

# 「水庫開發與水資源之永續利用的衝突問題」評論一

——台灣水資源永續利用系統的發展

◎黃金山

## 一、緒言

原始的社會，人類逐水草而居，至進入農業社會之後，先民依天候之乾濕及水源之多寡，安排農田耕作及作物之栽培。如有豐枯，以渠道引水溉田，如我國先秦李冰父子以都江堰引岷江河川灌溉成都平原即為最有效的例子。雖然在歷史上也有埃及於五千多年前即有興建水庫之傳說，但基本上，以築壩造成水庫以增加水資源之利用為人類進入二十世紀以後之傑作，尤以一九三〇年代美國對於田納西河谷之有系統的開發及多目標的利用最為有名。爾後世界各地羣起仿效，不論本身自然條件如何，為增加用水，積極的興建水庫，對於水庫於完成蓄水之後即逐漸步向死亡似乎未給予應有的重視。

台灣的自然條件並非特別適合於興建水庫。

以地形條件而言，河川坡陡流急，河谷狹窄，興建一座百公尺高壩，所得庫容有限。地層構造新鮮脆弱，不但築壩不易，成本高，而且集水區泥砂產量特多，完成後之水庫，短期內即被淤埋，造成對環境不可逆之衝擊。以水文條件而言；北部地區長期降雨差異尚小，南部地區年降雨量之豐枯比超過六倍，水庫規模之決定困難；決定太大，常常空庫無水可裝，太小，一遇豐水年份，難免無法發揮蓄水功效。因此台灣的水庫建設，應徹底檢討其自然的缺點，以區域性的不同水源的聯合運用，降低對水庫建設的需求，以區域性不同水源的聯合供應，以安排水庫淤砂處理的時間，創造水庫永續利用的條件，以地表地下水在不造成不良後果的條件下聯合運用，盡量降低水資源開發利用的成本。但最重要的還是早日完成水資源有效經營管理之組織系統，朝向永續利用的方向邁進，才是全體國民及吾後代子子孫孫之福。

## 二、水庫淤砂及水庫設計基準

水庫及自然湖泊，一經形成之後即因其阻礙水流，造成一廣大水體；使得由上游隨水下輸之泥砂必定停留在水庫，日積月累之後，有朝一日，水庫必定會被泥砂淤埋。所不同的只是時間的長短而已。水庫工程師看待水庫的壽命，分為有用壽命及平均有效壽命二者。前者係指水庫自完成蓄水開始至水庫空間完全為泥砂所填滿為止之年數。後者係指水庫完成時的容量，在其有生之年相同容量的使用年數。至於所謂經濟壽命應以後者之年數為準，而不是硬性規定為五十年。

影響水庫淤砂，決定水庫壽命長短的因素為集水區輸砂量的多少，水庫容量的大小以及水庫的使用方式。以目前水庫的興建方式抄自美國，並不以本身自然條件加以修正，水庫之使用壽命甚短。美國水庫的設計規範，其土木工程學會的有關手冊明訂：水庫有效容量之決定應以一百年之淤砂不致影響其功能為原則，也即每一水庫均必須有蓄存一百年淤砂的庫容。台灣的自然條件無法依照美國的設計基準興建水庫，必須完全依照本身的條件，擬定水庫的設計基準。經檢討台灣之水文及地文條件，其設計條件大略如下：

1. 水庫之興建必須預留排砂道，明定應為水庫附屬構造之一部分。

2. 格於台灣的自然條件，以減少水庫輸砂量及加大水庫庫容達到水庫永續利用似乎很難奏效。因此，以水庫操作運用方式的調整達到水庫永續利用之目的，似為較可行之途徑。水庫規劃不但必須應先做水資源調節之模擬分析，對於淤砂之模擬也應列為必辦項目，以求永續利用之操作方式。

3. 水庫之構造物如壩及其附屬構造物，應考慮能以中期換新的方式，不妨礙庫容之使用而達永續經營之目的。

4. 入庫泥砂除以操作方式防淤外，並應以各種不同方式予以移出處理，以維庫容之永續利用。

### 三、台灣的水資源開發利用及水庫興建

如前所述，美國在田納西河谷系統性的開發及多目標的利用，興建了四十八座水庫，其水庫壽命之最長者 Nantahala 水庫竟可使用五、五〇〇年。難怪美國以水庫為開發水資源之工具，滿足防洪、發電，以及給水的需求。田納西河谷的平均年沖蝕為〇·二五公厘，與台灣的自然沖蝕比較，台灣北部約在二、七公厘之間，南部則高達一〇、三〇公厘，為田納西河谷近百倍，難怪當地五、五〇〇年的水庫，在台灣南部只能有五五年了。

水庫興建在台灣是如此的不利，但為滿足今後社會經濟發展的需求，增闢水資源仍然是在台灣的水資源工程師責無旁貸的職責。環境及自然保育的學者基於其本身之學識背景及立場可能會說「水庫死了一個，台灣就少了一處珍貴的水資源，而且將永不能再生。倘若不知珍惜有限的水資源，一方面加速開發它，另一方面又加速地毀了它，如此下去，有朝一日台灣將再無水庫可以調節，不啻是剝奪了台灣後代子民滿足其需水欲望的權利。」也說「水庫越開發，將越加快台灣水資源的枯竭。」如果有了以上的顧慮，難道對於以後的滿足用水就束手無策嗎？當然不是。誰都不能否認「台灣為著因應未來自然成長以及國建六年計畫所需之新增水量，只有興建水庫一途可以解決。」如果水庫的興建仍然執迷於美國式的做法，完成後任其淤滿，那麼很不幸的，將來的景況就如同上述環保及生態學者所顧慮的，真的會發生。

不過，在台灣的水資源工程師應該要責無旁貸的負責將今後台灣非常珍貴的水資源，集思廣

益的妥善經營，一定要兼顧水資源的開發利用與其保育，讓台灣的水資源能有效的為我們這一代，也為我們的下一代生存發展及舒適生活所需。雖然興建水庫為水資源調蓄上的一種工具，一種手段，但畢竟它僅是輔助性的。即使依照終極目標加以估計，台灣地區全部用水量在民國二二五年將達到二一二—二三〇億立方公尺一年，但其中必須由水庫供應的，估計僅四六—五五億立方公尺，占總用水量的二一·七—二三·九%，比例並不高。如能竭盡水資源工程師的智慧，水庫的永續利用並非不可能，吾人仍大可不必太悲觀。

#### 四、水庫防淤技術的評估及展望

由前文的分析可知，台灣的水資源如果經營管理得好，做水庫的必要性就不高。但估計總用水量最少仍必須有二一·七—二三·九%以水庫為調蓄工具來支應，才能滿足台灣地區民國二二五年時的需求。因此，如何處理水庫淤砂的問題，也必須加以探討，看看在台灣的水資源工程師有沒有能力解決水庫淤砂的問題，讓吾人所興建的水庫能永續利用。

解決水庫淤砂的方法，一般可以區分為減少泥砂進入水庫；如加強集水區妥善經理，實施各種水土保持措施，降低沖蝕率，以減少砂源。其次為以水庫操作的方式，減少泥砂在水庫中的淤積；如空庫防淤、異重流排砂以及種種水資源併用的經營安排，以減少水庫的任務等。最後為已經淤積泥砂的處理，如抽砂及挖砂等以機械的方法清除已經淤積的泥砂，以防水庫功能受損。集水區的保育加強以減少泥砂下輸有其一定的功能限制；如果集水區人類活動的密度及頻度不能減

少，沖蝕率要下降至為困難。因為集水區人類活動的增加往往是不可逆性的。抽砂及挖砂；在水庫營運中，選擇適當時機，隨時都可以進行，其問題僅是成本及泥砂棄置困難而已。最為水資源工程師所關心的是第二項，如何用水資源經營及水庫操作的技術防淤。

在台灣，於民國四十四年實施了尖山埤水庫的空庫防淤計畫，操作運用迄今成效良好，保持了該水庫的庫容免於被泥砂所淤埋。雖其系統尚難稱之十分完美，仍擬於南化水庫興建時改良採用，惜難獲水利界共識而做罷。水庫以空庫防淤及異重流排砂，在世界各地不乏成功先例，其中尤以中國大陸北方多砂地區之水庫執行之成效最為顯著。水庫淤砂以操作方式防淤為最經濟廉價之做法。但因其可能妨礙水資源的利用，並非十全十美。因此，為使水庫之能達到永續為吾人利用，防止水庫淤積以延長其壽命的方法，難以單獨依賴某一種方法或措施，必須好幾種方法，依照各該地區之水砂自然特性，選擇最適合的經濟之方法予以組合運用。完整的組合應該是如下述之順序依序予以考慮。

1. 妥善治理集水區，盡量減少泥砂下輸。
2. 研擬區域性不同水源，包括地表及地下水之聯合運用，以減少水庫使用之需要性及使用頻度，在儘量少影響水資源利用效率的條件下，安排水庫淤砂的處理時間，以供空庫防淤或空庫清淤。
3. 研訂各個水庫最佳、也即最少淤砂之水庫操作方式，明訂為水庫運用之準則。
4. 新增之水庫儘量採用離槽水庫系統。
5. 老舊水庫之淤砂處理方法應個別依其特性，分別研訂對策，早日併同經營管理一併實施，

以防其死亡。

6. 以國家整體資源有效綜合利用之觀點，分析各水庫之淤砂性質，提出分別利用為建材、客土、造地等重要建設之所需，分開分攤處理水庫淤砂之成本，並可減少海底抽砂及陸上開挖對環境所造成的社會成本。

如能依照上述之順序擇優處理，達成水庫為永續調節水資源之使用並非不可能。

## 五、永續利用水資源系統的建立

台灣的水資源，以總量來說並非太少，問題是它的時間分布太平平均。今後各標的均在競相需求增加，如此不穩定的水資源供應，如何才能滿足呢？以台灣地區的水土資源分布，下列的策略似為今後必走的方向。

### (一) 農業用水的調整

目前台灣地區用水量，以民國八十年的總用水量一九二億立方公尺而言，農業用水估計高達一五〇億立方公尺。以目前用水最多的水稻灌溉而言，其用水的效益為負值。國內生產的稻谷與目前的國際市場之糧價比較，完全沒有競爭力。雖然水稻之灌溉用水係配合天雨及河川之豐枯安排，但目前在枯水時期，其用水量仍占相當高的比例。

為考慮水資源之使用成本及農作物之生產價值，今後之農業用水應該考慮以穩定供應高產值

之經濟農業為優先，糧食作物如水稻之灌溉則儘量依天候及河水之豐枯，由政府硬性規定；豐水時期之二期作一律為水稻，除可儘量利用豐水期之餘水生產水稻之外，並可增加地下水之涵養補注功能，枯水期之第一期作則一律規定種植旱雜作，以節省水資源之使用，移供其它標的利用。

## (二) 地下水之有效經營利用

台灣的地下水尚稱豐富，尤以非補注性的地下水，估計可能上千億立方公尺。因此過去吾人僅僅知道依照自己需求，任意地在任何時間及任何地點抽取地下水，才造成了某些地區嚴重的地盤下陷，海水倒灌等問題。其實解決的辦法很簡單，也就是地下水在可以用的地方，也就是補注容易的地方儘量用，不能用的地方，絕對不用。總的抽汲量在可補注的安全出水量之下加以利用。

地下水為非常寶貴的水資源，其利用必須在上述的原則，以不發生不良後果的條件下妥善利用，為水資源有效經營的一環，因此，以下兩種工作必須早日完成。

### 1. 地下水監視井網計畫：

目前已奉行政院核定，應早日籌足經費，按計畫早日完成。

### 2. 地下水經營站網計畫

於監視井網計畫設立完成之後，早日完成地下水之利用站網，併同地表水聯合運用，免除地下水之負面災害。

### (三) 區域性水資源經營系統的建立

台灣分爲北、中、南及東部區域，應早日依各區域之水資源分布特性，擬定區域性之水資源利用系統，依照優先控制利用地表水，以地下水爲枯水期補充，調整農業用水之形態，減少枯水期農業用水之使用量，結合區域的各水庫調蓄補充枯水期水源，並輪流安排處理水庫淤砂的時間機會，延長水庫使用壽命以達到水資源永續經營利用之最終目標。

### (四) 強勢水資源經營組織系統的建立

以上(一)至(三)水資源經營策略如能妥善執行，必可圓滿達到水資源永續利用之目標。問題是依照目前台灣地區之水資源經營機關，顯然無法達到此項要求。目前法定一縣之水資源歸縣、二縣(市)以上者在省，二省(市)以上者才歸中央。水資源具有自然的時空不均匀分布的缺陷，如何能依照一般之行政區域予以分割。除必須做跨區域性之經營觀念，互通有無之外，有時尚必須做跨區域之調度。因此爲達水資源之有效及永續經營，現行之組織系統必須予以整合，最好在台灣地區爲一個水資源經營組織系統，才能按部就班的朝向統一永續利用經營之目標前進。

## 六、結論

1. 雖然興建水庫以調節水資源之做法，如依傳統的方式，並非永續利用的系統，但水資源之

科技一直在進步，讓水庫成爲永續利用系統已指日可待。以長江三峽爲例，其所提之操作方式則已近永續利用之目標。

2. 在臺灣的水資源利用對水庫之依賴程度，如能妥善的研訂區域性各種不同水源的聯合運用，必可大幅度降低，並節省水資源之開發成本。

3. 水資源之是否能永續利用，在臺灣雖仍存在有若干問題，但相信憑著在臺灣地區的水資源工程師的智慧，必可克服困難，在技術上尋求突破獲得解決。

4. 任何爲達到資源永續利用之目標，絕難僅靠工程師在技術上的解決，行政管理的配合，尤其像水資源之經營管理之機構組織，必定要具有能力執行在技術上可能的策略，否則一切均變成空談。但願有關方面能及早予以重視，明智的抉擇，快速的進行。