

一、台韓在水資源運用上之比較

台灣與韓國在面積及人口的比較上，韓國的面積約為台灣的 2.77 倍，人口約為台灣的 2.18 倍，人口密度是台灣的 0.79 倍(如表 1 所示)。韓國在緯度上較高，屬於溫帶大陸性濕潤氣候與副熱帶濕潤氣候，而台灣的緯度較低屬於亞熱帶季風氣候與熱帶季風氣候，造成氣溫上的差異。然而，就地形地勢上而言，台灣與韓國在地形地勢有許多相似之處，同樣在東側的地勢屬於個多山的地形，一般情況下流向東部沿海的河川河道通常短促且坡度較陡；而流入西部海岸的河川通常河道較長且坡度較緩。與其他國家的河川相較，台灣與韓國同屬集水面積較小且坡度較陡，造成在極短時間產生大量逕流的特性，只是台灣河川坡陡流急的情況更甚韓國，台灣的河道逕流係數是 74%，韓國則是 57%。然而，台灣每年約有 80%的逕流流入大海，韓國約有 55%的逕流流入大海。

台灣與韓國的雨季均集中在夏天，並且同樣有梅雨，只是韓國的梅雨較台灣晚一個月，夏秋同樣會受到颱風的侵襲。台灣的雨量是韓國的 1.96 倍，豐枯比則相近約為 8：2(如圖 1 所示)。台灣的水庫供水量為 43 億 m^3 僅為韓國(133 億 m^3)的 32%，造成大部分的水均流入大海，水資源的供應上將韓國更為嚴峻(如圖 2 所示)。並且，韓國目前仍持續於 8 座水庫的興建，總供水能力為 13.08 億 m^3 ，預計於 2020 年完成。韓國政府正計畫未來 10 年內在漢江、洛東江與錦江等 3 個流域，投注 3 兆韓元的經費興建 6 座大中型水壩，總供水能力為 4.04 億 m^3 及以 8 個小型水壩，總供水能力為 0.73 億 m^3 。相較之下，台灣在新的水庫或人工湖興建上，面臨重重的阻力。

韓國的人口為台灣的 2.18 倍，然而，台灣地下水抽用量卻為韓國的 1.51 倍(如圖 2 所示)。此外，韓國的農業用水中，水田佔了 83%的總使用量，並特別集中於 6~8 月。然而時期卻也是韓國的豐水期，因此，水資源的使用上並不會產生很大的落差(如圖 3 所示)。然而，台灣的一期稻播種為 1~2 月，插秧為 3~4 月，於 7 月收穫。一期稻產量較多，生育期的氣溫較低，因此生長較為緩慢且長，但品質優於二期稻。二期稻於 7 月中至 8 月初插秧，於 11 月收穫。生育期的氣溫較高，成長期較為快速且短。由於生長期

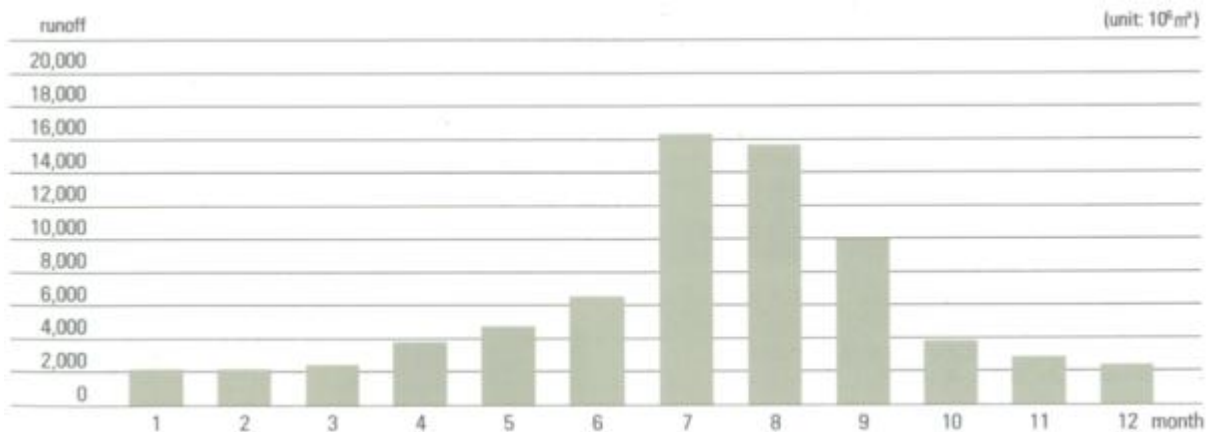
為颱風季節，農損機率較大，生產成本較高，有時會休耕或輪作情形。然而一期稻的生長期間恰為台灣的枯水期，因此，水資源使用上產生落差，造成地下水超抽的情形。

台灣與韓國在自來水供應得的普及率為 98.1%略大於台灣的 91.81% (如圖 4 所示)。韓國的生活用水為台灣的 2.39 倍，與人口的 2.18 倍相近。然而，將韓國的生活用水量除以擁有自來水服務的人口數，每人每日的生活用水量為 414.5 公升。韓國的每人每日用水量 lpcd 為 332 公升，約為每人每日的生活用水量的 80.1%。相較而言，台灣每人每日的生活用水量為 379 公升。台灣的每人每日用水量 lpcd 為 274 公升，約為每人每日的生活用水量的 72.3%，低於韓國的 80.1%，因此台灣自來水抄現率較韓國為低，其主要原因為管線漏水所造成。韓國的工業用水為台灣的 1.19 倍，農業用水為台灣的 1.27 倍。然而，以人口比例而言，台灣在工業與農業的用水上仍偏高。因此，如何提高台灣生活、工業與農業用水的效率為現階段的重要課題。

韓國的污水下水道普率高達 91.6%，遠高於台灣的 49.29%，這也導致韓國河道的水質狀況較台灣為佳。因為，水質是河川生態復育的第一步，也是最重要的基礎，台灣在此方面必須加緊腳步。透過污水的處理，不但可以改善河川生態與水質，亦可提供新興水資源的來源。

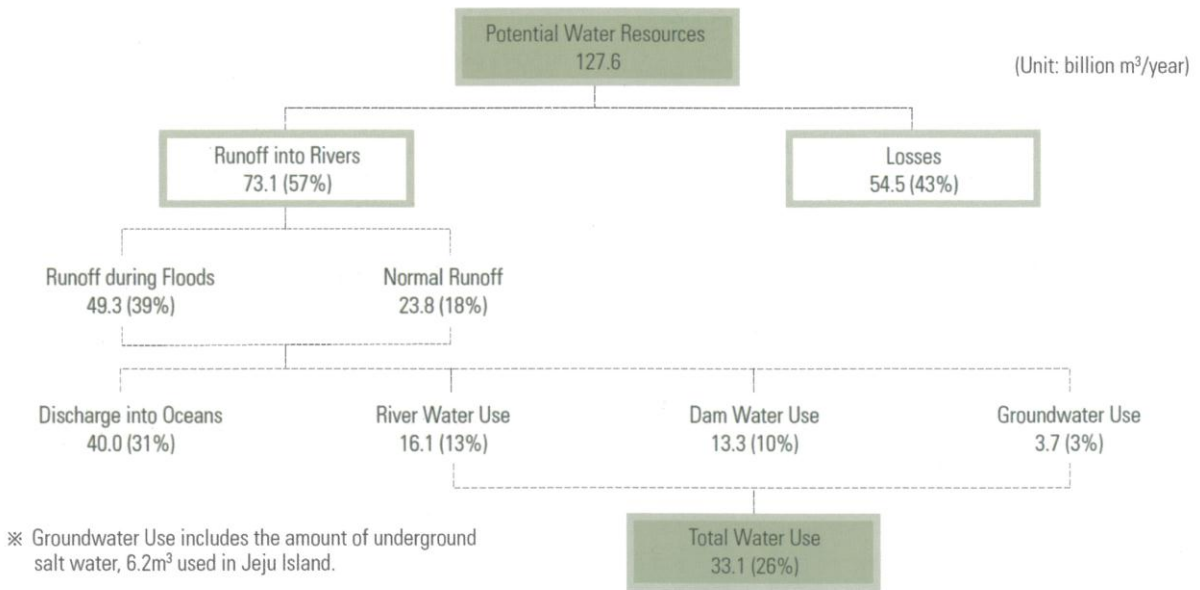
表 1 台灣與韓國於水資源運用概況之比較

	台灣	韓國
面積	36,193 km ²	100,210 km ²
人口	23,445,534	51,202,130
人口密度	647.65 人/km ²	514.1 人/ km ²
氣候	亞熱帶季風氣候 熱帶季風氣候	溫帶大陸性濕潤 副熱帶濕潤氣候
豐枯比	78 : 22	84 : 16
水稻種植	二期	一期
降水量	2510mm	1283mm
降水體積	936 億 m ³	1276 億 m ³
河道逕流量	692 億 m ³	731 億 m ³
河道逕流係數	74%	57%
總用水量	173.12 億 m ³	331 億 m ³ (含河道維持量 76 億 m ³)
生活用水	31.86 億 m ³	76 億 m ³
工業用水	16.12 億 m ³	20 億 m ³
農業用水	125.14 億 m ³	159 億 m ³
河道維持量	-	76 億 m ³
水價	新台幣 9.23 元/ m ³	新台幣 17.72/ m ³
自來水供應普及率	91.81%	98.1%
每人每日用水量 lpcd	274 公升	332 公升
污水下水道普率	49.29%	91.6%
河川水質	74%屬輕度污染與未受污染	預計到 2015 年，85%的中集水區與 94%全國主要湖泊的將達到良好水質。



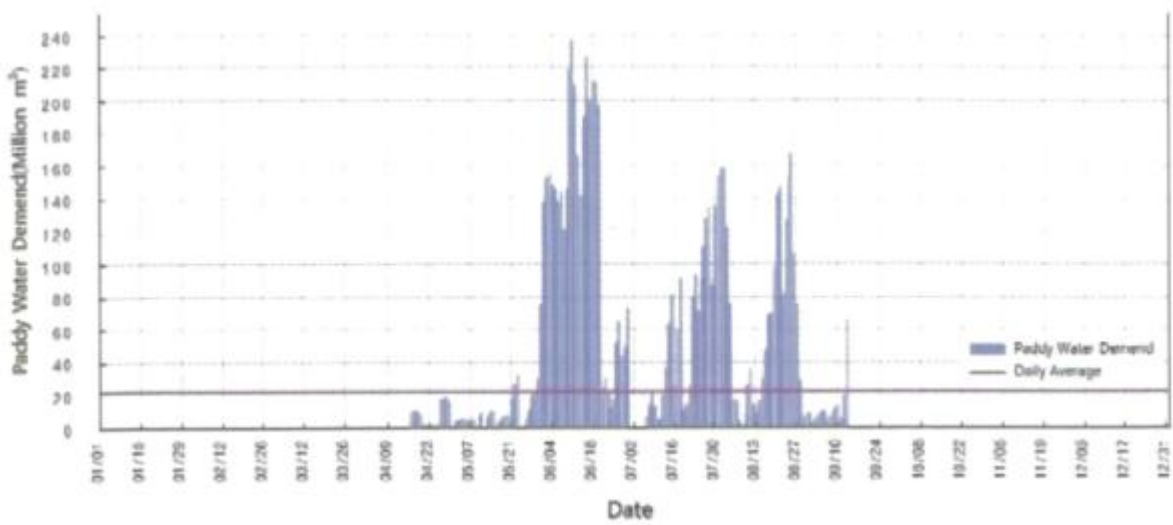
資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 1 韓國每月平均逕流量



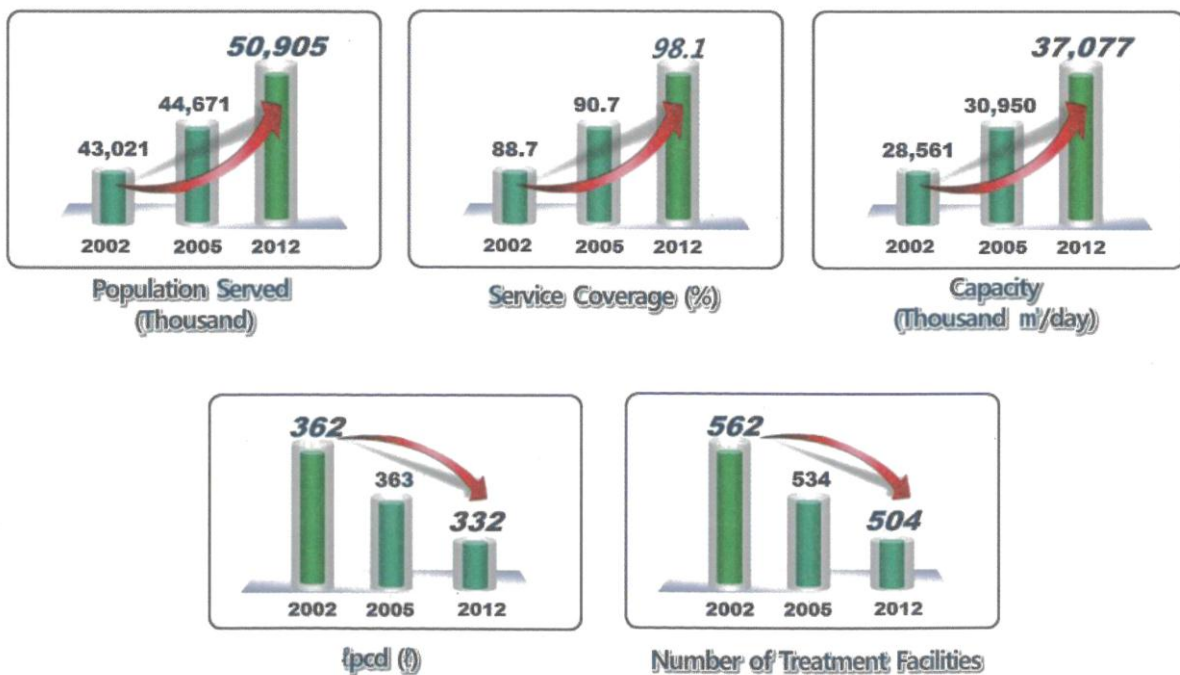
資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 2 韓國水資源利用



資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 3 水稻田用水需求變化



資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 4 韓國供水狀況

二、台韓在水管理制度上之比較

在韓國與水資源管理有相關的五大核心政府機構，包含國土、公共建設與交通部(Ministry of Land, Infrastructure & Transport, MOU)、環境部(Ministry of Environment, MOE)、農業、食品及農村事務部(Ministry of Agriculture, Food & Rural Affairs, MAFRA)、安全與公共事業管理部(Ministry of Security & Public Administration, MOSPA)及貿易部、工業與能源部(Ministry of Trade, Industry & Energy, MOTIE) (如圖 5 所示)。由於組織的角色與特性，在水資源管理上分別有不同的領域與功能，在五大核心政府機構轄下亦有不同的公共機構附屬於中央與地方政府，參與水資源管理的決策過程。

國土、公共建設與交通部(Ministry of Land, Infrastructure & Transport, MOU)，轄下有 K-water (Korea Water Resources Corporation)與各縣市政府主管機關，主要負責四大河川復育計畫、水資源規劃、多目標水壩、多區域水供應與地下水管理等。河川的管理則與河川規模有關，MOLIT 管理國家級河川，縣市政府則管理轄區內的河川與溪流。

K-water 是屬於 MOLIT 轄下的公共機構之一，負責大壩的建設與以供應大都會區與地方政府的用水(如圖 6 所示)。K-water 已經執行許多國家水資源管理的政策，例如多目標水壩、供水壩與區域供水系統。韓國供水系統共有兩個不同的服務提供者：K-water 與縣市政府(如圖 7 所示)。K-water 負責管理包含兩個以上的縣市政府的多區域供水系統及工業用水，包含供應原水或處理過的水。另一方面，高達 164 個縣市政府管理與控制其本地的供水系統。此外，K-water 由於具有較專業的人力、新進的科技及密集的設施投資，地方政府的供水服務可以委託 K-water 提供營運與管理的服務。

韓國的公共污水處理廠的總容量達到 25,066,220 m³/day，由 K-water 施設、操作與管理。基於公共利益的需求，12 個地方政府亦各自擁有污水處理設施，共設置 149 處污水處理設施，總容量為 370,284 m³/day。

K-water 現在約有 3,000 名工程師，其中超過 500 工程師具有碩博士學位，K-water 目前有 5 個主要的發展主軸，包含水資源整體管理計畫(Integrated Water Resource Management Project)，17 座多功能水壩具有 49 億 m³ 的防洪能力，並供應 124 億 m³ 供水能力；健康水供應計畫(Health Water Supply Projects)服務 2,223 萬人，每年 25 億 m³ 自來水，水費收入 2 兆韓元；河濱發展計畫(Waterfront Development Projects)，河濱城市面積達 9,000 萬 m²；潔淨能源計畫(Clean Energy Project)，每年供電 3,040 GWh/yr，包含風力、水力、太陽能與潮汐發電；海外計畫(Overseas Projects)，已在 23 個國家執行 54 個計畫。

與台灣現有的管理制度相比，台灣的重要水資源規劃與管理、主要水壩興建與管理係由經濟部水利署負責。自來水的供應則由台灣自來水公司負責，污水處理與回收則由地方政府負責。經濟部管理中央管河川與區域排水，縣市政府則管理轄區內的縣市管河川與區域排水(如表 2 所示)。而韓國的 K-water 則類似台灣水資源局、河川局、台水公司及污水處理廠的結合體，以提供整體的解決方案，並將這整合的技術輸出至海外市場。

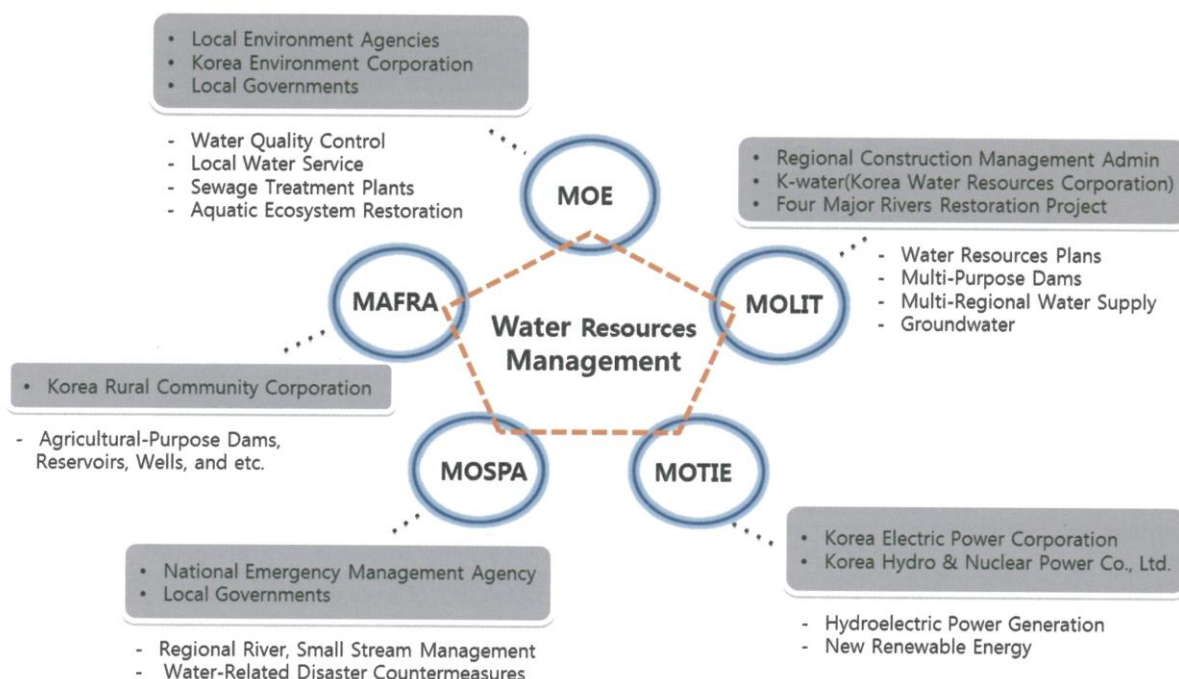
韓國環境部(Ministry of Environment, MOE)轄下有地方分署、韓國環境公司(Korea Environment Corporation)與地方政府，負責水質管制、地區水服務、污水處理廠、水域生態復育等。台灣水污染防治的中央主管機關為行政院環保署，轄下有縣市政府環保局，主要辦理水質保護的工作；雨污水

下水道則由內政部下水道工程處負責；污水處理則由各縣市政府負責。

韓國農業、食品及農村事務部(Ministry of Agriculture, Food & Rural Affairs, MAFRA)轄下有鄉村社區公司(Korea Rural Community Corporation)，負責農用水壩、水庫與水井等。台灣農業用水管理的中央主管機關為行政院農業委員會，轄下有各地區農田水利會。

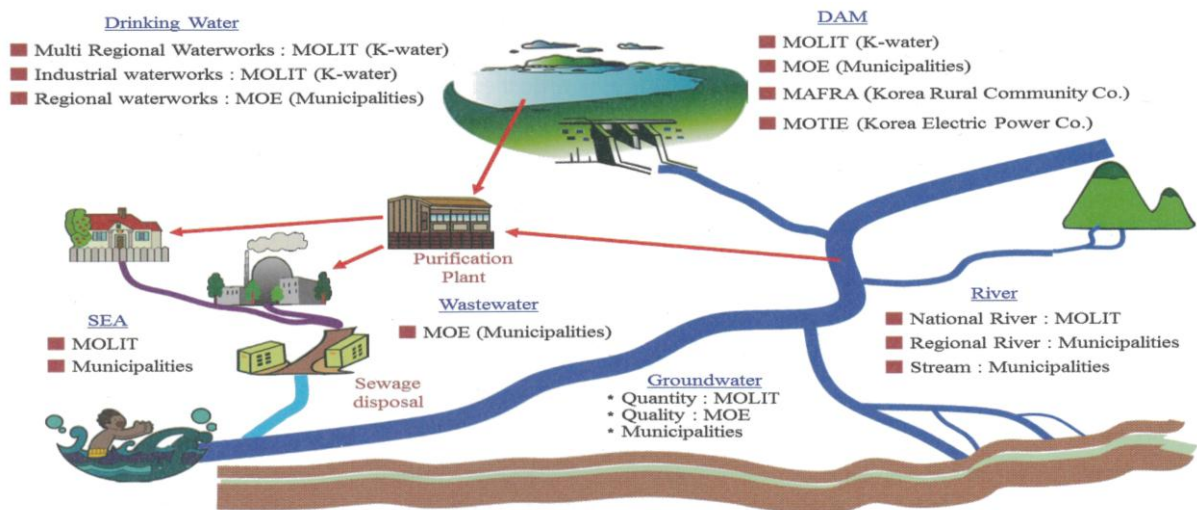
安全與公共事業管理部(Ministry of Security & Public Administration, MOSPA)轄下有國家緊急管理署與地方政府，負責水相關災害的對策及地區河川與溪流的管理。相較於韓國有單一災害防救主管機關，台灣的災害防救法中央主管機關為內政部，然而各類災害的中央主管機關則分屬於不同之部會，例如風災主管機關為內政部、水災主管機關為經濟部等，轄下單位則包含內政部消防署、經濟部水利署、各縣市政府等，主要負責風災與水災之預防、應變及復原重建工作。

工業與能源部(Ministry of Trade, Industry & Energy, MOTIE)轄下有韓國電力公司(Korea Electric Power Corporation)與韓國水利與核能電力公司(Korea Hydro & Nuclear Co., Ltd)，負責水力發電與新再生能源。台灣水力發電的中央主管機關為經濟部，轄下有經濟部能源局、台灣電力公司。



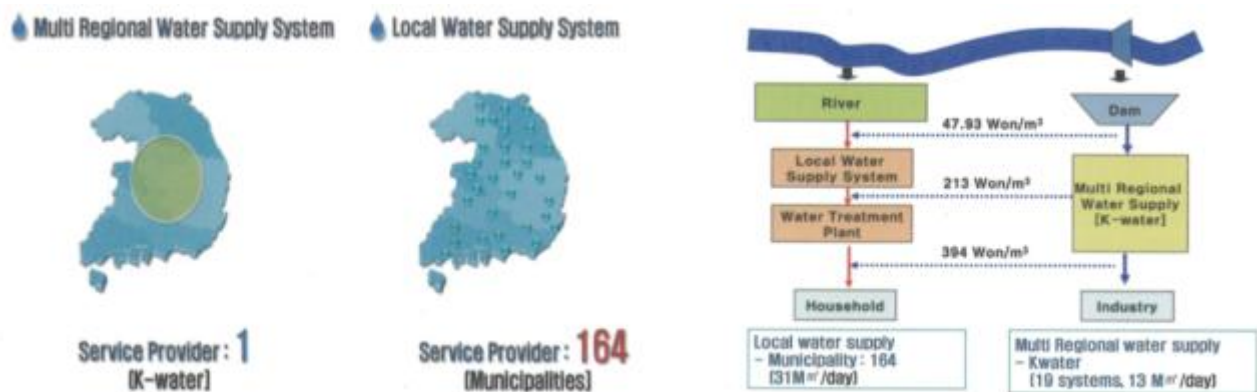
資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 5 韓國主要水資源管理組織



資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 6 韓國中央與地方政府水資源管理系統



資料來源：Ryu (2011)

圖 7 多區域與地區供水系統

表 2 台灣與韓國於水管理制度之比較

	台灣	韓國
中央主管機關	經濟部	國土、公共建設與交通部 (Ministry of Land, Infrastructure & Transport, MOU)
轄下單位	水利署暨轄下河川局、水資源局、水規所、縣市政府水利單位、台水公司	K-water (Korea Water Resources Corporation)、各縣市政府主管機關
業務	河川與區排治理與管理、水資源開發與管理、水庫經營與管理、自來水供應、地下水管理	四大河川復育計畫、水資源規劃、多目標水壩、多區域水供應與地下水管理等
中央主管機關	行政院環保署、內政部	環境部(Ministry of Environment, MOE)
轄下單位	營建署、縣市政府環保局、縣市政府水利單位	地方分署、韓國環境公司(Korea Environment Corporation)與地方政府
業務	水質保護、兩污水下水道工程、污水處理	水質管制、地區水服務、污水處理廠、水域生態復育等。
中央主管機關	行政院農業委員會	農業、食品及農村事務部 (Ministry of Agriculture, Food & Rural Affairs, MAFRA)
轄下單位	農田水利會	鄉村社區公司(Korea Rural Community Corporation)
業務	農業用水管理	農用水壩、水庫與水井
中央主管機關	風災主管機關：內政部 水災主管機關：經濟部 災害防救法主管機關：內政部	安全與公共事業管理部 (Ministry of Security & Public Administration, MOSPA)
轄下單位	內政部消防署、經濟部水利署、各縣市政府	國家緊急管理署與地方政府
業務	風災與水災之預防、應變及復原重建	水相關災害的對策及地區河川與溪流的管理
中央主管機關	經濟部	工業與能源部(Ministry of Trade, Industry & Energy, MOTIE)
轄下單位	經濟部能源局、台灣電力公司	韓國電力公司(Korea Electric Power Corporation)與韓國水利與核能電力公司(Korea Hydro & Nuclear Co., Ltd)
業務	水力發電	水力發電

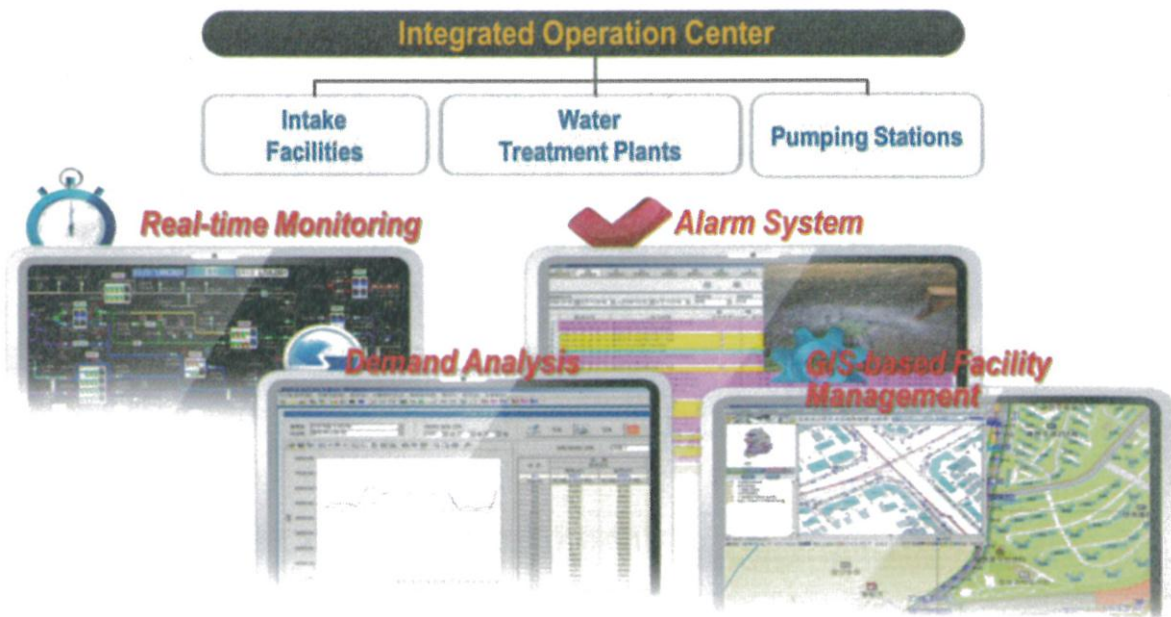
三、台韓在水資源管理思維之比較

目前在國際上對於水資源管理最主要的思維就是流域整體管理，廣泛的定義為包含公部門、私部門、NGO、研究機構、法律、法令及利害關係人的決策過程。即在同時滿足各種用途與水的使用限制下，確保有限水資源最有效利用與保育的一個過程。在此過程中，由於牽涉到各種部門管理的問題，顯得相對複雜，因為在某些情況下這些問題是相互關聯的。需要先透過廣泛的技術與經驗來瞭解這些水的問題或議題，並開發與應用智慧科技以解決不同部門之間的關係與衝突。

目前韓國政府正努力結合水科技與 IT，並升級供水系統，以提供更好的服務與高效維運，其最終的目標是智慧水格網(Smart Water Grid) (如圖 8 與 9 所示)，以整體水循環的數據為基礎，將許多營運管理部分的決策自動化。透過智慧水格網將可監測與管控整個水循環的過程，水供應者對於水量或水質的改變可以採取更迅速的行動，消費者也能夠從他們的智慧手機查詢水的資訊。SWG 可以依據流域的特性、環境與經濟狀況，消滅因空間與時間所導致的水可利用性的不平衡，將供水能力極大化的水資源管理方法。為達此目標需透過資訊與通信科技(ICTs)整合所有水相關的資訊及發展可靠的資料庫。韓國已在 2012 年 7 月啟動“A study group for SWG”的研發計畫。

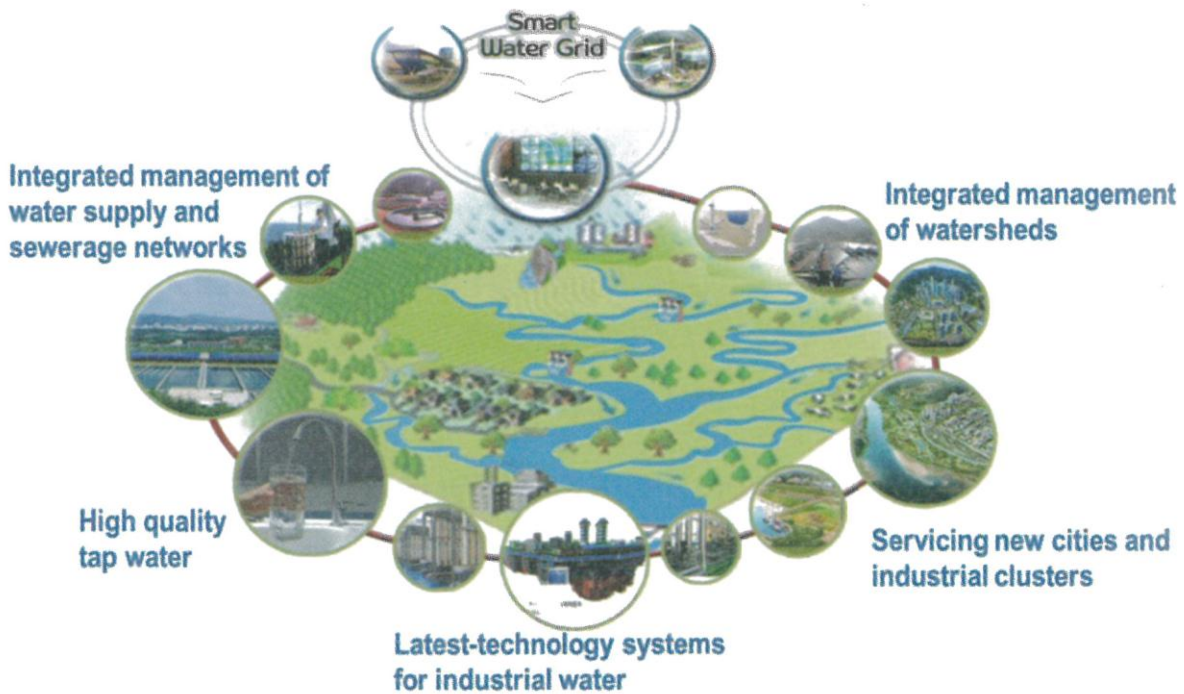
韓國由於在重要河川的水資源管理、防洪、自來水供應、河濱環境營造、潔淨能源計畫等均由 K-water 所主導，其憑藉著充沛資源與人力，技術整合與系統開發的先天優勢，已成功的將技術輸出至國外。將原本只是服務國內民眾的公共事業，予以包裝整合，轉化成為具有競爭優勢的跨國水利產業。

台灣所提的河川流域整體治理目前多處於會議協調的階段，如何能透過 ICTs 與 SWG 科技做為地區水資源調配與決策的支援系統，消滅因時空差異所導致的不平衡，使的流域內的水資源可以獲得有效的運用，使得流域整體治理理念得以落實。台灣本地有相當多的高科技產業，足以發展 ICTs 與 SWG 科技，因此，如何結合政府、產業與學界的力量為發展相關的科技與產業為台灣未來水資源管理的重要發展方向。



資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 8 智慧水格網系統



資料來源：K-water, 2015, Insight into Asian Water

圖 9 智慧水格網