

道路網計画のための沿道環境評価支援システム

AN ENVIRONMENTAL EVALUATING SYSTEM FOR ROAD NETWORK PLANNING

森 津 秀 夫*、北 山 静 夫**

By Hideo MORITSU and Shizuo KITAYAMA

In this paper, an environmental evaluating system for road network planning is presented. This system is aimed to support the environmental evaluating works of roadsides.

This system is constructed by the three main subsystems. By the first subsystem, levels of noise and densities of NO₂ are estimated, and environmental indices are calculated. The second subsystems is used to evaluate each roadside, and to retrieve the specific roadsides. The third subsystem is used to evaluate the sets of roadsides.

This system has many functions of data processing and display. Therefore, by the casestudies and the trial uses, the usefulness of this system is confirmed.

1. はじめに

幹線道路の沿道の環境は、現在もお問題を抱える地域が多く存在する。それらの地域の環境を改善することは大きな課題である。また一方では交通需要は増え続け、それに対応するための新たな道路も次々と計画されている。これらの地域での環境の保全にも注意を要する状況である。

道路網の計画においては、予測される交通需要をさばくために必要な道路が計画され、建設されるのが一般的である。この場合に、計画される道路の沿道地域の環境が計画交通量のもとでどうなるかについては、もちろん検討される。しかし、その道路の建設がより広い地域の沿道の環境全体にどのような影

*正会員 工博 神戸大学講師 工学部土木工学科

(〒657 神戸市灘区六甲台町 1-1)

** 農修 神戸市環境局公害対策部

(〒650 神戸市中央区加納町 6-5-1)

響を与えるのかが十分に検討されることは少ないであろう。

道路はひとつの区間や路線だけで機能するものでなく、道路網を構成して初めて役立つものである。ある道路の建設により、地域の交通の状況が大きく変わることも有り得る。したがって、道路の計画に際しても、単に該当道路区間の沿道環境だけを検討するのでなく、地域全体の沿道環境の評価を行うことが必要である。さらに、沿道環境の保全を図るという視点からすれば、道路の計画は環境問題の改善につながるものでなければならない。すなわち、地域全体の沿道環境の向上を図るために適切な道路を配置した道路網計画を立案することが望ましい。そしてそのためには、道路網の計画の実施による地域全体における沿道環境の変化を予測し、様々な角度から計画案の検討や評価ができるようにしなければならない。

道路網を構成するすべての道路区間の沿道の騒音

やNO₂などを予測し、評価を行うのは容易な作業ではない。そこで、コンピュータを用いた支援システムを用いることが有効であると考えられる。よって、ここでは道路網の計画が与えられたとき、そこで使われる道路交通量の予測値を前提として対象地域全体の沿道環境の評価を行い、対策を検討する作業を支援するシステムを開発する。

最初に道路網計画における沿道環境の評価について述べ、そのような作業に必要な機能を有する沿道環境評価支援システムを作成する。そして、このシステムで用いる環境指標の予測手法について述べ、支援システムの適用例を示す。

2. 道路網計画における沿道環境の評価

幹線道路の計画が作られるとき、その道路の完成によりどれだけの自動車交通の利用が見込まれるのは必ず予測される。そして、その道路の沿道環境に及ぼす影響も検討されるであろう。周辺道路の交通量も予測されるであろうが、地域全体を対象に環境への影響を調べることまでは十分には行われないであろう。道路の建設の効果を評価するのにその道路だけを考えたのでは不十分であるように、環境への影響の評価もまた地域全体の道路網として行うことが必要である。

道路網の最適な計画を立案するための手法や、そのためのシステムに関する研究はこれまでも成されており、道路の評価に環境要因を考慮したものもある¹⁾。このような研究では、道路網の評価に環境面を考慮する必要を認めていることになる。しかし、道路網の計画手法の確立が主たる目的であるため、沿道環境の評価方法については必ずしも深く検討されていない。そのため、実務上で行われているような詳細な、あるいは試行錯誤的な評価方法を反映していないと考えられる。また、このような沿道環境の評価方法は、従来の最適道路網の構成手法には馴染まないと考えられる。

交通公害の対策については、総合的な対策の樹立が要求されている。たとえば、適切な物流体系の実現や土地利用対策など、発生源対策から道路構造対策、沿道対策まで様々な対策が考え得る。選択肢が多いだけに、最適な対策を考えるのは容易でない。このためには、対象となる道路や地域の特性を多

面から検討する必要があるのである。したがって、このような作業を容易にし、総合的な交通公害対策の樹立を可能にするには、それらの対策を実施したときの沿道環境を予測し、評価するためのコンピュータを用いた支援システムの利用が欠かせないと考えられる。

このような点から、交通公害に対する広範な対策を検討し、地域全体の沿道環境の向上を図るには、沿道対策などをも含めた広い意味での道路網計画に対する沿道環境評価支援システムの開発が必要とされていると言える。ここでは、そのようなシステムの利用対象として地方自治体における交通公害の対策の担当者を想定し、道路のネットワークの計画とそれに付随する需要交通量が与えられたときに、沿道環境の評価と対策の検討に使用できる支援システムを作成する。現在は、地方自治体でのこのような作業において、大型コンピュータを日常的に使える状態ではない。そこで、パーソナル・コンピュータで使用可能なシステムとする。

従来、いくつかの地方自治体において、環境情報システムが開発されている²⁾。その多くは、大型のコンピュータを使用するものであり、環境指標を加工して出力するものもある。すなわち、環境行政の場においては環境情報を扱うためのコンピュータを用いたシステムの必要性は広く認められていると言えよう。しかし、ここで対象としているような、道路網計画に対する沿道環境の予測・評価を扱ったものは見られない。

3. 沿道環境評価支援システムの構成

ここでは、道路網の計画を前提とし、沿道環境の状態の予測と評価を行うための支援システムを作成する。まず、沿道環境の評価作業がどのように進められるかを考えなくてはならない。ところが、系統的に地域全体の沿道環境を評価するということは行われていない。そこで、基本的な作業の流れは考えるが、使用する指標には多数のものが使えるようにしておき、柔軟に利用できるシステムにする。

沿道環境の評価作業は、つぎのように大きく分けられる。

- ① 沿道を中心とした評価作業
- ② 環境評価指標を中心とした評価作業

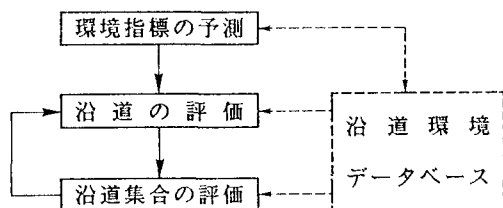


図-1 沿道環境評価作業の流れ

①は個々の沿道に着目し、被害の生じる沿道地域を探し出したり、沿道の環境の状況を綿密に検討するものである。そして、②は評価指標に着目し、その頻度分布や地域的分布を調べたりするものである。その際、①の作業の結果として得られる被害の生じる地域など、予め抽出した沿道の集合単位に評価を行うことになる。

これらの作業を行う前に、各沿道ごとの環境評価指標を求めておかなければならない。そこで、沿道環境評価支援システムの主なサブシステムとして環境指標予測システム、沿道評価システム、沿道集合評価システムを設け、図-1に示す作業の流れを想定する。

このシステムにおいては、沿道あるいは沿道集合の環境評価指標をデータとして持たなければならない。しかし、これらだけでは道路や沿道の特性を把握したり、特定の条件に該当する沿道を検索したりすることができない。そこで、環境評価指標以外にも、つぎのようなデータを保持し、これらを使った検索ができるようにする。すなわち、簡単なデータベースをシステム内に構成する。

- ① 環境評価指標の計算に必要なデータ
- ② 沿道の地域の特性の把握に必要なデータ
- ③ 沿道環境の保全のための対策案の検討の参考になるデータ

データを作成する基本の単位については、つぎのように考えられる。このシステムの利用目的は道路の沿道の環境を評価することである。したがって、道路を延長方向に分割して扱うが、分割した区間は騒音やNO₂の予測計算に際しては、均一の道路条件や交通条件を備えていなければならない。そして、沿道側においても、環境評価指標の計算にあたってひとつの区域として扱えなければならない。

沿道の地域のデータにはメッシュデータや行政区

表-1 沿道環境支援システムの基礎データ

線分データ	沿道データ
路線・リンク・線分コード	町丁目コード
路線性格コード	方位コード
QVランクコード	用途地域コード
起終点ノードコード	土地利用コード
起終点座標	建物用途コード
線分長	住宅構造コード
道路構造コード	遮音壁高
道路敷幅	植樹帯コード
車道部幅	夜間人口密度
車線数	昼間在宅人口密度
路面高	家屋密度
規制速度	容積率
縦断勾配	NO ₂ バックグラウンド濃度
車種別日交通量	臨港地区コード
車種別NO _x 平均排出強度	評価地点距離
気象データ	標準地価
年平均風速	沿道対策項目コード
風向別出現頻度	
無風・弱風割合	

域等のゾーンデータを使用することが考えられる。それぞれに長所、短所があるが、データが完備しており、その更新が確実に行われる体制が整っていることが望ましい。いま、町丁目ゾーンのデータを用いるものとする、道路区間は道路網の計画で交通配分に使用されるリンクを基礎に、直線で近似でき、かつ沿道の両側の町丁目ゾーンに対応できるように分割して最小の単位とする必要がある。ここでは、これを線分と呼ぶことにすると、線分の両側が評価の単位となる沿道になる。

データの詳細な項目は対象とする地域で使用できる資料等に左右される。ここでは、神戸市を対象とすることにすると、システムへの入力となる基礎データは表-1に示すようになる。これらは、環境評価指標の計算に使われたり、多様な検索の対象になったりするものである。

沿道評価システムと沿道集合評価システムがシステム全体における主要部分である。これらでは、対話型の操作でシステムの持つ機能を利用できるようにし、作業の結果も様々な形で表現できるように構成する。たとえば、個々の沿道の騒音レベルの距離減衰の様子を示す表やグラフ、指標の地図表示などである。

4. 沿道の環境指標の予測手法

(1) 沿道の騒音レベルの予測

沿道の騒音レベルの予測には、従来からよく使われている方法を用いる。すなわち、日本音響学会の提案する式に従って計算を行う。ただし、道路構造別距離減衰補正値の計算にあたっては、道路構造が高架および平面の場合には沿道の家並による減衰の補正³⁾を行う。

(2) 沿道のNO₂ 濃度の予測

沿道のNO₂ 濃度については、道路を線煙源とみなし、排出される窒素酸化物の拡散の状態を求める方法が考えられる。すなわち、拡散のシミュレーションを行えばよい。だが、影響は広範囲に及ぶために他の道路における排出も考慮しなければならず、工場等からの排出も考えなければならない。そして、いろいろな気象条件の下でのシミュレーションを繰り返さなければならない。ここでは多数の沿道の予測を行う必要があり、しかもパーソナル・コンピュータを使用するシステムなので計算量が膨大になることは避けなければならない。

システムの対象地域としている神戸市では、自動車、工場、船舶などすべての窒素酸化物(NO_x)の発生源を考慮した拡散シミュレーションが行われており、町丁目別のNO₂ 濃度や路線別・町丁目別のNO₂ 寄与濃度が求められている。そして、これから路線別・町丁目別のNO₂ バックグラウンド濃度が計算されている。これが表-1の基礎データにあげられているものであり、これを使えば予測計算を簡単にできる。ここでは、つぎに示す方法によって沿道ごとにNO₂ 濃度の予測計算を行い、バックグラウンドと合成する。

各々の沿道に対応する道路から排出されるNO_xの拡散は、JEA線源式⁴⁾を簡略化して求める。簡略化の内容は、無限線煙源と仮定することと、放射収支量を0としていることである。これにより、直角風式、平行風式、無風・弱風式はそれぞれ式(1)～(3)のようになる。

$$C = \frac{Q_L A}{(u \sin \theta)^{0.5} x^\alpha} \exp \left(-B \frac{z^p}{x} \right) \quad (1)$$

$$C = \frac{Q_L \times 3.29}{(u \cos \theta)^{0.5} (x^2 + G_2 z^2)^{0.5}} \quad (2)$$

$$C = \frac{0.76 \pi Q_L}{(x^2 + 5.5 z^2)^{0.38}} \quad (3)$$

ここに、C : NO_x 濃度 (ppm)

Q_L : 線煙源排出強度 (Ncc/m・s)

u : 風速 (m/s)

θ : 風と線煙源のなす角

z : 計算点高さ (m)

x : 計算点から線煙源までの距離 (m)

A, B, p, α , G_2 :

地域区分によるパラメータ

無風・弱風時割合、16方位別の風向頻度、および有風時の年平均風速の気象データを使い、式(1)～(3)を適用して沿道のNO_x 濃度を求める。これをNO₂ に変換し、バックグラウンド濃度を加えればNO₂の年平均値となる。さらに、この値から日平均値の年間98%値を推定し、評価に用いるNO₂ 濃度とする。

(3) 環境の評価指標

(1)、(2)で述べた方法により、道路端あるいはそれから一定距離だけ離れた地点の騒音レベルやNO₂ 濃度を予測することができる。道路端のこれらの値は沿道の環境の状態を表す評価指標になり得る。しかし、評価作業にはこれだけでは不十分であるので、地域の特性を考慮した評価指標を設ける。

道路騒音については、沿道の地域に応じて環境基準値と要請基準値が定められている。すなわち、騒音レベルはこれらの値以下であることが目標とされているのである。そこで、これらの値を超過している場合をここでは被害があるものとして扱う。道路端の騒音レベルがこれらの値を超過している量を評価指標のひとつとするのである。

騒音レベルは、一般には道路端から距離とともに減衰する。よって、道路端から環境基準や要請基準を満たす距離までの範囲が道路騒音による被害を被っている区域であり、その面積は被害の大きさを表す評価指標になる。さらに、それに人口密度を乗じれば被害人口を求めることができる。

騒音レベルは朝、昼、夕、夜の時間帯別に求めなければならない。さらに各時間帯の平均交通量とピーク交通量に対して計算されるので、評価指標もこれらを組み合わせた種類だけ定義できる。

NO₂ 濃度についても考え方は騒音レベルの場合と同様である。ただし、環境基準には環境基準下限値である0.04ppmと環境基準上限値である0.06ppm

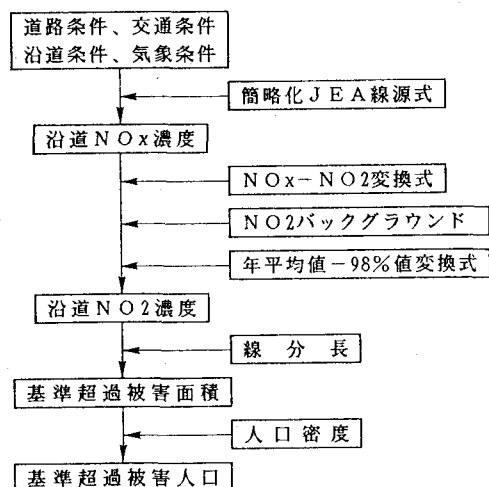
図-2 NO₂関係の環境評価指標の計算手順

表-2 環境評価指標

評価単位	環境評価指標
沿道	道路端騒音レベル
	環境基準超過量
	要請基準超過量
	環境基準超過騒音被害面積
	環境基準超過騒音被害人口
沿道集合	要請基準超過騒音被害面積
	要請基準超過騒音被害人口
	道路端NO ₂ 濃度
	環境基準下限値超過NO ₂ 被害面積
	環境基準下限値超過NO ₂ 被害人口
沿道集合	環境基準上限値超過NO ₂ 被害面積
	環境基準上限値超過NO ₂ 被害人口
	環境基準達成率
	要請基準達成率
	道路端NO ₂ 濃度
沿道集合	環境基準下限値達成率
	道路端NO ₂ 濃度
	環境基準上限値達成率

を用いることになる。NO₂に関する評価指標の計算手順の概略を示すと図-2のようになる。

以上に述べた環境評価指標をまとめると、表-2のようになる。上に述べた指標は沿道ごとに求められ、さあに沿道集合に対しても平均値や合計値等の代表値で定義される。そして沿道集合については、環境基準の達成率などの指標も準備しなければならない。

5. ケーススタディ

ここでは、作成した支援システムの適用例を示す。現在、このシステムで使用できるデータは昭和55年、65年、70年、75年の道路網に関するものである。そ

こで、まず昭和55年のデータを用いて、騒音レベルとNO₂濃度の予測値と実測値との比較を行う。つぎに、各年次のデータを用いて、予定されている道路の計画が実施されたときの環境指標の変化を調べることにする。

道路端の騒音レベルについてこのシステムでの予測値と実測値を比較したのが図-3である。この実測値は当該年度に神戸市が調査したもので、29地点の4つの時間帯の値をすべて使用している。相関係数は0.767で、平均値では予測値の方がやや高くなっている。そして、NO₂濃度の比較の結果が図-4である。この実測値は、昭和54~56年度に大気観

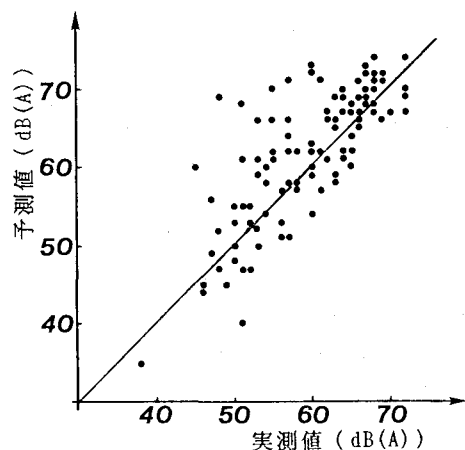
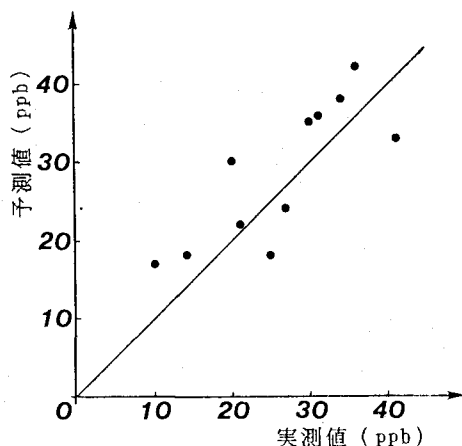


図-3 騒音レベルの実測値と予測値の比較

図-4 NO₂濃度の実測値と予測値の比較

測車を使って観測されたものから求めた四季の平均値である。調査地点は11地点で、予測値の相関係数は0.802である。これも、予測値の方がわずかに高めである。これらの結果から、地域全体を調べることを考慮したシステムとして実用に耐える予測値が得られていると判断される。

国道43号線沿道は、交通公害を被っている地域として有名である。そこで、ここでは東灘区を例にとり、国道43号線沿道を中心とする地域の環境を調べる。現状のデータとして昭和55年、将来の計画として昭和65年、75年の年次の道路網についてシステムで予測される騒音とNO₂の被害を見る。

まず、昭和55年の騒音について、夜間の要請基準を超過する区域の中に住む人口の予測値を見ると、写真-1のようになる。これは、町丁目ゾーンごとに、そこに含まれる沿道の被害人口を合計したものである。これを見れば、とくに国道43号線沿道の町丁目ゾーンにおいて被害人口の多いことがわかる。

この指標を昭和65年、75年について見たのが写真-2、3である。これらの写真を比べれば、国道43号線沿道の騒音に関しては、予定されている道路網計画によって着実に改善されることがわかる。これには、阪神高速道路の大阪湾岸線などの建設により、交通量が削減されることも大きく寄与していると考えられる。

一方、昭和55年と75年の東灘区全体の騒音の環境基準達成率を表したのが写真-4、5である。各時間帯の円グラフの中心部は土地利用区分が住宅地区である沿道だけについて表したものであり、外側は全体の環境基準達成率である。全体的には昭和75年

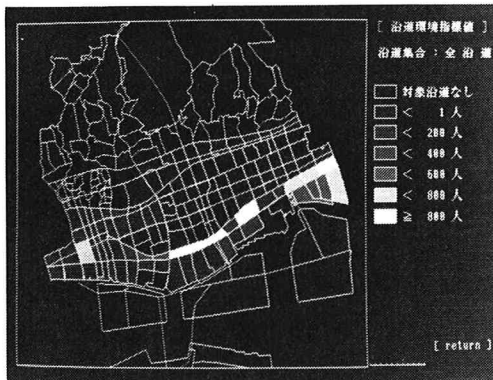


写真-1 昭和55年の夜間騒音被害人口分布図

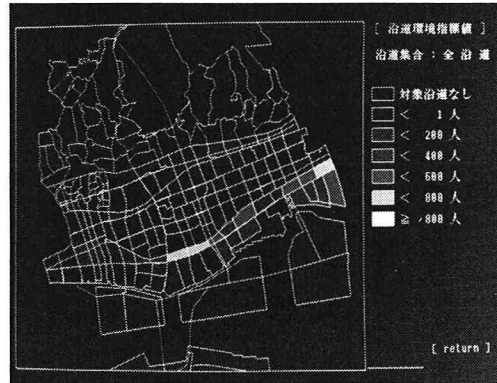


写真-2 昭和65年の夜間騒音被害人口分布図

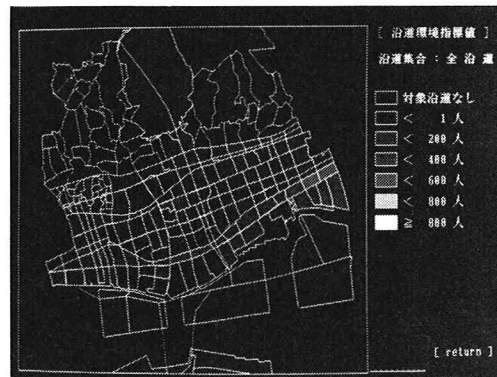
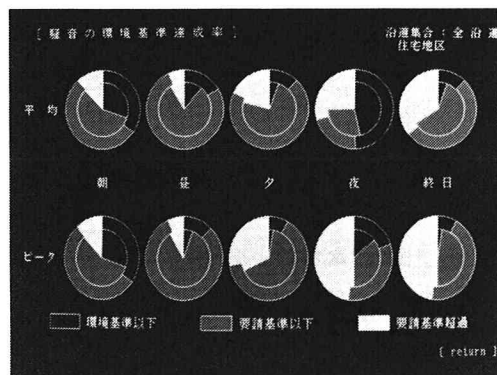


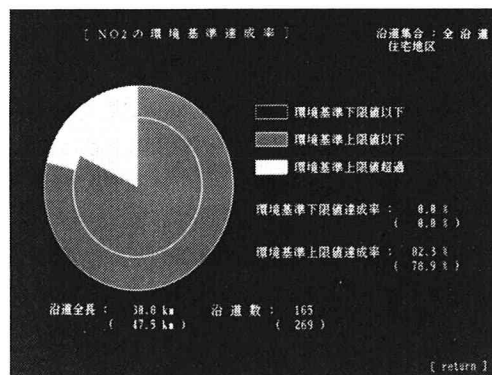
写真-3 昭和75年の夜間騒音被害人口分布図

の騒音の環境基準達成率は昭和55年よりも改善されるという予測であるが、住宅地区では必ずしもそのようになっていない。現在において騒音被害の大きい国道43号線沿道では改善されるが、新たな地域で被害の発生する可能性があることを示している。そのような地域には写真-1～3で表示した部分から外れている埋立地などが該当する。これは、使用している道路網計画のデータでは、新設の道路について最低限の対策をも考慮していないことになっていることが原因であると考えられる。たとえば大阪湾岸線においても、高架道路でありながら、遮音壁の高さは側壁に相当するものもない0mとしていることなどである。したがって、通常行われる対策を施すだけでこの結果は変わるであろうし、その必要があることを表していると考えられる。

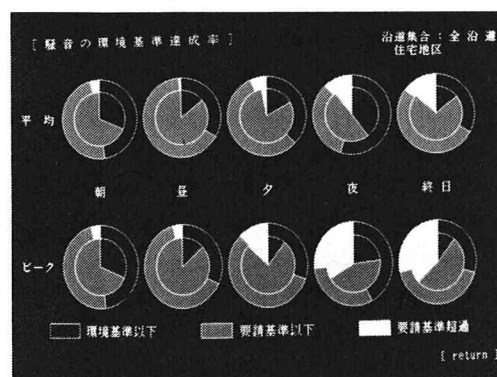
つぎにNO₂に関して見ると、より大きな改善が予想されている。NO₂については環境基準の上限



写真－４ 昭和55年の騒音基準達成率



写真－６ 昭和55年のNO₂環境基準達成率



写真－５ 昭和75年の騒音基準達成率

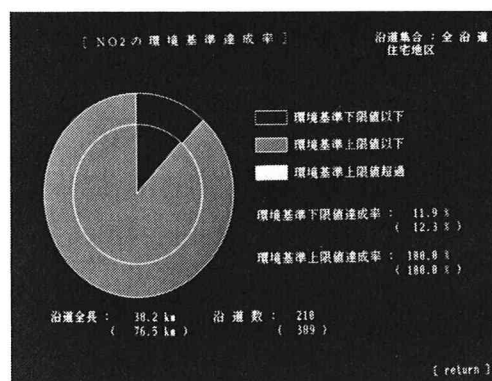


写真－７ 昭和65年のNO₂環境基準達成率

値である 0.06ppmと下限値である 0.04ppmが定められている。その達成率を各年度について表したのが写真－6～8である。昭和55年においては下限値以下の地域はなく、上限値を超過している沿道も存在する。それが昭和75年には上限値を超過する地域はなく、下限値を下回る地域も見られるようになっていく。これにも、新たな路線ができることによる交通の分散が働いていると考えられる。

このように、作成した支援システムを使用することにより、前提とした道路網計画において対象地域の沿道の環境の状態がどのように変化するかを容易に把握することができる。さらにその問題点を発見し、対策の検討に役立たせることも可能である。

ここでの適用例は、作成したシステムのごく一部の機能だけを使ったものである。これ以外にも、実際の現場における試験的な利用を行った。その結果、沿道の騒音レベルやNO₂濃度を予測する機能と、



写真－８ 昭和75年のNO₂環境基準達成率

様々なデータを使用できる検索機能、多様な表示機能を組み合わせたことにより、この支援システムの利用の可能性は極めて大きいことが確認された。

6. おわりに

ここでは、道路網の計画があるとき、それを沿道環境の面から評価・検討するための支援システムの構築について述べた。そして、適用例などによってシステムが実務上、極めて有効であることが明らかになった。すなわち、地方自治体の環境対策の担当者などには便利な道具であると言える。しかし、その反面、利用方法を誤らないようにすることが重要である。

ここで作成した支援システムを用いれば、道路網の計画に対して簡単に沿道環境評価指標を求めることができる。このようなシステムの利用に慣れてしまうと、システムが作られたときの前提条件や内部での処理が忘れられ、ブラックボックスとして扱われてしまう恐れがある。この支援システムは、あくまでも道路網計画と、そこで予測されている需要交通量を前提としたものである。したがって、交通需要の予測の誤差は、このシステムにも引き継がれる。さらに、騒音レベルやNO₂濃度の予測計算においても、様々な仮定がなされている。システムの利用に際しては、これらのことを念頭におくことが必要であり、出力だけがひとり歩きしないように細

心の注意を払わなければならない。

ここでのシステムは道路網計画が作成されていることを前提としているが、出力される情報を考慮して道路網が計画される方が望ましい。そのためには、ここでのシステムでは持っていない、需要交通量の内容の確認や、交通配分、適切な道路網案の提示などの機能を付加することが考えられる。そうすれば、道路網計画の立案のための総合的な支援システムに発展させることができるであろう。

参 考 文 献

- 1) 枝村俊郎・森津秀夫：環境要因を考慮した最適道路網計画について，第3回環境科学合同研究発表会講演要旨集，pp. 80～88，昭和59年11月．
- 2) 原沢英夫・西岡秀三：地域環境評価のための環境情報システムに関する研究，国立公害研究所報告，第109号，1987年．
- 3) 加来治郎・山下充康：騒音の市街地浸透に関する研究，日本音響学会誌，Vol. 35，No. 5，pp. 257～pp. 261，1979年．
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課：窒素酸化物総量規制マニュアル，公害研究対策センター，昭和57年5月．