

嘉義縣淹水與坡地易致災區之災害衝擊評估

王俞婷* 李欣輯 謝龍生 林宣汝 郭玫君

摘要 台灣各縣市政府近年來致力於颱風災害減災工作，而這些颱風減災工作又以工程方法為主，例如「易淹水地區整治計畫」及「石門水庫集水區治理計畫」等之實行。但工程方式僅能具有一定保護程度，無法提供完全免除災害之慮，所以超過工程保護程度之災害規模，需以非工程防護措施進行，而災害預警即是其中一項，國家災害防救科技中心之主要任務於颱風應變期間，提供中央災害應變中心災害預警資訊，為提昇淹水、坡地災害預警分析精度，首先必須掌握各地方政府之易致災區域資訊。掌握與瞭解各縣市之易致災區域及致災原因，除可提供政府研擬有效之災後重建復原措施外，亦可從其致災原因分析成果研擬、易致災區位劃定以作為未來防救災減災策略之參考。此外，本研究以嘉義縣為例，將此區域所調查之易致災區套疊土地利用資料進行分析，以瞭解各易致災區在各項土地利用中之影響，進而評估可能之損失，期盼此研究方法及成果可提供政府未來於防災工作之參考。

關鍵詞：易致災區、土地利用、衝擊評估。

The Impact Evaluation of Flood and Slopeland Disaster-prone area in Chiayi County

Yu-Ting Wang* Hsin-Chi Li Lung-Sheng Hsieh Syuan-Ru Lin Mei-Chun Kuo

ABSTRACT Recently, the disaster reduction strategies of the government have mostly been based on the engineering methods, such as regulation projects of flood-prone areas and the regulation project of Shihmen Reservoir Watershed. However, engineering methods cannot deal with all the problems. When the hazard scale exceeds the design standard, the disaster will still occur, thus highlighting the need for non-engineering methods. Through supplying information to the Central Disaster Response Center, early warning of potential disasters is one of the NCDR's main tasks in typhoon events. To increase the precision of early warning disaster systems, we need to delimit the disaster-prone areas by practical surveys and data from local governments. This result will help our government reduce or even prevent disasters. Finally, we take Chiayi County as a example for extending the application. The result of overlaying disaster-prone areas with land utilization is used to analyze the impact of flood and slopeland disaster, and assess possible losses. It is hoped this study can be used as a reference for future government work.

Key Words: Disaster-prone area, land utilization, Impact Evaluation.

一、前言

台灣位處於西北太平洋颱風主要路徑上，每年 7 月至 10 月為颱風侵襲的主要期間，由於地形坡陡流急常因為瞬時強降雨而造成淹水、坡地等災害。去年（2008 年）7 月卡玫基颱風侵襲本島，雖然本身降雨較少，但受外圍環流與引進西南氣流影響，台灣中部及西南部地區於短時間降下超大豪雨，暴雨強度超乎預期，導致台中以南各縣市局部區域發生淹水、土石流、坡地崩塌、橋樑沖毀等重大災情，其中台中市區發生嚴重淹水，猶如當年納莉颱風造成台北市災情之翻版，另外台南縣與高雄縣山區亦造成嚴重的坡地災害。根據卡玫基颱風所造成的淹水災害與坡地災害位置與過去歷史災區進行比對，發現其災害發生點除了過去常發生的區域外，亦發生於過去未曾傳出災害之區域，為掌握各地方政府之易致災區域資訊，將進行全面性進行易致災區域調查，找出不同災害規模所可能引致之潛在危險地區，因此，透過協力團隊共同了解轄屬區域易致災區域，增進地方政府研擬保全計畫之運作能力外，並可將此項調查資料交由科技中心協助彙整，增進科技中心之災害資料庫資料之齊全以及在預警研判之精確度提昇。另外，透過最新土地利用資料進行分析，並以嘉義縣所調查得到之淹水及坡地易致災區為範例，嘗試將土地利用資訊配合調查易致災區域結果進行分析，除建立分析方法外，也期望分析結果能做為未來颱風應變損失估計使用。

二、97 年易致災調查資料說明

1. 調查項目規劃說明

易致災的概念來自於災害風險管理，災害風險產生的機制，主要由危險源與易致災性互動的災害作用而形成。「易致災性」指由物質、社會、經濟和環境等因素互動形成的條件，如從受體的角度詮釋，指在特定自然事件下，特定地理區域內，暴露於危害源影響範圍內的人口、建物或設施的潛在損失或傷害的可能性而言（陳建忠、洪鴻智，2005）。因此，隨著近年來減災工作的進行，災害評估是減災規劃的基礎，而最根本的工作就是由災害調查做起，易致災地區的調查主要是針對近年來颱風災害事件所造成之淹水、坡地災害發生地區、頻率做一綜合紀錄及相關資料收集以作為未來發生相同災害之機率或可能性、強度與影響範圍之參考。97 年度規劃易致災調查流程如圖 1

所示，其項目包含：(1)蒐集調查區域颱風相關資料（近年來颱風災害事件資料、災害潛勢資料、縣市管河川之治理規劃報告、縣市政府保全資料）(2)初步研判各鄉鎮市之易致災區域(3)與地方政府（含鄉鎮市）業務人員進行訪談與確認易致災區域(4)利用科技中心之災害勘查系統進行易致災區域現地調查，並將調查資料回傳中心彙整(5)易致災區域之繪圖（以鄉鎮市為單元）(6)鄉鎮市易致災區域之致災因子分析(7)交成果報告及調查資料。

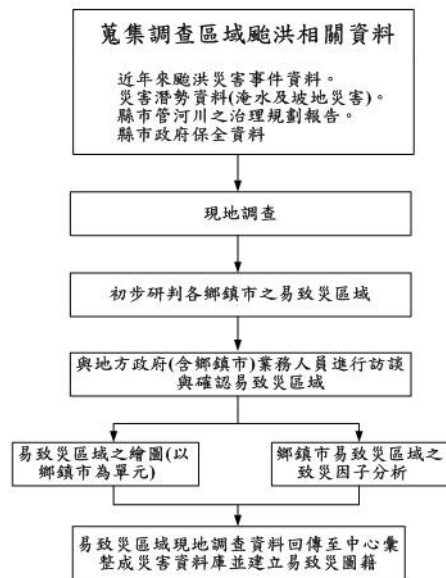


圖 1 調查流程規劃

Fig.1 Researching flow chart

2. 易致災區調查成果

李欣輯等（2009）利用一場颱風的情境模擬進行分析中，在颱風應變第一階段：一級開設中（颱風未登陸）的歷程時，這階段由於颱風外圍接近，已有風雨影響，部分地區有降雨集中情況，此時主要應變作為除了颱風路徑分析、未來降雨分佈分析外，在洪災預警上有河川水位監測、河口滿潮警戒..等；在坡地災害預警上有坡地歷史災點分析、易崩塌道路警戒等工作。因此，隨著近年來減災工作的進行，災害評估是減災規劃的基礎，而最根本的工作就是由災害調查做起，易致災地區的調查主要是針對近年來颱風災害事件所造成之淹水、坡地災害發生地區、頻率做一綜合紀錄及相關資料收集以作為未來發生相同災害之機率

或可能性、強度與影響範圍之參考。97 年度規劃調查之區域主要為台中縣市、彰化縣市、南投縣市、雲林縣市、嘉義縣市、台南縣市、高雄縣市及屏東縣市，現地調查淹水、坡地易致區結果如圖 2、圖 3 所示。

查總面積約為 5283 公頃，坡地部分：調查總災點數為 51 點（圖 4）。同時選取由民國 95 年國土測繪中心配合「國家地理資訊系統建置及推動十年計畫」研訂「國土利用調查」子計畫，研擬 95 年到 104 年的推動工作，其中 95 年到 97 年計畫完成全國之國土利用調查成果資料整合及建置，目前完成全國 17 縣市中嘉義縣土地利用調查圖層，加以分類進行套疊。

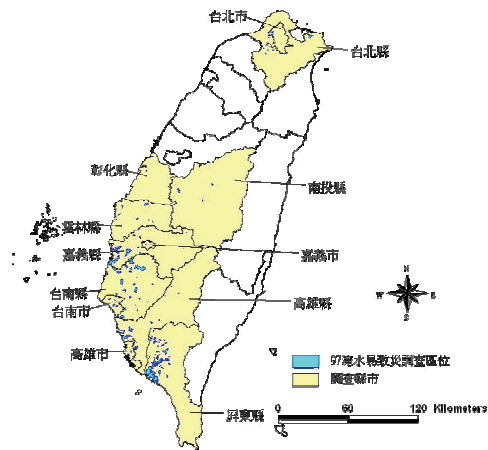


圖 2 97 年度調查淹水易致災區
Fig.2 Flood disaster-prone area in Taiwan in 2008

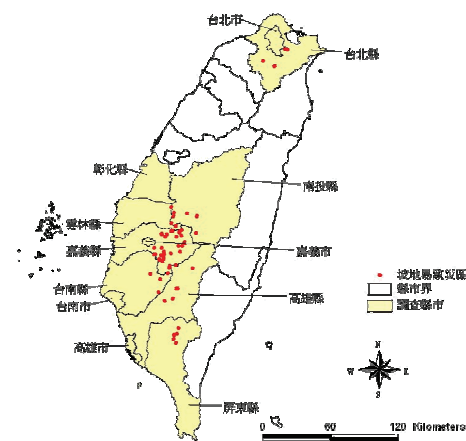


圖 3 97 年度調查坡地易致災區
Fig.3 Slopeland disaster-prone area in Taiwan in 2008

三、分析區域選取與土地利用資料分層

目前依據 97 年易致災調查 13 縣市中之嘉義縣為研究範圍，嘉義縣之易致災現地調查，淹水部分：調

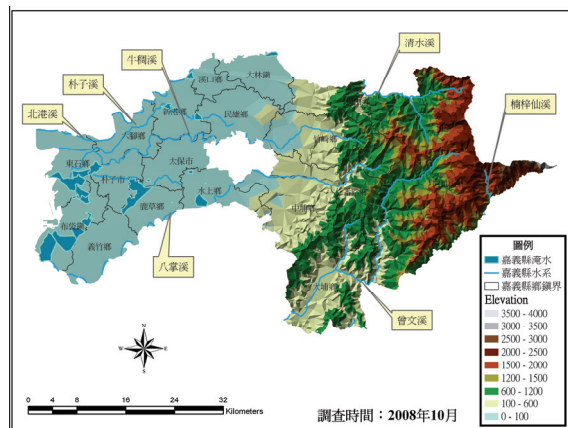


圖 4 97 年度嘉義縣易致災調查區域
Fig.4 Flood and Slopeland Disaster-prone area in Chiayi County in 2008

選取土地利用圖層分類的 9 大類別中 22 項分類項目並將其區分為四大面向：經濟面向（住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業）、社會面向（學校、醫院、社會福利設施、文化設施）、自然環境（濕地、湖泊、天然林、草地）、基礎設施（水利、交通、維生設備、政府機關）等四大面向，表 1 所示，透過四大面向分析以瞭解災害後可能之損失進而估計其多寡。

四、災害衝擊評估

1. 災害比率與災害事件期望值分析

透過現地調查的成果，進行受災比率（災害頻度）（游繁結等，2006）及災害事件期望值的計算。

在淹水災害部分，首利用水利署 2005-2008 年淹水災害資料進行淹水頻度計算，由於過去我們調查的單位為鄉鎮，因此此頻度計算的範圍也是以鄉鎮為單位。透過颱風事件對於各鄉鎮之侵襲次數來我們可以了解各鄉鎮的災害比率，表 2 中將鄉鎮受颱風侵襲事件(B)除以颱風總事件數(A)所求得的比值，即為該鄉鎮的「比率參數」(D)，最後再利用歷年災後總數(C)乘上災害比率(D)等於每個鄉鎮再颱風侵襲時所造成的災害期望值數(E)，計算結果嘉義縣淹水受災最高的為東

石鄉、布袋鎮其次是溪口鄉、民雄鄉、義竹鄉(表 2)，雖於東石鄉歷年災害總數多但對於颱風侵襲該鄉鎮的比率反倒比民雄鄉少。坡地災害部分利用歷年所蒐集之歷史災害(1989-2008 年)進行比率參數及災害事件期望值計算，計算結果嘉義縣坡地受災比率最高為阿里山鄉其次是中埔鄉(表 3)。

在颱風應變第一階段：一級開設中(颱風未登陸)的歷程時，這階段由於颱風外圍接近，已有風雨影響，部分地區有降雨集中情況，但未達降雨警戒，此時需提供一些資訊提供決策者參考使用，此時，將會利用災害比率當作初步參考資訊並配合易致災調查地區資料為此階段之參考資訊，此結果將提供未來預估降雨趨勢集中在嘉義縣時之參考使用。

表 1 四大面向列表

Table 1 List of four directions

面 向	分	類
經濟面向	住宅、工業、商業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業	
社會面向	學校、醫院、社會福利設施、文化設施	
自然環境面向	濕地、湖泊、天然林、草地	
基礎設施面向	水利	(堤防、溝渠、水庫、水閘門、抽水站、水庫堰壩)
	交通	(機場、鐵路、道路、港口)
	維生設備	(電力、瓦斯、自來水、加油站)
	政府機關	(重要行政單位)

表 2 嘉義縣淹水災害比率

Table 2 Proportion of flood disaster in Chiayi County

鄉鎮	颱風總事件數(A)	鄉鎮颱風事件(B)	歷年災害總數(C)	比率參數(D)	災害期望值數(E)
太保市	12	4	10	33.33%	3.33
朴子市	12	4	22	33.33%	7.33
布袋鎮	12	6	65	50.00%	32.50
大林鎮	12	4	6	33.33%	2.00
民雄鄉	12	9	19	75.00%	14.25
溪口鄉	12	6	21	50.00%	10.50
新港鄉	12	3	30	25.00%	7.50
六腳鄉	12	3	11	25.00%	2.75
東石鄉	12	6	66	50.00%	33.00
義竹鄉	12	5	24	41.67%	10.00
鹿草鄉	12	3	17	25.00%	4.25
水上鄉	12	6	7	50.00%	3.50
中埔鄉	12	4	4	33.33%	1.33

註：(D)=(B)/(A)*100% (E)=(C)*(D)

表 3 嘉義縣坡地災害比率

Table 3 Proportion of slopland disaster in Chiayi County

鄉鎮	颱風總事件數(A)	鄉鎮颱風事件(B)	歷年災害總數(C)	比率參數(D)	災害期望值數(E)
大埔鄉	20	5	14	25%	3.50
中埔鄉	20	12	50	60%	30.00
竹崎鄉	20	10	36	50%	18.00
阿里山鄉	20	17	73	85%	62.05
梅山鄉	20	10	50	50%	25.00
番路鄉	20	11	38	55%	20.90

註：(D)=(B)/(A)*100% (E)=(C)*(D)

2. 淹水易致災區之衝擊評估

利用檢核後淹水易致災現地調查資料套疊土地利用資料，在四大面向中，淹水易致災區域落在經濟面向（住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業）所佔面積比例為最高 80.12%，其次是基礎設施（水利、交通、維生設備、政府機關）8.03%（圖 5），若再將經濟面向中所包含的住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業等分類進行面積比例計算，結果得知以農作所佔比例最高 47.03%，其次是漁業 34.87%（圖 6），顯示在嘉義縣各產業活動中，當發生淹水災害時，在所分的四個面向中以經濟面向影響最大，而當中農作與漁業所佔比例最多。

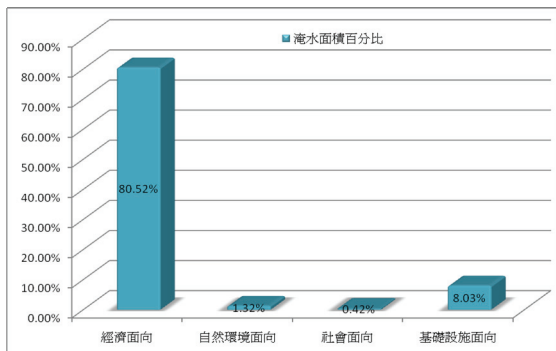


圖 5 淹水易致災區於各面向所佔比例

Fig.5 Proportion of flood disaster-prone area in four directions

藉由套疊土地利用資料分析以估計當淹水災害發生時，該區可能之損失之面向，以及主要之損失項目多寡，進而可推估可能之損失金額，以提供政府未來

防災之參考。

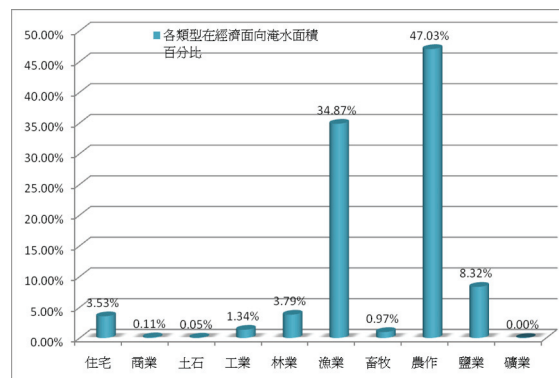


圖 6 淹水易致災區於經濟面向所佔比例

Fig.6 Proportion of flood disaster-prone area in economic direction

3. 坡地易致災區之衝擊評估

利用檢核後坡地易致災現地調查資料套疊土地利用資料，由於坡地災害調查中一般都以點位來表示災害位置，因此，在本研究中我們採用調查所量測崩塌範圍長、寬的結果，平均約 20m，將災點以 20m 為 buffer 擴大進行套疊，透過套疊計算點位落於各面向之點數；套疊結果，在四大面向中，坡地易致災現地調查位置落於與經濟面向（住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業）所佔比例為最高 61.32%，其次是自然環境（濕地、湖泊、天然林、草地）33.02%（圖 7）。此外，在經濟面向所包含的住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業等分類中，以林業所佔比例最高 64.62%，其次是農作 32.31%（圖 8），顯示在嘉義縣各產業活動中，當坡地災害發生時，以經濟面向影響最大，而當中林業與農作所佔比例最多。

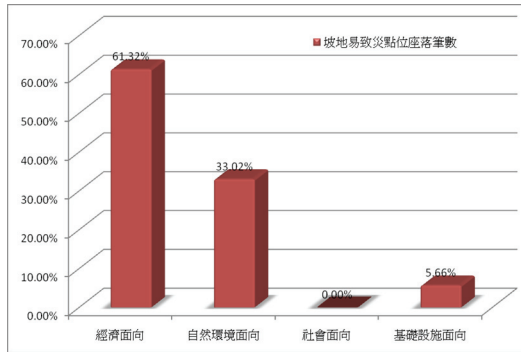


圖 7 坡地易致災區於各面向所佔比例
Fig.7 Proportion of sloped land disaster-prone area in four directions

藉由套疊土地利用資料分析以估計當坡地災害發生時，該區可能之損失之面向，以及主要之損失項目多寡，進而可推估可能之損失金額，以提供政府未來防災之參考。

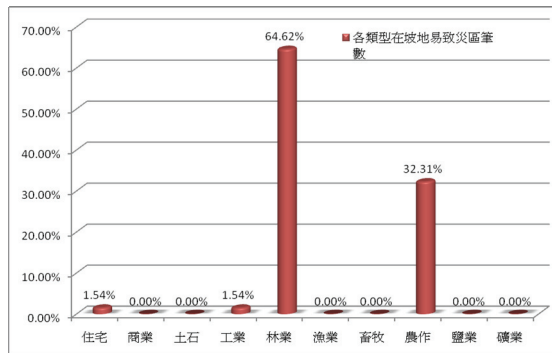


圖 8 坡地易致災區於經濟面向所佔比例
Fig.8 Proportion of sloped land disaster-prone area in economic direction

五、莫拉克颱風事件災害衝擊評估

1. 災情資料說明

在分析期間遭逢莫拉克颱風襲台，造成全台中南部及台東地區嚴重淹水、坡地崩塌、道路中斷等災害，因此，透過協力團隊進行現地調查，利用第二階段淹水調查收整結果(圖 9)，及透過農委會水土保持局及公路總局所蒐集之坡地災害點位套疊土地利用圖層進行分析。

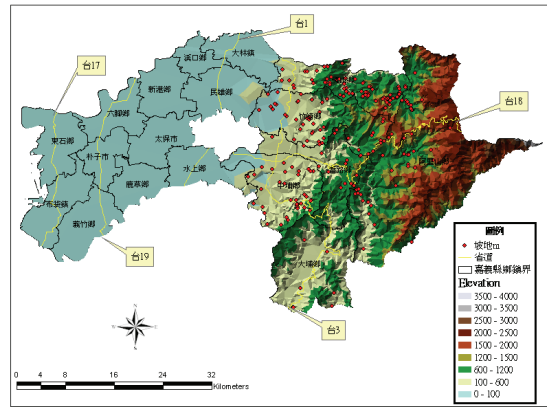
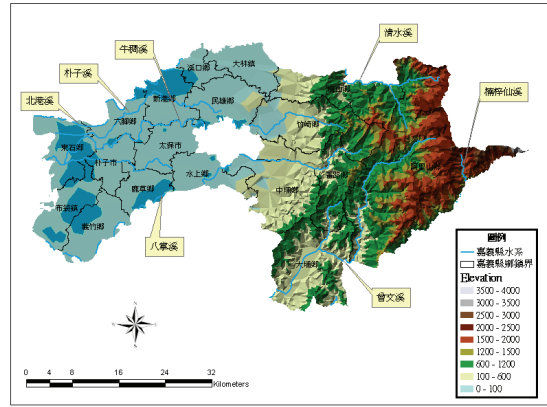


圖 9 莫拉克颱風嘉義縣災害調查區域
Fig.9 Disaster investigation in Chiayi County during Typhoon Morakot

2. 莫拉克淹水地區之衝擊評估

利用調查後淹水現地調查資料套疊土地利用資料，在四大面向中，淹水易致災區域落在經濟面向(住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業)所佔面積比例為最高 92.49%，其次是基礎設施(水利、交通、維生設備、政府機關)8.27% (圖 10)，若再將經濟面向中所包含的住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業等分類進行面積比例計算，結果得知以農作所佔比例最高 62.74%，其次是漁業 22.62%(圖 11)，顯示在嘉義縣各產業活動中，當發生淹水災害時，在所分的四個面向中以經濟面向影響最大，而當中農作與漁業所佔比例最多。

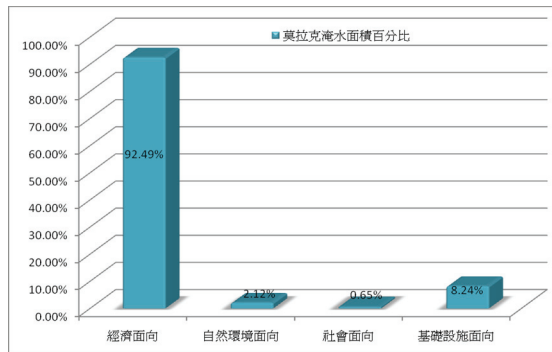


圖 10 淹水區於各面向所佔比例

Fig.10 Proportion of flood disaster in four directions

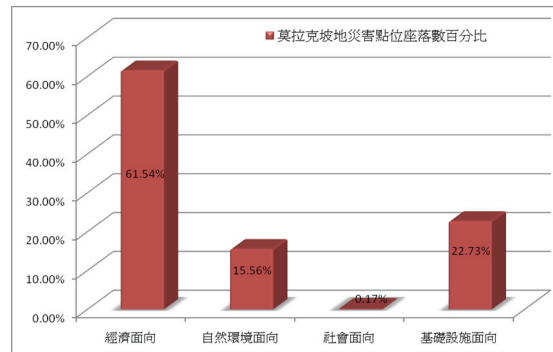


圖 12 坡地災點於各面向所佔比例

Fig.12 Proportion of slopland disaster in four directions

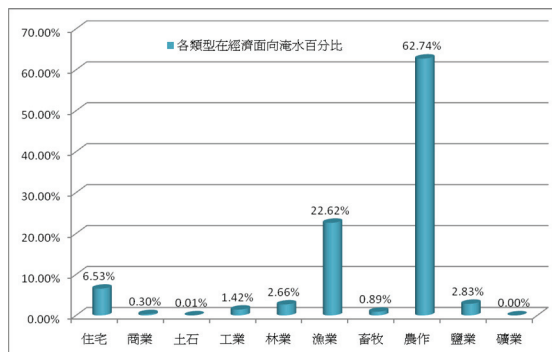


圖 11 淹水區於經濟面向所佔比例

Fig.11 Proportion of flood disaster in economic direction

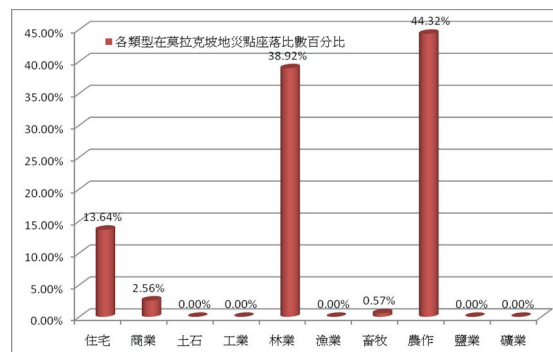


圖 13 坡地災點於經濟面向所佔比例

Fig.13 Proportion of slopland disaster in economic direction

3. 坡地災點之衝擊評估

利用收集之坡地災點資料套疊土地利用資料，比照易致災點位分析方式，將災點以 20m 為 buffer 擴大進行套疊，透過套疊計算點位落於各面向之點數；套疊結果，在四大面向中，坡地易致災現地調查位置落於與經濟面向（住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業）所佔比例為最高 61.54%，其次是基礎設施（水利、交通、維生設備、政府機關）22.73%（圖 12）。此外，在經濟面向所包含的住宅、商業、工業、農業、林業、漁業、畜牧、礦業、土石業、鹽業等分類中，以農作所佔比例最高 44.32%，其次是林業 38.92%（圖 13），顯示在嘉義縣各產業活動中，當坡地災害發生時，以經濟面向影響最大，而當中林業與農作所佔比例最多。

分析結果發現，利用莫拉克颱風災害案例分析結果與 97 年易致災調查結果在土地利用分佈上是一致的，無論是淹水或是坡地災害的發生區位，在分類的四大面向中，影響最大的為經濟面向（圖 14、圖 15），而其中林業跟農作佔大部分，此外就是住宅，顯示一場天然災害的發生，最直接的衝擊即是經濟面向，在各產業中又以林業、農作及住宅影響最劇。

4. 97 年度易致災調查區位與莫拉克災害調查區位比較

(1) 97 年度淹水易致災調查與莫拉克颱風淹水區位比較

由於易致災規劃調查時以鄉鎮為單元，且目前為第一階段普查，故先用鄉鎮為單元進行比對災害區位，97 年淹水易致災調查區域共蒐集調查了 9 個鄉鎮，而在莫拉克颱風事件中，有 7 個鄉鎮發生淹水災害，六腳鄉未調查到（圖 16）；若

再進一步針對所調查的區位面積進行比對，在 97 年度所調查易致災總淹水面積約 5283 公頃，在莫拉克災後調查總面積約 20933 公頃，為易致災調查結果的四倍之多，而易致災調查結果只佔了莫拉克颱風有淹水面積的 37.54%，主要原因在於莫拉克颱風所帶的複合型災害及嚴重度有別於的災害，多數淹水的地區不只是單純的積水而已，有因坡地災害而造成的水患，也有因河海堤破損而造成的大面積淹水，已超過我們過去的防災經驗。但本研究會透過未來的調查工作，將莫拉克颱風的災情納入，藉以更新易致災區的圖籍。

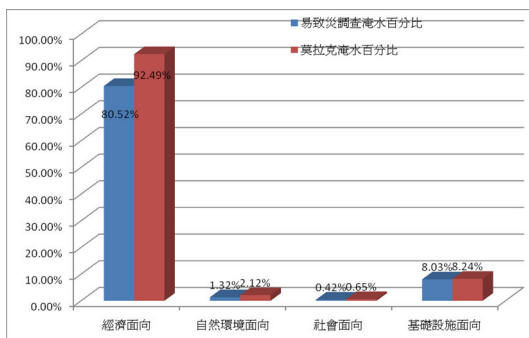


圖 14 易致災淹水區與莫拉克淹水區在各面向所佔百分比

Fig.14 Proportion of flood disaster-prone area and flood disaster during Morakot typhoon

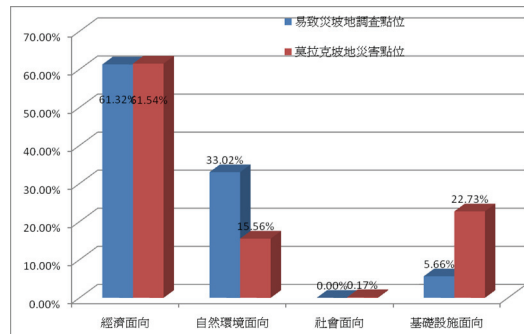


圖 15 易致災坡地災點與莫拉克坡地災點在各面向所佔百分比

Fig.15 Proportion of slopland disaster-prone area and flood disaster during Morakot typhoon

(2) 97 年度坡地易致災調查與莫拉克颱風坡地災害比較

由於易致災規劃調查時以鄉鎮為單元，且目前為第一階段普查，故先用鄉鎮為單元進行比對災害區位，在坡地易致災調查中 6 個鄉鎮在莫拉克颱風時均有發生災害（圖 16），若再進一步利用村里比對，在 97 年度易致災所調查中坡地易致災共調查了 24 個，而實際在莫拉克颱風中有發生坡地災害的村里數為 23 個，佔總調查 95.83%，顯示對於坡地災害而言村里掌握度較高。

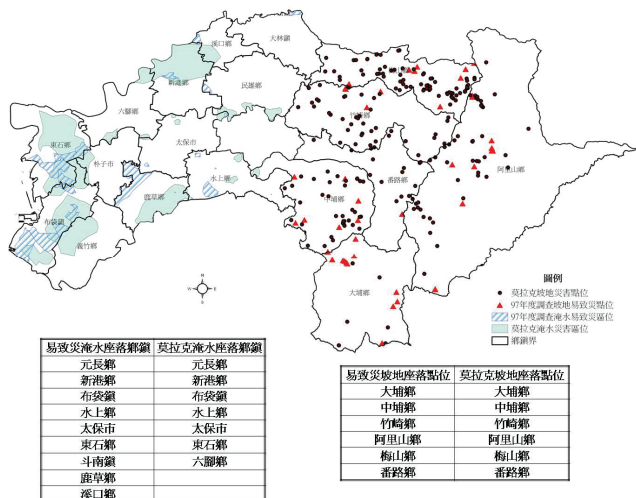


圖 16 97 年易致災調查區位與莫拉克颱風災害區位

Fig.16 Flood and Slopland Disaster-prone area in 2008 years and flood and slopland disasters during Morakot typhoon

六、結論與建議

1. 隨著易致災區調查的確立,更能對於災害所造成損失程度有基本的分級,對於災害預警工作有益於精度的提昇。
2. 建立災害調查資料庫,達到資料分享機制:過去因缺乏災害調查作業機制,因此對於災害調查資料相當欠缺。近幾年科技中心得知此種災害調查資料之重要性,因此已結合許多專家學者進行近年較重大之颱風事件調查工作,未來本中心將這些調查資料建置成資料庫,提供中央災害主管機關、各縣市政府及鄉鎮市與參與合作之協力團隊,以達到資料成果分享運用之機制。
3. 易致災現地調查結果與災害歷史頻度計算除可供颱風應變第一階段(颱風未登入)參考使用外,藉由土地利用資料進行套疊分析後可計算出可能損失之狀況以供減災之參考。
4. 透過莫拉克颱風災害案例分析結果與97年度嘉義縣易致災調查結果在土地利用分佈上是一致的,無論是淹水或是坡地災害的發生區位,在分類的四大面向中,影響最大的為經濟面向,而其中林業跟農作佔大部分,此外就是住宅,顯示一場天然災害的發生,最直接的衝擊即是經濟面向,在各產業中又以林業、農作及住宅影響最劇。
5. 莫拉克颱風所帶來的複合型災害及嚴重度,已超過我們過去的防災經驗,雖然莫拉克所帶來的災情是令人悲痛的,但經歷之後也是一次很好的學習機

會。因此本研究會透過未來的調查工作,將莫拉克颱風的災情納入,更新易致災區的圖籍,提昇未來淹水及坡地災害的預警精度。

致 謝

本研究感謝嘉義大學土木災害防治研究中心進行易致災現地調查與雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心進行莫拉克災後調查工作,特此致謝。

參考文獻

- 陳建忠、洪鴻智(2005),「桃園縣龍潭石門地區都市防災空間系統示範計畫」,內政部建築研究所研究計畫報告。
- 李欣輯、郭玫君、謝龍生、林宣汝、王俞婷、黃俊宏、翁進燈、陳秋雲(2009),「土地利用資訊於颱風災害潛勢分析之應用」,2009年全國土地管理與開發學術研討會。
- 游繁結、陳聯光、林聖琪、林又青、王俞婷、張志新、吳敏豪(2006),「颱風災害研發_坡地易致災性分析」,95年國家災害防救科技中心年報。

2010年 4月 14日 收稿

2010年 7月 26日 修正

2010年 9月 23日 接受

(本文開放討論至2011年6月30日)