

道路網の沿道環境評価支援システム

神戸大学工学部 森 津 秀 夫

1. はじめに

道路は区間や路線がそれぞれに独立して存在するのではなく、ネットワークを構成して機能を果たしている。したがって、互いに連結した一体として取り扱うことが必要であり、個々の道路区間や路線を他と切り放しては正当な評価ができない。すなわち道路はネットワーク全体として評価することが必要であると言える。これは環境面においても同様である。ある道路区間の沿道だけを調べ、局所的な対策を検討するやり方には限界がある。一定の広がりのある地域の道路網を対象に、沿道全体について総合的に評価することが必要である。

道路網全体を対象に沿道環境を評価しようとするれば、道路網を構成するすべての道路区間の沿道環境の状態を知らなければならない。このデータを観測によって揃えることは不可能である。将来の計画案を評価することも考えると、予測により求めることが必要である。しかし、こうして求めた騒音レベルや NO_2 濃度の値だけでは環境を評価することはできない。これらの評価は沿道の土地利用の状況等によって異なるからである。すなわち、沿道環境の評価の際には、道路、交通、沿道地域に関するデータを結び付けて検討することが欠かせない。これを手作業的に行なうのは容易でない。したがって、沿道環境指標の予測から評価に至る一連の作業には、コンピュータを用いた支援システムの利用が有効であると考えられる。そこで、ここでは道路網の全域の沿道環境指標を予測し、道路網の多様な評価を可能にするシステムを作成する。

すでに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¹⁾。開発目的や使用方法は様々であるが、環境行政の場においても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いえよう。ここで作成する支援システムのそれらと比較した場合の特徴は、とくに道路網としての沿道環境の評価に的を絞り、パーソナルコンピュータを使用した機動性の高いシステムを目指すことである。

最初に支援システムの対象である沿道環境の評価作業について述べる。つぎに沿道環境評価支援システムの構成とデータ構造について述べ、環境指標の予測と沿道集合の作成、評価のための情報の表示について述べる。そして、沿道環境評価支援システムを用いた道路網の沿道環境評価のケーススタディを示す。

2. 沿道環境の評価作業

ここでは道路網の沿道環境の評価作業を支援するためのシステムを構築する。作成するシステムは道路網の沿道環境の評価自体を研究するのに使用できるとともに、地方自治体における交通公害対策担当者が直接に利用できるものとする。評価対象は道路網であり、最終的には道路網に対する環境面からの評価を下すことになる。すなわち、ネットワークの沿道全域を対象に、沿道環境のマクロな評価を行うことが目的である。この場合においても、道路網に関する沿道環境の評価は各構成要素の評価を積み上げて総合化したものであり、基礎になるのは個別の沿道地域の環境である。したがって、最初にネットワークを構成するすべての道路について沿道環境を予測することが必要である。このとき、道路網上での交通量は前提として与えられるものとする。

沿道の環境を表すものには騒音、排出ガスによる窒素酸化物や一酸化炭素、振動などがある。ここでは、これらの中でも一般的に必要性が高いと考えられる騒音と NO_2 だけを対象とする。これらには地域の状況に合わせて環境基準や要請基準が定められており、基準値以下にすることが求められている。そこで、評価に際しては環境基準値との関係を調べるのがまず必要である。しかし、単に基準値以下であるかどうかだけが問題なのか、基準値の超過量を考慮しなければならないか、あるいは基準値を超過する地域の広がりほど

うかなど評価基準には多数が考えられる。どの指標が評価に最も適切であるかは定まっていないのが現状である。その検討自体が評価作業の主要な部分であり、総合的な指標の作成も行わなければならない。このようなことから、評価に際しては多数の環境指標を準備しておくことが必要である。さらに場合によっては、土地利用や建物の現況などを考慮したケースバイケースによる評価も考えられる。環境指標やその他のデータを用いた多様な評価の可能性があると言えよう。

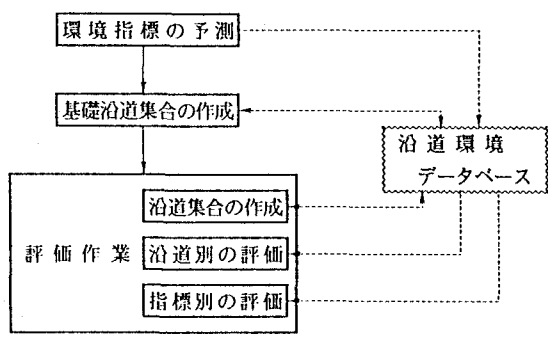


図-1 作業とデータの流れ

道路網における沿道環境の状態を把握することが評価の出発点である。そのためには、それぞれの沿道の環境指標の予測値をもとに、沿道別に環境の評価を行う作業、各指標について頻度分布や地域別分布を調べる作業、特定の沿道の集合について環境指標代表値を調べる作業が考えられる。そして、これらは沿道環境の把握をもとにした総合評価、ネットワークの異なるケース間比較につながり、沿道環境からの道路網の評価を得ることになる。

表-1 沿道環境評価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
Q V 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 度	家 屋 密 度
規 制 速 度	容 積 率
縦 断 勾 配	N O 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 N O _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 時 割 合	

3. 沿道環境評価支援システムの構成

評価作業について述べたように、システムを構成する要素には沿道環境指標の予測、沿道別の評価、指標別の評価、それに特定の条件を満たす沿道集合の作成の作業がある。そこで、これらに対応する環境指標予測、沿道集合作成、沿道別評価、指標別評価のサブシステムを設けることにする。そして、環境指標の予測に要する基礎的データをはじめ、環境指標や評価の参考となるデータを検索しやすい形式で持たなければならない。これを沿道環境データベースとしてまとめると、システムを用いた作業とデータの流れは図-1 のようになる。

支援システムをどのようなコンピュータシステムで実現するかは、計算内容や扱うデータ、要求される機能、利用環境等を考慮して決めなければならない。交通量は予件としているため、対象としているシステムにおける計算の主要部分は環境指標の予測と集計計算であり、それほど計算量ではない。また、沿道環境の評価には道路網や沿道の状況など、地理的データを多く扱うことが特徴である。したがって、情報の把握を容易にするにはグラフィックス表示を使用することが望ましい。これらのことや地方自治体におけるコンピュータの利用環境を考慮すると、パーソナルコンピュータによるシステムとすることが適切であると考えられる。そこで、沿道環境評価支援システムはパーソナルコンピュータを用いたシステムとする。ただし、高解像度のグラフィックスが使用でき、多量のデータを高速に扱えることが必要である。

4. 沿道環境評価支援システムのデータ構造

このシステムで扱うデータは、主として道路に関するものと沿道地域に関するもの、およびその他のものに分けることができる。データの整備に際しては、環境指標の算出を考慮して基本単位を決めなければなら

ない。沿道地域のデータにはメッシュ単位のデータや行政区画のゾーンデータの使用が考えられ、それぞれに長所、短所がある。これらは、データが完備しており更新が確実に行われることが望ましい。いま対象地域を神戸市とすると、町丁目ゾーンのデータがよく整備されている。そこで、このシステムにおいては沿道のデータには町丁目ゾーンのデータを使用する。

道路区間は環境指標の予測計算を行う場合に均一の道路、交通、沿道条件を持つように分割しなければならない。そこで、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がそれぞれ変化しない範囲に分割し、これを道路区間の基本単位の線分とする。そして、線分の両側を評価の基本単位である沿道とし、沿道地域はそれぞれ均質であると仮定して環境指標の計算を行う。道路端から100mの範囲を沿道環境の評価対象とする。

システムに入力しなければならないデータは、環境指標の計算に必要なデータ、地域特性を把握するとき、あるいは環境対策を検討するときを参考となるデータ、情報の表示に用いる町丁目境界をはじめとする地図データなどである。主要な基礎データをまとめたのが表-1 である。これらのデータは大きくは線分データと沿道データに分けられるが、実際には町丁目やリンク、気象ブロックのようにさらに大きな単位で一定のものがある。それらの基礎データの帰属による分類を示したのが図-2 である。

基礎データに求めた環境指標を加えて検索が容易な形になおし、沿道環境データベースを構成する。評価作業の際には、対象地域全域の沿道を一括して扱えるのが理想的である。しかしパーソナルコンピュータの能力とデータ量を考えると、これを効率的には実現できない。そこで、沿道環境データベース自体は全域で一つのものにするが、評価作業の際には区域別あるいは路線別の沿道集合を取り出して使用するものとする。実際には区域別あるいは路線別に評価する必要性が高いため、これでかなりの需要に応えられると考えられる。

このシステムでのデータのアクセス方法は2種類ある。沿道ごとの属性値として調べる場合と指標ごとに調べる場合である。指標ごとに調べる時には検索が容易なようにソートされていることが望ましい。しかし、このどちらにも即座に対応するにはすべてのデータを2重に持つことになり、極めて効率が悪い。したがって、各データの使われ方とその頻度によってシステム稼働時のデータ保持方法を変えることにする。メモリ内に常駐させておくかファイルから必要に応じて読み込むのか、あらかじめソートしておくかどうかで4種類に分ける。ソートした形でメモリ内に持つのは、沿道コードなどである。ソートした形でファイルに置くのは沿道環境指標であり、これだけは沿道別とあわせて2重に格納する。区域や路線の基本沿道集合に属する全沿道、全線分のデータをソートしないでメモリ内に持つのは、線分の座標などである。残りのデータは線分、沿道順のようにしてファイルに置くことにする。道路網に関するファイルの構成はデータの帰属と扱いの分類にあわせ、表-2 のようにする。

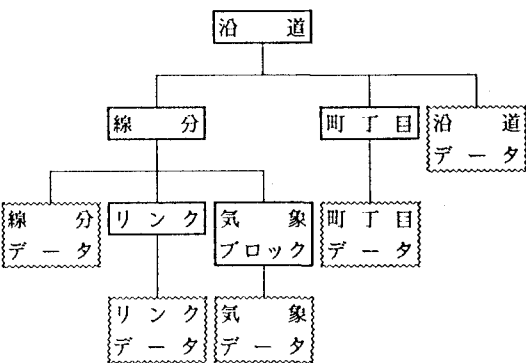


図-2 基礎データの分類

表-2 データファイルの構成

ファイル	ファイル内容
1	データセットのパラメータ
2	リンクデータ
3	メモリ常駐の線分データ
4	その他の線分データ
5	メモリ常駐の沿道データ
6	その他の沿道データ
7	沿道集合データ
8	沿道環境指標
9	沿道集合環境指標
10	階級分類用データ
11	距離別騒音・NO ₂ 値

5. 環境指標の予測と沿道集合の作成

ここでは騒音レベルと NO_2 濃度を沿道環境の評価に使用するため、これらの値を与えられた道路交通量から予測する。システムの性格を考慮すると、予測手法は行政レベルで使用されている実績のあるものであり、しかもパーソナルコンピュータに適用できる計算量ですむものでなければならない。そこで、騒音レベルは日本音響学会の提案する式を基本として予測する。ただし、道路構造別の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²⁾を行うものとする。一方、 NO_2 濃度の予測にはJEA線源式³⁾を応用して沿道の NO_x 濃度を求めて NO_2 に変換し、バックグラウンド濃度を加える方法を用いる。

道路から一定距離の地点の騒音レベルや NO_2 濃度を求めても、それだけでは十分でない。沿道環境を評価するには、沿道の地域特性を考慮しなければならない。たとえば道路騒音に関しては、道路区分と沿道の地域に応じて環境基準値と要請基準（要請限度）値が定められている。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。したがって、基準値を超過する場合、道路騒音による環境上の被害を受けていると見なせる。そこで、道路端の騒音レベルとその基準値超過量、基準値を超過する区域の面積と人口を評価に用いる。騒音の環境基準と要請基準は朝、昼、夕、夜の時間帯別に定められており、これと時間帯内の平均交通量あるいはピーク時間交通量との組み合わせに対して環境指標を定義する。

NO_2 濃度に関しても考え方は同じである。環境基準の下限値と上限値である0.04ppm、0.06ppmに対して環境指標を設ける。これらの環境指標をまとめたのが表-3である。説明したのは沿道に関する環境指標であるが、沿道集合の場合は帰属する沿道の環境指標の平均等の代表値を用いる。またそれ以外にも、環境基準の達成率を加えている。

評価作業においては、環境基準を超過する沿道について詳細に調べたり、沿道環境と土地利用等との関係を調べたりすることが考えられる。このためには基礎データや環境指標に関して与えた条件を満たす沿道を取り出すことができなければならない。そこで、既存の沿道集合と条件を満たす沿道の集合との論理積や論理和をとり、新たな沿道集合を作成するためのサブシステムを設ける。ただし、4.で述べたように、これらの操作は区域ないし路線別の範囲内で行う。そして、それぞれの区域や路線に属するすべての沿道からなる基礎沿道集合は初期作業の段階で作成しておくものとする。また作成した沿道集合に対しては、表-3に示した沿道集合の環境指標の計算を行う。

6. 評価のための情報の表示

評価作業は沿道別の評価と指標別の評価に分けることができる。それぞれの場合にどのような情報を示すことが必要かを検討する。まず沿道別の評価作業の場合、各沿道のすべての属性値を見ることができなくてはならない。すなわち、沿道の基礎データと環境指標、沿道前面に接する線分の基礎データの表示であり、

表-3 環境指標

評価単位	環 境 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
	騒音被害面積（環境基準）
	騒音被害面積（要請基準）
	騒音被害人口（環境基準）
	騒音被害人口（要請基準）
	道路端 NO_2 濃度
	NO_2 被害面積（下限値）
	NO_2 被害面積（上限値）
沿道集合	NO_2 被害人口（下限値）
	NO_2 被害人口（上限値）
	騒音環境基準達成率
	騒音要請基準達成率
	NO_2 環境基準下限値達成率
沿道集合	NO_2 環境基準上限値達成率

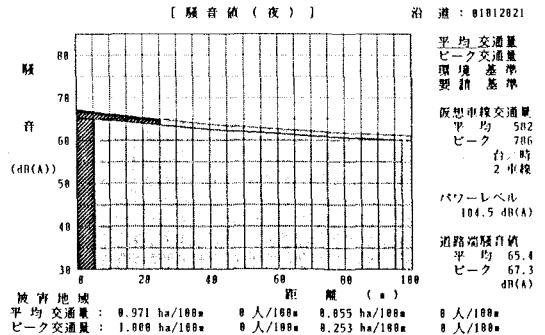
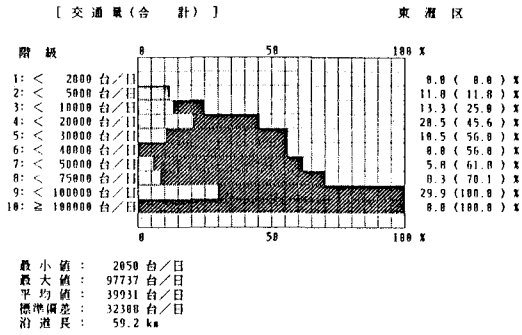


図-3 沿道の騒音レベルの表示



1988年 ケース: 01.00 東 海 区 000

図-4 交通量の頻度分布の表示

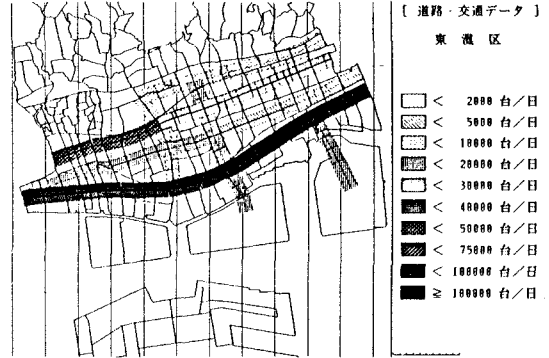


図-5 線分別交通量の表示

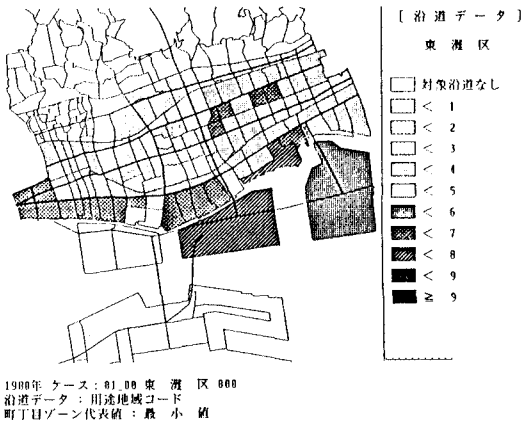


図-6 町丁目の用途地域の表示

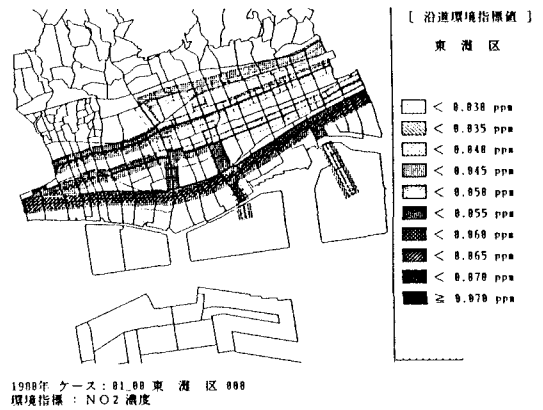


図-7 NO₂濃度のコンターの表示

とくに重要なのは環境指標である。そこで、道路構造や遮音壁の影響などを把握できるように、騒音レベルとNO₂濃度に関しては道路端からの距離による減衰の状態をグラフィックスによって示す(図-3)。

指標別の評価作業では、環境指標あるいは基礎データの分布状況や沿道集合の代表値を調べることができるようにする。頻度分布は図-4のようにヒストグラムで表示し、地域的な分布は地図上に表す。この場合、沿道や線分の値は階級別に色分けしてネットワークに示す(図-5)。また町丁目ゾーンごとに集計して代表値を表す方法も準備し、地域別の分布が分かりやすいようにする(図-6)。騒音レベルとNO₂濃度に関しては道路を中心とした広がり表現するために、それらの等レベルをコンターで示す地図の表示ができるようにする(図-7)。また環境基準の超過範囲も同様の表示で示すことにする。

このように評価に用いることが予想されるデータの表示には、単に数値を示すだけでなく、グラフィックス表示を多用してその把握を容易にしている。これらのグラフィックス画面は支援システムから離れた様々な場面での広い利用が考えられることから、保存して活用できるようにしなければならない。そこで、画面データを圧縮してファイルに納め、再表示やイメージプリンタ等への出力が可能にする。また地図を使った表示では任意の範囲や縮尺を選択できるようにしておく。図-3以降の図はいずれもカラーイメージプリンタに出力した例であり、とくに単色で表現したものである。

表-4 道路網の環境指標

	1980年	2000年
騒音環境基準（夜）		
達成率	36.8%	39.4%
被害面積	4425ha	5444ha
被害人口	208千人	316千人
騒音要請基準（夜）		
達成率	73.6%	86.0%
被害面積	994ha	576ha
被害人口	36千人	18千人
NO₂環境基準下限値（0.04ppm）		
達成率	45.1%	58.1%
被害面積	3809ha	3126ha
被害人口	409千人	358千人
NO₂環境基準上限値（0.06ppm）		
達成率	86.1%	100.0%
被害面積	650ha	0ha
被害人口	70千人	0人

7. 道路網の評価のケーススタディ

ここでは、沿道環境評価支援システムを使った道路網の評価のケーススタディを示す。対象として神戸市における1980年の道路網と2000年に計画されている道路網とを用いる。1980年の道路網には沿道が道路に接する長さである沿道長が784.1kmの沿道地域が含まれており、使用する交通量は実績値を基礎にしたものである。2000年の道路網には沿道長が1107.4kmの沿道地域が含まれ、交通量は計画されている道路が完成したときの予測交通量である。この場合の計画されている道路には道路構造が確定していないものもあり、環境指標は必ずしも正確な予測値にはならないが、沿道環境の状態の傾向を把握することはできると考えられる。

最初に道路網全体の状態を表す沿道環境の指標を調べてみる。環境指標には多数のものがあるが、ここではNO₂と夜間の騒音について、環境基準の達成率と基準値を超過する範囲の面積、人口を加えて評価に使用する。道路網全体に関する兩年次の沿道環境の指標を示したのが表-4である。環境基準の達成率は騒音、NO₂のどちらにおいても改善されている。この点からは、2000年の道路網の沿道環境は1980年のものよりも好ましい状態になると言える。しかし、騒音環境基準を超過する範囲の面積や被害人口は大きく増加している。これは新たな道路路線の建設に伴うものであり、それらの沿道でも環境基準を満たさないことを示している。要請基準の超過面積や被害人口は減少しているので、激しい騒音にさらされることは少なくなるが、環境基準で考えれば騒音に問題のある沿道が拡大することになる。したがって、この予測結果から簡単に2000年の道路網では沿道環境が改善されとすることはできない。平均的な沿道環境の状態はよくなる一方で問題のある地域が広がることになる。

1980年の道路網では環境面からは課題を抱えており、中でも国道43号の問題が有名である。そこで、つぎに国道43号の沿道環境の状態を調べ、計画されている道路網ではどのように変化するかを見てみる。1980年の国道43号沿道の環境基準達成率は、図-8に示すとおりであり、たとえば夜の騒音の環境基準達成状況を

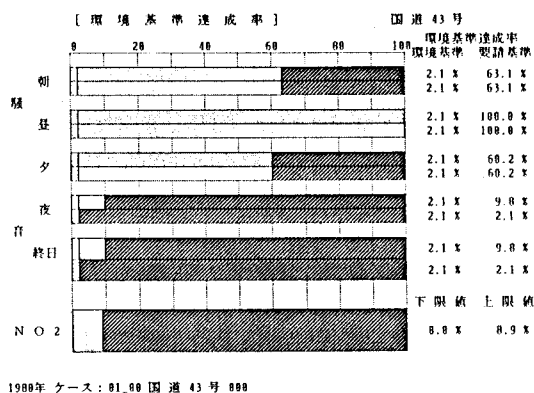


図-8 国道43号の環境基準達成率(1980年)

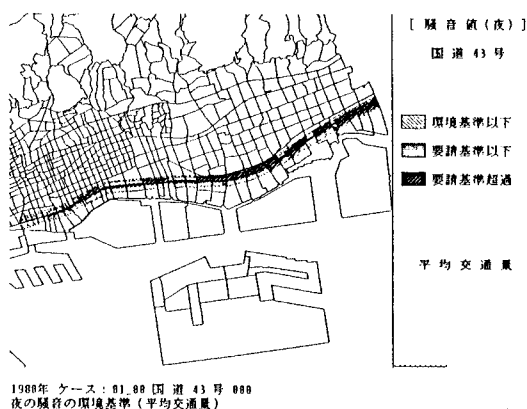
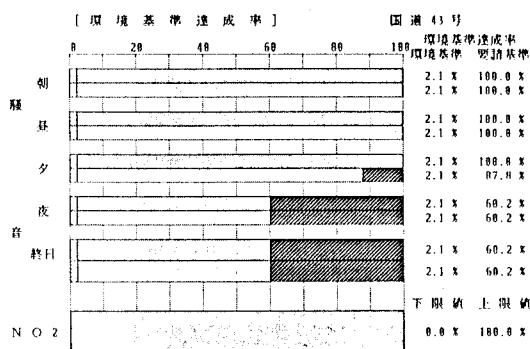
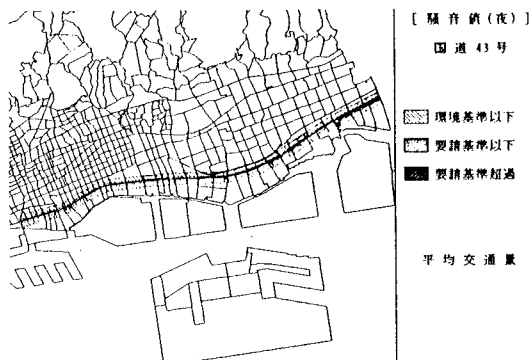


図-9 国道43号の環境基準達成状況(1980年)



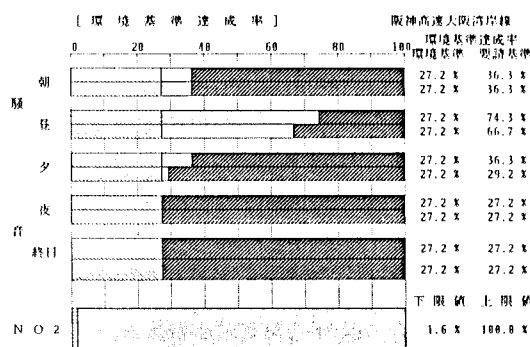
2000年 ケース：01.00 国道43号 000

図-10 国道43号の環境基準達成率(2000年)



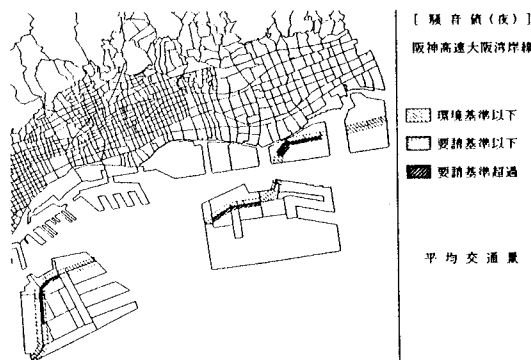
2000年 ケース：01.00 国道43号 000
夜の騒音の環境基準(平均交通量)

図-11 国道43号の環境基準達成状況(2000年)



2000年 ケース：01.00 阪神高速大阪湾岸線 000

図-12 大阪湾岸道路の環境基準達成率(2000年)



2000年 ケース：01.00 阪神高速大阪湾岸線 000
夜の騒音の環境基準(平均交通量)

図-13 大阪湾岸道路の環境基準達成状況(2000年)

示すと図-9 のようになっている。2000年では環境基準達成率は図-10のようになり、要請基準の達成率がかなり改善されるという予測になっている。図-9 に対応する夜の騒音の環境基準達成状況は図-11であり、道路から少し離れれば環境基準が満たされているところが広がっている。国道43号の沿道環境問題は解決されるところまではゆかなくとも、今後の道路網計画の実現によって期待が持てると言えよう。

国道43号の沿道環境が改善される原因は交通量の削減であり、これはデータを調べれば明かである。全体としては交通量は増加すると予測されているのであり、削減分を含めた交通量は他の路線に流れていることになる。それを負っているのは大阪湾岸道路である。大阪湾岸道路の交通量は最大で12万台/日以上が見込まれており、この路線の沿道環境への影響が予想される。環境基準達成率は図-12、夜の騒音の環境基準達成状況は図-13のとおりである。臨港地区以外では要請基準を超過するのがほとんどであり、六甲アイランドやポートアイランドでの影響は大きい。ここで使用したデータでは遮音壁など一切の対策を考慮していないために厳しい予測になっているが、大阪湾岸道路の建設には環境への十分な配慮が必要であることを示している。

ここでは道路網全体の環境指標をもとにした考察を行い、国道43号の沿道環境問題を中心に検討した例を示しただけである。しかし、作成した沿道環境評価支援システムを利用すれば、区域別の環境上の問題点を調べたり、路線ごとの沿道環境の分析を行うこともできる³⁾。これらの例をとおして、沿道環境評価支援シ

システムが道路網の沿道環境を評価し、環境の保全と改善施策の検討に有効なものであることを確かめることができた。

8. おわりに

ここでは道路網を沿道環境の面から評価するための支援システムの構築について述べた。これを用いた神戸市域の道路網における沿道環境の評価のケーススタディを示し、システムの有用性を明かにした。しかし、ここで作成したシステムも他の支援システムと同様に危険な面を持っている。つまり利用者にとっては極めて便利な道具であり、自分の欲しいデータを簡単に手にすることができる一方で、前提条件や内部での処理方法が忘れられてしまうことである。それによって、システムの出力結果だけが一人歩きしてしまう恐れがある。それを防ぐためには環境指標の予測精度を明確にするとともに、データの表示はおおよその傾向を示すにとどめるなどの検討が必要かも知れない。

沿道環境の評価指標は多数あり、総合評価が必要である。意思決定者の選好を考慮した総合評価手法を適用したり、環境指標を分析するための手法を導入することが今後の課題であろう。また交通需要予測システムとの結合や道路網案を作成するシステムを組み込むことを図れば、総合的な道路網計画支援システムへの発展が可能である。

参 考 文 献

- 1) 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。
- 2) 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.257～261，1979年。
- 3) 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。
- 4) 森津秀夫：沿道環境からの道路網の評価に関する研究，日本計画行政学会関西支部平成元年度自由論題研究報告講演論文集，pp.9～12，平成元年6月。