

自動車排気による大気汚染の研究

京都・大阪における自動車の走行modeについて

京都大学工学部 正員 庄司光, 正員 山本剛夫, 正員 西田耕之助

学生員 石川義紀, 学生員 小松正幹

自動車排気による都市大気汚染は年々着しくなっており、わが国においても1965年より排気中の一酸化炭素について規制がされている。この規制のtest cycleとしては、4 mode cycle などが提案されているが、実際の都市地域内における車のdriving patternに関する知見は、極めて不十分な状態である。そこで本研究では、自動車排気中の有害成分による大気汚染の予測および排出規制のテスト基準の設定に必要な基礎資料を得ることを目的とした一連の研究における一段階として、京都・大阪市内での車の走行modeについて検討した。

前報では、京都市内の中心部で実験車を走行させ、タコグラフにより記録したdriving patternから、マルコフ連鎖の理論を用いて解析した結果、市内中心部の最も平均的なdriving cycleとして6 mode cycleを得た。今回は、京都市内の中心部周辺および大阪市内での比較的交通量の大きい路線について走行実験を行なった。driving modeの速度条件について、相対出現頻度、経過時間を測定し、最も期待されるdriving cycleのmode数を求めた結果を、京都市内周辺部について要約すると次のとおりである。

(1)実験によるdriving modeの時間比は平均してidle 23.2%, acceleration 27.6%, cruise 28.8%, deceleration 20.4%となり、市内中心部における値と比較して、idleを減少し、accelerationおよびdecelerationを増加している。また合計224回のdriving cycle (idle 224, acceleration 469, cruise 423, deceleration 442)が記録され、1 cycleの平均所要時間は85.4秒と中心部の約1.4倍の値を示した。(2)各modeの速度条件についての相対頻度は表-1に示すとおりで、中心部におけると同様、0→40 km/h acceleration, 40 km/h cruise, 40→0 km/h decelerationがそれぞれ最も大である。また中心部における結果と比較して、30→40 km/h acceleration, 40→30 km/h decelerationの相対頻度が著しく大きな値を示している。

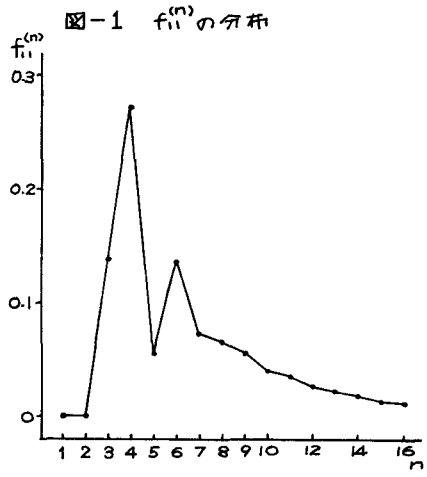
表-1 走行modeの相対頻度(%)
(太線以内はcruise, 太線より上はacc. 下はdec.)

終速 km/h 初速 km/h	0	5	10	20	30	40	50
0		1.7	7.0	6.8	9.8	17.4	5.1
5	1.8	1.7	0.9	0.4	1.7	2.3	0.6
10	3.2	1.8	6.7	3.0	3.0	4.9	0.4
20	5.0	1.6	2.7	10.6	7.9	7.2	1.1
30	10.6	0.5	1.6	7.0	26.7	12.4	2.8
40	24.6	1.8	3.6	7.9	12.9	47.7	3.6
50	5.4	0.7	0.9	0.7	2.3	3.4	6.6

る。相対時間比も相対頻度と同様の傾向を示し、各速度条件の平均継続時間は、中心部とほぼ同様の値を示した。(3)連続した2つのdriving modeの組み合わせは合計1558で、それぞれの起る確率 P_{ij} が全走行時間中は一変であるとする、遷移確率行列 P は、

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.725 & 0.275 \\ 0 & 0.260 & 0 & 0.740 \\ 0.507 & 0.305 & 0.188 & 0 \end{pmatrix}$$

であらわされる。これから、idle (状態1) からはじめ
 まって n step 目にはじめて idle があらわれる確率 $f_{ii}^{(n)}$ を
 $n = 1$ から 16 までについて求めると、図-1 に示す
 おりである。さらに理論平均再帰時間として $\mu_1 = 6.953$
 を得た。中心部における場合と比べて、 P_{41} (decele-
 ration から idle に移る確率) の減少と P_{42} (deceleration
 から acceleration に移る確率) の増加が著しい。その
 結果、 $f_{ii}^{(n)}$ の値は中心部と比べて $n = 3, 4$ で激減し、 n
 ≥ 7 で増加している。(4)理論平均再帰時間として
 6.953 を得たことから、7 mode cycle について、可
 能な組み合わせを作製し、実験による相対頻度と相対時
 間比にもとづいて検討を加えて各組み合わせの最適 mode



cycle を求めた。その結果を図-2 に示す。各速度条件の継続時間には実験平均値を用い
 た。これらの中で、A, C, D, E, F, G, J, K はすべて、相対頻度、相対時間比の最も高い速度条
 件 (0 → 40 km/h acceleration, 40 km/h cruise, 40 → 0 km/h deceleration) のいずれかにな
 けており、市内走行の driving cycle を代表するには不十分である。残りのもののうち、
 B は idle および相対頻度、相対時間比の最も高い速度条件のみで構成されている。これに
 対し、H および I はさらに 2 番目に相対頻度、時間比の大きい 30 → 40 km/h acceleration,
 30 km/h cruise, 40 → 30 km/h deceleration をも含んでおり、京都市中心部周辺の平均 driving
 cycle として最も合理的である。H と I は同一の速度条件から成りたっており、cycle の
 所要時間は 92.5 秒、mode の時間比は idle 21.4%, acceleration 27.7%, cruise 30.1%,
 deceleration 20.9% となり、実験による 1 cycle の平均所要時間および各 mode の時間比
 によく一致している。なお、大阪市内中心部での成績ならびに、シャーシダイナモテス
 トによる排気ガス評価についても報告する。

図-2 最適 mode cycles

