

上海市自動車の増加及び大気汚染への影響分析

上海市、自動車、大気汚染

正会員 ○任 建興^{*1}
同 李 海峰^{*2}
同 高 偉俊^{*3}
同 高橋信之^{*4}
同 尾島俊雄^{*5}

1. はじめに

大気汚染の物質としては、一酸化炭素 (CO)、硫酸酸化物 (SOx)、窒素酸化物 (NOx)、浮遊粒子状物質 (TSP)、NMHC (Non-Methane Hydrocarbon) などが知られている。これらはいずれも化石燃料を燃やすときに生成され、自動車の排気ガスや工場の煤煙となって大気を汚染している。

近年、上海市の交通需要量の増加に伴って、上海市の自動車保有台数は急激に増加している。自動車による排ガスは上海市中心区の幹線道路周辺を中心として大気汚染の重要な要因の一つとなっている。自動車は、道路網に沿った全方位の「移動排出源」であり、激増する自動車の交通量や、乗用車の普及などにより窒素酸化物、硫酸酸化物等の排出量が増加すれば、上海市周辺域での大気汚染はますます悪化するものと考えられる。

本研究では、上海市の自動車の増加状況及び大気汚染への影響について、研究分析を行い、自動車の増加とGDPとの関係及び大気汚染への影響度を明らかにする。

2. 上海市自動車増加の状況

上海市は15区及び5県から成り立ち、総面積は6340.5 km²、その内都市面積は2057 km²、農村地域の面積は4284 km²となっている。上海市は中国の経済の中心地域であり、経済成長率は中国で最も高い値を示しており、1991年から1995年までの5年間のGDPの成長率は平均13%であり、1998年のGDPは3688億元に達している。又、1998年の人口は1307万人となり、市内人口は965万人に及んでいる。平均人口密度は2000人強/km²であり、

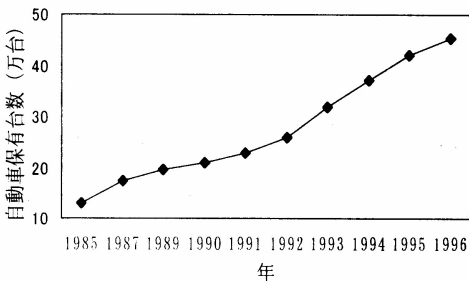


図1 上海市の自動車保有台数の推移

市内における平均人口密度は4600人強/km²となった¹⁾。

上海市では経済及び都市化の発展に伴い、自動車保有台数も年々増加の傾向を示している。図1は上海市自動車保有台数の推移を示しているが、ほぼ直線的に増加しており、1996年の自動車保有台数は約46万台に達した。図2は自動車保有台数とGDP、人口の関係を示すものであるが、

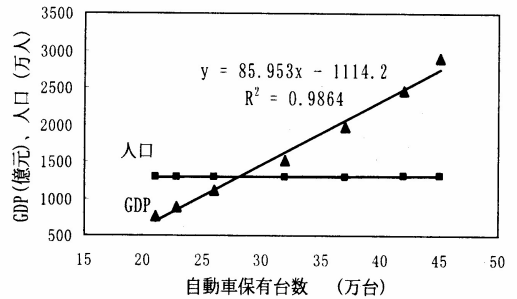


図2 上海市の自動車保有台数とGDP、人口の関係

80年代末から、上海市では自動車保有台数の高度増長期に入ったことを示している。1990年には自動車保有台数は約21万台に、1993年に約32万台に、1996年に約45万台に達している²⁾。図2のように自動車保有台数はGDPとかなり高い相関性があり、GDPの増加につれて自動車保有台数も増え続けている。1990年から1996年にかけて、自動車保有台数は約1.2倍を増加し、GDPそのものも約2.8倍を示している。一方、人口はわずか21万人の増加に留まり、増加率は約1.6%に過ぎないが、1996年には千人当たりの自動車保有台数は約34台に達した。したがって、自動車保有台数とGDPの関係に基づいて、もし上海市のGDPを1997年を基準として13%の増長率を保つと仮定すれば、2010年の自動車保有台数は約118万台となり、8%の増長率を仮定しても約93万台に達することが予測される。

一方、建設されつつある道路延長を見ると、1990年の道路延長は1653 kmであったが、1996年においては市内総道路延長は3118 kmに達しており、上海市内の道路建設スピードはとても速い。

しかし、1990年から1996年まで、自動車保有台数の増加に伴い、1台当たりの道路延長は減り続けている。

即ち道路建設速度は自動車保有台数の増加速度より低い値となっており、1992年に、道路建設速度は自動車保有台数の増長速度より高く、1台当たりの道路延長は9m/台であったものが、1993年から道路建設速度は自動車保有台数の増長速度より低くなっている。

1996年にかけて、1台当たりの道路延長は7m/台に減少している(図3)。以上から、道路建設速度は自動車保有台数の増長速度より低くなっており、交通渋滞の問題は市中の随所発生している現状は憂慮すべきである。特に都市中心区では、自動車が走行速度は極端に遅くなり、常時交通渋滞を引き起こしている。

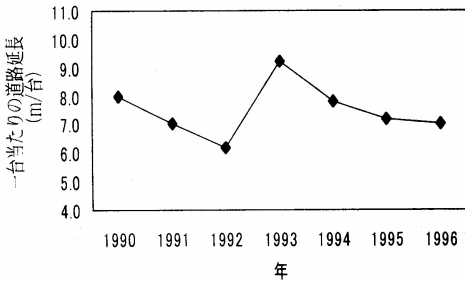


図3 自動車1台当たりの道路延長推移

3. 自動車増加は環境汚染への影響

3.1 上海市のガソリン消費量の増加

上海市は高度経済成長に伴って、自動車が急速に普及しており、自動車による大気環境に対する汚染の影響が年々大きくなって行くことが考えられる。汚染物質は自動車用燃料消費によって発生するものであるが、上海市の場合は1980年から1996年にかけての自動車保有台数と年間自動車用ガソリン消費量の関係は図4に示す通りである。

これを見ると、1980年から1996年にかけて、上海市自動車保有台数の増加につれて、車両用ガソリン消費量も確実に増えている (R^2 は0.9866である)。1997年

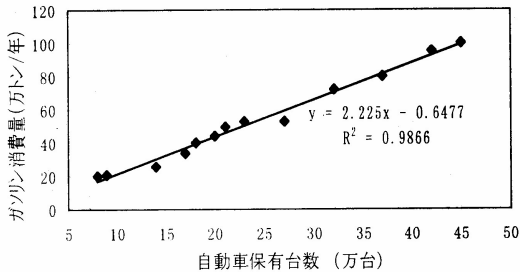


図4 自動車保有台数と年間ガソリン消費量の関係

における車両用年間ガソリン消費量は約100万トンに達しており、車両用燃料構成及び燃料消費指標を大きく変えないと仮定した場合、前述の自動車保有台数は118万台に達したときには、年間ガソリン消費量は約250万トンを超える予測となる。

3.2 自動車排出の汚染物量の増加

自動車と称する移動排出源の大気汚染はすべて自動車排気管から排出される。

通常、直接的な自動車による汚染物質は主にCO、NMHC、NOx等である。それらの中で、NOxは人体への影響が最も高いと考えられている。

上海市で自動車から排出される汚染物質が全市総排出量に占める割合を表1に示している。

表1 自動車汚染物排出量と全市総排出量の比率

	CO	NOx	HC
1989年	46%	4.6%	-
1994年	37%	15%	85%

1989年以降、自動車から排出されるNOx、HC及びCOの比率は増えており、1994年では全市の総排出量に対して、HCは85%に、NOxは15%に達した。

一方、1995年時点の上海市内における自動車などの移動排出源及び工場などの固定排出源から放出する汚染物質の比較を示したものが表2である。

表2 1995年市区における自動車と固定排出源による汚染物量

汚染物	自動車		固定排出源	
	排出量 (万t/年)	比率 (%)	排出量 (万t/年)	比率 (%)
NOx	3.04	44	3.86	56
CO	10.4	76	3.20	24
NMHC	2.41	93	0.18	7

上海市全市から見ると、90年代から自動車保有台数及びガソリン消費量の増加に伴い、自動車のよる年間汚染物質排出量も確実に増え続けている。1995年に市内における自動車による汚染物量と他を含めた総汚染物質排出量(自動車及び固定排出源)を比較すると、自動車による排出量が占める割合は、NOx 44%、CO 76%、NMHC 93%となっている。これによると上海市内での大気汚染への影響は自動車による汚染(移動排出源)の影響のほうが固定排出源より大きいことが理解できる。これは近年の都市機能と都市構造の変化並びに市内に配置されていた工場の転移に伴って、固定排出源による汚染物質が年々減少傾向にあることも要因の一つとなっている上、自動車保有台数の増加が拍車をかける結果となっていることを示すものである。

自動車から排出される汚染物量は自動車の種類によって異なるが、各種の自動車による汚染物質については

表3 1995年上海市主要種類の自動車による汚染物量 万トン/年

タイプ	CO		NOx		NMHC	
	排出量	比率%	排出量	比率%	排出量	比率%
大型自動車	8.00	37	4.47	74	3.30	53
軽自動車	9.68	45	1.57	26	1.72	28
オートバイ	2.16	10	-	-	0.94	15
その他	1.73	8	-	-	0.28	4
合計	21.57	100	6.04	100	6.24	100

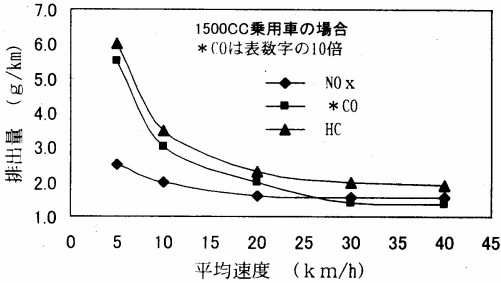


図5 平均速度と汚染物排出量の関係

表3となっている。

これを見ると、自動車から排出される汚染物質は主に大型自動車、軽自動車によるものであり、その割合は大半を占めており、NOxにおいても大型自動車から排出されるものが約74%占めている。

その上、上海市の大気環境に影響するもう一つの大きな要因は交通渋滞の問題で、特に中心区顕著である。交通渋滞によって、自動車速度の減速、加速、空運転等の現象を助長する傾向にある。燃料を完全燃焼させない結果として、汚染物質の排出量を増加させ、文献によると³⁾、自動車走行速度が遅ければ遅いほど自動車から排出する汚染物量が多くなる(図5)ことが示されている。走行速度は汚染物排出量に密接な関係があり、スピードを高めれば、汚染物排出量は顕著に低下している。一方、渋滞の場合は、平均車速が落ち、急停車や急発進を繰り返すことにより、完全燃焼が期待できず、汚染物排出量が増加し、とくに平均車速12 km/h以下になると、汚染物排出量は急激に増加す

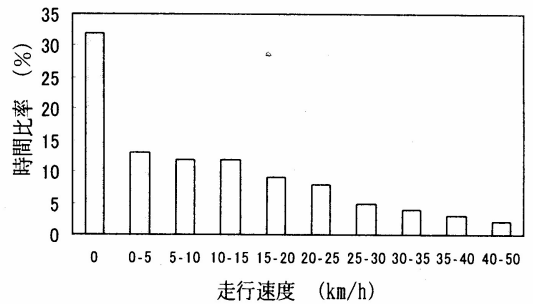


図6 1994年の自動車走行速度と時間比率

る。現在、上海市中心区では平均車速が非常に低く、1994年の中心区における代表的な道路で自動車走行速度が10km/h以下となっており、中心区における代表的な道路では自動車走行の状況は図6に示すように、車両スピーカが10km/h以下になってしまう走行時間は約総走行時間の57%を占めている。中でもアイドリング時間は約総走行時間の32%を占め、すべての走行過程の中では、加速時間は27%、減速時間は24%、低速時間は13.8%を占めている。したがって、上海市の幹線道路及び交差点における大気汚染の状況が深刻であり、NMHCの平均濃度は0.66mg/m³にもなっており、上海市の環境基準より3.1倍も高い値となっている。又、COの平均濃度は6.54mg/m³を示し、環境基準より1.1倍となっており、同様にNOxの平均濃度は0.37 mg/m³であり、基準より1.5倍高い値となっている。これに対して、代表的な公園緑地の周辺の空気環境は、NOx濃度が0.039~0.049mg/m³であり、代表的な住宅地ではNOx濃度は0.084~0.099mg/m³となっており、道路周辺の自動車による大気環境への影響が大きいことが理解できる⁴⁾。

3.3 上海市大気環境汚染の状況

近年、自動車などの移動排出源と工場などの固定排出源との影響による、上海市の大気汚染物質濃度の変化を示すと表4となる^{5) 6)}。総体的に見ると、上海市の大気環境汚染の状況は良い方向へ変化していると見られるが、市内と郊外においては、NOx濃度が多少増加

表4 各汚染物濃度の変化及び排ガス処理率 (mg/m³)

年	NOx		TSP		SOx		排ガス処理率 (%)	
	市内	郊外	市内	郊外	市内	郊外	燃料排ガス	工業排ガス
1998	0.10	0.029	0.215	0.147	0.053	0.006	53.7	35.4
1997	0.105	0.028	0.233	0.167	0.068	0.008	51.2	38.0
1996	0.089	0.024	0.241	0.203	0.059	0.01	-	-
1995	0.073	-	0.246	0.175	0.053	0.012	52.0	37.4
1994	-	-	0.281	0.17	0.073	0.01	48.7	37.1
1991	-	-	0.33	0.17	0.11	0.01	45.6	42.3

の傾向を示している。同時に、TSPとSOx濃度も減少を続けているが、特に、郊外における汚染物質濃度は市内より著しく低い値を示している。この現象は以下の原因が考えられる。

① 大気環境を改善するために、上海市政府は都市機能と産業構造などを調整し、多くの汚染を発生する工場等の固定排出源に対して、市内からの転移、閉鎖あるいは転業するという措置を採用し環境改善に尽力した。同時に、排ガスに対する公害処理率も年々高めている。表4で示すように、1998年の排ガス処理率は89.1%に達しており、大気に排出する汚染物量は少なくなった。それによって、市内の固定排出源による汚染物質は減少し続けている。

② 都市住宅における生活用ガス普及率を高めたことにより、現在では市内のガス普及率はほぼ100%に達した。

③ 植物が汚染物質を良く吸着する能力を持っていることから、グリーンベルト面積の増加に尽力した。

統計によると、上海市市内緑被率は1991年の13.9%から1998年の18.8%にまで増加し(図7)、一人当たり公共緑地面積も2.75平方メートルに達した。公共緑地面積の増加は、市内での大気汚染への緩和効果が期待できる。

④ 移動排出源の自動車に対しては自動車保有台数の急速度上昇と交通渋滞による車速の低下により、大気中へのNOx排出量は増加し続けている。

上海市の経済発展と物流機能の高速化、工業の発展及びライフスタイルの変化に伴い、上海市の自動車保有台数は大きく増えている。上海市にとって、自動車による大気汚染を減少させることは大きな課題となる

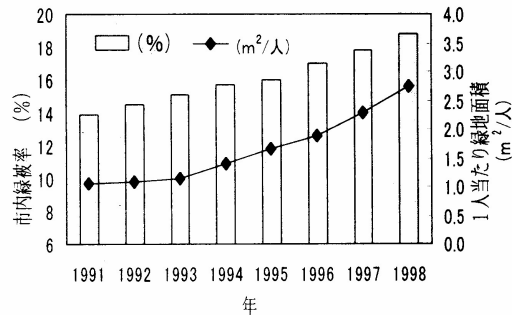


図7 上海市内緑被率・一人当たり公共緑地面積の推移

と思われる。その減少への対策としては、大きく分けて、以下のようなことが考えられる。

(1) 既存のディーゼル車・タクシーなどを天然ガス自動車などに切り替え、自動車を低公害車に改良すること。

(2) 交通道路を改善し、自動車走行速度を高め、自動車の流れを円滑にする。

(3) 公共交通(地下鉄を含む)の発展を促し、自動車の総量を規制する。

(4) 汚染物質を大量に排出する公害無対策車両を廃車するか市内走行を制限する。

(5) 上海市の交通状況を考察し、望ましい交通発展計画を研究し実現する。

4. まとめ

地球環境問題の一つとして都市大気汚染問題が深刻になっている。本研究は上海市自動車保有台数の増加状況及び大気環境への影響分析を通して、自動車保有台数はGDPに直接的に関係があり、人口数の増加に関係が目だっていない。近年、自動車による汚染物質量が全市汚染物量に占める割合が、上海市の中心区などに見られるようにますます増加している。上海市にとって、自動車保有台数の増加による汚染が大気汚染の一つの主な要因になっていた。上海市の環境汚染を減少させるためには、道路交通状況を改善し、交通量の抑制とともに、よりNOx排出量の少ない自動車の普及を図る必要があると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 上海市統計局、「上海統計年鑑97」、中国統計出版社、1997年
- 2) 陸書玉、「上海市自動車汚染及び制御対策」、上海環境科学、Vol.17 No.3 1998
- 3) 早川一也著、「大気汚染—都市環境の現状と対策」、日本放送出版社協会、1976
- 4) 桑致威、「上海市NOx分布状況及び影響の要素」、上海環境科学、Vol.16 No.6 1997
- 5) 上海市環境保全局、「上海市環境状況公報」、1999年
- 6) 上海環境保全誌編集委員会、「上海環境保全誌」、上海社会科学院出版社、1998年

謝辞 本研究は平成11年度の三菱財団自然科学研究助成金によるものである。

*1 中国上海電力学院教授・工博 早稲田大学訪問学者
日本学術振興会特別研究員
*2 早稲田大学 大学院
*3 早稲田大学理工学総合研究センター講師・工博
*4 早稲田大学助教授・工博
*5 早稲田大学教授・工博

*1 Shanghai University of Electric Power Prof. PhD, Visiting Scholar, Graduate School, Waseda Univ, JSPS.
*2 Graduate School of Science and Engineering, Waseda University
*3 Research Lecturer, Dr. Eng Research Center for Science and Waseda University
*4 Asst. Prof. Dr. Eng Research Center for Science and Waseda University
*5 Dept. of Architecture School of Science and Engineering, Waseda University