

# 道路交通騒音に対する社会反応の異文化間比較

—熊本とイエーテボリでの社会調査—\*

矢野 隆\*<sup>1</sup> 佐藤哲身\*<sup>2</sup> 山下俊雄\*<sup>3</sup> 川井敬二\*<sup>1</sup>

(1998年11月2日受付)

**【要旨】** 熊本とイエーテボリで同一の方法を用いて道路交通騒音に関する社会調査を実施した。道路交通騒音に対する一般的な不快感はイエーテボリの戸建て住宅で最も大きく、イエーテボリの集合住宅で最も小さかった。熊本での反応はその中間に位置し、住宅タイプ間に有意差はなかった。地域別・住宅タイプ別に道路交通騒音に対する不快感の構造を調べるために、パス解析を適用した。どの場合も共通して排気ガスの効果が最も大きかった。イエーテボリでは庭/バルコニーでの休息妨害の効果、熊本ではTV/ラジオ聴取妨害の効果が大きかった。このような要因の効果から、道路交通騒音に対する社会反応の地域間・住宅タイプ間の相違を解釈した。

**キーワード** 道路交通騒音, 社会反応, 異文化間比較, 暴露-反応関係, パス解析

Road traffic noise, Community response, Cross-cultural comparison, Dose-response relation, Path analysis

## 1. はじめに

騒音に関する社会調査はこれまで多数行われてきており、膨大なデータの蓄積がある。そのため世界的には研究の主流は新たな大規模調査の実施よりも、これまでの調査データを相互に比較してより普遍的な知見を見出していこうとする方向にある(例えば<sup>1)~3)</sup>。しかしながら、調査手法や項目、評価尺度など調査ごとに種々の条件が異なるために、自ずとこれらの研究には比較精度の上で限界がある。個々の調査から得られた結果を精度良く比較することを目的として、発表論文に掲載すべき項目の指針<sup>4)</sup>や調査で使用する共通の質問項目やうるささの標準尺度<sup>5),6)</sup>が提案されている。今後、これらが世界的に普及すれば各国の調査結果が容易に比較検討されるようになるであろう。

一方、筆者らは、同一の構想と手法を用いて、気候や文化が異なるイエーテボリ(スウェーデン南西部)、熊本、コラート(タイ東北部)やバンコクで道路交通

騒音に対する社会調査を継続的に行ってきた。これら3地域は、寒帯、温帯、熱帯に位置し気候が大きく異なること、開発途上国から社会制度の先進国まで経済・社会状態も異なること、更に国内の治安が安定しており文化的にも比較的均質であると見なせること、を考慮するとこのような異文化間の比較研究を行うのに適している。

1992~1994年の小規模な調査に続いて<sup>7),8)</sup>、1995年から調査データの定量的な比較を目的として各国で比較的大規模な調査を実施してきた<sup>9)</sup>。本研究はこれまで調査が完了している熊本とイエーテボリでの1995~1996年の調査結果を基に、道路交通騒音に対する社会反応、及びどのような要因が騒音の不快感(うるささ)に影響するのかを両地域間で比較したものである。その目的は、騒音の暴露量だけでなく、個人的な要因や住宅・地域の特性、生活様式などの社会的文化的な要因の騒音の不快感(うるささ)への影響を明らかにすることによって、人々への騒音の影響を考慮したより有効な騒音対策や快適な道路沿道の建築・都市計画の策定へ貢献することにある。

なお、騒音の影響に関する異文化間の比較研究としては、Nambaらの言葉による音の印象の表現に関する日本、スウェーデン、西ドイツ、中国、アメリカでの研究<sup>10)</sup>や近隣騒音に関する日本とドイツ、イギリスでの比較調査<sup>11)</sup>が報告されている。

環境騒音に関する社会調査としてRylanderら<sup>12)</sup>によるスカンジナビアでの航空機騒音に関する調査や

\* Cross-cultural study on community response to road traffic noise: Social surveys in Kumamoto and Gothenburg, by Takashi Yano, Tetsumi Sato, Toshio Yamashita and Keiji Kawai.

\*<sup>1</sup> 熊本大学工学部

\*<sup>2</sup> 北海学園大学工学部

\*<sup>3</sup> 有明工業高等専門学校

(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)

Kastka ら<sup>13)</sup>によるドイツとスイスでの道路交通騒音に関する調査など隣国を含めて行った調査が報告されている。しかしながら、環境騒音に関する本格的な異文化間の比較調査としては約 30 年前の Jonsson ら<sup>14)</sup>によるスウェーデンとイタリアでの道路交通騒音に関する調査以外に筆者らは知らない。

## 2. 調査方法

### 2.1 社会調査

社会調査の概要を表-1に示す。調査地区は熊本とイエーテボリともに片側1車線又は2車線の道路に面して戸建て住宅と集合住宅が混在している地区であり、イエーテボリの調査ではイエーテボリ (Göteborg, 図中では英語表記の“Gothenburg”を使用する)市とその周辺3市 (Alingsås, Borås, Kungälv) の15地区、熊本では市内の15地区を選んだ。ここでは Göteborg, Alingsås, Borås, Kungälv の4市の調査地区を総称して、イエーテボリ地域と呼ぶことにする。調査対象住宅は道路に面して建つ1列目の戸建て住宅及び集合住宅である。なお、集合住宅の場合には平面の長辺方向が道路とほぼ平行である住宅、すなわち主たる開放面が道路に面する住宅だけを選んだ。

調査対象者は、イエーテボリでは住民台帳を基に18~75歳の男女から、熊本では選挙人名簿を基に20~75歳の男女から1世帯当たり1名をランダムに抽出した。調査方法はイエーテボリでは郵送法を用い、熊本では留置法を用いたが、これらの調査方法による反応に体系的な差はないことを確認している<sup>15)</sup>。調査はイエーテボリでは1996年1月から3月にかけて、熊本では1996年5月から7月にかけて行った。Fields<sup>16)</sup>は、季節の効果に関する六つの研究をレビューし、四つの研究は暑い時期が涼しい時期よりもうるさく感じるという仮説を支持しているが、二つの研究は季節による有意な差を認めておらず、季節の効果はあるとしても小さいとしている。今回の調査の時期

(季節)も両地域で異なるものの、季節による反応の違いは小さいと考えている。

表-2 主な調査項目

住宅要因	住宅タイプ, 両面外気に面しているか*, 面している道路*, <sup>§</sup> 居住階*, 住宅所有形態, 延べ床面積, 敷地面積, 住宅の構造, 居間・寝室の窓タイプ, 居間*・寝室*の窓の向き, 庭・バルコニーの有無, 住宅の評価 (敷地の広さ, 住宅の外観, 住宅の部屋数, 住宅の間取り, 夏・冬の住宅の快適性, 住宅の通風, 住宅の日照, 住宅の遮音性, 住宅の安全性)
地域環境要因	地域好感度, 近所づきあい, 季節の快適性 (春, 夏, 秋, 冬), 自然環境, 街並み, [道路の安全性], 利便性 (生活, 通勤, 学校・幼稚園, レジャー施設, 医療施設)
環境汚染要因	自動車騒音, 列車騒音, 航空機騒音, 排気ガス, 路面電車騒音, 工場騒音, 悪臭, 工場からの煤煙, 近隣騒音, 催し物などの騒音, 近隣の騒音源*
道路交通騒音による影響	うるさい割合*, 時間帯*, <sup>‡</sup> 季節*, <sup>‡</sup> 会話妨害 (室内), 電話聴取妨害, TV・ラジオ聴取妨害, 読書・思考妨害, 休息妨害, 睡眠妨害, 覚醒, 窓を開けられない不満, イライラ, 住宅の振動, TV画面の乱れ, 庭・バルコニーに出られない不満*, [庭・バルコニーでの作業妨害*], 庭・バルコニーでの会話妨害*, 庭・バルコニーでの休息妨害*
個人的要因	住宅・地域居住年数, 引っ越し願望, 窓を開けて寝るか, 睡眠状態, 感受性 (寒さ, 暑さ, 薬, 騒音, 空気の汚れ), 環境問題, 自動車の保有, 就労の有無, 就労タイプ*, 労働時間帯*, 職業*, <sup>§</sup> <最終学歴>, 家族の人数 <sup>§</sup> , 年齢 <sup>§</sup> , 性別, <結婚>
物理的要因	$L_{Aeq}$ (dB), $L_{Adn}$ (dB), $L_{Amax}$ (dB)

\*:一部回答者のみによる, ‡:複数選択回答, §:文字・数値記入回答, [ ]:日本語版のみ, < >:スウェーデン語版のみ

表-1 調査の概要

	熊本		イエーテボリ	
	戸建て	集合	戸建て	集合
調査地区	熊本市内の15地区		イエーテボリ及び周辺の3市の15地区	
調査方法	留置法		郵送法	
調査時期	1996.5-7	1996.5-7	1996.1-3	1996.1-3
騒音測定時期	1996.9-11	1996.9-11	1996.4-6	1996.4-6
回答者数	378	459	436	706
回収率 (%)	76.0	64.6	73.3	66.4
$L_{Aeq(24h)}$ (dB) の範囲	49.3-73.7	51.3-73.5	46.2-73.6	48.5-82.3

調査票は、まず英語の共通調査票を作成し、それぞれの地域の特徴を考慮して日本語とスウェーデン語に翻訳した。従って、言葉のニュアンス等の微妙な問題は残るものの、ほぼ等価な調査票が作成された。調査項目は個人的要因、地域環境要因、住宅要因、環境汚染要因、道路交通騒音の具体的影響からなり、これらの主要な項目を表-2 に示す。

環境汚染要因による不快感や騒音の具体的な影響の評価には4段階尺度（不快でない、少し不快、かなり不快、非常に不快、スウェーデン語では *Nej, Men inte särskilt störande, Granska störande, Mycket störande*）を用いた。回答者数は熊本の戸建て住宅、集合住宅、スウェーデンの戸建て住宅、集合住宅でそれぞれ、378, 459, 436, 706 であり、回収率は76.0, 64.6, 73.3, 66.4%であった。回収率は両地域でほぼ同程度であったが、集合住宅の場合に回収率は良くない。

2.2 騒音測定

騒音測定は、調査地区ごとに道路端に基準点を決めて、地上1.2mに全天候型マイクロホン (B & K 4184) を設置し、騒音レベル分析器 (B & K 4435) と接続して、24時間の終日測定を行った。1秒ごとの瞬時レベルを基に基準点での  $L_{Aeq(24h)}$  や時間率騒音レベルを計算した。終日測定とは別に道路沿いの広場等を利用して基準点と基準点から5, 10, 20, 40 m離れた点で同時に短時間の  $L_{Aeq}$  を測定し、距離減衰式を求めた (表-3)。熊本では15地区のうち2地区は同一の道路沿いにあり、別の2地区も同一の道路沿いにあるため、測定は13地点で行った。道路端から住宅までの距離は、熊本では0~60 m、イエーテボリでは0~160 mであった。イエーテボリで160 m離れた住宅は戸建て住宅の1軒だけであり、他はすべて100 m以内であった。

距離減衰の測定場所として周辺の開けた広場を原則としたが、このような場所が見つからない場合には住宅へ通じる道路等、測定方向の側方に障害物のある場所もやむなく利用した。また、測定場所の地面も固い地面から芝生や草地、畑まで様々であった。これらの障害物や地面の吸音等による影響のために、距離の比の係数が20をこえている場所が幾つか見られる。

水平方向の距離減衰とは別に、熊本では集合住宅の廊下や階段の踊り場を利用して、垂直方向の騒音の伝搬特性を測定し、新居ら<sup>17)</sup>の測定結果も考慮して垂直方向の補正値を決定した (表-4)。この補正値はスウェーデンの集合住宅にも適用した。集合住宅の階数は熊本では1~10階であり、イエーテボリでは1~9階であった。

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
Kumamoto	1 $Y = -0.9 + 27.5 \log_{10} X$	0.986
	2 $Y = 0.3 + 13.4 \log_{10} X$	0.993
	3 $Y = 0.2 + 16.9 \log_{10} X$	0.998
	4 $Y = 0.5 + 14.7 \log_{10} X$	0.992
	5 $Y = 14.7 \log_{10} X$	0.999
	6 $Y = 0.5 + 15.2 \log_{10} X$	0.984
	7 $Y = 0.2 + 11.0 \log_{10} X$	0.960
	8 $Y = 0.3 + 14.8 \log_{10} X$	0.996
	9 $Y = 12.1 \log_{10} X$	0.999
	10 $Y = -0.7 + 17.6 \log_{10} X$	0.986
	11 $Y = -0.8 + 17.7 \log_{10} X$	0.992
	12 $Y = -0.4 + 17.3 \log_{10} X$	0.991
	13 $Y = -0.3 + 18.1 \log_{10} X$	0.998
Gothenburg	1 $Y = -0.3 + 23.8 \log_{10} X$	0.992
	2 $Y = -0.1 + 22.4 \log_{10} X$	0.997
	3 $Y = -0.9 + 15.1 \log_{10} X$	0.973
	4 $Y = 0.1 + 24.8 \log_{10} X$	1.000
	5 $Y = 0.6 + 13.1 \log_{10} X$	0.986
	6 $Y = 1.6 + 19.5 \log_{10} X$	0.951
	7 $Y = 14.0 \log_{10} X$	0.998
	8 $Y = 0.8 + 14.0 \log_{10} X$	0.981
	9 $Y = 0.4 + 13.2 \log_{10} X$	0.994
	10 $Y = 0.1 + 24.1 \log_{10} X$	0.989
	11 $Y = 0.8 + 14.7 \log_{10} X$	0.975
	12 $Y = 0.9 + 22.3 \log_{10} X$	0.983
	13 $Y = -0.3 + 25.3 \log_{10} X$	0.996
	14 $Y = 0.4 + 21.9 \log_{10} X$	0.997
	15 $Y = 0.9 + 10.4 \log_{10} X$	0.959

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

表-4 垂直方向の騒音レベル補正値 (dB)

道路端から住宅までの距離 X (m)	階数		
	2階	3階	4階以上
0 < X ≤ 4	+1	0	-2
4 < X ≤ 10	0	+1	0
10 < X ≤ 20	0	+1	0
20 < X ≤ 30	+3	+5	+6
30 < X	+3	+4	+5

終日測定の結果、距離減衰量、垂直方向の補正値を基に、各住宅の騒音暴露量を推定した。

3. 結果

3.1 各種項目に関する地域別及び住宅タイプ別の相対度数分布

図-1 は地域別・住宅タイプ別に (a) 性別, (b) 年齢, (c) 地域居住年数, (d) 敷地面積, (e) 住宅の延べ床面

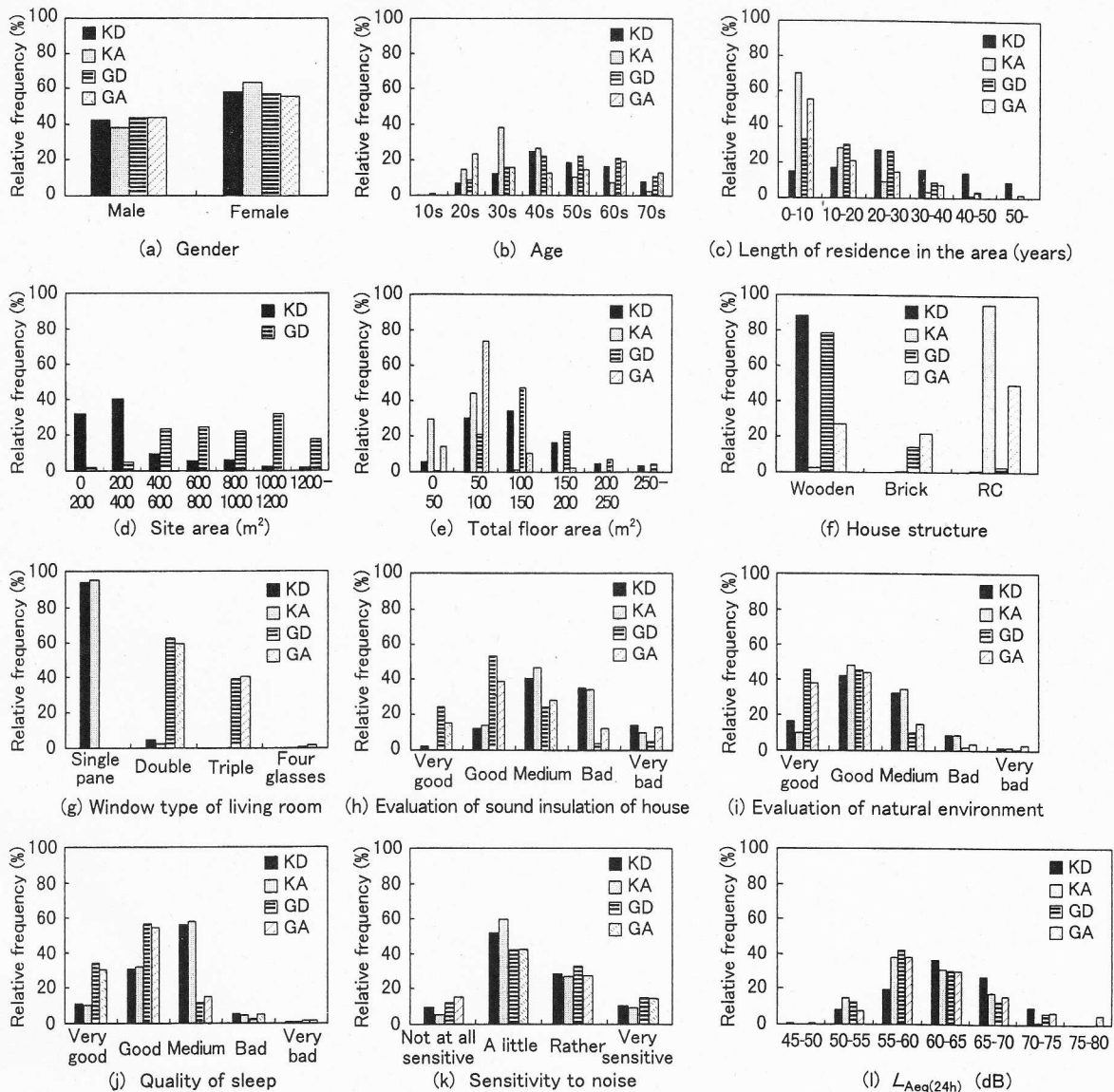


図-1 各種項目に関する地域別・住宅タイプ別の相対度数分布  
 KD: 熊本/戸建て住宅, KA: 熊本/集合住宅  
 GD: イェーテポリ/戸建て住宅, GA: イェーテポリ/集合住宅

積, (f)住宅の構造, (g)居間の窓タイプ, (h)住宅の遮音性能の評価, (i)自然環境の評価, (j)普段の睡眠状態, (k)騒音に対する敏感さ, (l)住宅の騒音暴露量 ( $L_{Aeq(24h)}$ ) の相対度数を比較したものである。

性別の分布には地域別・住宅タイプ別に違いは見られない。年齢は、熊本の集合住宅では30代をピークとする単峰型の分布を呈しているが、イェーテポリでは20代と60代に小さなピークが見られる(図-1(b))。地域居住年数は、戸建て住宅では熊本とイェーテポリでそれぞれ20~30, 10~20年にモードを呈し、集合住宅ではともに10年以下の比較的短い期間にモードが見られるが、イェーテポリでは30年以上の居住の人も熊本よりも多い(図-1(c))。このような居住世代の違いから両地域の長期間にわたる生活様式の一端を窺い知ることができる。

図-1(d)から戸建て住宅の敷地面積は、予想されたようにイェーテポリで大きい。住宅の延べ床面積は戸建て住宅では地域間に大きな違いは見られない。しかし、集合住宅では熊本では50~100 m<sup>2</sup>の小規模な住宅がほとんどであるが、イェーテポリでは100~150 m<sup>2</sup>にモードを有し、比較的大きい住宅も見られる(図-1(e))。住宅構造は、戸建て住宅は大部分が木造であるが、イェーテポリでは煉瓦又はブロック造のものもある。集合住宅は、熊本ではRC造がほとんどであるが、イェーテポリでは木造の集合住宅も相当数建てられている(図-1(f))。

窓ガラスは熊本ではほとんどが一重ガラスであるのに対して、イェーテポリでは住宅の断熱性を確保するため二重又は三重ガラス以上である(図-1(g))。特に1970年代の後半から建てられた比較的新しい住宅

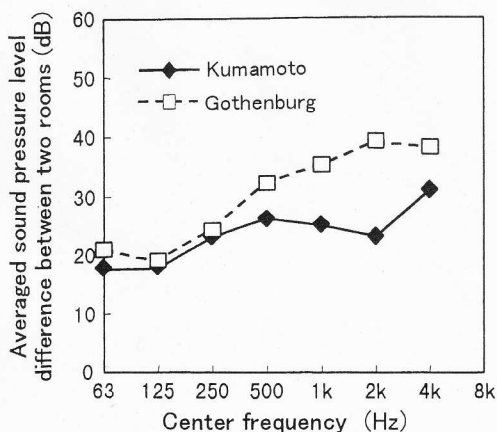


図-2 熊本とイエーテボリの窓の遮音性能

には三重ガラス以上の窓を取り付けることが義務づけられている。図-2に1991年から1992年にかけて熊本とイエーテボリで測定した窓の遮音性能を示す<sup>18)</sup>。熊本ではすべて一重ガラスであったが、イエーテボリでは二重、三重又は四重ガラスであった。図は熊本31件、イエーテボリ16件の中央値を示したものである。イエーテボリの窓の遮音性能は熊本と比べて特に中・高周波で良く、そのことを反映して、イエーテボリでは住宅の遮音性能の評価は熊本よりも高い(図-1(h))。

自然環境の評価はイエーテボリで比較的良いが(図-1(i))、普段の睡眠状態は住宅の遮音性能を反映してかイエーテボリでかなり良い(図-1(j))。騒音に対する敏感さの反応分布は地域別・住宅タイプ別に違いは見られない(図-1(k))。図-1(l)は $L_{Aeq(24h)}$ の地域別・住宅タイプ別の分布パターンが似ていることを示している。 $L_{Aeq(24h)}$ が75 dB以上であるのはイエーテボリの上層階の集合住宅だけである。これらの住宅が建っている調査地区では、基準点での $L_{Aeq(24h)}$ は72~73 dBあり、かつ距離による補正と垂直方向の補正によって大きな値となったものである。

以上、住宅要因に関する分布やそれに関連する反応分布には地域間に違いが見られるが、これらは生活様式の違い、すなわち両地域の文化的な一側面を表していると考えられる。一方、人口統計学的な変数や騒音に対する敏感さ、騒音の暴露量の分布パターンには体系的な違いが見られず、騒音に対する反応を異文化間で精度良く比較検討する上で都合の良いデータが得られている。

### 3.2 暴露-反応関係の地域間・住宅タイプ間の比較

図-3(a)~(f)は道路交通騒音に対する一般的な不快感、排気ガスに対する不快感、TV/ラジオ聴取妨害、覚醒、振動の不快感、庭/バルコニーでの休息妨害に関して、 $L_{Aeq(24h)}$ と% very annoyedとの関係を見た

ものである。ここで% very annoyedとは、ある範囲の騒音に暴露されている人々のうち、評価尺度の「非常に不快」(Mycket störande)と反応した人々の割合を指す。道路交通騒音に対する一般的な不快感に関して、付表-1に地域別・住宅タイプ別に騒音レベル範囲ごとの各反応カテゴリへの度数分布を示す。付表-2には図-3に示されている反応割合の $\chi^2$ による有意差検定の結果を示す。

道路交通騒音に対する一般的な不快感は、戸建て住宅・集合住宅ともに低レベルでは熊本とイエーテボリとの間に差は小さいが、65~70 dBでは1%で有意な差が見られる(図-3(a))。また、熊本では戸建て住宅と集合住宅の居住者の反応に有意な差は見られないが、イエーテボリでは広範囲の騒音レベルにわたって戸建て住宅の居住者は集合住宅居住者よりも有意に反応が大きい。排気ガスに対する不快感の反応パターンは騒音の不快感に対する反応パターンと似ている(図-3(b))。

Rylanderら<sup>12)</sup>によるスカンジナビアでの航空機騒音に関する調査では、戸建て住宅住民の方が他の住宅タイプの住民よりも不快感が大きく、今回のイエーテボリでの調査結果は同じ傾向を示した。Bradley<sup>19)</sup>やTaylor<sup>20)</sup>はともにカナダで道路交通騒音に対する社会反応の住宅タイプの違いを検討して、その違いを積極的に認めない立場をとっている。Fields<sup>3)</sup>は以上の文献を含め、14の調査をレビューし、“戸建て住宅の住民の反応が高い”という仮説を検討している。この仮説を支持する知見は逆の傾向を支持するものよりも多いが、大部分の文献は重要な効果を認めていない。イエーテボリで戸建て住宅の住民の反応が集合住宅よりも有意に高いのは、スウェーデン人の生活様式、特に庭での過ごし方に密接に関係していると思われるが、明確な証拠はない。

TV/ラジオ聴取妨害には地域間・住宅タイプ間で有意差は見られず(図-3(c))、覚醒(睡眠妨害)にも体系的な差は見られない(図-3(d))。しかしながら、振動の不快感には住宅タイプの影響が顕著であり、両地域ともに戸建て住宅の反応割合が有意に大きい(図-3(e))。これは集合住宅の質量が戸建て住宅よりも大きいことに起因すると考えられる。庭/バルコニーでの休息妨害には地域差が大きく影響し、戸建て・集合住宅ともにイエーテボリでの反応が大きく、同じイエーテボリでも戸建て住宅居住者の反応が大きい(図-3(f))。このことはスウェーデン人が夏場の戸外や庭でのくつろぎや活動を重視しているためと考えられる<sup>21)</sup>。

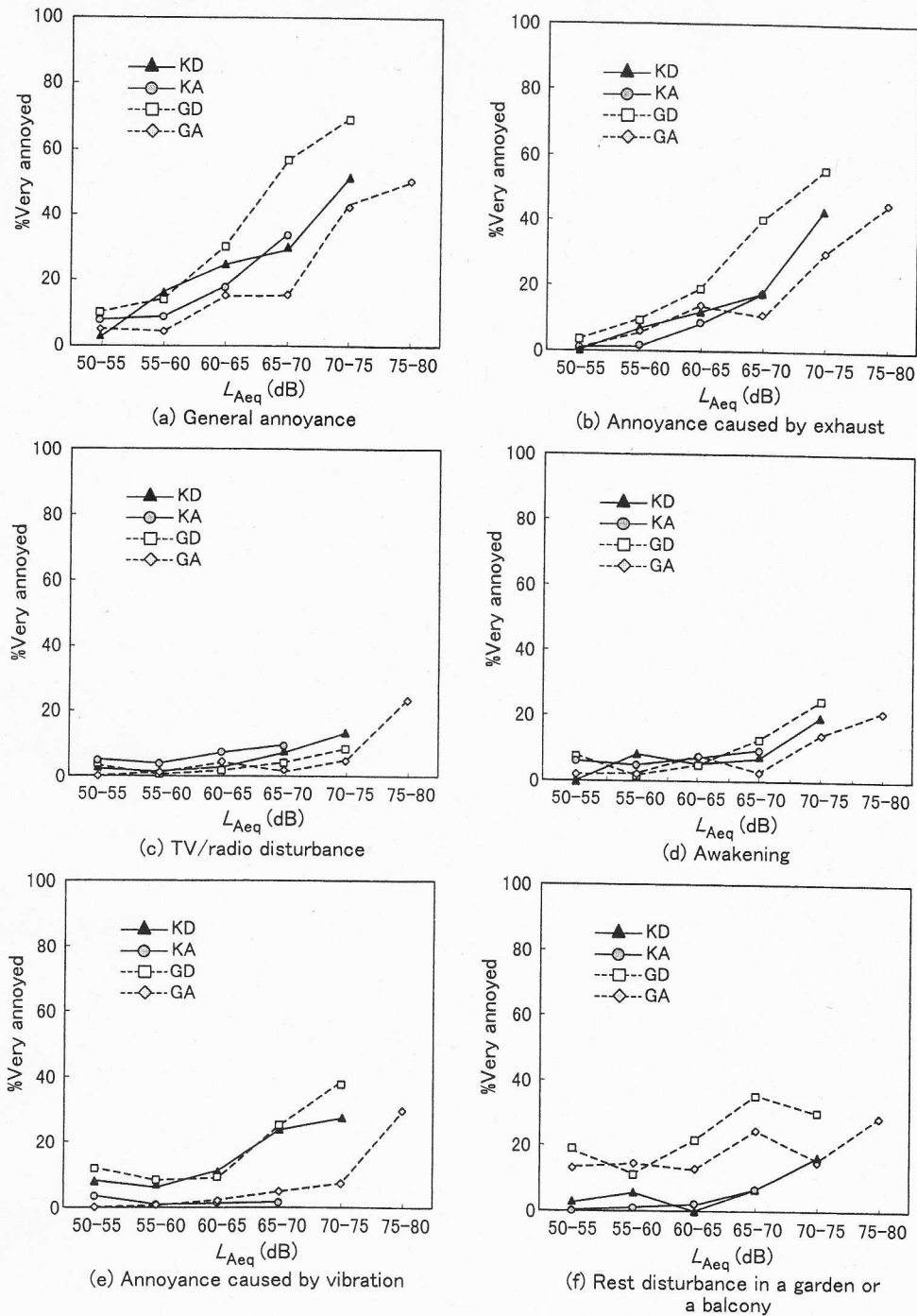


図-3 道路交通騒音に対する不快感や生活活動妨害と  $L_{Aeq(24h)}$  との関係  
 KD: 熊本/戸建て住宅, KA: 熊本/集合住宅  
 GD: イエーテボリ/戸建て住宅, GA: イエーテボリ/集合住宅

#### 4. 道路交通騒音に対する不快感のパス解析

前章ではTV/ラジオ聴取妨害や覚醒には地域間・住宅タイプ間で違いが見られなかったが、道路交通騒音に対する一般的な不快感や排気ガス・振動の不快感、庭/バルコニーでの休息妨害には有意な差が見られた。本章では道路交通騒音に対する一般的な不快感を最終的な目的変数として、このような反応の違いに種々の変数がどのように、またどの程度影響するのか

を地域別・住宅タイプ別にパス解析を適用して検討する。

##### 4.1 道路交通騒音に対する不快感の初期パスモデルの構築

図-4は、道路交通騒音の不快感に直接的・間接的に影響を及ぼすと思われる種々の要因の因果関係に基づいて構築した初期パスモデル<sup>22),23)</sup>である。パスモデルにおいて、他のいかなる変数の影響も受けない変数を外生変数、他の変数の影響を受ける変数を内生変

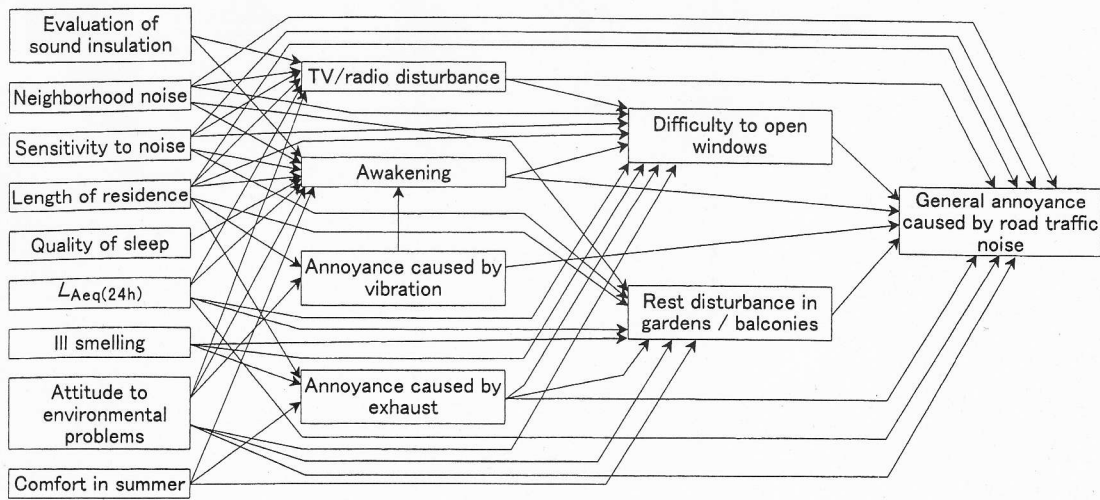


図-4 道路交通騒音に対する不快感の初期パスモデル

数と呼ぶ。今回の調査項目は総計約 90 項目と多岐にわたるため、以下の手順でモデルに組み込む変数を選定した。ここで変数選択の基本前提は、パス解析の中で重回帰分析を行う際に多重共線性の問題<sup>24)</sup>を生ずることなく、かつ因果関係を有効に説明し得る変数を選択することの 2 点である。

1) 第 1 段階として、地域と住居タイプに共通な調査項目中、近似的に距離尺度と見なせる項目をすべて抽出した。

2) 次いで、外生変数と内生変数ごとに、地域別・住宅タイプ別に因子分析を行い、変数を幾つかのグループに分類した。

3) 各グループの変数の中から、前章の暴露-反応関係や過去の知見、かつ変数間の相関関係を考慮しつつ、1 グループ 1 変数を原則として代表的変数を抽出し、地域・住居タイプに共通な変数群を選定した。

以上の方法で選択した変数の因果関係を考慮し、初期パスモデルを構成した。なお、内生変数のうち、騒音以外の影響項目「排気ガスの不快感」、「振動の不快感」は音源への嫌悪感に伴う不快感の相乗効果<sup>25)</sup>として、また「近隣騒音」は、「道路交通騒音」との間には何等かの相互影響があるものと仮定してモデルに組み込んだ。

手順 1) に関して、調査項目の大部分は順序尺度であり、これらを距離尺度として扱ってよいかという問題がある。Asher<sup>22)</sup>はこの問題の賛否に関して多くの議論があることを示し、両方の議論を調停することは難しいとしているが、彼自身は順序尺度を距離尺度として取り扱うことには好意的である。筆者らも、Asher と同様の立場をとり、順序尺度を距離尺度として扱うことによって、より洗練された統計手法を用いて、新たな知見を得ることができるのではないかと考

えている。

#### 4.2 道路交通騒音に対する不快感の修正パスモデル

初期パスモデルを構成する一群の因果関係を基に構造方程式を作成し、重回帰分析を適用し、パス係数(標準偏回帰係数)を求めた。更に両地域の住戸タイプごとに 1%水準で有意なパス係数のみを取り上げ、図-5 に示す修正パスモデルを作成した。

騒音の不快感に直接パスで繋がる変数のパス係数を直接効果、他の変数を経由して繋がるパスの寄与分、すなわちパス係数の積をすべてのパスについて加算したものを間接効果、直接効果と間接効果の和を総合効果と呼ぶ。

図-6 は直接効果、間接効果、総合効果を求めた結果であり、様々な変数の道路交通騒音に対する不快感への相対的な効果を示している。これらのプロフィールから以下の特徴を読み取ることができる。

1) いずれの地域、住宅タイプにおいても「排気ガスの不快感」の影響が極めて大きく、「排気ガス」に対する不快感が、騒音源への嫌悪感を増強させた結果と考えられる。

2) 熊本では「TV/ラジオ聴取妨害」、「覚醒」、「窓を開けられない不満」等の室内での生活妨害の影響が大きいのにに対し、イェーテボリでは「庭/バルコニーでの休息妨害」、「悪臭による不快感」等の屋外での活動に関する影響が大きい。また、熊本では特に「TV/ラジオ聴取妨害」は集合住宅において、イェーテボリではどちらも戸建て住宅において顕著である。このような異文化間の違いは両国の生活習慣の違いや住宅タイプの相違によるものと思われ、とりわけ屋外や庭での生活を楽しむスウェーデン人の国民性の現れと解釈することが可能である。

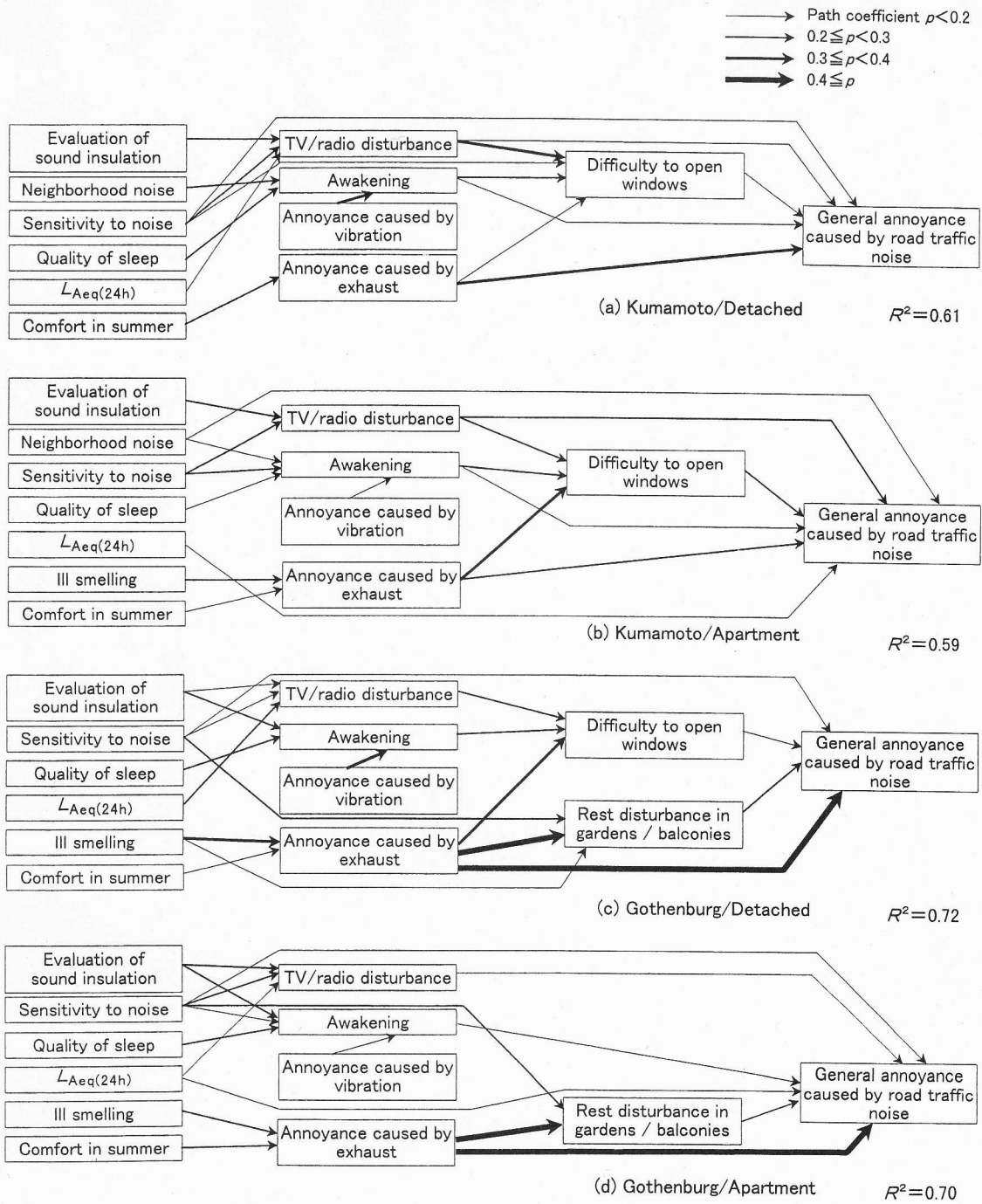
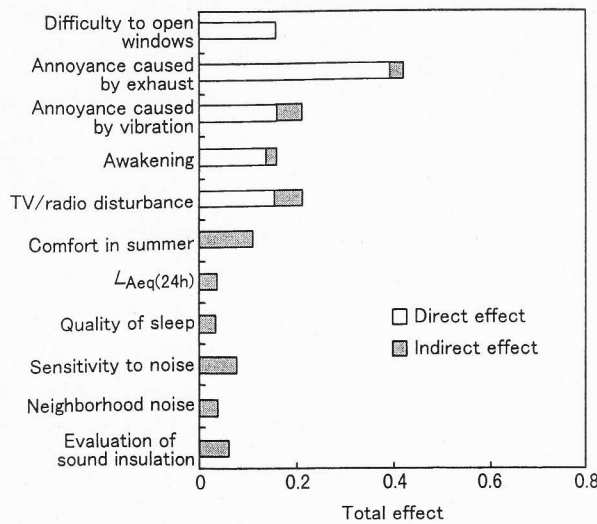


図-5 地域別・住宅タイプ別の修正パスダイアグラム

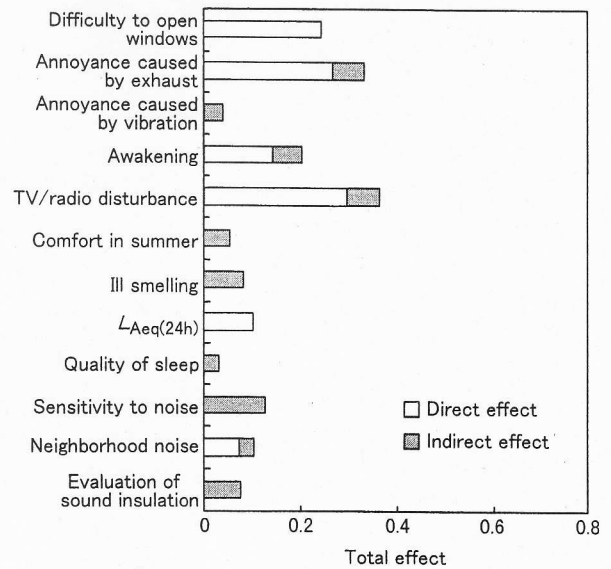
3) 熊本では戸建て住宅，集合住宅ともに「排気ガス」と「TV/ラジオ聴取妨害」の効果が大きい，相対的に集合住宅では「TV/ラジオ聴取妨害」の効果が大きく，戸建て住宅では排気ガスの効果が大きい。排気ガスの効果は地上階付近では大きい，上階では小さい。一方，音に関しては，上階に行くにつれて音源からの距離は増すものの，音源の形状が地上階での線音源から面音源へと移行するため，音の減衰は小さく，かえって騒音レベルが増加する。従って，上階ではその分排気ガスの直接的な影響が小さくなることを考えている。

4) 以上の知見から図-3(a)の地域別・住宅タイプ別の暴露-反応関係の違いが以下のように解釈できる。イエーテボリの戸建て住宅では「排気ガス」や「庭/バルコニーでの休息妨害」の効果が大きい。これらは住宅の遮音性能には影響されないため，イエーテボリの住宅は遮音性能が高いものの，住民の道路交通騒音に対する不快感は大きくなる。熊本の戸建て住宅でも「排気ガス」の効果は大きい，「庭/バルコニーでの休息妨害」は小さいため，住民の道路交通騒音に対する不快感はイエーテボリよりも小さい。集合住宅に関しては「庭/バルコニーでの休息妨害」の効果は戸建

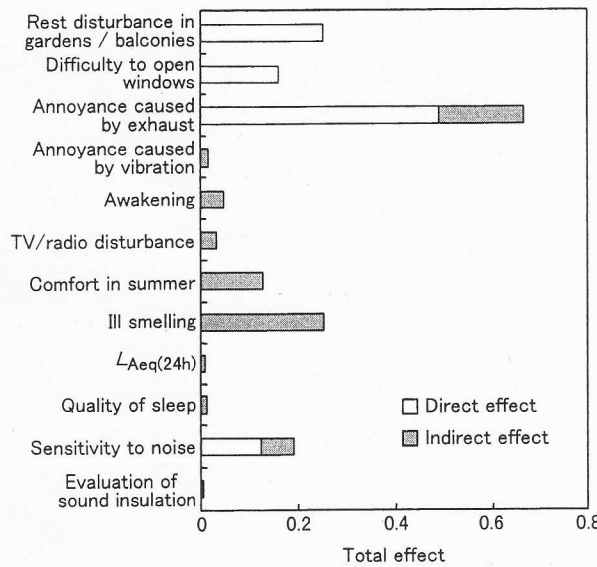




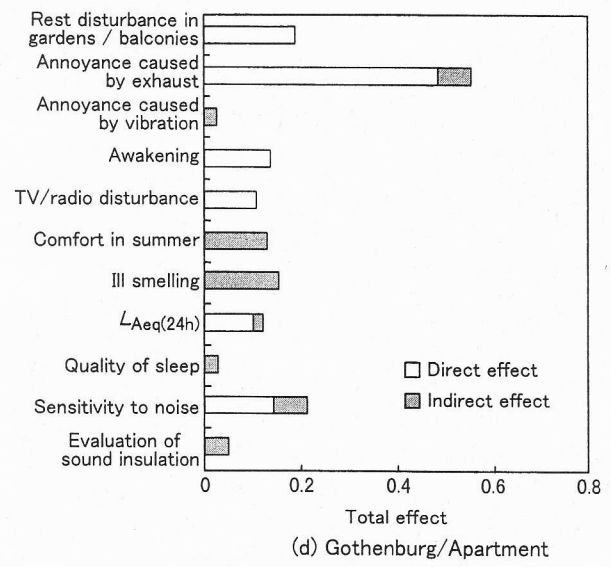
(a) Kumamoto/Detached



(b) Kumamoto/Apartment



(c) Gothenburg/Detached



(d) Gothenburg/Apartment

図-6 地域別・住宅タイプ別の各種変数の不快感への総合効果

て住宅よりも小さく、「TV/ラジオ聴取妨害」の効果  
 が大きい。従って、遮音性能の大きいイエーテポリで  
 は相対的に聴取妨害の影響が小さく、その結果一般的  
 な不快感も小さくなる。熊本では戸建て住宅では「排  
 気ガス」の効果が大きく、集合住宅では「TV/ラジ  
 オ聴取妨害」の効果が大きいため、これらの効果がそ  
 れぞれ均衡して同程度の不快感を生じていると推測さ  
 れる。

5) 近隣騒音の効果は熊本にだけ有意に残っており、  
 住宅の遮音性能や居住者の生活様式に関係してい  
 ると思われる。

なお、今回の調査地区のように極端に騒音暴露量が  
 大きくない場合には、 $L_{Aeq}(24h)$ の直接効果は大きいと  
 は言えず、騒音暴露量のみによる評価の限界を読み取  
 ることができる。

## 5. 検 討

4章の結果から現状での有効な騒音対策や将来の生  
 活様式の変化を考慮した社会反応を読み取ることがで  
 きる。

図-3(a)からイエーテポリでは一般に住宅の遮音性  
 能が熊本の住宅よりも優れているにもかかわらず、戸  
 建て住宅の住民の道路交通騒音に対する不快感は大き  
 い。その一因としてイエーテポリと熊本の庭やバルコ  
 ニーでの生活様式の違いを挙げた。すなわち、イエー  
 テポリの人々は特に夏場に庭での日光浴や食事、庭仕  
 事を楽しむ習慣があり、そのため道路沿いの住民は騒  
 音や排気ガスの影響を受け易い。たとえ、住宅の遮音  
 性能を向上させたとしても、そのことは庭での活動に  
 は影響しない。このことは道路に近い敷地境界付近で

良好な環境を確保することが重要であることを示しており、ドイツ連邦運輸省通達 (1993 年 5 月 25 日) 「道路交通騒音による敷地、特に外部居住空間の被害に対する補償」<sup>26)</sup> の主旨とも一致している。

従って、根本的な騒音対策は、音源対策や庭への騒音や排気ガスの侵入を防ぐための伝搬経路対策であることを強く示唆している。このことは筆者ら<sup>18)</sup> の道路交通騒音と鉄道騒音に対する社会反応の比較でも同様のことが言え、異種音源間と異文化間で共通の知見が示唆されている。ガソリン車やディーゼル車からハイブリッドカーや電気自動車への移行は、地球温暖化等のエネルギー問題だけでなく、排気ガスが少ないかまたはないことや静かであるために、道路沿いの居住環境の快適性の観点からも根本的な対策となりうる。また、排水性舗装道路<sup>27)</sup> や遮音壁<sup>28)</sup>、植樹帯<sup>29)</sup> も伝搬経路対策として有効であろう。

現在の熊本の状況を考えると、特に集合住宅の遮音性能の向上は、騒音対策として有効であろう。しかしながら、本研究から将来的には人々の価値観や生活様式が変化すると反応パターンも変化する可能性が示されている。例えば、庭やバルコニーの使い方が現状の家事重視から余暇の場へ変わると、熊本での反応パターンもイエーテボリでのものに移行していくことが予想されよう。

## 6. おわりに

熊本とイエーテボリでの道路交通騒音に関する社会調査から、地域別・住宅タイプ別に暴露-反応関係及び道路交通騒音の不快感の因果推論モデル (パスモデル) を検討した。その結果、地域や住宅タイプにかかわらず、排気ガスの効果が最も大きいこと、TV/ラジオ聴取妨害や庭でのくつろぎといった生活様式の違いが熊本とイエーテボリでの反応パターンの違いとして現れていることなどが明らかとなった。そのことを踏まえて、より適切な騒音対策、将来を見越した道路沿道の計画等について検討した。今後は、現在行っている札幌とバンコクでの調査結果を含めて、時間的・空間的により広範囲の検討を行いたい。

## 謝 辞

本研究は、故 泉清人 前室蘭工業大学学長とイエーテボリ大学の R. Rylander 教授によって始められた「道路交通騒音に対する社会反応の国際比較研究」の骨子に沿って行ったものである。故 泉清人博士には研究の全体計画から細部にわたってご指導を賜り、衷心より感謝の意を表したい。また、イエーテボリでの調査には、R. Rylander 教授、E. Öhrström、M. Björkman 両博士に協力していただき、貴重な助言を賜っ

た。本研究の一部は、平成 7、8 年度科学研究費補助金一般研究 (C) (課題番号: 06650650, 代表: 山下俊雄)、平成 7 年度スカンジナビア・ニッポンササカワ財団の援助によった。以上、記して感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) T.J. Schultz, "Synthesis of social surveys on noise annoyance," *J. Acoust. Soc. Am.* **64**, 377-405 (1978).
- 2) J.M. Fields, "The effect of numbers of noise events on people's reaction to noise: An analysis of existing survey data," *J. Acoust. Soc. Am.* **75**, 447-467 (1984).
- 3) J.M. Fields, "Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas," *J. Acoust. Soc. Am.* **93**, 2753-2763 (1993).
- 4) J.M. Fields, R.G. de Jong, A.L. Brown, I.H. Flindell, T. Gjestland, R.F.S. Job, S. Kurra, P. Lercher, A. Schuemer-Kohrs, M. Vallet and T. Yano, "Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys," *J. Sound Vib.* **206**, 685-695 (1997).
- 5) J.M. Fields, "Progress toward the use of shared noise reaction questions," *Proc. 1996 International Congress on Noise Control Engineering*, 2389-2391 (1996).
- 6) J.M. Fields, "Recommendation for shared annoyance questions in noise annoyance surveys," *Proc. 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem*, 481-486 (1998).
- 7) K. Izumi, W. Dankittikul, T. Yamashita and T. Yano, "Cross-cultural study on community response to traffic noise (1): surveys in Songkhla, Thailand and Tomakomai, Japan," *Proc. 1994 International Congress on Noise Control Engineering*, 1145-1148 (1994).
- 8) T. Yano, K. Izumi, R. Rylander and M. Björkman, "Cross-cultural study on community response to traffic noise (2): surveys in Gothenburg, Sweden and Kumamoto, Japan," *Proc. 1994 International Congress on Noise Control Engineering*, 1149-1152 (1994).
- 9) 佐藤哲身, 矢野 隆, 川井敬二, 山下俊雄, "熊本とイエーテボリでの道路交通騒音に対する社会反応の比較," 音響学会騒音・振動研資 N-98-34 (1998).
- 10) S. Namba, S. Kuwano, T. Hashimoto, B. Berglund, Z.D. Rui, A. Schick, H. Hoegel and M. Florentine, "Verbal expression of emotional impression of sound: A cross-cultural study," *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)* **12**, 19-29 (1991).
- 11) S. Namba, S. Kuwano and A. Schick, "A cross-cultural study on noise problem," *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)* **7**, 279-289 (1991).
- 12) R. Rylander, S. Sörensen and A. Kajland, "Annoyance reactions from aircraft noise exposure," *J. Sound Vib.* **24**, 419-444 (1972).
- 13) J. Kastka, R.H. Noack, U. Mau, P. Maas, U. Conrad, U. Ritterstedt and M. Hangartner, "Comparison of traffic noise annoyance in a German and Swiss town: Effects of the cultural and aesthetic context," *Contributions of Psychological Acoustics, Universität Oldenburg*, 313-340 (1986).
- 14) E. Jonsson, B. Paccagnella and S. Sörensen, "Annoyance reaction to traffic noise in Italy and Sweden: A comparative study," *Arch. Environ. Health* **19**, 692-699 (1969).
- 15) 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—

- 熊本市とイエ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).
- 16) J.M. Fields, “Effect of personal and situational variables on noise annoyance: With special reference to implication for en route noise,” Report No. FAA-AEE-92-03 (1992).
- 17) 新居洋子, 成瀬哲生, 今井宏二, 橋本頼幸, “高層住宅における道路交通騒音予測 (高さ別補正值  $\alpha_i$  について),” 日本建築学会学術講演梗概集 D-1, 123-124 (1996).
- 18) 矢野 隆, 佐藤哲身, 川井敬二, 黒澤和隆, “道路交通騒音と鉄道騒音に対する社会反応の比較,” 音響学会誌 54, 489-496 (1998).
- 19) J.S. Bradley and B.A. Jonah, “The effects of site selected variables on human responses to traffic noise, Part I: Type of housing by traffic noise level,” J. Sound Vib. 66, 589-604 (1979).
- 20) S.M. Taylor, S. Birnie and F.L. Hall, “Housing type and tenure effects on reactions to road traffic noise,” Environ. Plann. A 10, 1377-1386 (1978).
- 21) 例えば, 百瀬 宏, 村井誠人監修, “北欧” (第5部 北欧の生活と風俗) (新潮社, 東京, 1996).
- 22) H.B. Asher (広瀬弘忠訳), 因果分析法 (朝倉書店, 東京, 1980).
- 23) S.M. Taylor, “A path model of aircraft noise annoyance,” J. Sound Vib. 96, 243-260 (1984).
- 24) 佐和隆光, 回帰分析 (朝倉書店, 東京, 1979), pp. 161-169.
- 25) 佐藤哲身, “道路交通騒音のうるささに及ぼす振動の影響のパス解析,” 日本建築学会計画系論文報告集 第439号, 13-18 (1992).
- 26) Bundesministerium für Verkehr, “Entschädigung für die Beeinträchtigung von wohngrundstücken insbesondere des außenwohnbereiches durch straßenverkehrslärm,” Allgemeines Rundschreiben Nr. 122, Straßenbau Nr. 16, Sachgebiet 14. 86: Lärmbekämpfung (1993).
- 27) 押野康夫, “排水性舗装による低減効果,” 音響技術 102, 37-40 (1998).
- 28) 矢野 隆, 泉 清人, “防音塀による道路交通騒音の不快感の緩和効果に関する調査,” 日本建築学会計画系論文集 第493号, 1-7 (1997).
- 29) T. Yamashita, T. Yano and K. Izumi, “Effects of a belt of trees on road traffic noise annoyance,” Proc. 1996 International Congress on Noise Control Engineering, 2307-2310 (1996).

付表-1  $L_{Aeq(24h)}$ と道路交通騒音の不快感に関する地域別・住宅タイプ別の度数分布

(a) 熊本/戸建て住宅						(c) イェーテボリ/戸建て住宅					
$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快でない	少し不快	かなり不快	非常に不快	合計	$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快でない	少し不快	かなり不快	非常に不快	合計
45~50	2	0	1	0	3	45~50	1	0	0	0	1
50~55	11	11	7	1	30	50~55	25	11	12	6	54
55~60	17	34	9	11	71	55~60	81	40	33	25	179
60~65	29	46	28	32	135	60~65	31	30	28	38	127
65~70	16	27	27	28	98	65~70	3	10	9	28	50
70~75	6	2	8	18	34	70~75	1	1	6	17	25
合計	81	120	80	90	371	合計	142	92	88	114	436

(b) 熊本/集合住宅						(d) イェーテボリ/集合住宅					
$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快でない	少し不快	かなり不快	非常に不快	合計	$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	不快でない	少し不快	かなり不快	非常に不快	合計
50~55	27	28	7	6	68	45~50	5	0	1	0	6
55~60	68	60	23	15	166	50~55	32	13	2	3	50
60~65	26	55	31	24	136	55~60	152	69	25	12	258
65~70	12	21	17	25	75	60~65	87	52	33	31	203
70~75	1	2	3	1	7	65~70	33	31	28	17	109
合計	134	166	81	71	452	70~75	15	6	4	18	43
						75~80	2	6	10	18	36
						80~85	0	0	0	1	1
						合計	326	177	103	100	706

付表-2  $\chi^2$  による反応割合の有意差検定

(a) 道路交通騒音に対する不快感					(d) 覚醒				
$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	KD×GD	KA×GA	KD×KA	GD×GA	$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	KD×GD	KA×GA	KD×KA	GD×GA
50~55	—	—	—	—	50~55	—	—	—	—
55~60	—	—	—	**	55~60	*	—	—	—
60~65	—	—	—	**	60~65	—	—	—	—
65~70	**	**	—	**	65~70	—	—	—	*
70~75	—	—	—	*	70~75	—	—	—	—

(b) 排気ガスに対する不快感					(e) 住宅の振動				
$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	KD×GD	KA×GA	KD×KA	GD×GA	$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	KD×GD	KA×GA	KD×KA	GD×GA
50~55	—	—	—	—	50~55	—	—	—	*
55~60	—	*	—	—	55~60	—	—	*	**
60~65	**	—	—	—	60~65	—	—	**	**
65~70	**	—	—	**	65~70	—	—	**	**
70~75	—	—	—	*	70~75	—	—	—	**

(c) TV/ラジオ聴取妨害					(f) 庭・バルコニーでの休息妨害				
$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	KD×GD	KA×GA	KD×KA	GD×GA	$L_{Aeq(24h)}$ (dB)	KD×GD	KA×GA	KD×KA	GD×GA
50~55	—	—	—	—	50~55	—	*	—	—
55~60	—	—	—	—	55~60	—	**	—	—
60~65	—	—	—	—	60~65	**	**	—	—
65~70	—	—	—	—	65~70	**	**	—	—
70~75	—	—	—	—	70~75	—	—	—	—

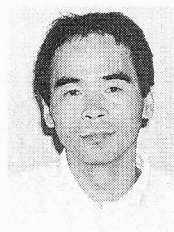
KD: 熊本/戸建て住宅, KA: 熊本/集合住宅, GD: イエーテポリ/戸建て住宅, GA: イエーテポリ/集合住宅

\*\* : 1%有意, \* : 5%有意, — : 有意でない



矢野 隆

昭49 大阪大・建築工卒。昭51 同大・工学研究科前期課程建築工学専攻修了。熊本大・工・助手, 助教授を経て現在熊本大・工・教授。騒音の評価, 特に騒音に対する社会反応の異文化間比較や騒音のうるささの標準尺度の構築に関する研究に従事。日本建築学会, 日本音響学会, 日本騒音制御工学会, 各会員。



山下 俊雄

昭和50年熊本大工・建築学科卒。昭53 同大・工学研究科建築学専攻修了。有明高専・建築学科・助手, 助教授を経て現在同校・教授。騒音の評価, 特に騒音に対する社会反応の異文化間比較や居住環境の快適性に関する研究に従事。日本建築学会, 日本音響学会, 日本高専学会, 各会員。



佐藤 哲身

昭49 室蘭工大・建築工卒。昭51 同大・工学研究科修士課程建築工学専攻修了。室蘭工大・助手, 北海学園大・工・講師, 助教授を経て現在同大・教授。騒音の評価に関する研究に従事。日本建築学会, 日本音響学会, 日本騒音制御工学会, IIAV, 各会員。



川井 敬二

平2 東京大・建築卒。平8 同大・大学院工学系研究科建築学専攻博士課程修了。現在熊本大・工・助手。音環境の心理的效果に関する研究に従事。日本建築学会, 日本音響学会, 日本サウンドスケープ協会, 環境社会学会, 各会員。