

107 年臺南市 火災及天然災害傷亡分析



臺南市政府消防局編印

中華民國 108 年 6 月

目錄

壹、前言	1
貳、火災傷亡人數概況	2
參、火災傷亡性別統計分析	7
肆、火災傷亡人數統計推論	9
伍、天然災害傷亡概況	13
陸、結論	17
柒、參考資料	18
捌、附錄	19

壹、前言

本火災及天然災害傷亡統計分析分為四個主題。

一、**近5年火災傷亡概況**：依時間趨勢、各行政區、月份及時段傷亡人數差異等面向探討，並比較其他五都數據。

二、**火災傷亡性別統計分析**：分析火災各起火原因造成之兩性傷亡人數差異，推測「男性火災傷亡人數高於女性」現象之可能原因，提供火災預防政策制訂時，納入性別觀點。

三、**火災傷亡人數統計推論**：本文依據99-107年火災傷亡資料，推估本市各月份、各行政區火災傷亡率，以客觀評估火災傷亡人數變化趨勢，了解是否有特定起火原因造成異常傷亡，提供火災傷亡案件檢討參據。

四、**107年水患傷亡原因**：臺灣地處副熱帶及環太平洋地震帶上，易遭受颱風、豪雨、地震等天然災害侵襲，其中每年五月至十一月為汛期，是雨量最豐沛的梅雨及颱風季節，也是最易發生水患的時期。本文歸納水患傷亡原因，以策進公共安全，關注照護弱勢族群，防範極端氣候造成傷亡。

貳、火災傷亡人數概況

一、火災傷亡人數時間趨勢

本市近5年火災傷亡人數呈現下降趨勢。傷亡人數由103年31人，降低至107年16人，減少近50%，其中「火災受傷人數」尤其明顯下降。

表1 103-107年本市火災傷亡情形

	傷亡人數	死亡人數	受傷人數	傷亡率
103年	31	11	20	1.65
104年	28	13	15	1.48
105年	41	16	25	2.17
106年	18	8	10	0.95
107年	16	9	7	0.85

資料來源：本局火災調查科。

說明：(年)火災傷亡率係指每十萬人口本市該年內因火災死亡或受傷人數。

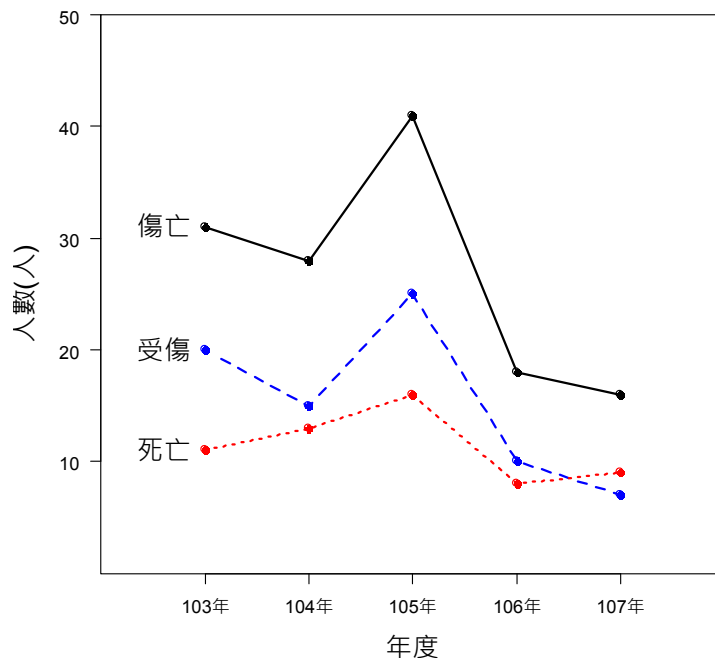


圖1 103-107年本市火災傷亡人數

二、六都火災傷亡率比較

本市 103-105 年火災傷亡率於六都中排名居高，而近 2 年均為六都中最低(圖 2)。本市近 5 年火災傷亡率平均為每十萬人口傷亡人數 1.42 人，於六都中第 2 低，僅高於高雄市。

本市男性火災傷亡率約為女性 1.58 倍，六都火災兩性傷亡情形均為男性多於女性，且有明顯差異。本市兩性傷亡率差異於六都中第 2 低，僅高於新北市。

表 2 103-107 年全國及六都平均火災傷亡人數及傷亡率

	傷亡人數 (總計)	傷亡人數 (男)	傷亡人數 (女)	傷亡率 (總計)	傷亡率 (男)	傷亡率 (女)	相對 倍數
全國	2,591	1,653	938	2.20	2.82	1.59	1.77
新北市	757	407	350	3.81	4.17	3.46	1.21
臺北市	212	141	71	1.58	2.20	1.01	2.18
桃園市	236	177	59	2.19	3.30	1.09	3.03
臺中市	275	178	97	1.99	2.60	1.38	1.88
臺南市	134	82	52	1.42	1.74	1.10	1.58
高雄市	125	83	42	0.90	1.21	0.60	2.02

資料來源：內政部消防署。

說明：1. 104 年新北市八仙樂園(塵爆)火災傷亡人數 499 人，其中男性 248 人、女性 251 人。

2. 相對倍數 = 男性傷亡率/女性傷亡率。

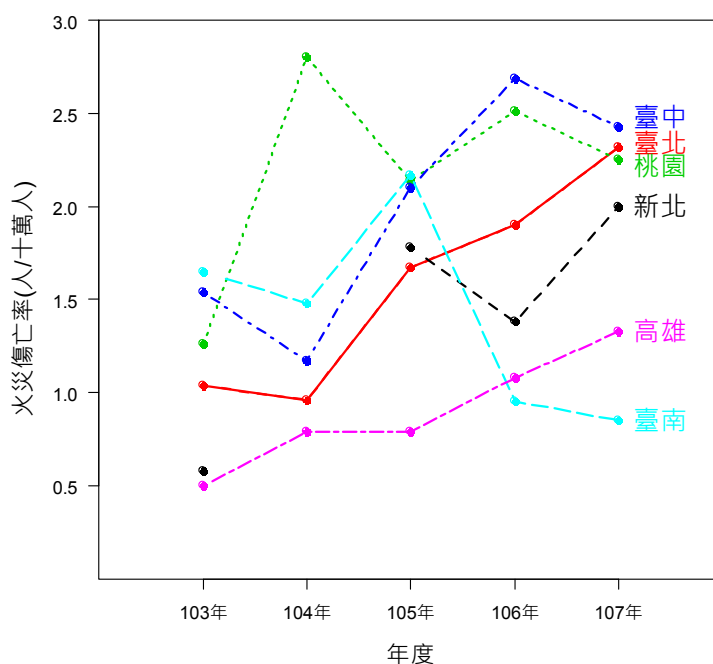


圖 2 103-107 年六都(年)火災傷亡率¹

1 新北市 104 年資料未呈現。

三、火災傷亡人數按行政區分

觀察圖 3 及表 4，本市各行政區平均每年火災傷亡人數多在「1 人以下」。本市近年火災傷亡人數降低，係因 99-102 年平均傷亡人數「高於 1 人」之行政區，於近 5 年火災傷亡人數呈現下降趨勢(如永康區、東區、南區、北區、歸仁區、新化區等)。

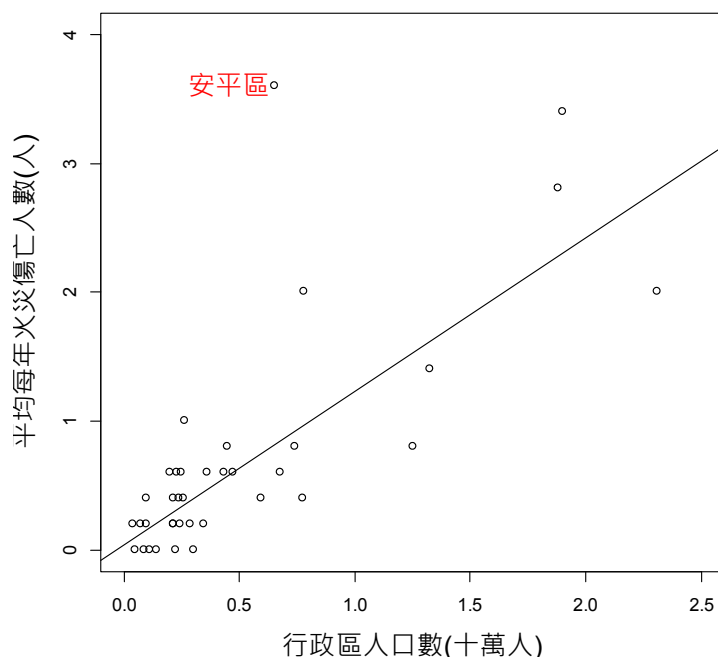


圖 3 本市 103-107 年平均火災傷亡人數與人口數散佈圖

圖 3 安平區之平均傷亡人數偏高，係因單一案件受傷人數 17 人所致，而表 3 資料顯示，本市近 5 年單一月份傷亡人數超過 10 人僅有 1 次。整體而言，本市各行政區平均每年火災傷亡人數與人口數呈現正相關，且約略為線性關係，其相關係數為 0.86²。

表 3 本市 103-107 年單一月份火災傷亡人數分佈

	單位：次				
	0 人	1 人	2 人	3-10 人	超過 10 人
發生次數	2,128	74	11	6	1

資料來源：本局火災調查科。

2 排除安平區資料所計算。

表 4 103-107 年本市火災傷亡人數

單位：人

	99-102 平均	103	104	105	106	107	103-107 平均
臺南市	54.75	31	28	41	18	16	26.80
新營區	1.00	1	1	6	-	2	2.00
鹽水區	0.50	-	1	-	-	1	0.40
白河區	0.75	-	-	-	1	-	0.20
柳營區	0.75	-	-	-	1	-	0.20
後壁區	0.25	-	-	-	2	-	0.40
東山區	0.25	-	1	-	-	-	0.20
麻豆區	0.25	-	1	1	1	1	0.80
下營區	0.75	-	-	-	-	1	0.20
六甲區	-	-	-	-	-	-	-
官田區	0.25	-	-	1	-	1	0.40
大內區	-	-	-	-	2	-	0.40
佳里區	-	2	-	-	-	-	0.40
學甲區	0.50	-	-	4	1	-	1.00
西港區	0.50	-	1	-	-	2	0.60
七股區	0.25	1	-	-	2	-	0.60
將軍區	-	1	-	1	-	1	0.60
北門區	18.25	-	-	-	-	-	-
新化區	3.50	-	1	2	-	-	0.60
善化區	-	-	3	-	-	-	0.60
新市區	0.25	1	1	-	1	-	0.60
安定區	1.25	-	-	-	-	-	-
山上區	-	1	-	-	-	-	0.20
玉井區	-	-	-	-	-	-	-
楠西區	0.25	1	-	-	-	-	0.20
南化區	-	-	-	-	-	-	-
左鎮區	-	-	-	-	-	-	-
仁德區	0.25	2	1	1	-	-	0.80
歸仁區	2.00	3	-	-	-	-	0.60
關廟區	1.25	-	1	-	-	-	0.20
龍崎區	-	-	-	-	-	1	0.20
永康區	4.50	3	2	2	-	3	2.00
東區	4.25	4	2	1	6	1	2.80
南區	5.50	1	2	-	1	-	0.80
北區	4.25	1	5	-	-	1	1.40
中西區	0.75	-	2	-	-	-	0.40
安南區	0.75	9	2	5	-	1	3.40
安平區	1.75	-	1	17	-	-	3.60

資料來源：本局火災調查科。

說明：101 年本市衛福部新營醫院北門分院火災傷亡人數 72 人，其中男性 41 人、女性 31 人。

四、火災傷亡人數按月份及時段分

本市近5年平均每月火災傷亡人數多在3人以下，其中平均傷亡人數最高月份為10月、12月及4月。本市近3年火災傷亡情形較集中於上半年。

本市火災傷亡人數較高之時段為15-21時、0-6時。

表5 103-107年本市各月火災傷亡人數

						單位：人
	103年	104年	105年	106年	107年	平均
1月	1	5	2	1	2	2.20
2月	2	-	1	-	3	1.20
3月	1	2	3	3	-	1.80
4月	1	5	3	4	1	2.80
5月	1	1	-	5	2	1.80
6月	2	-	-	-	2	0.80
7月	1	-	3	2	1	1.40
8月	9	4	-	-	-	2.60
9月	5	4	-	-	2	2.20
10月	3	4	20	1	1	5.80
11月	3	1	1	-	2	1.40
12月	2	2	8	2	-	2.80

資料來源：本局火災調查科。

表6 103-107年本市各時段火災傷亡人數

						單位：人
	103年	104年	105年	106年	107年	平均
0-3時	2	2	7	6	2	3.80
3-6時	9	5	2	1	3	4.00
6-9時	2	2	5	-	2	2.20
9-12時	6	3	1	-	3	2.60
12-15時	2	3	1	4	2	2.40
15-18時	5	5	2	5	4	4.20
18-21時	3	7	18	1	-	5.80
21-24時	2	1	5	1	-	1.80

資料來源：本局火災調查科。

參、火災傷亡性別統計分析

一、火災傷亡人數按性別分

本市近5年男性火災死亡及受傷人數大多高於女性。火災傷亡人數男性平均占61%，女性占39%，呈現明顯差異。本市男性火災受傷人數持續降低，惟死亡人數未呈現下降趨勢。

表 7 103-107 年本市火災傷亡人數性別統計

單位：人、%

	傷亡人數			死亡人數			受傷人數		
	男性	女性	女性比率	男性	女性	女性比率	男性	女性	女性比率
103 年	20	11	35.48	5	6	54.55	15	5	25.00
104 年	17	11	39.29	6	7	53.85	11	4	26.67
105 年	20	21	51.22	12	4	25.00	8	17	68.00
106 年	14	4	22.22	7	1	12.50	7	3	30.00
107 年	11	5	31.25	6	3	33.33	5	2	28.57

資料來源：本局火災調查科。

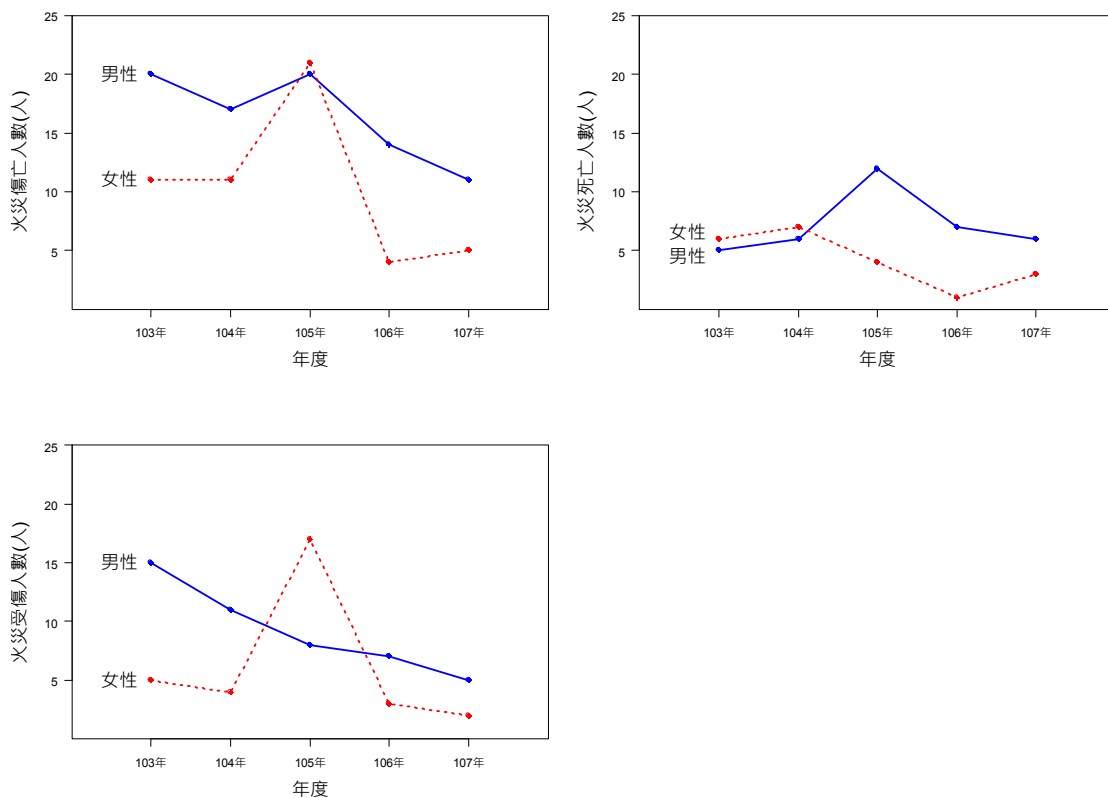


圖 4 103 年至 107 年本市男性及女性火災傷亡人數

二、兩性火災傷亡人數落差原因

表 8 顯示，男性傷亡人數幾乎在所有起火原因類別高於女性傷亡人數。其中瓦斯漏氣或爆炸、菸蒂、自殺及電氣因素等類別，男性明顯高於女性。因此「男性遭受火災風險相對女性高」，可能是兩性火災傷亡人數落差原因：瓦斯換裝及施工操作不慎，容易發生火災之工作類型，男性擔任較多；男性吸菸率較高，且菸蒂處理不當；男性引火自焚情形多於女性。

表 7 及表 8 中 105 年女性受傷數偏高，係因安平區世華廣場大樓火災受傷(輕微嗆傷)17 人，其中男性 3 人、女性 14 人。因此女性雖遭受火災風險相對男性低，可增強宣導火災應變，避難逃生知識，而男性則同時需更加提升用火用電及防火管理等消防安全教育。

表 8 103-107 年本市各起火原因造成之傷亡人數

單位：人

		遺留 火種	機械 設備	菸蒂	電氣 因素	自殺	瓦斯 漏氣 或爆炸	其他- 燃燒雜 草垃圾	敬神 掃墓 祭祖	縱火	施工 不慎	爐火 烹調	其他
103 年	男性	4	1	4	5	2	2	-	-	-	-	-	2
	女性	4	1	2	2	1	-	-	-	-	-	1	-
104 年	男性	1	-	3	3	2	2	1	1	-	-	1	3
	女性	4	-	1	1	1	-	1	1	1	-	-	1
105 年	男性	2	3	5	-	-	2	1	1	-	2	-	4
	女性	-	14	2	1	-	1	1	-	-	-	-	2
106 年	男性	2	2	1	2	3	2	-	-	1	-	-	1
	女性	1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-
107 年	男性	3	-	-	2	1	-	2	1	1	-	-	1
	女性	1	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-
總計	男性	12	6	13	12	8	8	4	3	2	2	1	11
	女性	10	15	7	7	3	1	3	1	1	0	1	3

資料來源：本局火災調查科。

說明：1. 遺留火種係指因蚊香或其他微小火源(不包括菸蒂)所引起之火災。

2. 「其他」包含易燃液體、氣體、化學物品、可燃性粉塵引火、靜電火花、明火引燃等。

肆、火災傷亡人數統計推論

火災威脅公共安全，並以各種型態發生，而重大火災傷亡案件造成的人命傷亡及財產損失，可能難以估算，然本市近年重大火災傷亡案件數極少。本文爰依據 99-107 年火災傷亡人數資料，建立「一般」火災傷亡人數統計模型，推估本市各行政區、各月份火災傷亡率，以客觀評估火災傷亡人數變化趨勢，了解是否有特定起火原因造成異常傷亡，提供火災傷亡案件檢討參據。

本文所用統計推論方法之細節詳見附錄。

一、本市 108 年各月份火災傷亡率推計

本市 108 年火災傷亡人數 90% 預測區間為 17 人至 34 人，平均為 25.12 人，火災傷亡率較高之月份為 12 月及 1-3 月(表 9)。再進一步檢視火災傷亡案件各起火原因件數：表 10 顯示，12-2 月起火原因以電氣因素及遺留火種最多，可能因冬季用火用電機會增加，而易引起火災及造成傷亡；3 月則以瓦斯漏氣或爆炸及電氣因素之起火原因居多。

表 9 108 年本市各月份火災傷亡狀態預測

	傷亡率 (標準誤)		傷亡人數 (標準誤)		90% 預測區間	
					(下界)	(上界)
全年	1.334	0.2718	25.12	5.120	17	34
1 月	0.116	0.0794	2.26	1.546	0	5
2 月	0.110	0.0810	1.93	1.425	0	5
3 月	0.116	0.0793	2.26	1.543	0	5
4 月	0.101	0.0744	1.90	1.402	0	4
5 月	0.098	0.0721	1.90	1.404	0	4
6 月	0.101	0.0741	1.91	1.396	0	4
7 月	0.099	0.0719	1.92	1.399	0	4
8 月	0.106	0.0744	2.05	1.447	0	5
9 月	0.103	0.0749	1.94	1.411	0	5
10 月	0.103	0.0734	2.01	1.429	0	5
11 月	0.103	0.0748	1.95	1.408	0	5
12 月	0.159	0.0940	3.09	1.830	0	6

說明：各月份傷亡率經調整為每十萬人口本市平均 30 日內因火災傷亡之人數。

表 10 103-107 年本市每月火災傷亡案件之各起火原因件數

單位：件

	總計	遺留 火種	機械 設備	菸蒂	電氣 因素	自殺	瓦斯漏 氣或爆 炸	其他- 燃燒雜 草垃圾	敬神 祭祖	縱火	施工 不慎	爐火 烹調	其他
1月	11	1	1	-	3	1	-	1	1	1	-	1	1
2月	6	3	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-
3月	9	1	-	-	2	1	3	-	-	-	1	-	1
4月	9	3	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	2
5月	8	1	1	1	1	1	-	2	-	1	-	-	-
6月	4	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-
7月	6	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8月	7	2	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	1
9月	10	1	-	2	2	2	1	-	-	1	-	-	1
10月	9	-	2	-	1	2	1	-	1	-	-	-	2
11月	6	2	-	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-
12月	8	1	-	3	-	-	1	-	-	-	-	1	2
總計	93	18	4	12	14	10	8	6	3	3	2	2	11

資料來源：本局火災調查科。

表 11 108 年 1-5 月本市各起火原因造成之傷亡人數

單位：人

	總計	遺留 火種	機械 設備	菸蒂	電氣 因素	自殺	瓦斯漏 氣或爆 炸	其他- 燃燒雜 草垃圾	敬神 祭祖	縱火	施工 不慎	爐火 烹調	其他
1月	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2月	6	-	-	-	4	-	1	-	-	1	-	-	-
3月	5	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-
4月	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
5月	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
1-5月	17	1	-	-	5	-	2	-	-	8	-	-	1

資料來源：本局火災調查科。

二、本市 108 年 1-5 月火災傷亡人數

本市 108 年 1-5 月火災總傷亡人數 17 人，高於近 5 年同期數據。若特別計算該期火災傷亡人數預測分布，17 人以上之機率為 4.16% (圖 5)。因此火災傷亡數確實偏離往年數據。再檢視表 11 各起火原因造成之傷亡人數，可發現主因為本(108)年縱火案件傷亡數升高，已造成 8 人傷亡。

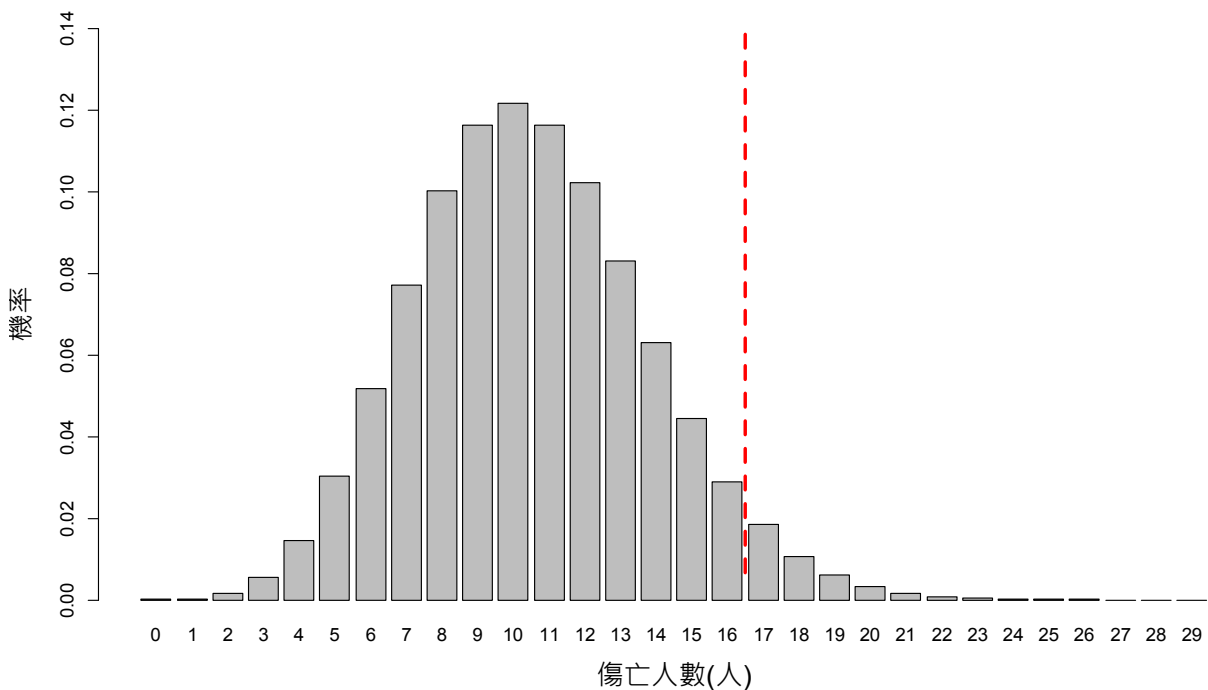


圖 5 108 年 1-5 月火災總傷亡人數預測分布

(最可能傷亡人數約 10 人，預測分布 17 人以上機率約為 4.16%)

三、本市 108 各行政區火災傷亡人數趨勢

表 12 之線性趨勢欄位，負數代表該區火災傷亡人數呈現下降趨勢。可觀察到，近年火災傷亡人數明顯下降之區域，如南區、北區、歸仁區、新化區等，傷亡推估人數已接近零，因此 108 年傷亡預估數(25.12 人)僅微幅小於 107 年估計數(25.15 人，附錄表 22)，顯示傷亡人數下降趨緩。

表 12 108 年本市各行政區火災傷亡狀態預測

單位：人、人/十萬人

	傷亡率 (標準誤)		傷亡人數 (標準誤)		90% 預測區間		$\hat{\delta} \times 10^3$ 線性趨勢
					(下界)	(上界)	
臺南市	1.334	0.2718	25.12	5.120	17	34	--
新營區	4.215	2.4381	3.27	1.892	1	7	3.593
鹽水區	1.739	2.6235	0.44	0.666	0	2	-0.146
白河區	0.019	0.3735	0.01	0.105	0	0	-3.129
柳營區	0.053	0.7123	0.01	0.151	0	0	-4.218
後壁區	3.340	3.7884	0.78	0.884	0	2	2.922
東山區	0.002	0.2721	0.00	0.057	0	0	-1.465
麻豆區	3.428	2.7907	1.52	1.235	0	4	3.560
下營區	1.968	3.1995	0.47	0.765	0	2	2.050
六甲區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	0.000
官田區	3.482	4.0407	0.74	0.861	0	2	2.908
大內區	8.715	9.5307	0.84	0.915	0	3	10.769
佳里區	1.474	1.5836	0.87	0.936	0	3	1.815
學甲區	6.648	5.0892	1.71	1.306	0	4	5.978
西港區	3.758	3.9079	0.93	0.965	0	3	2.185
七股區	3.800	4.0948	0.86	0.931	0	3	3.435
將軍區	6.483	5.7475	1.27	1.130	0	3	8.007
北門區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	-0.061
新化區	1.140	1.7857	0.50	0.776	0	2	-2.291
善化區	2.899	2.4319	1.42	1.191	0	4	3.575
新市區	2.091	2.3832	0.77	0.879	0	2	1.696
安定區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	-0.010
山上區	5.986	9.0313	0.44	0.661	0	2	7.395
玉井區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	0.000
楠西區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	-3.229
南化區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	0.000
左鎮區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	0.000
仁德區	0.678	0.9456	0.51	0.717	0	2	0.379
歸仁區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	-4.052
關廟區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	-4.748
龍崎區	10.771	16.4027	0.43	0.655	0	2	13.313
永康區	0.570	0.5324	1.34	1.251	0	4	-1.777
東區	1.086	0.7687	2.02	1.432	0	5	-1.202
南區	0.000	0.0000	0.00	0.000	0	0	-6.042
北區	0.035	0.2250	0.05	0.297	0	1	-4.053
中西區	0.019	0.2721	0.02	0.213	0	0	-1.189
安南區	1.926	1.0149	3.72	1.963	1	7	1.473
安平區	0.276	0.8142	0.18	0.544	0	1	-0.458

伍、天然災害傷亡概況

本市 107 年天然災害計有 5 豪雨水患(0509 豪雨、0613 豪雨、0619 豪雨、0702 豪雨、0822 豪雨)，其中 0822 豪雨災害應變值勤時間超過 100 小時，為本市合併後，應變期間最久一次。本市 107 年並無因為颱風、地震及其他天然災害而開設二級以上災害應變中心。

一、107 年水患災害傷亡情形

本市 107 年水患災害總計死亡 2 人、受傷 11 人及失蹤 1 人。表 13-15 顯示傷亡主因為：**(一) 用路安全**：豪雨造成路面突塌陷，機車騎士為閃避而摔傷；**(二) 高齡族群**：高齡長者行動不便，災害應變力降低，避難不及、容易滑倒。因此，為防範極端氣候造成傷亡，應檢測公共安全及關注照護高齡弱勢族群。

表 13 0613 豪雨傷亡情形

性別	年齡	行政區	傷亡類別	傷亡情形概述
男	35-39	仁德區	輕傷	車禍受傷(小客車翻覆)

資料來源：本局災害管理科。

表 14 0619 豪雨傷亡情形

性別	年齡	行政區	傷亡類別	傷亡情形概述
女	55-59	東區	輕傷	騎車經塌陷道路摔傷
男	50-54	東區	輕傷	騎車經塌陷道路摔傷
男	60-64	東區	輕傷	騎車經塌陷道路摔傷
女	35-39	安平區	輕傷	騎車經塌陷道路摔傷

資料來源：本局災害管理科。

表 15 0822 豪雨傷亡情形

性別	年齡	行政區	傷亡類別	傷亡情形概述
男	80-84	安南區	死亡	疑似住家淹水溺斃
男	65-69	麻豆區	死亡	麻豆大排尋獲遺體
男	55-59	柳營區	失蹤	外出失聯
男	70-74	中西區	輕傷	跌倒
女	75-79	永康區	輕傷	滑倒
女	80-84	北區	輕傷	滑倒
男	75-79	南區	輕傷	強風吹起木板打傷
女	40-44	南區	重傷	強風吹起木板壓傷
男	65-69	北區	輕傷	跌倒

資料來源：本局災害管理科。

二、天然災害傷亡性別統計

(一) 水患傷亡性別統計

本市近 5 年水患傷亡人數為男性 9 人、女性 5 人，女性約占 35.71%。

表 16 103-107 年本市水患傷亡人數

	單位：人、%			
	總計	男性	女性	女性比率
103 年	-	-	-	--
104 年	-	-	-	--
105 年	-	-	-	--
106 年	-	-	-	--
107 年	14	9	5	35.71

資料來源：本局災害管理科。

表 17 103-107 年六都水患總傷亡人數

	單位：人、%			
	總計	男性	女性	女性比率
新北市	4	2	2	50.00
臺北市	4	3	1	25.00
桃園市	1	1	0	-
臺中市	9	1	8	88.89
臺南市	14	9	5	35.71
高雄市	4	1	3	75.00

資料來源：內政部消防署。

(二) 風災傷亡性別統計

本市近 5 年風災傷亡人數為男性 22 人、女性 24 人，女性約占 52.17%，略高於男性，而其他五都風災傷亡情形則為男性多於女性。整體而言，風災造成本市之男女傷亡人數無明顯差異，兩性風災傷亡比率差異於六都中最低。

表 18 103-107 年本市年風災傷亡人數

	單位：人、%			
	總計	男性	女性	女性比率
103 年	2	1	1	50.00
104 年	5	4	1	20.00
105 年	38	16	22	57.89
106 年	1	1	-	-
107 年	-	-	-	--

資料來源：本局災害管理科。

表 19 103-107 年六都風災總傷亡人數

	單位：人、%			
	總計	男性	女性	女性比率
新北市	99	59	40	40.40
臺北市	442	237	205	46.38
桃園市	67	38	29	43.28
臺中市	975	551	424	43.49
臺南市	46	22	24	52.17
高雄市	20	12	8	40.00

資料來源：內政部消防署。

(三) 震災傷亡性別統計

本市近5年震災傷亡人數為男性300人、女性319人，女性約占51.53%，略高於男性，整體而言，震災造成本市之男女傷亡人數無明顯差異。

表 20 震災傷亡人數

	總計	男性	女性	女性比率
臺南市 105年0206震災	618	300	318	51.46
臺南市 106年0211震災	1	-	1	100.00
花蓮縣 107年0206震災	308	125	183	59.42

資料來源：內政部消防署。

說明：105年0206震災：發生時間105年2月6日3時57分，芮氏規模6.6，本市最大震度7級；107年0206震災：發生時間107年2月6日23時50分，芮氏規模6.0，花蓮市最大震度7級。

陸、結論

一、本市 107 年火災傷亡率為六都中最低。

本市近 5 年火災傷亡人數呈現下降趨勢，其中「男性受傷」人數尤其明顯下降。

二、本市 108 年 1-5 月火災傷亡人數偏高，係因縱火案件所致。

本市 108 年火災總傷亡人數 90% 預測區間為 17 人至 34 人。推估火災傷亡率較高之月份為 12 月及 1-3 月，此期間之起火原因主要為「電氣因素」、「遺留火種」及「瓦斯漏氣或爆炸」。本市 108 年 1-5 月火災傷亡人數 17 人，高於近 5 年同期數據，主因為本年縱火案件傷亡數增加，已造成 8 人傷亡。

三、為降低火災傷亡率及兩性火災傷亡人數落差，女性可增強宣導火災應變，避難逃生知識，男性則同時需更加提升用火用電、防火管理等消防安全教育。

本市火災傷亡人數男性平均占 61%，女性占 39%，呈現明顯差異。男性或因工作類型、吸菸習慣等影響因素，傷亡人數在「瓦斯漏氣或爆炸」、「菸蒂」、「自殺」及「電氣因素」等類別，明顯高於女性。因此應加強男性之消防安全教育訓練，而女性遭受火災風險雖相對較低，可增強宣導火災應變，避難逃生知識，降低火災傷亡率。

四、防範極端氣候造成傷亡，應檢測公共安全及關注照護高齡弱勢族群。

本市 107 年水患傷亡人數 14 人，其中男性 9 人、女性 5 人。傷亡主因為：

- (一) 用路安全：豪雨沖刷造成路面突塌陷，機車騎士為閃避而摔傷；
- (二) 高齡族群：高齡長者行動不便，災害應變力降低，避難不及、容易滑倒。

五、本市天然災害傷亡人數女性占比略高於男性，但無明顯差異。

本市近 5 年風災傷亡人數男性平均占 48%，女性占 52%；震災傷亡人數男性平均占 48%，女性占 52%。

柒、參考資料

1. 臺南市政府消防局火災統計資料
<http://119.tainan.gov.tw/download.asp?nsub=D0A600>
2. 內政部消防署全球資訊網
<http://www.nfa.gov.tw/>
3. 縣市重要統計指標
<http://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/dialog/statfile9.asp>
4. 臺南市政府統計月報
<https://account.tainan.gov.tw/News.aspx?n=43&sms=9366>
5. 行政院性別平等會 重要性別統計資料庫
https://www.gender ey.gov.tw/gecdb/Stat_Statistics_Field.aspx

捌、附錄

一、統計模型

本文以 Cox 過程(Cox process)建立火災傷亡人數之統計模型，令 Y_t 及 X_t 分別為時間點 t 之火災傷亡人數與人口數：

$$Y_t \sim \text{Poisson}\left(b_t \cdot \left(\frac{m_t}{30}\right) \cdot X_t\right),$$

其中參數 b_t 之意義為(月)火災傷亡率，即每十萬人口該地區 30 日內因火災傷亡之人數； m_t 為時間 t 代表月份之天數； Y_t 服從 Poisson 分布。為刻劃不同月份火災傷亡率，及其隨時間變化趨勢，進一步將參數 b_t 表示為

$$b_t = \sum_{k=0}^{11} \theta_k(t) \phi_k(t),$$

其中

$\phi_0(t)=1$, $\phi_1(t)=\cos(\omega t)$, $\phi_2(t)=\sin(\omega t)$, $\phi_3(t)=\cos(2\omega t)$, $\phi_4(t)=\sin(2\omega t)$, ..., $\phi_{11}(t)=\cos(6\omega t)$, $\omega=2\pi/12$, 而係數 $\theta_t=(\theta_0(t), \theta_1(t), \dots, \theta_{11}(t))^T$ 為隨機過程，滿足

$$\theta_t = \theta_{t-1} + w_t, \quad w_t \sim \text{MVN}(\mu_w, \Sigma_w),$$

多維常態分佈 w_t 之平均假設為 $\mu_w=(\delta, 0, \dots, 0)^T$ ，代表各月份火災傷亡率有平均為 δ 之隨機線性增加量，而各月份之差異平均無變化趨勢；共變異矩陣則設定為對角矩陣 $\Sigma_w = \text{diag}(\sigma_w^2)$ 。

綜上所述，本市火災傷亡人數模型設定為以下狀態空間(state-space)形式：

$$Y_t \sim \text{Poisson}(\lambda_t), \quad \lambda_t = F_t^T \theta_t,$$

$$\theta_t = \theta_{t-1} + w_t, \quad w_t \sim \text{MVN}(\mu_w, \Sigma_w),$$

其中 $F_t=(\phi_0(t)(\frac{m_t}{30})X_t, \phi_1(t)(\frac{m_t}{30})X_t, \dots, \phi_{11}(t)(\frac{m_t}{30})X_t)^T$ 視為迴歸因子。

二、資料結構：

時間序列資料 $D_{60} = \{(Y_t, X_t) : t=1, 2, \dots, 60\}$ ，其中 Y_t 及 X_t 分別為時間點 t 該行政區之火災傷亡人數與人口數，而時間點 $t=1, 2, \dots, 60$ ，代表 103 年 1 月，103 年 2 月， \dots ，107 年 12 月。

目標為依據隨時間更新的資料 D_t ，估計以下模型參數：

- 迴歸係數 θ_t 於時間 t 的後驗分佈 $\theta_t | D_t \sim [m_t, C_t]$ 之平均 $m_t = E[\theta_t | D_t]$ 及共變異矩陣 $C_t = \text{Var}[\theta_t | D_t]$
- 隨機項 w_t 之平均 μ_w 與變異數 σ_w^2

三、估計步驟(參考 West and Harrison (1997) Chapter 14³)：

Step 0. 設定迴歸係數 θ_t 的初始分佈 $\theta_0 | D_0 \sim [m_0, C_0]$

依據本市 99-102 年資料做為初始估計⁴： $m_0 = (\sum Y_t / \sum X_t, 0, \dots, 0)^T$ ，時間點 t 取和 99-102 年各月份，即設定初始各月份火災發生率均等於 99-102 年平均火災發生率；假設 $C_0 = \text{diag}(\kappa^2)$ ， κ^2 控制模型之複雜度，將由預測誤差決定。

假設 $\theta_{t-1} | D_{t-1} \sim [m_{t-1}, C_{t-1}]$ ，依序迭代計算 **Step 1** 至 **Step 4**

Step 1. 依據資料 D_{t-1} ，計算下一時間 t 參數 (λ_t, θ_t) 的預測分佈動差

$$(\lambda_t, \theta_t)^T | D_{t-1} \sim \left[\begin{pmatrix} f_t \\ a_t \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} q_t & F^T R_t \\ R_t F_t & R_t \end{pmatrix} \right]$$

其中，

$$a_t = m_{t-1} + \hat{\mu}_w, \quad f_t = F_t^T a_t$$

$$R_t = C_{t-1} + \hat{\Sigma}_w, \quad q_t = F_t^T R_t F_t$$

3 West, M. and Harrison, J. (1997), Bayesian Forecasting and Dynamic Models, Springer-Verlag, New York, Inc, 2nd ed.

4 101 年北門區及 105 年安平區二筆重大傷亡數據設為 0。

Step 2. 以 $\text{Gamma}(\alpha_t, \beta_t)$ 分佈近似 $\lambda_t|D_{t-1}$

$$\lambda_t|D_{t-1} \sim \text{Gamma}(\alpha_t, \beta_t), \quad \alpha_t = f_t^2/q_t, \quad \beta_t = f_t/q_t$$

Step 3. 依據時間 t 發生的數據 (y_t, x_t) 更新參數 λ_t 的分佈

$$\lambda_t|D_t \sim \text{Gamma}(\alpha_t + y_t, \beta_t + 1)$$

$$f_t^* = E[\lambda_t|D_t] = (\alpha_t + y_t)/(\beta_t + 1), \quad q_t^* = (\alpha_t + y_t)/(\beta_t + 1)^2$$

Step 4. 以線性貝氏估計式更新參數 θ_t 的分佈

$$\theta_t|D_t \sim [m_t, C_t]$$

$$m_t = a_t + R_t F_t (f_t^* - f_t)/q_t, \quad C_t = R_t - R_t F_t F_t^T R_t (1 - q_t^*/q_t)/q_t$$

上述計算步驟中參數 $C_0 = \text{diag}(\kappa^2)$ 、 $\hat{\mu}_w = (\hat{\delta}, 0, \dots, 0)^T$ 及 $\hat{\Sigma}_w = \text{diag}(\hat{\sigma}_w^2)$ 之選擇方式為使下式最小化

$$(\kappa^2, \hat{\delta}, \hat{\sigma}_w^2) = \text{argmin} \sum_t -y_t \log(f_t) + f_t$$

四、統計推論：

108 年 h 月平均火災傷亡人數之估計為 $\hat{E}[\lambda_{60+h}|D_{60}] = F_{60}^T (m_{60} + h \hat{\mu})$ ，而預測區間及標準誤，則以蒙地卡羅方法模擬建立(假使傷亡人數之平均預測人數小於或等於零，則將估計值及其預測區間設為零)。各行政區分別依據其火災傷亡人數及人口數估計，再加總各區預測人數做為全市預測值。

五、模型診斷

表 21 顯示每月火災傷亡人數分佈，與 Poisson 分布假設所估計之比率大致相符，惟可觀察到，高傷亡人數比率相對較低估，可能導致低估傷亡人數(如表 22 之 105 年估計人數)。因此，重大傷亡情形不在本文模型適用範圍。

表 22 中估計人數逐年下降，反映本市火災傷亡數下降趨勢，惟 106-107 年殘差值偏高，顯示近 2 年傷亡人數下降幅度，超出模型線性趨勢假設所預期。

表 21 本市 103-107 年單一月份火災傷亡人數估計

	0 人	1 人	2 人	3-10 人	超過 10 人
實際比率	95.86×10^{-2}	3.33×10^{-2}	4.95×10^{-3}	2.70×10^{-3}	4.50×10^{-4}
估計比率	94.13×10^{-2}	5.34×10^{-2}	4.65×10^{-3}	0.68×10^{-3}	2.04×10^{-9}

表 22 本市 103-107 年火災傷亡人數估計

	103 年	104 年	105 年	106 年	107 年
實際人數	31	28	41	18	16
估計人數	32.02	29.99	29.79	27.13	25.15
殘差	1.02	1.99	-11.21	9.13	9.15