

以外國經驗談台灣洪災風險

林得志

水利技師兼黎明工程顧問股份有限公司董事長

摘要

台灣水利工程歷經易淹水計畫、流域綜合治理計畫到前瞻基礎建設計畫，針對河川及區域排水工程皆依水文事件的更新及極端氣候的變遷等作滾動式檢討規劃報告，來滿足其保護標準。但根據超過保護標準的洪水災害，如何將災害的風險降到最低，實為重要的思維。

本文探討若發生所謂「超紀錄的暴雨」時，針對洪災種類進行評析，並彙整國內外所發生案例，如何因應對策及防災避難，避免人員傷亡，將是往後的規劃重點。

一、前言

最近幾年台灣一直風調雨順。從 2009 年 88 水災(莫拉克颱風)以來，沒有發生較大的洪水災害，應該是我國河川及區域排水整治效果顯著，平常的雨量不容易造成災害。但是，從媒體看到亞洲鄰國大洪水的災情實在是怵目驚心。以今年 7 月初日本九州熊本縣的一場梅雨，造成 77 人死亡、7 人失蹤，滿目瘡痍、嚴重的財物損失。去年(2019 年)10 月，颱風 19 號挾帶大量暴雨造成日本關東地區大範圍的災害，人命死亡 68 人、失蹤 12 人、財物損失無以計數。

日本是先進國家，鄰近我國，地形、地質、氣候與台灣相似，治水方面是我們學習觀摩的對象，竟然洪災頻頻發生，每年損失慘重，原因是「超紀錄的暴雨」。回想十幾年前屏東 88 水災也是超紀錄的暴雨。地球暖化，氣候異常似已成真，世界各地頻發生「超紀錄的暴雨」，難道台灣各地區不會發生嗎？

台灣的河川、排水雖然整治得很好，但是整治通洪標準採頻率 100 年及 25 年與 10 年洪水。如果發生「超紀錄的暴雨」那將如何？

由於工商業不斷發展，平原地區超利用，不要說「超紀錄的暴雨」，大梅雨、颱風豪雨，都會造成損失。台灣防洪是否該重新檢討規劃。

本文參考鄰國的洪災經驗，簡述台灣各地的洪災風險，並建議規劃如何避難，免於生命損失。

二、洪災種類

洪水災害大致可分為下列五種型態：

1. 外水氾濫：下雨至地面逕流入小排水溝，匯集至大排水溝，再流入河川，河川流入大海。當下大量的雨，河川的水位上漲，越過堤防淹沒兩岸的平原，是為外水氾濫，也就是河川滿溢潰堤，氾濫兩岸受洪水之災。台灣主次要河川都按規劃整治，大部分已完整，一、二十年來鮮少發生潰堤氾濫。尤其西部河川，因上游坡地築壩攔截砂石，貯留砂石使得坡度變緩，及河道定期疏浚減少砂石輸送到下游河床，堤防與護岸穩定，所以破堤氾濫的機會變少。東部河川陡急，大都是淤積河床，變成懸河，如果不疏浚，容易氾濫，但是兩岸人口稀少，較不會有重大災害。
2. 內水氾濫：平原或都市地區，因颱風豪雨，逕流水應排入河川，因排水不及，致積水氾濫成災，是為內水氾濫。兩條河川之間的平原地帶是區域排水系統。本來的草原或農地，容許淹水，沒有生命安全，財物損失也不大。但是人口不斷增加，形成人口密集的都市，區域排水系統的容量，遠不及實際所需。目前政府正大力整治區域排水，但是排水容量的設計頻率尚在 10~25 年，根本無法抵擋異常的豪雨，如果不幸遭受「超紀錄的暴雨」都市地區將大淹水，損失慘重。
3. 高潮洪水：濱海地區，地面標高 0 左右，颱風低氣壓，海水面上升，漲潮入侵濱海低窪地區，造成洪水災害，是為高潮洪水。台灣西部，台中以南濱海地區因地盤下陷、地勢低窪，大潮就會被海水入侵，常築海堤阻擋。假如遇到颱風，海水面上升，淹水會更嚴重。以 2005 年 8 月美國卡崔娜 (Katrina) 颶風襲擊美國紐奧良港，造成 1,800 人死亡或失蹤為例，颶風帶來的高潮會造成巨大的災害，所幸襲台的颱風大部分從東部登陸，台灣東部大都是岩岸，少有低窪的平原，不會造成漲潮的水災。少數的颱風從菲律賓北上，沿台灣海峽侵襲西部沿海，潮水上漲造成低窪的濱海的淹水災害。
4. 地震洪水：大地震引起海嘯，入侵濱海平原，是為地震洪水，例如日本東北 311 大地震的大海嘯，造成 2 萬多人死亡。2004 年印度洋大地震引發的南亞大海嘯，死亡 10 多萬人。台灣四面環海，東部太平洋才有可能因菲律賓板塊錯動而發生大地震，即使發生海嘯，也只衝擊到東部海岸，對台灣影響輕微。
5. 潰壩洪水：大量蓄水之水壩，如果潰壩，對下游將造成毀滅性破壞。世界

史上最重大的潰壩災害事件是 1975 年 8 月 8 日中國河南的板橋水庫及附近的其他 61 座水庫在同一場特大洪水事件中全部潰壩，造成 23 萬多人死亡，1000 多萬人失去家園，毀房 680 餘萬間，沖毀 100 多公里鐵路。台灣的水壩雖然老舊，但是管理維護良好，在制度上每 5 年一次安全評估，更新水文與地震資料，重作安全評估，做為安全管理之依據。另外每年做例行檢查，所以制度非常好，發生潰壩的機率很低。

三、國外案例

1. 2020/7/20 媒體報導「印度東北大水災 400 萬人流離失所，東北方的阿薩姆邦婆羅門河水氾濫 189 人死亡」，因季風帶來的強降雨，導致當地發生山崩和土石流。印度東北部阿薩姆邦及鄰國尼泊爾，有近 400 萬人受災，至少 189 人死亡。布拉馬普特拉河（Brahmaputra Rivers）洪水氾濫，周遭損失慘重。
2. 印尼的案例，據媒體報導「單日狂灌 6 倍雨量，印尼元旦大洪水已 53 死，17 萬人流離失所，正值雨季的印尼，元旦期間爆發嚴重洪災，雅加達甚至降下比平常高出 6 倍的單日雨量，造成多處淹水交通癱瘓，印尼當局緊急撤離 3 萬人，但洪災還是釀成至少 53 人死亡。滾滾洪水將民宅地基整個沖垮。印尼蘇門答臘和西瓜哇區爆發 7 年來最嚴重洪災，有民眾受困河中孤島。新年第一天雅加達就降下 377 毫米的驚人雨量，這個數字等於是平常雨量的 6 倍，是 1866 年有紀錄以來最嚴重水患，部分地區甚至水深及胸，死亡人數不斷攀升。這場洪災也造成雅加達多處停電，部分鐵路停駛，哈林機場一度關閉，上萬民眾被迫撤離家園。」
3. 2020 年 8 月中，朝鮮半島進入梅雨季後，連日不斷的暴雨造成南韓首爾以及中南部地區暴雨，38 人死亡，12 人失蹤。
4. 日本 2019 年哈吉貝(19 號)颱風災害。2019 年 10 月 12 日哈吉貝颱風橫掃日本關東地區，挾帶豪雨，箱根町達 1001mm，靜岡縣伊豆山市達 760mm，關東秩父市達 687mm。颱風期降下的雨量高達年雨量的 30%~40%。24 小時降雨量超過 600mm 的雨量站近 10 處。颱風挾帶暴雨掃過，造成嚴重災害。災害範圍以關東及東北地區為主，涵蓋茨城縣、群馬縣、櫛木縣、東京都、埼玉縣、神奈川縣、山梨縣、長野縣、靜岡縣、奈良縣、宮城縣、福島縣、山形縣及新潟縣。總計有 47 條河川共 66 處潰堤，超過 5 萬戶房屋遭淹。淹水深度超過 50cm 者近 30 萬戶。人命傷亡、死亡 68 人、失蹤 12 人、重傷 30 人、輕傷 371 人。公共措施損毀者，不計其數，其中長野縣千曲川氾濫淹沒整排電氣車頭。52 萬戶停電，15 萬戶停水，可說

滿目瘡痍。

5. 2020年7月初，日本九州熊本縣洪災，熊本縣東南邊之球磨町，因梅雨下了超紀錄的豪雨，球磨川氾濫，兩邊低地最高水深達9m，造成嚴重災害，人命死亡77人、失蹤7人，財務損失慘重，目前還在復原中。
6. 茲統計日本平成元年(1988年)至今(2020年)重大水災死亡人數如表1所示。

表1 日本自平成元年(1988年)至今(2020年)水災死亡人數統計

年度期間	死亡人數	水災地區及成因
1988(平成元年 7月台風11、12、13)	31人	九州東北、關東
1988(平成元年 8月31日~9月16日)	20人	西日本、近畿
1989(平成2年 6月2日~7月22日)	32人	梅雨、九州、東山
1989(平成2年 9月11日~9月20日)	44人	台風19號、九州
1990(平成3年 9月12日~9月28日)	86人	台風17、18、19號
1992(平成5年 5月~7月)	26人	梅雨、台風4號
1992(平成5年 7月~8月7日)	79人	豪雨、九州
1992(平成5年 9月)	48人	台風13號、九州
1997(平成9年 7月)	26人	梅雨、九州
1998(平成10年 8月)	22人	台風4號、東北
1999(平成11年 6月)	39人	梅雨、九州
1999(平成11年 9月)	31人	台風18號、九州
2003(平成15年 7月)	23人	梅雨、九州
2004(平成16年 9月4日~8日)	46人	台風18號、沖繩、北海道
2004(平成16年 9月25日~30日)	27人	台風21號、四國
2004(平成16年 10月18日~21日)	98人	台風23號、四國九州
2005(平成17年 9月)	29人	台風14號、四國九州
2006(平成18年 7月)	30人	豪雨、九州近畿
2009(平成21年 7月)	36人	豪雨、九州、四國
2009(平成21年 8月)	217人	台風9號、九州、四國
2010(平成22年 7月)	22人	豪雨、東日本
2011(平成23年 8月30日~9月15日)	98人	台風12號、西日本
2011(平成23年 9月15日~9月22日)	20人	台風15號、西日本
2012(平成24年 7月)	33人	豪雨、九州
2013(平成25年 10月)	43人	台風26號、西日本

年度期間	死亡人數	水災地區及成因
2014(平成 26 年 8 月)	83 人	豪雨、廣島
2017(平成 29 年 7 月)	42 人	豪雨、北九州
2018(平成 30 年 6 月~7 月)	232 人	豪雨、北九州、中國近畿
2019(令和元年 10 月)	80 人	哈吉貝颱風、關東地區
2020(令和 2 年 7 月)	84 人	梅雨、熊本縣
合 計	1,537 人	

備註：1.平均每年因水災死亡 48 人，上表是主要水災的統計，小水災不計。

2.1988~2018 年之資料錄自「水害列島」土屋信行著。

四、台灣歷史洪災

1. 60 年前(1959 年)87 水災造成台灣中部重大災害，曾成立重建工程處專責搶修與復建。
2. 1996 年賀伯颱風帶來強風豪雨，全國各地災情嚴重，航空、鐵路交通全面停飛、停駛，公路坍方、橋樑斷裂，嚴重受損。中、南部沿海地區海水倒灌，台北市及新北市地區多處嚴重淹水。南投縣水里鄉、信義鄉、鹿谷鄉山洪爆發，多人慘遭活埋。全臺電力、電信受損嚴重。阿里山測站於 7 月 31 日單日降水累計雨量達 1094.5 毫米，創歷史紀錄。颱風期間造成 51 人死亡，22 人失蹤。
3. 碧利斯颱風災害(2000 年)8 月，花蓮及台中兩縣受創，死亡 11 人。
4. 2000 年 10 月象神颱風襲擊北部造成 64 人死亡，汐止淹大水，所以政府籌建員山子分洪。
5. 2001 年 9 月的納莉颱風，全臺共計 111 人死亡，103 人失蹤，農林漁牧損失逾 77 億元。
6. 2004 年的艾利颱風，西北颱強風夾帶豪雨，造成新竹、苗栗山區受災極為嚴重，新竹縣五峰鄉桃山村土場部落 20 多戶民宅遭土流埋沒，三重、新莊及樹林地區多處淹水，全臺共計 15 死 14 人失蹤。
7. 2008 年 7 月卡玫基颱風 20 死 6 人失蹤。
8. 2009 年 8 月 8 日莫拉克颱風(88 水災)，造成南部及東南部嚴重災情，以高雄甲仙(小林村滅村)、那瑪夏、六龜、屏東縣林邊鄉、佳冬鄉、臺東縣卑南鄉、太麻里鄉等地遭受淹水或土石流災情最為嚴重，全臺共 619 死 76 失蹤。

五、台灣洪災的風險

60年來，從60年前的87水災，到11年前的莫拉克(88)水災造成重大災害以外，台灣並沒有發生過大水災。這兩次水災所發生的暴雨是「超紀錄的暴雨」，國外重大水災的案例也是「超紀錄的暴雨」。

60年前的87水災，斗六的梅林降雨量為1,001mm，降雨延時24小時。1996年賀伯颱風阿里山站的降雨量1,987mm，降雨延時48小時。2009年的莫拉克颱風的降雨量2,970mm，降雨延時72小時。一場暴雨越來越大，延時越長，地球暖化，氣候異常似已成真。

茲轉載2019/9/23自由時報，標題「當心暴雨致災-強降雨日數大增七成」。「氣候變遷造成降雨型態變化，越來越多易致災的短延時強降雨，據水利署最新統計，台灣總體降雨時數逐年下降，降雨強度卻上升，過去二十年降雨量達兩百毫米等級的降雨日數，全台平均增幅逾七成，中部甚至增逾一·二倍，豐枯不均、旱澇更成挑戰；氣象局研議將增設「三小時逾兩百毫米」的短時強降雨預警制度，提醒民眾小心致災。」

「無雨日數也增加降雨型態兩極化」

「水利署統計，降雨改變造成豐枯差距加大，降雨時數雖呈現每十年降3.01%，降雨強度卻上升3.16%。過去二十年降雨量達兩百毫米的大雨日數，全台平均增幅超過七成，中部地區甚至增達128%；相對地，無雨日數也增加，東部地區增幅就達17%，顯示降雨型態朝兩極發展。」

「不只冬雨梅雨枯水期也見強降雨」

「氣象局統計更發現，近六十年年降雨日呈減勢，去年全台十三個平地氣象站平均降雨日132.5日，比氣候平均日數少9.3日，但分析大雨日，有十二站年大雨日數多於氣候平均值，其中高雄多3.9天最顯著。水利署副署長王藝峰表示，很多淹水是因下水道積淹，強降雨變多重要因素，不只冬雨、梅雨，甚至枯水期也常有驟然強降雨，去年八二三水災後，水利署與氣象局商討要將更多短時強降雨納入預警。」

「氣象局研議增設短時強降雨預警」

「氣象局預報中心主任呂國臣表示，目前訂有大雨及豪雨特報（豪雨、大豪雨、超大豪雨）；豪雨定義為二十四小時累積雨量達兩百毫米或三小時累積雨量達一百毫米以上；但大豪雨及超大豪雨只有二十四小時累積雨量三五〇毫米、五百

毫米以上的標準，考量短時降雨變急變大，正修訂災害性天氣作業要點，大豪雨定義將新增「三小時達兩百毫米以上」標準，預計明年汛期前上路。」

洪災風險輕重視人命損失多寡而論，生命無價。與日本相比，日本 32 年來，平均每年水災死亡 48 人。台灣除 2009 年莫拉克颱風小林村山崩死亡 600 多人之外，因水災死亡人數似較少。大水災大都因颱風帶來豪雨。颱風多發生於太平洋，由東往西，在台灣東部花蓮、台東或宜蘭登陸，經中央山脈阻擋，到達西部已減弱。通常在山岳地帶降下大雨，造成山崩與土石流，就有人命損傷的風險，但是山區人口稀少，比較不會造成重大人命損失。

少數颱風在菲律賓發生，向北行貫穿台灣海峽，帶來大雨又逢漲潮，則台灣西部濱海人口密集的都會區，就有可能因大水災而有大量人命損失的風險。

颱風除了帶來大量降雨，也會引起波浪，湧高海平面。風力 10 級以上時，波浪高度可達 12m。六、七級風，波浪高度可達 6m 高。

地球暖化，北極正以兩倍於全球其他地區的速度暖化。過去六年，是有史以來最溫暖的一段時期。格陵蘭島冰層七倍速融化，自 1992 年以來，格陵蘭已有 3.8 兆噸的冰融化，足以使海平面升高 10.6mm，若當地冰蓋完全融化，或者轉為冰山進入海中，全球海平面會上升 6m。

南極是地球最大的淡水庫，但也正迅速暖化。根據世界氣象組織(WMO)資料，過去 50 年間升溫將近攝氏 3 度，是全球平均值的三倍。南極冰蓋融化，將導致全球海平均上升。德國波茨坦氣候變遷衝擊研究所氣候學家雷佛曼(AndersLevermann)說，預計到 2100 年，全球海平面將因南極冰層融化上升 50cm，之後每暖化 1 度就升高 2.50m。

全球暖化，高溫日數年年創高。格陵蘭一天融冰 125 億噸。氣候不只是變遷，氣候已經是危機，暴雨威脅生命安全。

2020/8/16 自由時報

「格陵蘭融冰加速，回不去了」。

「北極融冰已造成全球海平面每年平均上升 1mm。格陵蘭島去年的融冰量更導致全球海平面在兩個月內上升 2.2mm；若該島的冰層全部融化，全球海平面平均將上升 6m。未來數年內，許多濱海城市將成汪洋。」

台灣由北到南，台北盆地，台中以南至屏東，濱海地區，因地盤下陷，地勢低窪，海平面上升，標高 2m 以下地區，平常高潮就有可能海水入侵，潮水積水

不退。如果颱風暴雨，加以巨浪湧高海平面入侵陸地，有可能淹水深度 5m 以上，人民逃避不及，在人口密集的城鄉，有可能造成大量的人命損失。

所謂洪災風險，主要是指因洪水造成人命損失的多寡。2005 年 8 月，超級颶風卡崔娜(最大風速 78m/s)，從墨西哥灣來襲美國路易西安那州的紐奧良市，紐奧良市位於密西西比河口，是一個繁榮的海港，由於長期抽取石油、瓦斯與地下水，嚴重地盤下陷，約 7 成的土地(300km²)位於海拔 0 以下，排水困難，全靠海堤圍堵海水。該次颶風引起 9m 的高潮，海堤約 50 處潰堤，致死者 1800 人(含行蹤不明)，經濟損失達 1,350 億美元。

台灣西部濱海地區，有可能發生像上述紐奧良市的情況嗎？濱海地區超抽地下水，長期地盤下陷，地面在高潮位以下的面積甚廣，以海堤保護鄉村居民，免於受海水淹沒。雖然近年來管制超抽地下水，地盤下陷已緩和，但還是有下陷的傾向，況且已下陷者已無法恢復，加以地球暖化，南北極融冰，海平面緩慢上升，濱海地區受海水浸淹的風險越來越高。

2020/8/18 經濟日報

麥肯錫全球研究所發表的報告指出，「東南亞新興亞洲地區，正面臨氣候重大變遷的影響。印尼發生極度降雨的機率將比現在提高 3~4 倍。由於海平面升高，海岸地區洪災已成為全球的重大風險」，怪不得人口 2,000 仟萬的印尼首都雅加達，因濱海面臨海水的威脅，計畫要遷都。

茲評估台灣主要地區的洪災風險：

台北市—台北市瀕臨淡水河出海口的感潮段，盆地地形，地勢低窪，靠圍堤與動力抽排水。平常降雨沒有事，頂多淹到半個輪胎。但是如果遇到颱風帶來「超紀錄暴雨」譬如時雨量達 100mm 以上，24 小時雨量超過 1,000mm，都會區建物面積佔約 70%。淡水河受海潮湧高，無法重力排水，適逢抽水機組部分故障，則臺北盆地是否可能淹水 2m 深。屆時地下室淹滿，地鐵有如「灌肚猴」，人要往哪裡逃？是否將死傷慘重。

這種「超紀錄暴雨」的風險，所謂海綿城市已不管用，要研究地鐵的出入口及大樓地下室入口是否加高，以及如何避難。現有的防洪措施，堤防的高度，抽水機組的容量是須再檢討，不一定要加高或增加，畢竟「超紀錄暴雨」的風險頻率極低，但仍須規劃如何避難。譬如是否改建堤防為高規格堤防，做為避難高台；盤點 3 樓以上的大樓做為避難的可能性。除了公布可能淹水深度的地圖外，也要繪製逃難的路線圖；如何發佈「超紀錄暴雨」警報，各里鄰分配每人避難地點，

演練避難路程與時間，避難地點的物資整備，飲用水、食物、毛毯等等，避免人民傷亡為第一要務。

新北市—大漢溪的沖積平原，台北防洪計畫投入大筆經費整治，三期計畫實施以來獲得成效，平常降雨沒有發生過重大災害。基本上在淡水河及大漢溪築堤並設防潮閘防止「外水氾濫」。防洪三期計畫完成已達 30 年，時代變遷，水文水量與感潮水位都有不同，加以平原內人口大幅增加，是應該重新檢討規劃防洪措施了。堤防的加高加強，改建為高規格堤防做為避難高台；防潮閘門的容量與操作方式也該檢討了。

洪災風險是「內水氾濫」，人口增加，建物林立，區域排水整治不完善，如遇「超紀錄暴雨」勢必發生重大災害，如何防災避難，避免人員傷亡，是規劃重點。

高雄市—高雄市是濱海城市，愛河出海口，海港碼頭有很長的海岸線，幸好有半屏山及旗津作為屏障，颱風巨浪造成「高潮洪水」的風險較少，但是有「內水氾濫」的風險。當海水位上漲，內水不易排除，如果發生「超紀錄的暴雨」部分地區將有大淹水的風險，也有可能造成人命損失，也該規劃避難逃生路線。

台中以南至屏東濱海地區—因地盤下陷，地面低於海平面的台灣西部濱海廣大地區，雖然沒有大都市，但是鄉鎮人口也不少，大都從事農漁養殖業，具有重要的生產力。深受「高潮洪水」侵襲之苦。平日高潮時，已常有淹水之苦。受地球暖化，南北極融冰，海平面上升，此區的海潮淹水將更深刻。如果遇上颱風帶來巨浪，淹水 2~3m 不是不可能，屆時人命將損失慘重。

筆者總覺得，政府投入濱海「高潮洪水」的經費不足，雖然保護標的是鄉村地帶，但是「寸土寸金」不能輕言放棄。荷蘭「須德海」與海爭地，因應天候異常海平面上升，已花費巨額經費加高加強海堤。

台灣濱海地區應做整體規劃，築強固的海堤，配合動力排水，並規劃高台避難，房舍須建 3 樓以上，做為避難之所。

六、結論

1. 不要以為風調雨順、風平浪靜，就鬆懈了防洪的心態。地球暖化氣候異常，何時何地會發生「超紀錄的暴雨」是很難預料的。
2. 據國外的案例，發生「超紀錄的暴雨」都造成人民生命財產的重大損失，台灣過去的 87 水災(60 年前)與 88 水災(11 年前)，也是發生「超紀錄的暴雨」，造成重大災害。

3. 地球暖化、氣候異常，近幾年的經驗，異常下雨越來越大，越有發生的風險。台灣的防洪計畫應該重新檢討規劃，以人命損失「零」為目標，除硬體的防洪措施之外，如何避難應列入規劃範圍。
4. 應注意大都會區的「內水氾濫」的風險，以及濱海地區「高潮洪水」的防範。濱海地區由於海平面持續上升，需要整體規劃，以保全國土、保護弱勢人民的生命財產。
5. 呼籲「節能減碳」。2020年8月24日TVBS APP：「環團籲『不減碳』2050年總統府、北車恐遭淹。極端氣候在各地都造成災情，減碳是刻不容緩的議題，環團綠色和平今天甚至發布最新研究報告，指出30年後就是2050年若不積極減碳，台灣將受到海平面上升與風暴潮雙重威脅，可能衝擊6都，超過290萬人的居住安全，甚至連總統府、北車等，都會被水淹沒。」