

研究題目	生活音による聴力影響の評価と聴力保護に関する研究	報告書作成者	青野正二
研究従事者	高木興一, 鈴木陽一, 瀧浪弘章, 青野正二		
研究目的	<p>工場, 事業場等における強大な音に長年暴露されることにより発生する職業性難聴の問題はよく知られているが, 近年では, 職業人でない一般の人にも, 強い音に常習的に暴露される事態が生じている。例えば, パチンコ店, ディスコ, その他の音楽演奏, ゲームセンター等における音の暴露である。強大な騒音による聴力への影響としては, 一時的な聴力損失 (temporary threshold shift, 略して TTS) が発生する。これは, 強大な音に暴露された後では, 一時的に耳の聴こえが悪くなることで, 暴露前の正常な閾値と暴露後の閾値の差 (dB) でもって, その大小を定量的に表すことができる。暴露音の周波数成分や暴露時間, 暴露様式 (断続, 連続, 変動など) により, どの周波数の音が, どの程度聴こえが悪くなるか, などは異なるが, TTS は, 暴露後静かな環境にあれば回復する。TTS が完全には回復していない状態で, 新しい暴露が行われることが長期間にわたって繰り返されると, TTS はついに回復不可能な永久的聴力損失 (permanent threshold shift, 略して PTS) となる。騒音性難聴といわれるものがこれである。PTS と TTS との間には, 密接な関係があるといわれており, 例えば, 米国の CHABA では, 10 年間暴露された後の PTS と, その同じ音に正常な聴力を有する者が 8 時間暴露された後の TTS (暴露終了後 2 分における TTS) とが等しいという説を採用している。つまり, 任意の音に暴露された後の TTS が分かれば, その暴露音による聴力への影響を評価することが可能となる。</p> <p>本研究では, まず, 趣味や娯楽など日常生活において暴露される音を実際の現場で録音する。それら収録した各種の音を被験者に暴露し, TTS を測定する。得られた TTS を指標として, 各種の音について, 聴力への影響を評価する。しかしながら, 長時間あるいは数多くの暴露実験は, 被験者にとって負担がかかるため, あらゆる音について実験的に TTS を求めるのは困難である。そこで, TTS を予測計算によって求めることを考える。</p> <p>TTS の予測に関して, 定常騒音によるスペクトルとテスト周波数については, 臨界帯域説を, 変動騒音については, unit step function と定常騒音による TTS の growth の式とを用いる方法がある。この方法を適用するために, まず音の周波数の実時間分析を行って, スペクトルの時間変動を求めておく。その変動するスペクトルを用いて growth の式で TTS を計算するシステムを考える。予測計算で求めた TTS と暴露実験で得られた TTS を比較し予測精度を検討した後, 実験条件以外の場合 (例えば, より長時間暴露された場合など) の TTS を計算し, 聴力への影響を評価する。</p> <p>以上のように, TTS を指標とすることで, 我々が日常耳にしている音の危険性を定量的に評価することができる。そして, 広く社会に対して警告を発することができるとともに, 特に, 若年層の人々の聴力保護に貢献できるものと考えられる。</p>		

研究内容

従来、我々が行ってきた研究で対象としてきた環境音は、パチンコ店、ディスコ、ライブハウス、ゲームセンターの娯楽施設の音、さらには、ヘッドホンステレオで聴く音楽などであった。これらの音は、日常、趣味や娯楽活動に伴って我々が知らず知らず耳にしていることが多いものである。

このような一連の研究の一つとして、今回は、オーケストラなどの音楽家が、楽器を演奏することによって自ら受ける聴力への影響を、TTSの観点から評価することを試みた。そして、本研究の一部がサウンド技術振興財団の補助を受けた。

音の収録は、一般的にオーケストラ演奏で使用されるすべての楽器を対象とした。ただし、あまり長い時間連続して演奏することのない太鼓やトライアングルなどの楽器は除いた。音の収録の際、楽器の演奏は某大学の交響楽団へ協力を依頼した。

楽器の種類は、弦楽器 (Violin, Viola, Cello, Contrabass)、金管楽器 (Trumpet, Trombone, Horn, Tuba)、及び木管楽器 (Piccolo, Flute, Clarinet, Oboe, Bassoon) の 13 種類である。収録は屋外で行い、各楽器を単独で演奏してもらった。収録には普通騒音計を用い、DAT テープレコーダに 10 分間収録した。収録の際、騒音計は実際に演奏する演奏者の後ろ側から、できるだけ演奏者の耳の位置に近くなるよう配慮した。Viola と Violin については、より聴力への影響が大きいと予想される方の耳、つまり胴体を持つ手と同じ側の耳で録音した。これらの音源のうち、Violin, Viola, Trumpet, Trombone, Horn, Tuba, Piccolo 及び Flute の 8 種類の音を暴露実験に用いた。

以上 8 種類の音を、それぞれ 6 回繰り返して 60 分の長さを作成して暴露実験用音源とし、被験者 10 名に片耳 1 時間暴露した。テスト周波数は、2, 3, 4, 6kHz とし、暴露開始後 30 分と 60 分の時点で閾値を測定した。

また、TTS の予測については臨界帯域の考え方に従った。これは、ある特定のテスト周波数の TTS には、暴露音のある一定の周波数帯域 (臨界帯域) 内の成分のみが影響を与えているとするものであり、テスト周波数ごとに臨界帯域幅とその中心周波数は定められている。この臨界帯域の中心周波数のスペクトルレベルと暴露時間を変数として予測式が導かれている。そこで、まず周波数分析を行って 1/3 オクターブバンドレベルの時間変動を求める。各テスト周波数に対応する TTS の臨界帯域内音圧レベルを、その臨界帯域を包含する 2 ~ 3 の 1/3 オクターブバンド分析値から計算によって求める。このようにして求めた臨界帯域内音圧レベルから、臨界帯域幅の dB 表示値をさし引いて、臨界帯域の中心周波数でのスペクトルレベルとする。さらに、現実の音は時間的に変動するため、変動音による TTS を計算する場合、臨界帯域の中心周波数のスペクトルレベルの時間変動を単位階段関数で近似する方法を用いる。

研究概要報告書

(/)

<p>研究のポイント</p>	<ul style="list-style-type: none"> 日常生活における趣味や娯楽などに関連した音として、オーケストラの楽器の音を取り上げる。従来我々が行ってきた研究では、対象とした音（パチンコ店やライブハウスの娯楽施設の音、あるいはヘッドホンステレオで聴く音楽など）を聴く（楽しむ）人の聴力への影響を検討してきたが、今回の楽器の音については、それを単独で演奏する人が受ける影響に着目する。 オーケストラで使用される楽器の音を実際に収録し、適当な長さに編集し被験者に暴露して、TTSを測定する。また、日頃の練習などで演奏する時間暴露された場合について、TTSを予測する。 暴露実験に用いた音のように任意の周波数構成をもつ変動音に対し、TTSの予測を行う。その際、暴露音の周波数特性とその時間変動を分析し、予測式による計算値を求め、実測値との対応を検討する。
<p>研究結果</p>	<p>暴露実験の結果、30分の時点では、Flute：-0.62～1.65dB、Horn：1.47～2.56dB、Piccolo：1.27～5.92dB、Trombone：2.15～3.17dB、Trumpet：6.31～12.45dB、Tuba：1.03～2.09dB、Viola：-0.19～1.46dB、Violin：1.22～1.89dBのTTSが生じた。また、60分の暴露後、Flute：0.12～1.33dB、Horn：1.48～2.83dB、Piccolo：1.81～7.10dB、Trombone：0.84～3.57dB、Trumpet：7.51～17.00dB、Tuba：1.06～3.04dB、Viola：0.06～3.48dB、Violin：2.29～3.47dBのTTSが生じた。</p> <p>TTSの予測には高木らの式と伊藤らの式の2つの予測式を用いた。ここで、暴露音は変動音であるため、レベル変動の近似には単位階段関数を用いる方法を採用した。これら2つの予測式から得られた予測値と暴露実験で得られた実測値との対応を比較したところ、高木らの式を用いた方が実測値とより高い対応を示した。</p> <p>高木らの予測式を用いて、4時間（実際の練習で演奏する時間）暴露したと仮定したときのTTSを予測した結果、演奏音13種類のうち3種類の音で、テスト周波数2, 3, 4, 6kHzのいずれか一つにおいて10dB以上のTTSが生じた。さらに2種類の音で20dB以上のTTSが生じるという予測結果が得られた。つまり、Violin, Trumpet及びPiccoloなどの一部の楽器においては、聴力への影響が大きいと考えられる。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>今回の研究では、楽器を単独で演奏する場合を考えたが、オーケストラ全体で交響曲などを演奏する場合、演奏家がどの程度のレベルの音に暴露されるのか、そしてそれによってどの程度のTTSが生じるのかについて検討を行う必要がある。この場合、演奏する楽器のパートによって、座る位置が異なっているため、暴露レベルもその位置によって違ってくることが考えられる。</p>

研究のフローチャート

