

地震-地理資訊系統資料庫之規劃與設計 (III)

葉永田

國立成功大學研究總中心
高苑技術學院通識教育中心

陳國昌 蕭文啟

中央氣象局地震測報中心

摘 要

本項研發計畫為期三年包含有九項子計畫，分別為(1)台灣地區災害地震資料庫在地理資訊系統之建立；(2)地震資料應用與服務；(3)台灣地區強震資料網際網路資料查詢系統之建立；(4)歷史地震災害資料庫在地理資訊系統之建立；(5)台灣地區地震震源機制資料庫之建立；(6)地震資料應用與服務；(7)1935 年新竹—台中地震災害資料在地理資訊系統的建置；(8)台灣地區大地應力場變化資料庫之建置；(9)近年來台灣地區災害地震報告之整理與編撰。本計畫是長期性地震防災資料庫建置計畫的一部份，著眼於地震防災相關資料的整合與綜合運用，讓使用者可以由遠端，從網路或地理資訊系統(GIS)來使用本項成果之地震資料庫為研發的主軸。

This project consists of nine sub-projects during 1998-2000. They are (1) Establishment of a GIS database for disastrous historical earthquakes in Taiwan; (2) The earthquake database to serve public domain; (3) Establishment of inquiring system for strong-motion database; (4) The GIS database for disastrous historical earthquakes; (5) The establishment of focal mechanism database for Taiwan earthquake; (6) The earthquake database to serve public domain; (7) Development of a GIS-based databank for the 1935 Shinchu-Taichung Earthquake; (8) Establishment of a database for stress variation in the Taiwan region; (9) The compile of disastrous earthquake report in Taiwan. It is part of an in-progressing development of earthquake hazard mitigation database. The main purpose of our study is to integrate all related data useful for earthquake hazard analysis into several databases. The users can access the data remotely either by telnet or GIS on web.

一、前言

台灣位處於環太平洋地震帶上，自古以來即常發生大地震，造成嚴重災害；1999年921集集地震及其餘震造成了超過2,444人的死亡及8,700多人的輕重傷、超過10,000間房子的全倒或半倒，使得十萬多人無家可歸，並且有許多棟公共建築物損毀；因此，地震又再度引起社會大眾及相關單位的高度重視。中央氣象局所蒐集到的台灣地區地震資料，可以提供學術界做為地震研究之用，同時也是土木工程與營建界耐震設計的重要依據。然而，由於地震資料的龐大與複雜特性使然，除了每次地震後中央氣象局的地震報導外，一般民眾對地震資料的接觸幾乎是空白。本研究的最終目的為發展一個與地震防災相關的資料庫，並以地理資訊系統(GIS)為介面，讓專業與非專業人士均易於使用其中的地震資料；經由特定的工具程式或網頁，一般民眾也可以從這些豐富的資料去瞭解地震的相關知識與資訊。

本計畫是一個為期三年的研發計畫(88-90年度)，共包括九的子計畫(表1)。計畫的首要步驟是建立一個標準的參考資料庫，自88至90年度是以1904年斗六地震(89年度子計畫一)、1906年梅山地震(88年度子計畫一)與1935年新竹—台中地震(90年度子計畫一)等歷史地震與較大規模地震之震源機制資料庫建立(89年度子計畫二)為主，並嘗試建立歷史地震參考文獻影像資料檔(89年度子計畫一)，如Omori(1907)與鄭世楠等(1995)所整理的原始手稿及相關文件。震源機制資料庫建立除提供台灣地區應力(應變)之時空變化研究(90年度子計畫二)外，更是評估台灣地區地震災害潛勢的重要依據。參考資料庫的建立主要目的是可以節省資料篩選與處理時間，並且建立標準模式供後續建置與除錯之用。此外，並嘗試重新整理近年來災害地震報告(90年度子計畫三)，以期能充實中央氣象局之地震—地理資訊系統資料庫。

台灣地區強震資料網際網路資料查詢系統(88年度子計畫三)與地震資料應用與服務(88年度子計畫二與89年度子計畫三)的工作，是在發展一個介面來提供非專業人士使用資料庫中的地震資料，一般民眾經由特定的工具程式或網頁，可以從這些豐富的資料去瞭解地震的相關知識與資訊，而且經過親自的操作，可以瞭解地震資料的部份處理程序及其應用。

二、研究成果概述

第一年度主要的工作和研究成果除了系統設計和發展之外，並以1906年3月17日梅山地震為範例，將詳細的地表斷層、地裂、噴砂、噴水的位置，各地區的

災害情形、震災照片與震度資料直接標繪在 1/25,000 分之一的地形圖上(圖 1)，嘗試結合全球網站的展示方式，來表現整理完成的災害性地震資料(88 年度子計畫一)；以民國 87 年 7 月之瑞里地震的相關訊息為例，先建立一個標準的簡易資料庫和基本架構，利用動態界面來闡述地震活動的相關訊息，再利用記錄到的震波資料，以虛擬實境(動畫)來模擬特定位置因地震波經過時的三維運動，以提供地震資料解讀的一些簡單背景知識給一般大眾(88 年度子計畫二)；嘗試利用資料庫管理系統，在不更動原氣象局強震資料庫格式的前提下，將強震資料有效率的儲存及管理，並使用 CGI 技術建立網際網路上的強震資料查詢系統。使用者可經由網際網路查詢研究區的強震資料目錄、測站分布情形、以及強震資料波形，並進行一些簡單的濾波分析工作(88 年度子計畫三)。

第二年度建置 1904 年 11 月 6 日斗六地震與 1906 年 3 月 17 日梅山地震的震災資料，同時並改進第一年已設計和發展的資料格式。所有的震災資料都直接標繪在 1/25,000 分之一的地形圖上，而且可以直接轉載至中央氣象局的資料庫上，同時嘗試利用 MapInfo 軟體與 PhotoImpact 軟體建立歷史地震參考文獻影像資料檔(圖 2, 89 年度子計畫一)。完成 1900 年至 1993 年間的顯著地震震源機制目錄之歸納和整理，並以網頁方式呈現，應用 Rake 軟體呈現震源機制的圖解(圖 3, 89 年度子計畫二)。應用多媒體的方式，透過視覺化的效果，提供使用者各測站的地震波形、震央或震源位置、地震的強度、震波的走時與發震時間、地震與板塊運動、斷層錯動...等地震的相關觀念和知識(89 年度子計畫三)。

以上年度規劃的 GIS 儲存格式建置 1906 年 3 月 17 日梅山地震的各項災害資料，並加入 1904 年斗六地震的各項災害統計資料，同時利用 1904 年斗六地震與 1906 年梅山地震陸續建立的災害資料，測試並檢驗上年度所規劃與設計的資料庫格式是否恰當；對於 MapInfo 軟體中各項震災圖層的檔名提出修正方案，並修改震災圖層說明檔(表一、二)，以因應為數眾多的歷史地震震災資料，以及未來可能發生之災害地震資料的建置。對於珍貴的歷史地震參考文獻與報告，如 Omori(1907)與鄭世楠等(1997)所整理的原始手稿及相關文件等，在經費、儲存時效與使用便利性等因素的考量下，採用平台式掃描機進行數化的工作，並將數化後的影像資料儲存於電腦中。同時嘗試利用 MapInfo 軟體建立參考文獻影像資料圖層檔，來進行參考文獻的選取與摘讀；亦利用 PhotoImpact 軟體嘗試建立參考文獻數位影像資料庫。在採用 MapInfo 軟體做為展示與摘讀參考文獻影像檔時，其影像檔呈現的解析度不盡理想(圖一)，圖層的建置過程相當耗時耗力，但能結合圖文等屬性資料是其最大優點。

完成 1900 年至 1993 年間的顯著地震震源機制目錄之歸納和整理。本套資料

庫系統以網頁方式呈現，輸入震源參數與其他條件參數後，能將斷層面的 Strike 、 Dip 、 Slip 及 T 軸、N 軸、和 P 軸的 Strike 、 Dip 列表出來（圖二），最後再點選出震源機制的圖解（圖三）。圖解是由 Rake 軟體（圖四）經輸入震源機制參數後所得之結果。

以文字檔格式地震資料庫使用與分析為主要工作成果，使用圖形介面讓一般讀者可以利用震央與測站之相對相位關係尋找特定之標的測站或者地震資料。另外也以建立一個簡單的地震波形觀看與分析程式，讓使用者對於文字檔案格式之地震資料直接加以點選之後便列出本筆資料資相關訊息，與地震波形、震幅頻譜與底能量之累積狀況圖。

從這些工具讀者可以簡單的繪出地震分佈之時間與空間上之關聯，進而探討地震發生之叢集以及遷移之相關聯關係。由於文字檔格式讓使用者容易的分辨出每一時間間隔中地震資料之振幅大小，因此可作為地震尾波衰減率之計算。本工作成果顯示使用簡易之工具將可對中央氣象局所提供之地震資料經過文字檔格式轉換後，便有許多具有科學性及實用性之研究與使用。雖然目前成果並不是非常的顯著，但是在於一般使用或者教育目的來講讀者，均可利用本資料庫之服務系統得到更好之“觸感”。進而了解本地震資料庫內所蘊含之豐富資訊，在未來本服務系統將更增加介面以及後續應用端之整合讓本系統更加的完備。

第三年計畫持續充實地震資料庫，完成1935年新竹—台中地震之斷層、地裂、崩塌與液化位置的數化工作(圖4)，並建置1935年各級行政區範圍、震災資料與斷層解在GIS之資料庫與相對應的圖層(90年度子計畫一)。持續建置台灣地區地震震源機制資料庫，完成1991年至2001年5月 $M_L > 2.2$ 地震之震源機制資料庫，由建置完成的震源機制資料庫分年及分區域來探討台灣地區之地震斷層型態。進而逆推台灣地區應力（應變）隨時空之變化，以建置一個台灣地區大地應力場變化資料庫。同時探討造成台灣集集大地震(1999年9月21日； M_w 7.6)之車籠埔逆衝斷層下盤之大地應力之時空變化(圖5, 90年度子計畫二)。參考日本氣象廳與氣象局早期幾次重大災害地震報告的內容、格式與架構，從地震觀測、地震活動和地震消息發布的角度整理成一份地震報告，編撰完成集集大地震之地震報告，以提供中央氣象局作為參考(90年度子計畫三)。

表一、88至90年度「地震—地理資訊系統資料庫之規畫與設計」之子計畫一覽表

年度	計畫別	主持人	計畫名稱
88	總計畫	葉永田	地震-地理資訊系統資料庫之規劃與設計(I)
	子計畫一	鄭世楠	台灣地區災害地震資料庫在地理資訊系統之建立
	子計畫二	余騰鐸	中央氣象局地震資料應用與服務
	子計畫三	李錫堤	台灣地區強震資料網際網路資料查詢系統之建立
89	總計畫	葉永田	地震-地理資訊系統資料庫之規劃與設計(II)
	子計畫一	鄭世楠	歷史地震災害資料庫在地理資訊系統之建立
	子計畫二	饒瑞鈞	台灣地區地震震源機制資料庫之建立
	子計畫三	余騰鐸	中央氣象局地震資料應用與服務
90	總計畫	葉永田	地震-地理資訊系統資料庫之規劃與設計(III)
	子計畫一	鄭世楠	1935 年新竹—台中地震災害資料在地理資訊系統的建置
	子計畫二	饒瑞鈞	台灣地區大地應力場變化資料庫之建置
	子計畫三	鍾仁光	近年來台灣地區災害地震報告之整理與編撰

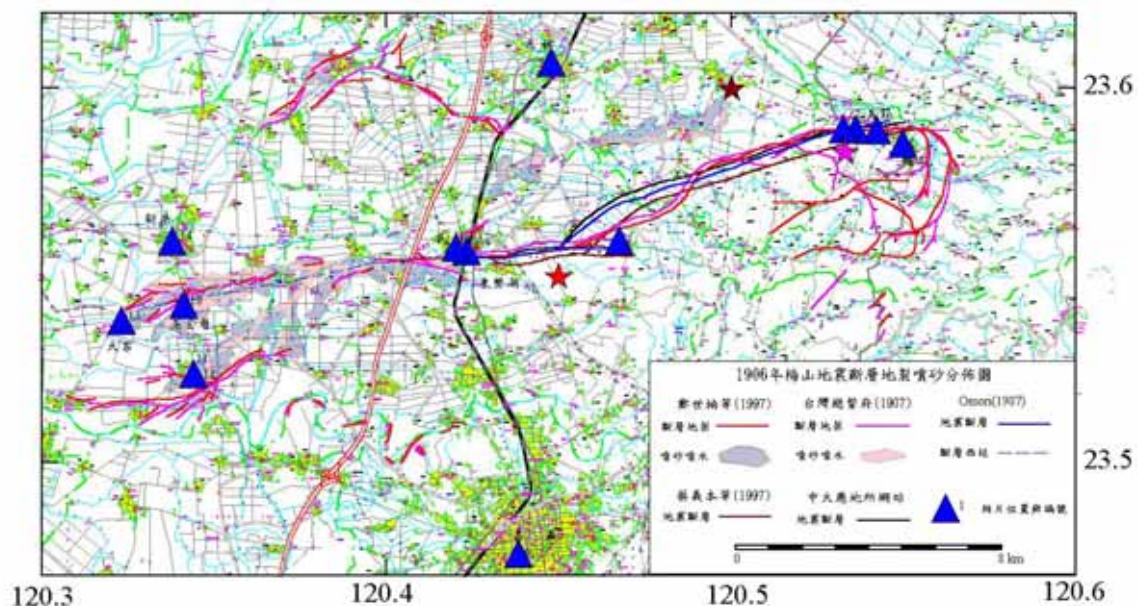


圖 1、較大歷史地震建置：以 1906 年梅山地震為範例，分別建置地震斷層，地裂，噴砂與噴水位置圖。

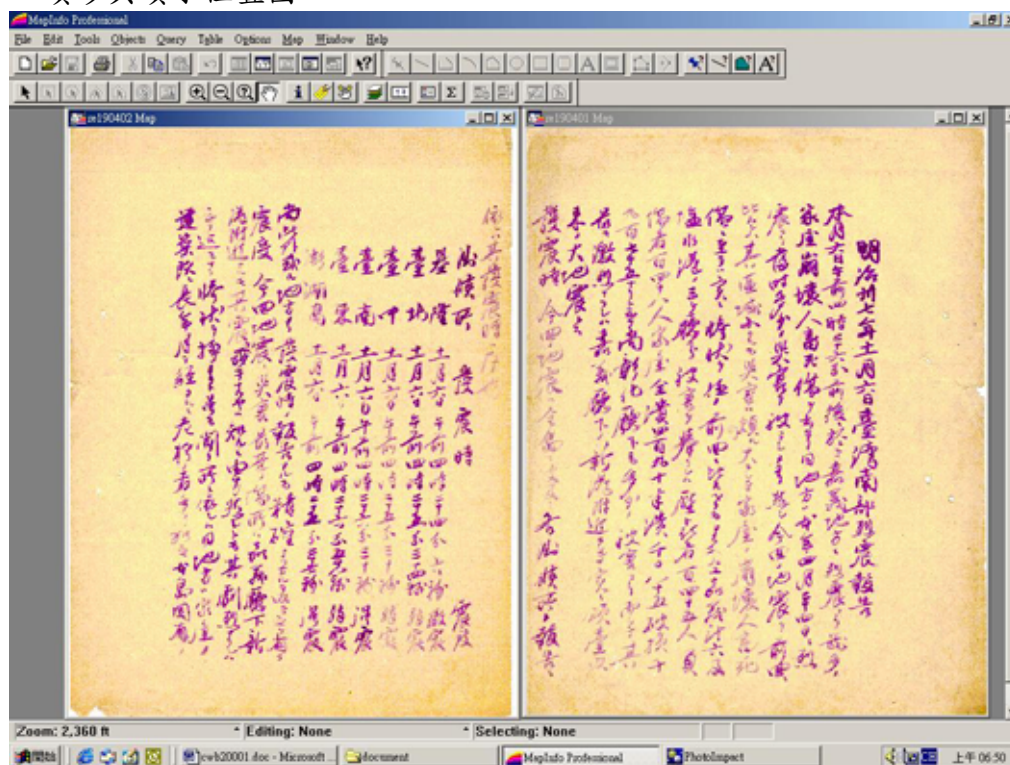
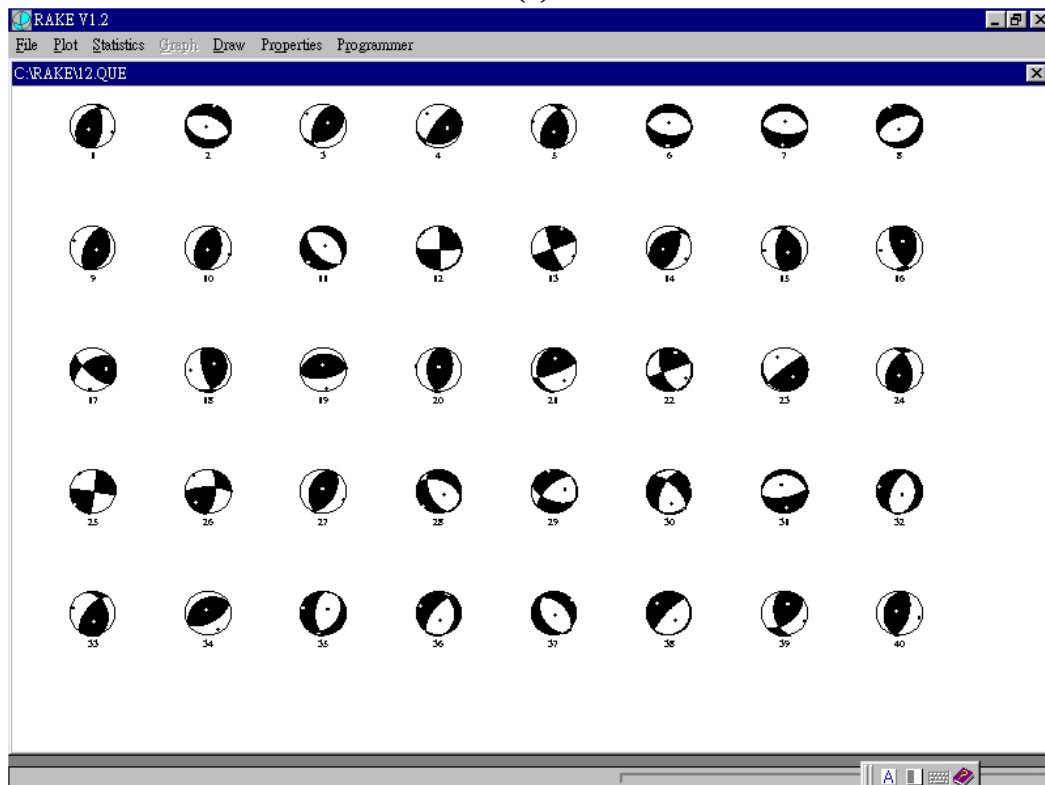


圖 2、參考文獻資料檔範例：1904 年斗六地震原始報告。

台灣地區地震震源機制資料查詢

	年	月	日	時	分	緯度	經度	深度	mb	Ms	ML	Mo	方法	斷層面一走向	斷層面一傾斜	斷層面一滑移角	斷層面二走向	斷層面二傾斜	斷層面二滑移角	T軸走向	T軸傾斜	N軸走向	N軸傾斜	P軸走向	P軸傾斜
.62242	1906	3	16	22	42	23.583	120.533	15		7.1	7.1	4.1426	6	75	90	141	345	51	0	203	26	75	51	307	26
022202	1935	4	20	22	2	24.3	120.75	3				1.1026	5	67	80	180	157	90	10	22	7	157	80	292	7
022202	1935	4	20	22	2	24.65	121	9				3.2026	5	200	50	90	20	40	90	110	85	200	0	290	5
022226	1935	4	20	22	26	24.7	120.9	2				2.9324	4	203	10	90	23	80	90	293	55	203	0	113	35
.70019	1935	7	17	0	19	24.6	120.7	30				4.4025	5	165	60	0	255	90	30	26	21	255	60	124	21
.62019	1941	12	16	20	19	23.4	120.45	15	7.1	7.2		5.5526	6	5	50	80	200	41	102	222	81	11	8	102	5
041447	1946	12	4	14	47	23.07	120.33	5		6.8	6.1	1.7326	6	75	90	151	345	61	0	206	20	75	61	304	20

(a)



(b)

圖 3、(a)斷層面解資料輸出範例；(b)斷層面解展現結果。

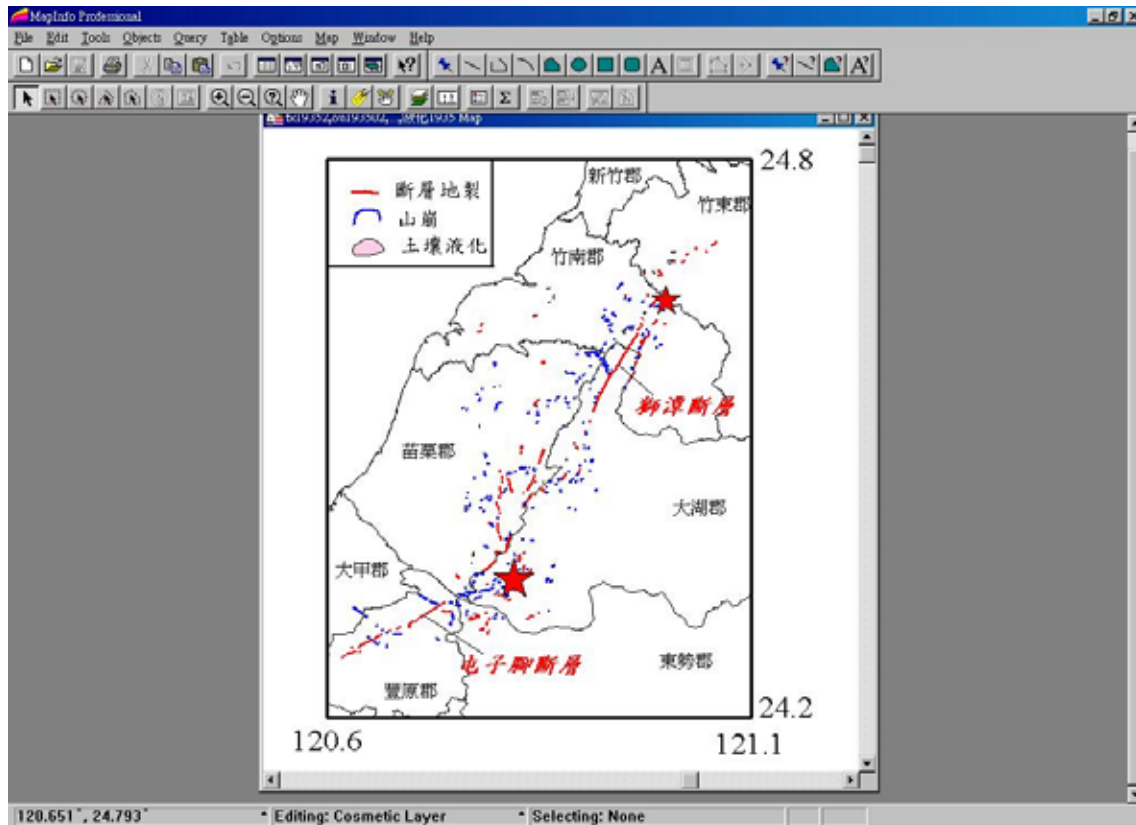


圖4、1935年新竹—台中地震地表地形變位置數化後分佈圖。底圖為新竹—台中地震時之行政區(市與縣)，紅色星型符號為震央位置(林燈河, 1987與Huang and Yeh, 1992定位結果)；紅色粗線段為地震斷層位置、藍色粗線段為山崩等崩塌位置、粉紅色封閉空間顯示土壤液化位置。

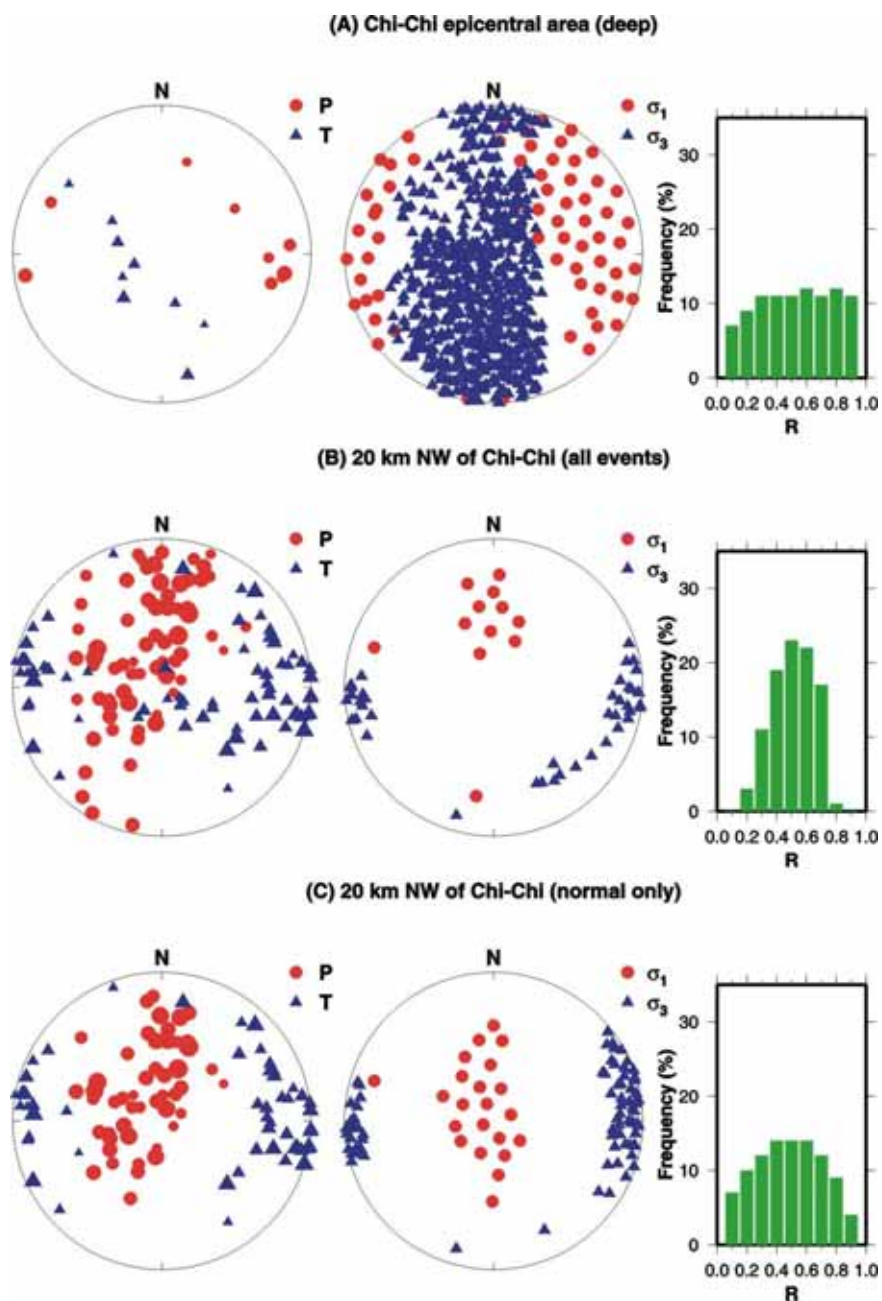


圖 5、集集主震震央地區(地震深度 > 17 km)及震央西北方 20-30 公里處應力逆推結果。左圖為地震震源機制解之 P 和 T 軸。中間之圖為應力逆推結果。右圖為 R 之分布。

