

判別関数による道路区間の危険性評価について

室蘭工業大学 正 斉藤和夫
室蘭工業大学 〇 学 武田肇一郎

1. はじめに

道路交通技術者は、交通環境に対する工学的立場から、交通安全対策について検討することが必要である。その場合、道路のすべてについてあらゆる安全対策を講ずることは、限られた資金と時間の範囲では困難である。そこで、限られた資金をより効果的に使用するために、交通安全対策を優先的に実施すべき場所をなんらかの方法で選定し、そこに集中的に対策を講ずることが必要となろう。しかし、このような交通事故の危険性が高いあるいは交通事故が頻発にある場所を見い出す方法が、まだ確立されていない。

著者等は、これまで統計的品質管理の概念を応用した道路区間の危険性評価法を提案してきたが、この方法は現在における危険性と評価するものであり、将来における危険性と評価するものではない。そこで、本論では事故率品質管理法を用いて分類された道路区間のグループを外的規準とし、道路幅員、区間速度等の交通環境要因を説明変数とした判別関数を用いることによって、将来における道路区間の危険性評価および分類への、一つのアプローチを試みたものである。

2. 解析データ

解析対象道路区間は、北海道の一般国道34路線の446区間であり、事故データは、その延長4,806.6km上で昭和46年度に発生した人身事故12,219件である。また交通環境要因は、昭和46年度全国交通情勢調査により得られた10要因である。これらの交通環境要因と事故密度(件/km)、および事故率(件/百台・km)の12変量間の相関係数マトリックス、および、平均値、標準偏差を表-1に示す。

表-1 交通環境要因と事故密度、事故率との相関係数マトリックス

交通環境要因	記号	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	Mean	S.D.
幅員	X ₁	1.000	0.738	0.542	-0.607	0.340	0.355	0.686	0.839	0.797	0.834	7.898	3.146
信号交差密度	X ₂	0.738	1.000	0.487	-0.674	0.677	0.320	0.591	0.721	0.598	0.681	0.506	1.090
交差密度	X ₃	0.542	0.487	1.000	-0.562	0.316	0.511	0.624	0.503	0.441	0.481	1.216	1.898
速度	X ₄	-0.607	-0.674	-0.562	1.000	-0.461	-0.512	-0.652	-0.578	-0.517	-0.558	44.718	10.240
歩行者量	X ₅	0.340	0.677	0.316	-0.461	1.000	0.277	0.348	0.321	0.177	0.262	836.239	238.501
自転車交通量	X ₆	0.355	0.320	0.511	-0.512	0.277	1.000	0.665	0.303	0.280	0.297	270.971	356.268
二輪車交通量	X ₇	0.686	0.591	0.624	-0.652	0.348	0.665	1.000	0.782	0.716	0.766	230.433	264.893
乗用車交通量	X ₈	0.839	0.721	0.503	-0.578	0.321	0.303	0.782	1.000	0.924	0.985	3178.991	4238.107
貨物車交通量	X ₉	0.797	0.598	0.441	-0.517	0.177	0.280	0.716	0.924	1.000	0.973	3232.186	3365.146
ADT	X ₁₀	0.834	0.681	0.481	-0.558	0.262	0.297	0.766	0.985	0.973	1.000	6410.566	7449.176
事故密度	X ₁₁	0.783	0.833	0.542	-0.651	0.502	0.376	0.709	0.828	0.733	0.801	7.478	14.519
事故率	X ₁₂	0.521	0.666	0.540	-0.624	0.520	0.448	0.509	0.419	0.360	0.397	1.520	1.535

3. 事故率品質管理法による

道路区間の分類

この方法は、「通常の偶然変動の結果として事故率にどの程度の変動を期待すべきか」、あるいは、「設定された変動の許容限界を越えていると結論づけるためには、どのくらい高くなければならぬか」という問題に対して統計品質管理の概念からアプローチされたもので、 m 走行台kmで x 件の事故が発生する確率をポアソン分布で表わされるという仮定に基づき、信頼限界UCLとLCLを設定し、事故発生の変動を考慮した限界事故率を設定しようとしたものである。

$$UCL = \lambda_0 + k \sqrt{\frac{\lambda_0}{m_i} + \frac{1}{2m_i}} \quad LCL = \lambda_0 - k \sqrt{\frac{\lambda_0}{m_i} + \frac{1}{2m_i}} \quad (1)$$

ここで、 λ_0 =平均事故率、 k =危険率 α に対する規準正規分布の値、 m_i =区間 i の走行台kmである。

図-1は、事故率品質管理法の概念図である。

本論では昭和46年における北海道の国道ネットワークの平均事故率1.52(件/百台・km)を λ_0 とし、 k は危険率 α を両側検定の10%とした場合の $k=1.960$ として、(1)式より求めるUCL、LCLによって、国道440区間を、I群 $x > UCL$ II群 $LCL < x < UCL$ 、III群 $x < LCL$ に3分類した。表-2は、3分類された各群についての区間数、延長、MVM

(百万台キロ)、死傷者数、事故件数、およびそれぞれ全体のパーセントと群内平均事故率を示している。

この結果、41区間の事故が急増傾向区間が特定されたが、区間延長が全延長の2%上で、25%の事故と、21%の死傷者が生じたことになる。

表-2 事故率品質管理法による道路区間の3群分類総括表

項目 分類群	区間数		延長		MVM		事故件数		死傷者数		事故率 件/百万
	区間	%	Km	%	百万台 Km	%	件	%	人	%	
I群 $x > UCL$	41	10.73	970	2.05	6265	8.80	3001	24.56	4158	21.38	4.70
II群 $LCL < x < UCL$	150	34.10	8667	18.03	4678.5	20.90	3733	30.55	5555	28.56	2.22
III群 $x < LCL$	249	56.59	3760.5	79.60	5729.8	71.13	5485	44.89	9736	50.06	0.95
合計	440	100	4724.2	100	8034.7	100	12219	100	19449	100	1.52

4. 判別分析による道路区間の危険度解析

4-1 判別分析の概要

判別分析とは、「P変量の線形結合によってつくられる関数

$$z_i = l_1 x_{i1} + l_2 x_{i2} + \dots + l_p x_{ip} \quad (i=1, 2, \dots, N) \quad (2)$$

が、異なる母集団に属する個体を最もよく判別する(誤って判別する確率を最小にする)ように係数ベクトル l を定める」ことである。定められた関数を判別関数(Discriminant Function)という。

この関数を定める方法の1つは、異った群の個体を最もよく判別するために、合成変量 z の分布が個体群の間でどの程度分離しているかを示す式で表わされる重相関比 η^2 が最大となるように、すなわち異った群の個体を最も良く判別するように、係数ベクトル l を決めなければならない。

$$\eta^2 = \frac{\sum_{i=1}^p N_i (m_i - m)^2}{NV} \quad (3)$$

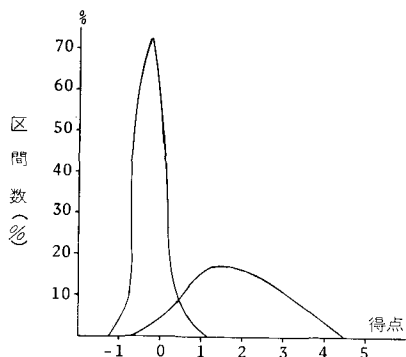


図-3 10変量による2群判別図

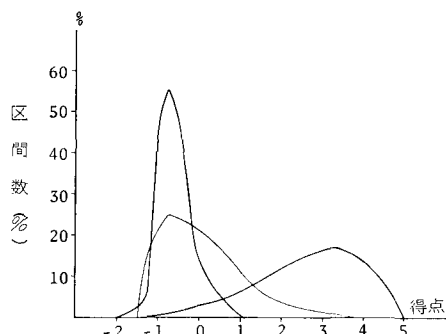


図-2 10変量による3群判別図

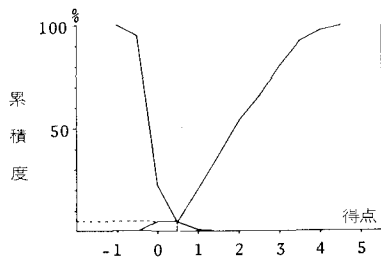


図-5 10変量による2群判別達成率

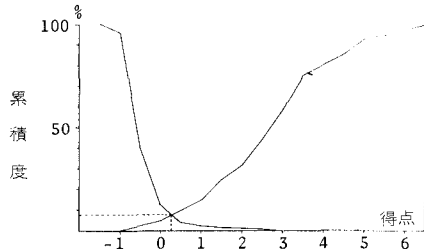


図-4 10変量による3群判別達成率

表-3 10変量に対する判別関数の係数ベクトル

判別関数	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	判別関数
I, II, III群	0.746	0.853	0.695	-0.892	0.555	0.669	0.765	0.677	0.607	0.607	0.760
I, II群	0.229	0.844	0.159	-0.099	-0.139	0.193	0.268	-1.699	-0.697	1.876	0.591
I, III群	0.244	0.627	0.293	-0.249	-0.183	0.258	0.010	-0.539	0.129	0.070	0.844

ここで N = 全個体数, V = 全個体に対する合成変量 v の分散, N_p = P 群に属する個体数, m_p = P 群の合成変量の平均, m = 合成変量の全個体数の平均である。

4-2 10変量を用いた道路区間の判別分析

3.の事故率品質管理法によって分類された3群の道路区間に対して、10種の交通環境要因を用いた判

別関数を3群判別と2群判別の2ケースにつけて図式により定めた。各判別ケースにおける判別関数の係数ベクトルを表-3に示す。

この場合、3群判別についての重相関比は0.760、2群判別の第2ケースについての重相関比は0.844と高い値が得られた。次に、これらの判別関数を用いて、それぞれ3群に属する区間の合成変

量値 z を計算した。その結果得られた判別図を、図-2と図-3に、また累積度図を図-4と図-5に示す。これらの分析の結果、10変量を用いた3群判別による判別達成率(的中率)は、IとII群で77%、IとIII群で72%、IIとIII群で78%であり、また、2群判別によるものは、IとII群で76%、IとIII群で75%であり、いずれも高い中率を持つが、特に2群判別によるI群とIII群の判別はほぼ完全に行なわれているといえる。

4-3 5変量を用いた道路区間の判別分析

上で述べたように、10変量による判別関数を用いると、道路区間を判別する目的はほぼ達成されるものと思われるが、変数の数が多すぎると考えられるので、変数を減少した場合の判別分析を4-2の場合と同様に行ってその効果を比較する。

まず最初に、変数を減少する方法として、10変量間の相関係数マトリックスを用いてバリマックス法によって

表-4 バリマックス法による主成分の因子負荷量

主成分	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
第1主成分	0.807	0.580	0.352	-0.473	0.136	0.171	0.674	0.952	0.973	0.979
第2主成分	0.197	0.178	0.454	-0.473	0.208	0.982	0.572	0.135	0.114	0.127
第3主成分	0.203	0.619	0.168	-0.332	0.966	0.058	0.137	0.171	0.021	0.107
第4主成分	0.159	0.113	0.800	-0.188	0.018	-0.007	0.125	0.094	0.054	0.074
第5主成分	0.115	0.173	0.019	-0.704	-0.009	0.008	0.076	0.060	0.058	0.058

表-5 5変量に対する判別関数の係数ベクトル

判別関数	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	重相関比
I, II, III群	0.085	0.457	0.173	-0.508	-0.083	0.758
I, II群	0.082	0.599	0.204	-0.298	0.000	0.598
I, III群	0.069	0.371	0.194	-0.484	0.033	0.867

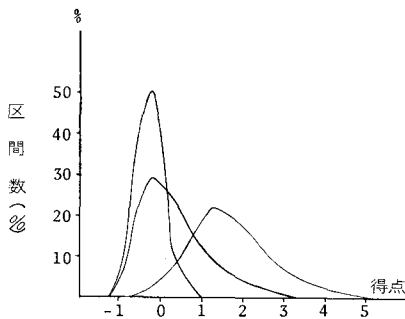


図-6 5変量による3群判別図

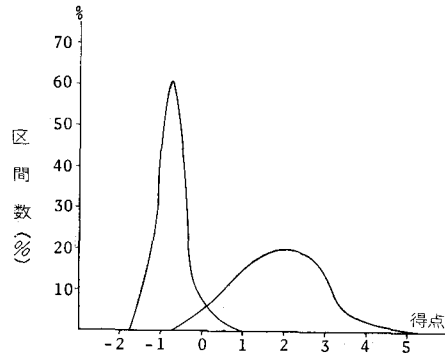


図-7 5変量による2群判別図

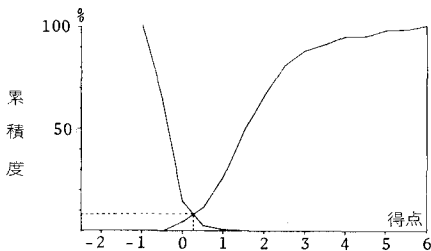


図-8 5変量による3群判別達成率

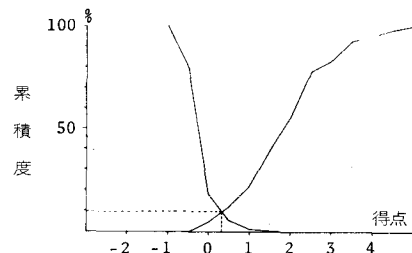


図-9 5変量による2群判別達成率

主成分分析を行なった。主成分は第5主成分まで求めたが、得られた因子負荷量を表-4に示す。この因子負荷量および表-1の事故密度と事故率とによる相関係数を手がかりとして X_1, X_2, X_3, X_4, X_6 の5変量を選抜した。これらの5変量を用いた判別分析の結果を3群判別と2群判別のそれぞれに対して判別関数の係数ベクトルを表-5に、判別図を図-6と図-7に、累積度図を図-8と図-9に示す。重相関比に関して見ると、3群判別においては、10変量の0.760に対して、0.758 2群判別のIとII群については、10変量の0.577に対して、0.598となり、IとIII群については、10変量の0.867となった。いずれの場合も10変量を用いた場合と等しいが、あるいは高くなる。また判別度についても表-6に比較したように、大きな変化は見られなかった。

表-6

判別関数による的中率(%)と判別値の総括表

群数	判別対象	10		5	
		的中率(%)	判別値	的中率(%)	判別値
3	I-II	77.0	1.4	78.0	0.85
	I-III	92.0	0.3	91.5	0.25
	II-III	69.0	-0.35	70.5	-0.15
2	I-II	76.0	0.35	75.5	0.5
	I-III	95.0	0.5	90.5	0.65

5. 考察

事故率品質管理法によって分類された道路区間も、その交通環境要因10変量を用いた判別関数によって判別した結果2群、3群判別共にかなり高い確率をもって判別することができた。さらに説明変数の数をバリマックス法および、相関係数等によって選択減少させた場合、変数を5個に減らしても10個目いた場合と変わらない結果を得ることができた。

この5変量を用いた3群判別関数から求めらる得点を路線ごとにまとめ、その平均値と、その路線の平均事故率との関係を見ると、図-10に示すように、これらの間に正の相関関係が見られた。

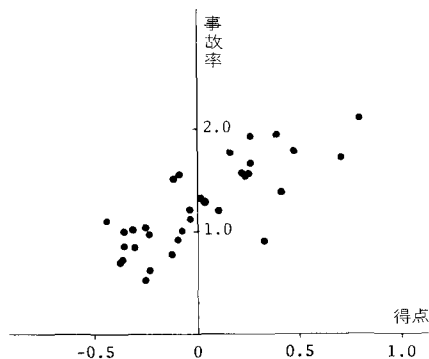


図-10 路線別平均得点と平均事故率

以上の結果から交通環境要因を用いた判別関数によって道路区間を分類することが可能であり、それから得られる得点が、現在の道路区間の危険性を評価する尺度である交通事故率と正の相関関係があることを考えると、判別関数を用いて、道路区間の危険性を評価することは、将来における道路区間の危険性を評価するための一つの方法として利用できるものと思われる。

6. おわりに

本論においては、昭和46年の交通環境要因と事故データを用いて判別分析による道路区間の危険度解析を試みたが、得られた判別関数が将来における道路区間の危険性評価にどの程度役立つのかも実証することが必要である。そのために、ある年度のデータにより決定された判別関数が別の年度のデータに対してどの程度の判別達成度があるかなど、判別関数の係数における時系列的变化を検討することが必要である。最後に、資料をいよく提供された北海道警察本部ならびに北海道開発局に感謝します。尚本論文に関する計算は、北海道大学大型計算センター FACOM 230-75, および室蘭工業大学 FACOM 230-28 により行った。付記して感謝します。

参考文献

- 1) Saito, K.: Application of Statistical Concept to Identify Hazardous Location of Highway as a Basis for Planning of Highway Safety Improvements, 地域と交通 投稿室, 1973
- 2) 斎藤和夫: 交通安全対策対象区間(事故発生区間)選定方法の検討, 全国交通安全学術協議会報告集 IV 部, 1976
- 3) 五十嵐日出夫, 斎藤和夫他: 土木計画数理, 朝倉書店, 1976
- 4) 芝 祐順: 行動科学における相関分析法, 東大出版会, 1970