

特 刊

地下水資源之關鍵議題與智慧行動

序 言

地下水為主要的淡水來源之一，供應全世界 40% 的飲用水，亦是臺灣及中國大陸主要的水資源之一，以台灣地區為例，地下水約供應總用水量的三分之一，略高於所有水庫的總供水量。惟相對於其在水資源供應上的重要性，地下水的調查、研究與管理的投資仍普遍的不足，如中國大陸華北平原及台灣西部部分沿海地區的地下水超抽，皆是缺乏良好的管理所致，其亦成為民眾關切的議題。地下水為上天給人們的寶貴資源，其有水量及水質穩定的優點，開發成本亦相對較低，惟其仍需相當的調查評估投資及良好的管理機制，始能永續利用。

「第九屆地下水資源及水質保護研討會暨 2016 兩岸地下水與水地質應用研討會」，為原台灣地區最大的地下水學術會議及海峽兩岸地下水專家學者交流會議的整合，提供兩岸地下水專家學者更寬廣的交流平台。此次研討會之主題為地下水水資源之關鍵議題與智慧行動，為鼓勵年輕學子參與及提升論文水準，特舉辦學生論文競賽，農業工程學刊乃邀請論文競賽得獎之優秀文章，再經嚴格的論文審查與修正後發表於本期之「地下水水資源之關鍵議題與智慧行動」特刊。本次特刊涵蓋範圍廣泛並一定程度反應了國內地下水研究的各個面向，其中包含了地下水基礎機制研究的「濁水溪沖積扇孔隙力學特性之研究—以田洋、箔子站為例」，「土壤保水曲線於動態效應下之影響探討」及「三維裂隙網路升尺度方法推估等效參數之差異評估」等；地下水污染相關的「氯烯類污染場址地下水中關鍵微生物與基因濃度之分佈」與「生物整治對南部某氯烯

類污染地下水中關鍵微生物與污染物之影響」等；地下水與地熱相關之「以熱動力學模式探討地熱潛能區之地下水資源的路徑及評估其儲集層溫度」；及資訊技術於地下水分析應用之「建構服務導向之地下水模擬輔助資訊系統」等。

地下水為整個水文循環中重要的一環，因此在目前國際上有關於關鍵區(Critical Zone)[3]的研究中，地下水亦是不可或缺的一部份。地下水之關鍵議題事實上須視不同的層面及與區域(尺度)而定，以層面而言可分為技術層面與管理層面，而以區域(尺度)而言又可分為全球議題與地區性問題。以全球尺度而言，在管理層面的關鍵議題，主要仍是地下水管理不善所導致的地下水超抽的相關管理與對策[1]，技術方面則是在氣候變遷影響下地下水資源受到的影響[4, 7]。至於地區性問題則是依區域不同而較多樣化，如美國加州因乾旱引致對地下水位下降的普遍關切，進而頒佈通過新的地下水管理法案[2]，可見地下水管理問題並不僅僅是發生在開發中國家。美國加州地下水問題的解決，其關鍵已經跨越了調查分析等技術層面，而在管理層面的治理(Governance)[6]，即管理組織的問題，而非在被管理的地下水系統本身的了解上，事實上這也是解決地下水相關問題最後所需面對的。當然，在某些區域如中國大陸[9, 10]及印度[5]等地方，則主要仍然在問題的了解，即技術分析層面。至於在臺灣地區，以往就如同許多人口密集，產業高速發展的區域一般，地下水亦經歷了過度超抽的過程，目前其後果如地層下陷的問題仍在，惟自 1991 至 2008 年間政府建置了全台地區的地下水觀測站網，統計至民國 102 年底，水利署已於全台各地下水分區完成約 747 口自記式地下水觀測站井之建置工

作，並進行相關的調查研究[8]，因此目前對地下水較豐富地區的地下水系統已有一定程度的了解，應已足以支持流域尺度的管理決策，惟管理上的實質作為仍相當不足，因此目前台灣地下水管理乃是在蓄勢待發的狀態，然而卻仍遲遲未跨出第一步，目前正需要一個有智慧與決心的行動，而這也是本次特刊的用意之一。

目前台灣的地下水議題仍包含了技術與管理兩個層面，在技術層面方面，包括了如何從即有的觀測資料挖掘出更多的資訊，以增加對系統的了解及降低決策的不確定性，以及對地下水系統水平衡的了解，目前最缺乏的仍是抽水量、補注量及河川交換量等的掌握。其中抽水量理論上應該是由調查或記錄而得的已知量，而不是一個待分析的變量，惟真實情況並非如此，而這也是長久以來台灣地下水相關分析最缺乏的資料，也是主要的不確定性來源，雖然目前已有不同的推估方法，惟仍有相當的不確定性，真正要解決這個問題，應從行政管理上著手，而非技術分析所能為。另外由於系統本質上的不同，地下水相關分析相對於地表水而言，必然有較高的不確定性，惟地下水的開發規模較有彈性，因此針對此不確定性較高的情形，管理上可藉由逐步檢討推動的方式，降低其實質上的影響。惟目前相關主管人員多是延伸地表水管理的觀念與作法，尚未能接受此較高的不確定性的事實，並在此情形下作出適當的管理決策，因而顯得猶疑不決。台灣未來需水量的增加將減緩，惟由於水庫的淤積嚴重，且是一個不可逆的過程，地表水供水能量未來勢必將降低，因此尋求替代水源勢在必行，台灣有豐富的地下水資源，惟過去因管理不善，導致部份地區超抽造成災害，惟不應因噎廢食，只是單純的禁抽，不論是從減緩災害或是增加資源運用效率而言，皆應有更積極的管理作為，不該抽的地方應該少抽，有優良含水層的地方則應善加管理運用。

特刊客座編輯

張良正

交通大學土木系 教授

參考文獻

1. Alexandra S. Richey *et al.*, Quantifying renewable groundwater stress with GRACE, *Water resources research*, 2015. Volume 51, Issue 7, pp. 5217–5238.
2. California Department of Water Resources Web Site for Sustainable Groundwater Management (<http://www.water.ca.gov/groundwater/sgm/index.cfm>)
3. Critical Zone Observatories Web Site for Critical Zone (<http://criticalzone.org/national/>)
4. Charles J. Vörösmarty *et al.*, *Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth*, *Science*, 2000. Vol. 289, pp. 284-288.
5. Deepesh Machiwal, Madan K. Jha, Bimal C. Mal, *Assessment of Groundwater Potential in a Semi-Arid Region of India Using Remote Sensing, GIS and MCDM Techniques*, 2011. Vol. 25, Issue 5, pp. 1359-1386.
6. SGM Sustainable Groundwater Management, California Department of Water Resources. Web Site: <http://water.ca.gov/groundwater/sgm/>
7. Taikan Oki and Shinjiro Kanae, *Global Hydrological Cycles and World Water Resources*, *Science*, 2006. Vol. 313, pp. 1068-1072.
8. 具體落實龐大的地下水觀測井維護管理工作，經濟部水利署電子報，2014。網址：http://epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=7B9C30904B9E8C48。
9. 楊麗芝，張勇，劉春華，華北平原地下水資源功能衰退與可持續利用研究，*工程勘察*，第6期，48-55頁，2013。
10. 夏軍，華北地區水循環與水資源安全：問題與挑戰，*地理科學進展*，Vol. 21, Issue (6): 517-526, 2002。