災防週報

民國 111 年 9 月 15 日

至

民國 111 年 9 月 28 日

行政院災害防救辦公室

111.9.28

行政院災害防救辦公室週報（111 年 9 月 15 日至 111 年 9 月 28 日）

一、 向老天多要點水：人工增雨之研判與操作機制說明（經濟部水利署提供，本院災害防救辦公室彙整）

（一）臺灣降雨特性與氣候變遷影響

1.降雨具有乾濕分明特徵：臺灣降雨的區域與季節分布，具有明顯的乾、濕特徵，中南部降雨多集中於夏秋兩季，冬春季則偏乾，致冬春季乾旱發生頻率向來大於夏秋季，而北部雨季雖長，全年皆有降雨機會，但冬、春季降雨量相對夏季仍偏少，乾旱亦偶有所聞。

2.「大雨變多、小雨變少」加大乾旱風險：近期在全球暖化影響下，不論臺灣或全球，都出現「大雨變多、小雨變少」的降雨強度變化趨勢，導致極端降雨情況時有所聞。中研院跨領域學者進行的「臺灣乾旱研究」成果建議，氣候變遷將加大臺灣乾旱的風險

3.人工增雨以減少乾旱風險：在歷經 2021 年的百年大旱後，經濟部水利署（下稱水利署）已重新通盤檢視全國水資源經理基本計畫，盼未來在面臨氣候變遷威脅時，台灣的水資源運用能有更好的耐受能力。當水資源供應可靠度降低的風險出現，進行人工增雨以增加降雨量，可作為減緩或預防乾旱的緊急因應措施。從 2010 年起迄今，人工增雨已成為水利署的重點工作項目。

（二）人工增雨前的施作研判

1. **讓會下雨的雲再多下一點**：若雲中水氣全部變成降水抵達地面，降水效率為百分之百，然而即使是對流雲，降水效率也只有 10 至 20%而已。人工增雨的主要目的，就是設法加入催化劑（種雲）來提高降水效率，讓已經會下雨的雲，能夠再多下一點雨。

2. **不同冷暖環境使用不同方法**：由於降雨原理在冷、暖雲環境（如圖 1）裡並不相同，進行增雨前，需根據冷、暖雲的屬性來選擇最適當的催化劑。冷雲裡存在冰晶及過冷或未結冰的水滴，當過冷水附著於冰晶上，冰晶便會增大，所以在冷雲裡灑下讓雲層降溫的乾冰，或加入和冰晶具有同樣效果的物質（如碘化銀），便可提高降雨效率。而在暖雲中，存在很多細小水滴，此時設法讓額外的吸水性粒子進入雲中，或是噴灑大量的小水滴，都足以增加雨胚數量，增加雨滴碰撞成長的機會。

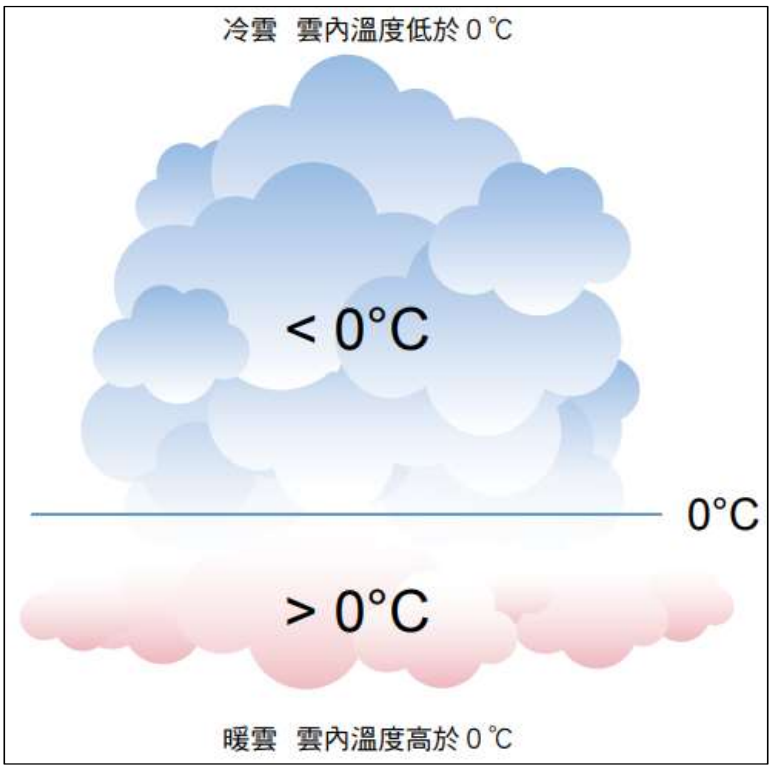

圖 1　冷、暖雲環境示意
資料來源：水利署

3. **一年四季均適合進行人工增雨：**「臺灣地區造雨天氣型態與長期策略」建議，只要是天氣型態具備降水潛勢，以臺灣地區的大氣環境而言，暖雲增雨較無過度種雲之顧慮，且一年四季均適合進行。依此原則，水利署採購並在地面燃放美國 ICE 公司製造之暖雲焰劑，來增加暖雲降雨過程所需要的吸濕性凝結核，並在必要時協調國防部派遣運輸機在雲層上方潑灑清水，來加速暖雲降雨過程，達到增加降雨量的目的（如圖 2）。

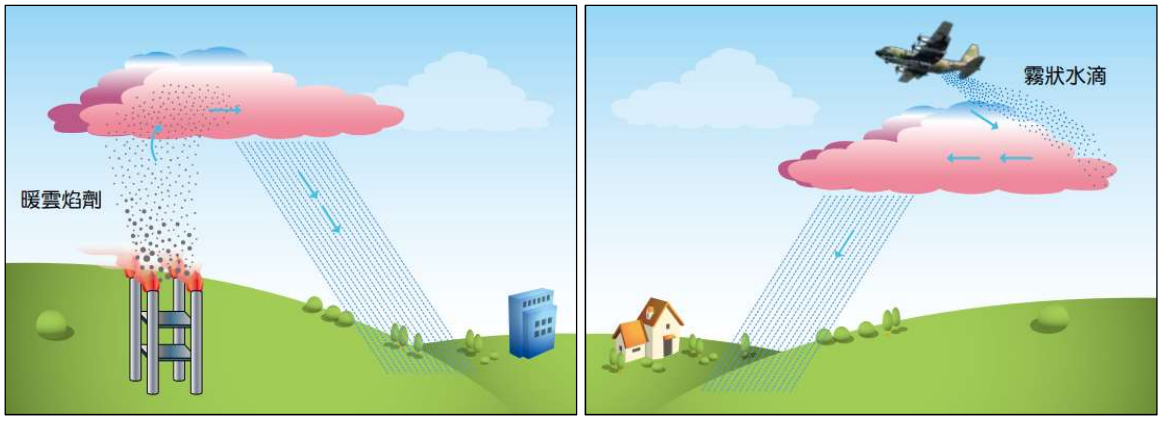

圖 2　地面（左）、空中（右）暖雲增雨作業概念示意。
資料來源：水利署

（三）人工增雨的操作方式

1. **每日評估人工增雨之可行性：**當天氣預報顯示有降雨可能時，分析降雨影響區域、時間，以及雲層厚度、雲中含水量、降雨量等，是決定施作地點的重要依據。另外還需要分析增雨劑的移動軌跡及評估燃放後是否能夠進入雲層所在高度、是否經過集水區及時間是否足夠催化降雨等。以上的評估必須每天進行，以確保操作條件的穩定性。

2. 人工增雨四階段作業：人工增雨作業每日 24 小時進行氣象守視、觀測及驗證，而人工增雨作業前將選定具增雨條件之作業日（D 日）及作業目標區，並將作業區分為「守視」（D-5 日）、「警戒」（D-3 日）、「準備」（D-1 日）、「作業」（D 日）等四階段。

(1)「守視」：增雨團隊每週一、四提供累積雨量預報、降雨型態及施作建議供水利署作決策，並於合適增雨作業日時做即時增報，以利正確掌握增雨時機。

(2)「警戒」：由增雨團隊於群組中先行公告施作規劃（如天氣條件、作業地點及時間等資訊），使各水庫作業單位及早安排設備檢整及人員調度。

(3)「準備」：守視天氣資料（如雷達回波、測站風向風速等）演變情況並再行確認作業規劃。

(4)「作業」：於天候條件最合適時，即時通知各單位燃放焰劑，後續並由各水庫作業小組同仁回報施作情形（如焰劑施放之照片、影片紀錄等）。

3. 人工降雨實例：111 年 8 月 28 日氣象局預測石門集水區午後有降雨可能性，水氣量與雲層厚度足夠，且軌跡分析建議於霞雲燃放焰劑，朝向石門水庫集水區與頭前溪上游漂移（桃園市復興區、新竹縣尖石鄉一帶），升空高度距地面超過 900 公尺（如圖 3），午後對流如預期在桃竹山區發展，雲系發展前所燃放之焰劑，在飄移過程中入雲並催化降雨。水利署於當日上午 9 時即通知水庫管理單位現場操作人員做好準備，並於 13 時燃放地面焰劑（如圖 4）。

圖 3　111 年 8 月 28 日午後於石門（霞雲）燃放焰劑後之軌跡。
資料來源：水利署

圖 4　111 年 8 月 28 日於石門（霞雲）燃放焰劑實況
資料來源：水利署

（四）結語

1. **快速、便宜、立即見效之人工增雨**：在於相較其他增加水源之方法來說，較為快速、便宜且效果立即，因為可使原本有機會降雨的成雲，經催化或增強降雨過程中可增加降水效率，在缺水時可做為增加水資源的方法之一，且臺灣一年四季皆適合進行人工增雨。

2. **持續評估與施作人工增雨**：因今年 7 月降雨情形不佳，南部水庫蓄水仍有待提升，為利穩定枯水期供水，建議持續評估與施作人工增雨，以利催化南部曾文集水區上游以及荖濃溪中上游之午後對流雲系降雨，盼能對曾文-烏山頭水庫集水區帶來更多雨量，為水庫蓄存更多的水。
3. **「找水、節水、調水」**：人工增雨雖能作為旱象發生時之緊急措施，但無法解決旱象根本問題，整體水資源穩定仍需採「找水、節水、調水」多方面措施搭配解決。

二、 近二週國內地震分析（本院災害防救辦公室彙整）

本時段（9 月 15 日至 9 月 28 日）全臺有感地震計有 211 起地震（如圖 5），規模大於 5.0 計有 10 起，主要為 9 月 17 日地震規模 6.4 之臺東縣關山地震（如圖 6）及 9 月 18 日規模 6.8 之臺東縣池上地震（如圖 7）所引起之花東縱谷週邊相關斷層構造地震，相關地震沿花東縱谷向北活動至花蓮縣玉里、富里及卓溪等地區，向南延伸至臺東縣鹿野及卑南等地區，向東往臺東縣成功及東河地區發生。相關地震規模大於 5.0 之地震均造成全臺有感，其中第 086 號地震於臺東縣池上測得震度 6 強，花蓮縣富里震度 5 強，臺東市及高雄市楠梓測得 5 弱；第 111 號地震在臺東縣池上測得震度 6 強，花蓮縣玉里 6 弱，南投縣玉山 5 弱。相關地震在臺東縣及花蓮縣部分地區造成傷亡及財產損失，目前各級政府正積極辦理復原重建作業。

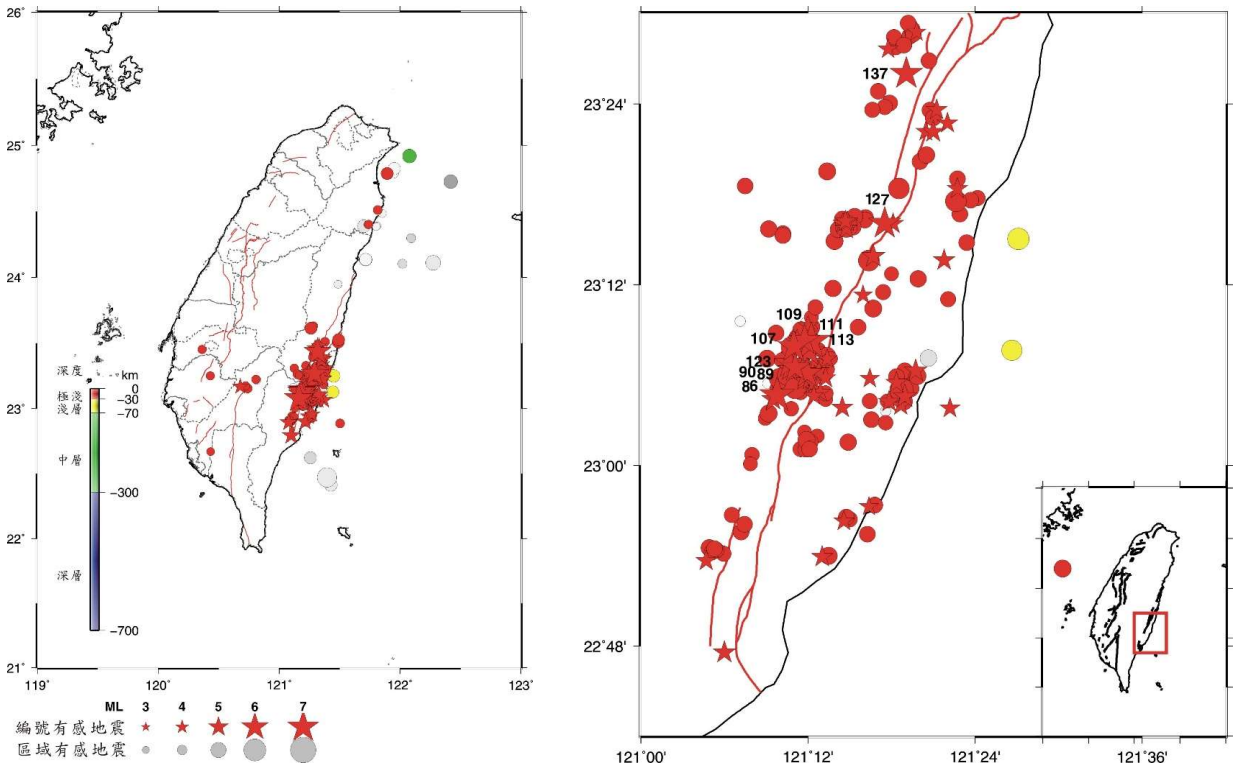

圖 5 本週（111 年 9 月 15 日至 9 月 28 日）臺灣地區有感地震分布圖
（灰階符號為前一個月之地震分布）

時間（臺北） 月 日 時 分	位　　置	深度 (km)	規模 (ML)	有感 編號
09/19 10:07	花蓮縣卓溪鄉	13.4	5.9	137
09/18 17:39	花蓮縣富里鄉	9.5	5.8	127
09/18 16:46	臺東縣池上鄉	13.5	5.5	123
09/18 14:57	臺東縣池上鄉	5.3	5.4	113
09/18 14:44	臺東縣池上鄉	7.0	6.8	111
09/18 14:32	臺東縣池上鄉	7.7	5.6	109
09/18 13:19	臺東縣池上鄉	11.1	5.9	107
09/17 22:45	臺東縣池上鄉	8.8	5.5	90
09/17 22:35	臺東縣池上鄉	10.0	5.3	89
09/17 21:41	臺東縣關山鎮	7.3	6.4	86

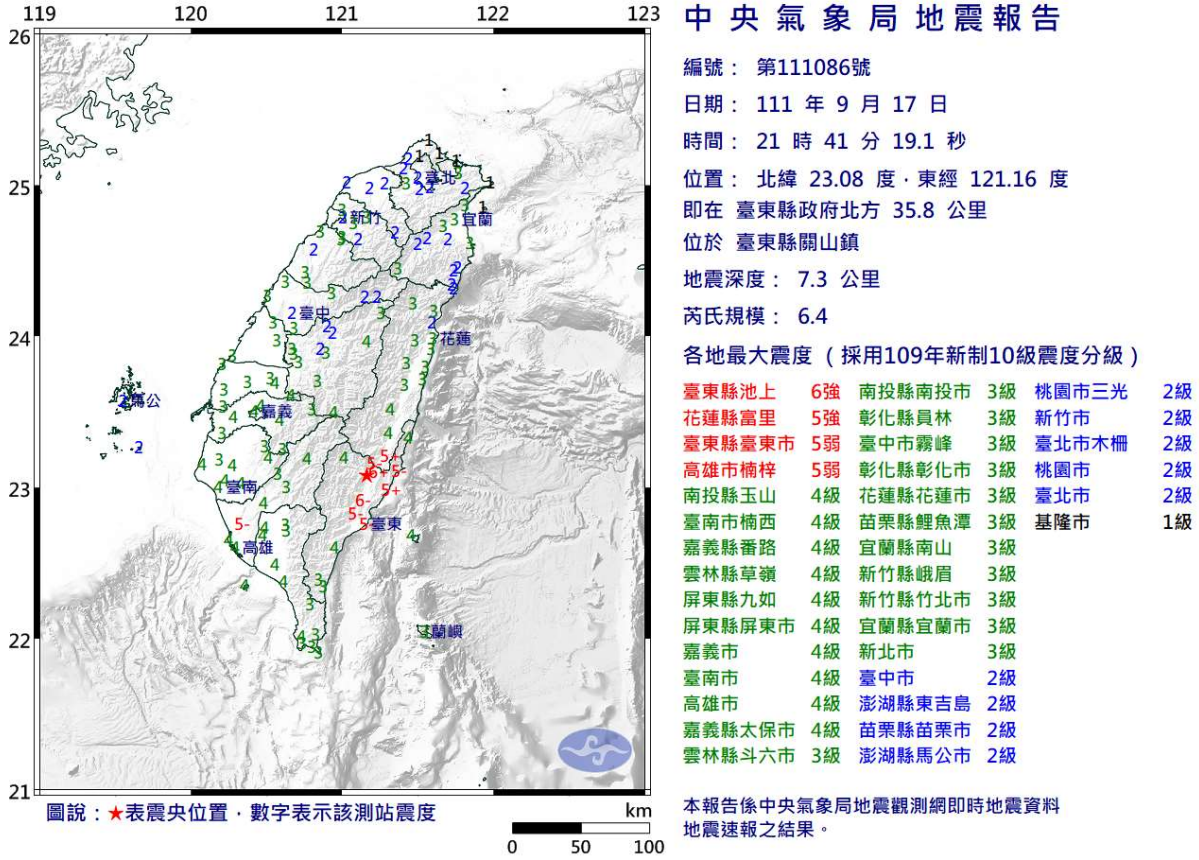

圖 6 第 085 號地震震源參數及各地震度分布

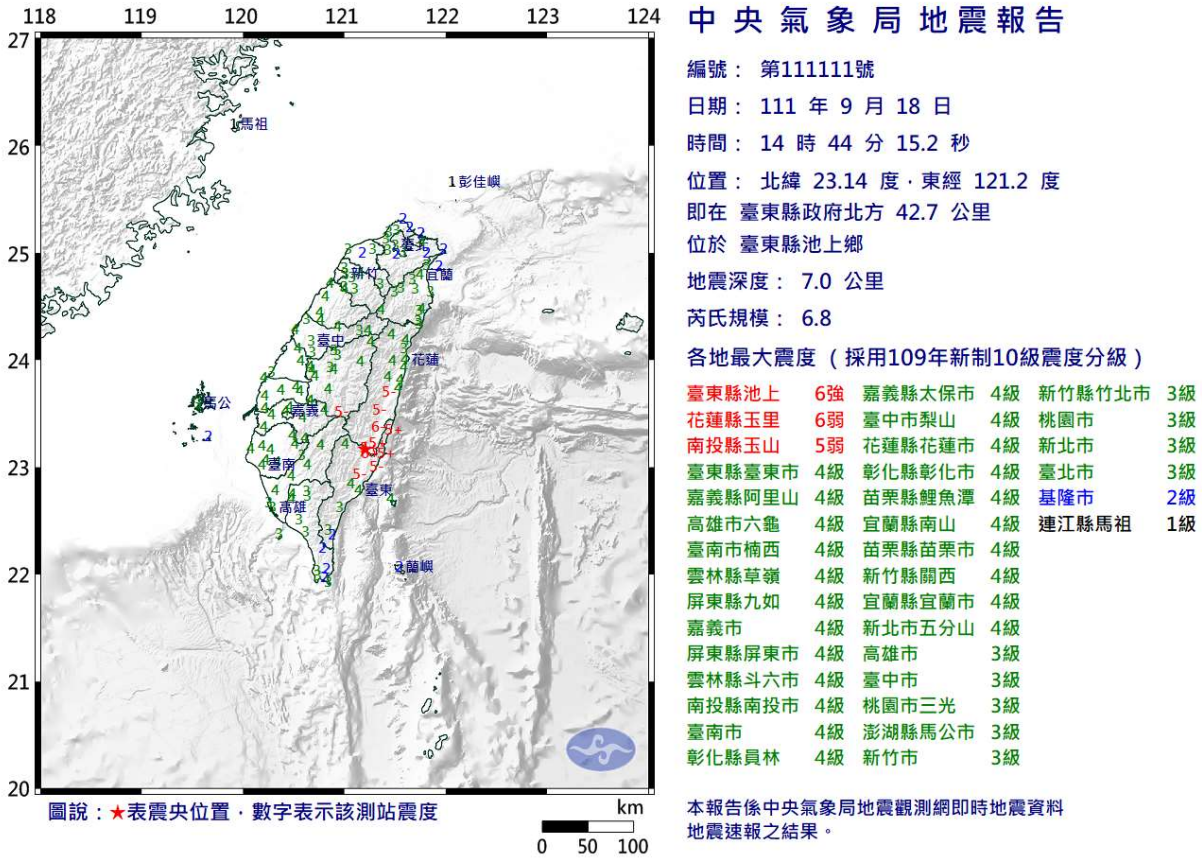

圖 7 第 111 號地震震源參數及各地震度分布

三、 近二週國際重大災害彙整

事件	災情概述
土石流暨大規模崩塌	一、發生日期與地點 9 月 17 日，尼泊爾西部近日因豪雨爆發土石流，造成多處民宅被淹沒。 二、災情 22 人死亡、10 人受傷。
陸上交通事故	一、發生日期與地點 9 月 18 日，中國大陸貴州黔南州三都至荔波高速（貴陽往荔波方向）三都段，發生一起客車側翻事故。 二、災情 27 人死亡、20 人受傷。
海難	一、發生日期與地點 9 月 22 日，一艘搭載大量移民船隻，在敘利亞外海發生沉船事件。 二、災情 86 人死亡。

資料來源：截至 111 年 9 月 28 日止，本院災害防救辦公室綜整

四、 111.9.15~111.9.28 全國供水情形分析

（一）主要水庫蓄水量

水庫名稱	水位（公尺）	與前期水位差（公尺）	滿水位（公尺）	有效蓄水量（萬立方公尺）	蓄水量百分率（%）	與前期蓄水量差（萬立方公尺）
翡翠水庫	168.05	-0.55	170	31,722.9	94.6	-495.1
石門水庫	245.14	0.36	245	20,647.6	100.0	309.5
鯉魚潭水庫	300.01	-0.09	300	11,588.1	100.0	-39.7
曾文水庫	214.64	-1.37	230	25,212.0	49.5	-2,018.0
南化水庫	179.77	-0.16	180	8,820.1	98.7	-80.3

資料來源：經濟部水利署提供，本院災害防救辦公室綜整

（二）全國水情分析：9 月 5 日起基隆市、新北市汐止區及臺南市水情燈號為提醒。

圖 8 全國水情燈號

資料來源：經濟部水利署