音列の繰り返し構造が音の消失知覚に与える効果と 音楽経験の影響：脳磁図による検討

○小野健太郎・Christian F. Altmann・松橋眞生・美馬達哉・福山秀直

(京都大学医学研究科付属脳機能総合研究センター)

キーワード：知覚的体制化・音楽経験・脳磁図

Effects of the structure of tone sequence on the processing of tone omission in musicians and nonmusicians

Kentaro Ono, Christian F. Altmann, Masao Matsushashi, Tatsuya Mima, and Hidenao Fukuyama

(Human Brain Research Center, Kyoto University)

Key Words: Perceptual organization, Musical experience, Magnetoencephalography

目 的

音列におけるパターンの繰り返しが知覚的体制化をもたらし、それが音の知覚に影響を与える事はよく知られているが、その神経基盤についてはよく分かっていない。脳波を用いた研究からは、200ms以下のISIで提示される単一音の音列の中に無音区間を挿入すると、聴覚野周辺に特徴的な脳活動が見られる (Bendixen et al. 2012)。これは音に注意を向けなくても生じる事から、音列における前注意的な知覚的体制化が無音区間によって妨害された事を反映する脳活動だと考えられている。しかし、単一音の音列ではどのような体制化が生じているのか不明である。また、被験者が音に注意を向けている場合にはISIが200ms以上の音列でも無音区間の挿入による脳活動が見られるという報告もあり (Penny, 2004)、注意の有無によって異なる知覚的体制化の神経メカニズムの存在が考えられる。

そこで本研究では、Pennyの研究と同様に長いISIの音列を用い、そこにパターンの繰り返しによる明示的な知覚的体制化を導入することで、音の消失による脳活動に対する知覚的体制化の影響を検討する。また、音楽経験者は長年の経験によって音列中のパターン認識能力が高い事が考えられるため、音楽経験の影響についても検討を行う。

方 法

対象は音楽経験者 11 人 (男性 6 人, 女性 5 人) と非経験者 10 人 (男性 7 人, 女性 3 人)。全被験者の平均年齢は 21.9 歳。刺激として 50ms の純音 (440Hz) を 2 種類の音量 (L:75dB SPL; S:65dB SPL) で作成した。これらの音をランダムな順番で提示するランダム条件と LLS というパターンを繰り返すパターン条件の 2 つ (ISI は 350ms) を実験条件として設定し、15% の確率 (100 回) で L 音の代わりに無音区間を挿入した。被験者には反応ボタンを持たせ、無音区間に気が付いたらできるだけ早くボタンを押すよう指示した。パターン条件における知覚的体制化の影響がランダム条件に干渉するのを避けるため、2 条件の提示順序は常にランダム条件を先とした。

実験はシールドルーム内で行われ、無音区間の挿入に伴って生じる脳活動を頭部周辺の磁場変化として Neuromag 社の Vectorview 306ch MEG システムで測定した。また実験終了後、脳磁図の信号発生源推定に用いるため GE 社製 0.2 テスラ MRI で頭部の解剖画像を撮影した。

無音区間に対する各被験者の平均反応時間は被験者内 1 要因 (ランダム条件 or パターン条件) 被験者間 1 要因 (音楽経験あり or なし) の分散分析を行った。また、脳磁図の分析には SPM8 (Wellcome Trust Center, university College, London) を用い、音の消失によって生じた脳活動の発生源とその大きさを求め、ボクセルごとに t 検定を用いて被験者群それぞれでのランダム条件とパターン条件の比較を行った。

結 果

反応時間の分析からは、ランダム条件の方がグループ条件よりも速く反応できた事が分かった ($F_{1,19} = 7.33, p = 0.014$)。脳活動に関しては、無音区間挿入後 100~200ms をピークとする反応が側頭葉を中心として観察された。ランダム条件とグループ条件との比較からは、どちらの被験者群でもランダム条件における大きな脳活動が確認された。非経験者では左半球の聴覚野周辺の活動に有意差 (uncorrected $p < 0.001$) が見られた一方、音楽経験者では左右半球の側頭平面および下頭頂小葉周辺の活動に有意差 (同上) が見られた (Fig.1)。

Fig.1 無音区間の挿入後 100~200ms の間でランダム条件においてグループ条件よりも有意に大きな活動が見られた脳部位

考 察

反応時間と脳活動の分析の両方で、音列におけるパターンの繰り返しの有無による違いが見られた。特に脳活動においては、ランダムな音列の方が音の消失による脳活動が大きくなったが、これは音列における知覚的体制化の困難度を反映している可能性が考えられる。また音楽経験の有無により異なる脳部位の関与が示された事は、音楽経験者と非経験者で異なる方略を用いて音列における知覚的体制化を行っている可能性を示唆している。

引用文献

- Bendixen, A., SanMiguel, I., Schröger, E. (2012). Early electrophysiological indicators for predictive processing in audition: A review. *International Journal of Psychophysiology*, **83**, 120-131.
- Penny, T. B. (2004). Electrophysiological correlates of interval timing in the Stop-Reaction-Time task. *Cognitive Brain Research*, **21**, 234-249.