

高域及び低域通過雑音に対する両耳間差による音像の分離知覚

酒井翼・森川大輔（富山県立大）

1. はじめに

音像の分離知覚とは、音像を異なる2つ以上の塊として知覚することである。音色が同じ2つの刺激音であっても、両耳間時間差(ITD)または両耳間音圧差(ILD)を与えると、音像が分離して知覚される(図1)^[1]。これまでにITDまたはILDによる分離知覚に刺激音の周波数帯域が与える影響^[2]や、ITDとILDが同時に作用する分離知覚^[3]について報告されてきた。これらの報告で、ITDによる分離知覚は、低周波数成分が含まれていれば検知限に差がなく、ITDとILDが同時に作用し生じる分離知覚は、主にITDによって分離が生じることがわかっている。しかし、高周波数成分のみの刺激音によるITDでの分離知覚と、低周波数成分のみの刺激音によるILDでの分離知覚は明らかになっていない。

そこで本稿では、高域及び低域通過雑音に対するITDまたはILDによって生じる音像の分離知覚実験を行った結果について述べる。

2. 実験条件

実験には23~35歳の4名の受聴者が参加した。

刺激音信号は2つの無相関なピンクノイズであり、その信号を帯域フィルタに通し刺激音とした。帯域フィルタはLow(0.25~1kHz)とHigh(2~8kHz)の2つである。ITDは刺激音の配列を循環シフトして制御し、ILDは刺激音の振幅を小さくし音圧差を操作して制御した。

刺激音にITDを与え2つの音像が左右に分離するITD条件と、ILDを与え2つの音像が左右に分離するILD条件について、それぞれ2つの帯域フィルタを通した刺激音を提示するITD-Low、ITD-High、ILD-Low、ILD-Highの4条件で実験を行った。実験は防音室内で行い、PCで生成した刺激音をDA変換機(Fireface UCX, RME)、ヘッドホンアンプ(AT-HA21, audio-technica)を通し、ヘッドホン(HDA 200, Sennheiser)から再生した。サンプリング周波数は192kHzとした。

実験は調整法を用いて行った。受聴者はマウスホイールを用いて刺激音を制御し、音像が分離したところ(図1)を回答した。各条件で10回回答を行い、1~5回目の回答を練習試行、6~10回目の回答を本実験とした。

ITD条件の刺激音の初期値はITD = 0 μ sで、ホイール1ノッチあたり ± 1 サンプル(約 $\pm 5 \mu$ s)変化する。刺激音の音圧レベルは70dBとした。ILD条件の刺激音の初期値はILD = 0 dBで、ホイール1ノッチあたり ± 0.2 dB変化する。刺激音の音圧レベルはILD = 0 dBの信号で70dBとした。

3. 実験結果

図2に各条件における検知限での2つの刺激音のITDとILDの差(ITD-DL, ILD-DL)の平均値と標準偏差を示す。ITD-LowとITD-Highの平均値はそれぞれ203, 234 μ s、標準偏差はそれぞれ89, 174 μ sであった。ITD条件について対応のあるt検定を行った結果、ITD-DLの平均値に有意差はなく[t(19) = 0.80, $p > 0.05$]、F検定を行った結果、

ITD-DLの分散に有意差があった($p < 0.05$)。また、ITD-Lowに比べ、ITD-Highの分離はわかりにくく、音像が3つに知覚される場合もあり、回答が非常に難しいという内観報告を得た。

ILD-LowとILD-Highの平均値はそれぞれ15, 14 dB、標準偏差はそれぞれ9, 4 dBであった。ILD条件について対応のあるt検定を行った結果、ILD-DLの平均値に有意差はなく[t(19) = 0.50, $p > 0.05$]、F検定を行った結果、ILD-DLの分散に有意差があった($p < 0.05$)。また、ILD-Highに比べ、ILD-Lowは音像が非常に大きく回答が難しいという内観報告を得た。

4. 考察

ITD-DLの平均値に有意差はなかった。これは、ITDが計算できる限界とされる1.5kHz前後に近い周波数成分、もしくは変調領域のITDを用いて分離を知覚しているためと考えられる。一方、ITD-DLの分散には有意差があった。これは、主としてITDの計算に用いられる低周波数成分^[4]を含むITD-Lowの方が分離の判断が行いやすかったためと考えられる。

ILD-DLの平均値に有意差はなかった。これは、ITDが主となる低周波数成分であっても、ILDの検出は可能なためと考えられる。一方、ILD-DLの分散には有意差があった。これは、主としてILDの計算に用いられる高周波数成分^[4]を含むILD-Highの方が分離の判断が行いやすかったためと考えられる。

5. まとめ

本稿では、高周波数成分のみの刺激音によるITDでの分離知覚と、低周波数成分のみの刺激音によるILDでの分離知覚を明らかにするために、高域及び低域通過雑音に対する音像の分離知覚実験を行った。その結果、ITDもILDも計算しやすい周波数成分の刺激音の方が分散が小さくなったが、それぞれの検知限は一致した。

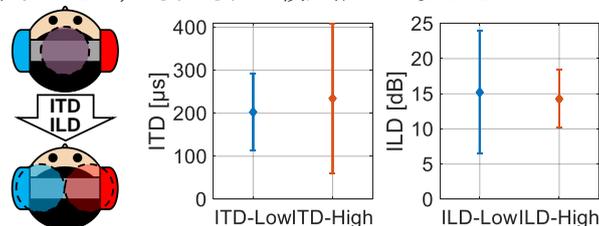


図1 分離音像の模式図 図2 各条件のITD-DL, ILD-DL

謝辞 本研究の一部は科研費(20K19828)の支援による。

参考文献

- [1] 森川, “両耳間差による音像の分離知覚,” 信学技報, 114(242), SP2014-83, 43-48, 2014.
- [2] 酒井ら, “両耳間時間差・音圧差による音像の分離知覚の検知限,” 音講論(秋), 577-578, 2020.
- [3] 酒井ら, “合成バイノーラル信号の音像の分離知覚の検知限,” 音講論(春), 641-642, 2021.
- [4] B. C. J. ムーア(大串健吾監訳), “聴覚心理学概論,” (誠心書房, 東京, 1994), 210-213.