

環境音の音響特性が神経機構および認知機能に与える影響

石井 十三[†] 川原 靖弘[†] 片桐 祥雅[‡]

放送大学学園[†] 情報通信研究機構[‡]

1. 背景と目的

日常生活の中で、人は周囲の環境刺激から情報を読み取ることにより、安全性の確保をはじめとした、生活上の様々な目的を達成し、快適な生活を送るための足掛かりとしている。それら環境が発する刺激を適切に受容することで人は円滑で効率的な社会生活を送ることが出来るが、一方では当人にとって不必要な刺激や過剰な強度の刺激が入力されることで集中力が阻害され、健康被害を引き起こすなどして快適な生活を妨げる原因となる場合がある。

私たちが日常生活の中で曝され続けている環境刺激のひとつに環境音を挙げることが出来る。従来の環境音の評価方法としては、“うるささ”や“不快感”などの心理面への影響を捉える方法[1]、もしくは健康被害や有病率などの観点から疫学的に影響を調査したもの[2]が大半であった。一方で、環境音が生体に与える影響のメカニズムについて言及した研究は少なく、疫学的な研究により確認された心身への影響が音源のどのような特性によって引き起こされているかについては不明瞭な部分が多い。

本研究では、環境音が生体に与える影響を調査する研究の一環として、連続的に音が入力された際の音質の違いによって生じる生体への影響を調べた。それぞれ特徴の異なった4種類のモデル音を用意し、音を聴取した際の事象関連電位(ERP)および反応時間を取得することで、各音を聴取した際の、脳の神経機構および認知機能に与える影響を観察した。

2. 方法

男女13名の健康な被験者を対象とし、4種類のモデル音を用いて、各種類約4分間、合計80回の提示を行い、連続して提示される音刺激が入力されることによる影響を調査した。刺激は、1000Hzの純音、ホワイトノイズ、ピンクノイズ、60Hzの矩形波の4種類であり、提示強度は70dBであった。試験中は脳波計を装着し、頭頂部(Cz)の電位を取得、脳波および刺激に対する事象関連電位P2およびP300のピーク値を得た。また、音に対する反応時間を取得するために、被験者には音が提示されるごとにパソコンのスペースキーを押すという課題が与えられた。

3. 結果

3.1 ERP 結果

以下、音の種類ごとに取得した各ERP成分のピーク値を全被験者で平均したグラフを示す。

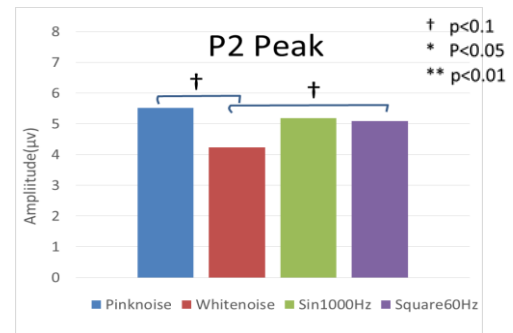


図1: 全被験者で平均したP2のピーク値

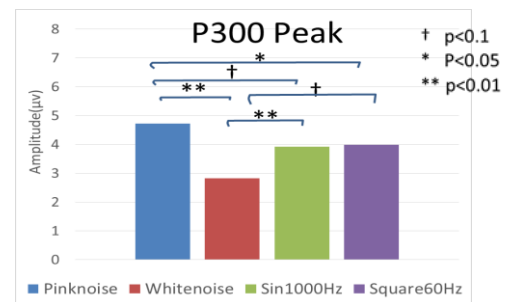


図2: 全被験者で平均したP300のピーク値

Characteristics of Environmental Sounds that Affect Human Cognitive Function and Neural Mechanism

[†] Juzo Ishii, Yasuhiro Kawahara, The Open University of Japan

[‡] Yoshitada Katagiri, National Institute of Information and Communications Technology

図は各 ERP 成分のピーク値を全被験者で平均したグラフに有意差水準を付記したものである。図 1 が P2 の、図 2 が P300 の結果を示している。

結果から、P2 においては、ホワイトノイズ、矩形波、純音、ピンクノイズの順に平均値の大きいことが示された。純音と矩形波の違いは僅かであるが、ホワイトノイズが小さく、ピンクノイズで大きな値となっている。ホワイトノイズ条件ではピンクノイズと矩形波との間に有意傾向が見られることから、他の条件と比べて P2 が出にくい音であることが分かった。

P300 の結果でも、平均値の傾向で P2 と似た結果となり、純音と矩形波の大きさが逆転してはいるものの僅かな差であり、同じようにホワイトノイズで小さく、ピンクノイズで大きいという結果となった。P2 よりも様々な箇所では有意差を確認することが出来るが、ホワイトノイズとピンクノイズ条件を見ると、他の条件すべてとの有意な差が見られ(有意傾向含む)、ホワイトノイズ条件で P300 が出にくく、ピンクノイズ条件で出やすいという結果となった。

3.2 反応時間結果

図 3 に各音の種類ごとに取得した反応時間の平均値を全被験者で平均したグラフを示す。

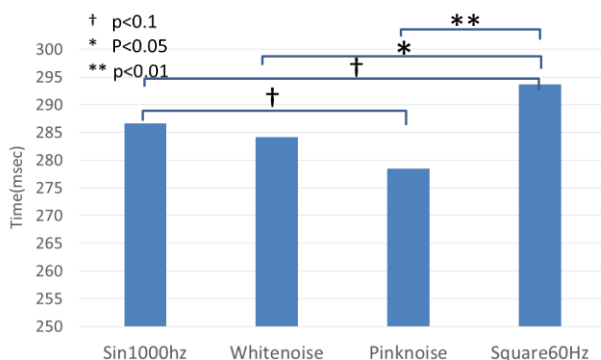


図 3: 音刺激別の平均反応時間

反応時間の結果では、ピンクノイズ条件で最も反応までの時間が早く、ホワイトノイズ、純音条件と続き、矩形波条件で最も遅いという結果となった。矩形波条件では、他の 3 種類のどれと比較しても有意に反応までの時間が遅く、他の音と比べて反応しにくい音であることが確認できた。ピンクノイズ条件では、ホワイトノイズ以外の音との間に有意な差を確認することが出来た。

4. 考察

事象関連電位(ERP)と反応時間という 2 つの指標を用いて、連続的に音が入力された際の音質の違いによって生じる生体への影響を調べた。実験の結果、P2, P3 のピーク値および反応時間ともに音の種類によって変化することが確認された。今回計測した P2, P300 はともに選択的な注意の度合いに応じて振幅を増大させると考えられており、特に P300 は、刺激に対する意識的な認識を反映していることが明らかにされているため[3]、音を連続的に聴取した際の意識への上りやすさが音の種別によって異なることが分かった。

反応時間の結果でも、音の種類の違いに差があることが示された。反応時間が長いほど、複雑で多くの内的な処理を行ったと考えられていることから[4]、音質の違いが音を認識し、キー押しするまでの過程で処理経路を変化させていると考えられる。

音の種類による特徴について、実験で最大の振幅を示したピンクノイズが同時に最も早い反応時間を示しており、反応するまでの内的な処理が比較的少ない一方で、意識に上りやすい音であることが分かった。ピンクノイズは周波数特性の分布が $1/f$ となっており、自然界に存在する音の特徴を持っているとされるが、こういった音響特性が、人が反応しやすくまた認知されやすい音の特徴を作り上げている可能性が示唆された。興味深い点として、聴取した際の印象ではピンクノイズに近いホワイトノイズであるものの、ピンクノイズ条件と比較すると P300 は有意に減少し、反応速度も伸びたということが挙げられる。このことから、聴いた印象が近い音であっても、自然音の特徴を持つか否かで、聴取した際の生体に与える影響が大きく異なる可能性が示された。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K00624 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 降旗建治, 柳沢武三郎: 各種騒音源における心理的影響を共通に評価できる評価尺度の構成に関する検討
- [2] E Öhrström, R Rylander, M Björkman, Effects of night time road traffic noise—an overview of laboratory and field studies on noise dose and subjective noise sensitivity
- [3] D. L. Woods, Auditory selective attention in middle-aged and elderly subjects: an event-related brain potential study
- [4] Nijhawan R, Neural delays, visual motion and the flash-lag effect.