



轉化災害為知識 與災害風險共存

林銘郎



林銘郎先生目前是臺灣大學土木系教授，也兼國家災害防救科技中心坡地及洪旱組共同領域召集人。

林教授在1992年取得臺灣大學土木工程學系博士學位後，先任教於中央大學應用地質研究所(1992-1999)，1999年轉至臺灣大學土木工程學系任教。曾任經濟部第2、3屆地質敏感區審議會委員(2014-2016)，行政院災害防救專家諮詢委員會第8、9屆委員(2019-2020)、國家災害防救科技中心坡地及洪旱組領域召集人(2016/09迄今)，經濟部中央地質調查所顧問(2019/12-2021/12)、地工技術研究發展基金會第11屆董事兼執行長(2018-2021)。曾參與國內多次重大天然災害之調查，包括1996年賀伯颱風、1999年集集地震、2001年桃芝颱風、2004年敏督利颱風、2004年艾利颱風、2008年中國汶川地震等。2009年8月莫拉克風災後，參與行政院國家科學委員會、原住民族委員會、莫拉克颱風災後重建推動委員會等之勘災、原住民及非原住民部落安全評估、災區劃定特定區域等工作。

林教授的專長在工程地質、岩石力學、邊坡穩定，主要從事坡地災害防治、活動斷層構造運動及其與工程設施之互制關係、斷層泥之微觀組構與力學性質、落石危害範圍分析、岩石邊坡工程等之研究。曾主編地工技術第79期-臺灣工程地質學研究回顧、第122期-莫拉克颱風之地工災害、第137期-莫拉克風災災害調查與重建、第158期-大地工程困難案例。在臉書成立不公開社團「工程地質野外教室-GeoRocker」，將推廣工程地質知識作為畢生興趣與職志。

一、與地工技術的因緣

本人很榮幸的受地工技術之邀請，在第172期(2022.6)的專題「跨越活動斷層構造的工程與維護」中撰寫贈言，真的是冥冥之中自有天意。1990年聯合國全力推動國際防災十年計劃(International Decade for Natural Disaster Reduction)，臺灣積極配合推動防災研究，地工技術亦特此推出由陳正興教授主編之第30期「地震與地工」專輯。專輯中特邀研究新地體構造之英國倫敦大學學院C.Vita-Finzi教授主筆贈言，為國內地震防災之研究方向提出建言，指出有關地震災害的評估與防治，應該是由地質學家、工程師、土壤學家，以及地震學家共同參與合作的一項大事業。地

工技術基金會從設立以來，一直都是融合國內工程師、地質學家、土壤學家，以及地震學家的和樂融融大家庭，成立迄今已經辦了38次的地工技術研討會、39次工程地質研討會，每次研討會都是不同領域英雄好漢來自各方，討論分享其獨到的面向與見解，而本人因跨領域的研究背景，從其中受惠甚多心存感激。Vita-Finzi教授並於「地震與地工」專輯賜稿一篇〈新地體構造運動與地震災害〉，該文從地震定年學角度，介紹了地殼變形與地震之重要關係，及其對地震災害風險評估扮演之關鍵角色。陳正興老師指定由當年還在博士班就讀的我進行翻譯，中英文共刊，以饗讀者。為了慎重地翻譯好該重要論文，當年研讀了文章中所引用的所有參考文獻，並承蒙地質系楊昭男

教授作了多次的討論指導並經其細心斧正文稿，因而埋下了對新地體構造運動與地震災害的認識及其對工程設施影響的興趣種子。1991年李錫堤教授首度到 臺大地質系兼任開課「地震地質學」，我全程旁聽並且以新地體構造運動與地震災害為題，上合作期末報告，研習地震地質學讓我大開眼界且開始建立了我與李錫堤教授亦師生亦朋友長達30多年的友情伙伴關係。

二、天然災害 - 以今論古、鑑往知來 - 轉化災害為知識、與災害風險共存

由於地球環境本身是一個動態的系統，地震、斷層錯動、颱風、火山、山崩、狂風、豪雨、洪水、乾旱等現象，都是自然現象，也是地球環境演育過程之一部份，只要人類不與危險地區交會或接觸，未必會發生災害。但有些人或工程設施，或因無知或因無法避免，進入危險之地(例如地震、山崩活躍地區、洪水或土石流必經之地、經常發生雪崩之地等等)，就可能發生災害。當這些自然現象影響或危害到人類的生存時，就被稱作是天然災害(Natural hazard)或地質災害(Geological hazards ; Geo-hazards)。人類幾千年的文字歷史中，記載了不少滄海桑田的變化；即便是人的一生短短幾十年，也常會經歷一些天災地變，感受到天然災害的威脅，並產生想要進一步了解災害成因、學習因地制宜、減少損失、與災害共存的念頭。

臺灣位處於環太平洋地震帶，地震活動相當頻繁，在20世紀地震災害歷史中，臺灣至少記錄到5起地震同時伴有地震斷層的發生與致災，包括1906年梅山地震、1935年新竹臺中地震、1946年新化地震、1951年花蓮地震、1999年集集地震。對於斷層的認識與活動斷層的調查，主要來自地質學家及地形學家的研究成果。地質學家以其以今論古(The present is the key to the past)、鑑往知來(The past is the key to the future)的研究方法，判讀地層中保留下來各種天然災害歷史記錄(無字天

書)；而地形學家以其敏銳的觀察力覺知天然災害呈現在現今地形上的歷史與當今活躍狀態。但是他們的成果呈現在時、空的分布通常具有高度不確定性，加上地質學家處理的時空尺度常與工程師設計與使用的尺度有很大的差異，地質學家常以萬年、百萬年(Ma)為時間單位，數十公里為長度單位，而工程師在乎的時間單位為百年至千年，長度單位為公分至公里。當然工程師也常會捫心自問：設計使用年限百年的土木設施，該如何考慮千年甚或萬年一遇的大地震或斷層錯動的影響。對於萬年、千年、百年一遇等級的地震災害，工程師已建立了小震不壞、中震可修、大震不垮的設計理念，然而大型土木設施如何能夠知道其是否能夠承受大震不垮？以現今的技術與能力而言，工程師是不可能進行全尺度的大型實驗來驗證的。此時工程師常用的方法學是從既有的天然災害致災案例中學習經驗，轉化災害為知識、運用於新的設計之中。集集地震之後，地工技術研究發展基金會出版由連永旺、黃漢勇先生主編的《大地裂痕：空中鳥瞰車籠埔斷層》，為集集地震所造成的地表變形位移破裂、土木設施及建築物等受損狀況，在第一時間留下寶貴的空中與地面照片及專業文字說明，成了國內外各領域從失敗案例中學習經驗的最重要文獻之一。

對於如何居危思安與地層錯動災害共存，在此借用聖嚴法師揭示面對人生逆境時的處置箴言：面對它、接受它、處理它、放下它，略加修改成面對它、接受它、處理它、監測它。「面對它」為透過調查來掌握活動斷層與活動斷層土岩變形帶的特性；「接受它」即居危思安、評估活動斷層可能造成的損害、衝擊與風險大小；「處理它」是研發因應活動斷層錯動時工程設施調適與減災的方法；「監測它」是採取長期定期觀察與監測重要活動斷層的變形活動性，以求掌握長期地震災害潛勢的動態發展。這些工作，有的如本專輯各篇文章所介紹，已經有所進展；有的則尚在初步嘗試的階段，都是值得我們持續的共同努力的方向。