



# 雲嘉南淹水潛勢地區之農業損失評估：GIS 與農林漁牧業普查之整合應用

本研究利用 2010 年農林漁牧業普查、農業統計要覽、行政界線圖、淹水潛勢圖、歷史降雨與栽種作物類別等圖資，以 ESRI ArcGIS 軟體為平臺，模擬評估在不同降雨情境下，對雲嘉南地區可能造成農業損害，希望有助於未來農業政策與農地規劃在面對豪雨事件時決策參考。

**陳郁蕙、李俊霖、陳雅惠、王瓊芯**（國立臺灣大學農業經濟學系教授、中國文化大學景觀學系副教授、玄奘大學企業管理學系助理教授、國立東華大學自然資源與環境學系博士生）

## 壹、前言

由歷年農業統計資料可知，氣象災害<sup>1</sup>是臺灣農業災害的主要根源，其中以颱風及雨災（含豪雨、霪雨）<sup>2</sup>影響最大，以 2013 年為例，當年損失金額為 101 億元，約 7 成受颱風影響，2 成 7 為雨災（含豪雨、霪雨），兩者合計達 9 成 7（行政院農業委員會，2014）。在我國農業災害中，以農作物災害造成產物損失金

額最高，經計算近 10 年平均約占 8 成 5（行政院農業委員會，2015），而農作物損失主要受颱風或豪雨使農業栽培區淹水所致<sup>3</sup>。

近年來，全球氣候變遷過程加劇，氣候變異性增加，極端氣候已為常態。面對此種情況，政府應採取更積極作為防範未然，針對易遭受災害區域，尤其是遭受颱風、豪雨等損害的區域，從事相關衝擊及預警研究，以減緩災害造成損

失。目前國內相關研究，大都著墨於氣候變遷之影響、衝擊、因應對策或調適措施，但對農業損害預估之文章或應用國內防災領域常用的地理資訊系統（Geographic Information System，以下簡稱 GIS）作為分析工具之研究相對較少。

相較於其他領域，我國在農業領域中各種統計、調查與普查資料和 GIS 整合進行空間分佈探討仍處起步階段，相關研究包括：農地利用面

積在空間上之變化（賴進貴，2008；陳惠欣等，2014）以及精緻農業之發展與休閒農業聚集現象（沈芝貝等，2013），然而如何於 GIS 中整合農業普查資料與其他 GIS 資訊，提供農業決策參考則成爲應努力方向。

雲林縣、嘉義縣市與臺南市（以下簡稱雲嘉南地區）爲我國農作物主要產區，且前兩者有較多嚴重地層下陷低窪爲易淹水而發生災情區域，而臺南市則因地勢平緩發生降雨致災風險遠高於其他縣市，本研究以雲嘉南作爲研究區域。利用 2010 年農林漁牧業普查、農業統計要覽、行政界線圖、淹水潛勢圖、歷史降雨與栽種作物類別等圖資，以 ESRI ArcGIS 軟體作爲平臺，模擬各種降雨情境下，評估雲嘉南地區可能造成農業損害，希望有助於面對未來豪雨事件農業因應措施與農地規劃之參考。

## 貳、方法論與研究材料

### 一、研究設計

本研究首先由 2010 年農林漁牧業普查（以下簡稱農業普查）原始資料萃取所需資料，彙整雲嘉南各區域主要栽種作物類別與面積，並將其與地區行政界線進行 GIS 資料庫整合，以確認雲嘉南主要栽種作物之栽種區位與面積。

根據雲嘉南地區歷史降雨資料建立降雨情境，並蒐集經濟部水利署之淹水潛勢圖，將其與栽種作物類別進行 GIS 疊圖分析，確認不同降雨情境下各種農作物受淹水影響範圍，並依式 (1) 初步評估各地區潛在受災比率。此外，亦彙整雲嘉南地區主要作物近年來收穫量與市場價格，並透過 GIS 資料庫的連結與作物受淹水影響範

圍整合，依式 (2) 進行雲嘉南淹水潛勢地區之潛在農損分析。

$$PDR_i = \frac{FA_i}{VA_i} \quad (1)$$

其中， $PDR_i$  表示  $i$  地區之潛在受災比率， $FA_i$  是  $i$  地區之淹水面積，而  $VA_i$  爲  $i$  地區面積。

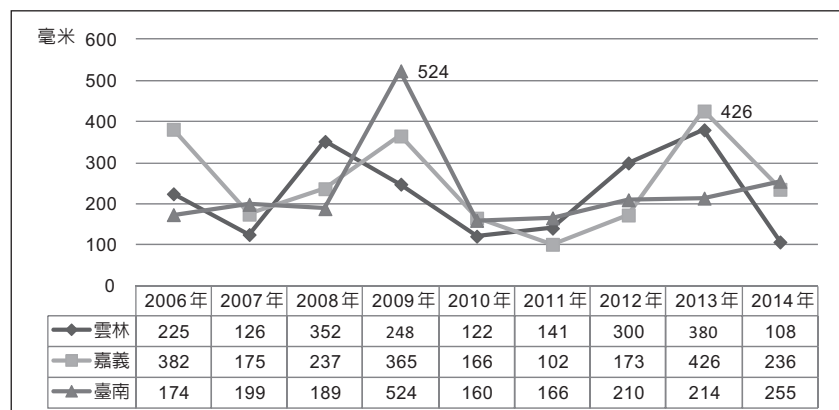
$$PAL_i = \sum_{j=1}^n CA_{ij} \times PDR_i \times YPA_{ij} \times P_j \quad (2)$$

$PAL_i$  爲  $i$  地區之潛在農損金額， $CA_{ij}$  與  $YPA_{ij}$  分別表示  $i$  地區  $j$  作物之單位耕作面積與面積產量， $PDR_i$  爲  $i$  地區之潛在受災比率，而  $P_j$  則是  $j$  作物之單位價格。

## 二、情境設定

在 2006-2014 年間，雲林、

圖 1 雲嘉南 2006 – 2014 年單日最大雨量值



資料來源：整理自交通部中央氣象局（2006-2014）。

# 論述 » 專論 · 評述

嘉義及臺南氣象站資料可知單日最大雨量主要分布於 100-530mm 間（上頁圖 1），其中單日最大雨量低於 200mm 共有 13 次記錄，200-300mm 有 7 次記錄，300-400mm 有 5 次記錄，高於 400mm 則有 2 次

記錄；歷史單日雨量最高出現在 2009 年 8 月 8 日臺南地區之 523.5mm，次高紀錄則是在 2013 年 8 月 29 日嘉義地區之 426 mm。

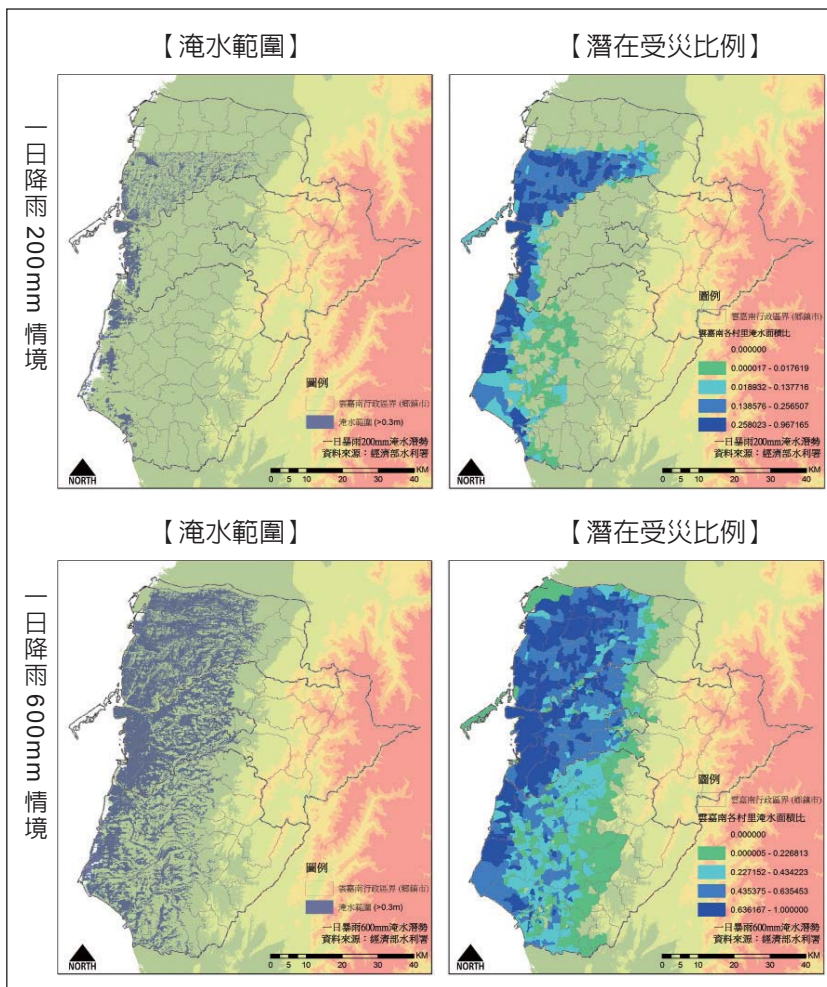
本研究根據經濟部水利署於 1997-2000 年經採用二維

零慣性淹水模式，考量水文條件、地文條件，並假設所有河堤皆無破壞損壞，所有抽水站皆正常運作，堤防閘門皆關閉，下水道系統皆正常運作的條件下，以一日累積降雨 200mm、350mm、450mm 與 600mm 為條件值所模擬製作的淹水潛勢圖資為基礎，以淹水深度達 0.3m 以上的地區，用以推估雲嘉南地區於 4 種不同降雨強度的情境（圖 2 一日累積降雨，以 200mm 及 600mm 為例）下，探討各情況淹水影響範圍變化，並估算各地區的潛在受災比率<sup>4</sup>。

### 三、研究資料與處理

依據行政院主計總處 2010 年農業普查資料確認雲嘉南各地區所栽種農作物之類別及其栽種面積，考量設施栽種受豪雨影響相對較小，因此本文排除設施栽種農作物。搭配 GIS 軟體及國土資訊系統，賦予農業普查資訊空間特性，再依據 2014 年農業統計年報中，各項農作物之單位面積產量及價格，計算各地區各項農作物之

圖 2 一日累積降雨 200mm 與 600mm 淹水潛勢範圍圖



資料來源：經濟部水利署網站（2015）。

潛在農損金額<sup>5</sup>。此外，為比較各縣市各大類農作物潛在農損金額之差異，本文根據農業普查作物分類標準，將各項農作物區分為稻作、雜糧、特用作物、蔬菜、果樹與花卉共 6 大類農作物並加總其潛在農損金額。

## 參、結果與討論

本研究結果整理於第 45 頁附表，整體而言，雲林縣淹水潛勢範圍較其他縣市廣（上頁圖 2），故其潛在受災比率相對最高；嘉義市因地勢相對較高，故在情境 1（一日降雨

200mm）之下不受影響，然若一日降雨達 350mm 以上將受到影響。惟潛在受災比率、潛在農損面積及潛在農損總金額彼此間未必具正向關係，經交叉分析各縣市潛在農損面積與農損總金額可知，以情境 3（一日降雨 450mm）為例，臺南市潛在農損金額較嘉義縣高，但嘉義縣潛在農損面積則較臺南市高。整體而言，雲林縣潛在農損面積最高，但潛在農損總金額以臺南市最高（圖 3）；雲林縣主要潛在農損以稻作、雜糧與蔬菜類較廣（下頁圖 4）。

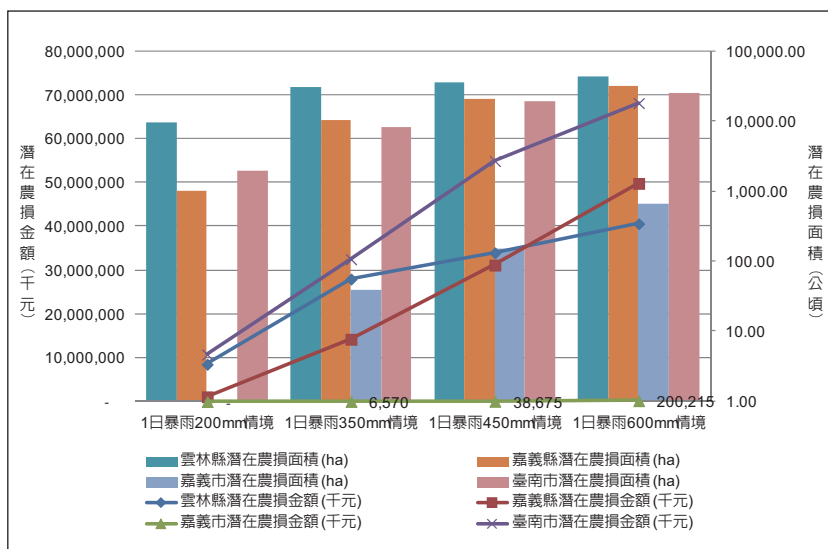
### 一、情境 1：一日降雨 200mm

當一日累積降雨達 200mm，將會對雲林縣產生較大潛在農損面積，其中雲林縣潛在農損面積以稻作受影響比率為最高（34.34%），其次為特用作物（23.81%）；嘉義縣以特用作物受影響的比率為最高（53.88%），稻作次之（23.74%）。潛在農損金額以臺南市最高，主要係因其潛在農損面積中以花卉受影響比率為最高（75.87%），特用作物（14.93%）次之，且因花卉為高經濟作物，以至於臺南市於雲嘉南地區中整體潛在農損金額最高（第 45 頁附表、圖 3、第 46 頁圖 5）。

### 二、情境 2：一日降雨 350mm

當一日累積降雨達 350mm 時，雲林縣潛在農損面積較情境 1 增加 3 倍，其中依然以稻作受影響比率為最高，其次為雜糧類作物。嘉義縣的潛在農損面積較情境 1 增加 10 倍，

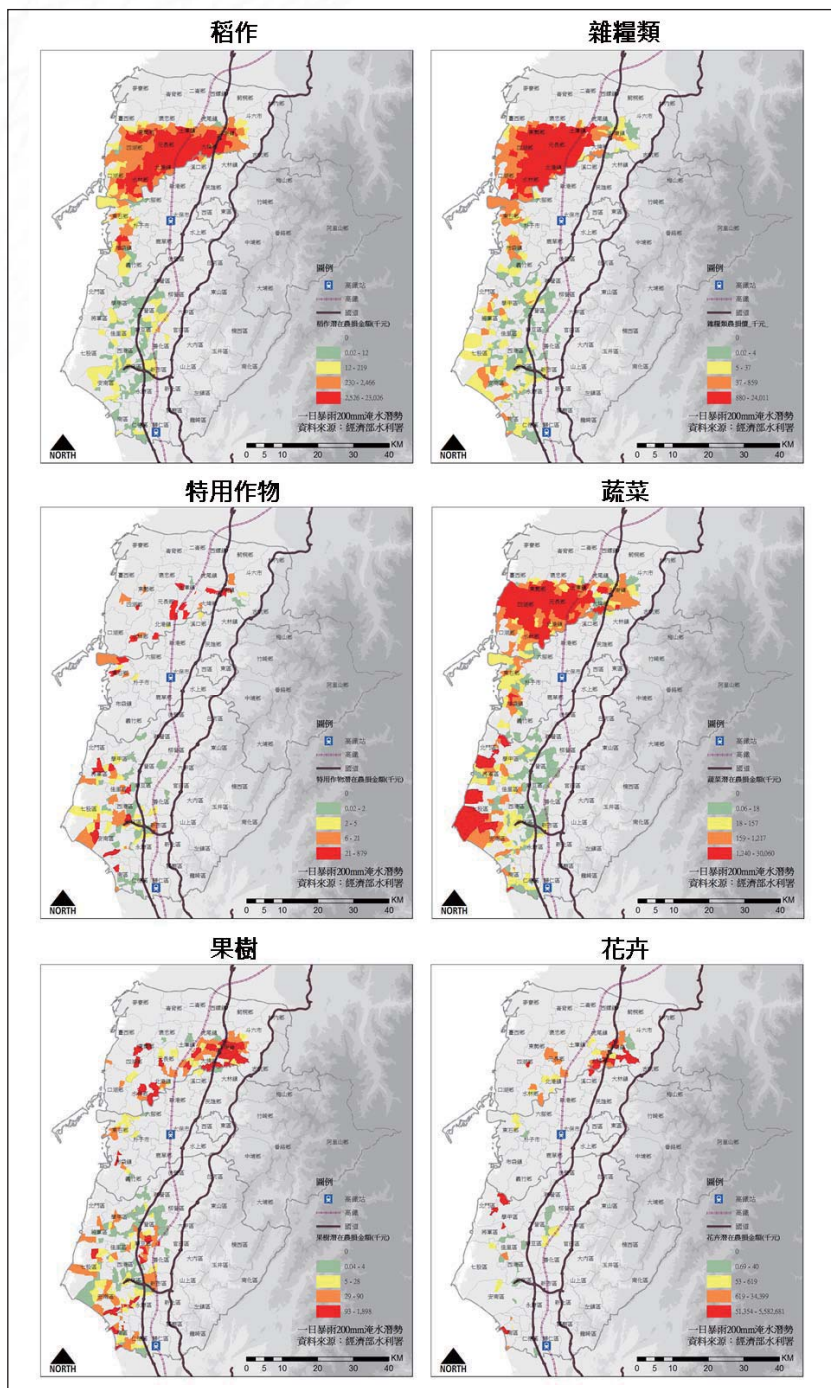
圖 3 雲嘉南地區各縣市潛在農損面積與農損金額分析圖



資料來源：作者自行繪製。

# 論述 » 專論 · 評述

圖 4 雲嘉南地區各情境潛在農損金額分布圖 (以一日降雨 200mm 為例)



資料來源：作者自行繪製。

其中依然以特用作物受影響比率為最高，稻作與花卉則次之；嘉義市潛在農損面積中以稻作受影響比率為最高，特用作物次之。臺南市潛在農損面積則較情境 1 增加 4 倍，主要以花卉受影響比率為最高，特用作物次之，相較情境 1，當降雨強度增加至 350mm 時，臺南市部分種植特用作物地區受影響比率增加。在潛在農損金額方面，當一日累積降雨達 350mm 時，依然以臺南市最高，主要係因臺南市潛在農損面積中以花卉受影響比率最高，雲林縣次之，兩縣市潛在農損金額皆較情境 1 增加 3 倍多；嘉義縣的潛在農損金額雖較前述兩個縣市少，但其潛在農損金額亦較情境 1 增加 13 倍（下頁附表、上頁圖 3、第 46 頁圖 5）。

### 三、情境 3：一日降雨 450mm

當日累積降雨達 450mm 時，雲林縣的潛在農損面積較情境 2 增加 1.2 倍，其中潛在受影響的農作物依然以稻作、

附表 雲嘉南各情境之潛在農損評估表

情境	縣市別	受災比率	潛在農損 金額總計 (千元)	稻作 潛在農損 (千元)	雜糧類 潛在農損 (千元)	特用作物 潛在農損 (千元)	蔬菜 潛在農損 (千元)	果樹 潛在農損 (千元)	花卉 潛在農損 (千元)
I 日暴雨 200mm	雲林縣	9.67%	8,528,091	512,136 (6.01%)	485,849 (5.70%)	2,651 (0.03%)	370,508 (4.34%)	12,442 (0.15%)	7,144,505 (83.78%)
	嘉義縣	3.08%	1,097,417	37,149 (3.39%)	3,379 (0.31%)	317 (0.03%)	24,462 (2.23%)	925 (0.08%)	1,031,185 (93.96%)
	嘉義市	-	-	-	-	-	-	-	-
	臺南市	3.91%	10,768,059	2,753 (0.03%)	2,687 (0.02%)	844 (0.01%)	55,017 (0.51%)	10,554 (0.10%)	10,696,205 (99.33%)
II 日暴雨 350mm	雲林縣	30.04%	28,038,716	1,579,792 (5.63%)	1,403,548 (5.01%)	12,452 (0.04%)	1,860,054 (6.63%)	46,665 (0.17%)	23,136,204 (82.52%)
	嘉義縣	10.04%	14,256,912	371,092 (2.60%)	71,756 (0.50%)	2,744 (0.02%)	204,783 (1.44%)	32,118 (0.23%)	13,574,420 (95.21%)
	嘉義市	3.61%	6,570	4,652 (70.81%)	-	-	1,077 (16.39%)	262 (3.99%)	579 (8.81%)
	臺南市	9.38%	32,563,954	55,475 (0.17%)	25,468 (0.08%)	13,066 (0.04%)	244,807 (0.75%)	112,253 (0.34%)	32,112,885 (98.61%)
III 日暴雨 450mm	雲林縣	36.09%	34,046,539	1,898,740 (5.58%)	1,698,824 (4.99%)	14,915 (0.04%)	2,234,864 (6.56%)	55,724 (0.16%)	28,143,472 (82.66%)
	嘉義縣	16.25%	31,229,653	806,800 (2.58%)	129,961 (0.42%)	6,351 (0.02%)	428,351 (1.37%)	111,234 (0.36%)	29,746,956 (95.25%)
	嘉義市	5.86%	38,675	17,679 (45.71%)	235 (0.61%)	337 (0.87%)	3,010 (7.78%)	6,264 (16.20%)	11,150 (28.83%)
	臺南市	19.14%	55,038,442	187,190 (0.34%)	74,856 (0.14%)	37,555 (0.07%)	576,174 (1.05%)	367,786 (0.67%)	53,794,882 (97.74%)
IV 日暴雨 600mm	雲林縣	42.79%	40,697,721	2,269,889 (5.58%)	2,027,226 (4.98%)	17,158 (0.04%)	2,668,532 (6.56%)	67,243 (0.17%)	33,647,674 (82.68%)
	嘉義縣	23.23%	49,914,454	1,283,142 (2.57%)	195,351 (0.39%)	12,331 (0.02%)	697,331 (1.40%)	238,644 (0.48%)	47,487,655 (95.14%)
	嘉義市	24.22%	200,215	62,895 (31.41%)	1,775 (0.89%)	1,392 (0.70%)	21,963 (10.97%)	43,368 (21.66%)	68,822 (34.37%)
	臺南市	22.05%	68,288,831	441,020 (0.65%)	81,717 (0.12%)	33,633 (0.05%)	642,200 (0.94%)	717,284 (1.05%)	66,372,977 (97.19%)

資料來源：作者自行整理，其中雲林縣、嘉義縣、嘉義市及臺南市之面積分別為 1,291、1,904、60 及 2,192 平方公里。

# 論述》專論 · 評述



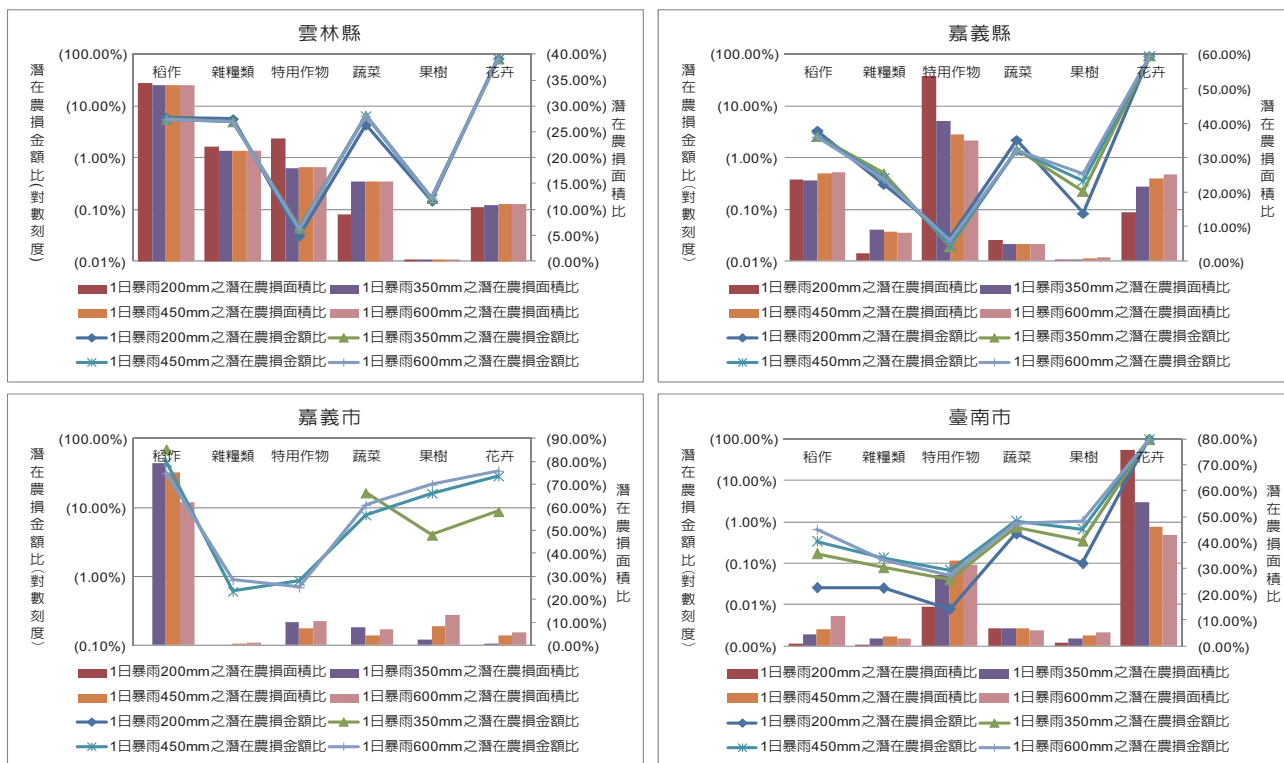
雜糧類作物為主；潛在農損面積次之的嘉義縣，其潛在農損面積亦較情境 2 增加 2 倍，其中依然以特用作物受影響的比率為最高，稻作與花卉次之；臺南市的潛在農損面積則較情境 2 增加 2 倍，主要以花卉受影響的比率為最高，特用作物次之；嘉義市的潛在農損面積較情境 2 增加 4 倍，其中以稻作受影響的比率為最高，果樹及特用作物次之。若以潛

在農損金額而言，依然以臺南市最高（較情境 2 增加 1.7 倍），雲林縣次之（較情境 2 增加 1.2 倍），主要係因臺南市的潛在農損面積中依然以花卉受影響的比率為最高；另嘉義縣的潛在農損金額雖較前述兩個縣市少，但其潛在農損金額亦較情境 2 增加 2 倍，主要為花卉的潛在農損比率增加（上頁附表、第 43 頁圖 3、圖 5）。

## 四、情境 4：一日降雨 600mm

當一日累積降雨達 600mm 時，雲林縣的潛在農損面積較情境 3 增加 1.2 倍，其中依然以稻作及雜糧類作物受影響比率較高。嘉義縣的潛在農損面積較情境 3 增加 1.7 倍，其中依然以特用作物、稻作與花卉受影響比率較高；嘉義市的潛在農損面積較情境 3 則增加了

圖 5 雲嘉南地區各縣市降雨情境之各大類作物潛在農損面積與金額分析



資料來源：作者自行繪製。

註：潛在農損面積比係指各類作物的潛在農損面積佔該縣總潛在農損面積的比率，同樣的潛在農損金額比係指各類作物的潛在農損金額佔該縣總潛在農損金額的比率。

約 4 倍，其中以稻作、果樹、特用作物受影響的比率較高。臺南市潛在農損面積則較情境 3 增加 1.3 倍，主要以花卉、特用作物受影響比率較高。在潛在農損金額而言，以臺南市最高（較情境 3 增加 1.2 倍），但以嘉義縣次之（較情境 3 增加 1.6 倍），主要係因在情境 4 時，嘉義縣花卉潛在受影響面積較雲林縣多（約 1.7 倍），以至於嘉義縣潛在農損金額超越雲林縣居次（第 45 頁附表、第 43 頁圖 3、上頁圖 5）。

## 肆、結論

雲林縣、嘉義縣市與臺南市為臺灣最重要農業生產地區，然而農業為氣候變遷之高脆弱度產業，在未來氣候變遷極端降雨事件強度提高趨勢下，若無充分調適策略，未來暴雨後農業經濟損失有相當高機率持續增加。本文整合農林漁牧業普查、農業統計要覽、行政界線圖、淹水潛勢圖與歷史降雨資料與栽種作物類別等圖資於 GIS，分析雲嘉南地區不同降雨情境下整體性與地方性的農業損失。結果顯示，雲

嘉南地區面對豪雨時，以雲林縣潛在受災比率最高，潛在農損面積亦最高，其中以稻作農損面積受影響最深；臺南市則潛在農損金額最高，其係因花卉價值高，且受影響比率最大所致；嘉義市雨量在 350mm 以上時，農損面積即以稻作受影響比率最高；嘉義縣農損面積則以特用作物比率最高。對上述農作物受損程度、分布狀況、受損金額之掌握與估算，將有助農作物保險之規劃，以保障農民收益。

## 註釋

1. 我國氣象災害包括：豪雨、大雨、霪雨、低溫或寒害、鋒面、冰雹、強風或怪風、焚風、龍捲風、颱風與乾旱等。
2. 根據農業統計年報可知，我國農業受到雨害以豪雨造成災害居多，因此其以豪雨概括豪雨、大雨、霪雨等情況，本文以下亦將以豪雨概括稱之。
3. 豪雨淹水造成農業損害包括：葉菜類蔬菜根部腐爛及葉片萎凋、雨滴拍打對作物葉片造成傷害、作物開花期授精作用妨礙而減低結實率、已屆成熟穀類作物倒伏、腐爛或穗上發芽等現象，不僅會影響產量連帶影響農作物品質，此外豪雨沖蝕土壤肥沃表土，也會間接使作物受損（行政院農業委員會農業試驗所，2015）。

4. 本文假設各類農作物受淹水深度達 0.3m 以上損失程度相同。
5. 農業統計年報未全數列出各項農作物之單位面積產量及價格等資訊（如麥類、花豆、綠豆、薏苳、山葵與咖啡等），故無法納入本文農作物潛在農業損害評估。

## 參考文獻

1. 交通部中央氣象局（2006-2014），雨量觀測網站，<http://www.cwb.gov.tw/V7/observe/rainfall/hk.htm>。
2. 行政院農業委員會（2014），中華民國 102 年農業統計年報，臺北：行政院農業委員會。
3. 行政院農業委員會（2015），中華民國 103 年農業統計年報，臺北：行政院農業委員會。
4. 行政院農業委員會農業試驗所（2015），農業氣象諮詢系統 - 臺灣農業氣象災害，<http://amis.tari.gov.tw/MapManager/Observation/Disaster.aspx>。
5. 沈芝貝、楊雅惠、蔡依倫（2013），從農業普查觀察我國精緻農業發展，中國統計學報，第 51 期第 2 卷，147-185。
6. 陳惠欣、孫珮瑛、周怡伶、徐宏元（2014），我國農地運用與變遷之研究，中國統計學報，第 52 期第 3 卷，397-420。
7. 經濟部水利署網站（2015），[http://fhy.wra.gov.tw/PUB\\_WEB\\_2011/Page/Frame\\_MenuLeft.aspx?sid=27](http://fhy.wra.gov.tw/PUB_WEB_2011/Page/Frame_MenuLeft.aspx?sid=27)。
8. 賴進貴（2008），全國農地利用變遷和空間差異 -- 由統計表格到地理資訊，主計月刊，第 625 期，23-30。❖