

中部地區國道事故及散落物處理能量與最適組數分析

彭煥儒¹、楊淑娟²、張慈芸³、張洺璋⁴、黃啟倡⁵

摘要

交通事故與散落物的處置與排除速度不僅影響國道交通壅塞，也是國道交通安全的重要因子；目前在國道上以編組事故處理小組方式進行事故與散落物處置及排除，而事故小組編制則依一般各養護工務段轄區範圍進行編組，以及決定其處置範圍，而交通事故與散落物的產生則是一個隨機發生的結果，事故與散落物的發生與處置兩者之間，考驗著主管機關的應變能力。為縮短事故與散落物處置時間提供優質國道供用路人使用，本研究以中部路段為例，透過公路警察局的全般事故資料、中區交控中心的事故簡訊資料及事故處理派遣資料，統計分析交通事故與散落物之處理時間，以及兩前後相近事件之重疊時間分析；並進一步探討透過 QGIS 及地理運算套件，將座標之事故資料以 open street map 底圖進行套疊進行空間分析，並探討現況事故處理小組編制情形及駐點位置之適宜性；最後，透過分割式分群技術 k-means 找出事故與散落物之最適事故處理小組組數，和最適組數下之最適區位配置，以作為未來國道事故及散落物處理小組編組與選擇區位之參考。

關鍵字：事故與散落物處理、空間分析、分群、k-means

一、前言

交通事故與散落物的處置與排除速度不僅影響國道交通壅塞，也是國道交通安全的重要因子；目前在國道上以編組事故處理小組方式進行事故與散落物處置及排除，而事故小組編制則依一般各養護工務段轄區範圍進行編組，以及決定其處置範圍，而交通事故與散落物的產生則是一個隨機發生的結果，事故與散落物的發生與處置兩者之間，考驗著主管機關的應變能力。經統計 108 年 12 月底止，全台灣高速公路事故處理小組，其中北區 9 組、中區 5 組、南區 7 組，共 21 組事故處理小組，而其養護長度分別為北區 356 公里、中區 365 公里、南區 333 公里，其中以中區養護長度最長、配置組數最少，其所肩負的能量與壓力相對較大。而在經費及人力資源有限的情況下，各事故排除小組編制及設置位置，將影響了事故發生後，前往排除的時間，進而影響到整件事務處理的效率。從周玉藩(2011)的問卷分析高速公路交通事故處理滿意度來看，發現男性對於「筆錄完整及抵達時間因素」之滿意度較低，顯示對於事故發生後，事故排除小組抵達時間

¹ 交通部高速公路局中區養護工程分局分局長。

² 交通部高速公路局中區養護工程分局副分局長。

³ 交通部高速公路局中區養護工程分局交通管理科幫工程司。

⁴ 交通部高速公路局中區養護工程分局交通管理科工程員。

⁵ 道勤工程顧問有限公司執行長。

可以有改善之處。因此，如何在有限資源下設立足夠的事故排除小組，並且安排在合適的地點待命，就成了值得討論的課題。

本研究透過分群的大數據工具，分析中部地區高速公路發生交通事故之類型和地點特性，以進一步得知最佳的分群組數和位置，以研擬事故小組之派遣方式和管理方式。而在高速公路事故之分群上，鍾佩儒(2011)運用卜瓦松迴歸和負二項迴歸等監督式學習(Supervised learning)建構最佳空間分段下之高速公路事故頻次模式，並以國道一號事故資料進行空間分割，以固定路段模式(1公里)及交流道模式(兩兩交流道)進行劃分空間樣本之比較和分析。以1公里為劃分空間樣本原則時，小型車AADT、大型車AADT、最大下坡坡度及曲率半徑等變數對事故件數有顯著影響。此方法雖可以得知何種變數影響事故發生件數，但無法有效將事故對路段進行分群，僅能自己假設路段分割。

而在非監督式學習法(Unsupervised learning)，Aljofey 和 Alwagih(2018)利用階層式分群 Elbow 法對英國高速公路發生事故之時間和地點進行分群分析，將其分群成四種不同事故發生風險之群體。再透過分類工具決策樹將不同道路類型、環境因素、道路速限對於四種不同事故發生風險之群體進行分類。

相較於不需要事先決定分群組數之階層式分群，分割式分群 K-means 法則事先需要決定分群組數，才能進行分群分析。Kumar 和 Toshniwal(2016)利用 K-means 將事故分群成高風險、中風險和低風險之群體，再利用關聯規則(Association Rules)找出不同事故風險群體之特性。盛郁淳(2014)也用 K-means 法對高速公路事故以分時段方式進行集群分析，但發現分時段之樣本被分為一群的比例過高，此結果無法有效地辨識出高速公路事故比例在時間上之分布有相似型態的路段群。因此，分時段之交通事故分群僅能限用於小型資料檔之階層式分群法。Anderson(2009)則透過 GIS 和核密度方法計算易肇事地區後，再以 K-means 法根據易肇事地區和周邊地區之道路長度、行人通過量、交通號誌、公車站牌、學校等屬性進行分群，以界定何種屬性之地區屬於易肇事地點。

考量本分局各工務段轄區之先天地理條件，須先分作2大群再進行最適組數的分析，較為符合實際需求，故本研究以非監督式學習 K-means 法之特性限制分群組數，應用107年9月至108年8月高速公路事故簡訊資料及事故小組派遣資料一年期資料進行交通事故發生地點和特性分群之探討，並對現行中區高速公路事故排除小組之能量進行檢討，分述如下。

二、分群演算法

群集分析即是將資料集中的資料紀錄，又稱為資料點，加以分群成數個群集(cluster)，使得每個群集中的資料點間相似程度高於與其他群集中資料點的相似程度。主要目的是分析資料彼此間的相似程度，藉由分析所找到的群集結果，推論出有用、隱含、令人感興趣的特性和現象。在集群分析的過程中，並沒有預先指定好的類別資訊，也沒有任何資訊可以表示資料紀錄彼此之間是有相關的。

一般集群分析，有兩個要件，第一個是距離(distance)，即計算點與點以及群與群之間的相似程度，常見的演算法有歐式距離、曼哈頓距離，第二個則是中心點(Centroid)，即決定每群中心點的方法。分群方法最常見可分兩大類，第一類為階層式分群(Hierarchical Clustering)，如聚合式 Agglomerative(AGNES)、分裂式 Divisive(DIANA)、

其他如 CURE、BIRCH、CHAMELEON；第二類為切割式分群(Partitional Clustering)，如 K-means、k-medoid/PAM(Patition around medoid)。

K-means algorithm 為分割式分群(Partition-Based Clustering)演算法的一種，在 1967 年由 MacQueen 提出，源於訊號處理中一種向量量化的方法，現今則流行於資料探勘領域作為一種集群分析方法，為最簡單的非監督式學習(Unsupervised learning)方法，不需要有預先標記好的資料(unlabeled data)，按照樣本之間的距離大小，將資料集切成 k 群，讓群內的點盡量緊密地連在一起(越小越好)，而群與群之間的距離越大越好。數學式如下：

$$\operatorname{argmin} \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_j} \|X_j - \mu_i\|^2$$

$(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ 為給定的資料集合

$S = S_1, S_2, \dots, S_k$ 為分割的群組集合

μ_i 是群組 S_i 內所有元素 x_j 的重心，或叫中心點。

運算流程(如圖 1)：

1. 給定群數 k，隨機產生 k 個群聚中心點(資料空間之任意值)。
2. 計算每個資料點與每個中心點的距離。
3. 資料點與其最相近的中心點會被劃分成一群，形成 k 群。
4. 利用目前計算出的分群，重新計算中心點(平均每個點的值)。
5. 重複 2~4 的步驟，直到收斂為止(達到最大迭代次數或群中心點每次更換的變動距離最小)。

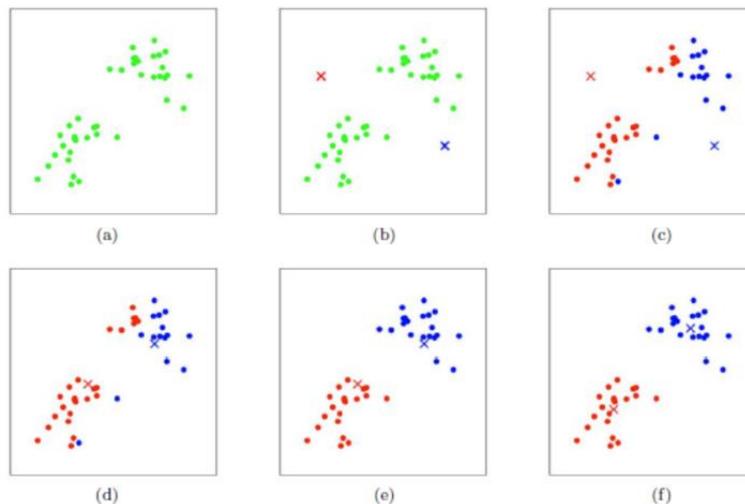


圖 1 K-means 分群法示意圖

K-means 分群法具有能即時更新群中心的特性，主要是不斷重複搜尋最近群心和更新群心位置兩個步驟，直到收斂為止，目的就是「使群內的總變異最小；使群間的總變異最大」，而如何找出最佳分群數，最常見為 Elbow method，利用組內變異數 SSE 來衡量分群的好壞，隨著分群數的增加，組內變異數 SSE 會不斷減少，此方法為增加分群數，分群效果並不能增強，因此存在一個「轉折點」，該點即為最佳分群數。例如圖 2，分群數從 1 到 3 下降最快，因此 3 為最佳分群數。Robert L. Thorndike (December 1953)

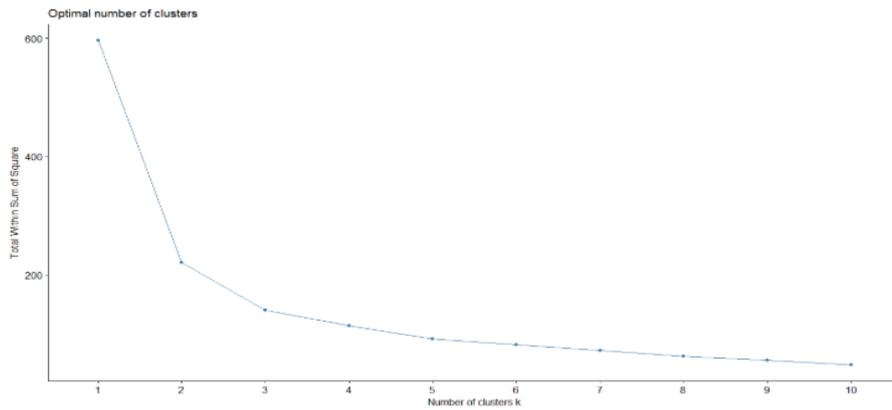


圖 2 各分群數之群內變異總和

三、國道中部地區事件處理統計分析

本研究以交控中心事故簡訊資料及事故班派遣資料為依據，進行資料清洗，確認可分析之資料內容及其完整度，彙整出事件時間及空間分析資料基礎，進而進行事件之處理時間、空間分析，以目前資源配置情形分為時間及空間兩面向進行分析，探討事故處理小組配置合適性相關議題，最後就目前資源分配進行檢討，以達資源有效配置之目的。

3.1 事故與散落物資料處理

3.1.1 現況組數配置

事故小組最主要工作為確保高速公路上排除障礙物，維持道路暢通，處理類型主要分為事故類及散落物類，中部地區事故小組共有 5 組，分屬於苗栗段、大甲段、斗南段、南投段等四個工務段，其固守範圍包含國一、國三、國四及國六，總轄長度共計 365 公里，其固守範圍、長度及駐地位置如表 1 所示。

表 1 中區事故小組配置說明

單位	組次	事故小組組別	固守範圍	駐地位置	轄區長度 (公里)
中區	1	苗栗組	國一 100.8k~173.5k 國四全線	泰安 (國 1 南 159.5k)	90
	2	大甲組	國三 110.703k~195.462k	苑裡 (國 3 北 156k)	85
	3	斗南組	國一 173.5k~251.1k	員林 (國 1 南 218.2k)	78
	4	南投北組	國三 195.432k~214k 國六全線	名間 (國 3 南 234.4k)	56
	5	南投南組	國三 214k~270k	東草屯 (國 6 東向 5k)	56
合計					365

3.1.2 資料處理說明

本研究所採用之資料，為中區交控中心通報資料庫中，事故簡訊通報資料為主要分析資料來源，共合併 107 年 9 月至 108 年 8 月一整年份資料進行分析，此外也將「中區事故處理班配置表」進行資料彙整，並且匯入政府開放資料的「高速公路交流道里程編號表」進行整併。透過資料清洗，剖析中區交控中心通報資料庫中的事故通報資料，能彙整得出事故編號、簡訊編號等...13 項資料，如表 2 所示。其中，事故時間、結束時間、主線、方向、里程等欄位，係自 108 年 5 月 30 日起才開始登載資料，其餘資料皆須自簡訊內容中，透過關鍵字進行簡訊內容文字探勘而得。

表 2 中區事故通報資料欄位表

編號	欄位名稱	屬性	樣式	備註
1	事件編號	序列	20190831001650	
2	簡訊編號	Na		空值
3	發送時間	日期/時間	2019/8/31 14:46	
4	事件時間	日期/時間	2019/8/31 14:23	2019.5.30 起有資料
5	結束時間	日期/時間	2019/8/31 14:47	2019.5.30 起有資料
6	主線	類別	國道 1 號	2019.5.30 起有資料
7	方向	類別	南向	2019.5.30 起有資料
8	里程	連續值	201k+000	2019.5.30 起有資料
9	通報次序	序列	結報	
10	簡訊內容	文字	中控通報 3 級 8/31,14:24 國 1 南向 201k(結報)2 小客車追撞事故占內車道,無人受傷 14:45 排除,回堵 2k 紓解中,來源 3 隊	內容不定
11	接收者	文字	陳○○, ●●段-值日, 林○○, 陳○○...	
12	發送簡訊人員	文字	autumn66	
13	通報層級	類別	第三層級	

每筆事故通報資料，共主要為初報及結報兩項組成，若事故影響層面較廣，則再初報與結報間另有通報，其記載為 1 報、2 報，依此類推。然而，簡訊內容大多有固定需要記載項目及格式，但因為發布簡訊單位及人員不同，因此，仍有部份簡訊格式及內容會有不同，因此，再進行簡訊內容的關鍵字搜尋及文字探勘時，何須找出關聯關係。從結報資料中，可彙整出：排除時間、線別/方向、位置、情況、受傷情況、壅塞情形及資訊來源等欄位。

但仍有部份簡訊，為詳細說明事故處理情況，或者是不依格式撰寫以及特殊車種等原因，使得在進行簡訊內容關鍵字搜尋時的難度提升，例如：「中控通報 2 級 4/22, 09:29 國 3 北向 119.1k(結報)1 重機+1 油罐車(609-XO, 載運物品無洩漏)追撞事故占外車道, 10:11 排除, 1 人受傷(重機騎士, 送苗栗為恭醫院), 無回堵, 來源 2 隊」則可能需要另外進行處理。

透過簡訊內容分析並加入「中區事故處理班位置表」及「高速公路交流道里程編號表」後，可依據事故發生地點，歸納所屬處理小組。彙整之後，資料可增加 9 項欄位，如表 3 所示。

表 3 中區事故通報資料簡訊內容彙整出之資料欄位表

編號	欄位名稱	屬性	樣式	備註
14	位置資訊	文字	--	
15	是否壅塞	布林變數	T,F	
16	壅塞距離	連續值	--	
17	事故地點類型	類別	出口、入口、路段中	
18	總通報次數	連續值	--	
19	通知總人次	連續值	--	
20	訊息來源	類別	--	
21	處理事故班	類別	苗栗、大甲、南投、斗南	
22	處理時間	連續值		

3.2 事件資料統計分析

事故小組工作分為事故類及非事故類兩大類型，其處理內容及方式不同，故資料分為事故資料及處理散落物或其他非事故類型，以作敘述統計分析。

3.2.1 事故資料統計分析

從中區交控中心事故簡訊紀錄彙整統計，詳如表 4，自 107 年 9 月至 108 年 8 月事故共有 4,783 件中，以斗南段處理件數 1,714 件為最多佔中區所有事故 35.84%；苗栗段其次，計 1,393 件佔 29.12%，第三為南投段，共計 981 件，約佔 20.51%，大甲段處理事故數量為四者最少，計 695 件，約佔 14.53%。

此外，在一年 4,783 件事件中，平均每件事務處理時間為 32.73 分鐘，其中，平均處理時間以南投段最快，平均每件事務處理時間為 31.41 分鐘，最慢者為大甲段，平均每件事務處理時間為 36.09 分鐘。

對於上述的各項事故通報資料之敘述統計分析，處理件數以斗南段最多、大甲段最少，但仍需就其處理時間、事故發生時間集中性相關資訊進行分析，才能了解各段處理事故的面貌。

表 4 事故處理類型統計

編號	組別	處理件數	佔比	平均處理時間
1	大甲組	695	14.53%	36.09
2	斗南組	1,714	35.84%	31.64
3	南投北/南組	981	20.51%	31.41
4	苗栗組	1,393	29.12%	31.78
	總計	4,783	100.00%	32.73

3.2.2 非事故類資料統計分析

非事故類的平均處理時間為 37.99 分，其中以斗南組處理件數最多，計 3952 件，佔所有件數的 24%，其次為大甲組，共有 3682 件，約佔 22.36%，接著分別為苗栗組、南投北組及南投南組，詳見表 5 所示。對於各段平均處理時間而言，平均處理時間最高者為大甲組，為 41.1 分鐘，其次為斗南組，平均處理時間為 38.1 分鐘，第三為南投北組，為 37.9 分鐘，南投南組為最低，為 32.6 分鐘。對於非事故類的分析結果可歸納出，非事故類的平均處理時間較事故類明顯偏高，其原因推測為事故類型的事件，已具有標準作業處理程序，因此處理較為順暢；非事故類類型眾多、型態不一，較難以事先估計其樣貌，因此處理時間明顯增加。

表 5 事件處理類型統計(非事故類)

編號	組別	處理件數	佔比	平均處理時間
1	大甲組	3,682	22.36%	41.1
2	斗南組	3,952	24.00%	38.1
3	苗栗組	3,418	20.76%	37.4
4	南投北組	1,994	12.11%	37.9
5	南投南組	3,418	20.76%	32.6
	總計	16,464	100.00%	37.99

3.3 處理時間分析

本研究接著對於事故相關條件中，與時間相關因子進行分析，分為事故處理時間分析及重疊事件分析。

3.3.1 事故類處理時間分析

首先為事故處理時間分析，在所有事故統計結果，中部地區事故平均處理時間為 28.93 分鐘、中位數為 24 分鐘，代表有 50% 能在 24 分鐘內處理完成；75% 事故能在 35 分鐘內處理完成。若依據各段處理時間分析，大甲段平均處理時間為 32.5 分鐘、斗南段為 29.4 分鐘、南投北組為 26.7 分鐘、南投南組為 27.8 分鐘、苗栗段為 27.9 分鐘；而就事故處理時間件數分配情形，各段並無明顯差異，約 50% 事故能在 24 分鐘內處理完畢，但對於事故處理時間變異程度，南投北組及南組明顯較低，而大甲、苗栗與斗南段明顯較高，可能與事故處理小組組數，或是所屬範圍有關，需進一步進行分析。而各段事故處理時間分布圖，詳見圖 3 所示。

對於非事故類的事件處理時間部分，如圖 4 所示，中部地區非事故類型事件平均處理時間為 37.99 分鐘、中位數為 30 分鐘，第三四分位數為 42 分鐘，代表約有 75% 事故能在 45 分鐘內處理完成。而就各處理小組個別處理時間比較結果，南投南組平均處理時間較其他 4 組低，且其他 4 組的平均處理時間以大甲組最高、南投南組最低，可參考其他事件資料統計分析部分，但就處理時間變異部分，苗栗的變異情形做為明顯，而大甲及斗南同樣具較大的變異，意即對於此三事故小組而言，其他事件型態可能較難掌握。

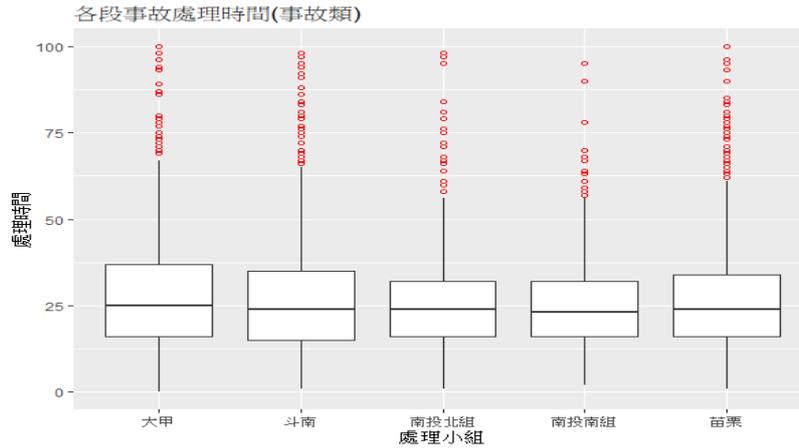


圖 3 各段事故處理時間分佈盒鬚圖

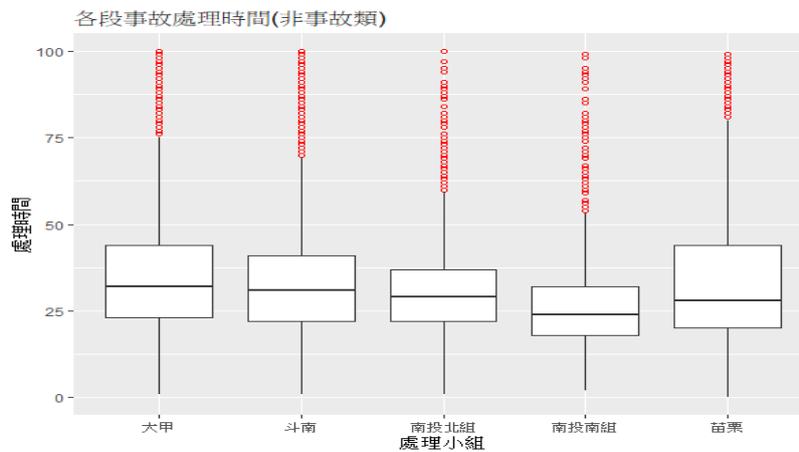


圖 4 各段非事故類處理時間分佈盒鬚圖

3.3.2 重疊事件分析

就事故類型及非事故類型的處理時間進行分析後，接著將資料進行時間分析，鑒於實務上事件發生的機率非均一分佈，兩前後事件發生的時間可能十分接近，即稱之重疊事件，詳如圖 5。若兩事故均由同一事故處理小組負責處理，則會出現資源分配或是小組間支援之可能，對此，本研究將先檢視每筆資料，將篩選出前後筆事件相近，且將前一事件未處理完成，又發生下一件事故的情形進行統計分析，再將此類屬於重疊事件登記並記錄其重複時間，進行分析。

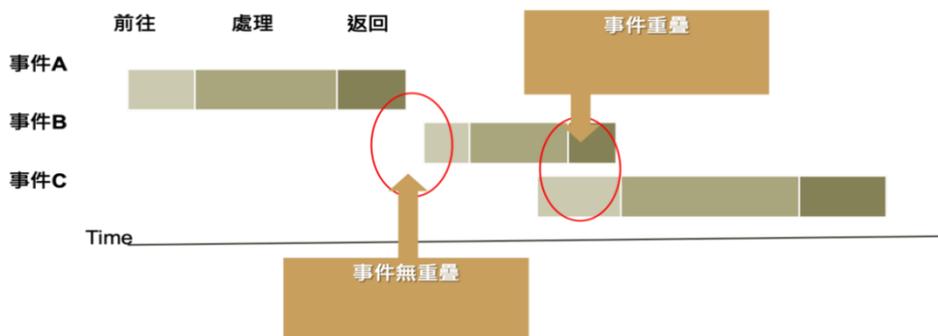


圖 5 重疊事件定義說明圖

經分析結果指出，如表 6 所示，重疊事件為事故類的共計 2,060 件，佔同類型事件 35.72%；非事故類事件計有 5337 件，佔同類型事件 35.94%。重疊事件中，事故類的平均重複時間為 18.71 分鐘、非事故的為 18.86 分鐘，其整體比率及平均處理時間亦相近。

若以各處理小組分別檢視，各處理小組非事故類件數明顯高過於事故類事件，但重複件數仍以大甲、斗南及苗栗三個處理小組為多，南投北組及南組件數均較少，請詳見圖 6 所示。南投北組及南組事件的重疊比例明顯低於平均，斗南組重疊比例高於 40%，而大甲組非事故類事件重疊比例也超過 40%。而平均重複時間部分，大甲組的事故類為 19.28 分鐘及非事故類為 20.25 分鐘高於平均值，南投南組非事故類為 16.55 分鐘，較平均值低，其餘處理小組及其所屬類型平均重複時間一致，並無明顯差異。

表 6 事件重疊統計表

項次	處理小組	事故類型	重疊件數	重疊所佔比例	平均重複時間
1	大甲組	事故類	323	35.93%	19.28
		非事故類	1,488	40.41%	20.25
2	苗栗組	事故類	613	36.14%	18.49
		非事故類	1,308	38.27%	18.33
3	斗南組	事故類	799	41.25%	18.65
		非事故類	1,609	40.71%	19.43
4	南投北組	事故類	199	26.78%	17.89
		非事故類	535	26.83%	19.73
5	南投南組	事故類	126	25.56%	19.24
		非事故類	397	22.02%	16.55
總計		事故類	2,060	35.72%	18.71
		非事故類	5,337	35.94%	18.86

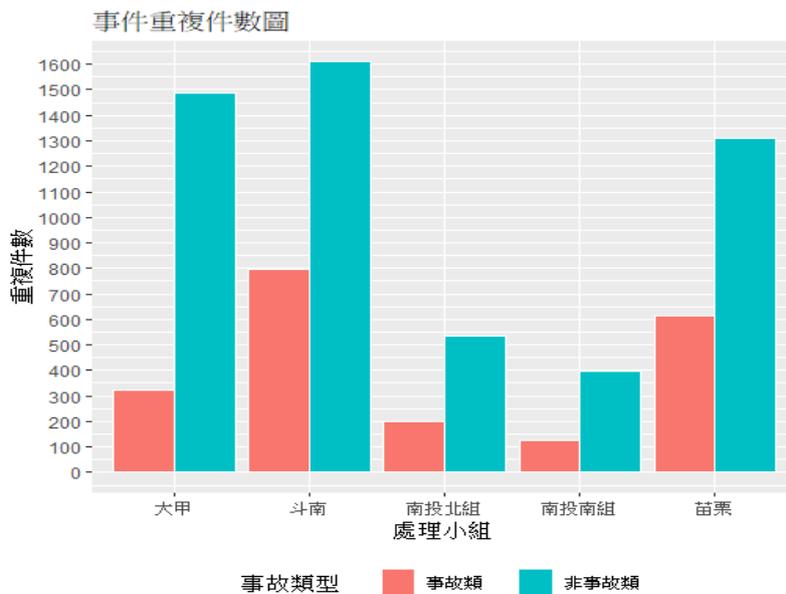


圖 6 各段其他事件重複件數分佈圖

綜合上述分析結果，可以發現以國道中部路段及其事故處理小組事件處理件數，集中在國道三號北端的大甲組、國道一號北端的苗栗組以及國道一號南端的斗南組，以類別而言，仍舊集中於上述三段。事故的處理時間各段差異較小，應為事故已有完備的處理程序，因此處理較為順暢，但非事故類的處理時間偏高，推測應為非事故類事件種類繁多，較難以掌握及推測事件樣貌，因此需多花時間進行排除。

由於事故發生機率非均一分配，因此本研究檢視同一事故處理小組事件處理重疊情形，結果指出約有 3 成多的事故為處理時間重疊事故，而又以大甲組及斗南組的件數較高且佔比偏高，但就重疊時間檢視，各處理小組重疊時間相近，為大甲組重疊時間略高。亦顯示出目前事故班處理能量明顯不足，需以權宜作法(拆班)才可維持服務品質。

3.4 空間分析

空間分析將會討論每事件以各事故小組駐點地區與事故發生地點之關係，並且檢視處理在空間維度所呈現之情形，並就此情形進行討論。以各處理小組的養護範圍及駐點位置關係，可推估出各事故處理小組的權責範圍及其距離，如表 7 所示。以各處理小組的養護範圍推測其東、西、南、北向的最大服務範圍，可以發現苗栗處理小組駐點所在位置，離養護範圍北端的距離維 58.7 公里最遠，但南向、東向、西向的距離分別為 14、11.5 及 16.5 公里；而大甲處理小組至南及至北的範圍較為平均，分別為 45.29 及 39.46 公里，斗南所距離範圍也較為平均；而南投工務段分為北組及南組，但未將此兩組界定其處理範圍，因此，就以南投工務段的養護範圍而言，南投北組南向距離為 61 公里、南投南組東向為 57.4 公里，因此目前編制分為北組及南組能夠分區協助進行處理，在配置屬合理情形。

表 7 中區養護分局事故處理小組各方向最大距離

單位	處理小組	北向	南向	東向	西向
中區 養護 分局	苗栗	58.7	14	11.5	16.5
	大甲	45.29	39.46	--	--
	斗南	44.7	32.9	--	--
	南投北組	23.57	61	32	5
	南投南組	38.9	35.6	57.4	--

本研究將事件資料與駐點位置進行比對，以最短距離算出各駐點地區以及每件事件位置之路徑距離，在進行統計分析，得出整體事件處理與駐點距離為 19.52 公里，其第 1 四分位數為 8.5 公里、其第 3 四分位數為 28.8 公里、中位數為 16.4 公里、最大值為 235.9 公里，表現多數事件位置與駐點距離均在平均值下，有 50% 的事故位置與駐點距離為 16.4 公里，若救援車輛以平均時速 80 公里進行換算，事故發生時能在 12.3 分鐘至 14.64 分鐘從駐點抵達現場。

若檢視事故發生位置與駐點之距離分佈，可以發現事件最多的為 10~20 公里，其次為 20~30 公里，第三為 30~40 公里，而仍有部分事件與駐點距離高於 60 公里，因此能推斷由於事故發生時間重疊之故，仍有部分事故會需要鄰近事故小組支援之情形，距離分佈圖如圖 7 所示。

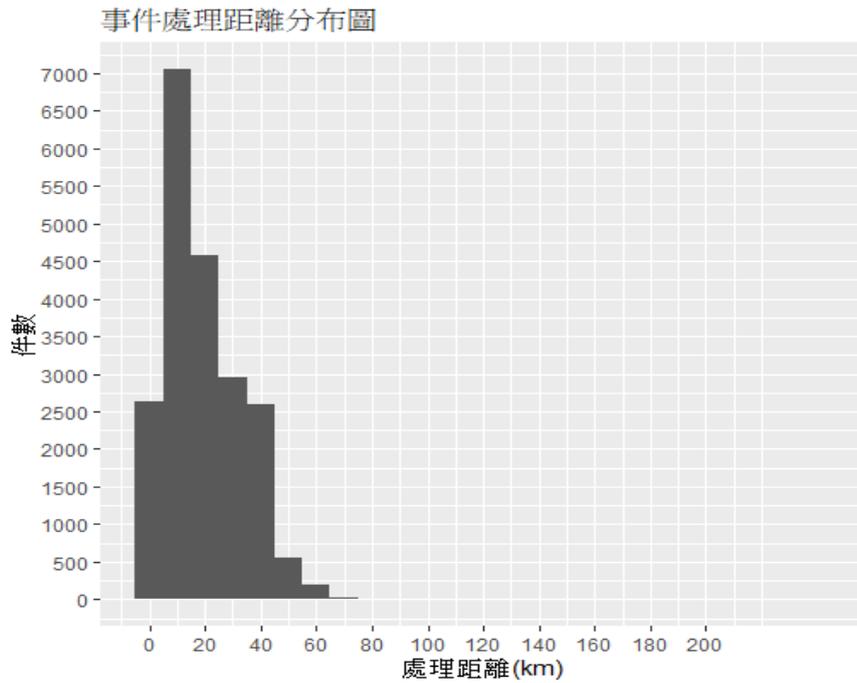


圖 7 事件位置與事故小組駐點距離分佈圖

若就各事故處理小組其駐地與所處理之事故位置距離分佈進行分析，可以發現各小組的形態存在差異。就距離與件數分佈關係(詳圖 8 所示)進行探討，可以發現南投北組及南投南組的型態相同，距離集中於 10~20 公里間，超過 40 公里的件數極少；但以大甲而言，距離集中於 30~40 公里，而斗南組雖然也是以 10~20 公里間為多，但 40~50 公里件數也偏高；苗栗組雖然明顯以 10~20 公里間為最多，但仍有位於 50~60 公里間的事件需處理。就此可以發現，不同事故處理小組在事故處理與駐點距離仍具差異。

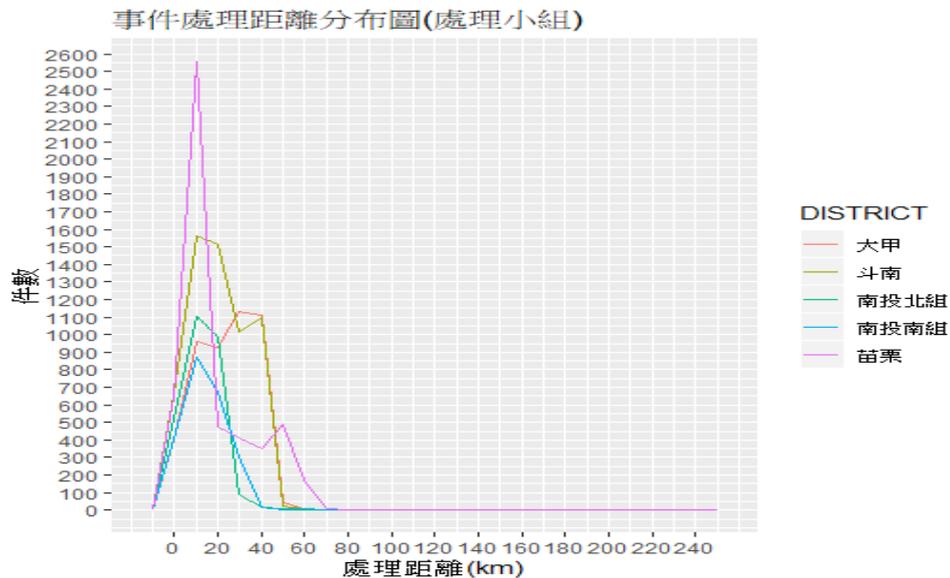


圖 8 事件位置與事故小組駐點距離分佈圖(以處理小組分類)

綜合上述分析，事故處理小組駐地與事件位置平均為 19.52 公里，也就是在每次事件發生時，事故小組從駐地出發，平均仍要 14.6 分鐘才能抵達事件現場，但多數的事故(75%的事故)集中於 28.8 公里內；而不同的事故處理小組駐地與所處理之事件距離，仍存在不同類型的關係，其中以大甲組的型態最為不同，處理事件位置與駐地以 30-40 公

里為多，而位於中區南北端點的大甲、苗栗及斗南組處理小組仍有部分介於 30~50 公里間的事件，而南投工務段所屬的北段及南段處理小組，則型態一致，以 10~20 公里間之類型為多。

若以事故分佈加以探討，本研究透過地理資訊軟體，依據事故分佈檢視事故處理小組應該佈設的位置，本研究採用 QGIS 及其地理運算套件進行資料處理，將 107 年 9 月至 108 年 8 月間事故進行彙整，由於所有事故位置只有記錄所屬國道編號及所在地里程數，並未有事故發生位置詳細作標，因此，本研究透過政府公開資料中的國道收費系統 ETC 門架位置座標，以及其對應的里程數，透過內插法的方式，推估出一年間所有事件發生的位置座標，再將其匯入 GIS 分析軟體中，而底圖則採用 Open street map 進行套疊，故所有事故估算位置及路線圖關係如圖 9 所示。

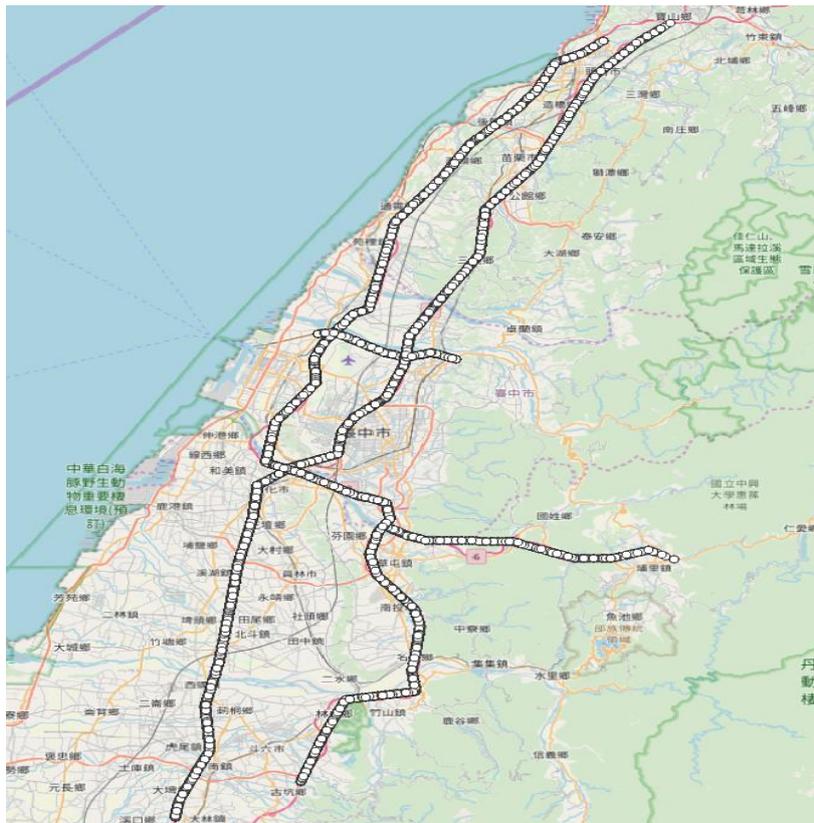


圖 9 中區事件發生位置關係圖

從匯入成果可以發現，一年間曾發生事故的地點幾乎遍佈中區的國道範圍中，若將國道每 0.1 公里為基準，統計其發生的事件數，可以發現多數以每 0.1 公里劃分的基準，75% 的事故發生地點，其事件件數為 7 件，25% 地點事件件數高於 7 件(如圖 10 所示)，因此若以分位數進行分類，其分布圖，如圖 11 所示。雖然以 0.1 公里為基準進行事件統計及分佈檢視，但是很難看出事件發生的熱區，因此，本研究採用以邊長 2 公里網格的形式進行統計(如圖 12 所示)，網格中，小於 12 件者以深綠色表示，介於 12 件至 36 件間者，以淺綠色表示，介於 36 件至 180 件間，以黃色表示、介於 36 件至 365 件間者，以橘色表現，高於 365 件者以紅色表示。

統計指出，國道一號及國道三號苗栗路段、國道一號雲林路段以及國道三號南投路段，都為 180 件以內，代表，大致上每兩天該網格內路段，會有 1 件事件發生，而在國道一號彰化段及國道三號快官到霧峰段，多以橘色顯示，代表平均每天會發生 1 件左右

的事件，而在國道一號豐原到台中段以及國道三號和美到大肚溪段多以紅色段，代表平均會發生 1 件以上事件。

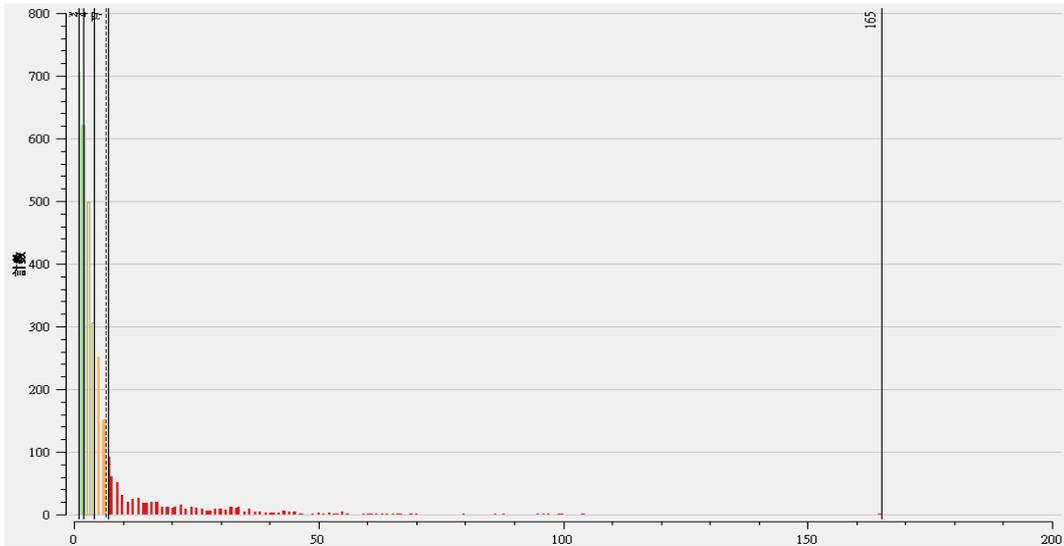


圖 10 中區事件位置對應件數分佈圖

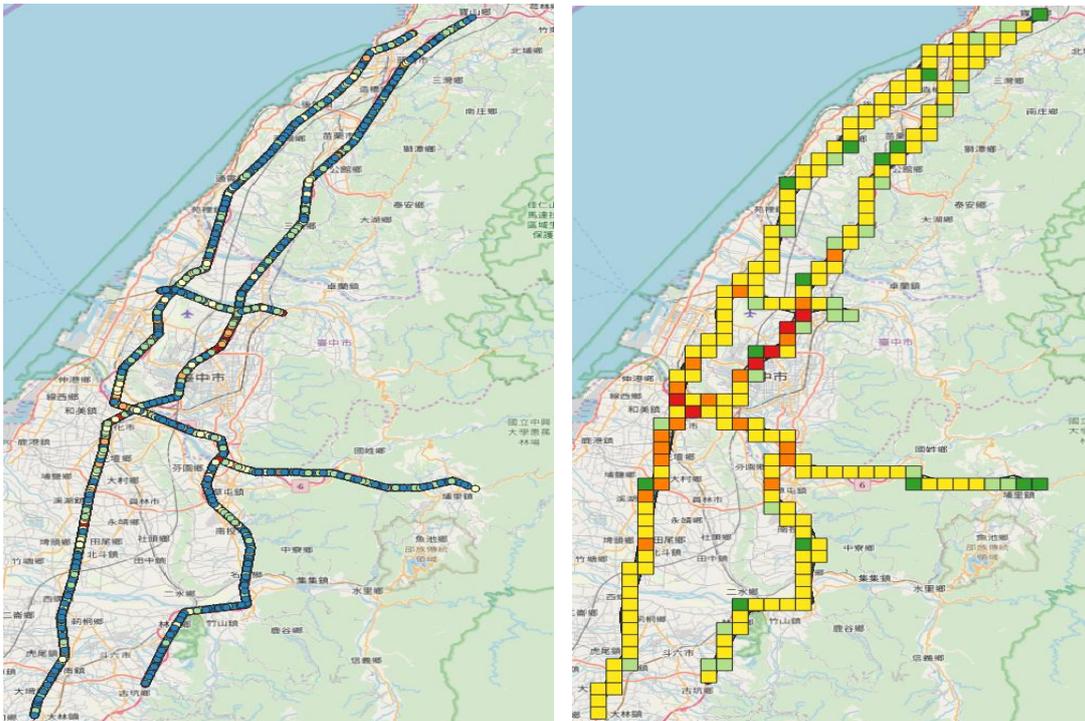


圖 11(左)、12(右)中區國道事件/事故件數分布圖

3.5 綜合分析

總結上述各項空間分析結果，從駐點到事故地點距離部分，從駐地到事故地點平均所需時間為 14.6 分鐘，且有 3 成左右的事件有重疊的現象，因此，對於事故小組在進理事件排除的過程將可能有處理時效的壓力，尤其以南北端點的苗栗、大甲與斗南段事故小組，由於事故地點與駐地距離較長，可列為檢討調整的首波對象。

若以事故發生位置進行討論，事件主要發生於國道一號台中系統交流道至員林段以及國道三號和美到大肚溪段，而對於中部地區的南北端點而言，事件發生的頻率比較低，因此，可以考量在上述事件常發生地點，進行事故處理小組的調整或是增加。後續事故

小組駐地位置可以視情形調整，若經費運算許可，可以進行調整或是增加事故小組，以減少處理的交通時間，爭取事件排出之效率。

四、分群分析結果

本研究對於中區各項事件處理，透過一年的資料進行時空分析。對於分析結果，發現對於事件的分布以及目前 5 個事故處理小組處理情形，仍可進行調整及優化，因此，本章將前述各項分析結果進行彙析，以分群分析找出最適組數，並輔以地理資訊系統分析結果輔以佐證，讓分析結果能夠實地進行應用。

4.1 最適組數分析

就目前各小組事件重疊統計分析結果指出，各事故處理小組均有 20%~42% 事故重疊情形，意即在事故處理小組未將前一事件處理完成時，即在其他地方又發生其他事件，而造成事故小組疲於奔命或是需要尋求其他小組支援等情形出現，整體而言約有 36% 左右的事務處理時間是重複的。

另從該分析中也可發現，南投工務段目前擁有 2 組事故處理小組，其事件重疊比例分別約為 27% 及 24% 左右，明顯低於其他只有 1 組的工務段(如圖 3.2.8 所示)，意即新增事故處理小組，應有助於事件處理效率同時避免兩事件重疊比例偏高之情形。

對此，本研究提出新增事故小組組數之策略，以非監督式學習 K-means 法之特性限制分群組數，考慮各群間事故數相近調整分群，因此採用歐式距離及平均法進行分群；依據目前各工務段轄區之地理條件先分作 2 大群—國一及國四為第一群、國三及國六為第二群。以本研究資料進行最適群組數的分析，以群內變異最小目標，並挑選變異數值變化趨近平緩之組數，第一群(國 1 和國 4)以分為 5 組最適、第二群(國 3 和國 6)分為 4 組最適，如圖 13、14 所示。

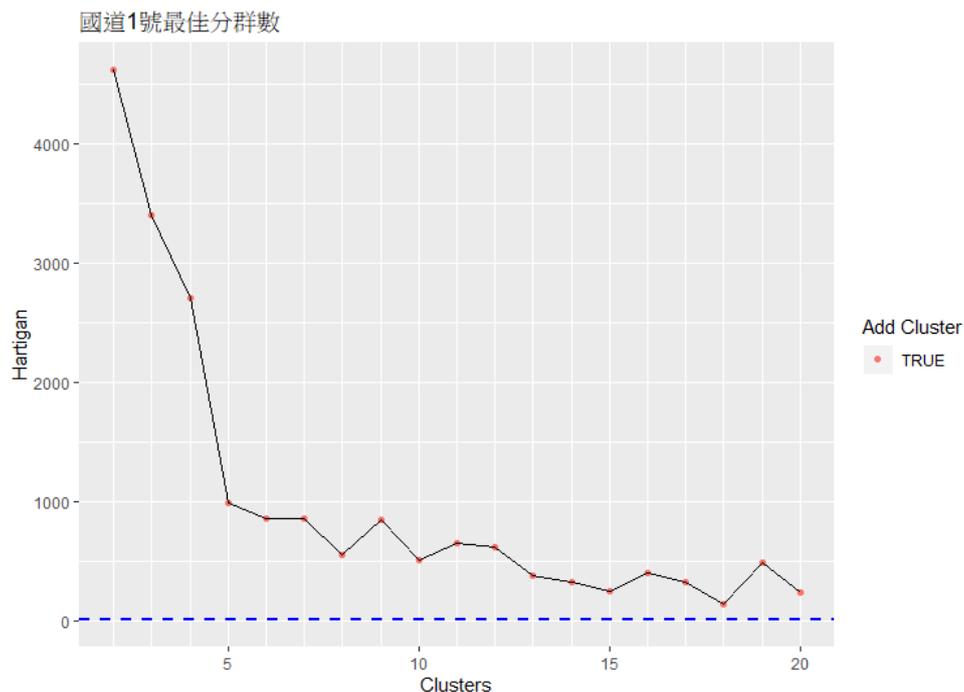


圖 13 最適分群數-國 1 和國 4

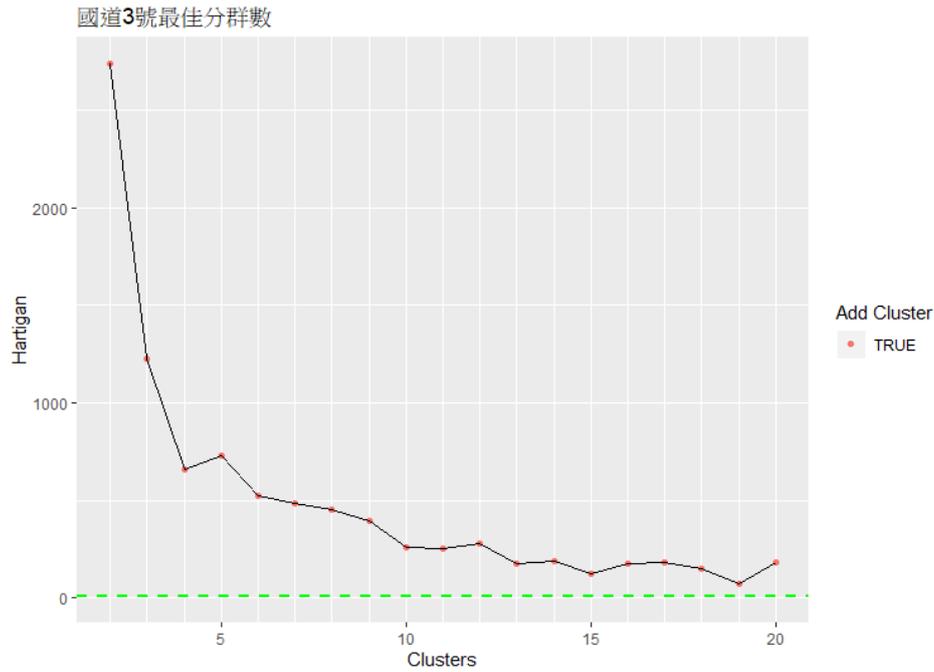


圖 14 最適分群數-國 3 和國 6

4.3 最適駐地調整

經分群分析結果，事故小組組數應為 9 組最適，本節就結果所呈現之範圍及相對應之駐地位置如表 8 及圖 15 所示，駐地位置大致以各組範圍取中間位置。

表 8 地理與事件數綜合考量之分配表

編號	組別	駐地	範圍
1	大甲 A 組	後龍 (新增)	國三 110.7k~156k
2	大甲 B 組	沙鹿 (調整)	國三 156k~196k
3	苗栗 A 組	苗栗 (調整)	國一 100.8 k~150k
4	苗栗 B 組	豐原 (新增)	國一 150k~174k 國四 全
5	斗南 A 組	南屯 (新增)	國一 174k~192k
6	斗南 B 組	員林 (不變)	國一 192k~220k
7	斗南 C 組	虎尾 (新增)	國一 220k~251k
8	南投 A 組	東草屯 (不變)	國三 196k~214k 國六 全
9	南投 B 組	名間 (不變)	國道 3 號 214k~270k

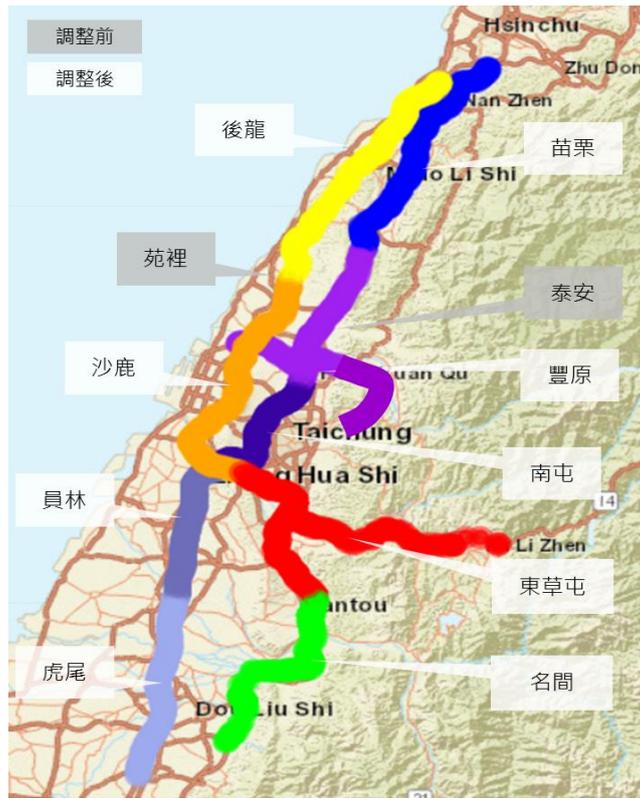


圖 15 駐地最佳區位配置示意圖

從表 9 可以看出，調整駐地位置及增加事故班組數後，可加快事故班抵達現場時間，從平均 14.64 分縮短至平均 9.33 分，提升 36%；事故及事件處理時間，從平均 35.45 分縮短至平均 20.5 分，提升 42%。

表 9 地理與事件數綜合考量之分配表

編號	組別	調整前		調整後	
		平均抵達時間(分)	平均處理時間(分)	平均抵達時間(分)	平均處理時間(分)
1	大甲 A 組	18.0	39.4	8.2	22.1
2	大甲 B 組	-	-	15.7	23.4
3	苗栗 A 組	14.3	34.2	2.7	12
4	苗栗 B 組	-	-	6.0	16.3
5	斗南 A 組	15.8	35.3	5.9	19.2
6	斗南 B 組	-	-	5.0	20.3
7	斗南 C 組	-	-	9.2	23.1
8	南投 A 組	10.2	34.9	3.6	31.4
9	南投 B 組	11.1	34.5	9.3	16.3
	平均	14.6	35.5	9.3	20.5

五、結論

本研究透過關鍵字及文字探勘方法，從事故通報簡訊中，找出事故相關資訊，包含發生時間、結束時間、線別、位置，並依據事故發生位置整併處理事故所屬單位，歸納出事故所屬小組，並就一年間事故特性進行敘述性統計分析，也針對各段事故處理件數及處理時間，進行分析比較。接續由於需探討事故小組資源分配及所屬位置分配合宜性，就處理時間之關係進行分析，也納入空間資訊，研擬事故發生位置與事故小組編制與位置關係進行討論，進而討論事故處理小組與擴編需求相關事宜。經研究分析後，結論如下：

(一)現況事故班能量不足：

就現況資料分析可知，其他類型以外的事故類型，平均處理時間介於 28 至 38 分間，又以事故排除的處理時間為最短，且各事故類型處理時間均由苗栗、大甲及斗南三個工務段較南投北組及南組高。但從資料分析發現，許多事件處理有重疊情形發生，該情形約有 3 成左右，而又以大甲工務段及斗南組的件數較高且佔比偏高，顯示出目前事故班處理能量明顯不足，需以權宜作法(拆班)才可維持服務品質。

(二)短期方案-調整處理範圍及統一調度派遣

可在短期內調整各事故班之處理範圍，以互相支援部分路段以及統一接受調度方式改善。

(三)長期方案-建議應新增四組事故班

從分析結果得知，調整駐地位置及增加 4 組事故班組數後，可加快事故班抵達現場時間，從平均 14.6 分縮短至平均 9.3 分，提升 36%；事故及事件處理時間，從平均 35.5 分縮短至平均 20.5 分，提升 42%。

(四)未來可依據不同時段之事件多寡，針對事故班值勤進行有效排班，在兼顧事件處理即時性及能量下，達到人力運用更有效率之目標，亦可節省經費支出。

參考文獻

- 鍾佩儒(2011)，最佳空間分段下之高速公路事故頻次模式，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 周玉藩(2011)，高速公路交通事故處理滿意度之分析，逢甲大學運輸科技與管理學系碩士在職專班碩士論文
- 盛郁淳(2014)，分時段高速公路事故頻次模式，國立交通大學運輸與物流管理學系碩士論文
- A. M. Aljofey and K. Alwagih, (2018). "Analysis of Accident Times for Highway Locations Using K-Means Clustering and Decision Rules Extracted from Decision Trees.", *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, Vol. 7, Issue 01, pp.1-11.
- Anderson, T. K. (2009). Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis & Prevention*, 41(3), 359–364.

Kumar, S., & Toshniwal, D. (2016). A data mining approach to characterize road accident locations. *Journal of Modern Transportation*, 24(1), 62–72.