

道路交通騒音と鉄道騒音に対する社会反応の比較*

矢野 隆*¹ 佐藤哲身*² 川井敬二*¹ 黒澤和隆*³

(1997年12月20日受付)

【要旨】九州で同一の方法を用いて、道路交通騒音と鉄道騒音に関する社会調査を行い、両騒音に対する不快感を直接比較した。聴取妨害は鉄道騒音の方が大きかったが、他の妨害感や一般的な不快感の反応では両騒音間に系統的な差は見られなかった。このことは、ヨーロッパにおいて道路交通騒音が鉄道騒音よりも一貫してうるさいという報告とは異なっており、この点を解明するために両騒音に関する調査データにパス解析を適用した。その結果、道路交通騒音には排気ガスの効果が大きく、鉄道騒音には聴取妨害の効果が大きかった。この反応構造の違いは九州とヨーロッパでの両騒音に対する反応の違いを説明し、両騒音に対する有効な対策の示唆を与えている。

キーワード 道路交通騒音, 鉄道騒音, 社会反応, 暴露-反応関係, パス解析

Road traffic noise, Railway noise, Community response, Dose-response relationship, Path analysis

1. はじめに

1978年にSchultz¹⁾が様々な環境騒音による暴露-反応関係(騒音の暴露量 L_{dn} と% highly annoyedとの関係)が1本の総括曲線で表されることを発表して以来、欧米を中心に異種の騒音源による暴露量と反応の関係が活発に検討されてきた²⁾⁻⁶⁾。Hall²⁾はSchultz以後の研究を基に同様の検討を行い、異種の音源間に体系的な差を見出さず、Schultzの知見を支持した。しかし、Kryter³⁾はSchultzの検討方法そのものに疑問を投げかけ、Fieldsら⁴⁾やMoehler⁵⁾はヨーロッパでの環境騒音に関する調査結果を基に、在来の鉄道騒音は道路交通騒音よりもうるさくないことを報告している。更にFastlら⁶⁾は音響心理実験によってFieldsやMoehlerらと同様の結論に達している。これらの最近の研究成果は鉄道騒音に対する5dBのボーナスとしてヨーロッパ各国の環境基準に反映されている⁷⁾。

一方、我が国の比較研究では、田村⁸⁾はヨーロッパと同様の結論を得ているが、加来ら^{9),10)}は鉄道騒音の方がむしろ悩ましいことを報告し、矢野ら¹¹⁾も、九州

での調査では道路交通騒音が必ずしも鉄道騒音よりもうるさいとは限らないことを示した。このように最近の日本での研究成果はヨーロッパと逆の傾向を示唆している。

本研究は、既報¹¹⁾のデータに新たに1996年に実施した道路交通騒音のデータを追加して、道路交通騒音と鉄道騒音に対する社会反応を比較し、その差の有無を調べると共に、異なる騒音に対する日本とヨーロッパでの社会反応の違いの原因を検討したものである。その目的は騒音に対する社会反応データに基づいて、道路及び鉄道沿線の居住環境を改善するための有効な対策を提案しようとするにある。

なお、本研究では両騒音に対する反応を精度よく比較するために、調査の実施に関して以下の点を考慮した。

- 1) 同一の社会調査法、騒音測定法を用いること。
- 2) 同一の心理的尺度、物理的尺度を用いること。
- 3) 同一の社会・文化的背景を有する地区で調査すること。
- 4) 主に道路交通騒音又は鉄道騒音に暴露され、他の騒音の影響が小さい地区を対象とすること。
- 5) 調査時期がほぼ同じであること。
- 6) 回答者の社会的条件を等しくするために、調査対象住宅が戸建て住宅であること。

すなわち、騒音に対する社会反応には実に様々な要因が作用するが、騒音以外の種々の条件をほぼ等しくすることで、反応の違いに主に騒音源の違いがうまく反映されるように考慮した。

* Comparison of community response to road traffic and railway noises, by Takashi Yano, Tetsumi Sato, Keiji Kawai and Kazutaka Kurosawa.

*¹ 熊本大学工学部環境システム工学科

*² 北海学園大学工学部建築学科

*³ 室蘭工業大学建設システム工学科

(問合せ: 矢野 隆 〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科)

2. 調査方法

2.1 社会調査の概要

鉄道騒音に関する社会調査は1994年と1995年に熊本から福岡にかけてJR鹿児島本線、豊肥線、西鉄大牟田線沿線の住宅地で行った¹¹⁾。ただし、駅から200m以内の地区は対象外とした。この調査では尺度の違いの反応への影響を見るために、騒音の不快感や騒音の具体的な影響に関する質問に4~7段階の尺度を用いた4種類の調査票を鉄道沿線の住民に均等に配布して調査した。しかし、ここで使用するデータは道路交通騒音と同じ4段階尺度のものだけである。道路交通騒音調査は1993年から1996年にかけて、主に熊本市(大牟田市、荒尾市ではそれぞれ1地区)の道路沿線の住宅地で行った^{12)~14)}。

調査住宅は、前章4)の条件を満たすために、道路又は鉄道に面する1列目の戸建て住宅だけを対象とした。調査対象者は選挙人名簿をもとに1住宅当たり1名をランダムに抽出した。調査方法は基本的には留置法を用いたが、一部、郵送法を使用し、また留置法と郵送法を併用した所もある。なお、留置法と郵送法では反応に体系的な差は見られないことを確認してある¹²⁾。

調査の基本的な手順は以下のとおりである。まず調査に先立ってアンケート調査への依頼状を送付し、調査への理解を求めた。約1週間後に調査員が各住宅を訪問して調査票を配布した。その1週間後に再び出向いて調査票を回収した。その際、調査票を回収できなかったところには返信用の封筒を留め置き、調査票への回答を再度依頼した。約2週間後に回答のない方に督促状を郵送し、返送を待ってアンケート調査を終了した。

道路交通騒音と鉄道騒音調査で、回答者数はそれぞれ811と464、回収率は79.2%と79.7%であった。両騒音調査とも回収率は高く、ほぼ80%である。た

表-1 調査の概要

	道路交通騒音	鉄道騒音
調査地区	熊本市及び近郊 20地区 大牟田、荒尾 各1地区	JR鹿児島本線 (熊本-博多) JR豊肥線 (熊本-三里木) 西鉄大牟田線 (大牟田-博多)
調査時期	1993.9~1996.6	1994~1995
交通量(台/日)	3,936~44,787	72~414
回答者数	811	464
有効回収率(%)	79.2	79.7
$L_{Aeq(24h)}$ の範囲(dB)	41.1~73.9	33.8~73.7

だし、鉄道騒音調査では不快感の尺度が異なる調査票ごとに回収率を求めておらず、上記の回収率は4種類の調査票すべての回収率である。以上の調査の概要を表-1に示す。

2.2 調査項目と評価尺度

アンケート調査は一般的な生活環境調査とし、騒音調査であることを特に断わってはいない。調査項目は表-2に示すように、個人的要因、住宅要因、地域環境要因、環境汚染要因、騒音の具体的な影響に分かれる。騒音の具体的な影響はそれぞれの特定の騒音源による影響である。鉄道騒音調査と道路交通騒音調査では、調査項目が若干異なるが、基本的には同じ項目を質問している。

騒音を含めた環境汚染要因の不快感の評価及び騒音の具体的な影響の評価には、どの調査でも等価な尺度を用いた。すなわち、1993~1995年の道路交通騒音調査では「1.不快でない」、「2.少し不快」、「3.かなり不快」、「4.大変不快」の4段階尺度を使用した。その他の調査では最上位カテゴリだけをより一般的な表現である「4.非常に不快」に換えた。ただし、筆者らによる騒音のうるささの尺度化に関する実験研究¹⁵⁾では「大変」と「非常に」の心理的な強さはほぼ等しく、これらの尺度で得られた反応には差はないものと考えている。

2.3 騒音測定と各住宅の騒音暴露量の推定

騒音測定は、道路交通騒音と鉄道騒音では基本的に同じ方針で行った。前述のように対象住宅は道路又は鉄道に面する1列目の住宅だけであり、障害物や他の家の影になる住宅は含まれていない。従って、各住宅

表-2 調査項目

個人的要因	住宅居住年数、地域居住年数、夏窓を開けて寝るか、普段の睡眠状態、近所付き合い、敏感さ(騒音、寒さ、暑さ、空気汚染)、環境問題に対する態度、家族の人数、年齢、性別
地域環境要因	地域好感度、季節の快適性(春、夏、秋、冬)、居住環境の評価(自然環境、町並み、買い物・仕事・学校・レジャー施設・医療施設の便、道路の安全性)
環境汚染要因	道路交通騒音、鉄道騒音、航空機騒音、排気ガス、日照障害、工場騒音、悪臭、空気の汚れ、近隣騒音
騒音の具体的な影響	住宅の振動、住宅内会話妨害、TV画面の乱れ、TVラジオ聴取妨害、電話妨害、休息妨害、入眠妨害、覚醒、窓を開けられない不満、読書妨害
住宅要因	敷地の広さ、通風、間取り、住宅の安全性
物理的要因	$L_{Aeq(24h)}$, L_{dn} , L_{Amax}

の騒音暴露量は騒音源近傍の暴露量から距離減衰だけを考慮することによって、近似的に容易に推定することができる。

道路交通騒音測定では調査地区ごとに道路に面する公園等の広場の道路端に測定基準点を決め、そこで道路交通騒音の24時間測定を行い、基準点での24時間の騒音指標を求めた。22の調査地区のうち、2地区は同一の道路沿線に位置しており、別の2地区も同様の状況にあるため、測定は合計20地点で行った。騒音測定と同時に車種ごとに交通量測定を24時間にわたって行った。どの地区も夜間(22:00~7:00)の交通量は総交通量の5~16%程度である。

また、終日測定した場所またはその付近の道路沿線の広場等を利用して、基準点から5, 10, 20, 40 mまでの距離減衰を測定し、その値を基に距離減衰の予測式を最小自乗回帰した。車線が複数の場合には測定点から見た複数の線音源の重心位置を求め、距離減衰の算定にはこの点と測定点との距離を用いた。このようにして求めた距離減衰の予測式を表-3に示す。予測値と測定値の相関係数は測定場所14を除いてどこも高く、精度の高い予測が可能である。測定場所14は公園にあるが、周辺の暗騒音が比較的高く、その影響で相関係数は相対的に低い。測定場所8で回帰係数

が20以上となっているのは、そこが畑であるため、地面の吸音が大きかったことによると考えている。

最後に、航空写真に基づく住宅地図から道路と各住宅との距離を求め、これらの予測式に代入して距離減衰量を計算し、各住宅の24時間騒音暴露量を推定した。なお、道路端から住宅までの距離は1 mから約180 mの範囲に及ぶ。

鉄道騒音測定では、まず鹿児島本線と西鉄大牟田線に面する広場の線路端に各1か所ずつ基準点を決める。次に、基準点で朝から夕方にかけて様々な種類の列車走行音の騒音レベルをすべて記録し、列車の種類ごとに平均の単発騒音暴露レベル(L_{AE})を求めた。列車ごとの L_{AE} と時刻表をもとに調べた列車の通過本数から、通過本数が異なる区間ごとに基準点での総暴露量及び各種の騒音指標を計算した。夜間の通過本数は最も多いJR鹿児島本線博多駅付近で約20本、豊肥線と大牟田線では数本程度であり、午前0時までと午前6時から7時までに集中している。

基準点での長時間測定とは別に基準点からの距離減衰を測定し、距離減衰の算定式を導出した¹¹⁾。最後に、線路から住宅までの距離から距離減衰量を計算し、各住宅の騒音暴露量を推定した。なお、調査地区は町中の密集住宅地から郊外の田園地帯まで含まれているため、線路から住宅までの距離は1 mから約400 mの範囲に及ぶ。

表-3 道路交通騒音の距離減衰予測式

測定場所	距離減衰予測式	相関係数
1	$Y = -1.9 + 16.2 \log_{10} X$	0.987
2	$Y = -1.4 + 19.0 \log_{10} X$	0.999
3	$Y = 0.2 + 11.2 \log_{10} X$	0.999
4	$Y = 10.9 \log_{10} X$	0.999
5	$Y = -1.8 + 13.8 \log_{10} X$	0.995
6	$Y = -3.0 + 12.7 \log_{10} X$	0.982
7	$Y = 1.4 + 20.1 \log_{10} X$	0.976
8	$Y = -0.9 + 27.5 \log_{10} X$	0.985
9	$Y = 0.2 + 13.6 \log_{10} X$	0.994
10	$Y = 0.2 + 16.9 \log_{10} X$	0.998
11	$Y = 0.5 + 14.6 \log_{10} X$	0.992
12	$Y = 14.7 \log_{10} X$	0.999
13	$Y = 0.5 + 15.21 \log_{10} X$	0.984
14	$Y = 0.6 + 7.2 \log_{10} X$	0.860
15	$Y = 0.6 + 15.0 \log_{10} X$	0.990
16	$Y = -0.8 + 18.0 \log_{10} X$	0.985
17	$Y = 12.1 \log_{10} X$	0.999
18	$Y = -0.8 + 17.7 \log_{10} X$	0.992
19	$Y = -0.4 + 17.1 \log_{10} X$	0.992
20	$Y = 0.1 + 18.1 \log_{10} X$	0.996

Y: 距離減衰量 (dB)

X: 基準点から見た複数線音源の重心位置までの距離と測定点から見た複数線音源の重心位置までの距離の比

3. 各種項目の反応の度数分布

アンケート調査と騒音測定の結果を基に、両騒音源に対する社会反応を比較する上で、重要と思われる項目の度数分布の比較を図-1に示す。道路交通騒音調査と鉄道騒音調査では回答者数がそれぞれ811, 464と異なるために、図-1の縦軸は相対度数を取っている。

性別、年齢、地域居住年数、家族人数といった人口統計学的変数や普段の睡眠状態、騒音に対する敏感さといった個人的要因、更に自然環境の評価では両調査で分布パターンが極めて似ている。このことは両騒音源に対する社会反応を精度よく比較しうることを示している。ただし、騒音暴露量($L_{Aeq(24h)}$)は、道路交通騒音の方が鉄道騒音よりも暴露量が大きく、このことは鉄道沿線では鉄道からかなり離れたところに位置している住宅が多いことを反映している。

騒音の暴露量の最大値は道路交通騒音・鉄道騒音調査において、ともに約74 dB $L_{Aeq(24h)}$ であり、騒音の被害が極めて深刻な地区は含まれていない。従って、以下の分析結果も上記の暴露範囲の一般的な住宅地での結果であることを踏まえる必要がある。

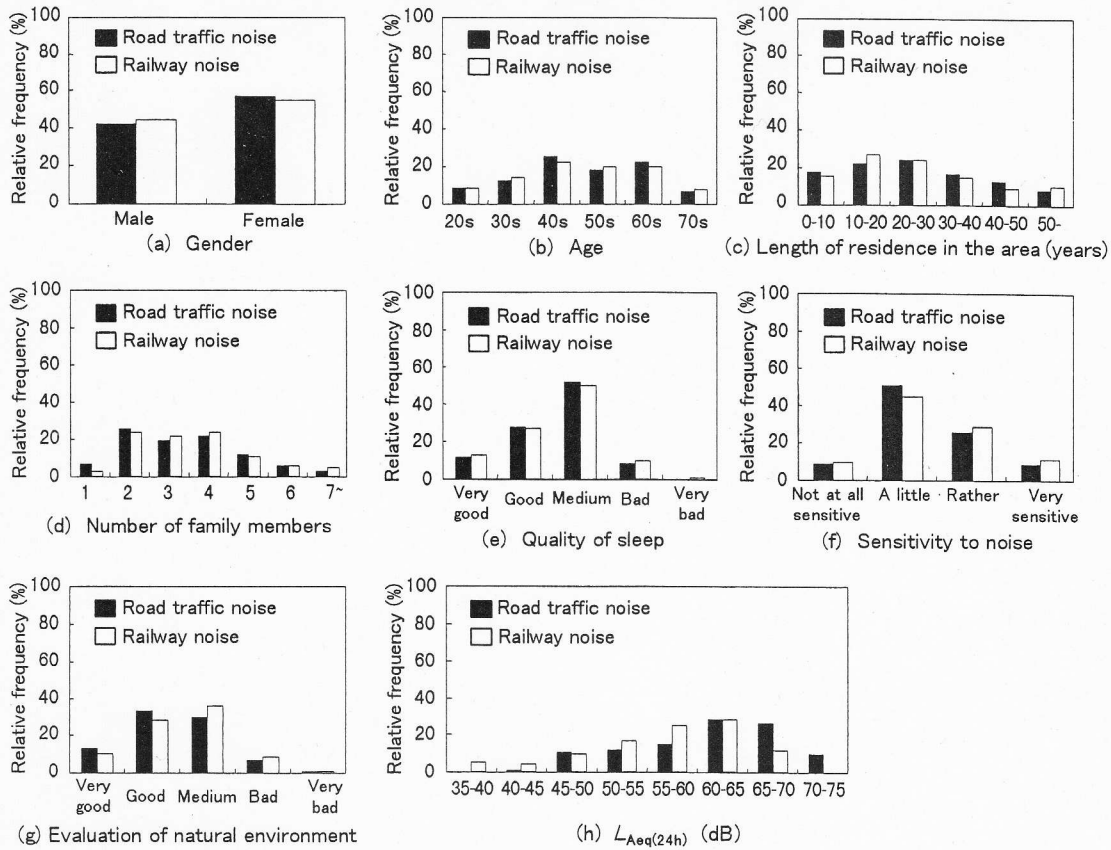


図-1 道路交通騒音、鉄道騒音調査での個人的要因や騒音暴露量などの相対度数の比較
 (a) 性別, (b) 年齢, (c) 地域居住年数, (d) 家族の人数, (e) 普段の睡眠状態, (f) 騒音に対する敏感さ, (g) 自然環境の評価, (h) $L_{Aeq(24h)}$ (dB)

4. 道路交通騒音と鉄道騒音に関する暴露-反応関係の比較

図-2 は一般的な騒音の不快感、住宅の振動の不快感、覚醒、TV・ラジオ聴取妨害について、道路交通騒音と鉄道騒音の $L_{Aeq(24h)}$ と前述の反応との関係を比較したものである。図-2の横軸には加来ら⁹⁾にならない、 $L_{Aeq(24h)}$ をとり、縦軸にはある範囲の騒音レベルに暴露されている回答者のうち評価尺度の最上位カテゴリである「非常に不快」又は「大変不快」と反応した人々の割合(%very annoyed)をとっている。

一般的な不快感では鉄道騒音の方が全般に道路交通騒音よりも反応が高いことがうかがえるが、 χ^2 検定では 60~65 dB $L_{Aeq(24h)}$ の範囲で1%で有意差が見られるだけである。このことは加来ら^{9),10)}の報告を支持しているが、Fieldsら⁴⁾や Moehler⁵⁾、田村⁸⁾の結果とは異なっている(図-2(a))。同じ日本での調査であるにも関わらず、何故田村と筆者らの結果が異なるのかを考えてみたい。田村は暴露-反応関係としてある反応水準(例えば、非常にうるさい)に反応した人々の暴露量($L_{Aeq(24h)}$)の平均値とその反応水準のスコアとの関係を求めている。一方、筆者らは $L_{Aeq(24h)}$ と

ある暴露範囲の人々のうち「非常に不快」と反応した人々の割合との関係を求めた。両者の結果の相違はこのような暴露-反応関係の処理方法の違いに起因している可能性が大きい。

住宅の振動の不快感も鉄道沿線の方が道路沿道よりも暴露レベルの高い範囲で大きい⁹⁾が、65~70 dB $L_{Aeq(24h)}$ の範囲で5%で有意差が見られるだけである(図-2(b))。覚醒は両騒音ともに反応は小さく、音源による違いは見られない(図-2(c))。

しかしながら、TV・ラジオ聴取妨害では両騒音間に明らかに体系的な差が見られ、鉄道騒音に対する反応が道路交通騒音よりも一貫して高い。 $L_{Aeq(24h)}$ が 45 dB 以上の範囲では両騒音源に対する反応割合の差はすべて1%で有意である。このことは両騒音のレベル変動パタンの違いによるマスキングの差から説明できよう。一般に鉄道騒音は道路交通騒音よりも1日当たりの騒音事象数は少ない。両騒音の $L_{Aeq(24h)}$ が等しい場合には、鉄道騒音は1事象当たりの継続時間が長く、かつ通過時の騒音レベルが高いために、信号をマスクし易くなると考えられる。このような傾向は Moehler⁵⁾のレビューとも一致している。

以上の結果から九州では鉄道騒音は道路交通騒音よ

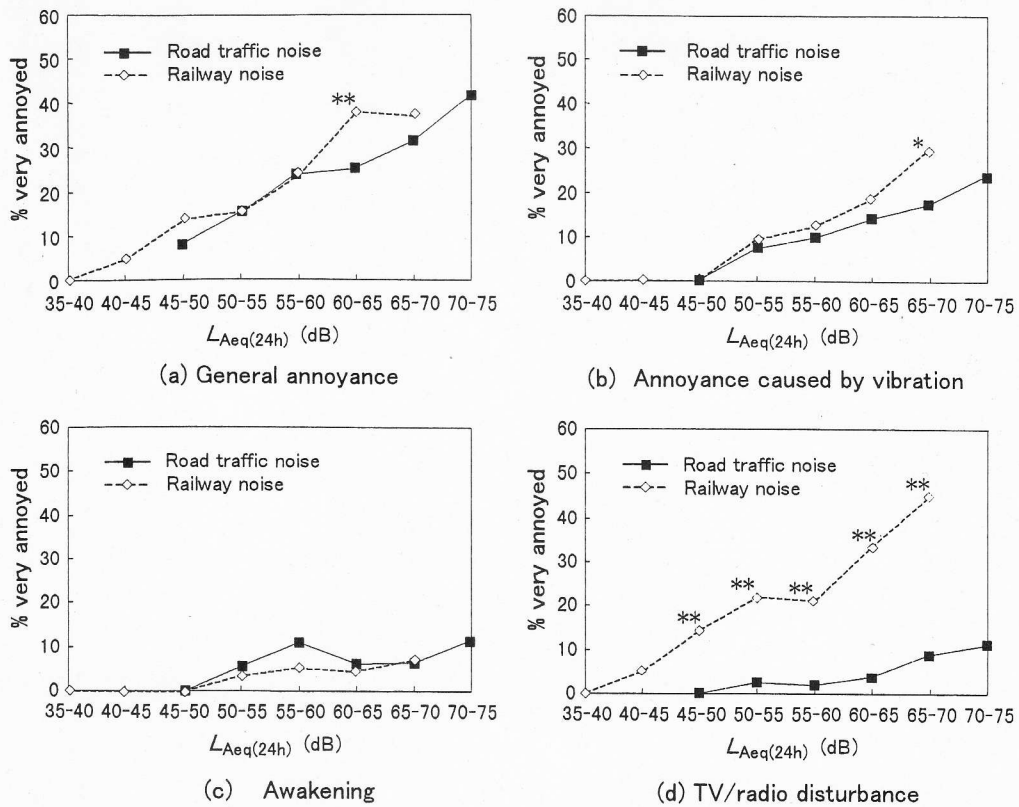


図-2 道路交通騒音と鉄道騒音の $L_{Aeq(24h)}$ と各種反応との関係の比較
 (a) 騒音に対する一般的な不快感, (b) 住宅の振動, (c) 覚醒, (d) TV/ラジオ聴取妨害

りわずかにうるさく、一貫して大きい聴取妨害を来すと結論づけることができる。

次に、道路交通騒音と鉄道騒音に対する反応の日本とヨーロッパでの違いを、両騒音の周波数特性と両地域の窓の遮音性能の違いから検討してみよう。図-3は熊本で道路端又は線路端から約10mの地点で録音した道路交通騒音と鉄道騒音を1オクターブバンド分析した結果である。鉄道騒音は道路交通騒音より中・高周波成分をわずかに多く含んでいる。図-4は、九州での31件の住宅の窓とスウェーデンで16件の窓の遮音性能を日本建築学会推奨測定規準（建築物の現場における外周壁の遮音性能測定方法）に則って測定し、その中央値を転記したものである。九州の住宅の窓はすべて一重ガラスであり、スウェーデンでの住宅の窓は二重～四重ガラスである。図から中・高周波帯域で複層ガラスの遮音効果が顕著である。

これらの騒音と遮音の周波数特性のデータを基に、両地域の両騒音に対する窓の減衰量を計算したものが表-4である。九州では両騒音とも窓によるA特性の減衰量はほぼ25dB、スウェーデンでも32～33dBであり、両地域でA特性による減衰量の音源間の違いはほとんど見られない。

次に、両地域で両騒音の周波数特性の違いによる室内での会話妨害の影響を検討するために、ANSI¹⁶⁾の Articulation Index (AI) を適用した。屋外の道路交

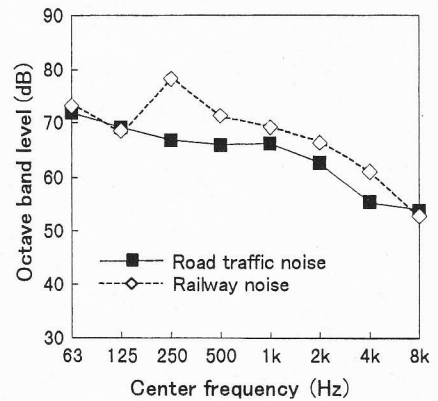


図-3 道路交通騒音と鉄道騒音の周波数分析結果

通騒音と鉄道騒音のA特性レベルを70, 75, 80 dBとしたときの九州とスウェーデンでの室内のAIを予測したものが表-5である。スウェーデンでは住宅の遮音性能が高いためにAIは0.9以上であるが、九州では0.6から0.9に及んでいる。しかし、いずれの地域でも騒音のスペクトルの違いによるAIの違いは見られない。このことは両騒音による聴取妨害の違いが、周波数特性ではなく、前述のレベル変動パタンの違いに起因することを強く示唆している。

以上の検討から、日本とヨーロッパでの両音源に対する反応の違いをこれらの物理特性の違いに帰することはできないと考えている。

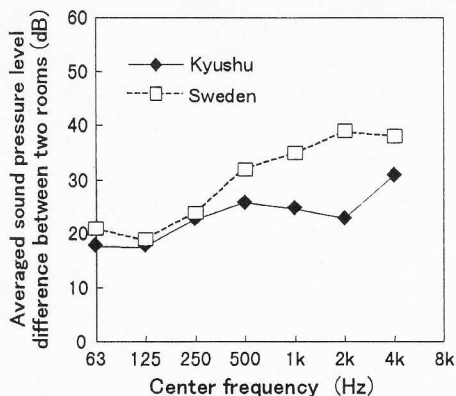


図-4 九州とスウェーデンの開口部（窓）の空間音圧レベル差の比較

表-4 九州とスウェーデンの窓による道路交通騒音と鉄道騒音の A 特性減衰量 (dB)

	九州	スウェーデン
道路交通騒音	24.6	32.3
鉄道騒音	24.8	33.0

表-5 九州とスウェーデンの住宅内での AI の予測値

地域	音源	A 特性音圧レベル (dB)		
		70	75	80
九州	道路交通	0.90	0.76	0.59
	鉄道	0.89	0.75	0.58
スウェーデン	道路交通	1.0	0.99	0.93
	鉄道	1.0	0.99	0.93

5. 道路交通騒音と鉄道騒音の不快感のパス解析

5.1 道路交通騒音と鉄道騒音の不快感のパスモデルの構築

4章で見られた九州での両音源に対する反応パターンとこれまで報告されてきたヨーロッパでの反応パターンの違い、すなわち九州では鉄道騒音が道路交通騒音よりもわずかにうるさく、ヨーロッパでは道路交通騒音が鉄道騒音よりも有意にうるさいことが、何に起因するのかを明らかにするためにパス解析^{17),18)}を適用した。パス解析とは、変数間の因果的結合の強さを推定し、因果過程の大枠についての情報を提供する方法であり、上記の目的には適している。

図-5 は過去の知見と我々の経験や生活様式を考慮して作成した道路交通騒音の不快感に関する初期パスモデルであり、種々の要因が道路交通騒音の不快感へどのような経路で影響するかという因果関係を経験的に示したものである。すなわち、騒音暴露や個人的要因、環境要因が騒音の一般的な不快感に直接影響する

と共に、騒音の具体的な影響（聴取妨害や睡眠妨害等）を介して、騒音の不快感へ影響するという逐次システムを仮定した。鉄道騒音の初期パスモデルは排気ガスの不快感、空気汚染に対する敏感さ、道路の安全性がないだけで、他の変数は道路交通騒音のモデルと同じとした。

初期パスモデルに用いた変数の選択は以下の手順による。まず、全変数を外生変数（他の変数の影響をほとんど受けない独立変数）と内生変数（他の変数の影響を受ける変数、主に騒音の影響）に分け、それぞれを因子分析によってそれぞれ4~5グループに分類する。これらの分類結果及び変数間相互の相関係数を考慮して、図-5のような代表的な変数を選び出した。生活様式を反映させるともっと多数の変数（例えば、窓を開けられない不満など）を取り入れた複雑なモデルを構築することができるが、多重共線性を避けるためにできるだけ変数を減らして¹⁹⁾、単純なモデルを構築することにとめた。

これらの変数間の結びつきをもとに構造方程式をたて、重回帰分析によって標準偏回帰係数（パス係数）を求める。次に、これらの係数のうち統計的に1%で有意なパスだけを残して、修正パスモデルを構築し、初期パスモデルと同様の方法でパス係数を求める。その修正パスダイアグラムを図-6に、修正パス係数を図-7に示す。ここで、直接効果とはある変数から騒音の不快感へ直接影響する効果を表し、間接効果とはある変数が他の変数を介して不快感へ影響する効果の総和を表している。直接効果と間接効果を併せたものを総合効果という。

5.2 道路交通騒音と鉄道騒音の不快感構造の比較

道路交通騒音の不快感へは排気ガスの直接効果が最も大きく、他の変数の直接効果は小さい。このことは排気ガスによって騒音の不快感が増大することを強く示唆している。

一方、鉄道騒音の不快感へはTV/ラジオ聴取妨害の直接効果が最も大きく、住宅の振動の直接効果もかなり大きい。 $L_{Aeq(24h)}$ や騒音に対する敏感さの効果は主に間接効果としてTV/ラジオ聴取妨害を介して鉄

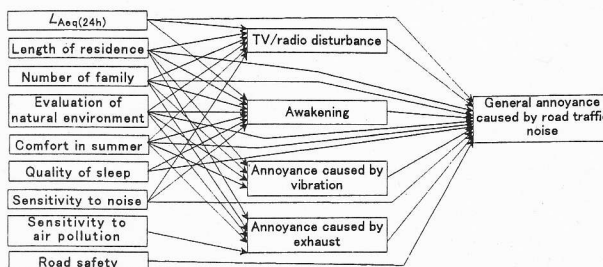


図-5 道路交通騒音に対する不快感の初期パスモデル

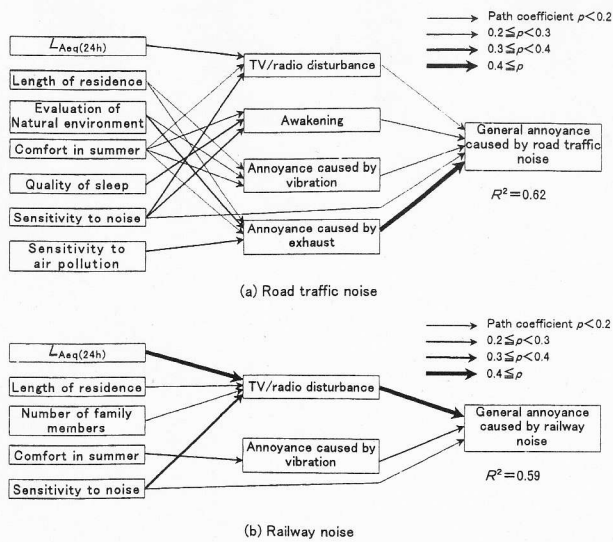


図-6 道路交通騒音と鉄道騒音の修正パスダイアグラム (a) 道路交通騒音, (b) 鉄道騒音

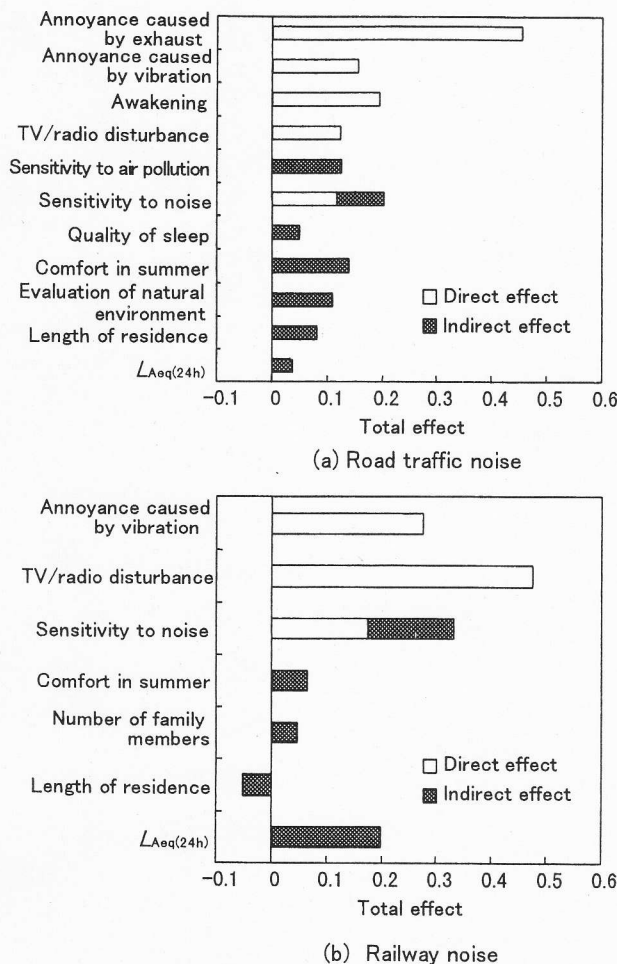


図-7 道路交通騒音に対する不快感のパス解析結果 (a) 道路交通騒音, (b) 鉄道騒音

道騒音の不快感へ影響していることが見て取れる。長田ら¹⁸⁾は航空機騒音のアノイアンスにパス解析を適用し、騒音暴露 (WECPNL) の影響が最も大きく、次いで聴取妨害 (屋内での会話妨害) を挙げている。航空機騒音も列車騒音と同様に間欠騒音であり、筆者ら

と同様の傾向を得ている。

以上の分析結果は道路交通騒音と鉄道騒音では不快感の構造が大きく異なること、すなわち道路交通騒音では排気ガスの効果が大きく、鉄道騒音では聴取妨害の効果大きいことを示している。この不快感の反応構造の違いが、ヨーロッパと九州での両騒音源に関する暴露反応関係の違いを説明する手がかりを与えている。

過去に Fields ら⁴⁾は、列車騒音が航空機や道路交通騒音よりもうるさくない理由を幾つか挙げて検討している。明確な証拠はないものの、Fields らはその主な理由として、列車騒音は規則的で予測し易いという時間的な特性と、列車は経済性や環境問題を考えると社会に受け入れ易く、産業革命の時代に国家の発展に大きく貢献してきたという列車に対する肯定的な態度などを挙げた。

筆者らは、パス解析の結果を基にヨーロッパと九州での両騒音に対する不快感反応の違いをそれらに強く影響する要因の違いと考えている。一般にドイツ以北のヨーロッパでは窓に2重又はそれ以上の複層ガラスが使われ、九州ではまだ1重ガラスが一般的である。このような窓の遮音性能の違いが聴取妨害の違いとして現れ、ヨーロッパでの鉄道騒音に対する不快感反応の減少として現れたものと考えている。一方、道路交通騒音の不快感には非音響要因である排気ガスの影響が大きく、窓の遮音性の違いは大きくは影響しない可能性がある。また、庭でのくつろぎを重視するヨーロッパでは道路沿線の住民にとって排気ガスの影響は深刻であるかも知れない。

これらの反応過程の違いは鉄道沿線と道路沿線の対策に重要な示唆を与える。すなわち、鉄道沿線の居住環境を向上させるためには、遮音対策が極めて有効であるが、道路沿線では遮音対策だけではなく、排気ガスの不快感を緩和させる何等かの対策 (例えば、植樹帯の設置等) も必要であることを示している。

現在、地球温暖化防止の観点からハイブリッド車更には電気自動車が注目されている。これらの車は排気ガスが少ない又は無いから、このような交通手段が普及すれば、住民の反応構造も鉄道騒音に近いものに変化することも予想される。

6. おわりに

同一の地域で、同一の時期に、同一の方法で道路交通騒音と鉄道騒音に関する社会調査を行い、両騒音に対する不快感を比較した。鉄道騒音の聴取妨害は道路交通騒音より大きく、これまで得られた知見と一致した。しかし、九州での調査結果はヨーロッパでの調査

結果と異なり、鉄道騒音の方が道路交通騒音よりもわずかにうるさいことが示唆された。この違いは両騒音の周波数特性と両地域の窓の遮音特性の違いからは説明できないことを示した。

そこで、この原因を明らかにするために、両騒音に関する反応データと物理データにパス解析を適用した。道路交通騒音の不快感には排気ガスの効果が大きく影響するため、窓の遮音性能の不快感反応への影響は小さく、両地域の不快感の違いは大きくはないと考えている。一方、鉄道騒音の不快感には聴取妨害の影響が最も大きく、窓の遮音性能が反応に強く影響する。従って、九州とヨーロッパ（北ヨーロッパ）では窓の遮音性能が大きく異なるため、鉄道騒音に対する反応はヨーロッパで小さく、九州で大きくなると考えられる。

今回、日本でのデータだけから異文化間の反応の違いを論じたが、今後スウェーデンで収集した道路交通騒音と鉄道騒音の調査データを加えて、分析検討したいと考えている。

謝 辞

本研究の一部は、平成 7、8 年度文部省科学研究費補助金基盤研究(C)(2) (課題番号: 07650692, 代表: 矢野 隆) の援助によった。また、本研究は前室蘭工業大学学長 故 泉 清人博士のご指導の下に数年間にわたって調査した結果をまとめたものである。泉博士からは研究の全体計画から細部にわたり極めて貴重な助言を数多く賜った。記して衷心より感謝の意を表する。

文 献

- 1) T.J. Schultz, "Synthesis of social surveys on noise annoyance," *J. Acoust. Soc. Am.* **64**, 377-405 (1978).
- 2) F.L. Hall, "Community response to noise: Is all noise the same?," *J. Acoust. Soc. Am.* **76**, 1161-1168 (1984).
- 3) K.D. Kryter, "Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise," *J. Acoust. Soc. Am.* **72**, 1222-1252 (1982).
- 4) J.M. Fields and J.G. Walker, "Comparing the relationships between noise level and annoyance in different surveys: A railway noise vs. aircraft and road traffic comparison," *J. Sound Vib.* **81**, 51-80 (1982).
- 5) U. Moehler, "Community response to railway noise: A review of social surveys," *J. Sound Vib.* **120**, 321-332 (1988).
- 6) H. Fastl, S. Kuwano and S. Namba, "Psychoacoustics and railbonus," *Proc. inter-noise 94*, Vol. 2, 821-826 (1994).
- 7) D. Gottlob, "Regulation for community noise," *Proc. inter-noise 94*, Vol. 1, 43-56 (1994).
- 8) 田村明弘, "道路あるいは鉄道が主音源となっている地域における戸外騒音に対する住民の反応," *音響技術* **21**, 47-52 (1978).

- 9) 加来治郎, 五十嵐寿一, " L_{Aeq} による環境基準の比較," *音響学会騒音・振動研資* N-94-09 (1994).
- 10) 加来治郎, 山田一郎, "音源種別による騒音反応の違いについて," *音響学会騒音・振動研資* N-96-30 (1996).
- 11) 矢野 隆, 泉 清人, 山下俊雄, 田畑 亨, "異なるカテゴリ尺度で得られた鉄道騒音に対する社会反応の比較," *音響学会誌* **53**, 13-23 (1997).
- 12) 矢野 隆, 泉 清人, 山下俊雄, 吉田 淳, 小林朝人, "道路交通騒音に対する社会反応の国際比較研究—その 2—熊本市とイェーテボリ市での社会反応の比較," *建築学会研究報告九州支部* 第 34 号・2 (環境系), 49-52 (1994).
- 13) T. Yano, K. Izumi, R. Rylander and M. Bjorkman, "Cross-cultural study on community response to traffic noise (2): Surveys in Gothenburg, Sweden and Kumamoto, Japan," *Proc. inter-noise 94*, Vol. 2, 1149-1152 (1994).
- 14) 山下俊雄, 矢野 隆, 泉 清人, R. Rylander, W. Dan-kittikul, "道路交通騒音に対する社会反応の国際比較研究—イェーテボリ (スウェーデン), 苫小牧, 熊本, コラート (タイ) での社会調査," *音響学会騒音・振動研資* N-95-10 (1995).
- 15) 山下俊雄, 矢野 隆, 小林朝人, "騒音のうるささの尺度構成に関する実験研究," *音響学会誌* **50**, 215-226 (1994).
- 16) ANSI S 3. 5-1969, *Methods for the Calculation of the Articulation Index* (Am. Natl. Stand. Inst., New York, 1969).
- 17) S.M. Taylor, "A path model of aircraft noise annoyance," *J. Sound Vib.* **96**, 243-260 (1984).
- 18) 長田泰公, 吉田拓正, "航空機騒音の住民反応調査におけるアノイヤンスのパス解析," *音響学会誌* **53**, 599-604 (1997).
- 19) 佐和隆光, *回帰分析* (朝倉書店, 東京, 1979), pp. 161-169.

付表-1 道路交通騒音の不快感に関する度数分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快でない	少し不快	かなり不快	非常に不快	合計
40~45	7	2	3	1	13
45~50	45	29	13	6	93
50~55	27	38	11	13	89
55~60	26	39	22	26	113
60~65	48	71	47	53	219
65~70	27	58	55	62	202
70~75	11	15	17	30	73
合計	191	252	168	191	802

付表-2 鉄道騒音の不快感に関する度数分布

$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快でない	少し不快	かなり不快	非常に不快	合計
30~35	3	0	1	0	4
35~40	18	4	1	0	23
40~45	14	5	1	1	21
45~50	22	9	6	6	43
50~55	38	13	13	12	76
55~60	35	30	21	27	113
60~65	26	25	28	48	127
65~70	6	10	18	20	54
70~75	0	1	1	1	3
合計	162	97	90	115	464