九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

「騒音に係る環境基準」の評価のための平面道路に面する戸建て住宅地における最頻騒音レベルの簡易予測法

平栗, 靖浩
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

穴井, 謙
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

藤本, 一壽
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

https://doi.org/10.15017/19129

出版情報：都市・建築学研究. 15, pp.95-101, 2009-01-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

都市・建築学研究　九州大学大学院人間環境学研究院紀要　第15号，2009年1月
J. of Architecture and Urban Design, Kyushu University, No.15, pp. 95～101, Jan. 2009

「騒音に係る環境基準」の評価のための平面道路に面する戸建て住宅地における最頻騒音レベルの簡易予測法

A Simple Predicting Method of the Most Frequent Level of Insertion Loss of Road Traffic Noise Caused by Detached Houses for Evaluating 'the Environmental Quality Standard for Noise'

平栗靖浩*，穴井　謙*，藤本一壽*
Yasuhiro HIRAGURI, Ken ANAI and Kazutoshi FUJIMOTO

ASJ RTN-Model 2003, which is generally used for the evaluation of 'the Environmental Quality Standards for Noise' in Japan, estimates the averaged noise levels as the representative value in each estimate section. However, the noise level at each building is greatly changed by the arrangement of buildings. Therefore, it is necessary for the evaluation of the Standards to take the distribution of noise levels in the estimate sections into consideration. From the above viewpoint, we propose a new concept to adopt the most frequent level of insertion loss of road traffic noise as the representative value of each estimate section, and a simple method to predict the most frequent level of insertion loss is presented based on the simulation of the insertion losses caused by detached houses by the authors' method.

Keywords *: Road traffic noise, Spatial evaluation, Most frequent level, Noise prediction method*
道路交通騒音，面的評価，最頻騒音レベル，騒音予測法

1. はじめに

環境省「騒音に係る環境基準」[1]では，道路に面する地域における騒音は“面的に評価”(一定地域ごとに基準値を超過する建物の戸数や割合によって評価) するとされ，そのための騒音推計も認めるとされている．騒音の推計には建物群による騒音減衰量を求めることが必要である．建物群による騒音減衰量を求める方法としては，ASJ RTN-Model 2003 [2] に提案されている建物群背後における平均的な騒音レベル (区間平均値) を求める方法や，藤本ら [3] による戸建て住宅群による騒音減衰量の予測法 F2006 などがある．

藤本ら [4] は，戸建て住宅地の建物背後の騒音レベルは，予測点から道路が見える場合と見えない場合で大きく異なるため，ASJ Model が提案する区間平均値では背後地の騒音分布を適正に捉えることができていないことを指摘している．例えば，**図-1** は建物立地密度 (B) が 0.275 である戸建て住宅地における道路からの距離 (d) が 45m の評価区間における戸建て住宅群による騒音減衰量の確率分布を示すが，F2006 は，このような評価区間の騒音レベル分布を予測できるものの，ASJ Model で予測した “区間平均値” は，図のように広く 2 峰性に分布している騒音レベルのどの値を表しているか分からず，また ASJ Model で環境基準を評価すると，達成率は (区間平均値と基準値の比較だけから達成率が算出されるため)1 か 0 しか取りえず，実際の達成状況を表しているとは言い難い．

近年，国や自治体などにおいて「騒音に係る環境基準」の面的評価は定着しつつあり，面的評価のための建物群に

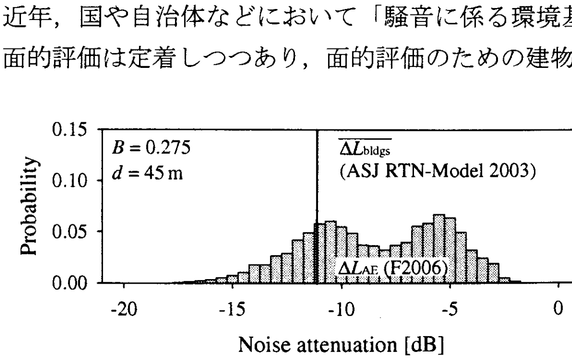

図-1 建物群背後の騒音減衰量の確率分布

＊ 都市・建築学部門

よる騒音減衰量の予測法がますます重要となる中で，環境基準をより的確に簡便に評価することのできる騒音予測手法が望まれている．

さて，建物背後の騒音分布のばらつきを考えたとき，分布を代表する指標としては，ASJ Model のような区間平均値ではなく，“背後地の評価区間において最も起こり得る騒音減衰量”(区間最頻値) のようなものが望ましいと考えられる．このような値を予測し，その値を用いて環境基準を評価すれば，評価区間の環境基準達成率を最も適正に評価できるからである．

このような考えから，筆者らは，前報[5]において，戸建て住宅地を対象に，戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の “区間最頻値” の新しい予測法 $\overline{\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}}$ を提案した．しかしながら，提案した $\overline{\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}}$ は一部の条件の場合に精度がやや悪く，また適用範囲も建物高さが 7 m，受音点高さが 1.2 m に限定されたものであった．

そこで本研究では，予測精度を向上させるとともに，適用範囲を受音点高さ 1.2 m〜6.2 m，建物高さ 4 m〜10 m に拡張した新たな簡易予測式 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ を提案する．

2. 戸建住宅群による騒音減衰量の区間最頻値の導出

本研究は，戸建て住宅地を対象とする区間最頻値の簡易予測式 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の構築を目的とする．そのために，戸建て住宅地における建物背後の騒音レベル分布を求め，そこから区間最頻値を算出し，定式化する．戸建て住宅地における建物背後の騒音レベル分布の計算には，背後地の特定点の騒音減衰量を求めることのできる F2006[3] を用いる．

沿道に戸建て住宅程度の大きさの建物群が並んでいる場合を想定し，配置を様々に変化させた時の騒音減衰量の確率分布をシミュレーションにより求める．一例を**図-2** に示す．100 m × 60 m の地域に様々な大きさの住宅が平面道路と平行に並んでいる住宅地を想定し，道路からの距離 d が 15 m，30 m，45 m，60 m である騒音予測区間 (区間長 80 m) における騒音減衰量をシミュレーションにより求めた．音源の高さは 0.3 m，受音点の高さ h_{p} は 1.2 m，建物の高さは 7 m とした．以上の条件のもと，評価エリア全体 (100 m×60 m) の建物立地密度 B は 0.200 から 0.375 まで，0.025 刻みの 8 種類の住宅地について騒音減衰量を算出した．

先に述べたように，建物背後地における騒音減衰量は，道路からの距離が同じ区間内でも騒音予測点ごとに異なり，そのばらつきは大きい．しかし，建物立地密度が同程度であれば騒音減衰量はしかるべき確率分布にしたがうと予想される．そこで，試行の結果，確率分布が収束する 5,000 回の試行を行い，騒音減衰量の確率分布とした．

そして，区間最頻値は，建物立地密度 B と道路からの距離 d の組み合わせ (計 32 通り) ごとに，全受音点 (801 点) における道路交通騒音減衰量 ΔL_{AE} について，±3 dB の範囲内に含まれる受音点の数の割合が最大になるときの騒音減衰量とした (**図-3**).

3. 区間最頻値の予測式 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の構成

本研究では，建物高さ 4 m〜10 m，受音点高さ 1.2 m〜6.2 m の条件における区間最頻値の予測法 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ を提案することを目的とする．そのため，まず最初に H=7.0 m，h_{p}=1.2 m の場合の $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ ($\Delta L^*_{\mathrm{bldgs},H=7,h_{\mathrm{p}}=1.2}$ と表記する) を定式化する．次に，H，h_{p} が上記以外の場合にも適用可能なように式を拡張する．

3.1 H=7.0 m，h_{p}=1.2 m の $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の定式化

シミュレーションで得られた H=7.0 m，h_{p}=1.2 m の場合の区間最頻値を **Fig. 4**(黒丸) に示す．図より，区間最頻値は，ASJ Model で示されている $a\log_{10}(1 - B^{1/b})$ のような対数的な減衰傾向を示していることがわかる．そこで，目的変数を区間最頻値，説明変数を建物立地密度 B と道路からの距離 d として $a\log_{10}(1 - B^{1/b})$ に補正項 c を加えた式で回帰した．このとき，回帰モデルは $B = 0$ のとき $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}} = 0$ とし，$B = 1$ のとき $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ は発散するものと

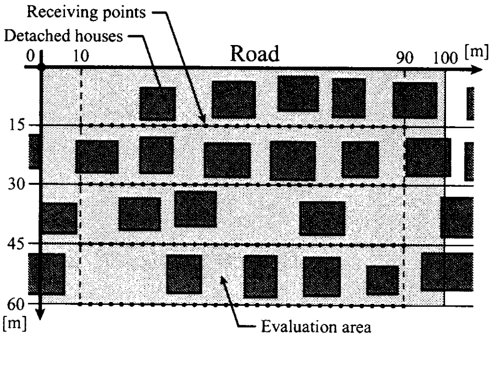

図-2 戸建て住宅群の建物配置と騒音予測点

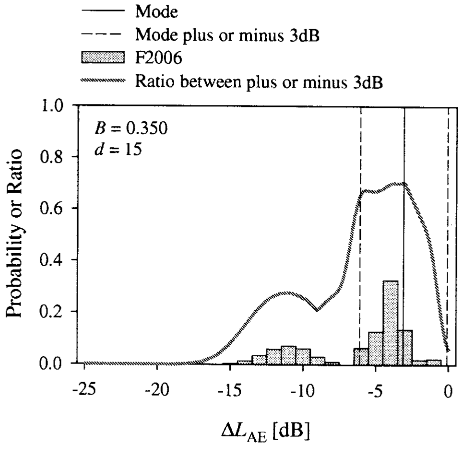

図-3 騒音減衰量の確率分布と区間最頻値

した．こうして得られた回帰式を式 (1) に示す．

$$\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs},H=7,h_\mathrm{p}=1.2} = a \cdot \log_{10}\left(1 - B^{\frac{1}{b}}\right) + c \qquad (1)$$

ただし

$\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs}}$ ： 戸建て住宅群による騒音減衰量 [dB]

d ： 道路からの距離 [m]

B ： 建物立地密度

a ： $a = \frac{180}{1+e^{-(0.0833\cdot d-4.01)}}$

b ： $b = \frac{1}{0.236+26.7\cdot d^{-1}}$

c ： $c = \frac{-5.5+4.6\cdot e^{-(0.0588\cdot d-1.76)^2}}{1+e^{-(300\cdot B+0.00309\cdot d^3-0.354\cdot d^2+12.9\cdot d-238)}}$

式 (1) の計算値を**図-4** の実線に示す．式 (1) は，F2006 を用いて求められた区間最頻値 (黒丸) とよく一致していることがわかる (決定係数 : 0.99)．一方，ASJ Model による区間平均値 (**図-4** の破線) は，d=15 m の場合を除いて，B が小さいところで区間最頻値よりも値が小さくなっている．すなわち，ASJ Model は，図-3 の確率分布でみたとき，減衰量の大きい方の山のピークを捉える傾向があると理解される．ASJ Model の区間平均値と区間最頻値とは，建物立地密度が小さく道路からの距離が近い場合に最大で 5 dB 程度異なる．

式 (1) から算出される $\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs}}$±3 dB の範囲のデータが，シミュレーションで得られた騒音減衰量の分布に占める割合を**表-1** に示す．式 (1) は，いずれの B，d の場合にも，50%(半数が 70%) を超えており，$\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs}}$ は幅広く分布する ΔL_{AE} の確率分布の適切な代表値であるといえる．

3.2 任意の H，h_p の場合の $\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs}}$ の定式化

次に，H=7 m，h_p=1.2 m 以外の場合の $\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs}}$ の定式化を行う．**2.** に示したシミュレーション方法を用いて，h_p を 1.2 m〜6.2 m，H を 4.0 m〜10.0 m にそれぞれ 1 m ステップで変化させた計 42 通りの組み合わせについて，B と d の計 32 通りの各組み合わせについて区間最頻値を得た．ただし，F2006 の適用範囲から，$h_\mathrm{p} < H$ (受音点は建物高さ以下) とした．

得られた区間最頻値と $\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs},H=7,h_\mathrm{p}=1.2}$ の関係を**図-5** に示す．図より，全 1,152 データ中の 117 データが ±1 dB 以上の差があり，式 (1) が H と h_p の変化に対応できていないことがわかる．これらのことから，$\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs},H=7,h_\mathrm{p}=1.2}$ は様々な建物高さと受音点高さに対応した適正な推計値とは言い難い．

そこで，各組み合せごとに区間最頻値と式 (1) との差分を求め，その差分を得るための補正項を作成することとした．**図-6** に H=7.0 m，h_p=1.2 m の場合の区間最頻値と，h_p = 1.2 m で H を 4 m から 10 m まで変化させたときの区間最頻値との差分を示す．B や d が小さいときは H による差はほとんどないが，B や d が大きい場合，H が大きくなると差分は小さくなる傾向にあり，大部分は差分が線形に変化していることがわかった．こうした傾向は他の h_p についても同様にみられた．次に，**図-7** に H=7.0 m，h_p=1.2 m の場合の区間最頻値と，H = 7 m で h_p を 1.2 m から 6.2 m まで変化させたときの区間最頻値との差分を示す．h_p が 1.2 m のときに 0 dB となり，h_p が大きくなると 0.5 dB に漸近するような変動を示していることがわかる．

表-1 $\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs}}$ ± 3 dB の割合

		d [m]			
		15	30	45	60
B	0.200	89.3 %	84.1 %	79.3 %	66.2 %
	0.225	86.4 %	79.0 %	73.1 %	54.6 %
	0.250	79.8 %	73.9 %	64.7 %	50.3 %
	0.275	79.0 %	69.5 %	59.6 %	57.7 %
	0.300	77.1 %	65.9 %	54.0 %	66.6 %
	0.325	73.9 %	64.7 %	58.2 %	75.4 %
	0.350	70.1 %	62.2 %	64.5 %	82.9 %
	0.375	66.6 %	54.0 %	70.9 %	72.9 %

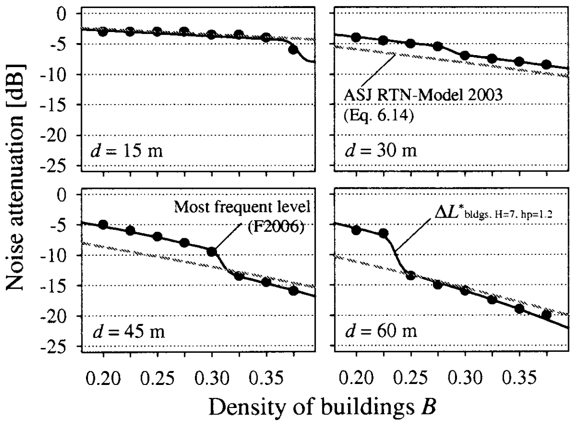

図-4 区間最頻値 (H=7.0 m, h_p=1.2 m の場合)

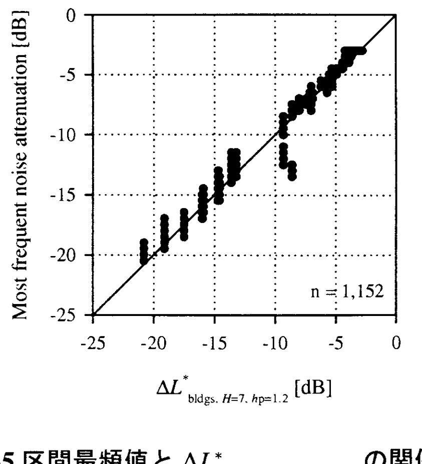

図-5 区間最頻値と $\Delta L^{*}_{\mathrm{bldgs},H=7,h_\mathrm{p}=1.2}$ の関係

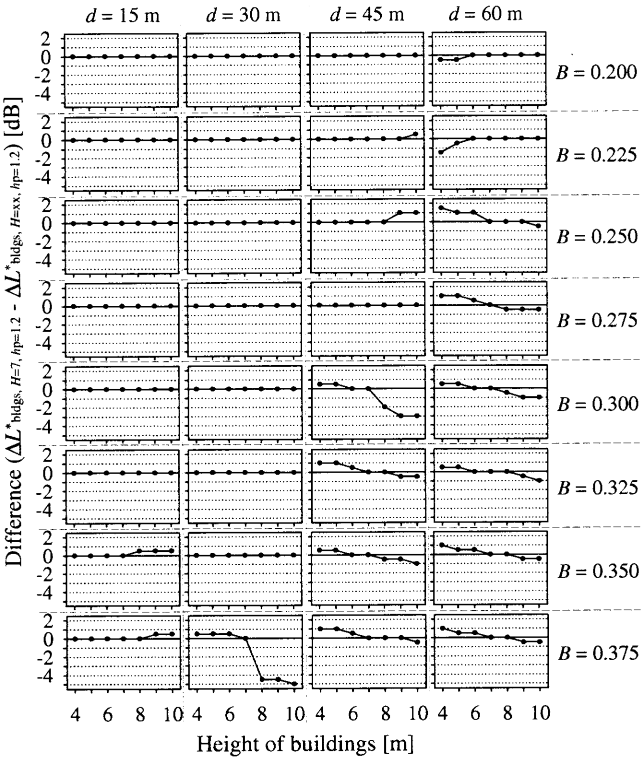

図-6 H **の変化による区間最頻値の差分の変化**

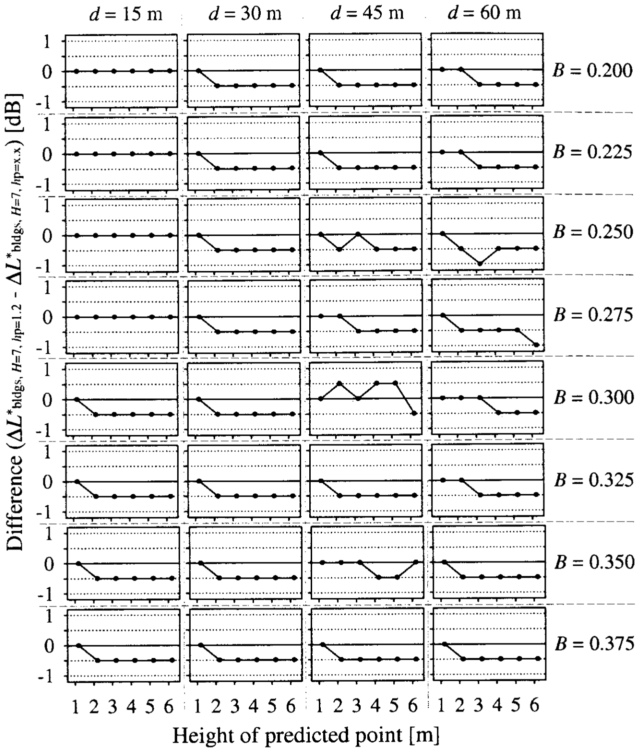

図-7 h_p **の変化による区間最頻値の差分の変化**

こうした傾向は他の H についても同様にみられた.

以上から，H による補正項 ΔL_H と h_p による補正項 ΔL_{h_p} を式 (3), (4) のように表し，これを式 (1) に加えることにより，任意の H, h_p に対応した予測式 ΔL^*_{bldgs} が式 (2) のように得られた.

$$\Delta L^*_{bldgs} = \Delta L^*_{bldgs,H=7,h_p=1.2} + \Delta L_H + \Delta L_{h_p} \quad (2)$$

$$\Delta L_H = f \cdot (H - 7) \quad (3)$$

$$\Delta L_{h_p} = g \cdot \left(1 - e^{-(h_p - 1.2)}\right) \quad (4)$$

ただし

ΔL_H ： 建物高さによる補正値 [dB]

ΔL_{h_p} ： 受音点高さによる補正値 [dB]

H ： 建物高さ [m]

h_p ： 受音点高さ [m]

f ： $\dfrac{0.00017 \cdot d^2 - 0.024 \cdot d + 0.43}{1 + e^{-(500.0 \cdot B - 65.0 \cdot e^{-(0.05 \cdot d - 1.3)^2} - 115.0)}} + 0.0001 \cdot d^2 - 0.004 \cdot d + 0.035$

g ： $\dfrac{0.5}{1 + e^{-(20.0 + 500.0 \cdot B - 320.0 \cdot e^{-0.0462 \cdot d})}}$

区間最頻値と式 (2) の関係を**図-8** に示す．式 (1) では全 1,152 データ中の 117 データが ±1 dB の範囲から外れていた (図-5) が，式 (2) により ±1 dB の範囲から外れたデータ数が 48 個 (全体の 5 %未満) となり，ΔL^*_{bldgs} を用いることで，H と h_p が変化した場合の区間最頻値を的確に捉えることができた.

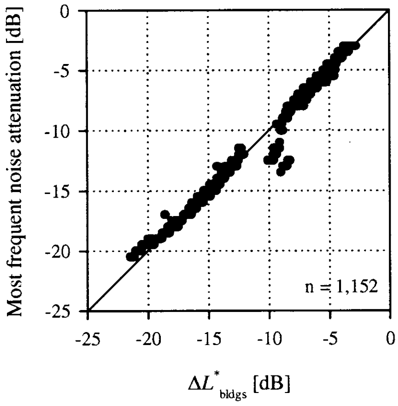

図-8 区間最頻値と ΔL^*_{bldgs} **の関係**

4. 区間最頻値 ΔL^*_{bldgs} の有効性の検証

提案した区間最頻値の予測式 ΔL^*_{bldgs} の有効性を検証する.

本論文で提案する ΔL^*_{bldgs} は，住宅群背後において様々に変化する騒音レベルの代表値として，区間最頻値 (道路からの距離が一定である様々な騒音予測点において，ある値を中心にして ±3 dB の範囲に入る確率 (以後，“±3 dB の割合” と呼ぶ) が最大となる騒音レベル) が望ましいことを提案するものである．このような視点から，まず第 1

の検討として，**4.1** では，様々な住宅配置における住宅背後の騒音レベルの“±3 dB の割合” について，本論文で提案する $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ とこれまで提案されている予測法を比較し，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ が “±3 dB の割合” を的確に予測できることを示す．

本論文で提案する $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ は，「騒音に係る環境基準」の評価に用いることを目的としている．そのためには，様々な住宅配置に適用したとき，騒音予測値が “甘い評価” とならない (環境基準の達成率が実際よりも大きめにならない) ことが重要であると考えられる．そこで第 2 の検討として，**4.2** では，様々な住宅配置の「騒音に係る環境基準」の達成率について，本論文で提案する $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ とこれまで提案されている予測法を比較し，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ から得られる環境基準達成率が大きめにならないことを示す．

4.1 評価区間の騒音レベル確率分布の表現性

$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の予測式の構成に用いた騒音減衰量の確率分布について，区間最頻値の予測式 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ から得られる騒音レベルを中心に ±3 dB の範囲に入る確率 (“±3 dB の割合”) を算出し，評価区間全体の確率分布から算出される ±3 dB の割合と比較した (**図-9**)．両者の差は，最大 0.18 に過ぎず，また $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の ±3 dB の割合が 0.5 以下になるのは 48 条件のみであった．$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の ±3 dB の割合が 0.5 以下となるのは，図-6, 7 で，H や h_{p} による騒音減衰量の差分の変化が他と異なったケース (例えば，B=0.375, d=30, H=9,10 や B=0.300, d=45, H=8,9,10) であった．

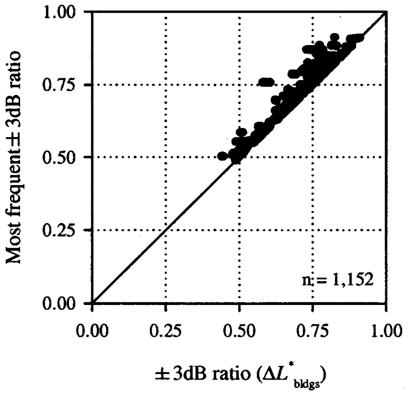

図-9 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ **から求めた ±3 dB の割合**

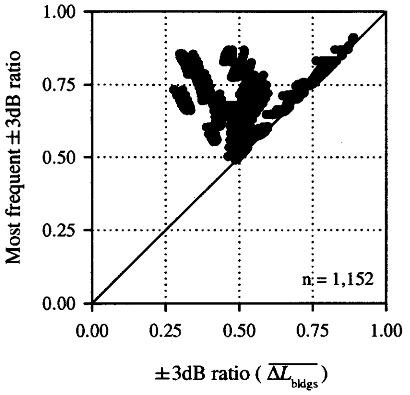

図-10 $\overline{\Delta L_{\mathrm{bldgs}}}$ **から求めた ±3 dB の割合**

次に，ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) (建物群背後における評価区間の平均的な L_{Aeq} の予測法) から得られる騒音レベルを中心に ±3 dB の範囲に入る確率を算出し，評価区間全体の確率分布から算出される ±3 dB の割合と比較した (**図-10**)．両者の差は，最大 0.56 であり，また $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の ±3 dB の割合が 0.5 以下となるのは 345 条件あった．$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の ±3 dB の割合が大きく劣化するのは，建物立地密度 B が 0.275 以下で道路からの距離 d が 45 m 以上の評価区間の場合が多数であった．

以上から，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の方が，ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) よりも適切な環境基準の評価ができていることがわかる．

4.2 「騒音に係る環境基準」の評価への適用

図-11 に示す 7 種の戸建て住宅群の配置 (各住宅地の上辺が直線道路であると想定している) について，環境基準を評価した．すなわち，全対象住戸のうち環境基準値以下となる住宅の割合 (達成率) を求めた．住宅配置は，住宅地内に住宅がランダムに立地していると想定して建物密度を変化させた 4 ケース (U1，U2，U3，U4) と，偏った建物配

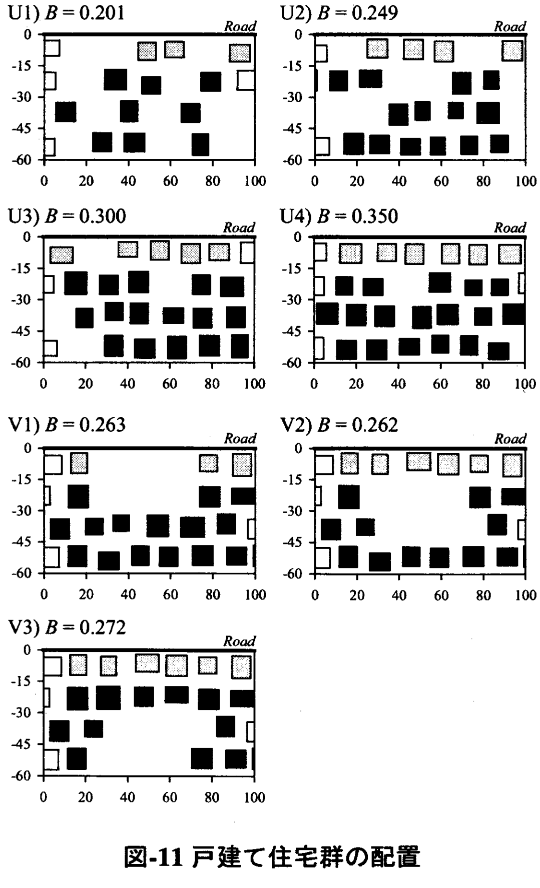

図-11 戸建て住宅群の配置

置の 3 ケース (V1, V2, V3) であり，建物立地密度 B は，0.201(U1)，0.249(U2)，0.300(U3)，0.350(U4)，0.263(V1)，0.262(V2)，0.272(V3) である．図中，黒塗りした住戸が予測対象住戸であり，灰色塗りの住戸は，道路から 1 列目にあるため，すべて環境基準を超過しているものとした．

用いた騒音減衰量の予測手法は，(1) 本論文で提案した $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$，(2) ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14)，(3) F2006 の 3 種である．F2006 は住戸ごとの騒音レベルを予測できるので，F2006 から得られる環境基準達成率をレファレンスと考え，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ と ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) による結果を比較する．

各住戸の騒音レベルは $L_{\mathrm{p}} = L_W - 10\log_{10} d - 8 + \Delta L_{\mathrm{x}}$ で算出した．L_W は線音源のパワーレベル，d は道路から住戸までの距離，ΔL_{x} は建物群による減衰に関する補正値 (筆者らの予測法では $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$，ASJ Model では区間平均値 $\overline{\Delta L_{\mathrm{bldgs}}}$，F2006 では ΔL_{AE}) である．ここで，L_W を 90 dB から 100 dB まで 2 dB ステップで変化させ (交通量が変化したことに相当する)，環境基準値を 70 dB(幹線交通を担う道路に近接する空間の昼間 [1]) と想定したときの環境基準達成率を算出した。

環境基準の評価に際しては，(1) 達成率が適切であること (真の達成率に近いこと)，(2) "甘い評価" とならない (達成率が真の値よりも大きめにならない) こと，が重要であると考えられる．

そこで，(1) の観点の検討として，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$，ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) による達成率をそれぞれ F2006 による達成率と比較し (図-11 の 7 種の住宅配置について)，達成率の差の 2 乗平均値 (RMS) を算出した (**図-12**)．図より，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ による評価の方が誤差 (RMS) が小さいことがわかる．これより，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ の方が，ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) よりも適切な環境基準の評価ができていることがわかる．

次に，(2) の観点の検討として，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$，ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) による達成率の大小を F2006 と比較した (**図-13**)．図-11 の 7 種の住宅配置について，F2006 による達成率より小さな値の場合は "安全" 側の評価が，大きな値の場合は "危険" 側の評価が得られていると判断される．図より，L_W = 94 dB の場合だけが $\overline{\Delta L_{\mathrm{bldgs}}}$ は $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ よりも危険側に評価されているが，それ以外では両者には顕著な差は見られない．これより，環境基準の達成率を "甘く評価" していないかという観点からは，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$，ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) には違いはないといえる．

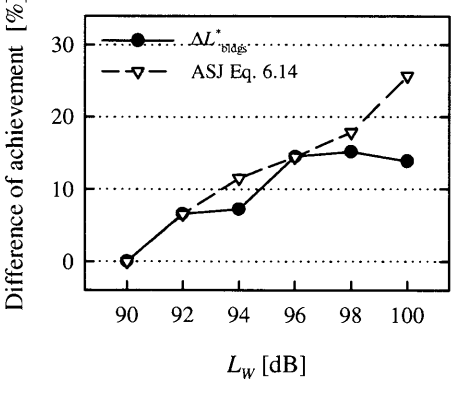

図-12 F2006 による環境基準達成率との差

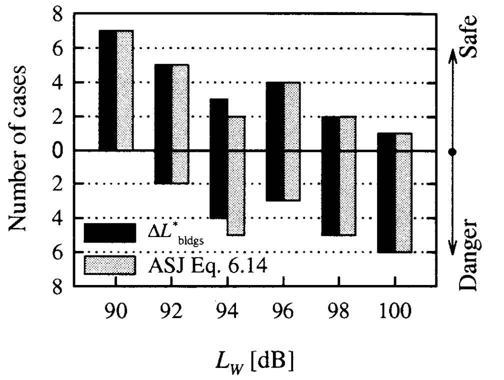

図-13 環境基準達成率が F2006 より危険側になる割合

以上の (1)，(2) の 2 つの観点を総合すると，$\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ は環境基準の評価に適した予測法であると判断できる．

5. おわりに

「騒音に係る環境基準」の面的評価に必要な建物群による騒音減衰量の予測に関して，戸建て住宅地に適用するための "区間最頻値" の簡易予測法 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ を提案した．区間最頻値は，住宅地の建物背後地における騒音レベル分布の "最も起こり得るレベル" を表す指標であり，提案した予測式 $\Delta L^*_{\mathrm{bldgs}}$ は，建物高さ H が 4 m～10 m，受音点高さ h_{p} が 1.2 m～6.2 m という広い範囲に適用でき，しかも算出に必要なパラメータが街区の建物立地密度 B と道路からの距離 d の 2 つだけという簡便なもので，実用性の高い予測式である．また本予測法は，同一のパラメータを使用する ASJ RTN-Model 2003 の式 (6.14) と比較しても，適切な評価結果を与えることが確認できた．

謝辞

本研究は，平成 20 年度環境省地球環境保全等試験研究費「都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究」(研究代表者 今泉博之氏 (産業技術総合研究所)) によるものである．記して感謝します．

参考文献

1) 環境庁告示 第 64 号: 騒音に係る環境基準について, 1998.9.

2) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会: 道路交通騒音の予測モデル ASJ RTN-Model 2003, 日本音響学会誌, **60**, pp.192-241, 2004.4.

3) 藤本一寿, 山口晃治, 中西敏郎, 穴井 謙: 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法, 日本音響学会誌, **63**, pp.309-317, 2007.6.

4) 藤本一寿, 穴井 謙: 道路に面する地域における「騒音に係る環境基準」の面的評価に関する考察, 日本音響学会騒音振動研究会資料 N-2006-18, pp.1-7, 2006.3.

5) 平栗靖浩, 穴井 謙, 藤本一壽: 平面道路に面する戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の区間最頻値の簡易予測法, 都市・建築学研究 (九州大学大学院人間環境学研究院紀要), **12**, pp.109-114, 2007.7.

(受理：平成 20 年12月 4 日)