

921 震災對中老年人死亡風險的影響

陳芝嘉* 余清祥** 蔡偉德***

* 國立東華大學經濟系博士，通訊作者
E-mail: d9342003@em93.ndhu.edu.tw

** 國立政治大學統計學系教授
E-mail: csyue@nccu.edu.tw

*** 國立中央大學產業經濟研究所教授
E-mail: twd@cc.ncu.edu.tw

airiti
摘要

地震及颱風等天災往往在非常短時間內，對生命與健康造成全面性的傷害與破壞，即便是倖存者也必須面對災害造成的身心苦痛，因而增加了死亡風險。其中，中高齡人口由於生理機能退化，容易因為天災及氣候環境變化罹患疾病，後續醫療救護需求往往高於其他年齡層。過去文獻大多論及重大天災對死亡率立即的衝擊，較少探討後續災民死亡風險的變化，亦即災民死亡風險回復至與震災前的水準的恢復期間，本文利用全民健保資料庫分析921地震所屬的南投縣和臺中縣，與相鄰非災區彰化縣比較，估計震災前後的死亡風險的變化，衡量震災對災民的影響。研究發現：震災在短時間內造成災區嚴重的死傷，在震災中倖存之災民後續仍必須承受震災傷害的死亡風險，震災後災區領有震災卡之災民在震災後第一季的死亡風險顯著高過非災區1.27倍，震災後一年仍顯著高過非災民1.16倍，此結果顯示震災對於在震災中倖存但受創嚴重之災民的影響效果不會在短時間內消失，而是會持續一段時間。本研究對中老年人死亡風險的估計結果，可提供政府評估未來中高齡人口的緊急醫療，以及長期的照護需求之政策參考依據。

關鍵詞：921震災、死亡風險、健保資料庫、修勻

airiti

壹、前言

近年臺灣因生育率及死亡率的下降，人口老化的腳步愈來愈快，而隨著環境變遷、極端氣候的發生愈趨頻繁，瞭解老年人口在天然災害後的問題及需求，成為政府必須面對的課題。天然災害往往發生在非常短時間內而不易防範，對受災區域造成全面性的破壞，包括立即的身體健康與房屋財產損傷，後續醫療救護及心理復健也是災民迫切的需求。除了在災害發生時比青壯年人口更易遭受身體傷害，過去研究發現由於生理機能退化，中高齡人口也比較容易因為天災及氣候變化罹患疾病，對身心醫療復健的需求往往高於一般民眾（Armenian et al. 1998; Liang et al. 2001）。再者，老年人對於天災警訊的反應較為遲鈍，以及不易在短時間內調適生活方式的改變（Friedsam 1960），因此災害發生後的醫療照護需求也高過其他年齡層。

天然災害除了帶走珍貴生命外，倖存者也必須面對災害造成的身心苦痛，有些病痛（例如：失能）甚至會影響災民未來的生活規劃。其中地震引發的壓力會導致血液黏性提高，增加心血管疾病的死亡率，Armenian et al.（1998）以1988年發生在西亞的亞美尼亞大地震為例，使用亞美尼亞健康部訪查之災戶4年的追蹤資料，使用套疊型病例對照分析法（nested case-control analysis）將樣本區分為災區及非災區兩組，不論是未區分疾病或是僅考慮心臟病之下，高峰死亡率皆是發生在災後6個月內，並且災戶罹患心臟疾病比例顯著高於非災戶。Kario et al.（1998）以1995年1月17日發生在日本，規模為芮氏7.2的阪神大地震為例，同樣發現阪神大地震中的災民因為冠狀動脈心臟病的死亡比例，災後（1995年的1月17日至4月30日）相較災前同一時期（1994年的1月17日至4月30日）的死亡率增加1.5倍，並且愈接近震央的死亡率愈高。另一方面，心理健康的重建也需要長時間的平復，過去研究也發現普遍存在於災民心理層面的後遺症，包括哀傷、

憂慮、孤僻不參與社交活動、甚至是自殺的行為或意念 (Boscarino et al. 2004; Kar 2006; Kowalski and Kalayjian 2001; Siddiqi et al. 2006)。

西元1999年9月21日的集集大地震(以下簡稱921震災)是臺灣近年來最大的強烈地震(芮氏規模7.3)，根據內政部消防署的統計，921震災共造成全國2,415人死亡(含失蹤)，1,441人重傷，財物損失估計約新台幣2,920億元(92億美元)。全臺各縣市的死傷及房屋財產損害，以南投縣、臺中縣受損程度最為嚴重，幾乎占全臺累計死傷及財損的75%以上；鄰近的彰化縣亦有災情，但嚴重程度遠低於南投及臺中兩縣(請參考表1)。而在全臺震災死亡人數中，60歲以上者即占35.02%，超過1/3 (Liang et al. 2001)，顯示老人是受天災傷害影響甚鉅的族群。

國內關於921震災的研究，大多探討震災後的醫療利用變化與就診疾病型態，有關震災後醫療利用的研究顯示921震災後醫療服務需求明顯增加，並且災民的醫療利用率明顯高過非災民(李丞華、周穎政 2000；黃清發 2000)。進一步區分災區民眾的醫療利用型態，以糖尿病、高血壓與心血管疾病的就醫頻率明顯高過震災前的醫療利用(林惠萍 2002)，震災後災區就診急性腸胃炎的民眾也顯著高過非災區民眾(Chen et al. 2003)。此外，震災後環境變遷或是遭逢親友喪生的身心創傷，容易誘發如創傷後心理壓力緊張症候群(post-

表1 中部三縣921震災傷亡及房屋損害統計

縣市別	死亡(含失蹤)		重傷		房屋全倒		房屋半倒	
	人數	(%)	人數	(%)	戶數	(%)	戶數	(%)
南投縣	886	(36.69%)	678	(47.05%)	23,127	(52.16%)	16,792	(40.33%)
臺中縣	1,154	(47.78%)	411	(28.52%)	16,861	(38.02%)	12,341	(29.64%)
彰化縣	28	(1.16%)	11	(0.76%)	1,048	(2.36%)	3,054	(7.34%)
其它縣市	347	(14.37%)	341	(23.66%)	3,302	(7.45%)	9,446	(22.69%)
全臺合計	2,415	(100%)	1,441	(100%)	44,338	(100%)	41,633	(100%)

資料來源：本文整理自勞動部(1999)。

traumatic stress disorder) 或是對藥物依賴的精神疾病，甚至是自殺的行為 (Chou et al. 2007)。Chou et al. (2003) 發現震災後 (1999年11/1 至1999年12/31) 相較災前 (1998年1/1至1999年9/20)，災民自殺的勝算比顯著為非災民的1.46倍。Lu (2004) 分析南投縣震災後死亡率明顯上升的現象，與臺灣地區自殺死亡率上升的趨勢十分接近，因此認為災區震災後自殺的危險因子應該非單純歸因於地震因素。

有關死亡率的研究發現愈接近震央、老年人與孩童的死亡率最高 (Chan et al. 2003; Liang et al. 2001; Liao et al. 2003)。¹另外，Chou et al. (2004) 使用健保資料庫中部地區 (臺中縣、臺中市、南投縣與彰化縣) 15歲以上的樣本資料，依據震災影響的嚴重程度的鄉鎮市區別區分災區與非災區，研究發現患有精神疾病者 (mental disorders)、震災後重傷或外傷者、震災前有住院者以及所得較低者為相對弱勢的族群，震災後1個月 (1999年9/21至1999年10/31) 的死亡風險明顯較高。然而Chou et al. (2004) 的觀察期間僅為震災後一個月，無法觀察出排除震災對生命威脅的立即衝擊之後，災民的風險是否仍是高於非災民。Chan et al. (2003) 以南投縣與臺中縣主要的23個鄉鎮災區作為研究對象，發現震災後短時間內死亡的死因主要是窒息與顱內外傷，進一步以SMR估計災區震災後一年整體死亡率 (以月為估計期間)，發現震災後6個月災區民眾的死亡率明顯降低 (1999年10月至2000年1月無明顯變化，2000年2月、3月、5月、6月、8月皆顯著低於1)。²然而，上述有關死亡率的研究礙於資料的限制，僅以災區受創程度區分災區與非災區，未能進一步確認災民的身分，並且缺乏良好的對照組，因此未能凸顯受創的災民在震災後死亡率的變化。

國外的災難應變計畫與相關文獻中，大多關注在天然災害後的

1 0-19歲死亡人數515人 (死亡率22%)、20-59歲死亡人數1,010人 (死亡率43%)、60歲以上死亡人數822人 (死亡率35%)。

2 未區分性別之下，1999年10月至2000年9月的12個月的觀察期間災區的標準死亡比 (SMR) 皆未顯著大於1。若僅考慮男性，則1999年12月與2000年4月之標準死亡比顯著大於1；女性則是觀察期間標準死亡比皆不顯著。

高死亡率與易罹患疾病，國內相關的研究大多聚焦於921震災後的醫療利用狀況與就診疾病型態，雖有少數幾篇分析震災對死亡風險的影響，但缺乏聚焦於災區中高齡災民震災後一段時間死亡風險的變化，亦即災民死亡風險回復至與震災前的水準的恢復期間。921震災是歷年來死傷慘重的天然災害，災害對災民的生命健康的威脅不會在短期間內消失，而中老年人災害脆弱度往往高於一般民眾，震災的身心衝擊可能加重削弱其健康狀態，增加中老年人的死亡風險。有鑑於此，本文使用1998-2004年全民健保資料庫，研究對象為中部三縣（南投縣、臺中縣、彰化縣）、年齡在50歲以上之中高齡民眾，健保資料庫的就醫紀錄特性與樣本承保資料的完備性，有助於本研究將樣本區分為921震災災民與死亡與否之觀察值。

我們首先觀察中部地區三縣災民與非災民震災前一年至震災後3年（共4年）死亡率的變化，並且進一步將災區民眾以是否領有震災卡的條件區分為災區領有震災卡的災民與災區其他非災民，也就是說，藉由比較震災後災區領有震災卡的災民、災區其他非災民以及非災區民眾三類民眾死亡率的變化，可以觀察震災對震災中受創嚴重程度不同的民眾，震災後死亡風險的差異。本文預期的研究項目有三：一、災區與非災區震災前後死亡率的變化，觀察震災前的死亡風險趨勢是否一致；二、震災發生後，災區領有921震災卡的災民、災區其他非災民，與同時期非災區死亡風險的比較，以確認震災對災區民眾死亡風險的影響程度；三、估計災區領有震災卡的災民、災區其他非災民以及非災區民眾的死亡率與平均餘命。

本文的研究架構如下：第貳節為資料說明——樣本與變數定義；第參節為死亡觀察值認定方式與擷取流程說明；第肆節為死亡風險分析方法；第伍節為死亡風險估計結果；第陸節則為結論與研究限制。

貳、資料說明——樣本與變數定義

本研究的資料擷取自國家衛生研究院管理之全民健保資料庫，主要觀察值為在西元1998年全年至西元1999年921震災前居住在南投縣、臺中縣及彰化縣之50歲以上的所有中老年人，追蹤此群民眾的加退保及就醫記錄至西元2004年年底。由於本研究探討921震災對中部三縣的中老年人死亡率的影響，觀察值是否居住在中部三縣、以及是否為災民，是觀察值篩選的重要依據，以下分別說明健保資料庫內觀察值居住地擷取的方式與災民的認定標準。

一、居住地擷取方式

臺灣城鄉發展的差距頗大，縣市間的人口流動非常頻繁，即使普查也無法完整捕捉戶籍地與居住地（或常住地）的差異（顏貝珊、余清祥 2010），並且戶籍人口與常住人口之差異逐漸擴大（陳肇男、劉克智 2002）。健保資料庫無戶籍地與居住地的資訊，必須藉由就醫特性與投保地推測觀察值的居住地，林民浩等（2011）曾以2005年承保抽樣檔所有觀察值（不限老人）比較不同推定居住地的方式，其研究指出，以呼吸道感染之門診記錄可推定70.1%的被保險人居住的鄉鎮市區，而以投保地直接推定為居住地的做法，則較適用投保類別為第三類（農民、水利會會員）、第五類（低收入人口）與第六類（地區人口）占農業市鎮與偏遠鄉鎮的人口結構比重較高的地區，此結論與連賢明（2011）指出農民和地區人口的投保地和居住地相同的比例較高的結論一致。本研究聚焦於921震災災民與非災區死亡風險的差異，採用常住人口的概念，以是否居住在中部地區為選樣條件，由於中老年人醫療需求頻繁，在基層院所的就醫相對次數多、比例高，輕微疾病的就醫地可反映經常活動的區域或是居住地。因此本文參考林民浩等（2011）的研究，以中老年人輕微疾病的就醫地推

測病患的居住縣市，而無法經由此條件判定者，則以投保地取代。³ 健保資料庫內三縣觀察值分別為南投縣131,625人（20.09%）、臺中縣265,473人（40.51%）以及彰化縣258,150人（39.40%），共655,248人。另外，三縣五齡組觀察值也與內政部戶籍人口以及主計處2000年人口普查記錄比較（見圖1），以檢驗樣本居住地認定方式。

主計處每十年辦理一次的全國戶口普查，目標為調查常住人口，藉此與內政部的戶籍人口比對。我們比較健保資料庫中部三縣五齡組觀察值與內政部戶籍人數、主計處普查人數，發現：一、內政部人口數60歲以下的人口數雖在各年度中略有波動，整體看來健保資料庫中部三縣50歲以上樣本數約65.5萬人，相當接近於內政部依戶籍資料公布之西元1999年50歲以上人口數的66.2萬，⁴以及主計處2000年人口普查之50歲以上人口數的66.7萬；二、圖1各齡組人口數的些許差異（健保資料庫內中部三縣低齡組人口數偏低，高齡組人口數稍稍高過戶籍人口），反映出常住人口與戶籍人口的不同。例如：未退休的中年人口在外縣市就業，但戶籍並未同步遷出至工作地或投保地，或是高齡老人在戶籍上依附出外就業的子女，但老年人仍留在原家鄉居住。根據行政院主計處2002年的國內遷徙調查，全國50歲以上的中老年人口暫離率（暫離戶籍所在地人口數占戶籍人口總數的比例）約10%，⁵文獻中亦顯示「籍在人不在」與「籍不在人在」的比例約一成（張新儀

- 3 本文認定中老年人居住地有下列幾個條件：（1）有「居家照護」與「精神社區復健」的就診記錄者，直接以照護院所所在縣認定居住地；（2）老人在震災前依輕微疾病就醫之基層院所所在縣的出現頻率排序，就醫場所集中於特定縣之比率 $\geq 50\%$ 者，認定老人居住在該縣，輕微疾病包括感冒、牙齒定期檢查、皮膚或眼科等疾病；（3）若就醫場所太分散而無法判斷者（只占樣本觀察值總數的4.83%），則直接以投保地認定居住地。
- 4 內政部人口數請參考內政統計年報，<http://sowf.moi.gov.tw/stat/year/list.htm#>，二、戶政，民國88年人口年齡分配——區域別表格中，中部4縣50歲以上中老年人人數加總。主計處2000年人口普查請參考主計處統計分析，<http://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=557&ctNode=548&mp=4>，南投縣126,678人，臺中縣277,060人以及彰化縣271,287人，共675,025人。
- 5 請參考主計處2002年遷徙調查，<http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=33968&ctNode=3310&mp=1>。50-54歲、55-59歲、60-64歲以及65歲以上的暫離率分別為10.72%、9.41%、8.38%與9.92%。

等 2003))，⁶在本文的研究樣本中，近半數為65歲以上的高齡人口，除了依附子女的因素之外，其他遷移戶籍地因素的可能性不高。綜合上述，本研究的樣本居住地擷取方式應與戶籍地十分接近。

二、災民的認定標準

本文以是否領取921震災卡作為災民的認定標準。震災發生後政府為加強災區民眾之醫療照顧，減低災民之負擔，於西元1999年10

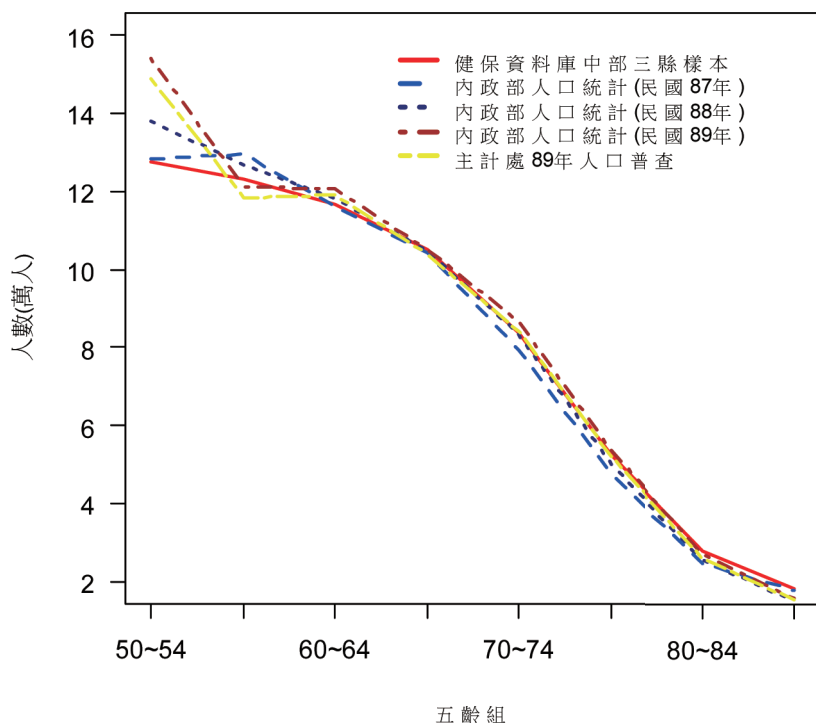


圖1 健保資料庫三縣民眾居住地人口數、內政部戶籍人口及主計處普查人口數比較

6 張新儀等(2003)以西元2001年國民健康訪問調查，「籍在人不在」有12.12%、「籍不在人在」有11.8%。

月16日訂定「921地震災害受災民眾全民健康保險就醫優惠方案」，凡被保險人及其依附納保眷屬中，有任何一人因震災導致死亡、重傷或所居住之房屋發生全倒、半倒之情事，並依內政部所訂標準領有慰助金者，由中央健康保險局核發「921震災健保卡」，享有醫療費用、部分負擔費用及住院膳食費用之優惠（衛署健保字第88065453號）。根據行政院衛生署在1999年12月初的統計，政府總共在災區發放約35.44萬張「921震災健保卡」，其中南投縣與臺中縣實際「921震災健保卡」發放張數分別是163,061張（占率46.1%）及85,773（占率24.20%），二縣市65歲以上老人領有災民卡的人數估計至少分別為38,003人與14,660人。⁷

健保資料庫在921震災後新增「給付類別」與「部分負擔代號」的項目，記錄災民的就醫狀況，門診處方及治療明細檔（CD檔）與住院醫療費用清單明細檔（DD檔）中，若病患持921震災卡就醫者，則應可由下列二條件加以認定：一是「申報類別」（APPL_TYPE）為1（送核）或2（補報）；其次，醫療「給付類別」（GIVE_KIND）註記為「8」（天然災害）；再加上「部分負擔代號」（PART_NO）註記為「009」（921震災免部分負擔）進一步確認。⁸

符合領有921震災卡的三縣民眾分別為南投縣45,897人、臺中縣26,610人以及彰化縣2,214人，占該地區比例分別為34.87%、10.02%與

7 政府在南投縣與臺中縣發放的震災健保卡張數，分別占該地區人口比例的30%（163,059 / 544,038 × 100%）與5.67%（83,973 / 1,481,407 × 100%）。若按內政部在西元1999年各縣各年齡層人口數統計資料，南投縣與臺中縣50歲以上人口數分別是126,678人與258,564人，我們根據二縣人口請領災民卡的比例，預估南投縣與臺中縣50歲以上老年人領有震災健保卡的人數，應該至少有38,003人（126,678 × 30%）與14,660人（258,564 × 5.67%）。

8 在西元1999-2000年期間，臺灣唯一的重大天然災害為921震災，所以排除其它天然災害適用「給付類別」註記為「8」的可能性。由於921震災發生後一、二月，許多災民尚未領取震災卡，而一旦領取震災卡，可憑震災卡申請之前就醫費用補報或退費（申報類別）為2〔補報〕。我們曾致電詢問健保局負責給付業務之行政人員，確認上述兩項條件為領有921震災健保卡之災民。另外，根據行政院衛生署於1999年10月16日之公告「921地震災害受災民眾全民健保就醫優惠方案」，自震災日起至1999年10月31日止，於主要震災地區（其他地區就醫之災民由各特約醫療院所認定）民眾赴健保特約醫療院所就診，無論是否持有健保卡，均免部分負擔外，必需之醫療費用及住院膳食費，一律由健保局先行全額支付（健保資料庫部分負擔註記為「009」）。

0.86%。⁹據此，我們將觀察值區分為三大類：第一、災區領有921震災卡的災民：居住在災區（南投縣與臺中縣），震災後領有921震災卡的民眾，此群觀察值有72,507人，占有觀察值的11.06%；第二、災區其他非災民：居住在災區（南投縣與臺中縣），未領有921震災卡的民眾，此群觀察值有324,591人，占有觀察值的49.54%；第三、非災區民眾：居住在非災區（彰化縣），此群觀察值有258,150人，占有觀察值的39.40%，由於彰化縣災民人數較少，並且嚴重程度遠低於南投縣及臺中縣，因此作為參照組。災區民眾的中高齡老人平均年齡為64.08歲，略低於非災區民眾的64.35歲，將災區區分為災區領有震災卡之災民與災區其他非災民之後，由於災區大多為鄉鎮地區，老年人居住在鄉村的比例原先就比較高，災區領有震災卡之災民的中高齡老人平均年齡約64.77歲，高過災區其他非災民（63.93歲）與非災區民眾（64.35歲）。¹⁰

參、死亡觀察值認定方式與 擷取流程說明

全民健保資料庫涵蓋全國人民健保就醫紀錄，為具有代表性的長期追蹤資料。雖然健保資料庫內涵豐富，但主要為患者個人就醫相關資料，並無完整的死亡註記記錄（死亡時間、死亡原因）。雖然住院醫療費用清單明細檔（DD檔）中的轉歸代碼（TRAN_CODE == 「4」，死亡），以及重大傷病證明明細檔（HV）中的退保原因（STOP_REASON == 「M」，死亡）有觀察值的死亡訊息，但僅占死亡人數約32.64%，¹¹換言之，我們必須藉由觀察值的加退保條件以

9 中部三縣觀察值分別為南投縣131,625人（20.09%）、臺中縣265,473人（40.51%）以及彰化縣258,150人（39.40%），共655,248人。

10 本研究亦考量年齡結構的差異，在死亡率的計算中納入年齡別人口結構調整死亡率。

11 以西元1998年的死亡人數為例，健保資料庫50歲以上死亡註記人數約占同時期內政部死亡人數比例的32.63%（5,018 / 1,5736 × 100%）。

及就醫特性（例如：退保前密集就醫或是罹患重大死因之疾病）比對出死亡但未在健保資料庫中註記的觀察值。承保資料檔（ID檔）涵蓋被保險對象自1995年3月1日至2005年3月31日的所有加退保資料，包含保險對象的個人特性（已轉碼之身分證號、性別、年齡）、投保條件（身分別、投保金額、投保地）以及加退保別與加退保日期。由於在全民健保資料庫中，醫療利用紀錄與承保資料檔皆為橫斷面的資料，並且西元2003年以前的承保檔為累積性的歷史資料，因此同一個觀察值可能產生多筆跨年度的承保資料，例如：同一個觀察值重複之承保資料，或是同一筆承保資料在橫斷面切割下在不同年度產生多筆承保資料，必須將這些資訊一併考慮以獲得觀察值的實際承保狀況，在排除重複的觀察值承保資料後，平均每個觀察值的承保筆數為2.04筆。

承保檔中的「退保別」（ID_OUT_TYPE）若為空白，則該筆承保資料為在保中，若非空白，則該筆承保資料為退保。¹²我們將觀察值承保狀態以「承保比數」與「最後一筆承保紀錄退保別」區分為三類：一、若觀察值僅一筆承保資料且在保中，或是觀察值有多筆承保資料，但是最後一筆加保紀錄為在保中，則此類的觀察值的承保特性為「在保中」（定義為TYPE 1），此類別的觀察值有521,456人（占79.58%）；二、若觀察值僅一筆承保資料且該筆資料已退保，或是觀察值有多筆承保資料且每一筆承保資料皆已退保，則此類的觀察值的承保特性為「已退保」（定義為TYPE 2），此類別的觀察值有72,051人（占11.00%）；三、若觀察值有多筆承保資料，雖然最後一筆加保紀錄為退保，但另有其他筆承保紀錄為在保中，則此類觀察值的承保狀況為「可能在保或是退保」（定義為TYPE 3），觀察值有61,741人（占9.42%）。¹³

12 承保資料檔的退保別有：（1）退保；（2）轉出；（3）註銷；（4）中斷轉出；（5）停保；（6）停復，在此的退保包含此6個類別，請參考全民健康保險研究資料庫專用譯碼簿之承保資料檔變數說明。

13 觀察值承保特性中，有19筆（占0.007%）觀察值為「一筆承保資料，該筆資料有退保紀錄，且退保日與加保日相同」，進一步比對就醫特性，發現此群觀察值的加退保

健保資料庫中若民眾因死亡除籍申請退保，承保檔「退保別」註記為1（退保），¹⁴三縣死亡註記的觀察值中，退保別為「退保」（ID_OUT_TYPE == 「1」）的比例高達97.26%。¹⁵表2是死亡註記觀察值之承保狀況交叉比對，我們觀察出：（1）若僅考慮死亡註記觀察值，但不限制退保別為「1」的條件下，仍有0.87%的觀察值未辦理死亡除籍退保（承保狀況為「在保中」）；（2）死亡註記觀察值有13,286人（約占35.92%）的承保類別為TYPE 3（可能在保或退保），在控制退保別為「1」的條件後，仍有12,671人（約占35.22%）的承保類別為TYPE 3。在死亡註記觀察值之承保狀況交叉比對結果之下，顯示若最後一筆加保紀錄為退保，則觀察值實際承保狀況為退保的可能性相當高，至於其他數筆在保中的資料可能是因為資料橫斷面的切割或是因轉換工作之際，產生的短期間資料重疊的因素所致。綜合上述說明，本研究將非死亡註記之死亡觀察值的承保條件設定為「觀察值的最後一筆承保紀錄已退保（符合TYPE 2或TYPE 3），且退保別為退保（ID_OUT_TYPE == 「1」）」。

表2 死亡註記觀察值之承保類別交叉比對

承保類別	三縣觀察值		死亡註記		死亡註記 & 退保別為「1」	
	人數	占率 (%)	人數	占率 (%)	人數	占率 (%)
TYPE 1（在保中）	521,456	79.58	320	0.87	0	0
TYPE 2（已退保）	72,051	11.00	23,379	63.21	23,301	64.78
TYPE 3（可能在保或退保）	61,741	9.42	13,286	35.92	12,671	35.22
合計	655,248	100	36,985	100	35,972	100

日期（同一天）後仍然有頻繁的就醫紀錄。我們將此類樣本歸因於健保資料庫登記誤差，並排除這19筆樣本觀察值。

14 退保別為「1」（退保）的條件有：（1）死亡；（2）在監獄、看守所的受刑人；（3）失蹤滿六個月；現役軍人或士兵（西元2000年改為退保別為5〔轉出〕）；（4）喪失投保條件（例如：戶籍遷出、外籍人士工作或學業期滿離境）。

15 0.87%（323人）為在保中，1.85%為轉出（686人）。

然而，退保別為退保（ID_OUT_TYPE == 「1」）是否足夠作為擷取死亡樣本的條件？一般而言，死亡之前應該出現密集的醫療利用或是高醫療費用（李大正等 2011），倘若以退保前一段時間的健康狀況（是否罹患重大疾病）或是頻繁的醫療利用特性來追蹤死亡狀態，我們臆測應該和退保別為退保以及實際死亡人數差異不大。依據上述特性擷取出五類死亡樣本：一、若觀察值有死亡註記，則定義為D1死亡觀察值；二、若觀察值的退保別為退保，且921震災後2週內外傷就醫或退保前2個月有門診高醫療利用，¹⁶則定義為D2死亡觀察值；三、若觀察值的退保別為退保，且退保前為重大傷病患者或曾就診15大重大死因¹⁷之疾病，則定義為D3死亡觀察值；四、若觀察值的退保別為退保，且退保前半年有住院紀錄或是最後一筆就診紀錄為門診急診，則定義為D4死亡觀察值；五、若觀察值的退保別為退保，則定義為D5死亡觀察值。圖2是符合上述死亡觀察值認定條件下西元1999年健保資料庫中部三縣死亡人數與內政部同時期死亡人數交叉比對，考量醫療利用條件（D1、D2、D3與D4）與僅考慮退保別為退保的死亡人數占內政部死亡比例的差異非常微小（約2.82%），此結果說明「退保別為退保」（ID_OUT_TYPE == 「1」）做為死亡樣本擷取條件的合適性。¹⁸

16 921震災後2週外傷就醫的疾病項定義是根據衛福部西元1999年死因統計之「921地震死亡外傷分類」疾病ICD-9代碼。門診高醫療利用的定義方式是：退保前2個月內的平均每月門診次數大於死亡註記樣本退保前2個月內的平均每月門診利用次數3.40次。

17 衛福部西元1999年至西元2003年中部四縣市前15大主要死因有：惡性腫瘤、腦血管疾病、事故傷害、心臟疾病、糖尿病、慢性肝病及肝硬化、腎炎、腎微候群及腎性病變、自殺、肺炎、支氣管炎、肺氣腫及氣喘、結核病、源於周產期之病態、高血壓性疾病、敗血症與胃及十二指腸之潰瘍（衛生福利部統計處 n.d.）。

18 西元1999年健保資料庫中部三縣（D1 + D2 + D3 + D4）死亡人數占同時期內政部死亡人數比例約96.90%；若退保別為退保，但不考慮醫療利用特性下，三縣死亡人數占內政部死亡人數比例約99.71%，兩者相差2.81%。西元1998年至西元2001年的差異分別是4.84%、2.81%、1.77%與1.06%。

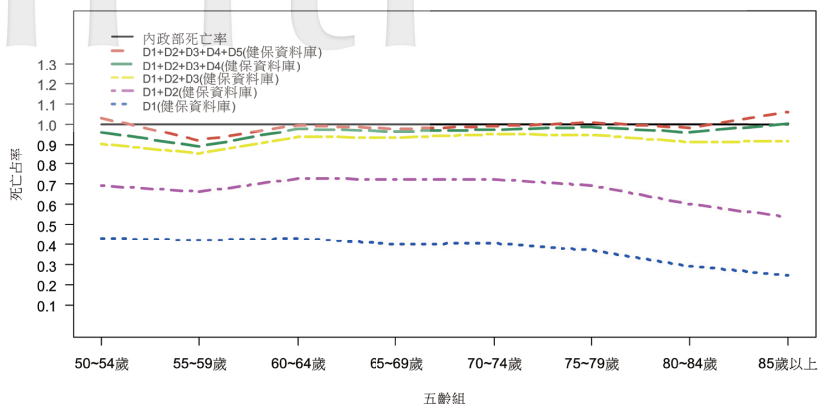


圖2 健保資料庫中部三縣死亡人數與內政部死亡人數比較，1999年

肆、死亡風險分析方法

一、死亡率的計算方式

死亡風險資料觀察期間為西元1998年第一季至西元2002年第四季（震災前一年至震災後1-2年）。粗死亡率的計算方式是觀察期間內的死亡人數，除以觀察期間內的暴露數（或稱暴險數，exposure）後，再乘上1000%以千分率表示。由於各年齡別的死亡率差異很大，死亡率隨著年齡逐年緩慢上升，若以粗死亡率的數值當作死亡率高低的判斷標準，老人死亡比例高的地區死亡率通常較高，因此，在此以全國人數做為標準母體，根據人口結構調整死亡率（direct method adjustment, ADR）。以標準母體結構調整的死亡率計算方式是：

$$ADR = \frac{\sum_x n m_x^j \cdot n p_x^s}{p^s} \dots \dots \dots (1)$$

其中 ${}_n P_x^s$ 為標準母體（全國民眾） x 到 $x + n$ 歲的人數， ${}_n m_x^j$ 為第 j 區（災區領有震災卡之災民、災區其他民眾或是非災區民眾） x 到 $x + n$ 歲的死亡率。

每個地區皆與標準母體的標準死亡比比，可計算出標準死亡比（standard mortality ratio, SMR），標準死亡比的計算方式¹⁹是：

$$SMR = \frac{D^j}{(\sum_x {}_n m_x^s \cdot {}_n P_x^j)} \dots\dots\dots (2)$$

其中 D^j 為第 j 區（災區領有震災卡的災民、災區其他非災民或是非災區民眾）的死亡人數， ${}_n P_x^j$ 為第 j 區（災區領有震災卡的災民、災區其他非災民或是非災區民眾） x 到 $x + n$ 歲的人數， ${}_n m_x^s$ 為標準母體（全國民眾） x 到 $x + n$ 歲的死亡率。

二、修勻法與平均餘命計算方式

死亡率多為隨年齡而呈現平滑或緩慢增減的曲線，一般在編算生命表（life table）或死亡率表（mortality table）中，經常使用修勻（graduation）進行資料的修整，目的是使修勻值更接近理論值（余清祥 1997）。其中Gompertz²⁰參數模型為廣泛使用的高齡死亡模型之一，Gompertz假設瞬間死亡率隨著年齡直線上升，死亡率 μ_x 滿足：

$$\mu_x = BC^x, B > 0, C > 1 \dots\dots\dots (3)$$

其中 x 表示年齡， μ_x 為瞬間死亡率。在死亡率符合均勻死亡分配（uniform distribution of death, UDD）之下，可推得 x 歲居民可存活至 $x + 1$ 歲的機率滿足

$$p_x = e^{-\int_x^{x+1} \mu_x dt} = e^{-\int_x^{x+1} BC^t dt} = e^{-BC^x (C-1)/\log C} \dots\dots\dots (4)$$

19 請參考Everitt (2002)。
 20 高齡的死亡率隨著年齡上升，Gompertz法則為常用的高齡死亡率模型，內政部生命表編算方式亦採用Gompertz模型估算高齡人口死亡率，請參考內政部統計處 (2014)。

將存活機率取對數可得

$$\log p_x = -BC^x (C - 1) / \log C \dots\dots\dots (5)$$

因為對數值小於0，先取負號、再取對數可得出

$$\log(-\log p_x) = \log B + \log(C - 1) - \log(\log C) + x \log C = \alpha + \beta x \dots\dots\dots (6)$$

以加權最小平方法 (weighted least squares, WLS) 之線性組合估計 (6) 式；亦即

$$\min_{\alpha, \beta} \sum_x w_x (\log(-\log p_x) - \alpha - \beta x)^2 \dots\dots\dots (7)$$

最小化的原則下求得死亡機率估計值，在一般迴歸中的權數為1 ($w_x = 1$)，在此的加權迴歸的權數 (w_x) 為各年齡層的總人口數，詳細的討論與說明可參考Yue (2002)。

在 (6) 式中獲得死亡率估計值之後，我們即可進一步計算平均餘命 (expectation of life)。假設各年齡間 x 到 $x + 1$ 歲之死亡機率均勻分散，依據定常人口 (L_x) 之定義，在任一時間觀察到的 x 到 $x + 1$ 歲的人數平均約為 L_x 人，以符號表示：

$$L_x = \int_1^0 l_{x+t} dt \dots\dots\dots (8)$$

T_x 則為 x 歲以上的所有人口， $T_x = \sum_{y=x}^{\infty} L_y = \int_0^{\infty} l_{x+t} dt$ ，全體人口為 T_0 。在符合均勻死亡分配之下，

$$l_{x+t} = (1-t) l_x + t \cdot l_{x+1}, 0 \leq t \leq 1 \dots\dots\dots (9)$$

表示各年齡生存人數隨年齡直線下降。在此假設下，定常人口等於：

$$L_x = l_{x+t} + \frac{1}{2} d_x = l_x - \frac{1}{2} d_x = \frac{1}{2} (l_x + l_{x+1}) \dots\dots\dots (10)$$

平均餘命表示生命表中已存活至 x 歲的人，未來預期可存活的年數，在 $x=0$ 時， e_x° 代表的即是平均壽命，在定常人口的假設之下， $e_x^{\circ} = \frac{T_x}{l_x}$ 。

伍、死亡風險估計結果

本文主旨是分析921地震所屬的南投縣和臺中縣，與相鄰非災區彰化縣比較，藉由健保資料庫的特性將中部三縣樣本切割為災區領有921震災卡的災民、災區其他非災民以及非災區民眾，衡量受震災影響嚴重程度不同的三類中高齡民眾，震災後一段期間死亡風險的差異，我們臆測震災對中高齡老人死亡風險的影響會因為受震災影響程度的不同而有所差異，在震災中倖存的災民，震災後仍可能因震災遺留的後遺症（身體損傷或心理的創傷）削弱原先已受創的健康狀況，隱藏著對生命的威脅。

首先，我們初步觀察震災前後中部三縣死亡率趨勢圖（見圖3），圖3(1a)與圖3(2a)是未經過年齡調整的粗死亡率，圖3(1b)與圖3(2b)是經過標準母體五齡組人數調整後的ADR死亡率，為了區隔震災前後的觀察時點，以突顯震災的影響效果，我們將西元1999年Q3的觀察期間調整為1999年7/1-1999年9/20，西元1999年Q4的觀察期間調整為1999年9/21-1999年12/31。²¹圖3觀察出：一、中老年人隨著年紀漸長，死亡率逐年緩慢增加，而老年人免疫機能較低，冬季天候寒冷容易感冒引發肺炎或併發其他疾病，或許可能是圖3的死亡趨勢圖死亡風險呈現季節性，各年度的第一季死亡率偏高的原因；²²二、震

21 為了區隔震災前後的觀察時點，以凸顯震災的影響效果，我們將西元1999年Q3的觀察期間調整為1999年7/1-1999年9/20；西元1999年Q4的觀察期間為1999年9/21-1999年12/31。其他年度(西元1998年、西元2000年與西元2001年)第一季為1月-3月、第二季為4月-6月、第三季為7月-9月、第四季為10月-12月。

22 文獻顯示死亡率有季節性的變化，冬天氣溫低，高峰死亡率出現在冬季，又以1月份最高(Allen and Sheridan 2014)，老年人免疫性較低，冬季溫度低或是季節性感冒誘發心血管或肺部疾病而死亡的情況往往高於其他年齡層(Klot et al. 2012; Rossum et al. 2001)，而臺灣農曆新年期間亦是季節性流感的高峰期，這些原因或許可能與死亡率呈現季節性的趨勢(各年度的第一季死亡率最高)有關。

災前災區與非災區的死亡率差異不大，震災後災區受創嚴重，震災後第一季（西元1999年Q4）死亡率瞬間大幅增加，但震災後第二季（西元2000年Q1）死亡率隨即降低，與非災區彰化縣民眾的死亡率無明顯差異；三、雖然災害對民眾死亡風險的影響會隨著時間逐漸減緩，但是倖存者仍可能面臨因震災時疾病的侵犯而削弱的原有的健康狀態，進而增加了未來的死亡風險。圖3(2a)、圖3(2b) 呈現出將三縣區分為災區領有921震災卡的災民、災區其他非災民與非災區民眾之後，災區領有震災卡的災民震災後的死亡風險不會在短時間內消失，災民死亡風險效果會持續一段更長的時間，災區其他非災民在震災後第一季（西元1999年Q4）死亡率瞬間大幅增加，震災後第二季隨即回復至與非災區民眾相同死亡率，礙於資料的限制使我們無法將震災後立即死亡的樣本視為災民（此類樣本察值無法藉由領取震災健保卡而判斷災民身分），也就是說這群在921震災後短期間內重傷死亡者在本文的研究中被歸類為其他災區民眾，震災死亡風險的影響反應在災後第一季的高死亡率；四、由於人口結構的不同，若以粗死亡率的數值當作死亡率高低的判斷標準，則老人死亡比例高的地區死亡率通常較高。由於災區災民的平均年齡高過非災區民眾約0.42歲，災區災民與非災區經過全國五齡組調整後，排除年齡結構差異後的死亡率（ADR）可以觀察出震災對災區災民的死亡風險的影響持續至震災後二年（見圖3(2a)、圖3(2b)）。

其次，我們分析標準死亡比估計結果，為節省篇幅，表3、表4僅呈現所有樣本估計結果，區分性別的估計結果呈現於附錄一和二，標準死亡比檢定方式為進行一萬次拔靴法（bootstrap）電腦模擬，由模擬求出ADR及SMR的變異數，再代入 t 檢定之估計結果，且本研究資料為大樣本觀察資料，因此我們以95%信賴區間作為判斷標準，各季觀察期間同圖3。主要結論有：一、表3可觀察出災區與非災區標準死亡比在震災前原先無顯著差異，震災短時間在中部地區造成嚴重的災情，災區震災後第一季災區標準死亡比為1.76，非災區亦有輕微的災

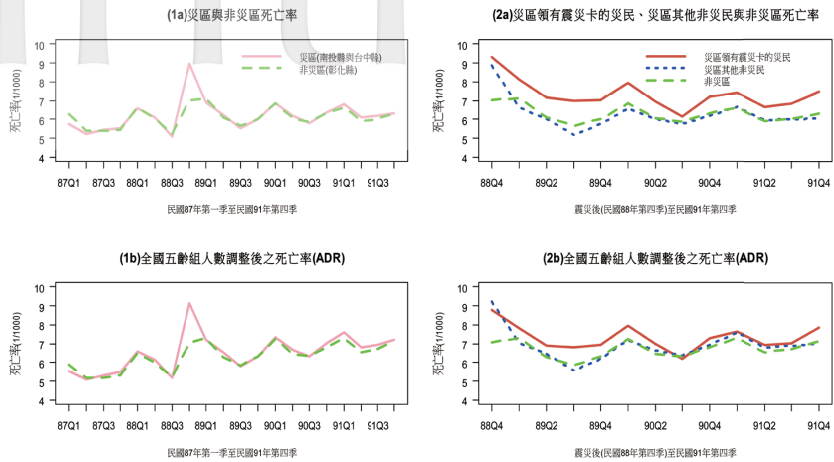


圖3 健保資料庫中部三縣死亡率趨勢圖，1998-2002年

情，第一季災區標準死亡比為1.35，但經過bootstrap信賴區間的檢定結果顯示災區震災後第一季死亡風險顯著為非災區的1.30倍（ $= 1.76 / 1.35$ ），震災後第二季之後即無明顯差異；二、表4是進一步將災區以受創程度的不同區分為災區領有震災卡的災民與災區其他非災民，震災後第一季災區領有震災卡的災民與災區其他非災民的標準死亡比分別為1.71與1.77，並且分別顯著為非災區的1.27倍（ $= 1.71 / 1.35$ ）與1.31倍（ $= 1.77 / 1.35$ ），其中災區其他非災民在震災後第二季後的標準死亡比已與非災區無明顯差異，而災區領有震災卡的災民在震災後的第四季（西元2000年Q3）的死亡標準比雖有大幅降低，但仍顯著高過非災區。災民在震災中遭逢環境的與經濟生活的改變，後續恢復期仍然存在因震災罹病或是身心受創的死亡風險，多重因素的交錯之下，在震災後一年仍潛藏著震災創傷後遺症的生命威脅。

災區民眾的死亡風險隨震災中嚴重程度的不同而有所差異，其中震災對災區領有震災卡的災民死亡風險的影響持續1年之久。最後，我們依據此結果，以震災後一年做為觀察期間（2000年9/21-2001年9/20），估計三類觀察值在震災後一年的死亡率比值信賴區間並計算

表3 標準死亡比估計結果——災區與非災區

		樣本觀察值 個數	ADR死亡率 (1/1000)		SMR死亡比	假設檢定 $H_0: (1) = (2)$
			平均值 (標準誤)	平均值 (標準誤)	<i>t</i> 值	
1999年Q1	(1) 災區	387,228	6.64 (0.13)	1.05 (0.02)	0.51	
	(2) 非災區	251,584	6.53 (0.16)	1.03 (0.03)		
1999年Q2	(1) 災區	384,775	6.18 (0.12)	1.06 (0.02)	0.78	
	(2) 非災區	249,951	6.03 (0.15)	1.04 (0.03)		
1999年Q3	(1) 災區	382,624	5.22 (0.11)	0.99 (0.02)	-0.02	
	(2) 非災區	248,581	5.24 (0.14)	0.99 (0.03)		
1999年Q4	(1) 災區	379,625	9.21 (0.15)	1.76 (0.03)	9.10*	
	(2) 非災區	247,095	7.15 (0.17)	1.35 (0.03)		
2000年Q1	(1) 災區	376,968	6.99 (0.14)	1.10 (0.02)	-0.32	
	(2) 非災區	245,326	7.09 (0.17)	1.11 (0.03)		
2000年Q2	(1) 災區	374,456	6.38 (0.13)	1.10 (0.02)	1.15	
	(2) 非災區	243,676	6.10 (0.16)	1.05 (0.03)		
2000年Q3	(1) 災區	372,274	5.68 (0.12)	1.00 (0.02)	-0.09	
	(2) 非災區	242,286	5.71 (0.15)	1.01 (0.03)		
2000年Q4	(1) 災區	370,191	6.20 (0.13)	1.05 (0.02)	0.045	
	(2) 非災區	240,886	6.14 (0.16)	1.03 (0.03)		
2001年Q1	(1) 災區	367,786	6.93 (0.14)	1.06 (0.02)	0.66	
	(2) 非災區	239,315	6.80 (0.17)	1.04 (0.03)		
2001年Q2	(1) 災區	365,377	8.87 (0.13)	1.05 (0.02)	1.16	
	(2) 非災區	237,803	6.74 (0.16)	1.01 (0.03)		
2001年Q3	(1) 災區	363,203	6.82 (0.13)	1.00 (0.02)	0.16	
	(2) 非災區	236,365	6.69 (0.16)	1.00 (0.03)		
2001年Q4	(1) 災區	361,030	6.77 (0.13)	1.02 (0.02)	1.00	
	(2) 非災區	234,970	6.63 (0.15)	0.99 (0.02)		

註：1. 921震災後至西元2001年12/31期間3個重大的風災，西元2000年10/26（第四季）的象神風災、西元2001年7/28（第三季）的桃芝風災，西元2001年9/15（第三季）的納莉風災，其中象神風災主要影響的是臺灣北部及東半部，桃芝風災和納莉風災則是在中部地區造成嚴重的災情。

2. *表示SMR死亡比之差異的檢定值落在95%信賴區間內。

表4 標準死亡比估計結果——災區領有震災卡的災民、災區其他非災民與非災區

	ADR死亡率 (1/1000)		SMR死亡比		假設檢定	
	平均值 (標準誤)	平均值 (標準誤)	$H_0: (1) = (3)$	$H_0: (2) = (3)$	t值	t值
1999年Q4	(1) 災區領有震災卡的災民	8.88 (0.33)	1.71 (0.06)			
	(2) 災區其他非災民	9.29 (0.17)	1.77 (0.03)	4.86*		8.70*
	(3) 非災區	7.15 (0.17)	1.35 (0.03)			
2000年Q1	(1) 災區領有震災卡的災民	7.62 (0.31)	1.20 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.82 (0.15)	1.08 (0.02)	1.49		-0.98
	(3) 非災區	7.09 (0.17)	1.11 (0.03)			
2000年Q2	(1) 災區領有震災卡的災民	6.76 (0.29)	1.17 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.28 (0.14)	1.08 (0.02)	1.85		0.61
	(3) 非災區	6.10 (0.16)	1.05 (0.03)			
2000年Q3	(1) 災區領有震災卡的災民	6.66 (0.29)	1.17 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	5.43 (0.14)	0.96 (0.03)	2.85*		-1.28
	(3) 非災區	5.71 (0.15)	1.01 (0.03)			
2000年Q4	(1) 災區領有震災卡的災民	6.77 (0.30)	1.13 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.06 (0.14)	1.02 (0.03)	1.71		-0.17
	(3) 非災區	6.14 (0.16)	1.03 (0.03)			
2001年Q1	(1) 災區領有震災卡的災民	7.49 (0.32)	1.15 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.80 (0.15)	1.04 (0.02)	1.94		0.03
	(3) 非災區	6.80 (0.17)	1.04 (0.03)			

表4 標準死亡比估計結果——災區領有震災卡的災民、災區其他非災民與非災區（續）

	ADR死亡率 (1/1000)		SMR死亡比		假設檢定	
	平均值 (標準誤)	平均值 (標準誤)	$H_0: (1) = (3)$	$H_0: (2) = (3)$	t 值	t 值
2001年Q2	(1) 災區領有震災卡的災民	7.43 (0.29)	1.09 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.74 (0.15)	1.04 (0.02)	1.37		0.81
	(3) 非災區	6.74 (0.16)	1.01 (0.03)			
2001年Q3	(1) 災區領有震災卡的災民	7.38 (0.27)	1.09 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.69 (0.14)	1.04 (0.02)	-0.26		0.30
	(3) 非災區	6.69 (0.16)	1.00 (0.03)			
2001年Q4	(1) 災區領有震災卡的災民	7.32 (0.30)	0.98 (0.05)			
	(2) 災區其他非災民	6.63 (0.15)	1.01 (0.02)	1.40		0.64
	(3) 非災區	6.63 (0.15)	0.99 (0.02)			

註：1. 921震災後至西元2001年12/31期間3個重大的風災，西元2000年10/26（第四季）的象神風災、西元2001年7/28（第三季）的桃芝風災，西元2001年9/15（第三季）的納莉風災，其中象神風災主要影響的是臺灣北部及東半部，桃芝風災和納莉風災則是在中部地區造成嚴重的災情。

2. *表示SMR死亡比之差異的檢定值落在95%信賴區間內。

平均餘命，如同SMR死亡比的估計結果，圖4、圖5與表5呈現所有樣本的死亡風險估計結果，區分性別的死亡風險估計結果呈現於附錄三和四。圖4是區分五齡組的死亡率，死亡率多為隨年齡而呈現平滑或緩慢增減的曲線，透過修勻進行資料的修整使死亡率修勻值更接近理論值，圖4(a2)可觀察出，透過震災後一年觀察期間的死亡率修勻，災區領有震災的災民死亡率最高，其次是災區其他非災民與非災區民眾。我們藉由三類觀察值修勻後的五齡組死亡率以線性內插法計算單齡組死亡率，並進行一萬次bootstrap計算死亡率比值（非災區作為分母）信賴區間，圖5是以Gompertz修勻後之50歲至80歲死亡率比值以及死亡率比值的95%信賴區間，我們發現災區領有震災卡的災民以及災區其他非災民中，除了50歲的中年人的死亡率信賴區間涵蓋非災區民眾之外（表示50歲的災區民眾死亡率與非災區民眾無顯著差異），不論是災區領有震災卡之災民或是災區其他非災民，60歲以上的老年人震災後一年內的死亡風險皆顯著高過非災區。表5是死亡率比值以及樣本平均餘命差異，在此僅列出50歲、55歲、60歲、65歲、70歲、75歲以及80歲樣本的估計結果（其他年齡別估計結果呈現於附錄五），並且死亡率比值以一萬次bootstrap計算95%信賴區間進行比較。結果顯示：災區領有震災卡的災民除了50歲年齡別之外，55歲以上各年齡別的死亡率比值皆顯著高過非災區，災區其他非災民則是65歲以上的年齡別的死亡率比值皆顯著高過非災區，並且死亡率比值隨著年齡的增加呈現上升的趨勢，顯示災害脆弱度會隨著年齡增長而增加年長者的死亡風險；此外，災區領有震災卡的災民與非災區民眾死亡率比值介於1.156-1.185，略高於災區其他非災民與非災區民眾死亡率比值（1.084-1.092），災區領有震災卡的災民之平均餘命低過非災區民眾1-1.673歲，災區其他非災民的平均餘命低過非災區民眾0.521-0.889歲。

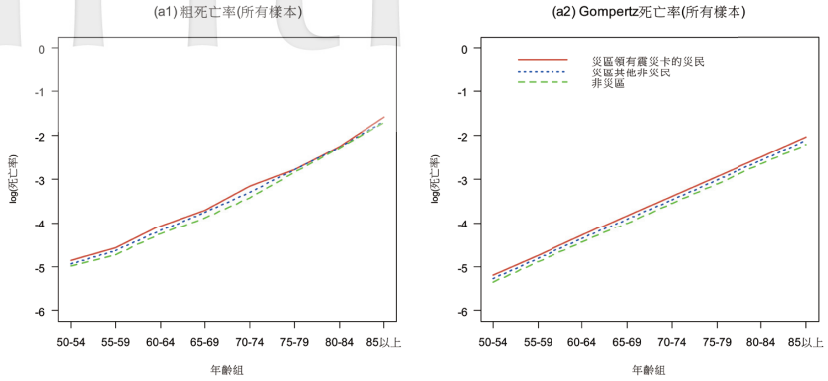


圖4 粗死亡率與Gompertz修勻後死亡率

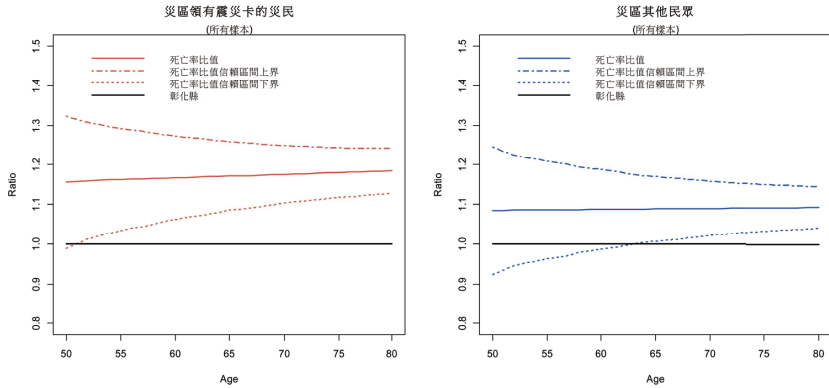


圖5 死亡率比值與信賴區間

陸、結論與研究限制

本研究使用具有代表性的全民健保資料庫1998-2004年間的長期普查追蹤資料（非抽樣或訪查資料），利用震災後政府發放921震災卡的政策作為擷取災民的條件，分析921震災對50歲以上中高齡死亡風險的影響，與以往相關文獻不同的是，本文聚焦於在震災時受創的

表5 死亡率比值與平均餘命差異

年齡	災區領有震災卡的災民		災區其他非災民	
	死亡率比值 (1) / (3) [§]	平均餘命差異 (1) - (3)	死亡率比值 (2) / (3)	平均餘命差異 (2) - (3)
50	1.156	-1.673	1.084	-0.889
55	1.163*	-1.610	1.086	-0.854
60	1.167*	-1.528	1.087	-0.808
65	1.171*	-1.425	1.089*	-0.752
70	1.176*	-1.303	1.090*	-0.685
75	1.180*	-1.162	1.091*	-0.608
80	1.185*	-1.000	1.092*	-0.521

註：*表示死亡風險比值落在95%信賴區間內。

[§](1)、(2)、(3) 分別表示災區領有震災卡的災民、其他災區非災民民眾以及非災區民眾。

災民（震災中倖存的災民），並且與同時期非災區比較，觀察震災對災民長時間的影響。首先，考量死亡率可能受人口結構的影響，老年人死亡比例高的地區死亡率通常比較高，因此我們依據地區人口結構的不同調整死亡率，並以全國人口結構做為標準母體調整，分別計算災區領有震災卡的災民、災區其他非災民與非災區民眾三類民眾的標準化死亡比（每個地區皆與標準母體比較），並以bootstrap的方式進行災區民眾（災區領有震災卡的災民、災區其他非災民）與非災區民眾死亡率比值的信賴區間檢定，估計震災對災民死亡風險的影響，並且依據死亡風險的影響期間進一步計算不同年齡別的死亡率比值與平均餘命差異。

本文研究發現：災區與非災區在震災前的死亡風險與原先並無明顯差異，震災後災區領有震災卡的災民震災後第一季的死亡風險顯著高過非災區民眾1.27倍（= 1.71 / 1.35），震災後一段時間（西元2000年Q1-西元2000年Q2）的死亡風險似乎已回復至與一般民眾相同的水準，但2000年第三季的標準死亡風險比又顯著為非災民的1.16倍（= 1.17 / 1.01），顯示震災對災民的影響效果不會在短時間內消失，而是會持續一年的時間，而災區其他非災民死亡風險的影響僅在震災後

第一季，此效果應該是震災後短時間內重傷死亡的民眾。另外，我們以bootstrap檢驗震災後一年三類觀察值死亡率比值的差異，在同年齡層的比較基準之下，災區民眾（不論是災區領有震災卡之災民或是災區其他非災民）與非災區民眾死亡率比值顯著隨著年齡的呈現上升的趨勢（65歲以上的災區其他非災民亦同），顯示災害脆弱度會隨著年齡增長而上升。

受限於健保資料庫的變數屬性，本文實證至少有以下三項的研究限制：一、政府於西元1999年10月16日公告申請921震災卡的相關事宜，災民實際以921震災卡至醫療院所就醫的時間可能已經是10月底，1999年第四季領有震災卡的災民被觀察到死亡的期間是1999年11-12月。也就是說，在本文的研究中無法將震災後立即死亡的觀察值視為災區領有震災卡的災民（此類察值無法藉由領取震災健保卡而判斷領有震災卡的災民身分），而是被歸類為災區其他非災民，因此災區領有震災卡的災民1999年Q4的死亡風險可能被低估，災區其他非災民1999年Q4的死亡風險可能被高估。²³二、鄰近災區的彰化縣非受創嚴重的災區，但亦有災情，彰化縣實際領有921震災卡的中高齡民眾有2,214人（占0.86%），若將此觀察值排除，可能會更凸顯震災對災民死亡風險的影響，但同時也會使得震災前災區與非災區的死亡率的估計基準不齊一（亦即非災區震災前存活的人數減少，但死亡人數不變），此群觀察值的占率很低，雖然可能使災民震災後的死亡風險被低估，但影響效果應該不大。三、受限於資料的特性，我們無法藉由健保資料庫獲得死因，未來若能串聯死因檔，可以進一步分析不同疾病別患者的死亡風險。

震災在短時間內對中老年人造成生命立即性的威脅，即使倖存者也容易因震災立即性的損傷或誘發疾病的侵犯而增加死亡風險。地震

23 因此，若僅考慮921震災後1-2個月死亡率的比較，無法觀察到震災對於在震災中立即死亡或是短期間內重傷死亡的災民的影響，並且無法區隔出震災對受創嚴重程度不同的災區民眾死亡風險的差異。

造成的壓力容易引發心血管疾病的死亡率，震災後家園損毀嚴重、環境雜亂，流離失所的災民在組合屋尚未完成之前安置於臨時收容所，居住環境的快速改變以及心理層面悲傷的情緒，使得免疫功能下降，增加災民的罹病率與死亡風險，而心理建設及重新融入社會更是需要一段很長的時間。未來整體人口結構高齡化的現象，將導致災區中老年人民眾災害的脆弱度增加，後續的醫療救護及心理復健需求高於其他年齡層。政府在921震災後隨即提供災區災民長達一年的門診、住院的醫療費用優惠以減低災民之負擔，本文的研究結果顯示受創嚴重的災民後續仍然需要相關單位提供長時間的協助。例如：縣市或鄉鎮的社福單位對於受創嚴重之個案進行長期間的追蹤輔導，或提供額外醫療服務等緊急協助（而不僅僅是醫療費用的補貼）。本研究對中老年人死亡風險的估計結果，可提供政府評估未來中高齡人口的緊急醫療及長期的照護需求之政策參考依據。

airiti
參考文獻

- 內政部統計處（2014）我國生命表。<http://www.moi.gov.tw/stat/life.aspx>（取用日期：2015年1月20日）。
- 余清祥（1997）修勻：統計在保險的應用。臺北：雙葉。
- 李大正、楊靜利、王德睦（2011）人口老化與全民健保支出：死亡距離取向的分析。人口學刊，43: 1-35。
- 李丞華、周穎政（2000）九二一地震對醫療服務利用率的影响。臺北：中央健康保險局。
- 林民浩、楊安琪、溫在弘（2011）利用地區差異與人口學特徵評估全民健保資料庫人口居住地變項之推估原則。臺灣衛誌，30: 347-361。
- 林惠萍（2002）921地震災區民眾疾病型態分析與探討。中國醫藥學院環境醫學研究所碩士論文。
- 張新儀、林明珠、洪永泰、林淑慧（2003）臺灣地區「常住人口」與「移動人口」的比較：2001年國民健康訪問調查資料的實證分析。調查研究，14: 5-29。
- 連賢明（2011）如何使用健保資料推估社經變數？人文及社會科學集刊，23: 371-398。
- 陳肇男、劉克智（2002）臺灣2000年戶口普查結果的評價：常住人口與戶籍登記人口的比較分析。人口學刊，25: 1-56。
- 勞動部（1999）921震災勞動情勢分析新聞稿。<http://statdb.mol.gov.tw/html/com/h0934.htm>（取用日期：2011年3月17日）。
- 黃清發（2000）921震災健保醫療資源利用相關研究——中區分局資料分析。中國醫藥學院醫務管理研究所碩士論文。
- 衛生福利部統計處（n.d.）死因統計。http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f_list_no=312&fod_list_no=1601（取用日期：2013年11月7日）。

顏貝珊、余清祥（2010）2010年各國人口普查制度之研究。人口學刊，40: 203-229。

Allen, M. J. and S. C. Sheridan. 2014. "High-Mortality Days During the Winter Season: Comparing Meteorological Conditions Across 5 US Cities." *International Journal of Biometeorology* 58(2): 217-225.

Armenian, H. K., A. K. Melkonian, and A. P. Hovanesian. 1998. "Long Term Mortality and Morbidity Related to Degree of Damage Following the 1988 Earthquake in Armenia." *American Journal of Epidemiology* 148(11): 1077-1084.

Boscarino, J. A., R. E. Adams, and C. R. Figley. 2004. "Mental Health Service Use 1-Year After the World Trade Center Disaster: Implications for Mental Health Care." *General Hospital Psychiatry* 26(5): 346-358.

Chan, C. C., Y. P. Lin, H. H. Chen, T. Y. Chang, T. J. Cheng, and L. S. Chen. 2003. "A Population-Based Study on the Immediate and Prolonged Effects of the 1999 Taiwan Earthquake on Morality." *Annals of Epidemiology* 13(7): 502-508.

Chen, K. T., W. J. Chen, J. Malialay, and S. J. Twu. 2003. "The Public Health Response to the Chi-Chi Earthquake in Taiwan, 1999." *Public Health Reports* 118(6): 493-499.

Chou, H. C., H. C. Wu, P. Chou, C. Y. Su, K. Y. Tsai, S. S. Chao, et al. 2007. "Epidemiologic Psychiatric Studies on Post-Disaster Impact Among Chi-Chi Earthquake Survivors in Yu-Chi, Taiwan." *Psychiatry and Clinical Neuroscience* 61(4): 370-378.

Chou, Y. J., N. Huang, C. H. Lee, S. L. Tsai, L. S. Chen, and H. J. Chang. 2004. "Who is at Risk of Death in an Earthquake?" *American Journal of Epidemiology* 160(7): 688-695.

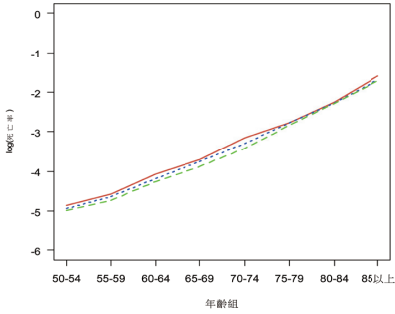
Chou, Y. J., N. Huang, C. H. Lee, S. L. Tsai, J. H. Tsay, L. S. Chen, et al. 2003. "Suicides After the 1999 Taiwan Earthquake." *International Journal of Epidemiology* 32(6): 1007-1014.

- Everitt, B. S. 2002. *The Cambridge Dictionary of Statistics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Friedsam, H. J. 1960. "Order Person as Disaster Casualties." *Journal of Health and Human Behavior* 1: 264-273.
- Kar, N. 2006. "Psychosocial Issues Following a Natural Disaster in a Developing Country: A Qualitative Longitudinal Observational Study." *International Journal of Disaster Medicine* 4(4): 169-176.
- Kario, K., T. Matsuo, K. Kayaba, S. Soukejima, S. Kagamimori, and K. Shimada. 1998. "Earthquake-Induced Cardiovascular Disease and Related Risk Factors in Focusing on the Great Hanshin-Awaji Earthquake." *Journal of Epidemiology* 8(3): 131-139.
- Klot, S. V., A. Zanobetti, and J. Schwartz. 2012. "Influenza Epidemics, Seasonality, and the Effects of Cold Weather on Cardiac Mortality." *Environmental Health* 74(11): 217-225.
- Kowalski, K. M., and A. Kalayjian. 2001. "Responding to Mass Emotional Trauma: A Mental Health Outreach Program for Turkey Earthquake Victims." *Safety Science* 39: 71-81.
- Liang, N. J., Y. T. Shih, F. Y. Shih, H. M. Wu, H. J. Wang, S. F. Shi, et al. 2001. "Disaster Epidemiology and Medical Response in the Chi-Chi Earthquake in Taiwan." *Annals of Emergency Medicine* 38(5): 549-555.
- Liao, Y. H., L. C. Hwang, C. C. Chang, Y. J. Hong, I. N. Lee, J. H. Huang, et al. 2003. "Buding Collapse and Human Deaths Resulting from the Chi-Chi Earthquake in Taiwan, September 1999." *Achieves of Environmental Health* 58(9): 572-578.
- Lu, T. H. 2004. "Earthquake and Suicide: Bring Context Back into Disaster Epidemiological Studies." *International Journal of Epidemiology* 33(6): 1406-1409.

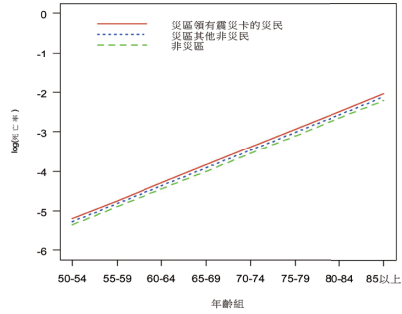
- Rossum, C. T., M. J. Shipley, H. Hemingway, D. E. Grobbee, J. P. Mackenbach, and M. G. Marmot. 2001. "Seasonal Variation in Cause-Specific Morality: Are There High-Risk Groups? 25-Year Following-Up of Civil Servants from the First Whitehall Study." *International Epidemiological Association* 30(5): 1109-1116.
- Siddiqi, K., N. Siddiqi, K. Saeed, and A. O. House. 2006. "Assessing Mental Health Needs After a Major Disaster: Experience from the Pakistan Earthquake." *International Journal of Disaster Medicine* 4: 177-182.
- Yue, C. J. 2002. "Oldest-Old Mortality Rates and the Gompertz Law: A Theoretical and Empirical Study Based on Four Countries." *Journal of Population Studies* 24: 33-58.

附錄一：粗死亡率與Gompertz死亡率

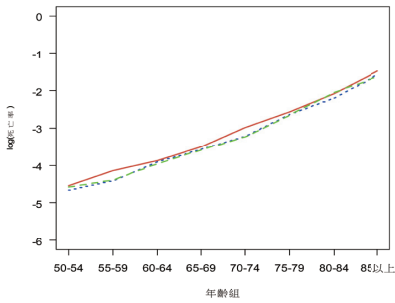
(a1) 粗死亡率(所有樣本)



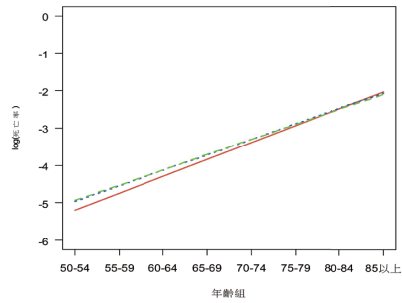
(a2) Gompertz死亡率(所有樣本)



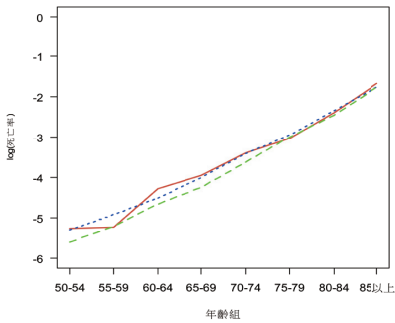
(b1) 粗死亡率(男性)



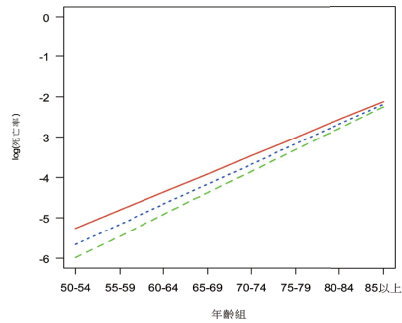
(b2) Gompertz死亡率(男性)



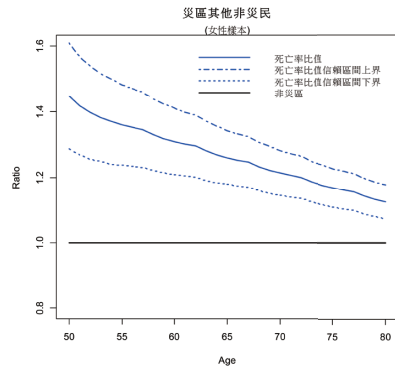
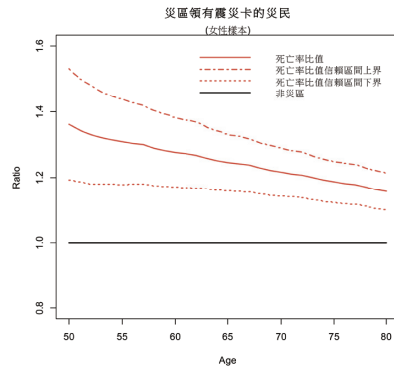
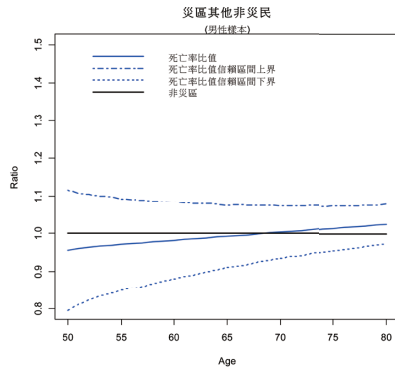
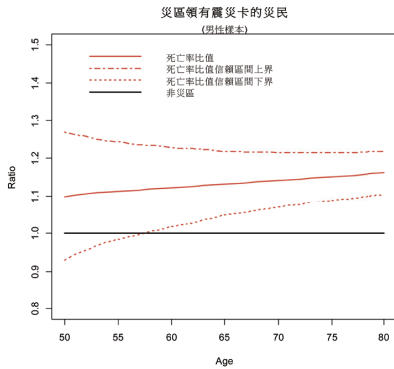
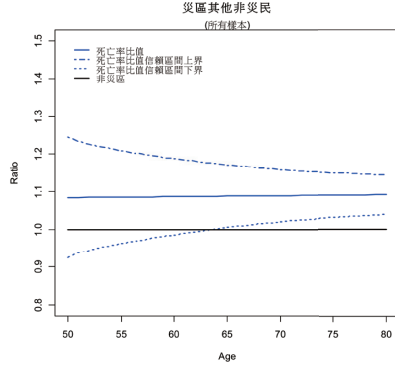
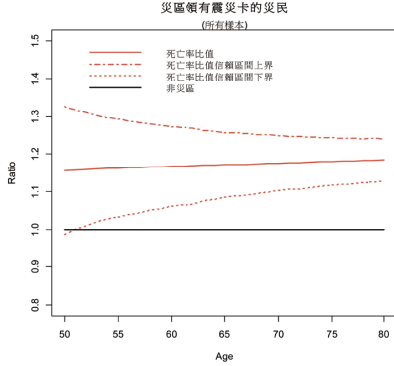
(c1) 粗死亡率(女性)



(c2) Gompertz死亡率(女性)



附錄二：死亡率比值信賴區間



附錄三：死亡機率與平均餘命

年齡	災區領有震災卡的 災民		災區其他非災民		非災區	
	死亡機率	平均餘命	死亡機率	平均餘命	死亡機率	平均餘命
所有樣本						
50	0.00428	28.87	0.00401	29.65	0.00370	30.54
55	0.00745	24.60	0.00695	25.36	0.00640	26.61
60	0.01170	20.61	0.01090	21.33	0.01002	22.14
65	0.01839	16.93	0.01709	17.60	0.01570	18.35
70	0.02890	13.61	0.02679	14.23	0.02458	14.92
75	0.04542	10.74	0.04199	11.29	0.03848	11.90
80	0.07138	8.38	0.06581	8.85	0.06025	9.38
男性樣本						
50	0.00641	26.55	0.00557	27.91	0.00583	27.96
55	0.01052	22.54	0.00917	23.81	0.00945	23.90
60	0.01588	18.82	0.01389	20.00	0.01414	20.12
65	0.02398	15.43	0.02102	16.50	0.02117	16.65
70	0.03621	12.41	0.03182	13.36	0.03169	13.53
75	0.05466	9.81	0.04816	10.63	0.04744	10.82
80	0.08252	7.68	0.07290	8.38	0.07101	8.57
女性樣本						
50	0.00244	31.55	0.00259	31.65	0.00179	33.27
55	0.00466	27.04	0.00485	27.16	0.00356	28.65
60	0.00777	22.75	0.00797	22.90	0.00608	24.24
65	0.01294	18.73	0.01310	18.91	0.01039	20.07
70	0.02157	15.08	0.02152	15.28	0.01774	16.23
75	0.03593	11.86	0.03537	12.08	0.03028	12.83
80	0.05987	9.20	0.05813	9.42	0.05168	9.98

附錄四：健保資料庫中部三縣與內政部生命表之平均餘命比較

年齡	健保資料庫中部三縣			內政部生命表	
	災區領有震災卡的災民	災區其他非災民	非災區民眾	臺中彰化大都會區 [§]	全國 [§]
所有樣本					
50	28.87	29.65	30.54	30.69	29.62
55	24.60	25.36	26.61	26.44	25.34
60	20.61	21.33	22.14	22.50	21.29
65	16.93	17.60	18.35	18.83	17.47
70	13.61	14.23	14.92	15.34	13.98
75	10.74	11.29	11.90	12.19	10.91
80	8.38	8.85	9.38	9.32	8.29
男性樣本					
50	26.55	27.91	27.96	27.57	27.85
55	22.54	23.81	23.90	23.53	23.79
60	18.82	20.00	20.12	19.80	19.99
65	15.43	16.50	16.65	16.35	16.46
70	12.41	13.36	13.53	13.14	13.25
75	9.81	10.63	10.82	10.19	10.42
80	7.68	8.38	8.57	7.48	8.01
女性樣本					
50	31.55	31.65	33.27	34.25	31.72
55	27.04	27.16	28.65	29.74	27.20
60	22.75	22.90	24.24	25.53	22.87
65	18.73	18.91	20.07	21.58	18.74
70	15.08	15.28	16.23	17.78	14.93
75	11.86	12.08	12.83	14.30	11.54
80	9.20	9.42	9.98	11.10	8.64

註：[§]參考內政部統計資料之生命表，<http://www.moi.gov.tw/stat/life.aspx>。

附錄五：死亡率比值與平均餘命差異 (與非災區比較)

年齡	災區領有震災卡的災民		災區其他非災民	
	死亡率比值 (1)/(3) [§]	平均餘命差異 (1)-(3)	死亡率比值 (2)/(3)	平均餘命差異 (2)-(3)
所有樣本				
50	1.156	-1.673	1.084	-0.889
55	1.163*	-1.610	1.086	-0.854
60	1.167*	-1.528	1.087	-0.808
65	1.171*	-1.425	1.089*	-0.752
70	1.176*	-1.303	1.090*	-0.685
75	1.180*	-1.162	1.091*	-0.608
80	1.185*	-1.000	1.092*	-0.521
男性樣本				
50	1.099	-1.401	0.956	-0.044
55	1.113	-1.356	0.971	-0.081
60	1.223*	-1.295	0.982	-0.116
65	1.132*	-1.218	0.993	-0.149
70	1.142*	-1.125	1.004	-0.175
75	1.152*	-1.016	1.015	-0.190
80	1.164*	-0.090	1.027	-0.191
女性樣本				
50	1.361*	-1.715	1.447*	-1.619
55	1.308*	-1.615	1.418*	-1.493
60	1.277*	-1.487	1.398*	-1.336
65	1.246*	-1.333	1.261*	-1.155
70	1.216*	-1.158	1.214*	-0.955
75	1.187*	-0.969	1.168*	-0.751
80	1.158*	-0.816	1.125*	-0.561

註：*表示死亡風險比值落在95%信賴區間內。

[§](1)、(2)、(3)分別表示災區領有震災卡的災民、災區其他非災民以及非災區民眾。

The Effect of the 921 Chi-Chi Earthquake on the Mortality Risk of the Middle-Aged and Elderly

Chih-Chia Chen* Jack C. Yue** Wei-Der Tsai***

Abstract

Earthquakes, typhoons and many natural disasters often cause comprehensive damage and destruction to human life and health in a very short time. The survivors of natural disasters bear physical and mental damage, which increases the risk of death. Particularly, the middle-aged and elderly are most vulnerable after natural disasters, due to their weakened physiological conditions. Their demand for medical care is also higher than that of other age groups. Most past work addressed the immediate impact of disasters on the mortality risk of survivors, while little literature has focused on the aftermath of natural disasters to the mortality risk of survivors. In this study, we use the National Health Insurance database and explore the mortality risk of the 921 Chi-Chi Earthquake's survivors. Specifically, we study the mortality risk of earthquake survivors aged 50 and beyond in Nanto and Taichung counties (the disaster area), and compare them with those in Changhua county (a non-disaster area). The major findings include the fact that the earthquake caused severe casualties within a short period

* Ph.D., Department of Economics, National Dong Hwa University.
E-mail: d9342003@em93.ndhu.edu.tw

** Professor, Department of Statistics, National Chengchi University.
E-mail: csyue@nccu.edu.tw

*** Professor, Graduate Institute of Industrial Economics, National Central University.
E-mail: twd@cc.ncu.edu.tw

of time, yet the survivors still had higher a mortality risk, which was about 1.27 times higher than that of the people of the non-disaster area for the first 3 months after the earthquake, and 1.16 times higher one year later. This suggests that the earthquake's effect on the mortality risk did not disappear immediately after the disaster and, in fact, lasts almost one year. Our results can provide the government with some policy implications regarding the assessment of emergency medical care and long-term care for the elderly.

Keywords: 921 earthquake, mortality risk, Taiwan National Health Insurance database, graduation