

國道中區路段事故量趨勢-與交通量、雨量之分析

張洺瑋¹、彭煥儒²、楊淑娟³

摘要

本分析探討高速公路中區路段事故量之趨勢，並納入交通量及雨量進行分析。從趨勢分析之結果顯示交通量上升，事故量也隨之上升。另雨量上升時，其交通量會微幅下降，但事故量上升。並透過交叉分析可以發現下雨低交通量及下雨高交通量之事故量都明顯比無下雨高出 52~243%不等，且以二次線性模型之配適結果最佳。最後再以事故型態及碰撞型態之分析，掌握國道事故趨勢及特性，並透過間距控制、速度控制、交通量控制及鋪面排水加強等策進作為持續加強雨天的事故防制作為，以打造安全的國道。

關鍵字：事故量分析、交通量分群、趨勢分析

一、前言

梅雨季節到來，新聞媒體便時常報導路面濕滑、視線不良等因素而雨天車禍多。又在 2021 年 5 月時國內疫情爆發後，平面道路及高速公路之車流量明顯減少，媒體除大幅報導事故量下降外，也時常報導因車速快而造成許多死亡交通事故。經媒體報導臺中市交大統計 110 年 6 月 1 日至 17 日為止，A1 便有 10 件，其中有 70%係違規超速，顯示市區道路因車流量下降而增加超速肇事之事故。而國道也因疫情爆發交通量下降 50-60%，事故件數是增加還是減少？其事故件數是否會因為交通量及雨量而有所影響，為本研究所要探討，並找到趨勢持續加強事故防制作為。

二、文獻回顧

文獻中，許多學者探討交通量或 V/C 對於事故量或肇事率之影響，Zhou and Sisiopiku(1997)便蒐集各 V/C 及事故量之資料進行分析，其中可以發現 V/C 和肇事率可以二次線性模型配適，高肇事率可能發生在低 V/C 及高 V/C，如下圖 1 所示。又從不同時間特性來看，V/C 和肇事率之趨勢在平假日皆相似，但在平日高 V/C 時，其肇事率較假日來得高。其表示時間特性雖對其趨

¹ 交通部高速公路局中區養護工程分局交通管理科工程員(聯絡地址：臺中市西屯區臺灣大道 4 段 5 巷 55 號，電話：04-22529181#2103，E-Mail: c00373@freeway.gov.tw)。

² 交通部高速公路局中區養護工程分局分局長。

³ 交通部高速公路局中區養護工程分局副分局長。

勢分析影響不大，可將資料合在一起進行分析。

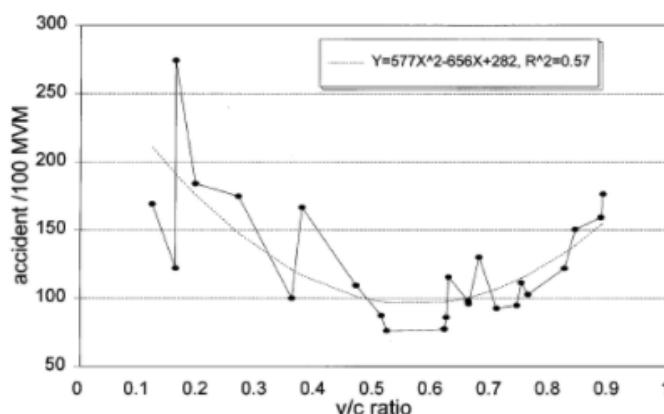


FIGURE 1 Accident rate versus v/c ratio for both weekday and weekend.

圖 1 肇事率及 V/C 之關係圖

資料來源：Zhou and Sisiopiku (1997)

然而也有許多文獻也討論壅塞率及肇事率的關係，Gang-Len C.(2003)透過卜瓦松迴歸(Poisson regression)進行壅塞率及肇事頻率(accident frequency)之分析，發現隨著壅塞率增加，肇事頻率也會跟著增加，Chang, G.L. and Xiang, H. (2003)及 Retallack and Ostendorf (2020)也發現當交通量大，事故量會以非線性增加，而在相同交通量下，雨天之肇事風險(Accident Risk)高出無下雨許多。如下圖 2 所示，藍色點為下雨時壅塞率(congestion index)及肇事風險之關係，橘色點為無下雨時壅塞率(congestion index)及肇事風險之關係，其雨天之肇事風險相對較高。

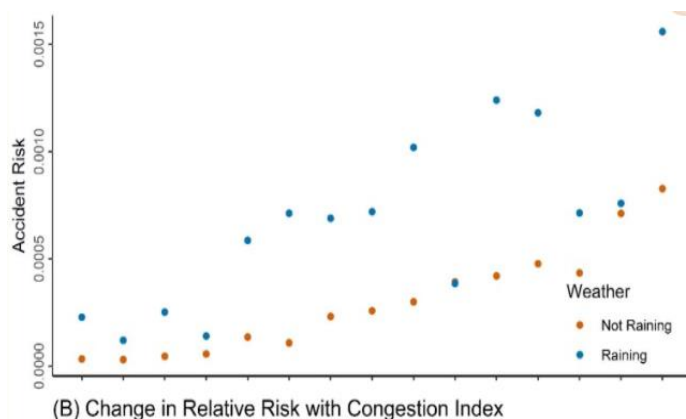
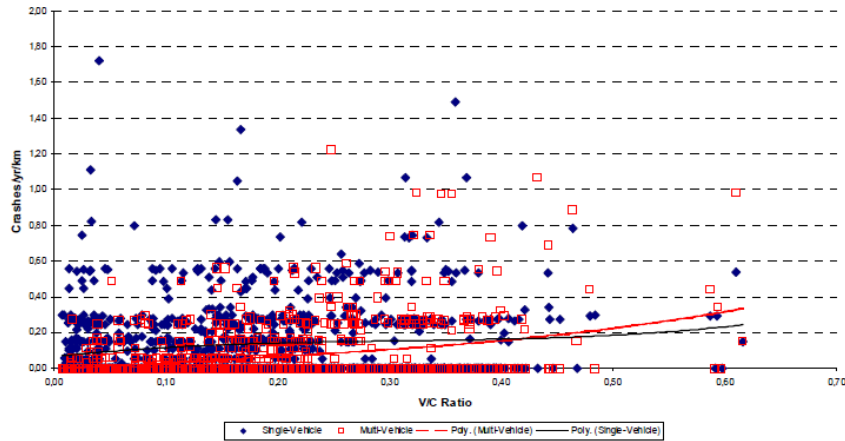


圖 2 肇事風險(accident risk)及壅塞率(congestion index)之關係圖

資料來源：Retallack and Ostendorf(2020)

而 Lord 等人(2004)除了分析 V/C 和肇事率之關係外，也進一步分析 V/C 及事故涉入車輛之關係，如下圖 3 所示。從散佈圖可以發現，V/C 及事故涉入車輛也有很大的關係，V/C 小於 0.5 時，其事故多為單一車輛之事故，且 V/C 越小，其單一車輛事故之肇事率隨之提升。而 V/C 在大於 0.3 時，其多車輛事故之肇事率開始上升，並隨著 V/C 值之上升，多車輛事故之肇事率隨

之上升。



C) Crash-V/C Ratio Relationship

圖 3 事故、V/C 及涉入車輛之關係圖

資料來源：Lord 等人(2004)

而在分析方法的部分，Lord 等人(2004) 將肇事率假設為依變數，並透過多項式迴歸(Polynomial regression)進行分析，但從資料散佈來看其難以透過一次項之簡單迴歸進行解釋，而 Gang-Len C.(2003)則是將肇事頻率假設為依變數，並透過卜瓦松迴歸(Poisson regression)進行分析，而 Retallack and Ostendorf (2020)則是透過簡單迴歸、二次線性迴歸及樣條函數(spline function)進行分析並比較 AIC，得到最配適之函數。

三、研究方法

3.1 交通量與事故量分析

其線性複迴歸分析為多個自變數解釋或預測依變數 y 之迴歸分析，其假設每日事故量為 y ，每日交通量(MVK)及雨量(mm)等變數為自變數 x_i ，線性複迴歸之關係式如下所示

3.1.1 線性複迴歸

其線性複迴歸分析為多個自變數解釋或預測依變數 y 之迴歸分析，其假設每日事故量為 y ，每日交通量(MVK)及雨量(mm)等變數為自變數 x_i ，線性複迴歸之關係式如下所示

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \varepsilon$$

3.1.2 二次線性迴歸

二次多元線性迴歸模型為多個自變數解釋或預測依變數 y 之迴歸分析，假設每日事故量為 y ，每日交通量(MVK)及雨量(mm)等變數為自變數 x_i ，包括單一自變數二次項及具有多個自變項 x_i 具有交互作用項的存在，其關係式如下所示

1. 二次多元迴歸模型

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_1 x^2 + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

2. 具交互作用之二次多元迴歸模型

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \beta_{11} x_{i1}^2 + \beta_{22} x_{i2}^2 + \beta_{12} x_{i1} x_{i2} + \varepsilon_i, i = 1, 2, \dots, n$$

其中 $\beta_{12} x_{i1} x_{i2}$ 為交互作用，表示 x_{i1} 和 x_{i2} 對 y 之反應效應為交互作用所影響的。

3.1.3 卜瓦松迴歸

卜瓦松迴歸係假設預測依變數 y 為卜瓦松分布(Poisson distribution)，其中每日事故量 y 係具有單位時間內隨機事件發生之次數的特性，將其假設為卜瓦松分布，並透過每日交通量(MVK)及雨量(mm)等變數為自變數 x_i 進行分析，其關係式如下所示

$$\log(E(Y|X)) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \varepsilon$$

3.1.4 指數迴歸

指數迴歸(Exponential regression)係非線性迴歸的一種，透過每日交通量(MVK)及雨量(mm)等變數為自變數 x_i ，以指數進行分析及預測依變數 y ，其關係式如下所示

$$y = \alpha * e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots)} + \varepsilon$$

3.2 群集分析

另為將國道中區每日交通量(MVK)分群成不同分類(如高交通量、中交通量、低交通量等)以利分析，本研究利用群集分析將資料集合中的資料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，以推論出有用、隱含的特性和現象。

本研究透過 K-means 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。

本研究透過 K-means 方法，將國道中區每日交通量(MVK)計算「使群內的總變異最小；使群間的總變異最大」之分群，並透過 Elbow method 找出最佳分群數，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。如下圖 4，分群數從 1 到 3 下降最快，因此 3 為最佳分群數。

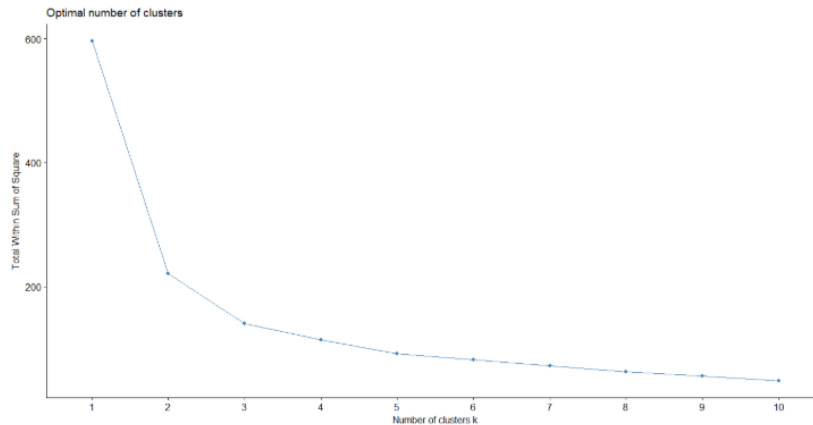


圖 4 Elbow method 最佳分群數

資料來源：Robert L. Thorndike (1953)

四、國道中部地區事故量與交通量、雨量之分析

4.1 資料蒐集

本研究資料期間為 109 年 1 月 1 日至 110 年 6 月 20 日為止，資料以日為單位，交通量係蒐集高公局中區分局轄區路段 ETC 每日延車公里資料，其路段包括國一新竹系統到大林雙向、國三香山至古坑系統雙向、國四雙向路段及國六雙向路段。

另本研究之研究時間為 110 年 6 月，110 年第二季(4 月-6 月)之公警全般事故資料無法及時提供予本研究進行分析，所以事故量資料蒐集分成兩塊，109 年 1 月至 110 年 3 月係蒐集公警全般事故資料，110 年 4 月至 110 年 6 月 20 日則蒐集高速公路局中區養護工程分局之中區交控中心事故簡訊資料進行分析。雨量資料則是蒐集氣象局每日雨量資料。本研究蒐集上述資料共 536

筆，並將資料結合後進行後續分析。

4.2 事故量及交通量、雨量之趨勢

本研究先透過事故量、交通量及雨量資料進行趨勢分析，以了解整體資料之趨勢。從下圖 5 可以發現 3 個趨勢特點，第 1 是交通量上升，事故量也隨之上升。第 2 是雨量上升時，其交通量會微幅下降，但事故量上升。第 3 是 2021/5 臺灣國內本土疫情爆發後，交通量大幅下降，事故量也呈現下降。

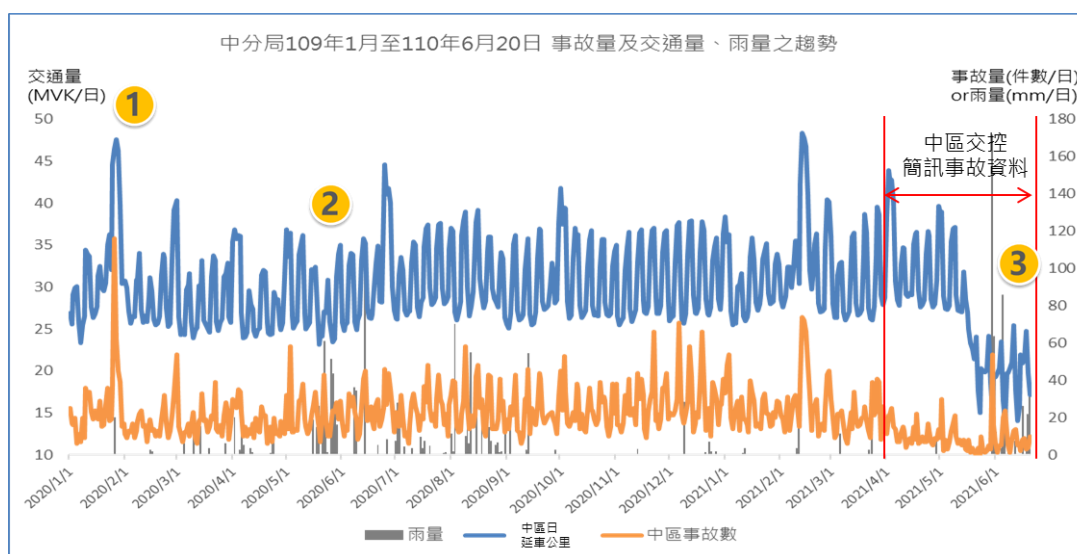


圖 5 中分局 109 年 1 月至 110 年 6 月 20 日事故量及交通量、雨量之趨勢圖

從平日交通量、事故量及雨量趨勢來看，也可以發現和整體資料同樣之 3 個趨勢特點，如下圖 6。



圖 6 中分局 109 年 1 月至 110 年 6 月 20 日平日事故量及交通量、雨量之趨勢圖

從假日交通量、事故量及雨量趨勢來看，也可以發現和整體資料同樣之 3 個趨勢特點，如下圖 7。

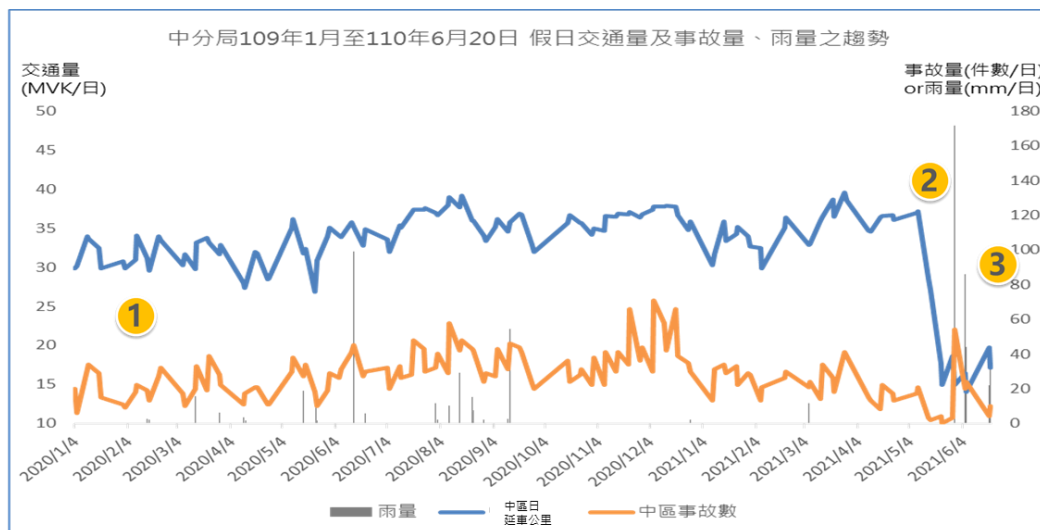


圖 7 中分局 109 年 1 月至 110 年 6 月 20 日假日事故量及交通量、雨量之趨勢圖

但從連假交通量、事故量及雨量趨勢來看，則可以發現不同之趨勢特點。第 1 是交通量上升，事故量也隨之上升，第 2 是連假期間雨量對交通量及事故量之影響較平假日來得不明顯。第 3 是 2021/5 臺灣國內本土疫情爆發後，110 年端午連假交通量大幅下降，事故量也呈現下降，如下圖 8。

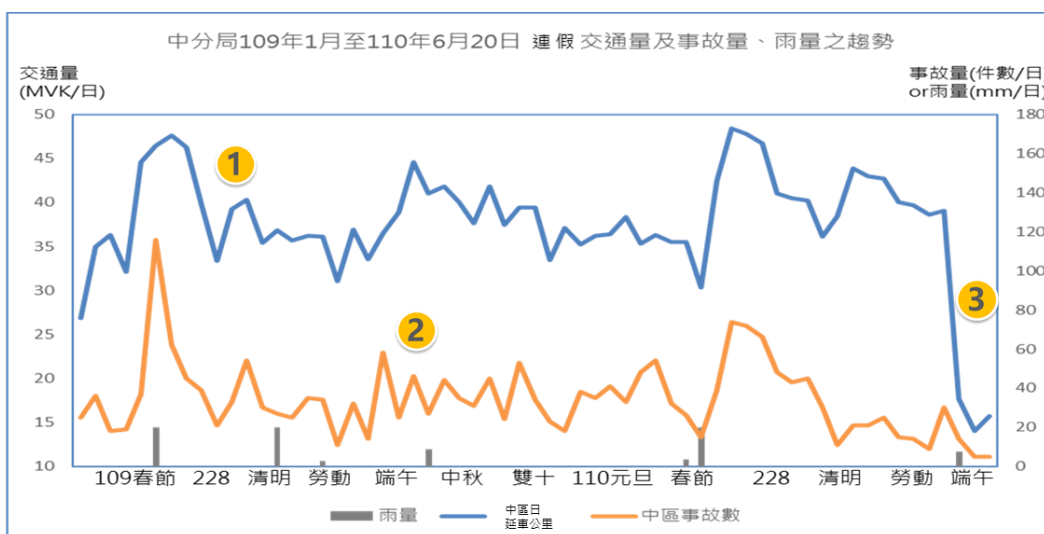


圖 8 中分局 109 年 1 月至 110 年 6 月 20 日連假事故量及交通量、雨量之趨勢圖

4.3 事故量及交通量、雨量之交叉分析

由上小節趨勢分析圖可以看出，交通量的多寡會影響事故量，且在平假日雨天時，其交通量會微幅下降，但事故量上升，而連假期間雨天對事故量之影響較小，如表 1 交叉分析所示。

表 1 平假日事故量及交通量、雨天交叉分析表

	平日		假日		連假	
	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨
平均交通量 (MVK/日)	26.5	25.5 (-3.7%)	33.9	31.6 (-6.8%)	38.0	34.8 (-8.2%)
平均事故量 (件數/日)	14.1	17.4 (+23.3%)	27.5	30.8 (+12.0%)	33.8	36.9 (+8.9%)

為了解中分局轄區事故量和交通量散布情形和資料型態，本研究先透過二維散步圖進行分析，如下圖 9 所示。從圖上可以看到，交通量和事故量之資料呈現一 U 型情況，似文獻回顧所分析之二次線性模型。在資料中，於低交通量較不易蒐集，資料量較少。但可以看出低交通量(22.6MVK 以下)時，事故量較低，但在少許情況下低交通量之事故量是有明顯上升。而在中 1 交通量(22.7~30.6MVK)及中 2 交通量(30.7~37.5MVK)之事故量明顯有集中趨勢，而高交通量(37.5MVK 以上) 事故量較高，且在少許情況下高交通量之事故量是有明顯變多。

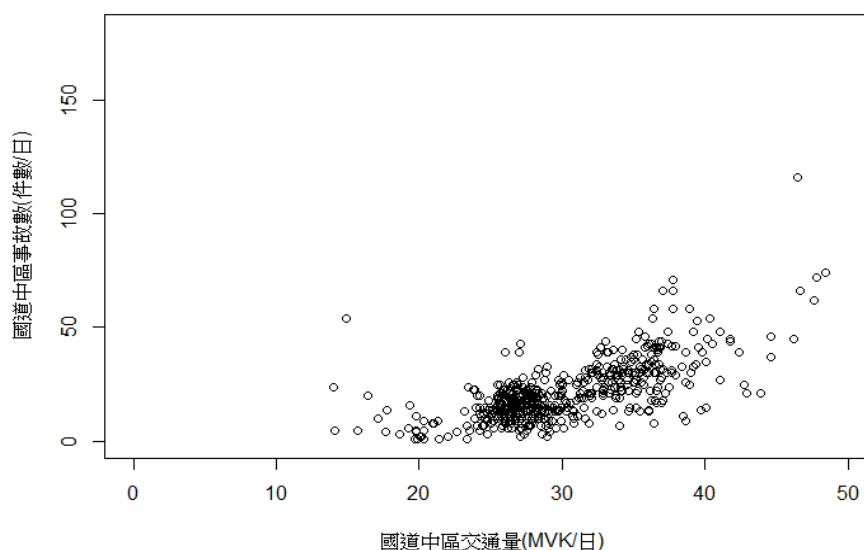


圖 9 中分局 109 年 1 月至 110 年 6 月 20 日交通量及事故量之散佈圖

為探究有無下雨天對其分布之影響，本研究再透過不同顏色區分無下雨及下雨之資料，如下圖 10。從圖上可以看到，雨天之交通量和事故量之資料似 U 型情況，且 U 型之分布較無下雨來得明顯。且在低交通量及高交通量時，其雨天之事故量高出許多。

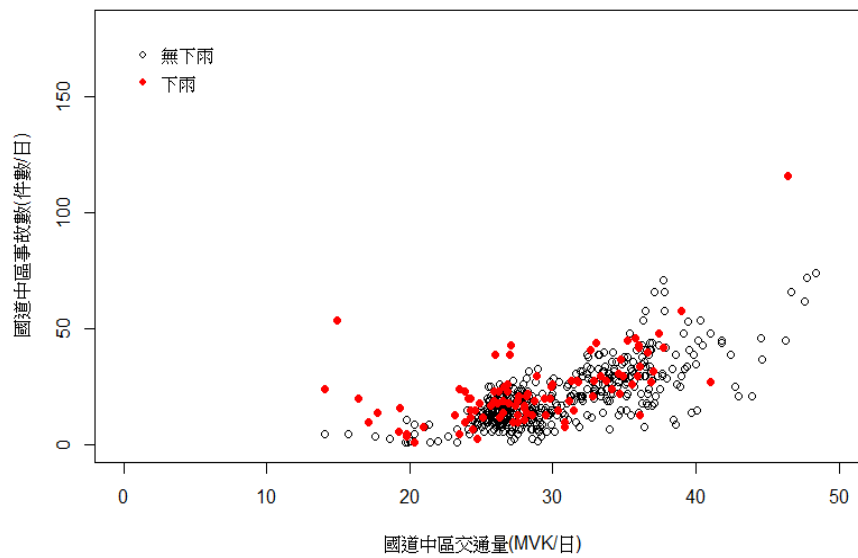


圖 10 中分局 109 年 1 月至 110 年 6 月 20 日雨量及交通量、事故量之散佈圖

4.4 事故量及交通量、雨量之預測模型及模型驗證

本分析為掌握事故量及交通量、雨量之關係，將用事故量做為依變數(Y)，交通量及雨量做為自變數(X)，並透過不同模式進行資料配適，包括線性迴歸之簡單迴歸、二次線性迴歸、卜瓦松迴歸及非線性迴歸之指數迴歸進行資料配適，再以 AIC 之比較模型，以找出最適合之模型，如下表 2。

表 2 線性及非線性模型配適估計係數結果表

迴歸類型 及變數	線性			非線性
	線性複迴歸	二次多元迴歸	卜瓦松迴歸	指數迴歸
	估計係數	估計係數	估計係數	估計係數
交通量	1.778***	-0.694	0.076***	0.042***
雨量	0.313***	0.271***	0.017***	0.006***
交通量 ²	-	0.039***	-	-
雨量 ²	-	0.000	-	-
係數	-	-	-	10.984*
常數項	-33.1***	4.6	0.7***	-18.8*
AIC	3821	3803	4178	3804
觀察數	533			

從上表 2 可以發現，線性之二次多元迴歸及非線性之指數迴歸的 AIC 值都為最低，又從上圖 4.8 資料散佈圖顯示資料分布型態，在低交通量(低於 22.6MVK)及高交通量(高於 37.5MVK)時，雨天事故量較無雨天事故量會急遽上升，似為線性之二次多元迴歸分布，故以線性模型之二次多元迴歸做為其資料之最佳模型。

另為驗證模型之準確度，以確實掌握預估事故量及實際事故量之差異情況，本研究透過 5 種情境之不同交通量及雨量情況下，利用二次多元迴歸模型進行事故量之預估，並比較實際事故量之差異，以驗證模型之準確度。

本研究設定 5 種情境包括疫情爆發前之連假(情境 A)、疫情爆發前週日(情境 B)、疫情爆發前之下雨天的週日(情境 C)、疫情爆發後之週五(情境 D)及疫情爆發後之下雨天的週日(情境 E)等，其在不同交通量分群及雨量下進行模型驗證，如下表 3。從表上可以發現，其模型所預估之事故量和實際事故量之差異皆在 0~15%之間。

表 3 模型驗證結果表

情境	交通量 (MVK/日)	雨量 (mm/日)	預估事 故量	實際事 故量	差異
A (2020/1/27) (109 年春節初三，晴天)	47.6	0	61 件	62 件	-1 (-1.6%)
B (2020/9/27) (疫情爆發前週日，晴天)	32.0	0	23 件	20 件	3 (+15%)
C (2020/9/13) (疫情爆發前週日，雨天)	35.8	55	46 件	46 件	0 (+0%)
D (2021/6/11) (疫情爆發後週五，晴天)	25.5	0	13 件	13 件	0 (+0%)
E (2021/5/30) (疫情爆發後週日，雨天)	14.9	172	49 件	54 件	5 (+9%)

4.5 小結

本節透過趨勢分析及預測模型等方式掌握國道中區路段不同交通量及雨天之特性所可能發生之事故量及其差異，結果如下。

1. 交通量上升，事故量也隨之上升。雨量上升時，其交通量會微幅下降，事故量上升，但連假期間雨量事故量影響較小。
2. 交通量和事故量之資料似 U 型情況，且 U 型之分布情況雨天來得無下雨明

顯許多。

3.透過線性及非線性之模型建立及比較後，本研究資料以線性模型之二次多元迴歸為最適模型，且預測誤差在 0~15%之間。

五、國道中部地區事故肇因分析

5.1 交通量分類

本研究為分析不同交通量對於事故之變化，先透過中區轄區每日延車公里之特性進行分類，將每日延車公里分類成高交通量、中交通量及低交通量之特性，以利了解不同交通量特性下，事故量之變化。本研究先利用 Elbow method，利用每日延車公里之特性進行分群，並透過組內變異數 SSE 來衡量分群的好壞，並找出其「轉折點」，其該點即為最佳分群數，如下圖。其中可以看到從第 3 群到第 4 群為下降最快，因此 4 為最佳分群數。

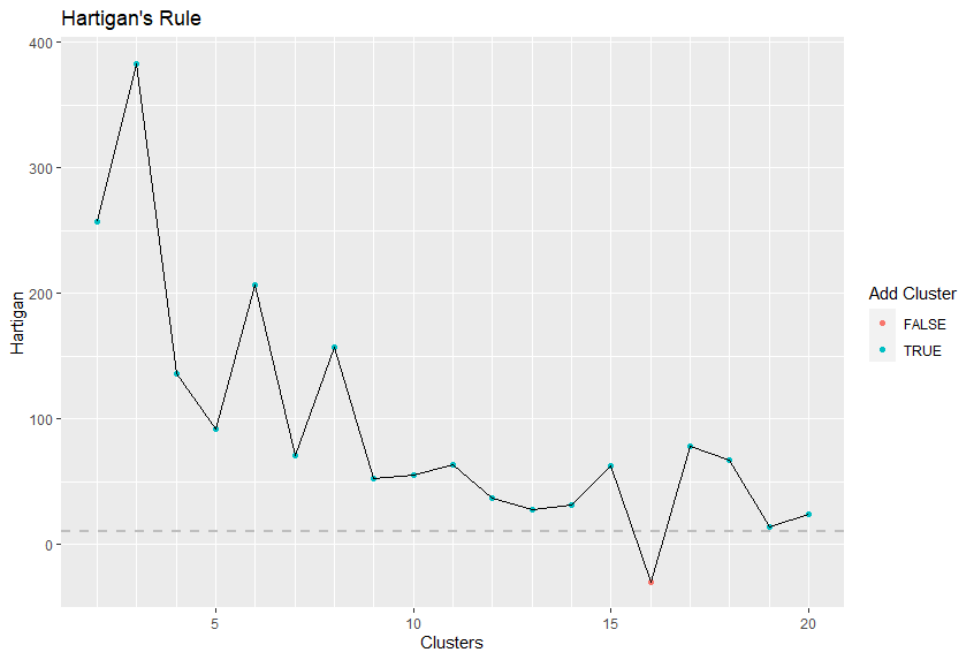


圖 11 Elbow method 最佳分群數

資料來源：本研究分析

本研究便將中區轄區每日延車公里分成 4 群，並透過 kmeans 進行分群，分群結果如下圖 12 及下表 4。

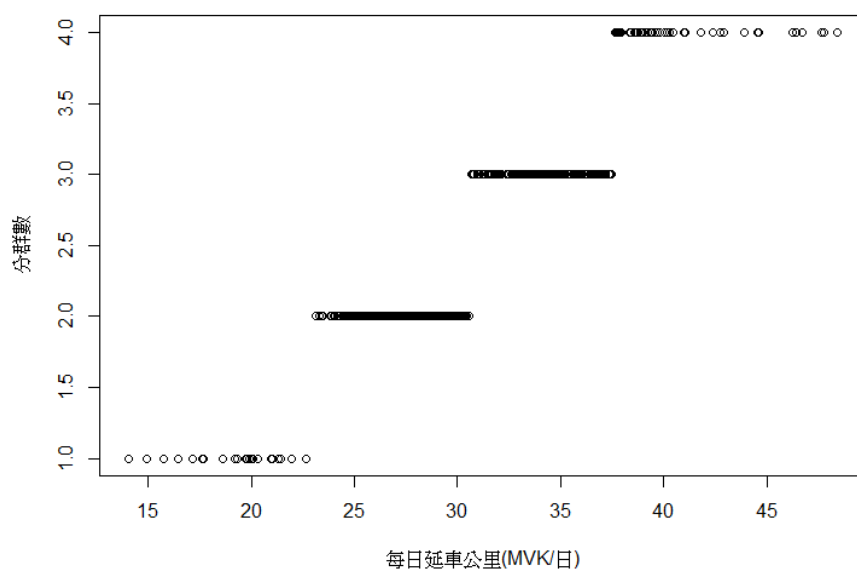


圖 12 K-means 交通量分群結果

資料來源：本研究分析

表 4 K-means 交通量分群結果敘述統計表

交通量分群	最低值(MVK/日)	最高值(MVK/日)	筆數
低交通量	14.0	22.6	28
中 1 交通量	22.7	30.6	293
中 2 交通量	30.7	37.5	171
高交通量	37.6	48.4	44

上述結果可以發現，中區轄區每日延車公里介於 14.03 至 48.40 之間。並由下表 5 得知，其中以中 1 交通量及中 2 交通量之群體筆數最多，其集中在非連假之平假日。低交通量筆數最少，其中低交通量之資料皆集中於 110 年 5 月臺灣疫情爆發後之資料，其中連假之 3 筆資料便為 110 年端午節之資料。高交通量之筆數資料則集中在連續假期。

表 5 K-means 交通量分群結果和平日假交叉分析表

交通量分群 (資料筆數)	非連假		連假	總共筆數
	平日	假日		
低交通量	17	8	3	28
中 1 交通量	275	16	2	293
中 2 交通量	55	92	24	171
高交通量	0	12	32	44

5.2 事故型態及雨量之交叉分析

在了解國道中區路段事故量及交通量、雨量之特性後，為在細究下雨和無下雨時，不同交通量特性所造成事故之型態及碰撞型態為何，因此本節透過交叉分析方式探究其差異性，以更加了解其背後原因和研擬相關策進作為。

本研究先以各交通量分群及下雨之交叉分析進行分析(如下表 6)，可以看到雨天低交通量之事故量明顯高於無下雨之 243%，百萬車公里肇事率也上升 307%，比起下雨中 1 交通量和中 2 交通量之百萬車公里肇事率來得高。而下雨中 1 交通量和中 2 交通量之事故量較無下雨之事故量僅高出 8~26%，百萬車公里肇事率也僅高出 8~29%。而下雨高交通量之事故量也明顯高於無下雨之 52%，下雨之百萬車公里肇事率也上升 44%。

表 6 平假日事故量及交通量、雨量交叉分析表

	低交通量 (22.6MV 以下)		中 1 交通量 (22.6~30.6MVK)		中 2 交通量 (30.6~37.5MVK)		高交通量 (37.5MVK 以上)	
	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨
天數(筆數)	17	11	241	52	141	30	40	4
平均事故量 (件數/日)	4.3	14.7 (+243%)	14.8	18.7 (+26%)	27.7	29.9 (+8%)	39.9	60.6 (+52%)
百萬車公里 肇事率 (件數/MVK)	0.2	0.9 (+307%)	0.5	0.7 (+29%)	0.8	0.9 (+8%)	1.0	1.4 (+48%)

從不同交通量、雨量、事故量及事故類型之交叉分析(如下表 7)來看，不同交通量下平均每日 A1 件數都在 0.1 以下，又因其資料僅蒐集 537 天之事故資料，A1 件數資料過低，容易造成分析及推論之偏誤，本研究及本小節僅將平均 A1 數計算出來，並不作詳細討論及分析。

從平均 A2 數來看，以增長比例來說，下雨之低交通量較無下雨增加 209%，為各交通量分群中增加幅度最多。以數量來說，下雨之高交通量的平均 A2 數為 2.0 (件數/日)，為各交通量分群中最多。

從平均 A3 數來看，以增長比例來說，下雨之低交通量較無下雨增加 245%，為各交通量分群中增加幅度最多。以數量來說，下雨之高交通量的平均 A3 數為 58.8 (件數/日)，為各交通量分群中最多。

從上述分析可以得知，下雨對於低交通量之事故量影響最大，平均 A2 數及平均 A3 數增長幅度高達 209~245%。以事故量來說，下雨之高交通量的平均 A2 數為 2.0 (件數/日)、平均 A3 數為 58.8 (件數/日)，為各交通量分群事故數最多。

表 7 不同交通量、雨量、事故量及事故類型之交叉分析表

	低交通量		中 1 交通量		中 2 交通量		高交通量	
	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨
天數(筆數)	17	11	241	52	141	30	40	4
平均事故量 (件數/日)	4.3	14.7 (+243%)	14.8	18.7 (+26%)	27.7	29.9 (+8%)	39.9	60.6 (+52%)
平均 A1 數 (件數/日)	0.00	0.09	0.05	0.08	0.03	0.03	0.03	0.00
平均 A2 數 (件數/日)	0.5	1.5 (+209%)	1.2	1.6 (+31%)	1.5	1.7 (+19%)	1.8	2.0 (+11%)
平均 A3 數 (件數/日)	3.8	13.2 (+245%)	13.5	17.0 (+26%)	26.3	28.2 (+7%)	38.5	58.8 (+53%)
百萬車公里 肇事率 (件數/MVK)	0.2	0.9 (+307%)	0.5	0.7 (+29%)	0.8	0.9 (+8%)	1.0	1.4 (+48%)

5.3 碰撞型態及雨量之交叉分析

另為分析碰撞型態，本研究再透過不同交通量、雨量及碰撞型態進行交叉分析。但由於本研究之事故資料中，109.01~110.03 係公警全般事故資料，110.04~110.06.20 係高公局中區交控事故簡訊資料，碰撞型態之界定有些許不同，本研究將不同資料之交叉分析表分開研究。

以 109.01~110.03 全般事故資料中，不同交通量、雨量、事故量及事故類型之交叉分析(如下表 8)來看，109.01~110.03 期間內沒有觀察到低交通量之資料(22.6MVK 以下)，故無此資料。

另從中 1、中 2 及高交通量之交叉分析來看，碰撞型態以追撞及撞護欄(樁)為最多。從事故量之增長比例來看，下雨之追撞平均每日件數較無下雨上升 8~37%不等，下雨之撞護欄(樁) 平均每日件數較無下雨上升 37~143%不等。其中，追撞平均每日件數增長比例以下雨高交通量之 37%為最多，撞護欄(樁) 平均每日件數增長比例以下雨中 1 交通量之 128%為最多。從事故量來看，追撞平均每日件數以下雨高交通量之 44.5(件數/日)為最多，撞護欄(樁)平均每日件數以下雨高交通量之 4.0(件數/日)為最多。

上述分析可以看到，下雨之追撞及撞護欄(樁)之事故量明顯增加，又以高交通量之事故量增長最多，且數量最多。

表 8 不同交通量、雨量及碰撞型態之交叉分析表

(109.01~110.03 全般事故資料)

	低交通量		中 1 交通量		中 2 交通量		高交通量	
	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨
追撞 (件數/日)			7.0	9.2 (32%)	18.2	19.6 (8%)	32.5	44.5 (37%)
同向擦撞 (件數/日)			3.0	2.8 (-7%)	3.8	4.0 (5%)	6.2	6.8 (10%)
撞護欄 (樁) (件數/日)			1.4	3.3 (128%)	1.6	2.1 (37%)	1.6	4.0 (143%)
其他 (件數/日)			4.0	3.3 (-19%)	4.1	3.9 (-5%)	3.1	2.8 (-11%)

以 110.04~110.06.20 中區交控事故簡訊資料中，不同交通量、雨量、事故量及事故類型之交叉分析(如下表 9)來看，110.04~110.06.20 期間內沒有觀察到下雨高交通量之資料(37.5MVK 以上)，故無此資料。

另從交叉分析來看，碰撞型態也是以追撞及撞護欄(樁)為最多。從事故量之增長比例來看，下雨之追撞平均每日件數較無下雨上升 100~168%不等，下雨之撞護欄(樁) 平均每日件數較無下雨上升 29~745%不等。其中，追撞平均每日件數增長比例以下雨中 1 交通量之 168%為最多，撞護欄(樁)平均每日件數增長比例以下雨低交通量之 745%為最多。從事故量來看，追撞平均每日件數以下雨中 2 交通量之 18.8(件數/日)為最多，撞護欄(樁)平均每日件數以下雨低交通量之 7.5(件數/日)為最多。

上述分析可以看到，下雨之追撞及撞護欄(樁)之事故量明顯增加，其中下雨撞護欄(樁)之事故以低交通量之事故量增長最多，且數量最多。

表 9 不同交通量之雨量及碰撞型態之交叉分析表

(110.04~110.06.20 中區交控事故簡訊資料)

	低交通量		中 1 交通量		中 2 交通量		高交通量	
	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨	無下雨	下雨
追撞 (件數/日)	2.6	5.2 (100%)	4.6	12.2 (168%)	8.5	18.8 (122%)	17.6	
撞護欄 (樁) (件數/日)	0.9	7.5 (745%)	0.7	0.9 (29%)	1.0	2.0 (104%)	1.1	
其他 (件數/日)	0.5	2.0 (278%)	0.9	1.0 (17%)	1.5	3.7 (149%)	1.4	

5.4 小結

本節透過事故型態及碰撞型態分析掌握國道中區路段不同交通量及雨天之事故特性差異，結果如下。

1. 下雨低交通量之事故量明顯高於無下雨之 243%，百萬車公里肇事率也上升 307%。下雨高交通量之事故量也明顯高於無下雨之 52%，下雨之百萬車公里肇事率也上升 44%。
2. 下雨對於低交通量之事故量影響最大，事故嚴重型態在低交通量時較高，平均 A2 數及平均 A3 數增長幅度 209~245% 為最多。以事故量來說，下雨之高交通量的平均 A2 數為 2.0 (件數/日)、平均 A3 數為 58.8 (件數/日) 為最多。
3. 下雨對於追撞及撞護欄(樁)之平均每日件數中，追撞件數以下雨高交通量之 44.5(件數/日)為最多，相較無下雨上升 37%，撞護欄(樁)件數以下雨低交通量之 7.5(件數/日)為最多，相較無下雨上升 745%。
4. 另整理不同交通量下，下雨之事故量增長及其碰撞型態，並分析可能的原因如下表 10 所示。

表 10 不同交通量之事故量、碰撞型態及可能原因彙整表

雨天	交通量	事故量	碰撞型態	可能原因
	低交通量	+243%	撞護欄上升 745%	速度快、天雨路滑、變換車道不當
			追撞上升 100%	間距不夠、視線不佳
	中交通量	+8~26%	追撞上升 8~32%	間距不夠
	高交通量	+52%	撞護欄上升 143%	天雨路滑、變換車道不當
			追撞上升 37%	間距不夠、車流密度過高

六、事故管理策進作為研擬及實作

6.1 事故管理策進作為研擬

經由前節的交通事故統計分析，本研究彙整統計結果、推測原因與交通改善措施研擬表，並針對雨天交通事故管理策進作為部分，著眼於低交通量及高交通量時之情況，並從不同碰撞型態之可能發生原因進行策略預防研擬及具體改善項目，如下表 11 所示。

表 11 雨天交通事故管理策進作為研擬表

情境	策略	碰撞型態預防研擬	具體改善項目
雨天低交通量	策略 1：間距控制	預防追撞	1. 主線 CMS 加強宣導「天候不佳請開大燈，拉長車距小心駕駛」 2. 變換車道不當→加強取締及宣導 3. 視線不佳防範宣導
	策略 2：速度控制、鋪面排水加強	預防撞護欄	1. 主線 CMS 加強宣導「請勿超速」 2. 請公警加強取締超速嚴重之路段 3. 加強疏通排水設施，加強鋪面排水
雨天高交通量	策略 1：間距控制	預防追撞	主線 CMS 加強宣導「天候不佳請開大燈，拉長車距小心駕駛」
	策略 2：鋪面排水加強	預防撞護欄	加強疏通排水設施，加強鋪面排水
	策略 3：交通量(車流密度)控制	減少雨天事故量上升	加強匝道儀控管制，將交通量維持在 37.5MVK 以下(主線速度維持在 60~80KPH)，以減少事故量上升

6.2 事故管理策進作為實作

1. 間距控制

下雨天於國道主線之 CMS 加強宣導「天候不佳請開大燈，拉長車距小心駕駛」，並透過 CMS 之警示燈加強視線不佳防範宣導，如下圖 13。另也透過 1968 查詢路況之同時，也能再次宣導加強用路人行車拉長車距，如下圖 14。



圖 13 國道主線 CMS 加強間距控制宣導



圖 14 國道 1968APP 之宣導

2. 速度控制

透過國道主線之 CMS 加強宣導「請勿超速」，並透過每個月定期分析超速嚴重路段及時段，提供公警各大隊作為超速取締之執法參考。

3. 鋪面排水加強

在每年汛期來臨前進行洩水孔、豎溝、路側溝、伸縮縫等排水設施之加強清洗及疏通，並於多雨路段鋪築 SMA 及 PAC 之鋪面材料，加強鋪面排水，如下圖 15。



圖 15 鋪面排水加強

七、結論

本分析透過整體的資料，了解事故量及交通量呈現 U 型之二次線性關係，跟文獻相符，並得到下列結論：

1. 在雨天，其 U 型更為明顯，表示在高交通量與低交通量時，其事故量明顯偏高，且事故量增加比例明顯高出中交通量許多。
2. 在事故嚴重程度上，下雨之 A2 及 A3 事故量增長比例在低交通量為最多，增長幅度高達 209~245%不等，下雨之 A2 及 A3 事故量則在高交通量為最多。
3. 在碰撞型態來看，下雨低交通量時，以撞護欄之事故量較多，下雨高交通量時，以追撞之事故量較多。

另外，本研究透過交叉分析及推論後，研擬事故管理策進作為，主要著眼於低交通量及高交通量之情況如下：

1. 低交通量時主要以間距控制、速度控制及鋪面排水加強作為下雨事故管理改善策略。
2. 高交通量時則主要以間距控制、速度控制及交通量(車流密度)控制作為下雨事故管理改善策略，並套用於雨天進行實作，以加強雨天的事故防制作為，打造安全的國道。

本研究乃針對國道中區路段進行總體之事故量統計分析，據以研擬相關加強策進改善作為，但國道各路段之交通特性不盡相同，未來應用時應適時依交通工程司專業判斷予以調整及分析。

參考文獻

Angus E.R. & Bertram O. (2020), "Relationship Between Traffic Volume and Accident Frequency at Intersections", Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17(4), 1393.

- Chang, G.L. & Xiang, H. (2003), The relationship between congestion levels and accidents, MD-03-SP 208B46, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Maryland, College Park, MD.
- Dominique Lord, Abdelaziz Manar, & Anna Vizioli (2005), Modeling Crash-Flow-Density and Crash-Flow-V/C Ratio Relationships for Rural and Urban Freeway Segments, *Accident Analysis & Prevention*, Volume 37, Issue 1, pp. 185-199.
- M Zhou & Virginia P. S. (1997), “Relationship Between Volume-to-Capacity Ratios and Accident Rates” ,*Transportation Research Record*, Volume 1581 issue 1, pp. 47-52.
- Robert L. Thorndike (1953), “Who belongs in the family?” ,*Psychometrika*, volume 18, pp. 267-276.