

應用連續地電阻量測方法協助推估現地入滲試驗之入滲速率研究

林慧婷、張竝瑜、陳庭琨、郭家瑜、曾詩軒、盧勇傑
嘉南藥理科技大學環境資源管理系

摘要

本研究主要應用地電阻剖面影像法，分別以自來水及鹽水於草地與操場等不同地點進行現地入滲試驗。探討在(1)不同滲漏容積下，入滲溶液在土壤中的分佈及擴散速率。(2)嘗試由地電阻的變化，探討不同濃度的鹽水溶液於土壤中之入滲速率異同。(3)並探討 Wenner 與 Dipole-dipole 電極排列之影像解析度。本研究之自來水及鹽水入滲試驗均分為三階段進行，每一階段為三十分鐘，在每一階段開始時一次入滲 20 公升之溶液，並以地電阻影像剖面法連續以六分鐘之間隔進行量測，所得之地電阻剖面影像可視為此一時間間隔內之平均值。

前言

土壤未飽和層為汙染物傳輸入滲之主要通道，土壤遭受污染，不僅土壤品質惡化、根著其上的作物，食用作物的生物亦受波及，甚至影響到地下水源的品質，而威脅到飲用水的安全。然而土壤中地下水以及汙染物傳輸移動之行爲機制仍未充分被研究，加上非均質之土壤結構也往往支配地下水以及汙染物之移動速度與途徑。本研究嘗試以地電阻剖面影像協助了解地下水以及汙染物之移動機制與途徑，並嘗試推估入滲速率及相關地層參數。本研究之主要目的有三：

- (1)了解不同滲漏速率下，入滲溶液在土壤中的分佈及擴散速率。
- (2)嘗試由地電阻的變化，探討不同濃度的鹽水溶液於土壤中之入滲速率改變。
- (3)探討 Wenner 與 Dipole-dipole 電極排列對於連續監測汙染物移動之影像解析度。

研究原理與方法

地電阻法之測勘原理，乃利用直流電或低頻交流電流經由一對電極(A、B)通入地下，於地下建立人工電場。並利用另一對電極(M、N)測量電場在 M、N 間之電位差，而據此計算地層的視地電阻率(Apparent Resistivity)，進而再運用反推計算方法推求地層真實地電阻率(True Resistivity)。常見的地電阻測勘的電極排列法甚多，各有其探測上的優點與限制，野外施測所選定使用的方法，則視欲探測目標及施測地點的地形而異。一般基本之常用電極排列有：施蘭卜吉排列 (Schlumberger Array)、溫奈排列(Wenner Array)、雙偶極排列(Dipole-dipole Array)及雙極排列 (Pole-pole Array) 等。目前一般現地地電阻測量方式則是運用上述之電極排列法，於地表沿一直線測線，順序改變電極間距與電極位置，如此可以測

得沿測線之不同深度、不同位置之視電阻率分佈，此種方法稱之為(二維)地電阻影像剖面法(Resistivity Image Profiling, RIP)。本研究所採用的儀器為德國 LGM 公司之 4 point Light hp 地電阻儀，並聯接可由電腦程式控制調變頻道之 ActEle 系統，最多可以同時接連 255 根電極，進行快速、高密度之地電阻影像剖面量測。本研究所採用的反演算數值軟體為德國 Geotomographie 公司所開發出之二維地電阻影像逆推反算程式 SENS2DINV。現地入滲試驗地點為嘉南藥理科技大學內之操場與草地。測線長度為 2 公尺，電極間距為 10 公分。並在測線中點以固定的容器(20L)每半小時入滲一桶至土壤，連續入滲三次，且連續以每六分鐘施測一次之頻率監測。本研究並改變使用不同濃度的鹽水重複上述入滲試驗與量測，並紀錄地電阻變化以供比對。

表一 入滲試驗與地電阻量測電極排列設定

地點	滲漏液	滲漏體積	電極深度	電極間距	測量方法
操場 草地	自來水	20L	10cm	10cm	Wenner Dipole-Dipole
		40L			
		60L			
操場	鹽水 濃度 1、5、10、20M	20L	10cm	10cm	Wenner Dipole-Dipole
		40L			
		60L			

結 論

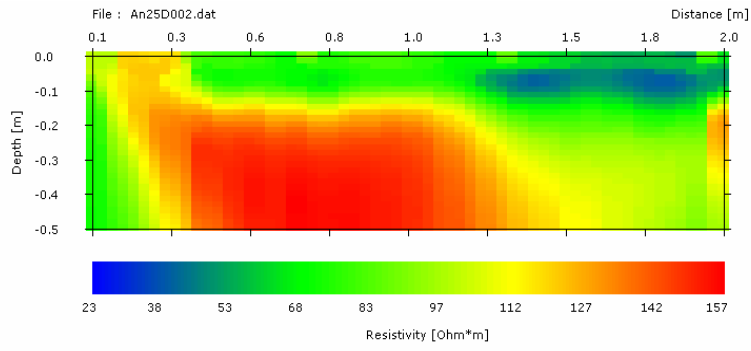
本實驗主要研究應用地電阻剖面影像法，我們以自來水在不同地點（分別為草地、操場）進行試驗，在間距、深度、水量相同條件之下，試驗發現，兩者相較之下，在操場加入自來水的滲透數據較草地明顯，以初步自來水實驗發現，在加入第一桶水時，擴散範圍並不明顯，深度大約在 0.1m，經過三十分鐘後，加入第二桶水，深度擴散至 0.3m，擴散範圍在 0.5m，再經過三十分鐘之後，加入第三桶水，發現深度擴散至 0.5m，擴散範圍至 0.7m，經時間的增加深度擴散、擴散範圍逐步增加中。

未來以探討不同濃度的鹽水溶液在土壤滲透速率，並運用 Wenner 與 Dipole-dipole 電極排列連續監測污染物移動的影像解析度。Wenner 與 Dipole-dipole 電極排列兩種比較之下，Dipole-dipole 排列方式較為適合。

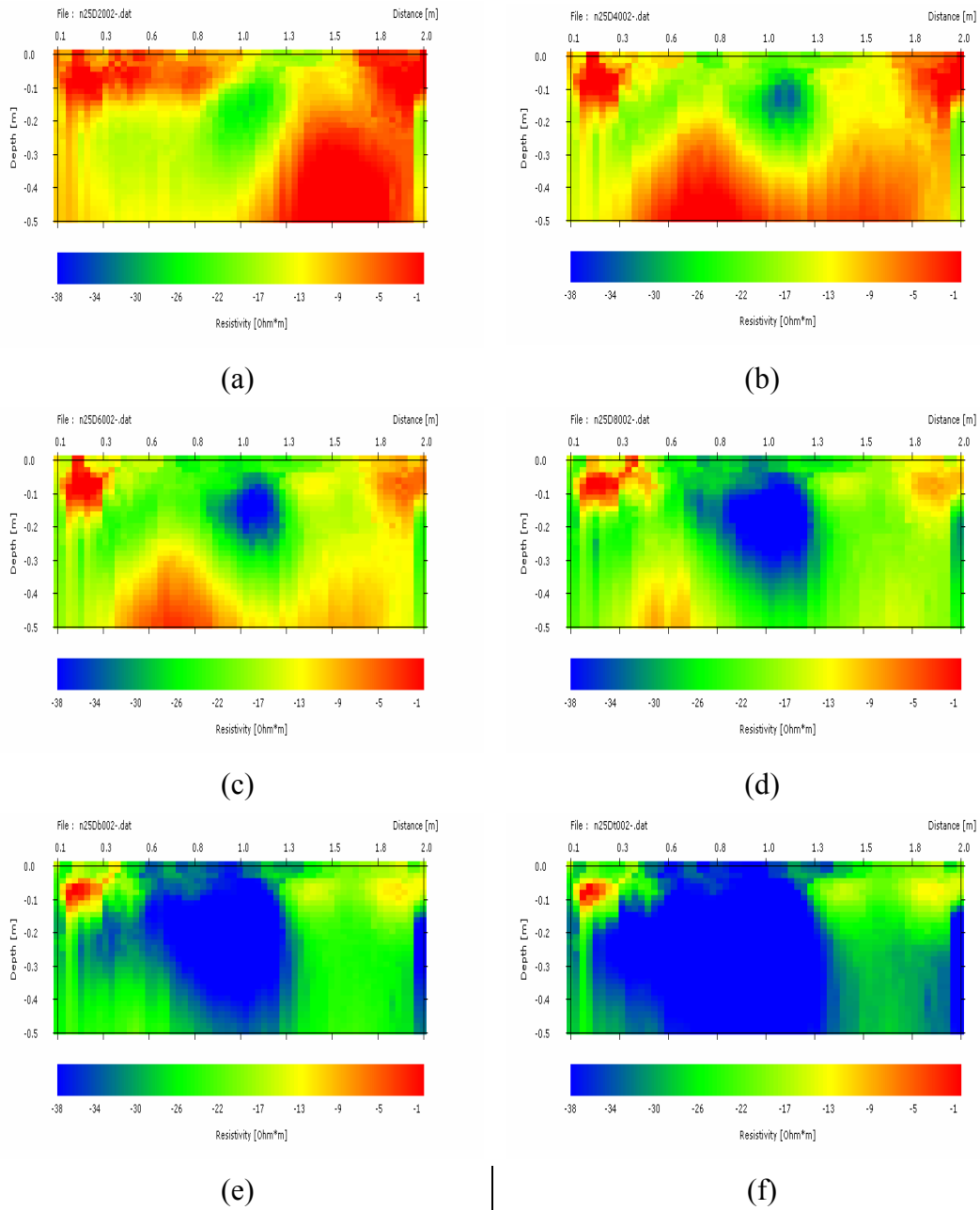
參考資料

陳佑邦，「應用地電阻影像剖面法於新城斷層之研究」，碩士論文，國立中央大學應用地質研究所（2001）

潘宏璋，「應用地電阻影像剖面法於新竹斷層之研究」，碩士論文，國立中央大學應用地質研究所（2003）。



圖一 操場 Dipole-dipole 地電阻剖面影像入滲試驗開始前背景值)



圖二 第一階段自來水入滲試驗之地電阻變化影像