

1. はじめに

道路交通事故の発生には時間や季節などによる多くの変動が含まれていることは知られている。しかしながらそれらの統計的時系列的な分析はまだなされていない。本稿では、この観点から交通事故発生の季節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. 分析対象

対象データは4つの時系列であり、それぞれ月別合計数として用いた。

- (A) 全国の事故発生件数(昭41～50)
 - (B) 北海道の事故発生件数(昭41～50)
 - (C) 全国の事故死亡者数(昭41～50)
 - (D) 北海道の事故死亡者数(昭41～50)
- (A) と (B) を図-1、図-2に示す。

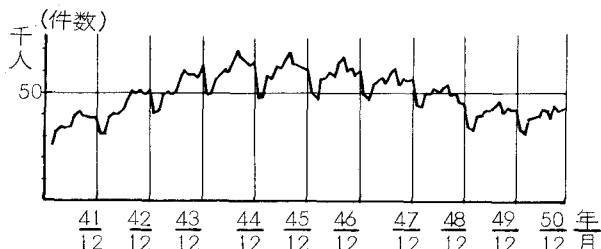


図-1 全国の事故発生の推移(昭41～50)

3. 時系列分析のプロセスとその手順

時系列はいくつかの変量の値が合成されたものと考えられるので以下のプロセスとその手順により分析をおこなう。

(1) 原系列の分析 原系列 y_t のもつ年変動と月変動について二元配置の分散分析法によってその変動の有無について検定する。

(2) 季節変動の分析 連環比率法によって季節指数を計算し、原系列を季節変動調整済系列 y_t に変換する。ここで、

$$\text{連環比率} = \frac{\text{当月の数値}}{\text{前月の数値}} \times 100\%$$

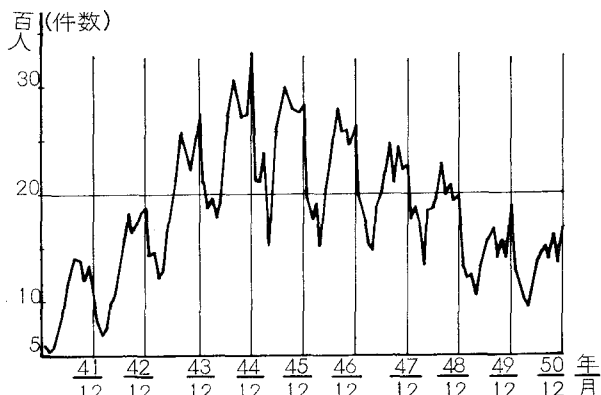


図-2 北海道の事故発生の推移(昭41～50)

ついて、系列 y_t に適当な傾向式として二次式をあてはめて傾向値 $\hat{y}_t$ を求める。係数は最小二乗法で決める。

$$\hat{y}_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2$$

(3) 循環不規則変動の分析 循環不規則変動系列 b_t は次式によって求める。

$$b_t(\%) = (y_t / \hat{y}_t - 1) \times 100$$

ついて、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。ここで不規則変動の有無は「連の理論」によって検定する。

(4) コレログラム分析 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あきらかにされている。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種類がある。系列相関係数は次式で求める。

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

(5) 周期解析 季節変動は1年を周期とする確定周期の波動であるので、原系列が 2π を周期とする振動をなすと仮定し、次式で表わされるフーリエ級数で表現する。係数は最小二乗法により求める。

$$Y_t = A_0 + A_1 \cdot \sin(t + \theta_1) + A_2 \cdot \sin(2t + \theta_2) + A_3 \cdot \sin(3t + \theta_3) \\ + A_4 \cdot \sin(4t + \theta_4) + A_5 \cdot \sin(5t + \theta_5) + A_6 \cdot \cos(6t)$$

4. 分析の結果

(1) 原系列の分散分析(二元配置法) 分析した4系列のすべてが、有意水準1%のF-検定によって年変動と月変動の存在が明確になった。その寄与率を表-1に示す。

変動の種類	系列A	系列B	系列C	系列D
年変動(傾向)	69.0	60.6	50.4	15.1
月変動(季節)	24.9	30.9	37.1	61.3
誤差	6.1	8.5	12.5	23.6

表-1 分散分析による寄与率(%)

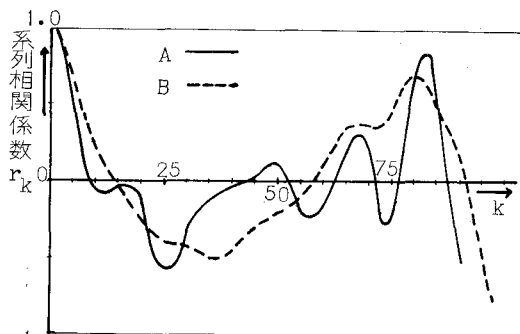


図-3 系列 A と B のコレログラム

(2) 季節変動の分析 連環比率法を用いてえた各系列の季節指数を表-2に示す。二次傾向式のあてはめは時間 t の和が0になるように原点 $t=0$ を決めた。

$$A: y'_{At} = 59.9 + 0.0299t - 0.00240t^2 \text{ (単位1000件)}$$

$$B: y'_{Bt} = 2.36 + 0.0007t - 0.00011t^2 \text{ (単位1000件)}$$

$$C: y'_{Ct} = 13.5 - 0.0090t - 0.00032t^2 \text{ (単位100人)}$$

$$D: y'_{Dt} = 0.707 - 0.0005t - 0.00002t^2 \text{ (単位100人)}$$

(3) 循環不規則変動の分析 系列 d_t は、A、BとDが7項移動平均法として c_t は9項移動平均法によって不規則変動が分離できた。

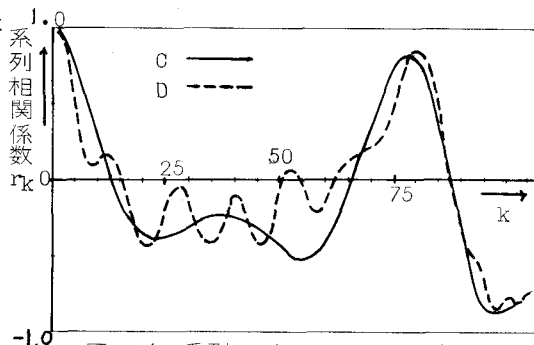


図-4 系列 C と D のコレログラム

(4) コレログラム分析 図-3、図-4にコレログラムを示す。この図では、各系列とも比較的明りょうな周期波動を示しており周期変動の合成系列であることがわかった。

表-2 連環比率法による各系列の季節指数

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	81.4	79.7	96.0	97.8	101.4	99.6	110.3	114.8	104.1	106.7	103.4	104.8
B	84.1	74.6	78.1	70.7	89.5	103.2	112.3	125.7	114.0	116.9	112.4	118.6
C	87.9	79.5	96.9	96.9	97.0	90.1	101.5	113.7	103.0	110.5	110.5	112.7
D	57.9	51.7	61.5	87.2	104.9	118.4	130.0	142.5	125.9	131.5	111.0	77.5

(5) 周期解析 周期 2π 、項数 $N/2$ のフーリエ級数表現では各系列間に、その表現において差があった。良く表現されたのは系列 B、Cであった。それを図-5、図-6に示す。

$$B: y_{Bt} = 1.823 - 0.433\sin(t - 8^\circ 22') + 0.112\sin(2t + 66^\circ 57') - 0.084\sin(3t - 53^\circ 0') - 0.097\sin(4t - 46^\circ 5') + 0.098\sin(5t + 50^\circ 41') + 0.034\cos(6t)$$

$$C: y_{Ct} = 11.990 - 1.101\sin(t - 13^\circ 41') - 0.491\sin(2t - 2^\circ 39') - 0.898\sin(3t - 66^\circ 22') - 0.055\sin(4t - 36^\circ 35') + 0.506\sin(5t + 24^\circ 10') + 0.027\cos(6t)$$

5. あとがき

以上の時系列分析により、交通事故発生の季節変動と周期変動の構造をマクロ的に解明できた。今後、交通事故発生の時間変動の解明および交通量変動との関係を明らかにすることにより、時系列的変動を考慮した交通事故の予測問題へとアプローチする予定である。

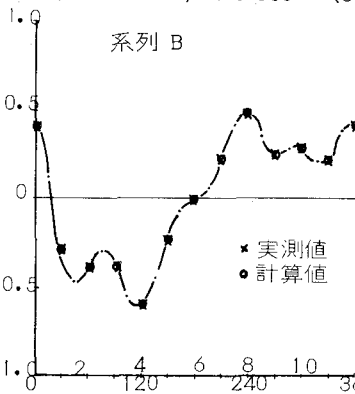


図-5 フーリエ級数による季節変動の表現

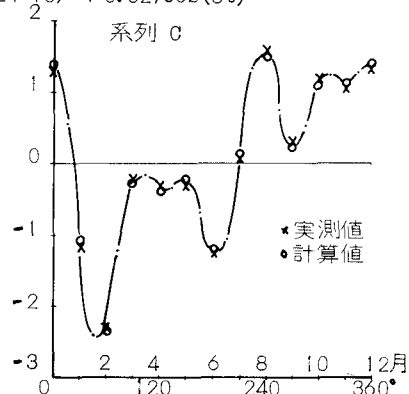


図-6