

## 雲彰高鐵沿線沉陷 成因與對策

溫志超 國立雲林科技大學 環境安全衛生工程學系研究所教授

台灣高速鐵路為國家主要交通建設，近來彰化及雲林地區地層下陷持續發生，於 92 年起至 99 年止於高鐵與台 78 號快速道路跨交處發生累積下陷量達 62.4 公分，該處累積角變量超過原土木結構設計標準之 1/1500，引起社會輿論嚴重關切。因此，行政院立即邀集相關部會並綜整相關資訊，於 100 年 8 月主動研擬「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」，以作為未來解決彰化雲林地區地層下陷問題之準則。需了解，解決地層下陷問題決非一蹴可幾，需由其發生原因詳予推敲，當其發生條件得以消滅，始可讓地層下陷減緩甚或停歇。



高鐵與台 78 線快速道路跨交處墩柱

## 探究原因 水資源供需失衡

眾所皆知，彰化雲林地區地層下陷之主因為地下水超量使用，但各標的用水包含農業、民生及工業等抽用地下水之原因各異，抑或水量考量、水質考量及經濟考量均有所不同，欲了解地下水為何超量使用，須由整體水資源供需情況切入，始可觀其全貌。故解決地層下陷問題，首要工作即應平衡整體水資源供需，而了解各標的用水對於地下水依賴程度則是首務。以下就彰化雲林地區各項標的用水使用地下水之背景簡要說明。

### 1. 農業用水

彰化雲林地區為台灣主要糧倉，兩縣合計農牧用地總面積高達 624.56 公頃，佔兩縣總面積約 68%，其中又以水稻為最主要作物。農業灌溉用水管理主要係由彰化及雲林農田水利會辦理，據統計兩水利會每年所供應之灌溉用水量約為 33.05 億噸，其中水源為地面水約 25.94 億噸，而地下水則約 7.11 億噸。由於台灣地區水文特性豐枯極度不均，故地面水之供應多集中於豐水期，而枯水期則多無水可用，再加上彰化雲林地區境內並無足夠蓄水設施，可蓄存豐水期的多餘水量以供枯水期使用，使得豐水期水量過多而無法充份使用。以濁水溪為例，全年逕流總量高達 50 億噸以上，約為現行使用量之一倍，故整體而言，彰化雲林地區地面水並非不足，問題的關鍵在於無蓄水設施供蓄豐濟枯進行調度，而導致各標的用水過於依賴地下水，而引發地下水超量使用。

此外，上述灌溉用水供應水量之前提係建構於實施已久之灌溉制度，如 3 年 1 作、3 年 2 作及 2 年 1 作等等，以 3 年 1 作為例，係指於 3 年內共計 6 期稻作期間僅提供 1 期稻作之生產所需用水，其餘 5 期稻作期間，水利會並不供水生產。簡言之，灌溉用水之供應因考量水文豐枯特性，並無法充足供應每期稻作生產，但農民為求生計多仍於未供灌期間進行稻作生產，而此時於灌溉用水不可獲的情況下，農民只好自行開鑿水井抽汲地下水供灌，此現象於彰化雲林地區甚為普遍。以雲林縣歷年水井清查結果為例，私有水井數量已超過 10 萬口，而其中 90% 以上均為灌溉用水井，數量之驚人令人咋舌。

相信相關主政單位應早已了解問題之癥結，多年來亦曾提出甚多可行策略及方案，但如廣設埤塘等重要政策，多僅止於只聞樓梯響階段，而無實質作為。總言之，為有效改善農業灌溉用水過度使用地下水情況，廣設蓄水設施蓄存豐水期多餘水量以供枯水期使用才為治本之方。

除了廣設蓄水設施外，更重要的是現行灌溉制度亦應立即實施配套或調整，因無法落實現行已訂定之灌溉制度，而依此灌溉制度所進行之水量分配亦無

《每月專題/全方位思考 救高鐵》



雲林縣(高鐵沿線)私有農業水井 1



雲林縣(高鐵沿線)私有農業水井 2



雲林縣(高鐵沿線)私有農業水井 3

## 《每月專題/全方位思考 救高鐵》

法反映現況，以貼合農民需求，實需考量重新調整灌溉制度，以整體國家農糧政策為基礎，於水源充足地區充份供應灌溉用水供水稻生產，而水源不足地區進行休耕補助及轉作等配套措施。最終，應重行規劃彰化雲林地區農業發展方向，以國土整體規劃為目標，保留必要之農耕用地進行生產，而缺水地區之土地使用則應進行調整，以達到適地適所之目標。

## 2. 工業用水

彰化雲林地區雖不以工業為主要產業，但境內工廠及工業區亦為數不少，而工廠使用地下水之情事時有所聞，然而何原因致使經營者捨棄取水便易之自來水不用，而寧可開鑿水井汲取地下水，關鍵在於用水成本。現行自來水水價約為每度 12 元，而抽取地下水僅需增加抽水機用電費用約每度 3 元，雖其初期因水井鑿設導致成本提高，但長期而言，抽汲地下水將可較使用自來水降低大量用水成本支出。另一原因在於水質特性，工業用水所需水質無需與飲用水一致，一般而言，地下水不經任何水質處理即可符合工業用水需求。於成本及水質均符合之情況下，地下水當然成為工廠用水之首選，筆者曾由具相當規模之工廠經營者口中獲知，工廠所用之自來水多用於供應員工生活所用，而製程所需用水則多由地下水提供，該工廠每日單井抽水量可高達 4,000 噸，由此例一葉可知秋，與該工廠類似用水型態之工業用水戶應不在少數。

另外，工廠使用地下水多位於其自有廠區之內，而廠區多為封閉空間，故對於地下水私自取水不易查察，使工業用水使用地下水之掌握程度較低，欲依水利法以違法水井查察封填手段進行改善甚為不易，故如何降低工廠經營者使用地下水意願才是解決工廠大量抽用地下水應考量之方向。

## 3. 民生用水

彰化雲林地區民生用水多由自來水系統供應，於集集攔河堰及林內淨水場開始運作之前，南彰化地區及雲林地區所使用之自來水多為地下水，但自林內淨水場運作後，目前雲林地區自來水供應約 31%使用地面水，但約仍有有 69%使用地下水。與農業及工業用水相較，民生用水使用地下水之情況應可於 103 年藉由湖山水庫之興建運轉全數供應地面水而獲得解決。

## 防治地下水 關鍵課題

因前述各項標的使用地下水之緣由，對於彰化雲林地區地下水減抽抑或地層下陷之防治應著眼於以下數個關鍵課題。

## 《每月專題/全方位思考 救高鐵》

## 1. 封井政策配套不足

依目前所核定之計畫內容，封井成為主要抑制地層下陷之手段，然而目前封井對象多著重於經合法水權申請所獲之水井。以農業用水為例，計劃欲封停彰化及雲林農田水利會所有之水井 590 口，然而於水源替代措施未齊備之際，強制封停公有合法水井，將使原公有水井抽水量轉由違法私井抽取，對於整體地下水超量使用情況之改善並無實質助益。所以，在封井配套措施上，仍應以提供需水者足夠水源為前提，才能有效達到封井的真正目的。於考量彰雲地區豐枯水期地面水資源分佈不均情況下，建議相關單位應積極廣設蓄水設施，儲蓄豐水期多餘的地面水源以作為枯水期調節之用。

## 2. 加強地下水補注及增加補注水源

地下水補注係改善地下水環境之必要方法，然而豐水期地面水豐沛，經由河道入滲補注之水量原本即多，此時利用地下水補注方法所增加之補注量與天然入滲補注量相較甚小，因此地下水補注主要實施時間應以枯水期為主。但枯水期地面水水源原已不足，何來充足水量供地下水補注之用？因此蓄存豐水期水量而於枯水期進行補注，抑或利用於枯水期無法利用之水量進行補注，才為提高補注成效之關鍵，以地下水補注觀點著眼，蓄水設施之設置亦不可或缺。

## 3. 減少農業用水輸漏損失

相關研究報告指出於彰化及雲林水利會灌溉渠道輸送灌溉用水均存有甚大輸漏損失，此輸水損失率動輒 30-40%情況下，大量水資源無法獲得充份利用，影響整體農業用水使用效率，故如可降低此輸漏損失量，將可提昇整體農業用水使用效率，對於農業用水抽用地下水情況亦可獲得改善。

## 遏止地層下陷 多管齊下

綜合上述，欲有效解決彰化雲林地區地層下陷問題，考量層面非僅於遏止地下水抽用，可由以下數項策略方向配合現行核定計畫進行，以達遏止地層下陷之效。

## 1. 廣設蓄水設施(埤塘)蓄豐濟枯

因應水文豐枯不均特性，為求得以蓄豐濟枯，廣設蓄水設施如埤塘等實為首要之務，如可於豐水期留存足額之地面水以供應枯水期各標的使用，地下水超量使用之問題即可迎刃而解，然考量土地取得及工程耗時等因素，應可先行考慮利用公有土地進行小規模埤塘之開發。另外，開發蓄水設施除可蓄豐濟枯外，亦可利用所蓄之豐水期水量進行地下水補注，對於改善整體地下水環境將有相當大之

## 《每月專題/全方位思考 救高鐵》

助益。

## 2. 考量調整工業電價及提供低價自來水供工業使用

由工業用水抽用地下水之原因來看，成本考量應為工廠經營者思考利用自來水與否之關鍵，故應可由抑制其抽用地下水意願著手，微幅調高工業電價使抽用地下水所需成本與自來水相近，減少工廠經營者抽用地下水意願，再配合查察及重罰，遏止工廠持續抽用地下水。另外，自來水公司亦可考量針對工業用水戶之水質需求，降低其水質處理級別，提供符合工業需求水質標準之水源供工廠使用，如此可降低由自來水系統水質處理之成本，再由自來水公司提供較一般民生用水價廉之工業用水供工廠使用，拉近使用自來水與抽用地下水之間之價差，此舉應可減少工業超用地下水之情況。

## 3. 農業政策之調整及整體規劃

彰化雲林地區農業用水佔總用水量 75%，為用水之最大宗，但此等水量尚不足供應全數耕地面積每年兩期稻作生產所需，現行灌溉制度早已名存實亡，農政單位宜正視此問題，就現行灌溉制度進行通盤檢討及調整，並研議可行之配套措施，於兼顧農民生計及地下水保育兩目標下，逐步降低農業用水抽用地下水之現象。

## 4. 提高農業用水效能

如前述，農業用水總水量高於其他標的甚高，如可有效提昇其利用效率，所節餘之水量將可增加灌溉生產面積或移作其他標的使用。目前農田灌溉渠道因年久失修，輸漏損失常高達 30% 以上，在都市化地區要求自來水系統減少漏水率之情況下，殊不知卻有更多的農業用水因破損渠道而流失。通盤檢視農業灌溉渠道輸水效能並進行全盤改善，有效減低其輸漏損失，其所可節餘之水量將可取代大量地下水抽用，以彰化雲林地區為例，如可改善輸漏損失 10%，每年即可節餘 2.5 億噸水量，此水量已不低於一座水庫所能提供之供水效能，此始為彰化雲林地區節水之道。

彰化雲林地區地下水之使用始於 54 年，當時為增加彰化雲林地區糧食產量，由台灣省政府主導之大規模地下水開發計畫，該區地下水使用問題至今已約 50 年，不僅農業、工業及民生早已視地下水為生活及發展必需之水源。因所涉及層面甚廣，絕非單一強制作為即可使地下水抽用行為停歇、地層下陷終止，故解決此一問題將需由各部會共同投入，並從長計議，研擬確實可行且兼顧各層面之策略，逐步實施才可獲其成效。