

交通音の危険性の知覚における老人性難聴の影響 ：模擬難聴システムによる検討*

◎古屋孝基, 渡邊優也, 松井淑恵 (豊橋技科大院)

1 はじめに

高度高齢化社会となりつつある日本では, 老人性難聴の増加が予想されている. 老人性難聴者は音に対する知覚が健聴者と大きく異なる場合があり, 社会の音環境を考えるうえで老人性難聴による聞こえを評価することは非常に重要である. 老人性難聴について統制のとれたデータを収集することは困難であるが, 入野らが開発した模擬難聴システムを用いることで健聴者が難聴者の聞こえを評価でき, 聴覚系の影響のみを調査できるようになった [1]. 本研究では, 生活の安全性にもっとも関わりの深い音である交通音を聞いたとき, その危険性の評価が老人性難聴の有無によってどのように異なるか調査した. 加えて, 交通事故に大きく関与すると思われる車の走行速度についても老人性難聴による知覚の変化が生じるか検討した.

2 実験内容

2.1 模擬難聴システムと圧縮特性

健聴者の場合, 入力レベルが 30 dB から 80 dB の間で変化するとき, 入力増加の割合に対して出力増加の割合が小さくなる. この現象は圧縮特性と呼ばれ, この機能が低下することが老人性難聴の原因の一つとされる. 模擬難聴システムでは音に対して逆圧縮特性を付与することで, 健聴者の圧縮特性を打ち消し, 老人性難聴の聞こえを模擬できる.

2.2 交通音の危険度評価実験

実験参加者は 21 歳から 22 歳の男性 10 名である. 全員全周波数 (125-8000 Hz) の聴力レベルが 20 dB を超えないことを聴力検査で確認した. 刺激音は, 学会発行のデータベース [2] から選択した, 表 1 に示す 15 種の交通音から作成した. 再生時間の長い音源に関しては, 音圧レベルが一定で変動がない始点と終点付近をカットして用いた. 元の音の音圧を 55, 65 dB とし (音圧条件), 加工条件として元の音源 (健聴条件), 70 代男性の聴力レベル [3] を圧縮特性健全度を 50% で

模擬した模擬難聴音 (模擬難聴条件), 模擬難聴条件と平均音圧レベルが同じになるよう音圧を低減させた音 (音圧低下条件) の 3 種類を設定した. 刺激音の総数は元音源 (15) × 音圧条件 (2) × 加工条件 (3) の 90 種類となる. 各実験参加者に対して 90 種の刺激をランダムに提示し, それを 4 回繰り返した. 実験参加者はヘッドホンから刺激音を聞き, 各刺激音の危険性を GUI 上で 7 段階で評価した.

2.3 交通音の速度評価実験

実験参加者や実験環境は 2.2 節と同様である. 刺激音は 2.2 節で用いた刺激音のうち, 音圧が 65 dB かつ車の速度が 60, 100 km/h である健聴条件と音圧低下条件の音源を用いた. 選択した 12 種の刺激音から 2 つ選ぶ組み合わせを全て用意し, 総計 132 通りの組み合わせをランダムな順序で実験参加者に提示した. 実験参加者は提示された 2 つの音源に対して, より速いと感じた交通音をテンキーを用いて回答した.

Table 1: 危険度の評価実験における元音源の一覧

ID	音源名
1	自動車走行騒音 (一般舗装 60 km/h)
2	自動車走行騒音 (一般舗装 100 km/h)
3	自動車走行騒音 (排水性舗装 60 km/h)
4	自動車走行騒音 (排水性舗装 100 km/h)
5	自動車走行騒音 (2 層式排水舗装 60 km/h)
6	自動車走行騒音 (2 層式排水舗装 100 km/h)
7	自動車走行騒音 (弾性舗装 60 km/h)
8	大型走行騒音 (一般舗装 50 km/h)
9	大型走行騒音 (一般舗装 60 km/h)
10	大型走行騒音 (一般舗装 80 km/h)
11	大型走行騒音 (一般舗装 100 km/h)
12	大型走行騒音 (排水性舗装 40 km/h)
13	大型走行騒音 (排水性舗装 60 km/h)
14	大型走行騒音 (排水性舗装 80 km/h)
15	大型走行騒音 (排水性舗装 100 km/h)

*Effects of age-related hearing loss on perception of traffic risk for approaching car sound : Investigation using hearing impairment simulator. by FURUYA, Koki, WATANABE, Yuya, and MATSUI, Toshie (Toyohashi University of Technology)

3 結果

3.1 危険度評価実験の結果

図 1 は交通音の危険度評価実験における加工条件や速度ごとの危険度評価の平均値を示している。図 1 から平均音圧が同じである場合、健聴条件、音圧低下条件、模擬難聴条件の順に危険度が高いと判断されたことが分かる。交通音の危険度評価における老人性難聴の影響を統計的に検討するために、加工条件と音圧条件を要因とした有意水準 5% の二要因分散分析を行った。その結果、加工条件について主効果が認められ $[F(2, 18) = 377.13, p < 0.0001]$ 、音圧条件についても主効果が認められた $[F(1, 9) = 367.60, p < 0.0001]$ 。さらに、加工条件と音圧条件の交互作用が有意確率 5% で認められた $[F(2, 18) = 4.95, p = 0.0194]$ 。加工条件と音圧条件との組み合わせ 6 種を要因として Shaffer の MSRB (Modified Sequentially Rejective Bonferroni) 法による検定を有意水準 5% で適用したところ、全ての要因間に有意差が認められた。

次に、車の走行速度による危険度評価への影響を検証するため、車の走行速度が 60, 100 km/h である刺激音の結果を抽出して解析を行った。60, 100 km/h の速度を抽出した理由は、どちらも全体に占める標本数の割合が大きくかつ標本数にあまり差がない組み合わせであるためである (60 km/h $N=1440$, 100 km/h $N=1200$)。速度、加工条件、音圧条件を要因とした有意水準 5% の三要因分散分析を実施したところ、それら全ての要因の主効果が有意であり [速度: $F(1, 9) = 34.65, p = 0.0002$ 加工条件: $F(2, 18) = 77.33, p < 0.0001$, 音圧条件: $F(1, 9) = 446.80, p < 0.0001]$ 、加工条件と音圧条件の交互作用が認められた $[F(2, 18) = 5.96, p = 0.0103]$ 。

3.2 速度評価実験の結果

図 2 は交通音の速度に関する一対比較から得られた速度評価の分布図である。健聴条件と模擬難聴条件において同じ元音源ごとの速度評価を比較すると、全ての音源において模擬難聴条件のほうが健聴条件よりも遅く評価されたことが読み取れる。また、健聴条件と模擬難聴条件の双方において、60 km/h と 100 km/h の音源の順序が入れ替わるようなことはなかった。さらに、100 km/h の音源同士では加工条件ごとに比較するとどちらも同じ順序であるが、60 km/h の音源同士を比較すると加工条件によって評価順序が異なっており、模擬難聴条件のほうがその配置間隔も狭かった。

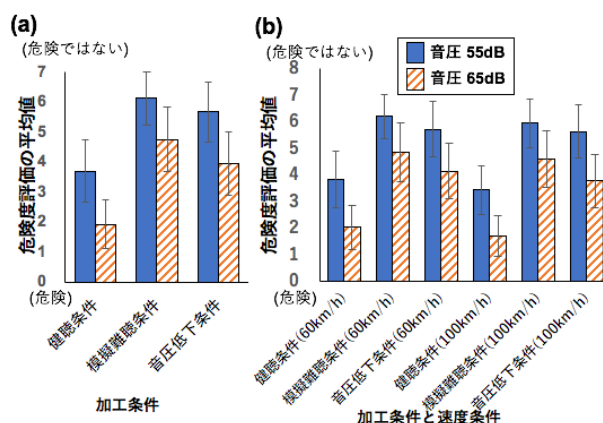


Fig. 1: (a) 加工条件 (健聴条件, 模擬難聴条件, 音圧低下条件) + 音圧条件 (55, 65 dB) における危険度評価の平均値と標準偏差, (b) 速度 (60, 100 km/h) + 加工条件 + 音圧条件による危険度評価の平均値と標準偏差

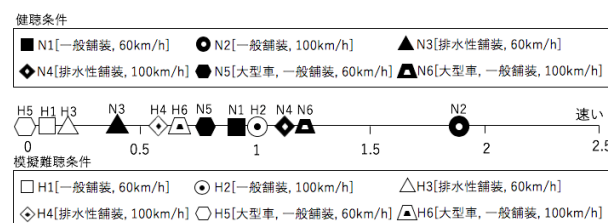


Fig. 2: 速度に関する一対比較の結果

4 考察

図 1 において、加工条件に主効果が認められたことから、老人性難聴により交通音の危険性が低く評価されると推定される。速度と加工条件の交互作用は見られなかったが、60, 100 km/h という大きな差がある音源にもかかわらず似た危険度として評価されたため、速度感の一対比較を実施し詳細を調査した。図 2 から、模擬難聴条件が健聴条件よりも全体的に遅く評価されたことが読み取れる。両加工条件で 60, 100 km/h の判断はつくようであるが、60 km/h の音源に関しては並び順が異なっており、音源間の距離も狭い。老人性難聴により速度の知覚に多少の変化が生じている可能性がある。

5 まとめ

本研究では、老人性難聴が交通音の危険性の知覚に与える影響について模擬難聴を用いて検討した。老人性難聴によって交通音に対する危険性が健聴者よりも低く評価され、速度判断についても変化が生じている可能性が示唆された。

謝辞 本研究を進めるにあたり、本学情報・知能工学系の松井准教授には主指導教員として丁寧かつ熱心な

ご指導を賜りました。深く感謝申し上げます。また、日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂戴いたしました聴覚心理物理学研究室の皆様には感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Nagae, M., et al, APSIPA, 2014 Asia-Pacific, pp.1-4, 2014.
- [2] 日本建築学会, 建築と環境のサウンドライブラリ smile2004, 2004
- [3] ISO7029, 2000