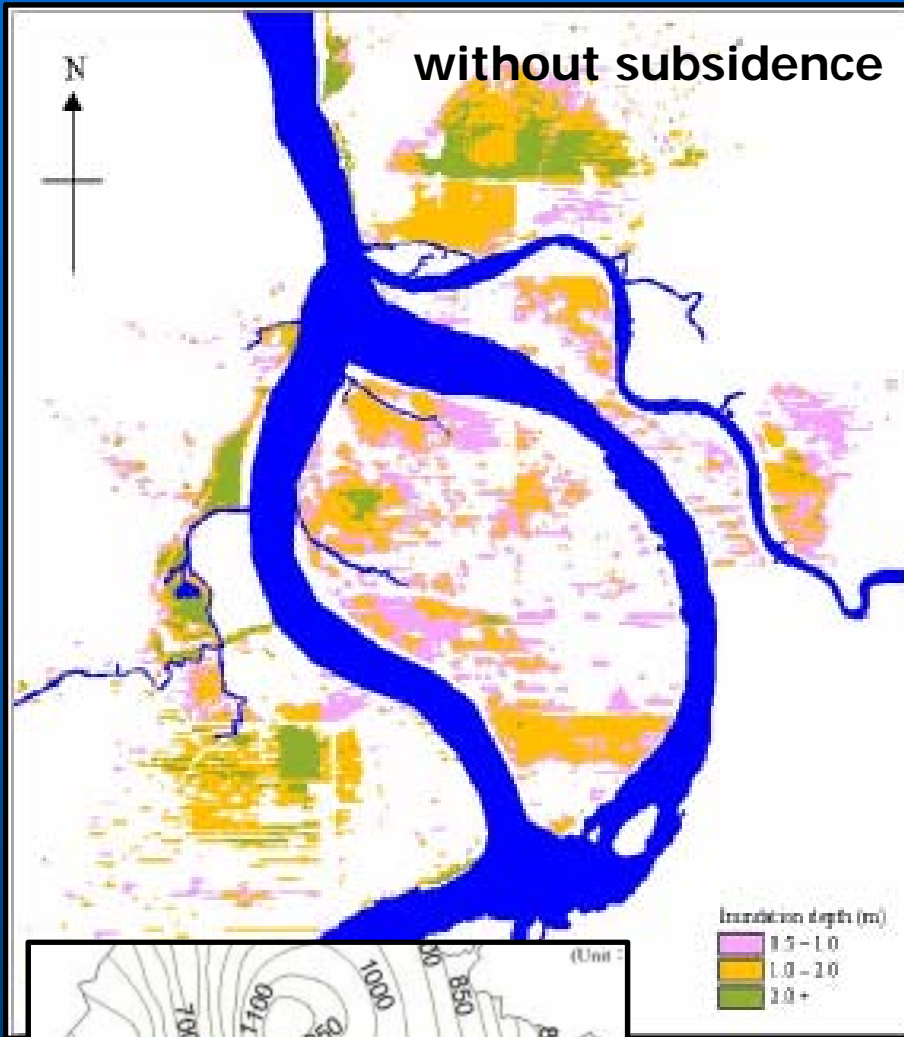
其範圍包含現今基隆河下游及其北側河道、社子島、關渡平原的一部份，郁永河所著《裨海記遊》描繪該湖景色為「由淡水港入，前望兩山夾峙處，曰：甘答門，水道甚隘，入門，水忽廣，湏為大湖，渺無涯矣」。



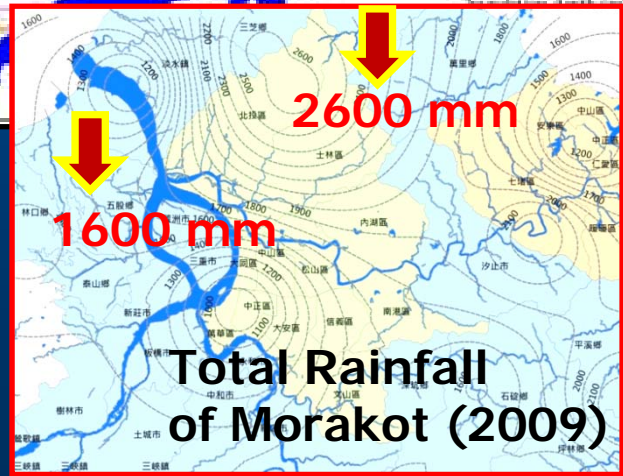
Shanchiao fault
(山腳斷層)

The slip along the fault plane with the maximum slip at the depth of 9 km. The vertical displacement field induced by a magnitude of 7.0 event .

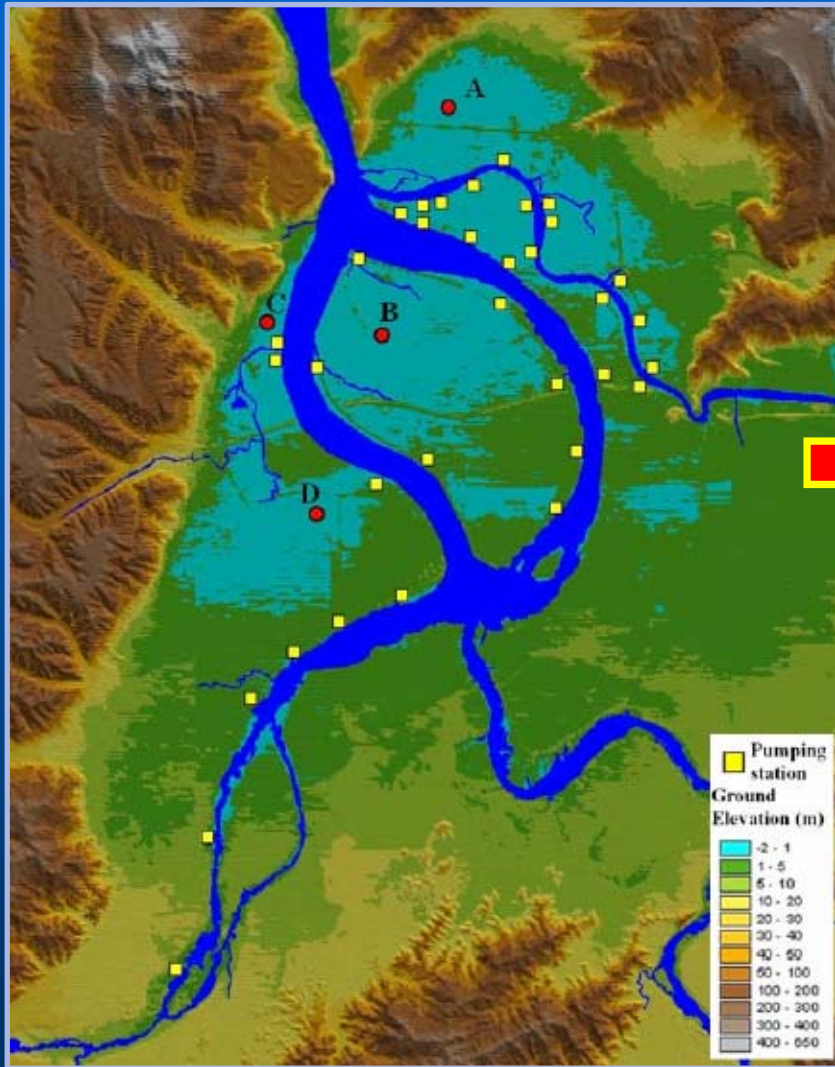




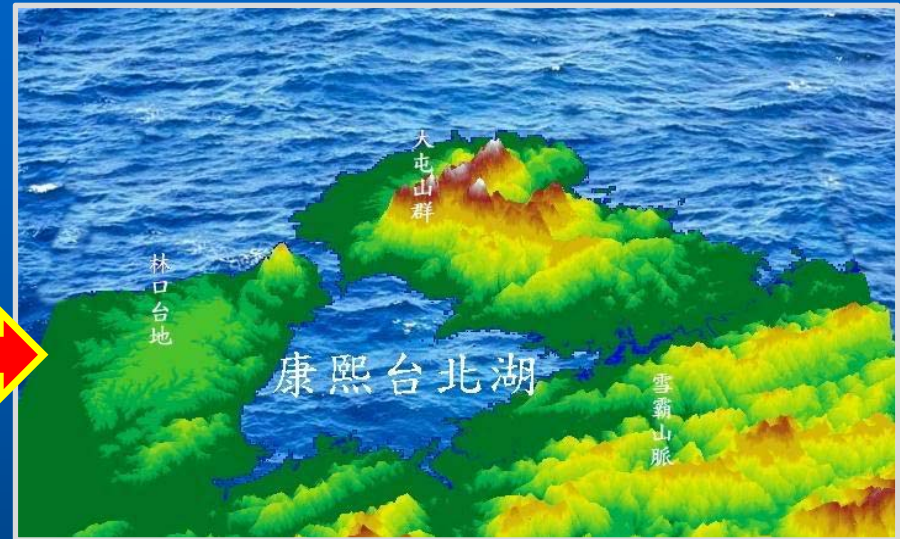
Simulated inundation areas in 200-year 24-hr flood with/without subsidence.



○ Taipei Flood Control Plan (200-yr return-period flood)

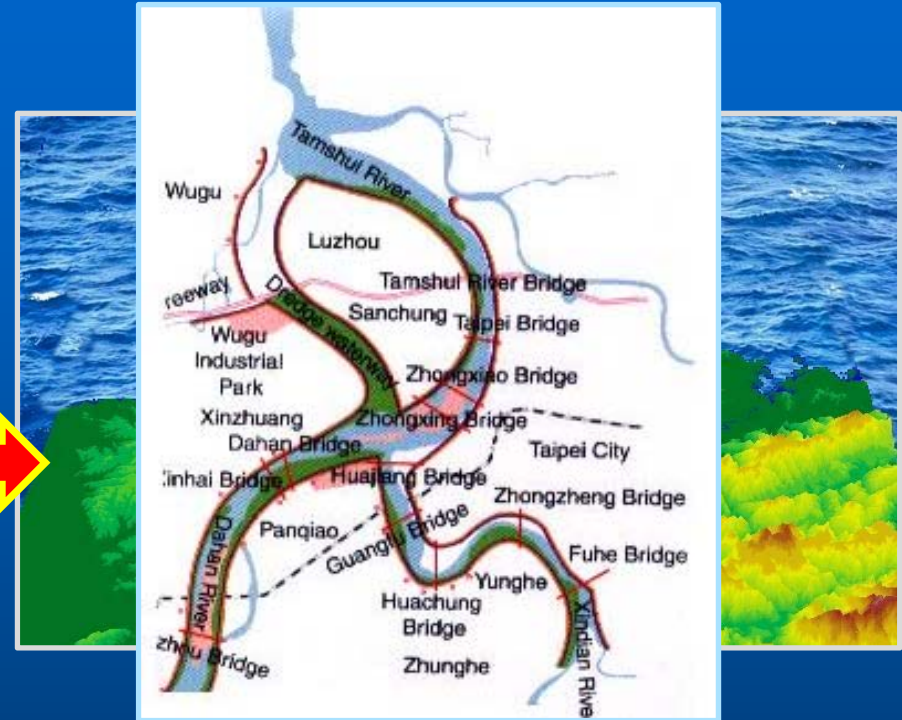
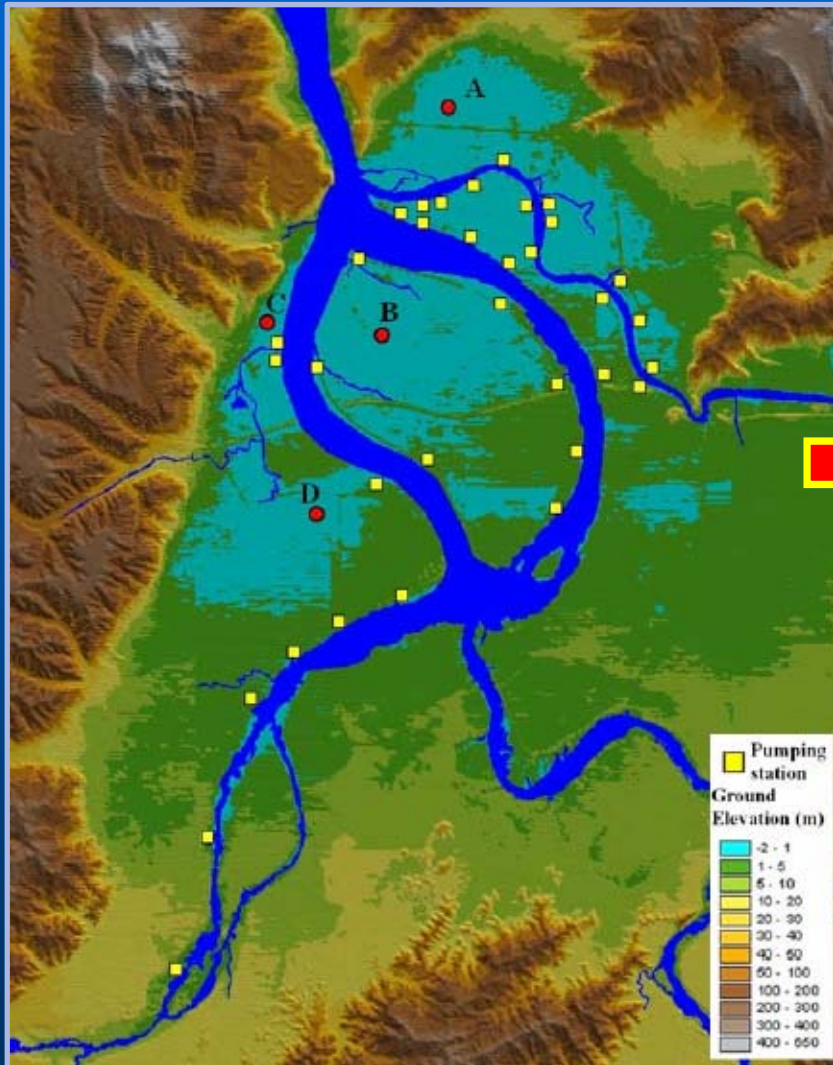


Estimated inundation areas under high tide condition (+1m).



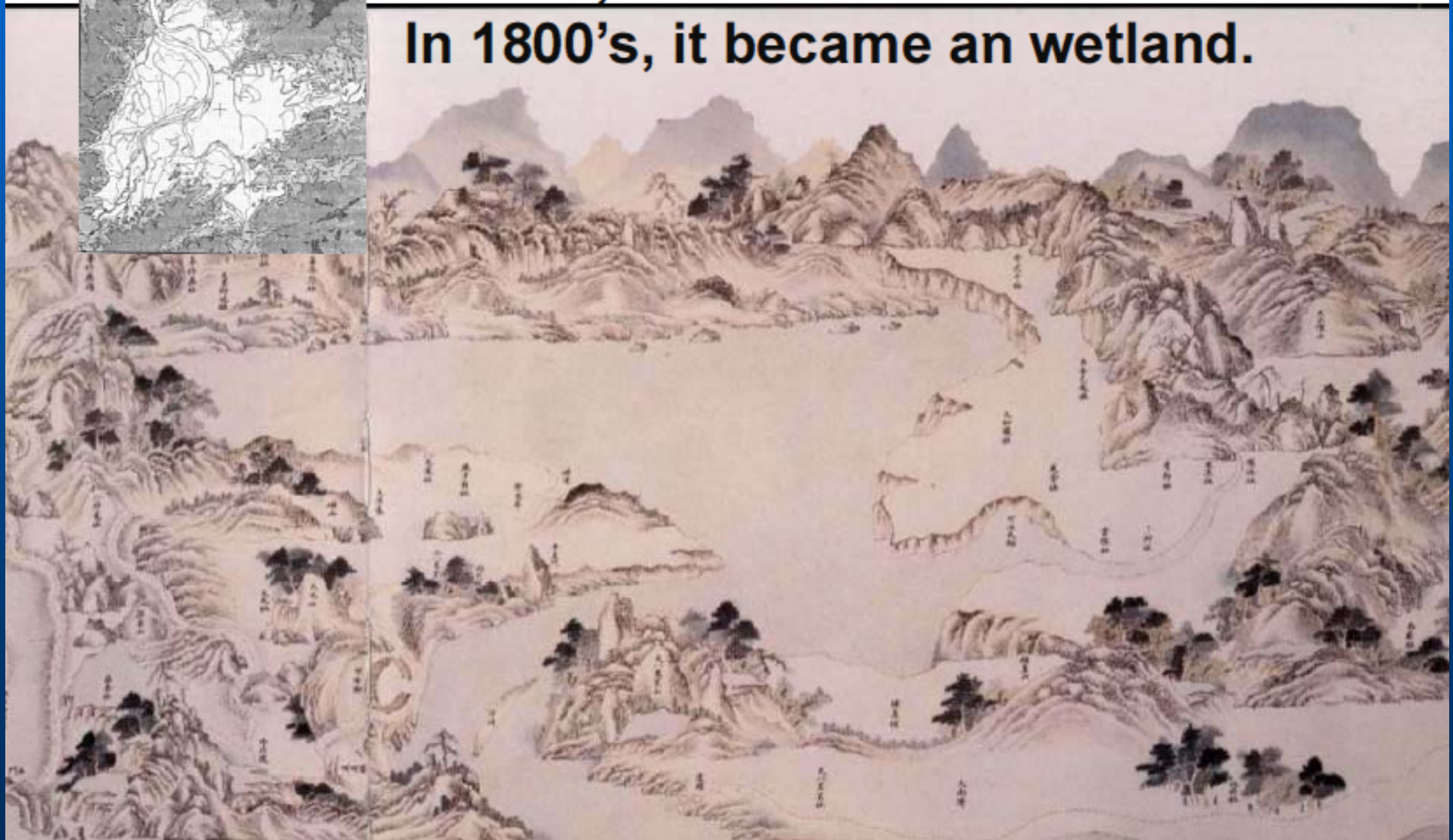
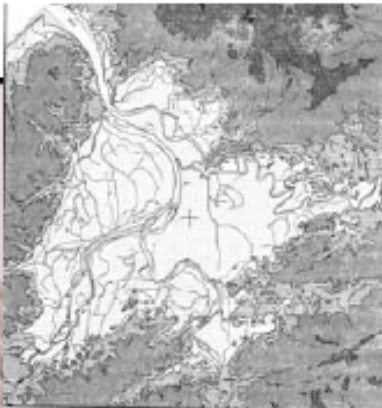
- (1) Flood diversion works
- (2) Levee construction
- (3) Pumping stations
- (4) Drainage systems
- (5) Forecasting/warning system

○ Taipei Flood Control Plan (200-yr return-period flood)



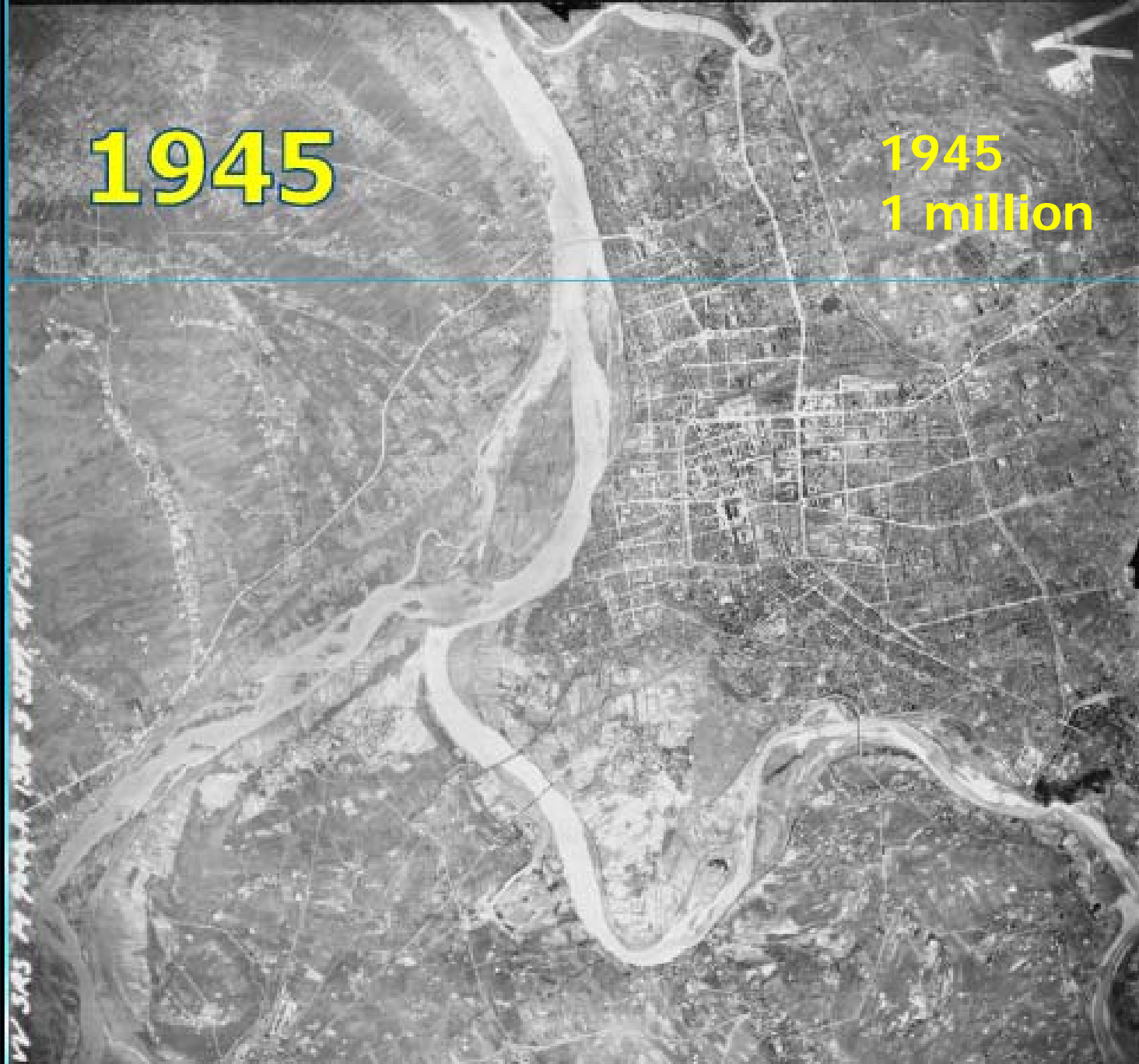
- (1) Flood diversion works
- (2) Levee construction
- (3) Pumping stations
- (4) Drainage systems
- (5) Forecasting/warning system

**In 1694, the area of lake was 150km² .
In 1800's, it became an wetland.**



1945

**1945
1 million**





2010
6.5 million



1945
1 million

Traditional Flood Control

1963

Flooding area 100km²

1996

Flooding area decreases

2001

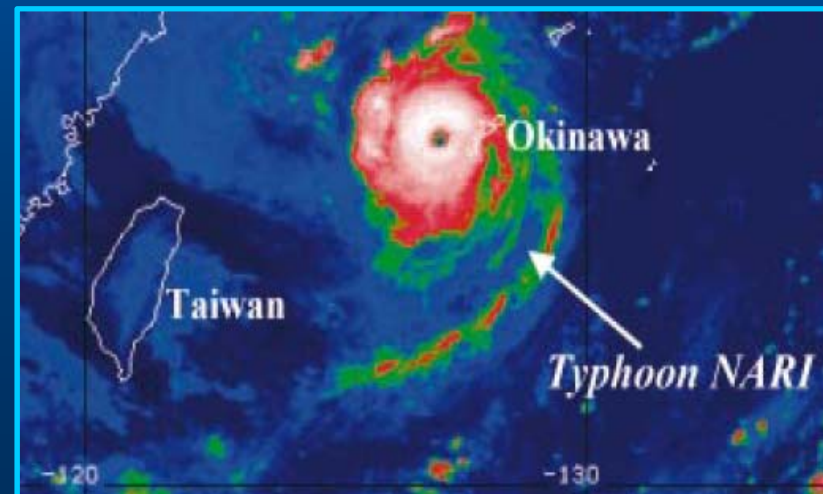
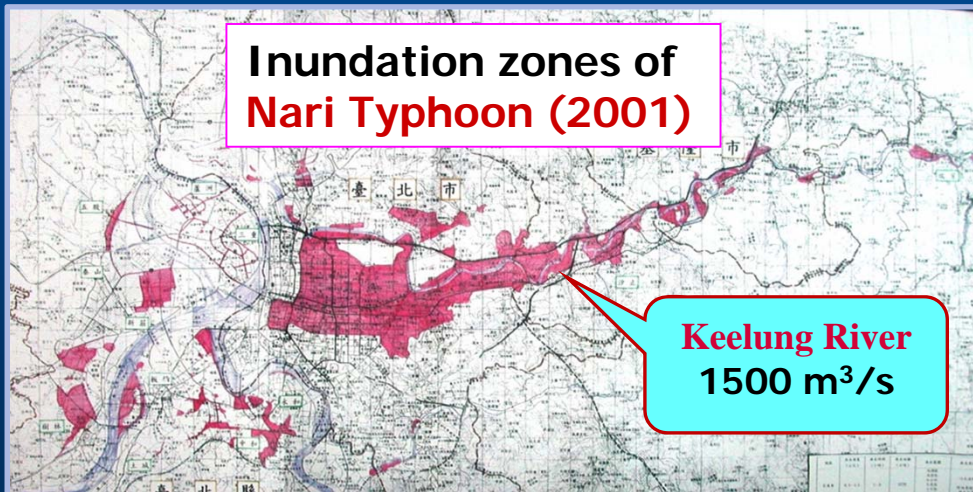
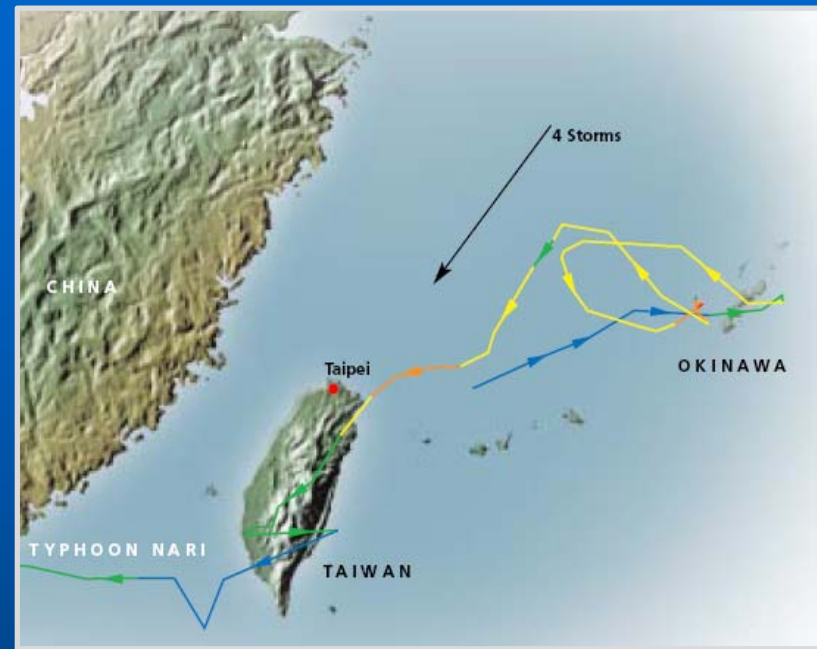
Flooding area increases



Typhoon Events

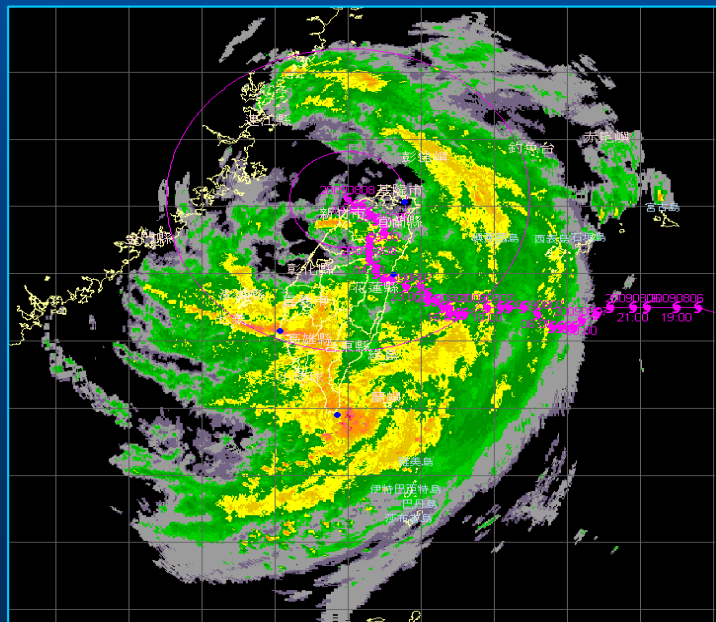
**Typhoon Babs(芭比絲1998),
Xangsane(象神2000) and
Nari(納莉2001)**

severely hit the northern part of
Taiwan, especially along the
Keelung river in the Taipei
metropolitan areas.



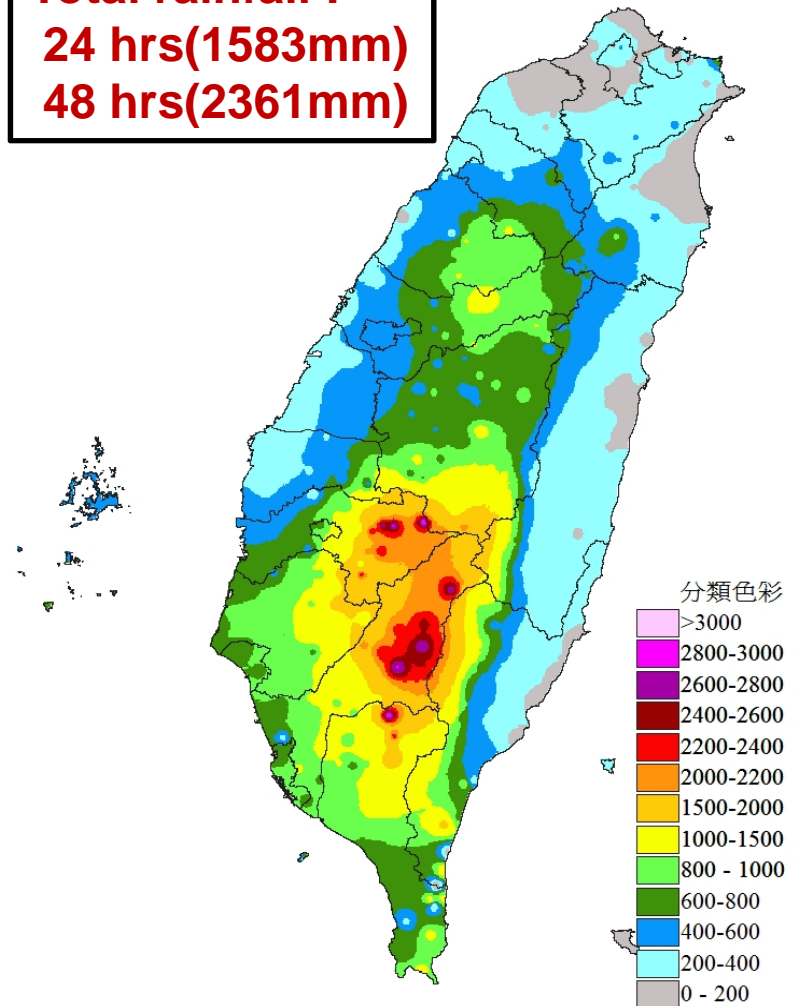


Extreme event: 2009 Typhoon Morakot



2009 莫拉克颱風 0806-0810 累積雨量

Total rainfall :
24 hrs(1583mm)
48 hrs(2361mm)

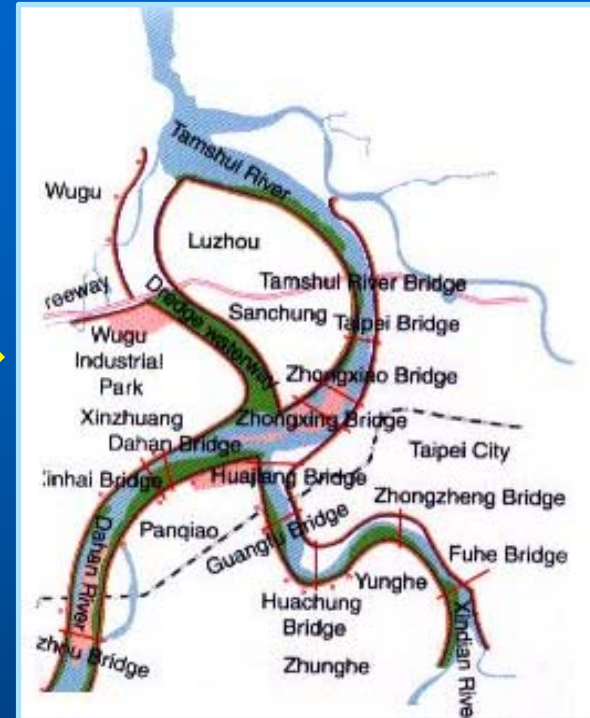
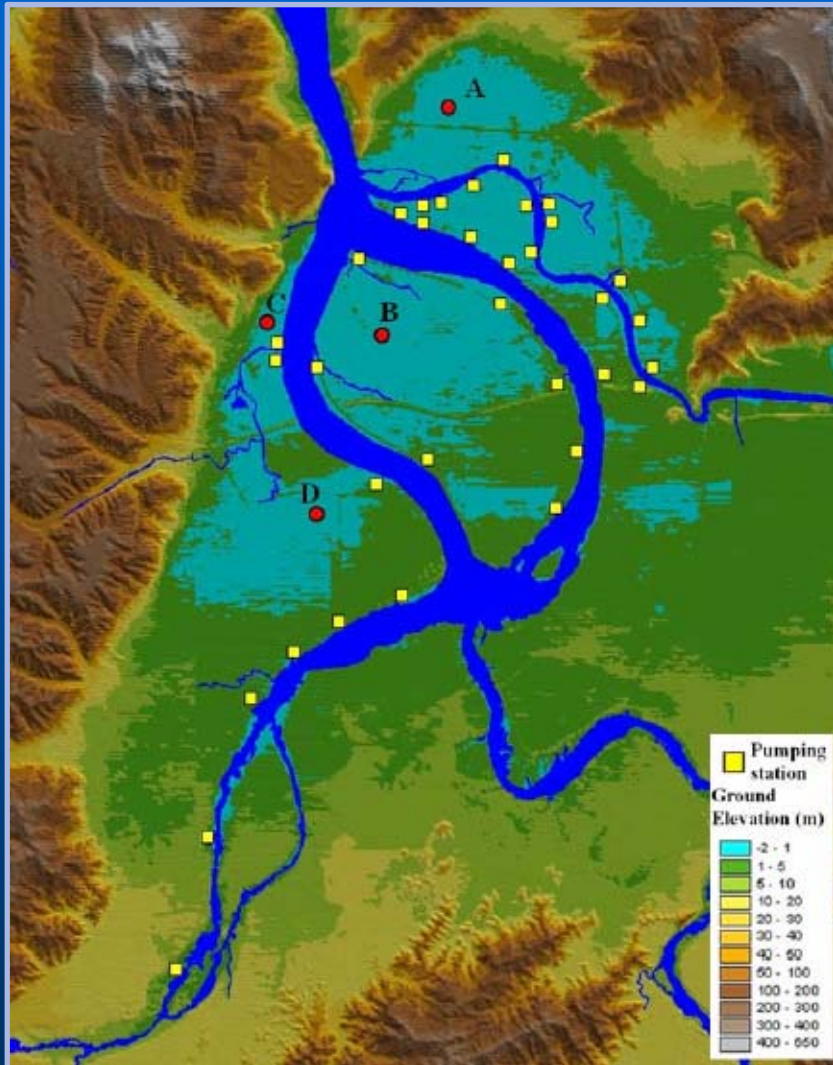


Overflow along downstream of the Keelung River

(Typhoon Morakot in Taipei Metro)



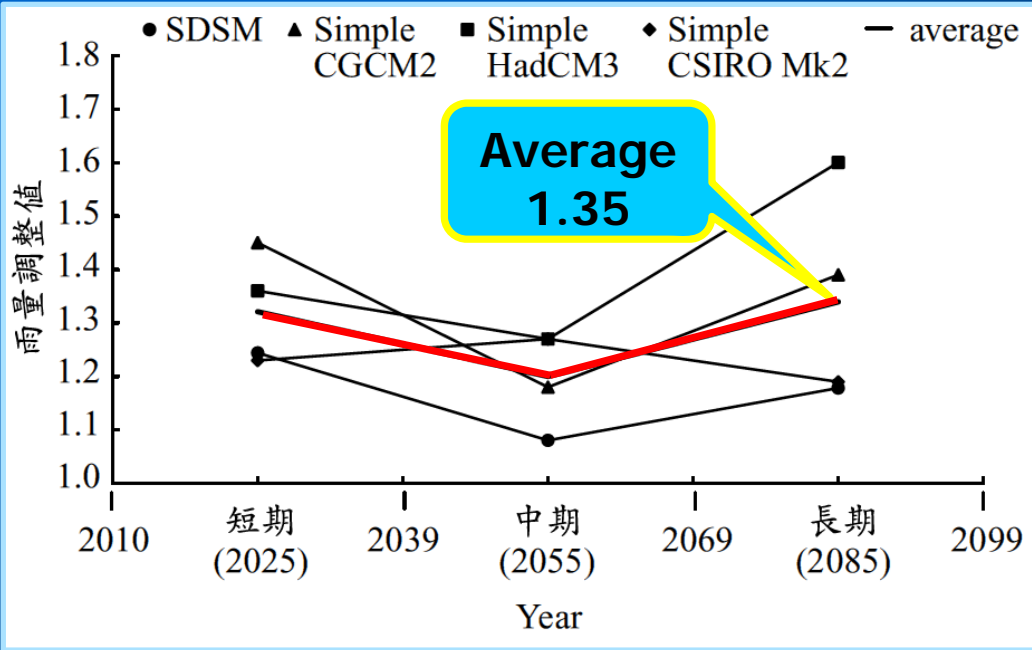
○ Taipei Flood Control Plan (200-yr return-period flood)



- (1) Flood diversion works
- (2) Levee construction
- (3) Pumping stations
- (4) Drainage systems
- (5) Forecasting/warning system

Rainfall amount changes rate

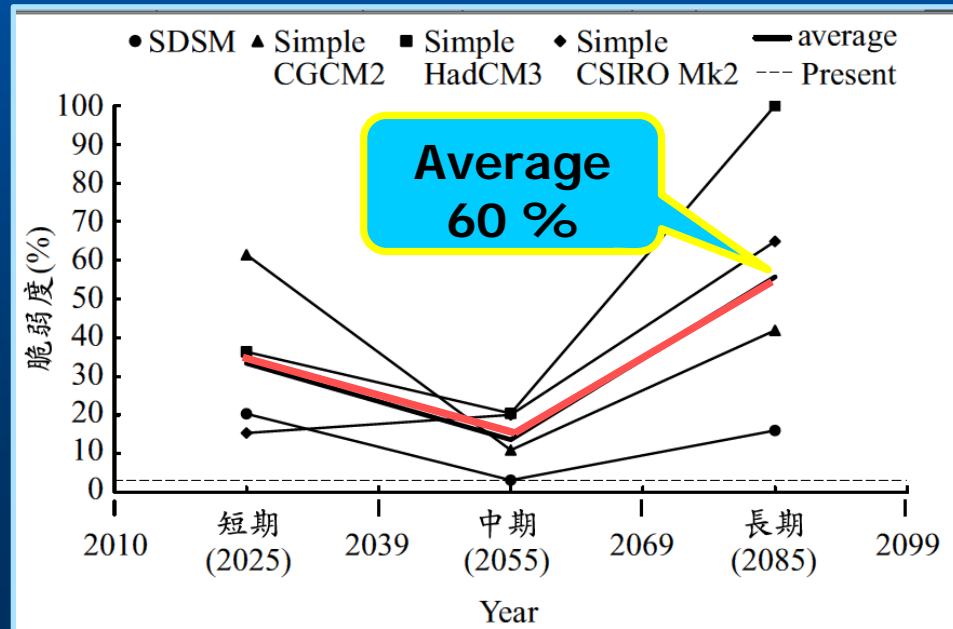
IPCC (1990-2007)
Assessment Report



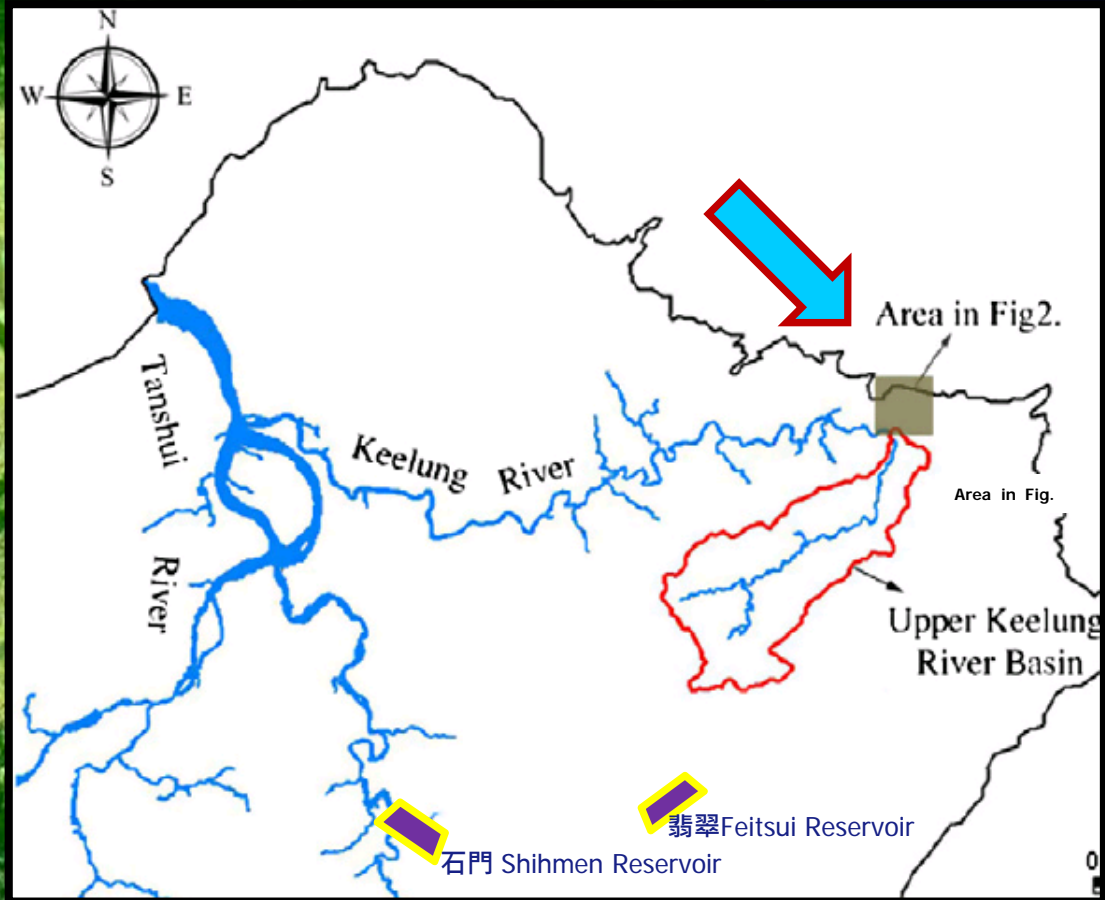
Based on Special Report on Emission Scenario (SRES) B2 for Climate Change.

Vulnerability (%)

Rainfall amount changes rate and its Vulnerability (%) in the Tamshui River Basin by B2 (淡水河流域B2 情節氣候變遷雨量變化及脆弱度趨勢)



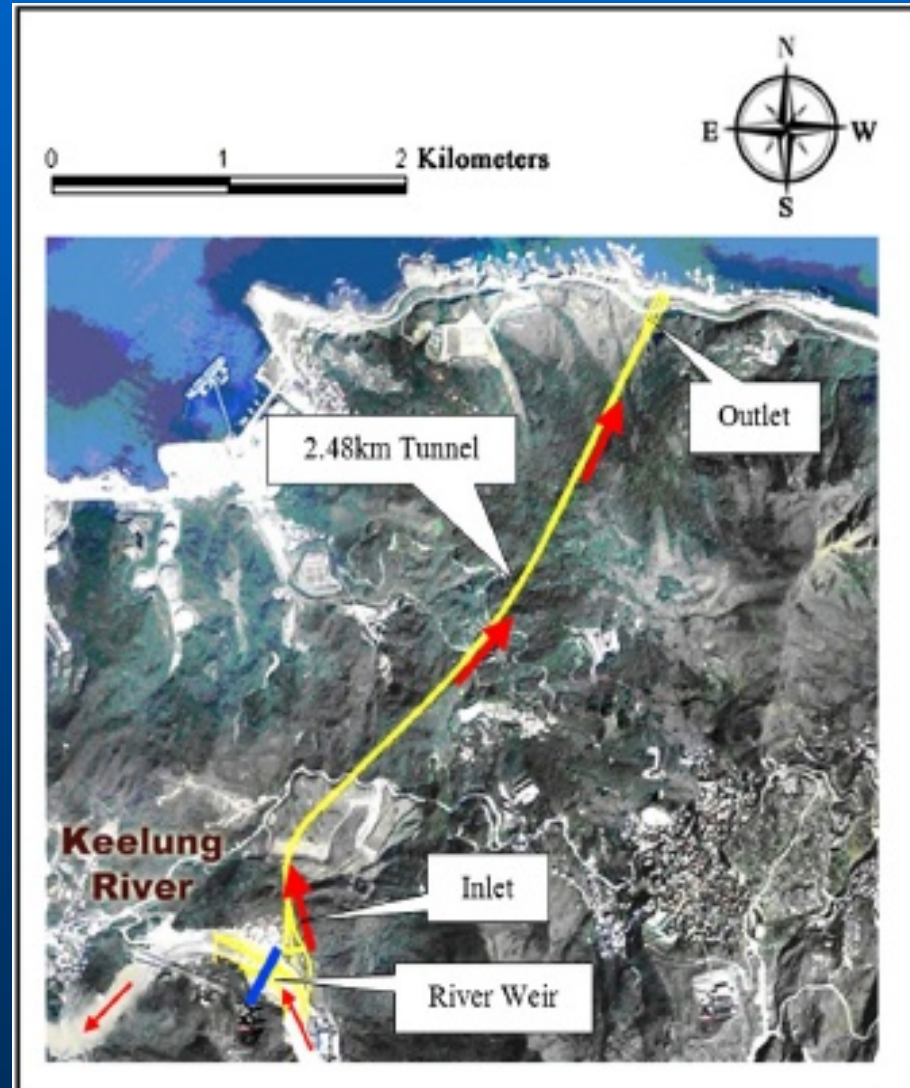
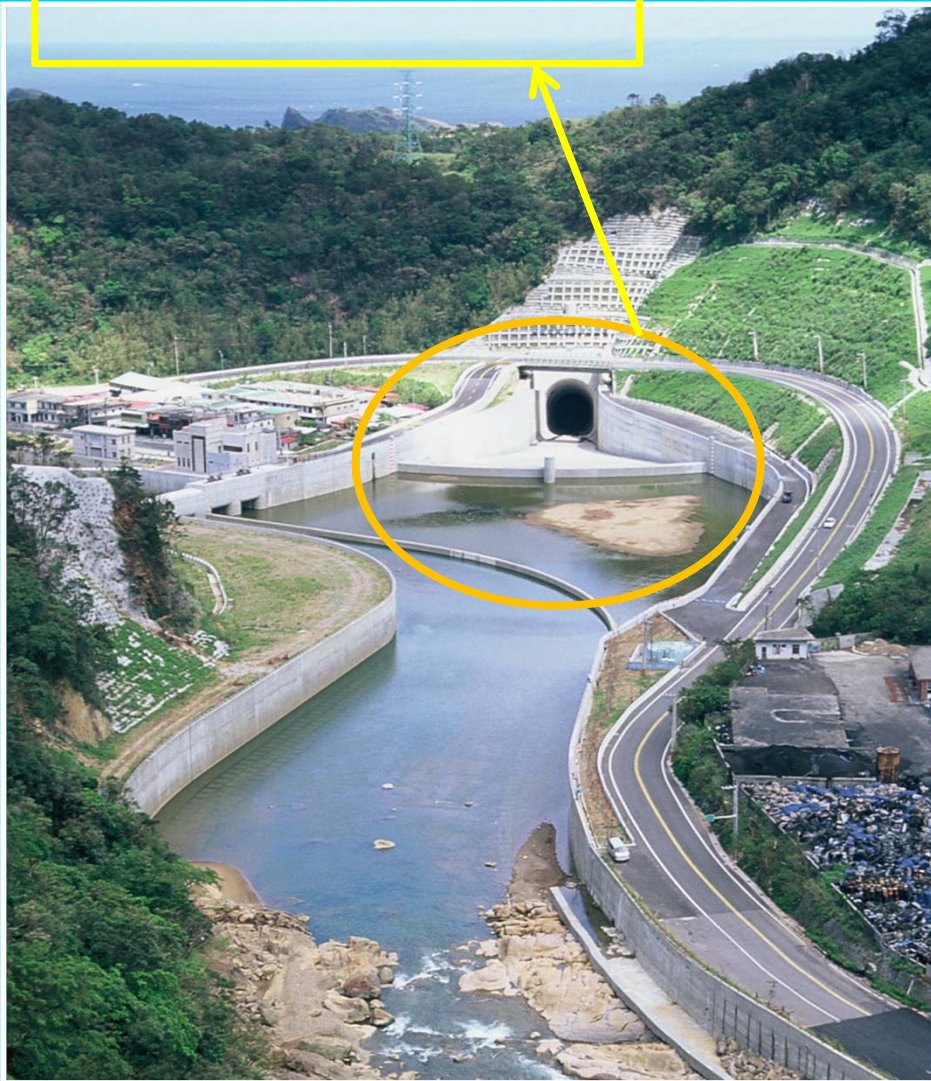
(1) Yuansantze Flood Diversion Works



(1) Yuansantze Flood Diversion Works

$Q_{\text{peak}} = 1310 \text{ m}^3/\text{s}$

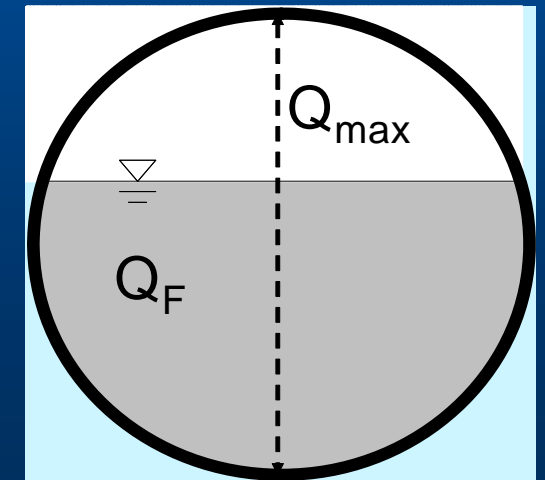
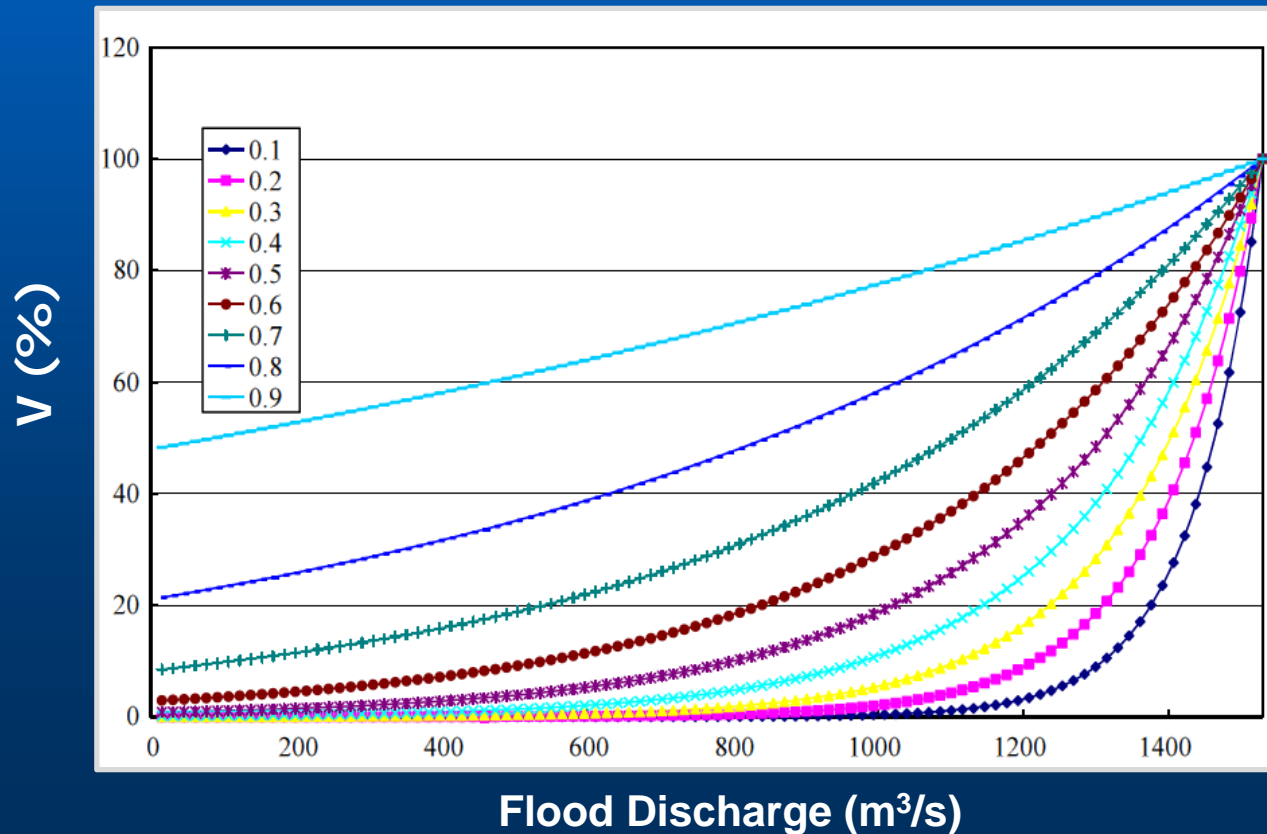
員山子分洪工程概要



(1) Vulnerability Analysis of Yuansantze Flood Diversion

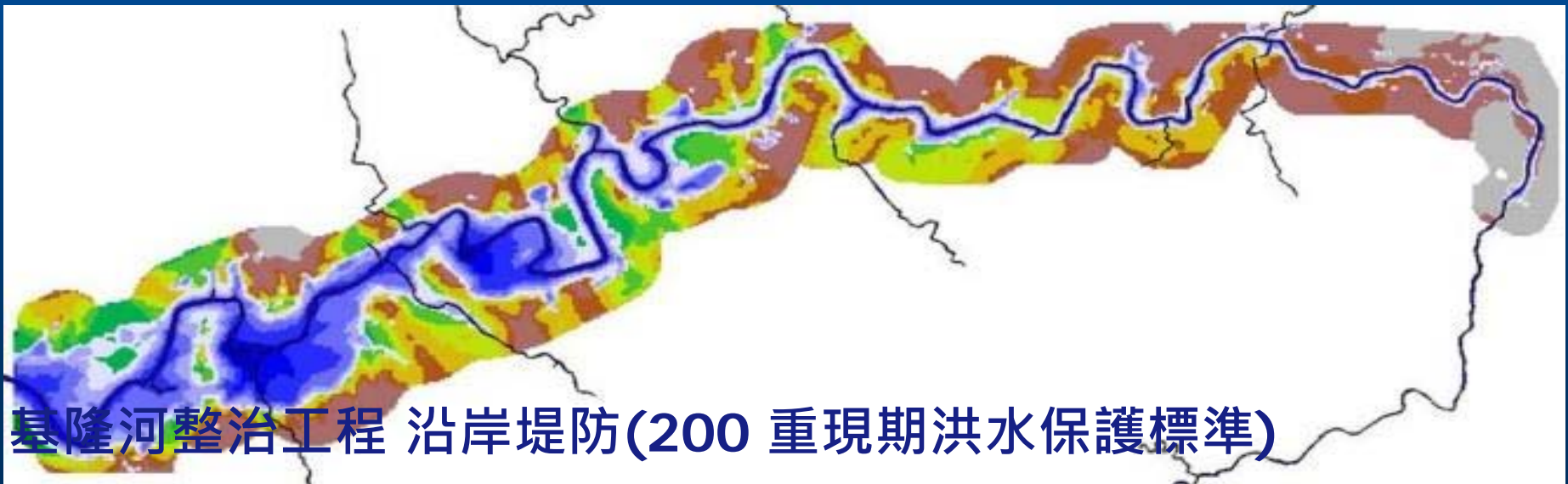
員山子分洪設施脆弱度評估

$$V_{\text{Flood Diversion}} = \exp\left(\frac{\ln(a) \times \min((Q_F - Q_{\max}), 0)}{Q_{200} - Q_{\max}}\right) \times 100\%$$



基隆河谷

- ❖ 上游山區因地勢高坡度陡，降雨產生之逕流量會快速流入中、下游平原地區，故另用**山區逕流模式**計算上游地區逕流量。
- ❖ 山區逕流模式所計算之上游地區逕流量，是以上游側**入流**邊界條件代入平地淹水模式。

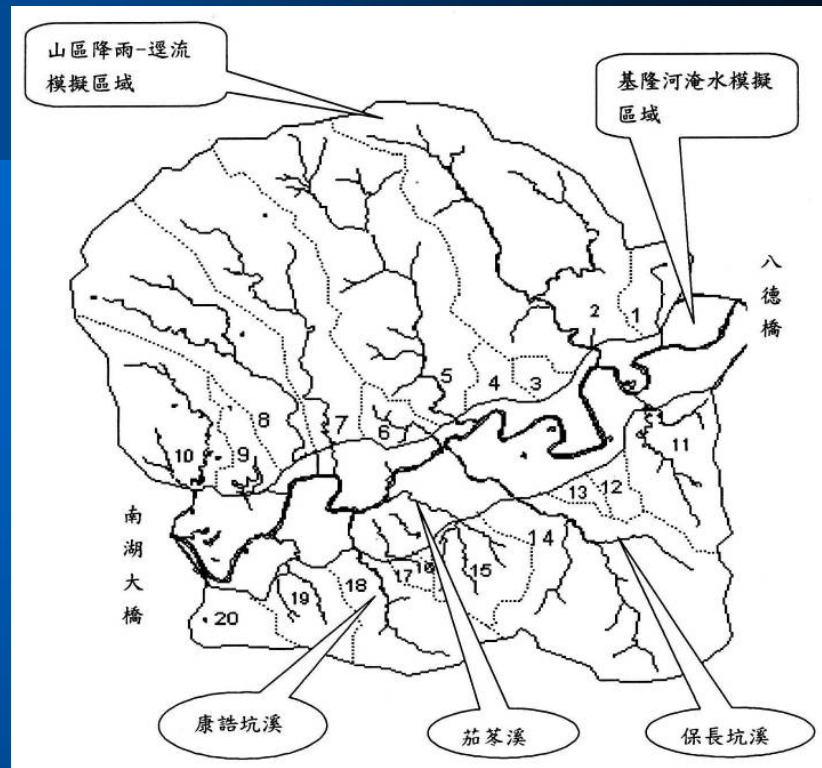


基隆河整治工程 沿岸堤防(200 重現期洪水保護標準)



基隆河谷

- ❖ 上游山區因地勢高坡度陡，降雨產生之逕流量會快速流入中、下游平原地區，故另用**山區逕流模式**計算上游地區逕流量。
- ❖ 山區逕流模式所計算之上游地區逕流量，是以上游側**入流**邊界條件代入平地淹水模式。



基隆河整治工程 沿岸堤防(200 重現期洪水保護標準)

Flood mitigation infrastructure in lowland cities



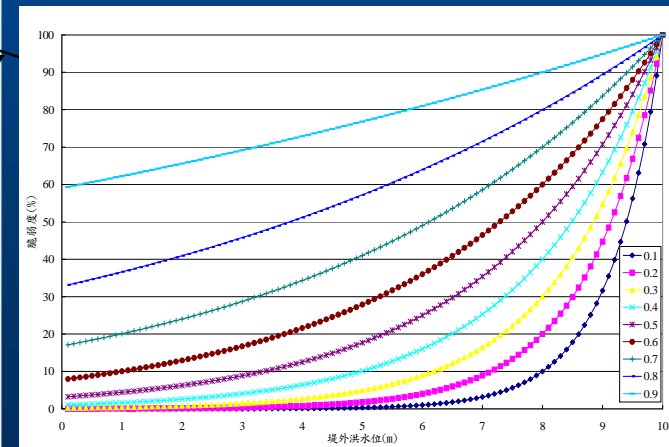
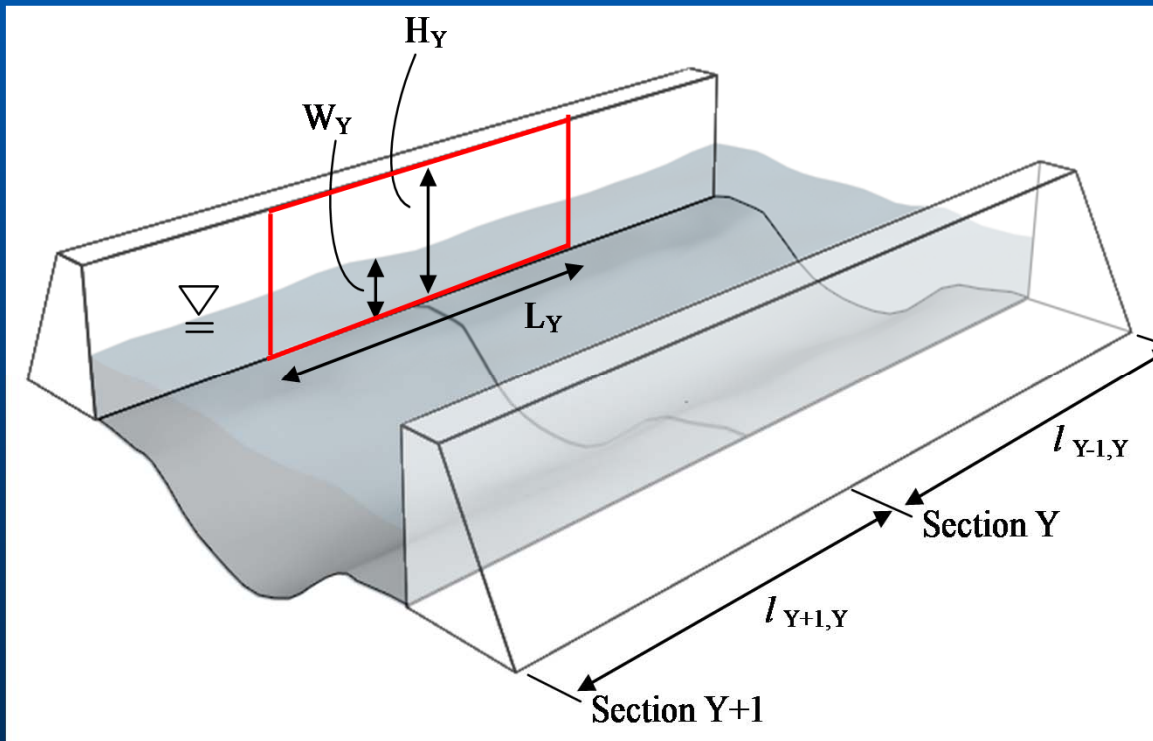


(2) Vulnerability Analysis of Levee Construction

河堤系統脆弱度評估

$$V_{Levee,i} = \exp\left(\frac{\ln(a) \times \min((W_i - H_i), 0)}{H_{i,n} - H_i}\right) \times 100\%$$

$$S_{Levee, System} = \frac{\sum_i V(i) \times L_i}{\sum_i L_i}$$



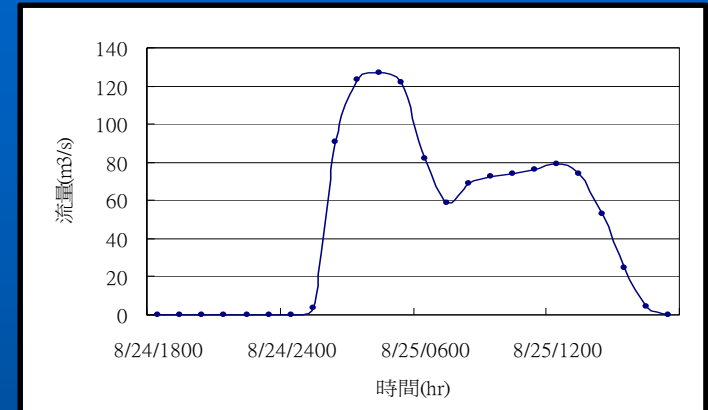
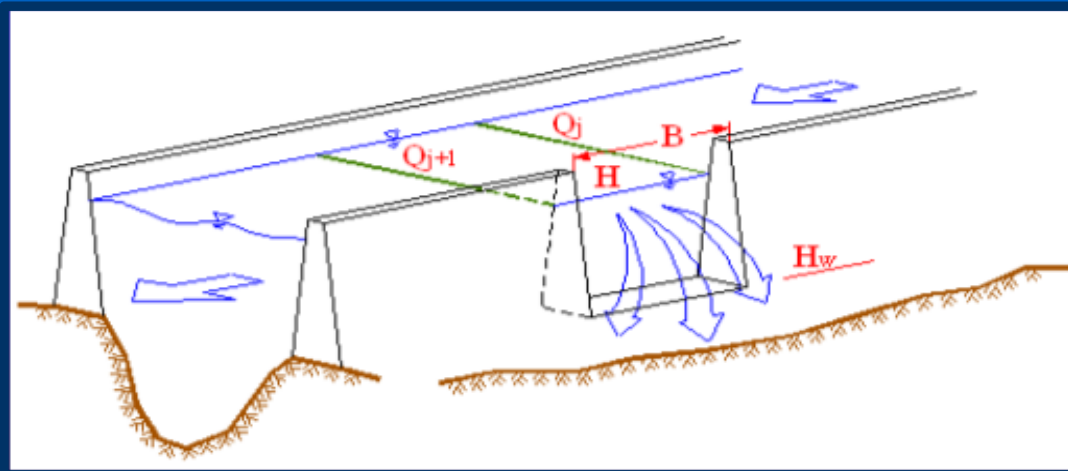
(2)-1

Levee Overflow/Breach

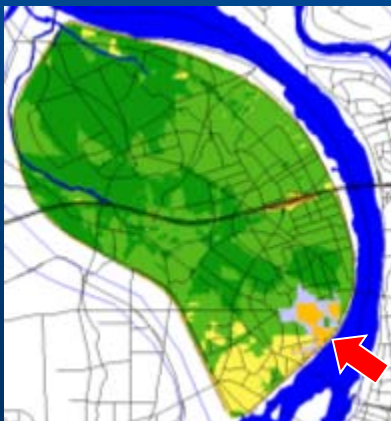
Overflow:

$$q_0 = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} (H - H_w)^{3/2}$$

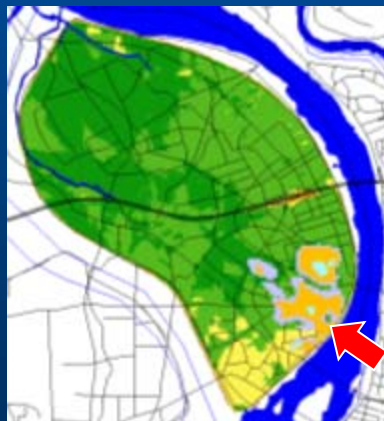
潰溢堤淹水模擬



Hydrograph of breach discharge (2004, Typhoon Aere)



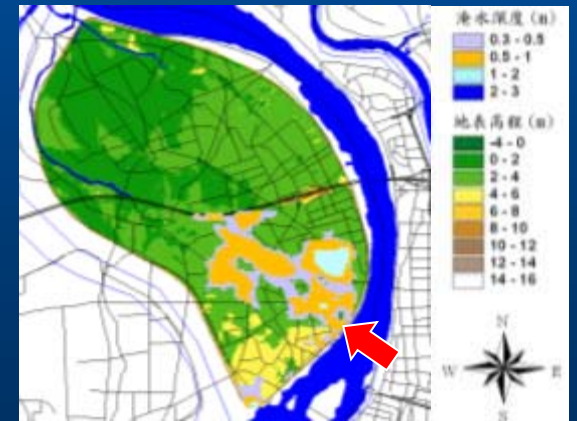
2nd hr



4th hr



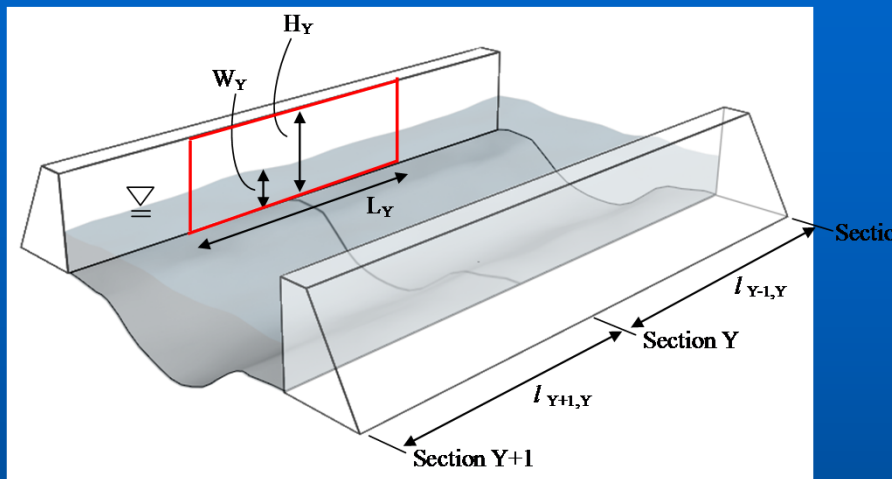
6th hr



8th hr

(2)-2

Levee Overflow/Breach

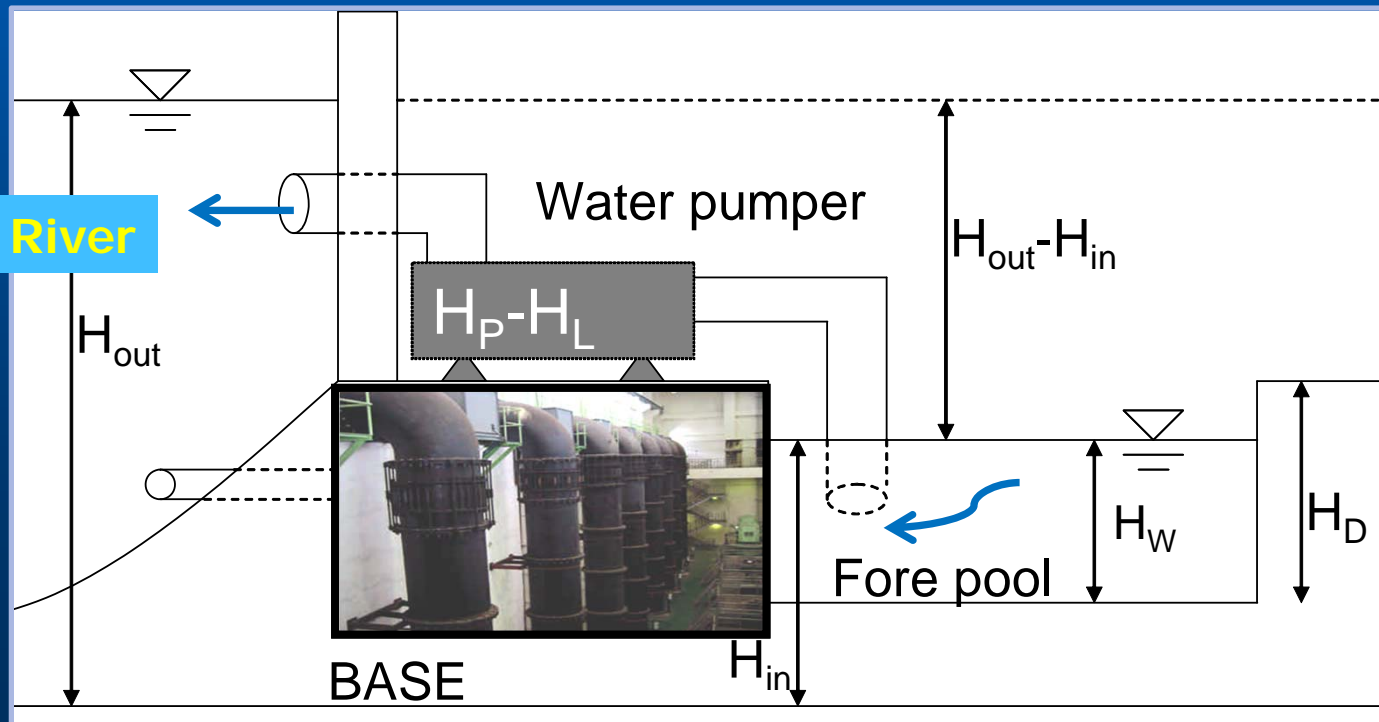


(3) Vulnerability Analysis of Pumping Stations

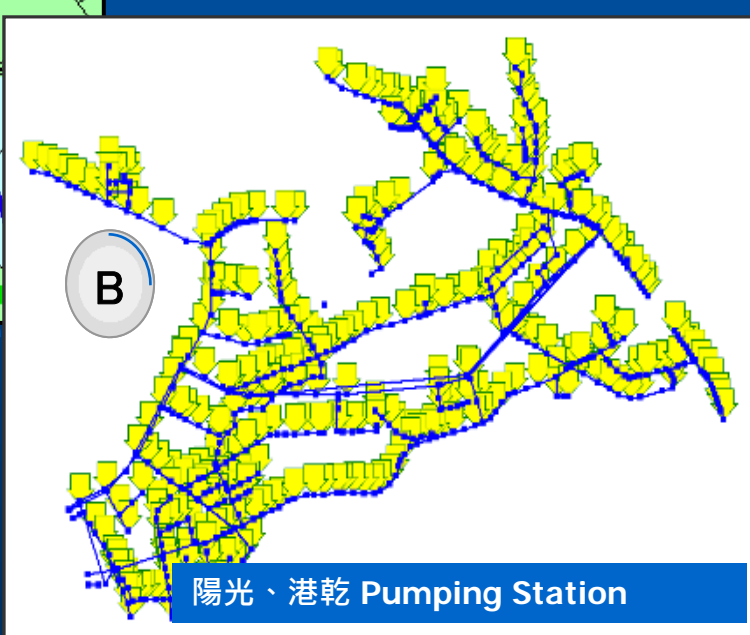
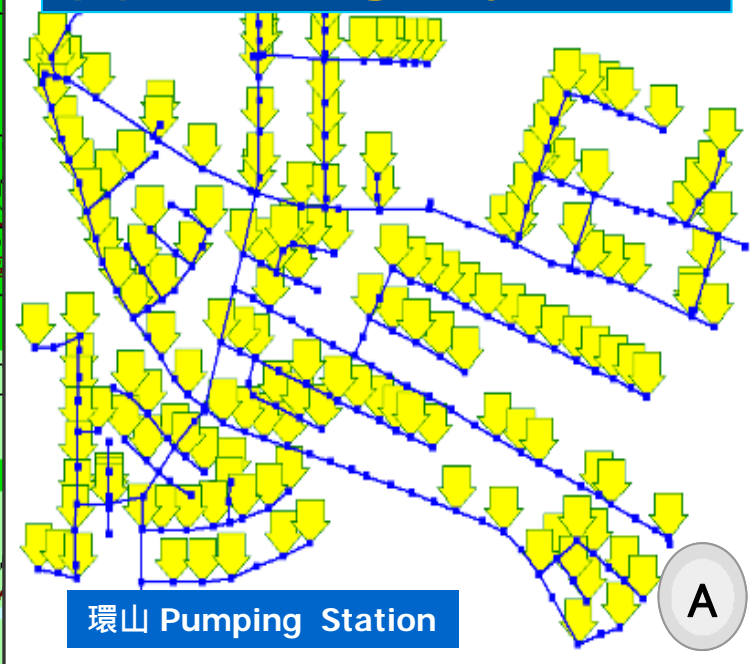
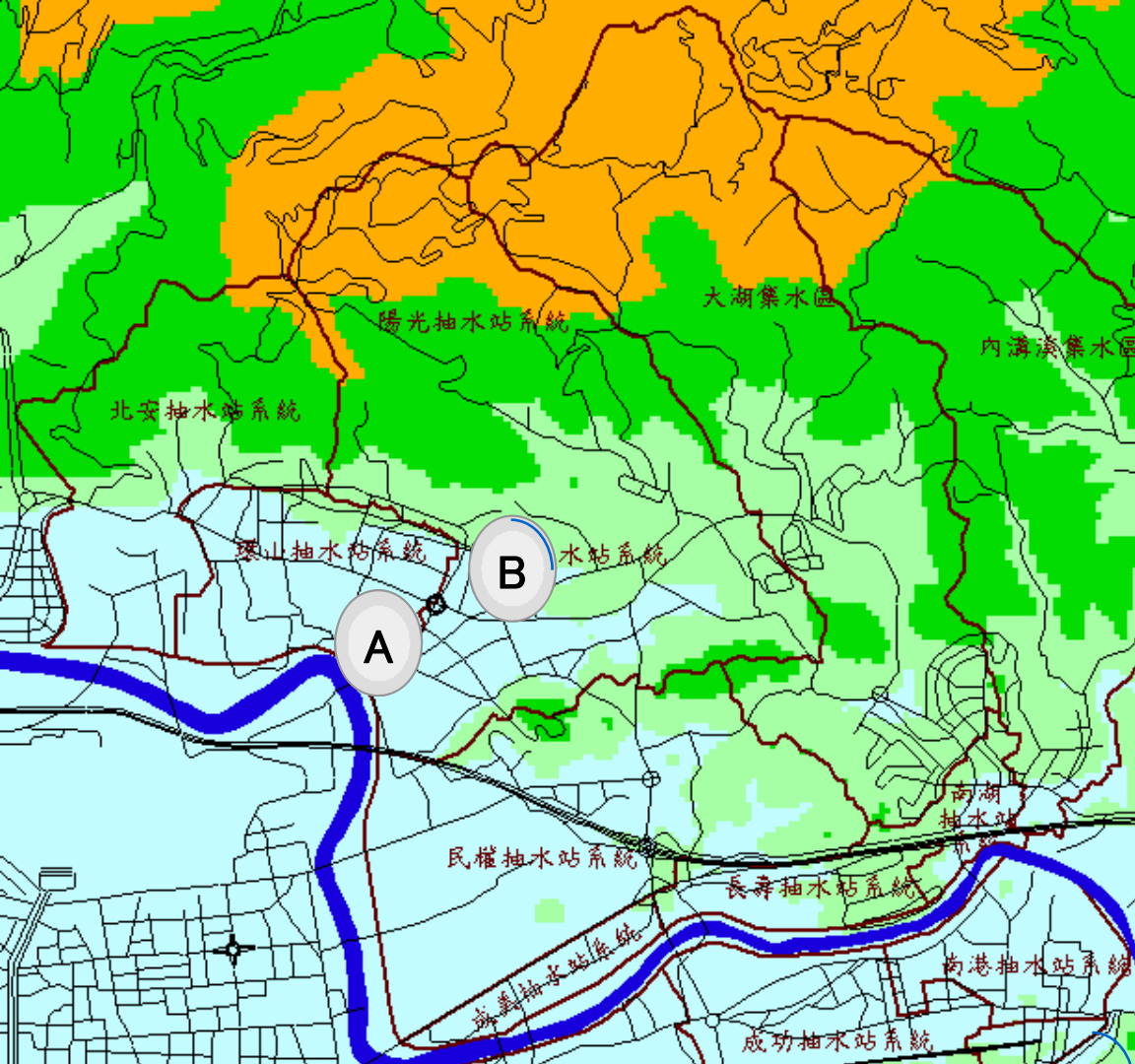
$$V_{\text{Pump, System}} = \frac{\sum_i V_{\text{Pump}, i} \times A_i}{\sum_i A_i}$$

抽水機系統脆弱度評估

$$V_{\text{Pump}, i} = \max \left\{ \min \left(\frac{\max(H_{\text{out}} - H_{\text{in}}, 0)}{H_P - H_L}, 1 \right), \min \left(\frac{H_W}{H_D}, 1 \right) \right\} \times 100\%$$



(4) Drainage systems



ID	1000
Node1	1
Node2	3
Type	6
Length	200
Roughness	0.014
InitialFlow	<input type="checkbox"/>
Area	0
Depth	1.2
Width	8
Invert1	2
Invert2	2
SideSlope1	0
SideSlope2	0

initial flow

The design capacity for drainage system: only **5-yr return-period** rainfall intensity.

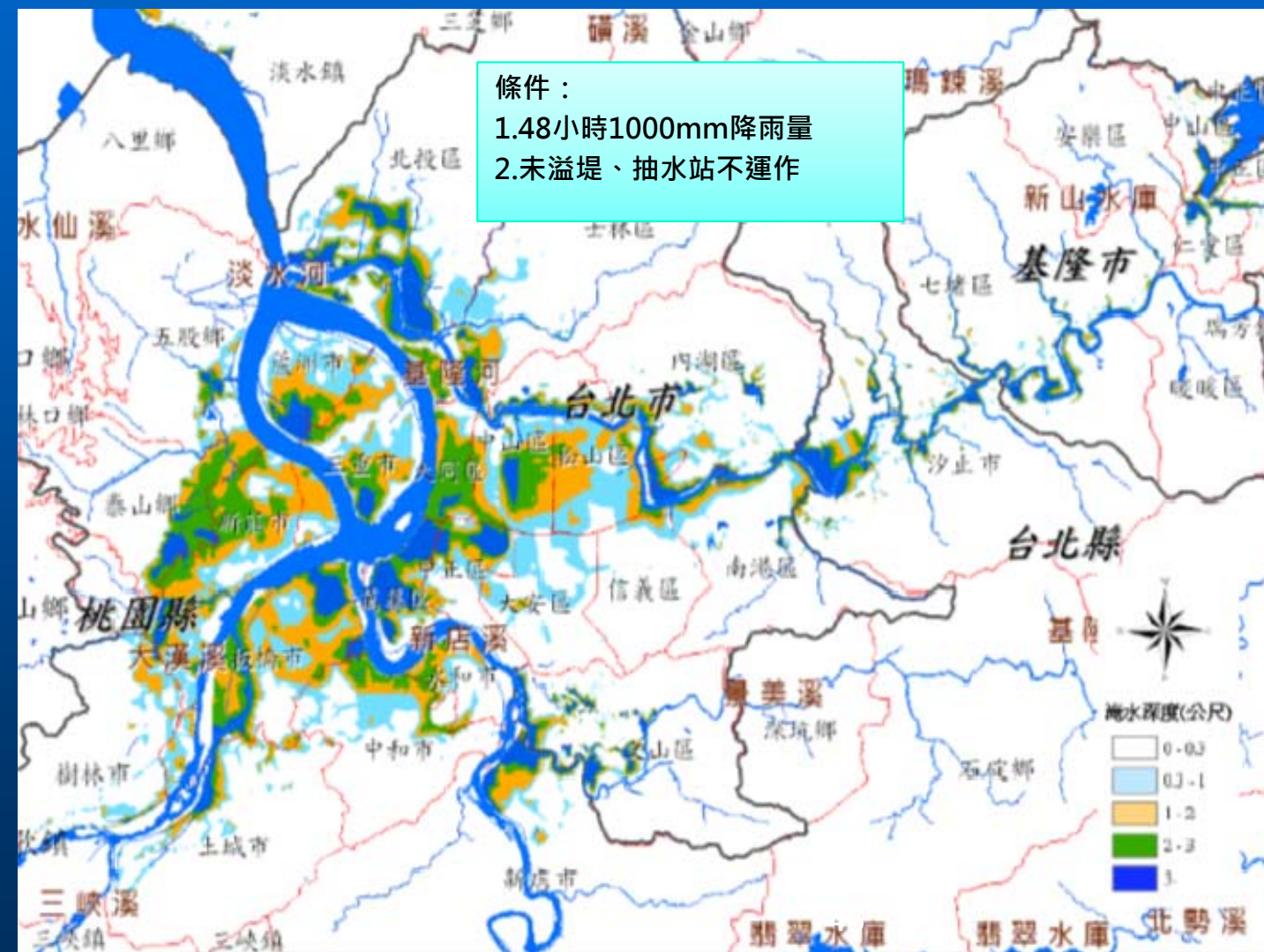
莫拉克颱風情境模擬

條件：
1.48小時1000mm降雨量
2.未溢堤、抽水站不運作

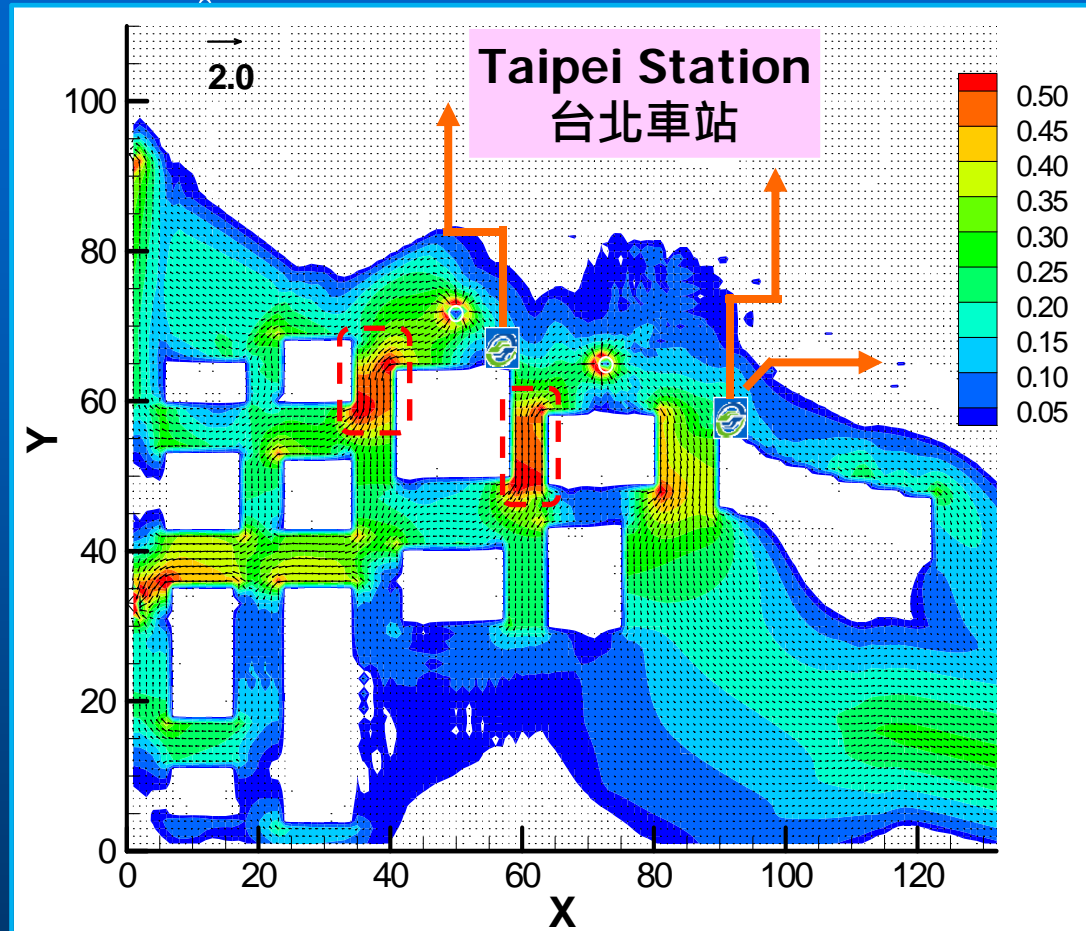
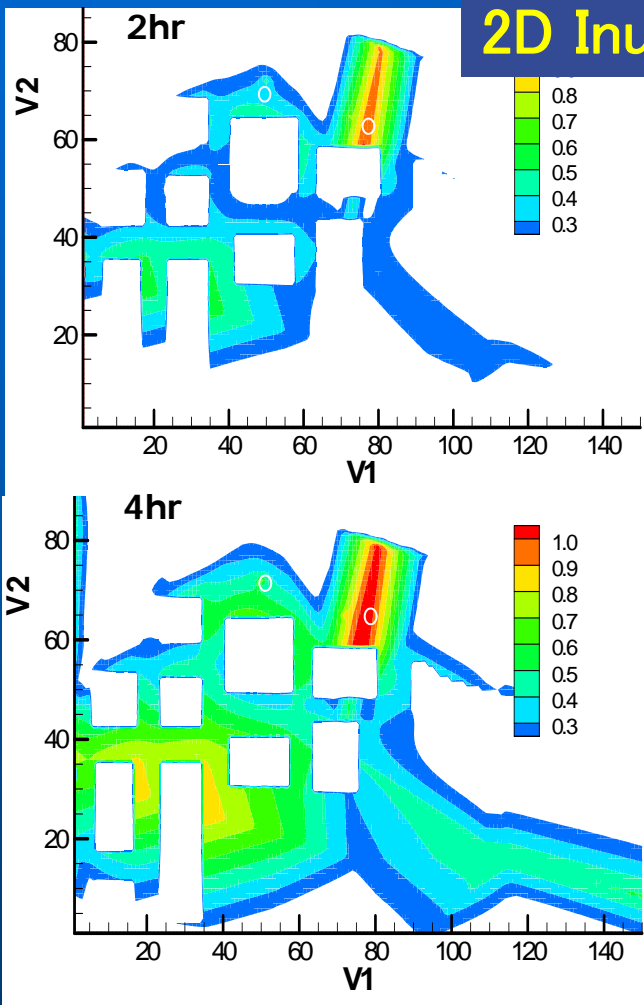
(1) 淹水深度大於1公尺之面積百分比38%

(2) 淹水最深的地區發生在臺北市萬華區西側、北投區、內湖區與臺北縣汐止市

(3) 總統府、臺北火車站與西門商業區這些重要設施位於中正區西側與萬華區地勢相對低窪區域，淹水深都可達2公尺以上



2D Inundation Modeling for Evacuation



2D Inundation Modeling for **velocity field and depth** (台大二維淹水模式演算之水深及流速)

-  淹水警戒區域
-  疏散撤離路線
-  捷運出口

Adaption Strategy (調適策略)

Flood risk is an integral part of social and economic processes and is often increased by **human interference** with **natural hydrometeorological phenomena**.

(調適策略必須兼顧氣候變遷衝擊程度、調適能力、及對社會經濟之衝擊等因素)

- **population and economic growth -- intense use of water/ land.**
- **integrated flood risk management by river basin planning.**
- **flood-prone areas due to land subsidence and development.**
- **climate change making extreme events severe and frequent.**



Reduce vulnerability (降低脆弱度)

Adaption Strategy (調適策略)

Flood risk is an integral part of social and economic processes and is often increased by **human interference** with **natural hydrometeorological phenomena**.

(調適策略必須兼顧氣候變遷衝擊程度、調適能力、及對社會經濟之衝擊等因素)

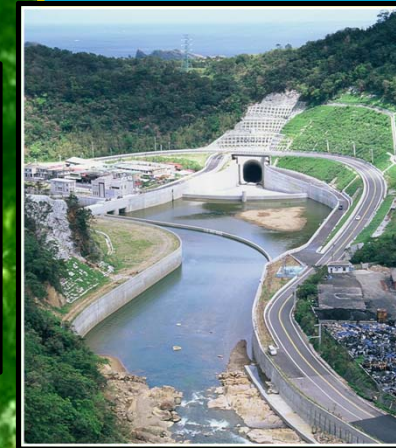
- **population and economic growth -- intense use of water/ land.**
- **integrated flood risk management by river basin planning.**
- **flood-prone areas due to land subsidence and development.**
- **climate change making extreme events severe and frequent.**



- (1) Flood diversion works**
- (2) Levee construction**
- (3) Pumping stations**
- (4) Drainage systems**
- (5) Forecasting/warning system (非工程方法)**

Lowland Areas in Taipei Metro

(1) Flood diversion works
員山子分洪工程



(2) Floodplains with levees
關渡, 社子島開發



(3) Floodplain with levee
五股疏左高保護



(4) Floodway
二重疏洪道
大台北都會公園



石門 Shihmen Reservoir

翡翠 Feitsui Reservoir

工程規劃

類別	工程規劃
河川	<ul style="list-style-type: none">•護岸加強•低窪地區增設抽水站•堤防加高/強化•降低洪水平原•疏濬•護岸自然營造
雨水下水道	<ul style="list-style-type: none">•管渠疏濬•調節池、分水路設置•雨水調整池設置
雨水貯留	<ul style="list-style-type: none">•雨水貯留設施設置(公園貯留)
雨水滲透	<ul style="list-style-type: none">•增加透水性設施

非工程規劃

1. 洪水平原管理
2. 洪水預警
3. 洪水預報
4. 緊急疏散避難與安置計畫
5. 防洪教育宣導、防汛志工
6. 洪災保險
7. 水門及抽水站防洪操作



行動方案-策略

調適策略	調適措施	近	中	遠
改善河川水利設施防護能力	1. 強化流域洪水分攤能量	√	√	√
	2. 強化土砂管理	√	√	√
提高保全對象耐災能力	1. 落實河川環境營造與管理		√	√
	2. 強化洪水平原管理(制)	√	√	√
	3. 強化易淹水地區土地利用管制		√	√
	4. 推動防汛社區與防災宣導	√	√	√
	5. 推動耐洪建築物		√	√
	6. 規畫多目標蓄洪空間(能量)	√	√	√
	7. 推動洪水災害保險制度			√
強化災害應變能力	1. 精進洪水預報、警戒技術	√	√	√
	2. 制訂與演練緊急應變及避災標準作業程序	√	√	√

災害防救監測預警系統平台

資料庫 { 即時資料(介接)
典藏資料(ILC, 歷史)

模式庫 { 水文、水理
沖刷、淹水

加值展示應用 { 守視、預警
應變、決策

防災資料

QPESUMS
雷達雨量

系集預報
雨量資料

長期預報
雨量資料

潮汐水位
監測資料

橋梁安全
沖刷監測

模式模擬

地表淹水
模擬

河川水理
模擬

下水道排
水模擬

橋梁沖刷
模擬

結構物
安全模擬

預警發布

淹水預警

水位預警

坡地預警

土石流預警

水庫預警

應變決策

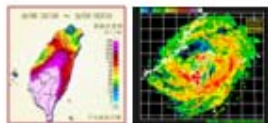
抽水機調度

抽水站預抽

疏散撤離

水閘門操作

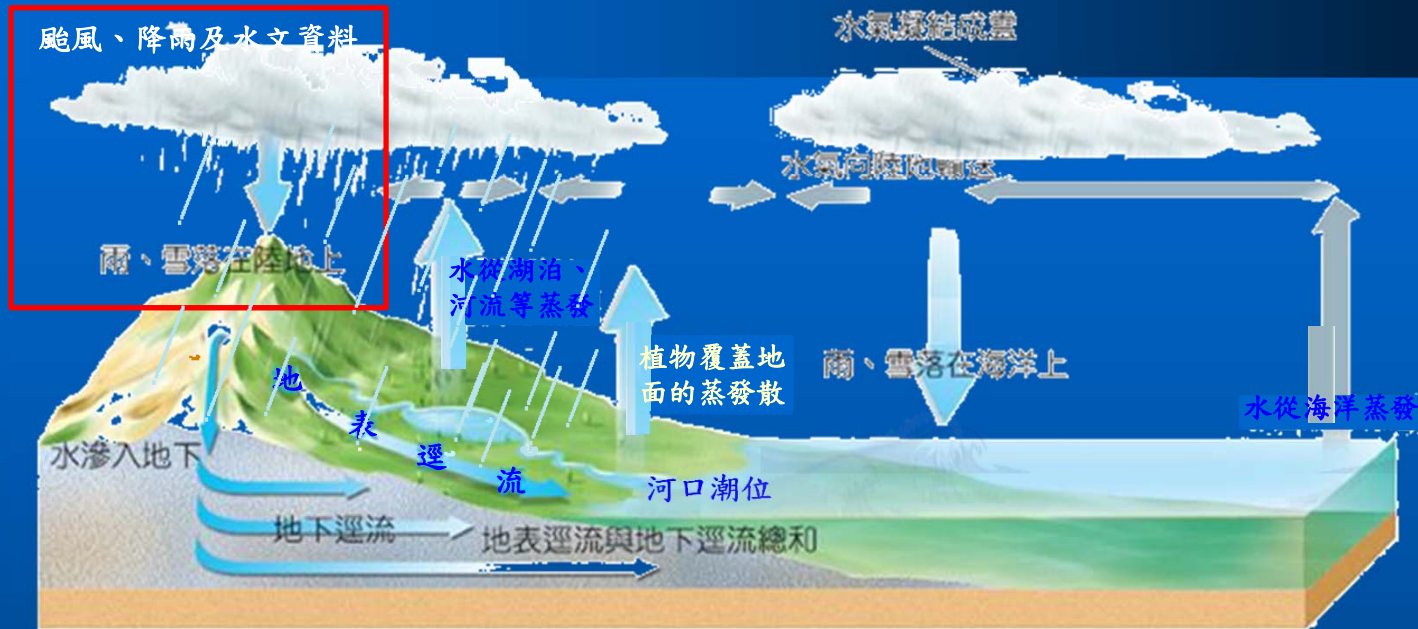
封橋封路



國研院(國網/颱洪/國震)

台大(天災/永續)

流域水情測預報平台-實驗集水區長期發展



數位集水區
物聯網
全面感測
穩定傳輸
智能處理
雲端運算

決策服務
模式分析
資料整合

逕流模擬預報 水位模擬預報 暴潮模擬預報

- 氣象資料庫
- 水文資料庫
- 防災資料庫

台灣流域水情測預報平台

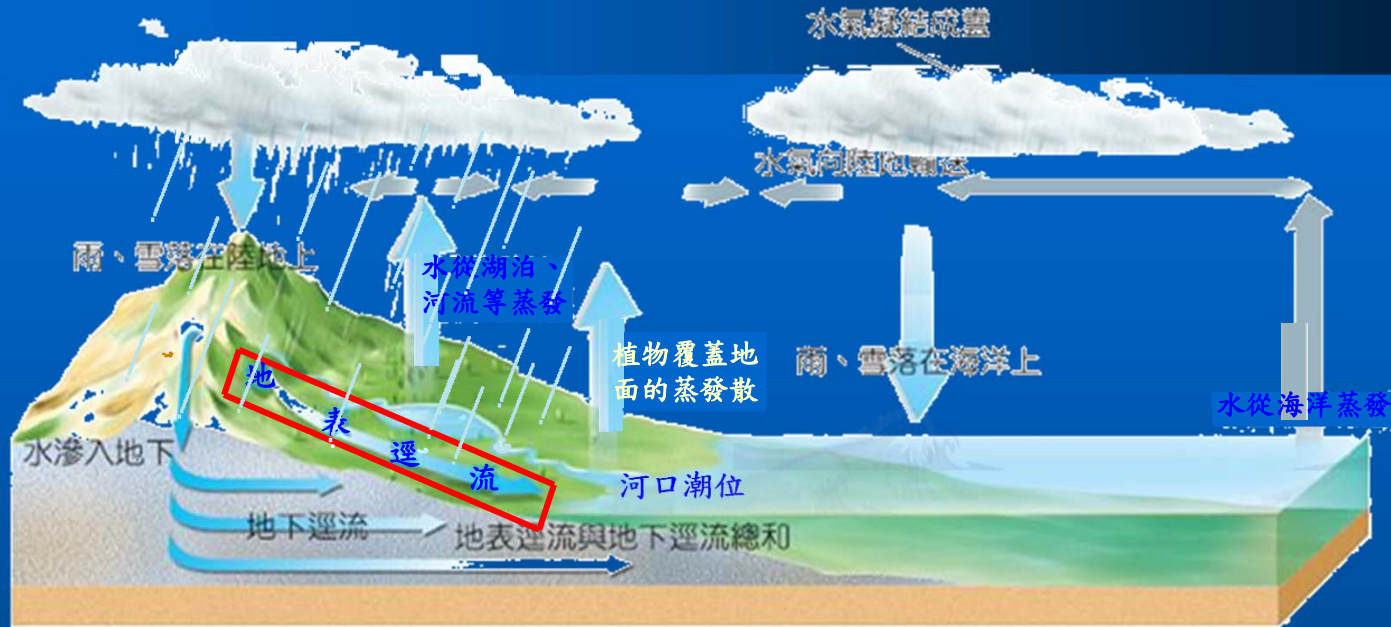
提前3小時預報
警戒水位，爭取
更多應變時間

「水情與淹水即時影像觀測」與「視訊溝通決策平台」

平台採用開放性標準，可以整合銜接
多種資料庫、多模式與多區域應用

3D空間展示

流域水情測預報平台-實驗集水區長期發展



數位集水區
物聯網
全面感測
穩定傳輸
智能處理
雲端運算

決策服務
模式分析
資料整合

逕流模擬預報

水位模擬預報

暴潮模擬預報

- 氣象資料庫
- 水文資料庫
- 防災資料庫

台灣流域水情測預報平台

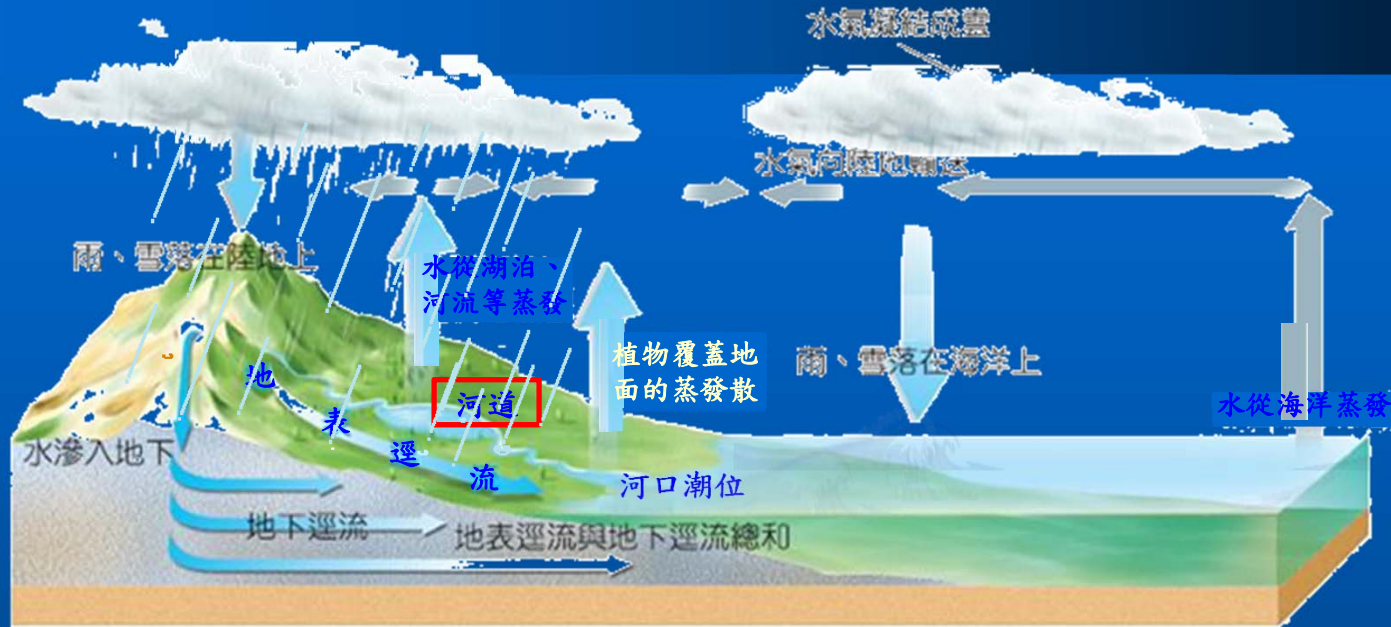
提前3小時預報
警戒水位，爭取
更多應變時間

「水情與淹水即時影像觀測」與「視訊溝通決策平台」

平台採用開放性標準，可以整合銜接
多種資料庫、多模式與多區域應用

3D空間展示

流域水情測預報平台-實驗集水區長期發展



數位集水區
物聯網
全面感測
穩定傳輸
智能處理
雲端運算

決策服務
模式分析
資料整合

逕流模擬預報 水位模擬預報 暴潮模擬預報

- 氣象資料庫
- 水文資料庫
- 防災資料庫

台灣流域水情測預報平台

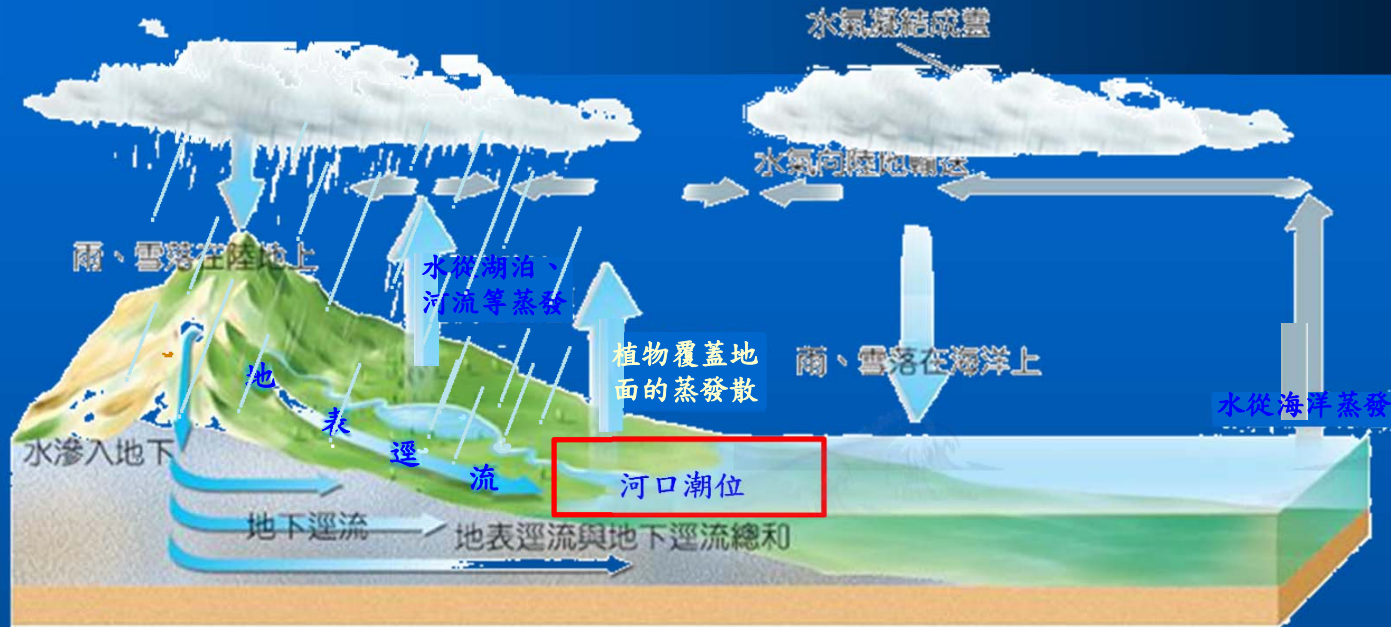
提前3小時預報
警戒水位，爭取
更多應變時間

「水情與淹水即時影像觀測」與「視訊溝通決策平台」

平台採用開放性標準，可以整合銜接
多種資料庫、多模式與多區域應用

3D空間展示

流域水情測預報平台-實驗集水區長期發展



數位集水區
物聯網
全面感測
穩定傳輸
智能處理
雲端運算

決策服務
模式分析
資料整合

逕流模擬預報

水位模擬預報

暴潮模擬預報

- 氣象資料庫
- 水文資料庫
- 防災資料庫

台灣流域水情測預報平台

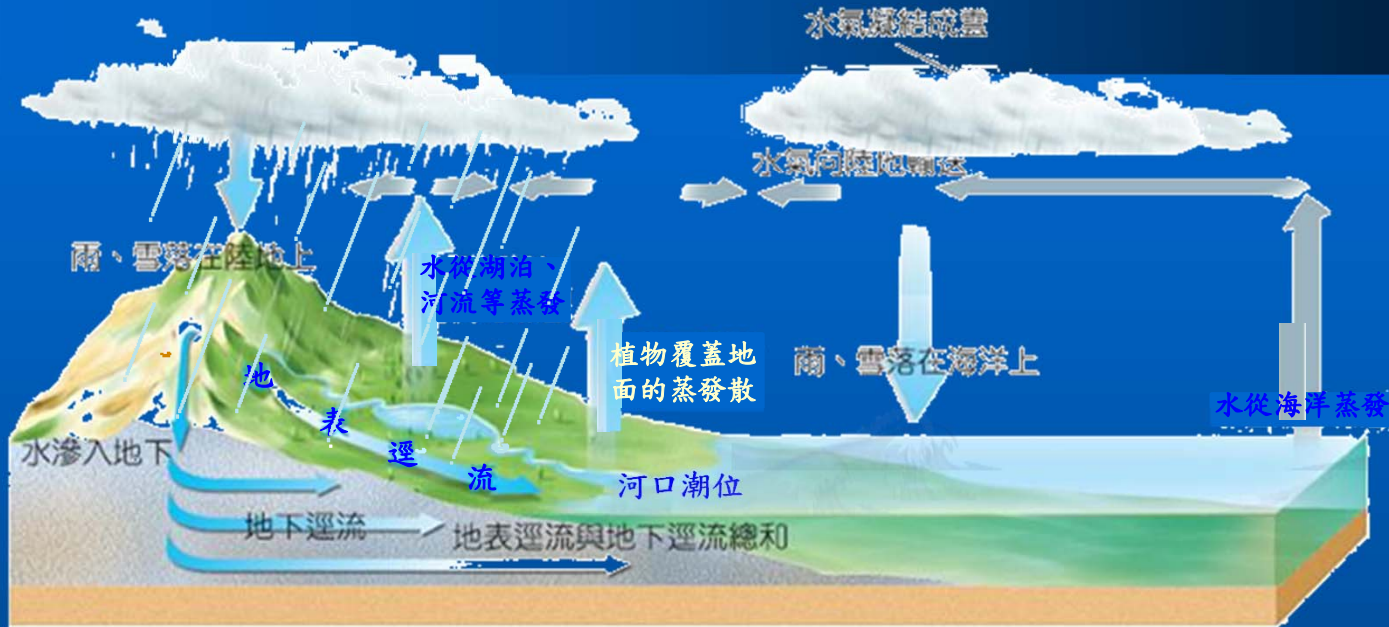
提前3小時預報
警戒水位，爭取
更多應變時間

「水情與淹水即時影像觀測」與「視訊溝通決策平台」

平台採用開放性標準，可以整合銜接
多種資料庫、多模式與多區域應用

3D空間展示

流域水情測預報平台-實驗集水區長期發展



數位集水區
物聯網
全面感測
穩定傳輸
智能處理
雲端運算

決策服務
模式分析
資料整合

逕流模擬預報

水位模擬預報

暴潮模擬預報

- 氣象資料庫
- 水文資料庫
- 防災資料庫

台灣流域水情測預報平台

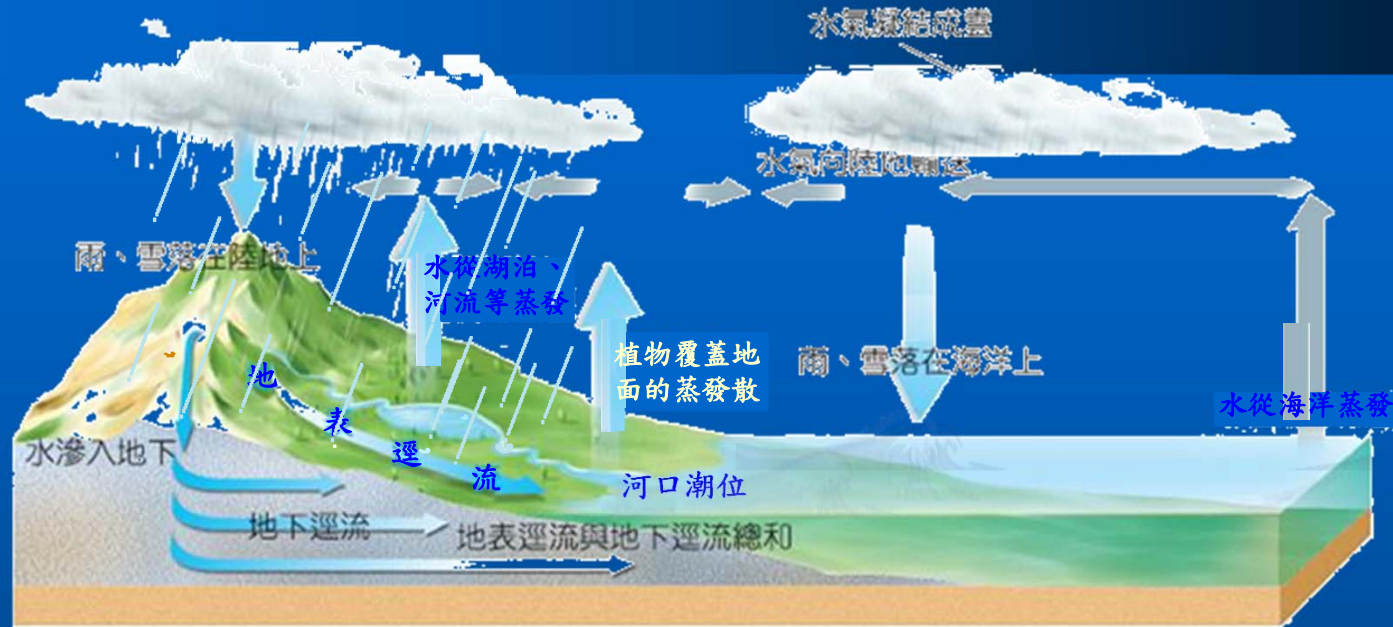
提前3小時預報
警戒水位，爭取
更多應變時間

「水情與淹水即時影像觀測」與「視訊溝通決策平台」

平台採用開放性標準，可以整合銜接
多種資料庫、多模式與多區域應用

3D空間展示

流域水情測預報平台-實驗集水區長期發展



數位集水區
物聯網
全面感測
穩定傳輸
智能處理
雲端運算

決策服務
模式分析
資料整合

逕流模擬預報

水位模擬預報

暴潮模擬預報

- 氣象資料庫
- 水文資料庫
- 防災資料庫

台灣流域水情測預報平台

提前3小時預報
警戒水位，爭取
更多應變時間

「水情與淹水即時影像觀測」與「視訊溝通決策平台」

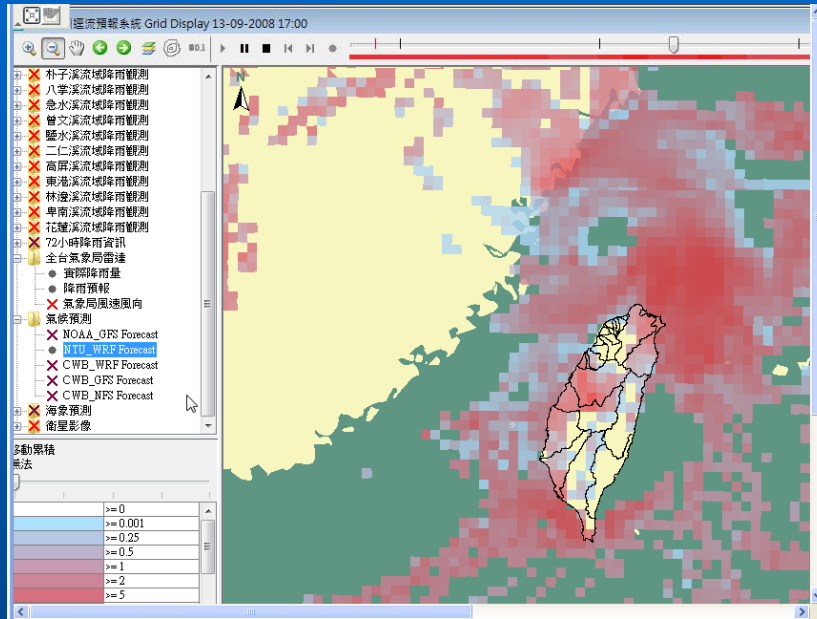
平台採用開放性標準，可以整合銜接
多種資料庫、多模式與多區域應用

3D空間展示

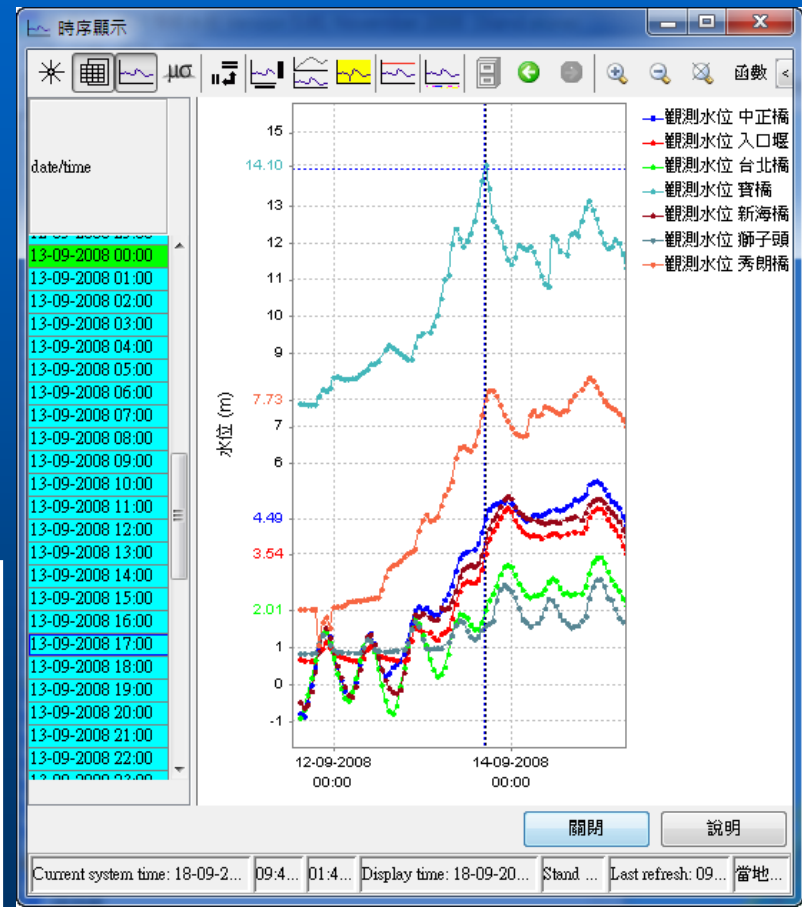
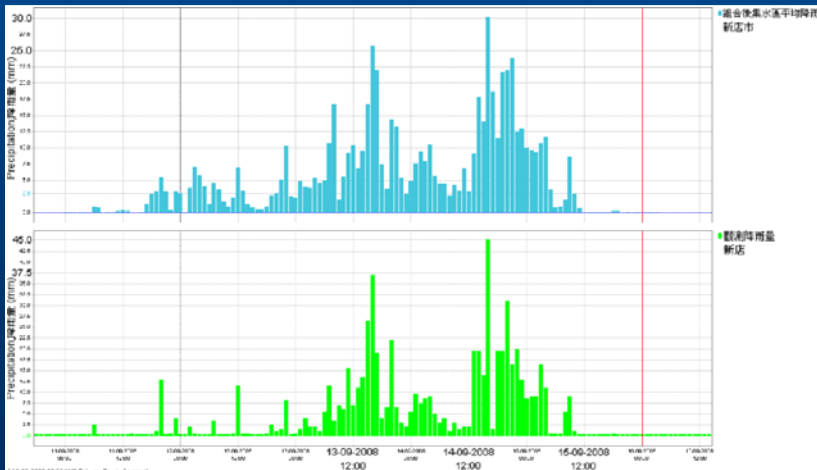
流域水情整合平台

氣象、降雨及水文觀測整合圖形展示

雷達降雨動態展示



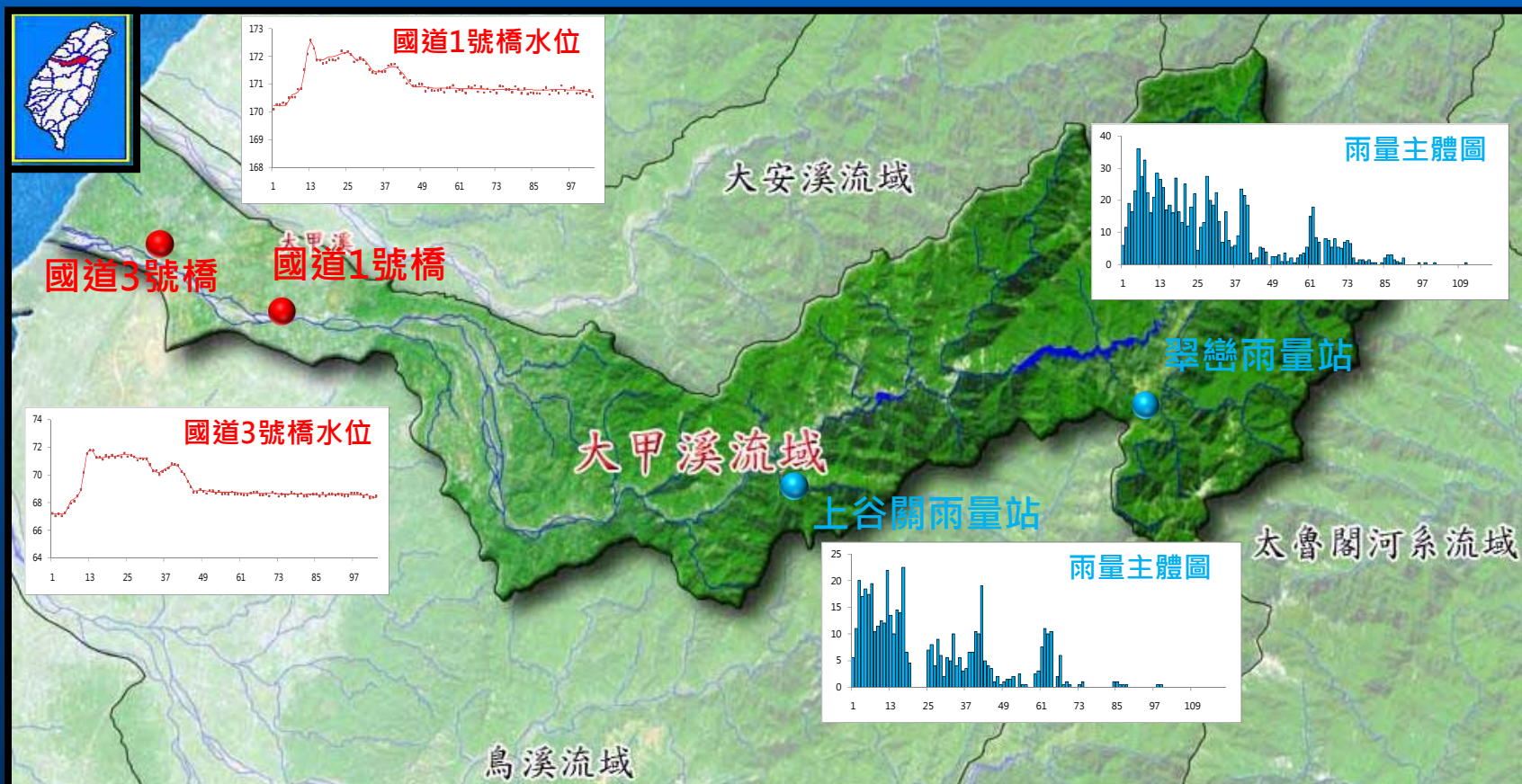
時間序列降雨資訊



各監測站之觀測水位流量歷程

水位流量預報

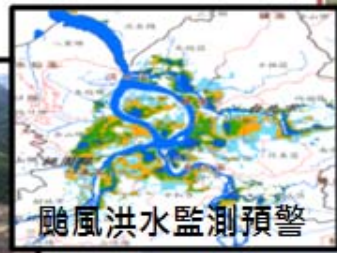
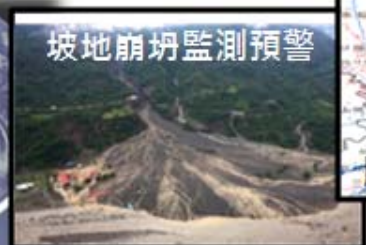
應用雷達降雨(劇烈天氣監測系統, QPESUMS)進行定量降雨預報, 並以水理模式計算橋梁水位、並可與實測水位作比較, 進而修正模式。



防災產業-颶風坡地橋梁



NAR Labs



緊急應變及減災對策

**預警報
增值服務展示**

**安全監測與
預警報**



**巨量資料
傳輸處理**

**感測元件
監測診斷系統**



保險及保全產業



國土環境安全資訊增值服務產業



政府部門

	交通部公路總局		交通部國道高速公路局
	交通部高速公路工程局		交通部鐵路改建工程局
	交通部臺灣鐵路管理局		農業委員會水土保持局
	經濟部水利署		農業委員會林務局

Rivers in the Sky

An atmospheric river is a narrow conveyor belt of vapor that extends thousands of miles from out at sea, carrying as much water as 15 Mississippi Rivers. It strikes as a series of storms that arrive for days or weeks on end. Each storm can dump inches of rain or feet of snow.

Buoyancy

The warm, moist air mass easily rises up and over a mountain range; as it does, the air cools and moisture condenses into abundant rain or snow. The river eventually decays into random local storms.

Orientation

If a river strikes perpendicular to a mountain range, much of the vapor condenses out. If it strikes at an angle (shown), a "barrier jet" can be created that flows along the range, redistributing precipitation on the mountainside.

Barrier jet

Origin

Atmospheric rivers usually approach California from the southwest, bringing warm, moist air from the tropics.

Duration

A megastorm can last up to 40 days and meander down the coastline. Smaller rivers that arrive each year typically last two to three days; "pineapple expresses" come straight from the Hawaii region.

Atmospheric river

Precipitation

Several inches of rain or feet of snow can fall underneath an atmospheric river each day. Moderate storms can bring more than 15 inches of rain.

Vapor Transport

Moisture is concentrated in a layer 0.5 to 1.0 mile above the ocean. Strong winds within the layer bring very humid air from the tropics, but the river can also pull in atmospheric moisture along its path.

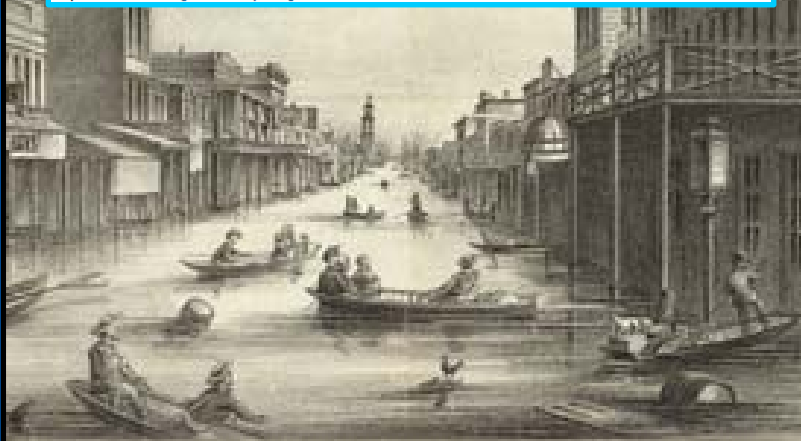


See Inside

Megastorms Could Drown Massive Portions of California

Huge flows of vapor in the atmosphere, dubbed "atmospheric rivers," have unleashed massive floods every 200 years, and climate change could bring more of them

By Michael D. Dettinger and B. Lynn Ingram



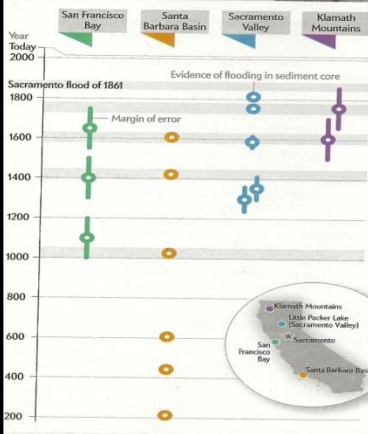
N. STREET, FROM THE LEVEL.

INUNDATION OF THE STATE CAPITOL, City of Sacramento, 1862.

Published by HENNINGFIELD'S Steam Press

California Mega-floods, Every Two Centuries

Massive floods have struck California every 200 years or so, according to analysis of sediment deposits left by the torrents in four widely separated locations. Different dating methods used at the sediment sites have varying margins of error, but the mid-points align fairly well. If the pattern holds, the state could be due for another catastrophe; the most recent megaflood was in 1861, and it left Sacramento underwater for six months (photograph).



January 2013, ScientificAmerican.com 61

GLOBAL CONCERN

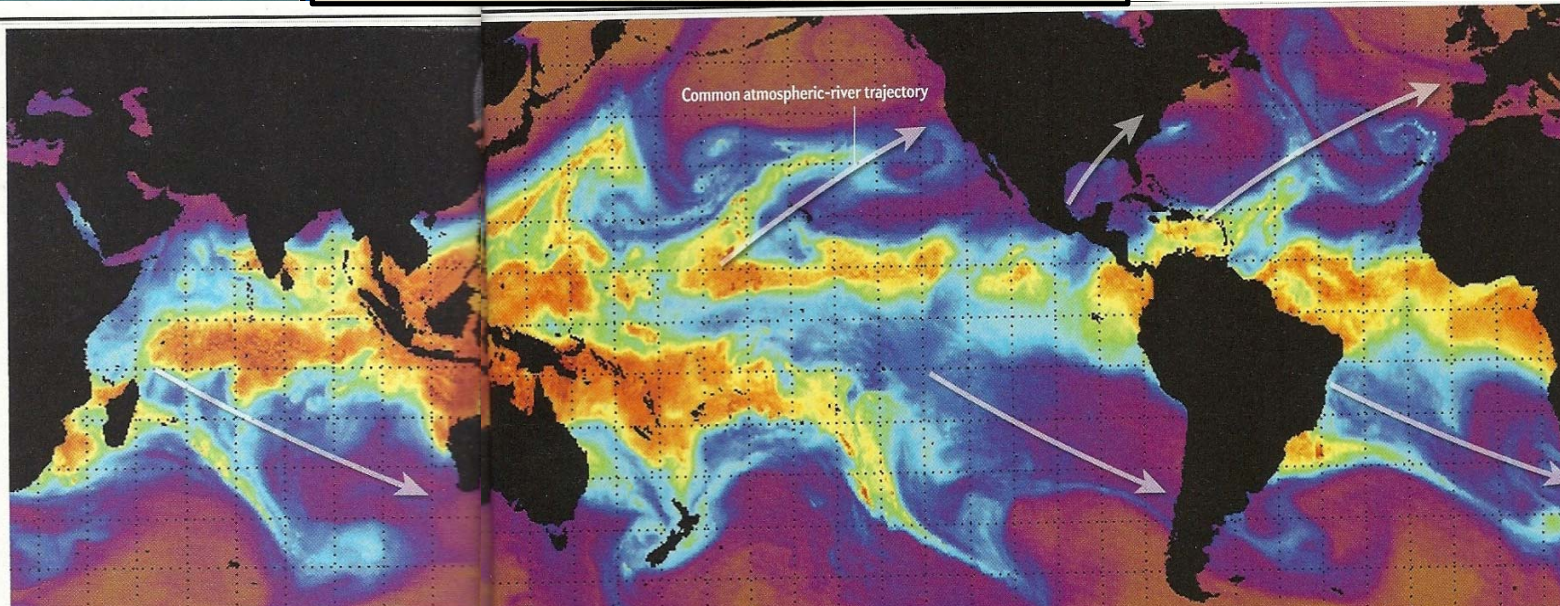
All West Coasts Can Be Hit

Atmospheric rivers form over tropical waters and flow poleward toward the west coasts of many continents (one hit England in November 2009). They are prominent along the U.S. Pacific Coast but can occasionally arise in unusual places, such as the Gulf of Mexico (one flooded Nashville in May 2010). Atmospheric rivers could become larger in the future as the climate warms.

Composite of atmospheric water vapor from December 17-19, 2010



Low High



Extreme Weather and Climate Change

<http://www.scientificamerican.com/>

The evidence is in: global warming has caused severe floods, droughts and storms. We present a three-part series by John Carey, who was funded by the Pew Center on Global Climate Change, and other selections from the editors

Jun 30, 2011

SCIENTIFIC
AMERICAN™



Features

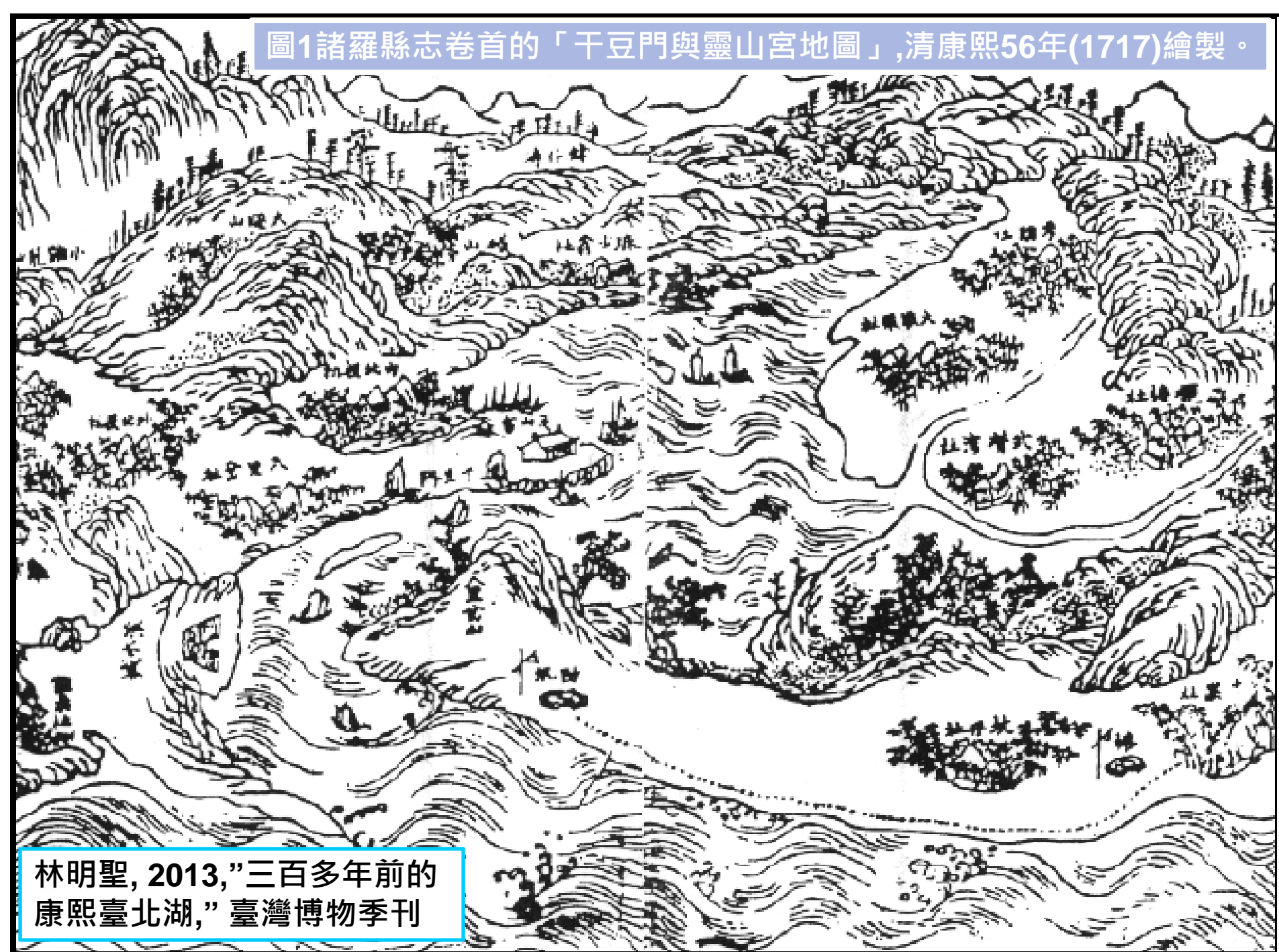
Storm Warnings: Extreme Weather Is a Product of Climate Change

More violent and frequent storms, once merely a prediction of climate models, are now a matter of observation. Part 1 of a three-part series

110



圖1諸羅縣志卷首的「干豆門與靈山宮地圖」,清康熙56年(1717)繪製。



林明聖, 2013, "三百多年前的康熙臺北湖," 臺灣博物季刊

圖2 故宮博物院「雍正臺灣輿圖」北部,推測為清雍正5年至12年間(1727-1734)繪製。





圖11 國立故宮博物院典藏之「乾隆臺灣輿圖」北部,清乾隆21年至24年(1756-1759)繪製。

圖5 國立臺灣博物館典藏之「康熙臺灣輿圖」北部,清康熙38至43年間(1699-1704)繪製。
林明聖, 2013, 臺灣博物季刊

康熙地震

林明聖, 2013, 臺灣博物季刊

至於究竟是什麼原因造成這個大湖呢？其實1697年的「裨海紀遊」裡清清楚楚的告訴我們答案：「甲戌四月，地動不休，番人怖恐，相率徙去，俄陷為巨浸，距今不三年耳」，郁永河來台的前三年剛好就是甲戌年(1694年)，也就是說，康熙臺北湖是由地震所造成的。至於這個地震如何造成陷落成湖呢？命名康熙臺北湖的林朝棨教授則說「康熙三十三年，大地震發生，盆地之一部份發生『地陷』，河水又侵入盆地中，成為康熙臺北湖。此期地變即『康熙三十三年地震地變』，與一般之造陸運動之『海侵』，地質學上之意義不同」，也就是說，這不是海進所造成的，至於真正的詳細成因與機制，嗯，不在本篇文章討論範圍，先賣個關子啦。



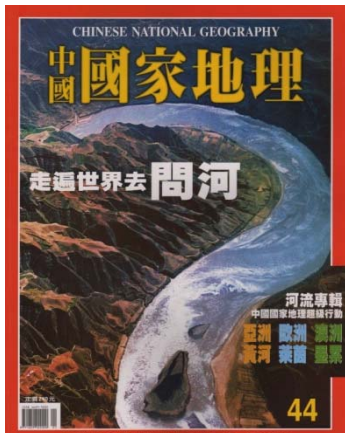
康熙臺北湖倒是在正式歷史文件中曾再次出現:康熙五十六年(1717年)《諸羅縣誌》山川總圖裡的台北盆地,是個西廣東狹的海灣,繞過灣口的關渡與外海相連,與《裨海紀遊》的描述完全一致。

隨後的《**雍正台灣輿圖**》也清楚描繪台北當時完全是個海灣湖,但很快的,台灣一向劇烈的侵蝕、沉積作用,不到50年就將斜陷數公尺的低地淤平了。

乾隆六年(1741年)《重修福建台灣府志》地圖和後來的各款地圖裡,湖已不復見,僅剩淡水河道了--反倒是與康熙臺北湖形成前的《**康熙台灣輿圖**》一致。晚清以降,如今這些河道也基本淤塞不利航行。

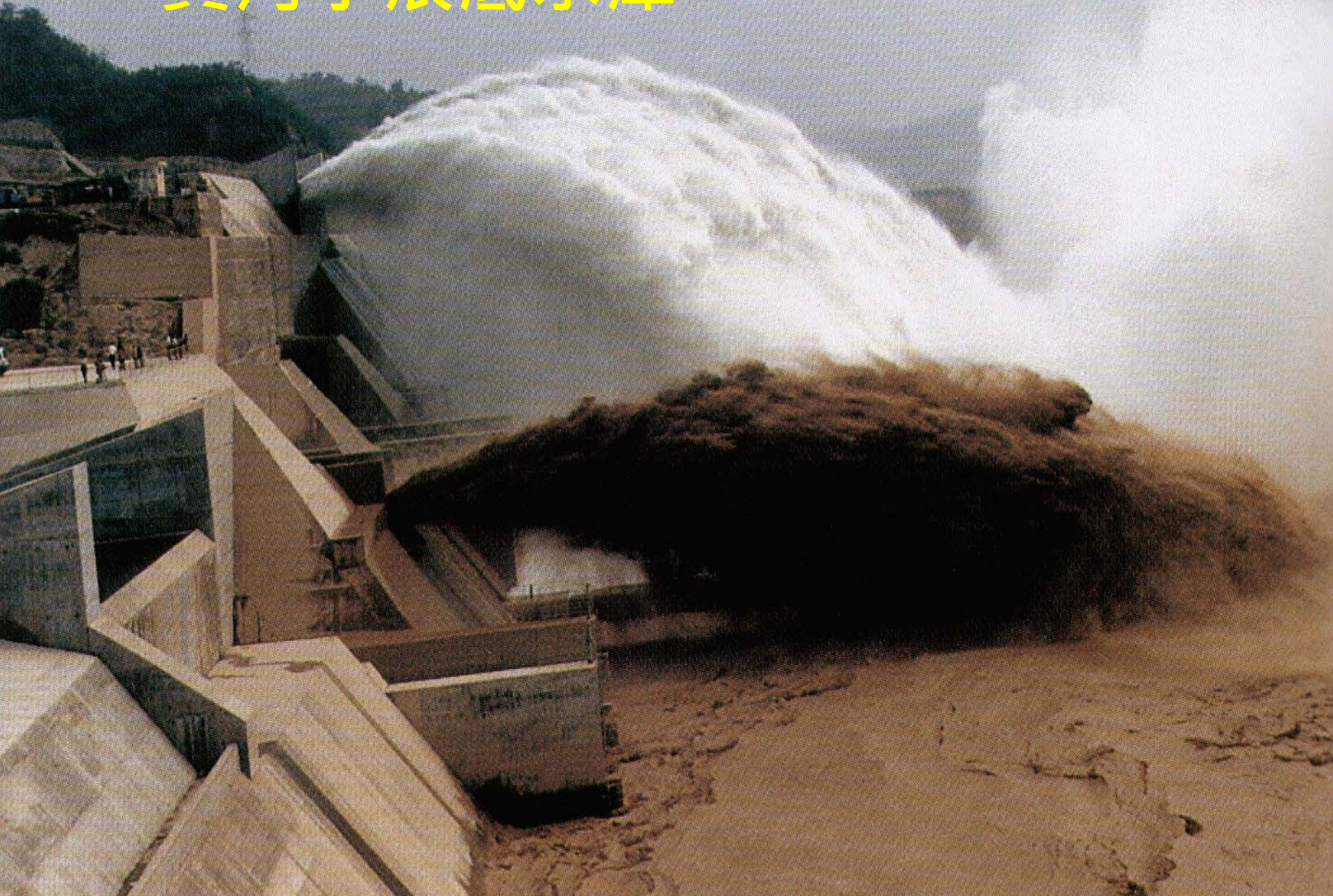
「雍正臺灣輿圖」時還存在的「康熙臺北湖」到「乾隆臺灣輿圖」時已不復存在了,換句話說,這個湖泊的存在至少四十年,但絕對不會超過六十年。

黃河壺口瀑布



黃河波浪一壺收 黃河的壺口瀑布是壯麗的自然景象，壺口瀑布引人的魅力來自於黃河的泥沙，黃河是世界上泥沙含量最高的河，流經甘肅、寧夏、內蒙古和晉陝乾旱區的黃河，在吸收了大量泥沙後，在壺口瀑布這個地方借助巨大的落差，把這些黃金般的水珠鋪天蓋地般拋灑起來。這裏也許是世界上最壯觀的金色瀑布，泥沙含量高是黃河的特色，這種特色賦予了黃河特有的美感。(攝影／武建國)

黃河小浪底水庫



潭美颱風石門水庫溢洪道排洪及排砂隧道排砂情形

(2013,8,20-22)



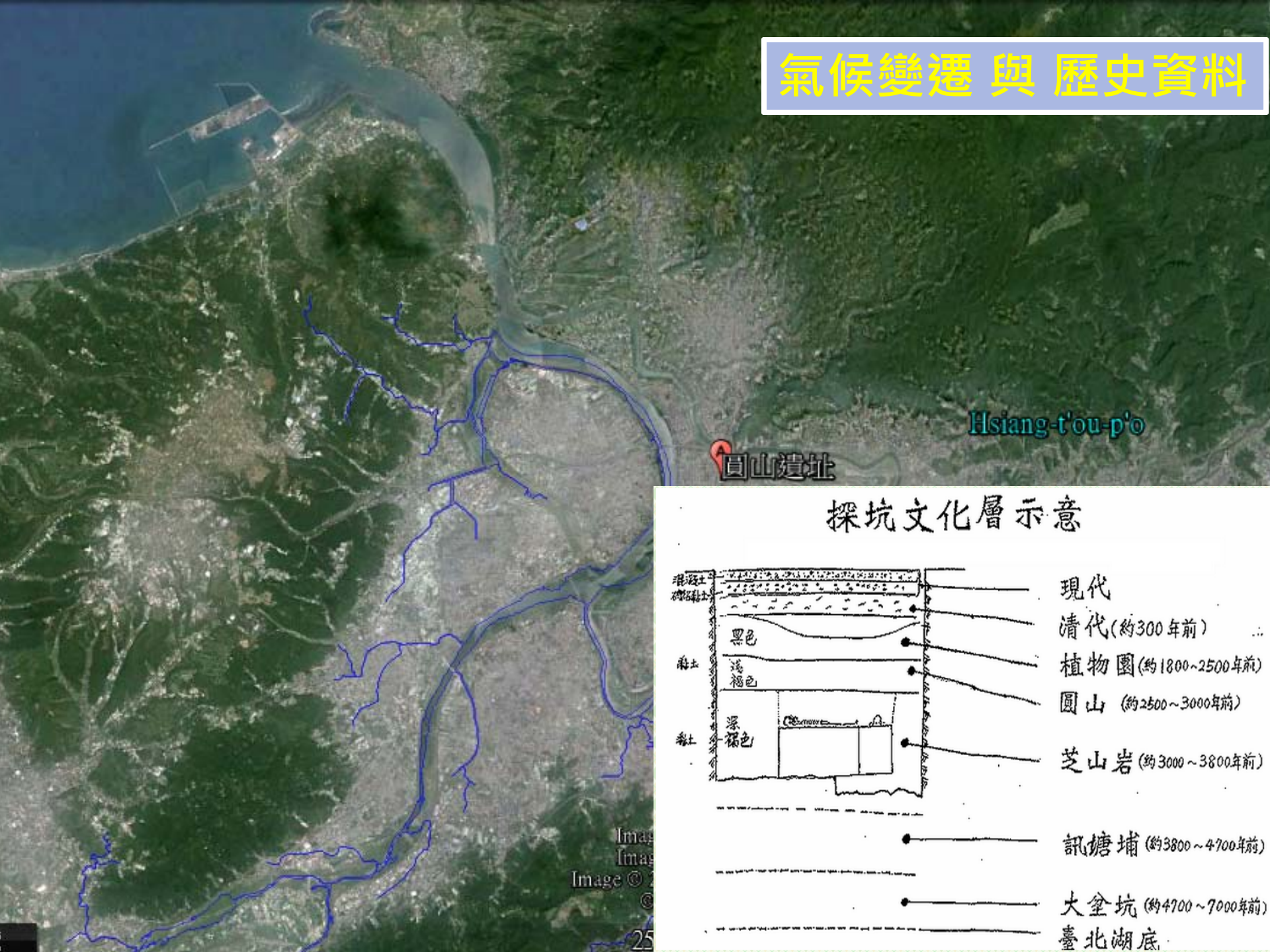
潭美颱風石門水庫溢洪道排洪及排砂隧道排砂情形

(2013,8,20-22)

2013蘇力颱風-石門水庫洩洪-02



氣候變遷 與 歷史資料



圓山遺址

Hsiang-t'ou-p'o

探坑文化層示意

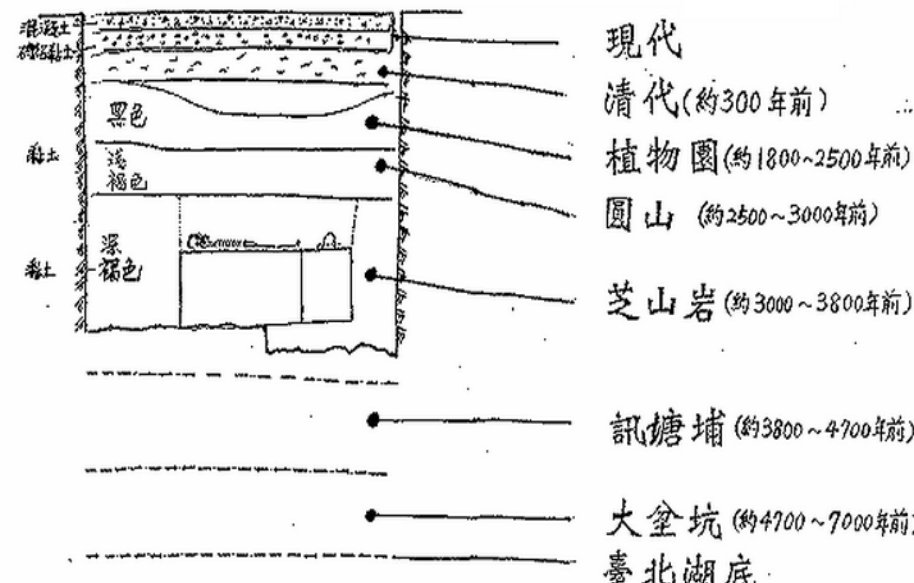


Image ©

結論與建議

(1) 水文水理資料如何取得？

(2) 水文水理資料如何分析？

(3) 水文水理資料如何應用在水利防災？

→ 聯合國發展計畫署(UNDP)指出，若能夠投資1元的防災，可減少4-7元的損失，防災不限於硬體的防災系統建置或商業保險服務。

→ 以全球防災產業而言，初估平均每年至少存在200億美元的潛在商機。

天然災害 與 防災產業





Thanks
敬請指教