

交通事故発生の時系列変動分析について

室蘭工業大学 ○ 正 石井憲一

室蘭工業大学 正 斎藤和夫

1. はじめに

道路交通事故の発生には、季節や時間などの条件が外的要因として関与している事は知られている。しかしながら、それらの統計的時系列的な分析ははまだ少ない。時系列分析そのものは時系列データの統計的な処理にあるが、それは交通事故発生の将来予測へのアプローチとしての重要な要件である。なぜならば、将来予測に対するアプローチの基本は、過去の経験の中からある種の規則性を見出す事により、それを将来に延長する方法を用いる事にあるからである。

本稿ではこの観点から、道路交通事故発生の季節的、時間的ならびに周期的変動についての時系列変動分析を報告する。

2. 時系列分析のプロセスとその手順

時系列として観測されたデータの構造は、いくつかの変量の値が加算的に合成されたものであると仮定する。この仮定にもつき、本分析は以下のプロセスとその手順により統計的な分析をおこなう。

2-1. 原系列の分析 原系列 (y_t) に含まれる変動要因の有無の検出に分散分析法を用いる。対象とする要因は、傾向変動と期間変動 (季節あるいは時間) である。したがって、二元配置の分散分析をおこないかつ、検定は有意水準 α % の F-検定でおこなう。

2-2. 期間変動の分析 期間変動の分析は、修正指数を連環比率法により算定し、原系列を期間変動調整済系列 (y'_t) に変換する。連環比率の計算は次式による。

$$\text{連環比率 (\%)} = \frac{\text{当期間の数値}}{\text{前期間の数値}} \times 100 \quad (1)$$

次に、調整済系列に適当な傾向式として二次式をあてはめ、傾向値 (y'_t) を求める。二次式の係数は最小二乗法によって決定する。

2-3. 循環一不規則変動の分析 循環一不規則変動系列 (b_t) は、各変動間の結びつきが加算的であるとの仮定から次式で求める。

$$b_t (\%) = \left(\frac{\text{期間調整済系列 } (y_t)}{\text{傾向値 } (y'_t)} - 1 \right) \times 100 \quad (2)$$

次に、系列 (b_t) に適当な移動平均法を適用して不規則変動を除去し、循環変動系列 (d_t) を求める。不規則変動の有無は「連の理論」を用い、有意水準 5% の正規検定で調べる。

2-4. コレログラム分析 循環変動は周期が一定であってもなくとも、その系列の項間に何らかの関係が存在し、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なった独自の特性がある。ここで、系列の項間の関係は、その系列相関係数 (r_k) を調べると明らかになる。この r_k を時差 k について描いたグラフをコレログラムといい、循環変動の型によって、それぞれ特徴のある形を示すことが理論的に明らかにされている。系列相関係数は次式で求める。

$$r_k = \frac{\sum (d_t - \bar{d}_t) \cdot (d_{t+k} - \bar{d}_{t+k})}{\sqrt{\sum (d_t - \bar{d}_t)^2 \cdot \sum (d_{t+k} - \bar{d}_{t+k})^2}} \quad (3)$$

循環変動の統計的な型は、(イ) 周期変動の合成系列 (ロ) 不規則変動の移動平均系列 (ハ) 自己回帰系列、の3つの型が得られている。

3. 道路交通事故死者数推移の時系列分析

3-1. 使用したデータ系列 時系列データは、昭和47年～50年の10年間にわたる死者数の月別合計数で、表-1. に示す4系列である。全国 (A) と北海道 (B) の推移を図-1, 2に示す。

3-2. 分散分析

傾向(年間)要因と季節(月間)

要因との二元配置分散分析の

結果、すべての時系列におい

て、両要因変動の存在が明確

であった。(水準/%のF検定

で高度に有意である)。しかしながら、両

要因変動が全変動の中に占める割合、寄与

率には大いに差異が見られる。また、両要

因以外による変動(誤差)の大きい時系列

もあり、系列J,L,N ではその割合が50%

以上である。寄与率は表-2.に示す。

表-2. 分散分析による寄与率(%)

系 列	要 因		
	年 変 動	月 変 動	誤 差
A	61.8	28.4	9.8
B	20.0	57.0	23.0
C	21.4	65.1	13.5
D	56.3	19.6	24.1
E	68.5	12.3	19.2
F	64.7	15.1	20.2
G	25.7	38.9	35.4
H	34.9	20.5	44.6
I	67.8	9.8	22.4
J	14.6	29.7	55.7
K	36.8	21.4	41.8
L	35.1	12.8	52.1
M	41.6	22.2	36.2
N	28.5	15.6	55.9

3-3. 季節変動の分析

各時系列を、

連環比率法により得た季節指数を用いて季

節変動調整済系列(y_t)とした。系列 y_t は

、二元配置分散分析により季節変動の除去

を確認した。時系列AとBの調整済系列を図

-1,2に示す。各時系列の季節指数を、

表-3.に示す。

表-1. データ分類

A. 全国		B. 北海道	
C. 東北7県	D. 関東内陸5県	E. 関東臨海/都3県	
F. 東海4県	G. 北陸3県	H. 近畿内陸/府2県	
I. 近畿臨海/府2県	J. 山陰2県	K. 山陽3県	
L. 四国4県	M. 北九州4県	N. 南九州3県	

死者数

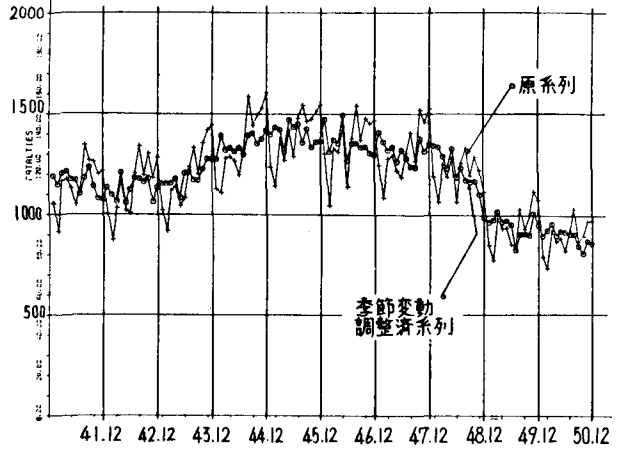


図-1 全国(A)の事故死者数の推移(昭41~50)

死者数

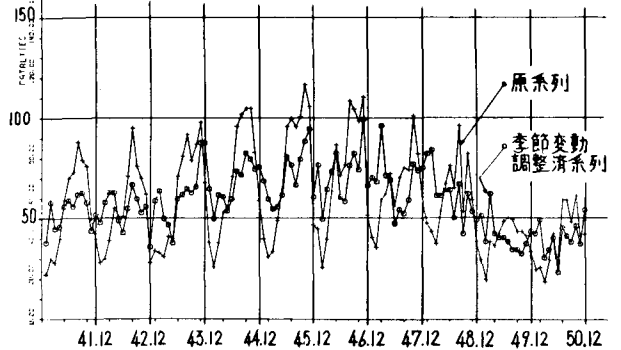


図-2 北海道(B)の事故死者数の推移(昭41~50)

表-3. 連環比率法による各時系列の季節指数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	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	58.1	51.8	61.7	86.9	104.6	118.2	129.9	142.5	125.9	131.6	111.2	77.6
C	63.0	53.4	72.0	92.4	105.4	100.7	114.8	142.7	119.0	120.8	117.4	98.4
D	89.0	85.0	98.4	95.9	89.1	88.5	99.5	112.2	111.1	103.7	113.7	113.9
E	96.8	85.8	103.3	100.0	100.0	88.1	100.3	99.0	99.1	104.2	106.8	116.7
F	98.5	85.5	100.3	104.0	90.5	84.6	92.3	106.5	98.3	109.9	110.5	119.0
G	59.6	59.0	87.7	102.4	112.3	101.9	116.8	125.9	102.0	120.6	110.6	101.3
H	88.1	74.2	89.9	94.3	102.7	85.2	113.5	122.4	92.7	109.8	111.4	115.8
I	96.6	89.9	105.7	98.4	94.3	89.2	95.8	101.5	97.0	110.3	104.7	116.8
J	47.5	62.6	92.8	85.1	95.5	105.2	120.2	125.2	117.0	103.2	133.8	111.7
K	93.2	80.4	103.0	97.3	104.0	88.4	102.0	111.3	97.4	101.0	107.4	114.6
L	97.4	89.2	107.7	88.9	91.4	87.9	86.2	116.6	96.2	106.8	109.7	122.0
M	100.5	88.3	104.7	95.0	91.6	76.3	96.2	103.0	100.1	109.6	112.2	121.5
N	92.7	94.2	103.8	95.6	99.8	81.0	94.7	114.0	92.6	101.4	115.1	115.2

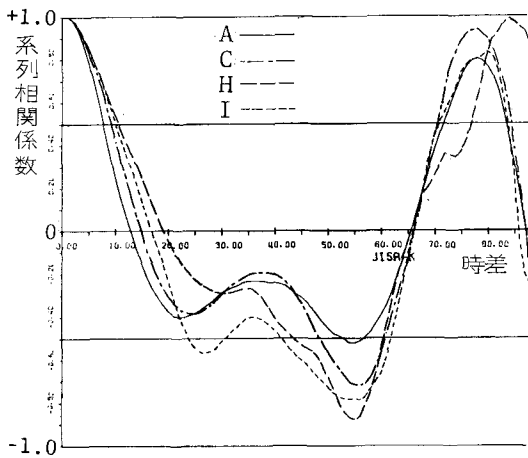


図-3 時系列 A, C, H, I のコレログラム

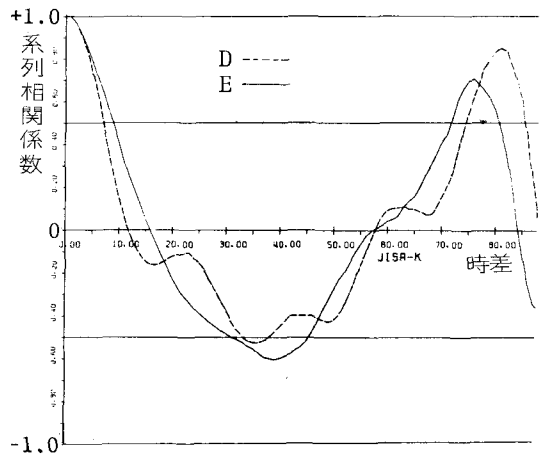


図-5 時系列 D, E のコレログラム

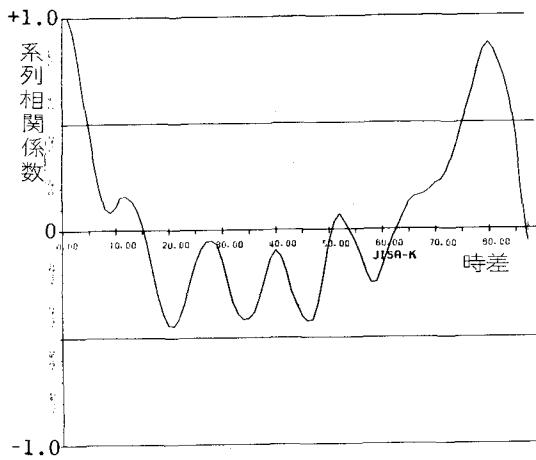


図-4 時系列 B のコレログラム

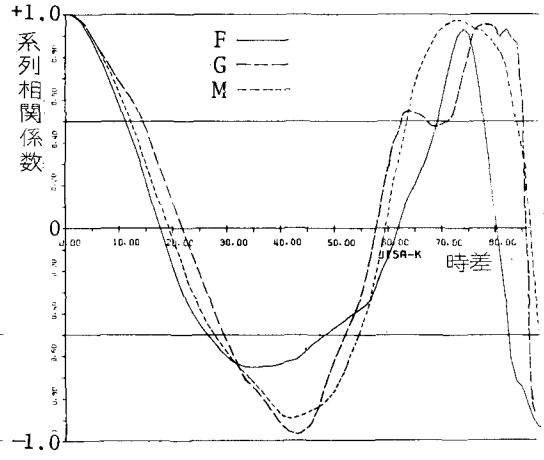


図-6 時系列 F, G, M のコレログラム

3-4. コレログラム分析 季節変動調整済
 系列 y_t に二次傾向式をあてはめて傾向値 y_t^f を求め、

(2) 式によって循環-不規則変動系列 (b_t) を算出した。次で、不規則変動は、各時系列それぞれについて「連の理論」により検定して得た項数を用いた移動平均法で分離し、循環変動系列 (d_t) を得た。ここで、時系列J, L, N の3系列についてはこの方法で分離できなかったため、以下の分析はしない。

この循環変動系列 d_t がどのような性質を持っているか知るために、(3) 式で得られた系列相関係数 r_k を時差 k について描いたコレログラムについて、その型を分析した。

分析の結果、対象とした//時系列は5つのパターン (図-3~7) に集約できた。それらは、すべて

周期変動の合成系列である事を示している。その中で、時系列B (北海道~図-4) と時系列K (山陽3県~図-7) は他のパターンと異なり、特に、時系列K は明らかな周期変動を示した。

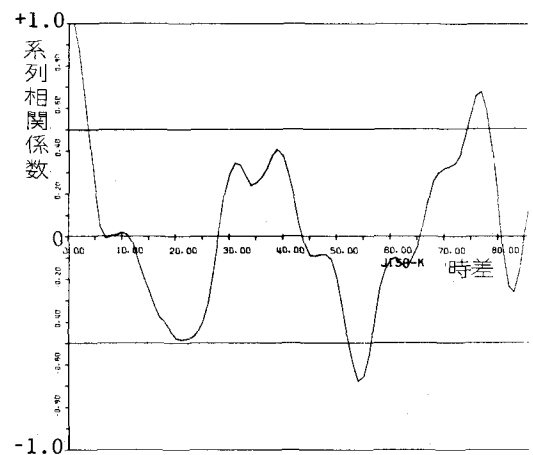


図-7 時系列 K のコレログラム

4. 事故発生件数推移の月と時間の分析

4-1. 使用したデータ系列 時系列データは昭和49年に全国ならびに、北海道で発生した事故件数の月別時間別合計数である。時間間隔は1時間を単位とした。

4-2. 分析の結果

(1) 月変動要因と時間変動要因との二元配置分散分析において、両変動要因の存在は高度に有意であった。寄与率を表-4.に示す。

(2) 時間変動の除去は表-5.に示す時間指数を用いておこない、時間変動調整済系列 y_t に二次傾向式をあてはめ傾向値 y_t^0 を求めた。次で、循環不規則変動系列から、全国と北海道それぞれ3, 7項の移動平均法で不規則変動を分離し、循環変動系列 d_t とした。この系列 d_t について計算したコレログラムを図-8に示す。

(3) コレログラムの分析から、対象とした時系列がともに周期変動の合成系列であることがわかった。そして、その形ははっきりと異なっている(図-8)。

5. まとめ

本分析の結果をまとめて示す。

1. 道路交通事故死者数の推移には、傾向(年)要因と季節(月)要因変動の影響があることが、確認できた。

2. 対象とした74地域の時系列は、その年変動と月変動の持つ寄与率に大いに差異があった。また、対象地域のうちで3地域が両要因以外の変動(誤差)の寄与率50%以上であった。

3. 道路交通事故死者数の推移の変動をコレログラムで分析した結果、周期変動の合成系列であることが示された。さらに、各時系列の形は5つのパターンに分類できる事が明らかになったが、山陽地域(時系列K)において周期性が特に明確であった。

4. 事故発生件数の推移を月と時間に関して分析した結果、対象とした2地域(全国と北海道)いずれも、周期変動の合成系列のコレログラムを示した。

6. おわりに

以上の時系列分析により、マクロ的ではあるが、交通事故発生についての時系列変動の構造が解明できたと思われる。事故死者数の推移の地域性による相違が明らかになり、月一時間系列による事故発生件数についても時間変動と周期変動の存在が明らかになった。今後、この結果をふまえ、さらに種々の交通事故に関する時系列データを解明する事により、時系列的変動を考慮した交通事故発生の予測問題へアプローチする予定である。それと同時に、時系列分析の統計的方法についても検討したい。本計算は、室蘭工大FACOM230-28と北海道大学大型計算センターFACOM230-75によった事を付記します。

(参考) 1. 石井, 斎藤, 「交通事故発生の時系列変動分析について」 第31回土木学会年次学術講演会

2. 円山由次郎著, 「需要予測と時系列分析」 日本生産性本部, 1963. 概要集第4部, 1976.

3. 岸根卓郎著, 「理論・応用 統計学」 養賢堂, 1968.

表-4. 分散分析による寄与率(%)

系列	要因		
	月変動	時間変動	誤差
全国	1.9	95.4	2.7
北海道	3.9	82.8	13.3

表-5. 連環比率法による全国と北海道の時間指数(昭49)

時間	1	2	3	4	5	6
全国	40.6	26.8	16.9	11.4	11.3	17.5
北海道	34.1	25.8	16.4	10.2	10.8	16.0
時間	7	8	9	10	11	12
全国	33.1	152.3	184.9	116.9	134.9	145.9
北海道	33.1	98.3	173.7	137.0	156.3	159.6
時間	13	14	15	16	17	18
全国	115.3	133.5	150.4	159.5	183.4	229.7
北海道	121.2	162.2	171.8	172.1	187.5	229.7
時間	19	20	21	22	23	24
全国	166.1	107.1	79.9	73.8	59.0	50.1
北海道	153.7	103.2	75.7	63.7	46.2	42.4

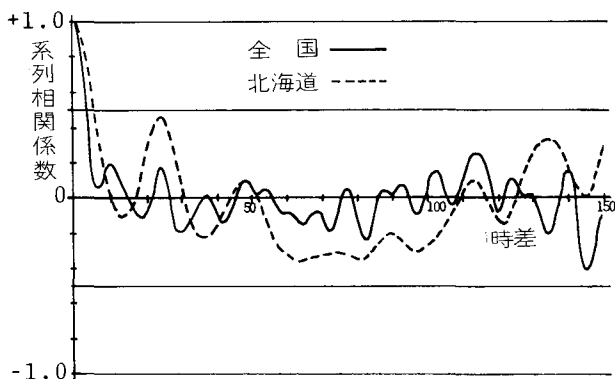


図-8 全国と北海道の月一時間系列のコレログラム