

IV-12 回帰式による事故多発区間推定方法の検討

室蘭工業大学工学部 学生員 前田 康昌
 室蘭工業大学工学部 正 員 斎藤 和夫
 日本工学院 正 員 石井 憲一

1. はじめに

最近における交通事故件数は増加の傾向を示しており、今までの交通安全対策では限界があると考えられていること、交通事故防止対策に投下される資金は今後とも有限であることや、これまで実施されてきた諸対策においても防止しきれずに発生している事故の複雑さを考えると、限られた交通安全対策費で事故減少という最大効果が得られるようにするためには、道路上において危険性の高い区間を適切に抽出しその事故発生に影響を及ぼす要因を究明することが交通安全対策事業の第一歩となると思われる。そこで本研究では、北海道の国道ネットワークを対象に危険区間を抽出する統計的手法の検討を目的として、従来の事故率品質管理法に加えて重回帰モデルによる方法を適用し両者の比較を試みたものである。

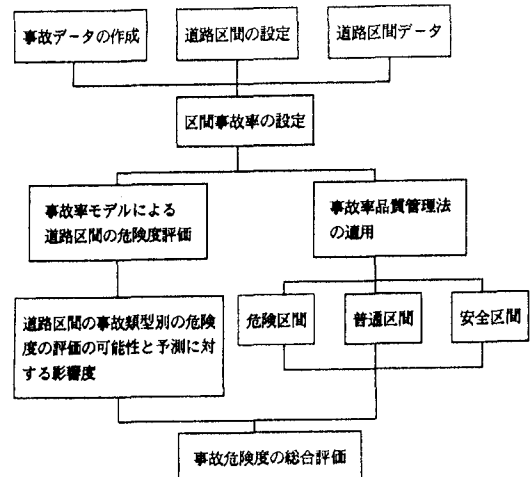


図-1 本研究のフローチャート

2. 解析データと解析手法

(1) 解析データ

本研究は、建設省道路局の昭和58、60年度道路交通センサス¹⁾、一般交通量調査箇所別基本表から北海道の581調査区間のデータを統計的に解析した。道路区間を危険、普通、安全区間に分類するのに事故率という危険度指標を用いた。この事故率を用いて事故率品質管理法によって区間分類を行う。事故率品質管理法とは、事故発生の偶然変動を直接考慮に入れて危険度を評価しようとするもので統計的品質管理の概念を応用して導かれたものである。また、この事故率を従属変数とし、区間特性を説明変数とした重回帰モデル式の開発も試み、これによって将来における道路区間の危険度の検討をする。

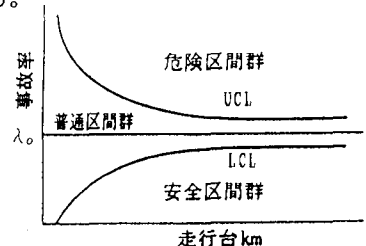
(2) 事故率品質管理法²⁾

事故率品質管理法は、交通事故はランダムにしかも独立して発生する事象であり、その分布はポアソン分布に従うという仮定を基本としている。すなわち、

$$P(x) = \frac{a^x}{x!} e^{-a}$$

ここで、 $P\{X\}=m$ 走行台キロで X 件の事故が発生する確率

$$a = \lambda_0 \cdot m = \text{平均期待事故数} \quad \lambda_0 = \text{平均事故率(件/億台キロ)}$$

事故率品質管理法の概念
(区間の危険度判定例)

Identification of Hazardous Highway Sections by Multiple Regression Model
 by Yasumasa MAEDA, Kazuo SAITO and Ken-ichi ISHII

次に、事故発生 の偶然変動の許容限界を決定するために、危険率 α に対して変動の上限と下限を UCL、LCL とすると、それは、次式を満足する最大値と最小値として与えられる。

$$\left\{ \sum_{x=0}^{LCL} \frac{a^x}{x!} e^{-a} < \frac{\alpha}{2}, \sum_{x=UCL}^{\infty} \frac{a^x}{x!} e^{-a} < \frac{\alpha}{2} \right\}$$

この UCL と LCL の値を求めるためにいくつかの方法が考えられるが、その 1 つとしてここでは正規分布 (Normal distribution) へ近似する方法を用い、次式を導いた。

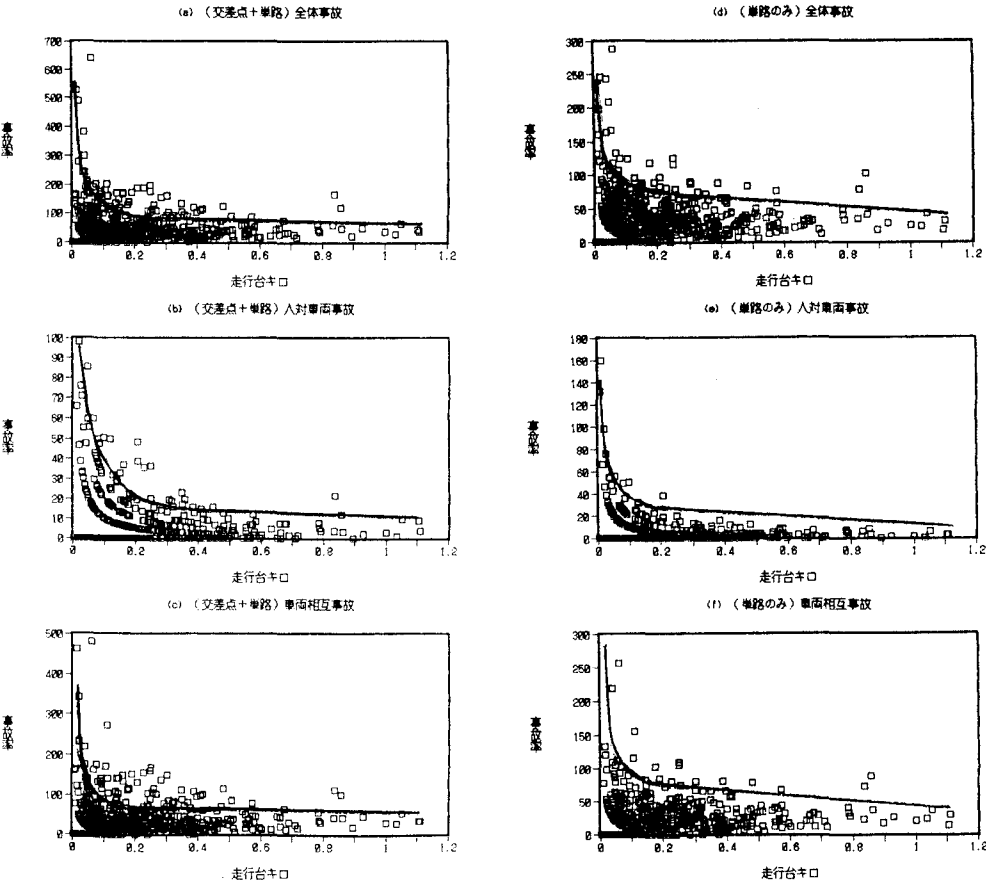
$$\left. \begin{aligned} UCL &= \lambda_o + k \sqrt{\frac{\lambda_o}{m_i} + \frac{1}{2m_i}} \\ LCL &= \lambda_o - k \sqrt{\frac{\lambda_o}{m_i} - \frac{1}{2m_i}} \end{aligned} \right\}$$

ここで、k = 危険率 α に対する規 準正規分布の値
 m_i = i 区間の走行台キロ

表-1 平均事故率の変化

事故率 事故別	交差点+単路部		単路部	
	S 5 8	S 6 0	S 5 8	S 6 0
全体事故	53.7	48.3	35.3	32.5
人対車両	8.5	6.7	5.6	4.3
車両相互	40.7	37.6	25.6	24.6

図-3 事故率品質管理法による危険区間の分類



3. 解析結果

(1) 事故率品質管理法による解析

昭和58年度、60年度の平均事故率の比較を、(交差点+単路)と(単路のみ)の事故別についてそれぞれ事故形

態別に表-1に示した。全体的に昭和58年度に比べて昭和60年度では、事故率が低下している。縦軸に事故率、横軸に走行台キロをとった事故率品質管理法を事故形態別に適用すると右図のような結果になった。

(交差点+単路)の全体事故についてみると、偶然変動を考慮した事故率品質管理法により北海道の一般国道ネットワークから危険区間が昭和58年度では75区間、昭和60年度では73区間が抽出された。そのうち、両年度において危険区間であったのは、45区間であった。また、事故形態別にみると、人対車両事故においては、58年度では危険区間35区間、60年度では33区間が抽出され、両年度において危険区間であったのは、45区間であった。同様に、車両相互事故では、47区間が両年度において、危険区間として抽出された。

(2) 重回帰分析によるモデル式の開発

ここでは事故率という危険指標を従属変数、交通状況を表すと思われる28個の区間特性からステップワイズ分析により選択された区間特性を説明変数として重回帰分析を試みた。この分析により、表-2に示す変数が選択され分析結果が得られた。重相関係数についてみると、(交差点+単路)の全体事故について昭和60年度では0.7889と比較的精度の高い値が得られた。事故形態別にみると、人対車両事故では0.5277、車両相互事故では、0.7785という結果が得られ、人対車両事故では若干予測モデル式の精度がおちると言える。また、標準回帰係数について見ると全体事故、車両相互事故では、信号交差点密度、歩行者数、住宅系延長率の影響が大きく、人対車両事故では、信号交差点密度のほか交通量、市街化延長率の影響が大きいと言える。

そこで本研究では、昭和60年度の(交差点+単路)全体事故、人対車両事故、車両相互事故について、それぞれ次式を重回帰モデルとして採用した。

表-2 <全車線道路の単相関係数・標準回帰係数>

(全体事故)
 $R = 48.43 + 25.49A + 19.95B + 6.61C - 13.20D + 4.24E - 5.89F + 5.61G$
ただし、R:事故率 A:信号交差点密度
B:歩行者数 C:住宅系延長率
D:交通量 E:追越し区間延長率
F:旅行速度 G:車線容量

説明変数	S 5 8		S 6 0	
	単相関係数	偏回帰係数	単相関係数	偏回帰係数
1 信号交差点密度	0.6432	37.9247	0.6957	25.4947
2 歩行者数	0.5143	11.7310	0.6341	19.9514
3 住宅系延長率	0.4995	2.6123	0.2898	6.6068
4 交通量	0.2820	-21.7277	0.4035	-13.1956
5 追越し禁止区間延長率	-0.0630	0.6627	-0.0872	4.2449
6 旅行速度	-0.5194	-7.6697	-0.5885	-5.8935
7 車線容量	-0.2819	4.1347	-0.4225	5.6060
定数項	53.4392		48.4334	
重相関係数	0.6923		0.7889	

(a) 全体事故

(人対車両事故)
 $R = 6.70 + 3.14A - 4.32B + 2.78C + 2.28D + 1.64E + 1.19F + 2.09G$
ただし、R:事故率 A:信号交差点密度
B:交通量 C:市街系延長率
D:歩行者数 E:住宅系延長率
F:追越し区間延長率
G:商業系延長率

説明変数	S 5 8		S 6 0	
	単相関係数	偏回帰係数	単相関係数	偏回帰係数
1 信号交差点密度	0.3864	5.8649	0.4195	3.1439
2 交通量	0.0677	-6.9899	0.1514	-4.3160
3 市街部延長率	0.3397	-4.1657	0.3845	2.7854
4 歩行者数	0.3773	3.8227	0.3462	2.2842
5 住宅系延長率	0.1113	0.5750	0.1925	1.6453
6 追越し禁止区間延長率	-0.0173	0.0827	-0.0052	1.1905
7 商業系用途延長率	0.3151	-0.1183	0.3837	2.0939
定数項	8.4345		6.7037	
重相関係数	0.5236		0.5277	

(b) 人対車両事故

(車両相互事故)
 $R = 37.68 + 18.95A + 17.41B + 4.88C + 2.90D - 4.82E - 6.99F + 4.79G$
ただし、R:事故率 A:信号交差点密度
B:歩行者数 C:住宅系延長率
D:追越し区間延長率 E:旅行速度 F:交通量 G:車線容量

説明変数	S 5 8		S 6 0	
	単相関係数	偏回帰係数	単相関係数	偏回帰係数
1 信号交差点密度	0.6959	32.4551	0.6938	18.9527
2 歩行者数	0.5102	7.3291	0.6363	17.4105
3 住宅系延長率	0.5315	1.5441	0.2856	4.8767
4 追越し禁止区間延長率	-0.0720	0.6471	-0.1087	2.9002
5 旅行速度	-0.6579	-4.5887	-0.5912	-4.8153
6 交通量	0.3656	-14.0987	0.4496	-6.9885
7 車線容量	0.3588	5.0199	0.4537	4.7858
定数項	40.5278		37.6832	
重相関係数	0.7297		0.7785	

4. 重回帰式による危険区間の検討

(1) 危険区間判定の考え方

次に、本研究の目的である危険区間の抽出をこの予測モデル式を使って行う方法を検討した。その方法の手順は重回帰予測モデルに当該区間の区間特性を代入して推定事故率を求め、これに走行台キロという交通指標を乗じることにより推定事故件数を求める。当該区間における事故発生件数は推定値を期待値とするポアソン分布に従うと考えられ、 $N(0, 1)$ の正規分布に従う次式の標準化状態量をもとに統計学的な危険推定方法である。

$$Z_i = \frac{y_i - \hat{y}_i}{\sqrt{\hat{y}_i}}$$

y_i : i 区間における発生事故件数

危険度指標 $Z_i > 1.96$ であれば95%の信頼限界で当該区間を危険区間として抽出し、 $-1.96 < Z_i < 1.96$ となる区間は標準区間、 $Z_i < -1.96$ は安全な区間と考えた。その概念図を図-4に示した。この方法を適用するためには、適用対象の道路種別、事故形態に応じてモデルのパラメータを適切に設定する必要がある。危険度指標 Z_i に対応した区間数を図示すると図-5のような正規分布になる。

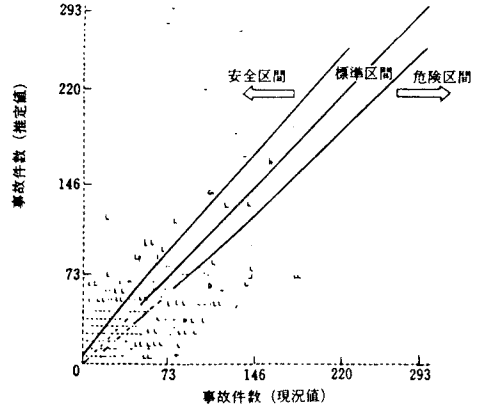
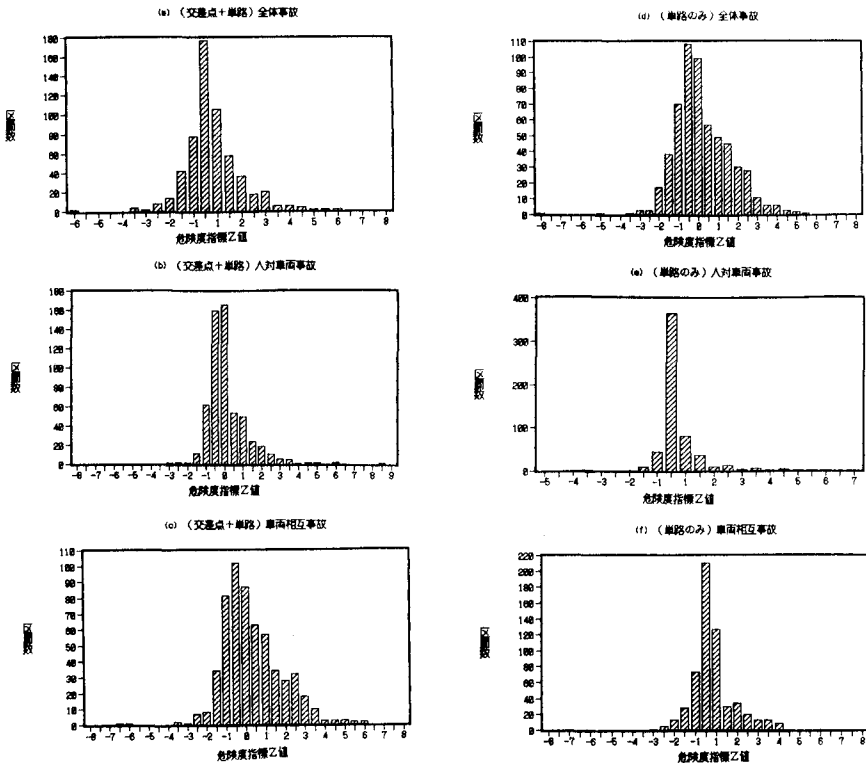


図-4 モデル公式による危険区間判定の範囲

図-5 危険度指標 Z_i による危険区間の分類



この危険度指標により(交差点+単路)全体事故については昭和58年度では危険区間が61区間、昭和60年度では56区間が抽出された。事故形態別に見ると、人対車両事故では、58年度に41区間、60年度には33区間が危険区間として抽出された。同様に車両相互事故では、58年に62区間、60年に75区間が抽出された。

(2) 危険区間の検討

昭和60年度の事故率品質管理法と重回帰予測モデルの抽出における一致性について検討を行った結果が表-3(a)である。(交差点+単路)の全体事故についてみると、事故率品質管理法から73区間、予測モデル式からは56区間が抽出されたが、そのうち両分析により危険区間として抽出されたのは、26区間であった。また、単路部のみでの全体事故についてみると、品質管理法と予測モデル式ともに59区間が危険区間として抽出され、一致した区間は33区間であった。

(交差点+単路)での事故よりも単路のみでの事故の方が一致性は高く、すなわち、交差点を含まない場合の方が予測に信頼性があると思われる。

事故形態別では、人対車両事故の場合、(交差点+単路)及び(単路のみ)での事故ともに、抽出された危険区間の半数近くが品質管理法と重回帰予測式の両分析で一致しており、人対車両事故における危険区間が抽出される信頼性は高いと言える。

次に、昭和60年度の重回帰モデル式を昭和58年度のデータに適用して抽出された危険区間と事故率品質管理法との一致の検討を試みた結果が表-3(b)である。(交差点+単路)と(単路部のみ)の事故とともに抽出した区間の半分以上が両分析で一致しており昭和60年度の重回帰モデル式による昭和58年度の危険区間の抽出のある程度の信頼性をもつことができた。

(3) モデル式の適用性

昭和58年度において、昭和60年度の重回帰モデル式を修正して新たな予測モデル式から抽出された危険区間と事故率品質管理法との一致の結果を表-3(c)に示した。危険区間として抽出された区間数も、両分析により一致した区間数

表-3(a) 昭和60年度 事故率品質管理法と重回帰分析による危険区間の抽出
-交差点+単路-

事故別	品質管理法	重回帰モデル	一致した区間
全体事故	73区間	56区間	26区間
人対車両	33区間	33区間	16区間
車両相互	78区間	75区間	29区間

-単路のみ-

事故別	品質管理法	重回帰モデル	一致した区間
全体事故	59区間	59区間	33区間
人対車両	20区間	31区間	13区間
車両相互	62区間	58区間	32区間

表-3(b) 昭和60年度の重回帰モデルを昭和58年度のデータに適用した場合の危険区間の抽出
-交差点+単路-

事故別	品質管理法	重回帰モデル	一致した区間
全体事故	75区間	75区間	41区間
人対車両	35区間	51区間	21区間
車両相互	76区間	61区間	31区間

-単路のみ-

事故別	品質管理法	重回帰モデル	一致した区間
全体事故	58区間	60区間	32区間
人対車両	21区間	56区間	16区間
車両相互	63区間	54区間	32区間

も昭和60年度とほぼ類似した結果であった。 表-3(c) 昭和58年度 事故率品質管理法と重回帰分析による危険区間の抽出

ここで、事故率品質管理法と重回帰分析による両分析から昭和58、60年度の両年度において危険区間として抽出された区間の一部を表-4に示した。

表-4 危険区間と判定された区間(部分)

両年度において抽出された区間
札幌市中央区札幌環状線交点
札幌市白石区西野白石線交点
札幌市南区西野真駒内清田線交点
札幌市東区5号、274号交点
⋮
名寄市239号線交点
函館市5号起点
函館市上磯峠下線交点
函館市字富士見町
苫小牧市元町3丁目
旭川市永山24丁目

－交差点＋単路－

事故別	品質管理法	重回帰モデル	一致した区間
全体事故	75区間	61区間	25区間
人対車両	35区間	41区間	16区間
車両相互	76区間	62区間	21区間

－単路のみ－

事故別	品質管理法	重回帰モデル	一致した区間
全体事故	58区間	51区間	32区間
人対車両	21区間	34区間	14区間
車両相互	63区間	45区間	23区間

5. 結果のまとめ

本研究は、建設省の実施している道路交通情勢調査データを用いて、一般国道における調査区間の交通指標データから危険区間の抽出を試みたものである。研究対象道路は北海道の国道ネットワーク42路線581区間から危険区間の抽出を統計的手法を用いて試みたものである。分析は、事故率品質管理法と重回帰分析を用いて行った。この分析で得られた結果を簡単にまとめると次のようになる。

- (1) 事故率品質管理法と重回帰分析により、昭和60年度の危険区間を抽出したところ、若干差はあるが、ある程度一致した結果が得られた。
- (2) 昭和58年度については、昭和60年度の重回帰モデル式を昭和58年データに適用して得られた危険区間と事故率品質管理法により抽出された危険区間との一致は比較的高い結果が得られた。
- (3) 昭和58年度においては、昭和60年度の重回帰モデル式を修正した予測モデル式により得られた危険区間は昭和60年度のモデル式を適用したよりも危険区間が少ないという分析結果が得られた。

<参考資料および文献>

- 1) 建設省編:昭和58年度道路交通センサス一般交通量箇所別基本表(昭和58、60年度)
- 2) 斎藤和夫 加来照俊:統計的手法による道路の事故危険度評価に関する研究,土木学会論文報告集 第284号 1979年4号
- 3) 斎藤和夫:事故危険度評価方法に関する調査研究の概観 (I),交通工学 Vol 15 No 6, pp. 47~54 1980,9
- 4) 三谷浩:道路における危険度評価に関する一手法について,交通工学Vol112, No5, 1977年