

# 騒音職場の 作業環境管理 作業管理

産業医科大学  
産業生態科学研究所 労働衛生工学教授  
福岡産業保健推進センター相談員  
田中勇武

医師 五十嵐俊彦  
新潟県厚生連病理センター  
〒940-0864 長岡市川崎1丁目2520-1  
TEL. 0258-32-7530  
FAX. 0258-32-7574  
E-mail byori@abeam.ocn.ne.jp

## 1 騒音を測定してみよう

『労働衛生のしおり』（発行元：中央労働災害防止協会）を手元におき、「騒音障害防止のためのガイドライン」（基発第546号（平成4年）。以下「ガイドライン」という）の項（平成15年度版134ページ）を開きましょう。この別表第1、第2に示された作業場を持つ事業場は、ガイドラインを遵守して騒音職場の作業環境管理、作業管理を実施する必要があります。ここでは、入門編という立場から、自分の事業場の騒音状況を調べてみようという産業保健スタッフを対象に、ガイドラインを模擬しながら進めていこうと思います。

騒音計を用意しましょう（写真）。騒音計は、等価騒音レベルが測定できるか確認しましょう。職場に騒音計がない場合、あるいは旧式で等価騒音レベルが測定できない場合は、各都道府県にある産業保健推進センターで借用できます（無料）。

騒音計の操作は簡単です。バッテリー量と校正値をチェックし、正常に作動することを確認します。測定時間を10分に合わせ、A特性で等価騒音レベルを測定できるように調整します。次に騒音計の測定位置の高さを1.2mから1.5mになるように三脚に取り付けます。これで第1段階終了です。

次に騒音が発生している作業場に出かけますが、測定する場所を決めなければなりません。この作業は、デザインといって作業環境測定において重要なところですが、ここでは、とりあえず部屋で仕切られた空間全体を1つの単位作業場所としてスタートしましよ



写真 騒音計

う。次にこの作業場のどこの位置で測定するのか決めます。決め方は、作業場の床面に6m以下の間隔で縦と横の線を引き、その交点を測定点と定めます。あらかじめ作業場の平面図があればその上で決めておく良いでしょう。測定点は、壁面から離れて、5点以上になるように間隔を調節してください。第2段階終了です。

次に、定めた測定点に騒音計をおいて、各点10分ずつ測定していきます。騒音計はスタートボタンを押すと自動的に10分間の騒音レベルを測定し、その測定時間の平均値を表示します。これが等価騒音レベルの値です。測定の単位は、dB(A)となります。この間騒音計に付き添っている必要はありません。と言うより測定者がいると騒音を遮ることもなりますから注意しましょう。三脚等利用できない場合は、手持ちで測定

します。十分に腕を伸ばして体から離し、上を向けて、所定の高さで測定しましょう。言うのは簡単ですが、やってみるとなかなか辛いものがあります。1時間以内で5測定点終了です。もちろん5点以上の測定を行うことは作業場の騒音の分布を知る上には有効です。これで、作業環境測定で「A測定」と呼ばれる測定が終了しました。第3段階終了です。

この段階に来ると、この作業場で最も騒音が大きくなる場所はどこだろうか、という興味が湧いてくるはずですが、人の音感はずばらしいものがありますので、ここだと思ふ個所で同様に1点測定してみてください。どうも自信が無い人は、2箇所測定して大きな値を採用してください。ただし、作業者が通常立ち入らない場所は除外します。これで「B測定」が終了しました。第4段階終了です。

## 2 測定結果の評価をしよう

A測定値5点以上とB測定値1点を用いて、表1にしたがって評価します。

まず、A測定値の算術平均値を計算します。測定値をすべて加算し、測定した数で割ってやれば終了です。ここで注意することは、80dB(A)未満の測定値は含めてはならないことです。B測定値は1点しかありませんのでそのまま比較します。さあ、A測定による平均値とB測定値を表1と比較し、管理区分を決定しましょう。これで管理区分が決定できました。第5段階終了です。

作業環境管理・作業管理の手順を模式的に示すと図1となります。すでに図中の測定・評価と中心ラインの手順が終了し、左右に分かれるところまで来たわけです。

## 3 評価に基づく対策を立てよう

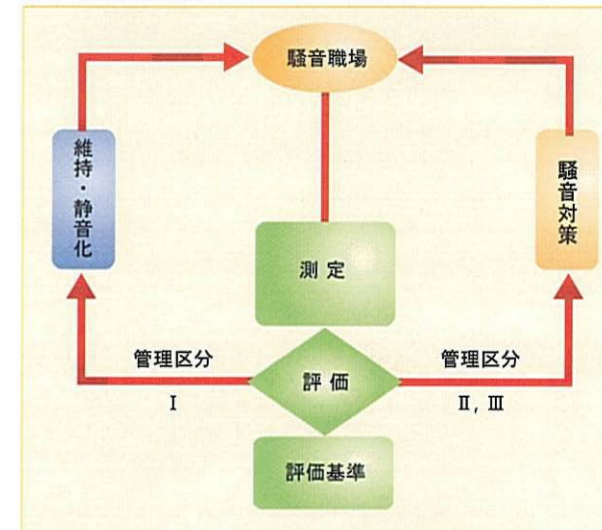
管理区分にしたがって対策を立てる必要があります。第I管理区分になった作業場は、おめでとうございます。図1の左側のサイクルに入りました。作業環境の維持、さらに一層の低減化ができないか考えてください。

第II、III管理区分になった作業場は、ここで実施したガイドラインを模擬した測定ではなく、ガイドラインに則った測定を再度実施してください。その結果、やはり第II、III管理区分になった作業場は、図1の右

表1 評価基準

		B測定		
		85 dB(A)未満	85 dB(A)以上 90 dB(A)未満	90 dB(A)以上
A測定平均値	85 dB(A)未満	第I管理区分	第II管理区分	第III管理区分
	85 dB(A)以上 90 dB(A)未満	第II管理区分	第II管理区分	第III管理区分
	90 dB(A)以上	第III管理区分	第III管理区分	第III管理区分

図1 騒音職場管理



側のサイクルに入り、ガイドラインに沿って、騒音対策を進めてください。

ここで、発生源対策、音の伝播対策、受音点対策と騒音対策についてわかりやすく解説したいのですが、誌面の枠があり入門編ということで割愛させていただきます。しかし、騒音における測定と評価についてはマスターできました。でもなんとなく物足りないでしょう。マニュアルどおりにやったらできたという結果ですから。少し掘り下げて、等価騒音レベルの意味や、dB(A)がどんな意味を持つ単位かと問われたときには答えられますか。これについて少し触れてみましょう。これを理解することによって、騒音対策への糸口が見えてきます。

## 4 音の性質を知ろう

騒音は音の一部です。音は3つの要素から成り立っています。音の高低、音の強さ、音色です。この中で、騒音に関しては、音の高低と音の強さについて理解する必要があります。

### 4-1 音の高低

1) 周波数：音は、空気中での（音源）が振動することにより発生します。音源が振動すれば、周りの

空気を媒介として、空気の粗密ができ、波として伝わります。この毎秒当たりの粗密波の数が音の周波数で、Hz（「ヘルツ」と呼ぶ）で表記します。したがって、空気の無い真空状態では音は伝わりません。人が聴くことができる周波数の範囲（可聴周波数）は、20Hzから20,000(20k)Hzです。周波数が少ないほど音は低く、多くなるにつれて高い音になります。20Hz以下は超低周波音、20k Hz以上は超音波と呼ばれ、ほとんど人の耳には聞こえません。会話域の周波数は、100から1kHz程度です。

4-2 音の強さ

1) 音出力：音源が単位時間に放射する音エネルギーで示します。音量とか出力で呼ばれ、単位はW（ワット）で示します。

2) 音の強さ（I）：音源から発生した音が、ある一定距離離れた空間の単位面積（1 m<sup>2</sup>）当たりを通過するエネルギーで示します。単位はW/m<sup>2</sup>で示します。人が聴くことができる最小の可聴音は、周波数によって異なりますが、1 kHzでおよそ10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup>であり、耳の損傷を受けない範囲の最大の音の強さは1 W/m<sup>2</sup>といわれています。その範囲は、10<sup>12</sup>倍（1兆倍）という途方も無い範囲にわたっています。この値が音の基本量になります。

3) 音の強さのレベル（SIL）：人が聴くことのできる音の強さの範囲があまりに広範になることや、人の感覚量に合うように音の強さの表現法に工夫を加えたのが、音の強さのレベルです。「ある音の強さ（I）と基準となる音の強さ（I<sub>0</sub>）との比の対数で示した値を10倍した値」を用いて音の強さを示し、これを音の強さのレベルと呼ぼうと決めたわけです。これを式で示すと、次のように音の強さのレベルは表されます。単位はdBでデシベルと呼びます。

$$SIL = 10 \log (I / I_0) \text{ dB}$$

文章だけでは、何のことかはっきりしないことが式を使うとことで明確になると思いませんか。

ここで、I<sub>0</sub>として何をを用いるか、基準となる音の強さですから本来はどんな値を用いてもいいのですが、騒音の世界では、人が聴くことができる最小の可聴音（I<sub>0</sub>:10<sup>-12</sup> W/m<sup>2</sup>）を基準に用いることとしています。これを上式中に代入すると

$$SIL = 10 \log (I / 10^{-12}) = 10 \log I + 120 \text{ dB}$$

となり、音の強さのレベルが計算できます。

中休み

おにぎりレベル



ここで歩く人もいるかもしれませんが、少しでも支えになればと思い、「おにぎり」にたとえてこの「レベル」の考え方を示しましょう。  
今、お米千粒、2千粒、3千粒、1万粒でつくったおにぎりを考えます。千粒のおにぎりそれぞれのおにぎりの大きさを比較してみましょう。普通に計算すると2倍、3倍、10倍ですよね。これをレベルという考え方で比較してみましょう。  
おにぎりの大きさをレベルで表すと「おにぎりの大きさ(L)のある基準のおにぎりの大きさ(L<sub>0</sub>)との比の対数で示した値を10倍した値（単位はdB）」となり、次式で示されます。  
おにぎりの大きさのレベル=10 log(L/L<sub>0</sub>) dB  
具体的に計算してみましょう。まず、基準となるおにぎりの大きさを決めなければなりません。何粒のおにぎりを基準にしてもいいのですが、例えば千粒でつくったおにぎりを基準(L<sub>0</sub>)とします。次にすることは、基準のおにぎりとそのおにぎりの米粒の比を求めることです。その値は、順に1, 2, 3, 10となります。次にこれら対数値を取りますからlog1, log2, log3, log10となり、その計算結果は0, 0.3, 0.5, 1となります。この値を10倍したのがおにぎりの大きさのレベルです。それぞれ順に、0, 3, 5, 10 dBとなります。この結果をおにぎり表にまとめます。

おにぎり表

おにぎり米粒数(粒)	大きさの比較(基準:千粒)	大きさのレベル(基準:千粒)
1,000	1倍	10 log (1,000/1,000) = 0 dB
2,000	2倍	10 log (2,000/1,000) = 3 dB
3,000	3倍	10 log (3,000/1,000) = 5 dB
10,000	10倍	10 log (10,000/1,000) = 10 dB

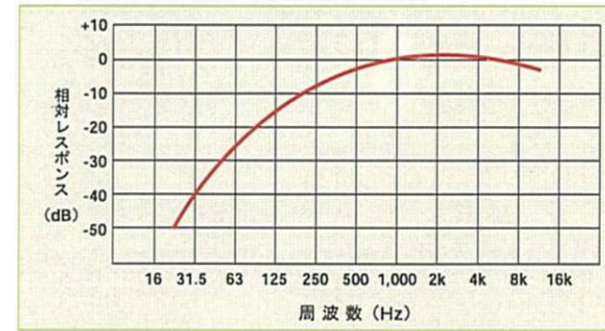
主な対数計算: log 1 = 0, log 2 = 0.301 ≈ 0.3, log 3 = 0.477 ≈ 0.5, log 10 = 1

蛇足になりますが、最後の10倍する前のレベルは単位をBで示し、ベルと呼びます。電話を発明したベルにちなんでつけられた単位です。これを10倍することでdBという単位になっています。容積の単位L（リットル）の10倍値をdL（デシリットル）と呼ぶのと同じです。B（ベル）、dB（デシベル）ともにレベルの単位です。

おにぎり表をじっくり見てください。千粒にぎりと2千粒にぎりの大きさは2倍違います。大きさのレベルで見ると0dBと3dBで3dBのレベル差があります。この点が大変重要です。3dBの差ということは、おにぎりの大きさでいうと2倍違うことを意味しているのです。同様に、5dB、10dBのレベルの差があることは、大きさが3倍、10倍違うことを意味しています。音の強さのレベルも同じ意味合いを持ちます。おにぎりから本論に戻しましょう。

では、I=10<sup>-12</sup>と1 W/m<sup>2</sup>の音の強さのレベルは、何dBになるでしょうか。これらの値を上式に代入すると、0と120dBと計算できます。すなわち人が聴くことのできる音の強さのレベルは、0から120dBということになります。音の強さで示せば、1兆倍と広い範囲の数値を扱うところを、音の強さのレベルで示すと0から120と、私たちになじみのある数値の範囲で表され

図2 騒音計の周波数補正回路の特性（A特性）



ることになります。

4) 騒音レベル：ここまでは、音の強さについて述べてきました。音の強さが、そのまま人間が感じる音のうるささとなれば問題はないのですが、人の耳で感じる音のうるささは、音の強さとともに音の高低（周波数）によって変化します。その変化を良くあらわすのがA特性で示される周波数補正（聴感補正）です。これを図2に示します。

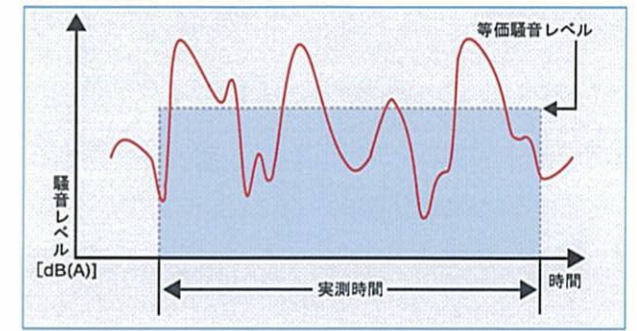
図2の意味は、例えば、人に1kHzと125Hzの80dBの音を聞かせた場合、1kHzの音は、80dBに聞こえるが、125Hzの音は、64dBにしか聞こえないということを示しています。音楽鑑賞のときに同じボリュームで聞くと低音側が聞き取りにくいのはこのためです。

騒音計は、図2のA特性で示された補正を自動的に電気回路で処理して騒音レベルを表示します。その際A特性で補正した値であることを明示するためにdB(A)と表示し、デシベルエイと呼びます。騒音レベルも音の強さのレベルと同じ「レベル」で示された数値であることには変わりありません。

5) 等価騒音レベル：騒音レベルは、ある瞬間の騒音レベルを測定します。しかし、図3に示すような時間的に変動すると考えられる作業環境における騒音レベルを測定するためには、騒音レベルの時間平均値が有効です。このための測定値が等価騒音レベルです。単位は、騒音レベルのある時間の長さ間の平均値を求めただけですから騒音レベルと同じdB(A)です。これで等価騒音レベルの持つ意味が理解されました。

ここで、表1で示された2つの評価基準値85dB(A)と90dB(A)について考えてみましょう。2つの評価基準値には5dB(A)の差があります。音の強さだけ考えると5dBです。おにぎりレベルで述べましたように5dBの差は、千粒と3千粒おにぎりの大きさの違いに相当しています。このことから2つの評価基準の間には、音の強さでは3倍違うことが理解できると思います。

図3 等価騒音レベルの意味



次に、ある騒音職場で同じ機械2台が設置されていて、機械から同じ距離だけ離れた測定点で、1台だけ運転した場合90dB(A)でした。さて、同時に2台運転したときには、何dB(A)になるのでしょうか。まさか90+90で180dB(A)という人はいないでしょうね。同じもの2つでは、おにぎりレベルで示したように3dBの増加です。答えは93dB(A)となります。仮に、騒音対策を実施して、3dBの削減結果が得られた場合は、音の強さを半減したこと（同じ機械2台であれば1台分削減したこと）を意味することになります。

では、1台が90dB(A)ではなく、100dB(A)だった場合には、2台同時に運転すると何dB(A)になるでしょうか。レベルの差が10dBある場合です。これもおむすびレベル論で考えてみましょう。10dBの差があるので、すなわち、10dB以上差のある騒音源がある場合には、大きな騒音源がその場の騒音レベルを支配するので、複数の騒音発生源がある場合、大きな発生源から順に対策を考えよという根拠になっています。

5 おわりに

騒音を理解するうえで、最大の難敵「レベル(dB)」について述べてきました。ぜひ、これを機会に騒音に取り組んでいただけたらと期待しています。立ち往生することもあるかも知れません。もし、疑問や困ったことがあったら産保センターに労働衛生工学を専門とする相談員が無料で相談に応じていますので気軽にご利用下さい。今回は、音源対策、音の伝播対策、受音点対策には触れることができませんでした。産保センターには、騒音に関するビデオや図書も揃っており、無料で貸し出しもしていますので併せてご利用下さい。