

環境騒音の測定評価に関する検討

—環境騒音調査（第2報）—

菅野 菊江 小林 正雄 望月 富雄

1 まえがき

都市における騒音には、自動車騒音や工場騒音その他商業活動に伴う騒音など多種多様なものがあり、個々の騒音源における発生メカニズムが異なっており、時間的な変動を伴い都市施設構成が騒音分布に作用する複雑な様相を呈した複合音を形成している。

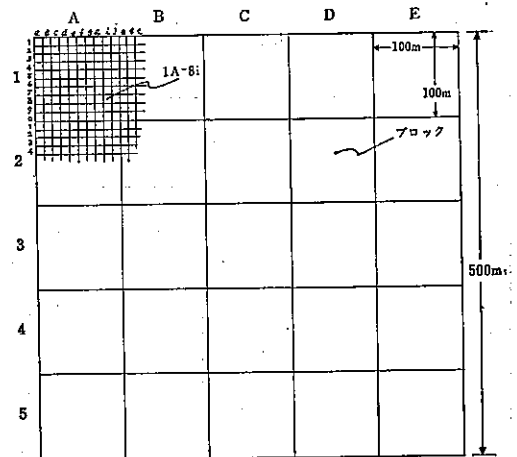
こうした騒音現象の都民生活に与える影響を改善するための第一歩として、環境要因と騒音量の関係を明らかにし時間の変動の実態を把握しておく必要がある。しかし広がりをもつ地域内の騒音の実態を測定調査するには相当の人力と経費、時間を費やさなければならない。そこで数地点を測ることによって知り得ることができれば、居住環境の快適性を左右する一因となっている騒音のコントロールという面で役立てることができる。

こうした測定評価の方法を導くための基礎的研究として、実験的に一定の区域を設けて環境要因と騒音量の関係を地域特性ごとに詳しく測定調査して検討を試みたので報告する。

2 環境騒音調査の概要

まず土地利用状況などの地域の特徴が騒音と関係が深い^{1), 2)}ので、用途地域、建物密度を考慮して調査地区を東京都区内の5地区選定した。おのおのの地区の面積は500×500mの正方形の区域とし、当該地区の1/2000地図上で100×100mの25個のブロックに区切り、さらに10×10mの方眼を引き1地区2,500個のメッシュに細分した。なおブロックおよびメッシュに1, 1, A, a, の記号を用いて、たとえば図1に示したとおり1A-aのよう
にブロックおよびメッシュの位置を記号で表わすこととした。その地図に基づいて現地で各メッシュごとに騒音レベルを測定することとした。また地域内の騒音に関係の深い建物利用率、数、土地利用状況、測定点の状況、

図1 調査地区のブロックおよびメッシュの設定図



道路車線、地域の類型、寄与音源、音源の状況、測定点周辺の状況などの環境要因についても併せて調査した。

(1) 調査地区

住居地区	建物密度30~60%	豊島区東長崎地区
"	" 30%以下	世田谷区赤堤地区
商業地区	建物密度30~60%	北区赤羽地区
"	" 60%以上	台東区鳥越地区
工業地区	建物密度30~60%	大田区大森南地区

(2) 調査時期

東長崎地区、赤羽地区、大森南地区…昭和46年6月
赤堤地区、鳥越地区…昭和47年5月

(3) 測定方法

騒音レベルは、おのおののメッシュの中央付近で測定することとしたが、家屋や道路などの事情で中央で測れない場合には、メッシュ内で移動して測った。またメッシュ全体が建物などで立入りできない場合には測定を省いた。騒音レベルの測定には指示騒音計（リオン製 NA 09）とレベルレコーダ（リオン製 LR02）を用いて、聴

表1 環境騒音調査記録表

(調査地区)

東京都公害研究所騒音部

1	測定地点	No. _____ 区 _____ 町 _____ 番地 _____			
2	年月日	昭和 _____ 年 _____ 月 _____ 日 (曜日) _____ 時 _____ 分			
3	天候	(1) 晴 (2) 曇 (3) 雨 (4) 強風 (5) 弱風			
4	騒音レベル	(1) 中央値 _____ dB (A) (2) 90%レンジ _____ ~ _____ dB (A)			
5	利用率	(1) 建物 _____ % (2) 住宅 _____ % (3) 工場 _____ % (4) 店舗 _____ % (5) 道路 _____ %			
6	周辺建物数	(1) 住宅 _____ (2) 工場 _____ (3) 店舗 _____ (4) 事務所 _____ (5) その他 _____			
7	土地利用状況	(1) 用途地域 _____ (2) 実状利用状況 _____			
8	測定点の状況	(1) 路上(歩道あり) (2) 路上(歩道なし) (3) 露地(車不通) (4) 建物付属広場 (5) 工場敷地内 (6) 運動場、公園、空地 (7) その他 _____			
9	車線	(1) 道路に面さない (2) 一車線 (3) 二車線 (4) 二車線を越える			
10	地域の類型	(1) AA (2) A1 (3) B1 (4) A2 (5) A3 (6) B2 (7) B3			
11	寄与音源	(1) 最も支配的な音源 _____ (2) 次に支配的な音源 _____ (3) 測定点で聴取できる音源の数 _____			
12	音源の状況	特 定 音 源			
		(1) 自動車音 (2) 工場音 (3) 一般音 (4) 不特定音			
		(1) 交通量 ①多い ②少ない ③稀少 (2) 測定点までの距離 m	(1) 乗船 (2) 測定点までの距離 m	(1) ①鉄道 ②航空機 ③工事 ④その他() (2) 測定点までの距離 m	(状況説明を記入する)
13	周辺の状況	道路	(1)両側建物あり (2)片側のみ開放 (3)両側開放	音源と測定点の間に障害物が (1)ある (2)ない	
		道路以外	(4)開放されていない (5)開放されている		
14	その他				

※1メッシュにつき1枚記入する

測定者 _____

測定器及び型式 _____

感補正回路A特性でレベルレコーダの紙送り速度1mm/sec、ペン速度100dB/secで5分間記録を行なった。この記録紙から目測による中央値および90%レンジの上端値・下端値に相当する値を読みとった。騒音レベルの測定と併せて、所定の環境要因についての調査も行なったが、土地状況、建物利用率などについてはブロック単位で記録することとした。測定時刻は全メッシュ同時に行なうことが望ましいのであるが、測定器や人員などの制約^{2),3)}があり、比較的騒音レベルの変動の少ない時間帯である平日の9時~12時、13時~16時の間に1回測定して、そのメッシュの騒音値とした。環境要因に関する調査は表1に示すような区分で記録して騒音レベルとの関係を

みることにした。

また各メッシュの環境要因や騒音レベルを知ることは複合した騒音の内容を把握する方法として、50m間隔の地点、すなわちメッシュ記号では1a, 1f, 6a, 6fに該当する場所で5秒間隔50回の騒音測定の瞬時値ごとに測定地点で聞こえる音を測定者が耳で聞きとり判断して騒音源の種類・内容の記録をとった。その際の騒音種類の分類は次の4分類とし必ずいづれかの判断をした。

- 自動車音；自動車による騒音
- 工場音；工場の機械設備から発する音。なお工場の敷地内から発する音はこれ以外のものも含めた。
- 一般音；自動車音・工場音以外のもので音源が明らかでないもの。たとえばクーラの音、楽器音、商業活動に伴う音、人声、足音など。
- 不特定音；音源が明確にわからない音。いわゆる遠くの音、ざわめき等、ただし家屋の多い場所では

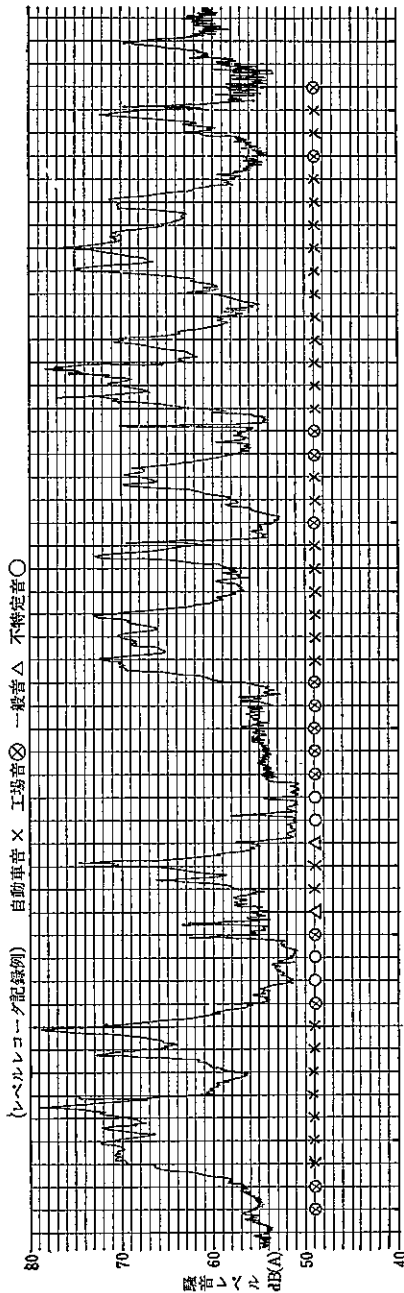
道路から遠く離れた所でも自動車音と思われることがあるが、50m以上離れた場所では不特定音と判断した。

レベルレコーダの記録用紙にはおのおの瞬時の騒音種類を自動車音×印、工場音⊗印、一般音△印、不特定音○印として記しその記録例は図2に示すとおりである。

3 調査結果の概要

本調査の東長崎、赤羽、大森地区における測定結果については第1報で詳報したとおりである³⁾。それに赤堤地区、鳥越地区を加えた測定結果の概要について述べる。各地区において全メッシュの測定点に立入って測るこ

図2 騒音種類の識別記録例



中央値	90%レンジ	高-上値
53	52-70	49-61(A)
騒音種類	線頭 ⁴³	傾度
自動車音 X	56-75	30
工場音 ⊠	53-57	14
一般音 △	55-57	2
不特定音 ○	51-52	4
測定パターン		A 2

とは不可能で、結局測定できたメッシュは表2に示すように約半数のメッシュである。測定したメッシュの騒音レベルの中央値を平均すると表2のように赤堤地区と東長崎地区が最も低く51dB(A)、商業地区である鳥越地区と工業地区である大森地区が61dB(A)と最も高い。住居地区は他の土地利用形態の地区よりも騒音レベルが10dB(A)程度低い結果が得られた。

騒音は本来1箇の発生源からの伝搬範囲が比較的せまいものであり、測定点近辺の騒音源からの発生音の大小、発生源の点在数などによって地域全体の騒音値が左右されると考えられるので環境要因の項目と騒音レベルの関係を見ると、図3以下に示すような傾向である。

(1) 用途地域

赤堤地区と東長崎地区は住居的な特色の強い地区であるが、都市計画法による用途地域の面積は赤堤地区は住居専用地域がかなりの広さを占めるが、東長崎はほとんどが住居地域である。商業的な地区である赤羽地区と鳥越地区は、用途地域は赤羽は85%が商業地域であり鳥越は全域商業地域である。大森地区は用途地域は準工業地域の面積が最も多い。騒音レベルは図3のように同一用途地域でも地区によって差がある。全体で平均すると(図中点線)住居専用地域が50dB(A)、住居地域が52dB(A)、つづいて準工業地域が59dB(A)、商業地域が60dB(A)、工業地域が63dB(A)の順に高くなっている。

(2) 測定点の状況

測定のできた地点が歩道のない路上である場合が非常に多く、偏りがあり、一応図4に示すように騒音レベルは調査地区によってかなりの変動がある。

(3) 道路沿線

図5に示すように道路に面しない地点(メッシュが道路に接していない。)での騒音レベルが最も低く、道路に面すると自動車交通の影響を受けて高くなる。車線数が多いほど騒音レベルは高くなり、自動車交通による騒音レベルの上昇が顕著にあらわれている。

(4) 音源数

1地点で影響を受ける発生源数は1~4個であることが多く、場合によっては7個以上のこともあるが、騒音レベルは音源数の増加に伴って高くなるとは限らず調査地区によって異なる。赤羽地区以外では音源数が多くなってもレベルは変らないか低い。図6のように測定点

図3 用途地域

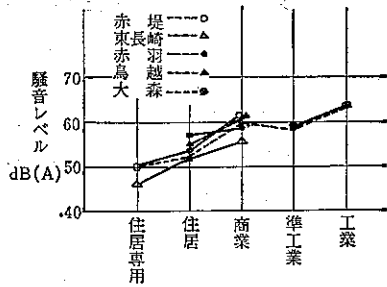


図4 測定地点の状況

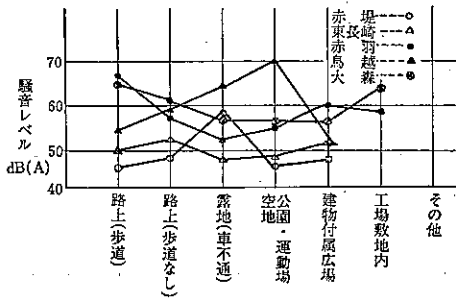


図5 道路沿線

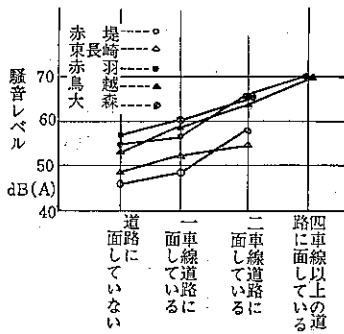


図6 音源数

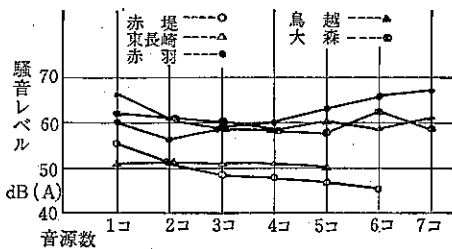


図7 音源構成

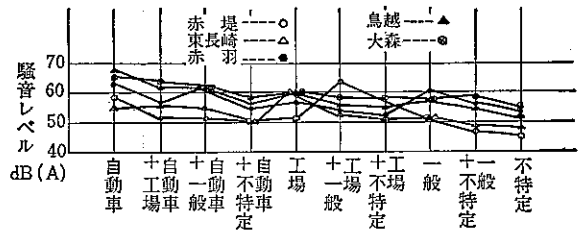


図8 交通量

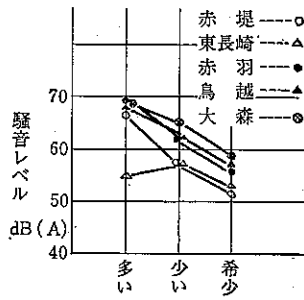
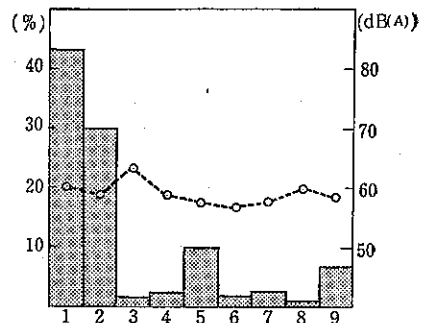


図9 工場業種別騒音レベル



- (*)
- 1. 金属製品
 - 2. 一般精密機械, 電気製品, 非鉄金属
 - 3. 輸送用機械, 鉄工業
 - 4. 家具装飾, 木工
 - 5. 出版印刷, 紙加工
 - 6. 皮革加工, 窯業, ゴム製品
 - 7. センイ工業, 衣服
 - 8. 食料品
 - 9. その他

図10 距離減衰

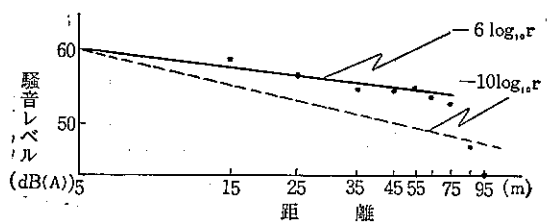


表2 測定結果の集計

	地名	建物密度	調査年月	測定したメッジユ数	測定割合	中央値の平均 dB(A)	分散 (標準偏差)
住居地区	赤堤	30%以下	47. 5~6	1031	41.2%	51	46. 24 (6.8)
	東長崎	30~60%	46. 6~7	1274	51.0%	51	42. 25 (6.5)
商業地区	赤羽	30~60%	46. 6~7	1217	48.7%	59	43. 56 (6.6)
	鳥越	60%以上	47. 5~6	1429	57.2%	61	39. 69 (6.3)
工業地区	大森南	30~60%	46. 6~7	1081	43.2%	61	37. 21 (6.1)

附近の騒音源のレベルで代表され、遠くの音は聴感では判断できても騒音レベルとしてはマスキングされるものとなっているためと考えられる。

(5) 音源の状況

図7に示すように各測定点において測定された騒音レベルの主な騒音源が自動車音である場合には他の音が騒音源である場合よりも高い地区が多い。自動車音でも交通量が多い(100台/5分以上)場合、少ない(100~20台/5分)場合、さらに少ない場合(20台/5分以下)の3段階に分けてみると図8のように交通量の多い場合67~68 dB(A)で最も高く交通量の差による騒音のレベルの差が明らかである。工場音は平均60dB(A)であるが、業種によるレベルは測定数にバラツキがあり十分な測定例でないが一応図9のような結果が得られた。一般音は種々多数の騒音源によるもので、人声、足音、動物音、宣伝放送などの騒音源によるレベル差があるが、平均値は57~58dB(A)の騒音である。不特定音は、いわば騒音源のない騒音で発生源の明らかでないものを不特定音としてまとめたもので、大体遠くの音がこれに相当する。騒音レベルは最も低く50dB(A)前後である。

(6) 音源から測定点までの距離

測定事例は10m以内が多く、距離は目測によるものであるが、騒音レベルは距離とともに低くなるのは当然のことで、騒音の距離減衰は理論的には点音源の場合倍距離当たり6dB、線音源の場合は3dB減衰となるが、今回の測定結果を整理してみると図10に示すように $6 \log r$ の減衰傾向にあり、地域環境騒音という考え方は音源近傍での理論的な減衰傾向のようにならないことを示している。

(7) 建物用途と騒音レベルの関係

ブロックごとに建物用途を調べ、その平均騒音レベル

との関係は全建物率では図11に示すようであり、住居率(住居建築面積/ブロック面積)では図12に示すように率の高い方が騒音レベルが低くなる傾向があり、建物による遮へいによって発生音が音源近辺にとどまるためと考えられる。しかし建物が工場のようにそこが騒音源となるような場合には、図13のように比率が高くなると準工業・工業地域などでは騒音レベルが高くなる。住居地域や商業地域に建築できる工場は、立地制限などによって小規模の工場であるためにやはり工場の数が多いといっても騒音レベルは比較的小さいものであるといえる。

商店など店舗の増減が騒音レベルとどのような関係にあるかを商店率(店舗面積/ブロック面積)によって集計してみると、図14のように比率の高いほど騒音レベルも高く、店舗そのものが騒音を発生しない場合でも人びとの集まることによる騒がしさということがいえる。また道路率についてみれば図15のとおり、道路率が高いと自動車通行によって騒音レベルが高くなる。しかし大森、赤羽地区などでは、赤堤・東長崎の住居地区の道路率が低いブロックに比べ騒音レベルが高く、自動車以外の工場や商店による騒音発生がその地区の騒音に関与していることと、地区に出入する車種がトラックなどの騒音レベルの高い車種であるためと考えられる。

(8) 環境要因と騒音レベルの多重回帰

建物用途などその地区の性格を特色づける環境要因は、単純に建物数の増減あるいは道路率の高低が地域の平均騒音レベルとの関係にあるのではなく、競合したものであると考えられるので、環境要因として、住居率、工場率、商店率、道路率、道路騒音率、一般騒音率、不特定騒音率の7因子を抽出して多重回帰分析を行なってみた。因子の選出にあたり表3に示したような環境要因と騒音レベルの中央値の相関分析を行ない相関の高いもの

図11 全建物（ブロック内全建物面積/ブロック面積）

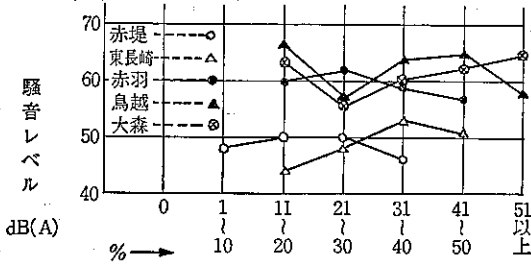


図12 住居率

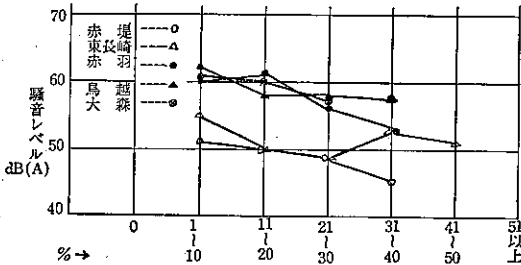


図13 工場率

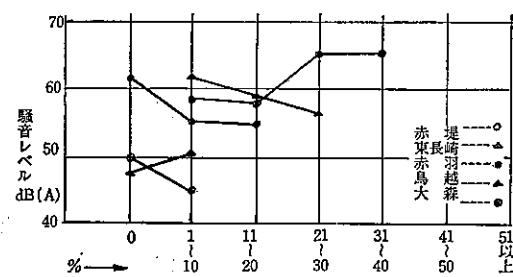


図14 商店率

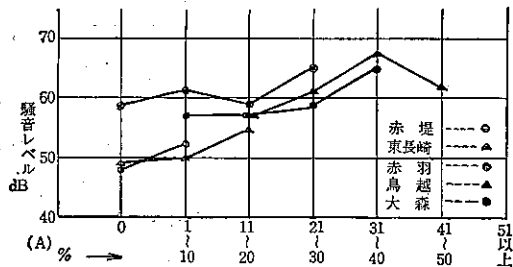


図15 道路率

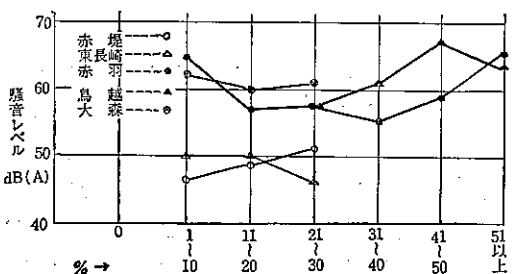


表3 環境因子

環境因子名	定義
住居率	(ブロック内の住居の建築面積)/(ブロック面積)
工場率	(ブロック内の工場の建築面積)/(ブロック面積)
商店率	(ブロック内の商店の建築面積)/(ブロック面積)
道路率	(ブロック内の道路面積)/(ブロック面積)
住居数	ブロック内の住居数
工場数	ブロック内の工場数
商店数	ブロック内の商店数
事務所数	ブロック内の事務所数
その他数	ブロック内の上記以外の建物数
道路騒音率	(ブロック内で最も支配的な音源が道路騒音であるメッシュ数)/(ブロック内のメッシュ数)
工場騒音率	(ブロック内で最も支配的な音源が工場騒音であるメッシュ数)/(ブロック内のメッシュ数)
一般騒音率	(ブロック内で最も支配的な音源が一般騒音であるメッシュ数)/(ブロック内のメッシュ数)
不特定騒音率	(ブロック内で最も支配的な音源が不特定騒音であるメッシュ数)/(ブロック内のメッシュ数)

を選んだ。表4は環境因子と目的変数の単相関係数表である。表中の()内の数字は建物密度30%地区(東長崎, 赤羽, 大森)の単相関係数である。建物密度30%の地区とそれに建物密度60%以上(鳥越), 建物密度30%以下(赤堤)を加えた全体で比べて変わった点は,

① 中央値, 90%レンジ下端, 上端の相関係数の符号がすべて一致した。

② 中央値, 90%レンジ下端のうち, 商店率, 道路率, 道路騒音率の相関係数が高くなった。

ことである。つまり赤堤・鳥越地区の資料を追加したことにより環境因子と騒音レベルの関係がより一層明確になった。騒音レベルを高くする要因としては, 工場率, 商店率, 道路率, 道路騒音率があり, 一方, 騒音レベルを低下させる要因としては, 住居率, 不特定騒音率がある。

相関分析結果を集約すると次のようである。

表4 単相関係数

環境因子	目的変数		
	中央値	90%レンジ 下端	90%レンジ 上端
住居率	-0.59 (-0.61)	-0.60 (-0.66)	-0.44 (-0.45)
工場率	0.46 (0.49)	0.47 (0.50)	0.44 (0.46)
商店率	0.60 (0.40)	0.62 (0.44)	0.45 (0.30)
道路率	0.45 (0.26)	0.45 (0.28)	0.35 (0.25)
道路騒音率	0.48 (0.30)	0.38 (0.19)	0.44 (0.34)
一般騒音率	-0.15 (0.04)	-0.13 (0.08)	-0.16 (-0.11)
不特定騒音率	-0.68 (-0.67)	-0.61 (-0.62)	-0.58 (-0.47)

- ① 住居率が減るほど中央値は増加する。つまり、住居率が減少すれば、他の騒音レベルを高くする建物（工場、商店など）が増加し中央値が高くなるのである。住居そのものは騒音発生源ではないということがいえる。
- ② 工場率のゼロのところでは中央値はかなりばらついている。しかし工場率がゼロでないところでは、工場率が増すほど騒音レベルが高くなる。
- ③ 商店率は、全体的にみると中央値の相関はないようである。しかし商業地域だけをとりあげてみると正の相関がある。
- ④ 道路率と中央値との相関は低い。
- ⑤ 住居数、商店数、工場数は、当然ながら住居率、商店率、工場率との関係が強い。したがって、中央値との関係も同様である。
- ⑥ 道路騒音率と中央値との関連性はあまりない。
- ⑦ 工場騒音率も②と同じ様相を呈している。
- ⑧ 一般騒音率と中央値との関連性はほとんどない。
- ⑨ 不特定騒音率が減るほど中央値は増加する。

「率」と「数」との各々の因子間の相関は高い。よってここでは「数」の因子を棄て、「率」の方を採用した。工場率と工場騒音率も相関が高いので工場騒音率を

除いた。最終的には前述の7つの因子を採用し解析した。まず環境要因（説明変数）がブロックごとに設定されているので、騒音レベル（目的変数）もブロック単位の値にする必要があり、次の方法で算出した。

$$\text{中央値} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n'} x_i}{n'} \right)$$

$$90\% \text{レンジ下端値} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n'} y_i}{n'} \right)$$

$$90\% \text{レンジ上端値} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{n'} z_i}{n'} \right)$$

ここで

n' : 各ブロックの測定したメッシュ数

x_i : 各メッシュの中央値

y_i : 各メッシュの90%レンジ下端値

z_i : 各メッシュの90%レンジ上端値

各説明変数が目的変数に対してどの程度寄与しているかを求める方法として、次の手順で行なった。

① 与えられた P 個の説明変数 X_1, X_2, \dots, X_P のうち、目的変数 (Y) との単相関係数が最大となるものを選び、これを $X(1)$ とし、Y の $X(1)$ に対する回帰式を求める。

② $X(1)$ 以外の (P-1) 個の変数の各々と $X(1)$ との二つを因子とする (P-1) 個の重回帰式を計算し、Y に対する寄与率の最大なものを選ぶ。この選ばれた重回帰式に用いられた変数を $X(1), X(2)$ とする。

③ $X(1), X(2)$ のほかに、さらに一つの変数を残りの (P-2) 個の変数のなかから選び、この3変数に対する重回帰式を (P-2) 個つくる。このなかで、寄与率の最大なものに用いられた変数を $X(1), X(2), X(3)$ とする。

④ 以下同様の手順を繰り返し、必要な個数 $r (r \leq P)$ 個の説明変数を含む重回帰式を求める。

表5は環境因子の内部相関マトリックスである。30~60%と全体とを比べ商店率と道路率との相関係数が高く(0.638) になっているのが目立っている。

騒音レベルと環境因子との多重回帰式を作成した。回帰式は次のような形である。

$$\text{騒音レベル} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_r x_r$$

ここに

a_0 : 定数

a_1, a_2, \dots, a_r : 係数

表5 環境因子の内部相関マトリックス

	1 住居率	2 工場率	3 商店率	4 道路率	5 道路騒音率	6 一般騒音率	7 不特定騒音率
1		-0.370	-0.443	-0.263	-0.326	0.217	0.352
2	-0.370		-0.025	-0.058	0.034	-0.337	-0.360
3	-0.443	-0.025		0.638	0.356	0.108	-0.358
4	-0.263	-0.058	0.638		0.456	-0.085	-0.251
5	-0.326	0.034	0.356	0.456		-0.388	-0.491
6	0.217	-0.337	0.108	-0.085	-0.388		-0.146
7	0.352	-0.360	-0.358	-0.251	-0.491	-0.146	
平均値	16.9	6.1	10.3	20.7	0.40	0.21	0.25
標準偏差	9.4	9.1	11.5	10.7	0.25	0.21	0.24

x_1, x_2, \dots, x_7 : 環境因子

図16は変数増加法による重相関係数の推移をみたものである。ステップ3まで重相関係数の変化が大きい4個以上因子を増しても重相関係数は増加しない。つまり、3個の因子を用いることにより騒音レベルを推定することができる。しかも、中央値、90%レンジ下端、上端とも推定に有効な因子は、商店率、工場率、不特定騒音率と共通である。ところで、環境騒音の原因と考えられる要因は、自動車、工場、人間の活動に伴うもの（人声、足音等）、不特定が主なものである。この要因と重回帰分析とを勘案すると、人間の活動に伴うものは商店率で、工場は工場率で、不特定は不特定騒音率で、自動車は人間の活動に伴うもの・商店率・工場率の残りとして説明できそうである。

図17は中央値について誤差（=計算値-実測値）と実測値について調べたものである。結果はばらついてはいるものの実測値と誤差との間には負の相関がありそうである。実測値が低いところでは計算値が大きく、実測値が高いところでは計算値が小さくなっている。このことから実測値と誤差との線形式を作成している。

(9) 騒音種類の識別記録結果

各メッシュにおける測定の瞬時値を騒音の種類別にまとめてみると、騒音種類によって図18のようにレベルに差があり自動車音が最も高く、不特定音が最も低い。測定点での中央値にはこれらの音が複合されたものとなり、その中央値に左右する種類の発生率は、図19の

ような結果になり、騒音レベルの高い種類が多いと中央値も高く、低い不特定音が多いと中央値も低くなるということがいえる。その含まれ具合は、地域特性との関係によるもので、図20のように鳥越地区では50%位が自動車音であり、地区平均レベルも最も高い61dB(A)であり、大森地区は自動車音と工場音で70%を示し、地区平均61dB(A)となっている。

図16 STEP数の増加に伴う重相関係数の推移

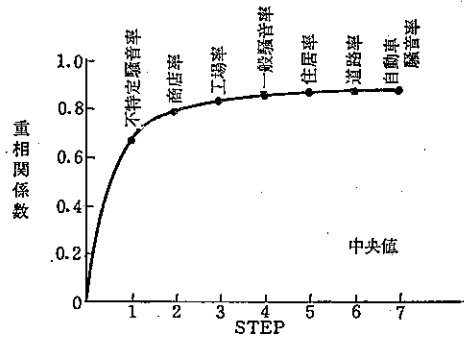


図17 実測値と誤差の関係（中央値）

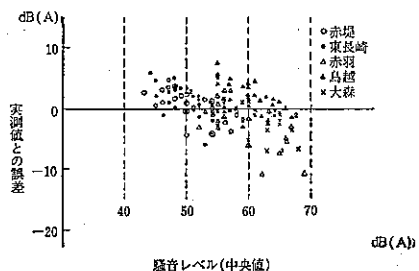


図18 騒音種類別騒音レベル (平均値)

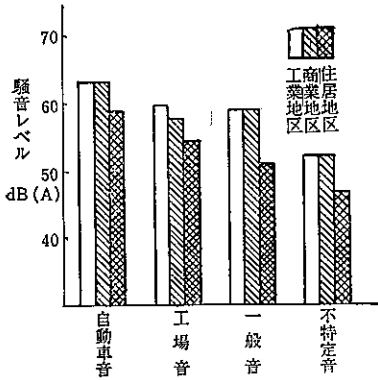


図19 騒音種類別発生比率と騒音レベルの関係(中央値)

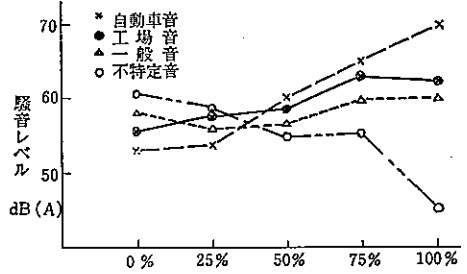
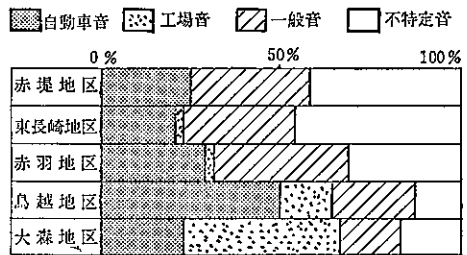


図20 調査地区別、騒音種類の発生割合



(10) 騒音レベル分布図

各調査地区の未測定メッシュの騒音を示す一つの試みとして、測定したメッシュの騒音値を基に等音線を引き、未測定地区のレベルを補足して、50%程のメッシュの測定値の平均と、等音線から求める地域面積より算出される平均レベルを比べて妥当性を考えてみた。

図21 住居地域における騒音分布図 (豊島区東長崎地区)

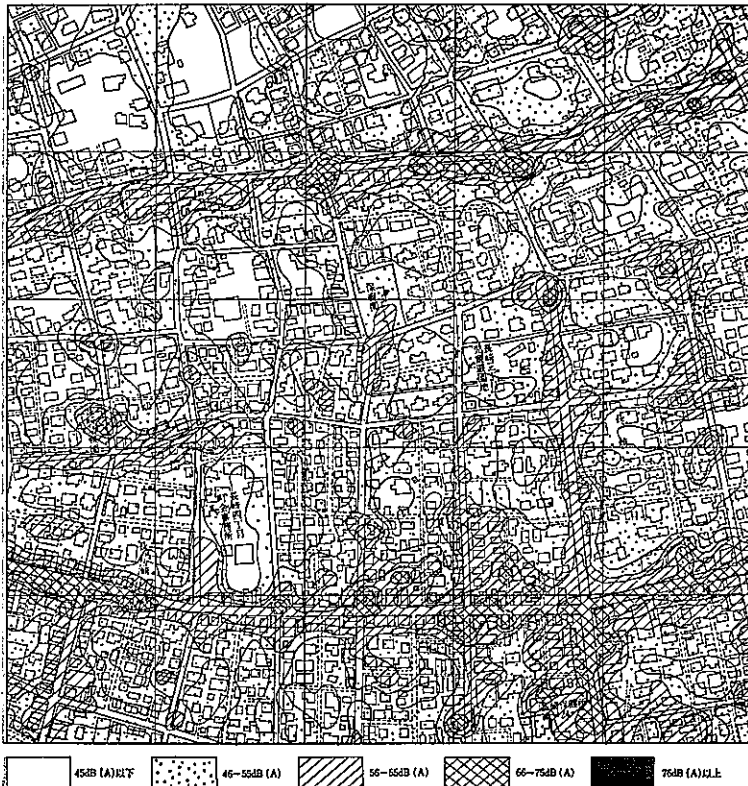


図21~25は、各地区の地図上に5dBステップに等音線を引いたもので、等音線の引き方は、同じ値のメッシュを線で結び、騒音レベルが周囲前後左右のメッシュの測定値と10dB(A)以上差のあるメッシュは、1メッシュでも残すが、10dB(A)以下なら無視する。5dB(A)~10dB(A)の範囲なら2コ以上並んでいる場合に残すようにして、作業手順として最も騒音レベルが高い、しかも測定したメッシュの多い道路に沿って引き、道路や工場のレベルの大きな音源から遠ざかるにしたがって、5dB(A)ステップに同じレベルをたどる前後のメッシュと関連のつくものを結ぶようにした。

等音線を引いた結果から各騒音レベルのクラスの面積を計り、各クラスの面積比を算出し、次式に用いて面積平均レベルとした。

図22 住居地域における騒音分布図（世田谷区赤堤地区）



図23 商業地域における騒音分布図（北区赤羽地区）



図24 商業地域における騒音分布図（台東区鳥越地区）



図25 工業地域における騒音分布図（大田区大森地区）



表6 面積平均レベルと測定値平均レベルの比較

騒音レベル のクラス	クラスの中央 値 x_i	赤 堤		東 長 崎		赤 羽		鳥 越		大 森	
		比 率 f_i	$x_i f_i$	比 率 f_i	$x_i f_i$	比 率 f_i	$x_i f_i$	比 率 f_i	$x_i f_i$	比 率 f_i	$x_i f_i$
～ 40	38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41 ～ 45	43	0.23	9.89	0.16	6.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46 ～ 50	48	0.42	20.16	0.33	15.84	0.08	3.84	0.03	1.44	0.01	0.48
51 ～ 55	53	0.19	10.07	0.26	13.78	0.21	11.13	0.14	7.42	0.18	9.54
56 ～ 60	58	0.09	5.22	0.14	8.12	0.26	15.08	0.32	18.56	0.38	22.04
61 ～ 65	63	0.05	3.15	0.08	5.04	0.22	13.86	0.26	16.38	0.25	15.75
66 ～ 70	68	0.02	1.36	0.03	2.04	0.14	9.52	0.11	7.48	0.13	8.84
71 ～ 75	73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	5.84	0.13	9.49	0.05	3.65
76 ～ 80	78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.78	0.00	0.00
81 ～	83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
合 計	—	—	49.85	—	51.70	—	59.27	—	61.55	—	60.30
面 積 平均レベル	—	—	50	—	52	—	59	—	62	—	60
測 定 値 平均レベル	—	—	51	—	51	—	59	—	61	—	61

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_i f_i + \dots + x_k f_k)$$

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k x_i f_i$$

ここで

x_i : i 番目のクラスの中央値

f_i : i 番目のクラスの度数

k : クラスの数

n : $f_1 + f_2 + \dots + f_i + \dots + f_k$

一方測定値の平均レベルは算術平均として次式から求める。

$$\bar{y} = \frac{1}{n}(y_1 + y_2 + \dots + y_j + \dots + y_l) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^l y_j$$

y_j : j 番目のメッシュの中央値

n : 各調査地区の調査メッシュ数

これらの計算結果を表6に示し、測定したメッシュの平均と、未観測地点を補足した平均とは1dB(A)差の範囲にあり、よく一致している。

こうした等音線を引くことによって、地域内の騒音分布の様子がよくつかめる。

4 測定法の検討

(1) 測定地点の数

広がりをもった地域の騒音を測定する場合、10mごとのメッシュ測定は不可能なことであり、少ない地点で測っても同じような結果が得られるならばその方が望ましいことである。そこで調査結果に基づき、各地区の騒音分布は図26に示すようにほぼ正規分布しているので、正規分布の性質を利用して検討してみることにした。正規分布は、平均値を中心に左右対称な分布で母平均と母分散によって型がきまる。したがって母平均 μ 、母分散 σ^2 (標準偏差 σ)の正規分布は $N(\mu, \sigma^2)$ で表わされる。

平均値 $E(\bar{x}) = \mu$

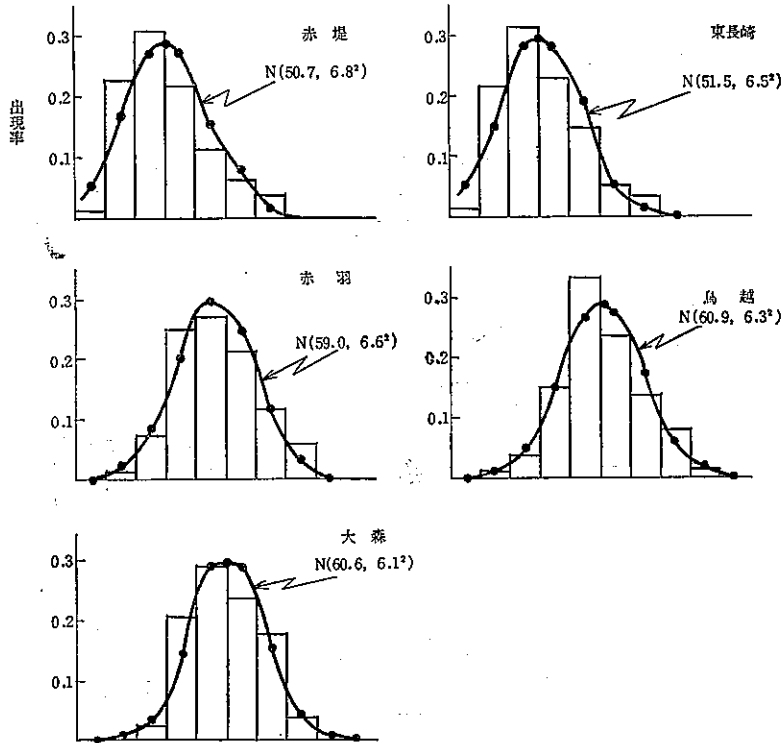
分散 $\sigma^2 \bar{x} = \frac{\sigma^2}{n}$

であるから、平均値の両側に $\pm\sigma$ ずつの幅をとると、その区間に入る確率はパーセント(%)であらわすと表2の平均、分散から、今回の測定結果は $\pm 1\sigma \dots 68.27\%$
 $\pm 2\sigma \dots 95.44\%$
 $\pm 3\sigma \dots 99.73\%$

である。

\bar{x} は母標準偏差 σ とサンプリング数 n によって定義されるものであり、 σ を一定とするなら n によって母平均の推定精度が決定される。

図26 騒音レベル分布と理論的な正規分布



各地域の σ を求め、サンプル数と信頼度により測定地点数を図示すると図27のとおりである。

許容差を ± 5 dB(A)とするときの測定地点数は、信頼度95%で6~8地点、信頼度99%で14~16地点、許容差 ± 2 dB(A)とするなら信頼度95%で35~40地点、信頼度99%で100地点前後の測定を行なえば、今回の10mメッシュの測定値の平均と同程度の精度をもつ測定地点が得られる。

こころみに赤堤地区の測定結果の中央値を地図の相当する各メッシュにプロットし、作為的にランダムサンプリング(測定したメッシュだけをランダムサンプリングする。)して、選出数(N)を2, 4, 6, 8, 10点について各10回行ない、その結果を図28に示す。図中黒く塗りつぶしてあるのが各地区の中央値の平均値である。

サンプリング数の少ないことにより正規分布となっていないが、誤差の分布は一致している。さらにサンプリング数を増しておのおの50回以上繰り返すと正規分布になる。

(2) 各地域における代表地点の選定

各調査地区で中央値の平均値と等しいレベルのメッシュをその地区の平均的な環境にある地点であるとする。各調査地区における平均的な環境にあるメッシュの特色は

① 赤堤地区

住居専用地域で、交通量が少ない歩道のない一車線道路

② 東長崎地区

住居地域で、交通量が少ない歩道のない一車線道路

③ 赤羽地区

商業地域で、交通量が少ない歩道のない一車線道路

④ 鳥越地区

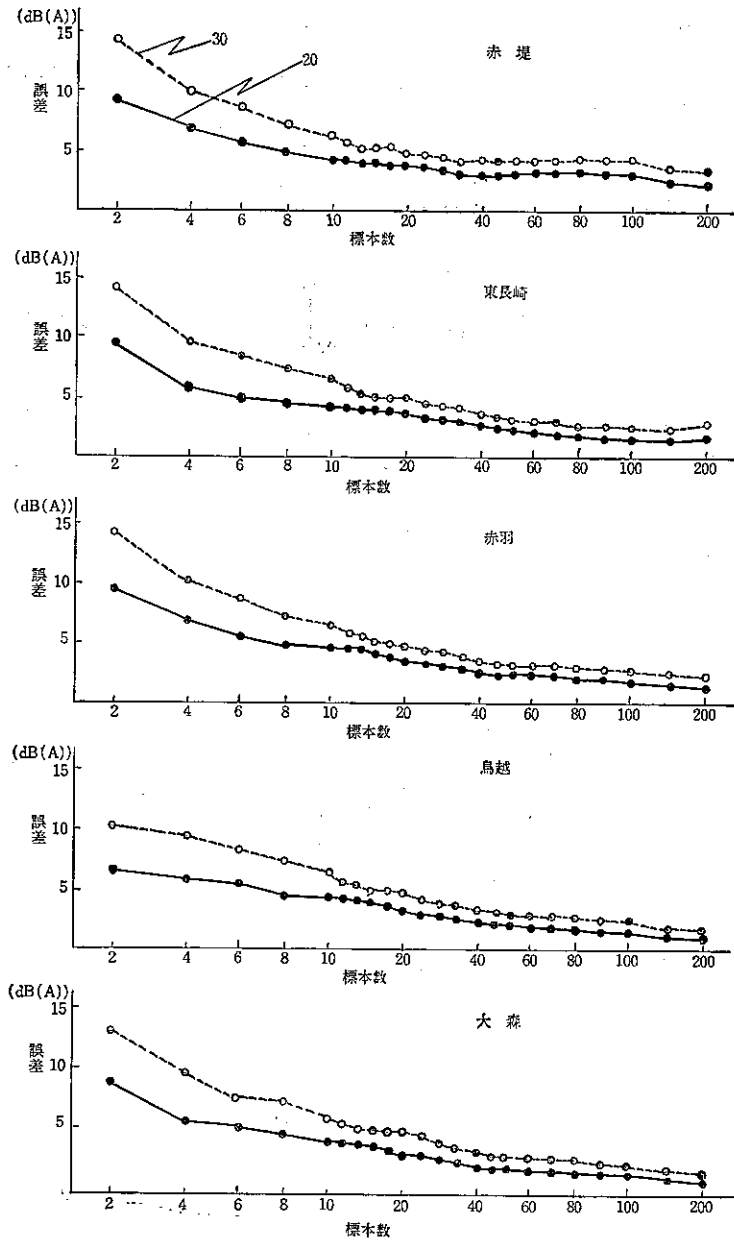
商業地域で、交通量の多い歩道のない一車線道路

⑤ 大森地区

準工業地域で、交通量の多い歩道のない一車線道路となる。

逆に土地利用形態に応じて以上のような地点で測定を行なえば、平均的な地区の騒音レベルが得られることになる。

図27 サンプル数と信頼度による測定地点数



(3) 地域の広がりの変化に伴う騒音レベルの変動
前項まで、地域の広がりを500m×500mとし、そこでの中央値の平均値をもってその地域における騒音レベルの代表として議論をしてきた。

ここでは、地域の広がりをそれぞれ200m×200m、300m×300m、400m×400mとしたとき、各ブロック単

位での中央値の平均値に対してどの程度バラツクかを検討する。

500m×500mの地域において最小ブロック単位を100m×100mとすると、200m×200mの地域の組み合わせは16通り、同様に、300m×300mでは8通り、400m×400mでは4通りとなる。それぞれの地域での中央値の

図28 代表性を考慮したランダムサンプリング (赤堤地区)

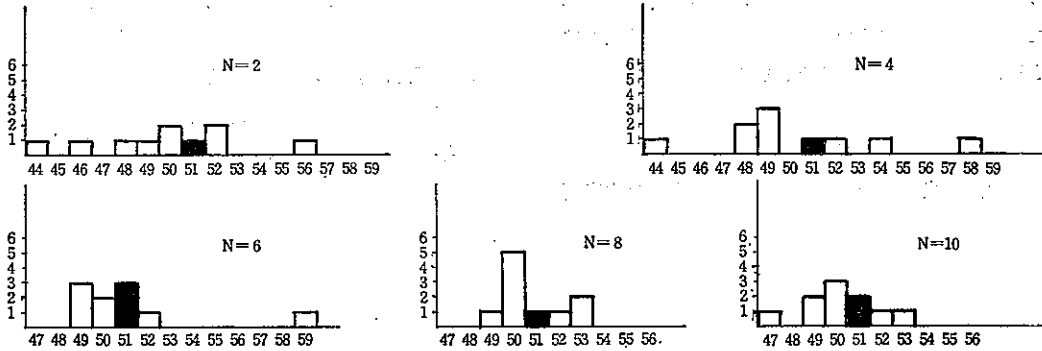
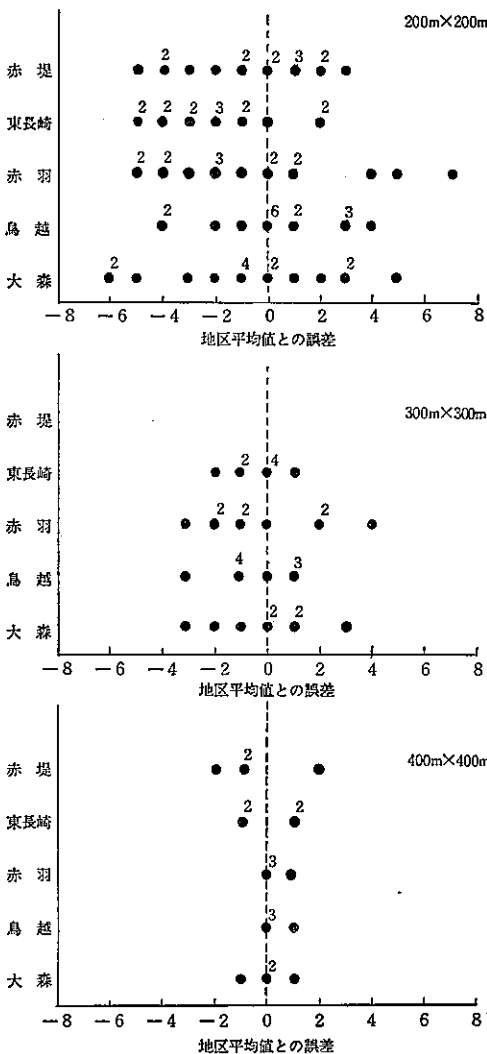


図29 面積変化による平均値の変動



平均値を求め、500m x 500mの地域における中央値の平均値との誤差を検査すると図29のようになる。

5 おわりに

今回の調査においては多数点での騒音レベル測定値をもとに環境要因との関係を見たが、土地利用状況、騒音種類、騒音レベルといった一連のつながりがうかがえる。しかし、五つの調査地区を合わせて1地域として扱う考えで分析した結果によると、一画性がなく、結局、ある程度の小地区で騒音評価をする必要がある。具体的に何 ha であるかは今後さらに検討しなければならない。

便宜上地区内の多数点の騒音レベルの算術平均値をその地区の騒音値としたが、騒音レベルの大小を左右するのは騒音種類であり、5秒間隔50回測定の際の各瞬時値に占める割合によってきまる。また地区内の騒音はレベルのほかに発生源数についても検討すべきであるが、今回はこの点の資料を得ることができなかった。

各メッシュの中央値の平均と、等音線から求めた面積平均とはよく一致した、騒音源別のレベルと発生源数の関係が明らかになると、広がりをもつ地域の騒音値を推計することもできる。また、地区内の騒音評価の方法として、測定された騒音レベルの値を算術平均することには疑問がある。不均衡面音源の音響エネルギーで取り扱う方法をとり入れる必要があるように思われる。これは今後の問題点としてさらに研究したい。

一応今回の結果からは問題点もあるが、地区の平均的な立地条件の箇所、数点の測定点を選出して騒音レベルを測定すると、±nの誤差での測定精度で地区の騒音値が得られる見込みがついたわけで、誤差がいくつであ

るべきかは調査の目的にもよるが、環境騒音のマクロ的な実態を把握することならば、 ± 5 dB (A)の誤差範囲で信頼度95%とするならば500m \times 500mの地区では6~8地点選出して測定するとよいということになる。

参 考 文 献

1) 望月, 今泉: 地域別騒音の場所的分布, 日本音響

学会誌第23巻 第3・4号, 1967年7月

2) 望月, 今泉: 地域別騒音の時間的变化, 日本音響学会誌第23巻 第3・4号, 1967年7月

3) 菅野, 小林: 環境騒音と地域特性に関する調査研究(第1報), 東京都公害研究所年報第4巻, 1973年