



**108年淹水損失推估模式精進及暴露量更新**  
**Enhancement of the Flood Disaster Loss Assessment Model and**  
**Updating of Exposure Database in 2019**



中華民國  
108年  
12月



經濟部水利署水利規劃試驗所

地址：臺中市霧峰區吉峰里中正路1340號

網址：<http://www.wrap.gov.tw>

總機：(04)23304788

傳真：(04)23300282

EBN：10108F0015

定價：新台幣900元整

經濟部水利署水利規劃試驗所

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

執行單位：財團法人農業工程研究中心

中華民國108年12月

# 108 年淹水損失推估模式精進及暴露量更新

Enhancement of the Flood Disaster Loss Assessment Model  
and Updating of Exposure Database in 2019

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所  
執行單位：財團法人農業工程研究中心  
計畫主持人：張齡方

# 目錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
摘要.....	摘-1
ABSTRACT.....	A-1
結論與建議.....	結-1
結論.....	結-1
建議.....	結-2
第一章 計畫概述.....	1-1
一、計畫緣由.....	1-1
二、計畫目標.....	1-4
三、工作項目與內容.....	1-4
第二章 文獻資料收集.....	2-1
一、國內外文獻資料收集.....	2-1
二、社會經濟資料收集.....	2-22
第三章 建立漁業淹水損失推估模式.....	3-1
一、專家訪談.....	3-2
二、損失模式之建立.....	3-8
第四章 漁業損失估算功能模組更新.....	4-1
一、系統概述.....	4-1
二、系統功能架構.....	4-3
三、更新漁業計算模組.....	4-5
四、淹水災害潛勢災損圖資建立.....	4-7
五、單一場次颱風事件淹水損失推估與比較.....	4-18
第五章 農業區暴露量更新.....	5-1
一、屬性資料庫欄位結構設計.....	5-1
二、暴露量資料庫更新.....	5-5

第六章 權限管理及流通服務.....	6-1
一、 介接規劃.....	6-1
二、 介接成果.....	6-4
三、 教育訓練.....	6-9
參考文獻.....	參-1

## 表目錄

表 2-1	養殖水產物水災損失程度估算一覽表 .....	2-12
表 2-2	魚塭損失資料.....	2-14
表 2-3	TLAS 災損模組公式說明 .....	2-20
表 2-4	TLAS 水災損失所使用社會經濟圖層或表單 .....	2-21
表 2-5	本系統與國家災害防災中心 TLAS 系統比較 .....	2-22
表 2-6	農業天然災害現金救助項目及額度 - 漁業 .....	2-25
表 2-7	0823 救助專案養殖水產物現金救助及低利貸款額度表 ..	2-26
表 2-8	0823 熱帶低壓水災農業災害災情報告-漁業.....	2-26
表 2-9	0823 熱帶低壓水災農業災害災情報告依受害魚種分類-漁業..	2-26
表 2-10	農業委員會漁業署災害統計資料表 .....	2-27
表 3-1	訪談水產養殖專家資訊 .....	3-4
表 3-2	養殖漁業淹水損失特性訪談重點摘錄表 .....	3-7
表 3-3	漁業暴露資料庫調整-農林漁牧普查分類.....	3-10
表 4-1	各縣市已完成上傳的公開淹水潛勢圖 .....	4-7
表 4-2	嘉義縣 2018 年 0823 淹水災害損失推估比較表 .....	4-19
表 5-1	暴露量網格欄位結構設計(屬性表一).....	5-1
表 5-2	暴露量網格欄位結構設計(屬性表二).....	5-3
表 5-3	更新暴露量資料庫所使用之資料來源單位 .....	5-5
表 6-1	各層級 API 服務內容 .....	6-3
表 6-2	淹水損失評估系統 API 服務申請單.....	6-5
表 6-3	各河川局介接情形.....	6-8
表 6-4	教育訓練課程表草案.....	6-9
表 6-5	教育訓練課程內容草案 .....	6-10

## 圖目錄

圖 1-1	1976~2016 年台灣地區颱風災害事件數統計 .....	1-2
圖 1-2	完整的防洪體系架構.....	1-3
圖 1-3	防洪工程成本效益分析曲線圖 .....	1-3
圖 1-4	計畫流程圖.....	1-5
圖 2-1	Kempesy 商業淹水災害損失資料 .....	2-5
圖 2-2	納莉颱風台北市製造業淹水損失深度曲線 .....	2-5
圖 2-3	漁業受災面積損失曲線(國立交通大學，2013).....	2-13
圖 2-4	魚塭損失受損金額與受損面積之關係 .....	2-15
圖 3-1	漁業署夏光耀科長訪談照片-1 .....	3-5
圖 3-2	漁業署夏光耀科長訪談照片-2 .....	3-5
圖 3-3	台南南瀛養殖協會榮譽理事長蔡阿玉訪談照片 .....	3-6
圖 3-4	高雄養殖協會理事長陳文閣訪談照片 .....	3-6
圖 3-5	高雄科技大學養殖系主任鄭安倉訪談照片 .....	3-7
圖 4-1	整體系統功能運作架構圖 .....	4-1
圖 4-2	系統運作架構.....	4-3
圖 4-3	淹水災害損失評估系統功能架構圖 .....	4-4
圖 4-4	前台系統案例畫面.....	4-4
圖 4-5	後台系統案例畫面.....	4-5
圖 4-6	新增養殖業的暴露量(深度別).....	4-5
圖 4-7	新增養殖業的暴露量細項(深度別).....	4-6
圖 4-8	新增養殖業的評估損失金額 .....	4-6
圖 4-9	台南市 6 小時 150mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-8
圖 4-10	台南市 6 小時 250mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-9
圖 4-11	台南市 6 小時 350mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-10
圖 4-12	台南市 12 小時 200mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-11
圖 4-13	台南市 12 小時 300mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-12
圖 4-14	台南市 12 小時 400mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-13

圖 4-15	台南市 24 小時 200mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-14
圖 4-16	台南市 24 小時 350mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-15
圖 4-17	台南市 24 小時 500mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-16
圖 4-18	台南市 24 小時 650mm 降水情境淹水損失圖 .....	4-17
圖 4-19	單一場次災損損失值分析流程圖 .....	4-19
圖 4-20	嘉義縣 2018 年 0823 淹水模擬 .....	4-20
圖 4-21	嘉義縣 2018 年 0823 淹水災害調查報告 .....	4-20
圖 4-22	嘉義縣 2018 年 0823 淹水災害損失分布圖 .....	4-21
圖 5-1	農作物資料來源之作物類別關聯圖 .....	5-6
圖 5-2	畜牧類資料來源之作物類別關聯圖 .....	5-6
圖 5-3	養殖類資料來源之作物類別關聯圖 .....	5-7
圖 5-4	農林漁牧普查村里原始資料 .....	5-7
圖 5-5	農林漁牧普查村里圖層屬性資料範例 .....	5-8
圖 5-6	全台灣農業相關之國土利用調查圖層 .....	5-9
圖 6-1	淹水災害損失評估系統 API 應用機制 .....	6-2
圖 6-2	淹水潛勢資料檔(ASC)範例 .....	6-2
圖 6-3	API 介接服務申請流程 .....	6-6
圖 6-4	API 介接服務計算流程 .....	6-6
圖 6-5	逢甲大學淹水圖檔輸入範例 .....	6-7
圖 6-6	逢甲大學系統介接回傳成果 .....	6-7
圖 6-7	教育訓練辦理情形 1 .....	6-10
圖 6-8	教育訓練辦理情形 2 .....	6-11
圖 6-9	教育訓練辦理情形 3 .....	6-11

# 摘要

## 一、計畫目的

台灣因特殊的地理位置經常遭受颱風暴雨的侵襲而導致水災，淹水損失亦隨著社會經濟發展的密度增加而益形嚴重，淹水風險管理成為相當重要的工作，而淹水損害評估是淹水風險管理及相關決策之基礎。利用淹水災害損失曲線配合淹水深度資料推估淹水災害損失是目前國內外最常用的災損估算方法，但是淹水災害損失與建築式樣、用途與內容物等關係密切且具地域性，國外的淹水災害損失曲線並不一定適用國內。本所於民國 102~103 年完成桃園、宜蘭、台中與高雄地區四縣市之淹水損失問卷調查，並建立淹水損失模式。然而國內之淹水災害並非僅侷限於此四縣市，倘若就全省其他縣市逐一調查，勢必得花上大量之人力、物力與時間成本，故民國 104~105 年計畫主要應用四縣市調查結果，研討如何建置其餘縣市之住宅、工商業類別之淹水損失推估模式，以使整體之排水規劃更趨於完善。此外並收集彙整相關社經圖層，建構淹水災害損失評估模組，並完成淹水災害損失評估系統，以簡化災損人工估算之複雜程序，提升排水規劃於淹水損失估算之效率及便利性。106~107 年度精進淹水災害損失模式，建立考量生長期與淹沒時間建立農業災害損失推估模式與畜牧業損失模式之建置，並訂定網格標準及評估模式系統功能擴充(包含新建模式於系統功能之更新與擴充、支援多元資料匯入、即時災害調查淹水範圍圖介接)，提供未來辦理排水規劃及水利防災應用。

為使淹水損失模式精進與暴露量更新，本(108)年度辦理漁業淹水損失推估模式精進、農業區暴露量資料更新、全省淹水潛勢災損圖資建立、建立權限管理及流通服務以及教育訓練，本計畫可提升都市防災韌性並提供未來排水規劃應用。

由於不同魚種，淹水損失程度不同，本計畫經專家訪談後，將魚種分為高價海水、高價淡水、平價海水、平價淡水養殖生物等四類。分



別建立各類別之淹水損失模式。並將暴露量依所建立模式調整。為了使本淹水損失評估系統加強應用，本計畫建立 API 服務，提供其他單位系統服務申請。

## 二、 漁業淹水損失推估模式建立

本計畫參考國內外相關文獻，同時參考國內天然災害救助機制後，初步規劃淹水損失模式，再進行學者、專家與業者訪談，以訂定漁業損失推估模式。

養殖生物分類部分將養殖生物分為高價淡水、高價海水、平價淡水與平價海水養殖生物等四大類。

一般魚塭平均養殖水深約為 1-1.5 m，魚塭堤頂高度距魚塭水面為 1.5-2.5 m。而魚塭堤頂高程與鄰近道路之高程相比較，此相較高程差會因魚塭所在區域以及引用水源方式(例如：透過大圳引水或引用沿海地表水至養殖區)之不同而有所不同，一般粗估約有 15~20 公分。此外，根據養殖漁業淹水損失特性訪談重點，淹水過塭堤岸約 15cm，以虱目魚為例，開始逆流出養殖魚塭。所以，以不低估養殖漁業損失來設定養殖區淹水高度門檻值，設定為高出鄰近道路之高程 30 公分即會造成全損。

政府的農業天然災害現金救助辦法的項目及額度，有關養殖漁業約為業者之成本的一成。因此本計畫採用天然災害漁業救助額度粗估養殖漁業業者之養殖成本。高價海水及高價淡水之養殖成本為 3,800,000 元/公頃，平價海水及平價淡水之養殖成本為 1,150,000 元/公頃。

**摘表1 漁業暴露資料庫調整-農林漁牧普查分類**

高價海水		高價淡水	粗估養殖成本
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 觀賞魚</li> <li>● 九孔</li> <li>● 石斑魚</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鰻魚</li> <li>● 鱒魚</li> </ul>	3,800,000 元/公頃
低價海水		低價淡水	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鯛魚</li> <li>● 黃臘</li> <li>● 海鱺</li> <li>● 蟳蟹類</li> <li>● 牡蠣</li> <li>● 龍鬚菜</li> <li>● 鱉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 烏魚</li> <li>● 其他蝦類</li> <li>● 斑節蝦</li> <li>● 其他魚類</li> <li>● 其他水產</li> <li>● 其他藻類</li> <li>● 其他貝類</li> <li>● 草蝦</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鯉魚</li> <li>● 吳郭魚類</li> <li>● 長腳大蝦</li> <li>● 蜆</li> </ul>	1,150,000 元/公頃

備註：養殖成本乃依據天然災害救助金除以 0.1 估算之。

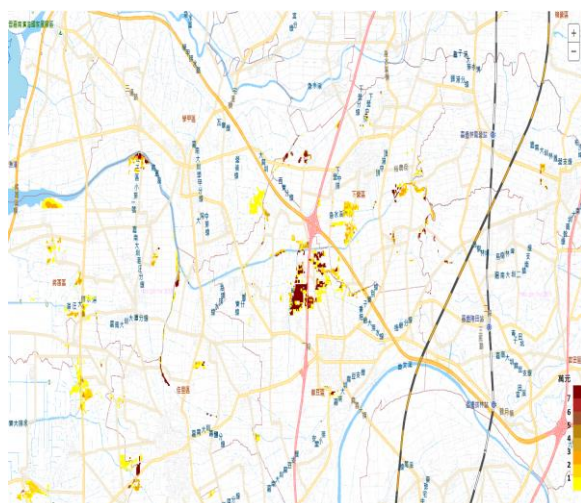
### 三、 淹水潛勢災損圖資建立

配合各縣市已完成公開程序之淹水潛勢圖，完成全省淹水災害損失圖資建立。

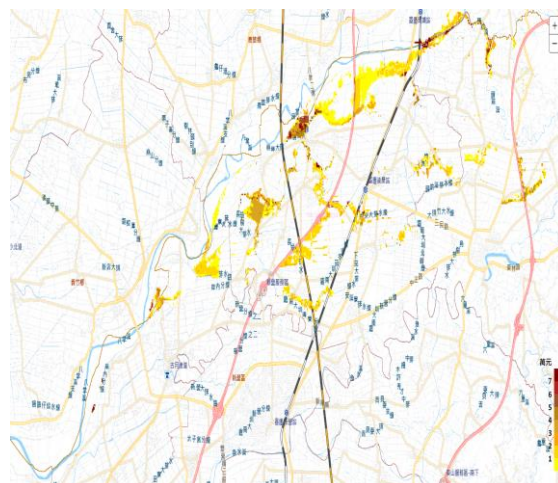
有關目前各縣市已完成公開程序之淹水潛勢圖，本計畫已取得各縣市的 10 種情境的淹水潛勢圖包含 6 小時 150mm、250mm 以及 350mm，12 小時 200mm、300mm 以及 400mm，24 小時 200mm、350mm、500mm 以及 650mm 並已完成上傳的淹水潛勢圖如（如摘表 2）所示，產製各縣市之淹水損失圖以台南作為範例如下圖(如摘圖 2)所示。

摘要2 各縣市已完成上傳的公開淹水潛勢圖

情境	6 小時			12 小時			24 小時				
	雨量(mm)	150	250	350	200	300	400	200	350	500	650
基隆	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
新北	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺北	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
桃園	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
新竹	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
苗栗	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺中	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
南投	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
彰化	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
雲林	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
嘉義	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺南	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
高雄	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
屏東	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
宜蘭	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
花蓮	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺東	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√



(a)06HR150mm

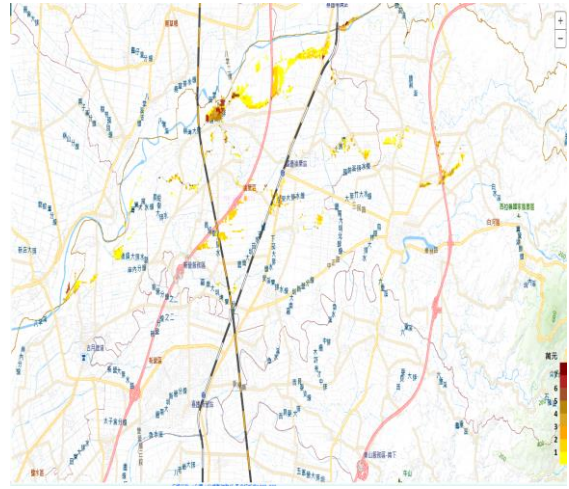


(b)06HR250mm

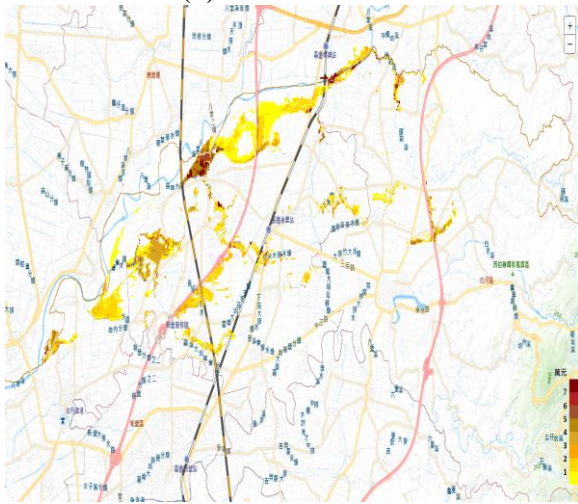




(c)06HR350mm



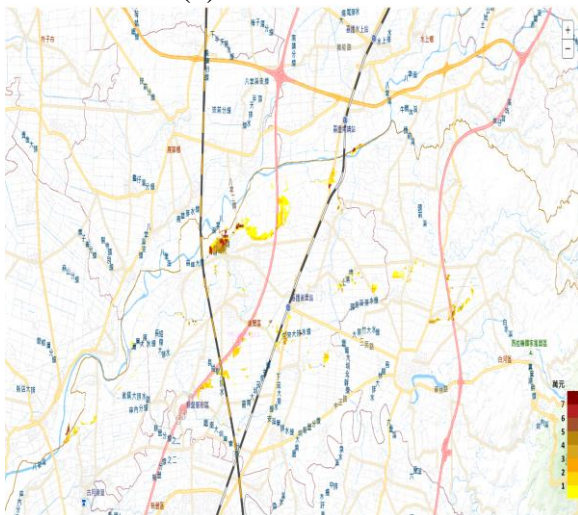
(d)12HR200mm



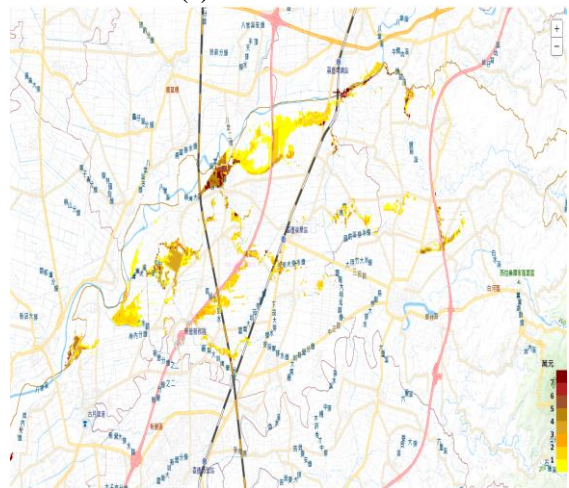
(e)12HR300mm



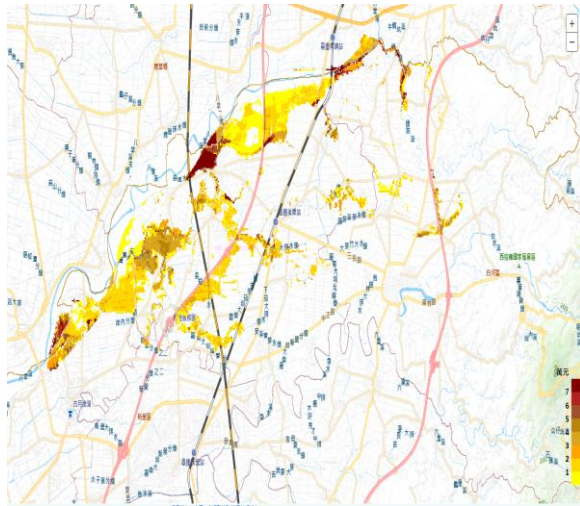
(f)12HR400mm



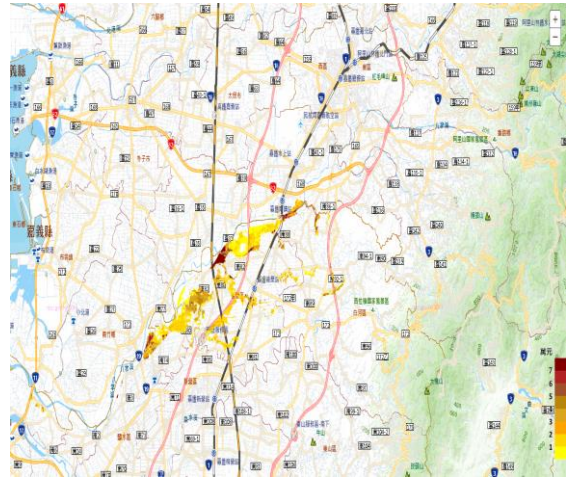
(g)24HR200mm



(h)24HR350mm



(i)24HR500mm

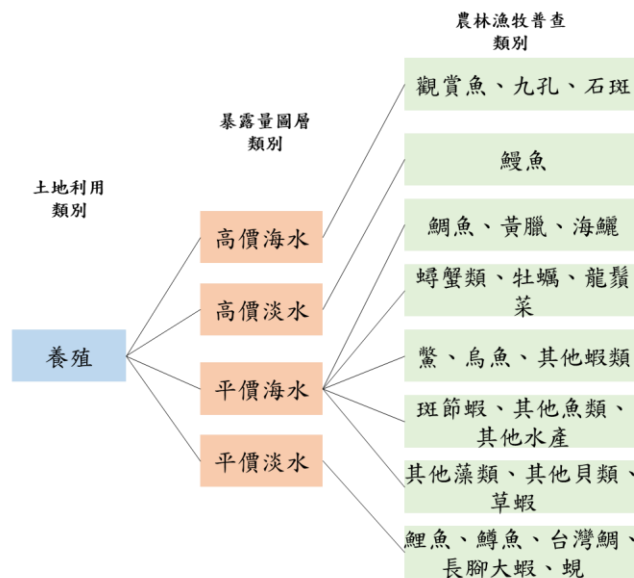


(j)24HR650mm

摘圖2 台南10種情境淹水潛勢圖範例(續)

#### 四、 農業區暴露量更新

本計畫於前期計畫建立暴露量網格欄位規劃，由於本年度新增漁業損失模式，故於暴露量中增加漁業損失推估欄位。所增加的欄位包括高價海水、平價海水、高價淡水以及平價海水之家數、尾數與面積。此外並將農業損失所需欄位，更新至 107 年最新發布的 104 年農林漁牧普查。



摘圖3 養殖類資料來源之作物類別關聯圖



## 五、 權限管理及流通服務

為因應各單位申請使用本系統之需求，本計畫建立流通服務機制，開放本計畫所建置之 API 服務功能，向所內進行申請，表單經由所內審核後，可於系統開通 API 服務。由於不同的使用對象，所需求的 API 功能不同，本計畫依工作會議討論後，提供二種高、中種層級之服務。各權限因應使用目的不同，所提供的資訊不同。舉例而言，倘若 API 服務為應用於課內系統，因同屬內部分析使用，將提供較為精細的類別(高層級權限)；倘為署內所屬單位規劃分析使用，將提供各鄉鎮為單元之損失調查成果(中層級)；倘為學校或其餘單位估算單一場次之損失值，則提供該場次之損失推估值。透過不同權限的 API 設定與管理，可強化本系統之介接服務功能，因應申請服務單位應用與推估損失。

目前已完成權限管理及流通服務申請流程相關表單建立，並協助各 8 個河川局(共 12 個計畫)完成本系統之服務介接。透過本計畫介接服務，可更有效率的估算損失，提供排水規劃參考。

摘表3 各層級API服務內容

	高層級	中層級
淹水損失統計單元	鄉鎮	鄉鎮
損失值類別	住宅(中類) 工商業(中類) 農業(中類) 公共設施(中類)	住宅(大類) 工商業(大類) 農業(大類) 公共設施(大類)
暴露量類別	住宅(中類) 工商業(中類) 農業(中類) 公共設施(中類)	住宅(大類) 工商業(大類) 農業(大類) 公共設施(大類)

## 六、 淹水災害損失評估系統之擴充

本計畫於前期計畫系統基礎之上精進漁業計算模組，暴露量成果如摘圖 4 所示，損失金額範例則如摘圖 5 所示。使用者上傳淹水模擬圖後，可於系統摘要表或統計表中查詢暴露量與損失值成果。

暴露量	大類	暴露量(深度別)						
		30-50cm	51-100cm	101-150cm	151-200cm	201-250cm	251-300cm	>300cm
住宅：592 棟 / 592 戶								
工商業：57,847 平方公尺 / 50	畜牧業(m <sup>2</sup> )	13,580	15,750	0	0	0	0	0
農業：1,698,135 平方公尺	畜牧業(頭)	3	4	0	0	0	0	0
畜牧業：29,330 平方公尺 / 7	畜牧業(頭/隻)	17,038	45,598	0	0	0	0	0
公共設施：264,843 平方公尺	養殖業(m <sup>2</sup> )	160	4	0	0	0	0	0
直接損失 9,702 萬元	養殖業(尾)	20	4	0	0	0	0	0
住宅：2,295 萬元	養殖業(頭)	3	4	0	0	0	0	0
工商業：4,621 萬元								
農業：93 萬元								
畜牧業：1,973 萬元								

摘圖4 新增養殖業的暴露量(深度別)

暴露量	直接損失評估表									
	服務業	批發業	高價海水	平價海水	高價淡水	平價淡水	雜作一	雜作二	其他	牛
住宅：11 棟 / 22	11	0	2	0	0	0	0	0	0	0
工商業：221,140	220	3	32	12	19	1	12	2	3	0
農業：854,941 平	53	5	38	0	187	0	4	1	0	0
公共設施：231.8	66	5	58	0	0	0	0	0	0	0
直接損失 39,061	273	26	220	246	35	0	18	3	11	0
住宅：70 萬元										
工商業：37,779	5,121	1,139	11,621	0	15	1	7	2	2	0
農業：582 萬元	5,744	1,170	11,071	260	267	2	11	0	10	0
畜牧業：0 萬元										
公共設施：631 萬										

摘圖5 新增養殖業的評估損失金額

## 七、 淹水災害損失推估

為比較本系統推估成果，本計畫以嘉義縣 107 年 0823 暴雨為案例，推估暴露量與損失，再與官方災害統計資料進行比較。損失推估結果 0823 暴雨嘉義縣住宅損失約 5 億 2,500 萬元，工商損失約 19 億 2,400 萬元，農業損失約 3 億元，公共設施損失約 1 億 7,900 萬元，總損失為 29 億 2,700 萬元。漁業淹水損失推估結果政府相關報告所公告之損失相比較結果發現，本系統所估算之結果與政府公告之數值相近。藉由本系統相較傳統透過災害調查估計損失的方式，可更快速進行災害損失粗估，作為防洪決策之參考。

**關鍵字：**淹水損失調查、淹水損失分析、淹水深度損失曲線、淹水評估系統、漁業淹水損失



# **ABSTRACT**

Due to unique geographic location, Taiwan is frequently suffering from floods caused by typhoons and heavy rainfall. As the density of economic development is increasing, flood damage is becoming more severe. Flood risk management therefore is a very important task for the government. Flood damage assessment is the basis of flood risk management and relevant policy decision making. The Water Resources Planning Institute (Water Resources Agency, Ministry of Economic Affairs) has completed flood loss surveys of four metropolitan areas (Taoyuan, Yilan, Taichung and Kaohsiung) and established the flood depth-damage curves in 2013 to 2014. However, the areas suffering from floods in Taiwan are not only restricted to the four areas being investigated. In case a complete field investigation is planned to be conducted over Taiwan, it is expected to consume tremendous of manpower, materials and time costs. Following the results obtained for the four areas, the project in 2015 and 2016 then proposed to explore an approach for the established flood depth-damage curves being adjusted for practicing in other areas of residential and industrial-commercial sectors with a more appropriate planning of integrated flood mitigation. Furthermore, relevant social and economic GIS layers are collected to build up loss assessment modules for floods as well as to complete the construction of the flood disaster loss assessment system. The construction is to simplify complicated artificial assessment procedure for flood disaster loss, and to increase efficiency and convenience for flood drainage planning. To further expand the functions for the flood disaster loss assessment system, it is implemented in 2017 and 2018 to refine the model. It is to establish the agricultural disaster loss assessment model with consideration of the growth period and submerged time, and animal husbandry losses. It is also to set up grid standard for the GIS exposure layers and to expand the loss assessment

system functions (including updating and expansion of the system functions of the new model, supporting multiple data importation, and intervening real-time field investigation flooding maps). These are to provide for drainage planning and flood disaster prevention applications in the future.

In order to make the flood disaster loss assessment model refined and the exposure updated, it was in 2019 to conduct the improvement of the fishery flood loss assessment model, the update of the agricultural area exposure data, the establishment of the flooding potential disaster maps in Taiwan, and the establishment of system hierarchy management, circulation services and system user training. This project is expected to enhance urban resilience in disaster prevention and provide planning for future drainage applications.

Due to the different degrees of damage caused by flooding for different species of fish, the fish species are divided into four types: high-priced seawater, high-priced freshwater, reasonable seawater, and reasonable freshwater. The flood loss modes of various species are established separately. The exposure database is adjusted according to the established model. In order to strengthen the applications of this flood disaster loss assessment system, the project establishes an API service to provide other agencies to apply for system services.

In order to compare the results of the system, the project used the 0823 rainstorm in 2018 in Chiayi County as a study case to assess the exposure and flood disaster loss, and then compare with the official disaster statistics. The results of the loss assessment are as follows: the 0823 rainstorm in Chiayi County caused residential loss of about NT\$525 million, industrial and commercial losses about NT\$1924 million, agricultural losses of NT\$300million, and public facilities loss of NT\$179million. The total loss was NT\$2927 million. Comparing the results of the fishery flood loss assessment with the loss results announced in the relevant government

reports, this project found that the assessment results of the system are similar to those by the government. Compared with the traditional way of assessing flood disaster losses through field investigation, the system can make a rough estimate of disaster losses more quickly, which can be used as a reference for decision making in flood prevention.

**Keywords: Flood loss field survey, Flood loss analysis, Flood depth-damage curves, The flood disaster loss assessment system, Fishery flood disaster loss**

## 結論與建議

### 結論

- 一、本計畫已完成漁業災害損失推估相關國內外文獻收集與損失模式的建置。研究中發現，漁業損失推估的文獻不多，只要淹水超過養殖魚塭，多有養殖生物竄游至其他魚塭之情形。故政府單位天然災害救助認定乃以只要淹水則當作全損方式估算。
- 二、因養殖生物種類多，倘分類的種類過多，雖可以較精準的估算漁業災害損失，然將造成系統的負荷與未來參數維護需取得預測變數的困難。因此本計畫透過專家訪談後，將魚種分為高價淡水養殖生物、平價淡水養殖生物、高價海水養殖生物與平價海水養殖生物四大類。
- 三、由於政府單位定期檢討天然災害救助金基準，通常依據養殖成本的一成作為救助金的基準。因此本計畫中漁業損失模式之最大損失值乃由天然災害救助補助金推估各類別的養殖成本，作為各類別之最大損失值。
- 四、由於淹水多為髒水，常造成養殖生物的死亡後延後性災損。因此本計畫乃以當淹水深度超過 30 公分，以全損的方式估算損失，此計算概念與天然災害救助認定標準一致。
- 五、本計畫已收集各縣市公開之淹水潛勢圖，並完成各縣市之淹水潛勢災損圖之建立，此災損分佈圖可作為災害時即時決策之參考。
- 六、本計畫已配合本年度所建置的漁業損失模式，於暴露量建立高價淡水、平價淡水、高價海水與平價海水養殖生物的家數、尾數與養殖面積等欄位，以作為損失計算之基礎。本計畫暴露量的計算方式，乃將農林漁牧普查資料分至國土利用調查之池塘中，其假設為不隨時間而異動。一般而言，由於養殖戶需向漁業署申報魚種與放養量，然因為實際養殖時，養殖戶為充分利用不同魚塭之養殖空間，初始階段之魚苗統一申報於養殖魚池 A，待其成長為中魚，另養殖

魚池 B 的魚已長成成魚售出，養殖戶常將魚池 A 中的部分中魚移至魚池 B 養殖。也就是實際上魚塢的數量可能隨時間而異動，此為本計畫漁業損失推估時的限制。

- 七、已完成權限管理及流通服務申請流程相關表單建立，並協助各 8 個河川局(共 12 個計畫)完成本系統之服務介接。透過本計畫介接服務，可更有效率的估算損失，提供排水規劃參考。
- 八、本計畫應用以嘉義縣 107 年 0823 豪雨場次進行損失推估，並與政府統計及災害調查報告比較，所推估成果相近。本計畫成果將較於以往僅能以簡易分類的曲線概略估算，更為合理且有效率估算淹水損失。

## 建議

以下就損失模式、暴露量分析、系統功能與整合應用等方向提出建議：

### 一、損失模式

- (一)過去公共設施損失推估模式，乃是以資料收集的方式粗略建立，以單位面積損失估算。實際上公共設施包括機關、學校等可以用點位表示的設施，以及公園、道路等可以用面表示的範圍。為更精確掌握淹水損失的情形，建議可針對公共設施如何分類進行討論，並建立其各細類之損失推估模式。
- (二)損失模式需藉由大量數據驗證修正，方可更符實際狀況。未來各縣市倘有淹水災害損失調查資料，建議可納入收集與分析，以作為損失模式參數修正之參考。
- (三)本計畫以淹水平均 30cm，認定魚塢養殖生物全損，此概念與農委會(漁業署)天然災害救助金額估算損失成本尚屬一致。然因近年政府針對養殖專區規劃堤岸加高，建議未來可針對各淹水區域養殖池災損，滾動檢討及修正漁業災損模式，更精進該模式。

## 二、暴露量分析

- (一)農業、漁業損失模式所需使用到的暴露量欄位之原始資料乃由農林漁牧普查資料分析而得，由於原始資料發佈單元乃以村里為發佈單元，為更精準的掌握農業活動於空間的分布，乃配合國土利用調查之農業區分布，將農林漁牧普查資料分佈至農業區，此方法可使暴露量資料推估更符合現況。惟因基礎空間分布所使用到的國土利用調查圖層定期更新，建議可與國土測繪中心合作，俾使損失推估更為完善。
- (二)本次系統介接服務發現各河川局多為排水改善規劃方案，其區域較小且鄰近排水。由於區域較小，所使用的網格大小有的為 10 公尺，有的為 20 公尺，本系統所採用的網格標準為 40 公尺，雖可內插方式計算其淹水網格內之損失，但可能造成內插計算時之誤差。此為本系統目前使用上之限制之一。倘未來持續服務各河川局或其他單位，應考量 40 公尺解析度之適用性，或重點區域需規劃更細緻解析度之暴露量。

## 三、系統功能

- (一)經由流通服務與介接成果發現本系統服務上的幾項限制：(1)由於本系統開發時之主要區域為都會區範圍，河川地或沿岸等部分區域可能因非本計畫研究區域而無暴露量資料，故造成損失推估值為零的問題。(2)倘應用介接服務於河川局小排水改善或規劃，模擬淹水圖採用 10 公尺或 20 公尺的網格，而本系統主要發展乃以 40 公尺為解析度，不同尺度或解析度可能面臨淹水模擬圖內插時所造成之誤差。倘若持續推動流通服務，建議未來可檢討是否需針對部分易淹水區建置暴露量，或考量更細緻的網格。
- (二)前期計畫執行時發布的普查資料為 99 年，目前 104 年的普查資料已發布，因應普查資料發布的更新，建議可以更新工商普查的暴露量資料庫。此外，由於各機關所發布的資料格式不同，

要轉入成為本計畫所需格式，往往需經過許多處理步驟，建議可針對轉檔小工具進行建置，以方便未來資料庫更新維護。

(三)目前系統的發展，多是以損失估算為主的設計架構，由於本系統已經有全省的暴露量網格在後台資料庫，建議可於前台功能中，增加暴露量資料庫查詢功能。例如：將在系統圖台介面上圈選一範圍，即可直接查詢該範圍內的暴露量資料庫。或用圖層套疊的方式，估算該圖層下的暴露量數量。此功能的設計，除了可查詢暴露量外，倘若有即時的淹水範圍調查，亦可使用本系統以推估遭受災害衝擊的住宅、工商、農業與公共設施等數量。

(四)為了使本系統與即時災害調查業務結合，以強化調查成果產製之時效與準確性提供，建議未來可結合行動災害調查功能開發，透過行動工具設定淹水深度與淹水範圍，粗估淹水暴露量與淹水損失。

(五)考量未來系統的發展及延續，當圖檔上傳愈多，圖層清單愈長，愈不易找尋所需圖層。未來可提升系統的資料管理功能。如發展使用者以及群組權限功能，並可將分析模擬成果分享在群組內，提升資料的流通性，如此不僅可以有效管理檔案，亦能減低資料庫的儲存容量。此外建議可強化暴露量資料庫後台管理功能，分年度管理暴露量資料庫與損失模式，或可批次表單匯入修改損失參數功能。

#### 四、整合應用

(一)目前台灣已經進行多年的災害潛勢分析與災害損失評估，然而潛勢與損失並非風險，僅是風險分析架構的一部分。由於風險分析是區域規劃的基石。有關淹水的風險管理，首先需了解何謂風險(Risk)，參考 ISO31000 中的定義，風險是指對目標的不確定性的效應。本標準乃參考近代各國對風險管理所發展出來的標準及規範為基礎。ISO31000 是風險管理的國際標準，提供全面性原則和準則，協助公私單位進行風險分析和風險評估。

依據 ISO31000 的風險評估，淹水風險評估供作區域防洪規劃之參考，係針對在某區域推估各種重現期距下之水文事件，進行上述各種重現期距下之水理演算的淹水範圍及淹水深度，最後獲得不同尺度事件之災害損失風險評估。各項分析後即可以建立該區域之損失-頻率曲線，倘若將損失-頻率曲線積分後，即可得該區域之年平均損失(Expected Annual Damages, EAD)，以供作區域防洪規劃之決策參考，合理地估算各種災害程度下之區域損失才能夠有效評估淹水所帶來的災害危險度。建議未來可以 ISO31000 建構完整的淹水災害風險評估架構，除了以各重現期之淹水潛勢圖建立區域的經濟風險地圖外，可擴充以暴露量的分布，建立暴露量風險地圖，以供防災決策參考。

- (二)本系統淹水災害損失推估未來不僅可應用於風險地圖，此外可與物聯網之智慧河川結合，作為災害之決策應變支援之參考。此外淹水事件之損失與暴露量推估亦可作為政府單位對淹水範圍內進行救助的輔助資訊參考。
- (三)目前淹水模擬魚塭區時，多假設魚塭不會淹水，建議未來水理分析時應採用水利 DEM，將實際堤高納入考量，所模擬的淹水模擬圖可更符合實際情形，以使損失推估更為準確。
- (四)因損失推估模式有其建置之基礎假設與分析資料基礎，本系統建置原始目的為供排水規劃估算淹水損失之用，故暴露量圖層為 40 公尺解析度，且非即時更新為現況分布資料。由於水理潛勢圖或模擬圖亦有其不確定性，倘未來欲應用於淹水損失補償救濟之參考，建議應考量更細緻的網格，並結合即時的災害調查與暴露量分佈資訊。



# 第一章 計畫概述

## 一、計畫緣由

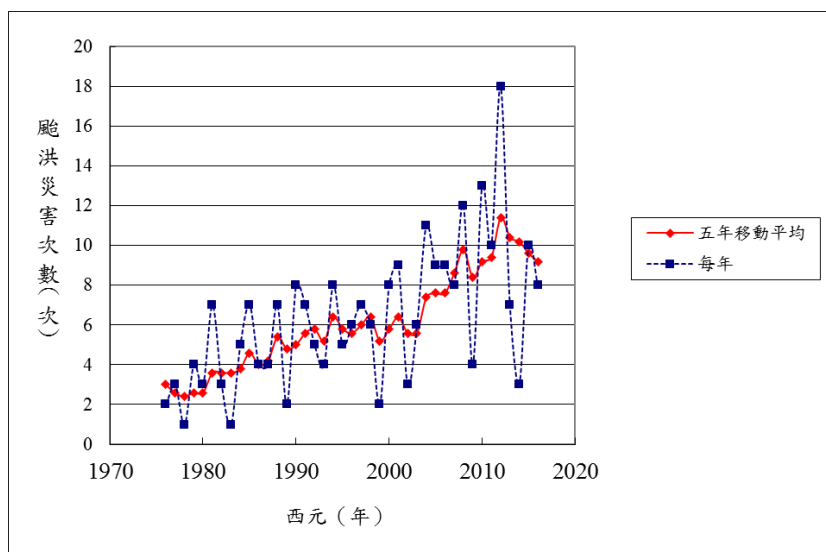
根據內政部統計資料顯示，民國 47 年至 106 年間共發生 314 次颱風、水災及豪雨等天然災害，平均每年發生 5.32 次(內政部消防署，2017)，使工商、住宅、農漁業、水利、房屋、交通、電力、電信等設施以及經濟活動遭受重創，並造成許多人員傷亡。為瞭解台灣地區的颱洪災害情況，將內政部消防署的資料以五年移動平均法整理如圖 1-1 所示，由圖中可發現民國 65 年~105 年台灣地區平均每年颱洪災害發生的次數有逐漸增加的趨勢。由於近年來颱洪災害不斷，且多次造成嚴重的經濟損失，洪災的風險管理遂扮演著相當重要的角色。

Grigg (1985)認為一個完整的防洪體系架構內應包含水文、水理以及災損評估之模式(如圖 1-2 所示)，先由水文模式利用氣象水文資料，配合地形及地表覆蓋情況推估各種重現期距下之水文事件(如圖 1-2-a)，再由水理模式估算淹水範圍及淹水深度(如圖 1-2-b)，最後由區域災損評估模式估算各種不同尺度事件之災害損失(如圖 1-2-c,d)。在對某區域進行過上述之各項分析後即可以建立該區域之損失-頻率曲線(Damage-Frequency curve 如圖 1-2-e)，倘若將損失-頻率曲線積分後，即可得該區域之年平均損失(Expected Annual Damages, EAD)，以供作區域防洪規劃決策之參考。為有效評估災害危險度，則必須先能合理估算各種災害程度下之區域損失。

為改善淹水災害，近年來政府投入了相當的財力、人力、物力於防救災害的工作，諸多的排水規劃亦陸續辦理中。然而，就國家總體經濟學的觀點，進行防洪工程建設或排水規劃時，應考量經濟投資效益，所以應有一完整的災害損失評估系統，作為國家防洪工程規劃的參考。就國家總體經濟學的觀點考量，經濟投資成本與效益的分析為一大重點。有關工程之投資與效益間之關係，可以圖 1-3 之成本效益曲線來表示，圖 1-3 中橫軸代表不同尺度大小(即不同重現期距)的淹水事件，

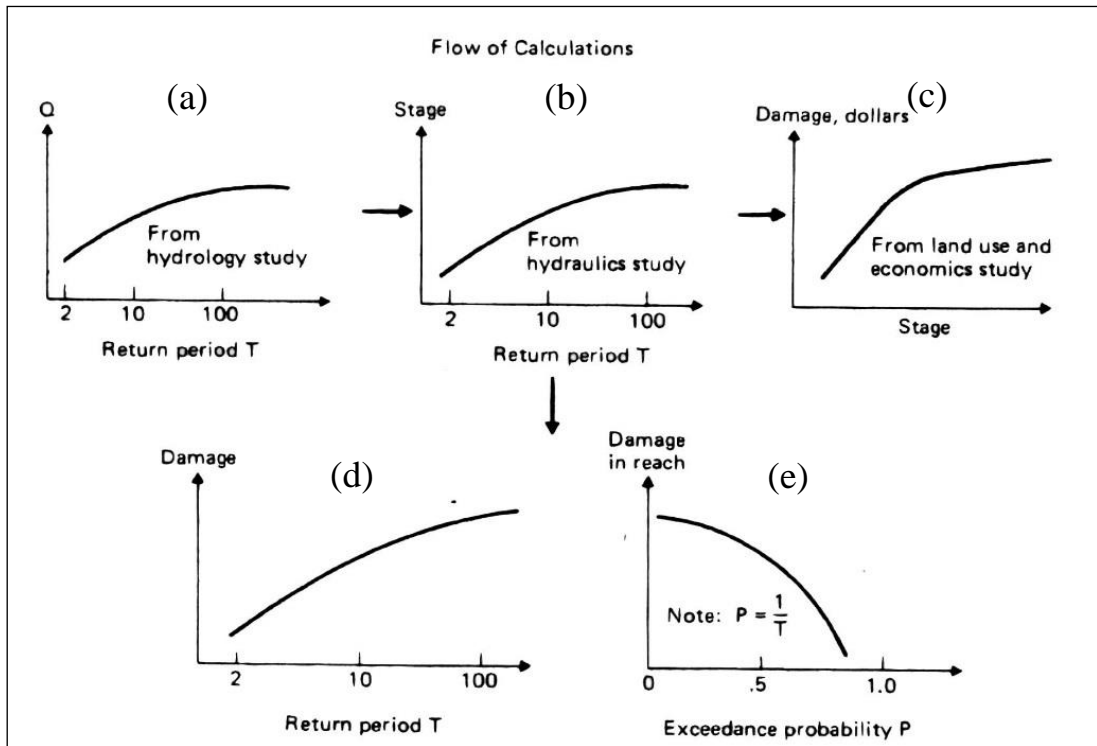
圖中之曲線則分別為各種防洪工程所需成本及其所可能獲致的利益，在此處工程獲利代表因完成該項工程所能減少之災害損失，亦即若不進行該項工程所可能導致之災害損失。當利益大於成本時，該區間的方案統稱為經濟可行之方案(如圖 1-3 中之灰色區域)，在各種可行性方案中，又以使 (利益－成本) 為最大之方案 (如圖 1-3 中之 A 點處) 為經濟效率最佳之規劃方案。

經濟部水利署水利規劃試驗所於 102~103 年完成宜蘭、桃園、台中、高雄等四個都會區之淹水損失調查分析，104~105 年度計畫利用前揭成果，建立全台不同縣市淹水災害損失之區域調整機制，擴大應用於全台其他縣市之淹水損失估算。此外並收集彙整相關社經圖層，建構淹水災害損失評估模組，完成淹水災害損失評估系統，提升排水規劃於洪災損失估算之效率及便利性。淹水損失推估模式於 106~107 年度已完成農業、畜牧業模式建立、暴露量圖層精進及評估模式系統功能擴充。為進一步進行模式精進及暴露量更新，108 年度辦理漁業淹水損失推估模式精進，由於魚塢分布多位於中南部地區，故將以中南部魚塢為重點訪談區域，以建立漁業之淹水損失推估模式。此外本年度配合所建立之模式，更新農業區暴露量、全省淹水潛勢災損圖資建立，可提升都市防災韌性並提供未來排水規劃應用。



資料來源：本計畫根據內政部消防署(2018)資料整理

圖 1-1 1976~2016年台灣地區颱風災害事件數統計



資料來源： Grigg (1985)

圖 1-2 完整的防洪體系架構

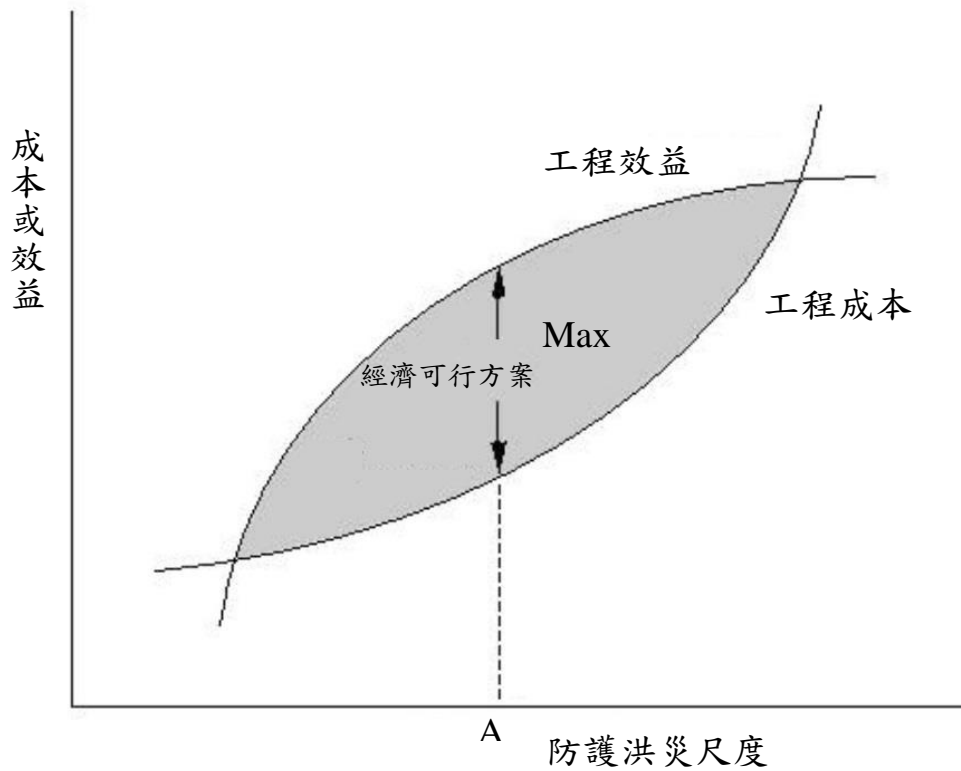


圖 1-3 防洪工程成本效益分析曲線圖

## 二、計畫目標

為使淹水損失模式精進與暴露量更新，本(108)年度辦理漁業淹水損失推估模式精進、農業區暴露量資料更新、全省淹水潛勢災損圖資建立、建立權限管理及流通服務以及教育訓練，本計畫可提升都市防災韌性並提供未來排水規劃應用。

## 三、工作項目與內容

### (一) 國內外文獻收集與資料彙整

國內外相關文獻收集與資料彙整，並提供與計畫相關 3 篇水利新知供應用參考。本計畫於本年將會加強漁業損失推估的國內相關文獻收集以及社會經濟資料如：農業普查資料、漁業天然災害救助資料等。

### (二) 漁業淹水損失推估模式精進

計畫參考國內外相關文獻，訂出適宜國內之方式，再參考國內天然災害救助機制後，進行學者、專家與業者訪談，以訂定漁業損失推估模式。

### (三) 漁業損失估算功能模組更新

依據本計畫漁業損失推估模式精進研究成果，更新漁業類別損失估算功能模組。

### (四) 淹水潛勢災損圖資建立

配合各縣市已完成公開程序之淹水潛勢圖，完成全省淹水災害損失圖資建立。

### (五) 農業區暴露量更新

收集最新版農業普查資料辦理農業區暴露量更新。最新發布的農林漁牧普查版本為 107 年公告的 104 年度調查普查資料，本計畫將會依據 104 年度普查資料，完成暴露量資料庫的更新。

### (六) 權限管理及流通服務

依據使用者需求，建立使用者或群組權限管理、操作機制，

並提供災損推估成果介接或 API 流通服務。

(七) 教育訓練

依據本計畫相關推估模式精進、農業區暴露量更新等研究成果，辦理教育訓練。

(八) 成果報告撰寫

依據本計畫研究成果，編撰成果報告。



圖 1-4 計畫流程圖

## 第二章 文獻資料收集

### 一、國內外文獻資料收集

本計畫蒐集國內外相關於淹水損失定義、損失類別、災害損失調查方式、漁業損失推估模式分析方法等文獻，以作為淹水損失調查方法論建立之基礎。

#### (一)文獻資料收集

##### 1、災害損失定義與類別

根據經濟學的定義，災害損失乃意指災害發生後恢復成受災前狀況所需的金額(Grigg 及 Heiweg,1975; Elisabetta,2006)。蕭代基(2003)指出：損失是只能使得受災資本(人造資本、人力資本與自然資本等三類)的所有權人保持與未受災時相同的福利水準，所需給予該人之最小補償金額。

早期有關洪災之損失分類方面，Breaden(1973); Grigg 及 Heiweg(1975); Grigg 等(1976) 針對淹水災害所產生之淹水損失分類為直接損失(Direct Damages)、間接損失(Indirect Damages)、次要損失(Secondary Damages)、不可量化之損失(Intangible Damages)及不確定損失(Uncertainty Damages)等五大類。所謂的直接損失是指由洪災所引致之財產直接損壞或消失，如房屋、設備等被淹水破壞之損失；間接損失定義為財產本身之價值因其他項目之災害損失而間接受到影響，包括營業中斷、環境損失、撤離(evacuation)、房舍淹水使得承租意願降低及附近地價、租金減少等損失等。次要損失乃是指淹水發生造成經濟損失後，為了救災及重建，許多社會服務低落所產生之損失(Breaden,1973)，一般而言，就整體社會經濟而言，此部分之損失可能可與社會利益相抵。不可量化之損失包括如環境品質、社會價值觀、美學上的損害等引起之損失，一般小區域之災損評估均暫時予以忽略。但如果遇到像 921 地震大規模之災害，則必須透過其他經濟評估之方法加

以估算。不確定損失指居民因為恐懼災害而引起之不確定感所產生之損失，如非必要的提高其保險額度等。

由於無法量化之損失、無形損失、不確定損失，在損失的估算過程中常忽略不計，因此近年來淹水損失的分類大多簡化為直接損失與間接損失兩種(Parker 及 Atkisson,1982; Van der Sande,2001; Petry,2002; Elisabetta,2006)。若將直接損失與間接損失相加總，即是真實的損失金額。除了將淹水損失分為直接損失與間接損失兩大類外，Petry(2002)又將直接損失與間接損失分別再細分為可量化之損失(Tangible losses)及不可量化之損失(Intangible losses)。其中不可量化之損失包括直接損失中的人員傷亡與間接損失中災害脆弱度(vulnerability)的增加與居民搬出與信心喪失等，因無法直接以金錢量化，故稱為不可量化之損失。

間接損失推估方面，Grigg 及 Heiweg (1975)提出：由於間接損失很難個別詳細的定義其範圍，因此主張引用 Kates (1965)的研究成果，以直接損失的某一百分比進行推估。其各類間接損失所佔直接損失之百分比分別為住宅區 15%、商業區 35%、工業區 45%、公用事業 10%、公共設施 34%、農業區 10%、高速公路 25%、鐵路 23%。由這些百分比數值中可發現，間接損失的金額皆小於直接損失，如此的數值是否合理？根據 Parker, Green 及 Thompson (1987)指出：間接淹水損失是不大可能是大於直接損失，但是在極端事件中，間接損失也許超出直接損失(Green 等, 1994)。此外亦有學者提出，在貿易與工業方面，由於間接損失包括營業中斷和基礎設施等，因此間接損失很可能超過直接損失(ICPR,2002)。因此部分學者改應用經濟學的投入產出模式，來推估間接損失值(Du Plessis 及 Viljoen, 1999)。

經由上述淹水損失的定義與分類中可歸納，淹水損失可分為可量化之損失(Tangible losses)及不可量化之損失(Intangible losses)兩大類。其中不可量化之損失因無法直接以金錢量化(如人員傷亡等損失)，此部分本計畫暫不予以考慮，而僅考慮可量化之損失部

分。可量化之損失又可分為直接損失與間接損失兩類。

## 2、淹水損失推估方法

早期在淹水損失推估方面，有統合公式法(Aggregate formula)、歷史災害損失曲線(Historical Damage Curve)等方法(Grigg 及 Helweg,1975)。近年來美國、英國、澳洲與台灣的各项研究中，淹水損失的推估則以平均法(Average Method)與淹水深度損失曲線法此兩種方式為主(Hamdmer 等,2002)，此外亦有考慮淹水損失機率的淹水災害損失分佈函數法(糠瑞林，2005)。

所謂的統合公式乃將所有淹水損失相關因子統合於一公式中，此方法將許多具有空間歧異性之資料均以單一之數值代表，忽略了空間上的變化，使得區域損失之估算結果明顯的不合理。歷史災害損失曲線法可以非常快速的得到洪災損失的概估值。此一方式在以往相關資料建置不完整，且資料處理的能力也相當缺乏的年代，在沒有更好的方法之前，不失為一種估算洪災之可行方式，但有下列之嚴重缺陷：洪災資料之取得不易、忽略區域經濟發展之變化以及忽略空間資料之歧異性。

平均法就是以單位面積之淹水損失來推估淹水損失值，然而由於此法不考慮災害規模(如淹水深度)，因此將各災害規模都以相同的單位面積淹水損失值推估實不合理，忽略資料歧異度是其主要之缺點，且由於此法沒有考慮到區域的生活水準，倘若應用到其他的區域，可能造成損失值的高估或低估。

淹水深度損失曲線法是目前淹水損失推估的研究中，最常見的方法(Smith 及 Greenaway,1992)。此方法考慮了各個淹水深度下的損失變異，因此可適用於各種災害規模下的淹水事件。淹水深度損失曲線法雖可以考慮不同淹水深度的損失值，但常因為原始資料分佈相當散亂而無法通過統計檢定，因此，糠瑞林(2005)採用淹水損失機率密度函數法來推估淹水損失值。此方法的概念不同於淹水深度損失曲線法的地方在於每個淹水區間淹水損失乃為損失機率密度函數，而不是單一損失值。由於此法突破傳統



以單一損失值，改以淹水損失機率密度函數來推估損失，因此具有考慮淹水災害損失資料的歧異度及處理災損資料之不確定性的優點。然而此法乃是基於問卷調查所得的災損資料進而分析，因此在應用上具有必須有淹水損失調查資料的限制。

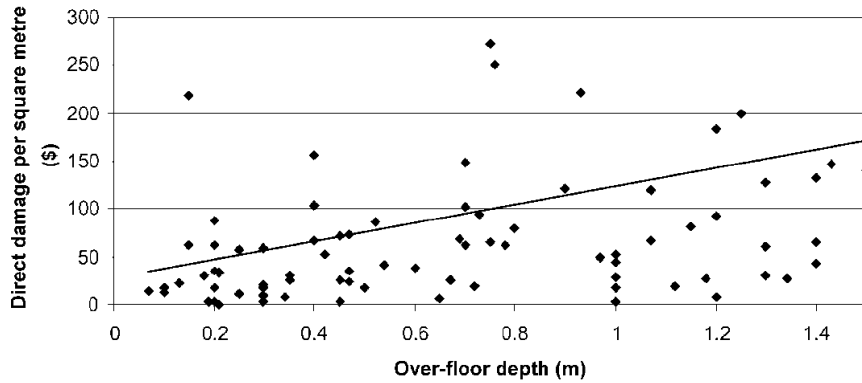
### 3、淹水深度損失曲線建立的方式

淹水深度損失曲線根據其建構的方式又可分為問卷調查法（Questionnaire）與合成曲線法（Synthesis）兩種(Su 等,2005)。

#### (1) 問卷調查法

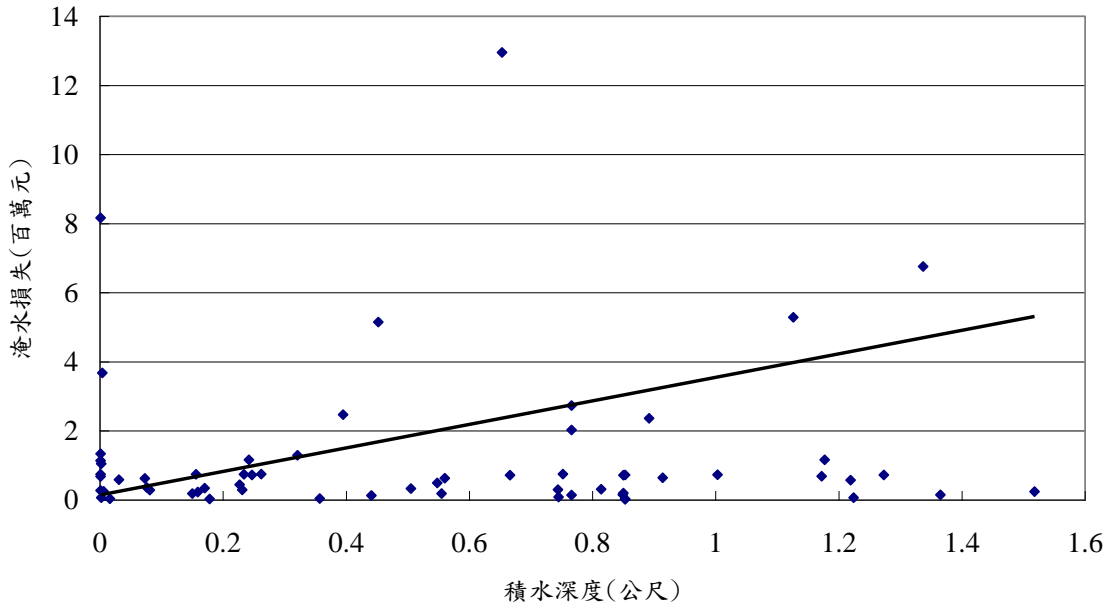
所謂問卷調查法(TVA,1969; FIA,1970; Grigg 及 Helweg,1975; Smith,1994; Su 等,2005)，乃是調查災後的淹水損失調查資料，再經由統計迴歸分析而得，分析方式目前大致上有下列兩種作法：(1)由原始調查資料直接進行迴歸分析：將原始調查資料繪至淹水深度-損失的關係圖上，再將資料點進行迴歸分析。此法使用上由於原始資料分佈相當散亂（如圖 2-1，圖 2-2），如果強加進行迴歸分析以建立淹水深度損失曲線，其結果相當差，甚至無法通過統計檢定(Gissing 及 Blong，2004)。(2)依淹水深度範圍分組後再進行迴歸分析：有鑑於由原始調查資料直接進行迴歸分析方式，由於原始資料分佈相當散亂，可能無法通過統計檢定，因此近年來部分研究改為先將淹水深度範圍分組，再取各組的淹水損失中位數、平均值或四分位(25%、50%、75%)損失值來進行迴歸分析。(糠瑞林，2005、張齡方，2008)。由於此法乃將原始資料分群，再後取各組的淹水損失中位數、平均值或四分位，以致於資料點數較以原始資料直接迴歸分析方式少，因而產生判定係數(R-Square)較高，此外，如此產生之迴歸線乃為各組的淹水損失中位數、平均值或四分位的迴歸結果，可

看出各組的淹水損失中位數、平均值或四分位的趨勢，使用上的限制為無法解釋原始資料之變異性。



資料來源： Gissing 及 Blong (2004)

圖 2-1 Kempesy 商業淹水災害損失資料



資料來源：糠瑞林 (2005)

圖 2-2 納莉颱風台北市製造業淹水損失深度曲線

以問卷調查法來建立淹水深度損失曲線的方式，雖可分為直接將原始調查資料進行迴歸分析與分組後再進行迴歸分析兩種，但此兩種方式皆需要有淹水災害發生後的調查資料，才能建立淹水深度損失曲線，此為問卷調查法應用上的限制。

## (2) 合成曲線法

所謂的合成曲線法(Synthesize approach) (Smith,1994; 張齡方, 2000; 張齡方、蘇明道, 2001; Su 等,2005), 乃是模擬淹水時可能產生的損失來建構淹水深度-損失曲線(Smith,1994; USACE,1999; 張齡方, 2000; 張齡方、蘇明道, 2001; Dutta 等,2003; 糠瑞林, 2005; Su 等,2005), 由於此種方式的概念乃是調查財產項目, 並推估淹水時可能造成的損失值, 故有學者將此推估的損失值稱之為可能的淹水損失 (Potential flood damage) (Smith,1994)。USACE(1999)其所開發的淹水損失推估模式 HEC-FDA 中, 乃應用合成曲線法來推估淹水損失, 其淹水深度與損失函數(Stage-Damage Function)的推估步驟如下:(1)辨認研究區域中建物種類與用途;(2)以地形學地圖、空中相片、調查等方式建立各種建物類型一樓層的高度;(3)由最近售價、財產稅評估、重置成本估計或調查的方式推估各種建物類型的價值;(4)推估各種建物類型的內容價值為結構物價值的多少百分比;(5)推估各種建物類型之建物在各個淹水深度下的淹水損失, 淹水損失以步驟(3)所推得的建物價值之百分比表示;(6)推估各種建物類型之內容物在各個淹水深度下的淹水損失, 淹水損失以步驟四所推得的內容物價值之百分比表示;(7)將各個淹水深度損失函依據指標調整應用到其他區域, 並根據模式模擬結果計算淹水損失值;(8)加總所有建物類型所推估的淹水損失值即可得到區域的淹水損失值。

上述 HEC-FDA 合成深度損失曲線的建立方式中, 必須先確立幾項重要的參數, 例如建物種類與用途、建物一樓層的高度、建物價值、內容價值為結構物價值的多少百分比、建物在各個淹水深度下的淹水損失、內容物在各

個淹水深度下的淹水損失等。倘若希望能將 HEC-FDA 模式應用於台灣或其他國家，最大的困難為在這些參數值的設定上，台灣並沒有現成的相關資料庫系統(如建物資料庫等)，因此在若想取得合理的參數設定值時，往往需透過大量的市場調查，然而這些參數值又將隨著時間或空間而變異，因此每隔一段時間就需重新調查，因而增加大量的人力、物力上的成本。故倘若能結合本土的政府資料庫，建立一個適合地域性的推估方式，則可節省大量的人力、物力上成本。

在本土的研究中，張齡方(2000)提出適用於國內的合成曲線法，該方法中可結合國內現有的資料庫，配置基本的家庭內裝，並推得各淹水深度下的淹水損失，其推估步驟如下：(1)列舉一般家戶內裝之基本配備：由普及率當中列出一般家庭的設備及擁有率(取30%以上的當作一般家庭的家電配備)，傢俱由一般家庭三房兩廳的配備來估算；(2)調查各項設備市場價格與擺設高度：針對前一步驟所選取之一般家庭可能造成損失的財產清單，進行各項目市場價格及擺放高度的調查；(3)調查各項設備淹水深度與損失之關係：針對各項設備其淹水深度與損失之關係進行調查；(4)繪製淹水深度損失曲線：經由各項設備在各個損失累加後，即可繪得淹水深度損失曲線圖。由於問卷調查法應用上的限制為：倘若調查區域缺乏高淹水深之歷史淹水事件，在進行淹水深度損失分析時，常因為高淹水深度資料不足而不易得到完整一層樓之淹水深度損失曲線，為建構全省各縣市之住宅淹水深度損失曲線，前期計畫採用合成曲線法，建構各縣市之住宅區淹水深度損失曲線。

#### 4、漁業淹水損失推估相關文獻

台灣地區漁業種類可分：遠洋漁業、近海漁業、沿岸漁業、內陸漁撈、海面養殖、內陸養殖等類。其中，遠洋漁業、近海漁業、沿岸漁業係分屬使用漁船在我國經濟海域（12 海浬-200 海浬）外、內，及使用船筏或不使用船筏在我國領海（12 浬）內從事漁撈作業者；內陸漁撈則是在內水從事水產動植物之採捕為業者。而海面養殖（包含淺海養殖、箱網養殖等）則是在高潮線外從事水產動植物之養育或蓄養作業者；內陸養殖（包含鹹水魚塢、淡水魚塢、箱網養殖、觀賞魚養殖、其他內陸養殖等）則是在高潮線內從事水產動植物之養育或蓄養作業者。

本計畫漁業損失推估模式分析將主要針對在沿岸、內灣、海埔新生地等地區築堤引灌海水，利用各種鹽度鹹水養殖水產生物之鹹水魚塢作業；以及利用土地圍築堤岸，使其經常蓄積淡水達一定深度，專供養殖水產生物之淡水魚塢作業，該兩項鹹水、淡水魚塢漁業作業相關於淹水的損失推估。

淡水養殖主要種類包括鰻魚、吳郭魚、鯉科魚類、蝦及蜆類。目前養殖地區以桃園市、彰化縣、雲林縣及花蓮縣為主；而鹹水養殖主要種類為鯛類、石斑類、虱目魚、草蝦、斑節蝦及其他魚種，養殖地區以台南市、嘉義縣、雲林縣及屏東縣為主。淺海養殖以牡蠣、文蛤及九孔為主，分佈於彰化、雲林、嘉義及台南等縣市。

以法國學者 Brémond 等人於 2013 年所作之評論文章：「農業洪水災害評估：現有方法的回顧與分析」，所回顧的國際間 26 篇農業洪水災害論文中，並無有關漁業之淹水損害探討，顯現國外文獻對漁業之淹水損害探討有限。然洪水能夠引起河流(Northcote, 1984)、水庫和湖泊

(例如 Arawomo, 1981)、以及埤塘系統(Seymour 等, 2013)中的魚類遷移。魚類遷移取決於所涉及的特定魚類、季節、地表水的流入速率以及政府管理當局對淹水水位的人為操縱。根據魚類的種類，年齡和大小，個別物種在淹水災害下表現不同(Godlewska 等, 2003)。配合淹水潛勢圖之模擬範圍，本計畫漁業損失推估主要考量台灣本島之養殖漁業，作為淹水損失模式建置之應用範疇。

針對在台灣沿海地區常利用土地圍築堤岸養殖水產生物之淡水魚塭作業(或稱埤塘為基礎的水產養殖(Pond-Based Aquaculture))，淹水期間常造成相當大的損失。淹水受到許多因素的影響，如降雨量、雨型、逕流、堤岸土壤之滲透性或防水基礎、土壤(極度乾燥或飽和)，以及該地區的地理情況、土地利用、地形坡度、常時蓄水位和蓄水空間(養殖埤塘通常缺乏颱風調蓄能力)等。

Rutkayová 等(2017)指出全球氣候變化在整個歐洲顯現出越來越嚴重的影響，極端淹水事件影響農業的發展，其中有部分來自與埤塘為基礎的水產養殖導致魚類資源受損失有關。Rutkayová 等(2017)探討捷克共和國(the Czech Republic)於 2002 年、2006 年、2009 年和 2013 年埤塘水產養殖之的魚類淹水損失。該期間發生的極端淹水事件造成的埤塘水產養殖魚類總評估損失率為 54.2%。該研究指出在考慮魚種及其魚齡時，不同魚種對淹水的反應與幼魚和成魚群體內不同對淹水的脆弱度(vulnerability)之差異。另同時評估淹水對不同水產養殖公司的影響，並提供水產養殖公司應對淹水風險管理。

由緬甸國家農業和灌溉部、畜牧、漁業和農村發展部、糧農組織(FAO)和糧食計畫署(WFP)在糧食安全的框架下與聯合國婦女署、世界展望會、人道組織及協力機構

(CESVI、CARE、JICA 和 LIFT)合作於 2015 年聯合執行下 (Ministry of Agriculture 及 Irrigation；Ministry of Livestock，Fisheries & Rural Development，2015)，在緬甸地區農業和民生淹水影響評估報告中，有關漁業和水產養殖業受淹水影響的損害和損失，災害對開放水域淡水捕撈的影響，主要是由於河流水位上升導致影響漁民捕撈活動，此外，捕撈用漁網等設備、漁船和電機設備等的嚴重受損。後續無法在淹水中捕魚，導致當地居民收入、糧食和攝取魚類營養損失。

在台灣地區，養殖漁業的經營深受環境與天然災害之影響，天然災害之發生，往往造成漁民重大的損失。養殖漁業之天然災害損失，主要是颱風、豪雨，佔歷年台灣地區漁業災害損失統計的九成以上，其他災害(如地震、停電)則相對較小許多(參看民國 100 年~106 年農業統計年報)。

蔡雨璇(2013)研究了解台灣養殖業受天然災害侵襲時，造成的損失情形與政府現金救助間之關聯。依據統計資料，利用線性迴歸分析比較各縣市中受到天然災害損傷與政府現金救助之間的關聯，以及政府現金救助是否會受天然災害種類、養殖區域和天災強度影響。研究結果指出，就全部研究範圍的縣市來看，其救助次數與受災次數的比例約每受災十次受到政府補助四次。而政府現金救助受天然災害種類、養殖區域和天災強度影響則是比較不顯著的。葉高陞(2003)探討箱網養殖之風險及種類，嘗試漁業保險試辦，其認為在現行農業天然災害現金補助辦法窒礙難行下，有必要設計出一養殖漁業保險，其設計出一套針對於箱網養殖的初步保險單。陳秋錦(1999)探討颱風豪雨及寒害等天然災害對養殖漁業造成的損害，

說明台灣地區養殖漁業之救助現況，檢視問題並提出改善救助制度之建議。

鄭文賢(2005)探討了颱風所造成水災對於雲林地區沿岸魚塭的傷害及補助金額推估，考慮地域特性，具體估算損失，依據該地區的魚塭分布、放養數量等資料，應用淹水潛勢分析成果，進行各地魚塭水災淹水情形分析，以鄉鎮市為單位，估算在不同降雨條件下，各類養殖水產物之損失數量，其研究結果 2004 年七二水災雲林縣養殖戶之經營成本損失估計約為救助支出金額之 3 倍；以水產物總收益之減少作為養殖漁業的直接損失，及成本損失及利潤損失合計，估算損失約為養殖成本之 1.1 倍。鄭文賢(2005)損失推估之研究首先以魚塭分布圖套疊淹水潛勢圖，找出受淹水影響之魚塭、魚種、放養量、面積等資料，導入魚價及生產成本之分析結果，求得各種淹水條件不同發生時間之損失估算。

鄭文賢(2005)指出魚塭遭淹水淹沒造成養殖水產物之死亡及病害，影響因素繁多，各次天災損失情形不完全一致，且各類養殖水產物對於環境驟變之適應程度不一，為探尋比較精確之水產物損失情形，應就個別水產物進行較深入之統計、實驗或觀察等研究；鄭文賢(2005)為了進行災害損失之估算，將以往鄉鎮公所申報之損失資料，其中之「損失程度」加以平均後選取平均值前後之範圍，依損害程度之嚴重情形，由輕微至嚴重分為「損失程度一」、「損失程度二」、「損失程度三」，各損失程度魚種別之損失估算(表 2-1)。而因為除了魚種外，各魚種養殖型態亦與損失程度有關，鄭文賢(2005)將之分三類，含：蓄養可上市之成魚、中間養成、魚苗放養等。



表 2-1 養殖水產物水災損失程度估算一覽表

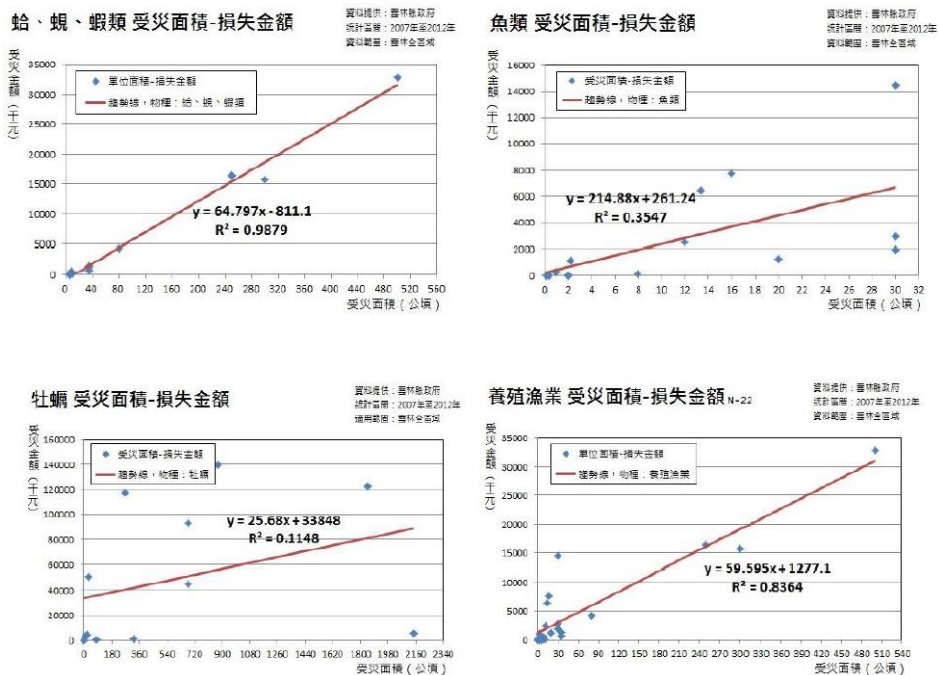
單位(%)

水產物別 損失程度	魚類						
	吳郭魚	鰻魚	鱸魚	虱目魚	烏魚	石斑	其他魚類
損失程度一	30	30	20	20	30	30	30
損失程度二	40	40	30	30	40	40	40
損失程度三	50	50	40	40	50	50	50
水產物別 損失程度	貝類	蝦類				其他	魚苗
	文蛤	白蝦	草蝦	沙蝦	其他		
損失程度一	20	30	30	30	30	30	40
損失程度二	30	40	40	40	40	40	60
損失程度三	40	50	50	50	50	60	80

資料來源：鄭文賢，2005。

經濟部水利署水利規劃試驗所(2007)針對彰化縣管區排二林溪排水系統以現況淹水分析之結果配合實地調查產值推估農作物損失、建物及工商損失、養殖魚塢損失、公共設施損失等。在魚塢損失方面：因計畫區養殖漁類以養蜆為代表，每公頃年產值約 150 萬元，損失金額以單位產值配合不同淹水深度估算。國立交通大學(2013)指出並非所有產業之淹水脆弱度皆可以「淹水深度-損失金額」之函數關係表達，故對照農委會農糧署災害損失資料，改以「受災面積 - 災損金額」之關係提出農業之淹水損失與受災面積之關係曲線(圖 2-3)。由關係曲線可發現，水稻、及水果受災面積與災損金額之線性迴歸解釋力相當高，其所代表之意義為水稻受災金額與受災面積之比值幾乎成一定值，相當於可以以單位面積損失的結果

進行推估。部分漁業與旱作面積與災損金額之線性迴歸解釋力較低，推測造成此種現象的原因可能來自於原始資料分佈相當散亂或樣本數不足所致，倘若分析資料時能取得足夠的樣本數，應可改善此問題(國立交通大學，2013)。此外，如能了解淹水對不同魚種別(如：一般魚種、蝦、貝類)透過最大淹水損失，以及在各淹水深度下之損失率，以作為淹水損失函數建立之基礎，應可以進一步改善養殖魚塭的淹水災害損失推估。



資料來源：國立交通大學(2013)

圖 2-3 漁業受災面積損失曲線(國立交通大學，2013)

經濟部水利署水利規劃試驗所(2014) 為了解颱風災害魚塭之損失情形，收集行政院農業委員會漁業署各縣市各颱風場次之魚塭損失情形，共取得 52 筆魚塭損失資料，資料包括 97~102 年各縣市之受損面積與受損金額(如表 2-2 與圖 2-4 所示)。並分析魚塭受損面積與受損金額可得關係式為  $Y=46.7X$  (X：魚塭面積，單位公頃；Y：魚塭損失，單位萬元)，意謂平均每公頃魚塭損失為 46.7 萬元。

表 2-2 魚塭損失資料

年份	災害別	縣市別	魚塭養殖	
			受損面積(公頃)	受損金額(萬元)
97 年	7 月卡玫基颱風	南投縣	0.16	220
		雲林縣	147	1,305
		台南縣	21	1,062
		高雄縣	71.56	1,631
		屏東縣	9.4	443
	7 月鳳凰颱風	宜蘭縣	6	5
		嘉義縣	15	106
98 年	蓮花颱風	嘉義縣	0	0
		台南縣	1	10
		屏東縣	25	500
		澎湖縣	0.03	1
		台南市	3	12
	莫拉克颱風	宜蘭縣	2	80
		彰化縣	0	0
		南投縣	2	4,026
		雲林縣	20	534
		嘉義縣	576	26,374
		台南縣	2,207	67,728
		高雄縣	1,051	71,732
		屏東縣	2,050	173,466
		台東縣	14	354
		花蓮縣	0.4	10
		澎湖縣	0.06	30
		台南市	1,207	24,528
		芭瑪颱風	宜蘭縣	10
	99 年	7 月豪雨	嘉義縣	0.84
凡那比颱風		高雄縣	467.13	41,527
		臺南縣	15.4	793
		花蓮縣	3.45	95
		屏東縣	363.67	29,477

年份	災害別	縣市別	魚塢養殖	
			受損面積(公頃)	受損金額(萬元)
		澎湖縣	0.02	23
		嘉義縣	60	1,680
		雲林縣	0	0
		宜蘭縣	1.348	74
100 年	9 月南瑪都颱風	屏東縣	2.29	2,001
101 年	6 月泰利颱風	嘉義縣	0	0
		新竹縣	0.007	15
		澎湖縣	0.15	13
		屏東縣	2.52	107
		台南市	15.4	154
	8 月蘇拉颱風	花蓮縣	4.5	76
		台南市	4	120
		宜蘭縣	74.74	5,273
		苗栗縣	7.95	189
		新竹縣	0.01	19
	8 月天秤颱風	花蓮縣	12.5	188
		屏東縣	12.5	1,750
102 年	7 月蘇力颱風	新竹縣	0.293	342
		宜蘭縣	19.36	213
	8 月潭美暨康芮颱風	高雄市	1.17	17
		嘉義縣	1,040	90
		雲林縣	943.11	9,132

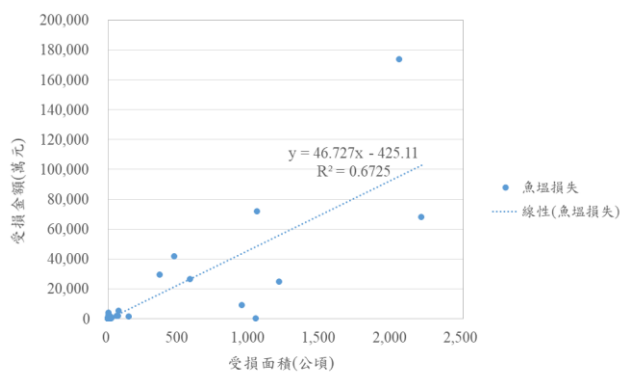


圖 2-4 魚塢損失受損金額與受損面積之關係

## 5、淹水損失推估方法

強風侵襲以及伴隨而來的洪水，往往將種魚或其棲地沖走、同時稀釋海水鹽度、破壞魚蝦類幼苗的孵育場所，甚至沖毀魚塢。在台灣，每逢颱風季節，過大與過急的降雨量，常造成池塘的潰堤以及池魚的流失(劉富光，2013)。而颱風過後之天晴對於養殖業者不意味著災害過去，80%以上的魚蝦是天晴後才發病，除了降雨當下所造成稀釋海水鹽度，雨水後3天左右是最危險的時候，因為水質所有指標又一次發生變化(吾谷資訊，2017)。大量降雨後所造成的大量死亡，究其原因，除雨水中本身的酸化外，聚集的雨水亦會將大量的有機質帶入魚池，導致池中環境驟變。在熱帶或亞熱帶地區，通常於大雨後往往接著的是一段燠熱的低氣壓天氣，而使得魚池的溶氧顯著的降低，在此天氣型態下，水中過多的有機質堆積而又不易獲得紓解，會使魚池突然產生一些對魚蝦有毒性作用的物質，亦加速魚池還原狀態之形成，和病原菌的滋生；同時，降雨後，池水中的鹼度會大幅的降低，當然魚池的基礎生產值也會隨之下降，並造成魚蝦的緊迫，若再加上其他緊迫因子的增加(如有毒物質的堆積、病原性細菌之優勢化等)，對養殖魚蝦之影響至大(冉繁華、陳秀男，2006)。

## 6、漁業保險相關文獻

一般而言，水災保險所使用之風險評估流程劃分區域風險以及風險族群，估計未來氣候情境各區域之災害發生機率與損失金額，計算差別費率，利用相關資訊設計保單，保單的設計考量包含水災發生機率、保險範圍、損失金額、以及保費(呂雅萍，2014)。所以，養殖漁業保險之規劃可以用來作為漁業淹水損失模式建置與精進的參考。

當重大天然災害發生造成農漁業損失時，政府依據「農業天然災害救助制度」辦理災後救助作業。除救助制度外，行政院農業委員會漁業署與地方政府分別與產險公司規劃以中央氣象局

具公信力數據作為理賠標準之天氣參數型保險作為養殖漁業保險主要險種，於 106 年及 107 年逐一推動試辦高屏地區降水量參數養殖水產保險、石斑魚溫度參數養殖水產保險及虱目魚溫度參數養殖水產保險，除減少勘災作業流程及災損認定爭議外，更加強我國養殖產業之抗災能力，提升產業競爭力(古佳惠等，2019)。

而上述天氣參數型保險之因應而生，即是當災損達 20% 以上始能申請現金救助以恢復生產，惟養殖水產物位於水面下，其災損程度常常認定不易，除花費大量行政成本外，亦常因審認困難造成爭議(古佳惠等，2019)，所以，以精密數據分析規劃，針對高經濟價值石斑魚開發溫度參數保險試辦，由於氣候參數型保險係以天氣資料（一定期間累計降水量及溫度達約定門檻）作為理賠標準，免勘災行政作業程序，其保險理賠認定簡單易行，解決勘災不易問題。

由於本計畫係針對漁業之養殖業淹水損失推估模式進行探討，可以參考符合該地區氣候型態之「降水量參數養殖水產保險」的相關規定，降水量參數保險係以約定氣象站之連續 48 小時累計降水量作保險賠付基準，保險期間為汛期（5 月 1 日至 11 月 30 日止），保險魚種包含：黃鱸、赤鰭笛鯛、龍膽石斑魚、青斑、龍虎斑、午仔魚(屏東縣海洋及漁業事務管理所，2017)。

黃承旭(2018)探討台灣養殖漁業參數型保險對於台灣養殖漁業遭受天然災害時，造成的損失情形與政府現金救助間之關聯，進一步了解政府對台灣各地區養殖漁業救助情形，最後檢視目前養殖漁業保險的承保事項與理賠事項。黃承旭(2018)模型選擇時挑選帕松分佈 (Poisson Distribution) 及負二項分佈 (Negative Binomial Distribution) 進行配適，依據適合度檢定結果，依其模擬結果，參數型保險費率應屬合理。

## 7、災損評估系統

國內損失評估機制並不完善，每逢颱風災害後，僅有少數部會如農委會、消防局或內政部等會進行損失調查之相關工作，但

這些調查的單位除了農委會外，均是調查損失項目的數量，而非損失的金額，因此在缺乏貨幣化(Monetized)的評估分析下，即便有損失的紀錄資料，也難以整合應用。

國內最早的颱風災害損失分析系統為王如意(2002, 2003)以台灣近四十年共 45 場的颱洪事件的損失資料、北區國稅局資料、土地使用分區資料、台北縣市納莉颱風損失資料、產業類型資料、戶口及住宅普查資料，據以建立北部地區之水災損失評估系統。此系統包括淹水潛勢分析、災損調查、災損分析、危險評估分析等四大模組，並透過網際網路的操作方式提供相關的決策資訊。後來其他學者應用各項調查及土地使用資料，以地理資訊系統作為資料建置、管理與分析之工具，建置災損失之結果展式平台(蔣偉寧等，2005)。

由於上述損失評估之研究或系統多半是依據區域性的資料建立，且有些土地利用資料已較老舊，故較難符合現階段全台損失估算的需要。因此國家災害防救科技中心(2013)依據過去文獻研究、及各部會歷年的災損調查成果，並結合地理資訊系統技術，嘗試建立全台適用之災害損評估系統(TLAS)，藉以提升颱洪災損評估效率。

Hsin-Chi Li 等(2010)依據經濟學理論及過去水災及坡地的問卷調查資料，建立起家戶之洪災、坡災損失函數。李欣輯、郭攻君(2010)將各類已研發的損失理論納入應用，藉以建立全面性的颱洪損失估算系統(TLAS)。該系統將所有損失項目歸納成七個模組：影響人數估算模組、土地流失模組、住宅損失模組、農林漁牧模組、工商服務損失模組、公用建物損失模組、交通及水利設施損失模組。根據上述的分類方式，各模組都有對應的損失函數或預設的損失估算值，並建立成參數資料庫(表 2-3 所示)，系統可以直接讀取計算。由於李欣輯、郭攻君(2010)之模組大多採單位土地利用價值與土地利用面積去估算損失，因此往往在影響人數、住宅損失、工商服務模組計算上容易產生誤差，故國家災害

防救科技中心(簡稱 NCDR) (2013)再以 2010 年及 2012 年 6 月內政部全國門牌資料進行模式之修正，並建立以實際門牌之棟數或戶數進行之方法，未來此三類模組將可同時計算出兩種方法之結果，提供使用者參考。

目前國內較常見的災害損失系統主要為國家災害防救科技中心所發展的 TLAS 系統與本計畫所發展的淹水損失評估系統。由於資料結構設計乃根據系統功能而調整規劃。本系統與 TLAS 系統比較表如表 2-5 所示。TALS 系統中關於水災之社會經濟表單或圖層，主要分為人口、工商普查、門牌、土地利用等三大類。人口與工商資料皆以表單方式記錄，門牌與土地利用則以圖層方式記錄。其中，人口資料解析度為村里與鄉鎮，工商普查之表單解析度為鄉鎮，國土利用調查以圖幅框註記，門牌則為點資料。

其計算邏輯乃由潛勢圖、土地利用、門牌資料、鄉鎮或村里疊圖分析後，則可知各鄉鎮或村里的災害情形，再利用各土地利用類型之表單，計算其損失。

本系統所使用之圖層，乃以門牌、工商普查與國土利用調查為基礎資料，統一處理為 40m\*40m 網格，屬性欄位包含 58 個欄位，相較於 TLAS 系統較為細緻。

由於本所進行防洪排水規劃時，常需針對規劃案與現況案損失評估，並評估規劃案可減少之年平均損失，故系統建置之目的定位為防洪排水規劃時洪災損失評估與規劃案可減少年平均損失之用。



表 2-3 TLAS 災損模組公式說明

模組	計算公式	損失參照資料
影響人數估算 模組	$INP = \sum_i PDi \times IAi$	在政府現住人口資料及淹水或坡地災害潛勢範圍內來估算
土地流失模組	$LL = \sum_{i=1} LVi \times LLAi$	各縣之土地公告現值 參考文獻：(Ko-Fei Liu，2009)
住宅損失模組 (水災)	$\begin{aligned} \text{Ln(Flood loss)} = & \\ & -0.421 + 1.875 \text{Ln(flood depth)} - 1.060 \\ & \text{(house possession)} \\ & + 0.736 \text{Ln(household number)} \\ & + 0.159 \text{Ln(income)} \\ & + 0.637 \text{Ln(flood duration)} \\ & - 0.834 \text{(apartment/mansion)} \\ & - 0.028 \text{(residential years)} \end{aligned}$	NCDR 自行研發之水災模組 參考文獻：(H.C. Li，2008)
住宅損失模組 (坡災)	$\begin{aligned} \text{Ln(Slopeland Loss)} = & \\ & 9.36 + 0.736 \text{Ln(Landslide coverage)} \\ & + 0.603 \text{Ln(Height of coverage)} \\ & + 0.210 \text{(Disaster experience)} \\ & + 0.092 \text{(Number of household people)} \\ & - 1.015 \text{(House type-Pure residence)} \\ & - 0.231 \text{(Community preparedness)} \\ & + 0.451 \text{(Construction type- RC material)} \end{aligned}$	NCDR 坡地災害損失模組 參考文獻：(Hsin-Chi Li，2010)
農林漁牧模	$CL = \sum_i COi \times CPi \times CLAi$	1991-2007 重大颱風災害農林漁牧損失資料(農委會)
工商服務模組	$ICL = \sum ICPi \times ICLAi$	2006 年工商業普查資料
公用建物模組	$BL = \sum_{i=1} \sum_{j=1} BCij \times BAij$	2008 台灣地區住宅類建築造價參考表(中華民國產物保險商業同業公會) 參考文獻：(Ko-Fei Liu，2009)
交通及水利設	$THL = \sum SUOi \times SLNi$	1.2006-2008 共八場颱風事件工

模組	計算公式	損失參照資料
施模組		程復建經費(公共工程委員會) 2.88 風災後各地水利會搶修 復建工程經費 參考文獻：(Ko-Fei Liu， 2009)

資料來源：李欣輯、郭政君(2010)

表 2-4 TLAS 水災損失所使用社會經濟圖層或表單

資料類型	記錄型態	單元	處理完的表格欄位包含	計算公式	備註
人口	表單	問卷調查的家戶原始資料、政府統計資料，處理為村里與鄉鎮	家戶人口數 房屋自有率 淹水延時 居住類型 居住年數 收入	$\ln(\text{水災損失}) = 0.421 + 1.875\ln(\text{淹水深度}) - 1.06(\text{房屋自有}) + 0.736\ln(\text{家戶人口數}) + 0.637\ln(\text{淹水延時}) - 0.834(\text{住居類型}) - 0.028(\text{居住年數}) + 1.159\ln(\text{收入})$	住居類型：從政府家戶調查來 房屋自有：由收支調查來。 損失推估時，無法知道是否為自有，內建會有固定值。 住宅推估，最細緻到村里，有的資料到鄉鎮(居住年數、收入) 居住年、收入：調查問卷來
工商	表單	工商普查-工商產值，處理為鄉鎮	工商產值	$ICL = \sum_i^N \alpha_i [ICP_i \times ICL_i]$ ICL：工商損失值(元) ICP <sub>i</sub> ：單位面積產值(元/平方公尺) ICL <sub>i</sub> ：工商用地受影響面積(平方公尺) α：修正係數 i：工商類別	工商損失值(元)-由歷史事件調查資料(點與面)，找出差異性與預測力範圍
國土利用	圖層	以圖幅框註記	各類型土地利用面積	-	-
門牌資料	圖層	點資料	空間座標	-	-

表 2-5 本系統與國家災害防災中心TLAS系統比較

資料類型	災害類別	備註
災害類別	淹水損失	淹水損失、坡地災害
淹水損失模式	住宅、工商業、農業、公共設施、考量生長期農業、養殖漁業	影響人數、住宅損失、工商、交通及水利設施模組、公用建物模組 農林漁牧
損失值	定值	上下限區間
損失類別	直接損失、間接損失、年平均損失、防洪效益評估	直接損失
暴露量解析度	門牌：點資料 40 公尺*40 公尺	門牌：點資料 工商普查：鄉鎮 人口：村里
計算方式	網格	向量
計算效能	較佳	較差

## 二、社會經濟資料收集

因暴露量資料庫需針對新建模式所需使用到的暴露量資料進行收集，本計畫需產製農作物與畜牧之網格圖層，為考量未來資料庫之維護更新，農作物與畜牧之網格圖層之基礎資料由農林漁牧普查資料彙整。此外，本計畫向行政院農業委員會漁業署收集歷年的天然災害救助資料，以了解各業別汛期易發生淹水損失之魚種別。

### (一)農林漁牧普查資料

農林漁牧業普查是政府的重要基本國勢調查之一，自民國四十五年首次創辦後，已建立每隔五年舉辦一次之規制，現階段乃由行政院主計處主辦此業務。普查年係指普查資料時期，每逢普查年的前一年為規劃籌備階段，普查年後半年進行實地訪查作業。普查對象為臺閩地區經營農藝及園藝、畜牧、農事及畜牧服務、

林業、漁撈及水產養殖等。普查表項目包括農牧業經營情形、戶內人口、可從事農作物栽培的可耕作地及人工鋪面面積、全年農作物種植情形與全年家畜家禽飼養情形等。

由於本計畫需建置全台各縣市之暴露量圖層，需包含作物面積、畜牧業以及漁業面積，倘若暴露量圖層之原始資料，可應用政府定期調查的資料來整理建置，未來系統中資料庫維護更新時，亦不需由經濟部水利署水利規劃試驗所重新調查，可由定期更新發布的資料，進行彙整更新。故本計畫由農林漁牧普查資料產製所需暴露量圖層資訊，相關細部作業於社會經濟圖層資料彙整分析章節中說明。

目前最新的普查年度實施期間為民國 104 年 4 月 1 日起至 5 月 20 日，該次普查乃以民國 104 年 12 月 31 日為普查標準日，故本計畫採用 104 年之農林漁牧普查資料。

#### 1、天然災害救助資料-漁業

根據農業天然災害救助辦法所規定，除行政院農業委員會林務局經管之出租造林地外，農民應於中央主管機關公告救助地區之翌日起十日內填具申請表，向受災地鄉（鎮、市、區）公所提出申請天然災害現金救助。

農業天然災害現金救助之作業程序乃由直轄市、縣（市）主管機關於天然災害發生後七日內，視農業損失程度，將救助地區及品項報請中央主管機關依農業天然災害現金救助項目及額度如表 2-6 公告辦理現金救助及低利貸款與表 2-4 107 年 0823 救助專案養殖水產物現金救助及低利貸款額度表。必要時商請中央主管機關所屬各試驗改良場所協助勘查認定農業損失。但農作物災情無法於天然災害發生後七日內顯現者，應於三個月內完成提報。

根據農業天然災害救助辦法第 9 條所規定，農業損失包括農作物、畜禽、林業及養殖漁業損失，損失金額查報之估算方式如下：

(1) 農作物損失估算：短期作物在當期作尚能復耕或轉

作且可以收穫者，其損失金額以生產總費用之百分之五十計算；如在當期作無法復耕或轉作者，以生產總費用扣除採收工資計算；長期作物受災時並無收穫物者，其損失金額以成園費計算；受災時有收穫物或當年可收穫者，以生產總費用扣除採收工資計算。

- (2) 畜禽損失估算：成畜禽損失以受災時該畜禽之生產總費用計算；幼畜禽損失以受災時之育成成本或產地農民購入價格計算。
- (3) 林業損失估算：林木損失以造林成本或林木損失材積乘以當地當期山價計算；苗圃及撫育中幼齡造林木損失均以復耕成本計算；竹林損失以竹材損失支數乘以當地當期山價計算。
- (4) 養殖漁業損失估算：養殖漁業中已達收穫期者，各養殖水產物每公頃或每一千立方公尺網具水體損失以生產量乘以平均估算價；未達收穫期一半者，折半估算；魚苗生產損失則以已達收穫期之損失計算。

表 2-6 農業天然災害現金救助項目及額度 - 漁業

現金救助項目		救助金額	
一、魚塢養殖復養費用	(一)文蛤養殖池混養工作魚(如虱目魚等相關種類)或白蝦	主產物文蛤	115,000 元/公頃
		副產物工作魚或白蝦	9,000 元/公頃 (主產物亦損害，以主產物救助為限)
	(二)其他養殖種類(指前項以外之種類)		115,000 元/公頃
	(三)石斑		380,000 元/公頃
	(四)鰻魚		360,000 元/公頃
	(五)午仔魚		200,000 元/公頃
	(六)觀賞魚室外魚塢	錦鯉類	300,000 元/公頃
		慈鯛類	250,000 元/公頃
蝦類及其他魚類		200,000 元/公頃	
二、海上箱網養殖		箱網水面面積 650 元/平方公尺 每只箱網最高 130,000 元	
三、牡蠣養殖	(一)平掛式	25,000 元/公頃	
	(二)插筴式	10,000/公頃	
	(三)浮筏式	5,000/棚(每棚八公尺 x 十公尺)	
	(四)延繩垂下式	最高 6,000 元/組(每組長約一百公尺，放養八百串牡蠣種苗)	
	(五)棚架垂下式	4,000 元/棚	
四、定置網漁業		每組最高 300,000 萬元 (大型定置網類) 每組最高 30,000 元(其他定置網類)	
五、室內養殖生產及管理設施		200 元/每平方公尺	

原始資料來源：農業天然災害救助辦法-附表：農業天然災害現金救助項目及額度，  
再經由本研究整理。

(<http://law.coa.gov.tw/GLRSnewsout/LawContentDetails.aspx?id=FL014287>)

表 2-7 0823 救助專案養殖水產物現金救助及低利貸款額度表

種類	救助額度	低利貸款額度	貸款期限
石斑魚	每公頃 38 萬	最高每公頃 500 萬	最長 7 年，本金寬緩 期限最長 2 年
龍膽石斑魚		最高每公頃 800 萬	
鱸魚、虱目 魚、白蝦	每公頃 11 萬 5,000 元	最高每公頃 40 萬	最長 5 年，本金寬緩 期限最長 2 年
文蛤	每公頃 11 萬 5,000 元	最高每公頃 20 萬	最長 5 年，本金寬緩 期限最長 2 年
混養虱目魚 (工作魚)	每公頃 9,000 元	最高每公頃 40 萬	最長 5 年，本金寬緩 期限最長 2 年

原始資料來源：0823 熱帶性低氣壓水災災害應變專區：養殖漁業天然災害查報及救助程序。

<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=250874>

## (二) 農業統計年報資料

由於不同魚種別，因為其養殖方式及損害不同，淹水造成的損害也不同。故本計畫收集農業統計年報之漁業損失，以了解歷史災害事件之損失情形。

以 107 年 0823 熱帶低壓水災農業災害災情報告如表 2-8 以及表 2-9 分別為各縣市的漁業災損狀況以及按魚種分類後的受災情形。

表 2-8 0823 熱帶低壓水災農業災害災情報告-漁業

縣市	漁產損失(千元)
嘉義縣	253,157
臺南市	107,413
高雄市	30,787
雲林縣	3,911
屏東縣	360
總計	395,627

表 2-9 0823 熱帶低壓水災農業災害災情報告依受害魚種分類-漁業

魚種	虱目魚	吳郭魚	鱸魚	石斑	鰻魚	其他
損失金額(千元)	168,328	115,035	43,691	32,782	17,975	17,816
換算面積(公頃)	365	167	42	32	17	36

### (三)漁業災害統計資料

本研究也向農業委員會漁業署收集漁業災害統計資料，共計有 16,249 筆，其中水災所導致的損失資共有 4,917 筆，資料內容如下表 2-10 所示。資料統計內容包含各縣市鄉鎮地區的受害面(包含年度、災害名稱、種類、縣市、鄉鎮區、面積)、救助金額以及受災魚種

表 2-10 農業委員會漁業署災害統計資料表

年度	災害名稱	災害種類	縣市	鄉鎮區	面積(公頃)	救助金額	魚種	救助標準
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.8425	96,887	其他魚種	114,999
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.348	40,020	其他魚種	115,000
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.9093	104,569	其他魚種	114,999
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.214	24,610	其他魚種	115,000
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.3	34,500	其他魚種	115,000
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.164	18,860	其他魚種	115,000
106	6 月豪雨	水災	雲林縣	口湖	0.1617	18,595	其他魚種	114,997



### 第三章 建立漁業淹水損失推估模式

鑒於漁業經營多樣而且資料處理量大，因此本計畫選定利用土地經營、天然災害造成水產物損失佔最大比例之內陸養殖漁業，作為計畫研究之主題。本計畫研究重點乃在於漁業淹水損失推估模式之建立，將來選定不同漁業類別，或利用其他類別災害損失評估成果，仍可循本模式進行不同漁業別之各類災害損失估算。

本研究所定義之養殖漁業淹水損失為台灣本島地區，因淹水造成養殖漁業之損失。漁產之損失以生產成本估算。本計畫之損失推估方式，係以各地魚塢分佈資料作為基礎，結合淹水潛勢圖資料作為災害損失推估之基礎。水災損失以淹水魚塢之水產損失量乘以漁產生產成本。災害造成養殖水產物收成之減少與養殖方式、養殖型態等有關，而收成減少單位面積水產物價值則隨魚種飼養成本、放養密度、放養時間而有不同。

參考鄭文賢(2005)損失推估之研究首先以魚塢分布圖套疊淹水潛勢圖，找出受淹水影響之魚塢、魚種、放養量、面積等資料，導入漁產的生產成本之分析結果，求得各種淹水情況下之損失估算。

由於各魚種類別於不同養殖型態在各種淹水深度下之損失率不同，本計畫擬透過學者、專家與業者訪談，以了解淹水對不同魚種別透過最大淹水損失，以及在各種淹水深度下之損失率，以作為淹水損失函數建立之基礎。再配合本計畫所建置之暴露量網格資料，可得受淹水影響之魚塢分布、魚種、放養量、面積等資料之區域內空間分布，再結合淹水潛勢圖，則可推估區域內之內陸養殖漁業損失。建置之內陸養殖漁業淹水損失函數如下：

$$D = \sum_i^m \sum_r^n H_i(\text{depth}_r) \cdot D_{\max,i} \cdot M_{r,i} \quad (1)$$

其中，

D：內陸養殖漁業總損失(金額)；

i：魚種類別；

m：魚種類數；

$r$ ：網格編號；

$n$ ：淹水範圍網格總數；

$D_{max,i}$ ：魚種類別  $i$  之最大淹水損失(金額/隻、金額/尾)；

$M_{r,i}$ ：魚種類別  $i$  在網格編號  $r$  的養殖數目(隻、尾)；

$depth_r$ ：網格編號  $r$  之淹水深度；

$H_i(depth_r)$ ：魚種類別  $i$  在網格編號  $r$  的淹水深度下之損失率(%)。

以上損失函數是由參考文獻與考量國內現有資料庫狀況初步的規劃，其中，魚種類數通常可含：一般魚種、蝦、貝類等，但亦有以高價、中價、低價位魚種類而分為模式推估，於專家訪談後必要時檢討修正之。此外，各魚種在不同淹水深度下之損失率與養殖的設施狀況有關，以養殖魚塭而言，通常視魚塭堤岸高度，舉虱目魚的養殖管理為例，主要有傳統淺坪式養殖(池水深度 30~45 公分)與深水式養殖(池水深度 1~1.5 公尺，也有加深至 2.0 公尺者)，堤岸高度較池水深度為深。

本計畫淹水災害損失估算係以內陸養殖漁業水產物之直接損失為主，直接損失為人力、土地、資本等投入損失之總合；有關間接損失將以本系統應用產業關聯模型所建置之間接損失評估模式推估。

## 一、專家訪談

本計畫考量到漁業損失的複雜性，除基本資料蒐集外，本計畫採用專家訪談方式蒐集與歸納分析，訪談的專家有三個領域：

(1) 農委會漁業署養殖漁業組農民組織科及養殖漁業科：擇定農民組織科係因其負責漁業天然災害救助金之核撥。養殖漁業科的原因乃是因為該科職掌係有關養殖漁業發展政策規劃及擬訂、養殖漁業環境改善計畫規劃、生產區規劃推動以及養殖漁業天然災害預警、災情彙整及災後復養等。

(2) 學者專家：拜訪高雄科技大學水產養殖系，該系研究領域在水產生物技術研發與應用於繁養殖領域，提升台灣水產養殖技術層次，例如在種苗生產、養成技術、維生系統、生態環境監測等工作。

(3) 養殖業者：台灣地區有八個縣市養殖漁業發展協會(包含屏東、

高雄、台南、雲林、嘉義、彰化、花蓮、宜蘭等)及三個地方協會(包含臺南市六官養殖漁業生產區發展協會、高雄市岡山養殖漁業發展協會、臺南市南瀛養殖生產協會)，本次訪談養殖業者計有臺南市南瀛養殖生產協會、高雄市養殖漁業發展協會等兩個單位。南瀛養殖生產協會位於臺南市學甲區，本區養殖用用水取自曾文水庫及烏山頭水庫無污然的水源，透過嘉南大圳引到養殖區。以臺灣鯛為養殖主力。高雄市養殖漁業發展協會位於高雄市永安區，為海水養殖區，養殖水源之淡水係使用公溝區域排水，海水則使用興達港內海水、沿海地表水。區內養殖以虱目魚、石斑魚、吳郭魚、鱸魚、烏魚、草蝦為主。表 3-1 列出本計畫已進行訪談水產養殖專家資訊。

陸續於 108 年 3 月 13 日拜訪行政院農業委員會漁業署養殖漁業組漁民組織科的夏光耀科長(如圖 3-1 以及圖 3-2)，於 108 年 5 月 15 日訪談行政院農業委員會養殖漁業組養殖漁業科的陳歐泉科長，並在 108 年 5 月 29 日分別訪談台南市南瀛養殖生產協會榮譽理事長蔡阿玉及周志亮理事長、高雄市養殖漁業發展協會總幹事陳文閣以及高雄科技大學水產養殖系系主任鄭安倉(如圖 3-3、圖 3-4 以及圖 3-5)，訪談主要目的在於了解淹水災害的深度對養殖漁業的影響程度，以及除了淹水時造成的損失之外，還有什麼因子影響會造成養殖漁業重大損失等。養殖魚塭受淹水實際淹水損失經驗主要目的是了解養殖業者實際養殖當災害來臨時可能發生的損失情形，這些經驗資訊可供淹水損失模式建構參考。並於期中審查後，於 9 月 11 日於行政院農業委員會與 8 月份調任屏東縣海洋及漁業事務管理所之陳歐泉所長，進行養殖漁業損失模式特性之討論與確定。

專家訪談所作養殖漁業淹水損失特性重點摘錄表列於表 3-2。由於各專家主要分享其過去淹水的損失經驗或對於本計畫養殖漁業損失推估模式的規劃建議，故將表 3-2 中本計畫於模式建置參採的論點以灰色底線標註之。總結訪談產、官以及學界的成果，多數的研究會將降雨與淹水致災混為一談，因淹水常伴隨降雨，但本計畫是以淹水損失為主要因子，因此不考慮降水所造成的漁業損失，淹水所造成的漁業損失往往

來自於髒水進入養殖池後造成的病菌感染，會幾乎造成養殖生物全損。

淹水過塹堤岸約 15cm，以虱目魚為例，開始逆流出養殖魚塹。因魚塹堤頂高程與鄰近道路之高程相比較一般粗估約有 15~20 公分。故本計畫主要建置漁業淹水損失推估模式時，採用以不低估養殖漁業損失來設定養殖區淹水高度門檻值。當淹水深度高出鄰近道路之高程 30 公分即會造成全損。

表 3-1 訪談水產養殖專家資訊

單位名稱	地址	訪談日期	訪談專家
行政院農業委員會 漁業署養殖漁業組 漁民組織科	台北市中正區和平西路	108年3月13日	夏光耀科長
行政院農業委員會 漁業署養殖漁業組 養殖漁業科	台北市中正區和平西路	108年5月15日	陳歐泉科長
台南市南瀛養殖生 產協會	台南市學甲區平和里西 平寮67-40號	108年5月29日	蔡阿玉榮譽理事長 周志亮理事長
高雄市養殖漁業發 展協會	高雄市永安區液化天然 氣接收站連絡道路601-1 號	108年5月29日	陳文閣總幹事
高雄科技大學水產 養殖系	高雄市楠梓區海專路142 號	108年5月29日	鄭安倉系主任
屏東縣海洋及漁業 事務管理所	屏東縣屏東市自由路527 號	108年9月11日	陳歐泉所長

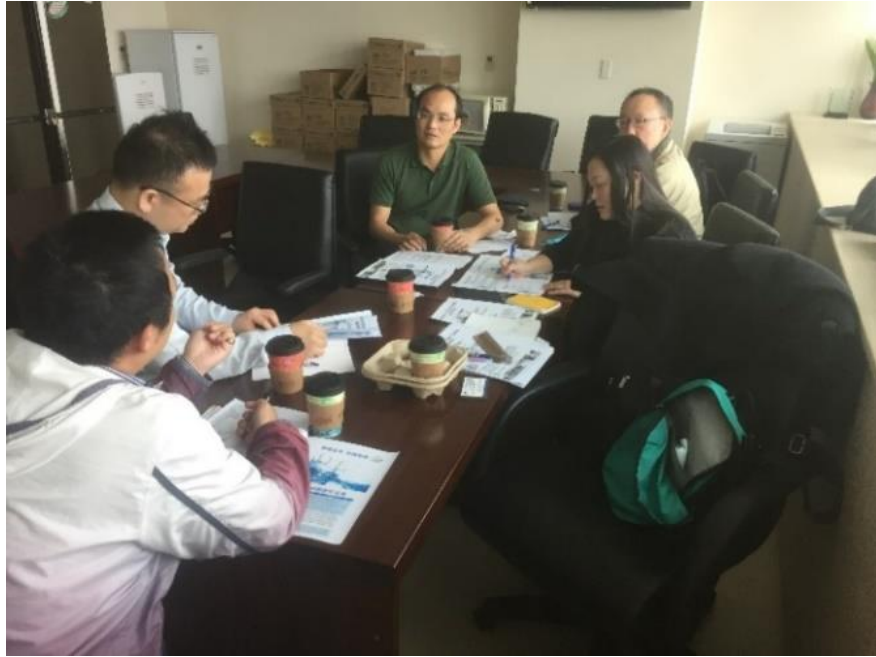


圖 3-1 漁業署夏光耀科長訪談照片-1



圖 3-2 漁業署夏光耀科長訪談照片-2





圖 3-3 台南南瀛養殖協會榮譽理事長蔡阿玉訪談照片



圖 3-4 高雄養殖協會理事長陳文閣訪談照片



圖 3-5 高雄科技大學養殖系主任鄭安倉訪談照片

表 3-2 養殖漁業淹水損失特性訪談重點摘錄表

NO	養殖漁業淹水損失特性訪談重點
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 暴露量資料庫建議分四類高價海水、高價淡水、平價海水、平價淡水。</li> <li>● 可以提供漁家經濟調查以及等資料災害救助等相關資料。</li> <li>● 建議訪談相關的專家學者了解實際養殖時的狀況。</li> <li>● 政府農業天然災害現金救助項目及額度有關養殖漁業約為業者之成本的一成。</li> </ul>
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鰻魚特性會逆游，因此只要淹水就會造成損失。</li> <li>● 颱風或急降雨對於魚類損失影響大。</li> <li>● 延後性災損：降雨下後天氣轉熱，魚隻易生命而死亡或生長期拉長。</li> <li>● 對漁民若能提供低利貸款較有益於災後復建。</li> </ul>

3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 純降雨對養殖漁業衝擊相對較小，淹水(髒水)對養殖漁業有很大的傷害。</li> <li>● 淹水過塹堤岸約15cm，虱目魚就會開始流竄。</li> <li>● 近年較大事件為99年919中南部水災、98年莫拉克颱風。</li> <li>● 底棲魚較怕下雨後池水鹽度淡化而造成疾病。</li> <li>● 放養量因地不同，一般在屏東地區約20萬尾/甲，高雄地區約8萬尾/甲。</li> <li>● 魚苗入池後，漁民會將三池魚先養在一池，要收成時再分出去到另兩口，所以申報資料可能準確度不足。</li> <li>● 申報資料含魚苗，台南石斑魚實際養殖可能沒有申報那麼多。</li> <li>● 漁業保險保費太高，漁民意願低，所以參加者少。</li> </ul>
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 只要是髒水進入養殖池，即使深度不高，幾乎全損。例如：10公分水溝水，全部死亡。</li> <li>● 單純降雨(沒淹水)對於魚類災損影響較小，對蝦貝類影響較大。</li> <li>● 鰻魚因為會溯水，只要淹水皆全損。雲林地區曾損失3000多萬。</li> <li>● 若用全年的放養量來做估算養殖數量，與實際數量會有差異。</li> <li>● 大陸地區無救助，僅有優質認證。</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 暴露量分為平價魚與高價魚適宜。</li> <li>● 對於當淹水高過30公分，則視為該埤塘會淹水的方式是合理的。整體而言，30公分可視為平均值。倘若未來要區域細分，因漁業署近年陸續進行塹堤加高計畫，如屏東南區(茄苳、枋寮、林邊)有塹堤加高超過50、60公分，未來可考量是否需把此因素納入。</li> <li>● 因淹水時可能造成即時或延後性災損，當池塘淹水採用全損的方式估算適宜，且目前天然災害救助的認定方式一致。</li> </ul>

## 二、損失模式之建立

養殖漁業損失成因可區分為降雨與淹水。多數的研究會將降雨與淹水致災混為一談，因為淹水常伴隨著降雨之後而來，淹水造成的漁業損失往往來自於髒水進入養殖池後造成的病菌感染，幾乎會造成養殖魚類的全損。

直接降雨進入魚塹對養殖魚類的影響較小，部分蝦貝類較會因降雨雨水直接進入魚塹，養殖池水鹽度降低而死亡。但本計畫是以淹水損失為主要因子，因此不考慮直接降雨進入魚塹所造成的漁業損失。綜合專家訪談之結論，本計畫將不考慮在淹水深度變化下之養殖漁業不同損失率，而建議予以簡化，以淹水達一定高度後，以全損方式估算。以本章之方程式(1)而言，淹水達一定高度後，魚種類別  $i$  在網格編號  $r$  的



淹水深度下之損失率皆為 100%。

雖然本研究之前期計畫(經濟部水利署水利規劃試驗所, 2018)對於畜牧業之淹水災害損失金額以不同淹水深度估算之, 然前述專家訪談後, 並參考國立交通大學(2013)對西南沿海淹水敏感區之水文地文區域化的不確定性影響研究成果指出並非所有產業之淹水脆弱度皆可以「淹水深度-損失金額」之函數關係表達。故改以「淹水受災面積-損失金額」之關係提出養殖漁業之淹水損失模式建立。

以此方式建立之養殖漁業損失模式, 需要進行設定養殖區淹水高度、農林漁牧普查之漁業暴露資料庫進行分類調整、各魚種之養殖成本等三個部分的討論：

1. 一般魚塭平均養殖水深約為 1-1.5 m, 魚塭堤頂高度距魚塭水面為 1.5-2.5 m。而魚塭堤頂高程與鄰近道路之高程相比較, 此相較高程差會因魚塭所在區域以及引用水源方式(例如：透過大圳引水或引用沿海地表水至養殖區)之不同而有所不同, 一般粗估約有 15~20 公分。此外, 根據表 3-2 養殖漁業淹水損失特性訪談重點, 淹水過塭堤岸約 15cm, 以虱目魚為例, 開始逆流出養殖魚塭。所以, 以不低估養殖漁業損失來設定養殖區淹水高度門檻值, 設定為高出鄰近道路之高程 30 公分即會造成養殖生物全損。
2. 將農林漁牧普查之漁業暴露資料庫進行分類調整, 根據表 3-2 訪談重點摘錄, 暴露量資料庫建議分為高價海水、高價淡水、平價海水、平價淡水等四類養殖生物。各類養殖生物表列如表 3-3, 例如：石斑魚屬於高價海水養殖生物, 而鯛魚屬平價海水養殖生物。
3. 根據表 3-2 訪談重點摘錄, 政府的農業天然災害現金救助辦法的項目及額度, 有關養殖漁業約為業者之成本的一成。第二章文獻資料收集中之表 2-6, 列出漁業救助項目及額度, 以此救助額度粗估養殖漁業業者之養殖成本, 如表 3-3 所列出之高價海水及高價淡水養殖生物之養殖成本為 3,800,000 元/公頃, 平價海水及平價淡水養殖生物之養殖成本為 1,150,000 元/公頃。

表 3-3 漁業暴露資料庫調整-農林漁牧普查分類

高價海水		高價淡水	粗估養殖成本
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 觀賞魚</li> <li>● 九孔</li> <li>● 石斑魚</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鰻魚</li> <li>● 鱒魚</li> </ul>	3,800,000 元/公頃
低價海水		低價淡水	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鯛魚</li> <li>● 黃臘</li> <li>● 海鱺</li> <li>● 蟳蟹類</li> <li>● 牡蠣</li> <li>● 龍鬚菜</li> <li>● 鰲</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 烏魚</li> <li>● 其他蝦類</li> <li>● 斑節蝦</li> <li>● 其他魚類</li> <li>● 其他水產</li> <li>● 其他藻類</li> <li>● 其他貝類</li> <li>● 草蝦</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鯉魚</li> <li>● 吳郭魚類</li> <li>● 長腳大蝦</li> <li>● 蜆</li> </ul>	1,150,000 元/公頃

備註：養殖成本乃依據天然災害救助金除以 0.1 估算之。

## 第四章 漁業損失估算功能模組更新

本計畫於前期計畫中已建立淹水損失評估系統，將會以現有的系統架構增加漁業損失估算模組。

### 一、系統概述

淹水災害損失評估系統整體運作架構包含二部分，一為後端進行基本資料及空間屬性分析處理的單機模式；二為前端網頁的線上即時損失評估演算與查詢展示系統。整體系統的運作架構如圖 4-1 所示，各部分的重點作業內容與規劃架構說明如下。

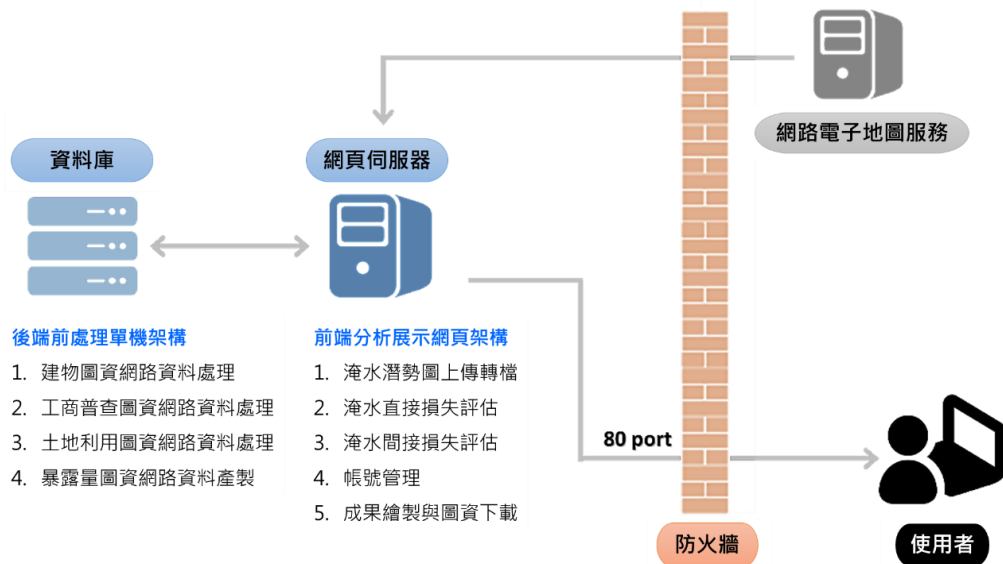


圖 4-1 整體系統功能運作架構圖

後端資料處理包括 GIS 圖資處理與淹水損失模式參數建立，用來提供後續線上即時分析所需的網格資料屬性。前端使用者介面框架是將資料庫的資料，依客製化需要呈現給一般使用者。在 OpenGeo 的架構中，可以透過 OpenLayers 的程式，介接多種線上圖資服務。

OpenLayers 是一個用於開發 WebGIS 用戶端的 JavaScript 函式庫，為開發者提供一個完全 Open Source 的 API，用以建立地圖及地理空間資訊的程式語言，並且可達成 Google Map API 能應用的面向，因此連美國白宮都使用 OpenLayers 來製作官方網頁。OpenLayers 建立地理空間資料的方法都符合 OpenGIS 的 WMS 和 WFS 規範標準，可以通過遠

端服務的方式，將以 OGC (Open Geospatial Consortium) 服務形式發佈的地圖資料載入用戶端中顯示。OpenLayers 除了有採用物件方式開發的優點外，資料支援的類型因為使用者不斷加入開發而進行擴充，為其賦予更多的功能。例如它可以為 OpenLayers 添加網路處理服務 WPS (Web Processing Service) 的操作介面，從而利用已有的空間分析處理服務來對載入的地理空間資料進行計算。

本系統的網頁伺服器及網際網路地理資訊系統設置於第二層(網頁伺服器層)，此層主要為應用軟體之功能執行，為接收使用者指令後，執行啟動應用程式，並視需求向第三層之資料庫伺服器，存取所需之資料，此層所耗用之電腦資源最多，故須以較佳之設備執行。

系統資料庫設置於第三層(資料庫端)，此層主要負責資料的儲存與管理，並以 Microsoft SQL Server 為資料庫的伺服器，提供淹水評估模式執行所需的基本資料、各模式的估算參數取得以及執行結果之儲存等，提供使用者端對於各類資料查詢服務。

「淹水災害損失評估系統」建置目的為透過系統化方式計算區域淹水損失金額，並且將淹水損失圖形套疊於電子地圖上，方便人員掌握淹水損失的空間分布情形，同時淹水損失金額計算成果也可以輸出為報表格式，供人員下載與參考。

後端前處理單機架構包含 GIS 圖資處理與淹水損失模式參數建立。GIS 圖資處理作業係為提供線上即時分析所需的網格資料屬性，處理內容有建物圖資網格資料處理、工商普查圖資網格資料處理、土地利用圖資網格資料處理、暴露量圖資網格資料產製等，處理工具主要使用 GIS 軟體，如 ESRI 公司的 ArcMap 軟體。淹水損失模式參數建立則是依據本計畫所建立各縣市、各土地利用類型、各產業分類的淹水損失模式參數，建置線上淹水損失估算使用的參數表 (Table)，並將之儲存於 SQL 資料庫內，提供線上網頁模組進行淹水損失估算使用，後續參數變更與調整時，不需修改系統程式碼，僅修改參數表即可進行更新，大幅簡化更新流程與提高維護效率。

前端分析展示網頁架構系統係以網頁架構開發與設計，使用者於

上網環境下即可登入使用。本系統以三層式架構建置，第一層為網路瀏覽器，提供用戶端提出查詢資料與資料獲取要求指令；第二層為網頁伺服器層，設置網頁伺服器及網際網路地理資訊系統，主要工作為應用軟體功能執行，也就是說接收使用者指令後，啟動並執行應用程式，同時視需求向資料庫伺服器（第三層）存取所需資料，該層耗用電腦資源較多，因此對電腦設備規格有較高需求；第三層為資料庫端，設置系統資料庫，主要負責資料儲存與管理，並以 Microsoft SQL Server 為資料庫的伺服器，提供淹水評估模式執行所需的基本資料、各模式的估算參數取得以及執行結果之儲存等，提供使用者端對於各類資料查詢服務，系統運作架構如圖 4-2 所示。資料庫、運算邏輯（模式）與使用者介面各司其職，並且依需求存放在最適宜的電腦上執行，除了可共享資料與運算邏輯（模式）的使用外，也可達到分散化運算的目標，增加系統彈性與後續維護的便利。

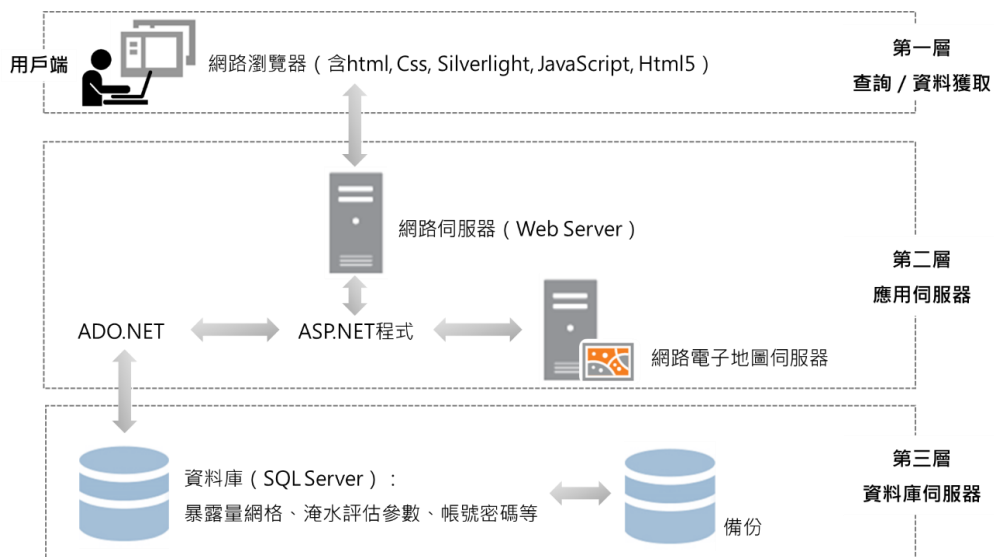


圖 4-2 系統運作架構

## 二、系統功能架構

本系統主要分為五個功能模組，包括即時災害設定、淹水損失評估、風險分析、即時災害損失評估、後臺管理，功能架構如圖 4-3。

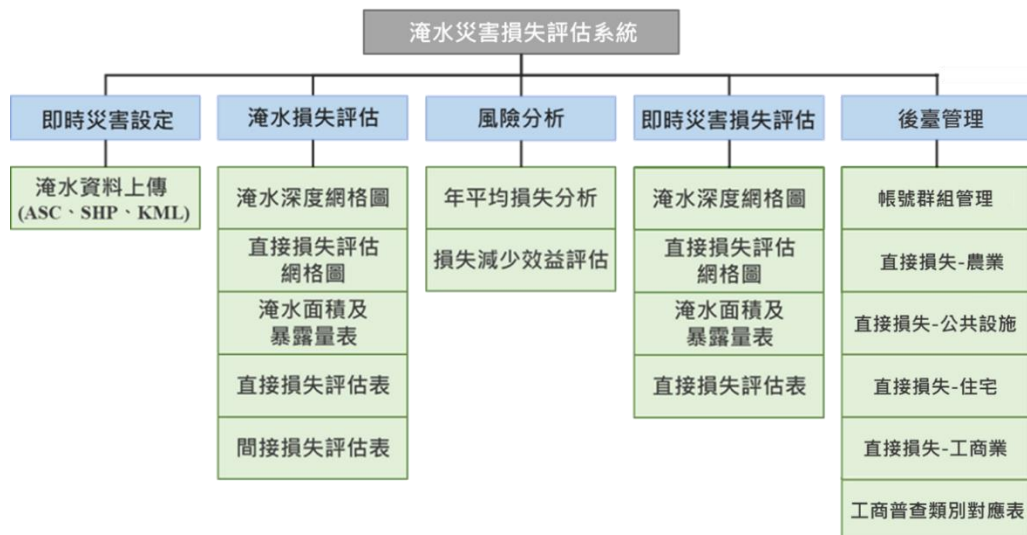


圖 4-3 淹水災害損失評估系統功能架構圖

前台主要為即時災害設定、淹水損失評估、風險分析、即時災害損失評估功能模組，前台系統案例畫面如圖 4-4，為提高使用者實際操作情境之便利性，本系統簡化並標準化各功能模組操作順序：資料匯入、損失計算、地圖展示、表格產製等，如此不僅能降低系統操作複雜度外，也能對各功能權限進行一致且有效地管理。



圖 4-4 前台系統案例畫面

後台則為系統管理功能模組，提供帳號群組管理功能以利管理者維護使用者帳號資料，同時為管理者可透過編輯後台參數表，加速資料更新及損失參數值更新效率，後台系統案例畫面如圖 4-5。



圖 4-5 後台系統案例畫面

### 三、更新漁業計算模組

本計畫在前期計畫所建置的系統架構基礎之上精進漁業計算模組，新增養殖業的暴露量成果範例如圖 4-6 以及細項如圖 4-7 所示，損失金額範例如圖 4-8 所示。使用者上傳淹水模擬圖後，可於系統摘要表或統計表中查詢暴露量與損失值成果。



圖 4-6 新增養殖業的暴露量(深度別)





圖 4-7 新增養殖業的暴露量細項(深度別)



圖 4-8 新增養殖業的評估損失金額



#### 四、淹水災害潛勢災損圖資建立

有關目前各縣市已完成公開程序之淹水潛勢圖，本計畫已取得各縣市的 10 種情境的淹水潛勢圖包含 6 小時 150mm、250mm 以及 350mm，12 小時 200mm、300mm 以及 400mm，24 小時 200mm、350mm、500mm 以及 650mm，已完成上傳的淹水潛勢圖如表 4-1 所示，產製各縣市之淹水損失圖以台南作為範例如圖 4-9 至圖 4-18 所示。

表 4-1 各縣市已完成上傳的公開淹水潛勢圖

情境 雨量(mm)	6 小時			12 小時			24 小時			
	150	250	350	200	300	400	200	350	500	650
基隆	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
新北	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺北	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
桃園	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
新竹	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
苗栗	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺中	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
南投	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
彰化	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
雲林	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
嘉義	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺南	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
高雄	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
屏東	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
宜蘭	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
花蓮	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
臺東	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√







圖 4-10 台南市6小時250mm降水情境淹水損失圖









圖 4-12 台南市12小時200mm降水情境淹水損失圖





圖 4-13 台南市12小時300mm降水情境淹水損失圖





圖 4-14 台南市12小時400mm降水情境淹水損失圖









圖 4-16 台南市24小時350mm降水情境淹水損失圖





圖 4-17 台南市24小時500mm降水情境淹水損失圖





圖 4-18 台南市24小時650mm降水情境淹水損失圖

## 五、單一場次颱風事件淹水損失推估與比較

單一場次淹水損失值推估的流程如圖 4-19 所示，首先需先收集欲評估的颱風場次淹水模擬圖，再配合所建置之各縣市暴露量圖層與損失模式，即可分析該場次颱風事件之淹水損失。

場次的選定考量的因素包括災害規模的大小及政府單位損失資料之可取得性。由於政府損失公告資料多以縣市為統計單元，故擇定近年淹水損失較為嚴重之嘉義縣 2018 年 0823 淹水災害為案例。淹水模擬圖的來源來為所內針對該場颱風事件模擬分析之結果。

將該淹水模擬圖上傳於系統，則可由系統查詢 0823 嘉義縣之淹水情況如圖 4-20 所示。本計畫依據淹水損失模擬圖進行損失推估的計算計算成果圖如圖 4-22，可檢視各淹水區域的損失情況，最後本計畫比較系統推估成果與政府統計或災害調查報告成果比較，如表 4-2。住宅和經濟部比較成果差異戶數較多，推測差異的原因可能為計算整棟集合住宅淹水時，本計畫因以損失計算為基礎，經濟部計算時考慮整棟集合住宅都受影響，或是部分淹水面積因本計畫忽略 30 公分以下所導致之差異。農業損失推估成果與農委會推估值相近。公共設施本計畫推估成果為 1 億 7,900 萬元，政府統計資料因淹水而造成的災害損失為 1 億 9,207.3 萬元，約差異 6%，推估成果相近。工商損失因得待隔年申報營利事業所得稅時，受災害商家會向國稅局申請稅額減免，國稅局資料彙整後始能分析比對，故於工商損失部分，並無政府統計資料資料可供比較驗證工商損失。

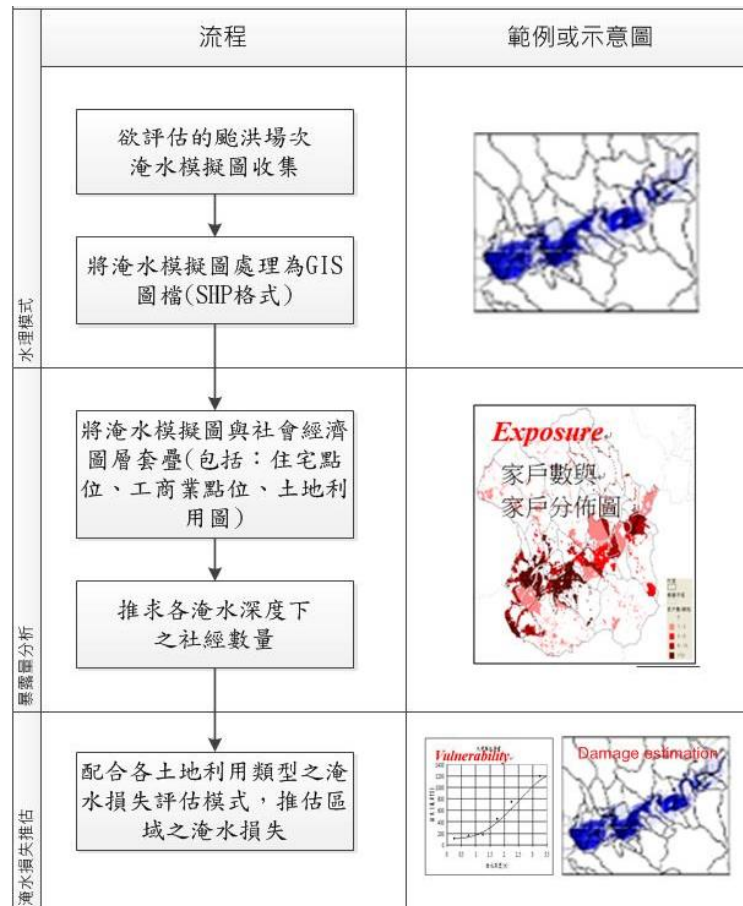


圖 4-19 單一場次災損損失值分析流程圖

表 4-2 嘉義縣2018年0823淹水災害損失推估比較表

類別	本計畫推估(萬元)	政府統計或災害調查報告
住宅	11,000 戶 (5 億 2,500 萬元)	經濟部：20,000 戶
工商	19 億 2,400 萬元	-
農業(含農業與漁產)	3 億	農委會：3 億 2,621 萬元
公共設施	1 億 7,900 萬元	1 億 9,207.3 萬元 (因淹水致災的損失)
總損失	29 億 2,700 萬元	-

備註：工商損失得待隔年申報彙整後始能取得，故未納入比較。



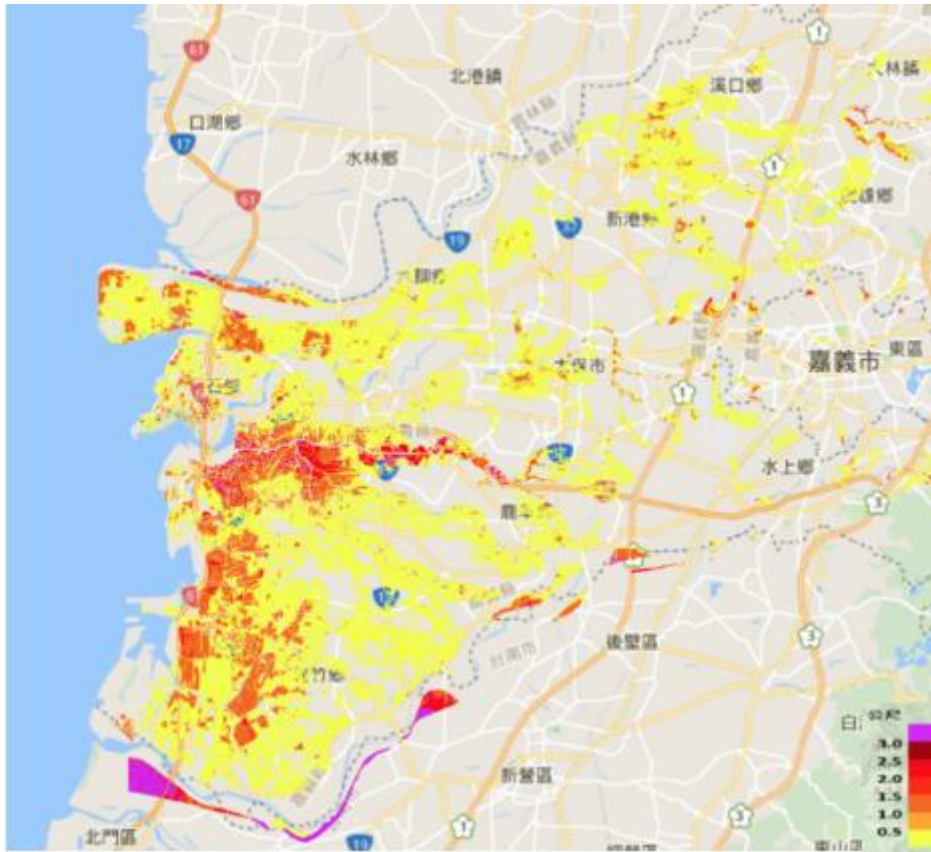


圖 4-20 嘉義縣2018年0823淹水模擬

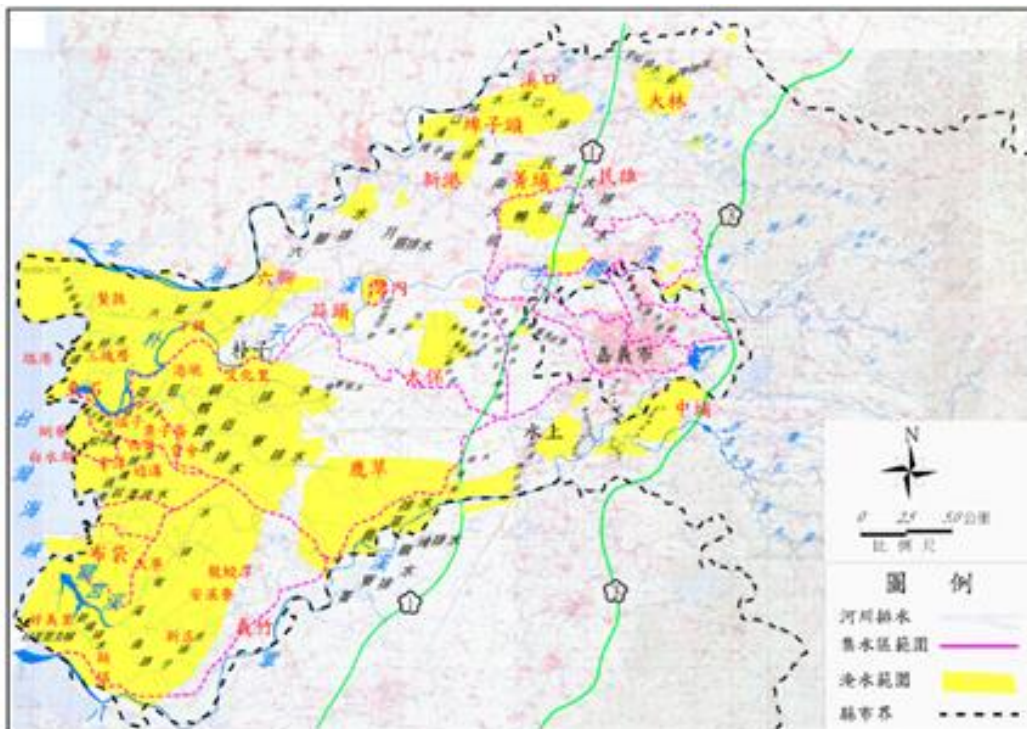


圖 4-21 嘉義縣2018年0823淹水災害調查報告

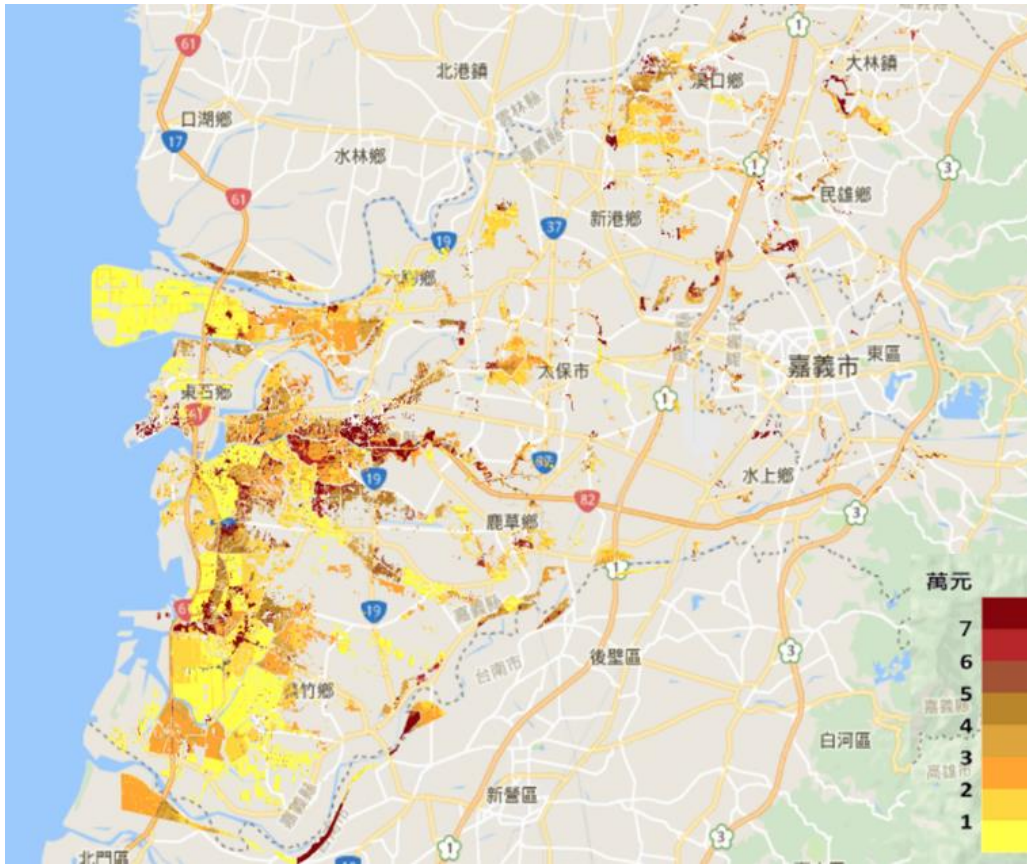


圖 4-22 嘉義縣2018年0823淹水災害損失分布圖

## 第五章 農業區暴露量更新

本計畫於前期計畫建立暴露量網格欄位規劃，由於本年度新增漁業損失模式，故於暴露量中增加漁業損失推估欄位。此外並將農業損失所需欄位，更新至 107 年最新發布的 104 年農林漁牧普查。

### 一、屬性資料庫欄位結構設計

本計畫於前期計畫中建立暴露量網格欄位設計，如表 5-1 以及表 5-2。今年度新增養殖漁業的欄位資料，如表 5-2 下方所示，本計畫依據農委會農業天然災害現金救助項目及額度中依據漁業的現金救助金額度如表 2-6 以及魚類的屬性，將漁業養殖生物分為四個類別分別為，高價海水、平價海水、高價淡水以及平價海水。

表 5-1 暴露量網格欄位結構設計(屬性表一)

欄位名稱	欄位說明	必填 選填	資料型別	長度
ID	網格編號	M	INTEGER	8
H1	集合住宅棟數	M	INTEGER	4
H1H	集合住宅宅數	M	INTEGER	4
H2	透天厝棟數	M	INTEGER	4
F1	水稻面積	M	DOUBLE	7,3
F2	旱作面積	M	DOUBLE	7,3
F3	水果面積	M	DOUBLE	7,3
F4	魚塭面積	M	DOUBLE	7,3
P	公共設施面積	M	DOUBLE	7,3
B_UNIT	礦業及土石採取業家數	M	DOUBLE	7,3
B_AREA	礦業及土石採取業面積	M	DOUBLE	7,3
B_FAREA	礦業及土石採取業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
C_UNIT	製造業家數	M	DOUBLE	7,3
C_AREA	製造業面積	M	DOUBLE	7,3
C_FAREA	製造業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
D_UNIT	電力及燃氣供應業家數	M	DOUBLE	7,3
D_AREA	電力及燃氣供應業面積	M	DOUBLE	7,3



欄位名稱	欄位說明	必填 選填	資料型別	長度
D_FAREA	電力及燃氣供應業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
E_UNIT	用水供應及污染整治業家數	M	DOUBLE	7,3
E_AREA	用水供應及污染整治業面積	M	DOUBLE	7,3
E_FAREA	用水供應及污染整治業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
F_UNIT	營造業家數	M	DOUBLE	7,3
F_AREA	營造業面積	M	DOUBLE	7,3
F_FAREA	營造業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
G_UNIT	批發及零售業家數	M	DOUBLE	7,3
G_AREA	批發及零售業面積	M	DOUBLE	7,3
G_FAREA	批發及零售業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
H_UNIT	運輸及倉儲業家數	M	DOUBLE	7,3
H_AREA	運輸及倉儲業面積	M	DOUBLE	7,3
H_FAREA	運輸及倉儲業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
I_UNIT	住宿及餐飲業家數	M	DOUBLE	7,3
I_AREA	住宿及餐飲業面積	M	DOUBLE	7,3
I_FAREA	住宿及餐飲業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
J_UNIT	資訊及通訊傳播業家數	M	DOUBLE	7,3
J_AREA	資訊及通訊傳播業面積	M	DOUBLE	7,3
J_FAREA	資訊及通訊傳播業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
K_UNIT	金融及保險業、強制性社會安全家數	M	DOUBLE	7,3
K_AREA	金融及保險業、強制性社會安全面積	M	DOUBLE	7,3
K_FAREA	金融及保險業、強制性社會安全 樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
L_UNIT	不動產業家數	M	DOUBLE	7,3
L_AREA	不動產業面積	M	DOUBLE	7,3
L_FAREA	不動產業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
M_UNIT	專業、科學及技術服務業家數	M	DOUBLE	7,3
M_AREA	專業、科學及技術服務業面積	M	DOUBLE	7,3
M_FAREA	專業、科學及技術服務業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
N_UNIT	支援服務業家數	M	DOUBLE	7,3
N_AREA	支援服務業面積	M	DOUBLE	7,3
N_FAREA	支援服務業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3

欄位名稱	欄位說明	必填 選填	資料型別	長度
P_UNIT	教育服務業家數	M	DOUBLE	7,3
P_AREA	教育服務業面積	M	DOUBLE	7,3
P_FAREA	教育服務業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
Q_UNIT	醫療保健及社會工作服務業家數	M	DOUBLE	7,3
Q_AREA	醫療保健及社會工作服務業面積	M	DOUBLE	7,3
Q_FAREA	醫療保健及社會工作服務業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
R_UNIT	藝術、娛樂及休閒服務業家數	M	DOUBLE	7,3
R_AREA	藝術、娛樂及休閒服務業面積	M	DOUBLE	7,3
R_FAREA	藝術、娛樂及休閒服務業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
S_UNIT	其他服務業家數	M	DOUBLE	7,3
S_AREA	其他服務業面積	M	DOUBLE	7,3
S_FAREA	其他服務業樓地板面積	M	DOUBLE	7,3
CODE	區碼(北部:1、中部:2、南部:3、 東部:4)	M	INTEGER	1
COUNTY	縣市代碼	M	INTEGER	5
TOWN	鄉鎮市區代碼	M	INTEGER	5
X	TWD97_橫坐標	M	DOUBLE	9,3
Y	TWD97_縱坐標	M	DOUBLE	10,3

表 5-2 暴露量網格欄位結構設計(屬性表二)

欄位名稱	欄位說明	必填 選填	資料型別	長度
ID	網格編號	M	INTEGER	8
CODE	區碼(北部:1、中部:2、南部:3、東 部:4)	M	INTEGER	1
COUNTY	縣市代碼	M	INTEGER	5
TOWN	鄉鎮市區代碼	M	INTEGER	5
X	TWD97_橫坐標	M	DOUBLE	9,3
Y	TWD97_縱坐標	M	DOUBLE	10,3
PADDY	水稻面積	M	DOUBLE	7,3
VEGE	蔬菜面積	M	DOUBLE	7,3
GRAIN1	雜作一面積	M	DOUBLE	7,3

欄位名稱	欄位說明	必填 選填	資料型別	長度
GRAIN2	雜作二面積	M	DOUBLE	7,3
A_COW	牛飼育業面積	M	DOUBLE	7,3
H_COW	牛飼育業家數	M	DOUBLE	7,3
N_COW	牛飼育業頭數	M	DOUBLE	7,3
A_PIG	豬飼育業面積	M	DOUBLE	7,3
H_PIG	豬飼育業家數	M	DOUBLE	7,3
N_PIG	豬飼育業頭數	M	DOUBLE	7,3
A_OTHER_LS	其他家畜飼育業面積	M	DOUBLE	7,3
H_OTHER_LS	其他家畜飼育業家數	M	DOUBLE	7,3
N_OTHER_LS	其他家畜飼育業頭數	M	DOUBLE	7,3
A_CHICKEN	雞飼育業面積	M	DOUBLE	7,3
H_CHICKEN	雞飼育業家數	M	DOUBLE	7,3
N_CHICKEN	雞飼育業數量	M	DOUBLE	7,3
A_DUCK	鴨飼育業面積	M	DOUBLE	7,3
H_DUCK	鴨飼育業家數	M	DOUBLE	7,3
N_DUCK	鴨飼育業數量	M	DOUBLE	7,3
A_OTHER_B	其他家禽飼育業面積	M	DOUBLE	7,3
H_OTHER_B	其他家禽飼育業家數	M	DOUBLE	7,3
N_OTHER_B	其他家禽飼育業數量	M	DOUBLE	7,3
A_HS_FISH	高價位海水養殖漁業面積	M	DOUBLE	7,3
H_HS_FISH	高價位海水養殖漁業家數	M	DOUBLE	7,3
N_HS_FISH	高價位海水養殖漁業數量	M	DOUBLE	7,3
A_HF_FISH	高價位淡水養殖漁業面積	M	DOUBLE	7,3
H_HF_FISH	高價位淡水養殖漁業家數	M	DOUBLE	7,3
N_HF_FISH	高價位淡水養殖漁業數量	M	DOUBLE	7,3
A_NS_FISH	平價位海水養殖漁業面積	M	DOUBLE	7,3
H_NS_FISH	平價位海水養殖漁業家數	M	DOUBLE	7,3
N_NS_FISH	平價位海水養殖漁業數量	M	DOUBLE	7,3
A_NF_FISH	平價位淡水養殖漁業面積	M	DOUBLE	7,3
H_NF_FISH	平價位淡水養殖漁業家數	M	DOUBLE	7,3
N_NF_FISH	平價位淡水養殖漁業數量	M	DOUBLE	7,3

## 二、暴露量資料庫更新

更新暴露量資料庫所使用之資料包含國土利用調查、農林漁牧普查，其資料來源單位列如表 5-3。本計畫今年採用 104 年度行政院主計處農林漁牧普查資料，其電子檔資料如圖 5-4 進行暴露量資料庫的更新，此版本普查資料於 107 年 1 月完成公告發布。本計畫將農林漁牧普查資料結合該年度之村里圖層，再搭配內政部國土測繪中心國土利用調查圖層中農業於空間上之分布，將農林漁牧普查資料中之農業活動相關屬性，分布到網格資料庫之屬性欄位(如圖 5-1、圖 5-2 以及圖 5-3 所示)。其中全台灣農業相關之國土利用調查圖層(圖 5-6 所示)經前置作業(合併、挑選、填補、去除重疊、除錯等作業)搭配已整理之農林漁牧普查村里圖層(圖 5-5 所示)進行暴露量網格圖層更新。

表 5-3 更新暴露量資料庫所使用之資料來源單位

使用資料	來源單位
國土利用調查	內政部國土測繪中心
農林漁牧普查	行政院主計總處

本計畫暴露量資料庫調整作業主要於農業資料更新，包括農作物、畜牧與養殖業暴露量。計畫作業範圍涵蓋台灣本島(北部、中部、南部及東部)。北部部分包括：基隆市、新北市、台北市、桃園市及新竹縣市；中部部分包括：台中市、苗栗縣、彰化縣、南投縣及雲林縣；南部部分包括：嘉義縣市、台南市、高雄市、屏東縣；東部部分包括：宜蘭縣、花蓮縣及台東縣。

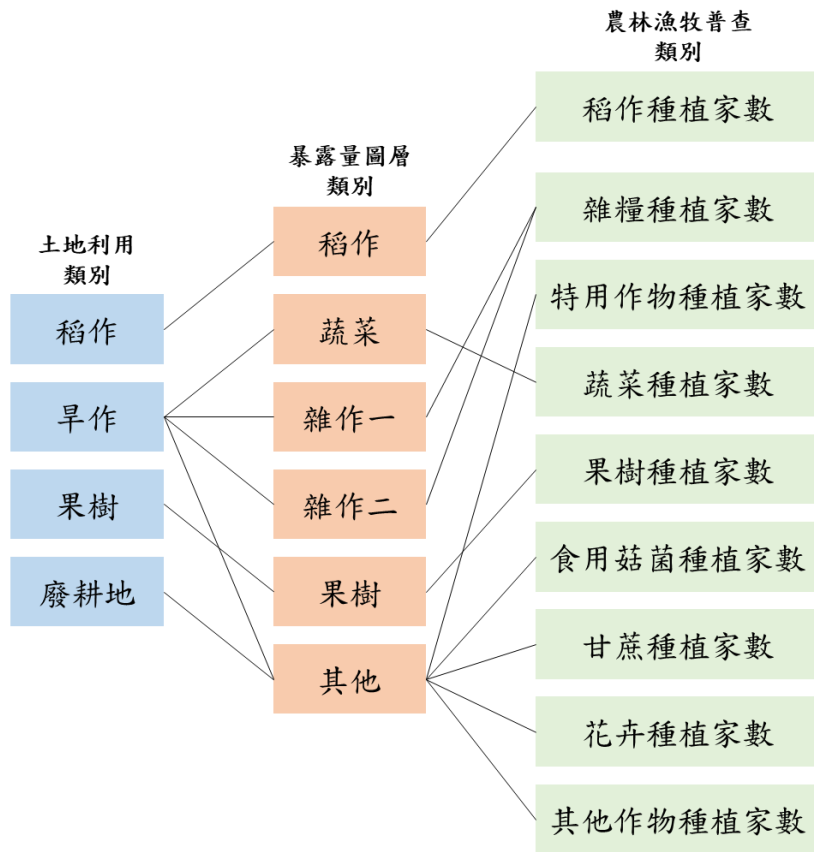


圖 5-1 農作物資料來源之作物類別關聯圖

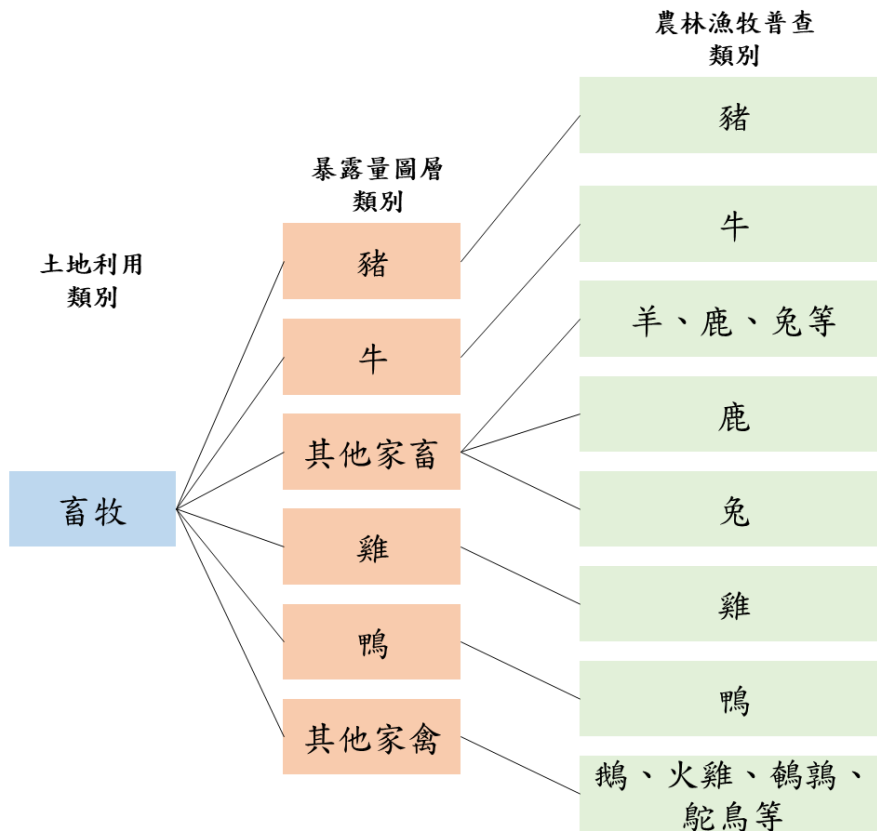


圖 5-2 畜牧類資料來源之作物類別關聯圖

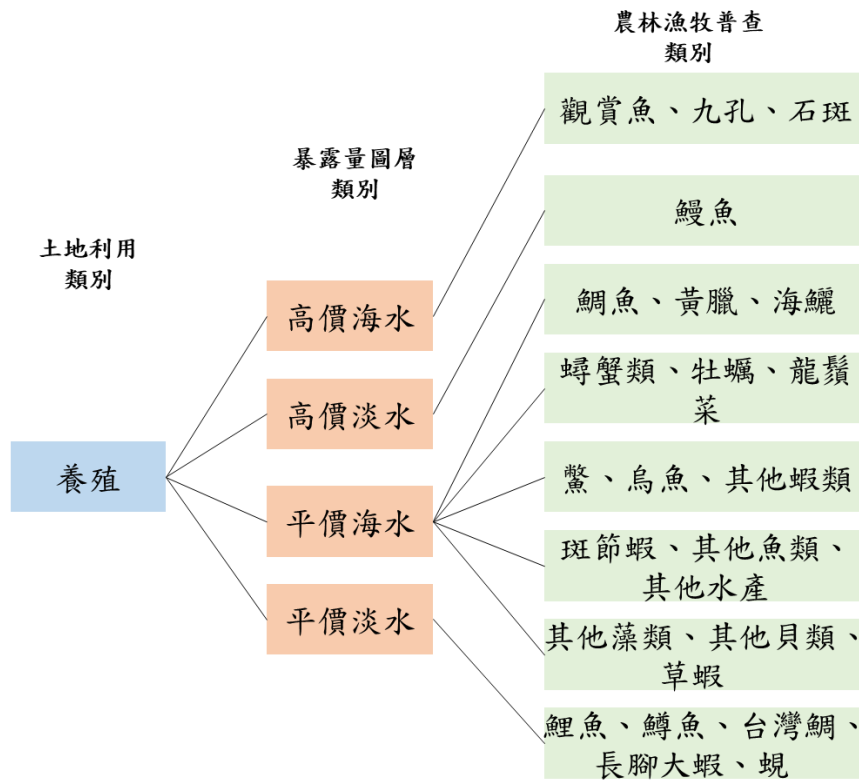


圖 5-3 養殖類資料來源之作物類別關聯圖

0201009	470	1402	2.98	1187	617	570	2.53	1.31	1.21	130	27.66	593	42.30	76.00	120	551	302	249	121.29	4.59	84	467	262
0201010	696	1992	2.86	1621	822	759	2.33	1.18	1.15	123	17.67	485	24.35	57.49	119	465	252	213	112.31	3.91	48	417	224
0201011	1023	2438	2.38	1994	962	1032	1.95	0.94	1.01	89	8.70	385	15.79	45.29	87	378	182	196	92.86	4.34	64	314	157
0201012	503	1515	3.01	1291	690	601	2.57	1.37	1.19	102	20.28	393	25.94	70.17	102	393	216	177	122.03	3.85	42	351	200
0201013	745	2275	3.05	1858	939	919	2.49	1.26	1.23	160	21.48	719	31.60	105.29	159	718	367	351	104.56	4.52	98	620	322
0201014	902	2683	2.97	2199	1077	1122	2.44	1.19	1.24	76	9.43	365	13.60	49.64	75	360	186	174	106.90	4.80	53	307	154
0201015	1325	3910	2.85	3199	1475	1654	2.36	1.11	1.25	150	11.32	575	14.71	94.99	148	567	286	281	101.78	3.83	48	519	263
0201016	524	1725	3.29	1427	769	658	2.72	1.47	1.26	161	30.73	605	35.97	88.24	159	599	325	274	116.51	3.77	53	546	294
0201017	779	2035	2.61	1777	794	893	2.28	1.02	1.26	51	6.55	200	9.83	23.30	51	200	109	91	119.78	3.92	17	183	99
0201018	796	1806	2.27	1616	827	789	2.03	1.04	0.99	53	6.66	195	10.80	29.99	49	187	107	80	133.75	3.82	20	167	96
0201019	493	1137	2.31	1011	527	484	2.05	1.07	0.98	38	7.71	116	10.20	18.55	36	113	65	48	135.42	3.14	5	108	61
0201021	651	1741	2.67	1560	797	763	2.40	1.22	1.17	47	7.22	146	8.39	21.42	44	139	72	67	107.46	3.16	1	138	71
0201022	610	1533	2.51	1363	644	719	2.23	1.06	1.18	32	5.25	118	7.70	12.52	27	106	55	51	107.84	3.93	6	100	52
0201023	538	1388	2.58	1227	644	583	2.23	1.20	1.08	24	4.46	141	10.16	11.64	22	128	62	66	99.94	5.82	22	106	51
0201024	1024	3008	2.94	2594	1322	1262	2.52	1.29	1.23	168	16.41	754	25.97	107.75	165	745	384	361	106.37	4.52	86	659	346
0201025	852	2410	2.83	2043	1014	1029	2.40	1.19	1.21	111	13.03	381	15.81	63.93	109	377	201	176	114.20	3.46	33	344	181
0201026	931	2624	2.82	2292	1101	1191	2.46	1.18	1.28	79	8.49	263	10.02	36.76	78	260	139	121	114.88	3.33	16	244	133
0201027	1207	3690	3.06	3199	1615	1584	2.65	1.34	1.31	251	20.80	1029	27.89	122.57	245	1015	529	486	108.85	4.14	122	893	460
0201028	497	1356	2.73	1219	614	605	2.45	1.24	1.22	22	4.43	46	3.39	7.57	18	33	18	15	120.00	1.83	2	31	17
0201031	483	1078	2.23	994	491	503	2.06	1.02	1.04	30	6.21	54	5.01	12.13	27	47	30	17	176.47	1.74	1	46	30
0201032	772	2035	2.64	1791	915	976	2.32	1.19	1.13	37	4.79	97	4.77	11.77	33	81	46	35	131.43	2.45	4	77	46
0201034	667	1788	2.68	1489	726	763	2.23	1.09	1.14	35	5.25	139	7.77	15.98	31	115	55	61	90.16	3.74	12	104	50
0201035	1410	3843	2.73	3075	1410	1665	2.18	1.00	1.18	69	4.89	244	6.35	29.78	59	198	97	101	96.04	3.36	21	177	85
0201036	1097	2846	2.69	2391	1128	1263	2.18	1.03	1.15	83	7.57	295	10.01	34.41	72	263	143	120	119.17	3.65	27	236	127
0201037	749	2057	2.75	1707	789	918	2.28	1.05	1.23	47	6.28	152	7.39	17.59	43	140	76	64	118.75	3.26	12	128	71
0201038	1949	5323	2.73	4350	2030	2320	2.23	1.04	1.19	95	4.87	303	5.69	43.53	91	288	163	125	130.40	3.16	25	263	148
0201039	1444	3918	2.71	3164	1480	1684	2.19	1.02	1.17	77	5.33	342	8.73	41.00	72	318	158	160	98.75	4.42	48	270	135
0201040	1393	3316	2.38	2893	1353	1540	2.08	0.97	1.11	86	6.17	314	9.47	42.65	82	306	162	144	112.50	3.73	25	291	145
0201041	1333	3841	2.88	3085	1471	1624	2.32	1.10	1.22	63	4.73	237	6.17	28.83	61	231	120	111	108.11	3.79	12	219	118

圖 5-4 農林漁牧普查村里原始資料

Shape	COUNTYNAM	TOWNNA	VILLAGENAM	join_id	corrected	C060	C062	C064	C066	C068
Polygon	雲林縣	二崙鄉	三和村	0911004	0911004	0	6	0	0	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	大同村	0911016	0911016	0	23	0	0	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	大庄村	0911014	0911014	0	15	0	3	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	大華村	0911008	0911008	0	3	0	0	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	大義村	0911012	0911012	0	3	0	2	1
Polygon	雲林縣	二崙鄉	永定村	0911018	0911018	0	3	1	4	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	田尾村	0911006	0911006	0	12	0	1	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	庄西村	0911015	0911015	0	7	0	1	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	來惠村	0911003	0911003	0	45	1	2	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	定安村	0911007	0911007	0	3	0	1	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	油車村	0911013	0911013	0	7	0	1	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	崙西村	0911002	0911002	0	9	0	0	1
Polygon	雲林縣	二崙鄉	崙東村	0911001	0911001	0	5	1	0	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	復興村	0911017	0911017	0	14	0	2	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	港後村	0911011	0911011	0	13	1	4	2
Polygon	雲林縣	二崙鄉	涌仔村	0911005	0911005	0	3	0	2	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	楊賢村	0911010	0911010	0	12	0	1	0
Polygon	雲林縣	二崙鄉	義庄村	0911009	0911009	0	2	0	5	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	下崙村	0919008	0919008	0	1	0	0	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	□湖村	0919002	0919002	0	0	0	0	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	水井村	0919017	0919017	0	3	0	1	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	成龍村	0919015	0919015	0	1	0	0	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	青蚶村	0919011	0919011	0	1	0	0	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	後厝村	0919018	0919018	0	2	0	3	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	埔北村	0919004	0919004	0	1	0	2	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	埔南村	0919005	0919005	3	1	1	0	0
Polygon	雲林縣	□湖鄉	崙中村	0919009	0919009	1	1	0	0	0

圖 5-5 農林漁牧普查村里圖層屬性資料範例

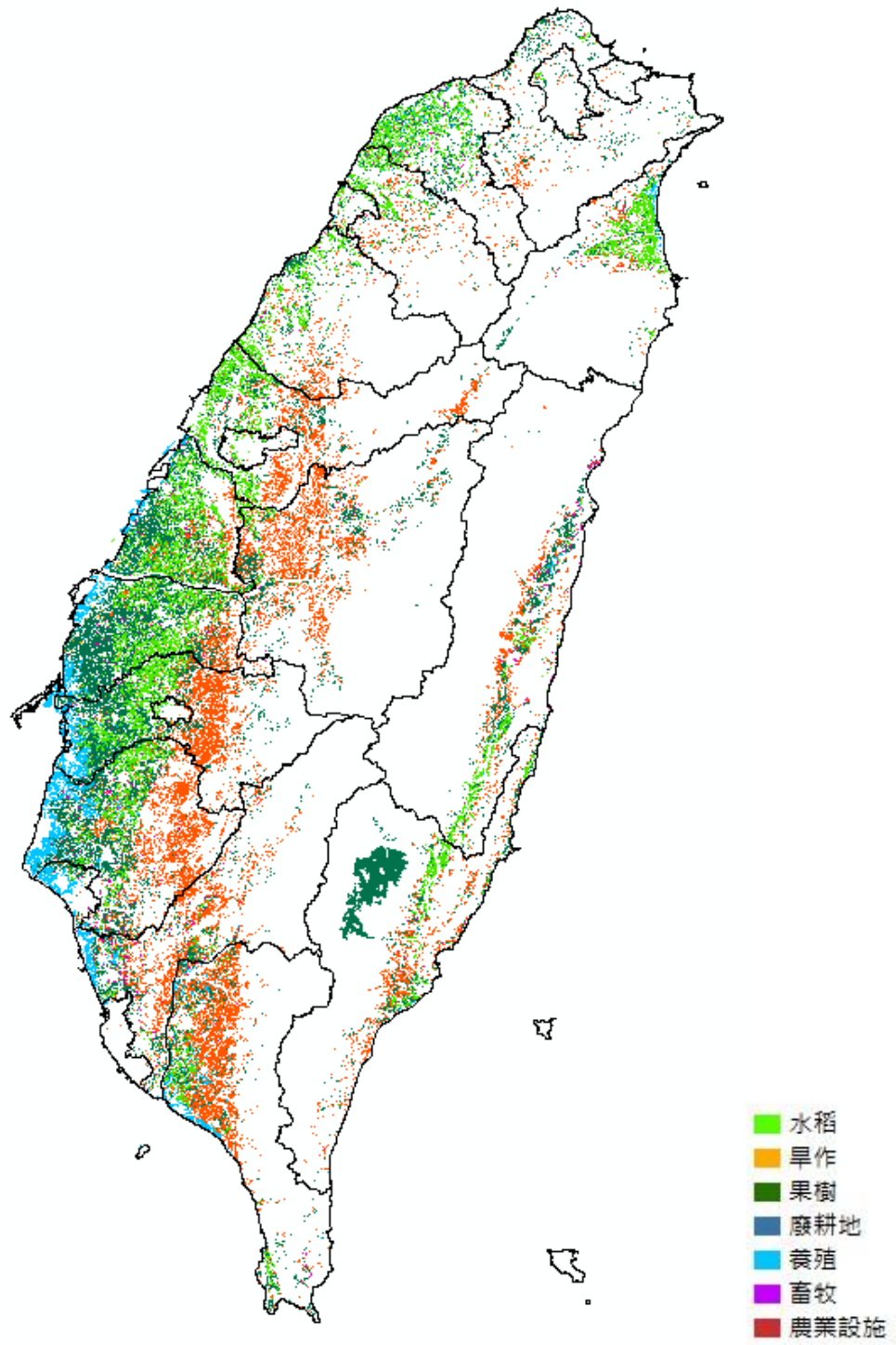


圖 5-6 全台灣農業相關之國土利用調查圖層



## 第六章 權限管理及流通服務

為因應各單位申請使用本系統之需求，本計畫建立流通服務機制，開放本計畫所建置之應用程式介面 API (Application Programming Interface)服務功能，向所內進行申請，表單經由所內審核後，可於系統開通 API 服務。

由於不同的使用對象，所需求的 API 功能不同，本計畫依工作會議討論後，提供二種高、中種層級之服務。各權限因應使用目的不同，所提供的資訊不同。舉例而言，倘若 API 服務為應用於課內系統，因同屬內部分析使用，將提供較為精細的類別(高層級權限)；倘為署內所屬單位規劃分析使用，將提供各鄉鎮為單元之損失調查成果(中層級)；倘為學校或其餘單位估算單一場次之損失值，則提供該場次之損失推估值。透過不同權限的 API 設定與管理，可強化本系統之介接服務功能，因應申請服務單位應用與推估損失。

### 一、介接規劃

現行的使用者必須要透過網際網路，並開啟瀏覽器連線到「淹水災害損失評估系統」，再輸入帳號密碼始可登入操作本系統，因此，是以 UI (User Interface) 介面為媒介，讓使用者透過圖形畫面來跟系統進行互動，以獲得所需的資訊。

為擴大系統資料的應用效益，本年度將建立「介接機制」，亦即透過程式之間的資訊呼叫與數據傳遞，取得由本系統提供淹水災害損失評估的結果。本計畫規劃以 API 提供予其他系統進行介接，主要目的是讓應用程式開發人員得以呼叫一組常式功能，而無須考慮其底層的原始碼為何、或理解其內部工作機制的細節。

實際運作模式如圖 6-1，首先，介接應用系統會呼叫第一組 API，並上傳 ASC 格式的檔案，若 ASC 檔案上傳且解析成功，會先回傳一組金鑰(KEY)，此時系統程式與資料庫會進行運算。而介接應用系統依據

所取得的 KEY 再呼叫第二組 API，則會回傳淹水損失範圍圖(PNG)以及相關報表數據(TXT)，其中 TXT 屬於純文字格式，可由介接應用系統解析之後，呈現在自有系統上。

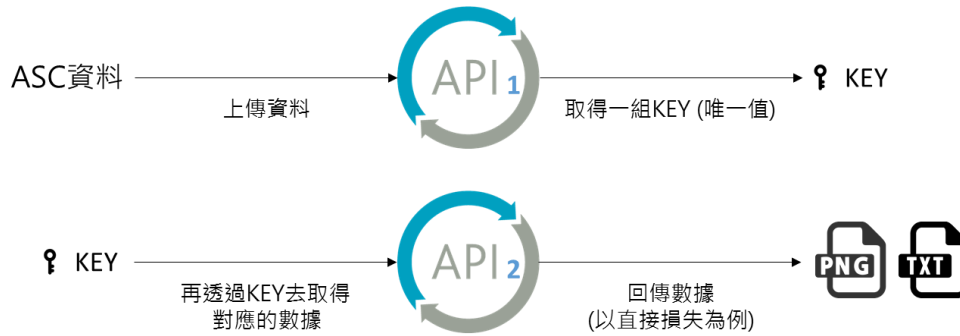


圖 6-1 淹水災害損失評估系統API應用機制

### (一)ASC 格式

目前規劃 API 的模式下，僅接受的淹水潛勢資料為 ASC 格式的檔案，這是一種以二維陣列的方式來描述空間中不同位置的資料格式，檔案中的每一個數值代表現實世界中一個方形區域的屬性，內容可以是各種統計值或觀測值(在淹水潛勢資料中為網格的淹水深度)，藉由檔案標頭的起始位置及網格大小可以明確地將網格在空間中進行定位。在實際使用時必須注意參數內容必須完整(圖 6-2)，以免資料讀取失敗，同時屬性資料內容儘可能有固定的長度與精度，可加快資料的處理速度，減少錯誤發生。

```

1 /* run: dml , created at: 16-NOV-06 11:06:46 , run time= 49.00 with Delft1d2d v3.06.44
2 ncols 1153
3 nrows 486
4 xllcorner 160058.805
5 yllcorner 2595770.401
6 cellsize 40.000
7 NODATA value -999.9990
8 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
9 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
10 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
11 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
12 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
13 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
14 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
15 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
16 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
17 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
18 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
19 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
20 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
21 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990 -999.9990
  
```

圖 6-2 淹水潛勢資料檔(ASC)範例

## (二)回傳機制與限制

規劃採用兩組 API 來建置整體的介接機制，其目的是能有效控管引用的效能與品質，避免介接系統大量或密集的取用資料。在第一組 API 上傳 ASC 檔案時，將預設以 100 萬個網格資料為上限進行傳遞，若要提升網格數量上限，則會加重系統負荷與運算時間，故兩造之間要作一定程度的取捨。而回傳的 KEY 值時間，則可由本系統進行調整，此做法是避免有介接系統在短時間拋出大量的資料要由淹水災害損失評估系統進行運算(假設是惡意程式或者傳遞過程中的不正常情況)，將會讓本系統處於風險之中。而 KEY 值筆數亦能作為統計的依據，了解系統介接的次數與頻率，俾利於未來調整整體的介接機制。

回傳的資料，原則上是以目前系統規劃討論後提供的報表數據(表 6-1)為主並依造身分別將分成高層級以及層級兩組，報表是採用文字檔(TXT 或 CSV)的方式進行傳輸，由介接系統自行組合呈現所需要的訊息，提供更為彈性的應用方式，高層級提高較細緻的損失類別以及暴露量內容，而中層級則相對提供較粗的資訊。

表 6-1 各層級API服務內容

	高層級	中層級
淹水損失統計單元	鄉鎮	鄉鎮
損失值類別	住宅(中類) 工商業(中類) 農業(中類) 公共設施(中類)	住宅(大類) 工商業(大類) 農業(大類) 公共設施(大類)
暴露量類別	住宅(中類) 工商業(中類) 農業(中類) 公共設施(中類)	住宅(大類) 工商業(大類) 農業(大類) 公共設施(大類)

## 二、介接成果

本計畫已於 108 年 4 月 10 日於經濟部水利署水利規劃試驗所(霧峰)召開研商會議，與十個河川局進行智慧河川建置及風險管理計畫成果介接淹水災害損失推估模式研商，並提供損失計算成果給各河川局介接，相關之介接申請表如表 6-2 所示，申請流程圖如下圖 6-3 所示取得 API 後的介接服務計算流程圖如下圖 6-4。申請單位可於採用申請單位端的系統，匯入本損失計算服務。

申請服務介接需注意事項如下：

1. 申請人申請應填具申請書函文向本所提出申請。
2. 承辦單位受理申請案件後，審查申請單位文件與資格是否准駁或補正，若資料不足由主辦單位 Email 請申請人補件。若申請單位不符資格，將予以駁回退件。
3. API 介接服務一次最長以一年為限(本專案辦理期間得申請兩年)，如未超過一年以計畫契約截止一個月內為限。
4. 本系統推估成果及暴露量成果僅供排水規劃使用參考，申請單位使用時請自行負責。
5. 倘若有使用本系統推估數值著作發表，請標註損失值由本所所開發的系統計算。
6. 申請本系統介接者，同意遵守本服務介接注意事項。

因資安上之考量，目前申請方式需由單位提出申請，並指定申請服務介接之 IP，通過申請後，再開放該設備服務介接。目前申請的河川局及利用本計畫淹水災害損失推估模式之成果的相關計畫如表 6-2。由於本系統主要為排水規劃使用，為避免系統負載過大，於上傳時設定網格上限。

除了與十個河川局進行智慧河川建置及風險管理計畫成果介接淹水災害損失推估模式，本計畫也陸續提供所內其他計畫進行介接使用，成果如圖 6-5 為逢甲大學執行所內計畫的淹水圖檔輸入範例，圖 6-6 為介接的成果範例。

表 6-2 淹水損失評估系統API 服務申請單

申請日期： 年 月 日

申請機關		主辦人		職 稱	
連絡電話		分 機		聯絡手機	
電子郵件					
申請使用計畫名稱					
計畫委託廠商					
資料運用範圍 (行政區域)					
介接系統網址					
申請機關 IP 位置					
委託廠商 IP 位置					
申請用途概述 (請詳述以 100 字至 200 字為限)					
申請起迄日期	年 月 日 ~ 年 月 日				
主辦人 核章		主辦課長 核章		機關首長 核章	

說明：

一、申請使用日期一次以一年的使用期限為準。二、每次個 API 到時實可申請展延一次。

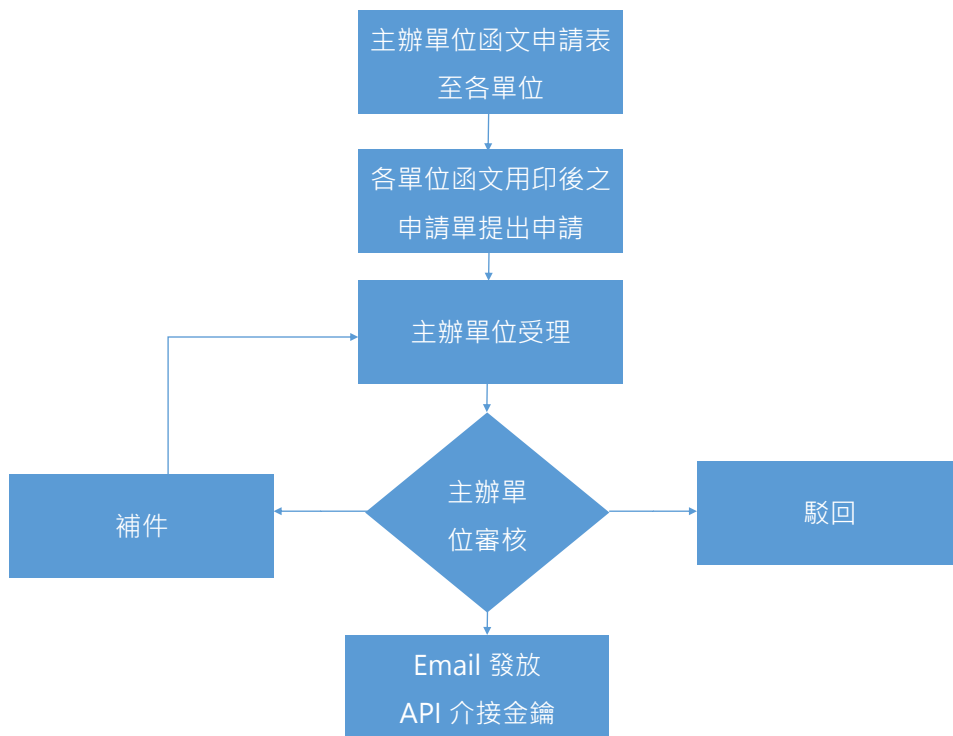


圖 6-3 API介接服務申請流程

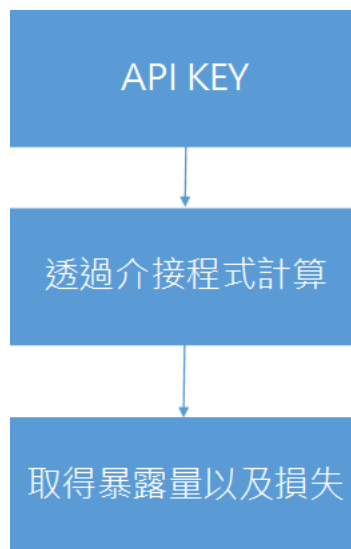


圖 6-4 API介接服務計算流程

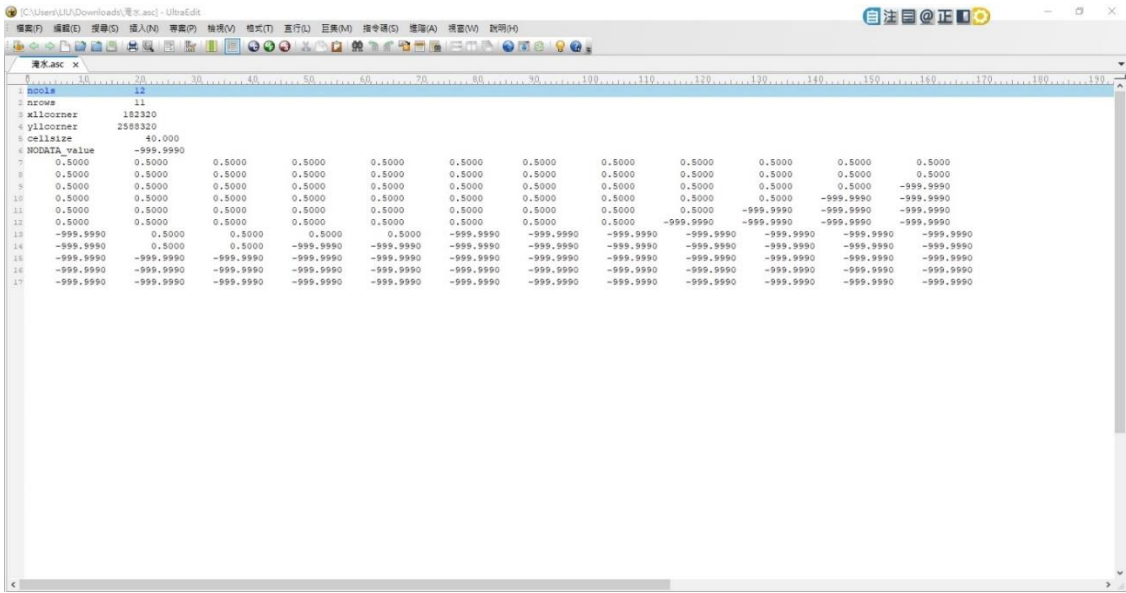


圖 6-5 逢甲大學淹水圖檔輸入範例

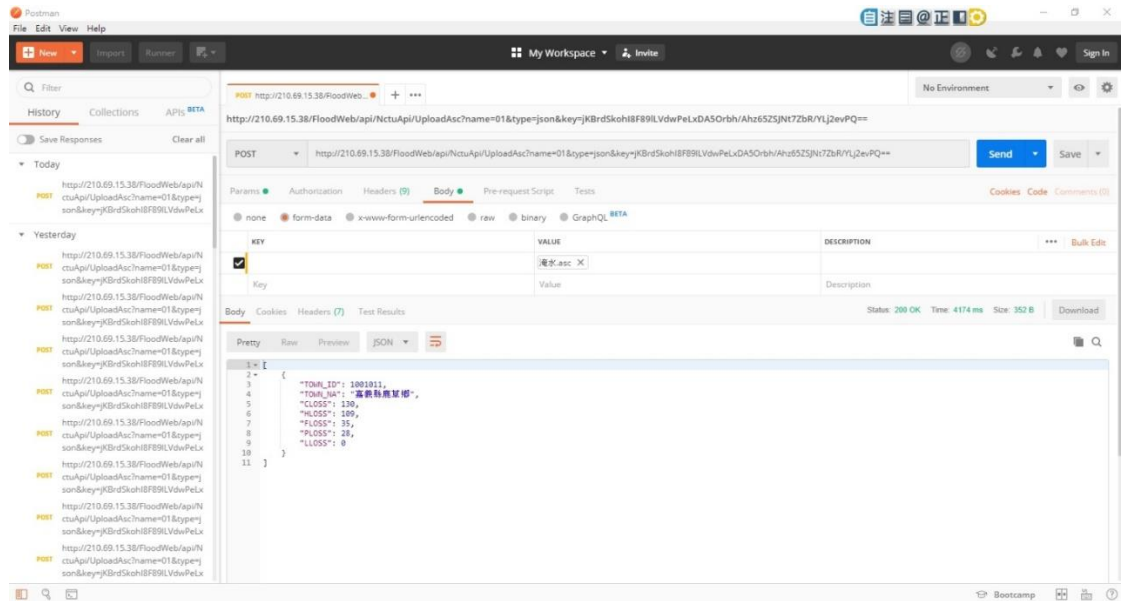


圖 6-6 逢甲大學系統介接回傳成果

表 6-3 各河川局介接情形

單位	計畫
第一河川局	蘭陽溪主流及和平溪水系風險評估
第二河川局	鳳山溪水系風險評估
第三河川局	大甲溪智慧河川建置計畫第一期
	大安溪水系風險評估
	烏溪水系風險評估
第五河川局	北港溪、朴子溪、八掌溪及急水河流域智慧河川建置計畫第一期
	八掌溪水系風險評估
第六河川局	曾文河流域智慧河川建置計畫第一期
第七河川局	高屏溪智慧河川建置計畫第一期
	東港溪水系與四重溪水系風險評估
第九河川局	花蓮溪及秀姑巒溪等水系風險評估
第十河川局	第十河川局水情監測設備智慧化應用及效能提升先期規劃

配合本所所辦理「近年水患治理效益評估及未來推動方向」，於期中報告階段已運用本計畫開發之「淹水災害損失推估模式系統平台」進行 90 處流域綜合治理計畫前與治理計畫後之災損分析，分析情境總數為 180 個案例，90 處集水區面積合計為 5798.66 平方公里。

本所辦理「近年水患治理效益評估及未來推動方向」計畫，預計於期末報告階段(民國 109 年 2 月 27 日提送)，將完成流域綜合治理計畫有施作治理工程之 119 處集水區(含期中報告已完成之 90 處)，並呈現其治理計畫前後之災損分析成果，災損分析案例數量達 238 個。透過本計畫介接服務，可更有效率的估算損失，提供排水規劃參考。

經由流通服務與介接成果發現本系統服務上的限制：(1)由於本系統開發時主要區域為都會區範圍，河川地或沿岸等部分區域可能因非本計畫研究區域而無暴露量資料，故造成損失推估值為零的問題。(2)倘應用介接服務於河川局小排水改善或規劃，模擬淹水圖時乃採用 10 公尺或 20 公尺的網格，而本系統發展主要乃以 40 公尺為解析度，不同尺度或解析度可能面臨淹水模擬圖內插時所造成之誤差。倘若持續



推動流通服務服務，建議未來可檢討是否需針對部分易淹水區建置暴露量，或考量更細緻的網格。

### 三、教育訓練

為推廣本計畫所建立之淹水災害損失推估系統應用，於 108 年 11 月 20 日辦理一場次的淹水災害損失推估系統之教育訓練，辦理的對象為經濟部水利署暨所屬機關與各河川局同仁及開發系統廠商等。教育訓練規劃課程如

表 6-4 所示，授課課程有二：(1)淹水災害損失推估計畫實施成果與應用；(2)淹水災害推估 API 服務介接與實機操作。詳細課程內容草案表 6-5 其中議題一將介紹淹水災害損失推估系統的架構與功能，系統損失推估範疇涵蓋住宅、工商、農業、畜牧業、漁業、公共設施損失等，並提供系統介接實例成果以及應用案例。教育訓練之議題二介紹 API 服務、申請方式，並提供介接實機操作以及使用系統輸出成果的限制辦理情形如下圖 6-7 至圖 6-9。

表 6-4 教育訓練課程表草案

日期：108 年 11 月 20 日	
地點：經濟部水利署本所 B 棟 1 樓會議室(霧峰)	
時間	議程
09:30~09:40	報到
09:40~10:00	致詞
10:00~10:40	計畫實施成果
10:40~11:00	休息時間
11:00~11:40	計畫實施成果-系統實際操作以及 API 介接服務
11:40~12:00	綜合討論
12:00~	歸賦

表 6-5 教育訓練課程內容草案

<b>議題一：淹水災害損失推估計畫實施成果與應用</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 淹水災害損失推估系統架構與功能介紹</li><li>● 本系統損失推估範疇：住宅、工商、農業、畜牧業、漁業、公共設施損失</li><li>● 系統介接實例成果</li><li>● 淹水損失推估系統成果應用案例</li><li>● 未來展望</li></ul>
<b>議題二：淹水災害推估 API 服務介接與實機操作</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 淹水災害推估 API 服務介紹</li><li>● 淹水災害推估 API 申請方式</li><li>● 淹水災害推估 API 介接實機操作</li><li>● 淹水災害推估 API 介接可能遇到的問題</li><li>● 淹水災害推估 API 成果使用限制與注意事項</li></ul>



圖 6-7 教育訓練辦理情形1



圖 6-8 教育訓練辦理情形2



圖 6-9 教育訓練辦理情形3

## 參考文獻

1. Arawomo, G.A.O., (1981), Downstream movement of juvenile brown trout, *Salmo trutta*, L. in the tributaries of Loch Leven, Kinross, Scotland. *Hydrobiologia*, 77, (2), 129–131.
2. Breaden, J. P. (1973). "The generation of flood damage time sequences." University of Kentucky Water Resources Institute Paper, 32.
3. Brunson, C., A. Stewart Fotheringham and M.E. Charlton (1996), "Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity", *Geographical Analysis*, 28(4), 281-298.
4. Bouwer, L. M., P. Bubeck, A. J. Wagtendonk, and J. C. J. H. Aerts, Inundation scenarios for flood damage evaluation in polder areas, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2009 (9), pp.1995–2007.
5. Brémond, P, Frédéric Grelot, Anne-Laurence Agenais, Review Article: Flood damage assessment on agricultural areas: review and analysis of existing methods, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2013 (13), 2493–2512.
6. Du plessis LA and Viljoen MF (1999). "Calculation of the secondary effects of floods in the lower Orange River area - A GIS approach." *Water SA*, 25(2), 197-204.
7. Dutta D, Herath S, Musiak K (2003) A mathematical model for flood loss estimation. *J Hydrol* 277(1-2):24–49.
8. Elisabetta G (2006). "A methodological approach to land use-based flood damage assessment in urban areas: Prague case study." European Commission, <http://natural-hazards.jrc.it>
9. FIA. (1970). "Flood hazard factors, depth-damage curves, elevation frequency curves, standard rate tables."
10. Fotheringham, A.S., Brunson, C., and Charlton, M.E.(1998),

Geographically weighted regression: a natural evolution of the expansion method for spatial data analysis, *Environment and Planning A*, 30(11), 1905-1927.

11. Fotheringham, A.S., Brunsdon, C., and Charlton, M.E.(2000), *Quantitative Geography*, London: Sage.
12. Fotheringham, A.S., Brunsdon, C., and Charlton, M.E.(2002), *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*, Chichester: Wiley.
13. Fotheringham, A.S., M.E. Charlton and C. Brunsdon (1997a), "Two Techniques for Exploring Non-stationarity in Geographical Data" *Geographical Systems*, 4: 59-82.
14. Fotheringham, A.S., M.E. Charlton and C. Brunsdon (1997b), "Measuring Spatial Variations in Relationships with Geographically Weighted Regression", Chapter 4 in *Recent Developments in Spatial Analysis, Spatial Statistics, Behavioral Modeling and Neurocomputing* M.M. Fischer and A. Getis (eds.), Springer-Verlag: London.
15. Fotheringham, A.S., M.E. Charlton and C. Brunsdon (1996), "The Geography of Parameter Space: An Investigation into Spatial Non-Stationarity", *International Journal of Geographic Information Systems*, 10: 605-627.
16. Förster, S., B. Kuhlmann, K.-E. Lindenschmidt, A. Bronstert, Assessing flood risk for a rural detention area, *Natural Hazards and Earth System Science*, Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union, 2008, 8 (2), pp.311-322.
17. Frank, Messner, and Volker Meyer, Flood damage, vulnerability and risk perception – challenges for flood damage research, *UFZ Discussion*

- Paper, 2005.
18. Ganji Z., Shokoohi A., Samani J. M. V. (2012) Developing an agricultural flood loss estimation function (case study: rice). *Nat Hazards* 64:405-419
  19. Godlewska, M., Mazurkiewicz-Boron G., Pocięcha A., Wilk-Woźniak E. & Jelonek M., (2003), Effects of flood on the functioning of the Dobczyce reservoir ecosystem. *Hydrobiologia*, 504, 305–313. <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000008530.31142.81>.
  20. Green C. et al. (1994). “Vulnerability refined: analysing full flood impacts” (Chapter 3). In: Penning-Rowsell, E., Fordham, M. (eds.), *Floods across Europe: hazard assessment, modelling and management*, London.
  21. Grigg, N. S., Leslie, H., Botham, Leonard Rice, W. J., Shoemaker, and Scott Tucker, L. (1976). "Urban drainage and flood control projects economic, legal and financial aspects." *Hydrology paper*.
  22. Grigg, N. S., and Heiweg, O. J. (1975). "State-of-the-art of estimating flood damage in urban areas." *Water Resources Bulletin*, 11(2), 379-390.
  23. Grigg, N. S. (1985). *Water Resources Planning*, McGraw-Hill, New York.
  24. Hamdmer, J. W., Red, C. and Percovich, O. (2002). *Disaster loss assessment guidelines*, Queensland Government Department of Emergency Services, Queensland and Emergency Management Australia, Australia.
  25. Hans de Moel, Mathijs van Vliet, Jeroen C. J. H. Aerts, Evaluating the effect of flood damage-reducing measures: a case study of the unembanked area of Rotterdam, the Netherlands, *Reg Environ Change*, 2014 (14), pp.895–908.



26. ICPR. (2002). "Non-structural flood plain management: Measures and their effectiveness." International commission for the protection of the Rhine, Koblenz. Available at: [http://www.iksr.org/GB/bilder/pdf/rz\\_iksr\\_engl.pdf](http://www.iksr.org/GB/bilder/pdf/rz_iksr_engl.pdf)
27. Jonkman, S. N., Bočkarjova, M., Kok, M., and Bernardini, P., Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands, *Ecol. Econ.* (66), 2008, pp.77–90.
28. Kates, R. W. (1965). "Industrial flood losses: damage estimation in the Lehigh Valley." Univ. of Chicago, Water Resources Paper, 98.
29. Merz, B., H. Kreibich<sup>1</sup>, R. Schwarze, and A. Thielen, Review article "Assessment of economic flood damage", *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* (10), 2010, pp.1697–1724.
30. Ministry of Agriculture and Irrigation; Ministry of Livestock, Fisheries & Rural Development, (2015), Agriculture and Livelihood Flood Impact Assessment in Myanmar.
31. Northcote, T.G., (1984), Mechanisms of fish migration in rivers. In: Mechanisms of migration in fishes. NATO Conference Series, Vol. 14, New York, US: Plenum Press, 317–355.
32. Parker D. J., Green C. H., Thompson P. M. (1987). Urban flood protection benefits: a project appraisal guide, Red manual, Gower Technical Press, UK.
33. Parker, W. J. and Atkisson, A. A. (1982). Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy: Anticipating the Unexpected. New York: Springer-Verlag.
34. Penning-Rowsell, EC, Viavattene E, Pardoe J, Chatterton J, Parker D, Morris J (2010) The benefits of flood and coastal risk management: a handbook of assessment techniques—2010. Flood Hazard Research

Centre, Middlesex University Press, London.

35. Petry B. (2002). "Coping with floods: complementarity of structural and non-structural measure. " In: Wu B. et al., Flood Defence 2002, ed. Science Press, New York.
36. Seymour, M., Räsänen K., Holderegger R. & Kristjánsson B.K., (2013), Connectivity in a pond system influences migration and genetic structure in three-spine stickleback. *Ecol Evol*, 3, (3), 492–502. <https://doi.org/10.1002/ece3.476>.
37. Rutkayová, J., F. Vácha, M. Maršálek, K. Beneš, H. Civišová, P. Horká, E. Petrášková, M. Rost and M. Šulista, (2017), Fish stock losses due to extreme floods-findings from pond-based aquaculture in the Czech Republic, *Journal of Flood Risk Management*
38. Scawthorn, C, Flores P, Blais N, Seligson H, Tate E, Chang S, Mifflin E, Thomas W, Murphy J, Jones C, Lawrence M (2006) HAZUS-MH Flood loss estimation methodology. II: Damage and loss assessment. *Nat Hazards Rev* 7(2), pp.72–81.
39. Smith, D. I., and Greenaway, M. A. (1992). ANUFLOOD: a field guide, Centre for Resource and Environmental Studies, Australian National University, Canberra.
40. Smith, D. I. (1994). "Flood damage estimation - A review of urban stage-damage curves and loss function." *Water SA*, 20(3), 231-239.
41. Su, M. D., Kang, J. L., Chang, L. F., and Chen, A. S. (2005). "Loss functions and framework for regional flood damage estimation in residential area." *Journal of Marine Science and Technology*, 13(3), 193-199.
42. TVA. (1969). Tennessee Valley Authority research on flood loss rates.
43. USACE. (1999). Post-flood assessment.

44. Van der Sande, C. J. (2001). "River flood damage assessment using IKONOS imagery. " European Commission, Joint Research Centre, Natural Hazards Unit – Floods, Ispra(Va), Italy
45. 107 年 0823 熱帶低壓水災農業災情報告，  
[https://www.coa.gov.tw/theme\\_data.php?theme=news&sub\\_theme=agri&id=7451](https://www.coa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri&id=7451)。(2019/10/1 查詢)
46. 方舟顧問有限公司，(1997)，洪災保險制度（潭底洋地區）案例調查分析，經濟部水資源局。
47. 內政部消防署，(2011)，  
<http://www.nfa.gov.tw/show/show.aspx?pid=19>
48. 古佳惠、吳俊良、陳歐泉，(2019)，養殖漁業天然災害保險試辦推動成果，行政院農業委員會「農政與農情」，108 年 7 月(第 325 期)。
49. 冉繁華、陳秀男，(2006)，鰻魚養殖之健康管理，水產試驗所特刊，第 8 號：167-190。
50. 辛晚教，(1984)，都市及區域計畫，中國地政研究所。
51. 呂雅萍，(2014)，未來氣候變遷情境水災保險成本效益評估-選擇卡實驗，臺灣氣候變遷調適科技整合研究計畫(TaiCCAT)。
52. 吾谷資訊，(2017)，養殖戶要重視雨水天氣魚蝦病害的發生，原文網址：<https://kknews.cc/agriculture/x5egv6q>。
53. 美商達信保險經紀股份有限公司，(2004)，颱風洪水保險制度之運作，財政部九十三年度委託研究計畫，中華民國財政部。
54. 屏東縣海洋及漁業事務管理所，2017，已開辦養殖保險政策型專屬保單 ----- 「降水量參數養殖水產保險」，網頁  
[https://www.pthg.gov.tw/pt-mfam/News\\_Content.aspx?n=6D5C643DFE059C95&sms=F759891361FDEEAD&s=2AC47E143C658781](https://www.pthg.gov.tw/pt-mfam/News_Content.aspx?n=6D5C643DFE059C95&sms=F759891361FDEEAD&s=2AC47E143C658781)，發布日期：106 年 4 月 18 日。

55. 黃承旭，(2018)，台灣養殖漁業參數型保險之探討，樹德科技大學金融系碩士論文。
56. 張齡方，(2000)，住宅區淹水損失之推估，國立台灣大學農業工程學系碩士論文。
57. 張齡方、蘇明道，(2001)，空間資料於洪災損失推估之應用，農業工程學報，第 47 卷第 1 期，20-28 頁。
58. 張齡方，(2008)，集合住宅淹水深度損失曲線之不確定性分析及其應用，國立台灣大學農業工程學系博士論文。
59. 陳慈仁，2001(台北市資訊軟體業與網際網路服務業區位分佈之研究)，國立台灣大學建築城鄉研究所碩士論文。
60. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2013)，都會區洪水災害損失調查分析(1/2)。
61. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2014)，都會區洪水災害損失調查分析(2/2)。
62. 經濟部水利署水利規劃試驗所，水利工程技術規範-區域排水治理篇計畫(草案)總報告，執行單位：逢甲大學，計畫編號：MOEAWRA1020239，2013 年 12 月。
63. 國家災害防救科技中心，2016 年梅姬颱風災害報告，2016 年 12 月。
64. 國立交通大學，(2013)，水文地文區域化不確定性對西南沿海淹水敏感區之影響研究(2/2)，經濟部水利署水利試驗規劃所委辦計畫。
65. 蕭代基，(2003)，洪災災害損失評估與風險分攤及減輕機制之研究：子計畫五：個人與家戶洪災災害損失評估與風險分攤及減輕機制之研究，行政院國家科學委員會，NSC 91-2625-Z-001-002。
66. 糠瑞林，(2005)，區域淹水災害風險評估及其未確定性分析，國立台灣大學生物環境系統工程學研究所博士論文。
67. 陳秋錦，(1999)，「養殖漁業天然災害救助現況」，漁業推廣，(第 158

期)：頁 38~40。

68. 葉高陞，(2002)，論養殖漁業保險，國立政治大學風險管理與保險學系，碩士學位論文。
69. 鄭文賢，(2005)，水災對養殖魚塭災害損失之評估-以雲林縣為例，國立台灣海洋大學應用經濟研究所，碩士學位論文。
70. 蔡雨璇，(2013)，台灣養殖漁業天然災害損失與政府現金救助之關聯，國立台灣海洋大學水產養殖學系，碩士學位論文。
71. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2007)，彰化南部地區綜合治水檢討規劃(大城地區魚寮溪等排水系統)。
72. 國立交通大學，(2013)，水文地文區域化不確定性對西南沿海淹水敏感區之影響研究(2/2)，經濟部水利署水利試驗規劃所委辦計畫。
73. 劉富光，(2013)，氣候變遷對水產生物及其環境生態的影響，水產動物防疫簡訊，2013.02[民 102.02] 頁 8-12。

## 經濟部水利署水利規劃試驗所出版品版權頁資料

### 108 年淹水損失推估模式精進及暴露量更新

---

出版機關： 經濟部水利署水利規劃試驗所

地址： 臺中市霧峰區吉峰里中正路 1340 號

電話： (04) 2330-4788

傳真： (04) 2332-3303

網址： <https://www.wrap.gov.tw/>

編著者： 財團法人農業工程研究中心

出版年月： 108 年 12 月

版次： 初版

定價： 新台幣 900 元

EBN： 10108F0015

著作權利管理資訊： 經濟部水利署水利規劃試驗所保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署水利規劃試驗所同意或書面授權。

電子出版： 本書製有光碟片

聯絡資訊： 經濟部水利署水利規劃試驗所

電 話： (04) 2330-4788