

交通事故発生の時系列変動に関する統計的分析

その他（別言語等） のタイトル	A Statistical Analysis on the Time Serial Variations of Traffic Accident Occurance
著者	石井 憲一, 斎藤 和夫
雑誌名	室蘭工業大学研究報告. 理工編
巻	9
号	2
ページ	517-534
発行年	1977-12-10
URL	http://hdl.handle.net/10258/3667

交通事故発生の時系列変動に関する統計的分析

石井 憲一*・斉藤 和夫**

A Statistical Analysis on the Time Serial Variations of Traffic Accident Occurrence

Ken-ichi Ishii and Kazuo Saito

Abstract

It has been recognized that there are some time serial variations in traffic accident occurrence and these variations are the most important factor to be considered in the planning of traffic safety programs. So, in this study authors try to analyze the time serial variations of traffic accidents by the use of statistical methods.

This paper contains the following two parts ;

- (1) the time serial analysis on the yearly and monthly variations in Japan,
- (2) the Spearman's rank correlation analysis on the trends of monthly variations in traffic accidents and vehicle-kilometer traveled in Japan, and then compared with British and U. S. data.

1. ま え が き

昭和30年代におけるモータリゼーションの急速な進展にともなう交通事故の著しい増加が社会問題化して以来、国および地方公共団体は諸般の交通事故防止施策を講じてきたところであるが、交通事故に関する要因が複雑なために問題の根本的な解決が図られていないうらみがある。交通事故を少しでも減少するためには、必要なあらゆる合理的な手段を実施しなければならないことはもちろんであるが、その基礎となる交通安全研究—交通事故の発生と防止に関する科学的研究—は現実の要請に答えるほど十分ではなく、多くの基礎的な問題が未解決である¹⁾。

この基礎的な問題の一つに交通事故の統計的分析があるが、この分野の研究がクローズアップされたのは比較的最近のことであり、1967年のOECD道路研究計画の「交通事故の解析における統計的手法の利用に関するシンポジウム」が本格的な研究の出発点であるといえる。すなわち、このOECDシンポジウムにおいて、今後とも、統計的手法、特に重回帰分析、時系列分析、多変量分析等に関する研究の情報交換をすすめることなどの宣言がなされ、その必要性が強調されたのである。

これらのことから、交通事故の時系列分析については最近英国を中心としていくつかの研究が見られるようになってきたが²⁾³⁾⁴⁾、我国においてはあまり試みられていない。筆者はこの問

*土木工学科助手 **土木工学科助教授

題に関してこれまでいくつかの研究⁵⁾⁶⁾を試みてきたが、本研究はそれらの研究をベースとして新たなデータを加えて分析し、さらに英国、米国における分析結果との比較を含めてまとめた基礎的研究であり、その内容は大きく分けて次の2つがある。

- ① 交通事故発生件数と事故死者数に関する年変動と月変動の時系列変動分析。
- ② スピアマンの順位相関係数による、走行量との関連における交通事故発生件数と事故死者数の月変動傾向の分析とその国際比較。

ところで、時系列分析は統計的裏づけのもとに対象とする時系列データを分析し、その中に存在するある種の規則性を発見しその時系列の将来予測へと延長することを目的としたものであり、これは主に経済学や社会学などのいわゆる社会科学の分野で発展してきた統計的方法である。したがって、本研究の対象である交通事故の発生が社会という環境の中において生起する事象であることから、このような統計的時系列分析を行うことは交通事故発生時の将来予測へのアプローチにおける基礎的な研究として有用であると思われる。

2. 分析データ

2-1. 年変動と月変動の時系列分析

交通事故発生件数と事故死者数の年別月別合計数をデータとして用いた。これらのデータ系列は1966年から1975年に至る10年間の統計量であり、事故件数は全国と北海道の2つを分析

表-1. データ系列の分類と対象地域

	記号	対 象 地 域
件数	A-1	全国
	A-2	北海道
死者数	B-1	全国
	B-2	北海道
	B-3	東北（青森・秋田・岩手・山形・宮城・福島・新潟）
	B-4	関東内陸（茨城・栃木・群馬・山梨・長野）
	B-5	関東臨海（埼玉・千葉・東京・神奈川）
	B-6	東海（岐阜・静岡・愛知・三重）
	B-7	北陸（富山・石川・福井）
	B-8	近畿内陸（滋賀・京都・奈良）
	B-9	近畿臨海（大阪・兵庫・和歌山）
	B-10	山陰（鳥取・島根）
	B-11	山陽（岡山・広島・山口）
	B-12	四国（徳島・香川・愛媛・高知）
	B-13	北九州（福岡・佐賀・長崎・大分）
	B-14	南九州（熊本・宮崎・鹿児島）

* 沖縄県はデータ情報が不備で割愛した。

* 以下の分析で、データ系列は上表の記号とする。

の対象とした。事故死者数は全国と全国を13の地域に集約した合計14のデータ系列である。これらの分類と記号を表-1に示す。

2-2. スピアマンの順位相関係数による月変動分析

走行量は運輸省情報管理部統計による1966年から1975年に至る10年間の年別月別走行キロの実績値を対象とし、それぞれパーセントに変換したデータを用いた。交通事故発生件数と事故死者数については、2-1で対象としたデータを年別月別のパーセントに変換して用いた。

これらのデータ情報はそれぞれの分析結果の中に示してある。

3. 分析の統計的方法⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾

3-1. 年変動と月変動の時系列分析

1. データの構造

統計データが等間隔の時点で、あるいは等しい諸期間にわたって観測される一連の観測値である時これを時系列データと呼ぶ。したがって、交通事故の発生を社会事象としてとらえ、時間(すなわち、年別あるいは月別発生量)の順序にならべた場合これは時系列データである。

一般に社会事象の時系列としてあらわれる変量は、傾向変動 $T(t)$ ・循環変動 $C(t)$ ・季節変動 $S(t)$ ・不規則変動 $I(t)$ などの合成されたものと考えられる。本分析では、観測されたデータの構造がこれらの変量の値が加算的に合成されたものであると仮定し、加算的モデルを想定する。すなわち、モデルを時間 t の関数 $F(t)$ で表わすと加算的モデルは(1)式で示される。

$$F(t) = T(t) + C(t) + S(t) + I(t) \quad \dots(1)$$

以下に時系列分析のプロセスとその手順を記述する。

2. 分析のプロセスとその手順

1) 原系列の分析

原系列 $F(t)$ に含まれる変動要因の有無の検出は分散分析法を用いる。対象とする要因が年変動と月変動との2要因であることから分散分析は二元配置法(*Two way layout*)である。

二元配置分散分析法

この方法は、まず観測データの全変動を年変動と月変動に分け、その残りである誤差変動と比較することにより分散の相違の有意性を検定する方法である。その分散分析表は表-2のようになる。

ここで、 $S_T \cdot S_Y \cdot S_M \cdot S_E$ はそれぞれの偏差平方和である。

t は観測年数 (=10年), m は1年間の月数 (=12ヶ月) である。

表-2. 二元配置分散分析表

要因	変動	自由度	不偏分散推定値	分散比	寄与率
年 (Y)	S_Y	$t-1$	$V_Y = S_Y / (t-1)$	V_Y / V_E	ρ_Y
月 (M)	S_M	$m-1$	$V_M = S_M / (m-1)$	V_M / V_E	ρ_M
誤差 (E)	S_E	$m \times (t-1)$	$V_E = S_E / m \times (t-1)$		ρ_E
全変動 (T)	S_T	$m \times t-1$			100(%)

有意性の検定はF-検定で行い、水準5%で有意(*)、水準1%で高度に有意(**)であるといえる。

寄与率の値を計算することにより、年変動と月変動が全変動の中でどのような割合を占めているかについて検討することとする。

2) 月変動の分析

観測データから月変動部分を抽出してこれを指数化し、ついで得られた月指数を用いてデータ系列から月変動を取り除く。この月変動の調整は連環比率法 (Link relative method) を用いて行う。

連環比率法

この方法の計算は次の手順にしたがって行う。

① 毎月の数値を、直前月の値を100とする対前月比(連環比率)に換算する。この換算は(2)式で行なわれる。

$$\text{連環比率 (\%)} = \frac{\text{当月の数値}}{\text{前月の数値}} \times 100 \quad \dots(2)$$

② 各月別の連環比率の平均値を求める。平均値は中央値 (Median) を用いる。

③ 各月の連環比率の平均値を1月の値を基準とした連鎖指数に直す。

④ 各月の連環比率の平均値に含まれている傾向値の12ヶ月累積値を各月に配分し、全体の平均値を100とした指数に直すと月指数が得られる。

⑤ 月指数で原系列 $F(t)$ を除し、100倍とすると月変動調整済系列 Y_t が得られる。

3) 年変動の分析

年傾向変動を求めるために適当な傾向式をあてはめて傾向値 Y_t を計算する。適当な傾向式としては数学式で表わされる直線あるいは n -次曲線を想定し、データ系列の傾向を考慮して決定する。傾向式の係数は最小二乗法によって決定する。

4) 循環-不規則変動の分析

加算的モデル (1)式) を想定したことから次の手順により求める。

① 原系列から月変動とその傾向値を取り除くと循環-不規則変動系列 C_t が得られる。

すなわち、

$$C_t = Y_t - Y'_t \quad \dots(3)$$

②系列 C_t は Y'_t の大きさに比例して変動すると考えられることから、 Y'_t に対して相対的に表わすことができる。

すなわち、

$$\frac{C_t}{Y'_t} = \frac{Y_t - Y'_t}{Y'_t} = \frac{Y_t}{Y'_t} - 1 \quad \dots(4)$$

③(4)式を百分率で表わした値を b_t とすると、変換した循環-不規則変動系列 b_t は次式によって得られる。

すなわち、

$$b_t = \left(\frac{Y_t}{Y'_t} - 1 \right) \times 100\% \quad \dots(5)$$

④系列 b_t に適当な移動平均法をあてはめて不規則変動を取り除き、循環変動系列 d_t の値を得る。

⑤系列 d_t は標準化することにより、振幅の異ったデータ系列の間の相違を比較することができる。系列 d_t の標準偏差 σ_t は次式によって求める。

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum (d_t - \bar{d}_t)^2}{n}} \quad \dots(6)$$

⑥不規則変動の分離の検定は連の理論 (*Run theory*) によって検定する。

連の理論

連とは、データ系列の各値について、それらの直前の項の値に対して同じ方向に変化するときのそれらの項の一連続を指し、その方向が転じた場合、この変化を反転と呼ぶ。ここで、与えられたデータ系列の変化が不規則 (*Random*) であるとすればデータ系列の個数 N に対して反転の数 r の期待値 $E(r)$ は、

$$E(r) = \frac{2}{3}(N-2) \quad \dots(7)$$

このデータ系列に含まれる連の数は反転の数より常にひとつ多いことから、連の数 R の期待値 $E(R)$ は、

$$E(R) = E(r) + 1 = \frac{1}{3}(2N-1) \quad \dots(8)$$

次に、連の数 R は N の増加とともにその分布が急速に正規分布に近づくことから、その分散 $\sigma^2(R)$ は、

$$\sigma^2(R) = \frac{1}{90}(16N - 29) \quad \dots(9)$$

このことから、データ系列の不規則性は正規検定によって調べることができる。本分析では有意水準5%（正規分布の値=1.96）の正規検定によって有意性を検定する。

5) コレログラム分析

①データ系列の系列相関係数 r_k (serial correlation coefficient) を時差 k ($= 0, 1, 2, \dots$) について図示したものをコレログラム (correlogram) という。

②系列相関係数 r_k は次式によって求めることができる。

$$r_k = \frac{\sum(d_t - \bar{d}_t) \cdot (d_{t+k} - \bar{d}_{t+k})}{\sqrt{\sum(d_t - \bar{d}_t)^2 \cdot \sum(d_{t+k} - \bar{d}_{t+k})^2}} \quad \dots(10)$$

ここで、

d_t は時間 t , d_{t+k} は t から k 時間離れた循環変動系列のそれぞれの値。

\bar{d}_t と \bar{d}_{t+k} はそれぞれの平均値。

③循環変動はその周期が一定であってもなくとも、その系列の項間に一応なんらかの関係がある運動を示し、循環変動の型は、このような項間の関係においてそれぞれ異った独自の特性がある。この循環変動の型は循環変動系列の系列相関の在り方によって区別ができ、その判別はコレログラムの曲線形状によって行うことができる。

④観測されたデータ系列の定常変動が循環変動である場合、循環変動の統計的な型はコレログラムによって3つの理論パターンが決定されている。この3つの理論模型を図-1に示す。

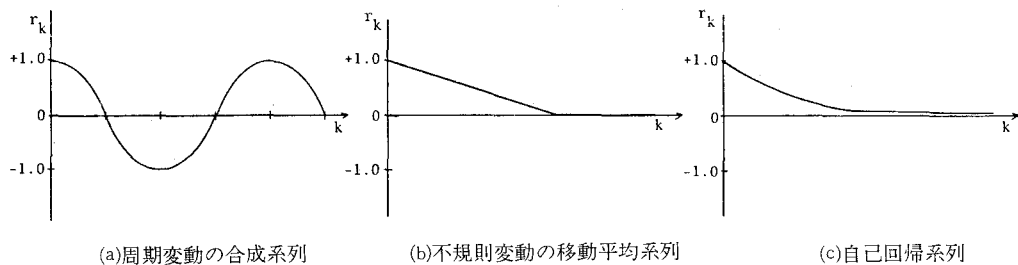


図-1 循環変動の理論模型～コレログラム～

3-2. スピアマンの順位相関係数 (Spearman's coefficient of rank correlation)

スピアマンの順位相関係数 r_s は次式によって求める。

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_j^N (d_{ij} - j)^2}{N(N^2 - 1)} \quad \dots(11)$$

ここで、

N は観測年数、 j は年次の序列を表わす。

d_{ij} は各年における i 月のもつ相対順位で、数値の小さい順に(1, 2, ..., j , ..., N)と番号づけられてたその順位。したがって、 d_{ij} が j よりも小さいことは j 年の i 月において他の全年より年間における事故割合が小さいことを示す。

①この検定法は、データの分布形になんらの特別な条件をつける必要がなくまた、年変動の性質やそのまわりの残差などについてもなんら仮定を必要としない。しかしながら、この方法はデータの数値を順位に置き換えているので若干の情報が失なわれるという欠点がある。

②順位相関係数 r_s の検定は t -検定で行う。

すなわち、 N 組の観測に対して近似的に次式がなりたつ。

$$t_0 = |r_s| \sqrt{\frac{N-2}{1-r_s^2}}, \quad \text{自由度 } N-2 \quad \dots(12)$$

この値に対して、 t -分布表の自由度 $N-2$ の点の値から水準5%で有意(*), 水準1%で高度に有意(**)であると判断する。

4. 分析結果

4-1. 年変動と月変動の時系列分析について

1. 分散分析

1) 分散比による年変動と月変動の検定

分析した16のデータ系列について、年変動と月変動の分散比をF-検定した。その結果、全てのデータ系列が両変動ともに高度に有意であって、交通事故発生件数と事故死者数との時系列には年変動と月変動の影響のあることが明らかになった(表-3)。

2) 寄与率

分散比のF-検定により年変動と月変動の存在が確認されたので、その寄与率を検討した(表-4)。その結果、各データ系列において、両変動の中に占める割合に大いに差異がみられた。一般的傾向は年変動が月変動の寄与率より大きいことを示したが、事故死者数のデータ系列B-2, 3, 7, 10はその関係が逆になっている。また、データ系列B-8, 10, 12は両変動以外による変動すなわち誤差変動の割合が50%以上であることが示された。

2. 月変動の分析

分析したデータ系列の全てについて連環比率法によって月指数を計算した(表-5)。次に、この月指数を用いてデータ系列のそれぞれを月変動調整済系列とし、そのとき、月変動の分離は二元配置分散分析により確認した。

表-3. 年変動と月変動の分散比

データ	年変動	月変動
A-1	164.266	43.672
A-2	97.732	37.635
B-1	84.129	32.310
B-2	12.508	27.785
B-3	21.872	53.040
B-4	31.798	9.779
B-5	48.122	7.902
B-6	43.340	9.098
B-7	10.576	12.869
B-8	11.358	5.970
B-9	41.043	5.742
B-10	4.478	6.763
B-11	12.662	6.544
B-12	9.923	3.664
B-13	16.178	7.648
B-14	7.728	4.012

* 自由度は,
年変動 $\phi_y=9$, 月変動 $\phi_m=11$,
誤差 $\phi_e=99$, 全変動 $\phi_t=119$.

* F -値は,
 $F_{\phi_e}^{\phi_y}(0.01)=2.592$
 $F_{\phi_e}^{\phi_m}(0.01)=2.432$

表-4. 分散分析による寄与率(%)

データ	年変動	月変動	誤差
A-1	71.4	22.8	5.8
A-2	62.5	28.9	8.5
B-1	61.8	28.4	9.8
B-2	20.0	57.0	23.0
B-3	21.4	65.1	13.5
B-4	56.3	19.6	24.1
B-5	68.5	12.3	19.2
B-6	64.7	15.1	20.2
B-7	25.7	38.9	35.4
B-8	34.9	20.5	44.6
B-9	67.8	9.8	22.4
B-10	14.6	29.7	55.7
B-11	36.8	21.4	41.8
B-12	35.1	12.8	52.1
B-13	41.6	22.2	36.2
C-14	28.5	15.6	55.9

表-5. 連環比率法による各データ系列の月指数

系列	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
A-1	81.5	79.7	96.0	98.1	101.5	99.6	109.1	113.4	104.6	107.1	103.8	105.6
A-2	84.1	74.6	78.1	70.7	89.5	103.2	112.3	125.7	114.0	116.8	112.4	118.6
B-1	88.3	79.5	96.7	96.6	96.2	89.6	101.9	113.7	102.7	110.5	111.1	113.1
B-2	58.1	51.8	61.7	86.9	104.6	118.2	129.9	142.5	125.9	131.6	111.2	77.6
B-3	63.0	53.4	72.0	92.4	105.4	100.7	114.8	142.7	119.0	120.8	117.4	98.4
B-4	89.0	85.0	98.4	95.9	89.1	88.5	99.5	112.2	111.1	103.7	113.7	113.9
B-5	96.8	85.8	103.3	100.0	100.0	88.1	100.3	99.0	99.1	104.2	106.8	116.7
B-6	98.5	85.5	100.3	104.0	90.5	84.6	92.3	106.5	98.3	109.9	110.5	119.0
B-7	59.6	59.0	87.7	102.4	112.3	101.9	116.8	125.9	102.0	120.6	110.6	101.3
B-8	88.1	74.2	89.9	94.3	102.7	85.2	113.5	122.4	92.7	109.8	111.4	115.8
B-9	96.6	89.9	105.7	98.4	94.3	89.2	95.8	101.5	97.0	110.3	104.7	116.8
B-10	47.5	62.6	92.8	85.1	95.5	105.2	120.2	125.2	117.0	103.2	133.8	111.7
B-11	93.2	80.4	103.0	77.3	104.0	88.4	102.0	111.3	97.4	101.0	107.4	114.6
B-12	97.4	89.2	207.7	88.9	91.4	87.9	86.2	116.6	96.2	106.8	109.7	122.0
B-13	100.5	88.3	104.7	95.0	91.6	76.3	96.2	103.0	100.1	109.6	112.2	121.5
B-14	92.7	94.2	103.8	95.6	99.8	81.0	94.7	114.0	92.6	101.4	115.1	115.2

* ゴジックの数値は平均値からの偏差が±25%の範囲を越える月指数である。

各データ系列の月指数を比較した結果、事故死者数のデータ系列B-2, 3, 7, 10は他の12の系列とその値の変化が異なっていることが明らかになった。すなわち、この4系列は1月、2月の両月の事故死者数とその年間における比率が著しく小さく8月が著しく大きいことを示していた。特に系列B-2（これは北海道である）はその傾向が明らかであった。データ系列A-1, 2とB-1, 2の原系列と月変動調整済系列について、図-2~5にそれぞれ示す。

3. 年変動の傾向値

分析したデータ系列の10年間の一般的傾向を検討したところ、ほぼ二次曲線のあてはめが妥当であった(図-2~5参照のこと)。二次傾向式は傾向値を Y_t とすると次式ようになる。

$$Y_t = A_0 + A_1 \cdot t + A_2 \cdot t^2 \quad \dots(13)$$

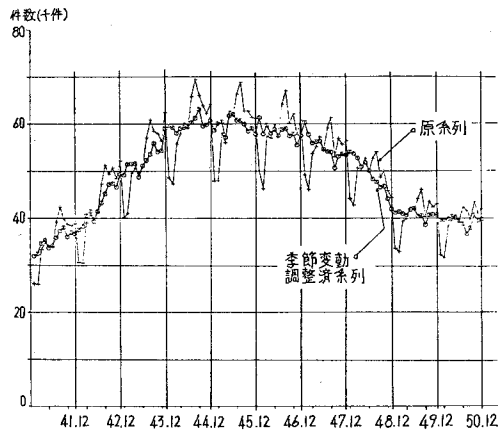


図-2 全国(A-1)の交通事故発生件数の推移(昭和41~50)

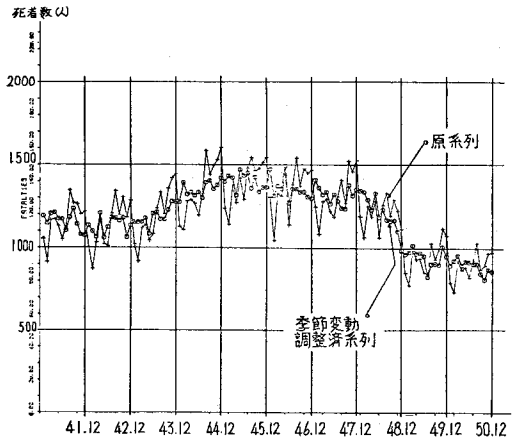


図-4 全国(B-1)の事故死者数の推移(昭和41~50)

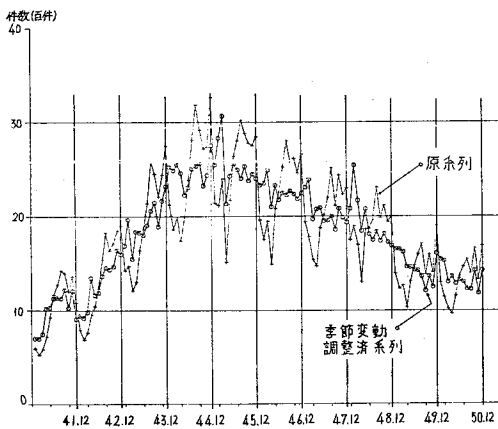


図-3 北海道(A-2)の交通事故発生件数の推移(昭和41~50)

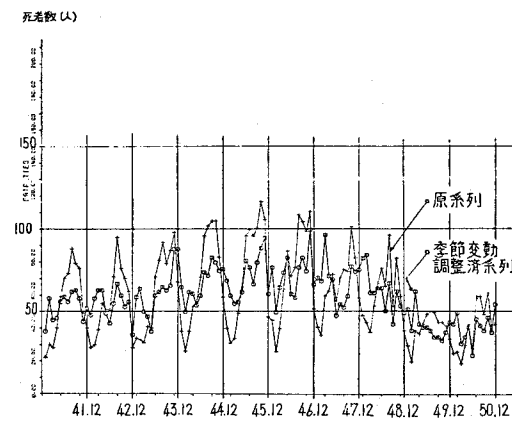


図-5 北海道(B-2)の事故死者数の推移(昭和41~50)

ここで、係数 A_0, A_1, A_2 の値は最小二乗法で決めた。時間 t はデータが偶数個であったので計算の時、 $t = -(2n-1), \dots, -5, -3, -1, +1, +3, +5, \dots, +(2n-1)$, n は正の整数。

最小二乗法により求めた各データ系列の係数値を表-6に示す。

表-6. 各データ系列の二次傾向式の係数

系列	A_0	A_1	A_2
A-1	0.599×10^2	0.299×10^{-1}	-0.240×10^{-2}
A-2	0.236×10^1	0.664×10^{-2}	-0.112×10^{-3}
B-1	0.135×10^2	-0.963×10^{-2}	-0.319×10^{-3}
B-2	0.707×10^0	-0.452×10^{-3}	-0.233×10^{-4}
B-3	0.149×10^1	0.406×10^{-3}	-0.339×10^{-4}
B-4	0.156×10^1	0.208×10^{-3}	-0.435×10^{-4}
B-5	0.239×10^1	-0.279×10^{-2}	-0.626×10^{-4}
B-6	0.169×10^1	-0.281×10^{-2}	-0.322×10^{-4}
B-7	0.433×10^0	0.270×10^{-4}	-0.127×10^{-4}
B-8	0.620×10^0	-0.559×10^{-3}	-0.131×10^{-4}
B-9	0.138×10^1	-0.207×10^{-2}	-0.274×10^{-4}
B-10	0.199×10^0	-0.134×10^{-3}	-0.475×10^{-5}
B-11	0.955×10^0	-0.642×10^{-3}	-0.205×10^{-4}
B-12	0.644×10^0	-0.132×10^{-4}	-0.156×10^{-4}
B-13	0.917×10^0	-0.673×10^{-3}	-0.188×10^{-4}
B-14	————	————	————

表-7. 平滑化に用いた移動項数

系列	項数	偏差	理論偏差
A-1	3	43.33	40.48
A-2	7	42.67	39.09
B-1	9	42.33	38.39
B-2	7	40.67	39.09
B-3	15	38.33	36.30
B-4	9	39.33	38.39
B-5	11	43.00	37.70
B-6	21	38.33	34.21
B-7	33	31.33	30.03
B-8	27	32.33	32.12
B-8	21	36.33	34.21
B-9	—	—	—
B-10	5	41.00	39.79
B-11	—	—	—
B-12	13	38.67	37.00
B-14	—	—	—

* 理論偏差は正規分布の水準5%の値

4. 循環-不規則変動の分析

1) 循環変動の抽出

月変動調整済系列から傾向値 Y_t (13式) を取り除くことにより循環-不規則変動系列 b_t が得られた。次で、各データ系列の不規則変動を移動平均法 (各系列の項数は表-7に示す) によって平滑化し循環変動系列 d_t を抽出した。この系列 d_t の標準化した系列によって各データ系列を比較した結果、系列間にははっきりした違いがみられた。移動平均項数の少ないすなわち、平滑化が有効であった5のデータ系列A-1, 2とB-1, 2, 11について標準化した循環変動を図-6-(a)~(e)に示す。

2) 不規則変動の分布について

不規則変動の値の分布のヒストグラム (*histogram*) を描くことによって、各データ系列の不規則変動の分布形を分析した。この分布形は、データ数が多くなれば理論的な正規分布曲線

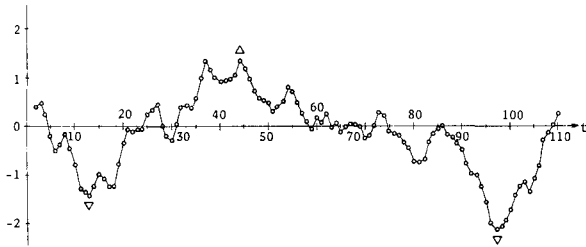


図-6-(a) 系列A-1の循環変動の分離(二次傾向線)

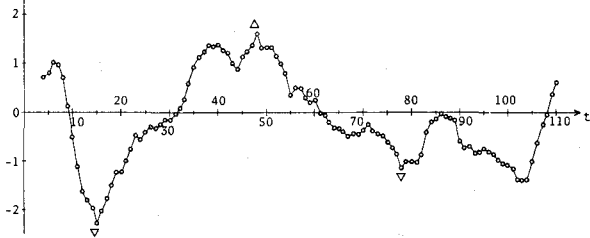


図-6-(b) 系列A-2の循環変動の分離(二次傾向線)

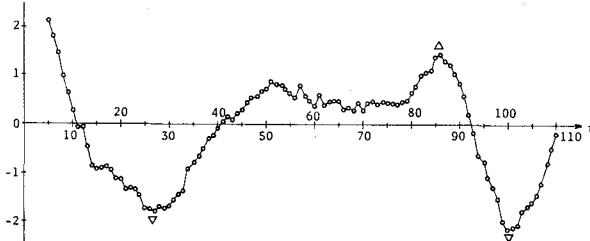


図-6-(c) 系列B-1の循環変動の分離(二次傾向線)

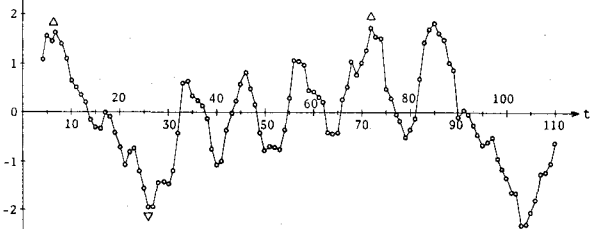


図-6-(d) 系列B-2の循環変動の分離(二次傾向線)

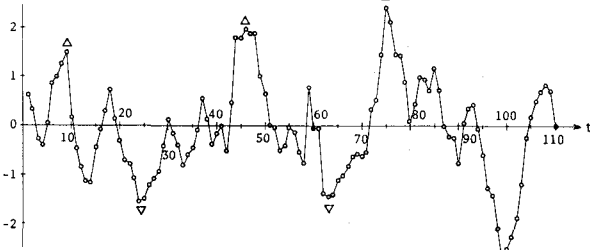


図-6-(e) 系列B-11の循環変動の分離(二次傾向線)

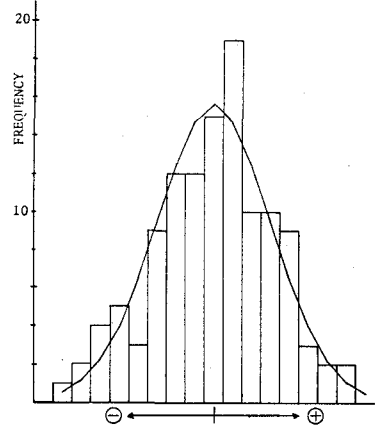


図-7-(a) 系列A-1の不規則変動のヒストグラム

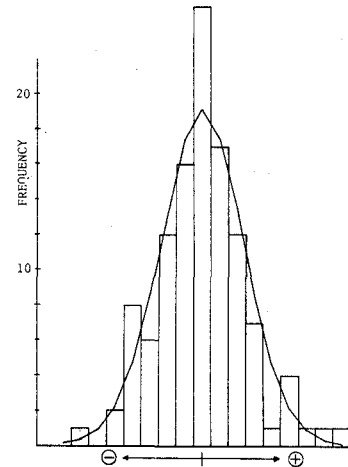


図-7-(b) 系列A-2の不規則変動のヒストグラム

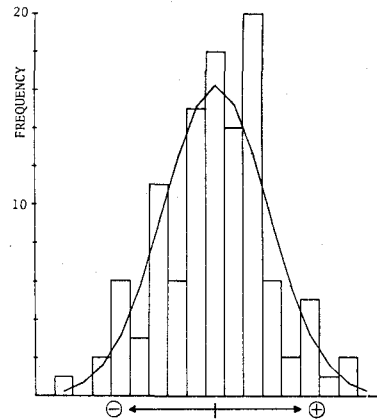
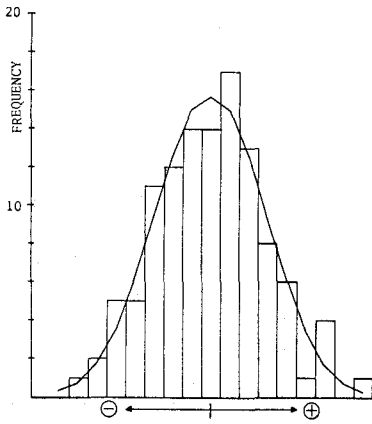
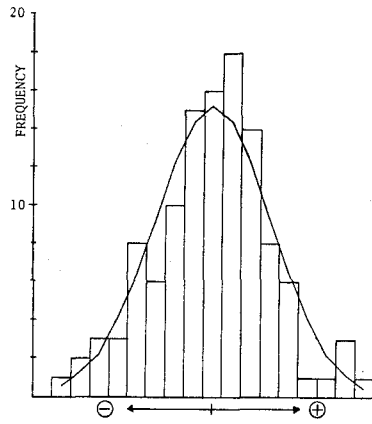


図-7-(c) 系列B-1の不規則変動のヒストグラム



図一七—(d)
系列B-2の不規則変動のヒストグラム



図一七—(e)
系列B-11の不規則変動のヒストグラム

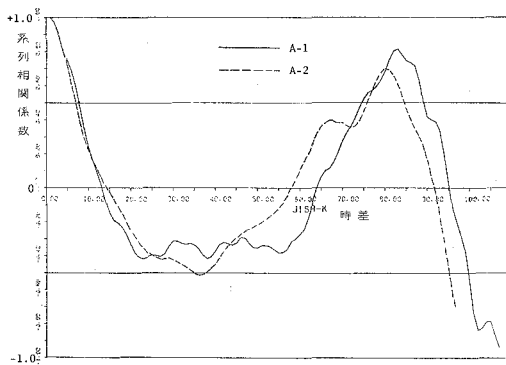
に近づくことが知られている。

分析の結果、移動平均項数の少ないデータ系列においてこの関係が確認された。データ系列A-1, 2とB-1, 2, 11の不規則変動の度数分布と、各データ系列の理論的な正規分布の分布曲線を図一七—(a)~(e)に示す。

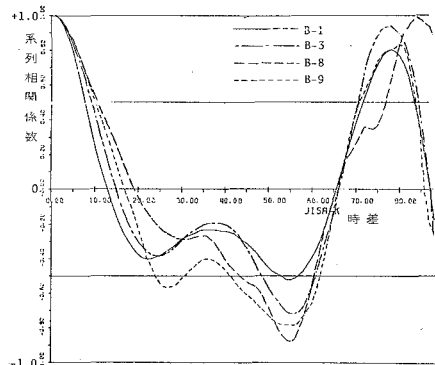
5. コレログラム分析

分析したデータ系列の循環変動の性質を知るために、各データ系列について、(10)式により求めた系列相関係数 r_k を時差 k について描いたコレログラムの型を分析した。ただし、事故死者数のデータ系列B-10, 12, 14については不規則変動の分離が有意でなかったことから分析対象から除いた。

交通事故発生件数の系列A-1, 2のコレログラムを図一八—(a)に示す。事故死者数の各系列は対象とした11系列が5つのパターンに集約できたのでそれを図一八—(b)~(f)に示す。これらの図を分析した結果、各系列のコレログラムはすべて周期変動の合成系列であることがわ



図一八—(a)
交通事故発生件数系列(A-1, 2)のコレラグラム



図一八—(b) 事故死者数系列
(B-1, 3, 8, 9)のコレラグラム

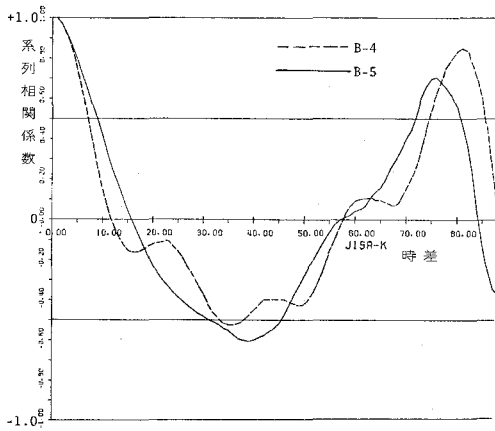


図-8-(c) 事故死者数系列 (B-4, 5) のコラグラム

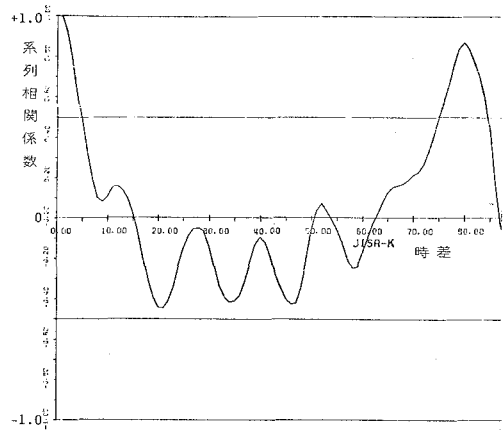


図-8-(d) 事故死者数系列 (B-2) のコラグラム

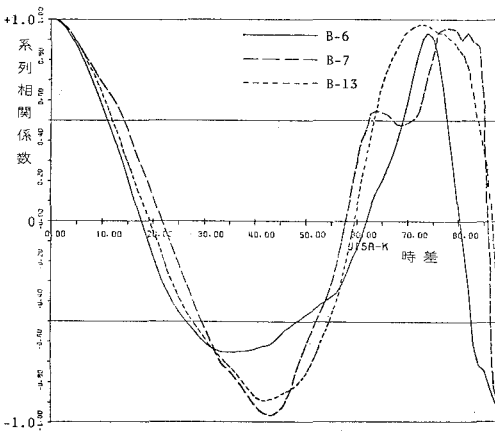


図-8-(e) 事故死者数系列 (B-6, 7, 13) のコラグラム

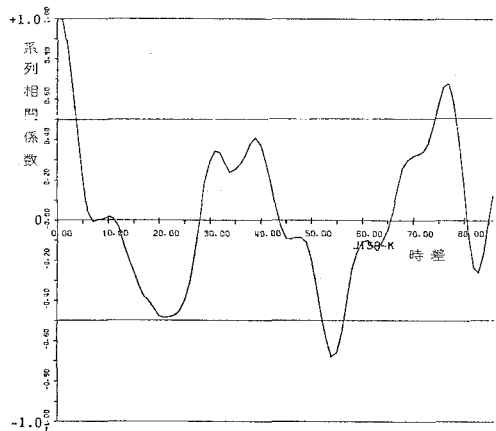


図-8-(f) 事故死者数系列 (B-11) のコラグラム

かったが、その周期については明確でなかった (図-1 参照)。事故死者数系列の5つのパターンはそれぞれ特徴が見られるが特に、系列B-11 (図-8-(f)) は明らかに周期変動パターンを示していた。

6. まとめ

分析の結果、交通事故発生件数と事故死者数のデータ系列の時系列変動について、次のような点が明らかになった。

1) 分散分析により、これらのデータ系列は年変動と月変動の影響が大きいことがわかった。この両変動の寄与率の分析から、各データ系列間に大きな差異があることが示され、交通事故の発生における地域特性の存在が明確になった。

2) 月指数の分析により、事故死者数の系列B-2, 3, 7, 10は他の系列の傾向と明らかに異っていた。これらの系列(北海道・東北・北陸・山陰)がすべて冬期積雪地域であることは注目される。

3) 対象としたデータ系列から循環変動を抽出しコレログラム分析をした結果、すべての系列がおおむね周期変動の合成系列であることが示された。その周期については明確に示されなかったが、系列B-11の変動型はかなりはっきりとした周期特性がみられた。

4-2. スピアマンの順位相関係数による月変動分析について

1. 走行量と交通事故発生件数の月変動分析

日本の走行量と交通事故発生件数のパーセントの推移を表-8, 9に示す。また、このデータと、北海道の事故件数について(11)式で計算したスピアマンの順位相関係数の値をそれぞれ表-10, 11に示す。順位相関係数は英国の統計値²⁾を加えてある。

1) 走行量

走行量はこの10年間に急激に増加している(98,421千キロ—282,705千キロ)。これについて順位相関係数から月変動傾向を分析した結果、1月~6月が正の相関関係そして7月~12月がおおむね負の相関関係を示した(表-10)。すなわち、走行量は増加の一途にある中で、前半期の月が増加し後半期の月が減少傾向にあったことがあきらかになった。統計的には1, 2, 4月が増加そして10, 11, 12月が減少傾向において高度に有意となっていた。

ほぼ同じ時期の英国での9年間の統計と比較すると、走行量は英国においても増加し続けていたが順位相関係数は夏季に減少し、冬季に増加する傾向を示しており日本とは全く異って

表-8. 日本の月別走行量のパーセント, 1966-1975

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
1 月	6.31	6.59	6.72	6.82	6.99	7.52	7.73	7.94	7.53	7.42
2 月	6.62	6.84	7.04	6.94	7.06	7.38	7.76	7.35	7.25	8.09
3 月	7.80	7.98	7.95	7.95	8.01	8.34	7.86	8.49	8.23	8.01
4 月	7.65	7.87	7.76	7.95	7.86	8.07	7.80	8.18	8.19	8.40
5 月	7.93	8.43	8.32	8.38	8.22	8.52	7.88	8.37	8.54	8.55
6 月	7.86	8.22	8.10	8.26	8.19	8.28	8.03	7.82	8.26	8.43
7 月	9.16	8.70	8.80	8.92	8.73	8.72	8.52	8.80	8.10	8.12
8 月	9.26	8.93	8.96	8.67	8.68	8.58	8.62	9.41	9.12	8.77
9 月	8.88	8.54	8.62	8.66	8.73	8.55	8.09	8.81	8.93	8.84
10 月	9.52	9.24	9.05	9.04	9.04	8.60	9.06	8.51	8.30	8.25
11 月	9.07	8.95	9.05	8.90	8.95	8.47	8.98	8.31	8.45	8.17
12 月	9.94	9.73	9.62	9.53	9.55	8.96	9.67	8.02	9.10	8.96
12月-3月	30.67	31.14	31.33	31.24	31.61	32.20	33.02	31.80	32.11	32.48
6月-9月	35.16	34.39	34.48	34.51	34.33	34.13	33.26	34.84	34.41	34.16
その他	34.17	34.47	34.19	34.25	34.06	33.67	33.72	33.36	33.48	33.36

表-9. 日本の交通事故発生件数の月別パーセント, 1966-1975

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
1 月	6.14	5.88	6.32	6.75	6.67	7.18	7.47	7.53	6.85	6.98
2 月	6.10	5.86	6.46	6.55	6.68	6.60	7.00	7.30	6.74	6.75
3 月	7.83	7.48	7.81	7.74	8.10	8.21	8.16	8.65	8.04	8.09
4 月	8.15	7.81	7.98	8.04	7.81	8.14	8.38	8.54	8.14	8.40
5 月	8.04	7.67	7.80	8.36	8.74	8.54	8.70	8.99	8.66	8.66
6 月	8.00	7.92	8.03	8.22	8.61	8.19	8.27	8.53	8.57	8.32
7 月	9.21	9.06	8.99	9.13	9.24	9.18	8.98	8.99	9.02	9.00
8 月	9.96	9.84	9.58	9.64	9.61	9.58	9.32	9.23	9.40	8.86
9 月	9.35	9.47	9.21	9.17	8.75	8.59	8.05	8.31	8.24	8.47
10 月	9.37	9.73	9.13	8.86	8.74	8.88	8.65	8.55	8.91	9.15
11 月	9.02	9.28	8.88	8.63	8.54	8.24	8.46	7.82	8.65	8.72
12 月	9.12	10.00	9.83	8.91	8.52	8.70	8.57	7.57	8.79	8.59
12月-3月	29.19	29.22	30.42	29.95	29.97	30.69	31.20	31.05	30.42	30.41
6月-9月	36.52	36.29	35.81	36.16	36.21	35.54	34.62	35.06	35.23	34.65
その他	34.58	34.49	33.79	33.89	33.83	33.80	34.19	33.90	34.36	34.94

表-10. 走行量の月変動のスピアマン順位相関係数

	日 本	英 国
1 月	0.842 **	0.650
2 月	0.879 **	0.567
3 月	0.618	0.275
4 月	0.806 **	0.000
5 月	0.491	0.358
6 月	0.355	-0.633
7 月	-0.676 *	-0.867 **
8 月	-0.079	-0.783 *
9 月	-0.285	-0.133
10 月	-0.870 **	0.275
11 月	-0.809 **	0.683 *
12 月	-0.767 **	-0.050

表-11. 交通事故発生件数の月変動のスピアマン順位相関係数

	日 本	北 海 道	英 国
1 月	0.794 **	0.976 **	0.800 *
2 月	0.879 **	0.885 **	0.867 **
3 月	0.612	0.600	-0.117
4 月	0.594	0.333	-0.483
5 月	0.718 *	0.403	-0.550
6 月	0.745 *	0.221	-0.600
7 月	-0.433	-0.673 *	-0.900 **
8 月	-0.906 **	-0.927 **	-0.550
9 月	-0.879 **	-0.927 **	-0.233
10 月	-0.430	-0.115	-0.083
11 月	-0.539	-0.948 **	0.325
12 月	-0.685 *	-0.091	0.133

(注) 英国のデータは1965-1973の9年間の統計

** t-検定の水準1%で有意

* t-検定の水準5%で有意

いた。特に、11月の変動傾向はこの両国において全く逆の結果を示していた。

2) 交通事故発生件数

交通事故発生件数のこの10年間の推移は1969(昭和44)年を境にして増加、減少の傾向が著しかったが、1975(昭和50)年に至ってその変化がゆるやかになってきている(図-2、

3参照)。これについて順位相関係数から月変動傾向を分析した結果、1月～6月が正の相関関係そして7月～12月が負の相関関係になり、この傾向は走行量の月変動傾向と一致することが示された(表—11)。統計的には1, 2月が増加そして8, 9月(北海道は11月も含む)が減少傾向において高度に有意であり、走行量の傾向と比較すると減少傾向を示す月に違いがあった。

英国の統計と比較すると、英国での交通事故発生件数は9年間にほとんど大きな変動はみられないが²⁾、順位相関係数は走行量の傾向より強く夏季・冬季の違いが示されていて日本とはその傾向に違いがあった。統計的には両国ともに1, 2月に増加傾向において有意あるいは高度に有意であることが示された(表—11)。

2. 交通事故死者数の月変動分析

日本の交通事故死者数のパーセントの推移を表—12に示す。また、このデータと北海道の事故死者数について(D)式で計算したスピアマンの順位相関係数の値を表—13に示す。順位相関係数は英国と米国の統計値²⁾を加えてある。

事故死者数の10年間の推移は事故件数とほぼ同じ傾向を示している(図—4, 5参照)。これについて順位相関係数により月変動傾向を分析した結果、事故件数の傾向とほぼ同じであることが示された。しかしながら、統計的に有意となった月は日本全体が2, 3, 9月そして北海道は1, 9月のみであり事故死者数の月変動傾向が一様でないことを示していた(表—13)。

英国においても日本と同様な傾向が示されていたが、米国は4, 5, 7, 11, 12月が統計的に有意となっておりこれら三国の事故死者数の月変動傾向の違いが示された。

表—12. 日本の交通事故死者数の月別パーセント, 1966—1975

	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
1 月	7.57	7.36	7.13	6.93	7.38	8.01	7.88	8.23	7.51	7.40
2 月	6.57	6.41	6.41	6.81	6.80	6.42	6.86	7.37	6.83	6.87
3 月	8.39	7.58	7.82	7.87	8.22	8.17	8.09	8.66	8.68	8.65
4 月	8.43	8.58	7.95	7.93	7.58	8.06	8.18	8.23	8.24	8.12
5 月	8.14	7.49	7.29	7.80	8.46	8.86	7.71	8.86	8.27	8.28
6 月	7.55	7.40	7.56	7.35	7.69	7.00	7.50	7.36	7.54	7.69
7 月	8.19	8.85	8.64	8.16	8.83	8.49	8.28	8.71	7.44	8.66
8 月	9.67	9.84	9.30	9.76	9.23	9.48	8.92	9.21	9.09	9.63
9 月	9.13	8.79	8.40	8.88	8.75	8.44	8.03	8.28	8.23	8.14
10 月	9.08	9.58	9.48	9.21	8.80	9.09	9.64	8.93	8.80	8.38
11 月	8.63	8.68	9.92	9.41	9.04	8.93	9.25	8.46	9.88	9.06
12 月	8.75	9.43	10.10	9.88	9.23	9.04	9.68	7.71	9.50	9.11
12月—3月	31.28	30.78	31.46	31.49	31.63	31.64	32.51	31.97	32.52	32.03
6月—9月	34.54	34.88	33.90	34.15	34.50	33.41	32.73	33.56	32.30	34.12
その他	34.18	34.34	34.64	34.36	33.87	34.95	34.76	34.47	35.18	33.85

表一13. 交通事故死者数の月変動のスピアマン順位相関係数

	日 本	北 海 道	英 国	米 国
1 月	0.418	0.903 **	0.377	-0.427
2 月	0.791 **	0.139	0.782 **	-0.049
3 月	0.661 *	0.176	0.069	0.270
4 月	-0.091	0.248	0.063	0.517 *
5 月	0.530	0.340	-0.274	0.721 **
6 月	0.076	-0.297	-0.304	0.240
7 月	-0.091	-0.152	-0.410	0.602 *
8 月	-0.558	-0.367	-0.311	0.189
9 月	-0.830 **	-0.721 *	-0.204	-0.187
10 月	-0.536	0.030	-0.225	0.390
11 月	0.218	-0.152	0.331	-0.664 **
12 月	-0.152	0.248	-0.229	-0.860 **

(注) 英国、米国のデータは1956-1972の17年間の統計

** t-検定の水準1%で有意

* t-検定の水準5%で有意

3. まとめ

分析の結果、走行量と交通事故発生件数ならびに事故死者数の月変動傾向について次のような点が明らかになった。

1) 交通事故発生件数の月変動傾向は走行量とほぼ同じ傾向を示していた。しかしながら、各月別については統計的な有意性がこの両者においてかなりの違いがあることも示された。

2) 走行量と交通事故発生件数の月変動傾向について英国と比較すると、両国にはっきりと違いがあることが示された。すなわち、日本では1年の前半期と後半期で月変動傾向が異っていたのに対して、英国では夏と冬という季節の違いにより月変動傾向が異っていた。

3) 交通事故死者数の月変動傾向については交通事故発生件数と同じ傾向にあったが、統計的に有意な月が少ないことからその傾向が一様でないことが示された。これは英国の交通事故死者数についても同様であった。

5. 結 言

統計的方法による交通事故発生の時系列変動分析から、事故発生件数と事故死者数の月変動と年変動の特性、事故死者数の時系列変動に含まれる地域特性による差異そして、これらの時系列データの循環変動特性などが明らかにされた。また、走行量を考慮した交通事故発生時の月変動分析から各月別の変動傾向に大きな差異があることや英国、米国の変動傾向との違いについても明らかにされた。

本研究はとり上げたデータ系列の統計量や、用いた時系列分析の方法の点においてマクロ的分析であったが、今後、この点をふまえて、さらに交通事故の発生やそれに影響を及ぼすであろう環境要因との関連を考慮した時系列変動分析をすすめたい。

最後に、本研究の計算処理は室蘭工大 FACOM 230—28 と北海道大学大型計算センター FACOM 230—75 によったことを付記します。

(昭和 52 年 5 月 21 日受理)

参 考 文 献

- 1) 斉藤和夫：「交通安全研究の体系と課題」, 土木学会北海道支部論文報告集第 33 号, 1977 年 2 月
- 2) S. P. Satterthwaite, "Monthly Variations in Road Accident Frequency", Traffic Engineering + Control, vol 17-No. 1, Jan. 1976
- 3) S. Erlander, J. Gustavsson and E. Larusson, "Some Investigation on the Relationship between Road Accidents and Estimated Traffic", Accident Analysis & Prevention, vol. 1, 1969
- 4) S. P. Satterthwaite, "An Assessment of Seasonal and Weather Effects on the Frequency of Road Accidents in California", Accident Analysis & Prevention, vol. 8, 1976
- 5) 石井・斉藤：「交通事故発生の時系列変動分析について」, 土木学会第 31 回年次学術講演概要集Ⅳ, 1976 年 10 月
- 6) 石井・斉藤：「交通事故発生の時系列変動分析について」, 土木学会北海道支部論文報告集第 33 号, 1977 年 2 月
- 7) 円山由次郎著, 「需要予測と時系列分析」, 日本生産性本部, 1963 年
- 8) 岸根卓郎著, 「理論・応用統計学」, 養賢堂, 1968 年
- 9) 石川栄助編著, 「実務家のための新統計学」, 槇書店, 1969 年
- 10) R. A. フィッシャー著, 「研究者のための統計的方法」, 森北出版, 1970 年