

## 壹、緣起與目的

台灣地區因為地形及水文條件因素，水資源開發利用一直是提供民生及產業用水不虞匱乏之重要工作；隨著時代進步、環境保育及永續利用已成為世界潮流，因此水資源之工作也逐漸轉移以營運、管理及調配為重心，尤其枯早年或枯旱季節時期，如何有效調度運用有限水資源，採取各項救旱措施，使民眾免於「缺水之苦」，更形重要。

日本在水文、地形等條件與台灣相似，日本在水資源開發、管理及營運，均已累積長期之經驗。尤其台灣正在積極推動水源聯絡調度，以提昇水源之運用效率，日本已實施多年的水庫統合管理，更是我們學習的重要目標。

本次研習中，將透過拜訪、研習及參觀等過程，實際了解日本水資源現況，學習水資源營運調度之機能，水庫統合管理之運作，向日本汲取各項救旱措施，並就水資源與自然環境共生共存深入了解，以利將來提供於台灣地區水資源之營運、管理及調度。

## 貳、行程表

本次行程係自八十九年時二月七日至十二月十九日，出國人員計有課長陳殿寶、副工程司陳健豐、彭志雄、陳建成及工程員梁志雄等五名（陳健豐等三位係屬於另外兩項河川研習計畫人員），相關拜訪、研習及參觀活動均委請日本河川整備中心代為安排。

本次拜訪之單位有日本河川整備中心、河川情報中心、水庫水源地環境整備中心、水庫技術中心、淀川水庫統合管理局及相關管理單位（如荒川下游工事事務所、淀川工事事務所等）。研習課程則包括總合治水、多自然型河川、洪水警報、水庫設計、施工及貯水池管理等課程。

參觀之內容則包括神田川—環七地下河川、荒川下游與荒川資料館、葛西臨海公園、鶴見川多目的遊水池、多摩川宿河原堰、宮瀨水庫、木曾三川與自然共生研究所、宇治川、淀川水庫群統合管理、淀川與淀川資料館、淀川大堰與毛馬排水機場、琵琶湖、琵琶湖疏水及其紀念館等。

表 2-1 日本研習行程表

預定起訖日期	天數	到達地點	詳細工作內容
12月7日 (四)	1	台北、東京	啟程
12月8日 (五)	1	東京	拜會河岸整備中心、河川情報中心
12月9日 (六)	1	東京	參訪河口堰、親水公園與資料整理(假日)
12月10日 (日)	1	東京	
12月11日 (一)	1	東京	參訪環七地下河川、荒川海埔新生地開發
12月12日 (二)	1	東京	研習日本水庫設計、施工及蓄水池管理
12月13日 (三)	1	東京—箱根—京都	參觀宮瀨水庫、
12月14日 (四)	1	京都	參訪自然共生研究中心
12月15日 (五)	1	大阪	觀摩淀川資料館、生態復育計畫
12月16日 (六)	1	大阪	參訪琵琶湖、琵琶湖疏水紀念館及資料整理(假日)
12月17日 (日)	1	大阪	
12月18日 (一)	1	大阪—台北	返程
合計	12		

## 參、研習內容

### 一、日本水資源概況

日本年平均降雨量為 1,714mm(昭和 41 年至平成 7 年期間，日本全國約 1,300 個觀測點的降雨量統計而得)，較台灣年平均降雨量 2,500mm 為少，但約為世界年平均降雨量 970mm 的二倍。由於人口密集，每人每年所能分配之雨水量僅為世界平均值的 1/5，台灣則為世界平均值的 1/7。(圖 3-1-1：日本與世界比較圖)

再加上日本山多平原少，河川坡陡流急，降雨時空分布不均等因素，水資源貯存不易，因此水資源開發、保育、管理及調配等事項，是非常重要的工作。

#### (一)日本水資源發展里程

##### 1. 古代至江戶時期－農業用水高度發展時期

日本的水資源利用係以農業發展為中心展開。古代係以挖池造塘開始；發展至小規模農莊農園時期後，則進入中小型河川的引水利用；至日本戰國時代，此時利水與治水成為水利工作的重點，同時一起發展；而大河川的水資源的有效

開發利用，則至江戶時代才開始發展。這段期間，配合日本的自然、社會與人文環境之發展，並且逐步建立起日本的用水制度。

## 2. 明治維新至戰爭前—日本近代化社會經濟發展基礎創造時期

明治時期，工業用水、生活用水、發電用水等非農業用水之新興用水需求量增大。本時期主要採取既存利水的調整、河水統制事業發展與治水及利水之綜合計畫等手法來對應。

## 3. 戰後至現在—經濟、社會發展突飛猛進時期

配合社會經濟發展需要，建立並發展完備之水資源相關法令；為提供穩定的用水，積極開發水資源，並建立新的水資源開發策略—如多目標水庫；同時重新建立水資源利用秩序，建構長時期的水資源對應策略。

另外推動擬定水源地域發展對策，地盤下陷之災害防止及工業用水道建設。針對下游用水，建立都市用水（含民生及工業用水）與農業用水完善系統，並且建構相互間之支援與調度系統。

## 4. 因應水資源環境變化，實施總合管理時期

因應人口的減少與高齡化，社會結構的成熟化，居民對高度安全與安心的需求；再加上水文

情報化的進展，地球溫暖化等對於各種用水需求的變化及影響，建立一個總合性的管理策略，為今後重要之發展課題。

## (二)日本水資源利用現況

### 1. 用水現況

平成 9 年(西元 1997 年)日本全國用水總量約 891 億  $m^3$ (依取水量計算)。其中生活用水約 165 億  $m^3$ 、工業用水約 138 億  $m^3$ 、農業用水約 589 億  $m^3$ 。(圖 3-1-2：日本用水情形)

生活用水量(平成 9 年)約 144 億  $m^3$ (係有效水量－依使用量計算)，較前一年比約增加 0.9%；每人每日平均使用量為 324 公升/人·日，較前一年比約增加 0.5%。

工業用水年使用量(平成 9 年)約 555 億  $m^3$ (係有效水量－依使用量計算，包括實際用水量及回收水在利用)，較前一年比約增加 2.1%。其中工業用水回收率約 77.9%，較前一年比約上昇 0.5%。因此實際用水量僅剩 123 億  $m^3$ ，較前一年比約減少 0.1%。

農業用水使用量較難實際估算，農業用水若以取水量計算，平成九年用水約 589 億  $m^3$ 。目前

以水田使用量為最多，約佔 9 成；另外則為旱田、畜牧、養殖用水及其他用水等。

## 2. 日本水資源利用現況

日本年平均降下之雨水量約為 6,500 億  $m^3$ ，惟水資源之賦存量平水年約為 4,200 億  $m^3$ ，枯水年則僅有 2,800 億  $m^3$ 。

日本水資源分別由河川水(含水庫水)、地下水及其他水源供應；其中河川水(含水庫調節水量)約供應 85%，地下水約供應 15%，另外其他水源包括下水道回收再利用、雨水收集、海水淡化等供應量尚不足 1%。(圖 3-1-3：日本水收支循環圖)

## 3. 日本水庫建設情形

日本水庫依照管理機關分為中央直管(原為建設省，日本組織改造後，目前為國土交通省)、水資源開發公團、都道府縣及其他機關團體管理等四大類。另外依照使用目的區分為防洪水庫、農業用水庫、民生用水庫、工業用水庫、水力用水庫及其他不特定目的水庫(如為維持生態所需而興建之水庫)等六大類；其中又有專用水庫(單一目的)及多目的水庫之區別。日本水庫目前有 3,159 座，其中專用水庫 2,250 座，多目的水庫

909 座，總蓄水面積 217,961 ha，總蓄水量 304.39 億 m<sup>3</sup>，有效總蓄水量 246.56 億 m<sup>3</sup>。（表 3-1-1：日本水庫統計表）

### （三）日本 21 世紀的水資源策略

日本基於水收支循環之特性，社會經濟發展需要穩定之水資源提供，配合國際動向，加強水環境的保全等因素，水利用已朝向廣域性及以流域統合管理的趨勢。又由於日本水資源行政機關分立，為使各項工作能確實推動，21 世紀的日本水資源將採行總合化管理。總合化水資源策略著重五項課題：

1. 以流域總合化的觀點，建構健全的水收支循環系統。

戰後，由於社會全體追求便利性及效率性，使得各種水問題逐漸明顯化。以流域一體的觀點，除了將治水、利水及環境保全等各種策略整合之同時；配合流域內關係者一體化理念，追求水循環與社會經營之間最適切的平衡下，實施總和化之流域管理工作。

2. 水資源供應與利用之總合化

於一系列之水利用系統中，針對個別水資源

利用機能，檢討並給予最適切之設施。以最小負擔獲得最大效益的原則，檢討水資源的供應，總合流域內各標的水利用計畫與運用；基於水的循環性、經濟性與調和環境視野，以總合化策略推動水資源供給及利用，以因應時代的各種變化。

### 3. 以危機管理的觀點，總合性水資源調度分配

於異常缺水時期，地區危機狀況產生時，因應各種利水的目的及其特徵，有效調配全體地區水資源。

### 4. 實施水資源基礎研究之總合化

因不斷改善更新之水資源系統下，綜合持續性水文等相關之調查與研究報告，將這份資料成果，適時的提供給各關係者，使水資源管理時，能適切的應用改善。再基於對水的認識以便能得到適切之應對，基礎研究內容應包括，水的經濟性、土地利用及水資源關係等。

### 5. 國際觀點之總合化

世界各地的水問題，已成為國際間的重大議題；以及日本所在之亞洲季風型氣候地區內之所產生之各種水問題，應總合化各國對水問題的產生、對應與及重視情形，作為日本水資源策略擬議時之參考。

表 3-1-1：日本水庫統計表

	專用水庫	數量	多目的水庫	數量	合計
1	防洪水庫	123	具防洪功能	799	922
2	農業用水庫	1,606	供農業用水	246	1,852
3	民生用水庫	105	供民生用水	561	666
4	工業用水庫	14	供工業用水	191	205
5	水力用水庫	396	供水力用水	239	635
6	其他不特定目的水庫	6	供其他不特定目的用水	651	657
	總計	2,250	總計	909	3,159

備註：

- 1) 多目的水庫之統計，係採用重複方式表示；  
 例如某一多目的水庫具有民生及農業用水功能時，除於「供民生用水」欄內統計外，並於「供農業用水」欄內統計，故多目的水庫總計僅有 909 座。

2)

總流域面積 (Km <sup>2</sup> )	366,957
總蓄水面積 (ha)	217,961
總蓄水量 (千 m <sup>3</sup> )	30,438,998
有效蓄水量 (千 m <sup>3</sup> )	24,656,450

圖 3-1-1：日本與世界比較圖

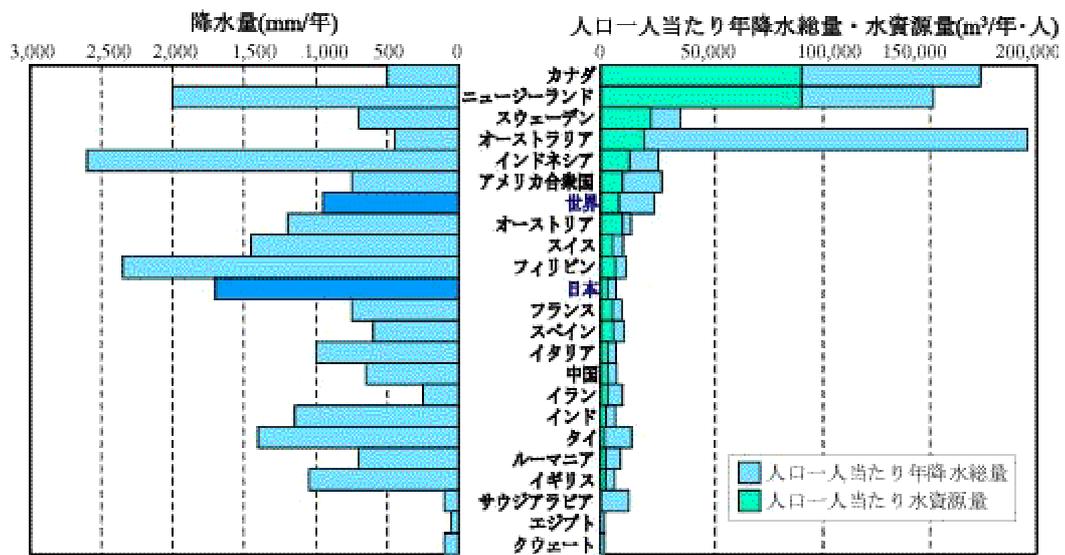
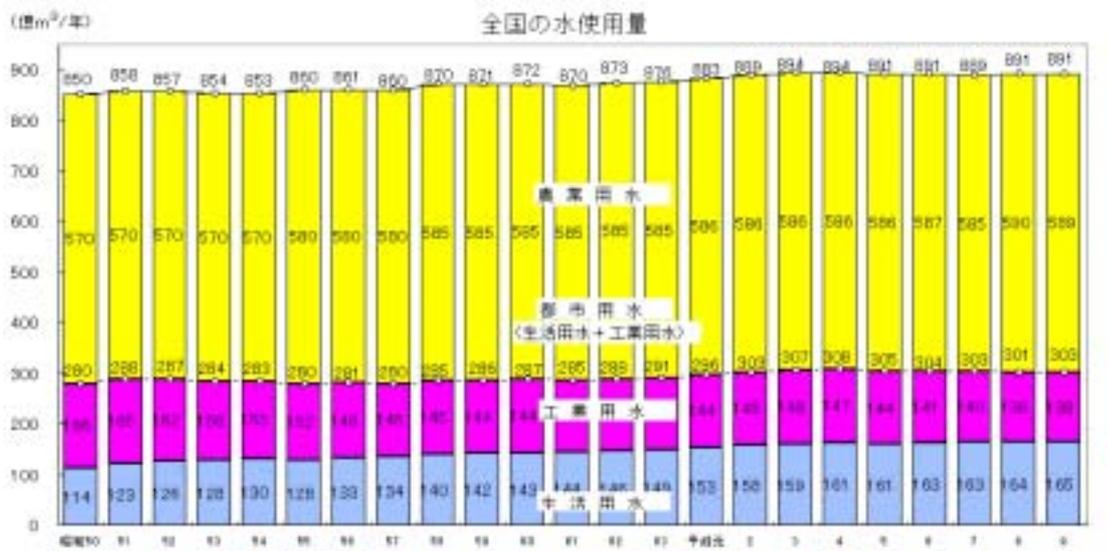
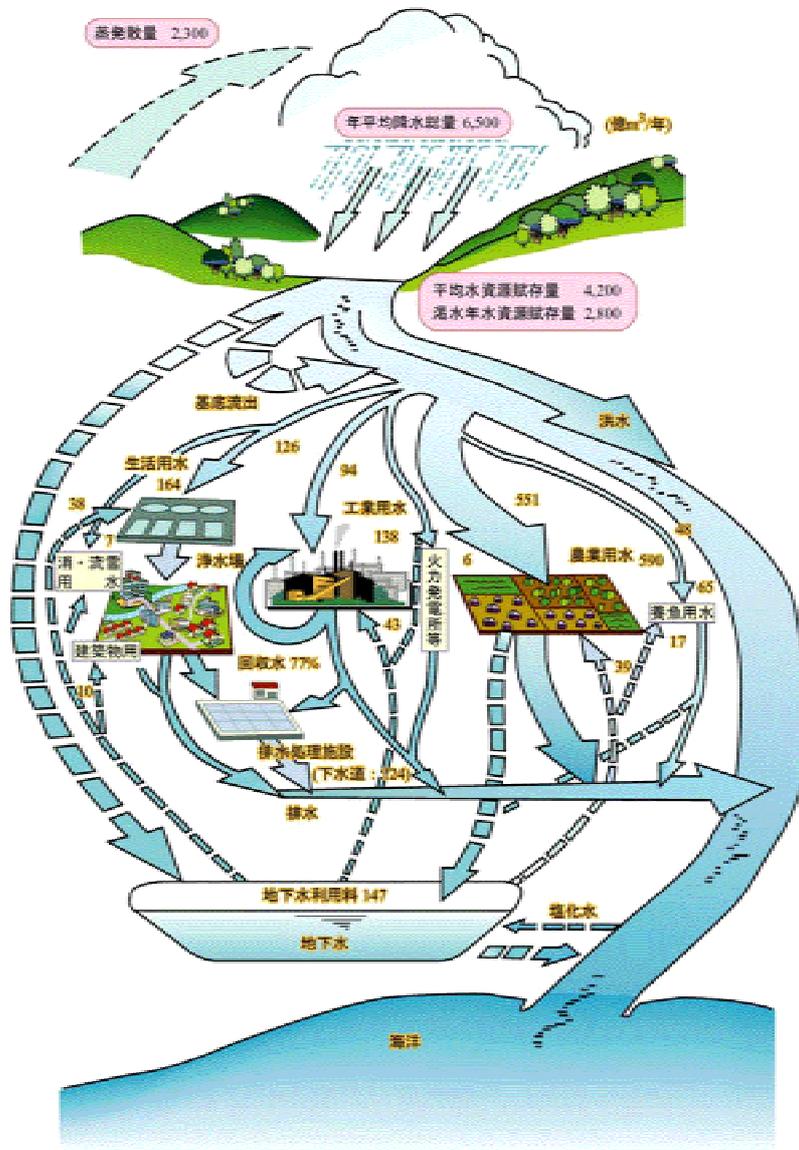


圖 3-1-2：日本用水情形



① 国土庁の推計による取水量ベースの値である。  
 ② 工業用水は没水補給量である。ただし、公益事業において使用された水は含まない。  
 ③ 生活用水、工業用水は推計方法の変更を行ったため、平成10年版白書の数字とは異なっている。  
 ④ 農業用水については、昭和56～57年値は58年の推計値を、59～63年値は58年の推計値を、平成2～5年値は元年の推計値を、用いている。また、平成7年より推計方法の変更を行った。  
 ⑤ 四捨五入の関係で集計が合わないことがある。

圖 3-1-3：日本水收支循環圖



## 二、水庫管理

日本自 1896 年開始，水利工作主要以防洪為主；1964 年時，因為社會工商發展及人口成長，水資源不足問題逐漸浮現，此時期之水利工作則為防洪及水資源利用兩大項；時至今日，因為世界潮流及環境意識抬頭，目前水利工作則包括三大項目：防洪、水資源利用及環境保育。

配合水利工作之調整，因此水庫管理目標亦有三大任務：1. 洪水時貯蓄水量，可降低河川之流量，減輕洪水災害；2. 枯水時期提供放流水，確保下游河川流量，穩定提供農業用水、民生用水、工業用水；3. 河川環境整備所需之基本流量之保全。

水庫管理工作依照其目標及不同時期，除平時應有之水庫管理措施外，於洪水期及缺水期則應加強其他的管理手段。（圖 3-2-1：水庫管理工作內容圖）

### （一）平時水庫管理措施

#### 1. 各項設施整備與檢查

水庫各項設施之巡視、檢查、保養與操作

等。(圖 3-2-2：水庫各項設施示意圖)

## 2. 各項水文水利資料之調查、觀測、整理與報告

水庫集水區之氣象觀測、水庫上、下游及水庫水位觀測、水庫入流量與放流量觀測、水庫土砂入流量、堆沙量與排砂量之觀測等。

## 3. 大壩壩體之觀測

利用大壩內之管理用通路，觀測氣溫、水位及水溫等變化；並於壩體設置側傾儀、漏水計、地震儀等設備，紀錄各種變化對構造物之微小變形及研判可能產生影響。

## 4. 蓄水週邊巡視及環境整備

主要為水庫及其週邊生物生育及生習等狀況調查掌握，並了解水庫及其週邊各種人為活動及利用之影響，推動各項環境整備工作。

## 5. 推動各項改善工事

基於水庫安全或提昇水庫機能與功效，推動水庫設施之更新改善工事，例如增設排洪道、水庫清淤工程等。

## 6. 水質調查保全

水庫水質不僅涉及下游各種用水，也影響水庫及下游水道之生物生育及生習環境，因此必須掌握水庫各區域(如放流口、進水口、表層、中

層及深層等區域)之水質，並可以依照水質調查結果，採取水質保全措施，如設置深層及表層曝汽設施、各種水庫淤泥減少與清除防治及其他水質優氧化之處理等。

#### 7. 其他管理業務或相關事項

辦理其他之管理事項，例如流木之處理、各項宣導工作、資料提供等事宜。

### (二) 洪水時水庫管理措施

洪水來臨時之水庫管理措施，應該加強下列四項措施：1)加強氣象、水文資料收集及放流設備之檢查；2)發放警報及下游巡視，並通報相關機關；3)放流開始，應掌握放流過程、放流量與洪水調節情形；4)放流結束，通報相關機關及各項災情收集統計。

#### 1. 資料收集與設施檢查

本項工作於平時水庫管理時即應辦理，惟於判斷可能有洪水來臨時，應加強辦理本項工作。

#### 2. 警報發放及通報

水庫管理單位應與河川管理單位配合，平時即建立警報區間及各項警報設施；水庫管理單位並應規劃完整與及時之各項資料收集、傳遞與通

報系統。

當水庫放流時，正確並迅速傳達放流狀況之情報，並以各種放流警報設施、警報板或警報車，使警報區域內之人員及河川使用者儘速疏散。另外同時通報相關機關（如下游河川管理單位），以利配合採取必要措施。（圖 3-2-2：水庫放流警報圖）

### 3. 洪水調節操作

水庫放流時應配合上游入水量，以及下游河川水位、流量及所採取之應變措施，以利調節洪峰流量及時間，防止下游洪水發生或減輕災害情形。

洪水調節方式，一般分為 1) 自然調節方式、2) 一定量放流方式、3) 一定率一定量調節方式、4) 鍋底調節方式，各水庫管理單位應依據流域之各項水文、氣候、地文條件及水庫各種設施型式，採用最適宜之方式辦理。（圖 3-2-3：洪水調節方式圖）

以平成 10 年為例（西元 1998 年），全日本防洪水庫約 707 座，洪水流入量約  $206,000\text{m}^3/\text{s}$ ，當時水庫總放流量約  $104,000\text{m}^3/\text{s}$ ，減低下游河川洪水負擔約  $102,000\text{m}^3/\text{s}$ ，調節率約達 50%。

#### 4. 放流結束

放流結束時，除應通報相關機關外，應收集本次洪水期產生之災害情形，檢討了解管理措施是否妥適，作為下次操作時之改進。

#### (三) 缺水時水庫管理措施

缺水時期水庫之管理措施應加強：1) 收集目前下游基準點的流量收集；2) 都市用水等供給、既得用水穩定供應及河川環境保全等必要之下游河川流量及水庫補給量之計算；3) 放流之判斷、放流警報發送及巡視；4) 水庫放流操作等四大項。

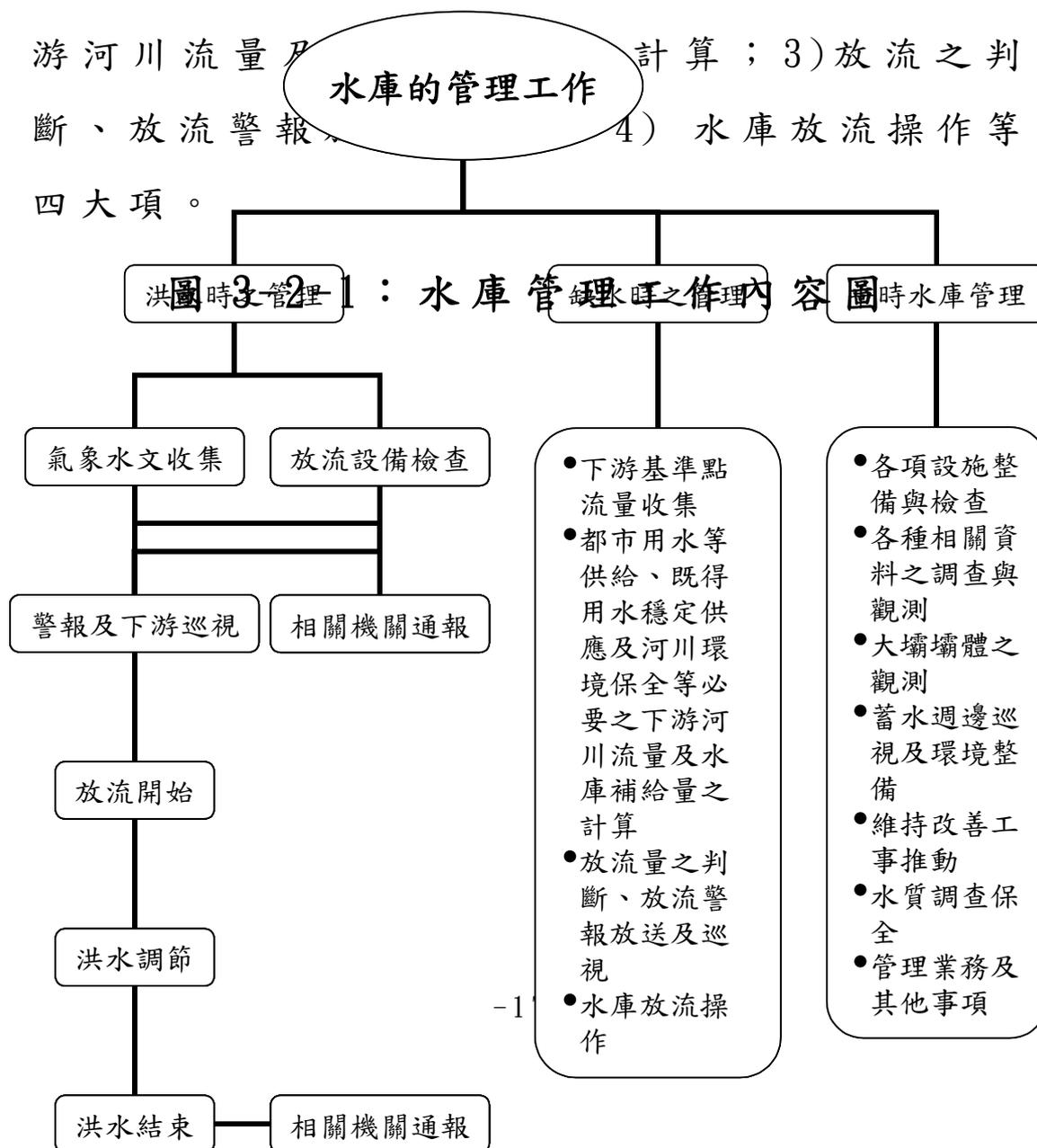
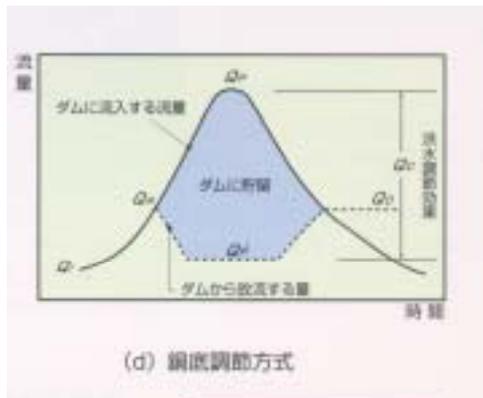
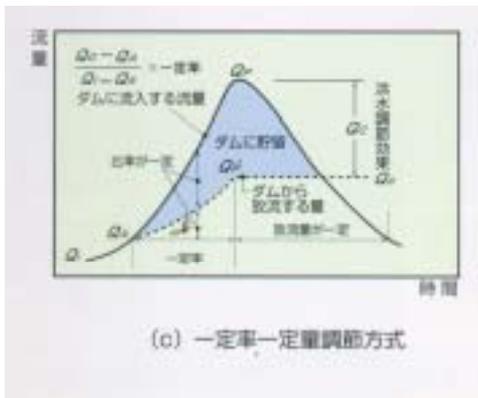
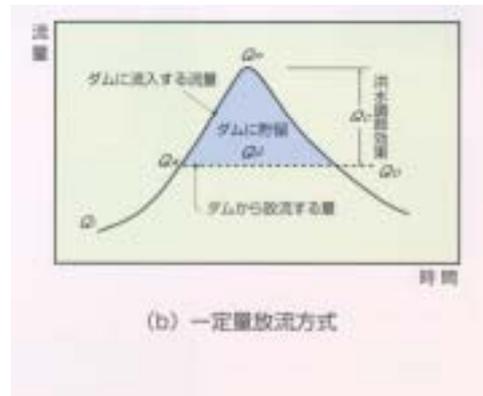
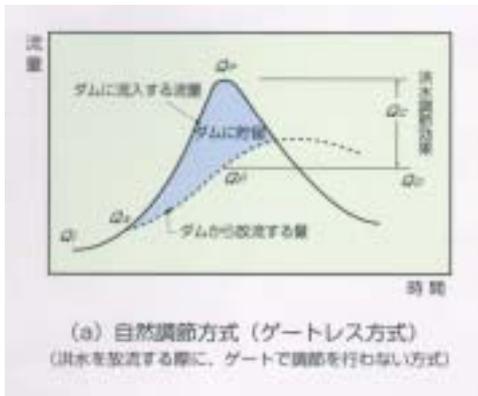
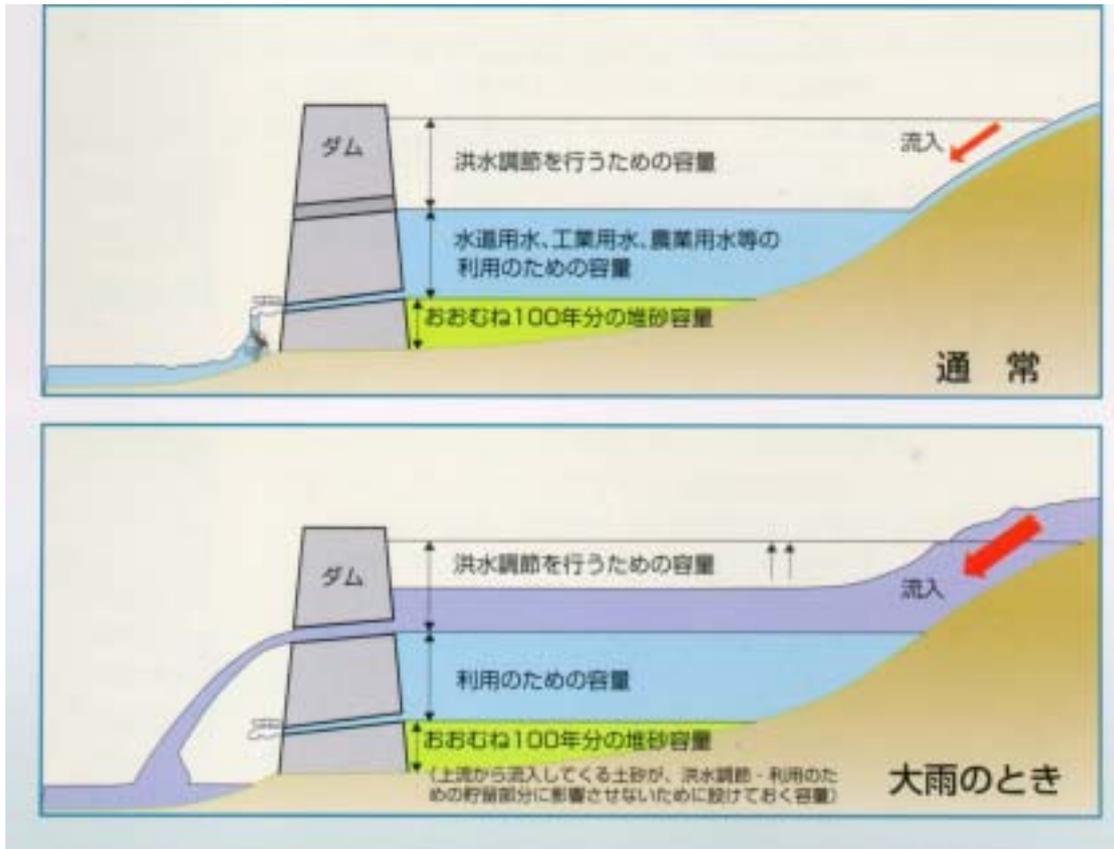




圖 3-2-4：洪水調節方式圖



### 三、日本救旱措施

#### (一)日本缺水原因

1. 梅雨、颱風及降雪所依賴之水資源，近年降雨有逐漸減少之趨勢

日本降雨主要集中在 6 月的梅雨季及 9—10 月的颱風季節，這三個月的降雨約佔全年降雨的四分之一，由於梅雨期及颱風期雨水集中，而且變動性極大，因此水資源之利用較難掌握。尤其遇到空梅期、颱風少及暖冬降雪減少時，就會發生水不足的缺水現象。

從長期的降雨資料統計可知，近年來日本年降雨量有逐漸減少之趨勢，因此夏冬兩季常常有發生缺水的情形。（圖 3-3-1：日本年降雨量變化圖）

2. 日本的河川流急、坡陡、長度短，降雨急速入海，不利水資源貯蓄

日本屬於島國，國土狹長，日本河川與大陸型國家河川比較，大都流速急促、地形坡度陡、河川長度較短，使得降雨在短時間內就流入大海，不利於水資源的貯蓄，對於確保水資源的安定難度性較高。（圖 3-3-2：日本與世界河川縱

斷面比較圖)

### 3. 水資源開發條件：水庫建造時間長

日本水庫建設受限於地形及地質的條件，現在全國各地適合之水庫預定地已大幅減少；加上水庫建設時，必須妥善安置水庫淹沒區居民，考量對自然環境的影響，水庫建設時間極長，因此必須儘早規劃水庫建設時程是非常必要的。(圖 3-3-3：日本水庫建設日程圖)

### 4. 社會及經濟條件：人口集中首都區，用水需求極高

人口、經濟集中在首都圈，鄰近之埼玉、千葉、神奈川、茨城南部等縣人口依然有增加的傾向，而且每人每日用水量亦有逐漸升高之趨勢。

1965 年時，首都圈人口數約 26 百萬人；至 1995 年時，人口已增加至 41 百萬人，30 年間人口成長一半多。同時於 1965 年時，首都圈每人每日用水量僅約 230 噸；至 1994 年時，每人每日用水量已成長至 360 噸左右。(圖 3-3-4：日本首都圈人口及用水情形圖)

## (二) 日本缺水情形

### 1. 歷年主要缺水情形

從昭和 40 年至平成 10 年共 34 年期間，發生缺水情形者有一生活用水 917 處、工業用水 201 處、農業用水 798 處，合計曾經發生缺水的地區就有 1,415 處；其中以平成六年的 130 處最為嚴重。其次則為昭和 53 及 48 年的 108 及 107 處。（表 3-3-1：日本主要缺水及取水限制統計表及圖 3-3-5：日本近二十年缺水分布圖）

## 2. 平成 12 年缺水情形

平成 12 年日本發生缺水情形主要有近畿地方的「淀川水系—琵琶湖、一庫、日吉、室生水庫」、「加古川水系—加古川大堰」、「九頭龍川水系—廣野水庫」；中部地方的「木曾川水系—牧尾水庫」、「雲出川水系—君野水庫」；四國地方的「重信川水系—石手川水庫」等區域；近畿、中部及四國地方建設局並分別於 8 月 9 日、9 月 1 日及 7 月 21 日成立「渴水對策本部」，同時建設省也於 9 月 1 日成立「渴水對策本部」，統籌各項缺水之因應對策及其執行工作。（表 3-3-2：平成 12 年缺水情形表）

### （三）缺水防治

#### 1. 確保安定的水供應—水資源建設的開發

水資源建設除上游水庫興建，中、下游調節池、導水路及河口堰建設，均能增加水的貯蓄量；新的水資源設施積極推動的工作，則是各項水資源設施的聯合運用，以提昇水的使用效率。另外人工造雨及人工造雪亦是可配合推動之事項。

## 2. 雜用水的有效利用

除了提昇河川水之使用外，提昇雜用水之使用率，包括污水處理後之排水、家庭廢水、工業排水、環境用水之再利用及推動雨水收集貯存及利用系統等。

## 3. 缺水時之用水調整

缺水危機發生時，主要係採用水調整的臨時措施來度過缺水時期，用水調整分為兩大部分，一為取水之限制、一為用水之限制。

取水限制係評估地區水庫貯水量情形，採取限制各項用水類別之取水量的手段；取水限制實施時，應考量用水之優先順序—1)既有農業水權、2)民生用水、3)工業用水、4)新增之農業用水。

一般給水限制均係配合取水限制，如取水限制 10%，通常給水限制也將減少 10%。採取之手

段包括 1)減壓供水：直接減少供水量。2)時間供水：在一段期間內如 24 小時或 2、3 日等，僅特定一段時間供水。3)輪灌：農業用水專用手段，依作物之特性（主要為水田），分區實施灌溉。4)休耕與轉用：亦為農業用水專用手段，配合休耕即可減少農業用水量；同時可將農業用水轉移做其他用水使用量。

#### 4. 推動節水措施

推動節水措施，民生用水透過宣導民眾節約用水、發展節水設施；工業用水透過技術研發，推展省水技術及省水產業；農業用水則改善灌溉方式，如採用噴灌的方式，節省用水的使用量。

表 3-3-1: 日本主要缺水及取水限制統計表

年	地區	限制取水		最大取水限制率			主要 河川名
		期間	日數	民生	工業	農業	
1964	東京都	7/10~10/1	84	—%	—%	—%	多摩川
1967	北九州	6/19~10/26	130	50%	60%	—%	遠賀川
	筑紫野市	9/5~9/26	22	4h 給水	—%	—%	筑後川
	長崎市	9/25~12/5	72	2日間 6h 給水	—%	—%	鹿尾川
1972	東京都	6/24~7/15	22	15%	15%	—%	利根川
1973	東京都	8/16~9/6	22	20%	20%	—%	利根川
	東海市	3/26~4/16 6/16~9/10	109	20%	30%	30%	木曾川
	蒲郡市	7/18~8/27	41	10%	20%	50%	豊川
	大阪市 神戸市	7/31~11/5	98	10%	15%	—%	淀川
	松江市	6/20~11/1	135	22h 断水	供給停止	—%	飯梨川
	高松市	7/13~9/14	64	64%	—%	—%	香東川
	大竹市	7/27~9/13	49	5%	40%	—%	小瀬川
	那覇市	11/21~翌9/24	239	隔日24h 給水		—%	福地川
1975	福岡市	10/17~翌1/30	106	20%	20%	—%	筑後川
1977	東海市	7/19~8/18 11/5~11/18	45	10%	20%	20%	木曾川
	蒲郡市	9/9~翌7/12	307	15%	15%	40%	豊川
	大阪市 神戸市	8/26~翌1/7	135	10%	15%	—%	淀川
	那覇市	4/27~翌4/7	176	隔日24h 給水		—%	福地川
1978	東京都	8/10~9/5 9/10~9/12	28	20%	20%	20%	利根川
	東海市	6/6~6/22 9/1~9/18	35	10%	20%	15%	木曾川
	蒲郡市	9/1~S 56. 9/8	1,104	15%	15%	40%	豊川
1978	大阪市 神戸市	9/1~翌2/8	161	10%	15%	—%	淀川
	福岡市	5/20~翌3/24	287	70%	70%	100%	筑後川
	北九州市	6/8~12/11	173	20%	28%	—%	遠賀川
1979	東京都	7/9~7/17 7/21~7/25 7/31~8/4 8/11~8/18	27	10%	10%	10%	利根川
1980	東京都	7/5~7/8	4	10%	10%	10%	利根川

1981	那覇市	7/10～翌6/6	326	隔日20h給水		—%	福地川
1982	東京都	7/20～7/26	7	10%	10%	10%	利根川
	東海市	7/6～7/31	26	20%	40%	40%	木曾川
1983	高松市	8/5～9/28	55	徳島32% 香川40%	32% 40%	32% 40%	吉野川
1984	所沢市	5/15～6/20 8/20～9/16	65	100%	—%	—%	荒川
	東海市	2/21～4/2 6/1～6/27 8/13～翌3/13	282	15%	30%	30%	木曾川
	蒲郡市	1/24～6/30 8/11～8/22 10/12～翌3/13	324	22%	27%	44%	豊川
	大阪市 神戸市	10/8～翌3/12	156	20%	22%	—%	淀川
	高松市	10/30～翌3/12	102	徳島22% 香川30%	22% 30%	—% 30%	吉野川
	福岡市	8/13～9/30	49	35%	35%	50%	筑後川
1994	東海市	6/1～11/13	166	35%	65%	65%	木曾川
	蒲郡市	6/16～10/24	131	35%	60%	60%	豊川
	豊田市	5/30～9/19	113	33%	65%	65%	矢作川
	京都市 大阪市 神戸市	8/22～10/4	44	20%	20%	20%	淀川
	広島市	7/19～10/24	98	27%	60%	60%	太田川
	福山市	7/7～翌5/2	300	30%	68%	90%	芦田川
1994	倉敷市	7/26～11/30	138	50%	70%	90%	高梁川
	高松市	6/29～8/19 8/31～11/14	128	徳島26% 香川75%	26% 75%	26% 75%	吉野川
	松山市	6/25～翌5/2	312	42%	—%	67%	重信川
	福岡市	7/7～翌6/1	330	54%	82%	79%	筑後川
1995	蒲郡市	2/10～4/24	74	20%	40%	40%	豊川
		8/11～翌4/1	235	30%	50%	50%	
	名古屋市	8/25～翌3/18	207	25%	50%	50%	木曾川
	東海市	8/22～翌3/18	210	22%	44%	44%	木曾川
	豊田市	8/29～9/18	21	15%	30%	30%	矢作川
	浜松市	8/30～9/18	20	5%	10%	10%	天竜川
	福山市	8/11～翌3/19	222	10%	60%	50%	芦田川
	高松市	3/10～4/28	50	徳島26% 香川50%	26% 50%	26% 50%	吉野川
		9/6～10/23	48				
12/8～翌5/21		166					

	松山市 北条市	9/1~4/26	239	17%	—%	78%	重信川
1996	東京都	1/12~3/27	76	10%	10%	10%	利根川
		8/16~9/25	41	30%	30%	30%	
	横浜市	2/26~4/24	59	10%	10%	10%	相模川
		7/5~7/23	19	10%	10%	10%	
	蒲郡市	5/8~7/9	63	25%	45%	45%	豊川
		8/9~12/5	119	15%	30%	30%	
	名古屋市	5/31~6/26	27	10%	15%	15%	木曾川
		8/14~8/29	16	5%	10%	10%	
	東海市	5/31~6/25	26	20%	20%	20%	木曾川
		8/14~8/16	3	10%	10%	10%	
	豊田市	5/27~6/28	33	20%	40%	50%	矢作川
8/15~8/16		2	30%		20%		
浜松市	6/7~6/25	19	10%	20%	20%	天竜川	
福山市	8/3~9/10	39	5%	50%	50%	芦田川	
高松市	9/30~12/5	67	20%	20%	20%	吉野川	
1997	東京都	2/1~3/25	53	10%	10%	10%	利根川
	蒲郡市	3/28~5/17	61	5%	10%	10%	豊川
	東海市	6/24~6/30	7	5%	10%	10%	木曾川
1998	蒲郡市	8/21~8/31	11	5%	10%	10%	豊川
	高松市	8/30~9/21	21	徳島25% 香川50%	25% 50%	25% 50%	吉野川
	松山市	9/4~10/6	32	5%	—%	50%	重信川
	高知市	9/10~9/22	13	—%	—%	51.60%	物部川
		9/4~9/21	18	60%	—%	60%	仁淀川
阿南市	9/6~9/19	13	—%	20%	20%	那賀川	
1998	伊予三島市	9/17~9/22	6	0%	26.70%	0%	銅山川
	中津市	9/8~9/29	22	30%	40%	40%	山国川
1999	島田市	2/2~3/16	43	20%	30%	30%	大井川
	東海市	6/17~6/24	8	5%	10%	10%	木曾川
	高松市	2/7~4/12	43	20%	20%	20%	吉野川
	伊予三島市	1/27~3/26	58	3.30%	46.90%	0%	銅山川
	阿南市	1/16~3/15	58	0%	30%	0%	那賀川
高知市	12/18~3/15	88	57%	87%	67%	鏡川	

表 3-3-2：平成 12 年缺水情形表

(統計至 8 月 31 日)

地	水系別	水	庫	貯水	限制取水	説明
---	-----	---	---	----	------	----

區		名 稱	率	開始日期	
近畿	淀 川	琵琶湖	-83cm		1. 琵琶湖係以水位表示 2. 80 年來次於平成 6 年之 低水位 3. 7、8 月累積雨量 83mm 紀 錄史上最低
		一 庫	35.7%	8 月 9 日	1. 民生用水限制取水 10%
		日 吉	9.0%	8 月 14 日	1. 農業用水限制取水 38%
		室 生	25.9%	8 月 21 日	1. 民生用水限制取水 40% 2. 農業用水限制取水 35%
中部	木曾川	牧 尾	8.4%	7 月 27 日	1. 民生用水限制取水 25% 2. 工業用水限制取水 50% 3. 農業用水限制取水 50%
	雲出川	君 野	3.7%	8 月 3 日	1. 民生用水限制取水 30% 2. 工業用水限制取水 40% 3. 農業用水限制取水 30%
四國	重信川	石 手 川 水 庫	57.5%	7 月 14 日	1. 民生用水限制取水 7% 2. 工業用水限制取水 35% 3. 農業用水限制取水 35%

圖 3-3-1：日本年降雨量變化圖

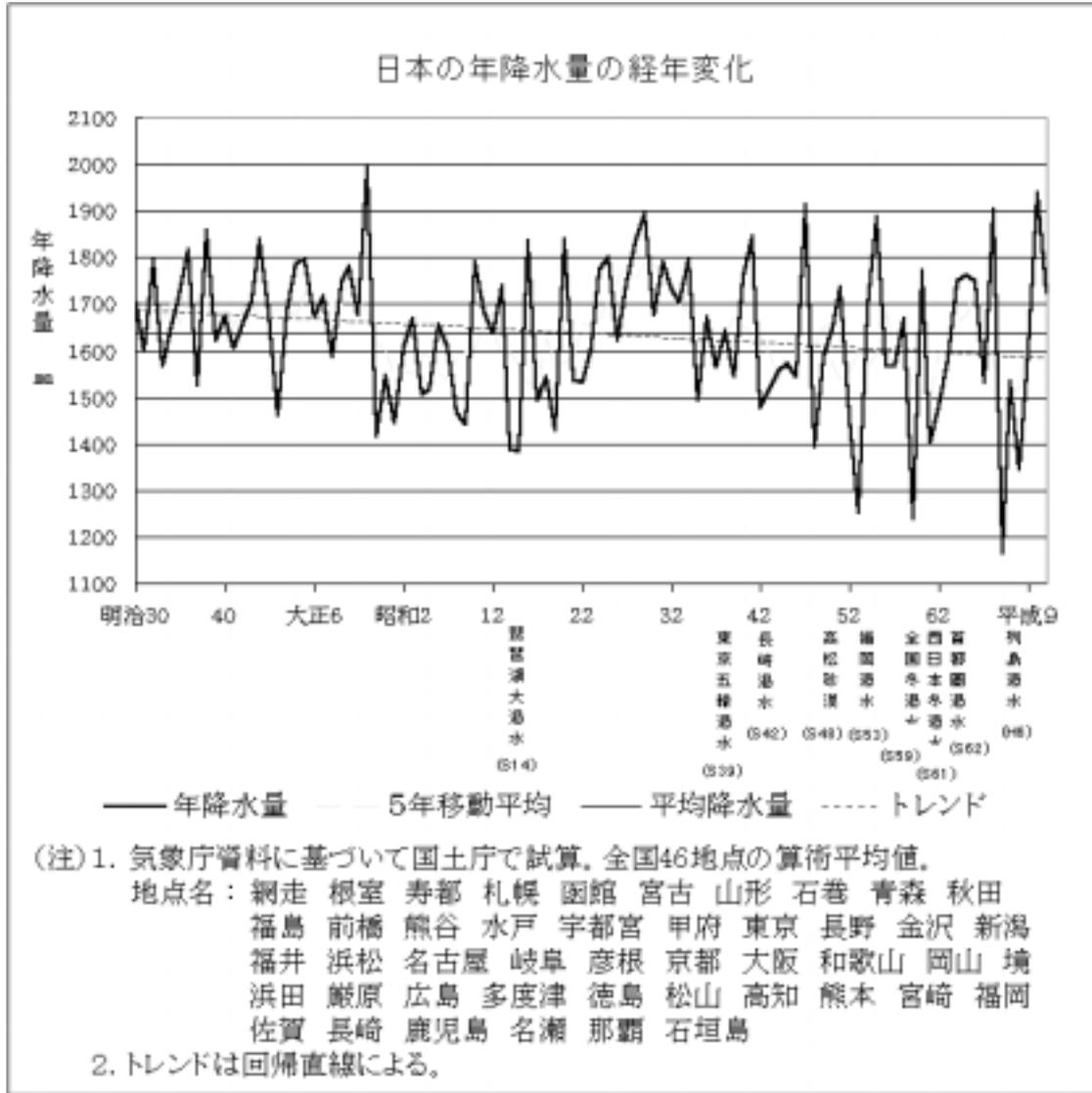


圖 3-3-2：日本與世界河川縱斷面比較圖

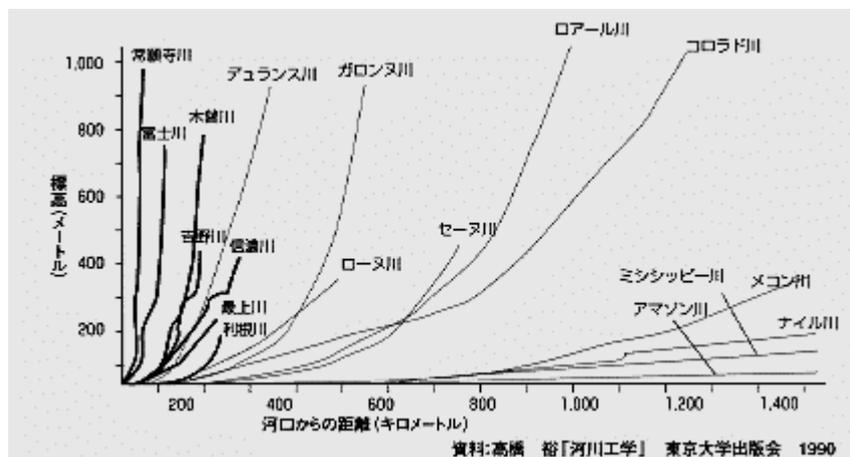


圖 3-3-3：日本水庫建設期程圖

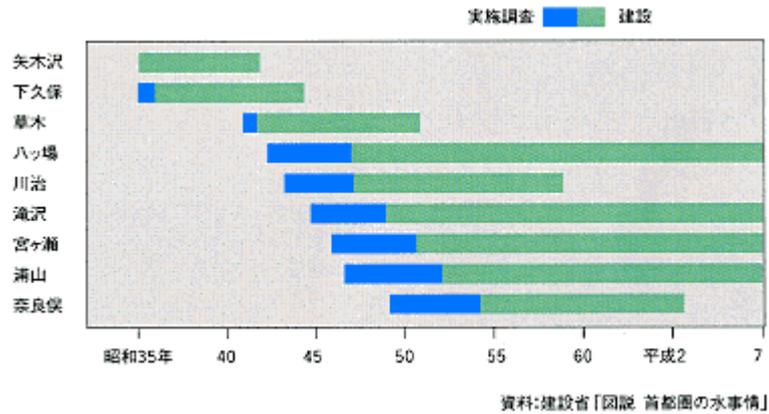


圖 3-3-4：日本首都圏人口及用水情形圖

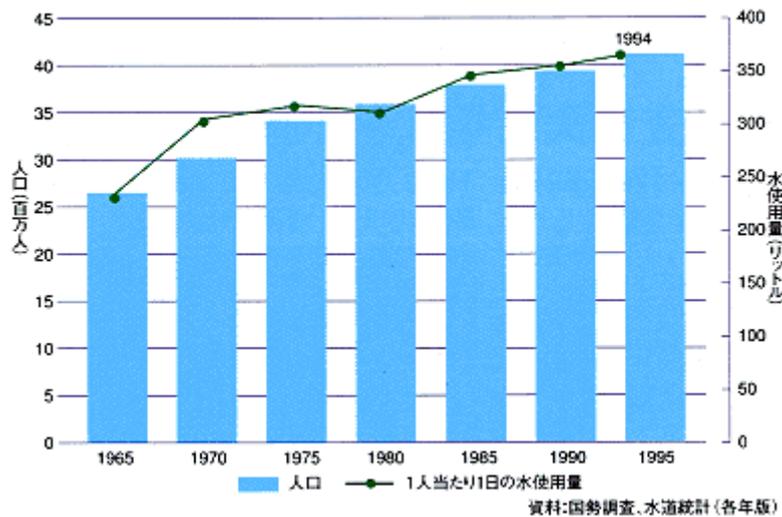
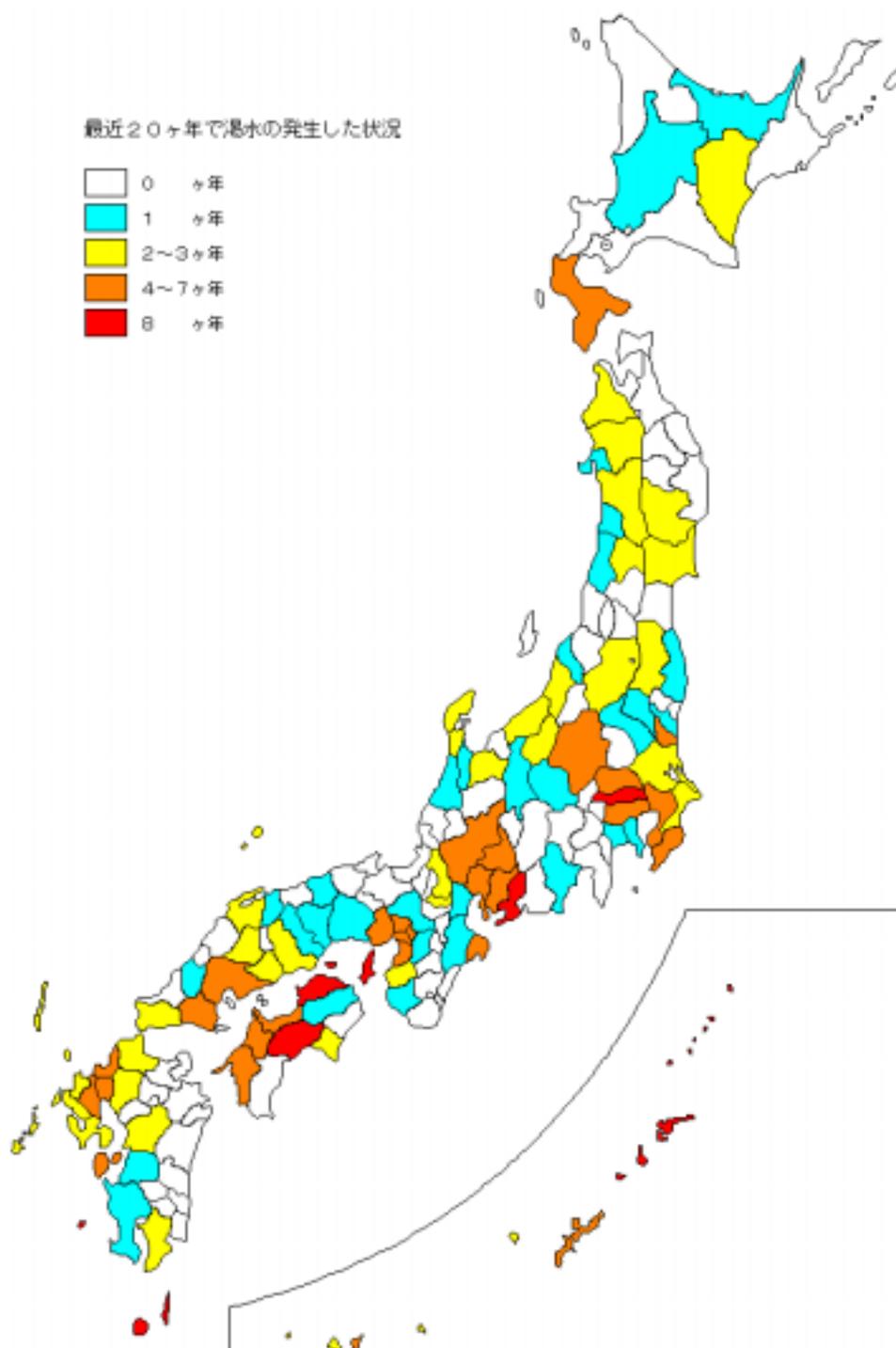


圖 3-3-5：日本近二十年缺水分布圖



## 四、淀川流域水庫群的統合管理

### (一) 淀川流域概要

淀川水系流經日本三重、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良等 2 府 4 縣，流域面積 8,240k m<sup>2</sup>，幹流長度 75.1km(琵琶湖至大阪灣出海口)。上游主要支流有宇治川(亦視為本流)、木津川及桂川，三條河川於京都盆地的西南部合流後稱為淀川；其中宇治川上游有日本最大淡水湖－琵琶湖。淀川貫流擾津、河內的平原後，下游以分流方式，分別由淀川本流、神崎川、大川(舊淀川)注入大阪灣。(表 3-4-1：淀川水系概要表；圖 3-4-1：淀川流域圖)

淀川水系的流況，琵琶湖流域流量以融雪期較大，木津川流域流量則以颱風季節較大，桂川流域流量則以梅雨期流出較多；由於此種氣象之特性，淀川較日本其他河川安定。本流域含括大阪、京都 2 大都市及其衛星都市，近畿地區社會、經濟、文化發展的基盤，自古以來就極為重視治水、利水工作，本流域治水、利水的許多成果都是日本水利事業的先驅。

## (二) 淀川的水資源建設

淀川水系水資源建設主要有 7 座水庫及 2 座攔河堰，包括淀川本流(宇治川)之天瀨水庫、瀨田川洗堰及淀川大堰，支流木津川水系之高山水庫、青蓮寺水庫、室生水庫、布目水庫、比奈知水庫，支流桂川水系之日吉水庫等設施，七座水庫有效蓄水量 19,840 萬  $m^3$ 、集水面積 5,525  $km^2$ 。另外尚有建設中或小型水庫如川上水庫、丹生水庫及一庫水庫等。(表 3-4-2：淀川主要水庫概要表及表 3-4-3：淀川重要攔河堰概要表；圖 3-4-2：淀川水資源建設位置概略圖)

淀川水資源中，另一項特色是擁有日本第一大淡水湖—琵琶湖，分為南北兩湖，總長度 63.49km，縱寬最寬處位於北湖寬 22.8km、最窄處位於南湖寬 1.35km。流域面積：3,848 $km^2$ ，湖面面積：674 $km^2$ ，總蓄水量：275 億  $m^3$ ，最大深度：約 104m，平均水深：約 41m，湖岸線延長：約 235km，水面標高：T.P.84.371m。瀨田川洗堰位於琵琶湖出口處，目前琵琶湖的水位均透過該堰操作調節。

### (三) 淀川利水與缺水情形

淀川的利水主要為琵琶湖及其疏水取水、木津川、桂川及淀川本流，提供京都、大阪、神戶地區 1,400 萬人民生、農業及工業用水。平成四年資料顯示，僅民生用水淀川流域每日所需供水量即高達 7,200 千 m<sup>3</sup>/日。（圖 3-4-3：淀川用水分配圖）

淀川水系於 1973、1977、1978、1984、1986、1990 及 1994 年發生較大規模之缺水情形，尤其是 1994 年（平成六年）時，琵琶湖水位低於 -123 公分，淀川最小日流量僅有 52.7m<sup>3</sup>/s，為有紀錄以來最低水位。（表 3-4-4：淀川主要缺水情形表）

### (四) 水庫統合管理

淀川水庫統合管理係由「淀川水庫統合管理事務所」辦理，於洪水或缺水時，針對淀川水庫群及琵琶湖長期流況預期、有效率的用水補充、24 小時流水管理，以減少洪水或缺水區域的災害損失。

該所辦理之工作有以下五大項機能：1) 淀川

水系水庫群高度統合管理目標的達成；2)高效率的情報收集、處理、加工與提供；3)作為先端技術開發者；4)作為國際交流之基地；5)豐富流域內社會創造之擔當者。

為能有效率且一元化管理工作，「淀川水庫統合管理事務所」依據四項流程統合各水庫管理局之操作。1)情報收集；2)情報處理；3)預測計算；4)操作檢討與指示。(圖 3-4-4：水庫統合管理流程圖)

#### 1. 情報收集(圖 3-4-5：情報收集及傳遞方式圖)

情報收集包括有河川水文情報、氣象情報及雷達情報三種。

河川水文情報收集之資料包括有淀川水系內的雨量、水位、流量、水質等水文情報及水庫、堰地點之流入量及流出量。主要資料來源為淀川水系內之各個相關機關(如水庫管理單位、河川管理單位等)所提供。

氣象情報主要為氣象廳、氣象協會等相關氣象觀測單位提供，收集雨量、氣溫、風向風速及日射量等相關氣象資料及預測情報外，並且特別收集氣象警報、颱風、地震情報等相關資料。

雷達情報之收集，日本已設置及計畫設置之

雷達雨量計約 20 餘座，幾乎涵蓋全日本所有國土，淀川流域主要收集「深山」及「深山城」兩座雷達站之雨量資料。

## 2. 情報處理

情報處理主要分為兩大項，一項為監視工作，另一項則係由專用電腦計算。

監視工作辦理有運用監視—係針對各種運用處理設施正常之監視，收送信監視—係針對各單位傳送資料之正常與否之監視，欠測資料監視—係檢查確認各項傳輸資料之正確性及有否遺漏。

專用電腦計算部分，主要將相關各種資料，透過電腦及軟體分析處理後，主要為繁多資料整理及產出後續第三步預測所需之相關資料，包括雨量、水位、水庫諸量、水質及取水量等關係圖表。

## 3. 預測計算（圖 3-4-6：預測計算示意圖）

預測計算主要有降雨預測、缺水預測及洪水預測等三類。

降雨預測包括有短時間降雨預測（3 小時）、短期間降雨預測（3 日）、一週降雨預測、颱風路徑與降雨預測及低氣壓路徑與降雨預測等五

項。

缺水預測主要為水庫群（含堰及琵琶湖）水位預測、下游最釋放流量之計算、可能補給量計算等。

洪水預測係依據雨量預測計算洪水量，並劃設完成洪水預報警戒區域，惟本項洪水預報必須由大阪管區氣象台及近畿地方整備局共同擔當發布。

#### 4. 操作檢討與指示（圖 3-4-7：操作示意圖）

淀川水庫統合管理事務所於預測洪水或缺水時，應完成洪水調節計畫或缺水對策計畫，並將各水庫群操作方式上報近畿地區整備局核可後，處理方式分為下列兩大模式。

指示操作：淀川水庫統合管理事務所直接指示天瀨、日吉水庫管理單位及水資源開發公團木津川水庫總合管理所（木津川高山等 5 座水庫），配合指示操作水庫。淀川水庫統合管理事務所並應確認水庫管理單位確實已依指示操作外，操作中及操作後之流況亦應持續監視

情報提供：提供情報給木津川上流、琵琶湖及淀川工事事務所，並由琵琶湖及淀川工事事務所配合操作瀨田川洗堰及淀川大堰。

表 3-4-1 淀川水系概要表

流域面積	8,240km <sup>2</sup>	日本第7大
都市化面積	約1,000km <sup>2</sup>	
幹川長度	75.1km	琵琶湖至大阪湾
年平均雨量	約1,750mm	全国平均約1,590mm
年逕流量	約86億m <sup>3</sup>	琵琶湖容量的1/3
流域內人口	約1,670万人	平成11年資料。
氾濫區人口	約660万人	平成2年資料
氾濫區資產	約103兆円	平成2年資料。
民生用水	約7,200千m <sup>3</sup> /日	平成4年資料。

表 3-4-2 淀川主要水庫概要表

名稱	河川名	有效容量 萬m <sup>3</sup>	集水面積 km <sup>2</sup>	堤長 m	堤頂高 m	完成 年月
天瀨	宇治川	2,000	4,200.0	254.0	73.0	1964/11
高山	木津川 名張川	4,900	615.0	208.7	67.0	1969/08
青蓮寺	木津川 名張川	2,400	100.0	275.0	82.0	1970/12
室生	木津川 名張川	1,400	169.0	175.0	63.5	1974/03
布目	木津川 布目川	1,500	75.0	322.0	72.0	1992/03
比奈知	木津川 名張川	1,840	75.5	355.0	70.5	1999/03
日吉	桂川	5,800	290.0	438.0	67.4	1998/03

瀨田川洗堰	淀川大堰
河川名：瀨田川 位 置：滋賀縣大津市 集水面積：3,848km <sup>2</sup> 湖面積：680km <sup>2</sup> (琵琶湖) 總蓄水量：275 億 m <sup>3</sup> (琵琶湖) 完成年月：舊堰 1961 年 3 月 新堰 1992 年 3 月	河川名：淀川 位 置：大阪府大阪市 完成年月：1984 年 3 月 淀川大堰位於淀川最下游，淀川最後引水處。
本堰位於琵琶湖出口，具有調節琵琶湖水量與水位之功能。	

表 3-4-4 淀川主要缺水概要表

年	取水限制期間 (月日)	日數 (日)	取水限制率		琵琶湖 最低水位	淀川最小日 流量
			上水	工水		
1973	7.31~	96	10%	15%	-54cm	80.9m <sup>3</sup> /s
	9.4~	1	20%	25%	9月2日	8月13日
1977	8.25~	134	10%	15%	-58cm 11月2日	82.8m <sup>3</sup> /s 10月30日
1978	9.1~	159	10%	15%	-73cm 11月29日	73.8m <sup>3</sup> /s 11月19日
1984	10.9~	154	10%	12%	-95cm	68.4m <sup>3</sup> /s
	11.6~	115	20%	22%	1月26日	12月7日
1986	10.17~11.28	56	10%	12%	-88cm	65.2m <sup>3</sup> /s
	11.28~翌2.10	60	20%	22%	12月14日	12月7日
1990					-69cm 9月12日	73.1m <sup>3</sup> /s 8月7日
1994	8.22~9.3	12	10%	10%	-123cm 9月15日	52.7m <sup>3</sup> /s 9月14日
	9.3~9.10	9	15%	15%		
	9.27~1.27		20%	20%		
	9.10~9.16 9.19~9.27	14	20%	20%		





圖 3-4-2：淀川水資源建設位置概略圖

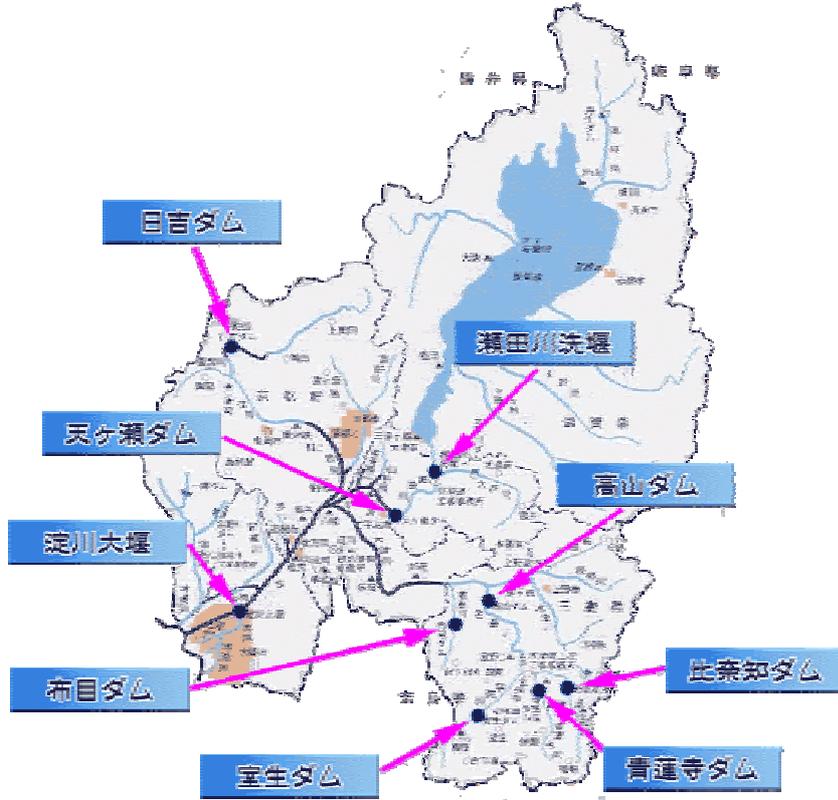


圖 3-4-3：淀川用水分配圖

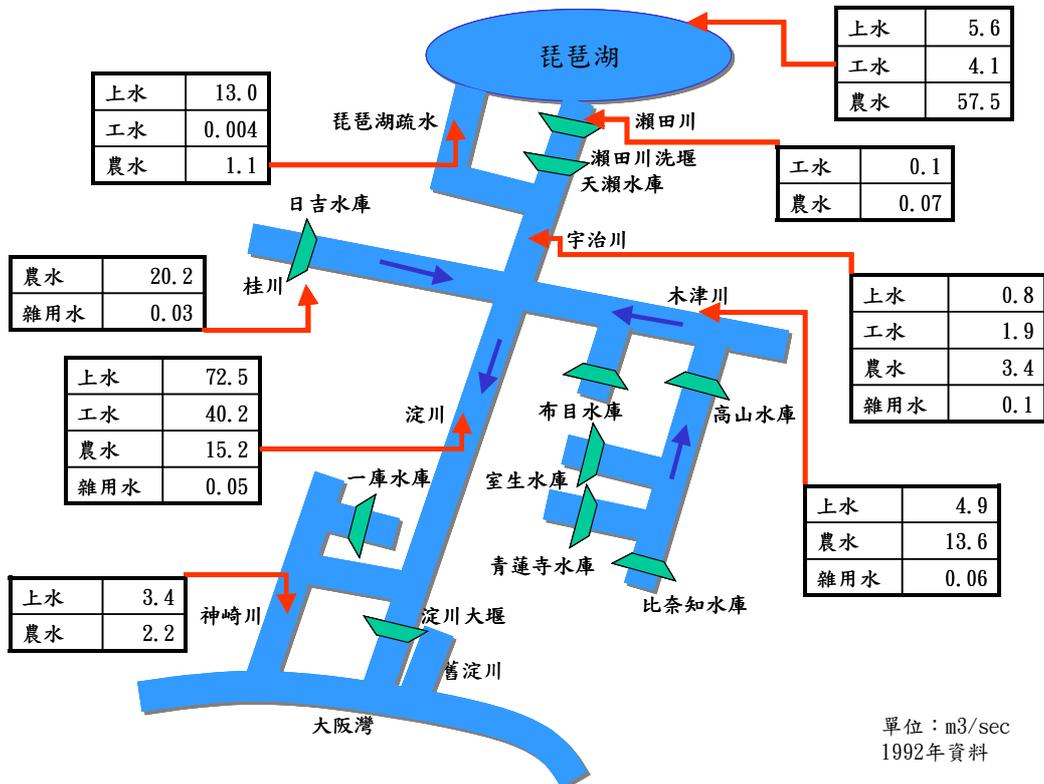


圖 3-4-4：水庫統合管理流程圖

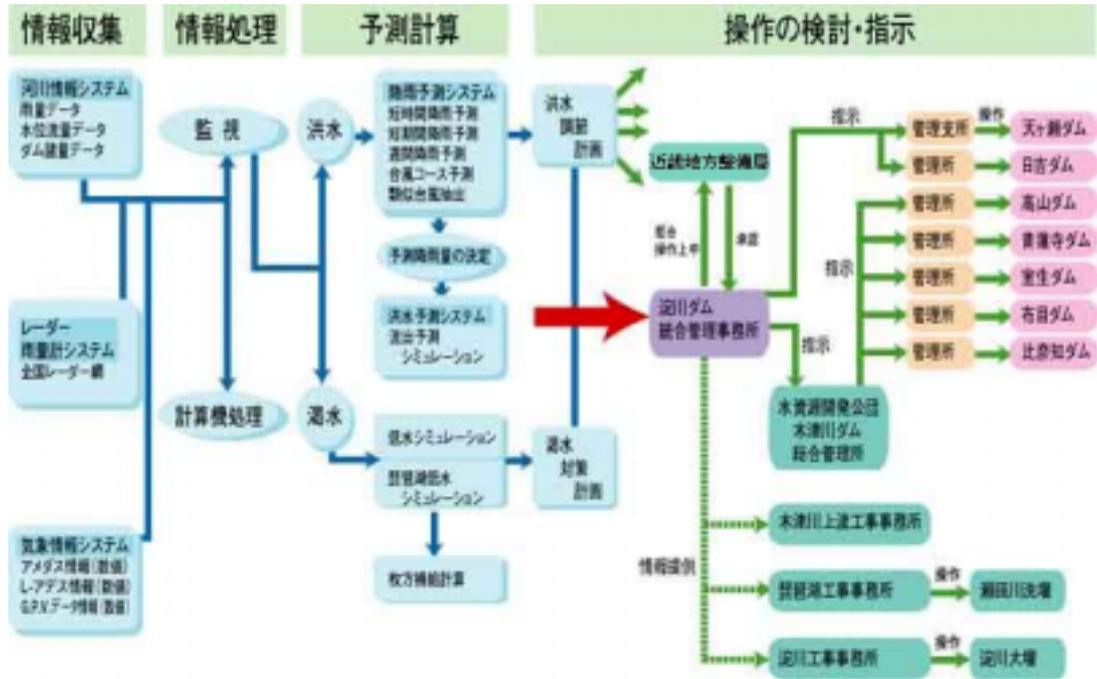


圖 3-4-5：情報収集及傳遞方式圖

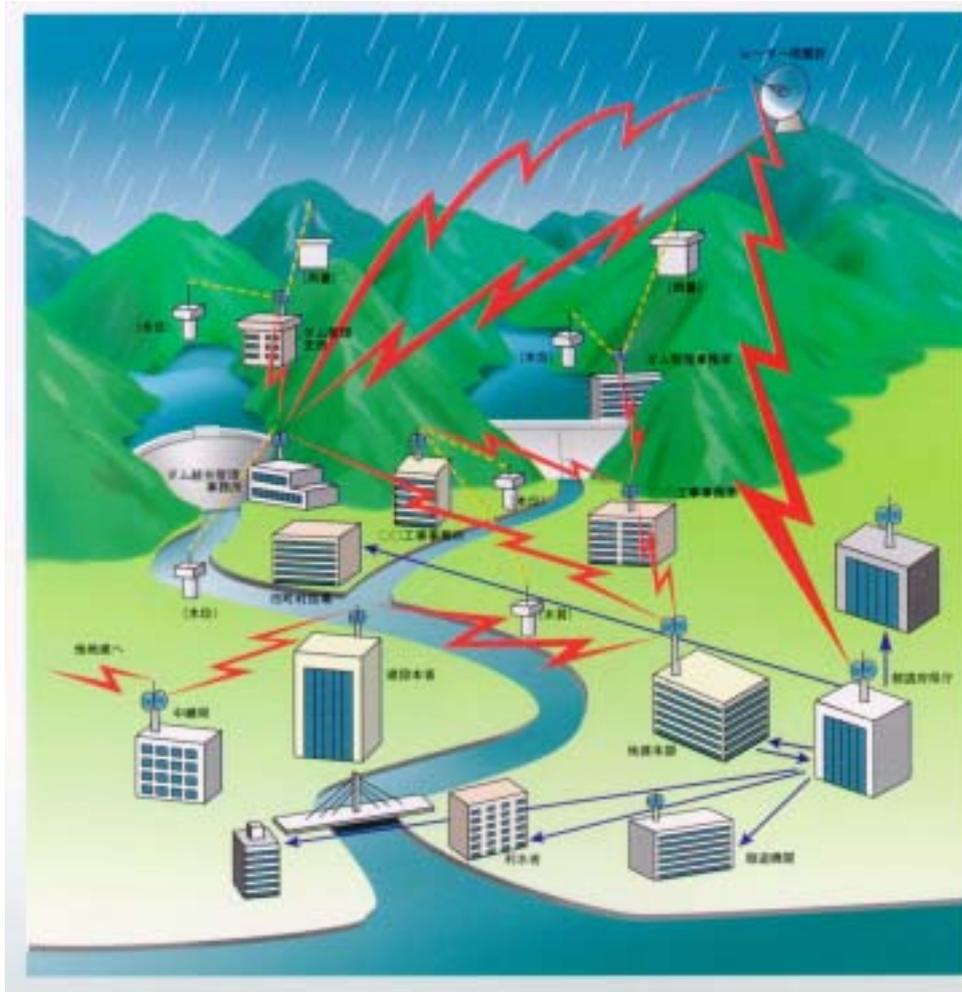


圖 3-4-6：預測計算示意圖

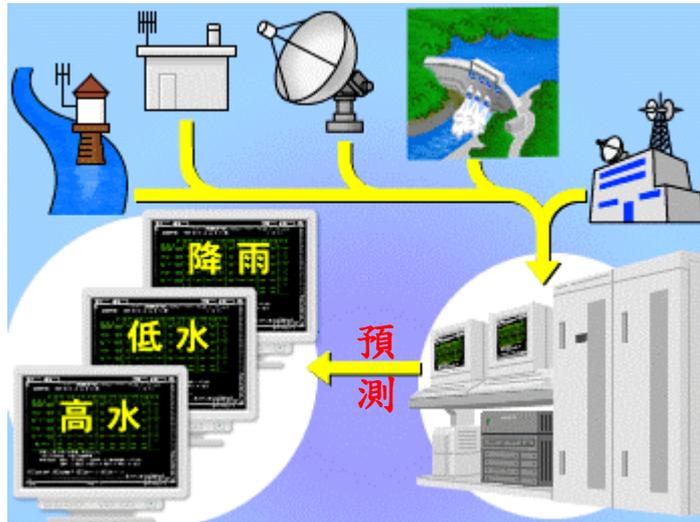
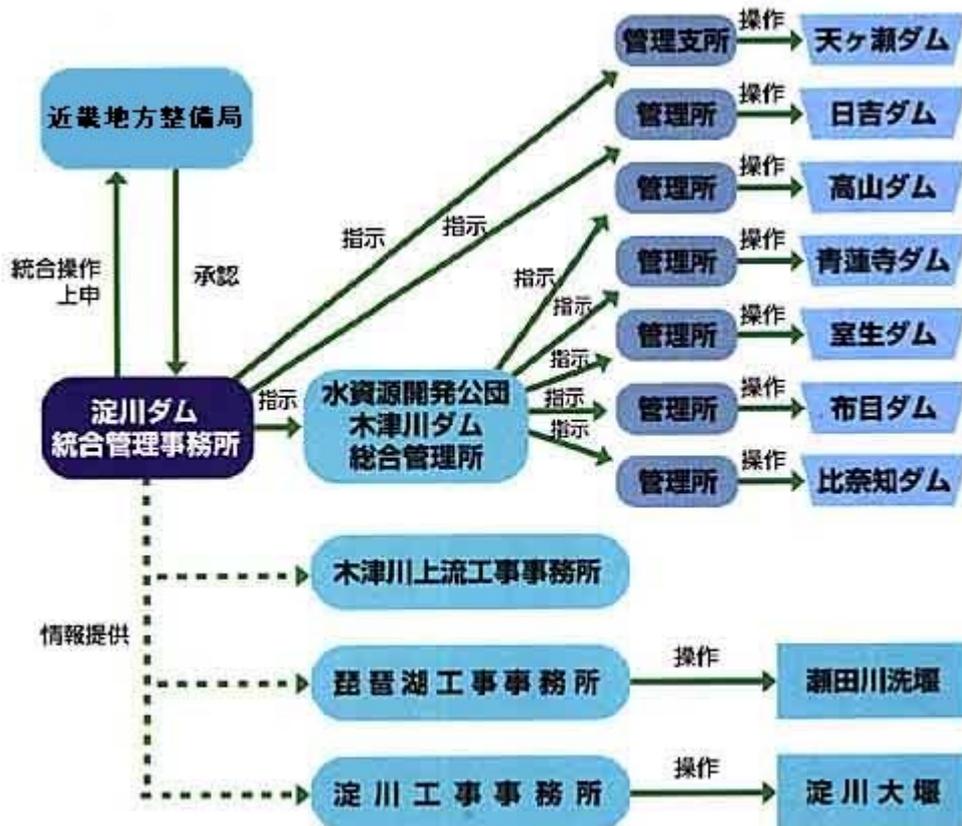


圖 3-4-7：操作示意圖



※単独操作の場合は、各ダム管理者が個別に操作を行う。

## 肆、心得與建議

一、日本由於水文、地形等因素，河川水資源貯儲不易，因此仍需開發必要之水庫，惟水庫開發時，如何降低對生態環境的影響，創造水源地內社區之活化，妥善安置並改善淹沒區之民眾居住環境，山林的保育及上、下游居民參與等工作，均於水庫擬定時妥善規劃，並於水庫開發期間就積極推動。基於目前台灣有關水庫開發與環境影響仍在爭議不休情形下，因可作為未來水庫興建推動之參考

二、日本缺水情勢的對策中，有關雜用水之利用，在宣導、研發及實際應用上展現不錯的績效，不僅提昇水資源效率，也能做為缺水時之應急使用。又日本為提昇全民參與水利，辦理出版各類關刊物、辦理各種活動，透過社區意識形成共識，鼓勵團體、民眾積極參與決策，在宣導、推廣所展現之成效，是我們應該積極學習的項目。

三、日本水庫群的統合管理機制，透過統一調度及指揮，讓個別水庫發揮最大效能，在洪水及缺水時期均能發揮功效。目前台灣均由水庫管理單位自行決定，風險既大，亦無法發揮最大

效益。應該積極推動建立台灣地區水庫群的綜合管理機制，

四、日本水庫管理工作中，尤其注重水質保全、水源地的總合整備工作及土砂總合管理，可以提供我們水庫管理工作之參考。

五、日本現行水資源工作中另一重要之一環為，治水與利水之結合，例如河川遊水池之設置，一方面可依紓解洪峰流量，另一方面亦可作為雜用水使用。又如環七地下河川，亦提供消防用水等，