

高速公路二次事故之初探

曾平毅¹、游書昀²

摘 要

在高速公路發生交通事故後，常造成上游路段車流行駛速率降低、車流率降低或車流受阻等影響，面對此種車流變化的情形，如上游路段有駕駛人因速率或跟車距離控制不當，常發現有第二件事故接連發生的情形。從交通管理單位的立場，若能掌握此二次事故(Secondary Accident)的特性，才可能研擬相對應的改善對策。本研究以國道一號高速公路之楊梅至頭份路段（雙向）為研究範圍，利用最近五年的全般交通事故資料（包括 A1, A2 及 A3 事故），進行二次事故的發生特性研究。經以此路段之單一車輛自撞及兩車事故為基礎，嘗試界定二次事故經常發生的時空特性。就實務工作而言，輕微事故或可立即排除之事故，目前國道公路警察局會以電話方式或運用社群媒體，告知或宣導用路人排除至安全或不影響後方車流之處所，以確保安全及車流運行。惟對於無法立即排除或因事故當時車流量大，致發生後即造成上游回堵之情形則無法避免，因此常引發上游路段第二件或第三件交通事故。經以實證資料探討，建議可將高速公路的二次事故定義為『在高速公路同向行駛之車道上，下游處發生交通事故 30 分鐘內，影響上游處 1.5 公里範圍而發生第 2 件以上之交通事故。』建議後續研究可進一步探討相關的事故特性與研擬合宜之因應對策。

關鍵詞：高速公路、交通事故、二次事故、事故特性分析

一、緒 論

高速公路行車速率相對於一般道路高，可有效縮短旅運時間，但也有相對風險，如事故嚴重性較一般道路高，或因事故發生後，其封閉型道路的特性，使車輛無法自由進出，導致旅行時間延長，也因此使運送成本增加。美國學者研究美國 I-880 號高速公路，其中交通事故佔高速公路每日總延滯(daily delay)13%以上(Kwon, et al, 2006)。因此，如能有效減少事故發生，將能使高速公路運輸效能提升，故交通事故之防制一直是公部門努力的目標。根據國道公路警察局統計，我國高速公路 103 年至 106 年全般交通事故件數分別為 23,214 件、26,918 件、31,109 件及 31,116 件，依照件數之比較，有上

¹中央警察大學交通學系教授（聯絡地址：桃園市龜山區樹人路 56 號，電話：03-3281991，E-mail：una139@mail.cpu.edu.tw）。

²中央警察大學交通管理研究所碩士班研究生。

升之趨勢(圖1)。又因交通事故具有隨機性、突發性、屢發性、社會性及不可預測之特性(艾嘉銘, 2010), 故如何防制交通事故發生, 進而保障用路人行車安全, 為執法單位之重要課題。

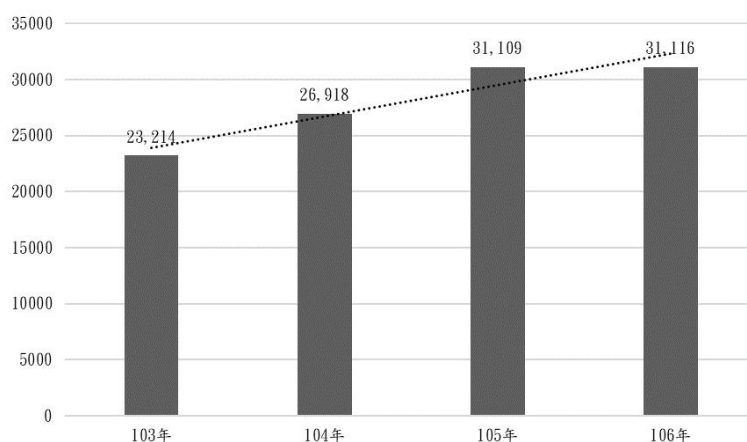


圖 1 103 年至 106 年高速公路交通事故發生件數統計圖

在現場處理交通事故或排除過程中, 常發生未抵達派遣事故現場或排除中又發生事故之狀況。從車輛運行之觀念上, 交通事故發生後, 車流受阻, 在高速公路單向封閉的系統中, 無疑會使道路服務水準降低, 行車速率減慢, 造成後方車流回堵, 回堵車流中之用路人如未注意車前狀態或未保持行車安全距離, 即常發生另一件事。因此常有下游路段一件事發生後, 上游路段再發生第二件或第三件連續事故之現象。造成此現象之原因多為瓶頸(bottleneck)產生後, 車流之不穩定度增加, 亦可從事故之撞擊型態之追撞及肇事因素之未保持行車安全距離得到印證, 雖研究指出在高強度執法上對於高速公路車流之穩定度具有一定之效果(陳銘烈等人, 1996), 惟在已發生事故之現場再派遣警力執法恐生質疑, 且對於現行警力派遣上難以實現。

在高速公路上發生的交通事故所占用之時間可能僅有一小部分, 但是交通事故所造成之車流衝擊, 經常是影響車流運行最鉅的, 且交通事故的隨機性, 將使用路人行駛在高速公路上, 產生是否會經過擁塞路段的不確定感, 亦會對收費道路之服務效率有所質疑。交通事故之發生造成事故當事人的不便與困擾, 除產生生命、身體及財產之損失外, 其心理壓力及和解賠償等均為社會所需負擔之成本, 在一件僅有財損之事故, 當事人往往就要負擔十萬元以上之賠償金額, 如至人受傷或死亡更, 賠償金額則可達數百萬元(陳高村與許志誠, 2003), 而對於其他用路人而言, 在講求高速運行之高速公路上如遇運行速度減慢或行車受阻, 更是一種不便。每件交通事故在經濟損失之推估上, 均須考量全部受阻之車流。因此如何防制事故為實務機關及學術界時常探討之問題。

國內針對高速公路事故處理、防制及肇因分析均有一定程度之研究可供參考, 惟對於下游路段發生事故後所生之二次事故文獻較為缺乏。故本研究研究重點在於: 蒐集國道 1 號南北向楊梅至頭份路段事故資料, 探討二次事

故發生之原因及防制對策，以提供相關單位研擬防制事故措施之參考。

二、公路二次事故之定義

2.1 國內對於二次事故之定義

我國所稱二次事故，目前在學術文獻及相關管理或執行機關，僅作相關宣導或於文獻內容(楊宗璟等人，2012)中出現，但未針對此類事故進行定義。僅立法委員黃國書曾在社群網站論及二次事故，並將之定義為「在發生交通事故後，由於救援方式的疏忽或當事人的錯誤行為而引起的事故」(黃國書，2017)。從語意及觀念上來看，是因為救援方式或當事人的行為造成事故，未探討車流狀況，與本身發生事故之當事人有關，即原發生事故之當事人於二次事故中又再次參與。

2.2 國外對於二次事故之定義

Raub(1997)認為決定二次事故之發生是否受前一件事故影響有其困難性，第二件之事故發生有可能確實受到初始事件影響，亦有可能是獨立事件，故其空間及時間之定義極為重要，此二項參數將影響研究二次事故之案件數量。Richard 在參考學者 Lindley 及 Tignor 的研究後，將初始事件影響之時間訂為 t_e ，排除初始事件的時間訂為 t_{1st} ，交通流量恢復成原本狀況而言，以 Raub 本身之觀察，定為 15 分鐘，故 $t_e = t_{1st} + 15$ ，亦即在初始事故排除後的 15 分鐘內又發生之事故，均為探討的對象。

就空間部分，Raub 認為如果第二件以上之事故發生在相同地點，則受初始事故影響之可能性則非常有關。至於影響之範圍如何，則視當時道路之交通流量而定，Raub 在當時之尖峰時刻實際觀察的影響範圍，定空間影響範圍大約為 1,600 公尺，以圖形(圖 2)說明二次事故之定義，初始事件發生在(0,0)之座標軸上，A 點及 B 點與初始事件發生於相同位置，故可能與初始事件相關；D 點與 E 點發生之時間及距離在前述定義之空間及時間範圍內，故亦可能與初始事件相關；C、F、G 點則因超過範圍，則視為獨立事件。

美國學者 Moore 等人(2004)則進一步補充早期學者對於二次事故之定義。Moore 等人認為二次事故會發生是因為產生擁擠之停等車隊(Queue)，而停等車隊之產生乃是由於公路事件(Incident)，即使是路肩之故障車輛均可能對雙向交通帶來影響。因此他們將二次事故定義為「因初始交通事故或事件(Initial Accident or Incident)，導致道路容量降低而產生之高密度車隊之邊界所生之事故，或與初始事故同向之車輛，因為初始事故造成之等候車流，而發生之事故。」

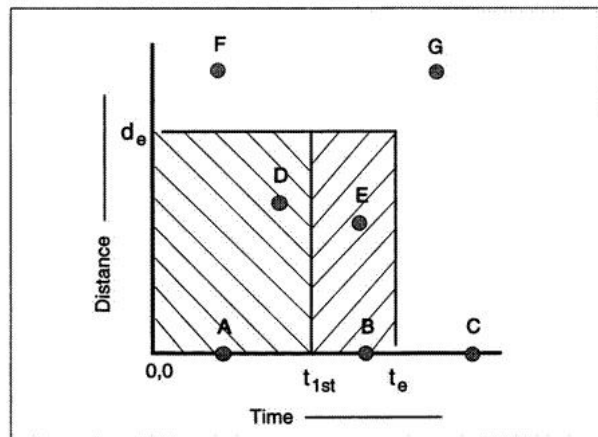


圖 2 二次事故與初始事件之時間-距離關係圖(資料來源：Raub，1997)

基於前述定義，Moore 等人分析加州公路 1998 年 12 月、1999 年 3 月、5 月及 7 月由 FIRST(First Incident Response Service Tracking)所紀錄之初始事件（包含各類交通事件通報）共 84,684 件，利用以下四階段過濾程序來分析資料（圖 3）：

- 1 設定兩事件發生之時間範圍為 2 小時，空間範圍 2 英哩，篩選出 31,259 件。
- 2 排除發生於下游之交通事故及非交通事故事件，篩選出 529 件。
- 3 分析交通事故調查報告資料，刪除重複事件或連鎖交通事故，篩選出 192 件。

透過當時於道路所安裝之車輛偵測器測得之流量及佔有率資料，尋找衝擊波(Shock Wave)所在位置，並比對與二次事故位置之關係，具有此類資料之相應事故 16 件。

從前述 16 件中，再逐筆分析是否因受阻之車隊造成二次事故，結果顯示，發生於擁擠車隊者的二次事故僅 5 件。

另外 Moore 等人(2004)也比較二次事故與連鎖事故(Chain Reaction Accidents)之不同；二次事故是因為初始事故（包含連鎖事故）造成之等候車流或交通壅擠而發生的事故，亦即連鎖事故是在初始事故後即發生，或之後的幾秒鐘內再與初始事件發生碰撞之事故，與國內所稱二次事故類似。

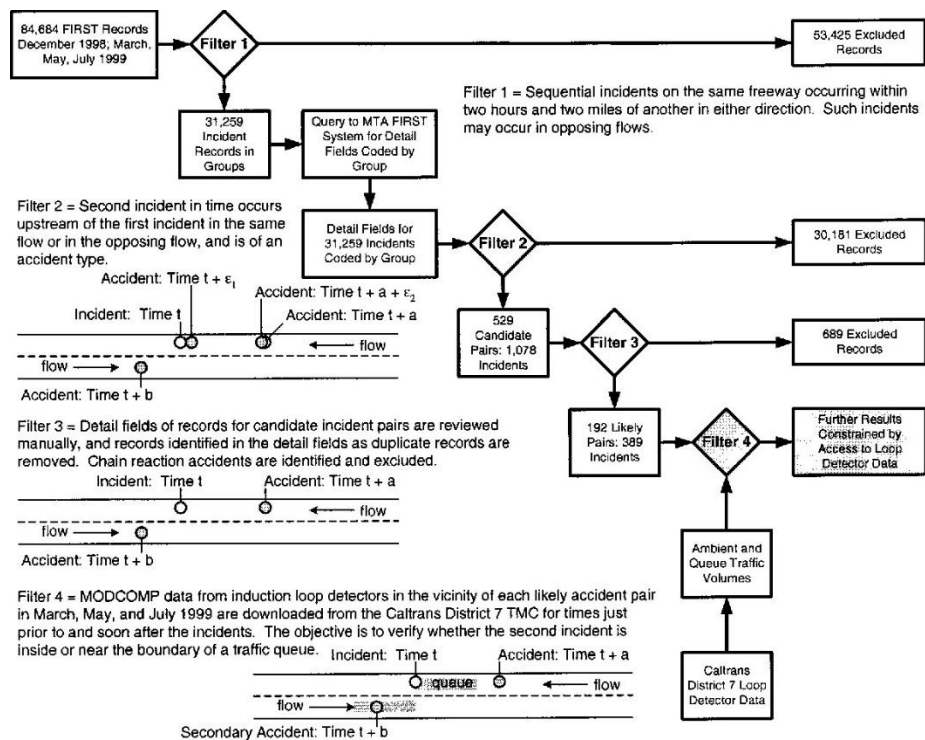


圖 3 Moore 等人(2004)分析二次事故之流程圖(資料來源：Moore 等人，2004)。

2.3 小結

本研究將以國外學者對於二次事故(Secondary Accident)之定義進行研究，即因初始事件之發生，造成下游處車流受阻形成車隊，而使後方發生第二件以上之事故為定義，再予以適合我國高速公路資料特性之方式修改。國外學者研究二次事故時，包含道路上之故障車、施工、掉落物、交通事故天氣狀況等各類事件，本研究因筆者研究能量，將排除前述非交通事故事件，僅考慮交通事故，作為探討二次事故之依據。

三、高速公路楊梅至頭份路段之事故統計資料

二次事故定義為在一定時間及空間範圍內(上下游關係)，因下游處發生事故，導致上游處因車流受影響而再發生事故之情況，已如前述。而時間及空間之範圍在本研究中該如何界定？高速公路發生事故後，因車輛占用車道產生之瓶頸，造成流量及行車速率降低，至事故排除，使瓶頸消失後，方能使流量恢復，本研究將利用事故發生及排除時間、國外文獻及本研究統計之二次事故資料，對二次事故之空間範圍擬定，探討於我國高速公路可能發生二次事故的空間及時間範圍。

3.1 資料來源

本研究先透過國道公路警察局之交通事故資料統計，選取 103 年至 107 年之所有交通事故資料（包含 A1, A2 及 A3 事故），將交通事故當事人之個人資料移除後，再按照時間順序排列，資料呈現如表 1 所示。

表 1 楊梅至頭份路段交通事故基本資料表

編號	轄區	發生時間	發生地點
1030124X10037	國道公路警察局第二公路警察大隊	2014/1/1 15:50	國道：新竹縣湖口鄉國道 1 號 75 公里 900 公尺處北向外側
1030124X10060	國道公路警察局第二公路警察大隊	2014/1/2 06:10	國道：新竹縣寶山鄉國道 1 號 98 公里 200 公尺處北向外側
1030124X10077	國道公路警察局第二公路警察大隊	2014/1/2 12:20	國道：新竹縣寶山鄉國道 1 號 106 公里南向外側
			
10712A24XZC3023	國道公路警察局第二公路警察大隊	2018/12/31 18:05	國道：新竹市東區國道 1 號 93 公里 500 公尺處北側向交流道
10712A24XZC3027	國道公路警察局第二公路警察大隊	2018/12/31 09:30	國道：新竹縣湖口鄉國道 1 號 86 公里南側向服務區
10712A24XZC3028	國道公路警察局第二公路警察大隊	2018/12/31 23:00	國道：新竹縣湖口鄉國道 1 號 84 公里 800 公尺處南側向內側

經彙整統計後，103 年至 107 年楊梅至頭份路段所轄事故資料共 11,381 筆，南向 5,941 件、北向 5,440 件。本研究將排除服務區及交流道內之交通事故，選取主線上、加、減速車道及路肩等發生之交通事故，再依照前述交通事故之資料範圍之尋找方法，定義合理之二次事故內涵後，據以統計二次事故在楊梅至頭份路段發生之情形。

3.2 事故發生及排除時間統計分析

現行國道公路之交通事故處理，係各公路警察大隊勤務指揮中心接獲通報後，派遣各分隊員警至現場處理，各分隊員警至現場先回報後，再予以管制、測繪、排除。以第二公路警察大隊為例，交通事故發生，經通報後，派遣距離事故範圍最近之巡邏車前往事故現場，此處所指最近之巡邏車為順向前往事故地點上游處距離最短之巡邏車。員警抵達現場後，依據國道公路警察局之交通事故現場處理作業規定處理，並於排除後通再報勤務指揮中心做成紀錄，將事故當事人帶往安全處所進行資料填寫、筆錄製作及相關說明等。

在交通事故排除前，占用道路時間之長短係影響後方車流之重要因素。本研究將以「排除時間」與「發生時間」的差，作為「占用道路時間」之依據。以 107 年 12 月份楊梅至頭份路段全部 243 件交通事故之發生至排除時間（如表 2）為例計算後，其平均值為 27 分鐘。

表 2 楊梅至頭份路段交通事故平均占用道路時間統計表

案件編號	發生時間	排除時間	占用道路時間
1	2018/12/1 10:13	2018/12/1 10:50	0:37
2	2018/12/1 10:25	2018/12/1 11:03	0:38
3	2018/12/1 10:10	2018/12/1 10:35	0:25
4	2018/12/1 10:35	2018/12/1 11:07	0:32
			
240	2018/12/31 18:05	2018/12/31 18:15	0:10
241	2018/12/31 19:30	2018/12/31 19:35	0:05
242	2018/12/31 19:20	2018/12/31 19:57	0:37
243	2018/12/31 23:00	2018/12/31 23:01	0:01
平均占用道路時間			0:27

四、高速公路楊梅至頭份路段二次事故分析

本研究利用前述取得之交通事故平均占用道路時間，以及國外文獻及本研究範圍之交通事故資料，取得合理的空間範圍，再適當擬定二次事故之範圍。

4.1 受影響之路段之時間範圍

交通事故自發生至排除所產生之時間，為影響後方車流之時間。在發生時間之登載部分，目前係由員警實際受理案件後，透過事故當事人之報案記錄或行車影像記錄取得發生時間，至於排除時間則為員警至現場處理完畢帶離後回報勤務指揮中心之時間。由表 2 交通事故案件平均占用道路時間之計算，及便利統計分組，將採 30 分鐘為交通事故後車輛占用道路時間。

4.2 二次事故的界定

在本研究之標的中，因交通事故而受影響之路段範圍之訂定，可能因為路段本身車流量大，而受初始交通事故影響而迅速降低服務水準，或因該路段已回堵，發生事故後造成回堵程度更加嚴重，故空間範圍將逕以二次事故發生之案件量分佈數據擬定。

4.2.1 建立交通事故發生之距離-時間表

將前述交通事故資料（表 1）整理後，以發生地點相距在 0 至 0.1 公里，0.1 公里至 0.5 公里，0.5 公里至 1 公里…等，發生時間在 0 至 1 分鐘，1 分鐘至 5 分鐘內，5 分鐘至 10 分鐘內…等之事故，以此類推至 4 公里至 30 分鐘進行分組，如表 3（南向）及表 4（北向）所示，並繪製關係圖如圖 4（南向）及圖 5（北向）。

表 3 交通事故發生之距離-時間表(南向)

距離 (km) 時間 (min)	0-0.1	0.1-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	總計 (件)
0-1	99	8	3	0	2	1	2	0	2	117
1-5	166	18	8	2	11	2	4	1	5	217
5-10	137	11	4	0	3	1	5	2	3	166
10-15	124	1	8	3	2	0	4	2	1	145
15-20	134	7	7	0	8	3	4	3	4	170
20-25	113	7	5	4	2	2	4	4	4	145
25-30	142	4	6	4	4	4	6	2	2	174
總計	915	56	41	13	32	13	29	14	21	1,134

表 4 交通事故發生之距離-時間表(北向)

距離 (km) 時間 (min)	0-0.1	0.1-0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	總計 (件)
0-1	77	10	5	2	2	0	1	0	1	98
1-5	101	34	12	12	4	6	4	3	0	176
5-10	77	13	9	7	4	4	1	4	3	122
10-15	47	8	10	8	9	4	3	8	5	102
15-20	49	5	5	2	3	10	4	6	4	88
20-25	46	4	7	8	5	5	3	11	5	94
25-30	66	6	6	8	5	5	8	2	2	108
總計	463	80	54	47	32	34	24	34	20	788

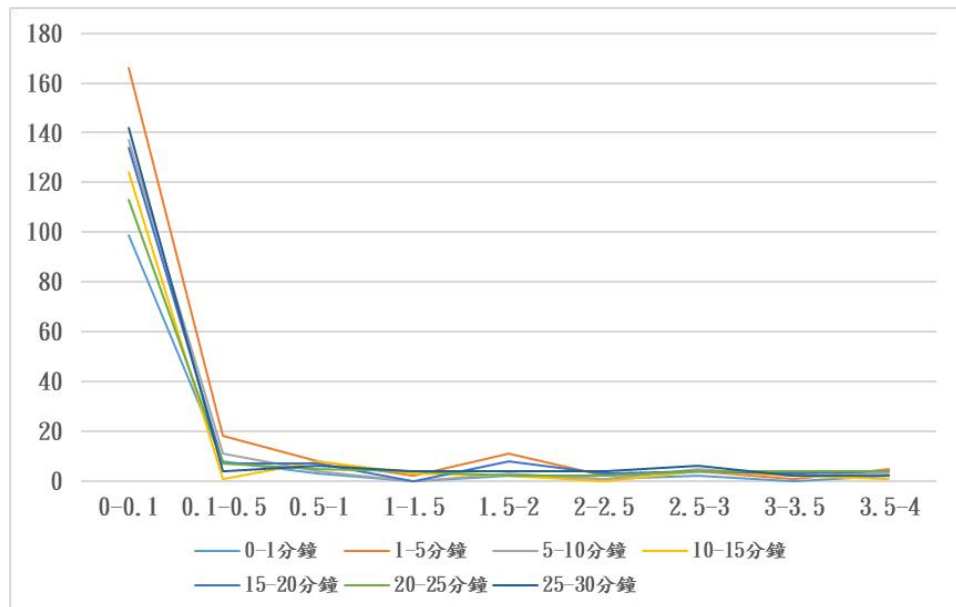


圖 4 發生二次事故件數之時間與空間分布(南向)

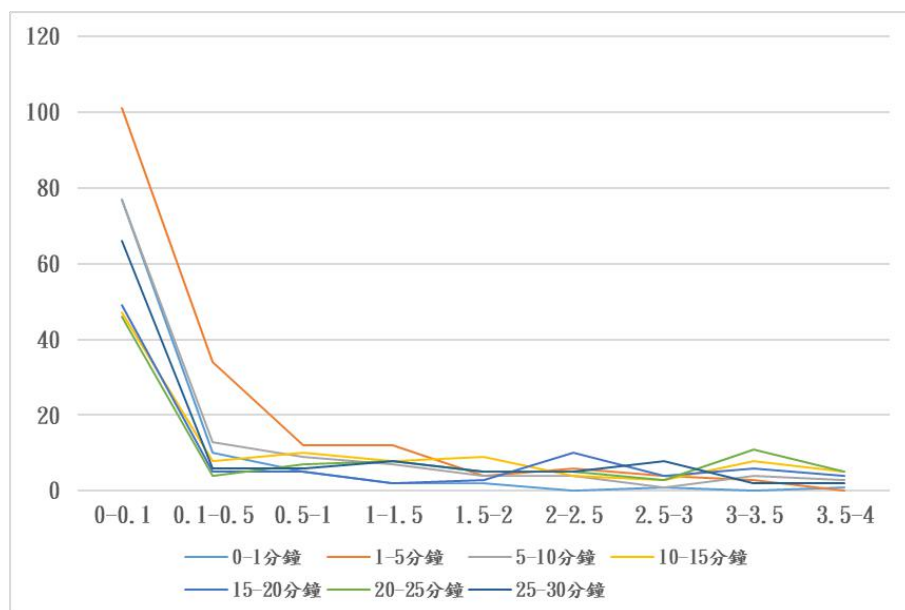


圖 5 發生二次事故件數之時間與空間分布(北向)

表 3 及表 4 所列因下游交通事故導致上游又發生交通事故共 1,922 件，其中南向 1,134 件，北向 788 件。南向發生之二次事故高於北向 18%。

進一步分析表 3 及表 4 資料，若以距離第一件事故之二次事故距離累計統計分配分析（圖 7），似可將二次事故之空間範圍定義為 1.5 公里，因為分別可涵蓋北向及南向二次事故之 81.7%及 90.3%。

換言之，本研究利用中山高速公路楊梅至頭份路段的事故資料，建議可定義臺灣高速公路之二次事故為：

『在高速公路同向行駛之車道上，下游處發生交通事故 30 分鐘內，影響上游處 1.5 公里範圍而發生第 2 件以上之交通事故。』

4.3 受影響之路段之空間範圍

就表 3 及表 4 或圖 4 及圖 5 的二次事故發生時間與距離關係中可發現，在 30 分鐘內距離原第一次事故 0.1 公里內所佔比例最高，其中北向為 58%，南向為 81%。依本研究定義之二次事故範圍，在 30 分鐘且 1.5 公里內者，南向為 1,025 件，北向為 644 件，總共 1,669 件，分別佔所有南向事故 17.3%，所有北向事故 11.8%，總事故之 14.6%。

值得注意的是，超過 0.1 公里之範圍後，二次事故之件數大幅下降，其圖形分配與美國於 1997 年調查之分配圖形類似。依據 Raub 當時之調查（如圖 6），超過 33% 之二次事故發生在 200 公尺內，大約 2/3 之二次事故發生在 800 公尺內。

依本研究之資料分析發現，距離第一次事故在 0.1 公里內發生二次事故之比例超過 33%。在北向方面，範圍 500 公尺內發生的二次事故超過 2/3，大約 68%，而南向部分則是在 500 公尺範圍內已達 85%。若依本研究之定義，1.5 公里內之二次事故，南北向比例分別為 90.3% 及 81.7%。也就是說，約有 86% 的二次事故發生在第一次事故上游 1.5 公里的範圍內（參見圖 7）。

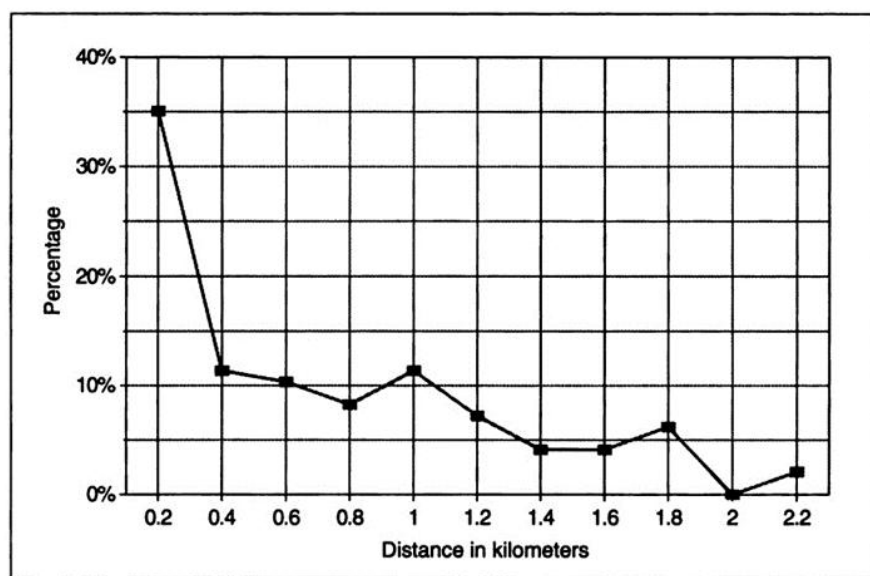


圖 6 二次事故與初始事件之距離比例分配圖(資料來源：Raub, 1997)

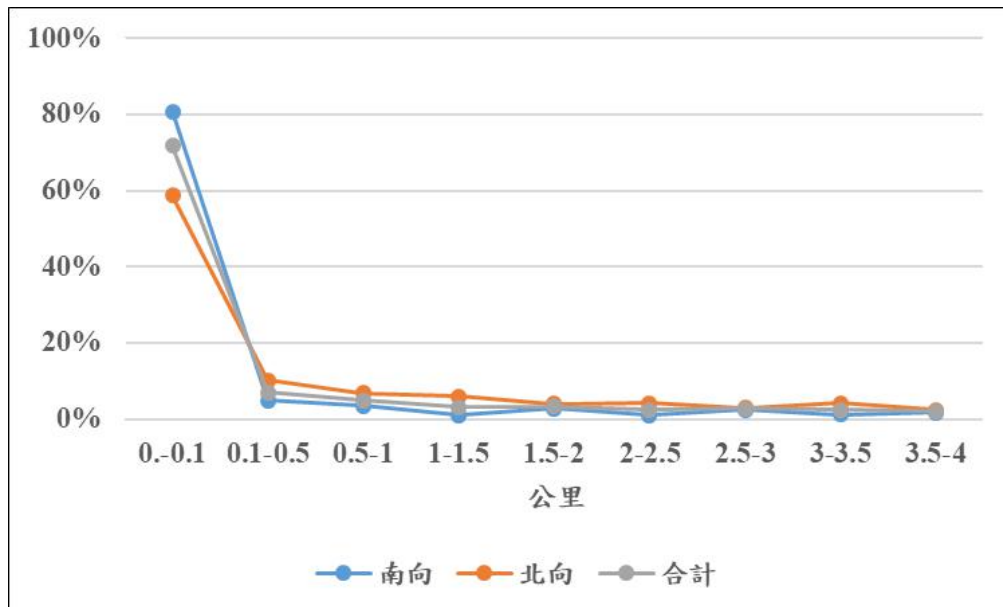


圖 7 國道一號楊梅至頭份路段二次事故與初始事件之距離比例分配圖

五、結 語

本研究參考國外文獻，嘗試定義國外學者所稱二次事故，並以高速公路楊梅至頭份路段之交通事故，統計該區域之二次事故特性。由本研究統計發現，5 年中（103 年至 107 年）發生二次事故之比例約 14.6%。所有的二次事故案件中，有 86% 的二次事故發生在 1.5 公里的範圍內，尤其集中在 0.5 公里內。事實上，0.1 公里的範圍內已經高達 71.7%，此特性顯示，在用路人行駛於初始事故上游時，接近下游事故的 500 公尺內，發生二次事故的可能性會增加，在此範圍內的行車更應保持警覺。

現行交通事故紀錄較為紊亂，在高速公路作業人員包含員警、拖吊人員、事故警戒人員、工程人員、救護人員及消防人員等，前述人員均有各自之系統回報到場、排除或發生時間等，惟缺乏統一平台供紀錄及存取，建議公路主管機關能夠建立共用平台，以利勤務調度、案件派遣及記錄。

高速公路發生交通事故後，對於當事人及其他用路人之危險性高於一般道路甚多，又因高速公路具有車速快、封閉型之特性，於夜間無照明路段對於事故當事人之安全危害風險更高，故輕微事故排除至安全處所，減少對車流之衝擊為較佳之方案。簡言之，防範二次事故發生，首要為排除初始事件。目前國道公路警察局對於 A3 類輕微車損事故，車輛可移動者，會先請事故當事人注意自身安全，再行照相採證(標繪)或提供行車影像紀錄，並引導用路人將車輛駛往最近之國道警察駐地、服務區、地磅站或其它安全處等候員警到場處理。美國加州公路警察則有提供 Freeway Service Patrol(FSP)，

在特定區域及尖峰壅塞路段巡邏，遇有車輛故障於車道上或道路上障礙物等，能夠迅速排除，將高速公路之運行效率最大化。

本研究係自楊梅至頭份路段之所有事故資料中取得二次事故之距離時間關係，建議後續研究可將相關交通參數導入，如事故發生前後之車流率、車速及佔有率等資訊進行分析，尋找出確實因初始事件所造成的二次事故。

因二次交通事故通常在事故資料庫中未特別註明，導致研究此類事故的困難性較大。目前已有國外學者利用車輛偵測器以動態方式偵測衝擊波，以初始事件發生後為基準，透過多組車輛偵測器更新及回傳數據，精準計算二次事故之發生地點及類型，此有賴健全之事故通報系統及即時之交通量資料整合建立。

參考文獻

艾嘉銘(2010)，重現型高速公路肇事路段與肇事因素之研究，逢甲大學土木暨水利工程博士學位學程博士論文。

陳銘烈、蘇志強、蔡宗益(1996)，「高速公路執法強度與車流特性實證研究」，86年道路交通安全與執法研討會論文集，頁74-88。

陳高村、許志誠(2003)，「道路交通事故損害賠償成本推估之研究」，運輸計劃季刊，第32卷第2期，頁368-389。

黃國書(2017)，二次事故之定義及降低二次事故發生之作法，擷取日期：2019年7月7日，網站：<https://www.facebook.com/566381323386617/photos/a.939453879412691/1685747388116666/?type=3&theater>。

楊宗璟、艾嘉銘、黃啟倡、吳姿樺(2012)，「高速公路中部路段事故處理時間影響因素分析與事故處理程序探究」，101年道路交通安全與執法研討會論文集，頁235-250。

Kwon, J., Mauch, M., and Varaiya, P. (2006), "Components of Congestion: Delay from Incidents, Special Events, Lane Closures, Weather, Potential Ramp Metering Gain, and Excess Demand," *Transportation Research Record*, Vol.1959, pp.84-91.

Moore, J. E., Giuliano, G., and Cho, S. (2004), "Secondary Accident Rates on Los Angeles Freeways," *Journal of Transportation Engineering*, Vol.130, No.3 pp280-285.

Raub, R. A. (1997), "Secondary Crashes: An Important Component of Roadway Incident Management," *Transportation Quarterly*, Vol.51, No.3, pp.93-104.