



台灣自來水公司

九十九年度

颱風豪雨衍生淨水場水源高濁度變化之探討
-以板新淨水場為例-

撰寫單位：第十二區管理處鶯歌服務所

撰寫人員：主任 黃永富

撰寫日期：中華民國 九十九 年 六 月

目 錄

摘要	2
第一章 前言	3
1.1 研究緣起	3
1.2 研究目的	3
第二章 板新淨水場水源現況	4
2.1 水源現況	4
2.2 高濁度原水來源及水質特性	7
第三章 研究方法	9
第四章 結果與討論	10
4.1 原水水質特性	10
4.2 板新場處理水量變化	21
4.3 莫拉克颱風(八八水災)高濁度原水案例探討	24
第五章 結論與建議	30
5.1 結論	30
5.2 建議	30
參考文獻	32

颱風豪雨衍生淨水場水源高濁度變化之探討

-以板新淨水場為例-

摘要

本研究以板新淨水場為案例場，藉由統計水文及氣象網站水情資訊，探討淨水場水源高濁度發生時機及處理水量變化趨勢；蒐集近 5 年原水濁度水質數據及現場操作參數，探討 96~98 年板新場一期及三期設備受颱風影響造成原水高濁度之處理成效。

由統計資料可知，近 5 年鳶山堰水源平均每年原水高濁度發生天數達 31 天，三峽河水源平均為 4 天。96 及 97 年平均每個颱風因豪雨造成板新場鳶山堰水源發生 200NTU 以上高濁度達 207 小時，原水最高濁度發生與上游累積雨量、降雨強度及石門水庫排洪量成正比關係；三峽河水源則受高濁度原水影響約 23 小時，原水濁度隨著上游降雨強度及頻率增加而提高。板新場雙水源依高濁度原水產生不同延時特性，可擇優水質取水，減少淨水場高濁度原水發生時間，降低混凝沉澱單元負荷及衍生之廢污量。

關鍵字：颱風、降雨量、淨水場、高濁度原水

第一章 前言

1.1 研究緣起

台灣地區自來水淨水處理場水源大多仰賴地表水，因降雨過於集中夏季，每遇豪雨及颱風期間極易造成地表沖刷。再加上 1999 年 921 大地震後，因地表土質鬆動，每逢颱風暴雨即造成原水濁度遽升，往往高達數萬濁度單位(NTU)，且持續時間日漸拉長；導致淨水場無法負荷需減量出水或暫停供水，而影響民生及工業用水，造成生活不便及經濟上損失。但降低水源高濁度之治本方法，因自來水之供應需持續無法間斷，非短時間能解決。北部石門水庫完工蓄水至今已累積淤積量約 9 千萬立方公尺，依石門水庫集水區治理計畫，必須藉由泥砂浚漂與水利排砂維持現有庫容。水庫每年平均約有 350 萬立方公尺淤積，又每年清淤量僅約 40 萬立方公尺，故利用石門水庫下游水利排砂是長期性工作，亦是位於下游鳶山堰板新淨水場水源必須面對高濁度的問題。

由於各淨水場水源水質特性不盡相同，板新淨水場有水庫水及河川水雙水源，又肩負全台近十分之一人口民生及工業用水重責大任。故本研究以板新淨水場為範例，藉由統計方法，探討颱風豪雨期間水源上游不同雨量及水庫排洪量衍生原水高濁度之變化。

1.2 研究目的

由颱風暴雨期間水源上游降雨量及水庫排洪量衍生原水濁度之變化趨勢，預測原水高濁度發生時機及範圍，提供淨水場原水異常(高濁度)緊急應變處理。

第二章 板新淨水場水源現況

板新淨水場(以下簡稱板新場)隸屬於台灣自來水公司第十二區管理處，位於台北縣三鶯大橋邊，北二高三鶯交流道附近。

2.1 水源現況

板新場原水來源有二，一為石門水庫配放大漢溪核配水量及大漢溪下游兩側未控流量，於台北縣三峽鎮鳶山地區設攔河堰取水(如圖 2-1)。鳶山堰主要功能在於提高大漢溪水位以利抽取及攔蓄石門水庫下游河道未控制流量，於民國 72 年正式營運，其原設計蓄水容量為 126 萬立方公尺。目前因自然沖刷及人為開發已增加至 400 萬立方公尺，含桃園縣之大溪、龍潭、八德及台北縣之三峽、鶯歌等鄉鎮市。平均每日可取水量約為 41.1 萬立方公尺，其水量較為穩定，取水量佔板新場總出水量約 59%(如表 2-1、圖 2-2)。



圖 2-1 大漢溪鳶山堰

二為三峽河水源主要來自於上游五寮溪及大豹溪河流，集水區範圍約 150 平方公里，且多屬高山峽谷，遇豪雨瞬間逕流量大，常態流

表 2-1 板新場原水取水量統計

年度 地點	2005	2006	2007	2008	2009	平均
大漢溪 鳶山堰	47.1	43.9	35.1	40.7	38.6	41.1
三峽河 取水站	28.2	24.9	35.6	30.1	22.9	28.3
合計 (萬CMD)	75.3	68.8	70.7	70.8	61.5	69.4

(資料來源：板新淨水場原水操作日報表，本研究彙整)

量小。為補充板新場水源不足，選定於灣潭上游約 500 公尺處建造 RC 低壩攔水，目的在於提高水位方便抽水，一側設置排砂道、閘門設備不定期開閘沖洩堰前淤砂，維持取水口前水流暢通(如圖 2-3)。民國 88 年 4 月正式運轉，取水量隨集水區降雨情形變化甚大，豐枯水期差異性頗大，最大取水量達 53 萬 CMD，最小取水量約 3 萬 CMD，平均每日可取水量約為 28.3 萬立方公尺，取水量佔板新場總出水量約 41%(如表 2-1、圖 2-2)。

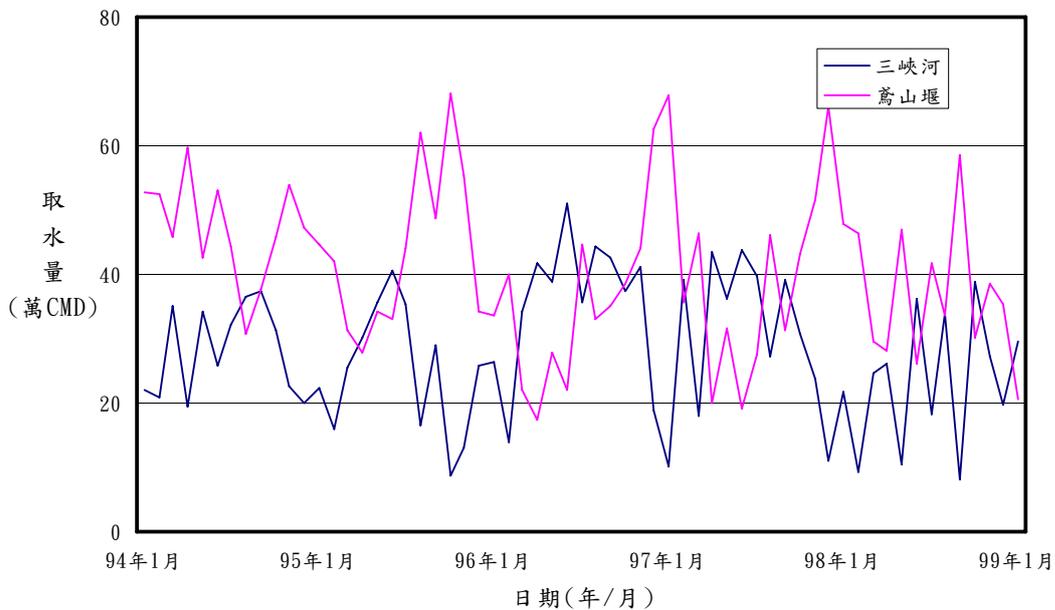


圖 2-2 原水取水量月平均變動趨勢圖

(資料來源：板新淨水場原水操作日報表，本研究彙整)



圖 2-3 三峽河取水站

板新場原水為雙水源大漢溪鳶山堰及三峽河，由民國 94 至 98 年統計資料中發現，濁度於 200NTU 以下天數鳶山堰佔了 91.5%、三峽河佔了 98.9%，原水濁度主要分佈於中低濁度，但是在每年 7 至 10 月期間，常會受到颱風影響造成原水濁度的提高。如圖 2-4 所示，原

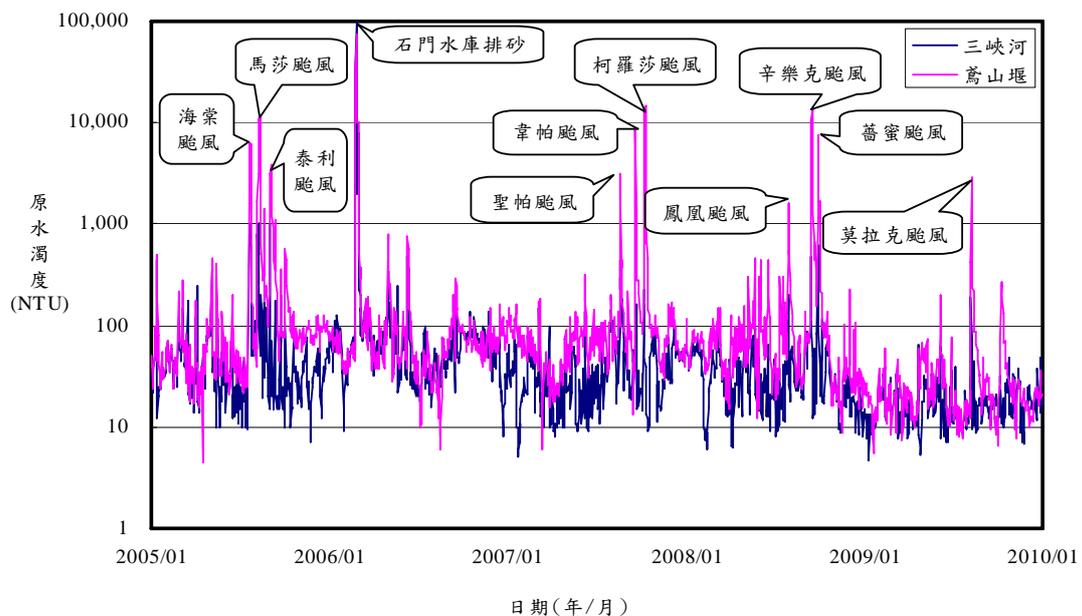


圖 2-4 板新場歷年原水濁度變動趨勢

(資料來源：板新淨水場原水操作日報表，本研究彙整)

水主要分佈於 100NTU 以下，颱風季節帶來豪雨導致原水濁度上昇，更有超過 10,000NTU 的情況發生。

2.2 高濁度原水來源及水質特性

台灣地區所需的民生及工業用水多以興建水庫因應，但隨山坡地過度開發日趨嚴重，水土保持又不盡完善，使得河川及水庫原水濁度逐年升高。再加上高山陡峻、河川湍急的地形條件以及颱風季節狹帶豪大雨之氣候條件，地面逕流水會沖刷山坡地，致使大量泥沙和土石等雜質進入水體，造成原水濁度急遽上升。濁度在經過洪峰期後便會快速降低，但降至某一程度後，水體澄清的現象便開始趨緩，隨後所帶來水體濁度偏高的情況可達數星期至數月之久。

國內淨水場多以地表水為水源，係引河川或水庫水為水場原水來源。近年來全球氣候變遷，造成豐、枯水期雨量相差懸殊。鑑於石門水庫集水區地質條件不佳、地形條件不良、道路開發、山坡地超限利用，復於民國88年921大地震後，造成水庫集水區地質鬆動，每逢豪大雨即使地表水質濁度暴增，造成水庫嚴重淤積。為儘速恢復水庫重要進水口之排砂與取水功能使石門水庫得以永續經營，須持續供水與排砂作業，此為高濁度原水主要來源。

因颱風或豪雨來襲所帶來的原水高濁度，石門水庫自民國52年開始蓄水，有效容量約2.5億立方公尺，當年9月葛樂禮颱風雨量累積達1,375毫米，水庫淤積將近2,000萬立方公尺；民國85年賀伯颱風亦帶來豐沛雨量，短短24小時降下589毫米超大豪雨；又民國93年艾莉颱風挾帶雨量使石門水庫進流量達8,593每秒立方公尺(CMS)，使水庫嚴重淤積。民國98年莫拉克颱風(八八水災)重創台灣南部，水庫淤積及高濁度問題一再發生，造成台南南化水庫淤積量達三分之一，容量約剩9,500萬立方公尺，衍生高濁度更使淨水場無法負荷，甚至需減量供水或關場以因應，造成民生及工業用水嚴重短缺。

民國 98 年莫拉克颱風(八八水災)過後，全台北、中、南各水庫淤積情形，如表 2-2 所示，北部石門水庫目前有效蓄水量為原設計有效庫容 70.8%，中部鯉魚潭水庫為 67.1%，南部南化、烏山頭、曾文水庫有效蓄水量更低，分別為 50.3%、44.4%及 30.6%，此嚴重淤積造成下游淨水場原水濁度升高。以板新場雙水源為例，平時三峽河原水濁度約 99%屬中低濁度(小於 200NTU)，大漢溪鳶山堰原水濁度約 92%為中低濁度；但遇颱風或豪雨時，三峽河原水濁度可瞬間高達數千 NTU，而大漢溪鳶山堰因上游石門水庫排砂，原水濁度甚至高達數萬 NTU；高濁度的原水，除了可能造成淨水場處理單元無法負荷外，也會產生大量的淨水污泥。

表 2-2 98 年莫拉克颱風後水庫有效庫容 單位：萬立方公尺

地區	水庫名稱	設計有效庫容	莫拉克後有效庫容	淤積率 (%)	目前有效蓄水	蓄水率 (%)
北部	翡翠	34,409	33,614	2.3	29,658	88.2
	新山	970	828	14.6	799	96.4
	石門	25,188	20,899	17.0	17,845	85.4
	寶山第二	3,134	3,134	0.0	1,611	51.4
	永如山	2,910	2,853	2.0	1,417	49.7
	明德	1,640	1,245	24.1	614	49.4
中部	鯉魚潭	12,271	11,979	2.4	8,238	68.8
	德基	18,300	16,482	9.9	12,616	76.5
南部	蘭潭	926	924	0.2	908	98.3
	仁義潭	2,732	2,581	5.5	1,906	73.8
	曾文	63,120	49,059	22.3	19,335	39.4
	烏山頭	10,377	8,375	19.3	4,610	55.0
	南化	14,433	9,675	33.0	7,264	75.1
	牡丹	3,055	2,793	8.6	1,731	62.0

1、莫拉克後曾文、南化及牡丹水庫淤積量分別增加 9,255、1,706 及 60 萬立方公尺。2、蓄水率係以目前有效蓄水量除以莫拉克後有效庫容計算。
(資料來源：摘自經濟部水利署 98 年 12 月 2 日各地區水情及因應措施簡報)

第三章 研究方法

目前台灣地區淨水場水源大部份來自水庫及河流水，板新場水源有二，一為大漢溪上游石門水庫核配水量及下游未控流量；二為三峽河水源，皆來自地表水易受颱風暴雨影響造成原水濁度升高。首先統計板新場高濁度原水發生頻率及處理水量變化，預測高濁度發生時機，建立水源上游不同雨量及水庫排放量，所造成原水高濁度變化之趨勢。

本研究以板新場為案例場，探討場內原水高濁度與水源上游降雨量、水庫排洪量之變化，由鳶山堰、三峽河原水站操作日報表，取得原水濁度及取水量數據；並由中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站、經濟部水利署水文水資源資料管理供應系統網站(<http://gweb.wra.gov.tw>)、經濟部水利署北區水資源局網站(<http://www.wranb.gov.tw>)、經濟部水利署第十河川局網站(<http://www.wra10.gov.tw>)，取得大漢溪、三峽河上游雨量站雨量資料及石門水庫集水區雨量、水位、排洪量與石門水庫後池堰濁度、雨量資料。另由經濟部水利署北區水資源局，取得 96、97 年各颱風期間，石門水庫集水區雨量、水位、進出流水量及濁度等水情資訊資料。藉由統計，了解板新淨水場高濁度原水發生頻率及處理水量變化趨勢，預測高濁度發生時機，建立水源上游不同雨量及水庫排洪量，所造成原水高濁度變化之趨勢，以利淨水場後續之因應處理。

第四章 結果與討論

4.1 原水水質特性

1. 歷年原水濁度變化

板新淨水場座落於台北縣三峽鎮，目前原水取自三峽河及石門水庫下游大漢溪鳶山堰地面水體。台灣地區雨季分布不均，豐水期和枯水期之雨量相差懸殊，加上一旦雨季或颱風帶來豪雨時，土壤失去林木支撐，常發生嚴重的土石流，使河流下游、水庫濁度驟增及淤積情形日趨嚴重。濁度雖未列入民國 86 年 9 月 24 日行政院環境保護署發佈飲用水水源水質標準項目內，如表 4-1 所示，然濁度為判斷原水水質良窳最直觀之依據，本節分析板新場原水濁度歷年資料，以了解原水水質變化趨勢，並將原水濁度區分為低濁(≤ 50 NTU)、中濁(51~200 NTU)、高濁(201~500、501~1500、1501~2,000 NTU)及超高濁度(2,001~10,000、 $> 10,000$ NTU)等 7 個範圍，分析各範圍原水濁度發生頻率及累積發生頻率，以了解歷年原水濁度分佈。

表 4-1 飲用水水源水質標準

項目	大腸桿菌群密度 (MPN/100 毫升或 CFU/100 毫升)	氨氮 (NH ₃ -N) (毫克/公升)	總有機碳 (TOC) (毫克/公升)	化學需氧量 (COD) (毫克/公升)	砷(As) (毫克/公升)	鉛(Pb) (毫克/公升)	鎘(Cd) (毫克/公升)	鉻(Cr) (毫克/公升)	汞(Hg) (毫克/公升)	硒(Se) (毫克/公升)
水源標準 最大限值	20,000	1	4	25	0.05	0.05	0.01	0.05	0.002	0.05

(資料來源：行政院環境保護署環境檢驗所(<http://www.niea.gov.tw/>)網站)

(1) 大漢溪水源

如表 4-2 所示，大漢溪水源日平均濁度以 51~200 NTU 中濁度發生機率 55.91% 最高，高濁度以上佔 8.49%。板新場大漢溪水源為石門水庫配放大漢溪核配水量及大漢溪下游兩側未控流量，於鳶山地區

設攔河堰取水。目前法令規定，淨水場之水源水質標準，原水濁度並非管制項目，然近年來全球氣候變遷，造成豐、枯水期雨量相差懸殊。鑑於石門水庫集水區地質條件不佳、地形條件不良、道路開發、山坡地超限利用，復於民國 88 年 921 大地震後，造成水庫集水區地質鬆動，每逢豪大雨即使地表水質濁度暴增，影響淨水場處理能力及其衍生廢污脫水效能。民國 93 年艾利颱風於石門水庫集水區平均降雨量高達 973 公厘豪大雨量，造成水庫嚴重淤積，原水濁度劇增，致使桃園地區停水逾半月之久(石門水庫高濁度缺水分析及改善策略檢討期末報告，2008)。亦造成板新場原水濁度持續數日超高濁度，遠超過淨水場處理能力，導致供水短缺問題。

表 4-2 板新場大漢溪水源日平均濁度發生機率

濁度範圍 (NTU)	發生天數(天)					總計 天數	比例
	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	94-98	94-98
低濁度 ≤50	36	128	86	94	306	650	35.60%
中濁度 51~200	265	218	253	236	49	1,021	55.91%
高濁度 201~500	31	11	8	17	8	75	4.11%
501~1,500	16	3	9	8	0	36	1.97%
1,501~2,000	2	0	1	4	0	7	0.38%
超高濁度 2,001~10,000	13	2	7	7	2	31	1.70%
>10,000	2	3	1	0	0	6	0.33%
合計	365	365	365	366	365	1,826	100.00%

(資料來源：板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

另後續颱風，如 94 年海棠(HAITANG)、馬莎(MATSA)、泰利(TALIM)颱風，96 年聖帕(SEPAT)、韋帕(WIPHA)、柯羅莎(KROSA)颱風，97 年辛樂克(SINLAKU)、薔蜜(JANGMI)颱風等侵襲台灣北部，也引進強烈西南氣流，造成集水區大量泥砂隨洪水流入水庫，使水庫原水濁度劇增及淤積嚴重。立法院於民國 95 年 1 月 13 日三讀通過「石門水庫及其集水區整治特別條例」，經濟部依該條例第三

條研擬「石門水庫及其集水區治理計畫」，加快水庫治理速度，降低缺水風險，以因應近年洪颶豪雨災害造成原水濁度驟升，水庫加速淤積及影響淨水場淨水功能。

依據石門水庫淤積量，至民國 93 年底累積淤積 $84,028,000\text{M}^3$ ，年平均淤積 $2,010,000\text{M}^3$ 。又石門水庫清淤量，民國 66~91 年清淤 $10,650,503\text{M}^3$ ，年平均清淤僅約 $410,000\text{M}^3$ 。民國 95 年 2 月 21 日石門水庫利用永久河道放水口(PRO)，進行水庫活化排砂作業，致石門水庫後池、桃園大圳及大漢溪鳶山堰原水濁度升高達 10 萬 NTU，影響下游各淨水場處理水量，造成供水缺口，直至 2 月 28 日恢復正常供水。期間經濟部召開「石門水庫活化排砂策略與供水調度研商會議」緊急供水應變會議，協商解決方案之一，為儘速恢復水庫重要進水口之排砂與取水功能使石門水庫得以永續經營，經研商永久河道放水口(PRO)仍須持續供水與排砂，以確保水庫蓄水功能(石門水庫高濁度缺水分析及改善策略檢討期末報告，2008)，故位於石門水庫下游大漢溪鳶山堰水源必須面對高濁度的問題。

大漢溪上游石門水庫沿溪流至板新場鳶山堰取水口約 20 公里，鳶山堰蓄水量約為 400 萬噸，大漢溪原水濁度隨石門水庫後池排洪量、濁度、雨量及鳶山堰上游大漢溪沿岸未控流量而變化，相關位置如圖 4-1 所示。另中央氣象局雨量定義，如表 4-3 所示，本節將針對雨量的變化，探討原水高濁度發生時機。由於颶風造成的豪大雨，石門水庫排洪量隨集水區進流量而變化，後池原水濁度則隨著水庫泥砂淤積情形及排洪水濁度而改變。93 年艾利(Aere)颶風過後，水庫泥砂淤積高程高達 192.36 m，遠超過發電進水口高程(進水口中心高程 173 公尺)及永久河道放水口高程(進水口中心高程 169.5 公尺)，故石門水庫泥砂淤積情形比預期嚴重，可能加劇大漢溪鳶山堰取水口原水濁度變化。

表 4-3 雨量定義

雨勢	定義
大雨 (heavy rain)	指 24 小時累積雨量達 50 毫米以上，且其中至少有 1 小時雨量達 15 毫米以上之降雨現象。
豪雨 (extremely heavy rain)	指 24 小時累積雨量達 130 毫米以上之降雨現象。
大豪雨 (torrential rain)	24 小時累積雨量達 200 毫米以上現象。
超大豪雨 (extremely torrential rain)	24 小時累積雨量達 350 毫米以上現象。

(資料來源：中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站)



圖 4-1 雨量站位置圖

(資料來源：經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站)

統計96、97年影響台灣北部之颱風期間相關資料，探討雨量造成原水濁度的變化，如表4-4及表4-5所示；96年聖帕(SEPAT)、韋帕(WIPHA)颱風及97年鳳凰(FUNG -WONG)颱風期間，石門水庫最大排洪量小於3,000CMS，且石門水庫後池累積雨量小於300mm，後池堰高濁度原水流經大漢溪至鳶山堰水庫，經自淨初沉後，鳶山堰水庫上層原水濁度略低於後池堰原水濁度。96年柯羅莎(KROSA)颱風及97年辛樂克(SINLAKU)、薔蜜(JANGMI)颱風期間，石門水庫最大排洪量大於3,000CMS，且石門水庫後池累積雨量大於300mm，鳶山堰原水濁度則隨著排洪量、累積雨量及雨量強度(最大時雨量)、頻率(時雨量15mm以上次數)增加而升高。平均每個颱風高濁度維持207小時(約8.6天)，尤以96年柯羅莎(KROSA)颱風及97年辛樂克(SINLAKU)颱風，石門水庫集水區累積雨量與排洪量最大，且後池累積雨量亦為較大值，造成鳶山堰取水口超高濁度維持時間較長，且大幅增加至

表 4-4 大漢溪鳶山堰上游雨量與原水濁度統計

颱風名稱	石門水庫集水區		石門水庫後池				鳶山堰取水口最高濁度(NTU)	發生期間 年月日
	累積雨量(mm)	最大排洪量(CMS)	最高濁度(NTU)	累積雨量(mm)	時雨量15mm以上(次數)	最大時雨量(mm)		
聖帕	302	1,805	5,400	56	0	10	4,484	96 08 16 至 08 20
鳳凰	273	2,003	5,249	111	2	26	4,980	97 07 26 至 07 31
韋帕	363	2,704	6,711	285	6	21	6,200	96 09 17 至 09 20
薔蜜	435	3,105	6,036	354	9	29	9,560	97 09 27 至 10 01
柯羅莎	666	4,575	6,693	393	10	30	16,320	96 10 05 至 10 10
辛樂克	965	3,152	11,444	498	5	48	12,000	97 09 11 至 09 18

(資料來源：中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站、經濟部水利署第十河川局(<http://www.wral0.gov.tw>)網站、經濟部水利署北區水資源局、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

表 4-5 颱風 (鳶山堰)高濁度維持時間

颱風名稱	取水口最高濁度 (NTU)	高濁度維持時間(時)					總影響時數
		10,000 NTU 以上	2,001~10,000 NTU	1,501~2,000 NTU	501~1,500 NTU	201~500 NTU	
聖帕	4,484		22	7	42	79	150
韋帕	6,200		53	7	48	123	231
柯羅莎	16,320	24	71	6	66	56	223
鳳凰	4,980		15	9	72	74	170
辛樂克	12,000	12	105	29	95	56	297
薔蜜	9,560		61	2	42	66	171
合計		36	327	60	365	454	1,242

(資料來源：中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

10,000NTU以上。另韋帕(WIPHA)颱風高濁度維持時間較長，主要為石門水庫後池日平均雨量(285mm/4天=71.25mm/天)較大所致，又因雨量強度(最大時雨量)、頻率(時雨量15mm以上次數)關係，原水高濁度影響範圍大部分介於201~500NTU。

(2)三峽河水源

如表4-6所示，三峽河水源日平均濁度以 ≤ 50 NTU低濁度發生機率為94.09%最高，高濁度以上僅佔1.10%。板新場另一水源三峽河，因全球氣候變遷影響，97年薔蜜颱風上游雨量站，大豹站及熊空山站24小時累積雨量皆達到350毫米以上超大豪雨，降雨量及強度屢創新高，原水濁度亦破紀錄高達10,000NTU。有鑑於板新淨水場水源三峽河及大漢溪鳶山堰，原水高濁度發生與上游雨量多寡有直接的關係，統計96年聖帕(SEPAT)、韋帕(WIPHA)、柯羅莎(KROSA)颱風，97年鳳凰(FUNG-WONG)、辛樂克(SINLAKU)、薔蜜(JANGMI)颱風期間雨量與濁度關係。三峽河因河流面狹窄、坡陡、急流，如表4-7

及表 4-8 所示，時雨量所產生高濁度之延遲時間，平均為 1.25 小時，亦即三峽河上游雨量造成高濁度原水，約 1 小時 15 分鐘左右到達取水口。又雨量定義為「大雨」(24 小時累積雨量 50 mm 以上，其中 1 小時達 15mm 以上)時，原水濁度發生不超過 200NTU；雨量定義為「豪雨」(24 小時累積雨量 130 mm 以上)時，原水濁度最高為 787NTU；雨量定義為「大豪雨」(24 小時累積雨量 200 mm 以上)時，原水濁度最高為 2,800NTU；雨量定義為「超大豪雨」(24 小時累積雨量 350 mm 以上)時，原水濁度高達 10,000NTU；原水濁度高低與累積雨量及雨量強度(最大時雨量)、頻率(時雨量 15mm 以上次數)成正比關係。

表 4-6 板新場三峽河水源日平均濁度發生機率

濁度範圍 (NTU)	發生天數(天)					總計 天數	比例	
	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	94-98	94-98	
低濁度 ≤50	333	345	341	345	354	1,718	94.09%	
中濁度	51~200	23	19	22	16	8	88	4.82%
	201~500	7	1	1	2	3	14	0.77%
高濁度	501~1,500	2	0	1	3	0	6	0.33%
	1,501~2,000	0	0	0	0	0	0	0.00%
	2,001~10,000	0	0	0	0	0	0	0.00%
超高濁度	>10,000	0	0	0	0	0	0	0.00%
	合計	365	365	365	366	365	1,826	100.00%

(資料來源：板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

平均每個颱風高濁度維持 22.8 小時(約 0.95 天)，96 年柯羅莎(KROSA)颱風累積雨量 551mm，取水口最高濁度 1,000NTU，高濁度影響時數為 36 小時；97 年辛樂克(SINLAKU)颱風累積雨量 764mm，取水口最高濁度 2,800NTU，高濁度影響時數為 31 小時；97 年薔蜜(JANGMI)颱風累積雨量 588mm，其中 9 月 28 日 24 小時累積雨量高

表 4-7 三峽河上游雨量與原水濁度統計表

24 小時 累積雨量 (mm)	雨量 定義	每小時雨 量 15mm 以上 (次數)	最大時 雨量 (mm)	取水口 最高濁度 (NTU)	時雨量 衍生高 濁度延 遲時間 (hr)	發生日期 年 月 日 (颱風)
56	大雨	1	16	125	1	970915(辛樂克)
89	大雨	1	16	160	2	970912(辛樂克)
144	豪雨	2	55	550	2	970927(蕃 蜜)
145	豪雨	3	44	1,660	1	980806(莫拉克)
147	豪雨	3	27	787	1	960818(聖 帕)
177	豪雨	4	26	600	2	961005(柯羅莎)
204	大豪雨	1	18	400	0	980807(莫拉克)
279	大豪雨	8	33	970	1	960918(韋 帕)
282	大豪雨	8	27	450	1	970914(辛樂克)
313	大豪雨	6	45	2,800	1	970913(辛樂克)
323	大豪雨	10	28	1,000	1	961006(柯羅莎)
380	超大豪雨	13	39	10,000	2	970928(蕃 蜜)
平均					1.25	

(資料來源：中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站、經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

表 4-8 颱風 (三峽河)高濁度維持時間

颱風 名稱	累積 雨量 (mm)	取水口 最高 濁度 (NTU)	高濁度維持時間(時)					總影響 時 數
			10,000 NTU 以上	2,001~ 10,000 NTU	1,501~ 2,000 NTU	501~ 1,500 NTU	201~ 500 NTU	
聖帕	212	930		0	0	4	12	16
韋帕	376	970		0	0	9	13	22
柯羅莎	551	1,000		0	0	18	18	36
鳳凰	136	373		0	0	0	6	6
辛樂克	764	2,800		1	1	7	22	31
蕃蜜	588	10,000		4	1	7	14	26
合 計				5	2	45	85	137

(資料來源：經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

達 380mm 超大豪雨，造成取水口最高濁度達 10,000NTU，為民國 88 年 4 月三峽河抽水站正式運轉以來最高濁度，高濁度影響時數為 26 小時。統計數據中 97 年 9 月 13 日大豪雨發生，原水濁度達 2,800NTU，又 97 年 9 月 28 日超大豪雨，原水濁度高達 10,000NTU，經查為取水口上游山坡地土石崩塌，造成原水濁度增高，超過淨水場之處理能力，值得有關單位重視與防患，避免高濁度一再發生，影響民生與工業之正常供水。

板新場以雙水源取水，綜合以上分析，大漢溪鳶山堰水源，因集水區上游沿岸農地休耕、興建住宅或工廠以及挖採砂石的砂石場，造成淨水場集水區水源受住宅、工廠廢水及洗砂污水等污染，相關概況如表 4-9 所示；原水濁度大部分介於 51~200 NTU 及 ≤ 50 NTU(如表 4-2)，原水量由石門水庫核配及沿岸未控流量匯流於鳶山堰水庫致取水量較穩定。高濁度原水，大多發生於颱風豪雨季節以及受到石門水庫進行活化排砂影響。石門水庫下游的大漢溪兩旁砂石廠將砂石淘洗後的廢土堆積在河岸，平時淤積之泥砂在石門水庫排洪或豪雨來時即沖刷至下游，造成鳶山堰原水濁度反較石門水庫排洪水濁度高的原因之一，更突顯板新場面對原水高濁度發生的機會大增。

三峽河水源，因上游住宅、工廠較少，平日原水濁度較低為 94.09% ≤ 50 NTU(如表 4-6)，又因三峽河僅設攔河堰便於抽水，並無蓄水功能，取水量依上游雨量多寡，呈現不穩定情況；高濁度原水通常發生於上游豪雨時段，與上游累積雨量及雨量強度(最大時雨量)、頻率(時雨量 15mm 以上次數)成正比。

表 4-9 板新場水源水質水量保護區現有污染源概況

污染總類	公司名稱	污染源型態
砂石類	昇總企業有限公司鶯歌廠(已停工) 鏞吉砂石廠 大龍潭砂石廠 建宏砂石廠(已停工) 茂基砂石廠 漢嵩砂石廠 台榮砂石廠 錫鋒企業有限公司(已停工) 幸太企業股份有限公司大溪廠	懸浮固體
社區廢水	埔頂重劃排水路工程 武嶺橋下游左側社區廢水 大漢溪月眉里社區廢水	有機物 BOD 等
工廠類	樂紡公司 秀波電子公司 尚美實業有限公司	黑濁色污水 乳白色污水 廢磁料
廢棄物類	八德鄉公所垃圾場	廢棄物

(資料來源：板新淨水場 98 年度水源巡查紀錄)

2. 水源水質特性

板新場原水為大漢溪鳶山堰及三峽河雙水源，由 94 至 98 年統計資料中發現，濁度於 200NTU 以下天數鳶山堰佔了 91.51%、三峽河佔了 98.91%，原水濁度主要分布於中低濁度，但是在每年 7 至 10 月期間，常會受到颱風影響造成原水濁度的提高。原水濁度主要分布於 100NTU 以下，颱風季節帶來豪雨導致濁度上昇，更有超過 10,000NTU 的情況發生(如圖 2-4)。

為有效保護水源水質，鳶山堰取水口上游自石門水庫後池堰起沿大漢溪流流域兩畔集水區，面積 88 平方公里，於民國 69 年 10 月，奉台灣省政府公告劃定為「板新給水廠水源水質水量保護區」，並公告管制事項，禁止一切污染行為，板新場即加強巡查舉發送地方主管機關取締。大漢溪、三峽河皆為開放水體，此二處水源平時均能符合飲用水水源水質標準，如表 4-10 及表 4-11 所示。

表 4-10 三峽河水源水質特性分析結果

項目	大腸桿菌 群密度 (MPN/100 毫升或 CFU/100 毫升)	氮氮 (NH ₃ -N) (毫克/ 公升)	總有機 碳 (TOC) (毫克/ 公升)	化學需 氧量 (COD) (毫克/ 公升)	砷(As) (毫克/ 公升)	鉛(Pb) (毫克/ 公升)	鎘(Cd) (毫克/ 公升)	鉻(Cr) (毫克/ 公升)	汞(Hg) (毫克/公 升)	硒(Se) (毫克/ 公升)
水源標準 最大限值	20,000	1	4	25	0.05	0.05	0.01	0.05	0.002	0.05
94 年	3,950	0.0725	1.5975	5.3667	ND	0.0020	0.0003	0.0014	ND	ND
95 年	2,050	0.0775	1.4375	5.9750	ND	0.0120	0.0006	0.0016	ND	ND
96 年	3,925	0.0800	1.1025	6.8000	ND	0.0090	ND	0.0003	ND	ND
97 年	4,975	0.0775	1.2875	5.7500	ND	0.0000	ND	ND	ND	ND
98 年	4,925	0.0975	1.3250	6.6250	ND	0.0015	ND	0.0018	ND	ND
平均	3,965	0.0810	1.3500	6.1033	ND	0.0049	0.0004	0.0013	ND	ND
最大值	9,600	0.9300	2.5900	11.800	ND	0.0310	0.0010	0.0038	ND	ND
最小值	1,200	0.0400	0.5500	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(資料來源：板新淨水場水質預警系統報表，本研究彙整)

表 4-11 鳶山堰水源水質特性分析結果

項目	大腸桿菌 群密度 (MPN/100 毫升或 CFU/100 毫升)	氮氮 (NH ₃ -N) (毫克/ 公升)	總有機 碳 (TOC) (毫克/ 公升)	化學需 氧量 (COD) (毫克/ 公升)	砷(As) (毫克/ 公升)	鉛(Pb) (毫克/ 公升)	鎘(Cd) (毫克/ 公升)	鉻(Cr) (毫克/ 公升)	汞(Hg) (毫克/公 升)	硒(Se) (毫克/ 公升)
水源標準 最大限值	20,000	1	4	25	0.05	0.05	0.01	0.05	0.002	0.05
94 年	4,325	0.1875	2.1150	8.4000	ND	0.0073	0.0002	0.0018	ND	ND
95 年	4,900	0.2500	2.2900	11.8000	ND	0.0120	0.0006	0.0015	ND	ND
96 年	8,325	0.2650	1.8250	7.0000	ND	0.0100	0.0000	0.0006	ND	ND
97 年	5,625	0.2700	1.8850	8.4250	ND	0.0000	0.0000	0.0000	ND	ND
98 年	3,625	0.2450	1.7250	9.5750	ND	ND	ND	ND	ND	ND
平均	5,360	0.2435	1.9680	9.0400	ND	0.0059	0.0001	0.0008	ND	ND
最大值	11,000	0.7500	3.8200	19.3000	ND	0.0310	0.0006	0.0048	ND	ND
最小值	1,800	0.0700	1.1800	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

(資料來源：板新淨水場水質預警系統報表，本研究彙整)

4.2 板新場處理水量變化

台灣是一個海島，年平均降雨量為 2,500 公厘以上，是世界平均值的 2.6 倍，屬於降雨量豐富的地區之一。但由於受到降雨時間與空間上的分布，再加上人口密度高，使得每人平均分配到水資源的量有限，每年每人平均所能分配之降雨量，只有世界平均值的六分之一左右，使得我國成為全球排名第 18 位的缺水國家，屬水資源利用潛能不高的地區之一，可供利用之水資源相當有限。

全球暖化因素，在聯合國的報告中，台灣屬於氣候變遷的高危險群。百年以來，平均溫度增加了 1.3°C，是全球平均值的兩倍，也比鄰近的日本、中國大陸高。台灣持續暖化所引發的氣候變遷，真正令人擔憂的是暴雨暴旱更迭。近年來氣候變異極大，不是水太多，就是水太少，2001 年的納莉颱風，台北市單日降下 650 公釐豪雨，破了百年紀錄；翌年，石門水庫河床乾涸，遭逢 30 年來最嚴重乾旱。過去氣象局觀測資料即顯示，台灣地區每年總降雨量沒有明顯變化，但是降雨總時數明顯減少，顯現降雨強度逐漸增強。在降雨強度提高的情況下，不斷破記錄的單次降雨量，對環境的衝擊強度提高，成災的機率自然大為增加。2009 年 7 月底，新竹出現將近 40 度的高溫，全台都鬧旱災實施限水措施，沒想到才一個禮拜，莫拉克颱風帶來八八水災，出現百年來空前的降雨量，可以預料，以後會繼續出現破紀錄的高溫和雨量。

板新場的原水來源有二，其一為石門水庫配放大漢溪之核配水量及大漢溪下游兩側未控流量，於台北縣三峽鎮鳶山地區設攔河堰(鳶山堰)取水；雖然水質較差但水量較為穩定，其取水量於 98 年度在豐水期(每年 5~10 月)約佔板新淨水場總出水量之 46.9%，枯水期(每年 11~4 月)約 67.7%(如表 4-12)。其二為三峽河水源，88 年 4 月完成取水設施，於三峽河大埔段建攔河堰及抽水站，上游集水區植被良好，平時水質較佳但水量較為不穩定，雨天高濁度延時時間短；豐、枯水

期差異性大，最大取水量可達 53 萬 CMD，但最小取水量只有 2~3 萬 CMD，其取水量於 98 年度在豐水期(每年 5~10 月)約佔板新淨水場總出水量之 53.1%，枯水期(每年 11~4 月)約 32.3%(如表 4.12)。

板新場供水區域遼闊，平日送水管線末端(板橋、新莊、五股、蘆洲、八里)用水尖峰時段仍需台北市自來水事業處(以下簡稱北水處)每日支援 5~10 萬噸清水量，以滿足供水轄區需水量，而目前最大支援量已達 53 萬 CMD。板新場水源在豐水期優先取用三峽河原水，其次為鳶山堰原水，最後以北水處支援清水量來滿足需水量。枯水期間仍以三峽河及石門水庫核配水量優先考量，其次增加北水處清水支援量，再有供水缺口則請石門水庫增配原水量。

表 4-12 板新場水源 98 年度每月取水量統計表

月份	鳶山堰(萬 CMD)	三峽河(萬 CMD)	合計(萬 CMD)
1	47.9	21.6	69.5
2	46.4	9.2	55.6
3	31.1	24.8	55.9
4	28.2	26.1	54.3
5	47.0	10.5	57.5
6	26.1	36.3	62.4
7	41.8	18.2	60.0
8	33.5	106.1	67.3
9	58.5	8.2	66.7
10	30.2	38.7	68.9
11	38.9	27.5	66.4
12	37.0	19.1	56.1
平均	38.88	28.86	61.74

(資料來源：板新淨水場原水站操作日報表)

大漢溪上游石門水庫水資源主要為農田灌溉用水，供應自來水水源最高為 352,000 CMD，雖颱風豪雨造成原水高濁度期間水量較為豐沛，但因三峽河攔河堰抽水站無蓄水功能，鳶山堰主要攔蓄石門水庫下游大漢溪沿岸未控流量，如圖 4-2 及表 4-13 所示，期間當瞬時雨量超過含蓄容量時，水資源將溢流經下游至大海。氣候變遷造成雨量及強度不均日趨嚴重，產生原水高濁度頻率增加。三峽河上游豪雨所產生高濁度原水之延遲時間，平均為 1.25 小時，在原木濁度屢創新高之下，短時間(數小時)高濁度期間，可暫時停止取水，而改自鳶山堰取水；鳶山堰約可存蓄 400 噸水量，在上游豪雨或石門水庫排洪致產生高濁度原水之延遲時間為 6 小時以上，於水源水質異常高濁度期間，可利用雙水源特性，優先取用水質較佳的原水，以降低淨水場處理負荷。

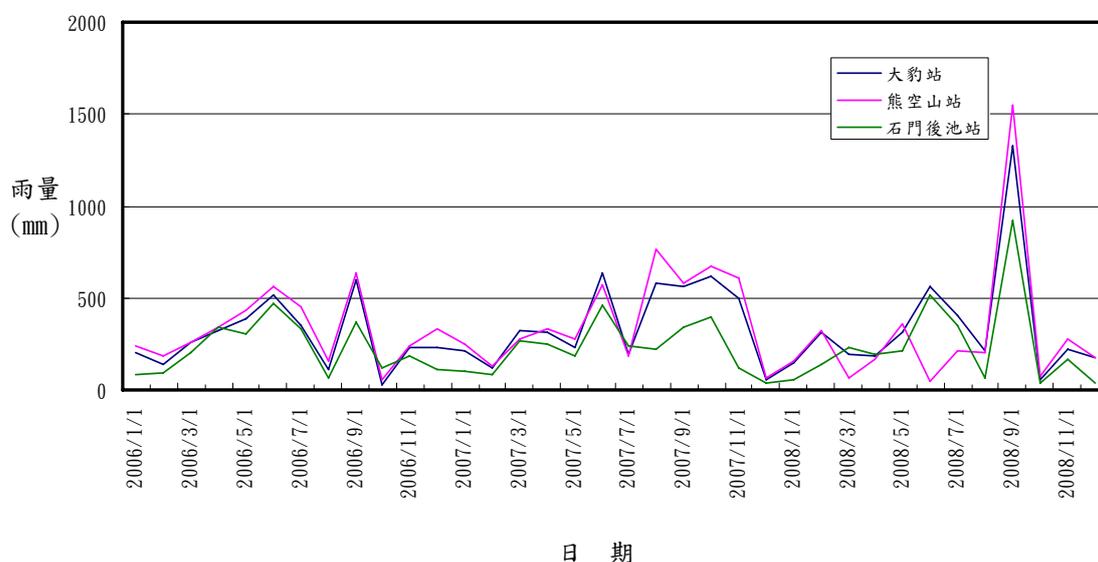


圖 4-2 板新場水源上游近三年月平均降雨量變動趨勢

(資料來源：經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站
本研究彙整)

表 4-13 板新場水源上游近三年累積雨量統計

年 度	95 年		96 年		97 年	
雨量站	累積雨量 (mm)	下雨天數 (日)	累積雨量 (mm)	下雨天數 (日)	累積雨量 (mm)	下雨天數 (日)
大豹站	3,391	181	4,366	200	4,117	161
三峽河						
熊空山站	3,890	190	4,727	210	3,608	167
大漢溪 石門後池站	2,675	140	2,698	129	2,896	128

(資料來源：經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站、經濟部水利署北區水資源局(<http://www.wranb.gov.tw>)網站)

4.3 莫拉克颱風(八八水災)高濁度原水案例探討

高濁度原水為近年來國內各淨水場必須面對的問題，全球氣候變遷，颱風所帶來的降雨強度不斷攀高。民國 98 年 8 月 8 日莫拉克(MORAKOT)颱風夾帶超大雨量重創台灣南部地區，日雨量和雙日雨量已經跟世界紀錄的最大雨量非常接近，如圖 4-3 所示；土石崩坍導致河川及水庫嚴重淤積，造成淨水場原水濁度驟升影響正常處理成效。

近三年(96~98 年)板新場 98 年度高濁度原水發生的機率較少，然全球氣候變遷影響，造成累積雨量及降雨強度差異加大，民國 97 年薔蜜(JANGMI)颱風造板新場三峽河水源上游 24 小時累積雨量 380mm 及原水濁度 10,000NTU 皆打破民國 84 年取水站運轉以來最高紀錄。民國 98 年莫拉克(MORAKOT)颱風夾帶超大豪雨重創台灣南部，亦造成原水超高濁度，使淨水場必須暫停出水，嚴重影響民生及工業用水。位於台灣北部板新場雙水源上游大豪雨及石門水庫排洪影響，亦造成原水高濁度發生。

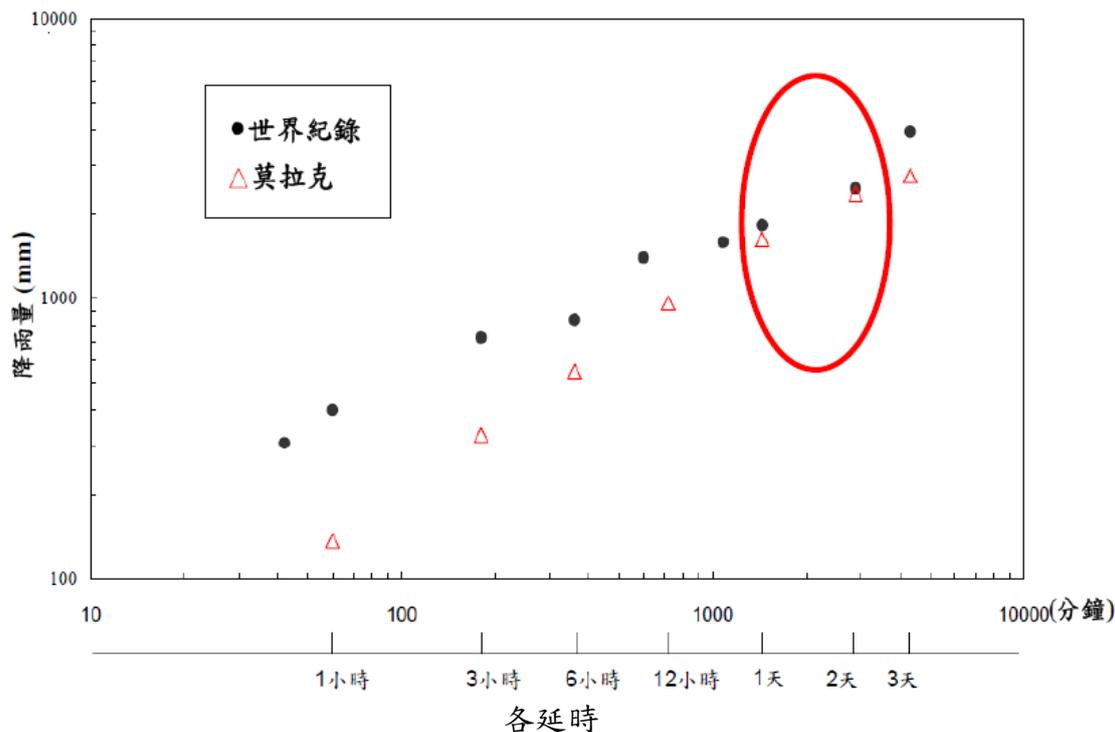


圖 4-3 超大雨量世界極端降雨比較

(摘自：99 年 2 月 1 日中國土木工程學會「莫拉克颱風高雄縣甲仙鄉小林村及那瑪夏鄉、桃源鄉致災原因調查期末報告簡報」)

1. 鳶山堰水源

由圖4-4及表4-14顯示，莫拉克(MORAKOT)颱風侵台前，全台都為水源缺乏實施因應措施；北部石門水庫水位處於下限缺水位置，8月6日17時起，大漢溪上游陸續豪雨發生，石門水庫後池降雨量，雖沖刷下游兩岸砂石，但經鳶山堰水庫自淨作用，測得原水濁度最高為820 NTU；石門水庫集水區亦降下豪雨，水庫水位開始迅速回升，8月7日17時水庫以100CMS放水量進行發電，放水口中心高程173公尺屬水庫較下層，因水庫淤積嚴重，造成石門水庫後池原水濁度提升，石門水庫水位持續上升接近滿水位，並於8月8日凌晨2時以400CMS流量開始排洪，後池原水濁度持續攀高近4,000NTU，經排洪水沖刷河道污染源，6小時後鳶山堰水源取水口原水濁度監測值達5,600 NTU，為當日原水最高濁度。石門水庫依上游進流量持續調節性排洪，於8月9日2時鳶山堰取水口測得原水濁度8,500NTU，為本次颱風

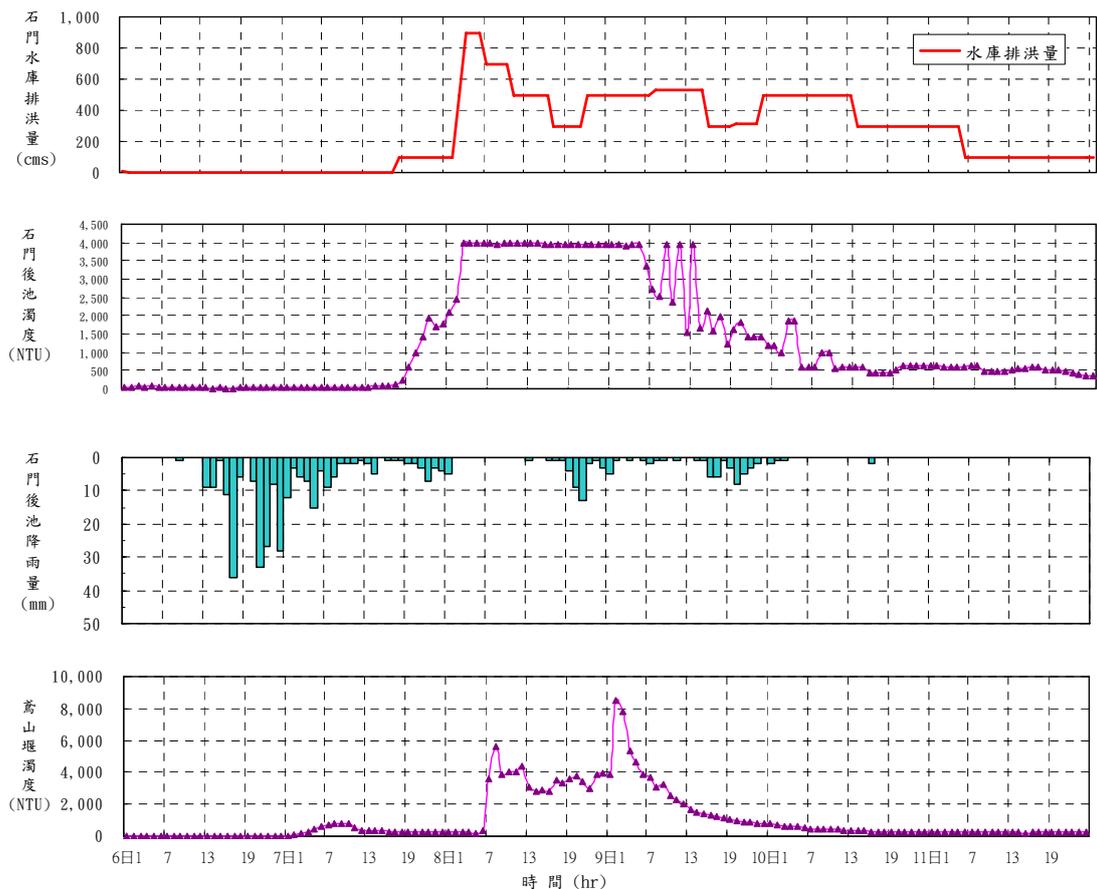


圖 4-4 莫拉克颱風大漢溪水情資料變化趨勢

(資料來源：經濟部水利署北區水資源局(<http://www.wranb.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

表 4-14 莫拉克颱風鳶山堰上游雨量與原水濁度統計

日期	石門水庫集水區		石門水庫後池				鳶山堰 取水口 最高濁度 (NTU)
	累積 雨量 (mm)	最大 排洪量 (CMS)	最高 濁度 (NTU)	累積 雨量 (mm)	時雨量 15mm 以上 (次數)	最大 時雨量 (mm)	
8/6	128	0	64	176	4	36	24
8/7	240	100	1,919	100	1	15	820
8/8	56	900	3,980	41	0	13	5,600
8/9	46	530	3,961	49	0	8	8,500
8/10	3.4	500	1,851	6	0	2	750
8/11	0	300	639	0	0	0	300

(資料來源：中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站、經濟部水利署第十河川局(<http://www.wral0.gov.tw>)網站、經濟部水利署北區水資源局(<http://www.wranb.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

最高原水濁度，經監測石門水庫後池原水濁度，自水庫排洪起原水濁度監測值即固定在4,000NTU左右，似有異常現象，隨著石門水庫排洪量遞減，鳶山堰原水濁度相對降低。莫拉克(MORAKOT)颱風所帶來板新場原水高濁度，依水情資訊統計，與前述年平均統計值相符，值得後續淨水處理操作參考依據，建議板新場水源水情資訊持續搜集建立，以因應未來高濁度原水處理策略。

2.三峽河水源

由圖4-5及表4-15得知，8月6日17時三峽河上游平均時雨量達最高44mm，1小時後，三峽河取水口原水濁度為1,660NTU，為本次莫拉克(MORAKOT)颱風最高濁度，之後，三峽河取水口原水濁度即隨降雨強度及頻率遞減而降低。

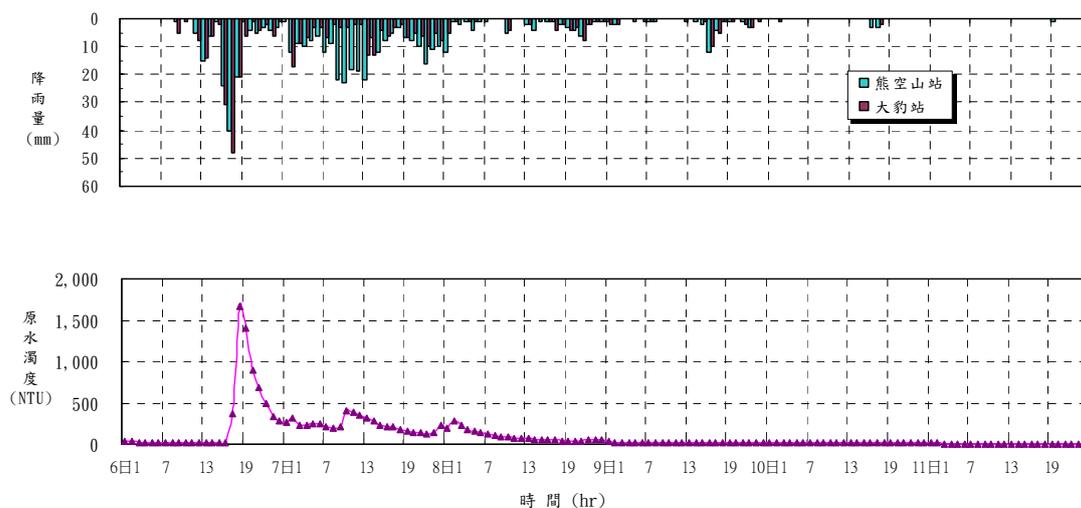


圖 4-5 莫拉克颱風三峽河上游降雨量與原水濁度變化趨勢

(資料來源：經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

表 4-15 莫拉克颱風三峽河上游雨量與原水濁度統計

日期	累積雨量 (mm)	雨量定義	每小時雨量 15mm 以上 (次數)	最大時雨量 (mm)	取水口最高濁度(NTU)
8/6	145	豪雨	3	44	1,660
8/7	204	大豪雨	1	18	400
8/8	48	-	0	8.5	275
8/9	31	-	0	11	31
8/10	4.5	-	0	2.5	16
8/11	0.5	-	0	0.5	10

(資料來源：中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站、經濟部水利署第十河川局(<http://www.wra10.gov.tw>)網站、板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

由圖 4-6 得知，民國 98 年 8 月 6 日 18 時當三峽河原水濁度驟升至最高 1,660NTU 時，另一水源鳶山堰原水濁度仍位於低濁度 19NTU，在鳶山堰水量充裕下，板新場水源全由鳶山堰供應。8 月 7 日 4 時，當鳶山堰原水濁度逐漸升高，此時三峽河原水濁度已降至 200NTU 左右，板新場水源則依雙水源特性擇優水質取水處理。8 月 8 日因石門水庫排洪，造成鳶山堰原水濁度升高，因三峽河水源上游

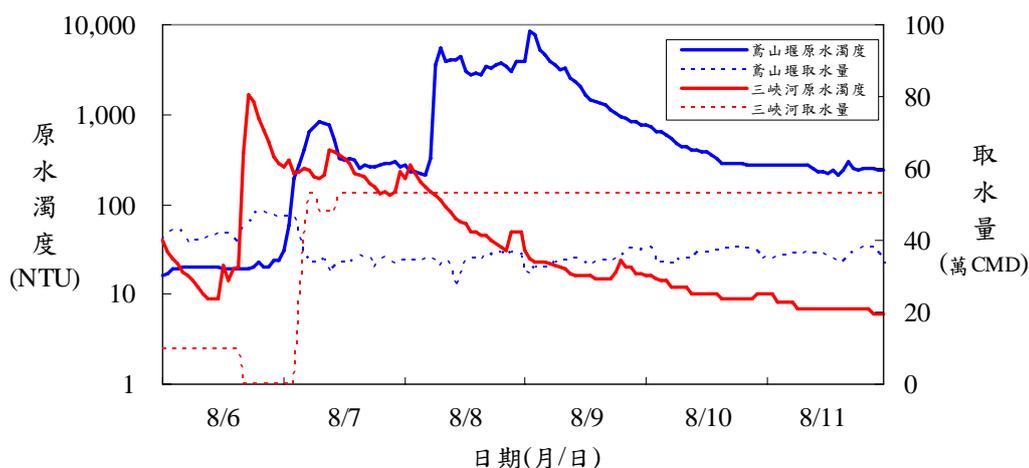


圖 4-6 莫拉克颱風板新場水源濁度與取水量變化趨勢
(資料來源：板新淨水場原水站操作日報表，本研究彙整)

雨量已漸歇，取水口原水濁度亦降至中、低濁度，且水量充沛以最大取水量 53 萬 CMD 引進板新場一、二期淨水設備處理，三期設備則依供水量需求及處理能力導引鳶山堰高濁度原水處理。

第五章 結論與建議

5.1 結論

- 一、鳶山堰水源水量較穩定，但水質較差，上游石門水庫淤積嚴重惡化，為活化水庫而持續進行排砂作業，更突顯水源高濁度發生機會大增；96 及 97 年颱風豪雨原水最高濁度平均約 9,000NTU；平均每個颱風造成 200NTU 以上高濁度達 207 小時，發生天數比例為 8.49%。原水最高濁度發生與上游累積雨量、降雨強度及石門水庫排洪量成正比關係。
- 二、三峽河水源水質較佳，但水量在豐、枯水期差異較大；96 及 97 年颱風豪雨原水最高濁度平均約 2,700NTU，平均每個颱風造成高濁度之影響約為 23 小時，原水濁度隨著上游降雨強度及頻率增加而提高。當 24 小時累積雨量定義為「大雨」時，取水口最高濁度低於 200NTU；「豪雨」時，最高濁度平均為 650NTU；「大豪雨」時，原水最高濁度平均大於 1,000NTU；若定義為「超大豪雨」，原水最高濁度達 10,000NTU。
- 三、由統計資料顯示，近 5 年鳶山堰水源平均每年原水高濁度發生天數達 31 天；三峽河水源平均為 4 天。鳶山堰上游豪雨或石門水庫排洪致產生高濁度原水之延遲時間平均 6 小時以上；三峽河上游豪雨所產生高濁度原水之延遲時間平均為 1 小時 15 分，於水源高濁度期間，可利用雙水源特性，優先取用水質較佳的原水，以降低淨水場處理負荷。

5.2 建議

- 一、板新場三峽河水源，颱風季平均原水高濁度影響不到一天時間，颱風過後水質良好、水量充沛，建議增加原水取水量，以因應鳶山堰水源受颱風影響平均達 207 小時的原水高濁度，降低淨水場處理高濁度之負荷。

- 二、鳶山堰上游因石門水庫淤積嚴重，每遇颱風豪雨必須承受其排砂作業帶來的高濁度原水；建議鳶山堰上游設置原水調整池計畫案儘速完工，專管供應板新場。石門水庫亦可利用雨量充沛時進行排砂作業，以增加水庫蓄水容量。
- 三、板新場雙水源特性，造成原水高濁度的水情資訊，建議持續蒐集建立，以提供淨水處理操作之參考。

參考文獻

1. 中央氣象局全球資訊網(<http://www.cwb.gov.tw>)網站。
2. 經濟部水利署水文水資源資料管理供應系統網站(<http://gweb.wra.gov.tw>)。
3. 經濟部水利署北區水資源局網站(<http://www.wranb.gov.tw>)。
4. 經濟部水利署第十河川局網站(<http://www.wra10.gov.tw>)。
5. 行政院環境保護署環境檢驗所(<http://www.niea.gov.tw/>)網站。
6. 交通大學，「石門水庫高濁度缺水分析及改善策略檢討期末報告」，國立交通大學防災工程研究中心(2008)。