

## 交通事故対策地点の抽出に関する基礎的研究

On Efficiency of Identifying Hazardous Road Locations Using Accident Data

大蔵泉<sup>\*</sup>・越山政敏<sup>\*\*</sup>・川上洋司<sup>\*\*\*</sup>

By Izumi OKURA, Masatoshi KOSHIYAMA  
and Yoji KAWAKAMI

It is necessary to understand the efficiency of selection criterion for identifying hazardous locations or blackspots adequately. In this paper, the degree to which the accident rate-and-number method is successful in identifying hazardous locations through periodic selections is examined. Simulation model developed for this purpose is applied. In the first part of this paper, the concept of identifying the hazardous locations and the measures of efficiency for site selection are described. The second part is devoted to the development of the simulation model. Finally, the performance of some feasible procedures through periodic selections using accident data is discussed.

### 1. はじめに

交通安全対策の検討は、対策を要する地点（箇所）の抽出から始まる。対策地点の特定に至るまでには通常2つの段階が踏まれる。第1段階は、過去の事故データをベースに設定した抽出基準に基づいて要対策候補地点を抽出する段階であり、第2段階はそれら候補地点に対して、当該地点の道路・交通条件、形態別事故等のデータに基づいて事故発生要因を検討し対策内容を具体化する精査の段階である。この第1段階は、多くのサンプル地点を”ふるい”にかける操作を行うことに相当し、”ふるい”の目すなわち抽出基準による抽出性能が問題となる。

本研究は第1段階における、抽出基準と抽出性能との関連について基本的特性の考察を行おうとするものである。

抽出作業において適用される状態量としては事故件数、事故率等がある。こうした事故データに立脚する限り十分考慮しなければならない特性は、事故発生数のランダム変動である。事故発生数は毎年変動しており、事故多発地点と称される地点においても各年の事故数の変動幅はかなり大きいことが知られている<sup>1)</sup>。各地点における事故危険度ポテンシャル（以下期待値と称する）を推定するためには、事故データの集計期間を大きくすることが有効であるが、当該地点の道路・交通条件に変化がないという意味での均質性を保つためにはデータ集計期間を長く出来ないという制約がある。実際の交通事故研究において採られる事故集計期間はたかだか2～3年、多くは1年であり、個々の地点の事故発生数の期待値を推定することは困難である。

要対策候補地点を抽出するに当たって、抽出基準は基本的に期待値の閾値として設定され、判断材料としては現実に発生した事故数に基づく状態量が採

\* 正会員 工博 横浜国立大学教授 工学部建設学科  
(〒240 横浜市保土ヶ谷区常盤台156)

\*\* 正会員 榊日本火災海上保険

\*\*\*正会員 工博 横浜国立大学講師 工学部建設学科

られる。統計量として知られる事故発生数は期待値の回りで変動することから、ある抽出基準を適用した抽出結果には誤抽出サンプルが混入する。この誤抽出の特性を期待値との関連で定量的に表現することが要対策候補地点抽出の重要な課題である。

## 2. 従来の研究と本研究の位置づけ

これまでに危険地点（箇所）抽出手法に多くの研究がなされてきた<sup>2)3)4)10)</sup>。その代表的な方法の一つに回帰モデルの援用による抽出法がある。この方法では、事故発生数あるいは事故率を被説明変数として回帰モデルを開発し、モデルによる推定値と実現値との偏差をもとに危険地点抽出を行うという接近方法が採られる。対策地点の優先順位は平均的危険度からの偏差によって判断されるという意味で危険度での相対的評価を行っていることになる。つまりこの方法においては各地点の事故危険度の期待値との関連は直接言及されず、先に述べた事故発生ランダムネスがモデル構造にそのまま織り込まれる。従って抽出結果を評価するにあたってのいくつかの疑問（例えば危険度の期待値と比較して、正しい抽出数はどの程度あるか、事故発生ランダムネスに伴う誤抽出数はどの程度か等）に直接答えることが出来ない。

ある抽出基準に基づく抽出結果の評価のためには、抽出したいと考える危険度ポテンシャル（期待値）の閾値との関連を明確にする必要があり、上述の接近法とは異なる方法論が必要となる。この課題に直接取り組んだ研究にE.Hauerらの研究がある<sup>5)</sup>。その研究では、検討対象地点の事故期待値の分布がガンマ分布に従うという仮定のもとに、ある期待値 $\lambda^*$ （判定基準値と称する）以上の地点を要対策候補地点として抽出したいと考えた場合に、事故発生数で表現する抽出基準値 $x^*$ によって得られる次のような抽出特性を理論的に考察している。

### ① 抽出過程第1段階における抽出地点数

### ② これらのうちの正抽出数及び誤抽出数

彼らの研究において、判定基準値、抽出基準値及び正・誤抽出内容相互の関係が理論的な背景のもとに明確にされている。ただし、その研究結果は、危険地点抽出が一度だけなされた場合のものである。抽出作業が継続して定期的になされた場合の考察を同

じ理論体系で検討するためには先ず当該理論体系における基本的仮定、すなわち検討対象地点の期待値の分布がガンマ分布に従うこと、を確認する必要がある。しかしながら、期待値の分布がガンマ分布に従う検討対象地点集合に、ある抽出基準値を適用して要対策候補地点を抽出した結果において分離される2つのグループ（抽出・非抽出グループ）各々の期待値の分布が、依然としてガンマ分布になるか否かの確認は未だ理論的に明らかにされていないため、第1回目の抽出過程に適用した分析理論をそのまま適用することは出来ない。

本研究は、E.Hauerらによって提起された問題に関連して、要対策候補地点抽出を定期的に繰り返した場合の抽出特性を、シミュレーションモデルを用いて明らかにし、危険箇所抽出に関する基礎的事項の検討を行うものである。危険箇所抽出過程で基準値として採用される状態量としては、通常交通量等で標準化した事故率が採用されるが、以下、論旨の展開を簡単にするために、本論文では事故件数を採ることとする。事故率を採った場合においても、理論的には本質的に矛盾は生じない。

## 3. 要対策地点抽出性能の評価尺度

検討に供される地点ではともに事故危険度のポテンシャルを意味する事故数の期待値( $\lambda_i$ ;  $i$ :地点)があり、そのまわりで各年の事故数( $x_{ij}$ ;  $j$ :年)が発生していると考えられる。本来要対策候補地点として抽出したいのは期待値が判定基準値 $\lambda^*$ を超える地点であるが、各地点の期待値 $\lambda_i$ については現実にはこれを知ることは出来ない。抽出作業段階で知り得る情報は、 $\lambda_i$ の回りで実現した事故数 $x_{ij}$ であり、実際の場で行われる地点の抽出は、事故発生数の基準値 $x^*$ （以下これを抽出基準値と称する）に基づいて行われる。

$x_{ij}$ は $\lambda_i$ の回りで変動するために、 $x^*$ によって抽出を行った場合の結果は $\lambda^*$ による本来的抽出結果と異なり、誤抽出の可能性がある。このことは図-1のベン図で示すことができ、抽出結果は次に示す3種に分類することが出来る<sup>5)</sup>。

- ・誤抽出I： $(\lambda_i \geq \lambda^* \text{ and } x_{ij} < x^*)$
- ・正抽出： $(\lambda_i \geq \lambda^* \text{ and } x_{ij} \geq x^*)$
- ・誤抽出II： $(\lambda_i < \lambda^* \text{ and } x_{ij} \geq x^*)$

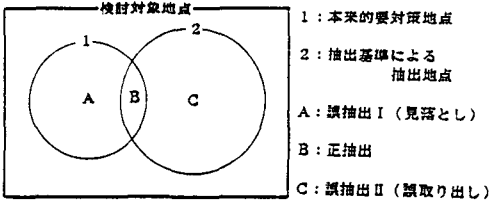


図-1 抽出基準による抽出結果分類

ベン図において、AとB部分の和集合つまり集合1に含まれる地点は、期待値 $\lambda_i$ が $\lambda^*$ より大きいことから、本来抽出すべき地点であるが、事故発生数に基づく抽出結果においてA部分は事故発生数 $x_{ij}$ が $x^*$ より偶々小さかったために要対策候補地点として抽出されないことになる。これが誤抽出Iである。一方、集合2は、各地点の $x_{ij}$ が $x^*$ より大きいことから抽出された地点の集合であるが、 $\lambda_i$ が $\lambda^*$ より小さいと言う理由で本来抽出すべきでない部分集合Cをも抽出してしまう(誤抽出II)ことになる。

要対策地点の抽出の要件は、図中Bで表す正抽出の数を多くし、誤抽出I及びIIの数を少なくすることであるが、正抽出を多くするために $x^*$ を低めに設定すると誤抽出IIの数も増加することになる。また誤抽出IIの数を少なくするために $x^*$ の値を高めに設定すると、部分集合Aに属する地点数が増加し、本来抽出したい地点を多く見逃す結果となると考えられる。このようなことから上述の要件を満足する抽出基準値 $x^*$ は一意的に決まらない。こうした背景があるものの、実際的には事故対策担当者は、ある抽出基準値を設定しなければならない立場にある。よってその場合には、抽出基準値とそれによる抽出特性を定量的に認識した上で抽出基準値を設定するとともに、それに基づいて結果を十分吟味することが肝要である。

4. モデルの構造および演算方法

1) 多年次繰り返し抽出と適用モデル

多年次にわたる繰り返し抽出の過程を例示してみると図-2のようになる。本研究ではこうした多年次にわたる繰り返し抽出の特性を定量的に明らかにするために、シミュレーションモデルを開発し、それを用いて検討することにした。

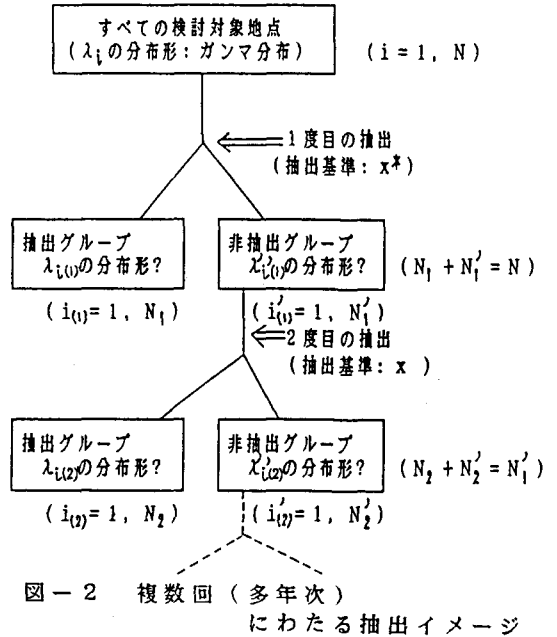


図-2 複数回(多年次)にわたる抽出イメージ

事故発生数の期待値 (危険度のポテンシャル)	$\lambda_i$ (i: 地点) (未知)	ガンマ分布 (p, d, f, : $g(\lambda)$ )
実際に観測される 事故発生数	$x_{ij}$ (j: 年) (既知)	$\lambda_i$ をパラメータとした ポアソン分布

図-3 事故発生数の期待値と実現値に関する確率分布の仮定

2) モデルに適用した確率分布

モデルにおける基本的状態量は、事故発生数の期待値( $\lambda_i$ )の分布と、 $\lambda_i$ をパラメータとする各地点ごとの事故発生数の確率分布である。これについては、関連研究において適用された仮定条件と同様に図-3のように設定する。すなわち事故発生数の期待値( $\lambda_i$ )の分布形としてガンマ分布を採り、実際に各地点において発生するであろう事故件数の確率分布には、 $\lambda_i$ をパラメータとしたポアソン分布を採ることとする。事故発生数の期待値の分布としてガンマ分布を用いることの積極的な理論的根拠はないが、ガンマ分布はモデル構築上幾つかの利点を有するので従来の研究においても採用されている<sup>5)6)</sup>。その利点とは、確率分布関数形はそのパラメータの設定によって様々に変化し、データに対する適合性に優れること、期待値分布のパラメータ推定に論理的根拠が与えられること等である。

またモデルの上で各地点の事故発生数の期待値は、時間が経過しても新たな事故対策の導入等当該地点

に大きな条件変化のない限り変わらないものとする。

3) 期待値  $\lambda_i$  の分布のパラメータ推定

各地点の期待値  $\lambda_i$  は未知の状態量であるが、実際に発生した事故数  $x_i$  の分布に基づいて、 $\lambda_i$  の分布のパラメータを以下に述べるように推定できる。

$\lambda$  の確率分布 (ガンマ分布)  $g(\lambda)$  は次のように書かれる。

$$g(\lambda) = \alpha \lambda^{\alpha-1} e^{-\lambda} / \Gamma(\alpha), \lambda \geq 0$$

ここに、 $\alpha$ 、 $\beta$  はガンマ分布のパラメータである。

これらのパラメータは、事故発生の確率分布がポアソン分布に従うと仮定すると、事故発生数の標本平均 ( $m$ ) と分散 ( $s^2$ ) から次のように推定される<sup>9)</sup>。

$$\alpha = m / (s^2 - m)$$

$$\beta = m^2 / (s^2 - m)$$

ここに  $m = \sum x_i \cdot n(x_i) / \sum n(x_i)$

$$s^2 = [\sum (x_i - m)^2 \cdot n(x_i)] / \sum n(x_i)$$

$n(x_i)$  : 事故発生数が  $x_i$  である地点数

これらのパラメータによって設定されたガンマ分布に基づいて、対象地点数に対応する乱数を発生させ、これを各々の地点の期待値  $\lambda_i$  とすることによって、モデルで適用する期待値が設定できる。

4) モデルの演算フロー

上述のことを踏まえたモデルの演算及び要対策地点抽出の手順をフロー図として示すと、図-4のようになる。その概略を示すと次のようになる。

- ① 地点数  $N$  の設定及び期待値  $\lambda_i$  の分布形の推定  
要対策地点検討に供される地点サンプル (総数  $N$ )

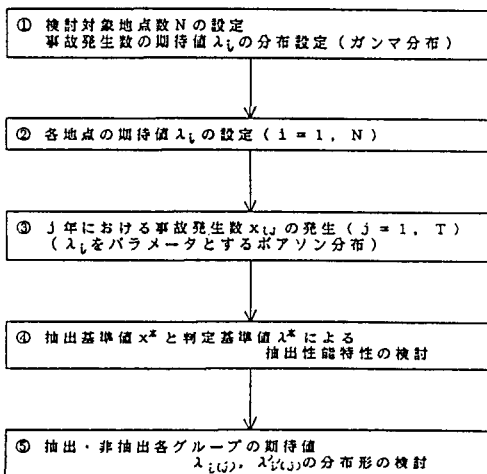


図-4 本研究における分析の流れ

における近年の事故発生数をもとに、3) で記した関係式によって期待値  $\lambda_i$  の分布のパラメータ推定を行い、適用する分布形を特定する。

②各地点の期待値  $\lambda_i$  の設定

このガンマ分布に従う乱数を地点数だけ発生させ、これに基づいて各地点の  $\lambda_i$  を割り当てる。

③ j 年度における事故発生数  $x_{ij}$  の設定

$\lambda_i$  をパラメータとするポアソン分布に基づき乱数を発生させ、これを i 地点 j 年の事故発生数  $x_{ij}$  とする。この操作を  $N$  地点について  $T$  年間繰り返す。

④抽出特性 (正抽出・誤抽出数) の検討

$\lambda^*$  と  $\chi^2$  の組合せに応じて、いかなる抽出性能となるかを3. で整理した評価尺度に基づいて整理する。また抽出に当たっての事故データ集計方法 (複数年の平均化等) の影響についても考察を行う。

⑤抽出・非抽出各集合の期待値の分布形の検討

適用したモデルはシミュレーションモデルであるが、抽出作業後に分離された2つ (抽出・非抽出) のグループの期待値の分布がガンマ分布であれば、既往の理論モデルが繰り返し抽出のケースにも適用出来ることになる。今後の理論的接近法の可能性を探るために、抽出されたグループの期待値の分布形の考察を演算結果に基づいて検討してみる。

5) 適用データ

本モデルによる検討のためのデータは、文献3) に用いられた例題と同じもの (高速道路ランプでの実現事故データ) を利用した。事故発生数の平均値  $m$ 、分散  $s^2$ 、そしてそれらに基づいて推定した期待値分布のパラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$  は次のようになる。

$$\text{平均 } (m) = 0.34, \text{ 分散 } (s^2) = 1.07$$

$$\alpha = 0.47, \beta = 0.16, \text{ 地点数 } (N) = 2736$$

6) シミュレーションモデルによる再現値の分布

このパラメータを用いた当該モデルによる推定事故発生数の分布の例を、実現値の分布と合わせて示すと表-1のようになる。推定分布が複数あるのは乱数の初期値を変えてみたためである。推定分布はほぼ良好な再現状態にあるといえよう。なお、ここで示した実現値を  $\chi^2$  検定でいう理論上の期待度数と見なすなら分布形の適合度検定が採用でき、シミュレーションによる演算結果の標本度数についての有意水準が求められる。この様な立場で便宜的にこの結果を検討してみると、乱数の初期値の設定に注

意すれば0.05程度の有意水準に対応するモデルの再現結果が得られることが知られた。

表一 モデルによって求めた事故発生数の度数分布

事故数	実現地点数 $n_k$	モデルによる再現地点数 $n_k^*$ (事故数がある地点数)			<参考> モデルによる期待値 $\lambda$ の推定分布例*
		(1)	(2)	(3)	
0	2254	2251	2253	2244	0~1 2444
1	286	278	268	286	1~2 176
2	95	105	114	95	2~3 57
3	48	43	51	50	3~4 28
4	21	23	15	29	4~5 14
5	7	16	12	14	5~6 8
6	8	11	12	6	6~7 4
7	6	2	6	4	7~8 2
8	5	4	2	4	8~9 3
9	3	0	1	3	9~10 0
10	0	1	0	1	10~11 0
11	1	1	1	0	11~12 0
12	0	0	0	0	12~13 0
13	1	1	1	0	13~14 0
14	1	0	0	0	14~15 0
15	0	0	0	0	15~ 0
平均数	0.3414	0.3417	0.3408	0.3454	計 2736
分散	1.0677	0.9771	0.9614	0.9556	
標準偏差	1.0333	0.9885	0.9805	0.9776	

注) 0~1は、0以上1未満の期待値の幅を表し、各クラスに対応する散度、該当する地点数を意味する。  
(ガンマ分布による乱数発生に基づく推定値)

4. 要対策候補地点抽出特性

判定基準値 ( $\lambda^*$ ) と抽出基準値 ( $x^*$ ) の組合せを設定し、数年間にわたって要対策候補地点の抽出を毎年単純に繰り返すという前提でモデルによる演算を行い、抽出特性の検討を行った。

1) 単年次1回の抽出

検討初年度における抽出特性については文献3)の理論的分析でも知られている。その研究での表現方法を借りて本モデルによる演算結果を示すと図-5のようになる。この結果は上述の理論的分析結果とほとんど一致することが確認された。抽出特性は図-5をとおして考察できるが、判定基準  $\lambda^*$  を実

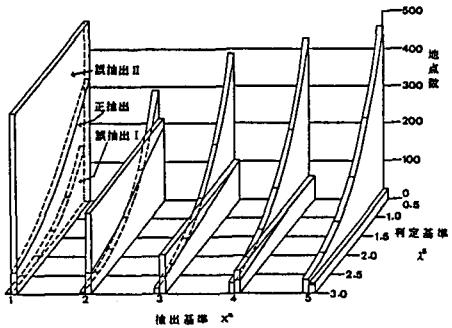


図-5 初年度におけるモデルによる抽出結果の性能特性

表-2 初年度抽出特性の例

判定基準値		$\lambda^* = 1$			$\lambda^* = 1.5$		
抽出基準値 $x^*$		1	3	5	1	3	5
地点数	誤抽出 I (FW)	58	197	265	19	104	159
	正抽出 (CP)	234	95	27	167	82	27
	誤抽出 II (FP)	234	8	1	301	21	1
CP/N ( $\lambda^*$ )		0.80	0.33	0.09	0.90	0.44	0.15
CP/抽出地点数		0.50	0.92	0.96	0.36	0.80	0.96
N ( $\lambda^*$ )		292			186		

注)  $N(\lambda^*)$ :  $\lambda_i \geq \lambda^*$  である本来的要対策地点数 (=FW+CP)  
抽出地点数:  $x^*$  で抽出された地点数

現事故数の平均(0.34)の約3倍及び5倍、すなわち  $\lambda^* = 1, 1.5$  とした場合の結果を例にして整理すると表-2のようになり、次のようなことが知られる。

- $\lambda^* = 1$  の場合、 $x^* = 1$  とすると、本来対策を要する地点数 (以降これを  $N(\lambda^*)$  と表現する。この場合は  $N(1)$  ) の約80%が正抽出されるが、ほぼ同数の誤抽出該当地点も抽出してしまうことから、抽出効率はずしも良くない。 $x^* = 3$  とすると正抽出地点は  $N(1)$  の1/3しか抽出できないが、誤抽出は抽出地点の8%程度に留まり、抽出地点の92%は正抽出である。
- $\lambda^* = 1.5$  の場合、 $x^* = 1$  とすると、 $N(1.5)$  の約90%が抽出できるものの、誤抽出の数も増え (301地点)、抽出地点の約36%しか正抽出がない。また  $x^* = 3$  とすると、 $N(1.5)$  に対する正抽出の割合は  $x^* = 1$  の場合と比べて減るもの (44%)、抽出した地点の約80%が正抽出となる。
- 以上のように、 $x^*$  を小さく採れば  $N(\lambda^*)$  のうち多くの本来的要対策地点を抽出できるが、誤抽出地点数も多くなる。また  $x^*$  を大きく採れば誤抽出地点数を減らすことが出来るが、本来的要対策地点を多く見逃してしまう。ある抽出基準  $x^*$  に基づいて抽出を行う場合、この特性を定量的にわきまえることが肝要である。

2) 多年次にわたる繰り返し抽出

交通事故対策の検討は、1回限りで終了するわけではなく、継続的に行われる。多年次にわたる繰り返し抽出の特性を検討するために6年にわたる抽出演算を行った。2年次以降の抽出対象は、図-2に例示したように、前年次における非抽出グループと

した。適用した  $x^*$  は1、2、3の3通りであり、連続して同じ  $x^*$  で抽出を行うものとした。また各地点の期待値  $\lambda_i$  は年次が変わっても変化しないとした。

上記の仮定で現実の抽出操作と異なるのは、現実の場合では、当該年次において事故発生数に基づいて一旦抽出された地点であっても、要因に関する精査及び過去の事故履歴を検討した上で、今後の経過を見るという位置づけで次年次の非抽出グループに戻される可能性が残る点にあるが、モデルではこのことを直接的に表現することは困難であるため、ここでは考慮しないものとした。

a. 抽出・非抽出グループの期待値の変化

抽出を繰り返したときの抽出・非抽出グループの期待値の平均値及び分散を示すと表-3のようになる。これより次のような傾向が知られる。

- $x^* = 1$  で抽出を行っていくと、6年の間には全地点の約1/3の地点が抽出され、第2段階での精査の負担が大きくなるが非抽出グループの期待値の平均値は最初の状態の1/10程度にまで低下し、抽出の効果は十分見込める。但し、1年目の抽出による期待値の平均の減少程度は大きい(1/3)が、2年目以降の期待値の低下程度は徐々に鈍くなる。この傾向は  $x^* = 2, 3$  においても同様知られる。
- 期待値の平均を単に下げるのであれば、 $x^*$  を大きくすればよく、抽出地点数が少なくてすむ。但し、正抽出地点数を一定の値までにするには時間がかかる。

表-3 多年度の抽出による地点数および期待値の平均、分散

$x^*$	年次	非抽出			抽出		
		平均	分散	地点数 <sup>*2</sup>	平均	分散	地点数 <sup>*2</sup>
	最初の状態	0.341	0.726	2736			
1	1	0.115	0.077	2268	1.471	2.111	468
	2	0.068	0.032	2066	1.208	1.718	670
	3	0.048	0.014	1956	1.098	1.581	780
	6	0.026	0.004	1755	0.922	1.390	981
2	1	0.183	0.159	2522	2.281	2.832	214
	3	0.115	0.062	2351	1.766	2.151	385
	6	0.080	0.031	2229	1.522	1.868	507
3	1	0.240	0.268	2633	3.090	3.531	103
	3	0.185	0.146	2550	2.568	2.795	186
	6	0.147	0.089	2470	2.209	2.383	266

\*1 6回にわたる抽出のうちの幾つかの年次について示した。  
 \*2 地点数として、当該年次までの累加地点数を示した。

b. 抽出性能の変化

繰り返し抽出に際し同一の  $x^*$  を適用した場合の抽出性能を例示してみると、図-6のようになる。これから次のようなことが言えよう。

- $\lambda^*$  に等しいか幾分低めの  $x^*$  を採用すれば、本来的要対策地点(つまり  $\lambda_i \geq \lambda^*$ ) 総数を3年程度の抽出によって捕捉できるが、誤抽出IIの地点も相当数混入する。この場合誤抽出IIの混入程度は繰り返し時点の早いほど大きく(1~3倍)なる。
- 誤抽出IIの地点数を減少させるためには  $\lambda^*$  より大きな  $x^*$  を採用すると良い。例えば、 $x^*$  を  $\lambda^* + 1$  程度に設定することで、誤抽出IIの地点数が多くなる初年次においても、抽出地点の少なくとも2/3程度は正抽出であることが期待できる。但し本来的要対策地点の各時点における捕捉数は低くなる。言い替えれば、誤抽出Iの数が増加する。ところで、多年次にわたり抽出を繰り返す場合、a. で見たように非抽出グループの期待値  $\lambda_i$  は小さくなって行くので、抽出効率を上げるためには年次経過にともなって抽出基準を変えて抽出を行う方法も考えられる。例えば、抽出時点が早いうちは  $x^*$

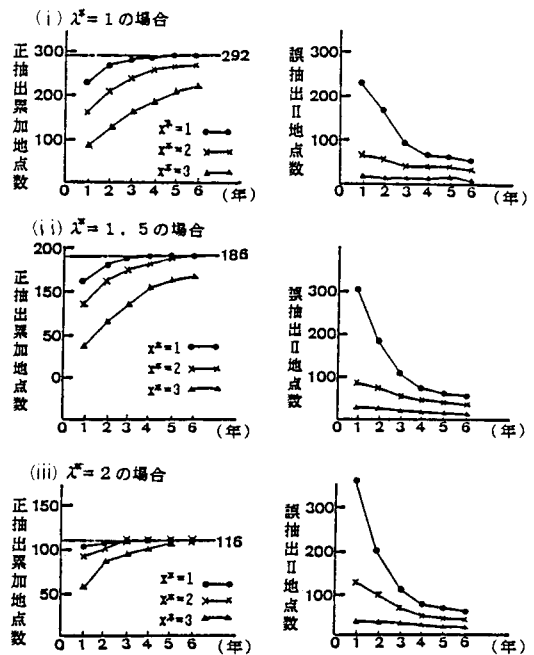


図-6 抽出基準一定の場合の繰り返し抽出性能  
 (注) 292, 186, 116の数値は本来的要対策地点総数

を $\lambda^*$ より少し大きめに設定して正抽出をかなり高い水準に保っておき、抽出年次が進み非抽出グループの期待値がある程度低下した時点で一期前の $x^*$ より小さめの $x^*$ を設定して正抽出の数を多くするという方法である。 $x^*$ を大きくすると本来的要対策地点を総て抽出するまでには時間がかかるが、現実には費用制約があるので通常ある時期に集中して対策を行うことはなく、また最初の段階では抽出基準値を高めにしていて危険度の高い地点から抽出される可能性が高いということから、問題程度は低いと考えられる。

この方法による抽出結果の一例を示すと表-4のようになる。正抽出数は期待通りに多くなるが、同時に誤抽出IIが増加することになるので、引続く第2段階での精査に於てこの点を留意する必要がある。

c. 多年次事故データの平均値による抽出

各年独立に抽出を繰り返す場合事故発生ランダムネスが強く影響するので、その弱点を補う方法と

表-4 途中年次で抽出基準場を変えた場合の例 (3年次における抽出結果)

年次	各年の $x^*$			誤抽出I数 (FN)	正抽出数 (CP)	誤抽出II数 (FP)	2年次までの正抽出数
	1	2	3				
$\lambda^* = 1$	1	1	1	6	13	97	278
	2	2	2	45	31	34	216
	2	2	1	16	60	189	
	3	3	3	128	25	5	139
	3	3	2	91	62	41	
	3	3	2	37	34	69	115

・ $N(\lambda)$ :  $N(1) = 292$ ,  $N(1.5) = 186$   
 ・抽出地点数は(CP+FP)の合計値である。

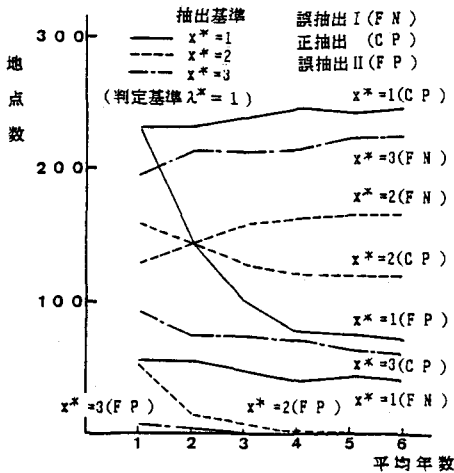


図-7 事故データの平均による抽出特性

して複数年次の事故数の平均値を用いて抽出する方法が考えられる。いま、平均化の年数を1~6年とし、 $\lambda^* = 1$ ,  $x^* = 1, 2, 3$ に設定した場合の抽出特性の結果を例示すると、図-7のようになる。

この結果から、 $x^*$ が小さい( $\lambda^*$ と同程度)場合には平均化の年数を大きくすることによって誤抽出IIを減少させ、 $x^*$ を大きめに採った場合には平均化による効果は余り顕著でないことが知られる。平均化の年数は、3年を超えると抽出性能に殆ど変化のないことから、3年程度が限度と考えられる。

d. 抽出・非抽出グループの期待値分布

ここではシミュレーション演算結果に基づいて、各回の抽出作業によって分離された2つのグループの期待値の分布がガンマ分布と見なし得るかどうかの検討を行った。ガンマ分布のパラメータは、3.

表-5 抽出・非抽出グループの期待値分布の検定

抽出基準 $x^*$	ケース	非抽出グループ			抽出グループ		
		自由度	$x^2$ 値	有意水準 $\alpha$	自由度	$x^2$ 値	有意水準 $\alpha$
1	(1)	3	1.74	0.50	10	3.91	0.95
	(2)	4	1.09	0.75	10	5.85	0.75
	(3)	4	5.46	0.10	11	5.96	0.75
2	(1)	6	3.64	0.50	11	4.71	0.90
	(2)	6	6.36	0.25	11	4.75	0.90
	(3)	6	9.51	0.10	11	2.64	0.99
3	(1)	7	5.26	0.50	9	3.89	0.75
	(2)	6	12.67	0.03	9	4.71	0.75
	(3)	6	7.31	0.25	9	0.95	0.99

・各ケースは乱数発生時の初期値をかえた場合の演算結果を示す。  
 ・ケースN0は表-1と対応する。  
 ・上の結果は1年次における抽出に基づくものである。

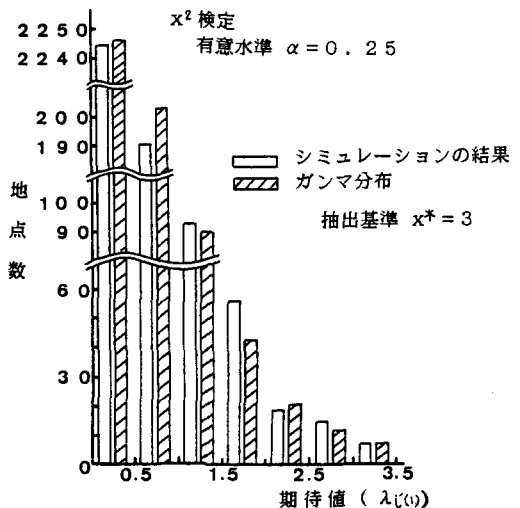


図-8 初年度抽出後の非抽出グループの期待値 ( $\lambda(i)$ ) の分布

3)において示した関係式に、シミュレーションモデルで再現した各グループの期待値 $\mu_i$ の平均値、分散を適用することによって設定できる。

シミュレーション再現値と理論値を0.5刻みで度数分布として整理し、適合度検定を行った。その結果の一部を示すと表-5のようになり、非抽出グループの期待値の分布を図-8に例示する。

これらの結果から、分析時に用いた乱数や $\chi^2$ 検定における階級のとり方などで有意水準にバラツキが見られるものの、最初の期待値分布をガンマ分布とした検討対象地点を抽出基準 $x^*$ によって抽出・非抽出の2つのグループに分けた場合、各グループ特に抽出グループの期待値の分布はガンマ分布に対して相当よい適合性を示しているといえよう。

## 5. 結語

本研究では、事故データを用いた交通事故対策地点の抽出特性を検討するために、シミュレーションモデルを適用し、抽出基準値の抽出性能に関する基礎的考察を行った。

その分析を通じて次のような知見が得られた。

- ①開発したシミュレーションモデルによって、理論的接近法に準ずる事故再現性が得られた。このモデルによって多年次にわたる繰り返し抽出の特性を、期待値との関連において定量的に考察できよう。
- ②単年次毎独立に同じ抽出基準値を用いて抽出を繰り返す場合、抽出基準値を抽出したい期待値の下限値と同程度にすると、正抽出数を多くできるものの、本来抽出すべきでない誤抽出が多く混入する。抽出基準値を大きくすると、誤抽出地点数が減り正抽出率は高まるが、全ての要対策地点を抽出するまでに多くの時間がかかる。
- ③抽出地点数を精査上過大とならない範囲で抑え、正抽出率を高く保った上で、出来るだけ少ない抽出回数で正抽出数を最大にするためには、早い抽出時点で高めの抽出基準値を適用し、年次経過にともなって低めの抽出基準値に変えて適用するという方法が考えられる。
- ④複数年次の事故データを平均化して適用するのも事故発生ランダムネスを平滑化する上で有効であり、誤抽出を少なくすることが期待できる。平均化の期間としては3年程度が一つの目安となり得るで

あろう。

⑤期待値の分布形がガンマ分布で与えられる対象地点を、抽出基準値の適用によって2つのグループに分けた場合、各々のグループの分布形はガンマ分布に対して相当よい適合性を示す。

これらの内容は限られた演算結果に基づくものであることから、他の事故データをも踏まえた検討の余地が残っていると見えよう。また、本研究ではシミュレーションモデルを適用したが、上記⑤の結果からみて多年次の抽出特性を確率論の応用によって求める展開の可能性も大きいと考えられる。このことは今後の重要な課題である。

<謝辞>筆者の一人がトロント大学滞在中、本研究開始の糸口と研究方法について適切なアドバイスをいただくと共に、データ使用を許可頂いたE.Hauer教授に謝意を表します。

## 参考文献

- 1)例えば、交通工学研究会：二輪車交通に関する調査研究報告書(No.2), pp2-13, 1985.
- 2)斉藤和夫：事故危険度評価方法に関する調査研究の概要(II), 交通工学, 15-7, pp37-48, 1980.
- 3)大蔵泉：道路における事故危険性の評価と交通安全対策の手法, 交通工学講習会テキスト, ppIV1-IV24, 1981.
- 4)岡本博、越正毅、大蔵泉、鹿島茂：事故発生の際の変動を考慮した道路区間の事故危険度の評価手法, 土木学会論文報告集第326号, pp115-127, 1982.
- 5)E.Hauer et al: Problem of Identifying Hazardous Location Using Accident Data, Transportation research Record, 975, pp36-43, 1984.
- 6)D.F.Jarret, C.Abbess and C.C.Wright: Bayesian Methods Applied to Road Accident Blackspots Studies: Some Recent Progress. Seminar on Short-term and Area-wide Evaluation of Safety Measures, pp69-74, Inst. of Road Safety Research SW 0V, Amsterdam, 1982.
- 7)大蔵泉、越山政敏：交通事故対策地点抽出法とその抽出特性：第41回土木学会年講IV, pp289-290, 1986