

## B-34 道路緑化における大気浄化効果の検証

高知工科大学院フロンティア工学コース ○寺田佳将  
高知工科大学フロンティア工学コース 村上雅博

## 1. はじめに

産業革命以降、地球規模での経済的な発展により、都市の乱開発による森林伐採や、車や工場からの排気ガス等により地球環境が激変し、有史以来最も速いスピードで地球温暖化が進み問題となっている。また、都市の環境問題としては大気汚染があげられる。大気汚染の現状を見てみると、環境基準が設けられている大気汚染物質の、二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) と一酸化炭素 (CO) を除く、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>)、浮遊粒状物質 (SPM)、光化学オキシダントについては、大気中濃度の推移は横ばいもしくは漸増傾向にあり、特に大都市圏を中心とした地域において大気汚染濃度の増加が顕著である。そして、自動車などの移動発生源の増加により、自動車の排気ガスに含まれる二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>)、浮遊粒状物質 (SPM) の増加が問題となっている。

自動車は地球規模での経済の発展を促した基盤となるものの一つである。自動車は人間生活を営む上で便利である一方、大量の排熱・汚染物質・騒音・振動を生み、道路に用いられるアスファルトは大量の蓄熱を生み出している。このように、交通量の集中している都市部では道路環境の悪化が生じており、持続可能な発展が叫ばれている中、道路環境の改善は都市部の環境改善にとって必要不可欠である。

自動車からの排気ガス対策の一つに道路緑化がある。道路緑化はもともと景観向上効果及び安全効果の大きさより実施されていたが、近年その位置が大気汚染物質排出源の近くであることから、この大気浄化効果も注目されるようになったが、未だ効果の大きさや定量化手法など不明な点が多い。

また、植物の大気浄化効果の都市域全域などの広域的な評価には、既存文献により森林や草地などの一次生産量のデータと現存植生図を用いて試算が可能であるが、街路樹や住宅地の生垣・庭木などの空間スケールの小さい、面的には表れない都市の一般的な緑地については、広域的な評価の対象からは除外されているのが現状である。しかしこれらの緑地は、たとえ一戸あたり、一敷地あたりの量は僅かでも都市全体の総量でみるとかなりの量になり、この都市部での街路樹などの大気浄化効果を試算・評価の必要性が議論されている。

そこで本研究は道路緑化に着目し、植物の年間 CO<sub>2</sub> 吸収量を測定し、その結果より暫定法及び緑地面積から NO<sub>2</sub> 吸収量及び SPM 吸着量を算出することで、街路樹の大気浄化効果が試算できる評価モデルを構築し、高知市の道路緑化の場合に仮定し、その温暖化緩和効果の評価、道路緑化の大気浄化効果のみの環境改善効果の評価を目的とし、これらの結果から道路緑化の大気浄化効果の評価を行う。

2. 植物(サツキ)の年間CO<sub>2</sub>吸収量の推定

植物の年間 CO<sub>2</sub> 吸収量の測定方法を説明する。植物は道路緑化に多く用いられるサツキを使用した。実験装置の写真を図-1 に示す。この装置を用い密閉した空間内の CO<sub>2</sub> 濃度の変化を 24 時間測定する。9 月 30 日の実験結果を基に推定方法を説明すると、開始時の CO<sub>2</sub> 濃度の 500ppm と終了時の CO<sub>2</sub> 濃度の 300ppm の差の 200ppm が植物の CO<sub>2</sub> 吸収量に近似すると考え、この値を植物の一日の CO<sub>2</sub> 吸収量とする。すべての実験結果を表-1 に示す。春季については実験が行えなかったため、気象条件が似ている秋季の値を用いた。そしてこの実験結果を二酸化炭素換算重量に変換することでサツキの年間 CO<sub>2</sub> 吸収量とする。変換式を以下に示す。結果は、サツキの 1 平方メートル当たりの年間 CO<sub>2</sub> 吸収量は 2.9kg-CO<sub>2</sub> となった。

二酸化炭素換算重量(kg-CO<sub>2</sub>) = 実験装置内の容積 (m<sup>3</sup>) × (濃度図 5-3 の差(ppm) × 10<sup>-6</sup>) ÷ 体積(22.4m<sup>3</sup>) × 分子量(44kg)

表-1 実験結果 (単位:ppm)

	実験日	開始時	24時間後	濃度差
夏季	9月30日	500	300	200
	10月27日	510	300	210
秋季	11月24日	530	350	180
	12月21日	580	390	190
冬季	1月13日	510	330	180
	1月22日	500	350	150

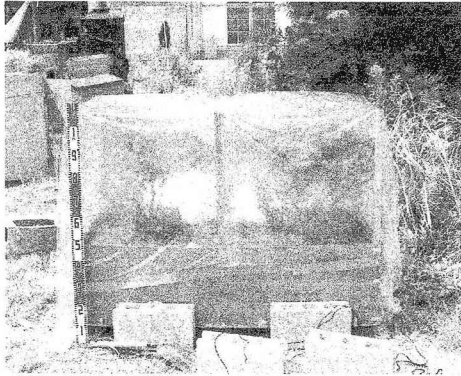


図-1 実験装置の写真

### 3. 道路緑化における温暖化緩和効果の評価

大気浄化植樹マニュアルによると植物のCO<sub>2</sub>吸収量は、単位面積当たりのCO<sub>2</sub>吸収量でみると、大きな誤差はないとされている。そのため実験で得られたサツキのCO<sub>2</sub>吸収量を実際の道路に植えられている樹木の葉の表面積に代入することにより低高木の年間CO<sub>2</sub>吸収量を算出する。また高知市の道路緑化現状の調査により実際に高知市に植えられている低高木の総本数を推定する。これらの結果より高知市の現状の道路緑化による総CO<sub>2</sub>吸収量は、年間1,477t-CO<sub>2</sub>と算出した。

この試算より得られたCO<sub>2</sub>吸収量と仮定条件において高知市の沿道片側を緑化した場合、両面を緑化した場合のCO<sub>2</sub>吸収量を高知県温暖化対策地域推進計画の運輸部門削減目標量と比較を行う。これらの結果から道路緑化の温暖化緩和効果の評価する。結果は、高知市の道路緑化現状における貢献度は約5%で、高知市の片側すべてを緑化した場合は約19%、高知市の両面すべてを緑化した場合は約45%となり、高知市の道路を緑化するだけでも、高知県全体の地球温暖化対策にも十分に貢献できるということがわかり、そのことから今回の場合は、道路緑化による温室効果ガス削減効果は高いといえる。この理由として考えられることは、植物は既往研究によると大気中のCO<sub>2</sub>濃度が高いほど、光合成速度は上限があるものの早くなっていく。地球の平均CO<sub>2</sub>濃度は約360ppmであるのに対し、調査を行ったところ高知市の沿道のCO<sub>2</sub>濃度は約450ppmであった。このため単木あたりのCO<sub>2</sub>吸収量は高いと考えられるが、緑化スケールの違いにより、効果が違うといえる。

### 4. 道路緑化における大気浄化効果の環境改善効果の評価

道路緑化の大気浄化効果にはまだその他の効果もあり、その他の大気浄化効果を加えた環境改善効果の評価を行う。手法は、費用対効果(B/C)より評価する。

仮定条件は道路計画時から緑化が想定されていた場合、1,000,000円で高木のみを緑化をした場合、高木の設置可能寿命を20年とした場合、割引率を12%とした場合とする。効果の範囲を緑化によるCO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、SPMの削減量とする。これらの物質を選んだ理由はCO<sub>2</sub>については地球温暖化の主要因であること、NO<sub>2</sub>及びSPMを選んだ理由は、自動車による大気汚染の主な原因であるからである。

高木の設置による年間大気汚染物質削減量はCO<sub>2</sub>削減量については実験結果より、NO<sub>2</sub>削減量については暫定法より、SPM削減量については緑地面積より推定した。その結果CO<sub>2</sub>吸収量は39t-CO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>吸収量については12.5kg、SPM吸着量は1.48kgと推定された。

#### 4.1 コストの試算

コストは初期コスト(1年以内で初期投資完了)に2年目から維持管理費に割引率をかけたもので結果は2,811,981円となった。

#### 4.2 便益の試算

##### (1) CO<sub>2</sub>吸収量の便益試算

CO<sub>2</sub>吸収量の便益を試算する。手法は炭素税による便益の試算で炭素換算により算出する。炭素税は1,000円から30,000円など議論されているが、今回の場合は環境持続社会研究センターの研究により、削減効果(京都議定書削減目標の2%に匹敵する700万t-Cの削減)・経済への影響(約0.5%と微少)から最善であると考えられている6,000円と仮定する。その結果、年間CO<sub>2</sub>吸収量の便益は約64,000円となった。

##### (2) NO<sub>2</sub>及びSPM吸収量の便益の試算

NO<sub>2</sub>及びSPMの便益は代替法を用いて試算する。代替法とは市場では直接計測できない効果を、同程度の機能を提供した場合に必要なコスト等により評価する方法であり、自動車公害の大きな要因となっているディーゼルトラックへの対策に置き換えた。NO<sub>2</sub>対策は窒素酸化物還元触媒の装着で、SPM対策はDPFの装着に置き換える。窒素酸化物還元触媒の費用は一台あたり400,000円で、効果はNO<sub>2</sub>を50%低減させる。DPFの費用は一台あたり1,300,000円で効果はSPMを70%低減させる。この対策をした場合と代替する。

結果、年間NO<sub>2</sub>吸収量の便益は69,400円で、年間SPM吸着量の便益は166,000円と算出された。

##### (3) 便益

以上より便益は年間299,000円と算出された。この値に2年目から割引率を考慮する。その結果便益は2,501,133円となった。

##### (4) 環境改善効果の評価

以上より費用対効果(B/C)は、 $2,501,133/2,811,981=0.89$ となった。この値は便益が大気浄化効果のみの場合であり、その他の景観向上効果及び安全効果などを考慮に入れるとB/Cは1以上になると考えられる。

#### 5. おわりに

本研究の成果を以下にまとめる。

- 本研究の成果である、街路樹の大気浄化効果が試算できる評価モデルの構築により、都市の街路樹による大気浄化効果を試算することが可能となった。
- もし高知市の沿道を両面すべて緑化した場合、高知県の運輸部門削減目標量の最大約45%貢献し、その他の施策に比べて道路緑化の温室効果ガス削減効果は高いという結果が得られた。
- 道路緑化の大気浄化効果のみの費用対効果(B/C)でも0.89となり、その他の景観向上効果・安全効果などの効果を考慮に入れると1以上になり、効果が高いと推測できる。

#### 謝辞

本研究を実施するにあたり、高知県庁道路計画課の皆様、高知工科大学村上研究室各位に多大なるご協力を頂きました。記して感謝の意を述べさせていただきます。

#### 参考文献

- ・ 公健協会 (2003) 大気浄化植樹マニュアル
- ・ 環境省地球環境局 (2003) 地球温暖化対策地域推進計画
- ・ 国際協力事業団：社会開発調査部 (2002) 開発調査における経済評価手法研究
- ・ マイケル・グラブ (2000) 京都議定書の評価と意味
- ・ 自動車NO<sub>x</sub>・PM 法 <http://www5f.biglobe.ne.jp/~nakatani/noxpm.html>