古堡裡的老鼠：從氯乙烯到電磁場的健康效應研究

■林宜平

2005年4月，《中國時報》轉載一則英國《衛報》的報導，題名是「老鼠住古堡電磁波實驗品」，介紹由義大利拉瑪齊尼基金會（European Foundation of Oncology and Environmental Sciences "B. Ramazzini"）資助的電磁場動物實驗。這項研究在一座建於文藝復興時期的古堡內進行，報導中指出這是有史以來有關行動電話致癌風險，規模最大的一項研究。

這則外電報導引發我的好奇，希望有機會能造訪古堡，一窺究竟。不久前，我與台大職業醫學與工業衛生研究所的鄭尊仁教授到義大利開會，正好受邀到拉瑪齊尼癌症研究中心參觀訪問，對剛開始接觸電磁場健康效應議題的我，以及多年來研究台灣氯乙烯工人健康效應的鄭教授而言，這個實驗室都具有特殊的意義。

氯乙烯的動物實驗

1971年，義大利學者馬通尼（Cesare Maltoni, 1930－2001）接受歐洲塑膠業者的委託，重複另一名義大利學者有關氯乙烯致癌性的動物實驗，結果馬通尼發現，製造塑膠的原料氯乙烯單體，會導致大鼠及小鼠不同器官的癌症，特別是一種罕見的癌症：肝血管肉瘤。由於當時還無氯乙烯工人罹癌的案例報告，而塑膠製造又是歐洲及美國二次大戰後的重要產業，這個重要發現讓塑膠業者大爲緊張，是否要把動物實驗的結果告知各國政府，也引發歐、美各國塑膠產業間極大的爭議。

直到1974年美國的職業醫學醫師報告塑膠工人肝血管瘤的案例，美國的職業安全與健康機構(Occupational Safety and Health Administration，OSHA）才在1975年把氯乙烯的暴露標準從500 ppm降爲1 ppm。有關氯乙烯健康效應議題中，科學、產業及政府之間相互角力，科學史學者馬可維茲與若司納（Gerald Markowitz與David Rosner）在其專書《欺騙與否認》（*Deceit and Denial*）中，有不少章節的描述。

馬通尼的研究對職業醫學最大的貢獻是，證明動物實驗可以預測疾病的發生，毒理學實驗室裡的劑量反應關係，也有助於法規的制訂。在馬通尼之前，動物實驗最常受到質疑的就是，動物實驗的結果可能無法推論人體健康，但是等到流行病學者收集到足夠的案例，往往已有許多受害者。等到流行病學證據出現，再修訂法規，通常只是亡羊補牢。

拉瑪齊尼癌症研究中心

從1970年起，馬通尼與建於1480年的班提佛格里歐古堡（Castle of Bentivoglio）簽訂60年的租約，成立癌症研究中心，在古堡裡設立實驗室、辦公室與圖書館，並且募款成立拉瑪齊尼基金會，長期資助癌症毒理學與流行病學的相關研究。1982年馬通尼與幾名美國的職業醫學醫師，共同成立拉瑪齊尼學院，邀請世界各國的職業醫學醫師擔任院士，目前共有180名，包括台大王榮德與郭育良兩位教授。

拉瑪齊尼（Bernardino Ramazzini, 1633－1714）是17世紀義大利著名的職業醫學醫師，畢生強調預防勝於治療，被譽爲「職業醫學之父」。拉瑪齊尼學院成立至今，每年都在拉瑪齊尼的出生地卡爾匹市（Carpi）舉辦年會，舉辦會議的經費長期以

來都由卡爾匹市資助。

由馬通尼領導的癌症研究團隊，繼氯乙烯之後，在古堡裡又測試超過200種化學物，其中有50種證實是致癌物，包括鞋匠常使用的苯、解剖實驗室中使用的福馬林、汽油添加劑甲基第三丁基醚（MTBE）等。而最近經美國《紐約時報》大幅報導的，則是拉瑪齊尼癌症中心最近的研究發現，擁有廣大消費市場的代糖阿斯巴甜（aspartame），也是可能的致癌物。

17世紀義大利著名的職業醫學醫師拉瑪齊尼

電磁場的健康效應研究

馬通尼已於2001年過世，目前領導癌症研究中心的，是追隨馬通尼研究多年的索菲堤（Morando Soffriti），帶領我們參觀古堡的則是一位年輕的科學家。

我們從古堡二樓的辦公室、圖書館、檔案室（每一隻老鼠都保留有詳細的檔案資料），進入位於一樓的病理解剖室（每一隻老鼠都有各器官的切片），再循著動物實驗室裡藏不住的特殊「鼠味」，換上塑膠實驗衣、戴著髮套與鞋套，才終於見到電磁場實驗室裡的實驗動物。包括實驗已近尾聲的高壓電線電塔極低頻率電磁場（extremely low frequency electromagnetic fields, ELF）實驗室，以及最近才開始的行動電話基地台射頻電磁場（radio-frequency electromagnetic fields, RF）實驗室。

年輕的科學家在迷宮一般的古堡裡，一路介紹中心的各項設施，也一路回答我們的問題。拉瑪齊尼癌症研究中心有其一貫的研究方法，馬通尼認爲提早犧牲實驗動物，常會錯失重要的健康效應（如伴隨老化而產生的各種癌症），他們實驗室裡的動物都養到動物自然死亡，再進行病理解剖，因此一項實驗至少要兩、三年的時間才能完成。

至於選擇何種可能致癌物進行研究，年輕科學家的回答是，從馬通尼到索菲堤，他們的研究中心長久以來都選擇對公共衛生有重大影響的物質進行研究，特別是有大量人口暴露，長期、低劑量的暴露。例如在1980年代選擇檢測汽油中的各種添加物，主要的原因是義大利北部工業發達，而波隆納（Bologna）除了製造法拉利跑車之外，同時也是石化業的重鎮。

1990年代起，拉瑪齊尼癌症研究中心開始檢測有大量人口使用，但是致癌機轉不確定的食品及食品添加物，如咖啡、茶、可樂及代糖等。以代糖爲例，雖然已在消費市場上大量使用，且全世界有大量人口食用，但是其毒理學資料很不完整，並且全都是由製造商提供的資料。拉瑪齊尼癌症研究中心近幾年開始進行的電磁場健康效應研究，同樣也是有大量人口使用，長期低劑量暴露，但是仍不確定其是否會致癌的現代生活產物。

我們在中午時分見到中心主持人索菲堤，他開心地檢視我送他的中文剪報，也回贈我們介紹拉瑪齊尼癌症研究中心的精美紀念集。午餐伴隨著美食與美酒，聽他回顧馬通尼早期的氯乙烯經典研究，癌症研究中心與社區民眾的關係，以及基金會的募款活動等。

拉瑪齊尼癌症研究中心除了在古堡裡的動物實驗室外，同時也進行流行病學研究，長期追蹤研究波隆納地區居民的癌症發生與死亡。此外，中心也設有癌症診所，協助居民的健康照護。由於基金會每年約3千萬美金的經費來源，主要來自當地居民長期的小額捐款，因此基金會長久以來都和社區民眾保持密切的互動關係，癌症研究中心的科學家需要定期到社區裡進行專題演講，以及向一般民眾說明中心的研究重點及進度等。

索菲堤是腸胃科醫師，曾經在英國受訓，也曾經在美國的國家環境衛生研究所做過研究。目前他除了主持癌症中心的研究工作之外，也看癌症病人的門診。另外，他最重要的工作就是基金

會的募款。

拉瑪齊尼基金會的規模與美國癌症協會（American Cancer Society）等非政府組織相較，仍是小巫見大巫，不過美國癌症協會每年數億美元的研究經費，主要是委外進行，而拉瑪齊尼基金會則是全力支援癌症研究中心的動物研究。目前該實驗室僅次於美國國家毒理計畫（American Toxicology Program），是全世界第二大的動物實驗室。

我行前在旅遊手冊中讀到，義大利著名的科學家馬可尼（Guglielmo Marconi, 1874－1937）是波隆納人。1896年，馬可尼發明的無線電報取得英國專利，第二年成立公司開發無線電通訊的商業利益，1909年獲得諾貝爾物理學獎。我好奇地詢問，一世紀前馬可尼在電磁學的重大成就，和目前拉瑪齊尼癌症研究中心在電磁波的「發源地」，進行大規模電磁場健康效應的研究，有無相關？在座的索菲堤和年輕的科學家聽我這麼一問，都愣了一下，笑說：「這只能算是巧合吧！」

拉馬齊尼癌症中心電磁波實驗室裡的索菲堤醫師

科學研究與社會的結合

500年的班提佛格里歐古堡，300年前的職業醫學醫師拉瑪齊尼，100年前發出無線電報的馬可尼，目前席捲全球的行動電話，以及行動電話電磁場未知的致癌風險，我慢慢咀嚼桌上最後一塊波隆納火腿，回味再三。這一趟古堡裡的參觀訪問，讓我彷彿可以在不同的時空裡穿梭，不過讓我感受最深刻的，是如此大型、長期的科學研究，竟然是由社區民眾支持的。到底這是民眾對產業及政府的不信任，或是科學研究與社會服務密切結合的可能形式？

近年來研究環境污染與職業傷病，我的主要興趣是探討常民、專家與政府間的爭議。從塵肺症、地下水污染到電磁場，在環境與職業健康議題中，民眾對疾病發生與致病原因的觀察（即所謂的「常民流行病學」），常難得到主流科學的證實，而政府「以科學證據爲基礎」的相關補償政策，更常引發爭議。

此外，近年來在工業污染的議題中被廣爲討論的，就是由產業支持的科學研究。2005年底《國際職業與環境健康期刊》，還曾以「企業腐化科學」（Corporate Corruption of Science）爲題，製作專輯討論由產業支持的科學研究，對職業與環境健康研究的影響。

以電磁場健康效應的研究爲例，近年來許多國際會議的主要經費，竟然來自手機製造聯盟（Mobile Manufacturers Forum, MMF）。這個聯盟由包括摩托羅拉、諾基亞、新力等主要手機製造商組成，在其網站上，收集了各國法規與研究資料，並且據說各廠商之間彼此有協定，不以電磁場議題作廣告互相攻擊。面對財力雄厚的團結產業，缺乏政府經費支援，並且立場分歧的科學與科技專家，更是無力招架。

在拉瑪齊尼癌症研究中心裡，我們不只看到設備完善的動物實驗室，進行中的電磁場健康效應研究，也看到科學研究與社會更密切的結合。一般民眾要與產業支持的科學研究抗衡，或許只能嘗試這樣的義大利模式吧！ □

林宜平
台灣大學公衛學院健康風險與政策評估中心