

## 鉄道沿線地域における環境影響評価

豊橋技術科学大学

正会員

○青島 縮次郎

名古屋大学

正会員

河上 省吾

川崎重工業

正会員

陸井 一嘉

### 1. はじめに

本研究は鉄道沿線地域における環境影響の評価方法を確立しようとするものであり、その概略の手順を図-1に示す。まず最初に、鉄道沿線地域の実態調査に基づいて対象環境因子の設定と、各環境因子と計画との因果関係の把握を行う。そして、各環境因子の定量化に際しては、人間の意識反応等との関係から求めるべき物理的指標を見出し、さらに前段の因果関係の分析よりその物理的指標の予測式を作ることになる。こうして求められた物理量は環境保全目標値との関係において評価され、NOであるならば何らかの環境保全対策が講じられなければならない。評価すべきすべての環境因子がYESとなったならば、各環境因子の相対的重要度が重みづけされ、環境総合評価値が得られ、そして代替案の評価が為される。

本報告は以上で述べた手順のうち、まず第一に、鉄道沿線地域の住民に対する意識調査に基づいて、環境被害に関する実態分析を行う。第二に、現在のところ最も研究の蓄積の見られる騒音について、その定量化と評価に関する考察を行う。第三に、各環境因子の重みづけを、筆者らの提案する方法とその他2種類の方法より求め、その適合性を比較検討する。そして第四に、代替案評価における費用便益分析等が必要となる、環境影響量の貨幣タムへの変換を、騒音を例にとりて分析する。

### 2. 調査

昭和54年10月に、名古屋市周辺の在来鉄道沿線の平面部2地区において、住民意識調査および騒音実測を行った。調査対象地区は名古屋市の東部に位置し、比較的良好な住宅地区である。また、調査対象鉄道は貨物輸送はほとんどなく、もっぱら旅客輸送を行っている路線である。

住民意識調査は、筆者らの過去数回にわたる鉄道沿線調査を参考にして、軌道中心より120mの範囲に住む世帯を対象とした。また、個人票は中学生以上を対象とした。調査方法は留め置き方式の家庭訪問法を採った。環境影響に関する調査項目は、平面部であることを考慮し、まず車両走行に伴って問題の生じる環境因子として騒音、振動、電波障害、粉塵、事故の不安、プライバシーの侵害、また鉄道施設があることによって問題の生じる環境因子として地区区分、そして両者共に関連する環境因子として景観破壊を取り上げた。調査の回収結果は、第一地区が、配布世帯数200、回収世帯数186で世帯回収率93%、個人回収率48%、また第二地区が、配布世帯数が256、回収世帯数232で世帯回収率91%、個人回収率52%であった。

騒音実測は、4チャンネルデータレコーダを用いて4点同時測定を、両地区8回ずつ行った。指示騒音計の動特性および聴感補正回帰は、新幹線騒音の測定方法に準じて、それぞれSLOWおよびA特性とした。

### 3. 鉄道沿線地域における環境被害の実態

住民意識調査では、各環境因子に関する被害の程度を「いつも感じる」、「しばしば感じる」、「時々感じる」、「あまり感じない」、「全く感じない」の5段階で質問した。この各環境因子に対する反応を外的基準にし、「鉄道からの距離」、「鉄道の見通し」、「家屋形態」等の住宅あるいは住宅の立地に関する要因に、「年令

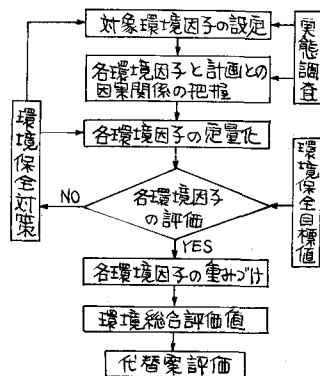


図-1 環境影響評価の手順

、「就寝時間」、「居住歴」等の個人・世帯属性を加えて説明変数とし、数量化理論Ⅱ類による分析を行った。同種の分析結果はすでに発表してあるので<sup>1)</sup>、ここでは本対象地域の分析結果を要約して説明する。まず第一に、いずれの環境因子も「鉄道からの距離」が、ほぼ卓越した説明力を示していることである。次に大きな説明力を示すのが、騒音では「鉄道の見通し」、振動では「家屋形態」であり、地区区分や景観は「居住歴」の説明力が比較的大きくなっている。一方、全般的に説明力が小さいのは「就寝時刻」等の個人属性である。

そこで、最も大きな説明力を示した「鉄道からの距離」を横軸にとり、縦軸に被害率をとって、各環境因子別地区別に描いたのが図-2である。ここで、被害率とは、沿線地域を軌道に対して平行に20m間隔で分割し、その各ゾーン毎に「時々感じる」以上の正反応を示した人を百分率で示したものである。この図より、鉄道沿線地域における各環境因子の平均的な被害分布が読みとれる。まず、距離減衰が明確に見られ、かつ相対的に広範囲に被害が生じている環境因子は、騒音、振動、そして電波障害である。一方、距離減衰は明確に見られるが、その被害が相対的に鉄道近傍に限定される環境因子は、粉塵、景観破壊、そしてプライバシーの侵害である。また、事故の不安、地区区分は、距離減衰の傾向が相対的に弱くなっているが、いずれも被害レベルは高い値を示している。

次に、図-2より、各環境因子の沿線地域への影響範囲を検討して見よう。新幹線騒音の環境基準の設定に際し、被害率(この場合も、本研究と同様に「時々ある」以上の正反応を示す人の百分率としている。)30%を目安として値が決められていることから、ここでもその値を基準として考えることとする。距離減衰が明確に見られる環境因子について見ると、騒音が最も広範囲に被害を与えており、鉄道からほぼ100mの範囲となっている。次に振動が約80m、そして電波障害が約60mである。一方、粉塵、景観破壊、プライバシーの侵害は20~30mと狭い範囲となっている。もっとも、以上で述べた傾向は、都市部の旅客輸送鉄道の平面部沿線地域についてのみ言えるということは、言うまでもない。

#### 4. 騒音の定量化と評価

新幹線については、ピークレベルで規定された騒音の環境基準と振動の規制基準があるが、在来線の場合は現在のところ何もない。したがって、在来鉄道沿線において各環境因子をどのような量で、どのように評価すべきであるのかが、明確になっていない現状である。そこで、ここでは騒音について、実測値と住民の意識反応の関係を分析し、その定量化とその評価に関して考察する。

さて、図-2で見たように、騒音の被害率は鉄道から離れるにしたがって距離減衰をしており、また騒音の物理量もまた同様の距離減衰をすることから、これら両者の間には明らかに関係があると想定できる。そこで、騒音の物理的指標として、ピークレベル、65dB(A)以上を示す継続時間、70dB(A)以上を示す継続時間の3つ

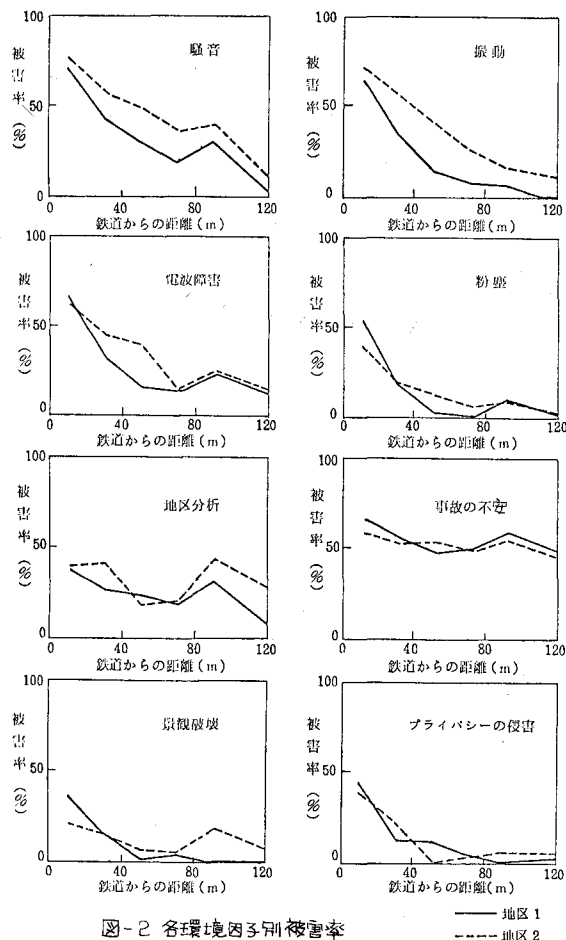


図-2 各環境因子別被害率

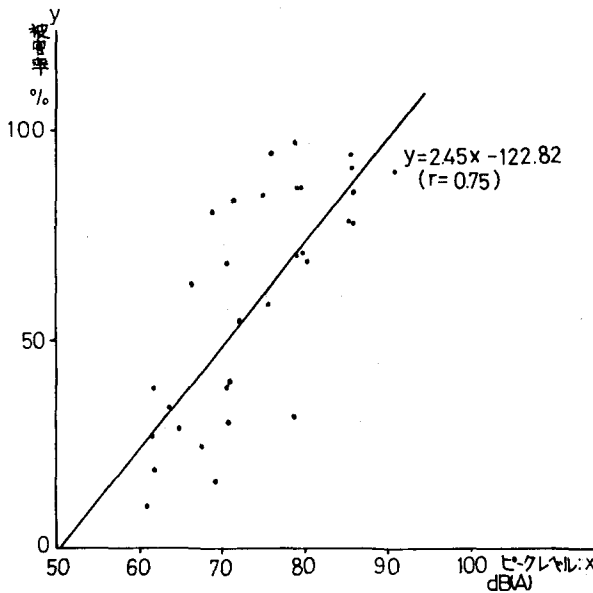


図-3. ピークレベルと被害率との関係

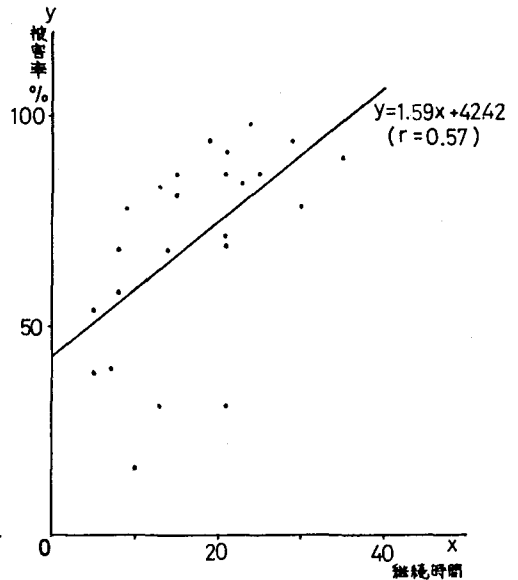


図-4. 65 dB(A) 以上継続時間と被害率との関係

を設定し、それらと騒音被害率との関係について回帰分析を行った。なお、70 dB(A) とは新幹線の環境基準のうち、住居地域に適用される値である。

回帰分析の結果を図-3～5に示す。いずれの相関係数も1%有意であるが、とりわけピークレベルと被害率との間に強い相関が見られる。新幹線騒音の環境基準は、前述のようにピークレベルで定められており、この回帰分析の結果を見る限り、在来の鉄道騒音についても、ピークレベルで評価するのが妥当であるように思われる。この他に騒音の物理的指標として、ピークレベルに継続時間を組み合わせたもの、あるいは発生頻度や昼夜の重みづけを施したものの等が考えられ、それらの物理的指標のなかには被害率と、より強い相関を示すものがあるかもしれない。しかし、物理的指標は本来、測定あるいは予測が容易であることが望ましい。この意味からも、ピークレベルで評価するのが適切であると思われる。ちなみに、図-3のピークレベルと被害率との関係を見ると、70 dB(A) 付近で被害率が30～60%となっており、これと環境庁による新幹線騒音の分析結果とを比較すると、在来線の方がやや高い被害率となっているが、しかし大きな差はないと言える。

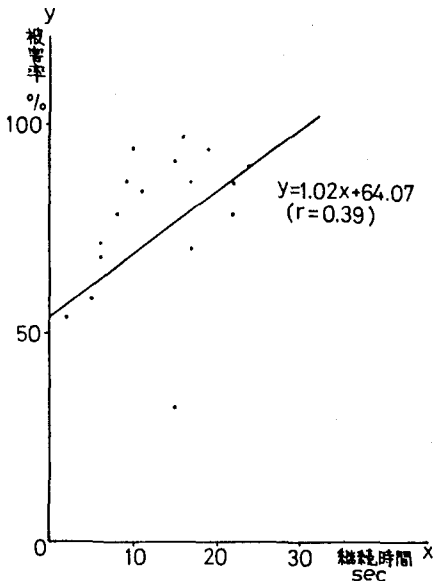


図-5. 70 dB(A) 以上継続時間と被害率との関係

#### 5. 各環境因子の重みづけ

各環境因子の重みづけの方法は、評価主体が誰か、どのような手法を用いるのかによって多くの提案がなされている。まず、評価主体の問題であるが、計画者自身あるいは意志決定者に委ねる方法、専門家による方法、住民の意識反応から重みづけを抽出する方法などがある。また、用いる手法には環境影響の程度を図面にし視覚的に判断させる方法、計算機を援用し会話型処理によって重みづけをしていく方法、環境要因と行動要因の関係をマトリックス表示しそのなかに重みづけを与えるマトリックス法、デルファイ法によって重みづけを与える各環境

因子の線形和で総合評価する評価関数法、意識調査を行い多変量解析法や社会心理学的手法を用いて重みづけを求める方法等がある。以上に述べた、評価主体と手法の組み合わせにより、いく通りもの重みづけが求められるわけであるが、どれが最も適切であるかは、事業の性格と計画の段階に応じて慎重に決められなければならないであろう。

さて、本研究の対象としている鉄道沿線地域における各環境因子は、住民が被害として意識することのできる因子であり、したがってそれらの重みづけも現に被害を受けている住民の意識反応から求めるのが最も適切であると思われる。また、このように住民の意識反応から住民自身の判断によって重みづけをする方法は、まさしく計画がもたらす環境への影響を受けとめる側の判断であり、こうした事例においては極めて合理的かつ説得力を持つ方法であるといえる。

それでは、住民の意識反応からどのようにして重みづけを求めるのか。ここで困難なことは、鉄道沿線地域の住民は、前述したとおり鉄道からの距離によって異なった被害をすでに受けており、その異なった被害レベルの影響をとり除いた、全住民の意識のなかにある一様な重みづけを抽出しなければならないということである。この解法および幹線街路周辺の環境総合評価への適用例は、筆者らがすでに発表しているもので、ここではその要約を述べることにする。まず、その社会心理学的手法を用いた基本式は次のとおりである。ここで $d_{ij}^{(k)}$ は第 $k$ ゾー

$$d_{ij}^{(k)} = w_i \cdot u_i^{(k)} - w_j \cdot u_j^{(k)} \qquad \text{----- (1)}$$

ンにおける環境因子 $i$ と $j$ の心理尺度上の距離である。この値は住民意識調査における、各環境因子に対する対策要望の優先順位の間問結果を、ゾーンごとに心理尺度上の距離の關係に置き換えたものから得られる。また、 $u_i^{(k)}$ 、 $u_j^{(k)}$ は第 $k$ ゾーンにおける環境因子 $i$ と $j$ の評価値であり、この図-2に示されたような各ゾーン別の被害率で与えられる。そして、 $w_i$ 、 $w_j$ は求めるべき環境因子 $i$ と $j$ の相対的重みである。すなわち、(1)式の左辺は第 $k$ ゾーンにおける住民が、そのゾーンの環境因子 $i$ と $j$ の被害レベルとそれらの重要度を総合判断して対策要望の優先順位をつけそれを心理尺度の距離に置き換えたものと考えられるので、したがって右辺に等しいと置くことができる。右辺は環境因子の被害レベルと重みづけが分離できる構造となっているのは言うまでもない。こうして、 $i$ と $j$ の組み合わせごとに、そしてゾーン分割数だけ $d_{ij}^{(k)}$ と $u_i^{(k)}$ 、 $u_j^{(k)}$ が用意され、最小二乗法によって各環境因子の重みが計算される。このとき、環境因子間に有意な相関の見られるものについては計算から除外しなければならない。計算によって得られた環境因子の重みは(2)式のような処理がされ、そうして(3)式によ

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1.0 \quad (0 \leq w_i \leq 1; i=1, 2, \dots, n) \qquad \text{----- (2)}$$

$$EI^{(k)} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u_i^{(k)} \qquad \text{----- (3)}$$

て環境総合評価値 $EI^{(k)}$ が得られる。ここで、 $n$ は環境因子の数である。

以上が筆者らが提案している方法の概要であるが、比較のために従来からよく用いられてきている数量化理論Ⅱ類による方法および重回帰分析による方法によっても重みづけを求めてみた。これらの方法はいずれも、環境全体の総合的な被害の程度を従属変数とし、各環境因子の被害の程度を説明変数として計算している。そして、数量化理論Ⅱ類については、そのレンジを、

表-1 各手法による重みづけの比較

また重回帰分析については、その偏回帰係数を各環境因子の重みづけとし、(2)式の処理を施した。

表-1はこれら3つの手法によって求められた、地区ごとの各環境因子の重みである。

| 手法       | 地区 | 騒音   | 振動   | 電波障害 | 事故   | 地区区分 | 粉塵   |
|----------|----|------|------|------|------|------|------|
| 社会心理学的手法 | 1  | 0.21 | 0.15 | 0.22 | 0.14 | 0.17 | 0.10 |
|          | 2  | 0.19 | 0.23 | 0.21 | 0.11 | 0.20 | 0.06 |
| 数量化理論Ⅱ類  | 1  | 0.33 | 0.37 | 0.12 | 0.07 | 0.05 | 0.07 |
|          | 2  | 0.37 | 0.16 | 0.05 | 0.15 | 0.14 | 0.14 |
| 重回帰分析    | 1  | 0.41 | 0.19 | 0.06 | 0.20 | 0.04 | 0.10 |
|          | 2  | 0.35 | 0.14 | 0.00 | 0.18 | 0.13 | 0.21 |

なお、環境因子のなかで景観破壊、プライバシーの侵害は、いずれの手法においても不安定な値をとり、また図-2に見られるように、それらの被害レベルが小さいことなどにより、分析から除外した。分析の精度は、筆者らの提案する社会心理学的手法は、いずれの環境因子の組み合わせも1%有意のものを採り、また数量化理論Ⅱ類はそれぞれの地区の相関比が0.82、0.83と高く、そして重回帰分析についてはそれぞれの地区の重相関係数は0.72、0.78と1%有意であり、いずれも十分な精度が得られている。

さて、表-1を見ると、社会心理学的手法による重みづけと、その他2種類の手法による重みづけとの間に、違いが見られる。騒音の重みは後者の方が大きく、電波障害と地区区分の重みは前者の方が大きくなっている。

そこで、どちらの重みづけが、よく総合評価値を予測しうるのかを見たのが図-6～8である。ここで、総合評価値の実績値として、住民意識調査の中で質問している環境全体の総合的な被害の程度をゾーンごとに、その被害率として集計したものとし、また各手法の重みづけを用いて得られる総合評価値の予測値は、いずれも(3)式で計算したものである。この実績値と予測値との間の相関分析の結果は、いずれの相関係数も1%有意となっている。そして、社会心理学的手法による方法がそのなかでは最も大きな値となっており、適合性において最も秀れていると言える。また、その他の手法の相関係数も比較的高い相関を示しているのは、重みづけを求めた際の従属変数と、ここで用いた総合評価値の実績値とが、住民意識調査の中の同じデータを用いていることによると思われる。しかし、ここでいずれの方法が最適かを結論づけるにはあまりにも調査地区数が少ない。今後は、さらに別の地区の調査データより、重みづけの地区間の比較、安定性の分析を行わなければならないであろう。

## 6. 騒音の社会的費用

冒頭で述べたように、代替案評価において費用便益分析等を行う場合に、環境影響量を貨幣タームに変換することが必要となる。その方法として、直接質問法、防止支出分析法、地価分析法、価値意識法<sup>5)</sup>法があるが、それぞれ長・短があり、どの方法が最適であるかは明確となっていない。

本研究では、ヒックスの補正的余剰と等価的余剰の概念を援用し、騒音に関して住民に直接質問する方法をとった。ここで、補正的余剰とは「あなたは、どれだけ補償があれば、今受けている騒音があってもよいと考えますか。」という問いに対する回答額であり、いわば騒音被害費用である。また、等価的余剰とは「あなたは、今受けている騒音が取り除かれるとしたら、いくら支払ってもよいと考えますか。」という問いに対する回答額であり

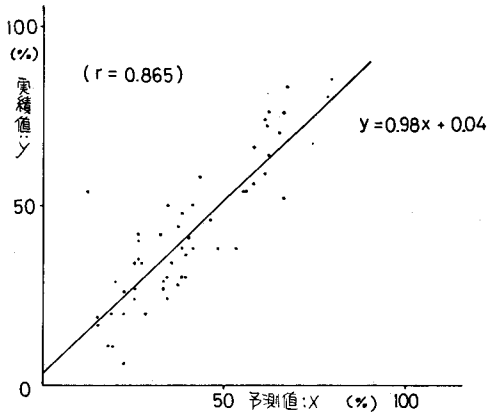


図-6 社会心理学的手法の適合性

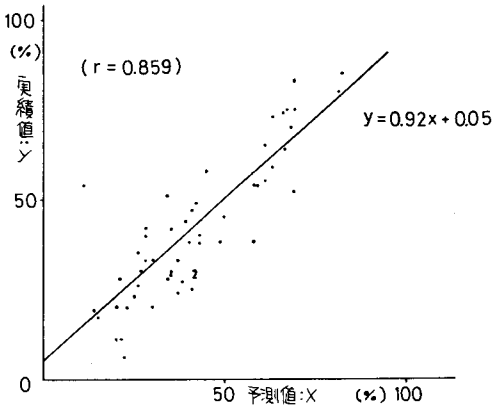


図-7 数量化理論Ⅱ類による手法の適合性

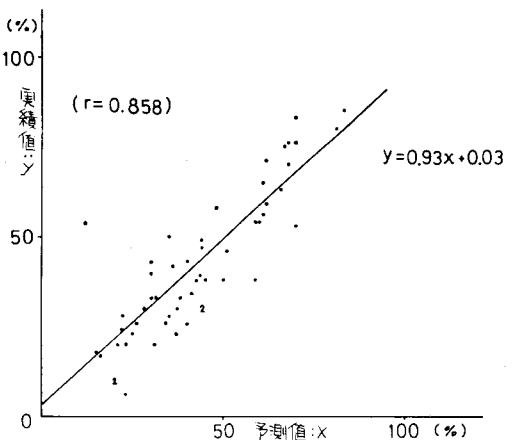


図-8 重回帰分析による手法の適合性

、騒音改善便益を意味する。

以上の2種類の質問に際して、本調査では回答額の目安として、新幹線騒音公害訴訟の要求額を提示し、極端な回答額が出るのを避けた。その結果が表-2である。まず言えることは、得られた回答が非常に少ないことである。また、標準偏差を見てわかるとおり、回答額が非常に散らばっている。これらの点については、森杉らも同様このことを述べている。

得られた値を見ると、補正的余剰は等価的余剰よりも相当大きな値となっている。質問内容から見て、前者は過大に、後者は過少に回答していると思われる。また、両者ともに、鉄道から離れるにしたがって、値が小さくなっており、このことは騒音の被害率、あるいはピークレベルと何らかの関係があることを示唆している。

そこで、横軸に騒音の被害率、縦軸に表-2で得られた補正的余剰と等価的余剰の回答額をとって、プロットしたのが図-9である。サンプル数が少ないため、概略の傾向を把握する意味で、フリーハンドで曲線をあてはめてみた。これらの曲線を見ると、ほぼ各点の動きをとらえているように思われる。

さらに、図-3のピークレベルと騒音被害率との関係、およびこの図-9の騒音被害率と補正的余剰、等価的余剰との関係に関連づけて示したのが表-3である。

さて、騒音の社会的費用は最終的に、補正的余剰と等価的余剰のどちらをとるべきであろうか。理論的に言えば、所得効果が無視できるとするならば両者の値は一致するはずである。しかし、前述のとおり質問の性格から見ても、前者は住民が受ける金額であるため過大に、後者は住民が支払う金額であるために過少になっている。そこで、ここでは鉄道沿線地域の住民の所得水準は、ほぼ均一であるとして、両者の平均値をとり、それを騒音の社会的費用とした。結果を表-3の右端に示す。

この値より、鉄道騒音のピークレベルが、何らかの防音対策によって90から70dB(A)に低減したならば、その当該世帯において9000円/月の社会的費用が減少したと考えることができる。

以上、騒音の社会的費用を住民に対する直接質問によって求める方法について述べてきたが、何よりも住民から回答額を引き出すところで多くの困難があるため、前述の他の方法によって得られた値と十分に比較考察が為されて決められるべきであろう。

〈参考文献〉 1) 河上青島、浅野：鉄道沿線地区の環境影響評価に関する研究、土木学会中部支部講演要集、1978、pp.177-178。

2) 吉村恒：国鉄における“意識”の問題と事例、第11回土木計画学シンポジウム、1977、pp.97-103。

3) 青島、河上、片平、幹線街路周辺の環境総合評価における各因子の重みづけについて、土木学会論文報告集、No.263、1977、pp.97-105。

4) Aoshima, N. and Karakami, S.: Weighting of Factors in Environmental Evaluation, ASCE, 1979, Vol.105, No. UP.2, pp.119-128。

5) 森杉、宮武、吉田：騒音の社会的費用の計算法に関する一考察、土木学会第34回年次学術講演会講演要集第4部、1979、pp.170-171。

表-2 直接質問の結果

|       | ゾーン | サンプル数 | 平均 (円) | 標準偏差  |
|-------|-----|-------|--------|-------|
| 補正的余剰 | 1   | 11    | 11600  | 12900 |
|       | 2   | 12    | 7900   | 12100 |
|       | 3   | 7     | 4600   | 3000  |
|       | 4   | 11    | 4200   | 3300  |
|       | 5   | 9     | 4800   | 2900  |

|       | ゾーン | サンプル数 | 平均 (円) | 標準偏差 |
|-------|-----|-------|--------|------|
| 等価的余剰 | 1   | 7     | 4900   | 4100 |
|       | 2   | 7     | 4300   | 4000 |
|       | 3   | 4     | 2800   | 1400 |
|       | 4   | 4     | 800    | 600  |
|       | 5   | 7     | 700    | 700  |

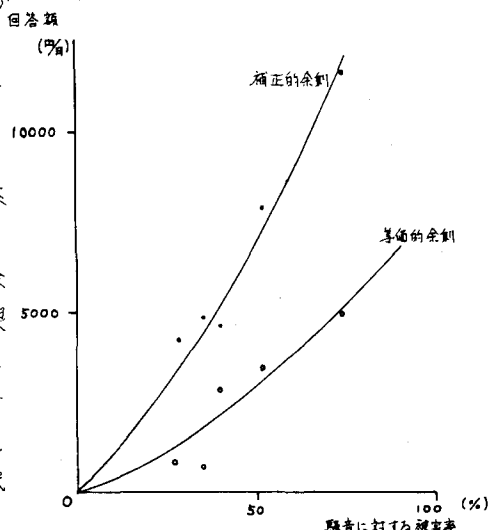


図-9 騒音被害率と社会的費用

表-3 騒音の社会的費用

| ピークレベル (dB(A)) | 被害率 (%) | 補正的余剰 (円/月) | 等価的余剰 (円/月) | 社会的費用 (円/月) |
|----------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| 60             | 24      | 3000        | 1000        | 2000        |
| 70             | 49      | 7000        | 3000        | 5000        |
| 80             | 73      | 12000       | 5000        | 8500        |
| 90             | 98      | 20000       | 8000        | 14000       |