ワイブル分布のあてはめによる環境騒音の評価手法

大阪大学工学部　正員　毛利正光
大阪大学工学部　学生員　○溝渕修治

1. はじめに

今日、環境騒音に係わる環境基準を達成してゆくためには、各種の騒音源を包括的に捉え地域全体の騒音発生量をコントロールするといった、より計画的な騒音対策の推進が必要とされる。しかし、このための判断の基準となる環境騒音の評価の技術的な手段が未だ確立されていない。

2. 研究の方法

ワイブル分布は、3つの母数によりさまざまな分布形が表現できる。(図1, 図2)
騒音分布をワイブル分布にあてはめる場合、まず騒音レベルの測定値から基底騒音レベル（位置母数γ）を取り除き，変動騒音レベルを求める。
交通騒音，航空機，工場などのいろいろな騒音源によって異なる騒音分布形状に関しては形状母数mによって、また騒音源のエネルギーや減衰距離によって変化する分布の幅に関しては、尺度母数ηにより表現できる。

しかし、ワイブル分布へのあてはめには、次の2つの問題点がある。

(i) 各母数の推定法。とくに位置母数γをいかに求めるか？

(ii) 異った音源が混在していて、騒音分布が混合するとき、いかにあてはめるか？

○ワイブル分布の確率密度関数

$$\begin{cases} f(x) = \dfrac{m}{\eta}\left(\dfrac{x-\gamma}{\eta}\right)^{m-1} \cdot e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\eta}\right)^m} & , x \geqq \gamma \\ \quad = 0 & , x < \gamma \end{cases}$$

m：形状母数 (shape parameter)

η：尺度母数 (scale parameter)

γ：位置母数 (location parameter)

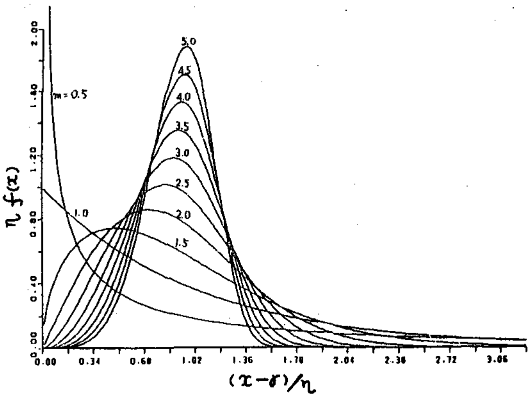

図1　形状母数を変化させたときのワイブル分布

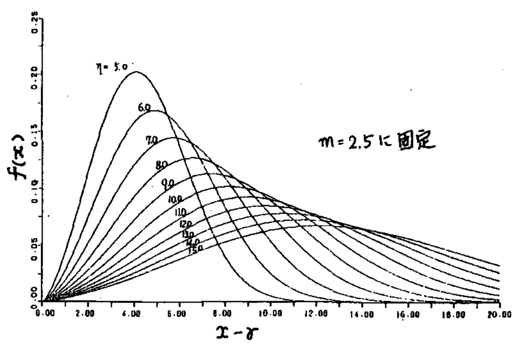

図2　尺度母数を変化させたときのワイブル分布

3. 基底騒音の定義

騒音レベルの分布をワイブル分布にあてはめたとき、その位置母数γに対応する騒音値として基底騒音という概念を提案する。
すなわち、時々刻々と変動している任意の環境騒音レベルの変動の起点として基底騒音レベル，L_{base}を定義する。

Base Noise Level (L_{base}) = γ（位置母数）

Masamitsu MŌRI　　○Syuzi MIZOBUCHI

4. L_{base} と L_{95} の比較

従来、残留騒音レベルの概念から位置母数γの値として L_{95} が用いられてきた[1]。

住居地域においては、一般に騒音の発生源として自動車が大きなウェイトを占める。そこで特定音源としての自動車の影響をなくすために、測定点前の車線数によって分類し、L_{95} と L_{base} とを比較してみた。(図3) その結果から L_{base} のヒストグラムの方が比較的形状がそろっており車線数の影響を受けていないことがわかった。

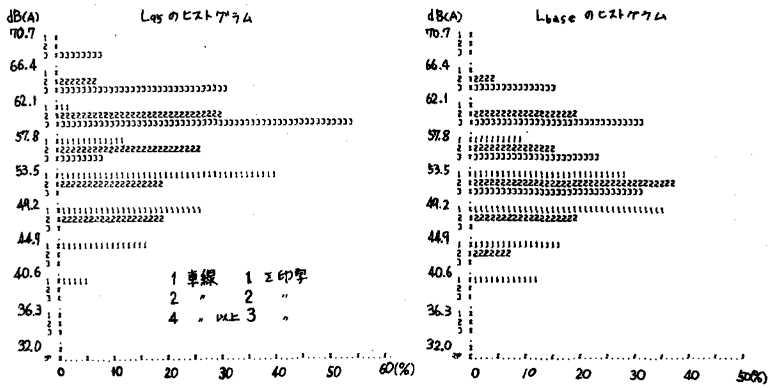

図3 住居地域における測定点前の車線数による分類

次に、賑やかな地点でワイブル分布にあてはめた騒音分布(図4)を見ると L_{base} と L_{95} の差が大きくなっている。また、静穏な地点(図5)で見ると L_{base} と L_{95} の値がほぼ一致していることがわかった。

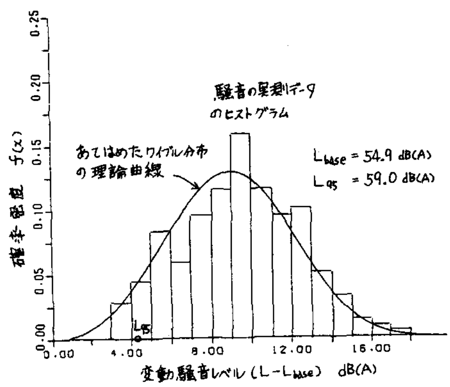

図4 賑やかな地点での騒音分布

5. 混合型ワイブル分布のあてはめによる L_{eq} の推定法

一般に、複数の異った騒音源が混在している地点において、騒音レベルをワイブル分布にあてはめたとき、単一分布と仮定せずに2つ以上の異った分布が混合していると考えた方が現実のデータにうまく適応する。

混合型ワイブル分布密度関数は、Pを重みとして、

$$f(L) = P f_1(L) + (1-P) f_2(L)$$

ただし

$$f_i(L) = \frac{m_i}{\eta_i}\left(\frac{L-L_{base}}{\eta_i}\right)^{m_i-1} \cdot e^{-\left(\frac{L-L_{base}}{\eta_i}\right)^{m_i}}$$

と表わされる。次に L_{eq} の混合型算出式は、

$$L_{eq} = 10\log_{10}\left[P\,\overline{I}_{m_1\eta_1} + (1-P)\,\overline{I}_{m_2\eta_2}\right] + L_{base}$$

ただし

$$(\text{パワ平均})\ \overline{I}_{m_i\eta_i} = \int_0^\infty e^{-x} \cdot e^{\frac{\ln 10}{10}\eta_i x^{\frac{1}{m_i}}}\,dx$$

となる。上式による推定誤差はほぼ±1.0以内である。

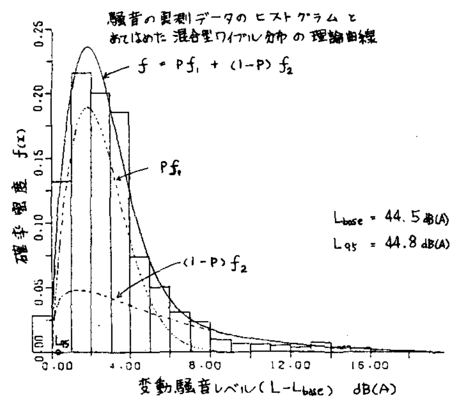

図5 静穏な地点での騒音分布

以上から、混合型ワイブル分布を用いて任意の騒音分布形をあてはめることが可能となった。またそのときの位置母数の値は L_{95} の値よりも面的に安定していることがわかった。

(参考文献) (1) 西宮 元:任意の環境騒音におけるワイブル分布のあてはめによる L_{eq} の推定，日本音響学会誌 Vol 35, NO.10, 1979