

住工混在地域の騒音調査について

高山 孝 千葉 幸雄

1 はじめに

今日の都市騒音は交通騒音がその主要な原因となっていることは誰でも知っている。また都市の過密化により都市計画用途地域性が、純化とは逆の混乱化が進み住居と他の施設とくに工場との混在状態が各地域にうかがえる。そして、このような地域内の工場が生産活動を行なえば必然的に交通騒音、その他の騒音を周囲にまき散らし環境騒音のレベルを高める結果となっている。

そこで都市騒音の低減化をはかる一方策として、このような住工混在地域の現状と騒音発生メカニズムを種々の角度から観察し、解析することによって混在地域の騒音制御方法を見つけ出すことが必要とされる。

このようなことから、1969年度と1970年度の2カ年にわたり住居—工場混在地域騒音調査を実施した。

1970年度には1969年度の騒音予備調査結果を参考として、用途地域別騒音、交通騒音、工場騒音、騒音時間変動等の実態の握とデータの解析より、これらの騒音の推定モデル式の可能性を追求した。

本調査の計画実施は本研究所騒音部が行ない、その解析は、コンピュータ処理を行なった(株)コンピュータアプリケーションズ数理計画部が担当した。

本稿は調査、解析内容の要約である。

なお、この調査をすすめるにあたり、守田栄日本大学教授、松井昌幸東京工業大学教授の両先生の懇切な御指導を頂いたことと数理計画部山川邦雄氏の御協力に厚く感謝する次第である。

2 住工混在地域調査の概要

本調査は住居—工場混在地域の騒音レベル低減化をはかる手段探究を目的として、1969年度、1970年度の2年におわり調査を実施した。1969年度は予備調査として、住工混在地区(500m×500mエリア)を1カ所選定し、エリア内を10m×10mメッシュに細分割しその各々について所定の騒音測定を行なった。このデータは、コンピ

ュータによる解析処理を行なうべく(株)コンピュータアプリケーションズに委託した。報告結果については1971年度、年報に記載されている。予備調査によって得られた内容と調査指針の要約は次のようである。

参考とすべき予備調査結果

- ① マクロ的には工場騒音は騒音発生源から10m程度離れると暗騒音の中に埋もれてしまう。
- ② 工場の整体構造と騒音との関連性はうすい(これは開口部の開放状態の影響等のため)。
- ③ 工場騒音中75ホン以上の高い騒音は、ほとんど衝撃音である。

必要とすべき調査

- ① 都市用途地域数地区における騒音調査。
- ② 調査地区の時系列的騒音調査。
- ③ 調査地区内の工場特性(業種、規模、出荷額、従業員数、設備機械等)。
- ④ 調査地区における主要道路の時系列交通量。
- ⑤ 調査地区における環境指標(人口、所得レベル、商店数等)。
- ⑥ 調査地区における工場活動特性(操業状態、出荷入荷時の時系列状況等)。

本調査ではこの指針内容中、収集可能なデータはすべて集めるべく調査計画をたてたが、⑤、⑥はデータ収集が難しいので省略した。調査要綱の概略は次のとおりである。

(1) 調査対象地区

都内の各用途地域別に住居と工場の混在率の高い地区を選定しこれらの地区(以下「用途地区」という)を上記指針に基づいて騒音調査を行なう。用途地区別には下記のごとく6種に分ける。住居地域については他地区との比較を行なう意味で工場の存在しない住居専用地区を1種とりあげる。準工業地域については、混在態様の異なる2種をとりあげる。混在地区の選定には、詳細地図上で、工場または住宅の混在率が高く比較的良好に混り合

表1 調査選定地区

用途地域	区名	所在地
住居地域 (住居専用地区)	杉並	杉並区清水2丁目
住居地域	目黒	目黒区本町4丁目～6丁目
商業地域	台東	台東区竜泉2丁目～3丁目
準工業地域	大田	大田区大森西1丁目～2丁目
準工業地域	足立	足立区宮城1丁目～小台2丁目
工業地域	江東	江東区大島7丁目～8丁目

っている地区を対象地区1, について, 3地区選び, 現地調査により調査対象地区を選定した。選定地区を表1に示す。

各選定地区とも500m×500mの面積を設定しこの面積内を10m×10mの合計2,500メッシュに区切り調査を行なう。

(2) 調査期間

1970年7～8月(調査は1日平均8～10人を動員し2ヵ月を要した)

(3) 調査項目

ア 騒音値

工場騒音レベル, 交通騒音レベル, 暗騒音レベル, (単位ホン)

イ 工場特性

これは調査地区内工場についての業種, 規模, 従業員, 使用機械等の内容特性である。このデータは1969年度に公害防止計画部で実施した工場実態調査資料より抽出した。なお業種分類は産業中分類に従い1～20種に分けた。建物規模は, ～50m², 51～150m², 151m²～の3段階に分けた。使用機械は100種類以上にのぼるので発生音量別に3段階に分けた。

ウ 交通状態

交通状態の調査は各調査地区(正方形の対角線に交差するすべての交通道路点)に測定点を設けて次の項目を調査した。車種:①貨物車, ②乗用車, 時間帯:8時～16時の毎正時(道路別, 車種別, 時間帯別10分間交通量)

エ 騒音時間変動

これは各調査地区内の騒音が極端に変動しない地点を原則として3地点設け, 測定した。地区を代表するよう

な地点の選定は非常に難しい。

オ 騒音タイプ

これは各メッシュで測定する時, 今どのような内容の騒音が聞こえているかを耳で判断し, 7タイプに分けて測定票に記入した。

タイプ ①工場騒音 ②交通騒音 ③暗騒音 ④(①+②) ⑤(①+③) ⑥(②+③) ⑦(①+②+③)

カ その他

各調査地区内の工場数, 住宅数, 商店数等。

調査により項目別に得られたデータは, コンピュータ解析処理を行なう。解析の重点を, 用途地区騒音, 工場騒音, 交通騒音を, 用途地区特性, 工場特性, 交通形態から推定するモデル式が作成可能かどうか, またどの程度の精度のものが得られるか, という点においた。以下はその検討内容の要約である。

3 用途地区騒音

用途地区毎に騒音がどの程度異なるか, 騒音と地区特性との間に関係が認められるか, 用途地区毎の騒音値が地区特性から推定できないか等の解析を行なう。

(1) 用途地区騒音

用途地区毎の騒音状態差異を騒音分布型, 騒音値, 騒音タイプメッシュ数構成比(工場騒音タイプ, 交通騒音タイプ, 暗騒音タイプ, 工場+交通騒音タイプ, 工場+暗騒音タイプ, 交通+暗騒音タイプ, 工場+交通+暗騒音タイプ)の3点から検討する。なお, これらに関する集計結果を表2, 3に示す。

騒音分布型:全体騒音では住居専用地区は～44ホン, 住居地区は45～54ホン, 商業地区は70～75ホン, 大田準工業地区は75ホン～, 工業地区は50～54ホン, に山をもつ。足立準工業地区は50ホン～, で一様な分布型である。騒音分布の山は住居専用地区, 住居地区, 工業地区, 準工業および商業地区の順に低騒音値から, 高騒音値へと移動する。また, 同一用途地区間でも騒音分布状態は非常に異なっている(準工業地区の大田と足立)。

騒音種類別にみると工場騒音では, 住居地区は55～59ホン, 準工業地区, 工業地区は60～64ホンに山があり, 住居地区の工場騒音分布型は準工業地区, 工業地区の工場騒音に比べ, 低騒音側に片偏っている。

表2 用途地区別—騒音種類別騒音状態

騒音種類	用途地区	騒音値クラス (ホン)								地区 メッシュ数	騒音値(ホン)		
		～44	45～49	50～54	55～59	60～64	65～69	70～74	75～		下限値	中央値	上限値
工場	杉並(住 専)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	—	—	—	—
	目黒(住 居)	1.3	8.9	25.6	30.4	19.9	8.9	3.2	1.9	316	48	58	70
	台東(商業)	0.3	0	5.7	19.0	31.7	21.9	12.4	8.9	315	55	64	79
	大田(準工業)	0.3	1.1	7.7	19.2	25.2	21.8	15.5	9.2	349	54	65	79
	足立(準工業)	0.2	1.4	9.6	23.4	30.7	18.4	10.2	6.2	561	53	63	76
	江東(工業)	0	0.6	7.1	17.7	29.4	24.0	13.9	7.3	504	55	65	78
	地区全体	0.3	2.1	10.6	21.7	27.9	19.4	11.2	6.7	2,045	53	63	76
	交通	杉並(住 専)	3.2	16.8	11.4	32.7	13.7	8.6	9.2	4.4	315	46	58
目黒(住 居)		0.4	3.2	9.1	13.9	16.3	15.1	22.2	19.9	563	52	68	79
台東(商業)		0.1	0.1	3.0	10.8	15.0	19.0	29.1	23.0	1,172	57	71	81
大田(準工業)		0	0.1	2.8	6.4	11.4	15.8	26.2	37.2	779	58	73	83
足立(準工業)		0	0.3	4.4	13.7	12.4	16.0	30.2	23.0	725	56	71	81
江東(工業)		0	0	4.8	9.7	14.1	16.4	29.7	25.3	475	56	71	81
地区全体		0.3	1.9	4.9	12.5	13.8	16.2	26.3	24.1	4,029	54	71	81
暗		杉並(住 専)	55.7	19.8	11.4	10.1	2.2	0.5	0.2	0.1	1,296	40	45
	目黒(住 居)	16.5	35.1	26.6	15.3	4.7	1.8	0	0	1,048	43	50	61
	台東(商業)	0.6	5.8	35.3	27.5	17.0	10.5	2.9	0.6	867	50	56	69
	大田(準工業)	2.7	17.6	32.9	29.5	5.8	7.8	1.8	1.8	550	46	55	68
	足立(準工業)	1.5	16.6	51.7	18.4	6.3	3.7	1.7	0	781	47	53	66
	江東(工業)	0.7	8.0	58.5	24.2	5.8	2.4	0.3	0.1	955	49	54	62
	地区全体	17.0	17.8	34.1	19.4	6.6	3.8	1.0	0.3	5,497	42	53	66
	全体	杉並(住 専)	44.3	18.1	11.5	15.8	4.8	2.3	2.2	1.0	1,432	40	47
目黒(住 居)		8.9	19.6	18.9	14.4	11.1	8.7	9.6	8.7	1,364	44	56	77
台東(商業)		0.2	1.4	11.4	13.1	14.7	17.0	23.3	18.8	1,555	53	69	80
大田(準工業)		1.0	5.6	9.7	12.2	11.8	14.5	19.4	26.0	1,259	49	69	81
足立(準工業)		0.7	6.1	17.6	16.0	15.0	12.7	18.3	13.7	1,444	49	64	80
江東(工業)		0.4	4.0	28.1	17.0	14.1	12.4	13.5	10.5	1,490	51	61	79
地区全体		9.2	9.0	16.3	14.8	12.0	11.3	14.4	13.0	8,544	48	61	77

(注) 各種騒音の各地区における騒音クラス別にみた頻度比率表である。

騒音クラス中の頻度
地区メッシュ数 (=地区頻度総計)

- 1 下限値および上限値とは、それぞれ5%値および95%値を意味する。以下の表、説明においても同様である。
- 2 全体騒音とは、工場騒音、交通騒音、暗騒音を総括したものであり、同一メッシュ内にいくつかの騒音がある場合には、その中から最大値を取るものを採用した。以下の表、説明においても同様である。

交通騒音では住居専用地区は55～59ホン、住居地区、商業地区、足立準工業地区、工業地区は70～74ホン、大田準工業地区は75～ホンに山をもつ分布型である。商業地区、大田準工業地区と足立準工業、工業地区とは分布型が非常に異なり、前者では50～55ホンが30～35%であるのに対し、後者では50～60%となっている。

騒音値：全体騒音では住居専用地区(中央値47ホン)、

住居地区(中央値56ホン)、工業地区(中央値61ホン)、足立準工業地区(中央値64ホン)、大田準工業地区(中央値69ホン)、商業地区(中央値69ホン)の順に高騒音となる。

騒音種類別にみると、工場騒音では住居地区(中央値58ホン)と商業地区、準工業地区、工業地区(中央値63～65ホン)とに区別でき、住居地区の工場騒音は他地区の工場騒音より低い。交通騒音では、住居専用地区(中

表3 用途地区別騒音タイプメッシュ数

用途地区	騒音タイプ別メッシュ数比率(%)							メッシュ数
	工場	交通	暗	工場 交	工場・暗	交通・暗	工場 交通・暗	
杉並(住専)	0	1.2	76.2	0	0	22.6	0	1,312
目黒(住居)	6.3	10.6	42.4	4.0	8.9	22.3	4.5	1,324
台東(商業)	3.8	32.4	15.1	6.9	4.2	31.8	5.7	1,520
大田(準工業)	12.3	34.9	20.5	8.7	4.4	16.5	2.7	1,239
足立(準工業)	18.5	17.6	22.9	8.9	7.7	20.1	4.2	1,420
江東(工業)	14.4	14.5	38.7	4.3	13.7	11.6	2.9	1,428
地区全体	9.3	18.7	35.4	5.5	6.6	21.2	3.4	8,243

(注) 各用途地区における騒音タイプ別にみた頻度比率表

各騒音タイプの頻度
メッシュ数

表4 用途地区特性

用途地区	工場		住宅		商店		その他		合計 件数
	件数	比率(%)	件数	比率(%)	件数	比率(%)	件数	比率(%)	
杉並(住専)	0	0	644	95.2	11	1.6	21	3.2	676
目黒(住居)	56	3.6	1,251	80.0	136	8.7	80	7.7	1,562
台東(商業)	96	6.3	878	55.0	302	20.6	229	18.1	1,505
大田(準工業)	107	10.8	693	70.0	86	8.6	107	10.6	993
足立(準工業)	116	9.4	930	75.4	133	10.8	54	4.4	1,233
江東(工業)	121	9.8	944	74.0	142	11.1	71	5.1	1,278

中央値58ホン)、住居地区(中央値68ホン)、商業地区、工業地区、足立準工業地区(中央値71ホン)、大田準工業地区(中央値73ホン)、の順に高騒音となる。住居専用地区交通騒音は他地区の交通騒音にくらべ10ホン以上も低い。暗騒音では住居専用地区(中央値45ホン)、住居地区(中央値50ホン)、足立準工業地区(中央値53ホン)、工業地区(中央値54ホン)、大田準工業地区(中央値55ホン)、商業地区(中央値56ホン)の順に高騒音となる。

騒音タイプメッシュ数構成比:住居専用地区は暗騒音タイプ(76%)、住居地区は暗騒音が主でこれに交通騒音を加わったタイプ(75%)、商業地区は交通騒音が主でこれに暗騒音が加わったタイプ(79%)、大田準工業地区は同様な傾向を示し、交通騒音が主でこれに暗騒音が加わったタイプ(71%)、足立準工業地区は工場騒音+交通騒音+暗騒音の混合タイプ(工場騒音19%、交通騒音18%、暗騒音23%)、工業地区は暗騒音が主でこれに工場騒音、交通騒音が加わった混合タイプ(暗騒音39%)である。騒音タイプからみた場合、準工業地区は、

商業地区に類似した地区と工業地区に類似した地区とにわけられる。全般に、暗騒音タイプ地区(住居専用地区、住居地区)、交通騒音タイプ地区(商業地区、大田準工業地区)、騒音タイプ混合地区(足立準工業地区)に大別できる。

(2) 騒音と用途地区特性

用途地区による騒音の違いと地区特性との間に関係があるか解析する。地区特性として、工場数、住宅数、商店数、その他(学校、病院等)を考える。なお、用途地区特性を表4に、騒音と用途地区特性との関係を図1-1、1-2、1-3、1-4に示す。

当然のことながら住居専用地区、住居地区では住宅の占める割合が商業地区では商店数の占める割合が、準工業地区、工業地区では工場数の占める割合が他地区とのそれぞれの割合よりも高くなっている。図からみて、一般的に地区特性値(工場数、住宅数、商店数……今回の場合6用途地区とも500×500(m)エリアであり数値が密度を表わす)よりも用途地区内での特性構成比(工場、住宅、商店、その他の構成比率)の方が騒音値(中

図1-1 工場騒音地区中央値と用途地区特性

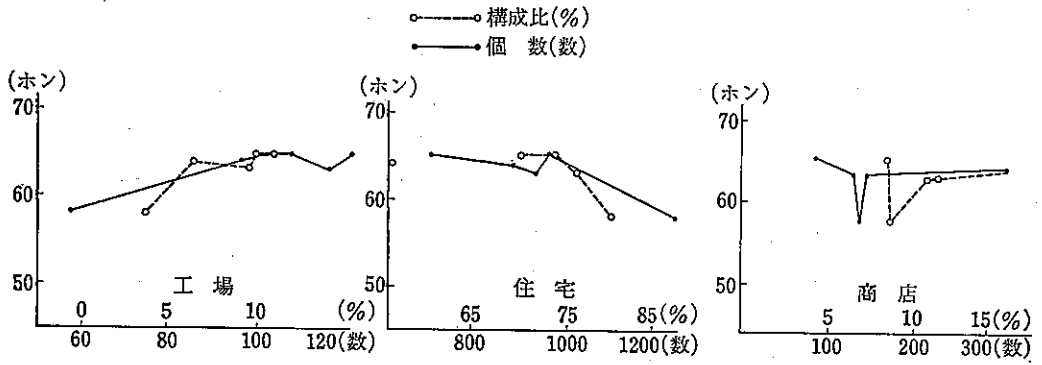


図1-2 交通騒音地区中央値と用途地区特性

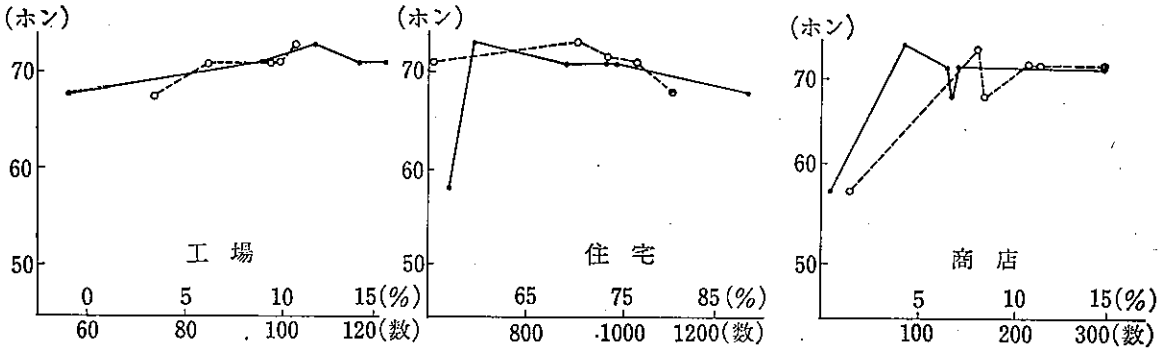


図1-3 暗騒音地区中央値と用途地区特性

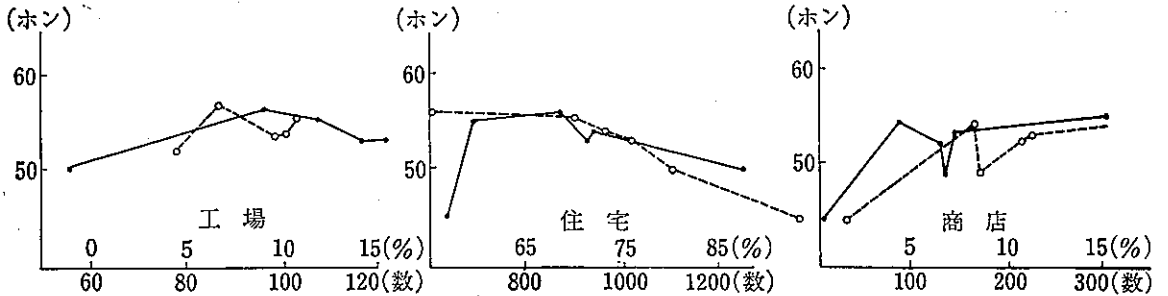
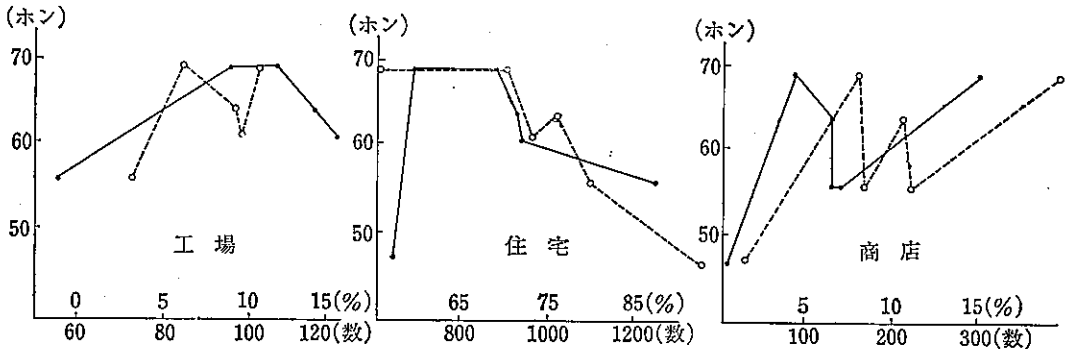


図1-4 全体騒音地区中央値と用途地区特性



中央値)と強い関係をもつようである。

次に騒音と地区特性との関係を騒音中央値から調べてみる。

工場騒音(図1-1から):工場との関係が最も強く、住宅との関係がこれに続き、商店とは関係をもたない。

地区特性値、地区特性構成比とも同程度の関係を示し、工場騒音は工場数(又は工場比率)が増すと高くなり、住宅数(又は住宅比率)が増すと、低くなる傾向を示す。

交通騒音(図1-2から):地区特性値よりも地区特性構成比の方が強い関係をもち、工場比率、住宅比率にくらべ商店比率は関係が弱い。交通騒音は工場比率、商店比率が増すと高くなり、住宅比率が増すと低くなる傾向を示す。

暗騒音(図1-3から):住宅との関係が最も強く、商店との関係がこれに続き、工場とは関係をもたない。地区特性値よりも、地区特性構成比の方が強い関係を示し、暗騒音は住宅比率が増すと低くなり、商店比率が増すと高くなる傾向を示す。

全体騒音(図1-4から):住宅との関係が最も強く、商店および工場との関係が弱い。地区特性値よりも地区特性構成比の方が強い関係を示し、全体騒音は住宅比率が増すと低くなる傾向を示す。

全般に用途地区の騒音はその地区の住宅比率と強い関係をもち、住宅比率は用途地区騒音中央値推定の有効な要因となりうるといえよう。騒音発生源として工場、商店等があげられるがこれらの要因よりも発生源となりえない住宅の方が騒音と強い関係(逆相関)をもつことは、騒音発生源と騒音との間のメカニズムをブラック・ボックスで扱い、騒音発生源全体の大きさ(逆に発生源となりえないものの大きさ)のみから用途地区騒音を推定する方法が有効であることを示しているようである。

(3) 用途地区騒音推定

地区特性から用途地区騒音を推定するモデル式を作成する。(2)の結果から推定に有効な要因として、工場騒音では工場数・住宅数が、交通騒音では工場比率・住宅比率が暗騒音では住宅比率・商店比率が、全体騒音では住宅比率があげられる。したがって、用途地区騒音モデルは次の函数型となる。

$$\left. \begin{aligned} \text{工場騒音} &= f_1 \text{ (工場数, 住宅数)} \\ \text{交通騒音} &= f_2 \text{ (工場比率, 住宅比率)} \\ \text{暗騒音} &= f_3 \text{ (住宅比率, 商店比率)} \\ \text{全体騒音} &= f_4 \text{ (住宅比率)} \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$

今回調査の用途地区数は6個であり、(1)式の騒音推定モデル式を6サンプルから決定することは汎用性を欠く。したがって、推定モデル式はできるだけ簡略化しモデル・パラメータ決定に自由度を与え、モデル式に汎用性をもたせるよう留意しなければならない。ここでは(1)式のモデルを次のように簡略化する。

推定モデル式

$$\left. \begin{aligned} \text{工場騒音} &= \begin{matrix} f_{11} \text{ (工場数)} \\ f_{12} \text{ (住宅数)} \end{matrix} \\ \text{交通騒音} &= \begin{matrix} f_{21} \text{ (工場比率)} \\ f_{22} \text{ (住宅比率)} \end{matrix} \\ \text{暗騒音} &= \begin{matrix} f_{31} \text{ (住宅比率)} \\ f_{32} \text{ (商店比率)} \end{matrix} \\ \text{全体騒音} &= f_4 \text{ (住宅比率)} \end{aligned} \right\} \dots\dots(2)$$

函数タイプ $f_{11}, f_{12}, \dots, f_4$ および推定する騒音値についてそれぞれ3通りを考える。

$$f = \begin{cases} a_0 + a_1 \text{ (要因)} \\ a_0 + a_1 \text{ (要因)}^2 \\ a_0 + a_1 \text{ (要因)}^{1/2} \end{cases}$$

騒音値: 下限値, 中央値, 上限値

騒音推定モデル式7通り, 函数タイプ3通り, 騒音値3通り合計63通りのモデル式を設定し, 重回帰分析からそれぞれのモデル・パラメータ(a_0, a_1)を決定し, 推定を最良にする要因と函数タイプとを選択すると最終的に次の用途地区騒音推定モデル式を得る。

なお, (3)~(4)式の推定精度を図2に示す。

用途地区騒音下限値

$$\text{工場騒音} = 35.09 + 1.81\sqrt{\text{工場数}} \dots\dots(3)$$

(重相関係数: 0.8798)

$$\text{交通騒音} = 65.92 - 0.0020 \text{ (住宅比率)}^2 \dots\dots(4)$$

(重相関係数: 0.9006)

$$\text{暗騒音} = 55.69 - 0.0017 \text{ (住宅比率)}^2 \dots\dots(5)$$

(重相関係数: 0.9013)

$$\text{全体騒音} = 60.71 - 0.0023 \text{ (住宅比率)}^2 \dots\dots(6)$$

(重相関係数: 0.9342)

用途地区騒音中央値

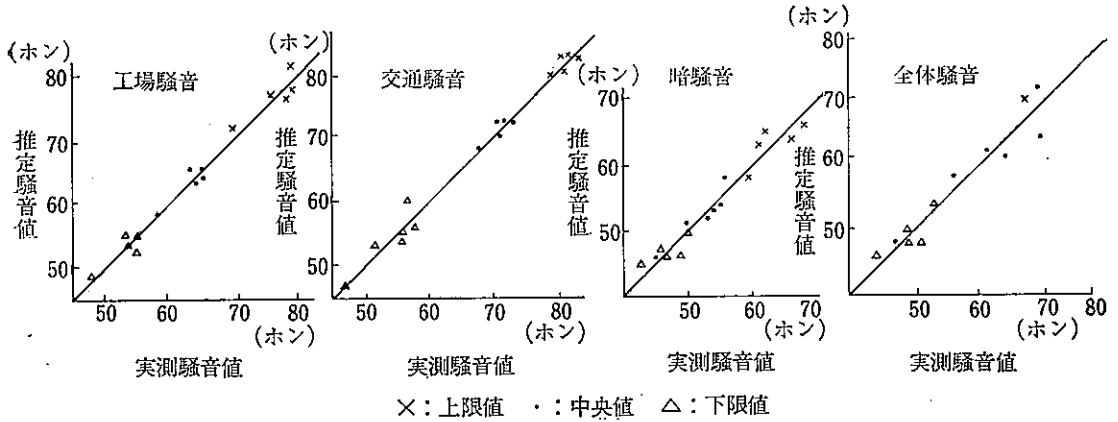
$$\text{工場騒音} = 44.42 + 1.88\sqrt{\text{工場数}} \dots\dots(7)$$

(重相関係数: 0.9130)

$$\text{交通騒音} = 63.06 + 2.79\sqrt{\text{工場数}} \dots\dots(8)$$

(重相関係数: 0.8920)

図2 用途地区騒音推定精度



暗騒音 = $63.48 - 0.002 (\text{住宅比率})^2$ (9)
(重相関係数 : 0.9564)

工場数 - 50 ~ 1,300, 住宅数 - 600 ~ 1,300
工場比率 - 2 ~ 15%, 住宅比率 - 50 ~ 90%

全体騒音 = $84.01 - 0.004 (\text{住宅比率})^2$ (10)
(重相関係数 : 0.9356)

(2)式で想定したモデル式はいずれも大差(推定精度)のない推定モデル式となる。これは工場騒音では工場数と住宅数が、交通騒音では工場比率と住宅比率が、暗騒音では住宅比率と商店比率が、全体騒音では住宅比率が騒音推定に際して有効要因となりうることを意味する。したがって、これらの複合要因からの騒音推定モデル式すなわち(1)式のモデルが(2)式のモデルよりも精度の高い安定した騒音推定モデル式となるものといえよう。今後多数用途地区の調査データを得るならばモデル・パラメータ決定自由度が増し、(1)式のモデルが採用できる。

用途地区上限値

工場騒音 = $108.34 - 1.05\sqrt{(\text{工場数})}$ (11)
(重相関係数 : 0.8966)

交通騒音 = $75.12 + 2.12\sqrt{(\text{工場比率})}$ (12)
(重相関係数 : 0.8568)

暗騒音 = $74.47 - 0.0018 (\text{住宅比率})^2$ (13)
(重相関係数 : 0.8713)

全体騒音 = $90.67 - 0.0023 (\text{住宅比率})^2$ (14)
(重相関係数 : 0.8757)

騒音 : $500 \times 500(\text{m}^2)$ 面積内騒音ホン

工場数, 住宅数 : $500 \times 500(\text{m}^2)$ 面積内個数

工場比率, 住宅比率 : $500 \times 500(\text{m}^2)$ 面積内全建物に対する百分率

(4)~(14)式の使用可能範囲

4 工場騒音

工場特性の違いにより工場騒音値がどの程度異なるか、工場騒音に影響を与える工場特性は何であるか、さらに工場騒音値が工場特性から推定できないか等の解析を行なう。

表5 工場特性の項目と内容

項目	業種	工場規模 (m ²)	工場敷地面積 (m ²)	使用機械 (発生ホン)	従業員規模
内容	① 金属製品	① ~ 50	① ~ 99	① 80ホン前後	① ~ 9
	② 非鉄金属, 出版	② 51~150	② 100~299	② 90ホン前後	② 10~ 29
	紙加工, 皮革同製品	③ 151~	③ 300~499	③ 100ホン前後	③ 30~ 49
	化学工業, 窯業, その他		④ 500~999		④ 50~
	③ 一般機械, 精密機械		⑤ 1000~		
	④ 電気機械, 繊維衣服, 食品工業				
⑤ 家具装飾品, 木材, 木製品					
⑥ 鉄鋼業, 輸送用機械					

(1) 工場騒音と工場特性

工場特性による工場騒音差異を騒音分布型と騒音値とから解析する。ここで使用する工場特性の項目と内容を表5に示す。

業種区分は元来19分類であるが、ごくわずかしが存在しない業種、たとえば皮革・皮革加工、食品工業……等は騒音値（下限値、中央値、上限値）の一致性と業種類似性とから他業種にまとめ、最終的に統計処理に耐えうるように表5のような6区分を設定する。使用機械は機械種類が膨大になり、種類からの分類は不可能であり、機械の騒音発生値から3段階に区分した。

用途地区毎の工場特性及び工場特性と工場騒音との関係を表6、7に示す。

(2) 工場騒音推定

工場騒音特性から工場騒音を推定するモデル式を作成する。ここでは(1)の解析結果を離れ、現時点で把握可能なすべての工場特性を推定要因として入れることにする。したがって使用機械も推定要因の1つとして使用し、工場騒音推定モデル式として次の函数型を想定する。

$$\text{工場騒音} = f(\text{業種, 工場規模, 敷地面積, 使用機械, 従業員}) \dots\dots\dots(9)$$

(9)式において従業員は騒音発生の直接原因と考えにくく、また工場規模との間にある程度の相関があるものと考えられる。ところで今回作成のモデル式は工場騒音を推定することに主眼をおき、工場騒音の構造を説明することは考慮外とする。したがって、工場騒音と直接的関係をもたないと思われる要因でも、工場騒音推定に役立つ要因ならばモデル式に組込む態度をとる。

表6 用途地区別工場特性状態

工場特性		用途地区											
		目黒(住居)		台東(商業)		大田(準工業)		足立(準工業)		江東(工業)		地区全体	
		頻度	比率(%)	頻度	比率(%)	頻度	比率(%)	頻度	比率(%)	頻度	比率(%)	頻度	比率(%)
業種	金属製品	93	31.0	58	18.8	135	39.5	294	53.4	142	28.7	722	36.2
	非鉄・出版・紙・皮革・化学・その他	41	13.7	86	27.9	50	14.6	84	15.2	27	5.5	288	14.4
	一般・精密機械	59	19.7	12	3.9	51	14.9	67	12.2	54	10.9	243	12.2
	電気・繊維・食品	73	24.3	31	10.1	68	19.9	18	3.3	33	6.7	223	11.2
	家具・木材・木製品	21	7.0	39	12.7	14	4.1	25	4.5	37	7.5	136	6.8
	鉄鋼・輸送機械	13	4.3	82	26.2	24	7.0	63	11.4	202	40.8	384	19.2
規模	～50 (m ²)	5	13.2	6	18.2	2	4.5	6	7.6	8	12.5	27	10.5
	51～150 (m ²)	24	63.2	9	27.3	14	38.1	20	25.3	10	15.6	77	29.8
	151～ (m ²)	9	23.7	18	54.5	28	63.6	53	67.1	46	71.9	154	59.7
敷地面積	～99 (m ²)	13	35.1	7	21.2	5	9.3	10	12.7	9	12.5	44	16.0
	100～299 (m ²)	15	40.5	15	45.5	4	7.4	29	36.7	22	30.6	85	30.9
	300～499 (m ²)	5	13.5	0	0	12	22.2	7	8.9	8	11.1	32	11.6
	500～999 (m ²)	4	10.8	5	15.2	8	14.8	10	12.7	15	20.8	42	15.3
	1,000～ (m ²)	0	0	6	18.2	25	46.3	23	29.1	18	25.0	72	26.2
使用機械	80ホン前後	9	24.3	5	15.2	13	29.5	11	13.9	9	13.6	47	18.1
	90ホン前後	18	48.6	18	54.5	19	43.2	20	25.3	36	25.3	111	42.9
	100ホン前後	10	27.0	10	30.3	12	27.3	48	60.8	21	60.8	101	39.0
従業員	～9 (人)	18	48.6	10	30.3	13	29.5	39	49.4	29	43.9	109	42.1
	10～29 (人)	13	35.1	10	30.3	16	36.4	19	24.1	27	40.9	85	32.8
	30～49 (人)	3	8.1	2	6.1	5	11.4	11	13.9	0	0	21	8.1
	50～ (人)	3	8.1	11	33.3	10	22.7	10	12.7	10	15.2	44	17.0

(注) 各用途地区における各工場特性の細分項目別にみた頻度とその頻度比率表

$$\text{比率} = \frac{\text{各工場特性細分項目の頻度}}{\text{用途地区別・各工場特性頻度}}$$

(6)式の問題点は推定される工場騒音は62ホン、68ホン等の数値データであるのに対し、要因は金属製品、鉄鋼業等の範ちゅう化されたカテゴリー・データであること。すなわち、カテゴリー・データ系列から数値系列データを推定することになり、あいまいなデータ系列(カテゴリー・データ)から精密なデータ系列(数値データ)を推定することを意味する。これは推定モデルからみると推定精度の低減となり、したがって、この種推定モデルでは精度の高い推定式作成が望めない欠点をもつ。しかし、データ収集の可能性からみてここでは(6)式を採用する。

(6)式を数学的モデル式に表わすと次のようになる。

$$y_i = \sum_j^m \sum_k^{n_j} \delta_j(jk) \cdot X_{jk} \dots \dots \dots (6)$$

y_i : 工場 (i) の工場騒音値 (ホン)

$$\delta_j(jk) = \begin{cases} 1 : \text{工場 (i) が工場特性項目 (j) での内容 (k) に該当する場合} \\ 0 : \text{工場 (i) が工場特性項目 (j) での内容 (k) に該当しない場合} \end{cases}$$

X_{jk} : 工場特性項目 (j) での内容 (k) が工場騒音に与える影響度 (ホン)

m : 工場特性項目数

n_j : 工場特性項目 (j) での内容数

(6)式は工場騒音を工場特性の線型結合から推定することを意味する。他の推定方法として工場騒音を工場特性の積型結合から推定する式が考えられるが両者を比較した場合、線型結合の方が積型結合よりも精度の高いモデル式となる。(今回両方の推定式を作成して比較した結果による)なお、(6)式の数学的解法は一般の重回帰分析

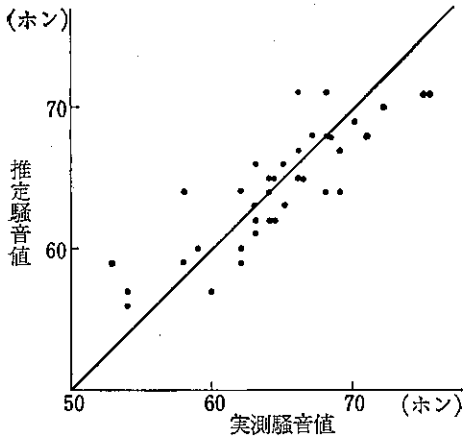
表7 工場特性別工場騒音状態

工場特性		騒音値クラス(ホン)							地区 メッシュ 数	騒音値(ホン)		
		~49	50~54	55~59	60~64	65~69	70~74	75~		下限値	中央値	上限値
業種	金属製品	(%) 1.9	(%) 9.4	(%) 21.6	(%) 26.2	(%) 19.0	(%) 13.0	(%) 8.9	722	52	63	78
	非鉄・出版・紙・ 皮革・化学・その他	2.8	12.5	26.0	29.5	16.1	8.0	2.1	288	51	61	72
	一般・精密機械	2.9	19.8	20.6	32.9	16.5	4.5	2.9	243	50	60	73
	電気・繊維・食品	1.8	13.0	28.7	26.5	15.2	8.5	6.3	223	52	60	76
	家具・木材・木製品	7.4	7.4	27.2	25.7	19.9	8.1	4.4	136	48	60	74
	鉄鋼・輸送機械	0.5	5.2	12.2	28.6	25.5	17.4	10.4	384	54	65	78
規模	~ 50 (m ²)	3.7	18.5	14.8	25.9	18.5	14.8	3.7	27	49	63	80
	51~150 (m ²)	2.6	15.6	15.6	24.7	16.9	16.9	7.8	77	51	64	75
	151~ (m ²)	0	3.2	14.3	33.8	26.6	13.6	8.4	154	56	64	78
敷地面積	~ 99 (m ²)	2.3	13.6	20.5	22.7	13.6	20.5	6.8	44	52	64	80
	100~299 (m ²)	0	5.9	9.4	28.2	25.9	15.3	15.3	85	54	66	84
	300~499 (m ²)	0	12.5	15.6	34.4	12.5	9.4	15.6	32	52	62	78
	500~999 (m ²)	2.4	7.1	16.7	31.0	16.7	16.7	9.5	42	50	64	81
	1,000~ (m ²)	1.4	5.6	12.5	27.8	36.1	13.9	2.8	72	54	65	72
使用機械	80ホン前後	2.1	12.8	19.1	21.3	31.9	10.6	2.1	47	51	63	73
	90ホン前後	0.9	4.5	18.0	31.5	17.1	18.9	9.0	111	54	64	78
	100ホン前後	1.0	10.9	8.9	31.7	24.8	11.9	10.9	101	52	64	78
従業員	~ 9 (人)	1.8	11.9	12.4	23.9	22.0	17.4	10.1	109	51	64	80
	10~ 29 (人)	1.2	3.5	16.5	44.7	15.3	8.2	10.6	85	53	63	78
	30~ 49 (人)	0	19.0	0	28.6	19.0	28.6	4.8	21	52	66	81
	50~ (人)	0	4.5	22.7	15.9	40.9	13.6	2.3	44	53	65	72

(注) 各工場特性の細分項目別における騒音クラス別にみた頻度比率表である。

騒音クラス中の頻度
地区メッシュ数(=地区頻度総計)

図3 工場騒音推定精度



(注) 198サンプル中からランダム抽出による37サンプルの例示

における説明要因が数値データからカテゴリー・データに換った場合に一致し，“外的基準が数値で与えられる場合”の数量化手法と称されている。

(3) 工場騒音推定式

工場特性がわかると下記のモデル式から工場騒音が推定できる。この場合の推定精度を図3に示す。なお推定騒音値からの工場騒音減衰には予備調査によって得られた内容の減衰を使用するものとし、今回は工場騒音減衰解析を省略する。

$$\begin{aligned}
 \text{工場騒音} = & \begin{pmatrix} 2.11 \cdots \text{金属製品} \\ -1.61 \cdots \text{非鉄・出版・紙} \\ \quad \text{皮革・化学・その他} \\ 0.89 \cdots \text{一般・精密機械} \\ -1.93 \cdots \text{電気・繊維・食品} \\ 1.88 \cdots \text{家具・木材・木製品} \\ 0.34 \cdots \text{鉄工・輸送機械} \end{pmatrix} \\
 & \begin{pmatrix} \text{建物規模} \\ -5.19 \cdots \sim 50(\text{m}^2) \\ -1.9 \cdots 51 \sim 150(\text{m}^2) \\ 1.53 \cdots 151(\text{m}^2) \sim \end{pmatrix} \\
 & \begin{pmatrix} \text{敷地面積} \\ -0.11 \cdots \sim 99(\text{m}^2) \\ 2.84 \cdots 100 \sim 299(\text{m}^2) \\ -2.52 \cdots 300 \sim 499(\text{m}^2) \\ 0.01 \cdots 500 \sim 999(\text{m}^2) \\ -2.04 \cdots 1,000(\text{m}^2) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{使用機械} \\
 & + \begin{pmatrix} 0.48 \cdots 80\text{ホン前後} \\ 0.51 \cdots 90\text{ホン前後} \\ -0.77 \cdots 100\text{ホン前後} \end{pmatrix} \\
 & \text{従業員} \\
 & + \begin{pmatrix} 1.78 \cdots \sim 9(\text{人}) \\ 3.35 \cdots 10 \sim 29(\text{人}) \\ 0.12 \cdots 30 \sim 49(\text{人}) \\ 2.59 \cdots 50 \sim (\text{人}) \end{pmatrix} \\
 & + 63.70 \cdots \cdots \cdots (17) \\
 & (\text{重相関係数} : 0.6436)
 \end{aligned}$$

今回の解析では約200工場をとりあげた。したがって統計的には十分安定した推定モデル式といえよう。今後重相関係数0.64を0.8~0.9に高めるならば推定精度の高い工場騒音推定モデル式が確立できよう。

5 交通騒音推定

交通状態から交通騒音を推定するモデル式の作成を“昭和45年度幹線街路周辺自動車騒音調査結果”のデータから行ない、作成された推定モデル式をもとに、今回測定した交通状態から各道路上交通騒音を推定し、実測交通騒音値との一致性を調べる。

道路上の交通騒音は交通量、道路状態、車種等に関係をもつものと仮定し、交通騒音推定モデル式を作成する。

$$\text{交通騒音} = f(\text{交通量, 道路状態, 車種}) \cdots \cdots (18)$$

(18)式において、交通量、道路幅、車種等の要因をどんな形で使用するかが問題となるが、試算の結果次の形をとることにした。

$$\begin{aligned}
 & \text{交通量と道路幅} = \text{道路車線当たりの交通量} \\
 & \text{車} : \text{貨物車と乗用車との割合 (乗用車中に軽自動車を含ませる)}
 \end{aligned}$$

推定要因を上記2つに限り、函数型としては対数線型タイプの推定モデル式を考える。

$$\text{交通騒音} = a_0 + a_1 \log_{10} \left[\frac{\text{交通量}}{\text{車線数}} \right] + a_2 \log_{10} \left[\frac{\text{貨物車数}}{\text{乗用車数}} \right] \cdots \cdots (19)$$

交通量は5分間交通量を意味し、交通騒音推定モデル式は下限値、中央値、上限値について作成する。

(19)式の数学的解法には一般に利用されている重回帰分析法を使用し、モデル・パラメータ(a₀, a₁, a₂) 算法には環状七号線、水戸街道の時間帯別24時間データを使用する。

交通騒音減衰は道路端からの距離から算出可能と考え、
 欠のような推定モデル式を作成する。

$$\text{交通騒音減衰量} = a_0 + a_1 \log_{10}(\text{道路端からの距離}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

(1) 交通騒音推定式

$$\begin{aligned} \text{交通騒音中央値} &= 46.12 + 18.44 \log_{10} \left\{ \frac{5 \text{ 分間}}{\text{交通量}} / \text{車線数} \right\} \\ &+ 4.71 \log_{10} \left\{ \frac{5 \text{ 分間}}{\text{貨物車数}} / \frac{5 \text{ 分間}}{\text{乗用車数}} \right\} \\ &\dots\dots\dots(2) \quad (\text{重相関係数: } 0.8954) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{交通騒音上限値} &= 75.32 + 6.32 \log_{10} \left\{ \frac{5 \text{ 分間}}{\text{交通量}} / \text{車線数} \right\} \\ &+ 7.63 \log_{10} \left\{ \frac{5 \text{ 分間}}{\text{貨物車数}} / \frac{5 \text{ 分間}}{\text{乗用車数}} \right\} \\ &\dots\dots\dots(2) \quad (\text{重相関係数: } 0.8220) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{交通騒音下限値} &= 40.67 + 12.89 \log_{10} \left\{ \frac{5 \text{ 分間}}{\text{交通量}} / \text{車線数} \right\} \\ &+ 5.48 \log_{10} \left\{ \frac{5 \text{ 分間}}{\text{貨物車数}} / \frac{5 \text{ 分間}}{\text{乗用車数}} \right\} \\ &\dots\dots\dots(2) \quad (\text{重相関係数: } 0.4316) \end{aligned}$$

(2)式～(3)式の使用可能範囲

$$1,000 \geq 5 \text{ 分間交通量} \geq 100$$

交通騒音減衰推定モデルにおいても下限値の場合、中央値に比べ推定精度が劣る。いずれの場合とも推定精度は良くない。(重相関係数0.58～0.48)したがって、(2)式のような簡略化したモデルでの減衰推定は不可能であり、減衰現象構造をもつと反映したモデル作成が望まれる。

(2) 交通騒音減衰推定式

$$\begin{aligned} \text{交通騒音中央値減衰} &= 21.70 - 25.68 \log_{10}(\text{道路端からの距離}) \\ &\dots\dots\dots(2) \quad (\text{重相関係数: } 0.5730) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{交通騒音上限値減衰} &= 33.40 - 29.37 \log_{10}(\text{道路端からの距離}) \\ &\dots\dots\dots(2) \quad (\text{重相関係数: } 0.5778) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{交通騒音下限値減衰} &= 3.97 - 18.12 \log_{10}(\text{道路端からの距離}) \\ &\dots\dots\dots(2) \quad (\text{重相関係数: } 0.4760) \end{aligned}$$

(2)式～(3)式の使用可能範囲

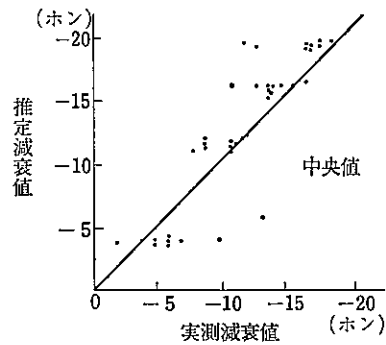
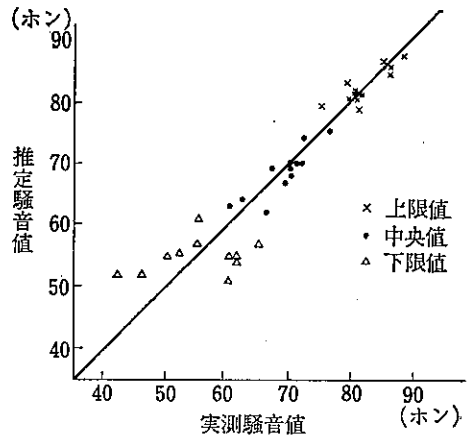
$$30 \geq \text{道路端からの距離} \geq 10$$

図4に交通騒音および減衰の推定精度を示す。

6 騒音時間変動

用途地区毎の3地点にて騒音時間変動から用途地区の騒音変動特徴を調べ、今後の騒音時間変動解析にめどを

図4 実測騒音値及び減衰の推定精度



つける。

調査データから、用途地区内3地点間での時間変動がどの程度類似しているかを調べると、上限値、中央値、下限値いずれについても、またどの用途地区においても類似性を認め難い。そこで騒音時間変動特徴をマクロ的な立場から把握することに主眼を置き、時間帯を8～9時、10～11時、12時、13～14時、15～16時の5区分化し、地区内3地点の区別を無視する。このようなマクロ的な立場から騒音下限値、中央値、上限値について、用途地区毎に中央値を算出し、騒音時間変動の検討を試みる。なお、騒音時間変動算出結果を表8に示す。

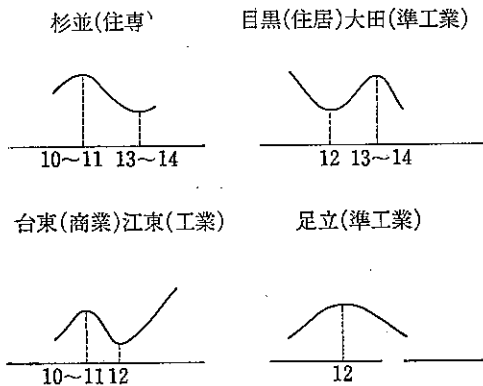
下限値：いずれの用途地区とも変動幅が小さく、大きくとも5ホン以内の変動である。中央値変動との対応関係は強く、中央値変動と下限値変動との相関は高い。したがって、用途地区毎の時間変動特徴は中央値で読みとることとする。

中央値：変動幅は下限値の場合と大差なく、大きくとも

表8 用途地区別騒音時間変動（中央値）

用途地区 特性値	8.00~8.10 9.00~9.10			10.00~10.10 11.00~11.10			12.00~12.10			13.00~13.10 14.00~14.10			15.00~15.10 16.00~16.10		
	上限値	中央値	下限値	上限値	中央値	下限値	上限値	中央値	下限値	上限値	中央値	下限値	上限値	中央値	下限値
杉並(住専)	52.5	44.5	38.5	54.0	46.0	38.5	54.0	44.0	38.0	54.5	42.5	37.5	53.0	45.0	40.0
目黒(住居)	65.0	54.0	42.0	65.5	52.5	42.5	64.0	50.0	43.0	67.5	54.5	44.5	67.0	51.5	42.0
台東(商業)	69.0	59.0	51.0	72.0	65.0	55.0	71.0	63.0	52.0	73.0	63.0	54.0	72.0	65.5	55.5
大田(準工)	68.5	58.5	51.0	69.0	57.0	50.0	67.0	53.5	48.5	67.5	56.5	50.0	64.0	54.5	50.0
足立(準工)	71.0	53.5	47.0	64.0	54.0	47.5	63.0	55.0	48.0	63.0	54.0	48.5	62.0	53.0	48.5
江東(工業)	64.5	54.0	50.0	65.5	56.0	51.5	62.0	54.0	50.0	62.5	56.0	50.0	67.5	59.0	52.0

図5



6ホン以内の変動である。用途地区別特徴は図5のように4タイプに大別できる。

全般に昼間12~13時には他の時間帯よりも低くなる傾向を示し、1日の最高値に対し3~5ホン程度低くなる。

上限値：中央値変動に対する相関は下限値の場合程高くなく変動状態にも安定性がない。

時間変動特性と地区特性との関係解析は今回の状態からは不可能といえよう。今後、中央値の時間変動データを多用途地区にわたり調べ、解析対象データ数増加による

り安定した時間特性を抽出する必要がある。なお、中央値時間変動推定モデル作成が可能になるなら、下限値時間変動推定は中央値との相関関係から容易に求められよう。

7 おわりに

本調査の主な目的は混在地域という比較的広い地域の騒音制御の一方策として、地域の環境騒音を低減させるためのファクターとしてどのような特性が相関しているかを調べることであったが、今回の結果より推定モデル式確立にある程度のめどがたった。

今後これらの推定モデル式の精度向上をはかることが問題となる。推定モデル式の精度が向上すれば諸特性を変化させることにより、環境騒音をコントロールすることが可能となろう。ここで問題となる点が二つある。一つは上述した精度を高める要素の正確な収集であり、特に工場特性諸要素の正確な把握は現在のところ難しい。他の一つは地域の環境騒音レベルの把握の仕方である。

(この点については1971年度に環境騒音の代表測定点の選定方法の研究を騒音部で実施している。)これらの点が向上すれば、騒音問題に有益な情報を提供する騒音シミュレーションモデルの作成が可能となろう。