



## 大區域坡地災害調查與分析

林朝宗

林朝宗先生台灣省宜蘭縣人，民國 40 年生，現任經濟部中央地質調查所所長。



林先生於民國 62 年畢業於台北工專礦冶科，民國 66 年進入台灣省礦務局服務，從事礦產調查及測量工作。由於對地質工作有著特殊的憧憬，於民國 68 年進入當時剛成立的中央地質調查所服務。民國 71 年起曾先後兩次奉派赴荷蘭國際太空測量及地球科學研究所研修遙測地質學與構造地質學，並於 74 年獲得碩士學位。林先生先後在地質調查所的區域地質組、地質資料組、環境與工程地質組等單位擔任技士、技正、組長等職務。89 年晉昇副所長，次年代理所長一年，91 年真除接任所長迄今。林先生除了中央地質調查所的本職外，亦先後當選為中華民國地質學會、中國鑛冶工程學會、中華民國地球科學會、中華防災協會等學術團體的理事或監事，並擔任中華民國地質學會第 43、44 屆理事長。林先生亦長期在中國文化大學地質系兼課，講授地理資訊系統、構造地質學及工程地質學等課程，作育英才。

林先生早期的地質工作生涯以區域地質調查及工程地質調查為主，野外地質調查經驗豐富。除了從事野外地質調查及地質圖測製外，亦參與多項交通、水庫等規劃、選址階段的工程地質調查及核能廢料地質處置研究的工作，足跡遍及全臺各地。林先生在主管中央地質調查所的環境與工程地質部門期間，積極推動臺北盆地及全臺都會區的地質環境調查，建立了臺灣都會平原地區完善的地質環境資料，林先生本身對臺北盆地尤有深入的瞭解。

除了個人從事的地質調查工作外，林先生於接掌中央地質調查所後積極與產學界合作，擴展防災地質方面的調查研究，以加速全國性防災地質資訊的建立。並全力推動地質立法，試圖從應用的觀點建立我國的地質調查制度，並搭建地質資訊與國土管理制度間的橋樑。從全國性防災地質資訊及制度兩方面齊頭並進，提昇國土利用的合理性及減緩地質災害對國家社會的衝擊。十餘年來地質調查所推動了活動斷層調查與觀測、山崩調查與潛勢評估、都會區工程地質調查等與防災相關的大規模地質調查工作，在在顯示了林所長及地質調查所的同仁對臺灣地質災害防治工作的旺盛企圖心。由於這些全國性規模的調查工作所需的人力資源極為龐大，除了地質調查所的全力投入外，林所長更尋求產業界及學術界的積極參與，也因而帶動了各大學防災地質研究的風潮，研究成果也受到國際上各相關領域的科學家們的矚目與讚賞。

99 年 12 月 8 日，總統公布制定地質法，「地質法」的立法終於完成。各種全國性地質災害調查與資料建置工作在林所長的督促及產官學的合作之下，也逐漸完備。透過地質法的聯結，將這些地質災害基本資料與土地管理結合，相信臺灣的國土永續經營管理會逐漸步上合理的道路。

岩石的風化及土壤的侵蝕與搬運是斜坡地必然存在的地質作用，緩慢的侵蝕作用尚不至於帶來災害；但地震、豪雨所誘發的瞬間崩塌或河岸沖刷則是危險性極高的地質災害。崩塌

材料的運移及堆積又可能為河川中下游帶來大量的土砂，淹沒住家、農地。因此坡地災害通常是複合型的，同一致災因子可引發多種性質不同的災害且受災範圍極廣。臺灣地區由於長

# 地工技術

期的板塊擠壓，地殼隆昇快速，山高谷深，坡度陡急，地層又受到劇烈變動而破碎，坡地極不穩定；每年夏季侵臺的颱風所挾帶的豪大雨，使坡地的侵蝕作用極為旺盛，山崩、土石流等土砂所釀成的災害頻傳。尤其是結合下游平原地區的土砂堆積及洪水，影響到麓山地區的高密度土地利用地區，往往使災情擴大，也使防災工作更為複雜化。民國98年，莫拉克颱風所挾帶的豪雨為臺灣中南部帶來空前的災害。降在山區的豪雨誘發了大小規模的山崩，不但淺層的崩塌滿山遍野，諸如造成小林村滅村的深層或大規模崩塌亦不在少數。莫拉克颱風的降雨量雖然是百年難得一見，但在氣候變遷的影響下，這種極端的降雨在未來將愈頻繁，大規模的坡地災害亦將無法避免。

臺灣坡地面積遼闊，除了中央山脈高海拔地區罕有人跡外，在中低海拔的山區或丘陵地散佈著許多的聚落，尤其在鄰近平原及都會區的低海拔地區，聚落社區更見密集，每逢颱風豪雨，難免發生災害。廣域性的坡地災害圖除了是國土規劃、經營管理的基本資料外，更是評估這些既存在山區聚落社區災害風險的重要依據。山崩是坡地最常發生，分布最廣的地形地質作用，除了崩塌直接破壞道路、住宅、設施外，其所衍生的土石流、河川輸砂等更擴及谷地、河岸，甚至平原地區，使災害加鉅。因此全國性的山崩調查、山崩潛感圖的製作就成了各項坡地災害分析最源頭的資料了。

山崩潛感分析的方法大致上可區分為定性法及定量法兩大類，各有其優劣。定性法失之過於主觀，不同專家的分析結果差異甚大。定量法則必須建立及處理大量的因子資料。拜地理資訊系統之賜，山崩因子資料的建立及各分析單元內因子的運算及疊加分析變得容易許多，也因此世界各國的山崩潛感分析大都逐漸採用定量法。然而因子相關參數的取得常是整個定量分析過程最耗費資源的過程，尤其是大區域性的分析，許多地域缺乏分析所需的因子參數，嚴重影響分析結果的準確性。因此，快

速有效的廣域性坡地調查技術的可行性就成了大區域山崩潛感分析的重要決定因素。山崩分析如此，其它如土石流、河岸侵蝕、向源侵蝕等坡地災害圖的繪製亦復如是。

航空照片長久以來就被使用在較大區域性的地面資料的取得，衛星掃描技術的精進及解析度的提昇，使衛星影像成為重要的資料來源之一，近年來我國的福衛影像的大受歡迎就是明證。但航照及衛星影像的共同缺點就是茂密的植生遮蔽了地面的細部特徵；雲遮與陰影影響判釋的完整性。近年來空載光達 LiDAR (Light Detection and Ranging) 測量技術的發展使廣域性的調查有了更好的工具，國外使用在活動斷層、山崩等各種地面資料的擷取所獲致的效果，令人驚艷。空載光達的特點是可利用其所測得的點雲中直接到達地面的資料，演算地面模型 (DEM)，其效果等同於剝除了林木。因此利用此種 DEM 所製作的影像，可以很「真實」的看到地面的細微特徵。經濟部中央地質調查所曾委託國內測量公司測製 LiDAR DEM，並用於大屯火山地區的火山及活動斷層調查，DEM 所顯示出來的火山地形及活動斷層、山崩等相關資料的豐富程度是前所未見的。莫拉克風災之後，地質調查所更分年全面測製受災地區的 LiDAR DEM，用以調查災後的地形變異及判釋具災害潛勢的地點，相信可大幅提昇大區域坡地災害調查的效率及準確性。

本期地工技術雜誌以「大區域坡地災害調查與分析技術」為主題，探討的題目從大區域的坡地地質災害調查分析、山崩災害分析與製圖、坡地地質敏感區的劃設、空載光達技術應用於大區域坡地災害調查分析、以流域為單元之土砂產生、運移、監測與治理，乃至於土石流風險管理等，邀請的撰稿者均為國內長期參與坡地防災研究的專家學者，內容精闢詳實，為坡地防災不可多得的參考資料。災害管理是系統性的課題，不是任何一學門所可獨力擔綱，本期地工技術提供了一個供各相關學問共同討論的平臺，其作法及貢獻值得大家讚許與肯定。