

大気浄化植樹事業の効果の把握及び効果的推進のための調査研究

株式会社 プレック研究所

大気浄化植樹事業の効果の把握及び効果的推進のための調査研究

株式会社プレック研究所

【調査の目的】

独立行政法人環境再生保全機構では、大気汚染による健康被害の予防措置として、樹木や緑地の大気浄化機能に着目した大気浄化植樹事業を推進しているところであり、平成元年には「大気浄化植樹指針」を、平成7年には「改訂版大気浄化植樹マニュアル」を発行している。

しかしながら、「大気浄化植樹指針」作成後20年以上、また改訂版大気浄化植樹マニュアル発行後15年程度が経過している。このマニュアルでは、樹木あるいは緑地による大気浄化効果の定量的評価の簡易手法を開発したが、その後現在まで、この種の調査研究や出版物もほとんどなかったため、現在でも多方面に活用されている。これらの指針、マニュアルにおいて効果の定量化の対象としていたのがガス状汚染物質であり、粒子状汚染物質については現在まで未検討のままであった。この間、地球温暖化問題が顕在化し、温暖化対策に係る森林や樹木の二酸化炭素吸収固定効果に係る知見が蓄積されており、これらの知見を活用したガス状汚染物質の定量的評価法の見直しが望まれる。

樹木の植栽による大気浄化効果については、平成4年度～6年度にかけて、環境事業団（現独立行政法人環境再生保全機構）により、供用後まもない尼崎市の元浜緑地（大気汚染対策緑地として整備）で調査が一部行われたものの、大気浄化植樹事業そのものについては、その後、フォローアップ調査等がなされておらず、事業効果の確認や事業実施上の問題点や課題も十分に把握されていない状況にある。

これらの経緯を踏まえ、本調査研究では、①文献調査・専門家へのヒアリング調査を通じて最新の知見を収集整理し、それらの知見に基づいて、②ガス状汚染物質の定量的評価法の見直し、新たに、③粒子状汚染物質の低減効果に係る定量的評価法の検討、④フォローアップ調査による事業効果の確認と問題点・課題の把握、及び、⑤これらを踏まえた「大気浄化植樹マニュアル」の改訂を目的とした。

調査研究の最終年度にあたる本年度は、これまでの成果を踏まえ、i) 粒子状汚染物質の吸着効果に係る追加調査、ii) 緑のカーテンの効果に係る追加調査、iii) 大気浄化植樹事業の事業効果の評価、そしてこれらの成果を集約して、iv) 大気浄化植樹マニュアルの増補改訂版の作成等、を行った。

《調査研究の目的と方針》

- ① 樹木や緑地による大気汚染物質の低減効果に係る最新の知見を収集整理する。
- ② 最新の知見を踏まえ、ガス状汚染物質の低減効果の定量的評価法を見直す。
- ③ ガス状汚染物質にとどまらず、粒子状汚染物質の低減効果を実証的に検討する。
- ④ フォローアップ調査の実施等により事業効果の確認や問題点・課題を整理する。
- ⑤ 上記の検討結果を踏まえ、大気浄化植樹マニュアル（増補改訂版）を作成する。
- ⑥ 調査研究検討会を設置し、学識経験者等の助言を得ながら的確に進める。
- ⑦ 学校などの教育施設の緑（特に緑のカーテン）を対象とした事例調査を実施し、緑化による大気浄化効果を含めた効果を確認する。

なお、大気浄化植樹マニュアル（増補改訂版）は、「第Ⅰ編 総論編」、「第Ⅱ編 都市建築空間緑化編」、「第Ⅲ編 道路緑化編」の3編で構成されている。第Ⅰ編は、大気浄化植樹に係わる基本的事項、第Ⅱ編は、今後の都市緑地の拡大をねらった屋上・壁面などの建築空間の緑化、第Ⅲ編は、自動車排出ガスなどの局地的対策としての道路緑化・沿道敷地の接道部の緑化を内容としている。

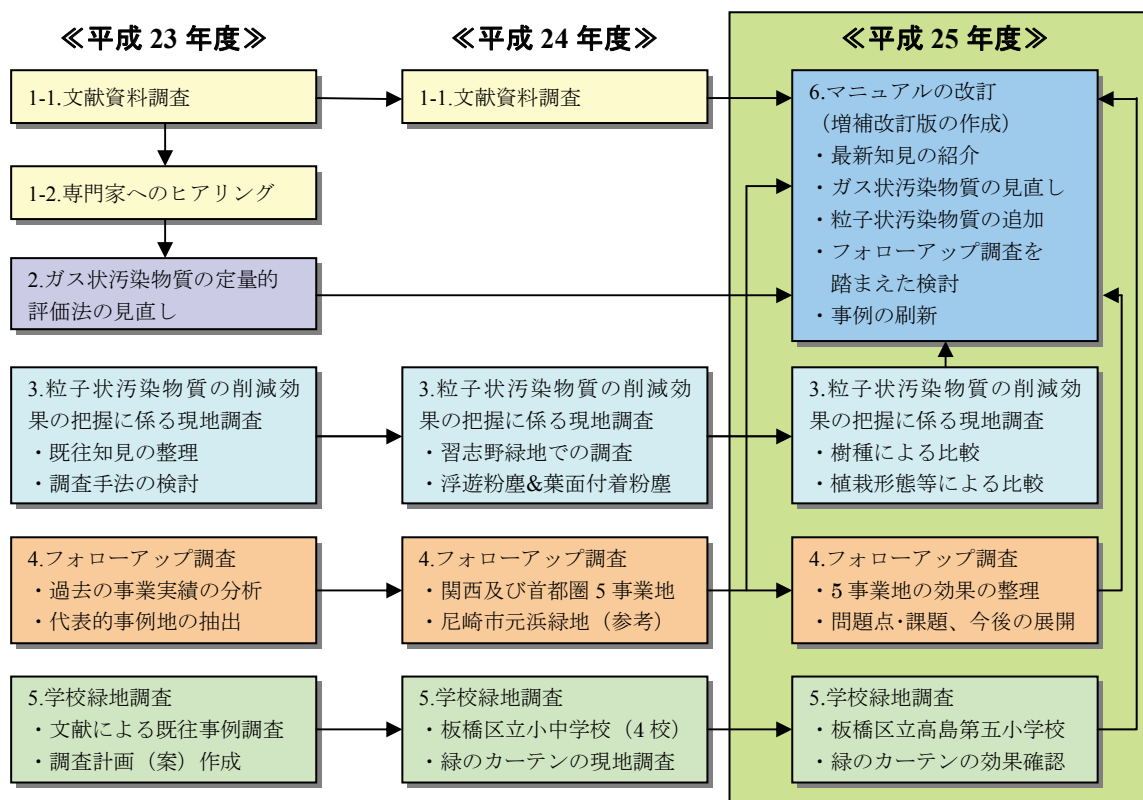


図 1 年度別調査計画と本年度調査の位置づけ

【調査の方法】

1. 粒子状汚染物質の吸着効果に係る追加調査

緑地による粒子状汚染物質の低減効果については、緑地による遮蔽、拡散、地表面などへの沈着、葉面における吸収、吸着などの様々な効果が考えられ、その効果は、樹種や植栽の配置・構成・密度などと密接に関連するものと推察される。このため、最初に緑地の粒子状汚染物質捕捉に係る既往の知見の整理を文献調査により行った。その上で、平成 24 年度調査で得られた成果を踏まえ、樹種、植栽形態、植栽密度などを考慮した追加調査を実施し、粒子状汚染物質を捕捉するのに効果的な樹種や粒子状汚染物質の捕捉効果の上で効果的な植栽手法を検討した。

1.1 緑地の粒子状汚染物質の捕捉効果に係る既往文献調査

樹木の葉による粒子状汚染物質の捕捉効果については、主として 1970 年代から 1990 年代にかけて本多侔（千葉大学）、辰巳修三（香川大学）、三澤彰（千葉大学）、千葉喬三（岡山大学）らによって精力的に研究が行われていたが、2000 年以降はほとんど研究が進展しなかった。

しかし、この数年、越境大気汚染物質による植物や人間への影響の面に着目した研究が進められつつある。

文献調査より得られた知見を整理すると、以下のとおりである。

《捕捉効果の大きい樹種》

- 枝葉がよく繁茂する樹種で、葉面構造や展開機構が複雑な樹種、具体的には、鋸歯が複雑で、葉脈や葉柄に凹凸が多く、毛が密生するなど、葉の形態が複雑な樹種ほど、粒子状汚染物質を捕捉しやすく、流亡しにくいと考えられる。

《捕捉効果の大きい植栽構成》

- 植栽にあたっては、できるだけ汚染物質の発生源に近い道路側に植栽し、葉群の隙間が開かないように樹間距離を狭くするほか、平面的には単列でなく複数列の植栽を行ったり、垂直的には高木・中木・低木・地被類などを適宜組み合わせることで多層構造のボリュームのある複合植栽を行うのが効果的と考えられる。
- また、生垣状に植栽して、適宜刈り込みを行って枝葉の密度を高めるとともに、葉を更新して活力度を高めることも重要であると考えられる。

《最近になってわかってきたこと》

- 近年の PM2.5 などの微細な粒子状汚染物質との関連では、組織レベル・細胞レベルの微細構造に着目した研究により、葉面における微細構造がサブミクロンサイズの微細な粒子状汚染物質の吸着に影響を与えていることが示唆されている。気孔周辺の毛状突起が粒子状汚染物質の気孔内への侵入を阻止したり、葉面におけるワックスが葉面への粒子状汚染物質の沈着を防いでいることなどが確認されつつある。

1.2 樹種による葉面付着粉塵調査

1.2.1 調査内容

葉面における粒子状汚染物質の捕捉効果の樹種による種間差異を把握するため、野外条件下で植木鉢に植栽した樹木苗を一定期間曝露して、葉をサンプリングし、葉面付着粉塵の質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分について、付着粒子（純水洗浄により比較的容易に抽出される葉の表面に付着している成分）と固着粒子（純水洗浄後、クロロホルム処理により葉の表面のワックス層を溶解して抽出される葉面に比較的強固に固着している粒子）に分けて分析し、樹種別の葉面付着粉塵の比較や葉の形態的特徴と付着粉塵量の関係から効果的な樹種選定の検討に資した。

<樹種による葉面付着粉塵調査>

◇調査目的：粒子状汚染物質の捕捉効果の樹種による種間差異を把握

◇対象樹種：10 種

- ・高木：ヤマモモ、モッコク、ツバキ
- ・中木：キンモクセイ、ヒイラギモクセイ、サザンカ
- ・低木：トベラ、ヒラドツツジ、クルメツツジ、サツキ

◇調査対象：ポット植え樹木の葉（樹種別に 5～10～20 枚）

◇サンプル数：10 樹種×3 サンプル=30 サンプル

◇前処理：純水洗浄（付着粒子）、純水洗浄→クロロホルム洗浄（固着粒子）の 2 系統

◇分析項目：質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分

※1：苗木の形状は、高木・中木樹種は樹高 1～1.5m、枝張 60～80cm 程度、低木樹種は樹高 30～50cm、枝張 30～40cm 程度で、いずれも素焼きの植木鉢に土壌（赤玉土中粒）、腐葉土、堆肥などを混ぜて植栽した。

※2：サンプリングした葉は、夏頃から目星をつけておいた樹冠上部に新しく展開した日当たりのよい当年葉で、曝露された期間は夏季から秋季にかけての 4 ヶ月程度である。ただし、途中で台風 26 号が上陸し関東地方を通過したが（最寄りの千葉市の日降水量 240mm）、サンプリングした日まで台風通過後約 1 ヶ月近く経っている。植木鉢は同一場所に置いたが、条件を同じにするため、一定期間ごとに順に並べ替えた。高木樹種・中木樹種は各樹種につき 1 本、低木樹種は 2 本とした。葉のサンプリングを行ったのは、樹冠上部の日当たりのよい当年葉で、葉の面積に応じて、比較的大きな葉の樹種では 5 枚、小さな葉の樹種では、10～20 枚程度採取し、各樹種につき 3 サンプルとして分析し平均値を求めた。

1.2.2 調査結果

(1) 浮遊粉塵の捕捉量

全樹種の葉面付着粉塵の質量濃度の平均値は $53.3\mu\text{g}/\text{cm}^2$ となり、平成 23 年度に習志野緩衝緑地香澄公園で実施した調査結果（ $45.0\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ）と比較しても、大きな違いはなかった。すなわち、葉面による大気中の浮遊粉塵の捕捉効果は、概ね $50\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 程度と考えられる。

(2) 樹種間の浮遊粉塵捕捉量の差異

各サンプルから得られた結果を樹種ごとに平均し葉面付着粉塵量の比較を行った。表 1 及び図 2 にその結果を示す。

葉面付着粉塵量が最も多かったのはヒラドツツジ ($95.0\mu\text{g}/\text{cm}^2$)、次いでヤマモモ ($78.7\mu\text{g}/\text{cm}^2$)、ヒイラギモクセイ ($58.9\mu\text{g}/\text{cm}^2$) であった。このうち、純水処理により比較的容易に抽出される付着成分が多いのは、ヒラドツツジ、ヒイラギモクセイ、サザンカ、クルメツツジ、キンモクセイなどで、ツツジの仲間のように毛が多いものや、サザンカやヒイラギモクセイのように葉が主脈を境にして V 字状に折れ曲がるものが捕捉効果が高いと考えられた。一方、純水洗浄後、クロロホルム処理により葉の表面のワックス層を溶解して抽出される、葉面に比較的強固に固着している粒子は、ヤマモモで特に多く ($61.0\mu\text{g}/\text{cm}^2$)、他の樹種よりも極めて高い値を示した。質量濃度に占めるクロロホルム洗浄で抽出される固着粒子の割合を多い順にみると、ヤマモモ 77.5%、ヒラドツツジ 31.2%、モッコク 30.3%、トベラ 21.0%、サツキ 17.5%であり、平成 24 年度に習志野緑地で得られた値（シラカシ 90~95%、アラカシ 53~96%、クロガネモチ 80%>マテバシイ 30~73%>ツバキ 15~24%）と比べるとやや小さい。ヤマモモと同様に革質で両面とも無毛のモッコクでは低い値であったことから、外見上の葉面構造だけではなく、ワックス層の微細構造などに捕捉能力が依存している可能性が示唆された。

表 1 各樹種の葉面付着粉塵の質量濃度

樹種	純水 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	クロロホルム $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	合計 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
ヤマモモ	17.67	61.00	78.67
ツバキ	33.67	3.07	36.73
キンモクセイ	41.67	5.13	46.80
ヒイラギモクセイ	49.33	9.60	58.93
トベラ	17.00	4.53	21.53
ヒラドツツジ	65.33	29.67	95.00
クルメツツジ	44.67	4.70	49.37
サツキ	40.33	8.53	48.87
サザンカ	47.67	2.77	50.43
モッコク	32.33	14.10	46.43
平均	38.97	14.31	53.28

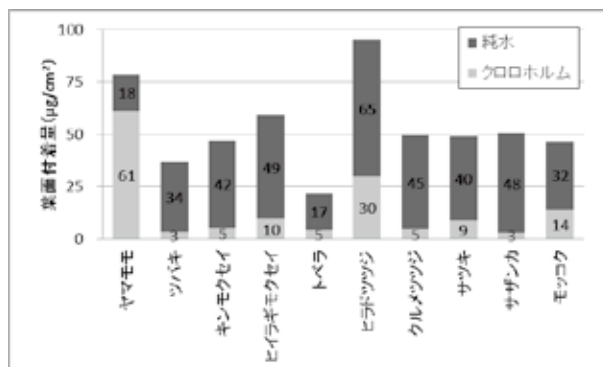


図 2 各樹種の葉面付着粉塵の質量濃度

※合計値については、端数処理により必ずしも一致しないことがある。

(3) 炭素成分

各樹種の炭素成分の葉面付着量を図 3 に示す。炭素成分の葉面付着量の平均は $13.2\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であり、質量濃度の約 1/4 を占めていた。また有機炭素 OC はばらつきが大きく、ヤマモモで顕著に高い値を示したが、元素炭素 EC では樹種による違いはさほど大きくなく、ヒラドツツジの $4.8\mu\text{g}/\text{cm}^2$ を除けば、いずれの樹種も $1\sim 3\mu\text{g}/\text{cm}^2$ の値を示して

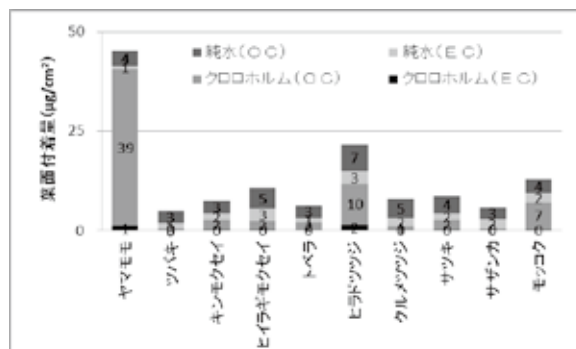


図 3 各樹種の炭素成分の葉面付着量

いた。人間由来の浮遊粉塵と考えられる元素状炭素 EC のみで検討すると、ヒラドツツジでやや高い効果が見られるほか、どの樹種もほぼ同じように捕捉効果を発揮していると考えられる。

(4) イオン成分

各樹種のイオン成分の葉面付着量を図4に示す。イオン成分の捕捉量について、まず気がつくのは、 Mg^{2+} や Ca^{2+} は純粋処理による付着粒子が他のイオン成分に比べて多い点である。これに対して、 K^{+} や Na^{+} はクロロホルム処理による固着成分が大部分を占めている。葉面に付着している粒子は、土壌由来の粒子が多いと考えられるが、降水には空気中の二酸化炭素が溶け込んでいるため、二酸化炭素の解離によって炭酸を生じ、葉面に付着している土壌コロイドに吸着されている Mg^{2+} や Ca^{2+} などの塩基と結びついて重炭酸塩の形になっていることが想定される。 K^{+} や Na^{+} は Mg^{2+} や Ca^{2+} に比べると雨により溶脱し流出しやすいと考えられ、この結果、 K^{+} や Na^{+} は雨で既に溶脱されてしまっているのに対し、 Mg^{2+} や Ca^{2+} は雨で溶脱されずに、葉の表面に土壌粒子とともに残っているのではないかと考えられる。

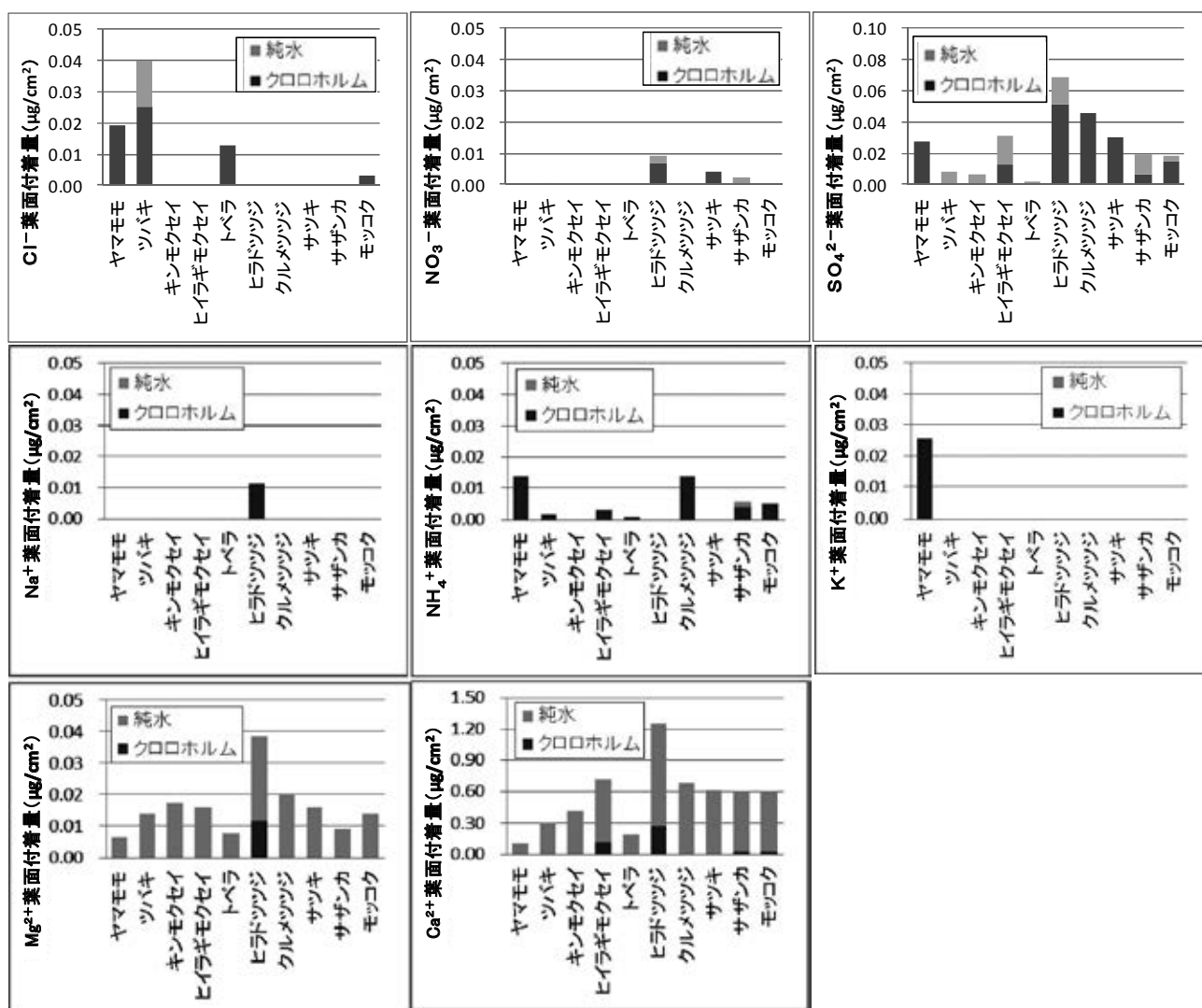


図4 各樹種のイオン成分の葉面付着量

(5) 金属成分

金属成分のうち、主として土壌成分由来と考えられる Al、Si、Fe、Ca の葉面付着量を図 5 に示す。いずれも葉面に多く付着しており、土壌粒子が葉面に付着していることが示唆された。樹種別にみると、ヒラドツツジが多かった。固着粒子に比べて付着粒子が多いことから、これらの多くは降雨で洗い流されるものと考えられた。

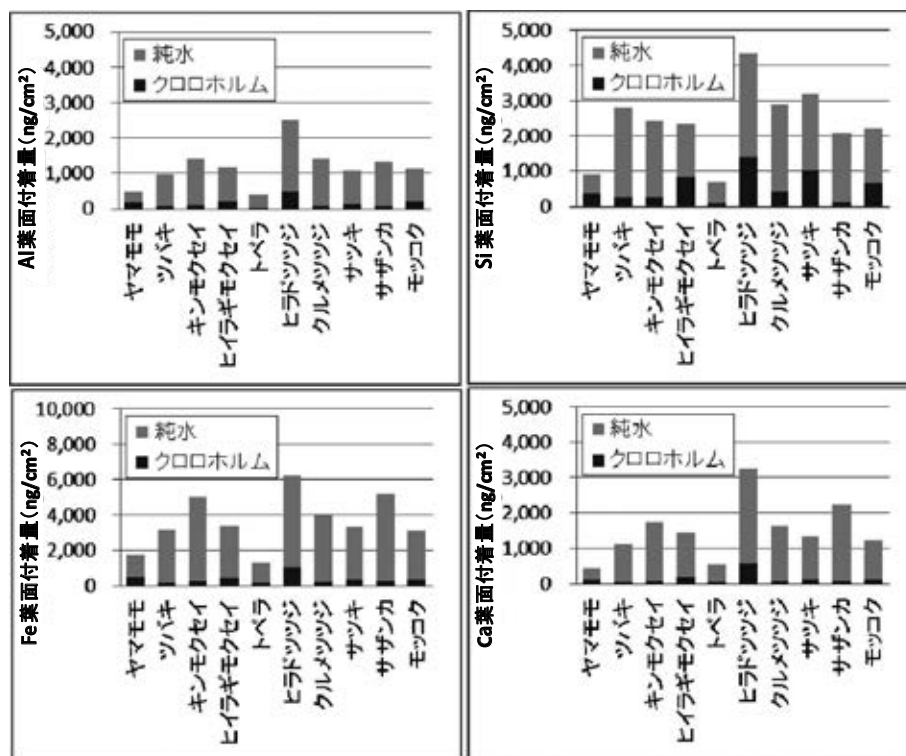


図 5 各樹種の金属成分（土壌由来成分）の葉面付着量

次に、金属成分のうち自動車走行由来と考えられる Zn、Sb の葉面付着量を図 6 に示す。自動車由来と想定される金属成分の捕捉量は土壌由来の成分よりも少なかった。ヒラドツツジで多くの捕捉が確認されたが、ヤマモモではクロロホルムで洗浄されたものの割合が多く、固着粒子として葉面のワックス層などに存在している可能性が考えられた。すなわちヤマモモの葉で捕捉された自動車由来の成分は容易に洗い流されない性質を持っていることが示唆された。

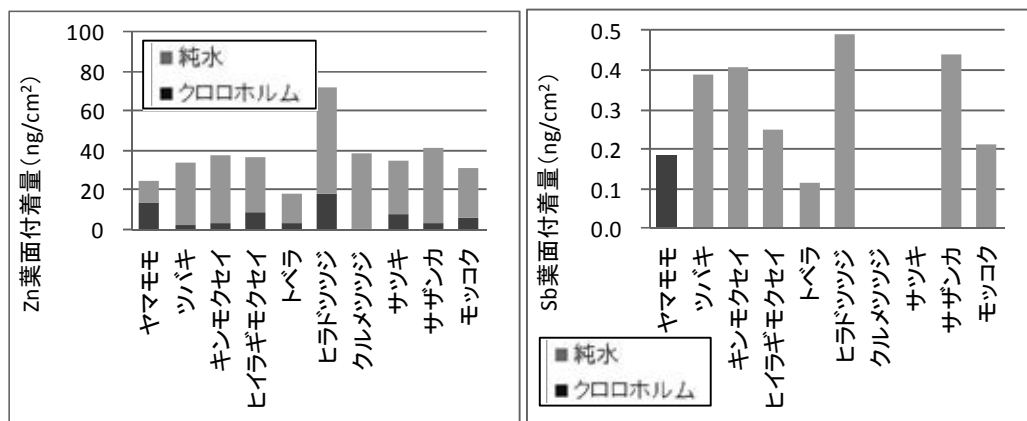


図 6 各樹種の金属成分（自動車走行由来成分）の葉面付着量

(6) 各樹種間の葉面付着粉塵量の差異（まとめ）

葉面による大気中の浮遊粉塵の捕捉量は、樹種によって樹間差異があるが、概ね $50\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ($0.5\text{g}/\text{m}^2$) 程度と考えられた。

ツツジの仲間のように毛が多いものや、サザンカやヒイラギモクセイのように葉が主脈を境にして V 字状に上向きに折れ曲がるものが捕捉効果が高いと考えられた。

毛や鋸歯、葉脈等の凹凸など、目で見えるような外見上の葉の形態的な構造だけでなく、クチクラ層を覆っている表面のワックス層の微細構造などに捕捉能力が依存している可能性も考えられる。

葉の表裏を比べると表面の方が付着粉塵が多いが、葉の裏面でも、毛が多い中肋部分や裏側に隆起した主脈と葉面との間の凹部などには粉塵が付きやすく、裏面への付着も決して無視できない（キンモクセイ、トベラ、ヒラドツツジなど）。

捕捉能力を比較すると、ヒラドツツジが最も高いが、これは土壌粒子を多く捕捉しているためであろうと考えられた。

ヤマモモは他の樹種に比べて固着粒子をよく捕捉していることが確認できた。いずれの樹種でも元素状炭素 EC の捕捉が確認されたことから、どの樹種にも人間由来の物質の捕捉効果があると考えられた。

植栽樹木の検討にあたっては粒子状汚染物質の捕捉効果だけでなく、周辺環境との調和や生態系などにも配慮する必要があるが、特に砂埃等の土壌粒子が発生する場合はツツジ科のように毛が多いものを選定するということも有効であろうと考えられる。

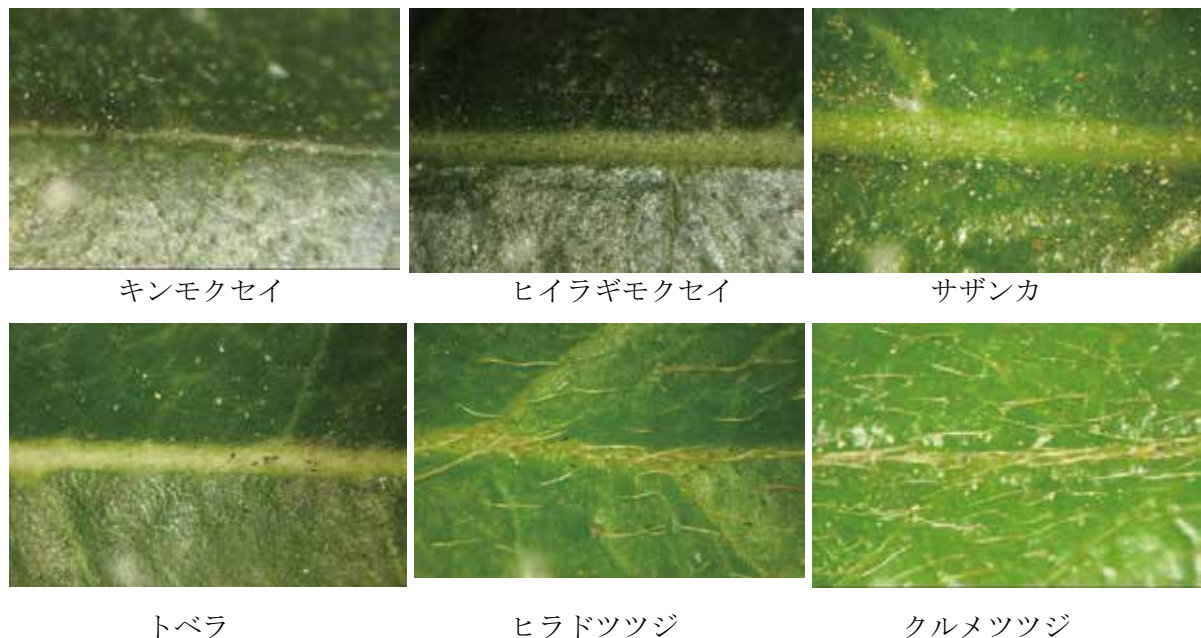


図 7 葉面（表面）の顕微鏡写真と捕捉粉塵

1.3 植栽形態等による粒子状汚染物質低減効果調査

1.3.1 調査内容

葉面における粒子状汚染物質の捕捉効果の植栽構成、植栽密度などの植栽形態による差異を把握するために、タイプの異なる沿道緑地において、植栽の前面（道路側）及び背面（住居側）で大気中の浮遊粉塵濃度を測定するとともに、植栽の道路側及び住居側の高さ別に葉をサンプリングし、葉面付着粉塵の質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分について、付着粒子と固着粒子に分けて分析した。対象としたのは、カイズカイブキとサザンカを主体とした生垣混合植栽（高さ 2m 程度）（ケース-1）とシラカシの高生垣を中心に高木・中低木を組み合わせた高生垣複合植栽（高さ 4m 程度）（ケース-2）の二つのタイプの生垣を対象にした。

<植栽形態等による粒子状汚染物質低減効果調査>

■調査対象

- カイズカイブキとサザンカを主体とした生垣混合植栽（ケース 1）
- シラカシの高生垣を中心に高木・中低木を組み合わせた高生垣複合植栽（ケース 2）

◆浮遊粉塵濃度

- ◇調査目的：生垣の前面及び背面の大気中の浮遊粉塵濃度を比較
- ◇調査対象：生垣の前面と背面
- ◇サンプル数：生垣（2 タイプ）×2 箇所（前面と背面）×2 粒径=8 サンプル
- ◇捕集方法：NWPS-35HS（個人サンプラ）により捕集
- ◇分析項目：浮遊粉塵質量濃度（SPM 及び PM2.5）

◆葉面付着粉塵

- ◇調査目的：生垣の前面及び背面の葉面の粉塵捕捉効果を比較
- ◇調査対象：生垣の葉。生垣の前面と背面。高さ別（1m、2m）。各サンプル葉 10 枚
- ◇サンプル数：生垣（2 タイプ）×2 箇所（前面と背面）×高さ別 2=8 サンプル
- ◇前処理：純水洗浄（付着粒子）、純水洗浄→クロロホルム洗浄（固着粒子）
- ◇分析項目：質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分

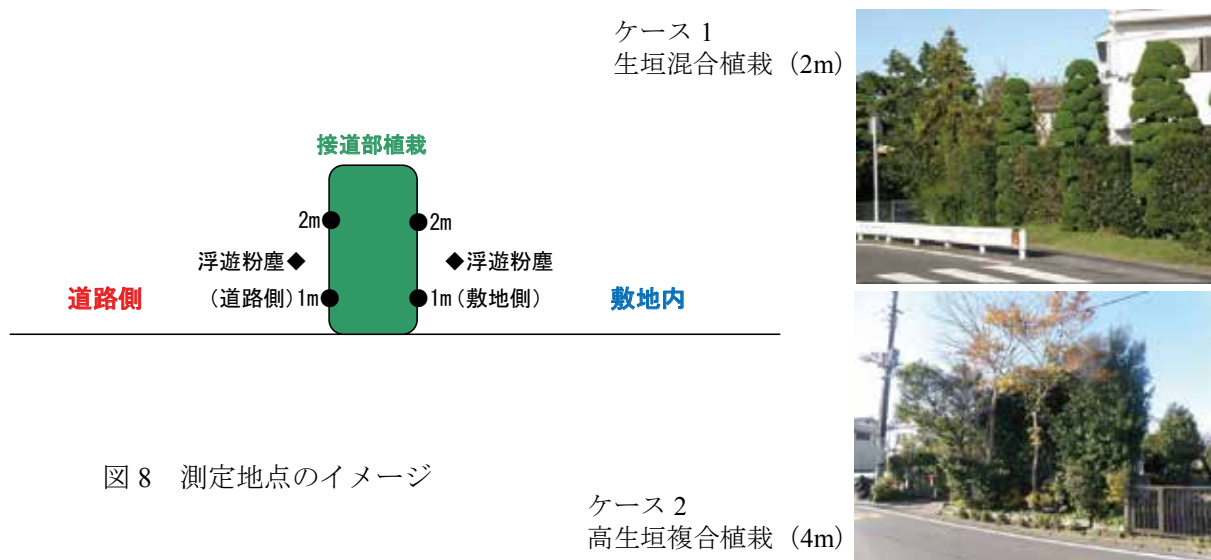


図 8 測定地点のイメージ

1.3.2 調査結果

(1) 浮遊粉塵の質量濃度

生垣の前面（道路側）及び背面（住居側）の大気中の浮遊粉塵濃度を図9に示す。地点間でほとんど差はないが、生垣-1地点よりも生垣-2地点のほうがやや高く、また両ケースとも前面（道路側）に比べて背面（住居側）のほうがやや高い傾向がみられる。これは、前者については、生垣-1地点のほうが生垣-2地点に比べてやや開けていて空気の流れがよいことが原因であろうと考えられる。また後者については、道路からの距離に伴い浮遊粉塵濃度が低下する、いわゆる距離減衰が現れるのが基本的であると考えられるが、調査期間中必ずしも風向きが道路側から直交して吹いているわけではないこと、道路に面し開放的な生垣の前面に比べて背面のほうが生垣や庭木、住居などに囲まれて空気が滞留しやすいこと、また道路上の土壌粒子などが巻き上げられ付近に滞留・沈降している可能性があることなどが原因として考えられる。

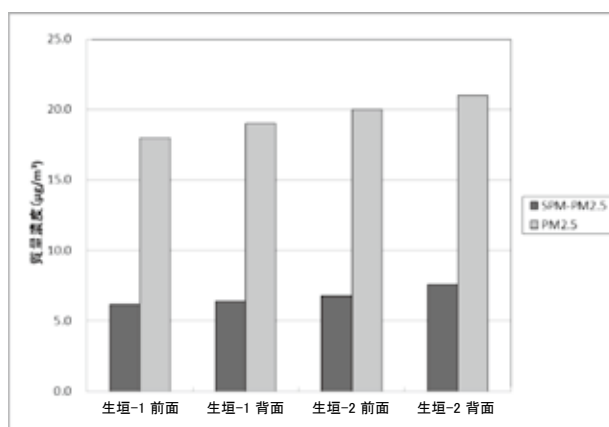


図9 生垣の前面及び背面の大気中浮遊粉塵濃度
生垣-1（サザンカ生垣混合植栽）
生垣-2（シラカシ高生垣複合植栽）

(2) 葉面付着粉塵の質量濃度

生垣の前面及び背面で高さ別に採取した葉面付着粉塵の質量濃度を図10に示す。葉面付着粉塵量を植栽タイプで比較すると、生垣-1よりも生垣-2のほうが多い。また、前面（道路側）及び背面（住居側）で比較すると、自動車排出ガスの発生源に近い前面（道路側）のほうが多い傾向がみられる。葉面付着粉塵量の道路側に対する住居側の割合は、生垣-1では高さ1mが68%、2mが110%であるのに対し、生垣-2では高さ1mが46%、2mが40%と半減し、生垣-2のほうが低減効果が大きかった。これは、生垣-2がシラカシの高生垣（高さ4m）を主体に高木・中低木を混じえた複合植栽であるため植栽の高さが高いこと、また、生垣-1が比較的良好に管理され、葉群に隙間ができるほど剪定・刈込がよくなされているのに対し、生垣-2では放任され、枝葉がよく繁っているため、遮蔽効果が大きいことなどによるものと考えられる。

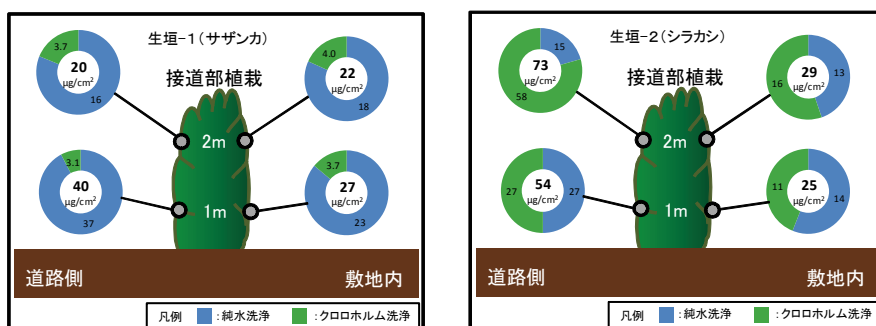


図10 生垣の前面及び背面の葉面付着粉塵量の質量濃度

付着粒子（純水処理）と固着粒子（クロロホルム処理）の割合をみると、生垣-1（サザンカ）に比べて生垣-2のほうが固着粒子の割合が大きい。生垣-1（サザンカ）の質量濃度に占める固着粒子の割合は8~19%で、樹種による葉面付着粉塵調査で得られた6%と同様に割合は小さかった。

これに対して生垣-2（シラカシ）の割合は44～79%で、平成24年度の習志野緑地で得られた90～95%と同様、固着粒子が大きな割合を占めた。サンプル葉は、いずれも今年の夏に出た当年葉を選定して採取し、曝露時間もほぼ同様と考えられることから、シラカシのほうがワックス層などに取り込まれ比較的強固に固着している粒子が多いと考えられた。

(3) 葉面付着粉塵の炭素成分

生垣の前面及び背面における高さ別の葉面付着粉塵の炭素成分の質量濃度を図11に示す。

炭素成分の総量では、質量濃度の結果と同様に生垣-1（サザンカ）に比べて生垣-2（シラカシ）のほうが多かった。これは有機炭素OC（特に固着粒子）が生垣-2で特に多くなったことによる。この結果が、場所の違いによるものなのか、樹種および植栽形態の違いによるものなのかは、この結果のみでは判断できなかった。

人間活動由来と想定される元素状炭素ECは、場所の違いによる差は小さかったが、生垣-2では固着粒子がやや多く捕捉されていた。

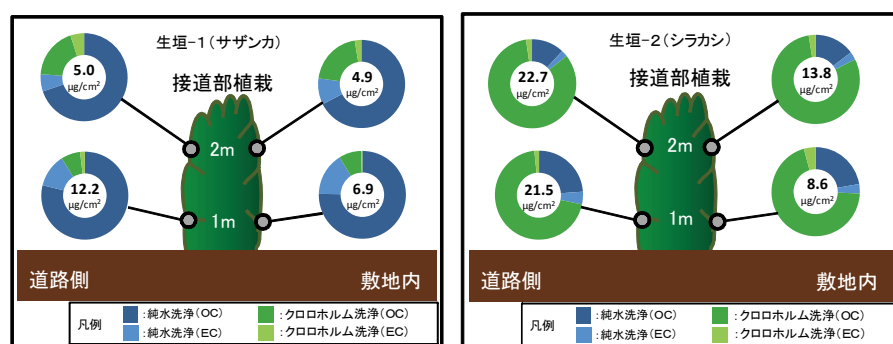


図11 生垣の前面及び背面の葉面付着粉塵量の炭素成分の質量濃度

(4) 葉面付着粉塵のイオン成分

生垣の前面及び背面における高さ別の葉面付着粉塵のイオン成分の質量濃度を図12に示す。

イオン成分は Ca^{2+} が多く検出された。 Ca^{2+} は土壌粒子中に多く含まれる成分であることから、周辺から巻き上げられた土壌粒子を捕捉しているものとみられるが、周辺に農耕地などが少ないことから、遠方から運ばれてきた可能性が考えられる。

生垣-2（シラカシ）では生垣-1（サザンカ）に比べて固着粒子（クロロホルム処理）が多く含まれていたことから、生垣-2の方がより強固にイオン成分を捕捉していると考えられる。

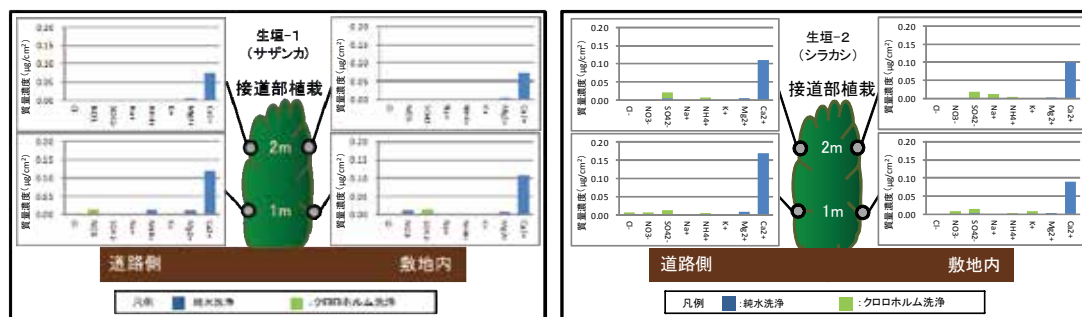


図12 生垣の前面及び背面の葉面付着粉塵のイオン成分の質量濃度

(5) 葉面付着粉塵の金属成分

生垣の前面及び背面における高さ別の葉面付着粉塵の金属成分のうち、自動車走行由来の成分である Zn、Sb の質量濃度を図 13 に示す

いずれも、背面よりも前面のほうが高く、高さ別にみると、2m よりも 1m のほうが値が大きかった。これは、排出源に近いほうにある葉がより多く金属成分を捕捉していると考えられる。すなわち、排出源に近い場所にある植栽はより効果を発揮しやすいと考えられ、接道部における生垣状の植栽の有効性が示唆された。

金属成分のうちブレーキパットに含まれる Sb については、高さ 1m では生垣内外で検出されたが、高さ 2m では検出されず、自動車オイルなどの潤滑油に含まれる Zn とは動態が異なっていた。Zn を含む粒子が道路近傍から飛散していたのに対し、Sb を含む粒子のほうが道路直近で沈着していた可能性が考えられる。

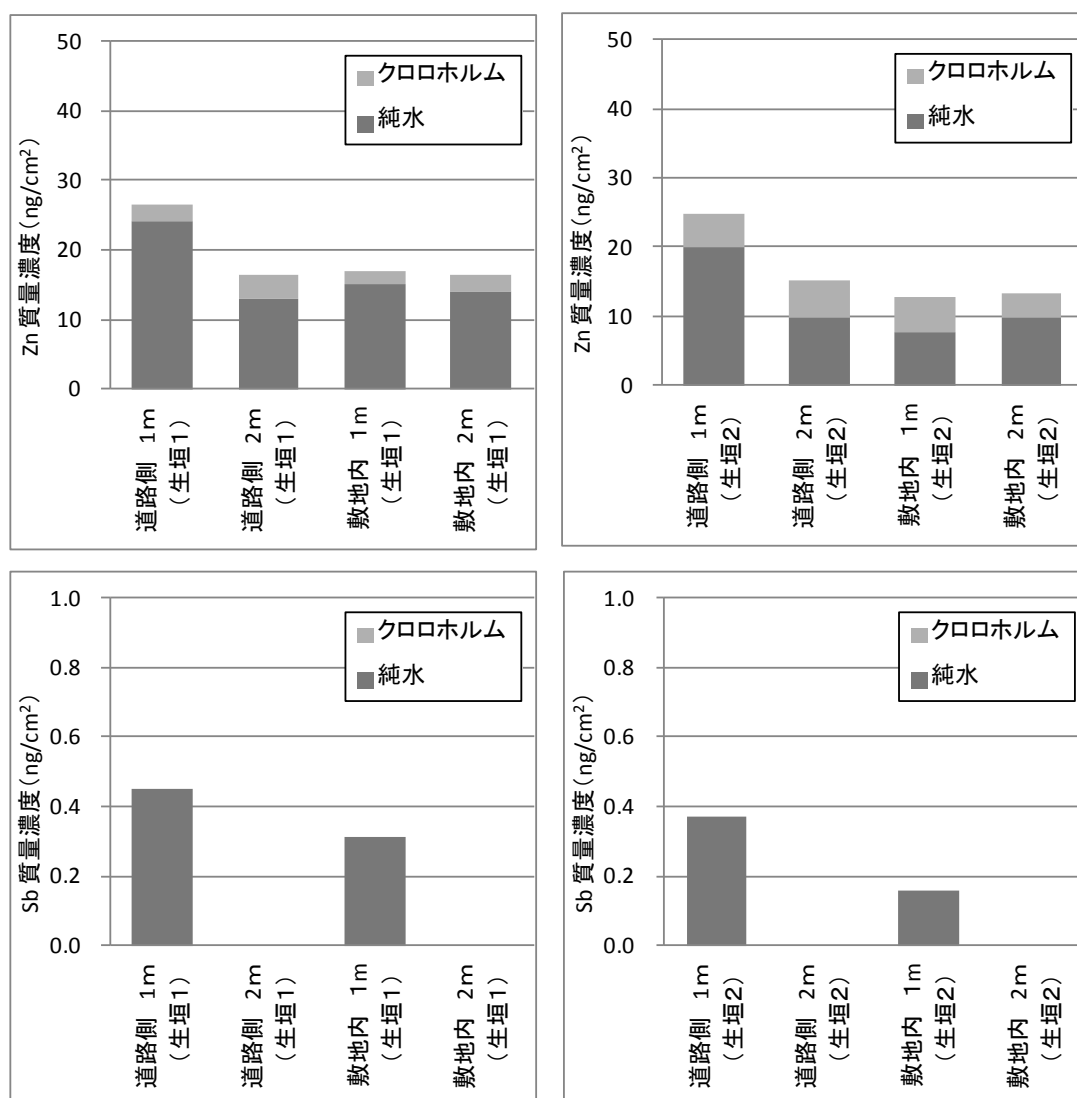


図 13 生垣の前面及び背面の高さ別の葉面付着粉塵の金属成分 (Zn、Sb)

(6) 植栽形態等による粒子状汚染物質低減効果の比較（まとめ）

沿道敷地の接道部に植栽された生垣の前面及び背面の大気中の浮遊粉塵質量濃度を比較すると、予想に反して、前面（道路側）に比べて背面（住居側）のほうがやや高い傾向がみられた。これは、道路からの距離に伴い距離減衰するのが基本的であるが、調査時の風向き、場所による空気の流れやすさ（滞留のしやすさ）、道路上での土壌粒子の巻き上げや付近での沈降などと関係している可能性が考えられる。

葉面付着粉塵量を植栽タイプで比較すると、生垣-1 よりも生垣-2 のほうが多かった。また、前面（道路側）及び背面（住居側）で比較すると、自動車排出ガスの発生源に近い前面（道路側）のほうが多い傾向がみられた。これは、植栽形態や管理の違いによるものと推定された。すなわち、生垣-1 がカイヅカイブキを挟んで 2m 前後のサザンカ、ツバキの生垣であるのに対し、生垣-2 はシラカシの高生垣（高さ 4m）を主体に高木・中低木を混じえた複合植栽であるため植栽の高さが高い上、葉量のボリュームも大きかったためと考えられる。また、生垣-1 が比較的によく管理され、葉群に隙間ができるほど剪定・刈込がよくなされていたのに対し、生垣-2 では放任され、枝葉がよく繁っていたため、管理の違いによる葉群の閉鎖状況の違いが生垣の遮蔽効果に反映されたものと考えられた。

また、葉面付着粉塵を葉の形態的特徴からみると、いずれの葉も表面は緑色あるいは濃緑色を呈し、光沢があったが、シラカシは表面・裏面ともに粒子状物質が肉眼でも認められたが、サザンカは主脈上に短毛が密生し、そこに粉塵が塊状になって付着しているのが確認された。

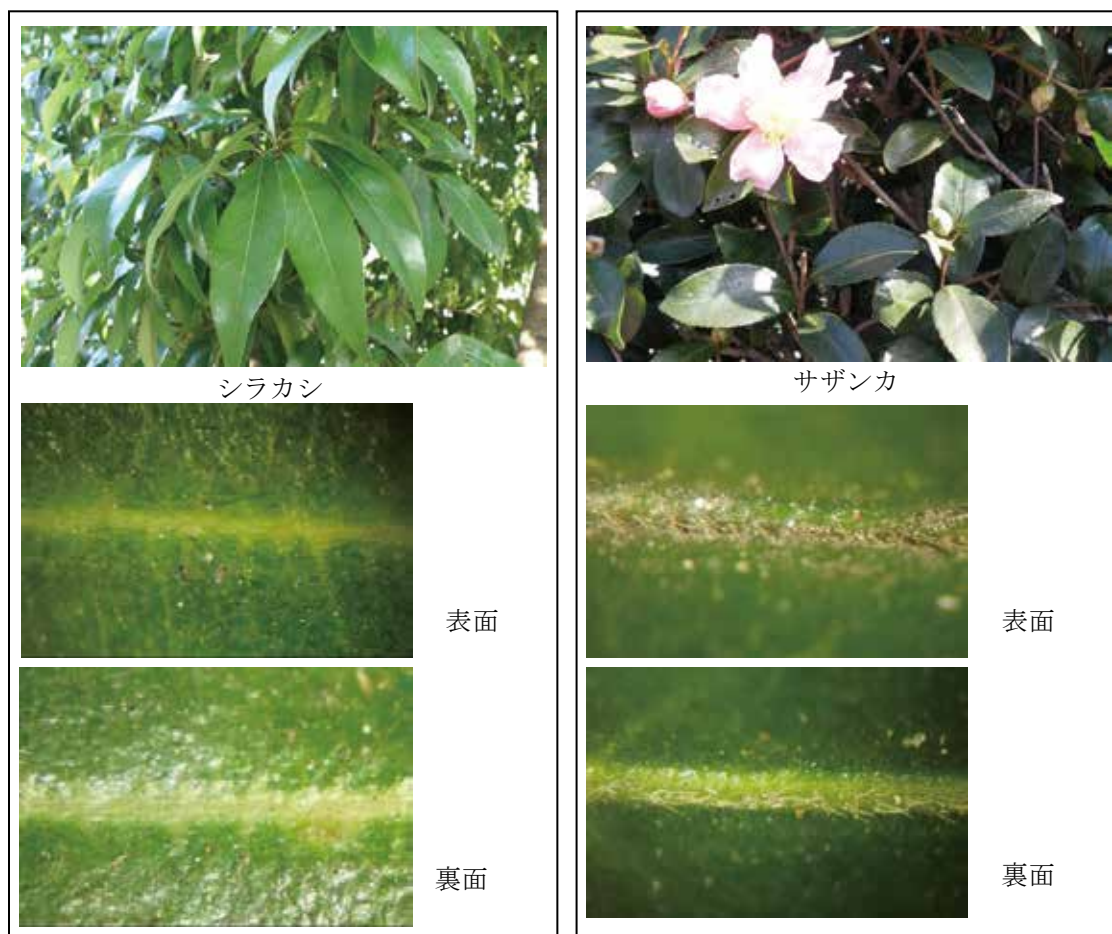


図 14 生垣のシラカシ、サザンカの葉面付着粉塵

2. 緑のカーテンの効果に係る追加調査

今後の事業の主要なターゲットとして期待される学校などの教育施設を念頭において、現在、各地で積極的な取組が行われている緑のカーテンづくりの効果について、ボリュームのある良好な緑のカーテンづくりが行われている学校を対象を絞り、大気汚染物質の低減効果をより明確に把握するための追加調査を行った。

2.1 調査内容

平成 24 年度調査において良好な生育が確認された板橋区立高島第五小学校の緑のカーテンを対象に、屋外・屋内（教室内）と緑のカーテンの有無の組合せによる 4 箇所で 4 日間、気温の快適さを表わす指標の一つである標準有効温度（SET）の連続測定を行うとともに、上記の 4 地点で大気中の窒素酸化物濃度（NO、NO₂）、粒子状物質濃度（SPM、PM2.5）を比較した。また、緑のカーテンから、葉のサンプルを高さ別・植物の種別にサンプリングし、葉面付着粉塵の質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分を付着粒子・固着粒子別に分析した。更に、緑のカーテンの総葉面積を推定し、ガス状汚染物質の吸収モデルを適用して期待される NO₂ 吸収量を試算した。

《緑のカーテンの効果に係わる調査》

■調査対象

東京都板橋区立高島第五小学校

■調査時期

平成 25 年 8 月 19 日～23 日（夏休み期間中）

■調査項目及び方法

- ◇気温、予測平均温冷感申告（PMV：Predicted Mean Vote）、標準有効温度（SET：Standard New Effective Temperature）：4 日間の連続測定
- ◇大気中の窒素酸化物濃度：NO、NO₂ 濃度の測定。4 箇所×4 日間
- ◇大気中の浮遊粉塵濃度：SPM、PM2.5 の測定。NWPS-35HS を 4 箇所×4 日間
- ◇葉面付着粉塵：質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分、植物 4 種
- ◇葉面積の推定とガス状汚染物質吸収量の試算：NO₂ 吸収量を試算



2.2 調査結果

(1) 気温、PMV、SET

緑のカーテンのある教室、ない教室の測定期間中（2013 年 8 月 19 日～23 日）の気温を図 15 に示す。気温は測定期間を通してカーテンがある教室の方がない教室よりも低くなっており、緑のカーテンの気温の低減効果が教室内にまで及んでいることが確認された（平均約 1℃）。

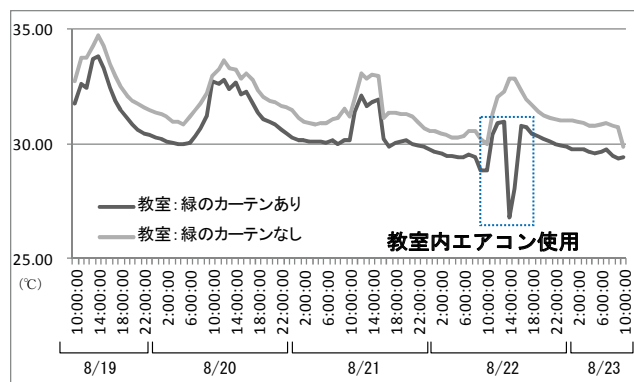


図 15
緑のカーテンの有無による教室内の気温の比較

緑のカーテンのある教室、ない教室の測定期間中の PMV を図 16 に示す。PMV は気温と同様の傾向を示した。PMV は 1 を超えると「やや暑い」、2 を超えると「暑い」と感じる値とされているが、緑のカーテンがある教室の方が 2 を下回る時間が長かった。

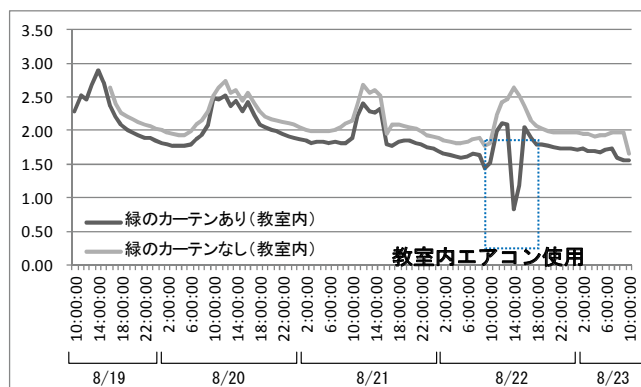


図 16
緑のカーテンの有無による教室内の PMV の比較

緑のカーテンのある教室、ない教室の測定期間中の SET を図 17 に示す。期間内全般では緑のカーテンがある教室の方が低くなっており、緑のカーテンによる体感温度の低減を確認できた。緑のカーテンがある教室の方が相対湿度が高い傾向があり、湿度の高さが SET に影響を及ぼした可能性が考えられる。

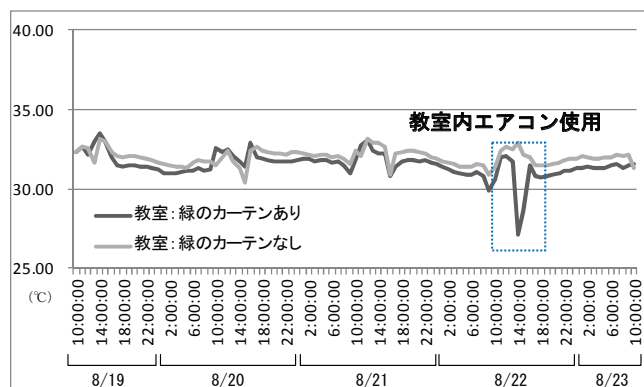


図 17
緑のカーテンの有無による教室内の SET の比較

(2) 大気中の窒素酸化物濃度

緑のカーテンの有無による教室内外の NO 濃度、NO₂ 濃度を図 18～19 に示す。四つのケースを比較すると、NO、NO₂ とも、屋外より教室内のほうが濃度が低い傾向がみられる。

NO についてみると、緑のカーテンのある教室内<緑のカーテンのない教室内<緑のカーテンのある屋外<緑のカーテンのない屋外の順であり、屋外よりも屋内、緑のカーテンがないよりもあるほうが濃度が低い傾向がみられた。

一方、NO₂ では屋外と教室内の濃度差が顕著に表れていたが、屋外、教室内とも緑のカーテンの有無による差はごくわずかであり、明瞭な差は認められなかった。

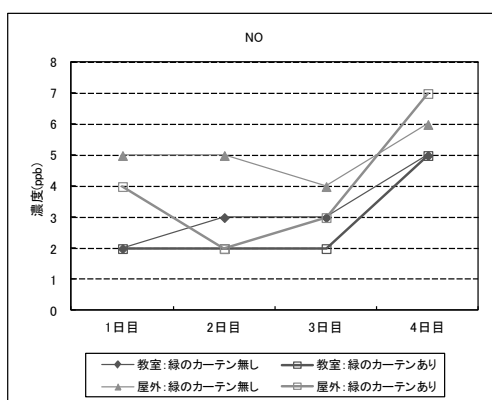


図 18
緑のカーテンの有無による教室内外の NO 濃度の比較

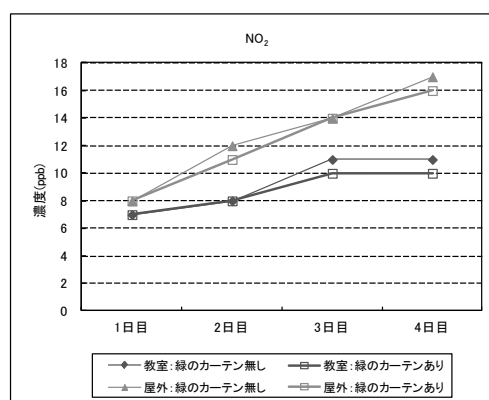


図 19
緑のカーテンの有無による教室内外の NO₂ 濃度の比較

(3) 大気中の浮遊粉塵濃度

緑のカーテンの有無による教室内外の SPM-PM2.5 (SPM から PM2.5 を差し引いた値)、PM2.5 の測定結果を図 20～21 に示す。

屋外と教室内とを比較すると、3 日目を除き、SPM-PM2.5、PM2.5 とも予想に反して屋外よりも教室内のほうが濃度が高くなった。また、四つのケースで粒子状物質の濃度の高低を比較すると、緑のカーテンのない屋外<緑のカーテンのある屋外<緑のカーテンのない教室内<緑のカーテンのある教室内の傾向が認められる。これらの原因としては、測定を行った隣の教室で工事を行っていた影響が考えられる。粒径による濃度の違いを比較すると、全般的に SPM-PM2.5 の粗大粒子よりも PM2.5 の微小粒子のほうが濃度が高い傾向がみられた。

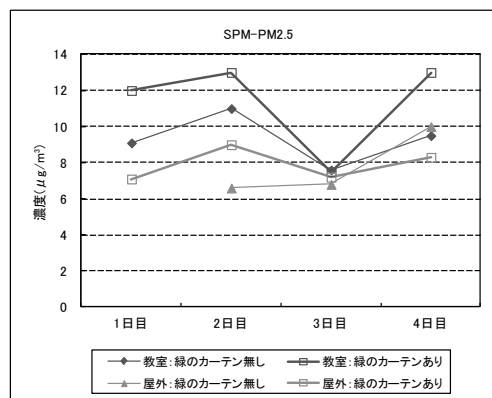


図 20
緑のカーテンの有無による教室内外の SPM-PM2.5 の濃度の比較

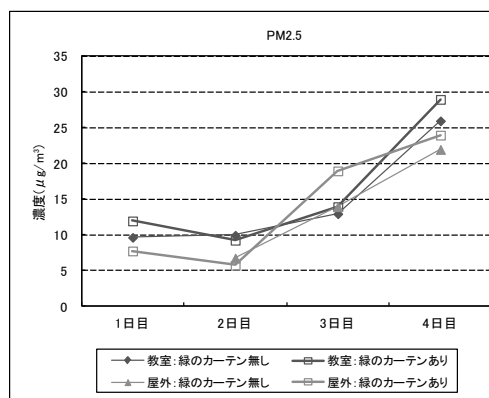


図 21
緑のカーテンの有無による教室内外の PM2.5 の濃度の比較

(4) 葉面付着粉塵

一階で採取した葉面付着粉塵の質量濃度の比較によると、最も多いのはキュウリ及びヘチマの $20\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 程度で、アサガオがこれに次ぎ、ゴーヤは $12\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 程度であった（図 22）。

水洗処理により比較的容易に洗い出される葉の表面に付着している成分（付着粒子）とクロロホルムを用いてクチクラ表層のワックス層を溶解抽出して得られる葉の表面付近に比較的強固に付着している成分（固着粒子）の割合は、キュウリやヘチマでは付着粒子：固着粒子＝4：6、ゴーヤでは 6：4、アサガオでは 8：2 程度となり植物の種類により相違がみられた（図 23）。

また、一階、二階、四階でサンプリングしたヘチマで比較すると、採取位置の違いによる付着粒子と固着粒子の割合に大きな違いはみられなかった。

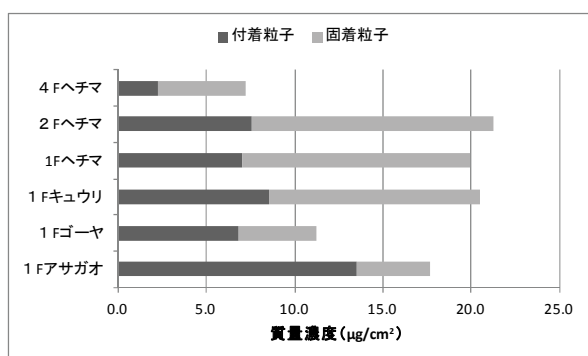


図 22
緑のカーテンで採取した葉の葉面付着粉塵の質量濃度の比較

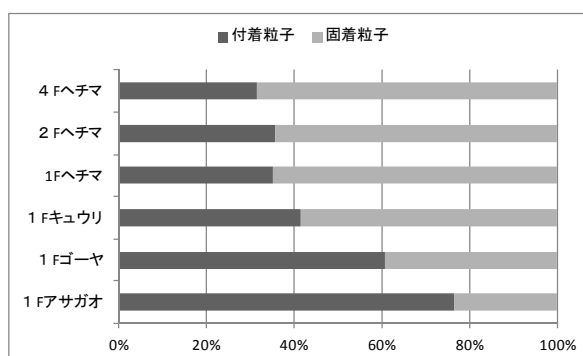


図 23
緑のカーテンで採取した葉の葉面付着粉塵の付着粒子と固着粒子の割合の比較

(5) 緑のカーテンの総葉面積の推定とガス状汚染物質吸収量の試算

緑のカーテンにおいて $1\text{m} \times 1\text{m}$ の調査枠をいくつか設定し、枠内の着葉枚数のカウントと 1 枚あたりの平均葉面積の測定及び被覆率により緑のカーテン全体の葉面積を推定した。緑のカーテンの総葉面積は 420m^2 と推定された。植栽土地面積が 32.2m^2 であることから、単位土地面積当たりの葉総面積（葉面積指数と呼ばれる）を求めると 13 になった。只木（1978）¹⁾によると、わが国の閉鎖した森林の葉面積指数は、落葉広葉樹林で 3～7、常緑広葉樹林で 5～9 程度であるといわれていることから、単位植栽面積当たりの葉量はこれらの森林の 2 倍以上にも相当すると見込まれた。

緑のカーテンの単位葉面積当たりの付着粉塵量は植物の種によって異なり、また同一種であっても着生している高さによって異なるが、ヘチマによる被覆率が大きいことを考慮して仮に $20\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ($20 \times 10^{-6}\text{g}/\text{cm}^2 = 0.2\text{g}/\text{m}^2$) と仮定すると、緑のカーテン全体 (420m^2) の葉面付着粉塵量は 84g と推定された。

また、この葉面積にもとづき、緑のカーテンが機能する期間を 7～10 月の 4 ヶ月間とし、また、植物の純光合成速度を $20\text{mgCO}_2/\text{dm}^2 \cdot \text{hr}$ と仮定し、緑のカーテンによる NO_2 吸収量を試算すると約 550g と推定され、胸高直径 20cm 程度のクスノキが一年間あたりに吸収する NO_2 量の 3 本分程度の量に相当するとみなされた。



3. 大気浄化植樹事業の事業効果の評価

平成 23～24 年度に実施したフォローアップ調査の検討結果を踏まえ、事業効果の評価するとともに、事業の問題点や課題を整理した。また、それらの結果に基づいて、大気浄化植樹事業の今後のあり方、今後の展開について検討した。

3.1 大気浄化植樹事業の実績

事業件数の推移を図 24 に示す。大気浄化植樹事業は、昭和 63 年度に「公害健康被害の補償等に関する法律」が施行されたのを契機に、事業件数は昭和 63 年度 138 件、平成元年度 91 件、平成 2 年度 41 件と最初の 2～3 年は事業件数も多かったが、その後徐々に件数が減り、近年は数件に満たないじり貧状況が続いている。

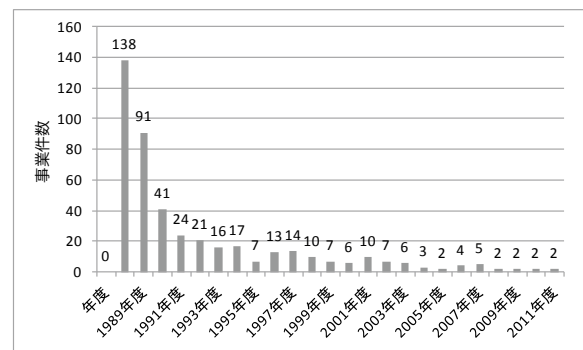


図 24
大気浄化植樹事業の事業件数の推移

平成 23 年度までに 450 件の事業が行われているが、植栽規模の内訳を図 25 に示す。植栽規模（植栽面積）で見ると、100～300m² が 35.7%、100m² 未満が 24.7%、500～1,000m² が 16.2%、300～500m² が 15.6%で、1,000m² 以上は 8.0%に過ぎない。

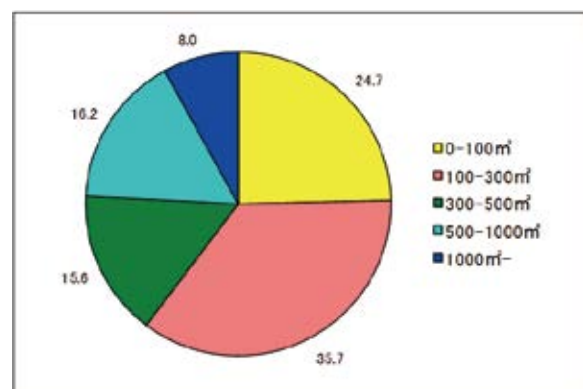


図 25
大気浄化植樹事業の植栽規模の内訳 (単位: %)

植栽面積が 1,000m² を超える比較的規模の大きな事例は 36 件で、最も植栽規模が大きいのは尼崎市立クリーンセンター第 2 工場の 6,600m²、次いで東京都農林総合研究所江戸川分場の 4,800m²、大阪市環境事業局新平野工場の 2,600m²、名古屋市福祉センターの 2,000m²、大牟田市のありあけ浄水場の 1,800m² と続く。

施設類型別の内訳を図 26 に示す。学校などの教育施設が 450 件中 268 件で全体の 60%を占める。次いで多いのは医療福祉施設の 51 件 (11%)、その他公共施設の 50 件 (11%)、庁舎・公民館の 47 件 (10%)、清掃工場・上下水道施設の 21 件 (5%) と続く。民間施設はわずか 2 件に過ぎない。学校などの教育施設が圧倒的に多く、今後も事業の主要なターゲットになると期待される。

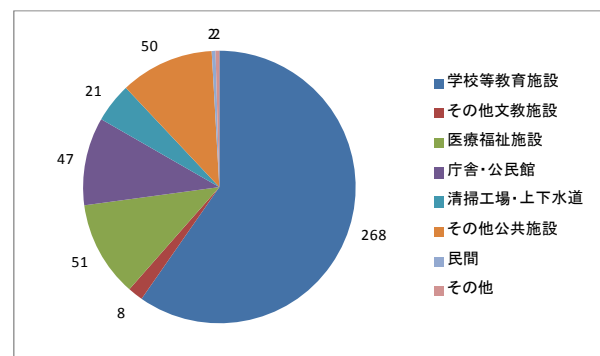


図 26
大気浄化植樹事業の施設類型の内訳 (件数)

3.2 大気浄化植樹事業による効果

対象としたのは、尼崎クリーンセンター第2工場、尼崎市立西小学校、アサヒビール吹田工場、東京都農林総合研究所江戸川分場、東京都荒川区立第三中学校の事業地5箇所と、参考のために実施した尼崎市元浜緑地（わが国の大気汚染対策緑地の第1号）である。

事業効果の評価にあたっては、大気汚染物質の低減効果にとどまらず、遮音壁の設置や光触媒を利用した浄化施設の設置などによる他の沿道大気汚染対策とは異なる、街路空間の創出などの修景効果、緑による心理的效果、地域の生物相の回復などを含む、緑地整備に特有な複合的效果についても既往の知見などにに基づき評価した。

フォローアップ調査の結果に基づき、大気浄化植樹の事業効果について整理すると、植栽規模の違いが大きいと考えられるが、事業地は植栽面積が最大でも1haに満たない小規模な植栽地であるため、期待されるような大気浄化効果は期待できない。しかし、小規模な緑地であっても植栽による遮蔽効果により局地汚染を少しでも低減できたり、個々の事業地では大した効果がなくても、これをきっかけに様々な主体が樹木植栽の努力をすれば、都市全体の緑地の創出・増大につながり、ひいては大気環境の改善にも貢献できるものと考えられる。

表2 大気浄化植樹事業地のフォローアップ調査による効果の概要

現況・効果	効果の概要
植栽木の状況	植栽後の生育はおしなべて良好であるが、樹種選定が生育環境に相応しくなかったり、植栽前の生育基盤の整備や植栽後の維持管理が不十分のため、生育不良や枯死木が発生している例があり、基盤整備や維持管理が重要である。
ガス状汚染物質の吸収量	植栽規模や整備後の経過年数が異なるため、一概に比較することはできないが、一年間あたりのNO ₂ 吸収量で見ると、対象事業地では7.6～82.3kg程度の吸収は見込める。尼崎市の元浜緑地（面積約3.8ha）では970kgになる。
ガス状汚染物質の低減効果	植栽規模や植栽帯の幅にもよるが、窒素酸化物濃度は、一部を除いて道路からの距離に伴い低減する、いわゆる距離減衰が確認された。物理的な距離減衰と緑地による遮蔽・拡散、吸収・吸着の寄与率はよくわからない。
粒子状汚染物質の低減効果	低減効果はよく確認できなかった。道路側よりも緑地内のほうがむしろ濃度が高くなる場合があるが、これは道路側が道路に沿って空気の流れがよいのに対し、緑地内では枝葉により空気の流れが滞り滞溜しやすいのが原因である。
道路騒音の低減効果	いずれの事業地においても、騒音レベルは、道路端＞緑地外＞緑地内の順に小さくなり、道路騒音の低減効果が確認された。一方、工場などでは施設が騒音や振動の発生源となるため周辺に騒音が広がらないような効果がある。
その他の効果	植栽規模が全般的に小さいため、大気浄化や騒音緩和などの効果は期待されるほど大きなものではない。しかし、植栽により緑の多面的な効果が期待できるのは、遮音壁の設置など他の対策には替え難いものである。緑化による修景効果や街路景観の創出、緑陰や季節感が感じられる憩いややすらぎのある緑地空間、安心して安全な生活空間の創出は緑の導入に特徴的なものである。また、緑地の出現、林相状況の発達、鳥類や昆虫類など、生物相を豊かにする。更に、企業などで取り組む場合には、環境改善の取組や社会貢献を通じて、企業のイメージアップの醸成や街づくりにも一役買っている。

3.3 大気浄化植樹事業の問題点、課題と今後のあり方

(1) 問題点

i) 申請が少なく、近年はじり貧状態が続いている

これまでに約450の事業が行われているが、その大半は最初の数年の事業であり、最近10年間は年間数件程度でじり貧状態にある。その要因の一つとして、事業対象が植栽時の樹木代や植栽

費用に限られ、その後の維持管理費が対象外であることが考えられる。植物のような生きものを扱う場合は、植栽で完了するわけではなく、その後の維持管理も極めて重要である。

ii) 民間の助成金交付の申請が少ない

民間事業者などへの助成は、大気浄化植樹事業助成事業で扱われるが、申請者は少ない。これは、民間事業者や一般の方々がこの事業を知らない上、地方公共団体がこのような助成事業があることを民間に周知してこなかったことが考えられる。CSRの一環として植栽している事業者や一般の集合団地での植栽等への展開のために申請手続きの簡略化なども検討の余地がある。

(2) 課題

i) 助成金交付の対象範囲の拡充

助成金交付の対象は、現在、植栽に係る費用に限られているが、せっかく植栽した樹木が期待するような効果を発揮するためには、適切な維持管理が必要である。審査が難しいことは十分理解できるが、多くの地方公共団体の財政がひっ迫している今日、重要な課題の一つと考えられる。

ii) 民間への助成の推進

民間への助成事業の一つに、生垣助成がある。地価の高騰から地方公共団体が新たに土地を手し、緑地整備を図るのは極めて困難であり、民有地での植栽を拡大・充実していく必要がある。近年は、緑のカーテンづくりに取り組んでいる事業所や学校、地方公共団体も多いが、このような CSRの一環として行っている植栽の取組に助成していくのも一つの方法であろうと考えられる。

iii) 申請手続きの簡略化

大気浄化植樹事業の申請手続きの詳細は把握していないが、例えば生垣の補助金交付などは全国の地方公共団体で実施されており、活用実績も多い。各地方公共団体のホームページなどで生垣造成の補助の対象、補助額、補助金交付までの手続きの流れ、申請の方法と申請書等様式などが一覧できるようになっており、このような例を参考に申請手続きの簡略化を図ることも重要である。

iv) 事業の周知の徹底

事業を民間に拡大していくためには、民間事業者や一般の方々にこの助成事業を十分に周知してもらうことが重要である。このため、関連する地方公共団体に周知への協力をなお一層お願いする必要がある。また、ホームページで紹介したり、パンフレットの配布も重要である。

(3) 今後の事業の展開に向けて

i) 少数重点的な助成と多数広範な助成

助成にあたっては、少数重点的なものと多数広範なものが想定できる。大気浄化植樹事業の場合、特に助成事業では、民間への啓発の意義が大きいと考えられることから、交付金の金額は少額でも申請者に幅広く助成していくことが重要であろうと考えられる。

ii) 学校などの教育施設での展開

「緑のカーテンづくり」が地方公共団体の教育委員会を通じて活発な取組が行われている。これは、一年生植物を扱うため、約半年間で発芽から収穫まで体験でき、植物の成長や、蒸散と光合成、温暖化やヒートアイランドなどの環境問題との係わりなど、年齢に応じた学習ができ、教育プログラムにも取り入れやすいことが一因として挙げられる。今回、板橋区の小学校で調べた

ように、ツル植物を用いた緑のカーテンは、樹木でなくても相当規模の大気浄化効果があることが確認できた。このため、樹木植栽のみにとどまらず、このような取組にも助成を拡大していくことも一つの展開方向であろうと考えられる。

4. 大気浄化植樹マニュアル（増補改訂版）の作成

過年度調査の検討結果、上記の検討結果を踏まえ、「大気浄化植樹マニュアル（増補改訂版）」を作成した。

改訂にあたっては、「大気浄化植樹マニュアル」発行後かなりの年月を経ていることから、その間得られた最新の知見を盛り込むとともに、ガス状汚染物質の吸収能の評価法の見直し、粒子状汚染物質の捕捉効果の新規追加、事業地におけるフォローアップ調査を踏まえた内容の検討、事例（都市建築空間緑化・道路緑化など）の刷新などを中心に内容を見直した。

また、大気浄化植樹は、大気浄化（大気環境保全）を主眼としてはいるものの、都市緑化の推進により大気浄化に加えて、ヒートアイランド現象の緩和、都市景観の改善、みどりによる憩いややすらぎといった心理的效果など、みどりによる環境改善の複合効果が期待できることについて強調し、副題として「一大気浄化を主眼としたみどりによる環境改善」を付した。特に、助成事業の主要なターゲットとして期待される学校における事業の拡大・展開に向けて、緑のカーテンの効果や学校での事業実施の教育的効果などについても盛り込んだ。

なお、近年、わが国の大気環境は以前とはかなり変わってきている。従来問題になっていた SO_2 や NO_2 についてはかなり改善され、最近では粒子状汚染物質、特に $\text{PM}_{2.5}$ や、光化学オキシダントなど、大気汚染の主役が替わってきている。また、従来は SO_2 や NO_2 の植物への影響が主に検討されていたが、植物への影響はこれらの汚染物質よりも O_3 の方がずっと大きいことなどが明らかになりつつあり、 O_3 による植物影響が懸念されていることなどを含め、まだまだ未解明な点も多いことから、不確実性を踏まえて、マニュアルの記述にあたっては、誤解を与えないように慎重な記述を心がけた。

なお、マニュアルの構成としては、以下のように従来の構成を踏襲した。

《マニュアル（増補改訂版）の構成》

- ◇第Ⅰ編 総 論 編：大気浄化植樹の基本的考え方を整理
- ◇第Ⅱ編 都市建築空間緑化編：都市緑地整備の拡大・推進をねらった屋上、壁面等の建築空間緑化
- ◇第Ⅲ編 道 路 緑 化 編：自動車排出ガスなどの局地汚染対策としての道路緑化、沿道敷地の接道部の緑化

都市建築空間緑化編



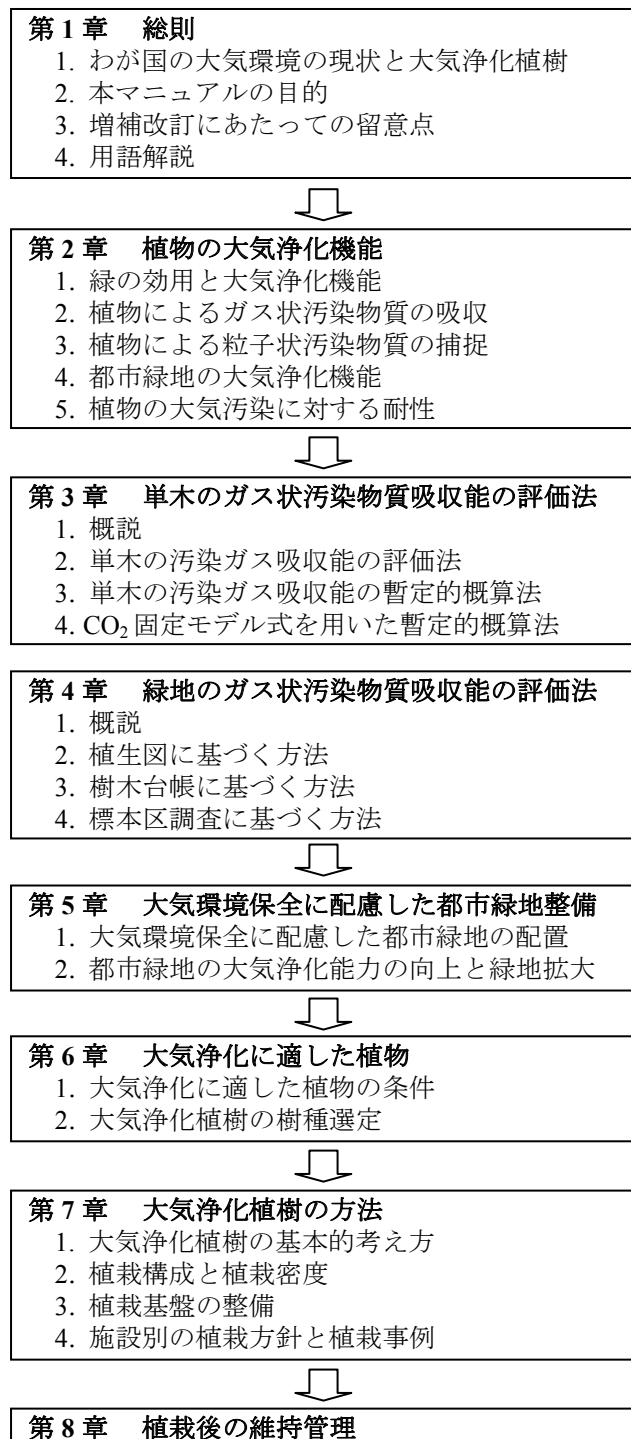
道路緑化編



総論編

4.1 第Ⅰ編：総論編

総論編の構成は下のとおりで、大気浄化植樹の基本的考え方を解説している。以下に、概要を整理した。



(1) わが国の大気環境の現状

わが国の大気環境は、SO₂やNO₂は、一部の自排局を除くと環境基準を達成し、かなり改善されてきており、ひと頃のような大気環境ではではなくなっている。

しかし、粒子状汚染物質、特にPM_{2.5}の微小粒子状物質や光化学オキシダントの環境基準の達成状況については依然として極めて低い水準のままであり、従来と比べると大気汚染の主役が替わってきている状況にある。

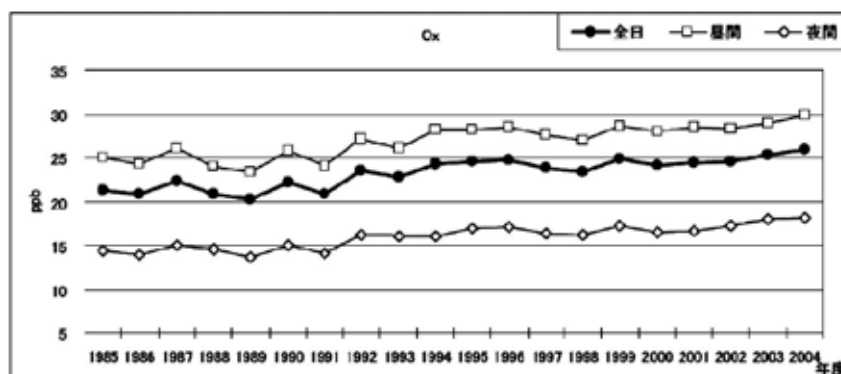


図 27
全国の継続測定局における O_x
の年平均濃度の経年変化
(1985～1999 年) ⁱⁱ

(2) 緑の機能と大気浄化植樹

緑の機能は表 3 に示すように多岐にわたっている。これらの機能は、時代の変遷とともに期待する機能も変化するが、人々のライフスタイルの変化と質の高い生活環境を求める方向性と相まって、環境資源としての緑地への期待が益々高まっていく傾向にある。

なかでも都市緑地に期待される基本的な機能としては、大気浄化、騒音防止、景観保全などの快適な生活環境の確保に係わる機能である。

大気環境の保全に主眼を置いた大気浄化植樹により都市緑地の整備が進むと、大気浄化により生活環境が改善されるのはもちろんであるが、都市に憩いとやすらぎの場、自然探求や情操教育の場が創出されたり、生物種の保全や生物多様性の向上に繋がるなど、緑による相乗的な効果が期待できる点で、他の何ものにも替え難い保全対策といえる。

表 3 緑の効用

緑地の多様な機能	
気象緩和	気象緩和、湿度調節、緑陰、防風、防霧、ヒートアイランド緩和など
水保全	水源涵養、河川水量の平準化、水質保全、降水増加など
侵食防止	水食防止、風食防止、雪食防止など
自然災害防止	山崩れ防止、洪水防止、雪崩防止、落石防止など
防火	延焼防止、災害時の避難地としての利用など
大気浄化	CO ₂ の吸収・貯留、酸素供給、汚染物質吸収・吸着、塵埃吸着など
騒音防止	騒音の低減・抑制など
環境指標	環境指標種としての利用など
生物種保全	野生鳥獣・魚類などの保護、外来生物侵入の抑制など
保健休養・風致保全	薬効物質の揮散、精神安定、保養の場、行楽・娯楽、スポーツの場の提供など
教養・教育	自然探求、情操教育、教育の場と材料の提供、芸術・科学の材料の提供など

(3) 植物によるガス状汚染物質の吸収

植物は、葉面にある気孔を通じて光合成や蒸散を行っているが、そのようなガス交換の際に、 SO_2 、 NO_2 、 O_3 などのガス状汚染物質も植物体内に取り込んでいる。一方、葉の表面はクチクラ層で覆われ、体内の水分の過度の放出を抑制するはたらきをしているが、ガス状汚染物質もその表面に吸着されている。この吸収と吸着をあわせて収着と呼んでいるが、葉面における吸着量は、気孔を通じての吸収量に比べると一般にかなり小さいといわれている。気孔を通じての吸収量は、一般に気孔の開き具合（気孔開度と呼ばれている）や光合成・呼吸などの生理活性に比例することが確認されており、これを利用して大気浄化能力の優れた樹木の検索などが進められている。

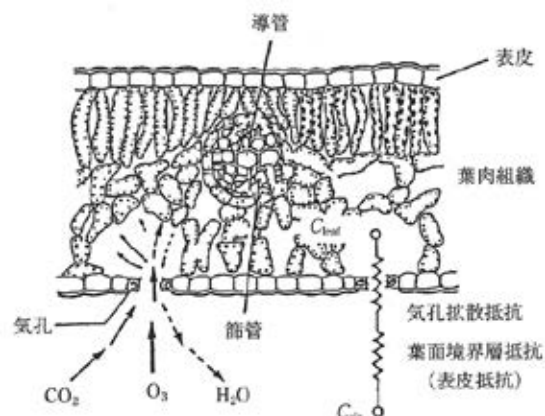


図 28 葉のガス拡散過程の模式図ⁱⁱⁱ

(4) 植物の大気汚染に対する耐性

植物によるガス状汚染物質の吸収量は、植物の生育に影響を与えないような汚染濃度の範囲では、一般に汚染ガス濃度に比例して吸収量も多くなる。汚染ガスの種類や濃度によっても異なるが、体内に吸収した汚染ガスを解毒できる程度であれば、可視障害や生育不良は生じないが、一定のレベルを超えると障害が生じるようになる。

最近では、様々な環境対策によって SO_2 や NO_2 については大気中の濃度はかなり改善され、可視障害などはほとんどないが、局地汚染の著しい都市域などでは光化学オキシダントの環境基準の達成状況は依然として極めて低い水準にあり、その主成分である O_3 による大気汚染は未だ改善されていない。単一ガスの場合、植物への影響は、樹種の違いなどにもよるが、一般に $\text{O}_3 > \text{SO}_2 > \text{NO}_2$ の順であり、最近では O_3 の影響が懸念されている。

大気汚染に対する樹木の耐性の種間差については、一般に落葉樹よりも常緑樹のほうが耐性が強いのに対し、大気汚染物質の吸収については、一般に常緑樹よりも落葉樹のほうが能力が高いといわれている。ただし、これは一般的な傾向であり、必ずしもこれにあてはまらない場合も多いことが知られている。

表 4 24 樹種の大気汚染に対する耐性と大気浄化能力の比較（久野ら、2003）^{iv}

耐 性	弱	弱－中	中－強	強	吸収能力	高い	高－中	中－低	低い
落 葉 広葉樹	改良ボブラ	ハナミズキ エゴノキ コナラ クヌギ ガマズミ ケヤキ	ヤシヤブシ ミズキ ムクノキ	トウカエデ イチョウ	落 葉 広葉樹	改良ボブラ	エゴノキ ムクノキ ケヤキ ハナミズキ ヤシヤブシ ガマズミ ミズキ	コブシ コナラ トウカエデ クヌギ	イチョウ
常 緑 広葉樹		シロダモ コジイ	カクレミノ サンゴジュ サザンカ ヤブツバキ シャリンバイ シラカシ	マテバシイ ヤマモモ サカキ	常 緑 広葉樹		サンゴジュ シャリンバイ	カクレミノ コジイ サザンカ ヤブツバキ	マテバシイ シラカシ シロダモ ヤマモモ サカキ

(5) 樹木・緑地による汚染ガス吸収能力の評価

■樹木による汚染ガス吸収能力の評価

三宅（1990）^v、戸塚・三宅（1991）^{vi}の汚染ガス吸収量のモデル式を適用し、大気中のCO₂濃度を現在の濃度0.70μg/cm³（390ppm、25℃）に替えてモデル式の係数を修正すると、SO₂、NO₂、O₃の吸収量は、それぞれ以下のモデル式で推定できる。

モデル式の中のP_Gに国土交通省国土技術政策総合研究所緑化生態研究室で作成された樹木の年間木質部乾燥重量成長量を代入すれば汚染ガスの吸収量を算出できる。

$$\text{SO}_2 \text{ の吸収量 } U_{\text{SO}_2} = 18.6 \times C_{\text{SO}_2} \times P_G$$

$$\text{NO}_2 \text{ の吸収量 } U_{\text{NO}_2} = 13.9 \times C_{\text{NO}_2} \times P_G$$

$$\text{O}_3 \text{ の吸収量 } U_{\text{O}_3} = 11.6 \times C_{\text{O}_3} \times P_G$$

ここで、U_{SO₂}：SO₂の吸収量（kg/yr）

U_{NO₂}：NO₂の吸収量（kg/yr）

U_{O₃}：O₃の吸収量（kg/yr）

C_{SO₂}：大気中のSO₂濃度（μg/cm³）

C_{NO₂}：大気中のNO₂濃度（μg/cm³）

C_{O₃}：大気中のO₃濃度（μg/cm³）

P_G：樹木による一年間あたりの総生産量（年間木質部乾燥重量成長量）

上記の算定式の最後の項P_G（樹木1本の一年間あたりの木質部の乾燥重量成長量）の算定式は以下に示すとおりであり、胸高直径と木質部乾燥重量成長量の関係を用いてCO₂吸収量を算定することができる。

$$Y = 0.0604 \{ (X + 1.1)^{2.1673} - X^{2.1673} \}$$

ここで、Y：年間木質部乾燥重量成長量（kg）

X：胸高直径（cm）

■緑地による汚染ガス吸収能力の評価

緑地による汚染ガス吸収能力の評価も、樹木の場合と同様のモデル式を適用する。

この場合は、既存の現存植生図や相観植生図などを用いて対象地域の植生区分を行い、その分布面積を測定するとともに、それぞれの植生区分ごとのP_Gには、表5に示す植生区分ごとの総生産量のデータを用いる。

表5 植生区分ごとの一年間あたりの総生産量

植生区分	Pn (t/ha・yr)	Pn/Pg	Pg (t/ha・yr)
常緑広葉樹林	18	0.35	51
落葉広葉樹林	12	0.55	22
常緑針葉樹林	18	0.35	51
落葉針葉樹林	10	0.55	18
草地	12	0.55	22
農耕地	10	0.55	18
その他緑地	6	0.45	13

注) Pn：純生産量、Pg：総生産量

(6) 大気環境保全に配慮した都市緑地整備のあり方

大気浄化を主眼とした都市緑地整備にあたっては、地域の大気環境情報や土地利用図、植生図などを比較して、大気汚染濃度の高い地域に重点的に緑地を創出・整備するのが効果的である。汚染物質の発生源である工場や幹線道路などの周辺、また、学校や病院、住宅地など、快適環境の保全が特に求められる地域や施設などで重点的に整備する。

また、緑地の配置にあたっては、地形や川の方角、海陸風などの風の流れ、風の道など、地域特有の自然条件を十分考慮し、その活用を図ることがヒートアイランド対策ばかりでなく、大気環境保全の上でも重要である。

地価が高いことなど、新たな公有地を取得して緑地整備を行っていくことは容易ではない。しかし、都市域には用途が特定できないような未利用地も多く、その相当部分は工夫次第で新たな緑化が可能であり、また市民緑地や緑化協定などの既存制度を活用しながら、民有地の緑地の拡大・展開を行っていくこともできる。また、従来ほとんど緑化されることがなかった建物の外構や屋上・壁面などの建築空間での緑化も、技術開発が進んで、近年、積極的に進められている。

表 6 は、GIS データや空中写真を用いて、東京 23 区の屋根面積の実態把握と陸屋根での緑化が可能な屋上面積の推計を行った結果である（泉ら、2004）。これによると、屋上緑化可能面積は、東京 23 区で約 4,900ha であり、23 区の全面積の約 8%に相当する。建築用途別に屋上緑化可能面積の比率をみると、住宅系（約 81%）が最も多く、階層別では 1～2 階（低層）（約 84%）が最も多くなる。このうち、特に住宅系の 3～5 階（中層）は 1 区分で約 1,500ha、全体の約 31%を占めていることから、今後の緑化政策としては、中層の住宅系、いわゆる公営集合住宅やマンションについて重点的に対策を進めることが、屋上緑化を進める上で効果的であると指摘している。

表 6 東京都 23 区の建築構造・用途・階層別の屋根面積（ha）及び屋上緑化可能率（%）^{vii}

面積 ha(%)	公共系	商業系	住宅系	工業系	合計
1-2階(低層)	274(79%)	164(86%)	198(87%)	178(86%)	813(84%)
3-5階(中層)	537(77%)	470(77%)	1514(83%)	253(66%)	2773(79%)
6-15階(高層)	100(64%)	505(70%)	617(76%)	74(79%)	1296(73%)
16階-(超高層)	4(56%)	27(40%)	5(31%)	0(0%)	36(39%)
合計	915(76%)	1165(74%)	2332(81%)	505(74%)	4917(78%)

(7) 大気浄化に適した樹種

大気浄化に主眼を置いた緑地整備に適した樹種の条件、主要な樹種のリストは表 7～9 のとおりである。このような条件に適合した樹種を中心に選定するとともに、その樹種固有の本来の大気浄化能力を十分に発揮できるよう、可能な限り健全な生育を保つ必要がある。その意味では、地域に自然に生育する在来種（郷土種）のようなものが望まれる。

粒子状汚染物質の捕捉に適した樹種は表 8 に示すように、全般的に毛が密生していたり、葉脈などに凹凸があり、葉の形態が複雑な樹種で、剪定や刈込ができる樹種が適している。

表7 大気浄化に適した植物の条件

大気浄化に適した植物の条件
＜大気浄化能力や大気汚染との関係から＞
① 大気汚染物質の吸収能力が高い
② 大気汚染に対して耐性がある
③ 環境条件や生理変動等により影響を受けにくい
＜都市緑化において一般的に求められる条件＞
④ 都市特有の厳しい生育環境に耐える
⑤ 景観的に優れ住民嗜好にもあう鑑賞性のある樹種
⑥ 剪定や刈込に耐える樹種
⑦ 市場性があり比較的安価で容易に入手できる樹種

表8 粒子状汚染物質の捕捉に適した植物の条件

粒子状汚染物質の捕捉に適した植物の条件
＜枝葉の特性＞
① 枝葉がよく繁る樹種で葉の構造や展開が複雑な樹種
② 葉に毛が密生し凹凸があるなど形態が複雑な樹種
③ 葉が受け皿のようにV字状に折れ曲がっている樹種
＜捕捉効果の大きい植栽構成＞
④ できるだけ発生源に近い道路側に植栽する
⑤ 葉群に隙間ができないように密植する
⑥ 平面的には単列でなく複数列に植栽する
⑦ 垂直的には多層構造のボリュームのある植栽
＜剪定や刈込のできる樹種＞
⑧ 枝葉の密度を高め、枝葉の更新により活力も向上

表9 大気浄化植樹に適した樹種リスト（関東地方周辺を想定）^{viii}

	大気汚染の濃度レベルが低い地域 (住宅地など)	大気汚染の濃度レベルが高い地域 (工場、幹線道路周辺など)
高木	(常緑樹) ヤマモモ、ウバメガシ、シラカシ、アラカシ、スダジイ、マテバシイ、タイサンボク、クスノキ、タブノキ、クロガネモチ、モッコク、カクレミノ、カイズカイブキ、モチノキ、サンゴジュ (落葉樹) ケヤキ、エノキ、ムクノキ、ハルニレ、キリ、イチョウ、クヌギ、アキニレ、ユリノキ、シンジュ、アオギリ、サルスベリ、クリ、ヤマモミジ、コブシ、ハクモクレン、ヤマザクラ、ソメイヨシノ、イロハモミジ、イヌシデ、アカシデ、トチノキ、エンジュ、トウカエデ、コナラ、スズカケノキ、モミジバズカケノキ、センダン、カキノキ、シダレザクラ、ナンキンハゼ、エゴノキ、ニセアカシア、ミズキ、サトザクラ、オオシマザクラ、ハンノキ、モミジバフウ、カシワ、リョウブ、モモ 以上の他これらに準じる樹種	(常緑樹) ヤマモモ、ウバメガシ、シラカシ、アラカシ、スダジイ、マテバシイ、タイサンボク、クスノキ、タブノキ、クロガネモチ、モッコク、カクレミノ、カイズカイブキ、モチノキ、サンゴジュ (落葉樹) イチョウ、クヌギ、アキニレ、ユリノキ、シンジュ、アオギリ、トウカエデ、コナラ、スズカケノキ、モミジバズカケノキ、モミジバフウ、センダン、ナンキンハゼ、ニセアカシア、サトザクラ、オオシマザクラ、ハンノキ、カシワ 以上の他これらに準じる樹種
中木	(常緑樹) イヌツゲ、マサキ、ネズミモチ、キョウチクトウ (落葉樹) ウメ、ニワトコ、ハナズオウ、マユミ、シデコブシ、シモクレン 以上の他これらに準じる樹種	(常緑樹) イヌツゲ、マサキ、ネズミモチ、キョウチクトウ (落葉樹) ニワトコ、マユミ 以上の他これらに準じる樹種
低木	(常緑樹) オオムラサキ、ヤマツツジ、シャリンバイ、マルバシャリンバイ、ヤツデ、サツキ、ヒラドツツジ、アベリア、チャノキ (落葉樹) ムクゲ、レンギョウ、トサミズキ、ヒュウガミズキ、ヤマハギ、ニシキギ、ハコネウツギ、オオデマリ、ウメモドキ 以上の他これらに準じる樹種	(常緑樹) オオムラサキ、シャリンバイ、マルバシャリンバイ、ヤツデ、サツキ、ヒラドツツジ、アベリア、チャノキ (落葉樹) ムクゲ、レンギョウ、ハコネウツギ、オオデマリ、ウメモドキ 以上の他これらに準じる樹種
ツル植物	(常緑樹) サネカズラ、ムベ、キツタ、テイカカズラ、セイヨウキツタ (落葉樹) ツルウメモドキ、フジ、ヤマフジ、スイカズラ、ノウゼンカズラ、アケビ、ミツバアケビ、ナツツタ 以上の他これらに準じる樹種	(常緑樹) ムベ、キツタ、セイヨウキツタ、テイカカズラ (落葉樹) 以上の他これらに準じる樹種

注) 網掛けで表示されている樹種は、東京都内及び近県の事例調査において屋上、壁面などの建築空間の緑化で多用されていた樹種、下線で表示した樹種は道路緑化で多用されていた樹種。

(8) 大気浄化植樹の方法

■大気浄化植樹の基本的考え方

①個々の敷地・施設に求められている本来の機能との調和

植栽スペースの特性をよく検討した上で、大気浄化を主眼とした植栽を行うが、個々の敷地・施設に求められている本来の機能を損なうことのないよう、調和のとれた緑化を行う。

②大気浄化効果が最大になるような植栽

大気浄化に適した樹種を中心に地域特性にあった在来種（郷土種）を中心に選定し、しかも大気浄化効果が最大になるように、葉量を総量として可能な限り確保するため、常緑樹と落葉樹、高木と中低木を適宜組み合わせた複合植栽により、多層構造の植栽構成・植栽密度になるようにする。

③健全な生育の確保

植栽した樹木が本来の大気浄化能力を十分に発揮できるように、健全な生育を保つことが重要である。このため、十分な植栽基盤の整備と日常の適切な維持管理が必要である。

■植栽構成と植栽密度

(植栽構成のポイント)

- 多層構造の複合植栽
- 常緑樹と落葉樹の組合せ
- 高木と中低木の組合せ
- 地域の在来種（郷土種）の多用
- 発生源に近い場所での植栽が効果的
- 冬季に効果を期待するなら常緑樹
- 剪定を最小限にとどめ大きく育てる

(植栽密度のポイント)

- 健全な生育の確保に留意
- 遮蔽効果を高めるためには密度を高く
- 吸収効果を高めるためには密度を低く
- 敷地や施設の特性に配慮した植栽密度



図 29 大気浄化に適した植栽構成



(9) 施設別の植栽のポイント

都市域では、学校・公民館・庁舎などの公共施設、戸建住宅・集合住宅などの住宅地、大型店舗・業務ビルなどの商業・業務地域など、地域や施設によって植栽可能空間の規模・配置・特性などが異なっている。また、それぞれの敷地・施設により本来の機能や大気浄化植樹の意義も異なる。このため、大気浄化植樹にあたっては、これらの点に配慮が必要である。

学校などの公共施設

公共施設は住民との結びつきが強く、幅広く利用される施設であり、都市緑化を進めるために重要な地域の拠点として期待されている。



住宅地域（戸建住宅）

宅地は、人間生活の基本的場であり、快適な生活環境の確保が求められる。敷地が狭いため、庭木や接道部の生垣などが主体になる。



住宅地域（集合住宅）

住宅地域でも中高層集合住宅等、敷地に余裕がある場合は、敷地外周部、住棟間、ペデストリアンデッキ、駐車場等が主な植栽場所になる。



商業・業務地域

企業のイメージアップや地域の活性化に繋がるため、最近では、都市の再開発に伴い公開空地が増え、緑地整備が積極的に進められている。



工場

工場はその生産活動において大気汚染物質や騒音の発生源になっている場合が多いため、発生源対策の意味でも積極的な緑化が求められる。



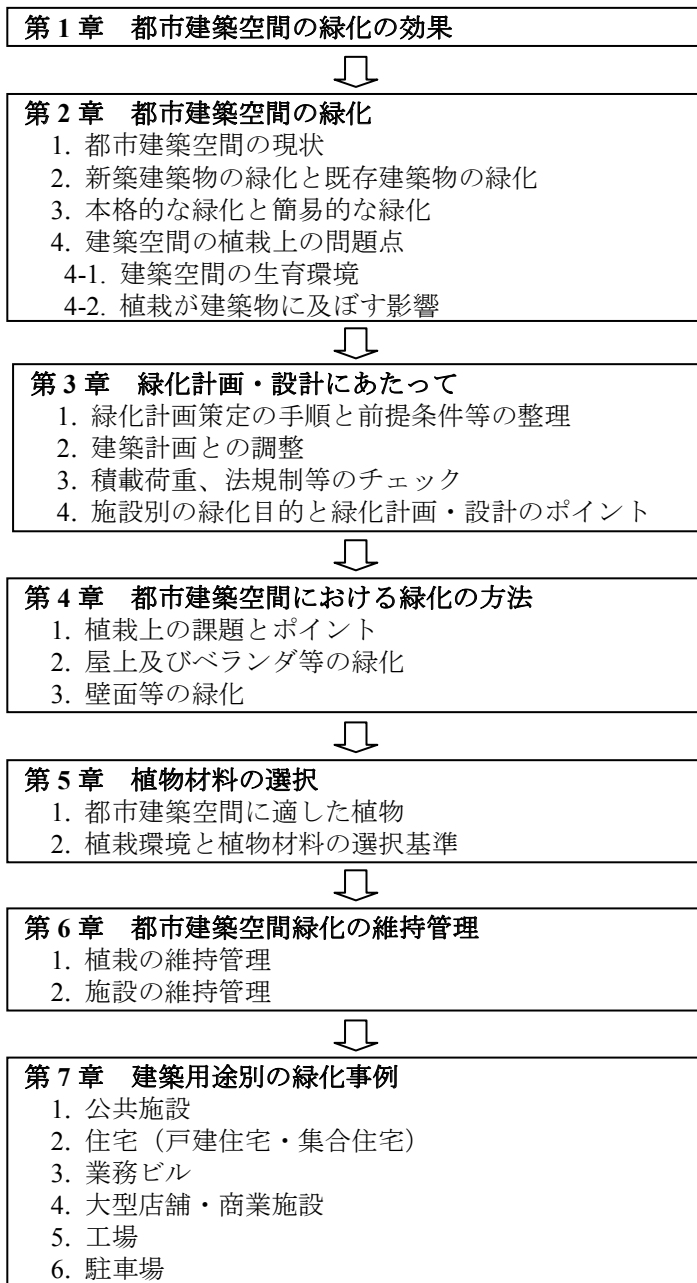
駐車場

人や物流の中心である都心や郊外の工業団地等には駐車場が多く、移動発生源の一つとみなせるため大気環境の改善に有効な場所の一つである。



4.2 第Ⅱ編：都市建築空間緑化編

都市建築空間緑化編の構成は下のとおりで、都市緑地整備の拡大・推進をねらった屋上、壁面等の建築空間の緑化を解説している。以下に概要を整理した。



(1) 建築空間の緑化の効果

国土交通省は、既存建築物の屋上緑化技術の適用検討と効果を検証するために、平成12年度（2000年度）に庁舎屋上の緑化整備を行い、その後継続的なモニタリングを行った。その結果、緑化による日射の遮蔽効果により屋上温度が20℃程度低下した

こと、緑化していない場合、夏季の晴天日の日中、 550W/m^2 の熱流が建物内部に流入するのに対し、緑化した場合には熱流入がほとんどないことなどを確認し、屋上緑化による断熱が夜間の熱環境改善にも役立っていることが検証された（国土交通省、2009）。

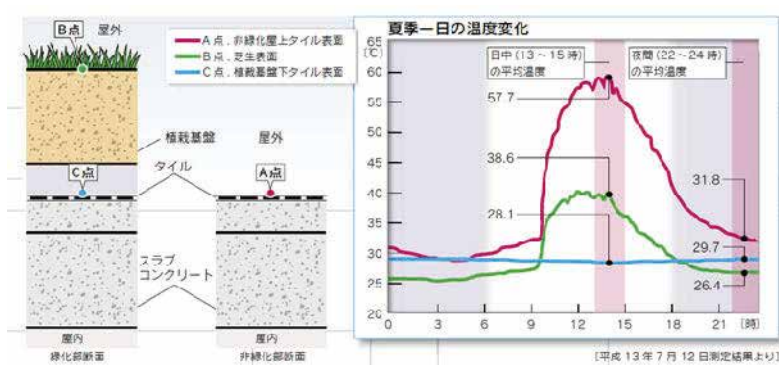


図30
緑の断熱作用による
屋上の温度の違い^{ix}

(2) 緑化地としての建築空間の環境条件

建築空間の緑化対象地は、通常の自然地盤の植栽地に比べて厳しい生育環境であることが特徴である。このため、植栽基盤の充実、植栽樹種の選定、植栽の配置や構成、植栽後の維持管理についても、それに応じた対応が必要である。

緑化地としての建築空間の環境条件	
①	植栽基盤は多くの場合人工地盤であり、有効土層に乏しい。
②	地下からの給水がないため、灌水が必要であり、夏季には特に乾燥しやすい。
③	逆に排水対策などを十分に行わないと、排水が悪く、根腐れしやすい。
④	高架下などでは、構造物の陰になって日陰になりやすく、日照条件が悪い。
⑤	ビルの屋上や壁面では照り返しが強く、反射ガラスの影響を受けやすい。
⑥	ビル風が発生しやすく、常に風が強い。

(3) 建築空間での緑化の留意事項

上記のような厳しい生育環境に加え、植栽が建築物に及ぼす影響や、積載荷重や安全・防災・避難などに係る法的規制などをよくチェックし、トラブルが生じないように留意することが重要である。

植栽が建築物に及ぼす影響と建築空間での法的規制	
根の伸長に伴う防水層への影響	建築空間の生育基盤はほとんどが人工地盤である。このため、植栽木の根がひび割れに侵入したり保護層を押し上げるなど、躯体に影響する。
経年変化に伴う樹木重量の増加	樹木の重量は経年変化に伴い指数関数的に増大する。このため、樹種選定にあたっては剪定や刈込の効く樹種、大きくならない樹種を選ぶ。
排水施設への土砂の流入	余剰の雨水や灌水を速やかに排水できるように、排水勾配や排水方法をよく検討する。屋上緑化で最も多いのは漏水トラブルである。
積載荷重制限	建築基準法により積載荷重が制限されているため、屋上緑化の場合は、生育基盤、植栽木などはできるだけ軽量で均等な荷重分布にする。
安全・防災・避難に係る規制	建築基準法により屋上広場・バルコニーの積載荷重、手すり壁の設置、避難用の屋上広場の設置など、法的規制を遵守することが重要である。

(4) 施設別の緑化のポイント

都市の建築空間には屋上、ベランダ、壁面などの様々な空間があるが、公共施設、住宅、商業・業務地域など、地域や施設によって敷地内の植栽可能空間の規模や特性がそれぞれ異なり、また建築空間の状況にもそれぞれ特徴がある。また、それぞれの敷地や施設に求められる機能や、大気浄化のための植栽の意義も異なっている。

このため、大気環境の改善を主眼とした建築空間の緑化においても、これらの点を十分考慮する必要がある。

ここでは、実際に大気環境の保全を主眼とした建築空間の緑化に際して、参考となるよう、公共施設、住宅、業務ビル、大型店舗・商業施設、工場、駐車場の六つの土地利用・施設を対象に、緑化の基本的考え方を整理した。

土地利用・施設	建築空間緑化の基本的考え方
公共施設	土地面積では、比較的広い空間をまとめて保有している施設であることから、外構をはじめ屋上・ベランダ・壁面なども緑化の余地が残されている。他の公共施設と一団の公共ゾーンを形成することが多いことから、その連続性を図るのが望ましい。
住宅	戸建住宅では、個々の面積は狭隘であるが、都市全体に占める空間総量としては相当程度の割合を占める。戸建住宅ではベランダ、集合住宅では、住棟間を結ぶペデストリアンデッキや駐車場の屋上、壁面などが主な対象になる。
業務ビル	一般に建蔽率が高いが、近年はビルの再開発などに伴い公開空地として公開されているところも多く、緑あふれる憩いの緑地空間が形成され、都市景観の向上に寄与する緑地も多い。屋上、ベランダ、壁面など、建築空間に緑化の余地が多い。
大型店舗・商業施設	緑化により環境や景観の改善を図ると、買物客の獲得や商店・企業のイメージアップにも繋がり、地域の活性化にも寄与できる。植栽可能空間の確保が難しい場合であっても、可搬式プランターやコンテナなど、工夫次第で緑化は可能である。
工場	工場はその生産活動に伴い大気汚染物質や騒音の発生源となっている。工場の種類や規模によっても異なるが、中大規模工場の中には植栽可能空間がかなりまとまって残されている場合が少なくない。小規模な町工場でも工夫次第で緑化は可能である。
駐車場	最近では、中大規模集合住宅を中心に、駐車場を地下に埋めて、その上部の人工地盤を緑化して地域住民の憩いの場所として活用したり、駐車場を立体化して、その屋上や壁面を緑化するケースが増えており、付加価値を生んでいる。

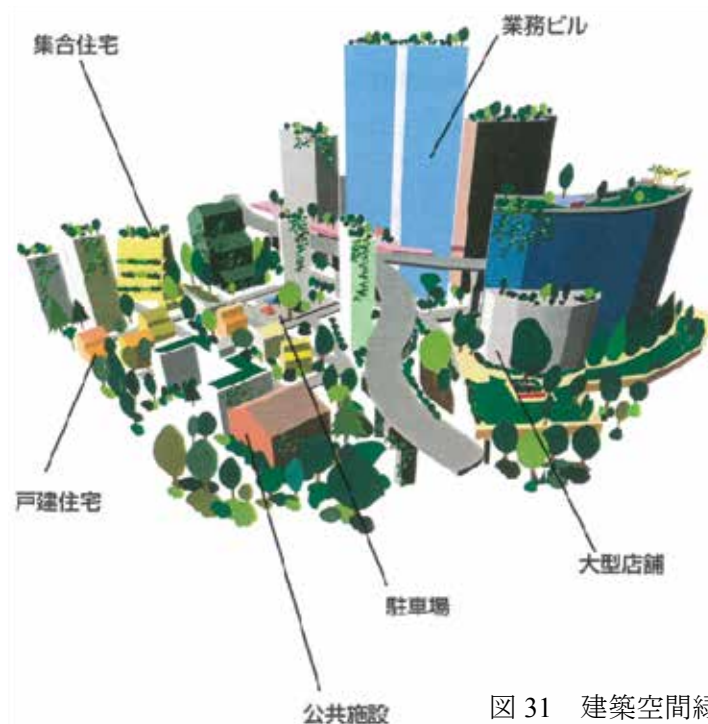


図 31 建築空間緑化のイメージ

公共施設

公共施設は地域住民との結びつきが強く、市民に幅広く利用されることから、明るく親しみやすい緑地空間の整備が求められている。



住宅（集合住宅）

集合住宅の屋上、ベランダ、ペデストリアンデッキ、駐車場等の建築空間には緑化の余地が残されており、緑化できれば付加価値も向上する。



業務ビル

近年の業務ビルでは、再開発などに伴い公開空地として一般に公開されることが多く、人々の憩いの場になり、景観向上にも寄与している。



大型店舗・商業施設

商業施設での緑化は、買物客の獲得や企業のイメージアップにも効果的であり、地域全体のイメージアップや活性化にも大きく貢献する。



工場

大規模工場の敷地外周部には植栽可能空間がかなりまとまって存在する。工場敷地内の緑の増加は都市全体の緑の増加にも大きく寄与する。



駐車場

駐車場を地下駐車場や立体駐車場にすると、その上部や壁面に緑化の余地が生じる。最近は集合住宅や業務ビルでそのような例が増えている。



4.3 第Ⅲ編：道路緑化編

道路緑化編の構成は下のとおりで、自動車排出ガスなどの局地汚染対策としての道路緑化、沿道敷地の接道部の緑化を解説している。以下に概要を整理した

第1章 道路緑化の目的と効果



第2章 沿道緑地の大気浄化効果

1. 沿道における大気汚染の現状
2. 沿道緑地の大気浄化効果
 - 2-1. 沿道における緑地の大気浄化効果のメカニズム
 - 2-2. 大気汚染物質の低減効果に影響を及ぼす要因
 - 2-3. 沿道緑地の大気浄化効果の測定例



第3章 沿道植栽における配慮事項

1. 局地的大気汚染対策としての沿道緑地の条件
2. 沿道緑地整備の基本的考え方と整備のポイント
3. 植栽基盤の整備
4. 生育空間の確保
5. 植栽配置
6. 植栽構成
7. 植物の選定（樹種選定）
8. 植栽木の維持管理



第4章 沿道植栽の事例

1. 歩道植栽帯
2. 中央分離帯
3. 交差点・交通島
4. 遮音壁等の壁面
5. 環境施設帯
6. 歩道橋
7. ペDESTリアンデッキ
8. 高架下
9. 緑道
10. 沿道敷地の接道部

(1) 道路緑化の目的と機能

道路緑化の目的と機能は多様であるが、大別すると、安全運転に係わる機能、景観形成に係わる機能、環境保全に係わる機能があり、このうち大気浄化に係わる機能は環境保全機能に含まれる。

個々の機能は、交通案内板、ガードレール、遮音壁等の人工構造物の方が効果的な場合もあるが、道路緑化により沿道緑地帯を整備すると、これらの機能が複合的にもたらされる上、潤いややすらぎ、安心感といった緑の心理的効果は、他の何ものにも替え難い特徴的な機能といえる。

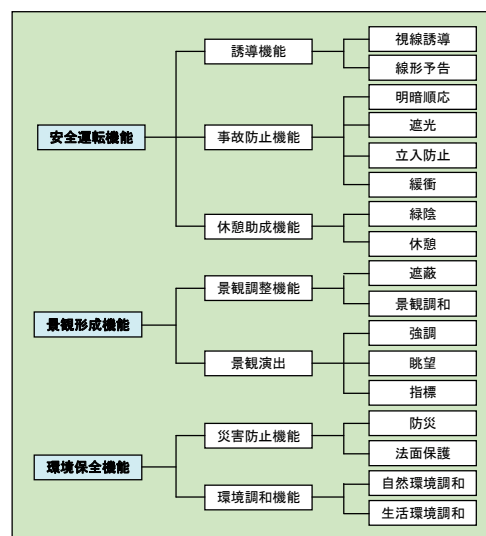


図 32 道路緑化に期待される機能

(2) 沿道における大気汚染の状況

自動車 NO_x 法（現自動車 NO_x・PM 法）に基づく特定地域における窒素酸化物の発生源別排出量の割合（平成9年度）を図33に示す。窒素酸化物の42%がディーゼル車、10%がガソリン・LPG車で、これらを合計すると窒素酸化物の52%が自動車から排出されている。

関東及び関西の粒子状物質の発生源寄与濃度割合（平成6年度）を図34に示す。関東、関西いずれも粒子状物質の43%が自動車（全てディーゼル車によるもの）から排出されている。

このように、大都市圏においては、窒素酸化物の52%、粒子状物質の43%が自動車からの排出量であり、特にディーゼル車からの排出が大半を占めていることがわかる。

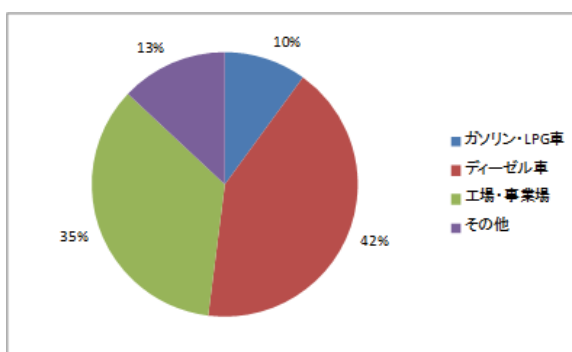


図 33 自動車 NO_x 法特定地域における窒素酸化物の発生源別排出量（平成9年度）^x

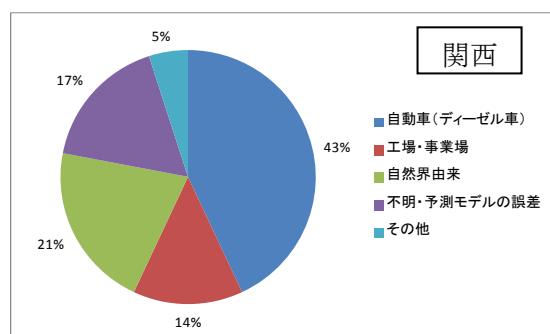
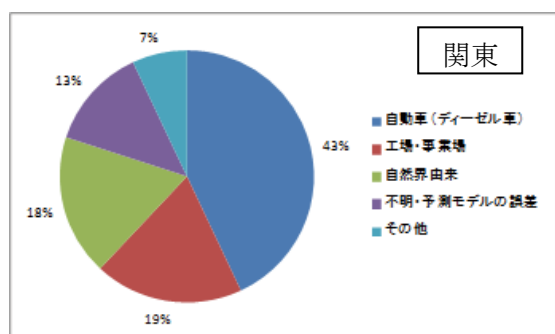


図 34 関東及び関西における粒子状物質の発生源別寄与割合（平成6年度）^x

(3) 大気浄化に主眼を置いた緑地整備の基本的考え方

大気浄化に主眼を置いた道路緑化、沿道敷地の接道部の緑化は、図 35 に示すように、緑地の配置としてできるだけ道路に近接して植栽すること、緑地帯の構造としてできるだけ緑地帯の幅を広くとること、多層構造の立体的な緑地にすること、そして、その上で個々の植物が健全に生育することが重要なポイントになる。

このため、整備の基本的な考え方は、植栽配置としては道路の走行方向に連続した幅の広い緑地帯を設けるとともに、大気浄化能力の高い樹種を中心に、常緑樹・落葉樹、高木・中低木・地被類などを適宜組み合わせた緑量豊かな植栽構成とすることが重要である。また、植栽した樹木が将来にわたって健全な生育を維持できるよう、十分な植栽基盤を整備すること、枝葉が伸び伸びと伸長できるように生育空間を確保すること、更に植栽後の適切な維持管理が必要である。

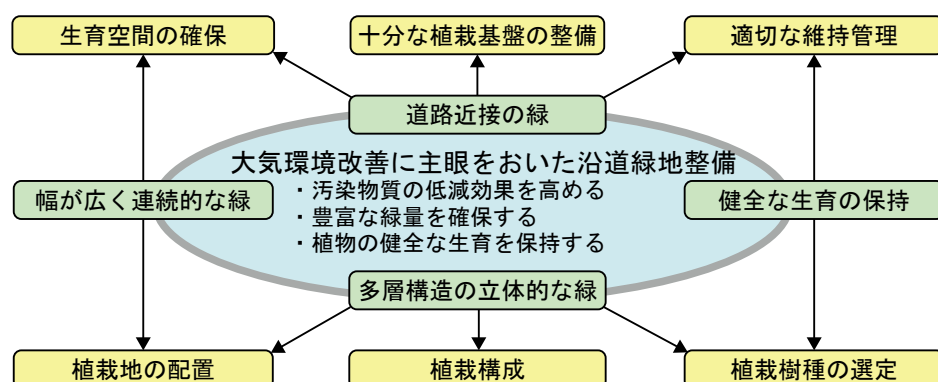


図 35 沿道緑地整備における大気浄化植樹の基本的考え方

(4) 道路緑化、沿道敷地の接道部緑化の主な対象地

大気浄化効果が期待される街路空間での沿道緑地のイメージを図 36 に示す。道路の敷地内ばかりでなく、道路に隣接する公有地や民有地の緑の連続性を図ったり、接道部を生垣状の植栽にすると、遮蔽や拡散による効果が期待でき、局地的対策として有効である。

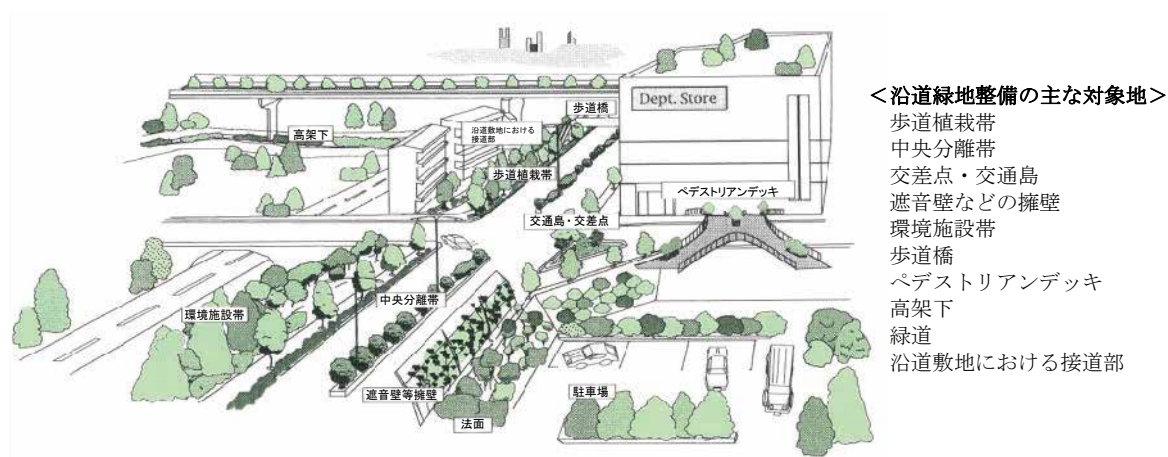


図 36 沿道における大気浄化植樹の主な対象地

(5) 道路緑化、沿道敷地の接道部の緑化のポイント

歩道植栽帯

幅員が広い場合は複合植栽により葉量の多い樹林帯を形成する。狭い場合は生垣状植栽などで対応する。



中央分離帯

幅員が広い場合は高木・中低木の組合せにより緑量の大きな大気浄化効果の大きい緑地が形成できる。



交差点・交通島

交差点では見通しの確保が最優先され、刈込の効く低木類の植栽などにならざるをえない。



遮音壁等の壁面

幅員が狭い場合はツル植物による被覆、広い場合には壁面前面に植栽を行って樹林帯を形成する。



環境施設帯

側道、歩道の周りに幅員の広い植栽帯を設け、多様な樹種を導入して明るく親しみやすい空間にする。



歩道橋

歩道橋では、橋詰などのデッドスペースをうまく活用すれば、大気浄化も効果的な緑地が形成できる。



ペDESTリアンデッキ

駅前ロータリーや商業・業務地域のビル間、住宅団地の住棟間などに増えており、上手に活用したい。



高架下

高架下は日陰になりやすく降水も期待できない厳しい環境のため、強健な樹種等を導入して緑化する。



緑道

幅員が広いため、環境施設帯と同様、緑量豊かな緑地帯にすると、大気浄化の上でも効果的になる。



沿道敷地の接道部

ビルの外構などの接道部では、多様な樹種で修景すると、街路景観のみならず大気浄化にも効果的である。



沿道敷地の接道部

接道部に生垣状の植栽を行って、こまめに剪定・刈込をすると、枝葉がよく繁り、遮蔽効果も高まる。



沿道敷地の接道部

ツル植物を導入し、適宜登はん補助資材などを設置するなど、工夫すれば外周部の塀の緑化も可能である。



引用文献

-
- ⁱ 只木良也・蜂屋 欣二 (1978) : 森林の現存量と物質生産、帝国森林会編「森林学」、共立出版
- ⁱⁱ 独立行政法人国立環境研究所 (2007) : 日本における光化学オキシダント等の挙動解明に関する研究、国立環境研究所報告 第 195 号
- ⁱⁱⁱ 古川昭雄 (1987) : 大気浄化能力の植物種間差異、国立公害研究所研究報告、第 108 号、pp25-32
- ^{iv} 久野春子・横山 仁 (2003) : 都市近郊の大気環境下における樹木の生理的特徴 (Ⅱ) —24 樹種のガス交換速度、日本緑化工学会誌、第 28 巻 第 4 号
- ^v 三宅 博 (1990) : 植物の生産力に基づく緑地の大気浄化機能の評価、文部省「人間環境系」研究報告書、038-N31、p1530
- ^{vi} 戸塚 績・三宅 博 (1991) : 緑地の大気浄化機能、大気環境学会誌、26(4)、pp71-80
- ^{vii} 泉 岳樹・松山 洋 (2004) : 東京都 23 区における屋根面積の実態把握と屋上緑化可能面積の推計、日本建築学会計画系論文集、第 581 号、pp83-88
- ^{viii} 環境庁大気保全局大気規制課監修・大気環境に関する緑地機能検討会編集 (1989) : 大気浄化植樹指針—緑のインビテーション—
- ^{ix} 国土交通省 (2009) : 国土交通省 屋上庭園—屋上緑化とその効果—
- ^x 環境省 自動車 NO_x 総量削減削減方策検討会 (2000) : 自動車 NO_x 総量削減削減方策検討会報告書