

東京工業大学 正員 中村英夫
 科学警察研究所 正員 村田隆裕
 大成建設 正員 平賀達夫

1. 研究目的と方法

本研究では、交差点における排気ガスの総合的な解析を行ない、排気ガス濃度と、交通条件、道路条件、環境条件、気象条件等との関係を求めようとする。すなわち大気汚染の交差点での集中を減少させるためには我々が道路工学的、交通工学的、都市計画的にどのような改善を行なうべきかを見出すための基礎的調査である。

自動車排出ガスによる大気汚染は、一酸化炭素の大気中の濃度を指標として測定されている。このことは一酸化炭素の発生源の98%が自動車であり、他の汚染物質である炭化水素、鉛化合物等の濃度が、一酸化炭素濃度と高い相関性があるためである。本研究ではこのことをふまえて、一酸化炭素濃度を直接の対象として、解析を進めることとする。

そこで、このCO濃度と各種条件、すなわち直接発生源である交通量、およびその交通量から生ずる渋滞度等の交通条件、また拡散に影響を及ぼすと考えられる道路巾員(交差点面積)、歩車道の区別、道路勾配等の道路条件、周辺建物の状態、交差点がある一帯の地形等の環境条件、そして気象条件として季節、時間、天候、風向、風速等との関係について調べてみる。調査に用いた資料は主として東京都公害研および中央区の調査結果によるものである。

これらの諸条件はCO濃度に影響を及ぼすと見られるが、個々の条件がCO濃度に直接どのような影響を与えているかは、単相関関係を調べてみても、その間の関係ははっきりとはしない。多くの要因の総合効果として一つのCO濃度が現われるためである。

この多くの条件とCO濃度間の関係を統計的に求めるため、それぞれの条件を次表に示されるようなカテゴリーに分類し、数量化理論I類を用いて多変量解析を行なった。その結果は次表に示される。

2. 解析結果

アイテム		カテゴリー	a_{ij}	$\frac{\sum (a_{ij} - \bar{a}_i)}{(\bar{a}_i - \bar{a}_j)}$	レンジ
1 時刻	1	8時～11時	5.97	0.37	2.07
	2	11時～16時	5.00	-0.58	
	3	16時～	7.07	1.49	
2 交通量	1	0～3000 台/分	0.00	-1.70	3.11
	2	3000～6000 台/分	1.71	0.01	
	3	6000 台/分～	3.11	1.41	
3 渋滞度	1	0～2	0.00	-0.31	2.29
	2	3～5	2.29	1.98	
4 面積	1	0～650 m ²	0.00	-0.29	0.37
	2	650 m ² ～	0.37	0.09	
5 勾配	1	無し	0.00	-0.13	1.90
	2	有り	2.18	2.05	
6 周辺建物	1	低い	0.00	-0.86	
	2	高い	1.90	1.03	

外測変量平均 $\bar{Y}_k = 8.45$

計算値平均 $\bar{Y} = 8.45$

計算値と外測変量の
相関係数 $r = 0.716$

サンプル数 $n = 205$

7	風速 及び 風向	1	風速3%以下	0.00	0.41	2.33
		2	風速3~8% 平行でない	-1.38	-0.97	
		3	" " 平行	-1.17	-0.75	
		4	風速8%~ 平行でない	-0.12	0.29	
		5	" " 平行	-2.33	-1.92	

上記の解析結果より各種要因の影響度合についてみてみよう。解析結果はCO濃度に最も強く影響を及ぼす要因は、交通量であることを示している。すなわち他の条件が全く等しいとすると、交通量が3000解の場合は、3000解以下の場合よりも、1.7ppm高いCO濃度を示し、6000解以上の場合ではそれよりさらに3.1ppm高い値をもつことを示している。交通量の多少が直ちに排出量の多少になるために、一番大きく影響するのも当然と考えられる。次に大きく影響する要因は風である。風速についてみれば、風速3%~8%の場合も8%以上の場合も、風速3%以下の場合と対照的に負の値をもっている。特に、風速8%以上で道路に平行な風という場合が、最もCO濃度が低くなる。ただ、風向が道路に平行か平行でないかは、滞留するCO濃度にあまり影響がないように思われる。渋滞度も風と同じ程度のレンジを示す。渋滞度が3以上の場合は、そうでない場合に比べて2.3ppm高くなる。勾配も大きな影響を与える要因である。勾配がない場合に比べて勾配がある場合は2.2ppm CO濃度は高くなる。次に影響を及ぼすのは時刻である。内容的には昼間が最も少ない値をもっている。これに対する一つの見方として、交通量との相関性があげられる。つまり、一般的に交通量は朝8時~10時頃と夕方4時頃とで二つのピークがあるために、交通量の少ない昼間にその値が少なくなるというのである。交差点の広さは小さなレンジを示し、CO濃度には大きな影響をもたないことを表わしている。しかし交差点面積が大きいということは、交通量もそれだけ多いことを意味するのだからこの交通量と交差点面積というアイテム同士の相関から考えて、面積の広い交差点がこの程度の数値のCO濃度しか示さないということは、面積の広さが十分にCOを拡散させたとも理解しうる。

3. 交差点CO濃度の予測

数量化理論による分析結果を用いることにより、各アイテムに対応する条件の判っている交差点について、そのCO濃度を予測することが可能となる。その予測のための式は先に求められた各アイテムのスコアより次のようにかける。

$$Y = (0.37, -0.58, 1.49) \Delta_1 + (1.70, 0.01, 1.41) \Delta_2 + (-0.31, 1.98) \Delta_3 + (-0.29, 0.09) \Delta_4 + (-0.13, 2.05) \Delta_5 \\ + (-0.86, 1.03) \Delta_6 + (0.41, -0.97, -0.75, 0.29, -1.92) \Delta_7 + 8.45$$

ここで Δ_i は列ベクトルであって、そのアイテム i で、あるカテゴリーに合致するときその成分は1であり、他の成分は0である。具体的な例を東京三原橋交差点について次に示しておく。三原橋交差点のデータは先の分析においては用いられていないが、この交差点について次のような各種条件とCO濃度の実測値(8.0ppm)を我々は知っている。

- (1)時刻: 13時~14時 (2)交通量: 7158解/時 (3)渋滞度: 1 (4)面積: 約1600 m^2
(5)勾配: なし (6)周辺建物: 高い (7)風: ESE 1.5m

これより上式によりCO濃度は8.5ppmと求められる。この予測結果8.5ppmは実測値8.0ppmと相当近い値で予測されている。交差点CO濃度の予測は、拡散方程式を用いシュミレーション法によって行なったいわゆるA.P.P.S法があるが、このように統計的解析によっても行ないうることを示している。