

(42) 都市の道路網整備が大気環境に及ぼす効果の分析システム

— 都市環状道路のケーススタディとともに —

AN ANALYSIS SYSTEM OF EFFECTS OF ROAD NETWORK IMPROVEMENT
ON AIR QUALITY IN URBAN AREAS
-A CASE STUDY OF URBAN RING ROAD-

林 良 嗣* ・ 加 藤 博 和* ・ 望 月 昇*

By Yoshitsugu HAYASHI*, Hirokazu KATO* and Noboru MOCHIZUKI*

ABSTRACT; Recently, environmental influences by car traffic have brought big problems in urban areas. In this study it is aimed to analyze to which extent the reduction of air pollution can be expected by improving road networks considering the mechanism of change in traffic pattern, travel speed and the consequent environmental load. The analysis is applied to the Ring Road II of Nagoya as a case study. The problems in modeling and forecasting are summarized.

KEYWORDS; Air pollution, Road traffic, Environmental impact analysis, Urban ring road

1. はじめに

自動車交通のエネルギー消費および環境負荷への寄与は年々大きくなっており、環境政策上重要な検討対象である。自動車のエネルギー消費効率や汚染物質排出率は、同じ車でも道路交通状況によって異なり、特に渋滞によって急速に悪化することから、走行状態は環境負荷を決定する大きな要因であると言える。こうした意味から、道路網整備は環境改善上重要であり、それがネットワーク上の各道路区間の交通量、平均走行速度をどう変化させ、その結果として沿道の大気環境をいかに変化せしめるかを把握しておくことが必要である。

本研究は、道路網の整備が交通パターンおよび各道路区間の走行状況を変化させ、その結果大気環境負荷発生総量や各道路区間周辺での大気汚染濃度に影響を及ぼすメカニズムをモデル化し、分析するシステムを構築するものである。また、この分析システムの機能を検証するために、整備の効果影響がネットワーク上の各所に複雑に及ぶ都市環状道路の場合に適用する。具体的には、名古屋市およびその周辺地域を対象に、名古屋環状2号線を例として、その整備に伴う効果を分析した結果、この地域内の道路ネットワーク全体で、平均走行速度が16%程度、NO_x総排出量が5%程度改善されること、更に各道路区間別にも、交通量、平均走行速度の変化と、その結果としての沿道NO₂濃度の変化する様子が明らかにされたので、ここに報告するものである。

* 名古屋大学工学研究科地圏環境工学専攻

Department of Geotechnical and Environmental Engineering, Nagoya University

2. 分析の基本的考え方

2.1 都市環状道路整備が環境に及ぼす効果

図1に示すように、都市環状道路は通過交通を迂回させると同時に、都心方向に集中する交通を適切に分散導入する機能を果たす。これにより、整備する環状道路区間から空間的に離れた都心部付近で、放射方向の交通混雑が緩和され、都市内の自動車交通量が減少して、総走行台キロを減少させるとともに、平均走行速度上昇も期待できる。したがって、環境負荷発生量が削減されると期待される。一方、環状道路沿線においては、交通量の増加による局地的な環境悪化が予想される。

このように、環状道路を整備することによって都市圏全体の交通パターンが変化し、それによって環状道路付近のみならず、都市圏全域において沿道環境が変化することが予想される。また、都市圏全体の自動車交通からの環境負荷発生総量も変化すると考えられる。

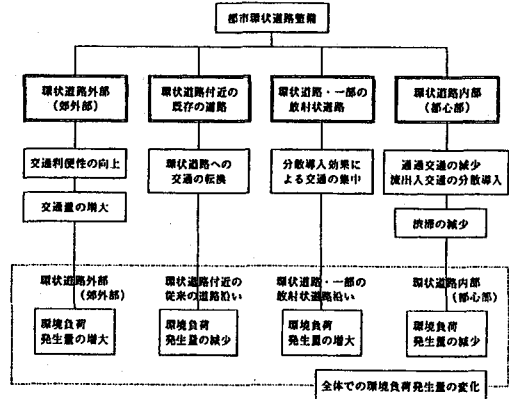


図1 都市環状道路整備が環境に与える影響

2.2 従来の関連研究と本分析の特徴

本研究では、以上に述べたような、道路網整備による都市圏全体の環境への影響を定量的に予測するための方法を提案している。その際に問題となるのが、データの制約である。

道路網の交通量配分モデルや大気汚染の拡散シミュレーションモデルなどについては、各々数多くの個別モデルについての研究が蓄積され、道路整備の際の交通需要予測や環境影響評価の実用に供されている。一般に道路整備における環境影響評価では、予測地点が少なく、またその地点のデータが詳細に調査されるため、非常に精緻なモデル化が可能である。しかし本研究のように、都市圏全体での大気環境の変化を予測する場合には、各道路区間のデータを詳しく知ることができないため、モデル化には困難を伴う。

そのため、道路整備が大気環境に及ぼす影響を総合的に分析するシステムの研究は従来あまり多くなく、以下のようなものが存在するのみである。森地・兵藤・岡本¹⁾は、東京湾横断道路が開通した場合の房総半島の道路網の各道路区間における自動車からのNO_x排出量の変化を求めている。黒川²⁾は、首都圏の道路および鉄道網の整備や業務の再配置によってもたらされる交通量変化とそれに伴う環境負荷変化を、単位面積あたりNO_x排出量で表現するモデルを提案している。ただしこれらの研究では、道路交通状況の変化を考慮した環境負荷発生量変化のモデル化は行われていない。また、NO_xは沿道への被害が問題となる物質であるため、排出量でなく沿道濃度まで求めて評価するのが妥当である。

一方、西岡・森口³⁾は、モーダル・シフトや道路網整備が幹線道路交通量に及ぼす変化からNO_xの排出総量、単位面積あたり排出量、および曝露被害人口を求めており、これらの交通整備による環境変化を予測し影響を評価するシステムの先駆的な総合的研究である。しかし課題として、サブシステム群の予測精度のバランスと向上が挙げられており、またそれらのサブシステムの詳細や具体的な問題点は明らかにされていない。

そこで本研究では、交通量の増減、速度低下の影響など、自動車交通による環境負荷発生メカニズムのモデル化を行いつつ、その問題点について明らかにし、環境変化予測システムの構築における課題も提起し

ている。

本モデルシステムの第1の特徴は、各道路区間の車種別交通量および平均走行速度を交通需要予測モデルによって求め、それを与えている点である。そのため、各種政策代替案の評価を行うために構築された様々な交通需要予測手法による予測結果に対応することができ、モデルの適用可能性が非常に高い。

第2の特徴は、各道路区間の交通量、平均走行速度、沿道 NO_2 濃度を、ネットワーク全体についてCGを用いて可視的に表現することができる点である。これによって、環境変化の視覚的な分析が可能になるとともに、交通量増加によって何らかの沿道環境対策を施す必要がある道路区間を見つけることが容易になる。

第3に、都市圏全体の環境負荷発生総量を NO_x 排出総量として算出できることが挙げられる。したがって、道路網整備による、広域環境に対する負荷の変化の程度についても、同時に知ることができる。

第4に、道路の新設・改良、高速道路料金の設定、大型車・ディーゼル規制などの各種交通政策に対応して、各道路区間の交通量、平均走行速度、沿道 NO_2 濃度、そして都市圏全体の NO_x 排出総量がどのように変化するかを総合的に分析できる。

このように、本分析システムは、各サブモデルについては多くの既存の研究成果を用いているが、西岡・森口モデルと同様に、それを政策分析システムとして統合的に構成している点に特徴があり、更に著者らが従来より開発してきた、都市環状道路整備に伴う立地や帰着便益の分析モデル⁴⁾と連動させて、一層総合的な効果分析システムへと発展させることがもくろまれているものである。これについては、今後稿を改めて発表する予定である。

3. 分析システム

3.1 分析システムの全体構成

本分析システムの全体構成は図2に示されるとおりであって、以下のような手順からなる。

- 1) 交通需要予測モデルを用いて、各道路区間の車種別交通量と平均走行速度を予測する。
- 2) 各道路区間の平均走行速度を用いて、各道路区間の NO_x 排出原単位（走行台キロあたり排出量）を求める。
- 3) 各道路区間の車種別交通量に排出原単位を乗じて、単位時間、道路延長あたり NO_x 排出量を求める。
- 4) これに汚染物質の拡散の仕方を記述する拡散式を適用して沿道 NO_x 濃度を予測する。
- 5) 更に、 NO_x のうちどれだけが NO_2 の形をとるかを求める。

3.2 サブモデル

(1) 交通需要予測モデル

リンクkについて

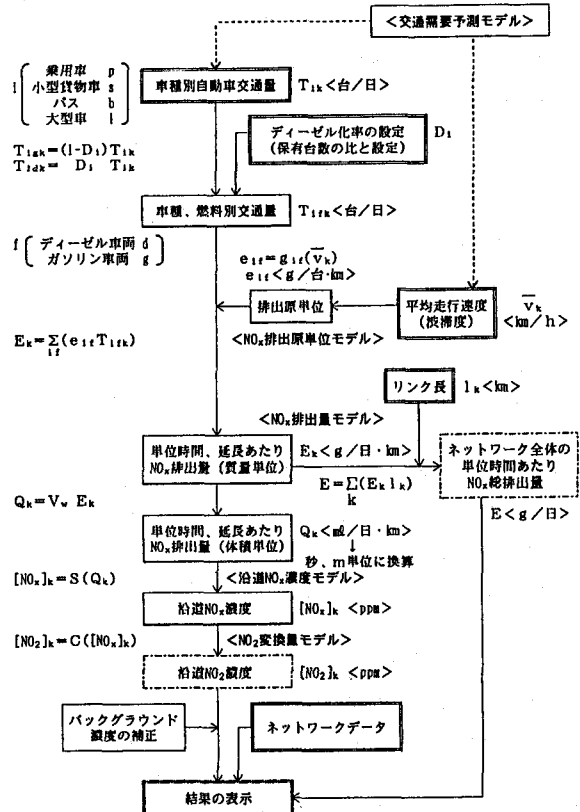


図2 予測手順のフローチャート

交通需要予測モデルには、出力として各道路区間の車種別交通量と平均走行速度が与えられるものであれば、従来開発されてきたものをそのまま用いることができる。本研究においては、まず将来の社会経済フレーム（人口、従業者数など）を予測し、それに基づいて将来OD交通量を予測し、それを各代替案についてネットワークに配分する方法をとった。配分法には10回分割配分法を採用した。また有料道路については料金をあらかじめ設定し、転換率曲線を用いて一般道路との転換比率を求めた。車種は、乗用車・小型貨物車・バス・大型車の4種類とした。

(2) NO_x排出原単位モデル

NO_x排出原単位は、エンジン内の燃焼温度や空気-燃料比に依存する。そしてこれらは、車両の状態（車種、燃料、車齢など）や交通状況（走行モードなど）といった要素によって変化する。実際の道路においてこれらをすべて予測、考慮するのは不可能なため、できるかぎり実際の状況を反映させつつ簡略なモデル化を行う必要がある。

まず車種については、交通量は予測できるものの、車種別の排出原単位が得られなかったため、車種間の差を考慮することができなかった。実際の予測計算の段階では、車種・燃料別排出原単位を個別に与える形をとっているため、車種別原単位が得られればモデルの改良は容易である。

燃料については、ガソリン車とディーゼル車とでは排出原単位が大きく異なるため、各道路区間において実際に走行しているディーゼル車の割合を知る必要がある。しかし、実際にそれを知るのは不可能なため、1987年度の日本全国における各車種のディーゼル化率（保有台数ベース）で代用している。

車齢も排出原単位には大きく影響を及ぼすが、車種および燃料で挙げた問題点がいずれも当てはまり、モデル化が困難なため、本研究では考慮していない。

走行モードはエンジン内の燃焼状態と密接に関連する。NO_xは燃焼温度が高いほど多く発生する特性を持つため、例えば加速時のようにエンジンが高回転になると、発生量が多くなる。渋滞や信号交差点が多い道路では加減速が必然的に多くなるため、加速モードの割合が多くなり、NO_x排出原単位が増大する。このように、排出原単位を決定する上では交通状況を考慮することが必要である。その方法として、交通量予測と同時に、各道路区間の走行モードの状況を予測し、

排出原単位もモード別のものを用いることが考えられる。しかし実際には、各道路区間における走行モードの予測は困難なため、本研究では代わりに、交通状況を表す簡便な指標として、（停止時間も含めた）平均走行速度を採用している。平均走行速度の関数としての排出原単位は、実験で走行モードを仮定して測定される値であるため、モード別排出原単位に比べて精度は劣る。しかし分割配分法によって、平均走行速度は交通量と同時に予測可能であり、また渋滞になるとその値が低下するため、交通状況を比較的反映した指標であると言える。

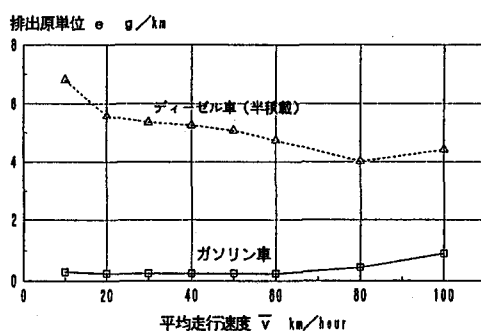


図3 予測に用いた排出原単位曲線⁵⁾

排出原単位曲線は、通常中速度域で排出量が最小となり、低速度域と高速度域で増大する形となる。予測に用いた曲線を図3に示す⁵⁾。このデータは、実際の走行モードでの実験によって得られた値である。

(3) NO_x排出量モデル

各道路区間の単位時間、道路延長あたりNO_x排出量は、単位時間あたり車種・燃料別交通量に排出原単位を乗じて車種・燃料別排出量を求め、この総和をとることによって求める。式で表すと、次のようになる。

$$E_k = \sum_i \left\{ \frac{e_d}{1000} \cdot \frac{T_{ik} D_i}{86400} + \frac{e_s}{1000} \cdot \frac{T_{ik} (1 - D_i)}{86400} \right\} \quad (1)$$

ただし、 E_k : 道路区間 k からの単位時間、道路延長あたり NO_x 排出量 $\langle \text{g}/(\text{m} \cdot \text{秒}) \rangle$

e_f : 燃料 f の排出原単位 $\langle \text{g}/(\text{km} \cdot \text{台}) \rangle$

f は d (ディーゼル車)、 g (ガソリン車) の2種

T_{ik} : 道路区間 k における車種 i の1日交通量 $\langle \text{台}/\text{日} \rangle$

i は p (乗用車)、 s (小型貨物車)、 b (バス)、 l (大型車) の4種

D_i : 車種 i のディーゼル化率 (全登録台数に占めるディーゼル車の割合)

本研究では、交通量予測法の関係で、単位時間あたり交通量として1日交通量を単純に1秒間あたり交通量に換算したものをを用いている。したがって最終的に計算される値は、1日の単純平均値である。ここで仮に時間帯別交通量が与えられれば、各時間帯における平均値を求めることが可能である。

(1) 式で求められた排出量は質量単位であるが、後に拡散式を適用するときの単位の関係から、排出量を以下のように体積単位に変換する。

$$Q_k = V_w E_k \quad (2)$$

ただし、 Q_k : 道路区間 k からの単位時間、道路延長あたり NO_x 排出量 $\langle \text{mL}/(\text{m} \cdot \text{秒}) \rangle$

V_w : 体積換算係数 $\langle \text{mL}/\text{g} \rangle$

本研究では、 $523 \text{ mL}/\text{g}$ (NO_x の温度 20°C 、1気圧での値)を用いている。

(参考文献 6) による。)

また、各道路区間の NO_x 排出量に区間延長をかけて、全道路区間について加え合わせることによって、全ネットワークの NO_x 排出総量が計算される。

$$E = \sum_k E_k l_k \quad (3)$$

ただし、 E : 全ネットワークの単位時間あたり NO_x 排出総量 $\langle \text{g}/\text{秒} \rangle$

l_k : 道路区間 k の延長 $\langle \text{m} \rangle$

(4) 沿道 NO_x 濃度モデル

各道路区間の NO_x 排出量から沿道 NO_x 濃度を求めるために、物質の拡散を記述する拡散式を適用する。都市規模で適用される拡散式の代表的なものとして、ブルーム・モデル (煙流モデル) およびパフ・モデル (煙塊モデル) がある。ブルーム・モデルは気体の拡散を煙流として表したモデルであり、パフ・モデルは、ある1地点から発生する気体の拡散を短い時間間隔で区切り、各時間の拡散を煙塊として表現し、これが時間とともに四方に拡散していくと仮定したモデルである。環境影響評価では、無風・弱風時の予測にパフ・モデルを適用し、有風時の予測にはブルーム・モデルを適用するのが一般的である。しかし本研究では予測対象地域が都市圏全体であり、予測地点が非常に多く、各地点における風向・風速データを得ることが困難であるため、パフ・モデルのみを採用する。したがって予測値は無風・弱風時という条件での値となり、年平均値との間には厳密には差が生じる。

無風・弱風時を仮定したパフモデルの式を実用に適した形に解いたものは、以下のようになる。

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{(2\pi)^{2/3} a^2 \gamma} \left\{ \frac{1 - \exp(-l/t_o^2)}{2l} + \frac{1 - \exp(-m/t_o^2)}{2m} \right\} \quad (4)$$

$$\text{ここで、} \quad l = \frac{1}{2} \left\{ \frac{x^2 + y^2}{\alpha^2} + \frac{(z-H)^2}{\gamma^2} \right\}$$

$$m = \frac{1}{2} \left\{ \frac{x^2 + y^2}{\alpha^2} + \frac{(z+H)^2}{\gamma^2} \right\}$$

ただし、 $C(x, y, z)$: 地点 (x, y, z) における濃度 $\langle \text{ml} / \text{ml} \rangle$

x は道路の縦断方向の座標 (発生源を原点とする) $\langle \text{m} \rangle$

y は道路の横断方向の座標 (道路中央部を原点とする) $\langle \text{m} \rangle$

z は道路の鉛直方向の座標 (地上を原点とする) $\langle \text{m} \rangle$

Q : 点煙源の排出量 $\langle \text{ml} / \text{秒} \rangle$

H : 排出源の高さ $\langle \text{m} \rangle$

α : 水平方向拡散幅に関する係数, $\alpha = 0.3$

γ : 垂直方向拡散幅に関する係数, $\gamma = 0.15$

t : 初期拡散幅に相当する時間 $\langle \text{秒} \rangle$

すなわち $t_0 = W / 2\alpha$, $W = (\text{車道幅員} \langle \text{m} \rangle) = (\text{車線数}) \times 3$

本研究では、濃度の予測点は道路端から横断方向に1m離れた地点で、高さは人間の頭の位置を想定し、地上から1.5mと設定している。道路高さは、平地、高架、地下および半地下、盛土の4種に分類する。高架道路の高さは20mとし、盛土の高さは7mとする。地下および半地下の場合は、道路から直接地上に拡散しないため、濃度の計算からは除外している。

(4) 式は点発生源の場合の式であり、道路からの拡散に適用する場合にはこれを線発生源に対応できるように拡張しなければならない。その方法としては、線方向に積分する方法と、点発生源の集合とみなしてそれぞれを重ね合わせる方法がある⁶⁾が、本研究では簡便な後者の方法を採用している。

(5) NO₂変換量モデル

NO_xとはNOとNO₂の総称であるが、燃焼過程で発生するNO_xのうちのほとんどは、人体に比較的害の少ないNOである。ところが、このうちの一部が空気中でオキシダントによって酸化され、有害なNO₂に変化する。そのため日本の大気環境基準も、NO_xではなくNO₂濃度の値で規定されており、本モデルにおいて予測される沿道濃度も、NO₂濃度として算出されるべきである。そこで、環境庁の測定データから決定された式⁶⁾を使用し、(4)式で求めたNO_x濃度のNO₂濃度への変換量を計算した。これは次式で表される。

$$[\text{NO}_2] = 0.0871[\text{NO}_x]^{0.702} \quad (5)$$

ただし、 $[\text{NO}_2]$: NO₂濃度 $\langle \text{ppm} (10^{-6} \text{ml} / \text{ml}) \rangle$

$[\text{NO}_x]$: NO_x濃度 $\langle \text{ppm} \rangle$

実際のNO₂濃度を求めるためには、本モデルで予測された濃度に、もともとその地点に存在した分の濃度(バックグラウンド濃度)を加える必要がある。都市においては、バックグラウンド濃度の大部分は自動車起源であると考えられる。すなわち、交通量の多い地点や道路密度の高い地点では、バックグラウンド濃度は高くなる。また、その地点の気候や地形の条件によっても影響を受ける。このため、都市圏の各地点のバックグラウンド濃度を予測することは困難になる。そこで、仮のバックグラウンド濃度として1991年の名古屋市のNO₂濃度の全測定地点における年平均値(0.030ppm)を設定し、後に補正を行うこととした。この場合、都心部や沿道などバックグラウンド濃度が都市圏平均より高い地域では低目の予測値となり、交通量が比較的少なくバックグラウンド濃度も低い地域では高目になることが考えられる。予測値の検討および補正

は3.3において行っている。

(6) 出力表示システム

以上で得られた、道路区間ごとの自動車交通量、平均走行速度、および沿道 NO_2 濃度は、数値として出力することができ、それらを地域別、車線別に集計したり、ヒストグラムにすることが可能である。また、特に変化が大きい地域や道路区間を見つけたり、変化を定性的に理解するためには、ネットワークの地図に表示した方が分析に便利である。そこで、ネットワークの座標データを別に与え、ワークステーション上で各道路区間について段階カラー表示することもできる。その出力例を図4に示す。

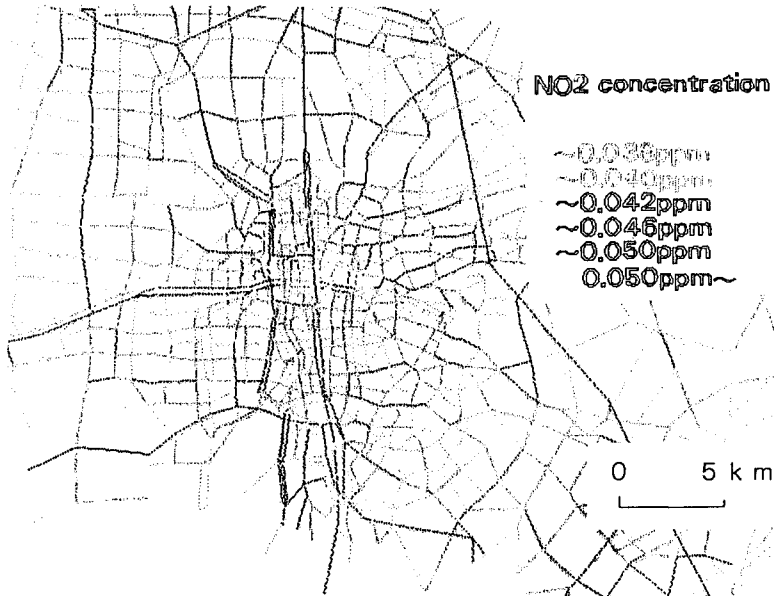


図4 CGを用いた出力例（原図はカラー）

(7) 入力・出力データのまとめ

以上で述べた予測手法の入力・出力データをまとめると、次のようになる。

<入力データ>

- ・車種別OD交通量
- ・ネットワークデータ
(各ノードの座標、各道路区間の延長・形状、交通量-速度曲線)
- ・各車種のディーゼル化率
- ・有料道路における通行料金

<出力データ>

- ・各道路区間の1日交通量
- ・各道路区間の日平均走行速度
- ・各道路区間の沿道 NO_2 濃度（無風・弱風時）
- ・対象地域全体の1日あたり NO_x 排出総量

3.3 予測手法の妥当性の検討と予測値の補正

以上に示した予測手法の精度は、各段階に設定した仮定が適当なものか否かによって影響を受ける。各段

階のうち、交通需要予測モデルについては、建設省の第2回中京都市圏物資流動調査（1985年実施）のデータ、およびノード数 1360、リンク数 2351 の名古屋圏道路ネットワークを用いて推定を行い、その現況再現性が確認されている。

そこで、交通量から沿道 NO_2 濃度を予測するまでの段階の妥当性を検討する。誤差が起こり得る要因を以下に整理する。

< NO_x 排出原単位モデル>

- 1) 排出原単位を平均走行速度の関数として表していること
- 2) 車種別原単位を与えていないこと

<沿道 NO_x 濃度モデル>

- 3) 弱風、無風時を仮定したパフモデルを使用していること
- 4) バックグラウンド濃度の設定

このうち1)～3)については、これらによって予測値が高目になるか低目になるかは分からない。しかし4)については、3. 2 (5) でも述べたように、都心部や沿道では低目に、交通量が比較的小さい地域では高目になると予想される。また4)による誤差は、他より相対的に大きいと考えられる。

検討法としては、名古屋市内の NO_2 濃度測定地点において実測された年平均濃度⁷⁾と、その近傍で観測された24時間交通量と平均走行速度⁸⁾から3. 2のサブモデルを用いて予測した値との比較を行う。データはいずれも1985年のものを用いている。ただしこの方法は、1) 年平均濃度（実測値）と無風・弱風時濃度（予測値）を比較している、2) 予測値は道路端から1mの距離であるが、濃度測定地点は道路端から8～300m離れており、地形の影響や建物による遮蔽効果がある、ことに留意する必要がある。濃度測定地点は全部で27箇所あるが、その近傍で交通量が調査されていない地点もあり、比較可能な地点は16箇所であった。

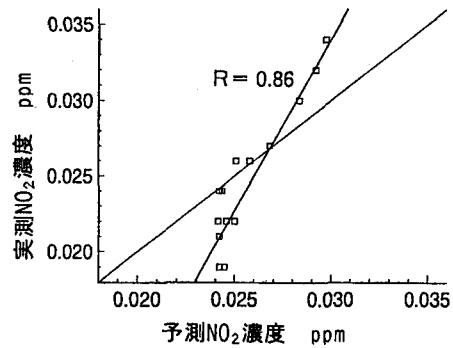


図5 予測 NO_2 濃度と実測 NO_2 濃度の相関

比較した結果を図5に示す。これによると、実測値と予測値との間には強い相関関係があることが分かる。また、実測値の低い地点においては予測値が高目に、高い地点においては逆に低目になっており、上記の4)に起因する誤差が大きく、予測値を補正する必要があることを示している。そこで、図5の1985年の実測値と予測値との関係を直線回帰式とし、これを用いて3. 2で得られている NO_2 濃度予測値を補正した。

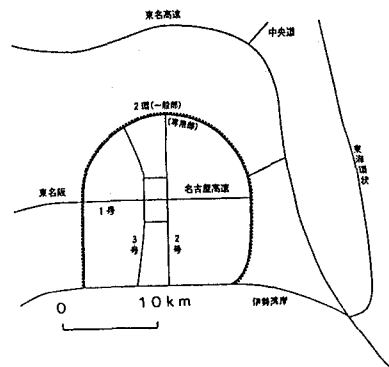


図6 名古屋市周辺の高速道路網概念図

4. 名古屋環状2号線整備の環境に及ぼす効果分析

4. 1 名古屋環状2号線の概要

本研究では、都市環状道路の例として、現在名古屋市周辺で整備が進められている名古屋環状2号線（2環）を取り上げる。2環は、名古屋市外縁部を取り囲む形になっており、

東西約15km、南北約20km、総延長約66kmである。1957年に都市計画決定され、現在一部の供用が始まっている。陸上部分は専用道路4車線、一般道路4車線、側道2車線で構成される。南部の海上部分は伊勢湾岸道路（愛知県豊田市・三重県四日市市間）と共用で、専用道路6車線である。

名古屋周辺の高速道路網（計画を含む）の概念図を図6に示す。

4.2 予測ケースの設定及びシミュレーションの前提条件

本研究では、以下の4ケースを設定して、それぞれ各道路区間の1日交通量、日平均走行速度、 NO_x 排出総量及び沿道 NO_2 濃度を求める。

- ケース1：2環、伊勢湾岸道路ともに整備されなかった場合
- ケース2：伊勢湾岸道路のみ整備された場合
- ケース3：伊勢湾岸道路、2環一般道路部が整備された場合
- ケース4：伊勢湾岸道路、2環一般道路・専用道路部ともに整備された場合

本シミュレーションは、以下の前提条件のもとに行う。

1. 車種別交通量と区間平均走行速度は、第2回中京都市圏物資流動調査から予測された2010年における自動車OD交通量を、各ケースについてネットワークに配分した結果を用いる。
2. 自動車OD交通量は各ケースとも同じであるとし、ネットワーク整備に伴う立地条件変化や開発交通、誘発交通の発生はないものとする。
3. 求められる交通量は1日交通量、速度は道路区間ごとの日平均走行速度、汚染濃度は道路区間ごとの沿道 NO_2 濃度（無風・弱風時）である。

4.3 予測結果とその評価

3に述べた手順に従って、各ケースについて1日交通量、日平均走行速度、1日あたり NO_x 排出総量および沿道 NO_2 濃度を予測する。

図7に示す日平均走行速度分布を見ると、2環整備に伴う交通流の円滑化によって、例えばケース1に比べてケース4では平均走行速度が16%程度上昇していることが分かる。次に図8に示す全区間日平均走行速度と NO_x 排出総量の相関図を見ると、この平均速度の向上により排出原単位が低下するため、ケース1に比べてケース4では NO_x 排出総量も5%程度減少することが分かる。これに伴い、図9に示すように NO_2 濃度も低濃度の路線が増加、高濃度の路線が減少し、全体的に沿道大気環境が向上していることが分かる。

図10は、ケース1と4について、車線数別での平均走行速度および沿道 NO_2 濃度を示したものである。平均走行速度は特に2～6車線の路線で大きく上昇している。この原因としては、2車線道路については2環整備によって交通量が都市高速道路や幹線道路に転換したこと、4～6車線道路については、高速走行が可能な2環および都市高

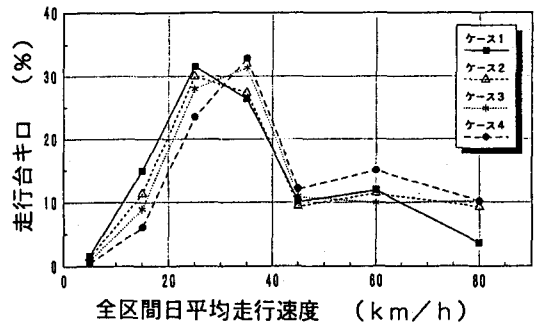


図7 日平均走行速度分布

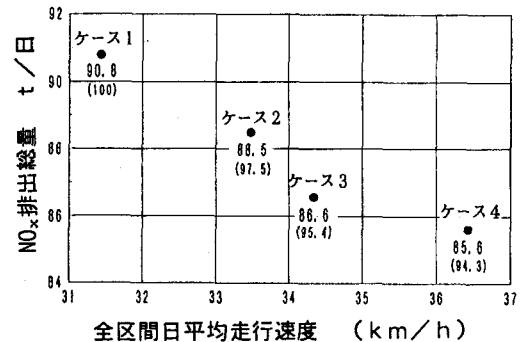


図8 全区間日平均走行速度と NO_x 総排出量の相関
(括弧内はケース1を100とした時の値)

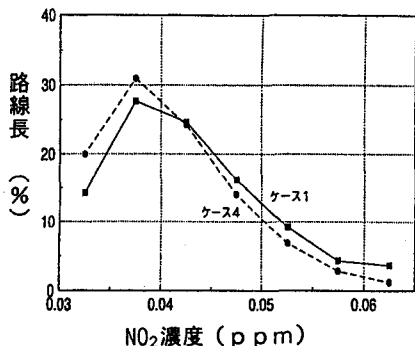


図9 沿道NO₂濃度分布

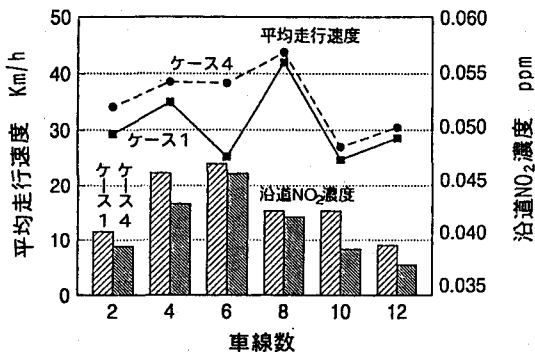


図10 車線別沿道NO₂濃度分布

速道路がケース4で追加されたことが考えられる。また沿道NO₂濃度も、車線数が少ない道路を中心に減少している。

次に、都心部と郊外部で平均走行速度および沿道NO₂濃度の改善の違いがあるかどうかを見るために、都心部（図11のエリアa）と2環付近の地域の一部（図11のエリアb）とでの比較を行った結果を表1に示す。まず平均走行速度については、a、bとも上昇し、特にbでは大きく上昇している。この原因としては、郊外部では幹線道路整備が従来遅れていたため、2環整備によって通過交通が2環に集中したことが挙げられる。結果として既存の道路では交通量の減少と平均走行速度の向上がともに生じ、分散導入の効果が顕著に現れている。一方、沿道NO₂濃度はa、bともほぼ同程度減少し、都心部、郊外部ともに環境改善効果が現れていることが分かる。

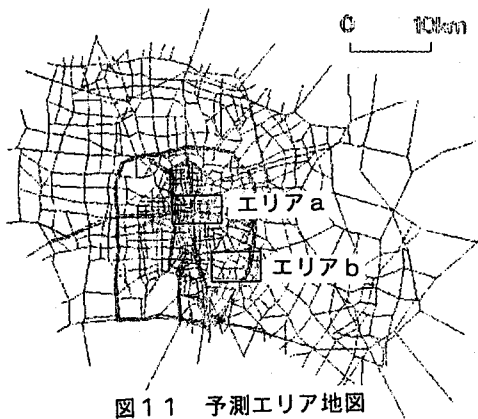


図11 予測エリア地図

表1 エリア別平均値予測結果

エリア	a	b
ケース1	0.044 ppm (31.5 km/h)	0.041 ppm (21.1 km/h)
ケース4	0.042 ppm (33.9 km/h)	0.039 ppm (28.6 km/h)

5. 結論

本研究では、都市環状道路整備による自動車交通量の変化が、都市圏全体の任意の道路区間の沿道大気環境にどのような影響を与えるかを、沿道NO₂濃度を指標として予測する方法を開発した。それとともに、モデル化に対するデータ制約の問題点を明らかにしつつ、その対処の方法を提案した。

また、名古屋市周辺の都市環状道路を例としてケーススタディを行った結果、各設定ケースについて、交通量と平均走行速度が道路区間ごとに変化し、これに対応する形で沿道NO₂濃度の変化していく様子が示された。特に、都市環状道路整備による分散導入効果によって平均走行速度が上昇し、環状道路付近の既存道路を中心として都市圏内の沿道環境を改善し、更に都市圏全体の自動車交通から発生する環境負荷総量の削減をもたらすことが明らかにできた。

このシステムでは、ネットワーク上での表示を行うことによって、環状道路や一部の都市高速道路といっ

た、沿道大気環境負荷の集中が予測される道路も明らかにできるため、それらの道路に対し、道路構造への配慮（地下方式のように汚染が拡散しない構造や、半地下+換気装置のように沿道への拡散を抑える構造を取り入れること）や、沿道土地利用の余裕をとるなどといった対策のために、事前にどこに集中的な投資を行うべきかなどの検討が可能になる。

本研究では、政策として都市環状道路整備を取り上げたが、本分析システムを用いれば、バイパスや都市高速道路の整備といった道路に対する施策、大型車乗り入れ規制、高速道路の料金設定といった交通運用に係わる施策、ディーゼル車抑制や排出技術改善といった発生源に対する施策、および業務機能等の郊外移転による交通パターンの変化など、各種要因による環境負荷の変化についても評価が可能である。こうした分析への適用を行うことにより、分析システムの有効性が一層明らかにされと考えられる。また、本分析システムは、NO₂以外の各種の大気汚染物質についての分析にも、排出原単位モデルを与えることにより、同様に用いることができる。

謝辞

本研究を行うにあたり、文部省科学研究費 重点領域研究「人間-環境系」（N3、代表：中村英夫・東大教授）から助成を得た。東京工業大学土木工学科の土井健司講師には、研究遂行上幾つかの貴重なコメントをいただいた。また、建設省中部地方建設局愛知国道工事事務所の渡口潔・前所長、および㈱日建設名古屋事務所の伊豆原浩二氏に、データ提供並びに交通需要推計において協力を得た。以上をここに記し、深く謝意を表するものである。

参考文献

- 1) 森地茂・兵藤哲朗・岡本直久：観光地の道路ネットワークに係わる環境影響分析，「人間環境系」研究報告集 G056-N30B，pp.64-65，1992.1.
- 2) 黒川洸：広域交通幹線整備と多極分散型都市構造政策が広域都市圏の交通環境に及ぼす影響，「人間環境系」研究報告集 G071-N30B，pp.53-54，1993.1.
- 3) 西岡秀三・森口祐一：広域交通基盤の環境評価支援システムの開発とその利用，「人間環境系」研究報告集 G071-N30B，pp.55-56，1993.1.
- 4) 林良嗣・河上省吾・土井健司：都市外郭環状道路の整備効果の帰着に関する分析，土木計画学研究・講演集 No.12，1989.12.
- 5) 足立義雄・森寛昭・藤城泰之・田原嘉和・吉川良行：道路走行時における排出ガス量に関する研究，建設省土木研究所報告，1984.11.
- 6) 名古屋市公害対策局：自動車公害ハンドブック，1990.3.
- 7) 名古屋市公害対策局：公害の現況，1985,1991.
- 8) 建設省中部地方建設局：昭和60年度道路交通センサス報告書，1986.3.
- 9) 建設省中部地方建設局：名古屋環状2号線，1992.
- 10) 土木学会：新体系土木工学 別巻 環境アセスメント，技報堂出版，1982.
- 11) 環境庁：平成4年版 環境白書，大蔵省印刷局，1992.5.