

# 緑地及び街路樹による大気浄化機能の評価

篠塚正義<sup>1</sup>・重岡昌代<sup>2</sup>・渡邊政彦<sup>3</sup>

## Evaluation of Air Cleaning Functions by Greenzone and Roadside Tree

Masayoshi SHINOZUKA, Masayo SHIGEOKA, Masahiko WATANABE

### 要旨

緑地及び街路樹が持つ大気汚染物質の浄化機能に着目し、CO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>に対する浄化量を試算・推定して大気浄化の効果を検討した。

福岡市全域の大気汚染物質排出量に対する緑地の浄化効果は、CO<sub>2</sub>は7.1%で人口として120万人分、また、NO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>においても緑地による大気浄化の有効性は認められたが、効果が高いとは言えなかった。一方、自動車排出ガス量に対する市全域及び市内の代表的幹線道路の街路樹による浄化効果は緑地よりも低いことが判明した。

したがって、緑地及び街路樹による大気浄化効果をより高めるには、緑化の推進及び遮蔽能力等を考慮した街路樹植栽の充実が必要であることが推察された。

**Key Words** : 緑地 Greenzone, 街路樹 Roadside tree

大気汚染物質 Air pollutants, 大気浄化機能 Air cleaning function

### I はじめに

山をはじめ都市公園等の樹林地や草地等は、木材、農産物生産等の生産資源のほかに市民にレクリエーションの場を提供し、都市の美観を向上させるばかりでなく、大気浄化、気象緩和などの快適生活環境形成にかかわる様々な図1に示すような機能を持っているとされている。

今回実施した調査は、図1に示した緑地が有する機能<sup>1)</sup>のうち、快適環境保全の中で、特に緑地及び街路樹が持つ大気汚染物質に対する浄化機能に着目して行った。すなわち、地球温暖化問題で主要な原因物質とされているCO<sub>2</sub>を始め、自動車排出ガス等で問題になっているNO<sub>2</sub>及びその他の大気汚染物質であるSO<sub>2</sub>に対して、福岡市内の緑地及び街路樹が持つ大気浄化量を試算・推定し、大気汚染防止に対する効果を明らかにすることを目的に行った。

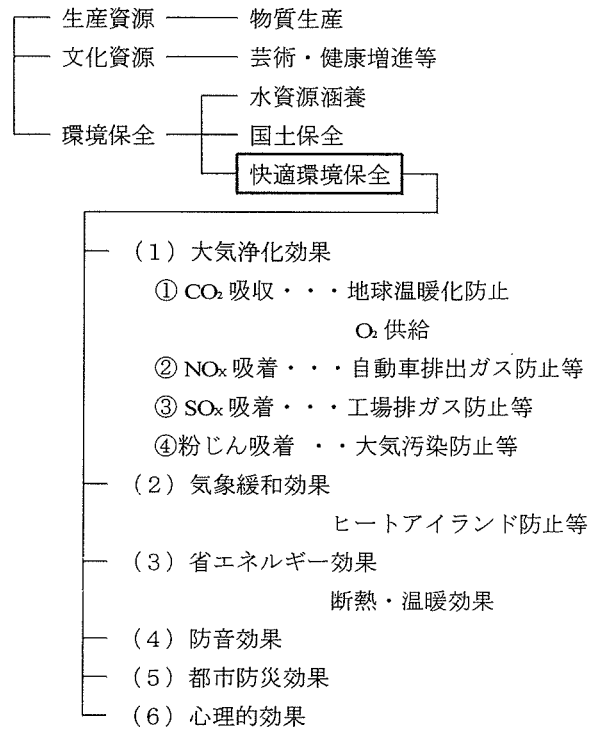


図1 緑地が有する機能

1. 福岡市保健環境研究所 環境科学課  
(現所属：福岡市教育委員会 保健体育課)
2. 福岡市保健環境研究所 環境科学課
3. 福岡市保健環境研究所 環境科学課  
(現所属：福岡市教育委員会 学校給食課)

## II 大気浄化量の試算方法

一般に樹木などの植物は、その生育に支障のない汚染濃度の範囲内では、主として葉の裏側にある気孔からCO<sub>2</sub>の吸収に伴って、NO<sub>2</sub>やSO<sub>2</sub>等の大気汚染物質を吸収し、この吸収量は気孔でのガスや水蒸気の通りやすさに比例する結果が得られている<sup>2)</sup>。

大気浄化量の試算については、国が示した大気浄化植樹マニュアル<sup>1)</sup>に基づき、下記の方法で行った。

すなわち、都市緑地及び街路樹の有する大気浄化機能を定量的に、しかも比較的簡便に試算し評価する方法として図2及び図3に示した方法で行った。

緑地については、植生図に基づく植生区分別の総CO<sub>2</sub>生産量から、また、単木については、樹木台帳等に基づく図4に示した単木別の年間総CO<sub>2</sub>吸収量から算出する方法で行った。調査した幹線道路の中央分離帯街路樹については、低木等の面的広がりを持つもの(緑地)と樹木(単木)が混在しているため、図3及び図4に示すチャートに従い、緑地と単木のCO<sub>2</sub>吸収量の合計から大気浄化量を試算した。

また、幹線道路の中央分離帯街路樹によるNO<sub>2</sub>低減効果をみるために、道路近傍及び街路樹内部にNO<sub>2</sub>簡易測定器(フィルターバッジ)を設置し、各調査地点のNO<sub>2</sub>濃度の実測値から推測した。

### 1. 大気浄化量の定量的評価の方法

#### 1) 緑地による試算方法

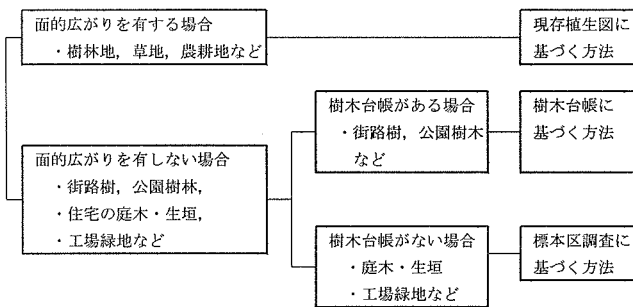


図2 都市内緑地による大気浄化量の定量的評価の方法

#### (1) 植生図の植生タイプ区分

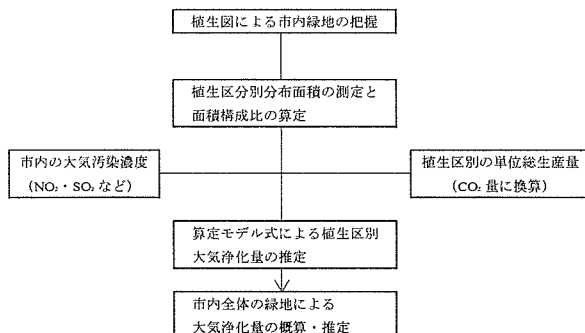


図3 植生図に基づく都市内緑地による大気浄化量の試算の手順

福岡市内の緑地の現状を把握し、市内緑地による大気浄化量を試算するために、福岡市域の植生の状況<sup>3)</sup>に基づき植生タイプを表1のように区分した。

#### (2) 大気環境濃度

表1 福岡市における植生区分

植生タイプ	植 生 図 凡 例
常緑広葉樹林	アカガシ林、シイ・カシ林、クスノキ林
落葉広葉樹林	ブナ・ミズナラ林、シデ林
常緑針葉樹林	アカマツ林、クロマツ林、スギ・ヒノキ等植林
草 地	伐跡群落・路傍雑草群落、竹林、ゴルフ場、牧草地等
農 耕 地	畑・果樹園、水田等
その他緑地	海岸低木林、公園・緑地・墓地等

大気浄化量の試算に必要な大気環境中の濃度については、CO<sub>2</sub>濃度は地球大気中のCO<sub>2</sub>濃度の最近の動向から一律350ppmと仮定した。NO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>については、表2に示すように福岡市の一般大気環境測定局(7局)及び自動車排出ガス測定局(7局)の年平均値(平成6～8年度データ)<sup>4)</sup>の平均値を用いた。

#### 2) 樹木(単木)による試算方法

表2 福岡市の大気環境濃度 単位: ppm

測定局の区分	NO <sub>2</sub> 濃度	SO <sub>2</sub> 濃度
一般大気環境測定局	0.0225	0.0056
自動車排出ガス測定局	0.0357 (*0.0477)	(*0.0113)

(\* ) T局の3カ年平均値

## 2. 大気浄化量の算定モデル

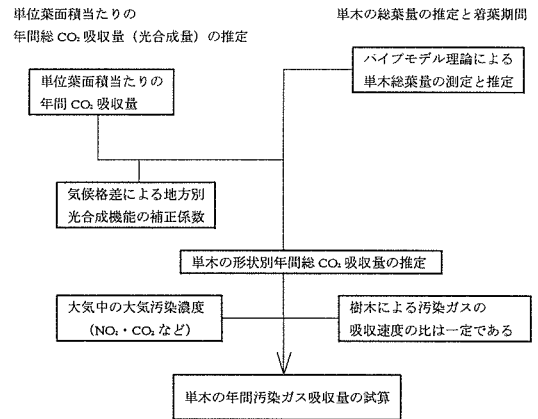


図4 樹木(単木)による大気浄化量の試算の手順

今回の調査は、戸塚ら<sup>2)</sup>による緑地の大気浄化機能の定量的モデル式を用いて緑地と樹木(単木)による大気浄化量を試算した。

#### 1) 緑地

$$\text{CO}_2 \text{ 吸収量(t/年)} = 1.63 \times \text{純生産量} \times \text{分布面積}$$

$$\text{NO}_2 \text{ 吸収量(t/年)} = 15.5 \times \text{大気中の NO}_2 \text{ 濃度 } (\mu\text{g}/\text{cm}^3) \times \text{総生産量} \times \text{分布面積}$$

$$\text{SO}_2 \text{ 吸収量(t/年)} = 20.7 \times \text{大気中の SO}_2 \text{ 濃度 } (\mu\text{g}/\text{cm}^3) \times \text{総生産量} \times \text{分布面積}$$

2) 樹木 (単木)

CO<sub>2</sub> 総光合成量(kg/年)=単位葉面積当たりの総 CO<sub>2</sub>

吸収量 × 単木の推定総葉量

CO<sub>2</sub> 吸収量(kg/年)= CO<sub>2</sub> 総光合成量 × 本数

NO<sub>2</sub> 吸収量(kg/年)= 9.5 × 大気中の NO<sub>2</sub> 濃度 × CO<sub>2</sub>

の総光合成量 × 地域補正 × 本数

SO<sub>2</sub> 吸収量(kg/年)= 12.7 × 大気中の SO<sub>2</sub> 濃度 × CO<sub>2</sub>

の総光合成量 × 地域補正 × 本数

III 調査結果および評価

1. 緑地及び街路樹

1) 緑地の大気浄化量

福岡市域内緑地による大気浄化量を図2及び図3の試算の手順に従い、表2の大気環境濃度及び表3の単位面積当たりの年間総生産量及び純生産量から試算した大気浄化量は、表4のとおりである。

比較のために、調査年度は異なるが北九州市(平成2年度)及び横浜市(昭和59年度)の緑地による大気浄化量の文献値<sup>1) 5)</sup>を表5および表6に示す。

三都市の比較を表7に示す。市域面積のうち緑地が占める割合は、北九州市は山地が多い分、比率が高くなっている。緑地面積当たりの大気浄化量(t/km<sup>2</sup>)で比較

表3 植生区分別の単位面積当たり年間総生産量

	常緑		落葉		草地	農耕地	その他の緑地
	広葉樹林	針葉樹林	広葉樹林	針葉樹林			
総生産量 (t/ha年)	5.1	2.2	5.1	2.2	1.8	1.3	
純生産量 (t/ha年)	1.8	1.2	1.8	1.2	1.0	6	

総生産量: 光合成により生産された有機物の総量。

純生産量: 総生産量から呼吸消費量を引いた植物体としての固定量。

表4 福岡市全域の緑地による大気浄化量の試算結果

市全域面積: 337.59 km<sup>2</sup>

	常緑		落葉		草地	農耕地	その他の緑地	合計
	広葉樹林	針葉樹林	広葉樹林	針葉樹林				
緑地面積 (構成比)	47.26 (14.0)	65.49 (19.4)	4.73 (1.4)	15.19 (4.5)	36.12 (10.7)	10.47 (3.1)	179.26Km <sup>2</sup> (53.1%)	
CO <sub>2</sub> 吸収量	138.7 × 10 <sup>3</sup>	192.1 × 10 <sup>3</sup>	9.3 × 10 <sup>3</sup>	29.7 × 10 <sup>3</sup>	58.9 × 10 <sup>3</sup>	10.2 × 10 <sup>3</sup>	438.9 × 10 <sup>3</sup> (t/年)	
NO <sub>2</sub> 吸収量	156.9	217.4	6.8	21.8	42.3	8.9	454.1 (t/年)	
SO <sub>2</sub> 吸収量	74.8	103.7	3.2	10.4	20.2	4.2	216.5 (t/年)	

植生については平成4年度現況

表5 北九州市全域の緑地による大気浄化量の試算結果

市全域面積: 480.01 km<sup>2</sup>

	常緑		落葉		草地	農耕地	その他の緑地	合計
	広葉樹林	針葉樹林	広葉樹林	針葉樹林				
緑地面積 (構成比)	118.91 (24.8)	67.70 (14.1)	5.36 (1.1)	35.27 (7.3)	54.77 (11.4)	17.84 (3.7)	299.85Km <sup>2</sup> (62.5%)	
CO <sub>2</sub> 吸収量	348.8 × 10 <sup>3</sup>	198.6 × 10 <sup>3</sup>	10.4 × 10 <sup>3</sup>	69.0 × 10 <sup>3</sup>	89.4 × 10 <sup>3</sup>	17.4 × 10 <sup>3</sup>	733.6 × 10 <sup>3</sup> (t/年)	
NO <sub>2</sub> 吸収量	315.3	179.6	6.1	39.8	49.5	11.8	602.1 (t/年)	
SO <sub>2</sub> 吸収量	179.9	95.2	3.3	21.7	28.2	6.6	334.9 (t/年)	

表6 横浜市全域の緑地による大気浄化量の試算結果

市全域面積: 428.99 km<sup>2</sup>

	常緑		落葉		草地	農耕地	その他の緑地	合計
	広葉樹林	針葉樹林	広葉樹林	針葉樹林				
緑地面積 (構成比)	2.31 (0.5)	8.28 (1.9)	37.44 (8.7)	28.59 (6.7)	34.60 (8.1)	33.97 (7.9)	145.19Km <sup>2</sup> (33.8%)	
CO <sub>2</sub> 吸収量	6.8 × 10 <sup>3</sup>	24.5 × 10 <sup>3</sup>	73.4 × 10 <sup>3</sup>	56.0 × 10 <sup>3</sup>	56.5 × 10 <sup>3</sup>	33.1 × 10 <sup>3</sup>	250.3 × 10 <sup>3</sup> (t/年)	
NO <sub>2</sub> 吸収量	10.5	35.9	71.8	55.0	55.0	40.1	268.3 (t/年)	
SO <sub>2</sub> 吸収量	5.5	16.9	35.0	27.0	25.7	19.5	129.6 (t/年)	

すると、CO<sub>2</sub> については植生タイプが類似している福岡市及び北九州市がほぼ同じ量で多く、植生タイプが異なる関東地方の横浜市とはかなりの差がみられる。これは、NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>2</sub> においても同様であった。

福岡市と北九州市の NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>2</sub> 吸収量の差については、表8に示すように大気環境濃度の差によるものと考えられる。

表7 都市別緑地面積当たりの大気浄化量

単位: t/km<sup>2</sup>

都市名	市域面積 k m <sup>2</sup>	緑地面積 k m <sup>2</sup> (比率%)	CO <sub>2</sub> / 緑地		
			面積	NO <sub>2</sub> / 緑地	SO <sub>2</sub> / 緑地
福岡市	337.59	179.26 (53.1)	2.45 × 10 <sup>3</sup>	2.53	1.21
北九州市	480.01	299.85 (62.5)	2.45 × 10 <sup>3</sup>	2.01	1.12
横浜市	428.99	145.19 (33.8)	1.72 × 10 <sup>3</sup>	1.85	0.89

表8 都市別大気環境濃度

単位: ppm

都市名	NO <sub>2</sub> 濃度	SO <sub>2</sub> 濃度
福岡市 (7局平均)	0.023	0.006
北九州市 (17局平均)	0.020	0.005

注) 大気環境濃度については、大気浄化量を算定した年度の年平均濃度である。

2) 街路樹の大気浄化量

福岡市域内街路樹による大気浄化量は、市域内緑地における試算と同様の手順に従い、表2の自動車排出ガス

表9 単木当たりの年間総 CO<sub>2</sub> 吸収量の概算表<sup>1)</sup>

単位: kgCO<sub>2</sub>/年

胸高直径 (cm)	樹高 (m)	常緑広葉樹高木・マツ以外の針葉樹	落葉広葉樹高木・マツ類	中・低木
2	2~2	11	18	2
3	2~2	21	32	5
4	3~3	35	53	11
5	3~3	53	70	14
10	4~5	180	250	53
15	6~7	320	530	140
20	8~10	530	700	--
25	10~13	700	1100	--
30	12~16	1100	1400	--
40	16~21	1800	2500	--

注1) 高木は胸高直径、中・低木は根元直径を用いる。

注2) 樹高は、(強度の剪定を受けているもの) ~ (剪定の軽微なもの) を示す。

測定局における大気環境濃度及び表9の単木当たりの年間総 CO<sub>2</sub> 吸収量の概算表から試算し、結果を表10に示した。

表10 福岡市内の街路樹による大気浄化量の試算結果

	高木		中木		低木		合計
	常緑広葉樹	落葉広葉樹	常緑・落葉	常緑樹主体	常緑樹主体	常緑樹主体	
樹木本数 (本) (建設省所管等含む)	25,315	24,323	107,800	1,755,549	1,755,549	1,912,987	本
CO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	4,560 × 10 <sup>3</sup>	6,080 × 10 <sup>3</sup>	540 × 10 <sup>3</sup>	3,510 × 10 <sup>3</sup>	3,510 × 10 <sup>3</sup>	14,690 × 10 <sup>3</sup>	kg/年
NO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	3,190	4,260	380	2,460	2,460	10,290	kg/年
SO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	1,910	2,550	230	1,470	1,470	6,160	kg/年

(1) 街路樹の現存状況

福岡市公園緑地調査<sup>6)</sup>に記載されている街路樹のうち、表10に示すように高木は常緑広葉樹と落葉広葉樹に区分した。

(2) 樹木の形状

樹木の胸高直径(中・低木は根元直径)は、樹高を高木は5m程度、中木は3m程度、低木は2m以下として当てはめた。

3) 緑地及び街路樹による大気浄化の評価

福岡市全域の NO<sub>2</sub> 等大気汚染物質排出量<sup>7) 8)</sup>に対する緑地及び街路樹による吸収量から、大気浄化効

果を求めた結果を表 1 1 に示す。この中で特に CO<sub>2</sub> については、ガソリン消費で発生する CO<sub>2</sub> 量をガソリン量と価格で換算し、大気浄化の効果を評価した。

表 1 1 市内緑地及び街路樹による大気浄化効果

	緑地			街路樹		
	市内全発生源			自動車		
	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
大気汚染物質の排出量 (t/年)	6,190 × 10 <sup>3</sup>	8,400	1,920	1,860 × 10 <sup>3</sup>	5,720	1,020
緑地(樹木)による吸収量 (t/年)	440 × 10 <sup>3</sup>	450	220	14.7 × 10 <sup>3</sup>	10.3	6.2
吸収率 (%)	7.1	5.4	11.5	0.79	0.18	0.61
ガソリン換算量 (約 191 億円)	191.3 × 10 <sup>3</sup> kL			6.4 × 10 <sup>3</sup> kL (約 6.4 億円)		

注) CO<sub>2</sub>: 平成 2 年現況, NO<sub>2</sub>・SO<sub>2</sub>: 平成 4 年度現況

表 1 2 街路樹による大気浄化の都市別比較

都市名	街路樹による大気吸収量 (t/年)		街路樹/緑地全体 大気吸収量比 (%)	
	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
福岡市	14.7 × 10 <sup>3</sup>	10.3	3.3	2.3
北九州市	13.9 × 10 <sup>3</sup>	9.5	1.9	1.6

### (1) 緑地の評価

地球温暖化防止として最も重要な CO<sub>2</sub> については、表 1 1 に示すように福岡市内全排出量に対する緑地の吸収率は 7.1 % とかなりの効果が認められる。これは平成 9 年 1 2 月の温暖化防止京都会議において日本が約束した削減量 6 % に相当する値である。

また、緑地による CO<sub>2</sub> 吸収量の評価を人間の CO<sub>2</sub> 呼吸量で表すと、一人の人間が 1 日の呼吸によって排出する CO<sub>2</sub> 量は約 1 kg<sup>9)</sup> と言われているので、緑地による吸収量 440 × 10<sup>3</sup> (t/年) を 1 日あたりに換算すると 120 万人分となり、福岡市の人口約 130 万人の 92% に相当する結果が得られている。

福岡市における樹木等植物による CO<sub>2</sub> 吸収については、近郊に山地があるため山地の樹木等による吸収が多いことが推測されるので、CO<sub>2</sub> の吸収率をさらに上げるためには都市公園、道路沿道、事業所等ビル並びに一般家庭の緑化推進が必要と思われる。

また、福岡市の一世帯人員は約 2.3 人であるから、年間呼吸量は約 840kg になり、我々が呼吸によって排出している CO<sub>2</sub> 量を樹木に吸収してもらうには、表 9 から算出すると、一世帯当たり胸高直径 10cm 程度の常緑広葉樹では 5 本、落葉広葉樹では 3 ~ 4 本の植栽が必要になる。

さらに、この大気浄化効果を経済的に評価するために、経済的指標として CO<sub>2</sub> をガソリン量に換算し、経済効果を算出した。すなわち、ガソリン 1 L 当たりの消費で発生する CO<sub>2</sub> 量は、炭素換算で約 0.64kg C の排出につながり、CO<sub>2</sub> 量換算では約 2.3kg になる<sup>9)</sup> ので、緑地による CO<sub>2</sub> 吸収量 440 × 10<sup>3</sup> (t/年) はガソリン換算で 191 × 10<sup>3</sup> kL に相当し、1 L の価格を 100 円とすると、約 191 億円に相当する。市民一人あたりに換算すると約

14,700 円になり、平成 9 年度のゴミ処理費約 196 億円<sup>10)</sup> (市民一人当たり約 15,100 円) から考えるとかなり多いと評価できる。

NO<sub>2</sub> や SO<sub>2</sub> 排出量に対する緑地の浄化効果として、福岡市における試算では NO<sub>2</sub> は 5.4 %, SO<sub>2</sub> は 11.5 % となっている。一方、他都市における試算として、小川<sup>11)</sup> の報告によると埼玉県における緑地の浄化効果は、それぞれ 7.4 %, 10.9 % となっている。福岡市の結果は埼玉県と同様の比率になっており、妥当な値と推察される。

### (2) 市内街路樹の評価

自動車から排出される CO<sub>2</sub> を吸収する街路樹の吸収量を緑地と同様に経済的な指標として換算すると、表 1 1 に示すように CO<sub>2</sub> 吸収量は排出量に対して 1 % 弱、ガソリン換算で 6.4 × 10<sup>3</sup> kL に相当し、約 6 億 4 千万円に相当する。このことは、市内には平成 9 年現況で約 190 万本の街路樹があるので、街路樹一本当たり約 340 円に値すると言える。

このように街路樹による CO<sub>2</sub> 吸収量は、自動車からの排出量から算出すると 1 % 弱と少なく見えるが、CO<sub>2</sub> 削減の地球温暖化防止の観点及び NO<sub>2</sub> や SO<sub>2</sub> 等の有害な大気汚染物質の吸収等の加算を考慮すると、それ以上の価値が考えられる。

一般的に、街路樹は常緑樹と落葉樹に分類され、表 9 に示すように単葉のガス吸収量は常緑樹よりも落葉樹の方が全般的に高い傾向にある。しかし、光合成速度の季節変動や着葉時期等を考慮した年間総 CO<sub>2</sub> 吸収量はほとんど変わらない結果が得られている。

福岡市の幹線道路沿道においては、冬から春にかけて NO<sub>2</sub> 等の大気汚染状況が悪化する傾向にある<sup>8)</sup> ことから、交通量が多い道路の街路樹の植樹は、冬にも葉を付けている常緑樹主体の方が良いと考えられる。

また、自動車による騒音防止対策にとっても常緑樹による街路樹の充実は重要な施策の一つと考えられる。

なお、比較のため、北九州市における街路樹の大気浄化量の文献値<sup>9)</sup> は、表 1 2 に示すように CO<sub>2</sub> 吸収量は 13.9 × 10<sup>3</sup> t/年、NO<sub>2</sub> 吸収量は 9.5 t/年であり、福岡市における大気浄化量の方が若干多くなっている。また、市内緑地全体に対する街路樹の NO<sub>2</sub> 吸収量においても、北九州市では約 1.6 % であるのに比べ、福岡市では 2.3 % と若干多く、福岡市の方が緑地に対する街路樹の大気吸収量比が高くなっており、この大気吸収量比は街路樹の植樹推進の一つの指標になるとと思われる。

## 2. 幹線道路の街路樹による大気浄化の事例

### 1) 博多区 K 通り

(K通りランプ下~K交差点まで約400m)

中央分離帯がある街路樹による NO<sub>2</sub> の低減効果をみるために、平成 10 年 5 月にフィルターバッジを設置し一週間暴露した後、NO<sub>2</sub> 濃度の測定値を比較検討した。

調査した中央分離帯は、図 5 に示すように北側 3 車線と南側 2 車線の道路に挟まれ、植栽の幅約 9m、長さ約 350m で車道近傍は 0.6 ~ 1.4m のシャリンバイ、カンツバキ等の中・低木、中央部には高さ約 3m、幅約 3m のトウネズミモチ等（遮蔽樹）を配した多層構造の複合植栽である。

フィルターバッジは、図 5 の上図に示したように植栽による NO<sub>2</sub> 吸収をみる場所として遮蔽樹の樹木内部、対照として両側車線の自動車排出ガスの影響を直接受ける場所として図 5 の下図に示した遮蔽樹が途切れた地点に設置した。

また、K通りの街路樹全体による NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>2</sub> 吸収量については、中央分離帯の中・低木は緑地、高木は単木として、道路沿道の街路樹は低木等植栽がほとんどないため単木のみで試算した。

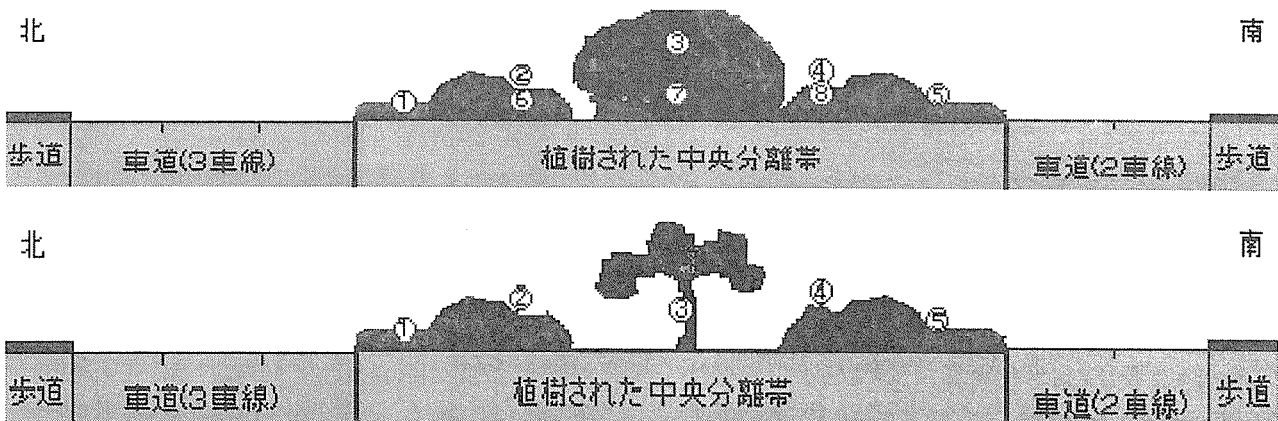


図 5 K通り中央分離帯街路樹の構造と測定地点

(1) NO<sub>2</sub> 濃度の測定結果及び低減効果

遮蔽樹が途切れた場所（対照） 10 地点

平均値 41.3 ppb

遮蔽樹の樹木内部（植栽吸収） 3 地点

平均値 38.7 ppb

実測値による NO<sub>2</sub> 低減率 6.3 %

(2) K通り中央分離帯の緑地の大気浄化量

①常緑広葉樹（緑地）の植栽面積 0.32 ha

②常緑広葉樹林の総生産量及び純生産量

51 及び 18 t/ha 年

③沿道大気中の NO<sub>2</sub> 濃度 41.3 ppb

①, ②, ③から

緑地部分の NO<sub>2</sub> 吸収量 19.7 kg/年

CO<sub>2</sub> 吸収量 9.4 × 10<sup>3</sup> kg/年

と試算される。

(3) K通り中央分離帯の単木の大気浄化量

表 9 の CO<sub>2</sub> 概算表及び表 13 の単木の現存本数等をもとに NO<sub>2</sub> 及び CO<sub>2</sub> 吸収量を試算すると、単木による NO<sub>2</sub> 吸収量は 10.9kg/年、CO<sub>2</sub> 吸収量は 13.4×10<sup>3</sup>kg/年であった。

表 13 K通り・単木の現存数及び胸高直径

胸高直径 (cm)	本数 (本)
10	2
15	11
20	18
平均 17.5	計 31

(4) K通り道路沿道の単木の大気浄化量

K通り道路沿道の現存常緑広葉樹の単木本数 39 本及び表 13 の平均胸高直径から、表 9 の概算表等を基に NO<sub>2</sub> 及び CO<sub>2</sub> 吸収量を試算すると、単木による NO<sub>2</sub> 吸収量は 13.5 kg/年、CO<sub>2</sub> 吸収量は 16.6×10<sup>3</sup>kg/年であった。

(5) K通り街路樹全体の大気浄化量

K通り街路樹全体の大気浄化量の試算結果を表 14 に示す。

表 14 K通りの街路樹による大気浄化量の試算結果

	中央分離帯			道路沿道	合計
	緑地	単木	小計	単木	
単木本数 (本)	-	31	31	39	70本
NO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	19.7	10.9	30.6	13.5	44.1
CO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	9.4 × 10 <sup>3</sup>	13.4 × 10 <sup>3</sup>	22.8 × 10 <sup>3</sup>	16.6 × 10 <sup>3</sup>	39.4 × 10 <sup>3</sup>

(6) K通りの自動車 NO<sub>x</sub> 排出量

K通りの自動車 NO<sub>x</sub> 排出量については、断面車種別

表 15 NO<sub>x</sub> 排出係数及びK通り NO<sub>x</sub> 排出量

	乗用車	大貨物 (バス含む)	合計
NO <sub>x</sub> 排出係数 (g/台 km)	0.27	4.1	-
* (都市高速車種別交通量)	(4,032)	(182)	(4,214)
断面交通量	34,660	1,565	36,255 (台/12h)
NO <sub>x</sub> 排出量	6.3 (kg/12h · 400m) = 2.3 × 10 <sup>3</sup> (kg/年)		

\* K通り入り口の車種別交通量 (平成 10 年 5 月 28 日分)

交通量に NOx 排出係数を乗じて算出し、表 15 に示した。

なお、断面車種別交通量については、車種別交通量調査が行われている都市高速のK通り入り口の車種別交通量で按分した。

また、K通りの断面交通量については、福岡市交通量調査集計<sup>12)</sup>によると 36,225 台/12 時間である。さらに、ここで用いた NOx 排出係数は、福岡市大気汚染解析調査<sup>8)</sup>の基準年(平成4年度)の車速 30km/h を適用した。

(7) K通り街路樹全体による大気浄化

今回調査したK通りの緑地及び単木が一年間に吸収する NO<sub>2</sub> 量は、44.1kg と試算される。これは、調査したK通りの約 400m 間を走行する乗用車が排出する NOx を1日 1,120 台分、年間を通して 409,000 台分を吸収している計算になる。

また、このK通りの自動車の NOx 排出量  $2.3 \times 10^3$  (kg/年)に対する街路樹による NO<sub>2</sub> 吸収率は 1.9 % となった。結果は表 16 に示す。

表 16 K通り・街路樹による NO<sub>2</sub> 低減効果

NO <sub>2</sub> 低減効率 (%)	街路全体	中央分離帯	
	植栽から試算	NO <sub>2</sub> 実測値から算出	植栽から試算
	1.9	6.3	2.7

表 17 W通り・街路樹(緑地)による大気浄化量の試算結果

	道路沿道	中央分離帯
常緑広葉樹(緑地)の植栽面積 (ha)	0.05	0.17
緑地部分の NO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	3.6	12.1
緑地部分の CO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	$1.5 \times 10^3$	$5.0 \times 10^3$

(8) K通り中央分離帯の街路樹による NO<sub>2</sub> 低減効果

中央分離帯の街路樹が上下車線の自動車排出ガス量の半分の負荷を受けると仮定すると、自動車による年間 NOx 排出量は  $1.15 \times 10^3$  kg、街路樹による年間 NO<sub>2</sub> 吸収量は 30.6kg であるので、吸収率は 2.7% となった。

実測値による NO<sub>2</sub> 低減率 6.3% が植栽量から試算した吸収率 2.7% と比べ 2 倍以上高くなっているのは、中央分離帯の植栽が高さ・幅共約 3m のトウネズミモチ等の遮蔽樹を配した密生・多層構造による植栽の NO<sub>2</sub> 吸収効果と、小川ら<sup>13)</sup>が報告しているように植栽の構造に起因する遮蔽能力及び街路樹内外の O<sub>3</sub> (オゾン) 濃度分布による NO<sub>2</sub> 生成速度の違いの関与等による遮蔽効果が加算され、樹木中の NO<sub>2</sub> 濃度が植栽の吸収量以上に低くなったことによるものと推察される。

なお、今回実測調査したK通り幅約 9m、長さ約 350m の中央分離帯の植栽による NO<sub>2</sub> 低減率の 6.3 % は、小川ら<sup>13)</sup>が報告している埼玉県の幅 13.6m、長さ

150m の沿道緑地帯による低減率 7.0 % とほぼ同じであり、妥当な値と考えられる。

2) 中央区W通り

(H交差点～四丁目交差点までの約500m)

調査した幹線道路は、福岡市の代表的な中央分離帯と高木の街路樹を備えた道路であるが、バス等交通混雑のため、ここ 10 年来 NO<sub>2</sub> 環境基準を達成していない。

したがって、このような本格的な街路樹が植栽された道路における NO<sub>2</sub> 吸収量の試算のために、平成 10 年 6 月に街路樹・単木の胸高直径等の実態調査を行った。

道路沿道には一部に低木密生の植栽、単木として常緑広葉樹高木のクロガネモチやホルトノキ、落葉広葉樹高木のケヤキ等の街路樹を配している。

一方、中央分離帯は幹線道路の東西各 4 車線に挟まれ、植栽の幅は約 5m で、車道近傍は 1m 弱のサツキ等の常緑広葉樹の低木が高木のクロガネモチの裾を覆った構成の複合植栽である。

また、街路樹による NO<sub>2</sub> 及び CO<sub>2</sub> 吸収については、中央分離帯及び道路沿道の街路樹のうち、低木は緑地、高木は単木として試算した。

(1) W通り街路樹の緑地の大気浄化量

NO<sub>2</sub> 等吸収量の試算については、大気中の NO<sub>2</sub> 濃度は W通りに面した T 局の NO<sub>2</sub> 平均濃度(平成 6～8 年度) 47.7ppb<sup>4)</sup> を用い、K通りと同様に戸塚ら<sup>2)</sup>の算出モデルで行った。試算した結果を表 17 に示す。

(2) W通り街路樹の単木の大気浄化量

単木高木の胸高直径については、道路沿道の単木は常緑樹及び落葉樹に分けて全数測定した。その測定結果を表 18 に示す。一方、中央分離帯の単木は常緑樹のみであり、実測調査の困難性から道路沿道における常緑樹の平均値を用いた。測定した胸高直径及び表 9

表 18 W通り・街路樹単木胸高直径の実測結果

胸高直径 (cm)	道路沿道		中央分離帯	合計
	常緑広葉樹の本数	落葉広葉樹の本数	常緑広葉樹の本数	
10	1			1
15	1	3		4
20	9			9
25	5	15		20
30	15	8	(84)	107
35	11	2		13
40	10			10
合計本数	52 本	28 本	84 本	164 本
平均直径	27.6cm	23.6cm	27.6cm	—

注) 括弧内数値は、道路沿道常緑樹の胸高直径平均に当てはめた本数。

表 19 W通り・街路樹単木による大気浄化量の試算結果

	道路沿道		中央分離帯	合計
	常緑広葉樹	落葉広葉樹	常緑広葉樹	
NO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	55.7	31.2	71.1	158.0
	86.9			
CO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	$59.2 \times 10^3$	$33.2 \times 10^3$	$75.6 \times 10^3$	$168.0 \times 10^3$
	$92.4 \times 10^3$			

の CO<sub>2</sub> 吸収量の概算表を基に大気浄化量を試算した結果は表 19 のとおりである。

3) W通り街路樹全体の大気浄化量

W通り街路樹全体の大気浄化量の試算結果を表 20 に示す。

表 20 W通りの街路樹全体による大気浄化量の試算結果 単位: kg/年

	道路沿道			中央分離帯			合計
	緑地	単木	小計	緑地	単木	小計	
NO <sub>2</sub> 吸収量	3.6	86.9	90.5	12.1	71.1	83.2	173.7
CO <sub>2</sub> 吸収量	1.5 × 10 <sup>3</sup>	92.4 × 10 <sup>3</sup>	93.9 × 10 <sup>3</sup>	5.0 × 10 <sup>3</sup>	75.6 × 10 <sup>3</sup>	80.6 × 10 <sup>3</sup>	174.5 × 10 <sup>3</sup>

(4) W通りの自動車のNOx排出量

W通りにおける自動車 NOx 排出量については、断面車種別交通量に車種別 NOx 排出係数を乗じて算出した結果を表 21 に示した。なお、断面車種別交通量については車種別交通量調査が行われた西側車線の車種別交通量で按分した。

また、W通りの断面交通量については、平成10年の福岡市交通量調査集計<sup>12)</sup>によると30,674台/12時間である。なお、ここで用いたNOx排出係数は、渋滞区間のため福岡市大気汚染解析調査<sup>9)</sup>の基準年(平成4年度)の車速20km/hを適用した。

表 21 自動車のNOx排出係数及びW通りのNOx排出量

	乗用車	小貨物	大貨物	特殊車	バス	合計
NOx排出係数 (g/台 km)	0.29	1.0	4.7	7.1	6.3	-
(西側車線車種別交通量)	(10,126)	(1,886)	(310)	(194)	(1,873)	(14,389)
断面交通量	21,586	4,020	661	414	3,993	30,674(台/12h)
NOx排出量	20.7 (kg/12h・500m) = 7.6 × 10 <sup>3</sup> (kg/年)					

(5) W通り街路樹全体による大気浄化

今回調査したW通り街路樹の緑地及び単木が一年間に吸収するNO<sub>2</sub>量は、173.7kgと試算される。これは調査したW通の約500mを走行する乗用車が排出するNOxを1日3,280台分、年間1,197,000台分を吸収している計算になる。

また、このW通りの自動車のNOx排出量に対する街路樹によるNO<sub>2</sub>吸収率は2.3%となった。

結果は表 22 に示す。

表 22 W通り・街路樹による大気浄化効果

	街路樹全体		中央分離帯	
	単木	緑地	単木	緑地
NO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	158.0	15.7	71.1	12.1
自動車排出量に 対するNO <sub>2</sub> 吸収率(%)	2.3		2.2	
CO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/年)	168 × 10 <sup>3</sup>	6.5 × 10 <sup>3</sup>	75.6 × 10 <sup>3</sup>	5.0 × 10 <sup>3</sup>
ガソリン換算量 (kL)	73.0	2.8	32.9	2.2
	75.8 kL (約760万円)		35.1 kL (約350万円)	

(6) W通りの中央分離帯街路樹による大気浄化

K通りと同様にW通りの中央分離帯の街路樹によるNO<sub>2</sub>吸収について検討した。

中央分離帯の街路樹が上下車線の自動車排出ガス量の

半分の負荷を受けると仮定すると、自動車による年間NO<sub>2</sub>排出量は3.8×10<sup>3</sup> kg、中央分離帯の街路樹による年間NO<sub>2</sub>吸収量は83.2kgであるので、NO<sub>2</sub>吸収率は2.2%となった。

(7) W通りの街路樹全体による大気浄化の評価

W通りの街路樹によるNO<sub>2</sub>吸収率は前述した(5)の試算から2.3%であった。その結果、自動車排出ガス測定局のT局のNO<sub>2</sub>濃度から算出すると、街路樹のNO<sub>2</sub>吸収による低減効果だけで平均1.1ppb程度低減しているものと推測される。

したがって、ここ10年来NO<sub>2</sub>の環境基準を達成していないW通りT地区において、街路樹による2.3%のNO<sub>2</sub>吸収率は大きいとは言えないが、もしW通りの植栽が遮蔽効果を伴う構造等の構成であれば、K通り及び小川ら<sup>13)</sup>の結果からそれ以上のNO<sub>2</sub>濃度の低減が可能と思われる。

また、中央分離帯の街路樹によるNO<sub>2</sub>吸収率が全体とほぼ同じ割合であるのは、W通りの調査区間で道路沿道と中央分離帯の街路樹によるNO<sub>2</sub>吸収量が表22に示すようにほぼ同量の値であったことによるものと考えられる。

さらに、W通り街路樹の大気浄化の評価をするために、市内緑地及び街路樹による大気浄化の評価と同様に、CO<sub>2</sub>量をガソリン量に換算した経済的効果により評価した。

すなわち、ガソリン1L当たりの消費量は、CO<sub>2</sub>量に換算すると約2.3kgになる<sup>9)</sup>ので、W通りの街路樹による年間CO<sub>2</sub>吸収量174.5×10<sup>3</sup>kgは、ガソリン約76kLに相当しそれだけの経済的効果が考えられる。また、ガソリン1L当たり100円とすると、約760万円に相当すると言える。単木16本では、約730万円であるので1本当たり4万5千円程度の経済的効果になると評価することができる。

IV まとめ

1. 福岡市における平成4年度現況の緑地が一年間に吸収するCO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>量は、それぞれ約440×10<sup>3</sup>t、460t、230tで、市域面積が若干広い横浜市及び北九州市と比較すると、横浜市より多く北九州市より少ない結果が得られた。

また、平成4年度に福岡市内で排出されたNO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>量に対する市内全緑地の吸収率はそれぞれ5%、12%であり、昭和60年度の埼玉県報告の7%、11%とほぼ同じ割合であった。

2. 福岡市内全緑地のCO<sub>2</sub>吸収量は排出量に対して7

%となり、温暖化防止京都会議において日本が約束した削減量 6%に相当する値である。この値は、全市民が呼吸で排出する CO<sub>2</sub> 量の 120 万人分、すなわち市人口の約 92%を吸収している結果となる。

また、CO<sub>2</sub> 吸収量については、ガソリン消費で発生する CO<sub>2</sub> 量をガソリンに換算した経済的効果で大気浄化を評価すると、緑地ではガソリンとして年間約 191×10<sup>3</sup>kL、ガソリン 1L 当たり 100 円に換算すると約 191 億円分、街路樹ではガソリンとして年間約 6.4×10<sup>3</sup>kL、価格に換算すると約 6 億円分に相当する。

3. 福岡市における平成 9 年現況の街路樹が一年間に吸収する CO<sub>2</sub> 及び NO<sub>2</sub> 量は、それぞれ約 15×10<sup>3</sup>t、10t であり、平成 2 年度調査の北九州市と比較すると緑地の場合とは逆にやや多い結果が得られた。

また、平成 4 年度に自動車から排出された CO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>x</sub> 量に対して市内街路樹の吸収量はそれぞれ 0.8%、0.2%、0.6%であった。

福岡市の NO<sub>2</sub> 汚染の約 7 割が自動車の原因と言われているので、自動車排出ガスを低減する街路樹植栽をさらに充実させていく必要があると思われる。

4. K 通り街路樹における中央分離帯の NO<sub>2</sub> 低減効果は、上下車線の半分の負荷を受けると仮定すると自動車 NO<sub>x</sub> 排出量の 2.7%の吸収率になるが、フィルターバッジの実測では 6.3%と 2 倍以上の低減効果がみられた。このように実測による NO<sub>2</sub> 低減率が樹木等から試算した吸収率より高いのは、植栽の吸収効果に加えて植栽の構造に起因する遮蔽効果と街路樹内外の大気拡散速度等が関与しているものと推察される。

5. 福岡市の代表的な幹線道路である W 通り街路樹全体による NO<sub>2</sub> 吸収量は、自動車 NO<sub>x</sub> 排出量の 2.3%である。

また、低木が高木の裾を覆った中央分離帯では、上下車線の半分の負荷を受けると仮定すると、自動車 NO<sub>x</sub> 排出量に対する吸収率は 2.2%で、街路樹全体とほぼ同じであった。これは、道路沿道と中央分離帯の街路樹による NO<sub>2</sub> 吸収量がほぼ同量であることを示している。

自動車からの排出 NO<sub>x</sub> 量に対する吸収率 2.3% は、通りに面した T 局の平均 NO<sub>2</sub> 濃度 (表 2 47.7ppb) から算出すると平均で 1.1ppb 程度低減しているものと推測される。

6. 今後、市内緑地や街路樹の植樹に関しては、植物が持つ大気浄化能力と緑地帯が持つ遮蔽能力等の物理的な作用の両面を考えることにより、緑化推進及び大気浄化の効果が上がるものと推察される。

また、緑地及び街路樹の緑化・植樹推進には、次に掲

げる指標で評価し、比較・検討ができると思われる。

- 1) CO<sub>2</sub> 及び NO<sub>2</sub> などの大気汚染物質吸収量、及び排出量との比
- 2) CO<sub>2</sub> 吸収量をガソリン量に換算、及びその価格
- 3) 緑地の大気吸収効果としては、  
大気吸収量/緑地面積
- 4) 街路樹の植栽比較としては、  
街路樹の大気吸収量/緑地の大気吸収量
- 5) 街路樹による NO<sub>2</sub> 低減効果判定としては、  
NO<sub>2</sub> 実測値比

街路樹による NO<sub>2</sub> 浄化機能に関する調査については、今後は自動車排出 NO<sub>x</sub> ガスの約 9 割を占める NO 及び NO<sub>2</sub> の動態、NO<sub>2</sub> の生成に係わる O<sub>3</sub> 濃度や風向等の気象条件も考慮に入れて調査をする必要があると思われる。

(謝辞) 本調査の実施にあたり、多大なご協力をいただいた福岡市公園都市整備公社の谷口氏、福岡北九州高速度道路公社の藤本氏及び環境局環境保全部自動車対策係の方々に感謝いたします。

## 参 考 文 献

- 1) 公害健康補償予防協会：改訂版 大気浄化植樹マニュアル，1995
- 2) 戸塚 績，三宅 博：緑地の大気浄化機能，大気環境学会誌，26(4)，A71.
- 3) 福岡市環境局：福岡市環境基本計画，1997
- 4) 福岡市環境局：福岡市大気測定結果報告書，1996
- 5) 北九州市環境局：幹線道路等における大気浄化植樹実態調査報告書，1990
- 6) 福岡市都市整備局：福岡市公園緑地調書，平成 9 年
- 7) 福岡市環境局：福岡市地球温暖化対策地域推進計画，1994
- 8) 福岡市環境局：大気汚染解析調査報告書，1995
- 9) 環境庁大気保全局大気生活環境室：樹木の浄化能力調査マニュアル，1998
- 10) 福岡市環境局：ごみとわたしたち，平成 10 年度版
- 11) 小川和雄：埼玉県内緑地の生産力に基づく大気浄化量の推定，埼玉県公害センター研究報告 19，33～42，1992
- 12) 福岡市都市整備局：交通量調査集計，平成 10 年
- 13) 小川和雄，高野利一，松本利恵：植物群落の大気浄化効果に関する研究 (第 4 報)，埼玉県公害センター研究報告 15，63～71，1988