

城鄉及建築防洪規劃技術之研究(一)
洪災等天然災害都會地區
公共緊急供水計劃

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國九十六年十二月

PG9603-0090

096-30107000G1-015

城鄉及建築防洪規劃技術之研究(一)
洪災等天然災害都會地區
公共緊急供水計劃

受委託者：財團法人台灣建築中心

研究主持人：廖教授朝軒

研究員：邱奕儒、黃偉民

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國九十六年十二月

ISBN : 978-986-01-2262-6

目次

目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	VII
ABSTRACT.....	XI
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究動機.....	2
第三節 研究方法與內容.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
第一節 重要名詞界定及解釋.....	5
第二節 災害的特性及種類.....	7
第三章 各種災害對供水衝擊的探討.....	13
第一節 災害對供水的影響.....	13
第二節 災害對供水影響之交叉分析.....	16
第四章 緊急用水水量標準探討.....	19
第一節 世界衛生組織緊急用水標準.....	19
第二節 日本對災害緊急供水之相關文獻.....	20
第三節 英國對緊急災害之供水之建議.....	28
第四節 災害緊急供水之水量需求分配.....	28
第五節 台灣地區緊急供水確保量之設定標準.....	32
第五章 探討緊急用水水質標準及處理方法.....	35
第一節 緊急用水之水質標準.....	35
第二節 緊急用水水質處理措施.....	40
第六章 緊急用水來源探討.....	55
第一節 替代水源.....	55
第二節 災備用水設計程序流程圖.....	57
第三節 設計建議.....	62
第七章 雨水利用作為災備用水之探討.....	65

第一節 單一功能緊急備水、雨水利用系統之比較.....	65
第二節 雙功能雨水利用系統	66
第三節 災害與供水的分析	67
第四節 雨水利用系統效能評估	68
第八章 結論與建議	71
第一節 結論	71
第二節 建議	73
附錄一 第一次專家座談紀錄	75
附錄二 第二次專家座談紀錄	81
附錄三 期中報告審查會議紀錄	85
附錄四 期末報告審查會議紀錄	89
參考書目	95

表次

表 2-1 緊急用水與災備用水之比較	7
表 2-2 災害的特性	9
表 2-3 災害種類區分	11
表 3-1 災害所導致的各種情況影響程度	14
表 4-1 WHO(2005)建議之各項緊急用水量標準	19
表 4-2 神戶市的緊急供水計畫	20
表 4-3 災害時之供水基準	21
表 4-4 災害發生時之緊急供水措施	24
表 4-6 災害發生時依時間長短之水量供給標準	29
表 4-7 災害發生時依使用目的之生存用水分配	30
表 4-8 災害發生時針對供水對象之用水分配	31
表 4-9 災害發生時依時間長短之水量供給標準	31
表 4-10 適於台灣地區之緊急用水設計標準	33
表 4-11 台灣災害發生初期時依使用目的之生存用水分配	34
表 5-1 災後飲用水濁度標準	36
表 5-2 災後飲用水自由有效餘氯標準	36
表 5-3 飲用水水質標準	37
表 5-4 加氯消毒使用指南	48
表 5-5 慢砂濾池和快濾池之比較	52
表 5-6 使用氯消毒的優點和缺點	53
表 6-1 替代水源之評估	57
表 7-1 事先貯備水與雙功能雨水利用系統之比較	66
表 7-2 不同災害的衝擊及對雨水系統的反應	68
表 8-1 台灣地區之緊急用水設計標準	73

圖次

圖 2-1 災害特性圖	8
圖 3-1 影響供水中斷之因子	17
圖 3-2 影響水質不堪使用之因子	18
圖 4-1 按照水源每 1 人的確保水量	22
圖 4-2 1 個家庭 1 天所使用的平均水量	22
圖 4-3 水的確保方法與其使用目的	25
圖 4-4 每人每天的確保水量	25
圖 4-5 按照使用目的的平均水量	26
圖 5-1 在家中水處理的一般步驟	41
圖 5-2 曝氣盤	42
圖 5-3 三鍋處理系統	43
圖 5-4 簡單的上流快速砂濾池	44
圖 5-5 兒童基金會上流木炭過濾器	45
圖 5-6 蠟燭式陶瓷過濾	45
圖 5-7 陶瓷過濾器之操作	46
圖 5-8 太陽能消毒法	47
圖 5-10 兩種含前過濾與慢砂桶過濾的緊急用水處理設計	50
圖 5-11 陶瓷過濾系統	51
圖 7-1 雙功能雨水利用系統示意圖	67
圖 7-2 雨水利用系統示意圖及變數說明	69

摘要

關鍵字：緊急用水、災備用水、雙用途雨水利用系統

一、 研究緣起

台灣是高度都會化發展的國家，都市供水仰賴單一大型的供水系統，當發生天然或人為的災難時，由於缺乏緊急用水規劃，很容易導致人民深受缺水之苦。這些經驗，都突顯出因都會化所產生的災害放大效應，且昭示了事先規劃緊急替代用水的重要性。

二、 研究方法及過程

目前台灣尚無建物災備用水之相關規定，本研究收集國內外相關文獻，彙整出災害種類、產生現象及對供水所造成之影響。依災害的發生對供水所造成之影響可分為水量及水質兩部分，再分別做繪製出相關交叉分析圖。為確立災備用水之完整規劃之基礎，本研究根據緊急用水水量來探討，收集了國內外相關的資料，包含 WHO、英國及日本等文獻，針對災害發生時每人、每戶所需求的最低需水量做一歸納分析。除了水量之外，水質亦是重要的課題。本研究收集國內外相關文獻，針對緊急災害發生時之緊急用水水質及其簡易處理方法進行彙整。本研究進一步分析各種可能之災備用水來源，並評估其適用之範圍及用途，並依此建立「暴雨型災備用水規劃流程」及「非暴雨型災備用水規劃流程」，並探討雙用途雨水利用系統之評估及結合設計流程之方法。總之，本研究建議了台灣地區「緊急用水設計標準」，並建立了「災備用水規劃流程」，以期藉此建立日後災備用水法制化之基礎。

三、 重要發現

我國目前之災後供水計劃僅著重飲用水，而忽略生活用水及雜用水之規

劃，與實際災後災民生活不符，若不加以改善，由於缺乏生活用水及雜用水之規範，在未來之大型災害發生時，將使災民承受二度傷害，因此需要訂定更符合實際情況之災後緊急供水標準。此外，我國尚未有建立社區災備用水之規劃，用以整合當地可得之替代水源，如雨水、地下水、地表水、緊急貯水等。為提昇災後社區維生(life-supporting)能力，有必要建立結合社區之災備用水規劃。

四、 主要建議事項

立即可行之建議－災後緊急供水標準量

主辦機關：行政院災害防救委員會、內政部營建署、內政部消防署

協辦機關：各地方政府災害防救委員會

由於目前災後供水僅由救災單位供水，忽視社區自足之災備用水設計，災民只能被動等待救援，未能提昇社區之災後維生能力，因此，有必要明訂各階段之災後用水量標準，用以整合救災單位及社區自足之供水設施。為此，本研究參考國外之經驗與研究，建議台灣地區可制定之標準。

台灣地區之緊急用水設計標準

災害發生時依使用目的之生存用水分配 單位（lpcd）			
	飲用水	生活用水	雜用水
第一階段	7	2	7
第二階段	10	4	9
第三階段	13	7	12
上述分類範圍為：飲用水(飲料、烹調)、生活類(洗衣服・洗澡)、雜用類(抽水馬桶、清掃、灑水等)。			

資料來源：本研究自行彙整

中長期建議－災備用水之規劃方法與流程

主辦機關：行政院災害防救委員會、內政部營建署、內政部消防署

協辦機關：各地方政府災害防救委員會

災備用水之規劃必需考慮各地方之可用或具潛力之緊急水源，為求降低災備用水之貯備成本，各地之災備用水源需經事先調查、評估。同時，台灣地區之災害可概分為暴雨型及非暴雨型兩大類。因此，面對各種可能災害之挑戰，需要建立一套災備用水規劃流程，建立社區化的災備用水設施。本研究建議之災備用水規劃方法分為「暴雨型災害規劃流程」及「非暴雨型災害規劃流程」，最後將兩流程之建議增設項目匯總，取其「聯集」做為該建物或社區之災備用水應備設施。

ABSTACT

Keywords: emergency water, preparedness-emergency water,
dual-purpose rainwater harvesting system.

Taiwan is a highly urbanized country, depending single urban water supply system. Citizens will suffer more in the aftermath of disasters if preparedness on emergency water supply is lacking. A lot of cases of major disaster devastated around the world have highlighted the importance of preparedness-emergency water. According to water quantity and quality, this study surveys and reviews the reports and literature from WHO, Japan, England, and USA. As a result, the emergency water demand standard is concluded and suggested, and the emergency water quality treatments are reviewed. Subsequently, this study establishes the flow chart for designing preparedness-emergency water based on two different procedures, i.e. “storm type disaster” and “non-storm type”. The evaluation method of dual-purposes rainwater harvesting system is discussed and incorporated into the design process of preparedness-emergency water. After all, the achievement of this study is potential to become the foundation for legalizing the implement of preparedness-emergency water.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

近年來全球各種大型災難不斷發生，從 1999 年台灣中部的九二一大地震造成 2400 多人死亡，數萬人無家可歸；2001 年印度古吉拉特大地震造成 3 萬 5 千多人死亡，百萬人無家可歸；2004 年底的南亞大地震，引發的海嘯席捲周邊印度洋各國，造成 273 千多人死亡二百萬人以上無家可歸；而在美國 2005 年 8 月美國大城紐奧良(New Orleans)受五級颶風卡崔娜(Katrina)侵襲而震驚全球，超過 1300 死亡，由於缺乏緊急供水計劃，即便是在先進國家，許多美國民眾在災後避難時期仍飽受缺水威脅，甚至多人脫水而死。水是人類生存不可或缺的元素，然而回顧過去經驗，災後的緊急供水計劃往往是被忽略的一環。

台灣是高度都會化發展的國家，都市供水仰賴單一大型的供水系統，當發生天然或人為的災難時，由於缺乏緊急用水規劃，很容易導致人民深受缺水之苦。1999 年 921 大地震使中部地區自來水設施受損嚴重，歷經兩個多月搶修始完全恢復供水。2004 年鯉魚潭水庫因出水閘門掉落，造成台中地區嚴重缺水，並採取分區限水應急。同年，艾莉颱風侵襲北部地區，因原水濁度高達數萬度，造成桃園地區長達 16 天的缺水。2005 年夏季數個颱風也因原水濁度飆高造成板新、桃園及高雄等地區缺水。這些經驗，都突顯出因都會化所產生的災害放大效應，且昭示了事先規劃緊急替代用水的重要性。目前台灣緊急用水的規劃，除了省自來水公司及台北自來水事業處的防災應變計劃外，還有「行政院災害防救委員會」擬定的《災害防救基本計劃》中，要求各級地方政府應規劃避難場所，並設貯水槽、食物、醫藥等。然而，在結合建築的規劃上，相較於聯合國發展規劃署(UNDP)所推動的社區參與型(community based)防災計劃及抗災造屋(hazard

resistant housing)計劃中自主式緊急替代水源規劃，台灣則相對落後。目前僅有消防用水上有相關的規定，至於相關的學術研究則相當薄弱。因此，面對未來難以預期的災害，為彌補大型供水系統在災害期間的脆弱性，從社區層級出發，事先規劃災後替代水源，是減低傷害的必要工作。

第二節 研究動機

我國為一高度都市化之國家，而都市內之給水絕大多數仰賴水庫調節供給，而近年來台灣地區受全球氣候變遷影響，降雨紀錄屢創新高，除造成洪災及坡地災害之外，常因水庫上方坡地崩坍、原水渾濁，造成供水中斷。公共給水中斷，除影響民眾日常作息外；而洪災過後，受災民眾急需用水清洗家園，以儘速恢復家園，此時公共給水若不能提供，除影響災後復原速度，更容易因滋生病媒導致流行疾病。而都會地區現有建築物之水池設置於地下室，洪災時水池受到污染，建築物原有儲備水源無法應用，更加深此一問題嚴重性。此外，若此時發生重大火災，將因為缺水影響救火效率，致使災情擴大。而除洪災可能造成此一問題外，地震來臨使供水系統中斷，或旱災使水庫供水不足，皆有可能發生上述問題。環顧國內外之案例，從 1999 年 921 大地震使中部地區自來水設施受損嚴重，歷經兩個多月搶修始完全恢復供水。2001 年印度古吉拉特大地震造成 3 萬 5 千多人死亡，百萬人無家可歸；2004 年鯉魚潭水庫因出水閘門掉落，造成台中地區嚴重缺水，並採取分區限水應急。同年，艾莉颱風侵襲北部地區，因原水濁度高達數萬度，造成桃園地區長達 16 天的缺水；而 2004 年底的南亞大地震，引發的海嘯席捲周邊印度洋各國，造成 273 千多人死亡二百萬人以上無家可歸。2005 年夏季數個颱風也因原水濁度飆高造成板新、桃園及高雄等地區缺水。同年 8 月美國大城紐奧良(New Orleans)受五級颶風卡崔娜(Katrina)侵襲受後，公共給水工程全面中斷，災民飽受缺水之苦，由於缺乏緊急供水計劃，即便是在先進國家，許多美國民眾在災後避難時期

仍飽受缺水威脅，甚至多人脫水而死，這突顯出規劃緊急替代水源的重要性。而檢視國內都市建設規劃，並未對此有所因應之道，實應規劃都市緊急替代水源方案，作為災害來臨時應變之需，以為打造健康社區之基礎。

第三節 研究方法及內容

壹 研究方法

本研究採歸納分析法，研析國內外之相關報告（資料來源包含聯合國、日本、英國、美國環保署及台灣等）、法令規範、緊急災害處理之經驗，及探討台灣對於災難發生後緊急用水之相關事宜，並將收集之文獻加以彙整、歸納比較及分析。

貳 研究內容

本研究旨在發展兼具防災功能，且適合台灣實際情況的洪災等天然災害後公共給水緊急設計與操作原則。其目標在於彙整國內外相關之研究與經驗，分析各種可能的替代水源，以彙整並建立社區規模的災後緊急用水之水質標準、水量標準、水質處理方法，並建立各種替代水源之設施規劃順序與設計原則，以做為日後法規化之基礎。

第二章 文獻回顧

第一節 重要名詞界定及解釋

在研究進行前，本論文蒐集各項關於緊急情況及供水之書籍、法規、期刊，以瞭解及界定各緊急情況及供水相關名詞之定義與關聯性。本節介紹之名詞包括緊急情況、緊急用水、災備用水，藉由對此三項名詞進行確認，以建立論文研究之基礎。

壹 緊急情況

所謂的緊急情況(emergency)是用以形容，當一個社會面臨困難處理的災害所產生的危機。需要外界長時間的援助。複雜的緊急情況有許多成因，例如天然災害及人為的政治或軍事活動，可能使人民生活環境更加惡化。然而所有的災害都需要計劃良好的應變對策及方法。

一個緊急情況從最初災害的衝擊，歷經穩定到復原。這些階段並非明顯獨立而是互相融合。每個階段的長短、優先順序都是不同的。例如緊急情況的早期，救難機關也許先要提供暫時用水，直至更好的供水系統設置完成。幾個月後，優先要考量的可能是要訓練當地人操作及維持已設立的系統。

貳 緊急用水

依台北市地下水管制辦法之定義，緊急情況的發生，常伴隨著民生用水的短缺，而水在人民日常生活中扮演著極重要且不可或缺的角色。所謂緊急用水是指，當緊急狀況發生時能取用的水資源。以台灣而言，依台北市地下水管制辦法第4條中，將緊急用水分為下述兩項：

- 一、 緊急民生用水：係指遇不可抗拒之事故、災難或維持人民生

命所必需仰賴之地下水者。

二、 緊急消防用水：係指為緊急消防之需而預為設置者。

參 災備用水

在災害防救法中明定災害的防救階段共分為四項，包括：減災、整備、災害緊急應變及災後復原重建四個階段。其中減災（Mitigation）和整備（Preparedness）是應為最重要的一環，是屬於災害發生前之預防及準備，亦為災備用水之規劃階段。所謂災備用水係指針對主要供水系統因災害導致供水失敗時，經事先規劃、準備，所提供災民之非常態供水。其特色為以最少之運輸、管理需求，就近取得或可自給自足為原則，主要目的在供應民生之飲用、衛生及清潔。

肆 緊急供水與災備用水之異同

綜合上述所探討之文獻，可進一步依緊急用水與災備用水之定義上之相異與相同處，加以彙整，得到下表之比較。

表 2-1 緊急用水與災備用水之比較

	緊急用水	災備用水
定義	當緊急狀況發生時能取用的水資源。	經事先規劃、準備，所提供災民之非常態供水。
相同處	緊急情況發生時，可提供維持人民生存所必須之用水。	
相異處	1. 範圍包括緊急民生用水及消防用水。 2. 運輸方式以供水車為主，需耗費大量人力及資源。 3. 非緊急狀況下並不會使用。 4. 當災害發生後才開始規劃供水量及需供水對象。	1. 以供應民生之飲用、衛生及清潔為主。 2. 以最少之運輸、管理需求，自給自足、就近取得為原則。 3. 平日在其水量許可範圍內亦可使用。 4. 災害發生前不論對水質、水量及供給對象皆已規劃、準備完善。

資料來源：本研究自行彙整

第二節 災害的特性及種類

災害無所不在，災害的發生，往往伴隨著破壞，且會造成人員的傷亡和財產的損失。本國災害防救法中有針對災害做出定義，在災害防救法第一章第二條之一定義如下：（災害防救法，1999）

「災害」，指下列災難所造成之災害

- 一、風災、水災、震災、旱災、寒害、土石流災害……等天然災害。

二、 重大火災、爆炸、公用氣體與油料管線、輸電線路災害、空難、海難與陸上交通事故、毒性 化學物質災害……等災害。

由此可知災害防救法將災害的發生區分為因為自然而發生的天然災害種類和因為人類活動而產生的人為災害部份，其種類項目總共分為十四種。

就災害的特性而言，於「災害事故危機管理」（趙鋼，1998）一文中所述，災害有以下五種特性：

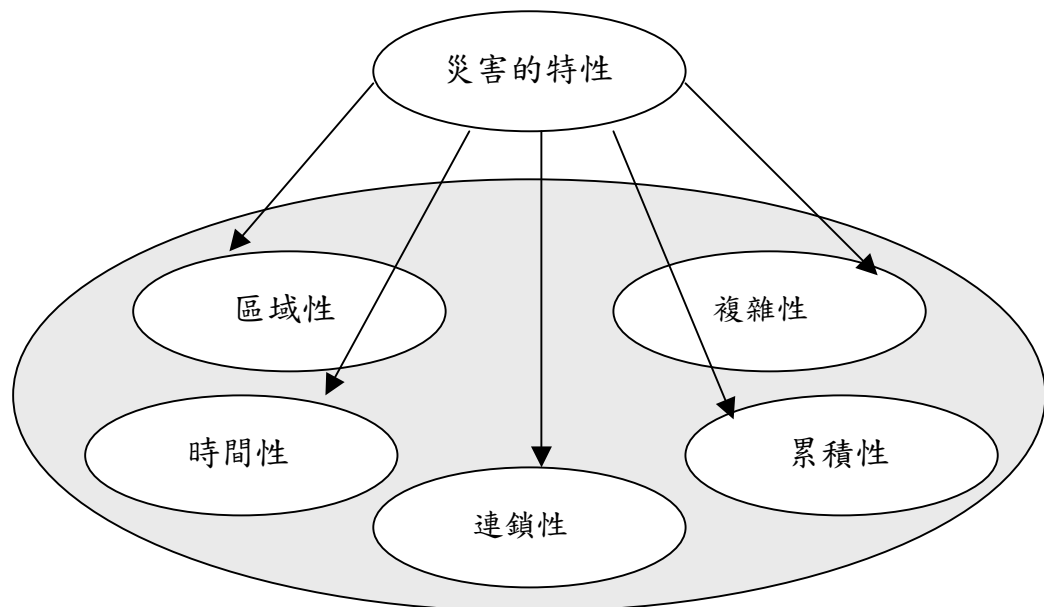


圖 2-1 災害特性圖

資料來源：趙鋼（1998.07），「災害事故危機管理」

而其各災害的特性與意義分類說明如下：

表 2-2 災害的特性

災害的特性	各特性的意義
區域性	災害的發生或災情的嚴重程度，常因區域不同而有所差異。
時間性	災情的狀況或嚴重程度亦受時間的左右。如同一規模的地震發生在下班尖峰時刻與深夜，災情便有所差別。
連鎖性	一個區域發生災害可能造成其他區域連鎖反應，甚至由點擴大為線、面的大規模災害。這種連鎖性的反應在現代交通等網路系統發達的社會，越容易突顯出來。例如高速公路或捷運、高鐵……等因地震或洪水造成路基崩塌、路線斷裂，其所引起的災情絕非侷限於受災地點的通行問題，而可能影響整體運輸，更可能衍生為經濟問題或社會問題。
累積性	災害的發生絕大多數是長年累積的因素所形成的。雖然如地震、颱風或豪雨……等災害都是突然來襲，令人措手不及，但若平時能夠有所防範，加強抗震或防洪的措施，即使突遭侵襲，其受害程度將可大幅減輕。
複雜性	災害所帶來的損失可能是多元且牽涉範圍甚廣，大規模的震災或水災極易顯現。例如震災不僅會造成第一次房屋的倒塌，也會引發接踵而來的火災而造成更多人傷亡，甚至會因人畜死亡而引發傳染病的發生；或因公共建設之崩塌或道路之阻斷而導致商業活動的停頓，繼而演變成長期經濟蕭條的社會災害。

資料來源：趙鋼（1998.07），「災害事故危機管理」

依據英國執照救難工程師組織(RedR，Registered Engineers for Disaster Relief)指出一般來說災難可分為自然災害及人為災害，在台灣案例為內涵，其定義及內容如下：

一、自然災害，不是突發性〈例如地震、颶風、水災帶來的災害〉就是慢性蔓延〈如乾旱、饑荒、傳染病等〉。一般而言，自然災害指的是地震、山崩、海嘯、海水倒灌、颱風、乾旱、洪水等自然界變化對人類社會的衝擊。它們造成人類生活的不便、財產的損失、生命的喪失、自然資源的流失。這些現象的發生大多十分突然（除了乾旱），持續時間也大多十分短暫。它們的威力及影響是人可以立即察覺的。

以颱風為例，其所造成的災害包括風災、水災、暴潮引起的海水倒灌，甚至土石坍方。1978年7月31日的薇拉颱風則造成台北北門高架公路的倒塌。1986年8月22日的韋恩颱風在濁水溪口登陸，夾帶著破紀錄的瞬間風速，造成外傘頂洲多條人命的喪失。1963年的葛樂禮颱風通過台灣北部海面，沒有登陸台灣本島。但它的龐大雨量，加上海水倒灌，卻造成北、西、中部九縣市水災。

而豪雨帶來的災害除了洪水，就是土石坍方。豪雨可怕之處在於來得突然，而且在短時間之內下了巨大的雨量。如果土壤已經十分潮濕無法吸收過多的水分，或且水土保持不佳，土壤涵養水分能力不足，就很容易釀成洪水。

乾旱則是指在一段時間之內，由於蒸散量遠大於降水量，導致土壤含水量大幅減少。乾旱是屬於長期的變化，它影響所及不只是民生及工業用水，更嚴重的是，土壤含水量不足，影響農業生產，

甚至改變植被分布及生態環境。

二、人為引起的災害〈如戰爭或因恐懼或政治迫害而造成的群眾遷徙〉也可以分為突發性的〈如 1994 年的盧安達〉或慢性蔓延〈如 80-90 年代的蘇丹〉由以上可知，災害可導致社會嚴重分裂，致使眾多人民和精神和身體上承受痛苦，更破壞社會的正常結構。

災害發生之種類，除了以上提到以自然災害與人為災害分類以外；魏玉蕙將災害種類區分為三大類，也就是將人為災害部份再加以區分為科技災害與社會災害，而演變成了三項種類，其分類之項目如表 2-3 所示：

表 2-3 災害種類區分

災害種類區分	災害事件
自然災害事件	地震、洪水、氣旋（颱風、颶風、龍捲風）、火山爆發、旱災、寒害、崩塌（土石流、山崩、雪崩）、森林大火。
科技災害	火災、污染（空氣、水質、土壤）、核能輻射災害、有毒化學災害。
社會災害	恐怖事件、戰爭、疾病（AIDS）、犯罪、交通意外。

資料來源：林昇德(2000)，「我國緊急災難管理機制建立之研究」

綜合以上的探討，本論文於分析之後，我們可以瞭解到各災害的分類。在災害分類中，天然災害可說是大自然本身運行之行為，但因為危害到人類生命與財產之安全，所以稱為災害；而人為災害為人類本身之建設行為或疏忽所造成。

災害對人類而言是一項危機，我們應該加強對災害的認知，瞭解災害發生的原因，發生時的條件及狀況，不論是天然災害或是人為災害都需要有災害預防的方法。當瞭解災害之生成原因後，才可進一步去預防其造成之傷害，已達到減災的最佳效益。

第三章 各種災害對供水衝擊的探討

第一節 災害對供水的影響

當災害發生時所導致長期間的限制供水、停水，這讓我們重新了解到平常我們所使用的自來水，是靠開發水源、管理設施來維持供應。特別是大震災造成長期停止供應自來水，因而對居民的生命、生活造成嚴重的影響，也暴露出自來水設施對災害的脆弱性。

為了了解災害對供水的影響，以下為本研究收集的國內外相關的資料，包含 WHO、CDC 及日本等文獻，並將其彙整繪製出相關交叉分析圖。

壹 聯合國緊急狀態供水之分析

現今地球村人口、經濟快速成長，山坡地大量開發造成土地超限利用，加上溫室效應及全球暖化的影響，致使氣候大亂。因降雨量的時間與空間分布不均，亦經常發生旱澇災，又因土地型態之改變，每逢暴雨、颱風伴隨而來的淹水及土石坍方，往往造成民眾的恐慌及生命財產之折損。聯合國根據這些緊急狀態和災害，在飲用水供應方面整理出下列之表格，此表同時概述了因這些負面事件，所對水源供給和污水系統造成的影響及嚴重性。

表 3-1 災害所導致的各種情況影響程度

水源供給和排水系統的影響	地震	火山爆發	坍方	颱風	水災	旱災
對公共建設系統的為害	●	○	●	●	●	○
總幹管的破裂	●	○	●	◐	●	○
取水口、攔污柵、處理單元和輸送管線的阻塞	○	●	◐	◐	●	○
水源的致病菌和化學污染程度	◐	●	○	●	●	○
水源的匱乏	◐	◐	○	○	○	●
電力、通訊及道路系統的損害	●	○	◐	●	◐	◐
救難人員的匱乏	●	◐	◐	◐	◐	○
設備及物質原料的缺少	●	○	◐	●	●	○

符號的說明： ● 嚴重影響 ◐ 中度影響 ○ 輕微影響

資料來源：世界衛生組織(2002)

貳 日本文獻之探討

學者龜山勤和細野義純認為，因為地震而導致衍生出用水缺乏的項目包括消防用水、醫療用水及生活用水。當地震發生時，不僅造成自來水設施失去功能，連帶著電力供應的系統也會中斷。因此災害發生時，特別是在剛發生地震後的階段，會導致自來水停水，及無法依賴使用商用電源的動力的情況。末次忠司也提出地震會造成自來水管破裂，使得消防栓無法發揮功能，以致無法正常供水。

參 美國疾病管制局文獻之探討

美國疾病管制局〈CDC〉在緊急事件中提出，海嘯所造成的浪湧，有吞噬大地區之能力。當海水打上岸時，飲用水井可能被淹沒並遭受污染，水中亦可能有危害及影響人類健康的微生物(例如：細菌、病毒，寄生生物)和化學製品存在。

藉由微生物傳播可導致疾病的產生，如果水中包含導致疾病的微生物被人們喝下，它將可能導致直接且威脅生命的衛生問題，譬如：慢性腹瀉、霍亂和其他更為嚴重的傳染病。若使用汙水清洗傷口亦會有傳染的危險。

另外，經常發現飲用井水中的化工污染物，是因洪水侵襲而遭受到污染。化工污染物可能包括燃料或殺蟲劑等等。喝下這些包含這類型化工污染物也會威脅到人民的生活和健康。

第二節 災害對供水影響之交叉分析

歸納上述文獻，本研究彙整出災害種類、產生現象及對供水所造成之影響。依災害的發生對供水所造成之影響依水量及水質兩部分分別繪表於圖 3-1、圖 3-2。其中天然災害，包括暴雨、颱風、地震等；人為的災害包括戰爭、設備儀器操作失誤、恐怖事件及重大傳染疾病。這些災害所造成的現象有淹水、海嘯、土石流、火災、管線破裂、供水系統污染、源水混濁等等。

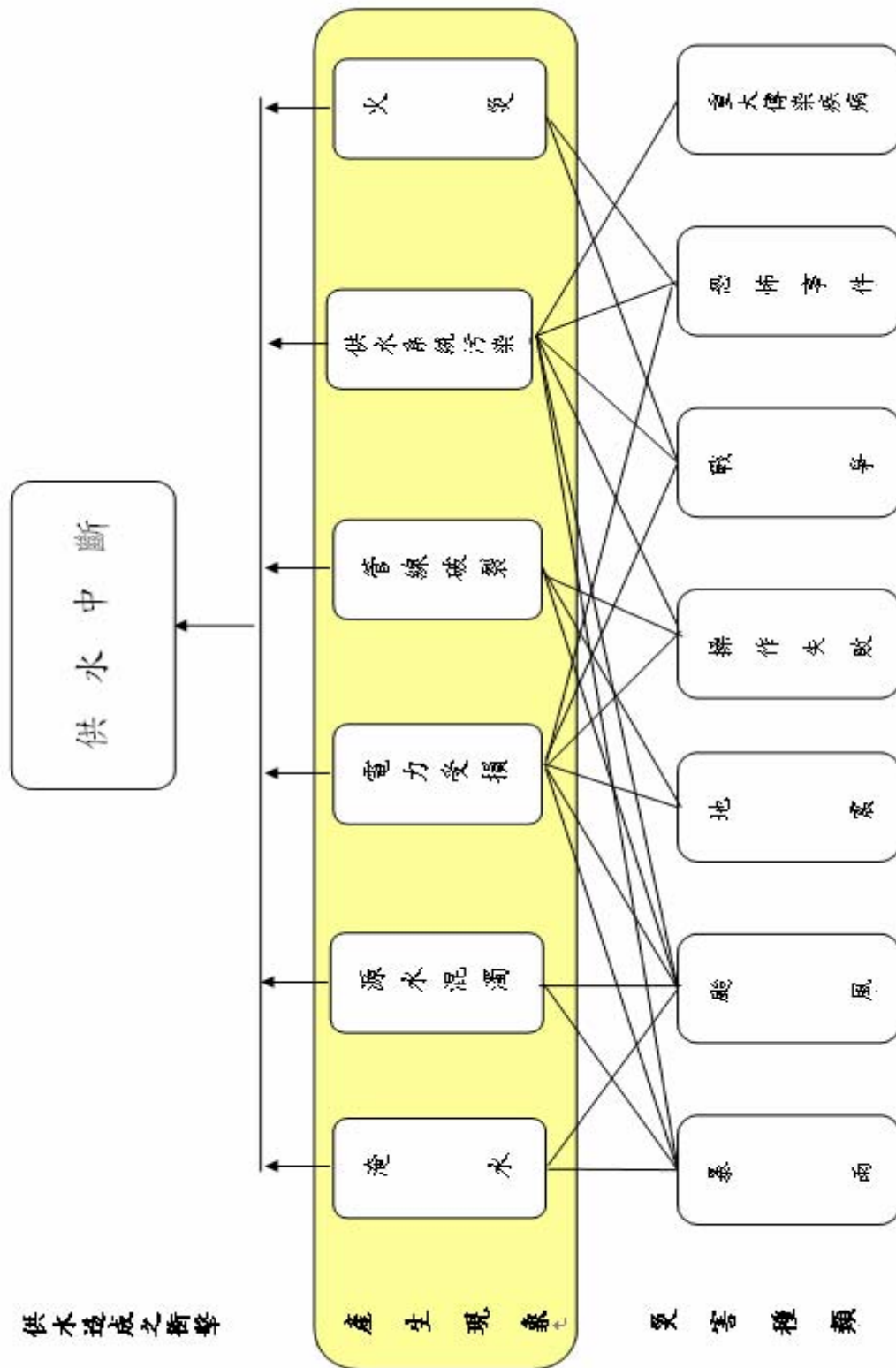


圖 3-1 影響供水中斷之因子

資料來源：本研究自行彙整

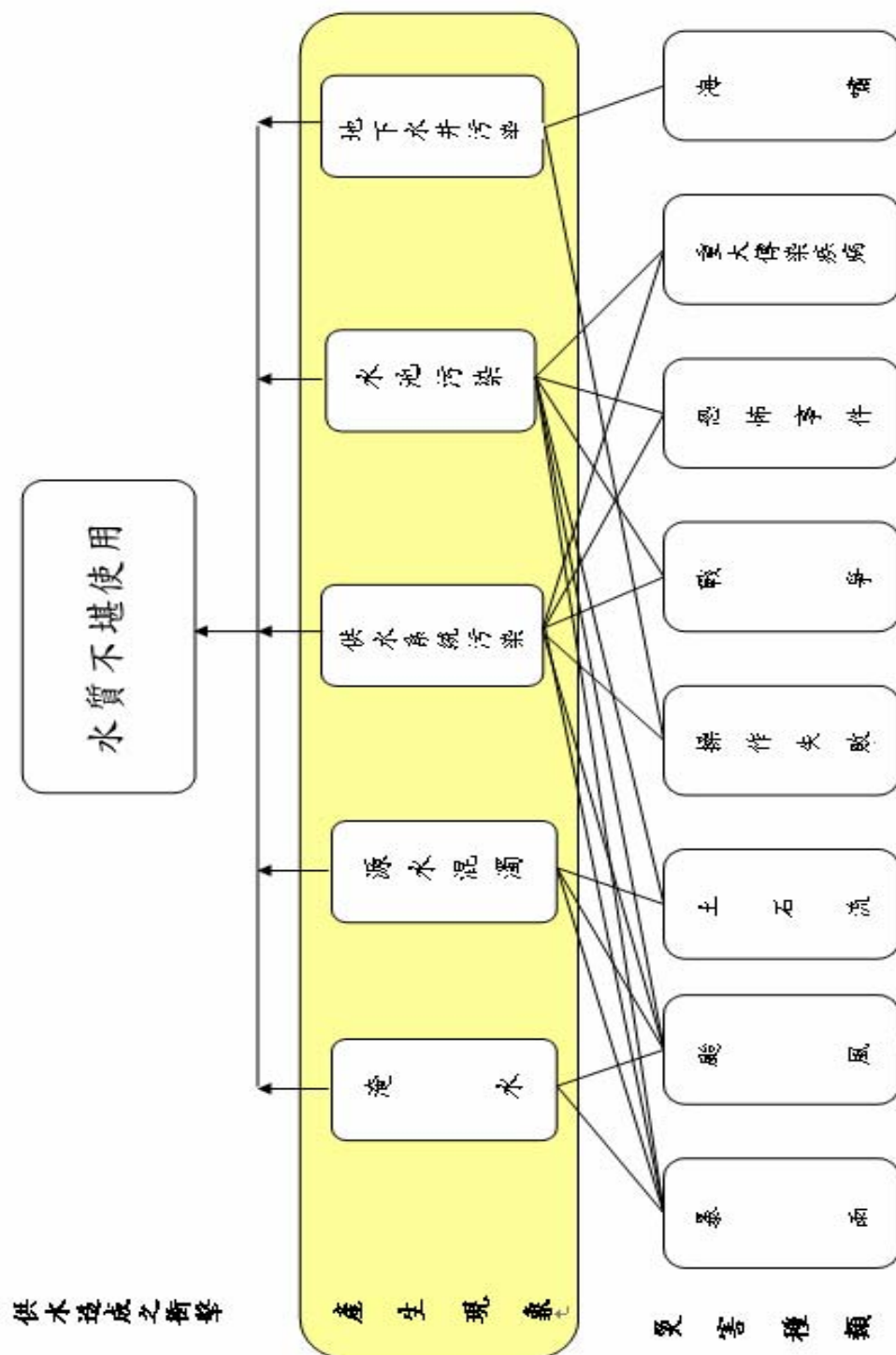


圖 3-2 影響水質不堪使用之因子

資料來源：本研究自行彙整

第四章 緊急用水水量標準探討

自來水的水有其使用目的，若使用目的不一樣，則需求的水量及要求的水質也就不盡相同。另外，當災害發生時，也會因災害的種類及情況而取決於不同的水質和水量。本研究根據緊急用水水量來探討，收集了國內外相關的資料，包含 WHO、英國及日本等文獻，針對災害發生時每人、每戶所需求的最低需水量做一歸納分析。

第一節 世界衛生組織緊急用水標準

急難期間每人每天需水量會因氣候、文化、飲食含水量、體力活動等因素而異。世界衛生組織 WHO(world health organization)在《緊急避難中心的設計綱要》中建議，基本生存用水分配量為每人每天 7 公升 (liter per capita-day, lpcd)，細節如表 4-1 所示；而中期避難中心為 15-20 lpcd；緊急醫療中心則是門診單位每人每天為 5 lpcd；住院單位則為 40-60 lpcd，任何取水點距離不應超過災民生活地區 500 公尺。

表 4-1 WHO(2005)建議之各項緊急用水量標準

	緊急用水量(lpcd)				
	飲用	食物與清潔	個人衛生	洗衣	總計
短期	3-4	2-3			7
中期	3-4	2-3	6-7	4-6	15-20

資料來源：世界衛生組織(2005)

第二節 日本對災害緊急供水之相關文獻

壹 阪神大地震後之研究

日本學者山田啟一建議，在地震過後受災地區的緊急供水計畫可設定為 4 個階段，除了慣用的 3lpcd，可再依次增加供水量。基準水量定訂原則，可加以歸納並以表 4-2 表示。

表 4-2 神戶市的緊急供水計畫

	第 1 階段	第 2 階段	第 3 階段	第 4 階段
重建時間	地震 發生 -3 天	4 天 -10 天	11 天 -21 天	22 天 -28 天
(lpcd)				
250				
100				
20				
3				

資料來源：日本學者山田啟一(1997)

雖然生活用水的必要性已廣為大眾接受，但是到底要確保什麼樣的水源？以及要確保多少？目前在日本亦尚未具體化。根據山田等人的研究，從 1995 年日本阪神淡路大地震災後的實際資料中顯示，緊急用水量在不同地方都有很大的差異。

為計算出必要的緊急用水量，學者提出地震過後，使用汽車以外的搬運方法(徒步、推車、腳踏車、機車)等，每一戶的搬運水量約為 20 L。另外，震災不久後與重建活動穩定後的時期，所需要的水量也不一樣。還有如果是在白天發生地震，必須考慮多數返家

困難者（所謂返家困難者，係指以 20km 為徒步可以返家的限度，超過此限度的長距離通勤的人）。

若再加上上述上之考慮條件，則緊急供水基準可歸納如表 4-3 所示。

表 4-3 災害時之供水基準

對象	種類	初期	穩定期
		地震發生後 3 天	4 天到 6 天 (多摩地區)17 天
晚上人口	飲用水 生活用水	3 lpcd 無	3 lpcd 6 lpcd
返家困難者	飲用水 生活用水	3 lpcd 無	無 無

資料來源：日本學者山田啟一(1997)

山田啟一並進一步分析商業地區、住宅地區及混合地區在淨水場、緊急供水槽、蓄水槽(住宅、公司行號)、游泳池等主要水源的確保水量設計。在 4-1 是各地區停水時每人的應有的確保水量。淨水場、緊急供水槽的水量是 60 到 130 L，約符合飲用水的供水基準。其中，游泳池水(60~180 L)，被視為是重要水源。

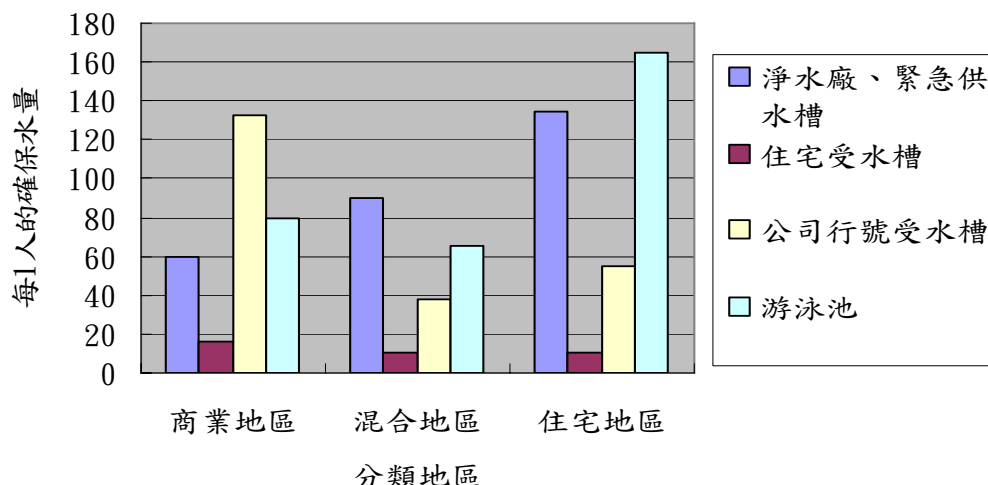


圖 4-1 按照水源每 1 人的確保水量

資料來源：日本學者山田啟一(1997)

貳 階段性的緊急生活用水量

除了前面山田啟一的研究外，學者末次忠司在研究報告提到當災害發生不久，最重要的是緊急生活用水。平時的生活所使用的水量約 200 lpcd，而實際調查資料顯示，地震發生後 2~3 天及約 1 週後的必要水量分別是平時水量的 17% 及 39%。另外，得知災害發生不久後，雖然可以節約飲用、洗衣等水量，不過廁所等生理衛生方面並無法那麼節省，所以消耗使用水量的一半以上。圖 4-2 為 1 個家庭 1 天所使用的平均水量

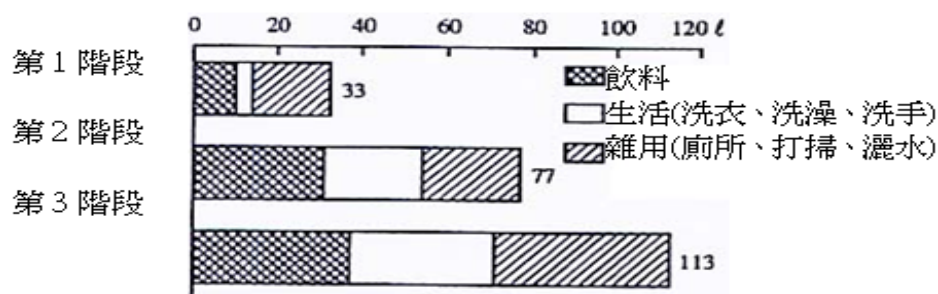


圖 4-2 1 個家庭 1 天所使用的平均水量

資料來源：日本學者末次忠司(1995)

如果根據將這些數據適用於神戶市之土木研究所的試算，阪神・淡路大震災後的停水戶數，地震發生後 2~3 天是 65 萬戶，地震發生後約 1 週是 38 萬戶，所以整個市的必要水量如下；

【地震發生後 2~3 天】

$$33 \text{ 公升/戶} \cdot \text{天} \times 65 \text{ 萬戶} = 2.1 \text{ 萬噸/天}$$

【地震發生後約 1 週】

$$77 \text{ 公升/戶} \cdot \text{天} \times 38 \text{ 萬戶} = 2.9 \text{ 萬噸/天}$$

另一方面、使用供水車供水(包括神戶市以外的支援部分)，如果根據神戶市水道局的數據等來推斷的話則如下；

【地震發生後 2~3 天】

$$221.5 \text{ 台/天} \times (3 \text{ 噸/台} \times 5 \text{ 次運行}) = 0.3 \text{ 萬噸/天}$$

【地震發生後約 1 週】

$$401.1 \text{ 台/天} \times (3 \text{ 噸/台} \times 5 \text{ 次運行}) = 0.6 \text{ 萬噸/天}$$

此水量分別只相當於必要水量的 14%、21%。

而學者龜山勤則從緊急配水管線的角度進行分析，他認為當地震災害發生時，緊急供水措施的可歸納如表 4-4 所述之階段性方案。

表 4-4 災害發生時之緊急供水措施

從受害後-3 天	利用水槽車搬運供水 配水池等據點供水 緊急供水量 3 lpcd
4-10 天	約每隔 500m 通水到配水管 在通水的水管上設置臨時供水栓 (道路上) 緊急供水量 20 lpcd
11-21 天	約每隔 200m 通水到配水管 增設臨時供水栓 緊急供水量 100 lpcd
22-28 天後	修復完成 利用臨時配管等供水到每個家庭 受害前供水量(250 lpcd)

資料來源：日本學者龜山勤(1995)

山田淳學者亦針對震災時的經驗提出了以下見解：他在震災時的針對災民進行用水的調查，在調查報告中提到，緊急用水之使用目可分為飲用類(飲料、烹調)、生活類(洗衣服・洗澡)、雜用類(抽水馬桶、清掃、灑水等)等三大類。另外，將震災發生後的可從供水復原情況分類為三階段：第一階段為災民必需自行努力尋找飲用水階段；第二階段則為供水車已能供應最低限度的飲用水；第三階段則為建立臨時的供水系統直到完全恢復正常供水為止。

在他的調查中指出，災民常用的飲用類水主要來自瓶裝水、水井水；而生活類水則使用的是水井水、洩漏的管線水、河川水等。另外，雜用類中家庭內使用的水則常被重複利用。此外，游泳池水

等也提供了重要水源，細部內容如圖 4-3 所示。

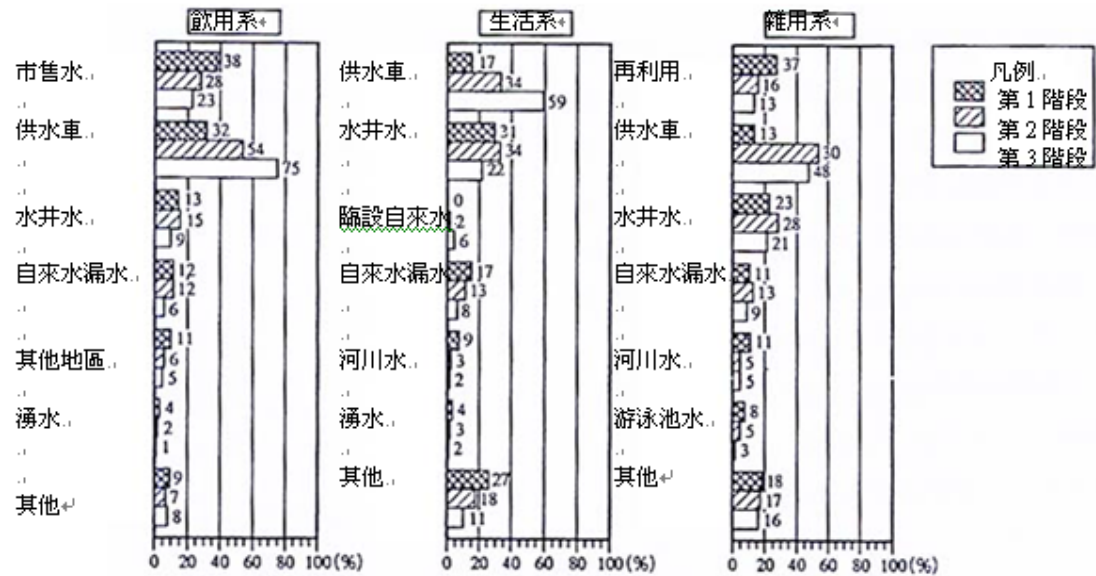


圖 4-3 水的確保方法與其使用目的

資料來源：日本學者山田淳(1995)

圖 4-4 則是所示每人每天的確保水量的之非超越機率分佈。非超越機率表示只可確保某確保水量以下的水量的市民的比率。例如，如果 50% 值是 10 公升，亦即半數的災民是以 10 公升以下之確保水量避難。即使到了第 3 階段也沒有增加很多，表示半數的市民只可確保 23 公升以下。

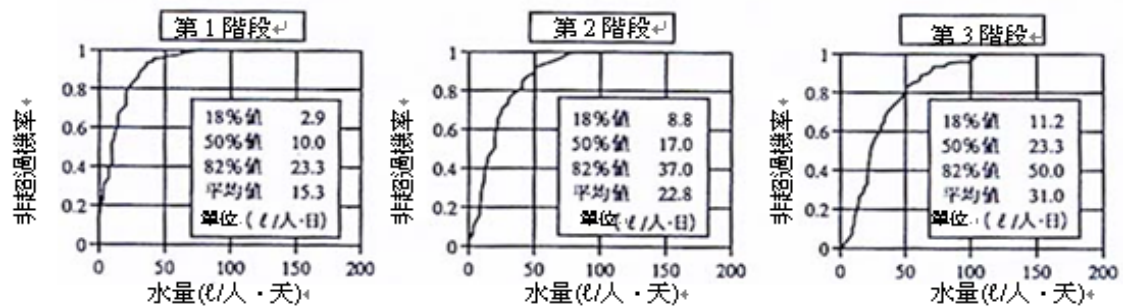


圖 4-4 每人每天的確保水量

資料來源：日本學者山田淳(1995)

圖 4-5 所示是按照使用目的的水量的明細。雜用類跟飲用類一樣，都

是從第 1 階段就有明顯需求，這顯示出廁所的沖洗用水是必要的規劃水量。

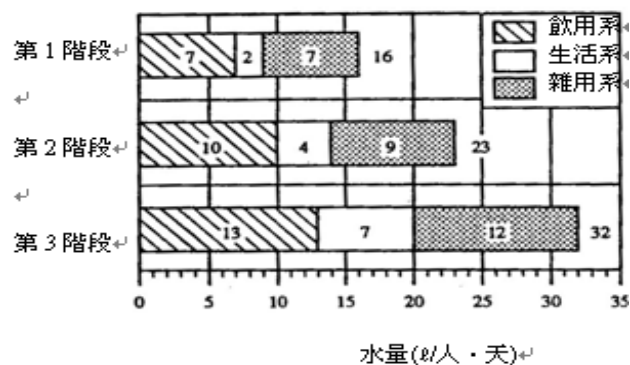


圖 4-5 按照使用目的的平均水量

資料來源：日本學者山田淳(1995)

學者森川一郎於阪神地震災後一個月，針對兵庫縣(神戶市、戶屋市、西宮市)的災民共 649 戶，進行災後用水做實際調查，調查結果以表 4-5 表示：

表 4-5 日本災後用水調查(a-c)

4-5(a) 各階生活用水來源調查

取得生活用水的地方 【複數回答】	1 月 17 日~ 19 日 剛震災後的 3 天		1 月 20 日~ 22 日 第一個週末 3 天		2 月 17 日 約一個月後的 3 天	
	有效數 649	% -	有效數 649	% -	有效數 949	% -
1 無	15	2.3	33	5.1	32	4.9
2 使用自來水	109	16.8	116	17.9	326	50.2
3 使用預先儲存的水	155	23.9	30	3.1	1	0.2
4 從供水車供應	250	38.5	3787	59.6	321	49.5
5 在超商、超市等買水	92	14.2	32	4.9	21	3.2
6 再利用（再利用其他的使用水）	37	5.7	28	4.3	11	1.7
7 以清涼飲料代替	34	5.2	2	0.3	4	0.6
8 從朋友、熟人等取得	299	46.1	185	28.5	93	14.3
9 使用河川的水	102	15.7	116	17.9	64	9.9
10 使用水井的水	174	20.8	13	21.1	93	14.3
11 使用湧水	71	19.9	55	8.5	25	3.9
12 不知道	3	0.5	4	0.6	1	0.3

表 4-5(b) 緊急用水之用途

所取得的水的用途 「複數回答」	有效數 149	% -
1 飲用水	1	0.7
2 烹調用水	9	6.0
3 洗臉用水	6	4.0
4 洗澡用水	1	0.7
5 洗衣用水	59	39.6
6 廁所用之水	139	93.3
7 其他	4	2.7

資料來源：日本學者森川一郎
(1995)

表 4-5(c) 河川取水之調查

【問題】震災時家裡的人有誰使用河川的水作為生活用水或消防用水。	有效數 649	% 100
1 有使用河川的水作為生用水或消防用水	164	25.3
2 沒有使用河川的水	482	74.3
3 沒有回答	3	0.5

【問題】其使用目的是什麼「複數回答」	有效數 649	% -
1 作為生活用水	149	90.9
2 作為消防用水	12	7.3
3 其他	6	3.7
4 沒有回答	1	0.6

第三節 英國對緊急災害之供水之建議

Davis(1997) 在《緊急工程學》中並未如日本學者一般進行詳細的災後調查，只是透過該組織近二十年的協助聯合國的救難經驗，建議最低基本生存需求為 3-5 lpcd;而基本可接受生活品質需求則為 15-20lpcd。

第四節 災害緊急供水之水量需求分配

由於不同國家、不同學者在災後緊急用水的研究上都有不同的表示方式，本研究在收集美國、英國、日本、聯合國等國在緊急災害發生時對於緊急供水之相關文獻後，依照其災害發生之時間長短、使用之目的及使用對象分別歸納彙整於表 4-6，表 4-7，表 4-8 及表 4-9：

表 4-6 災害發生時依時間長短之水量供給標準

資料來源	災害發生時依時間長短之水量供給標準 單位 (lpcd)			
世界衛生組織	短期		中期	
	7		15 ~ 20	
日本學者 山田啟一	第一階段 (地震發生 ~3 天)	第二階段 (4~10 天)	第三階段 (11~21 天)	第四階段 (22~28 天)
	3	20	100	250
日本學者 龜山勤	從受害後~3 天	4~10 天	11~21 天	22~28 天後
	3	20	100	250
日本學者 末次忠司	平日用水	地震發生後 2~3 天	約 1 週後	
	200	34(平時 水量的 17%)	78(平時 水量的 39%)	
日本學者 山田淳	第一階段	第二階段	第三階段	
	16	23	32	
英國學者 Davis	最低基本生存需求量		基本可接受生活品質需求	
	3-5		15-20	

資料來源：本研究自行彙整

表 4-7 災害發生時依使用目的之生存用水分配

資料來源	災害發生時依使用目的之生存用水分配 單位（lpcd）				
世界衛生 組織		飲用水	食物與清 潔	個人衛生	洗衣
	短期	3-4	2-3		
	中期	3-4	2-3	6-7	4-6
日本學者 山田啟一		飲用水		生活用水	
	初期	3		0	
	穩定期	3		6	
日本學者 山田淳		飲用水	生活用水		雜用水
	第一階段	7	2		7
	第二階段	10	4		9
	第三階段	13	7		12
附註	上述分類範圍為：飲用水(飲料、烹調)、生活類(洗衣服・洗澡)、雜用類(抽水馬桶、清掃、灑水等)。				

資料來源：本研究自行彙整

表 4-8 災害發生時針對供水對象之用水分配

資料來源	災害發生時針對供水對象之用水分配 單位 (lpcd)	
世界衛生組織	急醫療中心-門診單位	急醫療中心-住院單位
	5	40-60
日本學者 山田啟一	晚上人口	返家困難者 (假設 4 天後返家)
	初期 3；穩定期 9	初期 3；穩定其 0

資料來源：本研究自行彙整

表 4-9 災害發生時依時間長短之水量供給標準

資料來源	災害發生時依時間長短之水量供給標準 單位 (L/戶・日)		
日本學者 末次忠司	第一階段	第二階段	第三階段
	33	77	113

資料來源：本研究自行彙整

第五節 台灣地區緊急供水確保量之設定標準

為了建立台灣地區日後之災備用水規劃並做為相關法規化之基礎，本研究綜合歸納上述各國之緊急用水標準量之設定，並依據現有情況，建議選訂供水確保量設定之原則如下：

實測值優於慣用值

易於建立實際規劃流程

能適用於災後多元水源之情況

整體環境、文化與台灣類似

在確保用水量規劃之資料來源分為兩個方向，一為政府單位直接訂定的緊急供水計畫（如山田啟一之供水標準是依照東京都緊急供水計畫而設定），另一為災後直接對災民進行使用水相關用水之調查（如山田淳學者之調查研究）。比較這兩大類來源之資料可發現：政府單位規劃之用水量往往少於實際災民需水量。其關鍵在於，政府在訂定時，並無將生活用水及雜項用水規劃在其中，只著重於飲用之緊急供水；然而，其它兩項用水對民眾亦是不可或缺的，因此現行日本政府之規劃不符合實際需求。在台灣，目前相關「地方災害防救治計畫」中，亦多以由開口合約廠商供應瓶裝水，提供災民飲用水，而忽略生活用水及雜用水之規劃。由此可見，實測值與慣用值之差異，對台灣制定標準時有重大的啟發作用，因此，台灣相關單位在制定標準時，應明確考量飲用水、生活用水及雜用水三大用途，以符合實際災後實際狀況。再者，由於災後環境必需考量多元水源，而非單一自來水，如雨水、地下水、河水等，因此因應不同用途之水量可配合選擇多元水源，亦較符合實際規劃需求。

而在相似背景環境考量下，WHO 之確保量設定以非洲、中亞等天災

人禍地區建立難民營及緊急中心為設計基礎；相較於生活水準相對較高，且位處高降雨量之台灣而言，WHO 之設計值明顯偏低，因而不適合使用。另一方面，日本因與台灣同位於歐亞大陸板塊及太平洋板塊交界帶，都面臨地震頻繁的威脅，同時，每年夏秋之際也面臨颱風、洪水之考驗。因此，本研究優先選用日本學者之設計標準。

經上述選評原則之討論及彙整，可發現本章中以日本學者山田淳先生之實測值最適合台灣地區參考。其內容於表 4-10 表示之。

表 4-10 適於台灣地區之緊急用水設計標準

災害發生時依使用目的之生存用水分配 單位 (lpcd)			
	飲用水	生活用水	雜用水
第一階段	7	2	7
第二階段	10	4	9
第三階段	13	7	12
上述分類範圍為：飲用水(飲料、烹調)、生活類(洗衣服・洗澡)、雜用類(抽水馬桶、清掃、灑水等)。			

資料來源：本研究自行彙整

因此，若以擬訂出台灣地區災害發生初期之使用目的之生存用水分配(通常設定時間為 3 天)則各項緊急用水之確保水量，如表 4-11 所示。

表 4-11 台灣災害發生初期時依使用目的之生存用水分配

台灣災害發生初期時依使用目的之生存用水分配 單位（lpcd）	
飲用水	7
生活用水	2
雜用水	7

資料來源：本研究自行彙整

第五章 探討緊急用水水質標準及處理方法

緊急災害的發生常直接威脅到民生用水的供給，而自來水為民生必需品，亦是維繫人民生命與健康所不可或缺的維生系統。一旦自來水系統遭受大規模的地震或因人為因素造成的破壞，導致無法供水，其影響將直接衝擊到民眾基本生活，亦將對人民生存造成重大威脅。除了水量之外，水質亦是重要的課題。在災害發生後，除了常態的供水外，非常態的供水亦是重要的水源，因此其水質標準及緊急處理方法必需要事先就加以分析探討。本研究收集國內外相關文獻，針對緊急災害發生時之緊急用水水質及其簡易處理方法進行彙整。

第一節 緊急用水之水質標準

近年來因土地不斷的超限開發，每當颱風暴雨來襲，就會造成水庫之水源濁度攀升，又台灣集水方式大多以水庫為主，以致災害後常因原水濁度過高而無法供水。目前行政院環境保護署並沒有專門針對非常態供水之飲用水水質標準，僅有在飲用水水質標準第四條及第五條中放寬災害後濁度及自由有效餘氯之標準，其內容如下：

自來水、簡易自來水、社區自設公共給水因暴雨或其他天然災害致飲用水水源濁度超過 200 NTU 時，其飲用水水質濁度得適用下列水質標準，如表 5-1 所示：

表 5-1 災後飲用水濁度標準

項 目	最 大 限 值	單 位
濁度 (Turbidity)	4 (水源濁度在 500NTU 以下時)	NTU
	10 (水源濁度超過 500NTU，而在 1500NTU 以下時)	
	30 (水源濁度超過 1500NTU 時)	

資料來源：環境保護署飲用水水質標準

自來水、簡易自來水、社區自設公共給水因暴雨或其他天然災害致飲用水水源濁度超過 500NTU 時，其飲用水水質自由有效餘氯（僅限加氯消毒之供水系統）得適用表 5-2 之水質標準。

表 5-2 災後飲用水自由有效餘氯標準

項 目	限 值 範 圍	單 位
自由有效餘氯 (Free Residual Chlorine)	0.2 ~ 2.0	毫克／公升

資料來源：環境保護署飲用水水質標準(2005)

綜合上述所言，目前的規定中只將天然災害生時之濁度及餘氯標準分別放寬至 4~30NTU 及 0.2~2.0ppm，至於其它水質標準項目依然比照現行飲用水標準(如表 5-3 所示)。由此可知，現行標準並未考量適用於災後緊急供水時期，以簡易設施處理處理之適用標準。

表 5-3 飲用水水質標準

細菌性標準			
項	目	最大限值	單位
1.大腸桿菌群(Coliform Group)		六(多管發酵法)	MPN／一〇〇 毫升
		六(濾膜法)	CFU／一〇〇 毫升
2.總菌落數 (Total Bacterial Count)		一〇〇	CFU／毫升
物理性標準			
項	目	最大限值	單位
1.臭度(Odour)		三	初嗅數
2.濁度(Turbidity)		二	NTU
3.色度(Colour)		五	鉑鈷單位
化學性標準			
(一) 影響健康物質			
項	目	最大限值	單位
1.砷(Arsenic)		〇・〇一	毫克／公升
2.鉛(Lead)		〇・〇五	毫克／公升
3.硒(Selenium)		〇・〇一	毫克／公升
4.鉻(總鉻) (Total Chromium)		〇・〇五	毫克／公升
5.鎘(Cadmium)		〇・〇〇五	毫克／公升
6.鋇(Barium)		二・〇	毫克／公升
7.銻(Antimony)		〇・〇一	毫克／公升
8.鎳(Nickel)		〇・一	毫克／公升
9.汞(Mercury)		〇・〇〇二	毫克／公升
10.氰鹽(以CN)(Cyanide)		〇・〇五	毫克／公升
11.亞硝酸鹽氮(以氮計) (Nitrite-Nitrogen)		〇・一	毫克／公升
12.總三鹵甲烷 (TotalTrihalomethanes)	〇・一〇	自發布日施行	毫克／公升
	〇・〇八	自中華民國九十五年七月一日起施行	毫克／公升
13.溴酸鹽 (Bromate) (僅限加臭氣消毒之供水系統)	〇・〇一	但自中華民國九十九年一月二日起，所有經消毒後之清水均須符合。颱風天災期間致水源濁度超	毫克／公升

		過 500NTU 時，為因應供水需求及我國特殊氣候水文環境，溴酸鹽標準在該期間不適用。	
揮發性有機物	14.三氯乙烯 (Trichloroethene)	○・○○五	毫克／公升
	15.四氯化碳(Carbon tetrachloride)	○・○○五	毫克／公升
	16.1,1,1-三氯乙烷 (1,1,1-Trichloroethane)	○・二○	毫克／公升
	17.1,2-二氯乙烷 (1,2-Dichloroethane)	○・○○五	毫克／公升
	18.氯乙烯 (Vinyl chloride)	○・○○二	毫克／公升
	19.苯(Benzene)	○・○○五	毫克／公升
	20.對-二氯苯 (1,4-Dichlorobenzene)	○・○七五	毫克／公升
	21.1,1-二氯乙烯 (1,1-Dichloroethene)	○・○○七	毫克／公升
農藥	23.靈丹(Lindane)	○・○○○二	毫克／公升
	24.丁基拉草(Butachlor)	○・○二	毫克／公升
	25. 2,4-地(2,4-D)	○・○七	毫克／公升
	26.巴拉刈(Paraquat)	○・○一	毫克／公升
	25. 2,4-地(2,4-D)	○・○七	毫克／公升
	26.巴拉刈(Paraquat)	○・○一	毫克／公升
	27.納乃得(Methomyl)	○・○一	毫克／公升
	28.加保扶 (Carbofuran)	○・○二	毫克／公升
	29.滅必蟲 (Isoprocab)	○・○二	毫克／公升
	30.達馬松 (Methamidophos)	○・○二	毫克／公升
	31.大利松(Diazinon)	○・○○五	毫克／公升
	32.巴拉松(Parathion)	○・○二	毫克／公升
	33.一品松(EPN)	○・○○五	毫克／公升

34.亞素靈 (Monocrotophos)	○・○○三	毫克／公升
(二)可能影響健康物質		
項 目	最 大 限 值	單 位
1. 氟鹽(以F計)(Fluoride)	○・八	毫克／公升
2. 硝酸鹽氮 (以氮計)(Nitrate-Nitrogen)	一○・○	毫克／公升
3. 銀(Silver)	○・○五	毫克／公升
(三)影響適飲性物質		
項 目	最 大 限 值	單 位
1. 鐵(Iron)	○・三	毫克／公升
2. 錳(Manganese)	○・○五	毫克／公升
3. 銅(Copper)	一・○	毫克／公升
4. 鋅(Zinc)	五・○	毫克／公升
5. 硫酸鹽(以SO ₄ ²⁻ 計)(sulfate)	二五○	毫克／公升
6. 酚類(以酚計)(Phenols)	○・○○一	毫克／公升
7. 陰離子界面活性劑(MBAS)	○・五	毫克／公升
8. 氯鹽(以Cl計)(Chloride)	二五○	毫克／公升
9. 氨氮(以氮計) (Ammonia-Nitrogen)	○・一	毫克／公升
10. 總硬度(以 CaCO ₃ 計)(Total Hardness as CaCO ₃)	三○○	毫克／公升
11. 總溶解固體量(Total Dissolved Solids)	五○○	毫克／公升
(四)有效餘氯限值範圍(僅限加氯消毒之供水系統)		
項 目	最 大 限 值	單 位
自由有效餘氯 (Free Residual Chlorine)	○・二 ~ 一・○	毫克／公升
(五)氫離子濃度指數(公私場所供公眾飲用之連續供水固定設備處理後之水，不在此限)限值範圍		
項 目	最 大 限 值	單 位
氫離子濃度指數(pH 值)	六・○ ~ 八・五	無單位

資料來源：環境保護署飲用水水質標準(2005)，本研究再自行彙整

第二節 緊急用水水質處理措施

一般自來水處理的程序可簡單分為：取水→導水→淨水→送（配）水。其中淨水是指原水進入淨水場後經過混和、膠凝、沉澱、過濾、消毒等淨水程序，以去除水中的雜質及病菌。在緊急用水的淨水程序中，本研究著重於過濾和消毒的步驟，彙整國內外相關文獻，並將其歸納分析。

壹 台灣飲用水處理之法規

自來水消毒法大部份採用氯氣或次氯酸鹽，有些歐美國家使用臭氧消毒。配水管網中必須維持一定之餘氯量以防止細菌再滋生，而臭氧則無法維持餘量。依據臺灣省飲用水管理條例施行細則第九條「飲用水之消毒，自來水依自來水法有關規定辦理；地面水及地下水，由縣、市主管機關指導用戶依下列方法行之：

1. 地面水應視實際情形選擇適當處所加氯。
2. 挖井得在井內直接加氯。
3. 管井備有蓄水池者，應在蓄水池加氯，必要時，得拆開汲水器消毒。
4. 加氯消毒量以水中之自由有效餘氯量能經常維持百萬分之零點二至零點五為準。

遇有水災或疫癘流行時，應加強消毒，並自動提高水中自由有效餘氯量在百萬分之零點五至一點五。而臺北市飲用水管理條例施行細則第十條飲用水之消毒方法如下：

1. 加氯法：係指飲用水中加入適量之漂白粉水，液氯、或次氯酸鈉，以消滅水中病原微生物而言。適用於自來水、地下水及地面水，經消毒後之水質應符合前條第一項第一款及第三款第六目之規定。

2. 紫外線照射法：係指設置紫外線殺菌燈照射，以消滅飲用水中之病原微生物而言，適用於自用或公共場所經處理後之小型飲用水系統。經消毒後之水質應符合前條第一項之規定。
3. 煮沸法：係指以煮沸方法消滅飲用水中之病原微生物而言，經消毒後之水質應符合前條第一項之規定。
4. 其他經濟有效之方法。

加氯法、紫外線照射法、氯劑之優點為消毒效果完全，可應用於各種大小水量之消毒，且水中的餘氯仍具消毒效力等。

貳 WHO 緊急災害之水質處理方法

聯合國世界衛生組織在緊急處理飲用水中，提出快速短期的水質處理措施，其所描述的方法是適合取自任何的水源，但只能清除物理和微生物污染，對於化學品的污染如工業廢液，通常無法去除。一般來說，水處理的情況取決於原水水質，所以有些程序是可依實際情況忽略的。

圖 5-1 為在家中時水處理的一般步驟：

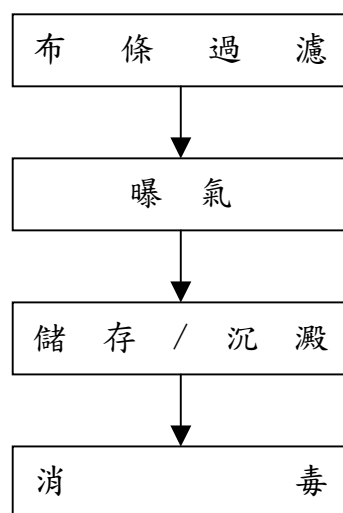


圖 5-1 在家中水處理的一般步驟

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

其具體之布條過濾、曝氣、貯存及消毒等方法說明於下列各項：

一、布條過濾

將水倒入通過依張乾淨的棉布，將能消除一定數量的懸浮泥砂及固體，而布料的選用很重要，需選擇乾淨的棉布，避免引入更多的污染物，而單纖過濾布可適用於龍線蟲病的過濾。

二、曝氣

曝氣是水處理過程中，使水密切接觸空氣，增加水中含氧量的一個重要過程。隨著水中含氧量的增加揮發性物質，如硫化氫、甲烷混著難聞的氣味都能去除；水中的二氧化碳容量降低；亦能去除沉澱和過濾溶解礦物質，如鐵、氧化錳。

曝氣的方式很多種，在家庭層面，將容器內裝滿水放置 30 分鐘後讓水中懸浮微粒沉澱至底部。對於規模較大的曝氣，可讓水緩慢的通過一個或多個通風良好的小石塊穿孔盤，如圖 10。



圖 5-2 曝氣盤

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

三、儲存/沉澱

當水在安全的條件下儲存了 17 天，有大部分約 50% 的細菌會死亡。此外在貯藏過程中懸浮固體和一些病原體亦會沉降到容器的底部，這些容器應有蓋子且方便定期清洗以避免二次污染。圖 11 為一個家庭能採用的儲存方式。



圖 5-3 三鍋處理系統

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

四、過濾

過濾是將污水通過多孔介質如砂，其方式很多包含使用簡單的升流式沙濾器、木炭過濾、陶瓷過濾等。

五、簡單的升流式沙濾器

簡單的家用過濾器，可放在陶土、金屬或塑膠容器中，容器中充滿層層的砂礫和導管，使水向上或向下流通過過濾器，圖 5-4 展示了一個簡單快速的向上過濾方式。

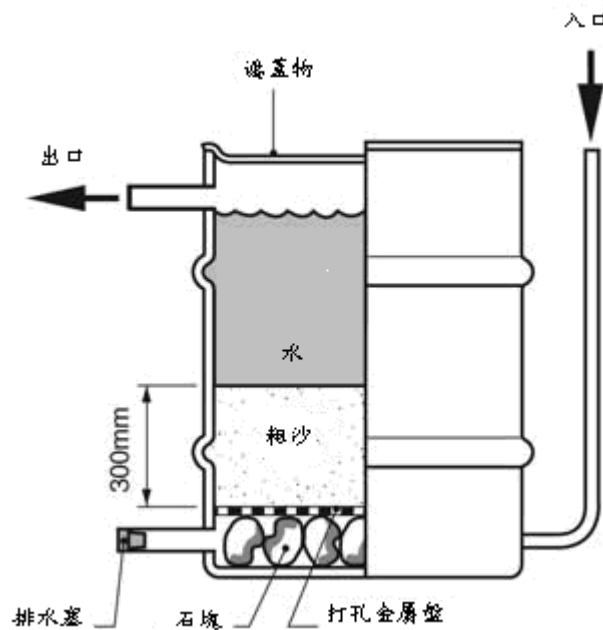


圖 5-4 簡單的上流快速砂濾池

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

它具有粗砂（約 0.3 深度）的晶粒，尺寸為 3 至 4mm 的直徑，並有礫石曝氣在穿孔金屬板上，此種過濾器每小時可達 800 公升。它必須定期拆除清理砂石，以避免泥沙的淤積，此外這種過濾器不能有效的清除病原體，因此，必須對水進行消毒或放置 48 小時，方可使用。

六、木炭過濾

木炭本身可很有效的去除一些氣味和顏色，普通的木炭即可在當地使用，但活性碳更為有效，相對的亦較昂貴。圖 5-5 為一個兒童基金會流砂過濾器，如果木炭沒定期更新或閒置時間過長，將會滋生有害細菌。

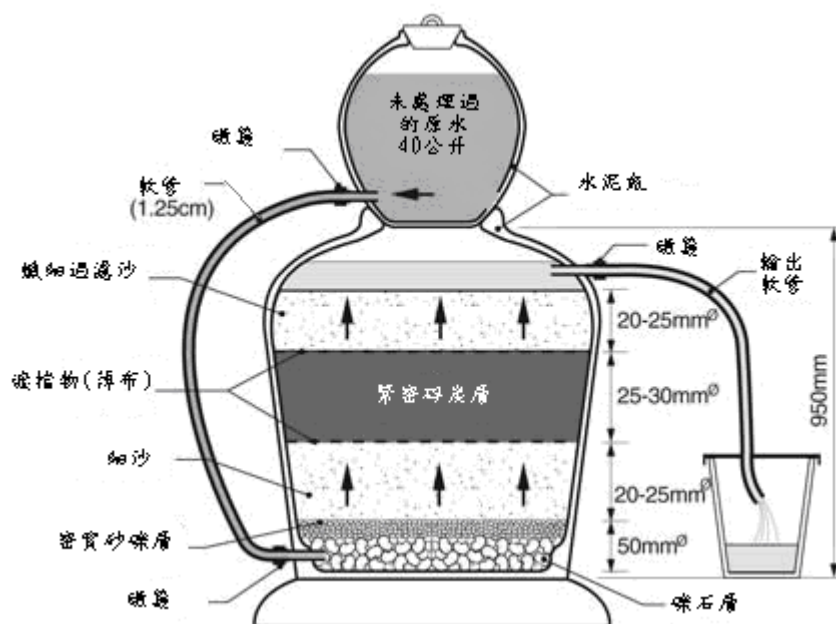


圖 5-5 兒童基金會上流木炭過濾器

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

七、陶瓷過濾

水可以透過陶瓷來過濾，這些有時被稱為「蠟燭式陶瓷濾心」。在這過程中水中的懸浮微粒是透過物理的方式去除之，過濾後的水必須煮沸或消毒。陶瓷過濾可在本地製造，亦有很長的儲存壽命，可備於未來的緊急情況發生。

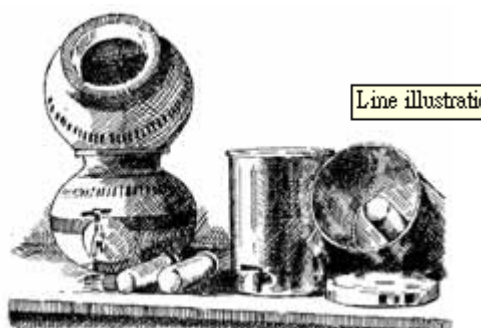


圖 5-6 蠟燭式陶瓷過濾

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)



圖 5-7 陶瓷過濾器之操作

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

八、消毒

雖然可以透過上述過程沉澱並過濾些懸浮微粒和微生物，但無法保證有害細菌能完全的清除。消毒是水處理過程中，確保飲用水免受有害生物或病原體的存在。有很多方式可進行消毒，在家庭層面中可使用方法如下：

（一）沸騰消毒：煮沸是十分有效的方法，能消滅各重病原體如病毒、孢子、蠕蟲卵等，將水煮沸至少 5 分鐘，最好是可達 20 分鐘，缺點是必須消耗的能源成本也相對提高。

（二）氯氣消毒：是一種最被廣泛使用的化學消毒法，使用操作上很方便，成本亦較低。若能正確的使用，氯氣會殺死所有的病毒和細菌。氯的存在形式包括液體、粉劑和片劑，氯是常見可供住戶作為漂白水之化學藥劑，通常氯氣濃度為 1%，在消毒過程中和水中的病原體接觸至少要達 30 分鐘，但須注意若劑量過多則會影響水體的味道。

（三）太陽能消毒：是利用太陽光來消滅水中的病菌。將水裝置透明的塑膠容器中，使其在充足的陽光下約 5 小時（或在連續兩天百分之百的陰天）。消毒的原理是藉由多種輻射及熱能效應，水的溫度應至少達 50°C。圖 5-8 是將瓶子半邊變黑色來增加熱量。

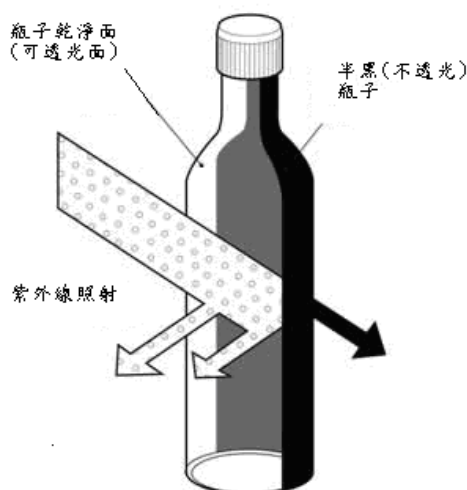


圖 5-8 太陽能消毒法

資料來源：聯合世界衛生組織(2005)

參 美國環保署緊急災害之水質處理方法

美國環保署針對災害發生時，選擇消毒的方式一般為將水沸騰和化學處理兩種。

一、沸騰

煮沸是使水安全飲用最好的方法，可殺死常出現在河流或湖泊中的致病微生物，如梨形鞭毛蟲和隱孢子蟲等。如果不妥善的處理和解決這些寄生蟲，經飲用後會引起腹瀉、疲勞、痙攣等症狀，而隱孢子蟲的高抗消毒會引起腹瀉、噁心或胃絞痛。煮沸過濾時間約需 1 分鐘（在海拔高於一哩需煮沸 3 分鐘）。

二、化學處理

沸騰的方式並不能處理掉全部的致病菌，而化學物質能去除大部分的有害或造成疾病的微生物。在進行化學處理時，水體必須先經過過濾和沉澱步驟，氯和碘是常被用來處理水的化學物質，它們能有效的保護水體免遭受寄生蟲的污染，但對於抗藥性強的隱孢子蟲就未必能有效的

控制。

氯氣在控制寄生蟲方面通常比碘更有效，而消毒時最好使用溫水來進行。一般民眾亦可使用家用含氯漂白劑對水體進行消毒。通常家用含氯漂白劑會有 5.25% 的有效氯，表 5-4 為用濾消毒的使用指南：

表 5-4 加氯消毒使用指南

	加入氯滴數		
有效氯濃度	每夸脫	每加侖	每公升
1%	10	40	10
4-6%	2	8(1/8 茶匙)	2
7-10%	1	4	1

資料來源：美國環境保護署(2005)

加氯消毒食水中應該會有輕微的氯氣氣味，如果沒有可以重複劑量，並讓水停留 15 分鐘，如果水中具有過於強烈的氯氣味道，應讓水體暴露在空氣中停留幾小時。

亦可使用碘酒消毒，家中醫藥箱中的碘酒即可對水體進行消毒，在水中滴入 5 滴碘酒可下降二個百分點，若是水體較混濁時可滴入 10 滴並停留至少 30 分鐘以上。

美國環境保護署提供的簡易的水質處理要點說明，教導美國民眾自行進行簡易的水質處理，其處理程序及步驟如圖 5-9 所示：

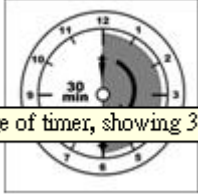
利用布條或乾淨衣服過濾可去除懸浮微粒。	
煮沸是最可靠的方法，可殺死常出現在河流中的致病微生物如梨形鞭毛蟲和隱孢子蟲。	
使用化學物質進行消毒可殺死大部分的有害或造成疾病的微生物，氯氣和碘為最常見兩種處理水之化學物質。	
可使用含氯化合物的漂白劑對水進行消毒（1/8 茶匙約和 8 滴的數量相同）	
居家醫藥箱中的碘酒可用於水體的消毒。	
當水混濁時可滴入 10 滴碘酒並停留至少 30 分鐘。	

圖 5-9 簡易的水質處理程序

資料來源：美國環境保護署(2005)

肆 英國執照救難工程師組織之水質處理方法

英國執照救難工程師組織在水質處理部份中提出，過濾在水體處理上為一種固體-液體分離的程序，它和沉澱的差異是過濾能去除微小的顆粒。過濾的方式有很多，包含粗濾、細濾、陶瓷濾等，圖 5-10 為兩種為慢砂桶過濾和前過濾的設計。而圖 5-11 則為陶瓷過濾系統的一個示意圖。

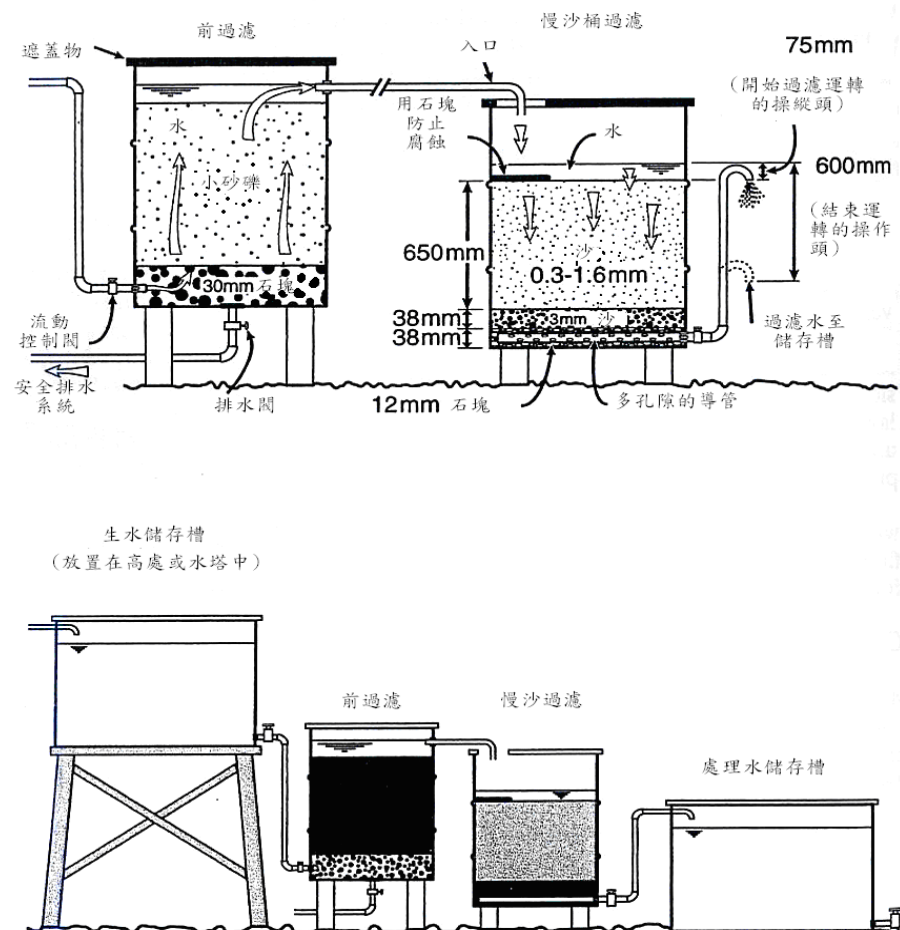


圖 5-10 兩種含前過濾與慢砂桶過濾的緊急用水處理設計

資料來源：英國執照救難工程師組織(1997)

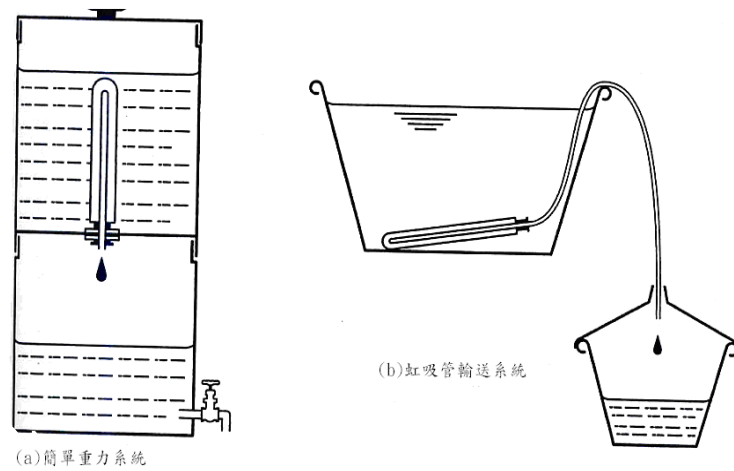


圖 5-11 陶瓷過濾系統

資料來源：英國執照救難工程師組織(1997)

在過濾的程序中，快濾池及慢濾池各有其不同的功能及重要性，在實際使用中必需適當的同時應用，以維持高效能的過濾效果。表 5-5 為有關慢砂濾池和快濾池之相關比較：

表 5-5 慢砂濾池和快濾池之比較

	慢砂濾池	快濾池
濾材	細	粗
濾速	慢率：0.1-0.3 m/h	快率：5-15 m/h
去除機制	沉澱作用、吸附作用、篩除、化學和微生物程序	沉澱作用、吸附作用、篩除、化學和微生物程序
主要去除機制	微生物	物理機制 特別是吸附作用
重要的應用	處理濁度較低的水（＜20NTU）；而後加氯對於分配的可飲用水仍是需要被執行的	處理濁度較低的水－在配水前加氯消毒是必要的；處理高濁度的原水需要在膠凝、沉澱過程；可去除鐵、錳
主要優點	充分降低致病的細菌、濾過性病毒，去產生可適飲的水	規模小
主要缺點	只能有效力的處理低濁度的水	不能保護沒有更進一步處理的水；濾池需要定期的反沖洗－通常牽涉到幫浦

資料來源：英國執照救難工程師組織(1997)

在水處理消毒部份，提出以氯化消毒作用。氯為目前最廣泛使用的消毒劑，由於它具有用量少、便宜且在充足加量下能產生一定的餘氯量等優點。氯消毒通常以氯氣或次氯酸鹽形式加入水中消毒，其中氯氣較常被使用。表 5-6 為使用氯消毒的優點和缺點：

表 5-6 使用氯消毒的優點和缺點

優點	缺點
1. 它有很多種型態：包含粉末、細粒、液態、氣態。 2. 它在操作上容易使用且價格便宜。 3. 容易溶解。 4. 殘留在水中的氯可提供一些保護以預防二次污染。 5. 它可以廣泛的消滅病源體。	1. 它是一個很強的氧化劑，使用時要特別小心，勿將氯氣吸入體內。 2. 它不能有效的穿透顆粒性物質。 3. 只要藥劑輕微過量即會產生一種難聞的味道，而這味道會使人以為這水不安全而不敢飲用。 4. 它在有效力對抗一些病源體—原生動物和後生動物的卵包、濾過性病源體—需要較高的劑量及較長時間的接觸。

資料來源：英國執照救難工程師組織(1997)

第六章 緊急用水來源探討

第一節 替代水源

當緊急災害發生時，如何取水？水的來源為何？是一個重要的課題。本研究收集了日本、印度、英國等國外相關實際案例文獻分述如下：

壹 英國執照救難工程師組織(RedR, Registered Engineers for Disaster Relief)曾建議可考量的替代水源包括：雨水、河水、湖水、泉水、淺井水及深井水。並針對不同緊急水源提供各種取水、貯存、處理及分配之方法。

貳 日本經驗

依 Yamada(2000)分析 1995 年日本阪神大地震災民在災後避難階段之緊急用水來源，包括有：瓶裝水(市售礦泉水)、給水車、井水、管線破漏水、河水、雨水、設備貯水(游泳池、噴水池、消防水、熱水貯筒)等。

參 印度地震經驗

2001 年印度發生古吉拉特(Gujarat)大地震後，造成嚴重的傷亡，聯合國發展規劃署(UNDP)於災後協助印度內政部擬定了《災害風險管理規劃》(disaster risk management program)，建立社區民眾參與(community based)的由下而上防災規劃，並推動「抗危害建屋計劃」(hazard resistant housing)，其中將屋頂屋雨水利用系統納入主要的自主性替代水源。

肆 南亞海嘯經驗

2004 年 12 月在南亞大海嘯之後，聯合國兒童基金會(UNICEF)(2005) 在受害嚴重的馬爾地夫島上協助建置了 2,600 座雨水收集槽，此外亦有許多非政府組織 NGO 投入類似的雨水自足計劃中。

伍 日本雨水利用經驗

在東京，雨水的收集與利用是為了減輕水資源的短缺、洪災的控制及確保災害緊急用水。1985 年在 Sumida 市建造的 Ryogoku Kokugikan 相撲摔角競技館就是一個有名的大規模利用雨水系統，提供雨水收集系統屋頂集水面積達 8,400 平方米，收集到的雨水集中到地下容量達 1,000 立方米的儲水池，供廁所沖水和空調用；Sunida City Hall 使用類似的系統，根據 Kokugikam 的例子使得東京許多新的公共設備也開始引進雨水利用系統。

在社區的層次中，有另一種簡單且獨特的雨水利用設備 Rojison(路地尊)已經被東京 Mukojima 地區的居民設置來收集私人住宅屋頂的雨水供澆灌用水、消防及緊急用水之需。截至目前，東京約有 750 個私人和公共建物已設置雨水收集和利用系統，目前不論是公共或私人建築雨水利用的風潮是十分盛行的。

由上述文獻可歸納出當緊急災害發生時，替代水源包含雨水、地表水（河水、湖水）、地下水（泉水、淺井水及深井水）、瓶裝水(市售礦泉水)、給水車、管線破漏水、設備貯水(游泳池、噴水池、消防水)等等，本研究在規劃中優先考慮配水池之自來水系統，其次為雨水、地表水、地下水、井水等，再分別針對飲用水、生活用水及雜用水提出各種用途之可用性建議，其結果如表 6-1。

表 6-1 替代水源之評估

		飲用水	生活用水	雜用水
自來水		○	○	○
已處理	地下水	○	○	○
	雨水	○	○	○
	地表水	○	○	○
	其他	○	○	○
未處理	地下水	×	△	○
	雨水	×	○	○
	地表水	×	×	○
	其他	×	○	○

○水質可直接使用 △水質尚可 ×水質不可使用

資料來源：本研究自行彙整

第二節 災備用水設計程序流程圖

由於不同型式之災害對供水系統會造成不同之衝擊，本研究在規劃時，將災害分為兩個類型，一為暴雨型災害（如颱風），另一則為非暴雨型災害（如地震）。做此分類的因素在於規劃的策略順序不同，前者除配水池之自來水儲水外，會優先考慮當次降雨之利用，如設置雨水貯集系統來收集雨水，不但可達到減洪之功效、增加水資源利用亦可減輕對災害系統的負荷；而後者除原配水池外則是先考量的地下水及地表水之利用，並在規劃過程中對地下水、地表水及雨水利用系統進行評估分析。圖 6-1 及圖 6-2 分別為暴雨型及非暴雨型災害之規劃流程圖。此二流程會分別產生不同的災備用水設施之建議內容，再將二者結果綜合，取其「聯集」，做為災備用水設計原則。

壹 暴雨型災害之規劃流程

在暴雨型災害規劃流程中，本研究優先考量的是大樓本身的配水池自來水系統設備。為避免下配水池因暴雨淹水影響使水質遭受污染而不堪使用(往往導致化糞池水污染下配水池之自來水)，故只考慮上配水池的配水設備。依山田啟一學者針對受水量之推斷中提及，建議可假設災害發生時，原配水池容量之 1/4 可設定為災備用水之可使用量。學者亦指出假設在外界無法供水的狀態下，由於水中有氯殘留的關係，放置三天內皆可以當作飲用水來使用。另外，若不讓空氣進入，容器裡放滿水密封後存放在陰涼處，約兩週內亦仍可飲用。不過，如果考慮到高溫時期等，經過幾天後的儲水槽水，作為生活用水會較為恰當。

由於現行各地方政府依「地方災害防救計劃」所規劃之避難中心，大部份地區已能提供瓶裝飲用水供民眾使用，因此，所規劃所需之供水標日需視實際情況而定(如以飲用水+生活用水+雜用水，或生活用水+雜用水)，因此，所能提供之災備用水量必須大於總需水量乘以規劃用水量所佔之比例。若配水池容量本身無法負荷其需求量，第二步則考量雨水利用系統並進行評估分析，評估項目包含：評估當地降雨資料、可裝設桶子之總容量評估、收集面積與雨水流量評估、取用目的與處理水質方式、經濟性與管理維護條件及建設計畫與相關的設置條件系統設置空間等等。若評估後為可裝設，則除本身雨水貯集系統外需另附加簡易淨水器。假設評估後無法設置則進一步考慮地下水源，其評估內容為地下水源是否穩定充足、水質是否遭受污染及當斷電時是否具自動發電取水設施或手動幫浦。因地下水源通常較乾淨亦較穩定，故作為生活用水是可行的，但由於暴雨型災害尚包含海嘯及洪災，故水質遭受污染的機會在此時亦會相對提高，若仍不可行最後則考慮加裝儲水系統，其容量值需大於上配水池之不足量。

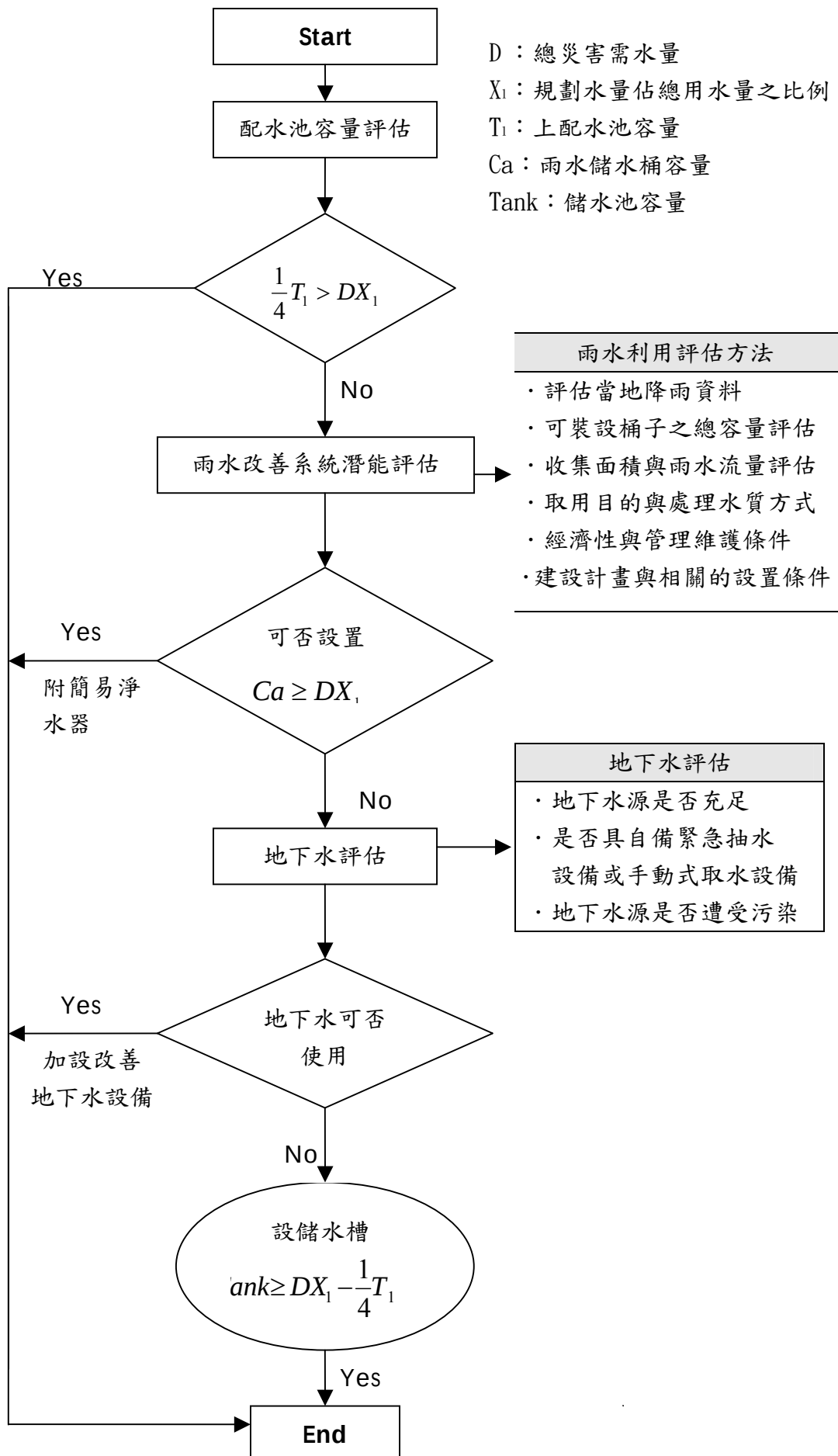
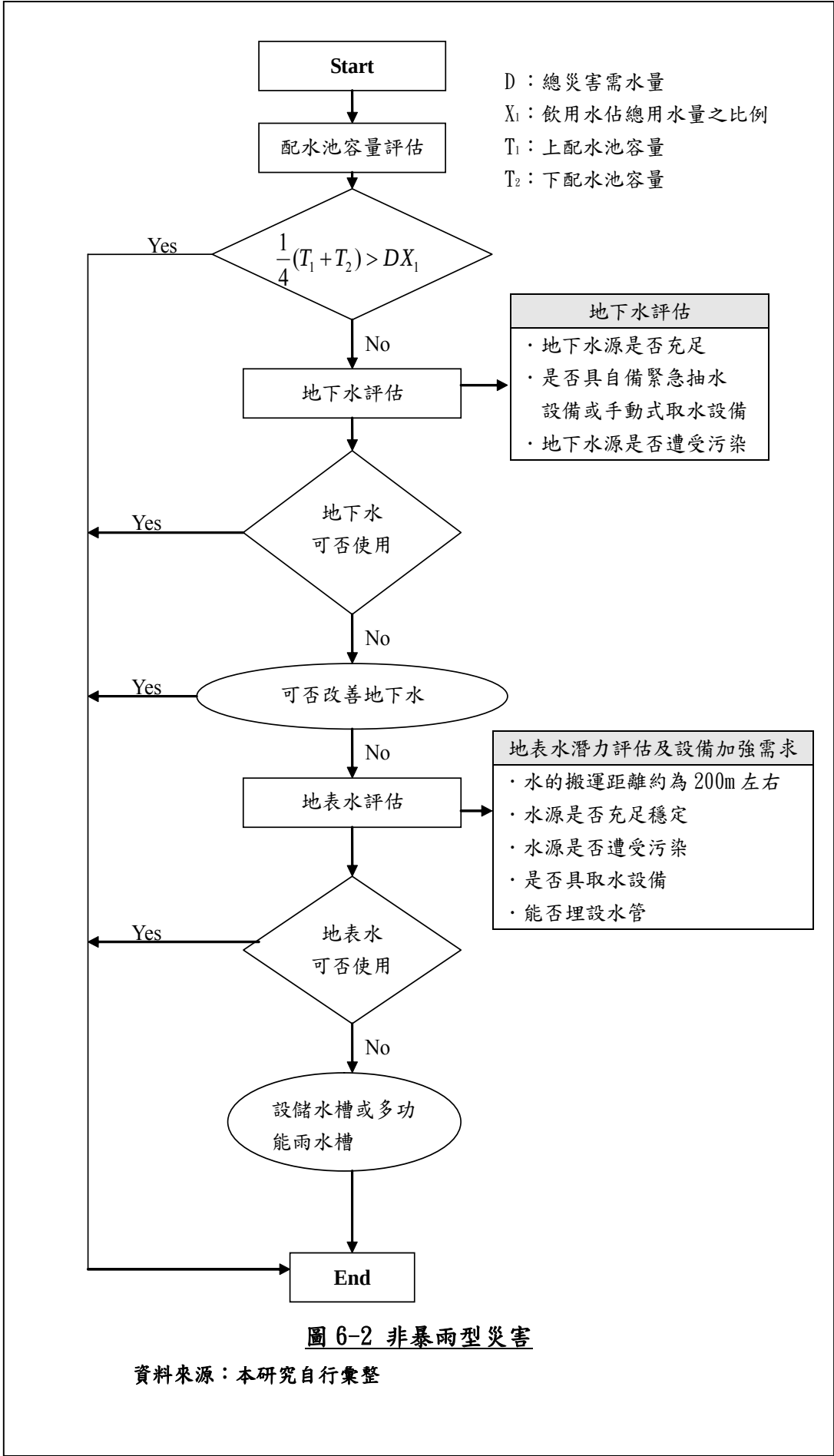


圖 6-1 暴雨型災害

資料來源：本研究自行彙整

貳 非暴雨型災害之規劃流程

在非暴雨型災害規劃流程中，本研究優先考量的亦是大樓本身的自來水系統設備。因為非暴雨型災害，故不需考量下配水池會因暴雨影響使水質遭受污染而不堪使用，因此，此容量設計將上配水池及下配水池皆納入考慮。同樣的，設定配水池容量 $1/4$ 可作為確保容量 2。本研究目標規劃設立災備用水量，故此值必須大於總需水量乘以飲用水所佔之比例。若配水池容量本身無法負荷其需求量，第二步則考量地下水之利用，評估方法和暴雨型災害之方法相同，包含地下水源是否穩定充足？水質是否遭受污染？若供電系統失常，是否自備緊急抽水系統或手動式取水設備？若經評估無法使用則進一步將地表水納入評估項目，在地表水部份除須考量其潛力之外亦須考量設備之加強，評估項目包含取水點之距離是否在 200m 範圍內？水源是否充足穩定不受污染？是否有埋設水管及取水設施並加設過濾設備？若仍無法滿足需求，本研究最後將考慮設置儲水槽或多功能雨水槽。



第三節 設計建議

由於本研究的規劃的重點在於「災備用水」，即是災害防救四階段中的準備階段，而非傳統的災後應變。因此必須事先將暴雨型與非暴雨型災害規劃流程分別進行後，整合各流程的結果，取其聯集，做為規劃原則，如此方可應付各種災害類型。而兩個流程最大的差別在於非暴雨型有將地表水系統考慮進去，而暴雨型因考量到地表水體會遭受污染而並未列在規劃範圍內；其次因降雨量的不同而規劃的策略順序亦不盡相同。因此本研究綜合歸納上述兩種災害類型之規劃方式提出下列建議：

事先規劃出災害可能影響之範圍，並劃分防災區塊，以方便計算範圍內之避難人數及對象。若災害發生在白天，必須將返家困難者亦考慮在其中。

規劃防災時間為3天（即災害發生之第一階段），由於在地方災害防救計劃中，大部份地區皆能由避難中心提供瓶裝飲用水供民眾使用，故規劃者應事先參考地方政府之防救災計劃，若該計劃已完善，則規劃供水標的則以生活用水及雜用水為主；若緊急飲用水供應計劃不完備，則應再將飲用水納入規劃範圍。

規劃取水來源包含優先考量的大樓本身的配水池自來水系統設備、雙功能雨水利用系統、儲水槽、地下水及地表水。而貯備自來水的配水池以其1/4容量做為可供應之災備用水量。若避難區為學校或其它公共設施備有游泳池設備，則亦可將游泳池水納入規劃流程。然而，務必確認游泳池的管理使用方式(有些泳池於冬季不開放使用，並且不蓄水)。

若災害之發生是可預知的，應告知民眾停水訊息，並於三天前儲備水源，以防緊急用水。

由於此規劃用於生活用水及雜用水之規劃用水並非飲用水，所以水

質要求相對較低。若需供飲用水使用，除預貯之自來水外，來質需經過處理，可參照第五章的緊急用水水質處理方式來淨化水質，或裝設具免電力之商業濾水設備。

第七章 雨水利用作為災備用水之探討

雨水利用是一種小型分散式的水源，位於地震、颱風頻繁的地區，單一供水系統很容易因災害而供水失敗，此時，小型分散的水資源系統就可發揮緊急供水的功能，減少主系統失敗後的損失。因此，若能在規劃階段，就能雨水利用系統與防災系統結合，發展出考量防災功能的雙功能雨水利用系統，對面臨未來無法預測的各種災害，將有重要貢獻。

近年來，將雨水利用系統做為災後緊急用水來源上，已有許多實際案例，例如：2001 年印度古吉拉特(Gujarat)大地震發生後，在聯合國環境規劃署(UNDP)的協助下，印度內政部擬定了《災害風險管理規劃》(disaster risk management program)並將屋頂雨水利用系統納入「抗危害建屋計劃」中作為替代水源。2004 年南亞大海嘯之後，聯合國兒童基金會(UNICEF)(2005) 在受害嚴重的馬爾地夫島上協助建置了 2,600 座雨水收集槽，此外亦有許多非政府組織 NGO 投入類似的雨水自足計劃中。然而，除了亡羊補牢外，如何防範於未然，事先規劃具平日與急難時雙用途之雨水利用設施，或改良現有的雨水利用設施，將對提昇災區人民的生存條件，具有重大意義。

第一節 單一功能緊急備水、雨水利用系統之比較

緊急用水意指在主要的供水系統失效時，用以供應人們生存及生活所需之用水。「行政院災害防救委員會」擬定的《災害防救基本計劃》中「避難收容」乙節指出，各地方各級政府應依災害特性、人口分布、地形狀況等條件規劃避難場所，同時該場所需設有貯水槽、食物、醫葯等。其中貯水槽的目的在於供應災民緊急用水。傳統防災規劃緊急供水常用的方法是事先以容器貯存備用，或由外地運水進入災區。若以本研究擬探討的雙功能之雨水利用系統相互比較，其優缺點可由表 7-1 表示。

表 7-1 事先貯備水與雙功能雨水利用系統之比較

比較項目	事先貯備緊急備水	雙功能雨水利用系統
定義	封閉式貯水，僅在災害時啟用	開放式貯水，隨時收集雨水及每天使用，並預留呆水位以備災害發生
防災供水豐裕度	中(視設計人數及天數而定，不受季節影響)	高，除預先留存外尚可利用災害期間雨水，但視降雨情況而定
持續性	低(用完就沒有)	較高(降雨時可持續供水)
水質	不受外界影響，但久置可能陳腐，需人為時常更新	易受外界影響，但可自主更新，做為飲用水需加過濾設備或煮沸
平日效益	僅有預防性功能，平日無任何效益	增加水資源利用率，降低地表逕流，節省能源

資料來源：本研究自行彙整

第二節 雙功能雨水利用系統

傳統的單功能雨水利用系統，是收集屋頂或其它集水面積於降雨時所產生的逕流。經簡易處理後，即可供應水質需求較低之用途，如沖廁、澆灌、洗車等用途。

雙功能雨水利用系統則是在雨水貯集桶中，預留一定呆水位。平日僅取用上層之有效水位。呆水位則於緊急情況發生時使用。其簡單示意圖如圖 7-1 所示。

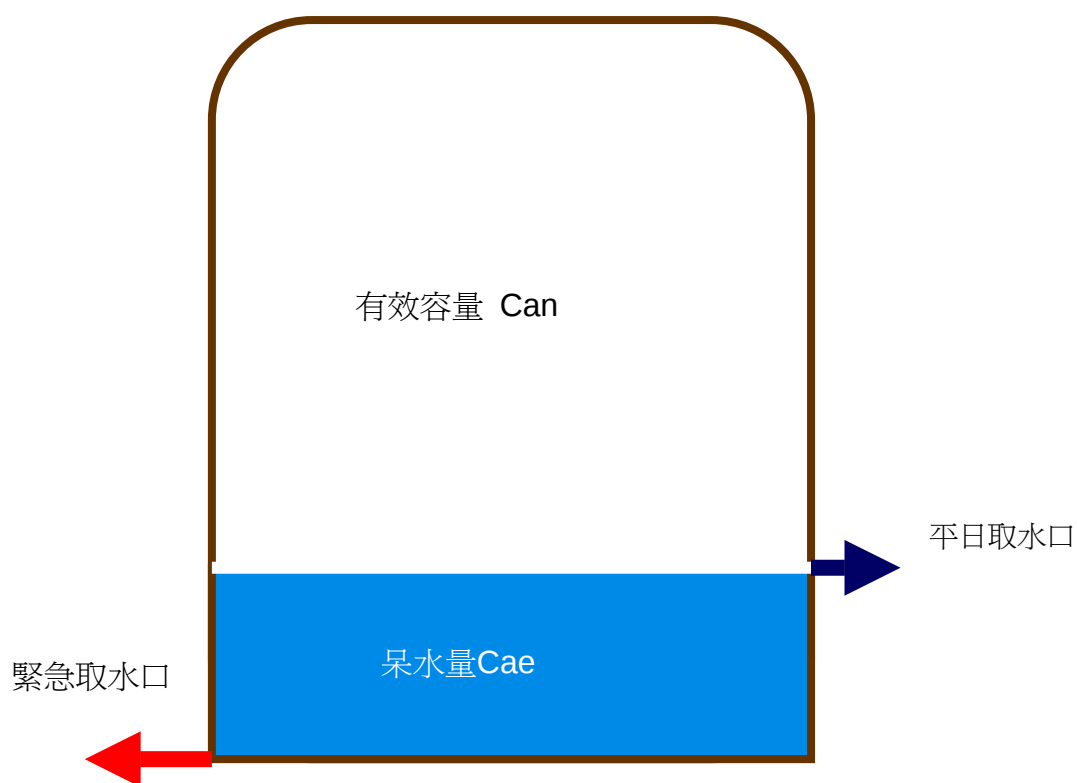


圖 7-1 雙功能雨水利用系統示意圖

資料來源：本研究自行繪製

第三節 災害與供水的分析

不同類型的災害，如颱風、地震、戰爭等，會對原供水系統產生不同形態的危害，並產生不同雨水利用之潛能，其細節如表 7-2 所列。

表 7-2 不同災害的衝擊及對雨水系統的反應

	對原供水系統可能的危害	雨水利用之潛能分析
地震	供水設施如水壩、淨水廠受破壞 供水管線系統受破壞 供電系統受破壞以致無法運作供水系統	發生時間無法預測，供水能力受乾濕季影響，應有預貯之呆容量因應
颱風 颶風 暴雨	原水濁度過高導致無法正常供水 供水設施如取水站、淨水廠遭破壞、污染水源 引發土石流或崩塌破壞供水或供電管線	災害本身帶來豐沛雨量，幾可全部注滿雨水貯桶，雨水利用潛力最高，可以全滿之水量估計暴雨型災害之災備用水供應量
戰爭等 人為災害	供水設施如水壩、淨水廠受硬體破壞或水體遭污染下毒 因供電系統受破壞失效	發生時間無法預測，供水能力受乾濕季影響，應預貯呆容量因應

資料來源：本研究自行彙整

第四節 雨水利用系統效能評估

雨水利用系統之供水可靠度分析，常用的方法有累積曲線法與模擬法。累積曲線法將系統淨流量的累積點繪圖，則需水曲線與累積曲線的最大差距代表要滿足需求的貯集系統容量。模擬法是利用歷史記錄之入流量代入連續方程式中，模擬貯集系統中容量變化的連續性變化。模擬法由於簡易且可進行不同情境之分析，具有更高的實用性，近來多為學者採用。不同學者曾研究雨水利用系統的模式，而以 Jenkins(1978)所發展的 YAS(yield after spillage)及 YBS(yield after spillage)取水模式最為近來學者採用(Fewkes, 1999)，Liaw(2004)曾分析 YAS 及 YBS 法，並用 YBS 法分析雨水利用系統四大參數：屋頂面積、貯集桶容量、降雨量及需水量之互動關係。取水模式主要以模擬系統實際操作時之取水狀況，可分為 YAS model（即先溢流後取水）與 YBS model（即先取水後溢流）兩大

類，YAS 即當收集的雨水流入貯集系統後，先確定是否會發生溢流現象，然後再減去用水量，最後得到的儲存量； YBS 則是雨水流入貯集系統後，先取水後再判斷貯水量是否大於貯留容量，若大於則產生溢流。

根據蔡耀隆(1996)研究指出，因為 YAS model 是先確定是否發生溢流再取水，在其下一刻的容量會比 YBS model 小，產生較小的供水率，因此建議在設計雨水貯集系統時，盡量避免使用 YAS model 取水模式。取水模式的示意圖及各變數定義如圖 7-2 所示。

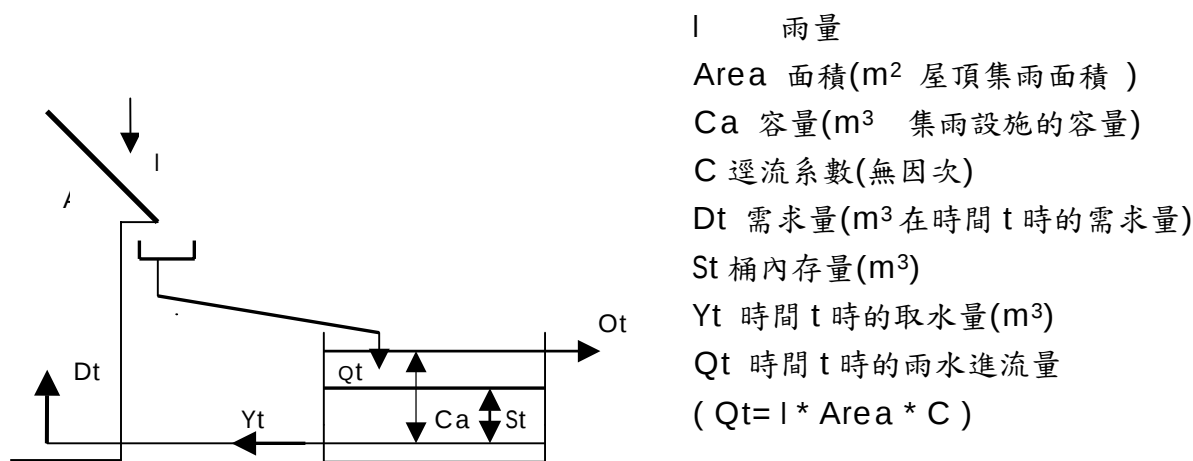


圖 7-2 雨水利用系統示意圖及變數說明

資料來源：本研究自行繪製

YBS 取水模式必需建立一連續方程式，以電腦程式進行長時間雨量資料演算，其判斷之數學表式如下：

$$Y_t = \min(D_t, S_{t-1} + Q_t) \quad (7-1)$$

$$S_t = \min(S_{t-1} + Q_t - Y_t, Can) \quad (7-2)$$

$$Q_t = C * I_t * Are \quad (7-3)$$

$$Ca = Can + Cae \quad (7-4)$$

其中，Can 為平日貯雨的有效容量；Cae 則為呆水位容量。

在考量平日與緊急雙功能的雨水利用系統模式，貯水桶必須保留一定之呆水位，做為緊急用水時之第一時刻初始容量。因此，平常之雨水利用效能評估可用替代率表示：

$$\text{替代率 } Rv = \sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{D_t} \quad (7-7)$$

而年節水量可由式 7-8 表示：

$$\text{年節水量 } H = \frac{365 \times \sum_{t=1}^n Y_t}{n} \quad (7-8)$$

而在緊急用途時，針對非暴雨型災害時，以保守的估計方式進行規劃，則災備用水供水量為 (Cae)；另外，於暴雨型的災備用水供水時，則供水量為全滿水量(平日貯雨的有效容量+呆水位容量；Cae+Can)。

第八章 結論與建議

第一節 結論

本計劃為單年度之研究計劃，上半年度以文獻收集探討的方式，建立基本之名詞定義，並研析世界各國於緊急用水之水質及水量研究，以其建立日後災備用水法制化之基礎；下半年度則討論災備用水之規劃方法及雙用途雨水利用系統。本研究研究成果分述於下：

壹、「緊急用水」及「災備用水」之定義探討

本研究針對災害引發之非正常供水，從防災的四個循環：「減災」、「準備」、「應變」及「復原」，定義區分「緊急用水」及「災備用水」兩類。亦即，災備用水為減災及準備階段之災前規畫之非正常供水，以區別於應變及復原階段之緊急用水。此定義有助日後進行防災供水規劃及設計之理論基礎。

貳、災害對供水衝擊之交叉分析

本計劃收集並彙整中華民國、聯合國、日本等相關文獻，研析災害對供水所造成之衝擊，針對「水質」及「水量」兩方向，以人為災害及天然災害為範圍，交叉分析地震、颱風、海嘯、戰爭、恐怖活動、人為操作失誤等災害，對供水之水質及水量造成衝擊之因果關係。

參、緊急用水水量定額之探討

鑑於國內災備用水規劃基礎非常貧乏，本研究彙整日本及英國之相關資料，分析各種緊急用水水量之設定。這些珍貴資料部分來自災後實際量測，部份為經驗值，而將其彙整後，將有助對台灣地區災備用水法制化之發展，同時亦可提供各地方防救災計劃擬定之參考。

肆、緊急用水水質處理

由於國內目前緊急用飲用水水質標準，僅將正常供水之飲用水水質標準中濁度及自由有效氯標準放寬，基本上仍以原管線系統供水為假設，尚未針對非正常管線供水建立水質標準及處理方法。本研究收集世界衛生組織、美國環保署及英國執照急難工程師組織之建議方法，並加以彙整，其結果有助於日後私人建築及公有建物之災備用水法設計法制化，並有助於防救災計劃之擬定。

伍、探討災備用水之替代水源

在奠立緊急用水之水質及水量規劃基礎後，本研究將進一步分析非常態用水之替代來源。並建議其設定於災備用水規劃流程中之利用順序，以結合規劃流程。

陸、建立災備用水規劃流程

為考量暴雨型及非暴雨型兩大類災害，本研究將規劃流程分成兩種不同流程，並將兩者之規劃結果取其聯集，做為災備用水之設計基礎。

柒、探討雙功能雨水利用系統

本研究建議雙功能雨水利用系統之基本架構，並分析雙功能雨水利用系統與傳統貯水之比較。並進一步評估雙功能雨水利用系統作為之設計評估方法。

第二節 建議

根據上述結論部份，本研究可歸納對政府部門在政策上之建議，分部門及內容臚述如下：

建議一

災後緊急供水標準量：立即可行建議

主辦機關：行政院災害防救委員會、內政部營建署、內政部消防署

協辦機關：各地方政府災害防救委員會

台灣目前之災後供水僅考慮飲用水設計量，與實際災後災民生活不符，由於缺乏生活用水及雜用水之規範，將使災民承受二次痛苦。此外，災後供水僅由救災單位供水，忽視社區自足之災備用水設計，災民只能被動等待救援，未能提昇社區之災後維生能力，因此，有必要明訂各階段之災後用水量標準，用以整合救災單位及社區自足之供水設施。為此，本研究參考國外之經驗與研究，建議台灣地區可制定之標準如表 8-1 所示。

表 8-1 台灣地區之緊急用水設計標準

災害發生時依使用目的之生存用水分配 單位 (lpcd)			
	飲用水	生活用水	雜用水
第一階段	7	2	7
第二階段	10	4	9
第三階段	13	7	12
上述分類範圍為：飲用水(飲料、烹調)、生活類(洗衣服・洗澡)、雜用類(抽水馬桶、清掃、灑水等)。			

資料來源：本研究自行彙整

建議二

災備用水之規劃方法與流程：中長期建議

主辦機關：行政院災害防救委員會、內政部營建署、內政部消防署

協辦機關：各地方政府災害防救委員會

建議說明：

災備用水之規劃必需考慮各地方之可用或具潛力之緊急水源，為求降低災備用水之貯備成本，各地之災備用水源需經事先調查、評估。同時，台灣地區之災害可概分為暴雨型及非暴雨型兩大類。因此，面對各種可能災害之挑戰，需要建立一套災備用水規劃流程，建立社區化的災備用水設施。本研究建議之災備用水規劃方法分為「暴雨型災害規劃流程」及「非暴雨型災害規劃流程」，最後將兩流程之建議增設項目彙總，取其「聯集」做為該建物之災備用水之應備設施。此二流程之詳細內容請見本報告第六章。

附錄一

第一次專家座談會議紀錄

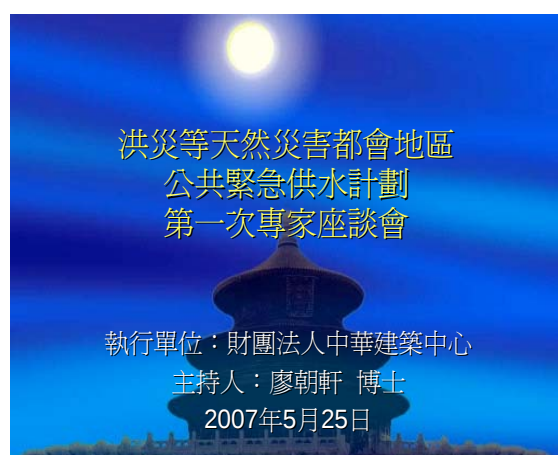
一、日期：九十六年五月二十五日星期五

二、時間：上午九時三十分整

三、地點：建築研究所十三樓大會議室（簡報室）

四、主持人：廖教授朝軒

五、計畫報告（略）



報告大綱

- 「災備用水」之定義
- 美國FEMA之災害供水
- 日本災備用水
- 台灣之相關法規

小結

- 我國防救災體系之人力物力遠不如美國，且台灣之現地特色亦不適於美國系統。
- 與日本相較，目前之災備用水規劃遠不如日本完善與成熟
- 台灣有必要在法令、規畫或設計上，深入發展災備用水以面對未來可能的災害

提案討論

1. 各層級政府在「災備用水」的定位及角色為何？
2. 如何將「災備用水」社區化？
3. 規劃「災備用水」時，應掌握的要素為何？
4. 將「災備用水」與國內建築相關法規相結合的可能性為何？

第一次專家座談會邀請委員之出席狀況

姓名	出席狀況
陳亮全教授	不克出席
何興亞博士	出席
陳建忠組長	出席
劉遠東教授	不克出席
顏清連教授	不克出席
許銘熙教授	不克出席
李怡先博士	出席
張國強主任	不克出席

座談會發言要點

專家學者意見		執行現況
國家災害防救科技中心 何興亞 博士	1. 若是應災害需要而準備的救援機制(備援機制)亦造成平時的資源浪費。最好的機制是無論平日或災害時均可有效率的使用。	本研究已遵照辦理，納入雨水利用的評估中
	2. 中國大陸的防災公園做的很成功，亦是一個很好的防災機制可供台灣效法。	感謝委員建議
	3. 在日本地震為最常發生的自然災害，因日本多為木造的房子，地震所導致的火災往往一延燒將會造成很多人的死亡，因此日本政府區公所編制預算，若有居民搬離則將之買下作為小公園儲水，以作為災備用水，此策略在日本推動是成功的。	感謝委員建議
	4. 災備用水用在哪?範圍為何(不應為廣範圍)?用的時機、水量?	本研究已遵照辦理

	5. 建議：防災設備中最好不要有高科技、不要有電力、不需要維護。以日本為例：他們的大儲水槽加裝一個小儲水槽（內水達可飲用標準），原因為若整體設計要達到可飲用水標準，則要求過高，將造成不必要的成本開銷。	感謝委員建議
	6. 建議：找一個實際可能的社區、居民及環境去檢視其成果。	已納入未來研究建議中
內政部 建研所 陳建忠 博士	1. 緊急供水 V.S 災備用水之異同為何？需分別定義清楚並做一比較。	本研究已遵照辦理
	2. 雨水貯集系統是在備哪種災？（一般來說是地震和水災）建議評估雨水來備災的可行性，因為雨水的多寡和季節有關，有可能會面臨供水不足的問題。	本研究已遵照辦理
	3. 自來水系統之配水池可在公園額外增加設置，或者增加本身水池的容量，以達到平日用水及災備用水的功用。	感謝委員建議
	4. 未來災備用水在建築法規中方向為何？如何管理？設備的設置及空間的規劃又該如何？	已納入未來研究建議中
	5. 必須兼顧投資者與建商（反對成本的增加）的意見，故在推動上會有困難，該如何克服？	雨水利用初步將朝公有土地方向思考

	6. 建議：災備用水設施應採人工操作，在操作步驟上避免複雜程序，最好能有醒目的標示並和生活能結合。	感謝委員建議
內政部 建研所 李怡先 博士	1. 供水目的及用途為何（需定位清楚）？供給對象是否明確？	本研究已遵照辦理
	2. 可能面臨到的問題：雨水無法大量及長時間的供水。	感謝委員建議。將朝平日為替代水源，緊急時，為短期供水方向進行探討
	3. 建議參考飲用水水質標準，定義雨水轉為飲用水的標準為何，而和皮膚接觸的用水亦須符合飲用水標準。	感謝委員建議
	4. 勿跨到水利署等其他範圍，應以建研所的角度去思考。	本研究已遵照辦理
	5. 雨水貯集系統可集中在社區一處。	感謝委員建議
	6. 是否能呈現出雨水利用之設計圖及其經濟分析（例如成本等）？	本研究已遵照辦理
	7. 雨水貯集系統可集中在社區一處。當緊急災害發生時可就近供民眾取水。	感謝委員建議

第一次座談會會議照片

計畫主持人：廖教授朝軒



報告人：邱奕儒



與會專家：何博士興亞



與會專家：陳博士建忠



與會專家：李博士怡先



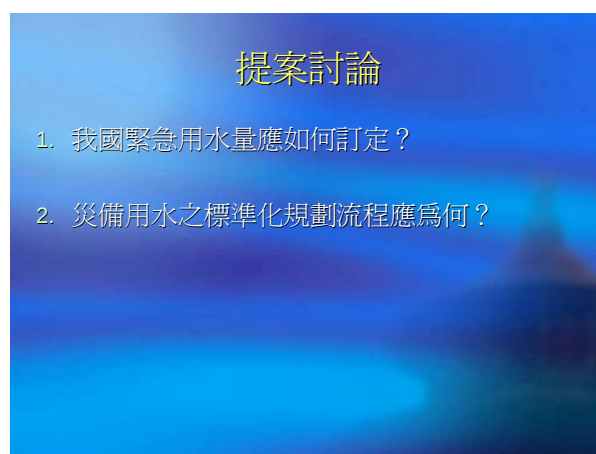
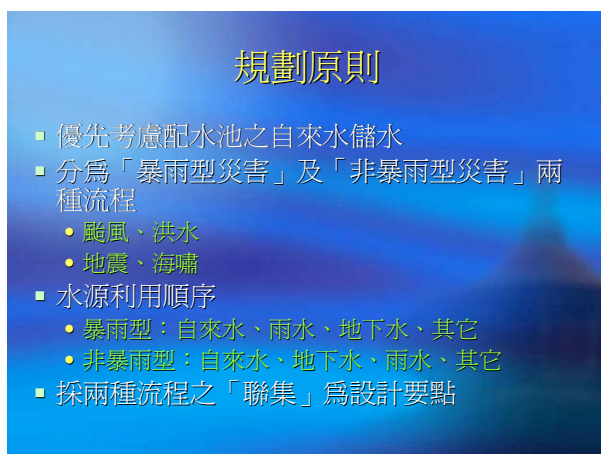
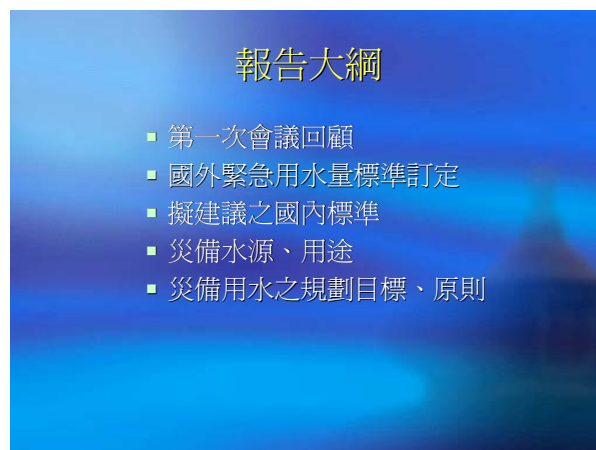
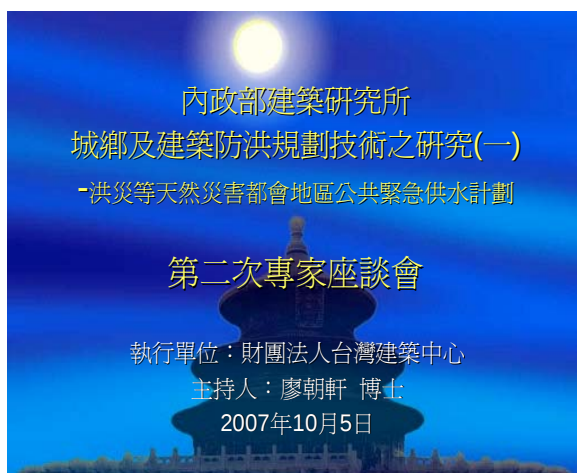
與會專家



附錄二

第二次專家座談會議紀錄

- 一、日期：九十六年十月五日星期五
- 二、時間：上午十時整至十二時
- 三、地點：建築研究所十三樓簡報室
- 四、主持人：廖教授朝軒
- 五、計畫報告（略）



第二次專家座談會邀請委員之出席狀況

姓名	出席狀況
陳亮全教授	不克出席
何興亞博士	不克出席
陳建忠組長	出席
劉遠東教授	不克出席
顏清連教授	不克出席
許銘熙教授	不克出席
李怡先博士	出席
張國強主任	不克出席
謝龍生博士	出席

六、座談會發言要點

專家學者意見		執行現況
內政部 建研所 陳建忠博士	災害後水源事件非常重要的課題，應考慮如何供給，並探討供給水在沒有災害及災害應變時，應扮演何種角色？	感謝指教，研究團隊分析雨水利用時，將考慮雙功能之用途，使其於非災期間及災後都能發揮功能。
國家災害防救 科技中心 謝龍生博士	1、目前各地方災害防救治計劃之標準化緊急供水精神，以無自救能力之災民為主，其重點如下以供參考： (1) 以洪水為例，對具自救能力之居民定義如以公寓三樓以上之民眾，因為淹不到那麼上面，所以會具有自我救助能力。 (2) 非自救能力：飲用水源，部分由開口合約廠商供應；，由避難應變中心提供，民生用水以瓶裝水為主。以地震為例，民眾預知停水訊息，應於三天前儲備水源，以防緊急用水。	感謝委員提供寶貴意見！
	2、目前防救災單位之緊急用水規劃僅以提供3天的飲用水為主，不包含生活用水及雜用水，因此研究團隊可多從生活用水及雜用水著手設計災後需水量。	感謝委員建議，將遵照辦理！

內政部 建研所 李怡先博士	如何將「災備用水社區化」：以社區和建築的角度來看，來收集雨水以減輕對災害系統的負荷，是非常重要的議題。因為洪水常使化糞池污染建築物之下配水池，使供水系統失效無法使用。若能收集洪災中的雨水，能減緩洪水，並提供都市災後重要的課題：清潔和洗滌。 此外，從公有土地切入較適當。如防災公園的規劃，如分析需具備何種設備，以及預期可達多功能之效果分析，非常具有研究價值。	感謝委員提示，防災公園尚未包含於本次計劃內容中。研究團隊期待能於日後進行更深入之研究。
	災害科技中心所考慮為整體防災問題，而以建研所的角度，則是從建築物的角度考慮防災所面對的課題。請研究團隊依建研所的規劃方向撰寫研究報告。	感謝指教！遵照辦理！

附錄三

內政部建研所 96 年度委託研究計畫

「城鄉及建築防洪技術研究（一）」期中審查會議紀錄

- 一、日期：九十六年七月十七日星期二
- 二、時間：下午二時三十分整
- 三、地點：聯合開發大樓十五樓第四會議室
- 四、主席致詞
- 五、業務單位報告
- 六、研究計畫簡報
- 七、綜合討論
- 八、結論與散會
- 九、與會專家審查意見紀錄(如附件)

附件

與會專家審查意見紀錄

與會專家(單位)	審查意見	執行現況
陳宗禮	1. 本研究較傾向於震災之天然災害產生之問題，是否可考慮將主題或內容稍作調整。 2. 台灣為島國地勢，當颱風豪雨形成災變似乎以地質災害為主，本研究是否可採遷移及迴避策略而非救援供水。 3. 緊急用水應分成上水、中水、下水三種，而中水為洗滌及沖洗用水，災後中水可依賴儲備雨水或池水來清洗家園。	感謝委員寶貴意見與指導！
呂守隆	1. 本研究可具體說明自來水公司供水系統之應變計畫，以利後續說明。 2. 建議以系統架構探討水質、水量之緊急供水計畫。 3. 建議可對於台灣人民緊急用水量加以調查以利更合宜之緊急供水規劃。 4. 建議可考慮整體探討公共緊急供水與緊急水質處理機制之競合，以利規劃完整之緊急供水體系。	本研究以文獻分析方式探討國內外緊急用水之方式，並探討「災備用水」之初步規劃，日後將與「地方災害防救計畫」結合，進行適地性之研究規劃
營建署	供水之主管機關為經濟部水利署，建議可加邀與會提供意見，未來如有建議修正相關法規時，亦可由供水相關法令著手。	感謝委員寶貴意見與指導！
土木技師公會	研究內容中所述「分析各種可能的替代水源」，可在後續研究中放入。	感謝委員寶貴意見與指導！

全國聯合會		
省土木技師公會	1. 供水及水源品質處理如何與短中期緊急日期配合，建議可將之納入後續研究方向。 2. 可多參考地下水源之利用。	感謝委員寶貴意見與指導！
建築師公會 全聯會	1. 震災發生後供水復原情況之第一階段為災民必須自行努力尋找飲用水階段，建議此階段應可利用「災備用水」。 2. 可參考日本地下水槽，水槽內自來水可供引用且其為獨立個體不受影響而損壞。	感謝委員寶貴意見與指導！並將於期末報告中探討
台灣省建築公會	1. 不同天災對城鄉及建築的影響各有不同，建議可考慮單純以「洪災後都會區公共緊急供水計畫之研究」為子題，已明確研究重點。 2. 如研究計劃原本即包括所有天災類型，則建議可以「天然災害後都會地區公共緊急供水計畫之研究」為子題。 3. 建議後續研究中可將緊急供水系統與都市防災避難空間進一步整合，以避免災後各自為政及可能的空間使用重疊。 4. 建議後續研究可考慮以整體防災行政體系著眼，以資源整合方式建立都會及區域防災系統。並從中發展出緊急供水系統之規劃程序與設計原則，使緊急供水計畫成為整體防災體系之一環，而非單一水源供應問題的單一計畫。	感謝委員寶貴意見與指導！實行部分應進一步與「地方災害防救計劃」結合。
全聯技師公會	替代水源部份可更詳盡之敘述。	遵照辦理

黃金山	1. 災害對於緊急供水計畫，未來可提供建議作為後續之規劃研究。 2. 水來源部份應考慮到若不下雨，雨水利用之可行性。 3. 可考慮地下水之應用。	感謝委員寶貴意見與指導！將於期末報告中呈現。
陳建忠	所擬緊急供水災害，可收集比對國內發生之緊急應變案例，加以驗證是否有效。	感謝委員指導！因國內資料不足，故先分析國外資料
李怡先	1. 本研究以災後復原為出發點，若供水車的水拿來作為清洗家園似乎亦造成不必要的浪費。 2. 在洪水(淹水)前必會有豪大雨，故雨水儲集利用為可考慮之方案之一。	感謝委員寶貴意見與指導！
台北市工務局	無意見	
台北縣政府	無意見	
台北市大地技師公會	無意見	
地質技師公會	無意見	
營造公會	無意見	

附錄四

內政部建研所 96 年度委託研究計畫

「城鄉及建築防洪技術研究（一）」期末審查會議紀錄

- 一、日期：九十六年 11 月 6 日星期二
- 二、時間：上午 9 時 30 分整
- 三、地點：聯合開發大樓十五樓第四會議室
- 四、主席致詞(略)
- 五、業務單位報告(略)
- 六、研究計畫簡報(略)
- 七、綜合討論
- 八、結論與散會
- 九、與會專家審查意見紀錄(如附件)

附件

與會專家審查意見紀錄

與會專家 (單位)	審查意見	執行 現況
邱顧問昌平	1、本研究由國外近年來之幾個天災造成廣大地區人民或機構用水困難情形，所引申之緊急用水問題為主要研究目標，確為一重要之課題。 2、本研究主要以震災及洪災為探討對象（文中請強調之），引用日本學者之資料則以震災為主，才有第一至第三階段之描述。此外，緊急用水之來源並不限於「地區或公寓大樓之公共緊急供水計畫」，其水質之處理措施也包含了個人或家戶用水之處理，請適度描述之。 3、用水量以 l/人/天或 Lpcd 或公升/每人每日表達，建議儘量用同一名詞為佳。 4、引用自 WHO 等之圖，其名稱之譯文請正確些，圖中英文盡可能中譯。	1、感謝委員鼓勵！分散式的災備用水可提高都市及鄉村之維生系統自足能力，的確需要更多的研究能量投入！ 2、第五章中聯合國及美國環保署之建議亦適合家戶使用，且目前已有多款商業產品上市，日後在細部案例設計時可進一步整合。 3、已遵照辦理 4、已遵照辦理
陳教授榮河	1、報告內容有些誤寫之處，請校正。 2、單位宜中文或英文統一，請列符號表並加註文獻（年代）等。 3、如有國內之調查水量予以補充，將更具參考價值。	1、已遵照辦理 2、已遵照辦理 3、國內於集集大地震時期並沒有實測資料，實為可惜，亦是日後研究者於

	4、災備用水誰來準備？如何區分家庭、公設、地區等，請補充說明之。 5、地下水、雨水、地表水應如何取用？請補充說明之。 6、不同水質（如飲用水、生活用水、雜用水）其來源如何？是否有所不同？請說明之。	防災研究時之重要工作。 4、5、6、應配合各地方政府之「地方災害防救計劃」因地制宜進行規劃
黃顧問金山	1、災備水源之準備必須依各不同地區之水文及地文特性，分析將不同的災備用水水源及水量的準備，北部地區比較適合建議設置雨水收集及儲留作用的系統，但南部地區則因枯水期太長，而較不適合建議雨水收集為災備水源。 2、農業的地下水區，如彰化、雲林、屏東、宜蘭及花東縱谷，均可建議以地下水為災備用水中之用水水源，但飲用水仍以瓶裝水為宜。 3、公私建物均建議以法規的方式規劃儲水池以備災害時之用，如蓄洪災備共用，於研究結束前必須檢討建築技術規則及規範應做些配合修改。 4、災備水源不論雨水或地下水，其消毒最好建議以煮沸為佳，災害時易滋生疫情，尤其暴雨洪澇時。	1、感謝委員提供寶貴意見。 2、感謝委員提供寶貴意見。 3、感謝委員提供寶貴意見，現行建築法規中之消防用水及水土保持技術規範中之滯洪池設計都可於日後修改，以增加災備供水之功能。 4、感謝委員提供寶貴意見。
國家災害防救科技中心	1、P59、61 不論是暴雨型或非暴雨型	感謝委員提供寶貴意見！細部規劃

(書面意見)	災害的災備用水規劃流程，係以大樓為單位進行規劃，且都包含地下水源評估項目，但在都會區內一般並無水井可供取水之用。因此，在地下水源取用及分配方面，希望能有所建議及規劃。事實上，台灣在都會區和非都會區的用水型態及可利用水源有所不同，像是地下水源取得的便利性便有很大的差異，在災備用水規劃上應該考量城鄉之間的差異性。 2、P61，非暴雨型災害的災備用水規劃用途，包含了地表水的評估，若為河川水源，可能涉及水權問題，在規劃上應考量法規上的限制。	時，應與「地方災害防救計畫」結合，方能考慮各地之差異性。 2、感謝委員提供寶貴意見。
建築師公會 全國聯合會 代表	1、既有建築物依健診及整建計畫，將原有設於地下室之水箱考慮移設地面層、法定空地或屋頂層（須考慮建蔽率等法規面之修正），另相關設備如配電室、發電機等之移設亦須併同考量，以維機能正常運作。 2、對新建大型社區、公有建築物或都市更新之規劃案導入區域防災理念，規劃緊急供水系統。	感謝委員提供寶貴意見！
台灣省建築師公會代表	1、第三章 3.1.3「美國疾病管制局」之標題，可考量依 3.1.2 節之標題加入「文獻之探討」。	1、感謝委員建議，將遵照辦理！

	2、本研究對災後供水之水源及水質處理說明甚詳，惟對「都會地區」之災後特性說明較少，建議於後續研究中加強對緊急供水問題與都會地區之特性兩者間的關聯研究。 3、本研究成果如何運用於都會空間及公共設施系統，以及在建築基地配置與建築單體設計中，如何運用本研究成果，進一步具體化落實於規劃設計中，將是未來研究可行方向。	2、感謝委員寶貴建議。 3、感謝委員寶貴建議。
土木技師公會全國聯合會代表	1、用水單位請統一。 2、專家座談會出席率偏低，建議研究單位應事先連絡以求周全。	感謝委員建議，將遵照辦理！
台灣省水土保持技師公會代表	1、公共緊急用水分為緊急用水及災備用水兩種，似乎很難截然劃分。在 P.7 表 2-1 其相差處之 4 稱前者在災害發生後，才開始規劃供水量及需供水對象，也可以說是非常態之供水（與災備用水之定義差異），如果說後者是事先規劃及準備，則前者亦可事先規劃及準備，如 P.27 之災後用水中之河川取水是否同時可做緊急用水及災備用水。至於供水量無法事前確定個人之供水對象，但如以村莊為對象則在災害前亦可規劃供水量及對象，則緊急用水和災備用水又如何區分？。	1、若從使用者角度來看，在傳統緊急用水規畫下，災民於災害發生時，不知水於何處，只能被動等待救災單位援助；而以災備用水方式規畫，災民能知道備用水於何處，並於第一時間發揮自助助人及社區防災之功效

陳組長建忠	1、建議其文字對象請審慎再研酌，以將強落實。 2、期初、期中、期末簡報均請做成對照表。 3、必要時再召開專家學者座談會。	感謝委員建議，將遵照辦理！
-------	--	---------------

參考書目

- 何明錦、蔡綽芳。從九二一地震災後探討我國都市防災規劃及改善對策。台北市：內政部建築研究所，民國八十九年。
- 張益三。都市計劃防災規劃標準及管理體系之建構。台北市：內政部建築研究所，民國八十九年。
- 杜鳳棋、趙家民。國際災害防救管理體制之調查研究。民國九十一年
- 李威儀、錢學陶、李咸亨。台北市都市計劃防災系統之規劃。台北市：中華民國都市計劃學會，民國八十六年。
- 林昇德。我國緊急災難管理機制建立之研究。台北市：國立政治大學公共行政研究所碩士論文，民國八十九年。
- 施邦築等。「我國防災體系之檢討與建議」。第二屆全國防災學術研討會論文集(民國八十七年)。
- 趙鋼。「災難事故危機管理」。研考報導，第43卷，頁50-66，民國八十七年。
- 郭振泰。「台灣的洪水災害」。地球科學園第七期，民國八十七年。
- 解鴻年、林文欽。都市防災規劃有關增修洪災防救應變救援空間系統補強。台北市：內政部建築研究所，民國九十一年。
- 蔡耀隆。「屋頂雨水貯集供水系統最佳系統容量設計研究」，國立台灣海洋大學 河海工程學系碩士論文，民國八十五年。
- Liaw, C.H., and Y.L Tsai, "Optimum storage volume of rooftop rain water harvesting systems for domestic use," Journal of the American water resources association, 40(4):901-912,2004.
- International federation of red cross and red crescent societies Second quarterly report: South Asia earthquake & Tsunamis ,2005.
- Ministry of Home Affairs Government of India Disaster risk management programme- community based disaster reduction and recovery through participation of communities and local self governments, New Delhi,2002.
- O'shaughnessy C.CRS Report to Congress, Older Americans act, disaster assistance for older persons after hurricane Katrina,

Domestic social policy division, University of North
Texas, 2005.

UN Tsunami one year after- a joint UN report-India, 2005.

UNICEF, Building back better-a 12 month update on UNICEF's work
to rebuild children's lives and restore hope since the Tsunami,
2005.