

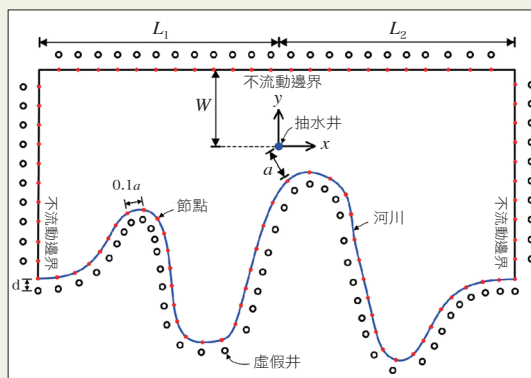
# 河畔取水—— 聯合運用地表水與地下水

■ 葉嬋嬋

台灣位於太平洋颱風行經區域，夏秋兩季經常有多起颱風光顧，雖然帶來豐沛的雨量，卻也因強降雨，雨水來不及滲入地底，使得大量雨水在地表流動，也夾帶了大量的泥沙流進水庫，造成水庫原水濁度飆升，淨水處理廠無法負荷，因而發生供水危機。例如 2015 年蘇迪勒颱風造成大台北地區自來水黃濁，上百萬人的民生用水受影響，這段往事成為台北人揮之不去的夢魘。因此如何解決颱風期間水質不佳的困擾，是政府施政的重要課題。

交通大學環境工程學系葉弘德教授對這問題表示，河畔取水或可當成水源開發的選項之一，特別是在水庫原水濁度高的時候，可用以應急供水。這一說法的理論是，若在遠離河川的地區打井抽取地下水，恐使地下水水位下降，並有地層下陷之虞。在河畔抽水則不然，由於抽水井與河川相距不遠，取得的地下水有部分或全部來自鄰近的河川，避免了會過量抽取地下水的後遺症。

文獻資料也指出，若抽水井距離河岸 30 至 50 公尺時，來自河川的水因為土壤的過濾作用可有效降低水中濁度，所以取得的地下水有如處理過後的水源。



在不規則邊界布設虛假井，用以消除邊界效應，獲得有利於工程應用的解析解。（圖片來源：Huang, C.S. and H.D. Yeh, 2015, Estimating stream filtration from a meandering stream under the Robin condition, *Water Resour. Res.*, 51 (6), 4848-4857）

要知道河畔取水究竟有多少水量是來自河川，可透過地下水流理論來計算河水滲水量（stream depletion rate, SDR）。過去的研究方法因牽就於解析模式，所以大多假設河川是直線的，再用以計算 SDR。其實河川流經下游平原後，因坡度趨緩，水流速度變慢，河道大都呈曲折或蜿蜒形狀。而水井也多位於平原地區，因此解析模式的預測結果與現地狀況其實有很大的差異。



來自河川的水因土壤過濾作用可有效降低水中濁度（圖片來源：種子發）

另一方面，過去的解析模式為方便計算，大多假設水層具有無限的邊界，現地卻常碰到水井周遭有不透水層或鄰近河川，所算得的 SDR 或水位改變量因受到邊界效應的影響使其失準程度大增。

為解決上述問題，讓數學模擬結果可以更貼近真實狀況，葉弘德教授利用虛井理論（image-well theory）建立了一個新的數學解析模式，以估算鄰近蜿蜒河川抽水導致的河水滲透量。他沿著水層邊界或河川邊界等距離的位置，布設許多虛假井，透過疊加原理，虛假井可反應不規則邊界產生的諸多效應。「蜿蜒河道的虛井理論較接近無網格法（meshless method），與這方法不同的是虛井理論可考慮時間項，推算 SDR 或地下水位分布有接近解析解的優點，也可計算在任意時空的數值。」

葉弘德教授說，這一套方法可用於探討現地的河水滲透行為，因為水層和河川相連結，涉及的物理現象或變數相當多，例如大雨過後的水位起伏變動、河床透水

性變異等，都可以用這方法分析。葉教授的研究團隊更進一步把這方法設計成一套電腦程式，使用者只要輸入與河床、水層特性相關的水文地質參數，就能迅速推算出與河水滲水相關的現地問題。

若能善用這套參考工具，可準確估算河川滲水量，讓我們能更妥善地運用地下水資源，也有助於解決水權的評估與判定。另透過分析，更能了解適合鑿井的地點，建立預備井可做為旱季備用水源；或者是當颱風侵襲，原水濁度高的時候做為應急供水，以緩解淨水處理廠的供水壓力。

---

葉嬋嬋  
本刊特約文字編輯

---