

災難管理與土木工程_期中報告

臺灣土水災害之災害管理策略：以莫拉克颱風為例

師大地理 41023901L 胡舜宇

壹、簡介 Introduction

(一) 前言

2009 年 8 月的莫拉克颱風 (MORAKOT)，被譽為是臺灣災害史上前十大的自然災害，其造成臺灣大量的人員傷亡與經濟損失，莫拉克颱風的猛烈侵襲對整個臺灣地區造成了重大的破壞，尤其是中南部地區、當地災情可說是苦不堪言。這場自然災害也引起了全國社會的廣泛關注，並促使臺灣政府和相關機構重新思考災害管理與減災策略。

莫拉克颱風是一個具有教訓意義的事件，其突顯了災害管理的重要性。本報告的第二部分將回顧當時全臺的氣象狀況（水文資料），以及災情最為嚴重的高雄之地文資料。本報告將以客觀的數據來呈現莫拉克颱風與其衍生災害，更全面掌握災害本身、以利後續的災害管理之探討。

臺灣相對其他國家而言有較多災害 (hazard) 的經驗，在面對災害時能展現出堅韌不拔的防災品質、致力將災害風險 (disaster risk) 降至最低，諸多完善的災害管理政策都是從每次災害經驗中學習、檢討，並記取教訓、提升防災效能與降低脆弱度 (sensitivity)。

因此本報告的第三、四部分將系統性分析與整合各界意見，針對 2009 年莫拉克颱風等類似災害提出的減災策略，本文將討論當時已實施的減災措施，以及未來應對颱風和其他自然災害的建議，並審視現行的災難管理和探討改進之可行性，以減低類似莫拉克颱風所誘發之複合型土砂災害導致的嚴重災情，期待這份分析報告能對災害管理和減災策略的改進做出貢獻，透過更智慧的方式因應未來更多的挑戰。

(二) 災情簡介

莫拉克颱風讓全臺陷入狂風暴雨之中，破紀錄的降雨量同時誘發了淹水、淺層與深層崩塌、土石流及堰塞湖（圖 1、圖 2）等不同類型的災害，也進而造成交通中斷（圖 3）、河海堤毀損、經濟損失與人民家園的破壞（圖 4），依據莫拉克颱風災後重建推動委員會的統計，計 677 人死亡、大體身分未確認 25 件、失蹤 22 人、合計 728 人（件），重傷 4 人，農業產物損失及民間設施毀損共計 194.1 億元，其中最為嚴重的災情是高雄縣甲仙鄉小林村發生大規模崩塌，造成 491 位村民不幸罹難。



圖 1：旗山溪堰塞湖
(來源：成大防災中心)



圖 2：那瑪夏溪堰塞湖
(來源：成大防災中心)



圖 3：南迴公路太麻里段毀損
(來源：中央社記者盧太城攝 2009.8.8)



圖 4：知本溫泉區金帥飯店倒塌
(來源：中央社記者盧太城攝 2009.8.9)

貳、研究區 Study area

(一) 颱風災情

莫拉克颱風為全臺降下豪大雨，特別是在中南部及東部地區雨量更為驚人，進而導致各處發生淹水、崩塌以及土石流等自然災害，造成大量的人員傷員與經濟損失，其中發生在高雄的災情最為嚴峻，相信這應該是全體國人的共同的慘痛記憶。

當時高雄縣的災情大致如下，甲仙鄉小林村東側山地大規模順向坡岩體滑動，崩塌土方量高達 2,500 萬立方公尺，491 名村民不幸罹難（圖 5、圖 6）；那瑪夏鄉民族村 80 多戶民宅遭土石流沖毀，造成 16 人死亡、25 人失蹤；大量土石入侵那瑪夏鄉民權村，破壞 20 餘棟民宅及三民國中；六龜鄉上新開地區，彩虹寺大佛後方爆發土石流；六龜鄉下新開地區，居民遭山洪沖失及土石淤埋，有 4 人死亡、24 人失蹤（國家災害防救科技中心）。



圖 5、6：高雄小林村災前、災後影像

（來源：成大防災中心）

（二）莫拉克颱風之水文情況

根據交通部中央氣象局（今中央氣象署）的颱風歷史資料，編號 200908 的莫拉克颱風於 8 月 3 日在菲律賓東方海面生成，並於 8 月 5 日增強為中度颱風、持續朝臺灣方向前進，當天 23 時 30 分中央氣象局發布海上颱風警報，隔日（8/6）8 時 30 分發布陸上颱風警報。該颱風中心於 8 月 7 日在花蓮登陸臺灣本島，然而受中央山脈地形影響，颱風強度略減、改朝西北方持續前進，並於 8 月 8 日在桃園離開臺灣本島、朝馬祖與福建等地前進（圖 7）。本次颱風行徑異常緩慢且呈現原地滯留現象，加上水氣條件在海上不斷幅合、重新形成集結，並引進旺盛西南氣流帶來超大豪雨，使得一波波局部豪大雨不歇，帶來豐沛豪雨、創下多項氣象紀錄，對中南部、臺東、低窪及沿海地區造成嚴重災情（經濟部水利署，2009）。

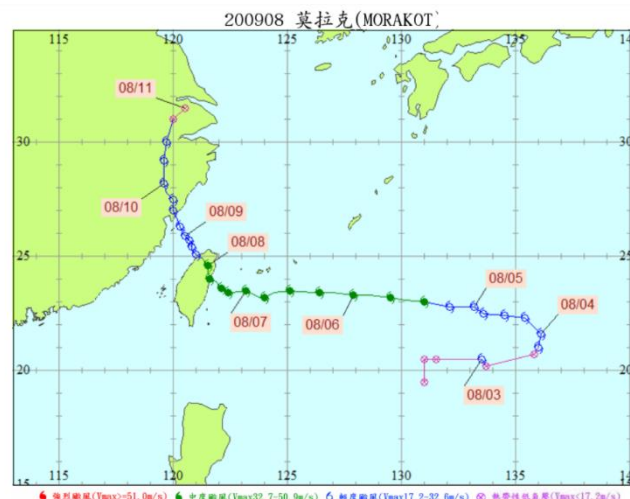


圖 7：莫拉克颱風中心移動路徑圖

（來源：TBD 防災颱風資料庫網路系統）

莫拉克颱風 8 月 6 日開始影響臺灣，許多氣象水文資料突破歷史新高，極大量的降雨襲擊臺灣中南部及臺東地區、多處測站六天的累積雨量甚至超過臺灣整年的平均降雨量 2,500mm（圖 8），並且降雨更集中在山區等脆弱度較高之區域（圖 9），也進而造成極為嚴重的災害。

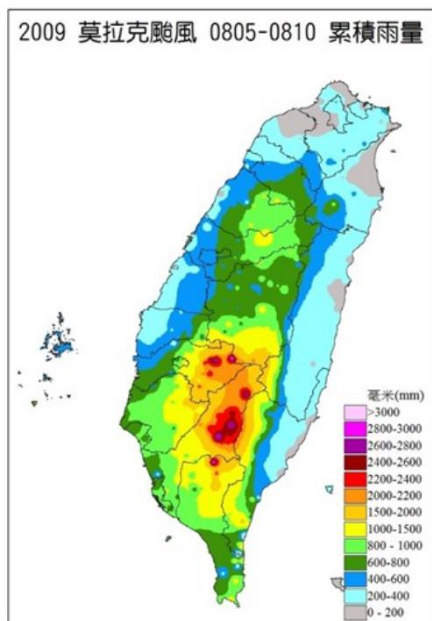


圖 8：莫拉克颱風總累積雨量圖

(來源：災防科技中心)

排序	站名	累積雨量 (毫米)	行政區	流域名稱
1	阿里山	3,060	嘉義縣阿里山鄉	曾文溪
2	尾寮山	2,910	屏東縣三地門鄉	高屏溪
3	奮起湖	2,863	嘉義縣竹崎鄉	八掌溪
4	御油山	2,823	高雄縣桃源鄉	高屏溪
5	溪南	2,747	高雄縣桃源鄉	高屏溪
6	石盤龍	2,706	嘉義縣竹崎鄉	八掌溪
7	南天池	2,694	高雄縣桃源鄉	高屏溪
8	小關山	2,485	高雄縣桃源鄉	高屏溪
9	潮頭	2,408	嘉義縣阿里山鄉	曾文溪
10	新發	2,356	高雄縣六龜鄉	高屏溪

圖 9：莫拉克颱風總累積雨量前 10 名排序

(來源：中央氣象局)

(三) 高雄災區之地文情況

從上述回顧內容可知高雄在此次災害事件中損失最為嚴重，其中在甲仙鄉小林村更發生山地崩塌、活埋滅村的慘案。8 月 9 日清晨 6 點多小林村東方的獻肚山發生大規模崩塌、順向坡岩體滑動 (圖 10)，崩塌瞬間將村內近乎全數的結構物夷為平地、居民被活埋其中，崩落的土石越過旗山溪、形成堰塞湖，並於 1 小時後潰堤、大量洪水沖刷被淹沒的小林村。



圖 10：獻肚山大規模崩塌

(來源：中央地質調查所)

李錫堤研究員、董家鈞研究員、林銘郎教授於《小林村災變之地質背景探討》中提出釀成此次災害的三項地質原因，1. 地質構造上，滑動區北側地層層面與南側東西向節理暨小斷屬共同形成一組向西傾斜且呈虛懸狀態的不利岩楔；2. 發生滑動的溪溝源頭儲積甚厚的老崩積層與新崩積物，有利於地表水的人滲，使新鮮頁岩上方的破碎頁岩與崩積物容易含水飽和；3. 滑動區坡高太高，衝擊能量太大，擴大了災書的程度。在眾多災害因子同時發生、加乘效果下，進而導致此次悲慘性的災害發生。

參、減災計劃 Disaster mitigation plan

災害管理（Disaster Management）是一種強調預防勝於治療的治理概念，災前針對不同的災害做減災（mitigation）、整備（prepared-ness），災時應強化整體災防體系的應變（response）能力，災後須透過各界的力量來復原（recovery）整體社會，這四大階段皆環環相扣、缺一不可，一個環節有所缺失都會嚴重影響整體災防成效（圖 11）。在我國《災害防救法》之中，把災害防救劃分為災害預防、災害應變及災後復原重建等三個部份，其內容將災害管理的減災及整備兩階段合併為災害預防（土石流及大規模崩塌防災資訊網）。上述四大災害管理中，其各自都有諸多相對應的措施，但本報告將專注探討「減災 mitigation」之相關措施。減災是指透過工程與非工程手段來降低災害發生的規模、頻率，減少災害對人民的影響，其措施可分為「工程性減災措施 Engineering Measure」與「非工程性減災措施 non-Engineering Measure」。



圖 11：災害管理四階段

（來源：土石流及大規模崩塌防災資訊網）

颱風會造成諸多衍生災害，在臺灣最常見的衍生災害類型有「洪水災害」與「坡地災害」這兩類，前者是因颱風帶來豪大雨加上宣洩不及所造成；後者是降雨和相關地質條件（例如順向坡、地質脆弱區等）加成效果所造成，這兩項衍生災害在莫拉克颱風侵襲臺灣期間均有發生，並且造成大量的人員傷亡與經濟損失，因此下部分將接續依政府與社會之現行措施，探討我國針對這兩項颱風衍生災害相對應的工程與非工程減災措施。

（一）工程性減災措施

工程性減災措施意指興建或維護「實體的防災設施」，以供災時能正常運作、保護區域範圍內人民之安全，此措施的成效顯而易見、災時能立即發揮效用。在洪水災害方面，我國現行的治洪思維多是以快速將水排離都會區，因而發展出河堤、河道截彎取直、抽水站與排水系統、分洪道與疏洪道等工程性減災措施。於河岸建設河堤能有效將洪水束縛於行水區之內、防止外水溢淹；河道截彎取直能有效縮短行水距離，快速將洪水帶離都會區、防止淹水的發生，基隆河截彎取直工程是我國最知名的案例之一（圖 12）；都市內緊鑼密網的地下排水系統與抽水站相互配合之下，能在豪大雨發生時迅速將內水排出，確保城市內不會陷入水患之中；分洪道與疏洪道之功用只要為有效分流河道中的洪水、確保河道順暢，例如二重疏洪道即是用以解決臺北橋隘口之問題，確保洪

水不會在人口密度極高的臺北橋周圍溢淹、進入城市（圖 13）。

在坡地災害方面，我國常見的治理措施為興建防砂壩、導流堤、打樁編柵等硬體工程。防砂壩用以攔阻或調節河床砂石，減少河床坡度、抑止亂流、防止橫向沖蝕，固定兩岸坡腳、防止崩塌，抑止土石流、減少災害等（水土保持手冊，2017）（圖 14）；導流堤可用於引導土石流的流向、將其引導至特定區域，以避免土石流進入人口稠密區域或重要基礎設施；打樁編柵為固定坡面上不安定的土石、防止坡面沖刷，並在坡面上形成有利植物的生長環境，用以穩固易崩塌及滑動之坡面（圖 15）。

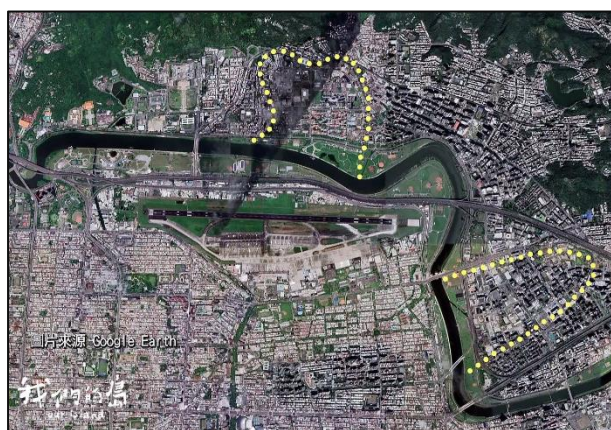


圖 12：基隆河截彎取直空拍圖

（來源：公視_我們的島）



圖 13：二重疏洪道空間概念圖

（來源：經濟部水利署）



圖 14：防砂壩（生態友善型）

（來源：中央社）



圖 15：打樁編柵

（來源：農業部）

（二）非工程性減災措施

工程性減災措施雖然在災時能有立竿見影的成效，但災前、災後卻是無法發揮效用，並且平時的維護成本極高，然而非工程性減災措施相對而言就沒有這項問題，它能在災前、災中、災後發揮其效能，因此加入非工程減災措施能有效提升災防實力，工程性加上非工程性的減災措施即達成「全災害管理

Disaster Management」，用以更強化全面性的災防效能。非工程性減災措施意旨透過非興建土木工程之手段來達成減災目標，時常可透過災防法規、國家政策、災害保險、環境監測與預警系統的建立，來減緩、轉移災害可能帶來的風險與衝擊。

1999 年的 921 大地震喚醒政府與國人重視災害防救，因此於 2000 年立法院三讀通過《災害防救法》，此法為我國的災防體系開創了歷史新頁，內容詳細劃分權責單位與制定工作細則，歷經多次修法該法已成為我國災害防救上重要的基石；依據《災害防救法》與其他相關之法令，我國政府有諸多政策與組織都與災害防救息息相關，用以維護人民之生命財產安全，例如做為政府災防幕僚與科研單位的國家災害防救科技中心、災害發生時隨之成立的中央災害應變中心；災害保險能達到分攤風險、抵抗不可抗力之因素，讓人民在面對災害時更有韌性，但此方式在我國並不盛行；有效掌握環境資訊是源頭治理災害的關鍵方法，因此建置環境監測與預警系統極為重要，在坡地災害方面我國諸多單位均有做相關的科學研究與環境調查，並針對高風險區域設置土石流警戒區，當災害來臨時也隨根據不同區域之地質狀況發布紅、黃警戒，讓行政單位有所依循、做出正確的決策，即時施行相對應措施、將災害風險降至最低。

肆、審視災難管理和探討改進之可行性 Review the disaster management and discuss the improvement possibilities

從上述內容大致了解我國面對颱風所衍生洪水與坡地災害的減災措施，對此筆者想針對洪水工程治理與全災害管理，兩大層面上探討其改善的可行性。在洪水治理上，過去工程性減災措施通常是快速將水排出的思維模式，因而建造許多排水設施、用以縮短洪水延時（flood duration）。然而，換個角度思考「治洪」的本質是希望能降低發生洪患的頻率、降低洪峰高度，因此從水文歷線圖來思考，拉長洪水延時或許是個不錯的做法，換言之該作法是將水留住久一點，可透過河道的延長、透水層的鋪設、滯洪池的建置，讓雨水不會同時大量湧入河道、降低洪患發生的風險，此思維與過去治理思維部分對立，仍待更多學者進一步探討。

現行減災措施可依其性質劃分為工程性與非工程性措施，我國當前較多的資金與治災思維都偏向成效顯而易見的「工程性減災措施」，然而此類型減災措施卻只能在災時發揮其效能，甚至在面臨極端災害事件時其效用無法負荷，並且仍需花費高昂金費維護。因此筆者認為應適度提高「非工程性減災措施」之資金比例，能更顧及災前中後的災防治理、加強更全面的減災作為，達到「全災害管理」概念。

莫拉克颱風災後，國家災害防救科技中心針對此次災害當時的狀況，提出 6 項具體減災方面之相關政策建議、供行政部門參考：1.各縣市雖備有地區性的

防救計畫，但中央尚未建立一套統一標準的災害預防管理系統，以有效的進行災害及損害狀況的風險評估監控。2.環境調查及危害潛勢資訊公開及流通不足，難以支援減災及整備作為。3.環境監測及觀測網未完整佈建及資訊彙整，影響因地制宜的災害預警能力。4. 風險溝通的知識有限，政府專責單位發佈的預測及預警訊息無法有效轉成民眾因應災害具體行動。5. 既有學術研究成果有助於減災，但因缺乏與實務之良好橋接，未能直接落實應用。6. 危害之模式預測仍待提升，如降雨之預報（行政院災害防救專家諮詢委員會，2009）。

伍、結論 Conclusions

本報告前部分回顧了莫拉克颱風的歷史災害，其中洪水災害與坡地災害造成的損失最為嚴重，並大致掌握此次災害相關之水文與地文資訊，從慘痛的災害經驗中體悟災害管理與減災策略之重要性。接著針對洪水災害與坡地災害列舉出我國相關的工程性與非工程性的減災措施，探討其效用與災害之關聯，並針對洪水工程治理提出另一治理思維，包括延長洪水延時以降低洪峰高度的思考，以及呼籲全災害管理概念的重要性，強調應該有效結合工程性和非工程性減災措施。總的來說，本報告提供了有關臺灣土水災害管理措施的深入見解，並強調了減災措施的多樣性和綜合性，以確保更好地應對未來的挑戰。

陸、參考文獻 References

（一）期刊文章

- 中華防災學刊編輯部. “莫拉克影像集.” 中華防災學刊, 2010, 4 - 7.
- 經濟部水利署. “莫拉克颱風水文分析報告,” 2009, 3 - 5.
- 李錫堤, 董家鈞, 林銘郎. “小林村災變之地質背景探討.” 地工技術, no. 122 (2009): 87 - 90.
- 行政院災害防救專家諮詢委員會. “莫拉克颱風災害之課題分析與政策建議,” 2009.
- 劉哲欣, 吳亭燁, 張志新, 林聖琪. “大規模崩塌災害防治科技—崩塌災害瞭望臺.” 土木水利, 2015, 15 - 20.

（二）網路資料

- 國家災害防救科技中心. “2009 年莫拉克颱風.” 全球災害事件簿, n.d. <https://den.ncdr.nat.gov.tw/1132/1188/1204/2447/2505/#description>.
- 農業部水保署. “災害管理四階段.” 土石流及大規模崩塌防災資訊網,

January 2005. https://246.swcb.gov.tw/Info/Disaster_admin#unit2.

- 行政院公共工程委員會. “莫拉克颱風來襲_工程會要求各機關迅速採取防減災及緊急應變作為,” August 2009.
https://www.pcc.gov.tw/News_Content.aspx?n=C61062639C0CD29F&sms=21EF9CF82726C1BB&s=9400562D816109A3.
- 農業部. “農田水利因應莫拉克風災整備、應變與重建.” 農政與農情, September 2009. <https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=20199>.