

音楽聴取最適音圧レベルに関する研究

The Most Comfortable Level for Listening to Music

林 文代 辻川 真弓 杉浦 静子

【要約】 MCL (the most comfortable level for listening) was investigated in 35 healthy females using 3 different types of music. MCLs measured by 2 different methods were compared; one method involved determining MCL by listening to the music in a soundproof room, the other determined MCL by listening to music via headphones.

MCL determined by the latter method was significantly lower than that of the former method. However, there was a correlation of MCL by music type between the two methods.

【キーワード】 The most comfortable level for listening, Music, Headphones, Emission in a room

はじめに

音楽療法の適用^{1, 2, 3)}や快適環境音の設定⁴⁾に当たっては、最適音圧レベル (MCL, the most comfortable level)^{5, 6)}を採用する機会が多い。しかし、MCLの信頼性に関する系統的研究が乏しい現状をふまえ、著者らは音楽聴取のMCLについて個人内変動、個人間変動および曲間差などを検討し、すでに報告した⁷⁾。その際のMCL測定は、録音テープからの再生音を防音室内の空間にスピーカーを通して放射し、被験者に聴取させる方法をとった。しかし、個人がリラックス効果を得ようとしたり、入眠を促すなどの媒体として音楽や環境音を使用する場合は、必ずしも室内空間へ放射された音を聴取する方法がとられるとは限らず、ヘッドホンを紹介した聴取方法によることが多々みられる。

このような状況を考慮して、本報ではヘッドホンを介して聴取させた際のMCLを測定し、室内空間に再生音を放射してMCLを測定した既報⁷⁾の成績と比較検討した。

方 法

実験内容をあらかじめ説明し、同意の得られた年齢19~23歳の健康女子35名を被験者とした。各被験者の気導聴力を会話音域周波数について測定し、Fletcher Index⁸⁾を求めた。両耳平均した同Index別人数は、0~4dB 8名、5~9dB 21名、10~14dB 3名、15~19dB 3名であり、本報の調査目的を阻げる程の聴力障害者はいなかった。

MCL測定は暗騒音レベル30dB(A)以下の実験室内でおこなった。ONKYO社製CX-150型再生装置にNational panaamp WA150Bを接続し、SONY社製MDR-CD470型Dynamic Stereo Head-phonesを介して再生音楽を聴取させた。使用したヘッドホンのドライバーユニットは直径40mmの密閉式ドーム型のものである。ヘッドホンのイヤパッドにより耳介はヘッドホン内部にすっぽり入り、聴取者の側頭部とヘッドホンのイヤパッドとは密着する状態とした。

MCL測定の手順は次のようにおこなった。すなわち、まず被験者に曲全体を聴取させた後、演奏前半の30秒間の部分について、「その曲を自分が聴くのに最も聴き易い好みの音量」を選定するよう指示した。す

なわち、panaamp WA150Bの音量調節つまみを被験者自身によって動かさせ、指示したようなレベルが得られるまで何回もテープを巻き戻して再生し、その音量を決定させた。選定された音量を、リオン社製NL-02型積分騒音計によりLAeqdB値を計測し、これをMCLとした。すなわち、ヘッドホンの2つのイヤープッドで騒音計の防風スクリーンをはさみ、選定された音量を30秒間流し、LAeqdB値を得た。

テスト音楽は既報で採用したと同一の曲すなわちE、RおよびSの3種とした。テスト音楽の概要を表1に示した。曲Eはクラシック音楽、曲Rはポピュラー音楽、曲Sは保健医療用に編曲作成された音楽である。

各被験者への3曲の聴取順番割り付けは無作為とし、各曲につきMCL測定を3回おこなった。各回測定は7日以内の間隔で日を異にしておこなった。

表1. テスト音楽の概要

曲 符 号	E	R	S
曲 種	クラシック	ポピュラー	保健医療
演 奏 時 間	2分11秒	2分46秒	4分36秒
音圧レベル変動 90%レンジ (LAeqdB)	20	22	25
ゆらぎ関数の fの冪数	0.93	1.29	1.68

測定回間のMCLの比較のための統計検討には対応のある場合のt検定を用い、 $p \leq 0.05$ を有意水準とした。また、MCLの測定回間の相関および3回平均MCLによる曲間の相関は、spearmanの単純相関係数を求め、t検定により有意性を検討し、 $p \leq 0.05$ を有意水準とした。

成 績

選定MCLを測定回別に全被験者平均として表2に示した。E・R・S曲共に各測定回間に有意な差はみられなかった。

3回測定のMCLを各人別に平均し、個人別平均MCLとした。3回測定値中最大値と最小値との差を個人別変動幅とした。個人別平均MCLの全被験者平均および個人別変動幅の全被験者平均を表3に示した。

表2. 曲別測定回別MCLの全被験者平均

(LAeqdB, M±SE)

曲	M C L		
	1回目平均	2回目平均	3回目平均
E	62.0±1.40	60.5±1.31	61.1±1.33
R	58.2±1.26	57.5±1.33	57.8±1.19
S	57.8±1.15	56.6±1.21	56.7±1.05

全被験者平均MCLは、曲Eでは61.2LAeqdB、曲Rでは57.8LAeqdB、曲Sでは57.0LAeqdBであった。曲EのMCLは曲Rおよび曲Sのそれに比して0.1%以下の危険率で有意に大であった。曲Eでは個人別平均MCLの最小値は47.7LAeqdBであり、最大値は82.1LAeqdBであった。すなわち、34.4LAeqdBの被験者間差がみられた。曲Rでは最小値は46.4LAeqdBであり、最大値は75.0LAeqdBであり、28.6LAeqdBの被験者間差がみられた。曲Sでは最小値は45.9LAeqdBであり、最大値は73.0LAeqdBあり、27.1LAeqdBの被験者間差がみられた。

表3. 3回平均MCLと変動幅

(LAeqdB, M±SE)

曲	平均 M C L	変 動 幅
E	61.2±1.33	2.8±0.28
R	57.8±1.24	2.7±0.28
S	57.0±1.11	3.0±0.29

個人別MCLの変動幅の全被験者平均は、曲Eでは2.8LAeqdB、曲Rでは2.7LAeqdB、曲Sでは3.0LAeqdBであった。すなわち、MCL変動幅の曲間差は有意でなかった。また、個人別MCLの変動幅の最大値は曲Eでは7.4LAeqdB、曲Rでは6.2LAeqdB、曲Sでは6.6LAeqdBであった。

聴取曲別各被験者MCLの測定回間相関を表4に示した。MCLの各測定回間相関は聴取3曲とも0.1%以下の危険率で有意であった。すなわち、同一曲については、MCLの個人間差はあるものの、測定回を異にしても個人値の被験者集団内における位置傾向はほぼ安定して得られることが示された。

個人別平均MCLについて各曲間の相関を求め、表5に示した。各曲の組み合わせすべてにおいて0.1%以下の危険率で有意な相関が認められた。すなわち、聴取曲が異なっても各個人の選択するMCLの被験者

集団内における位置傾向は安定して得られることが示された。

表4. MCLの曲別測定回間相関係数

曲	組 み 合 わ せ		
	1回目:2回目	2回目:3回目	1回目:3回目
E	0.939*	0.981*	0.975*
R	0.928*	0.982*	0.960*
S	0.900*	0.975*	0.949*

*: $p < 0.001$

表5. 平均MCLの曲間相関係数

曲	R	S
E	0.887*	0.912*
R		0.889*

*: $p < 0.001$

考 察

本報で採用した聴取曲は3曲共に既報で用いたと同一曲である。したがって、本報と既報との比較において、聴取曲種の差異は問題とはならない。

本報と既報との測定方法上の相違は、既報では再生音を防音室内空間に放射させて聴取させたのに対し、本報ではヘッドホンを通じて聴取させたことであった。得られた成績のうち、3回の測定値について測定回間に有意な差はなく、各人別測定回間相関が有意であった。また、個人別平均MCLの各曲間相関が有意であった。これらの成績は本報および既報共に共通して認められた。

両報の間で異なっていたのはMCLの絶対値である。すなわち、表2に示した各曲の平均MCLと既報の値とを比較すると、既報値に対して本報値は曲Eでは $9.8L_{AeqdB}$ 、曲Rでは $10.4L_{AeqdB}$ 、曲Sでは $11.2L_{AeqdB}$ 低いレベルに測定された。この差はいずれも統計的に有意であった。

既報における聴取条件の詳細は次のようであった。すなわち、内寸が幅70.0×奥行75.0×高さ168.0cmの防音室上部に設置されたスピーカーから再生音を放射した。この条件では、高音域および低音域共に床からの反射が大きいと指摘されている⁹⁾。また、その音場の音圧レベルを騒音計で測定すると、床以外の人体や

計器等からの反射を含め、オーバーオール音圧レベルではエネルギー加算である3dBに近いレベル増となるといわれる¹⁰⁾。このことが、本報のMCL値よりも既報値が高いレベルになった1つの要因であろう。

また、被験者の頭部とスピーカーとの間には約45～50cmの距離があり、被験者の頭部を固定していなかったため、その距離が測定回毎に必ずしも厳密に均一でない。また、スピーカーに対する方向はおよそであったためスピーカーと被験者両耳との距離が必ずしも同一でない。これに対して、本報ではヘッドホンを通じて聴取させているので、放射音の拡散および吸収がきわめて少ないこと、音源と聴器との位置関係は安定して確実であること、および音圧レベルが外耳道に直接導入されているなどが異なっている。

ヘッドホンは、実験室の音響環境の影響を受けにくいこと、頭部の固定なしに刺激音の呈示条件を保持できること、耳元に音源が来るためにS/Nがかせげること等の利点がある。ヘッドホンにはIEC規格やEIAJ規格が定められており¹¹⁾、本報で使用したヘッドホンもこれら規格に整合したものである。しかし、ヘッドホン性能を測定する際に用いたカップラーやHATSと実際の耳介周辺部の複雑な形態とは異なるため、ヘッドホンと実際の耳との結合状態は大きく変化する¹²⁾。これがヘッドホンをを用いた本報の測定値の誤差として含まれていることに留意しておく必要がある。

一方、選定された音圧を等価音圧レベル値として計測するステップにおいても、既報と本報とでは以下のような差異があった。すなわち、既報においては、選定された音量を L_{eq} として計測する際の積分騒音計のマイクロホン位置は被験者の頭部位置としたが、被験者の両耳の中央位置とはいくぶんのズレが生じることがある。すなわち、スピーカーと騒音計マイクロホンとの位置関係が一定しているとは言いきれない。これに対して本報では、方法の項で述べたような手段をとったため、ヘッドホンの音源とマイクロホン位置との関係は既報に比べて安定していた。音の大きさは距離の2乗に反比例することから、上述の位置関係は両報のMCL絶対値間差を生む1つの要因となる。

3回平均MCLの変動幅は、既報の曲Eでは $8.9 \pm 0.83L_{AeqdB}$ 、曲Rでは $7.9 \pm 0.65L_{AeqdB}$ 、曲Sでは $9.0 \pm 0.77L_{AeqdB}$ であった。これを本報成績と比較

すると、本報成績は既報に比べていずれの曲においても有意に狭い変動幅となっている。これはとび離れたMCL選定をする被験者が本報では含まれていなかったことを意味する。

また、既報の測定回間相関係数は全組み合わせを通じて0.632～0.837の間にあった。これに対して本報のそれは0.900～0.982の間にあった。個々の組み合わせの相関係数について既報と本報とを比較すると、全て本報の相関係数が既報のそれより有意に高い値であった。これは前述のように、音源と被験者の聴器との間および音源と騒音マイクロホンとの間の位置関係の安定によるものと考えられる。

文 献

- 1) 永田勝太郎：音楽と健康，Health Sciences, 4 (3), 1～6, 1988
- 2) 兜 真徳：快適音楽聴取による脳波変動—パワースペクトル分析に用いた基礎検討—，騒音制御, 16(2), 94～98, 1992
- 3) 桜林 仁：音楽療法入門，芸術現代社，東京，1986
- 4) 谷村 晃，他：サウンドスケープ，現代のエスプリ, 354, 至文堂，東京，1992
- 5) 太田克彦：騒音性聴力損失者のコミュニケーション障害に関する研究，産業医学, 14, 211～222, 1972
- 6) 坂本 弘：音楽の心身への影響遺伝, 46(2), 41～44, 1992
- 7) 林 文代，他：若年女子の音楽聴取最適音圧レベルの信頼性に関する研究，日本音響学会誌, 50(11), 906～908, 1994
- 8) 坂本 弘：音と振動（菊池安行，他：生理人類学入門）P. 130～161, 南江堂，東京，1981
- 9) 矢野博夫：室内音響特性の実験に伴う注意点，日本音響学会誌, 55(5), 386～390, 1999
- 10) 山田一郎，他：騒音計で音を測る際の注意点，日本音響学会誌, 55(5), 382～385, 1999
- 11) 大平郁夫：オーディオ機器の規格と測定法(3)—ヘッドホン—，日本音響学会誌, 45(7), 556～564, 1989
- 12) 平原達也：ヘッドホンの陥穽，日本音響学会誌, 55(5), 370～376, 1999