

音像を二方向に分離知覚する帯域阻止雑音の条件*

○森川大輔, 平原達也 (富山県立大学 工学部)

1 はじめに

1 つのスピーカから呈示した帯域阻止雑音 (BSN, 0.5~12 kHz または 2~12 kHz) は、1 つの音ではなく、低域成分(LC)と高域成分(HC)とが別の音として聴こえ、さらに、2 方向から聴こえることがある^[1]。BSN は 2 成分から成るので、2 音として聴こえることは有り得るが、2 方向から聴こえるのは不思議である。

これまでに、2 音を異なる位置から同時に呈示した場合の音像定位^[2,3]や、2 音を同じ位置から同時に呈示した場合に別々の音として知覚する弁別限^[4]等については報告がなされている。しかし、阻止帯域幅がどのくらいあれば、1 方向から呈示した BSN が 2 方向の音像として分離知覚されるかは明らかではない。そこで、本報告では被験者が BSN を 2 方向に分離して定位する阻止帯域幅を明らかにする。

2 実験方法

2.1 システム

これまでに行った BSN の音像定位実験の結果から、被験者の正面(0°)と後方(150, 180, 210°)から刺激音を呈示した場合に音像が 2 方向に分離して定位しやすいことがわかっている。そこで実験では、半径 1 m の水平面円周上に 30° 毎に並べた高さ 1.1 m のスピーカアレイの 0, 150, 180, 210° のスピーカから刺激音を呈示した。

被験者は中心に置いた椅子に座り実耳で受聴した。被験者には刺激音の呈示中は目を閉じ、正面を向いて頭部を静止させ、刺激音の呈示後に回答するよう指示した。

白色雑音(WN)の音圧は頭部中心で 70 dB とし、他の刺激音はフィルタによる減衰分だけ音圧が下がっている。実験は壁と天井に吸音材を貼り付け、床にフロアカーペットを敷き詰めた実験室(騒音レベル 23 dB)内で行った。

2.2 刺激音

刺激音は WN と 5 種類の BSN である。BSN は白色雑音を 512 次の FIR 型の帯域阻止フィ

ルタ(BSF)に通して作成した。低域側と高域側の遮断周波数(f_{cL} , f_{cH})は(2 kHz, 12 kHz), (4 kHz, 12 kHz), (8 kHz, 12 kHz), (2 kHz, 8 kHz), (2 kHz, 4 kHz)とした。阻止帯域減衰量は 60 dB とした。Fig. 1 に BSF の周波数特性を示す。刺激音の持続時間は 3 s, ISI は 4 s で、刺激音の最初と最後に 30 ms の線形テーパをかけた。

2.3 方法

4 方向のスピーカから 6 種類の刺激音を各 1 回ずつ計 24 回の刺激音をランダムに呈示する実験を 1 セッションとし、被験者は 5 セッションの実験を行った。被験者には聴こえた音の数を「明らかに 1 つ」、「明らかに 2 つ」、「判断できない」の中から選び、明らかに 2 つ音聴こえた場合には、それらの音像の方向を「両方とも前」、「両方とも後ろ」、「低音が前」、「高音が前」の中から選ぶように指示した。被験者は 20 代の男性 5 名である。

3 実験結果

各刺激音に対する被験者 5 名の定位結果の平均を Fig. 2 に示す。白枠が「明らかに 1 つ」と回答しなかった割合(「明らかに 2 つ」または「判断できない」と回答した割合)、灰色の枠が音像を「明らかに 2 つ」と回答した割合、そのうち音像を 2 方向に分離して定位した割合(「低音が前」または「高音が前」と回答した割合)を黒枠が示している。WN については全て明らかに 1 つの音として聴こえた。

BSN2-12kHz と BSN4-12kHz では LC と HC が別々に分離して聴こえた割合は 80% 以上で、音像が 2 方向に分離して定位された割合は 30% 以上であった。また、BSN8-12kHz では 2

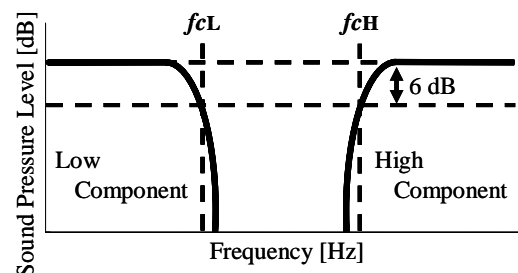


Fig. 1 帯域阻止雑音の周波数特性

* Stop band width necessary for a band-stop noise which can be localized two spatially segregated sounds, by MORIKAWA, Daisuke and HIRAHARA, Tatsuya (Toyama Prefectural University).

つの音として聴こえた割合は20%以上減少したが、2方向に分離して定位される割合は10%程度の減少であった。BSN2-8kHzではLCとHCが別々に聴こえた割合は約70%であるが、音像が2方向に分離して定位されることはほとんどなく、BSN2-4kHzでは1つの音として聴こえた割合は約80%であった。

各被験者が2方向に分離して定位したBSNの割合をTable 1に示す。同表から2方向に分離して定位しやすい阻止帯域幅は被験者によって異なることがわかる。なお、Sub. 5は全ての刺激音で音像を2方向に分離して定位しなかった。

また、Sub. 2と4は2つの音を2方向に分離して定位したすべての場合で、LCを後方、HCを前方に定位し、Sub. 1と3はLCを前方、HCを後方に定位する場合もあった。

4 考察

2~12 kHz、4~12 kHzを阻止したBSNでは、Sub. 5以外の被験者で音像が2方向に分離して定位される場合があった。12 kHz以上のHCはILDが定位の主なcueとなる。したがって、ITD、ILD、スペクトルの特徴が利用できるLCとは異なる定位情報が上位に送られ、脳が両者の差異を妥協して一つにまとめられなかったために二つの音が別々の方向に定位したと考えられる。

8~12 kHzを阻止したBSNで音像が2方向に分離して定位されにくくなったのは、阻止帯域幅が狭くなり、LCとHCが別々に聴こえる割合が減ったためと考えられる。

2~8 kHzを阻止したBSNで音像が2方向に分離して定位されなかったのは、HCが8 kHz以上であればILDとスペクトルの特徴を利用でき、音像定位が十分に可能であるため^[5]と考えられる。

したがって、被験者が音像を2方向に分離して定位するのはHCの定位が困難な刺激音の場合である。つまり、HCに含まれる周波数成分が12 kHz以上であれば、音像は2方向に分離して定位されるこいとある。

5 結論

$f_{cL} \leq 8$ kHz、 $f_{cH} \geq 12$ kHzのBSNでは音像を2方向に分離して定位する場合があることがわかった。また、被験者間の音像の知覚は大きな個人差があることがわかった。

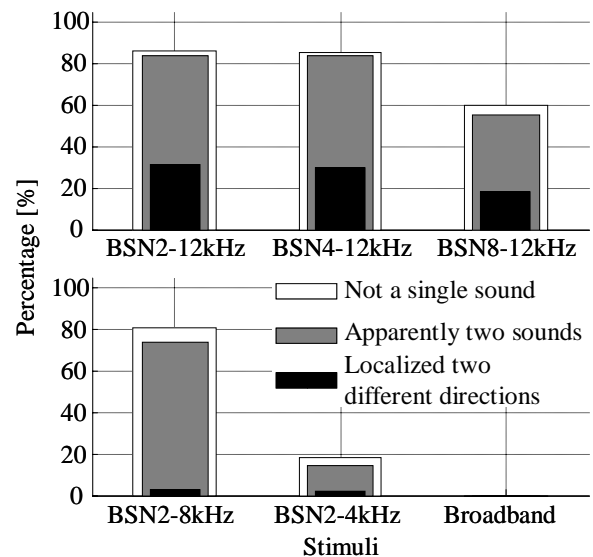


Fig. 2 刺激音毎の音像定位結果

Table 1 刺激音毎の2方向に定位された割合

sub \ BSN	2-12	4-12	8-12	2-8	2-4
Sub. 1	30%	25%	35%	15%	10%
Sub. 2	60%	60%	45%	0%	0%
Sub. 3	30%	40%	10%	0%	0%
Sub. 4	35%	25%	0%	0%	0%
Sub. 5	0%	0%	0%	0%	0%
Total	31%	30%	18%	3%	2%

謝辞

本研究の一部は科研費(22300061)の助成を受けた。

参考文献

- [1] 森川 他, “帯域制限雑音による水平面音像定位,” 信学技報, EA2010-72, 85-90, 2010.
- [2] 藤井 他, “2音同時呈示条件における音源定位—相対的位置関係と定位位置—,” 音響学会聴覚研資, H-2000-83, pp.1-7, 2000.
- [3] D. S. Brungart, *et al.*, “Effects of bandwidth on auditory localization with a noise masker,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol.126, No.6, pp.3199-3208, 2009.
- [4] T Hirvonen, “Segregation of Two Simultaneously Arriving Narrowband Noise Signals as a Function of Spatial and Frequency Separation,” *Proc. Of 8th Int. Conference on Digital Audio Effects, (DAFx’05)*, pp.20-22, 2005.
- [5] D. Morikawa, *et al.*, “Signal frequency range necessary for horizontal sound localization,” *Acoust. Sci. Technol.*, vol.31, No.6, pp.417-419, 2010.