

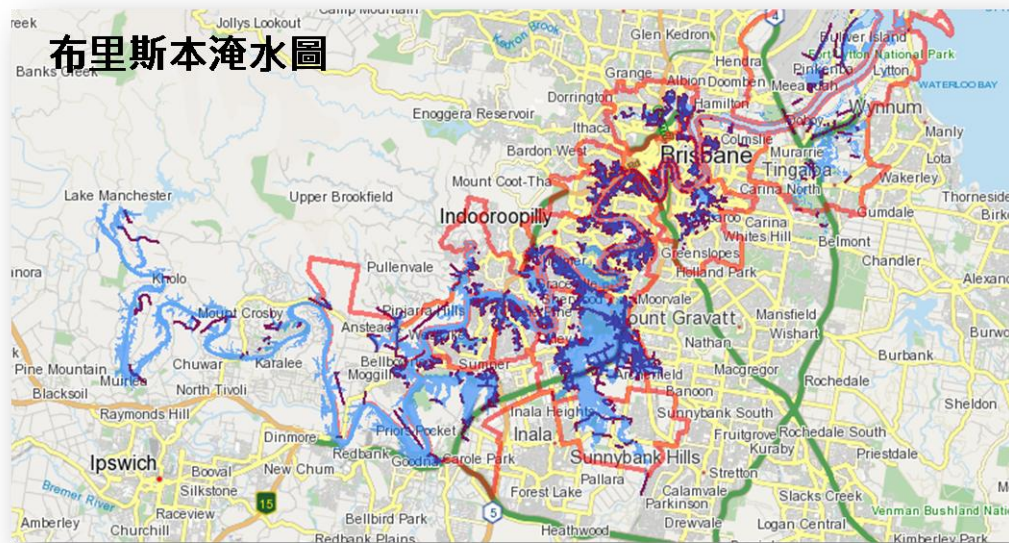
2010-2011 澳洲水災事件探討

葉克家、李維森、謝龍生、李欣輯、吳啟瑞、林宣汝
莊明仁、陳永明、傅金城、張駿暉、魏曉萍、傅鑣漩

國家災害防救科技中心

一、澳洲水災事件災情概述

自 2010 年 12 月開始至 2011 年 1 月底止，接連洪水侵襲澳洲昆士蘭州，包括首府布里斯本在內（圖一），昆士蘭州超過 3/4 面積被宣布為災區，20 萬以上居民受災，至少造成 35 人死亡，9 人失蹤。水災後期降雨逐步轉移至維多利亞州，2011 年 1 月中旬開始，維多利亞州中部及西部地區因洪水侵襲受災。

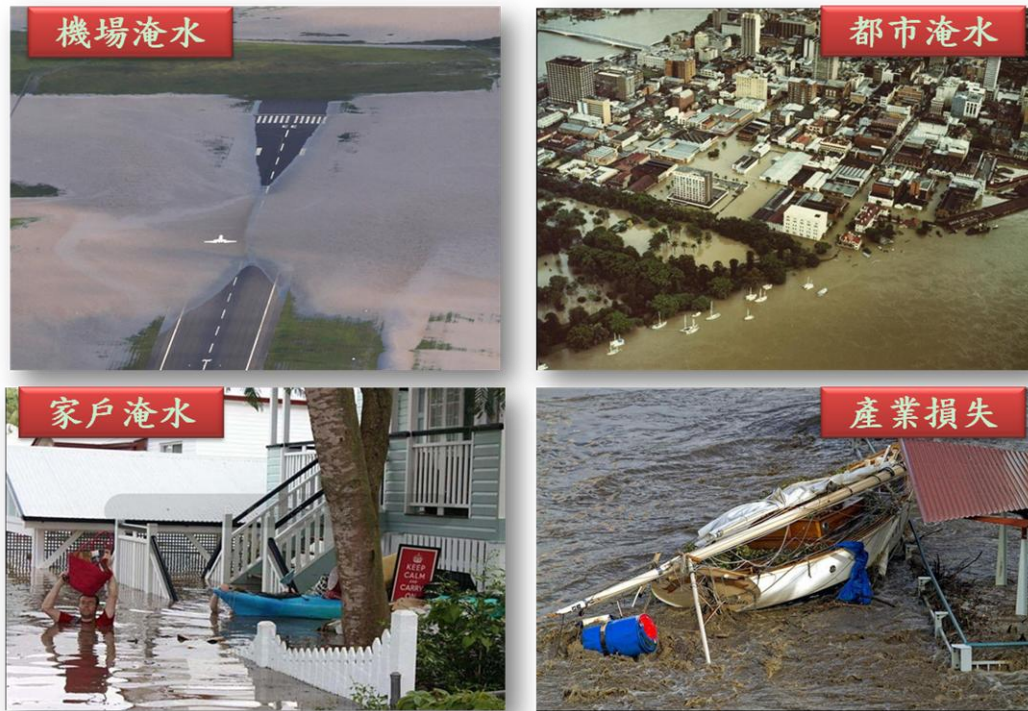


圖一 澳洲昆士蘭州首府布里斯本淹水圖（資料來源：Brisbane Flood COP）

此次澳洲水災總損失在 20 億澳幣以上（約合台幣 598 億元），澳洲國內生產毛額（GDP）下降約 0.1-0.2 個百分點。其中公設損失包括地區道路、橋梁、學校（共 83 所受損）及淨水廠等，損失不下 10 億澳幣（約合台幣 300 億元）；農業損失達 8 億澳幣（約合台幣 240 億元），蔗糖業就佔 5 億澳幣（約合台幣 150 億元），糖價已漲至 30 年來最高；另外 3 億澳幣（約合台幣 90 億元）為香蕉的損失；棉花產量也受到影響，導致減產 10 萬噸，澳洲出口量下滑 8~10%；在礦

業方面，75%之煤礦場因水災毀損，估計澳洲水災共造成煤礦銷售約 23 億的損失成本。

此外，鋼鐵業因礦場需要復工時間，使煉鋼所需焦煤原料短缺，導致鋼鐵價格大漲三分之一，連帶影響鐵礦砂價格上漲。海運業因鐵礦石及焦煤無法外運，海運市場需求降低，BDI 指數 (Baltic Dry Index，波羅的海乾散貨指數) 曾下跌至 1,453 點，跌幅近 50%，我國相關海運業者受到波及。澳洲也因水災大面積淹沒住宅及建物，對房市產生影響衝擊。圖二為澳洲水災災情照片。



圖二 澳洲水災災情照片 (資料來源: REUTERS)

二、造成本次澳洲水災之降雨分析

(一) 澳洲全國平均降雨異常

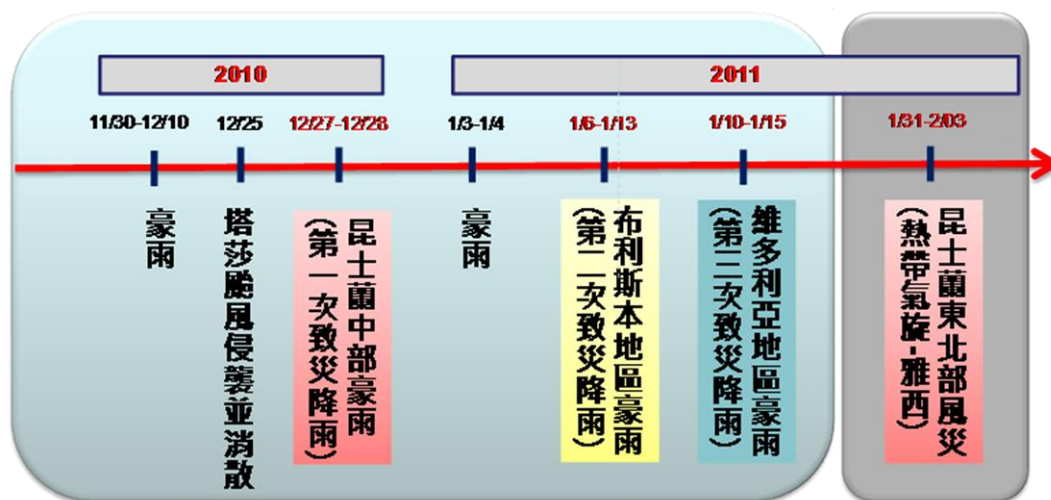
依據澳洲 2010 年 10 月~12 月累積降雨資料，澳洲全國約有二分之一地區降雨已超過平均氣候值 2 倍以上，其中又以昆士蘭州最為明顯。根據澳洲氣象局分析，當地面臨有觀測資料以來最強的反聖嬰年 (La Nina)，造成附近地區海溫偏高，引發旺盛對流。

(二) 塔莎熱帶氣旋的影響

2010 年 12 月 25 日塔莎 (Tasha) 熱帶氣旋登陸，主要降雨集中發生在熱帶氣旋消散後，12 月 27 日~28 日期間。持續性降雨係受夏季季風與鋒面系統影響，在昆士蘭州降下破紀錄雨量，造成重大淹水災情。

(三) 連續性集中降雨成災

緊接者 12 月底降雨之後，昆士蘭州於 2011 年 1 月 3~4 日、1 月 6~13 日及維多利亞州於 1 月 10~15 日等三段時間又出現集中型降雨。1 月 23 日雅西 (Yasi) 熱帶氣旋侵襲昆士蘭州，為 1918 年以來襲擊澳洲最強之熱帶氣旋。四場集中型降雨事件，以 1 月 10 日在昆士蘭州首府布里斯本地區的水患最為嚴重，造成該地區 1974 年以來最嚴重的災情。致災性降雨及熱帶氣旋之發生時序如圖三所示。



圖三 致災性降雨及熱帶氣旋之發生時序

三、由水文條件與防洪標準分析水患災因

(一) 都會地區沿岸開發形成防災弱點

澳洲幅員廣大，大部份內陸地區地勢低平且降雨稀少，河川大都流路悠長、坡度平緩、流速緩慢。此次發生嚴重水災，主要原因是反聖嬰異常氣象所導致之短延時強降雨。次要原因則是都會地區發生破堤，導致昆士蘭州首府布里斯本成水鄉澤國，而都市型洪災直接造成經濟損失慘重。

(二) 現有都市防洪標準不足以應付本次強降雨

布里斯本是澳洲第三大城，人口超過 200 萬，約與台北市相當，面積則約為台北市的 21 倍。在都市防洪方面，布里斯本市區排水為 2-5 年降雨標準，河

川護岸為 25-50 年防洪標準，對照台北市市區排水為 5 年降雨標準，河川堤防為 200 年防洪標準。歷史上布里斯本曾於 1974 年時曾發生嚴重水災，市區三分之一被淹沒，造成 16 人死亡，當時的暴雨頻率已達到 60 年一次降雨強度，所以布里斯本在經歷 1974 年洪災後，河濱建物高程均墊高至防洪 100 年再加 50 公分。但此次 2011 年 1 月在布里斯本附近地區的強降雨，仍造成超過防洪標準的洪水發生肆虐破壞。

(三) 各河系洪峰時間同時匯集於布里斯本

布里斯本為一位於河口段之都市，布里斯本河蜿蜒流經市區後出海，其上游則有拉克亞溪、上布里斯本河等各支流匯集後流向下游（圖四）。當上游於強降雨後山洪暴發，各支流的洪水往下游行進，匯流後產生疊加效應形成洪峰抬昇，持續過高的水位終造成布里斯本市區發生破堤而洪水肆虐。同時上游的威芬豪水庫（Wivenhoe），也在豪雨傾注之時，在考量水庫操作安全下必須持續洩洪至布里斯本河，更加重了下游布里斯本的淹水災情與經濟損失。台北市的地理環境類似布里斯本（位於河口段、各支流匯集、上游有水庫，兩者比較如表一及表二所示），對於上述水患致災因子應加強注意。而台灣其它重要都會區亦有面臨相似的威脅，未來應列為地區災害防救計畫之重點改善事項。



圖四 布里斯本河系及洪水行進圖（資料來源：NEXTmedia）

表一 布里斯本河與淡水河之比較

	布里斯本河	淡水河
河口位置	流經布里斯本後 流入摩頓灣	流經台北市後 流入台灣海峽
河流長度	344 公里	158.7 公里
流域面積	13,600 平方公里	2,726 平方公里
上游支流	Stanley River, Moggill Creek, Breakfast Creek, Lockyer Creek, Bremer River, Oxley Creek, Norman Creek, Bulimba Creek 等	大漢溪, (玉峰溪, 三光溪) 三峽河, 新店溪, (北勢溪, 南勢溪) 景美溪, 基隆河等

表二 威芬豪水庫與台北市上游翡翠水庫之比較

	威芬豪水庫	翡翠水庫
水庫位置	布里斯本河上游 距布里斯本約 80 公里	淡水河上游北勢溪 距台北市約 30 公里
水庫容量	26 億 4,000 萬立方公尺	4 億 600 萬立方公尺
滿水位高	50 公尺	170 公尺
滿水位面積	109.4 平方公里	10.24 平方公里
集水區面積	7,020 平方公里	303 平方公里
完工時間	1985 年	1987 年

四、澳洲與我國在防救災作為上之對照

(一) 災前預防性疏散撤離機制

澳洲由於地形、流域、災害特性，有較長的預警時間，可進行溝通警戒、疏散避難、交通運送等操作，此次澳洲水災由於昆士蘭州及維多利亞州內河川流域平均坡度相對平緩，加上基礎研究詳實，能有效預測洪峰時間與高度、致災地區，並預先建議居民事先撤離，使澳洲政府與民眾有充分的應變時間，有效降低災害的損失，與人命的傷亡。疏散避難時，澳洲政府公告的資訊除了有效的災情預測，並強調民眾的責任與義務。除鼓勵民眾自主避難依親，並明列至收容中心民眾需準備事項，與資訊公告途徑、相關飲食飲水注意事項，並由官方招募志工，有效整合民間力量。

澳洲上述條件與我國各項條件不盡相同，以往我國進行疏散撤離之作業多

屬於臨災前之緊急避難行為，但自莫拉克颱風之後，民眾災害意識提昇、配合意願增加，加上地方政府與國軍之聯合作業，目前落實程度已逐步提昇。特別是考量山區之特性，在考量居民與協助撤離人員之安全，在執行「預防性疏散撤離」作業必須符合白天與交通無阻之前提。以去年凡那比颱風來襲時，屏東縣來義鄉因及早疏散撤離無人傷亡，足見透過相關作業配合與協調，民眾之生命安全可獲得最大之保障。惟在落實各項作業時，如何在平時與民眾進行災害風險溝通，使民眾了解「預防性疏散撤離」之必要性，培養社區自主防災意識，方能降低民眾因疏散造成生活不便之負面觀感。

(二) 災中救援機制

澳洲主要負責救工作的組織為澳洲緊急事件管理組織 (EMA)，而其中負責支援 EMA 活動的單位為國防部。因此澳洲國防部於 2011 年 1 月 1 日成立共同合作協議 (Joint Task Force, JTF)，與昆士蘭州應變中心 (Queensland Emergency Services) 合作，提供昆士蘭州水災援助。同日國防部於布里斯本的 Enoggera 設立營區，以便就近快速提供支援。這次澳洲水災，於昆士蘭州進行抗洪救援的士兵人力約有 1,200 人，為澳洲自 1974 年颶風災害以來最大的一次軍力部署。

我國自莫拉克颱風之後，鑑於災害防救已納為國軍中心任務之一，本著在災害發生前「超前部署、預置兵力、隨時防救」原則，國防部配合內政部修訂災害防救法，強化國軍執行災害防救能量，研修兵役法及國防法等相關條文，賦予運用應召後備軍人支援災害防救任務的法源依據，建立國軍支援救災的機制。針對修國軍應主動協助災害防救任務、運用召集後備軍人支援災害防救，並就有關救災程序、預置兵力、指揮調度、協調聯絡等應遵循事項的辦法，納入此次災害防救法修文增修訂內容。國防部配研修國防法，將「協助災害防救」納入國防目的及增訂「災害防救任務之執行」列為軍隊指揮事項，以取得軍隊執災害防救任務的法律依據；另待災害防救法修正通過後，將研修兵役法第卅七條，使運用應召的後備軍人支援災害防救任務獲得法源。

(三) 災後收容安置機制

由於澳洲水災地區之河川水系流域面積大、河川長度較長，可提早一天以上發佈洪水警報，及早告知在水災潛勢地區民眾，使其有較長時間預先對疏散撤離行動預作準備。經由水文模式的計算推估災害規模，協助在收容所規劃上，以中期安置之大型收容所為主，避免選取位於淹水潛勢區之收容場所，進而降低受災民眾可能因收容場所受災而須二次遷徙之可能性。故在收容場所選取上，除以中期安置之大型收容場所為主，亦考量居民暫時遷徙至收容地點之距離。

我國的災後收容與災民安置主要由地方政府負責，並由國軍協助撤離或疏散之作業。其收容的原則是以鄰近地區收容為主。因此有可能依災害規模或收容人數進行二次遷移。我國收容所內會提供食物及基本的生活必需品，屬於短期收

容；澳洲則因收容場所較大且居民需自備一切所需之生活必需品，因此收容時間可較長。

五、結論與反省

(一) 因應極端災害發生頻率可能增加，須落實疏散撤離機制

避難疏散命令之下達及收容工作，我國與澳洲均係由地方政府發動，啟動機制上兩國差異性不大，但因澳洲國土面積極大，颱風來襲集水區降雨，一直到洪峰到達有較長之應變處置時間，間隔有時長達數日，關鍵之避難疏散命令下達，澳洲地方政府有充份時間準備，且民眾因明確知道洪峰即將來襲，自主性避難動作較能展現，政府之壓力相對較低；但我國為島國型環境，山高水急，幅員縱深有限，集中降雨後，數小時內即中、下游即可能泛濫成災，即使國內的氣象科技並不亞於澳洲，但礙於預警時間太短，降雨預測的難度更高，造成降雨預測上的困難，因此我國地方政府首長在判斷避難疏散命令之下達時機，以及收容整備工作上之時效壓力上遠大澳洲，未來仍應持續加強地方政府首長及災害應變幕僚人員之訓練，以爭取應變時效及正確性，從而減少災害損失。

(二) 因應未來複合性災害衝擊，須加強高潛勢區的整體防災工作

因為既有開發再加上災害可能持續重現，對於易淹水地區、重要交通動脈與人口集中地區，因應災害特性的改變與複合性，需針對下列項目進行整體規劃：

1. 氣象預報模式改進，可作為民眾與應變人員之依據。
2. 預警資訊傳遞，應注重相關資訊的即時性與可操作性。
3. 地方政府應落實警戒區劃設與管制作業，考量社區災害特性、人口結構與社會條件，進行災害風險潛勢圖製作，發展具有符合當地需求的防救災對策。
4. 研擬災害保險制度，兼顧財政籌措與推動民眾減災意願。
5. 強化疏散撤離之規劃與收容避難場所之管理，降低民眾生活之不便，提高民眾配合程度。

(三) 因應氣候變遷的威脅，須強化國土之減災規劃

由我國這兩年與澳洲發生的災害可知，極端天氣下之高強度降雨（含長、短延時）對於既有防洪設計與安全造成相當大的威脅。特別是人口集中的大都市（五都），因社會資本密集與人口結構形成脆弱度高，在加上沿河岸持續開發，未來在調整防救災對策需納入氣候變遷考量，除考量緊急應變之需求外（如避難路線、收容場所），更須以進行長期減災規劃，以符合國家永續發展的目標。各項減災工具包含：

1. 國土利用規劃應考量防減災之需求。
2. 都市更新計畫中需要針對都會區滯洪與蓄洪之功能提出規劃。
3. 藉由租稅優惠鼓勵各項開發計畫中除環境影響評估外，應納入防災影響評估。
4. 持續透過教育與宣導，強調減低災害風險之生活態度等。

參考資料

1. Australia: Flood, Asian Disaster Reduction Center (ADRC)
http://www.adrc.asia/view_disaster_en.php?NationCode=36&lang=&KEY=1476
2. Australia floods, BBC News
<http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-pacific-12201918>
3. Australia: Floods, ReliefWeb
<http://www.reliefweb.int/rw/RWB.nsf/doc404?OpenForm&emid=FL-2010-000259-AUS>
4. Australian Rainfall Maps
http://www.bom.gov.au/cgi-bin/silo/rain_maps.cgi
5. Australian Red Cross
<http://www.redcross.org.au/default.asp>
6. Brisbane City Council
<http://www.brisbane.qld.gov.au/>
7. Brisbane Floods: Before and After, ABC News
<http://www.abc.net.au/news/infographics/qld-floods/beforeafter.htm>
8. Brisbane Flood COP
<http://elbflood-473794511.ap-southeast-1.elb.amazonaws.com/floodcop/>
9. Emergency Management in Australia (EMA)
<http://www.ema.gov.au/>
10. Flooding in Australia, NASA Earth Observatory
<http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/event.php?id=48320>
11. Flooding in Australia, Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Floods_in_Australia
12. Flood Victoria
<http://www.floodvictoria.vic.gov.au/centric/home.jsp>
13. PhotoMaps by NearMap
<http://www.nearmap.com/?ll=-27.508638,152.974365&z=21&t=k&nmd=20110113>
14. Queensland Flood Assist
<http://www.defence.gov.au/opEx/global/opqldflood/index.htm>
15. Queensland Floods
<http://www.qld.gov.au/floods/>

16. Queensland Floods, ABC News
<http://www.abc.net.au/news/infographics/qld-floods/default.htm>
17. Queensland's Disaster Management Services
<http://www.disaster.qld.gov.au/>
18. REUTERS, NEXTmedia, etc., 國內外各大新聞媒體