

楽器音の音階呈示による心身への影響と日内変動

— サーカディアンリズムによる中枢神経, 自律神経, 主観の感受性変動 —

安田 恭子^{*1}

問題と目的

音楽はヒトと密接に関わり、生活に豊かな彩りを与えてくれる。しかしながら、音楽が心身に及ぼす影響は多様であり、メカニズムの多くは謎に包まれている。

たとえば、音楽が心身に及ぼす影響の一つに覚醒調整効果がある。McFarland (1985) は、覚醒水準が操作された実験参加者に鎮静的な感情を喚起する音楽を呈示し、皮膚温の変化を調べた。その結果、低覚醒群では皮膚温の低下(鎮静効果)が、高覚醒群では皮膚温の上昇(覚醒効果)がみられ、音楽による覚醒調整効果が報告された。ところが、調整される覚醒水準に楽曲の感情的性格が一致した音楽の方がより覚醒調整効果は大きく、楽曲の感情的性格の違いが調整される覚醒水準を変化させたという研究報告もある(岩城・林・堀, 1994)。

ヒトの覚醒水準は、ほぼ1日の周期現象であるサーカディアンリズムを持ち、一日を通じて変動を示している。音楽に対する生体の感受性も日内変動を示し、同一な実験条件・参加者にも関わらず実験時間帯によって生体反応が異なることも報告されている(辻・長沢・糸井, 1990)。また、覚醒水準と快適感に関する基本感情ベクトルモデルでは、生理的覚醒レベル(覚醒水準)が縦軸にとられ、直行する面に感情的な広がりが見られている。感情的な広がりの変動幅は覚醒水準に影響され、覚醒水準は高すぎても低すぎても十分な感情的広がりを得られず、覚醒水準と感情の広がりとは逆U字型の関係にあるという(吉田, 1998, 1999, 2001, 2002)。したがって、より効果的な音楽の覚醒調整効果の検討という意味においても、あるいは生態学的妥当性を高める意味においても、サーカディアンリズムによる覚醒水準の日内変動を考慮し、変動する心身の感受性や感受性の敏感度も視野に入れた再検討の必要性があろう。

一方、音楽には刺激側と生体側のさまざまな要因により刺激の統制が取りにくいという問題もある。たとえば、同じ刺激事象でありながら音楽に関する記憶は個人毎に異なり、個人差の問題も無視できない。音楽特性の違いや個人差要因を排除する目的で単一音を使用した実験も散見され(久米・佐藤, 1996; 中村・武田(昌)・山本・武田・今村・武者, 2001; 中村・武田(昌)・吉田・武田(剛)・今村・山本・武者, 2002)。久米ら(1996)は、音叉(13音)を用いて脳波および快適性を測定した結果、 α 波含有率と快適性の間に対応関係がみられ、周波数が低いもの(C4(ド), D4(レ))よりも周波数が高いもの(A4(ラ), B4(シ), C5(ド))の方が α 波含有率と快適性は高いと報告した。また、中村ら(2001)は、テンポを3種類(45, 90, 180)および音高を3種類(高音:ピッコロ 1768Hz, 中音:フルート 442Hz, 低音:チェロ 110.5Hz)用いて、脳波を測定

*1 コミュニケーション心理学科 助手

した結果、テンポは脳波に影響を与えないが、音高は脳波に影響を与えることを明らかにした。したがって、単音は音楽を構成する下位カテゴリーであるが、単音だけでも十分に独立した特性を備え、周波数や音高の違いが検出可能である。また、単音の聴取も音楽の聴取同様に覚醒水準の変動に伴って心身の感受性が日内変動を示すことが推測され、音の高さや音色によっても心身に与える影響は異なることが予測される。

以上から、本研究では音域の異なる複数の楽器音を刺激に用いて、実験1では楽器音に対する生体の感受性の日内変動について中枢神経系指標 (α 波含有量)、自律神経系指標 (心拍, 呼吸, SCL), 主観評価 (気分の変化, 眠気) の3つの側面から多角的な検討を行い、実験2では音階呈示による中枢神経系指標への影響について、音色、音高、音域の観点から α 波含有量について検討する。

実験1 (感受性の日内変動)

実験参加者 正常な聴力を持つ、女子大学生・院生10名 (平均年齢23.2歳 (範囲22-26歳))。

刺激 予備調査を心理学専攻の大学院生13名とその指導教員2名の計15名、平均年齢33.8歳 (範囲22-72歳, 女性12名・男性3名) に行った。結果、フルート、チューバ、トランペット、マリimba、チェロの5種類の楽器を選出した。フルートは明るさ、チューバは重たさ、トランペットは興奮、マリimbaは好き、チェロは落ち着くが特徴的な主観特性であった。各楽器音はEDIROL Orchestral (Roland製) を用いて、テンポ60、各音高4拍、再生時の音量がスピーカー (BOSE MODEL 121) から約2.5m離れた椅子に座した実験参加者の位置で約69 (Leq) ~89 (Leq) になるように作成・編集した。また、半遮音のシールドルーム内の暗騒音は68.0 (Leq) であった。楽器音の特性が最も発揮される音域で12度上の音高に達したら、折り返して最初の音高まで下降するB音階で呈示した (フルート (B5~F6), チューバ (B2~F3), トランペット (B4~F5), マリimba (B4~F5), チェロ (B3~F4))。

記録方法 自発脳波は、SYNAFIT EE1000 (日本電気株式会社E E 1000型14チャンネル多用途脳波計) を用いて測定した。国際式10・20法に基づき、FP1, FP2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, O1, O2, Fz, Pzの14部位から両耳を連結して基準電極とし、ハイカットオフ (60Hz以上) およびローカットオフ (0.5Hz以下) フィルタを用いて単極導出した。サンプリング周波数は200HzでA/D変換し、TEAC製14チャンネルカセット式テープレコーダー (XR-3 10/510) に記録した。自律神経は、標準マックラブ4チャンネル (型式MacLab/4eバイオリサーチサントー株式会社) にChart v4.0ソフトウェアを使用し、Macintosh Performa5220 (アップルコンピュータ株式会社) に直接入力して測定した。サンプリングレートについては、心電図が200Hz、呼吸、SCL、SCRがそれぞれ100Hzであった。主観評価はVisual Analogue Scale (VAS) で気分の良さと眠気の2項目について測定した (Appendix 1)。VASについては、各楽器音の呈示前後に評価用紙の項目に沿って感じたままの程度をあまり考え込まずに随時記入するよう指示した。

手続き 1試行は、閉眼安静64秒、楽器音音階呈示92秒、閉眼安静64秒、音色の主観評価から成り、刺激呈示間隔 (ISI) は、主観評価への回答時間を含めて120秒で次の試行へと移行した (図1)。

実験条件 楽器音が心身に及ぼす影響は、サーカディアンリズムによる覚醒水準の変動によって異なるか否かを検討するために、朝 (9:10~10:50の間に実験開始)、昼 (13:30~15:00の間に実験開始)、夜 (17:20~19:50の間に実験開始) の3回、同一実験参加者に実験を行い比較した。1回目の実験は必ず昼の時間帯に行い、以後は、その昼の時間となるべく±4時間になるように実施した。

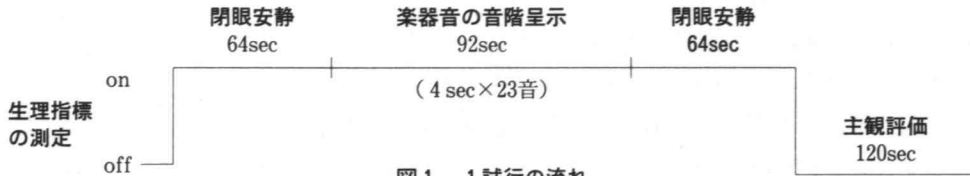


図1 1試行の流れ

分析方法 脳波は、全記録部位 (頭皮上14部位) における α 1波、 α 2波、 α 3波の脳波含有量の平均を算出し、楽器音呈示中の平均値から楽器音呈示前の平均値を減算し変化量を求めた。自律神経系指標は、MacLab Chart v4.0に付属されたHRVを用いて解析した。心電図は各解析区間について心拍数を算出し、呼吸は解析区間毎に呼吸数をカウントするとともに1分間あたりの呼吸頻度を示す呼吸周波数を算出した。SCLは解析区間毎に平均値を算出し、SCRについては解析区間毎の反応数を解析した。ただし、SCRについては第1音目に対する定位反応のみが顕著であったため以後の解析からは除外した。VASは、始点からの線分の長さを定規で計測し、得られた線分の長さ (cm) を各設問に対する得点とし、呈示後の値から呈示前の値を減算し変化量を求めた。

結果

α 波含有量 : 測定部位別に α 1帯域から α 3帯域 (α 1 : 8.1~9.70Hz, α 2 : 9.71~11.30Hz, α 3 : 11.31~13.0Hz) までの3帯域で周波数帯域別に算出された含有量を用いて、全部位で平均し、 α 波帯域の平均含有量を算出した。楽器音呈示中から呈示前の平均含有量を減算した差を変化量とし、5 (楽器の種類) × 3 (実験時間帯) の2要因実験参加者内分散分析を実施した。その結果、交互作用 ($F(8,72) = 2.21, p < .05$)

と楽器音の主効果 ($F(4,36) = 3.13, p < .05$) が認められた。単純主効果検定によって、昼の実験時間帯における楽器音の単純主効果 ($F(4,108) = 4.27, p < .005$) およびチューバにおける実験時間帯の単純主効果 ($F(2,90) = 5.18, p < .01$) がみられた。多重比較の結果からは、昼の実験時間帯における α 波含有量の変化量はマリンバよりもフルートやチューバで有意に大きいこと ($MSe = 14.14, p < .05$)、チューバは夜よりも朝や昼の実験時間帯での

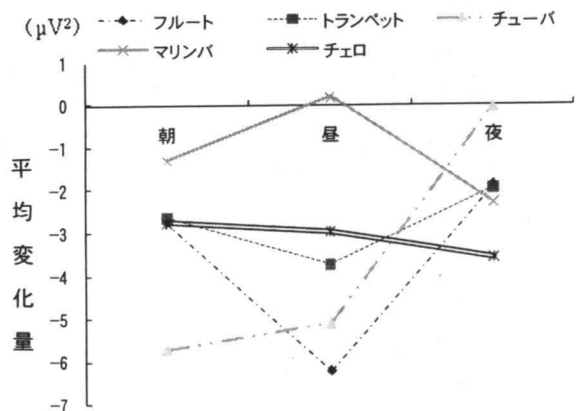


図2 実験時間帯と α 波帯域の平均変化量

変化量が有意に大きいことが分かった ($MSe = 18.85, p < .05$)。一方、楽器音の主効果については、多重比較の結果、マリンバよりはフルートやチューバで α 波含有量が有意に減少することが示された ($MSe = 10.13, p < .05$)。また、チェロについてはサーカディアリズムに伴う覚醒水準の違いに脳の応答性が影響されにくいことが示された (図2)。

自律神経系指標：心拍数、呼吸、SCLについて α 波含有量同様に楽器音呈示中から呈示前の値を減算した差を変化量とし、5 (楽器の種類) \times 3 (実験時間帯) の2要因実験参加者内分散分析を実施した。その結果、SCLの交互作用のみ有意であった ($F(8,72) = 2.19, p < .05$)。単純主効果検定の結果、昼の実験時間帯における楽器音の効果が有意であり ($F(4,36) = 6.27, p < .05$)、トランペットにおける時間帯の効果 ($F(2,18) = 3.24, p < .10$) およびチューバにおける時間帯の効果 ($F(2,8) = 2.76, p < .10$) が有意傾向であった。また、多重比較の結果、昼の実験時間帯ではフルートよりもチューバやトランペットの聴取によってSCLが有意に低下し ($MSe = 2.25, p < .05$)、チューバやトランペットについては朝よりも昼にSCLが有意に低下することが明らかとなった (チューバ： $MSe = 4.44, p < .05$, トランペット： $MSe = 4.13, p < .05$)。なお、表1に心拍数、呼吸周波数、SCLの平均変化量と標準偏差を示した。

表1 自律神経系指標平均変化量 (標準偏差)

	心拍数			呼吸周波数			SCL		
	朝	昼	夜	朝	昼	夜	朝	昼	夜
フルート	-0.81 (2.36)	0.84 (7.11)	-0.93 (3.35)	0.02 (0.03)	0.02 (0.07)	0.02 (0.03)	-1.57 (1.67)	-1.05 (2.63)	-1.90 (1.79)
チューバ	-0.53 (3.34)	-0.25 (2.16)	-1.17 (2.71)	0.01 (0.02)	0.03 (0.03)	0.01 (0.02)	-0.98 (1.15)	-2.86 (3.57)	-1.40 (3.26)
トランペット	-0.43 (2.12)	-0.71 (1.91)	-0.33 (2.57)	0.03 (0.02)	0.04 (0.02)	0.02 (0.03)	-0.59 (1.23)	-2.84 (3.26)	-1.24 (1.95)
マリンバ	0.49 (2.64)	-0.84 (2.05)	-1.16 (2.44)	0.02 (0.03)	0.02 (0.02)	0.01 (0.02)	-1.10 (1.39)	-1.86 (3.57)	-2.23 (2.12)
チェロ	-0.64 (1.63)	0.1 (2.06)	0.2 (1.82)	0.03 (0.04)	0.03 (0.04)	0.00 (0.03)	-1.04 (1.25)	-2.20 (3.18)	-2.01 (2.87)

主観評価 楽器音呈示前後の気分の良さや眠気について、楽器音呈示後から呈示前の値を引いた差を変化量とし、5 (楽器の種類) \times 3 (実験時間帯) の2要因実験参加者内分散分析を実施した。その結果、気分の良さや眠気のいずれについても交互作用および主効果に有意な効果はみられなかった。表2には眠気と気分の良さの時間帯別・楽器音

表2 VAS平均変化率 (標準偏差)

	眠気			気分の良さ		
	朝	昼	夜	朝	昼	夜
フルート	-0.54 (2.12)	0.7 (2.22)	-0.89 (2.02)	0.54 (1.85)	0.01 (2.55)	-0.34 (0.85)
チューバ	0.52 (1.92)	0.27 (2.68)	0.5 (1.36)	0.16 (2.90)	-0.78 (1.72)	-0.04 (1.38)
トランペット	-0.32 (2.05)	-0.75 (2.70)	-0.08 (1.54)	0.41 (2.32)	-0.09 (1.62)	-1.46 (1.80)
マリンバ	-0.92 (1.90)	0.27 (2.78)	0.76 (1.85)	1.2 (1.85)	0.43 (1.55)	0.25 (1.46)
チェロ	0.63 (1.39)	1.3 (2.04)	1.22 (1.31)	-0.82 (2.16)	0.19 (2.79)	0.87 (1.74)

別の平均変化量を示した。

考察

α 波含有量については、楽器音と実験時間帯の交互作用と楽器音の主効果がみられた。昼の実験時間帯においては、マリンバよりもフルートやチューバで有意に低下することが示され、チューバは夜よりも朝や昼の実験時間帯において有意な低下を示し、サーカディアンリズムによる覚醒水準の変動に影響されて感受性が変化することが示された。また、チェロはサーカディアンリズムに伴う覚醒水準の違いに脳の応答性がほとんど影響されないことも示され、楽器音の α 帯域脳波への影響には、覚醒水準の変化に影響されてU字型と逆U字型の関係性の変動を示す2つのパターンと影響を受けずに不変的に作用する3つの関係性があることが示された（図2）。これらのパターンは、管楽器、弦楽器、打楽器というカテゴリーによって分類可能であり、楽器音の呈示音域よりは音色的な特性が α 波含有量の変動には強く影響している可能性が疑われた。田崎・伊賀崎・村山・古賀（2002）によれば、音楽聴取中の脳波は聴取音楽を不快であると感じるほど β 波が有意に増加し、逆に快い・澄んだと感じるほど α 波成分が有意に増加すると報告されている。したがって、本研究の α 波含有量の変化についても同様に解釈を試みると昼のマリンバ以外は不快であった可能性がある。しかしながら、実験後の内省報告からは実験に対する不快な感想はみられず、主観評価も変動を示さなかった。 α 波含有量の低下が必ずしも β 波の増加を同時に示す現象ではない可能性が疑われ、楽器音の聴取によって脳の活性自体が低下し、むしろ、リラクセーションに近い状態にあったとも推測可能であろう。

自律神経系指標については、SCLの交互作用のみが有意であり、昼の実験時間帯においてはフルートよりもチューバやトランペットの聴取によってSCLが有意に低下すること、チューバやトランペットは朝よりも昼にSCLが有意に低下することが明らかとなった。本研究で用いた自律神経系指標は、いずれも交感神経が優位になるほど値が増加し、副交感神経が優位になるほど値が減少する。しかしながら、得られた結果は指標間で異なった。したがって、自律神経系指標については楽器音に敏感なものとうでないものがあると推察され、SCLは楽器音に対して敏感な指標であり、逆に楽器音の聴取は心拍数や呼吸に影響を及ぼすほどではなかったのではなかろうか。

気分の良さや眠気の主観評価は、日内変動に伴う覚醒水準の差異や楽器音の特性に影響を受けなかったが、統計的に有意でないもののトランペットは常に眠気が減少する変化を示し、チェロは常に増加する変化を示すなど傾向が異なった。

以上の結果から、覚醒水準や精神的緊張度の指標であるSCLや基礎律動帯域であり覚醒水準の指標である α 波は、楽器音の特性やサーカディアンリズムに伴う覚醒水準に応じて楽器音聴取による生体反応が異なり、心身の感受性が日内変動することが示された。とくに昼の実験時間帯においては楽器音の異なりが有意に検出され、吉田の基本感情ベクトルモデルの仮定とも一致し、覚醒水準の高い昼において感受性の幅が広がったために、より刺激音の差異を検出しやすくなったのではなかろうか。また、覚醒調整効果については、調整される程度の異なりの他に複数の調整パターンが検出された。この点に関しては、サーカディアンリズムに伴う覚醒水準の差異以外は覚醒水準を操作していなかったために、“調整する”という対象になかったのかもしれない。すなわち、何ら

かの意図をもって覚醒水準の調整をした場合には音楽は効果を発揮するが、そのような意図のない通常の日内変動内の覚醒水準での聴取の状況では、覚醒調整効果よりも音色的特性による影響とサーカディアンリズムに伴う覚醒水準の差異に伴う心身の感受性の変動が観察されたのではなからうか。

実験2 (覚醒効果の強さと楽器音の音域の関係性について)

方法

実験参加者・刺激・記録方法・手続き 実験1に同じ。

分析方法 ATAMAP II (Application program for Topographic Mapping, キッセイコムテック製)を用いて、脳波トポグラフィを作成した。分析時のサンプリングレートは256Hz, 分析時間は4sec (単位時間4.00), 平均回数は1回, FFTポイントは1024, 窓関数はハミング, スペクトル単位はパワーに設定した。

結果

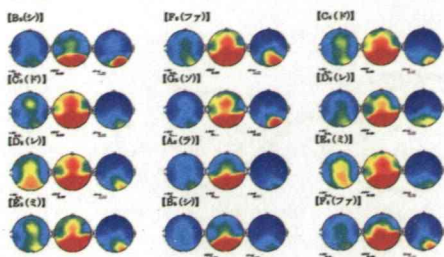
脳波トポグラフィ 楽器音呈示中の α 帯域含有量について、 $\alpha 1$ 帯域から $\alpha 3$ 帯域までの3帯域に周波数帯域を分別し ($\alpha 1: 8 \sim 9.7\text{Hz}$, $\alpha 2: 9.7 \sim 11.3\text{Hz}$, $\alpha 3: 11.3 \sim 13\text{Hz}$), 脳活性の程度と音高の関係について楽器・音高別に脳波トポグラフィを示した (図3)。

低いB (シ) や高いC (ド) については楽器差がみとめられず、高いF (ファ) はフルートとチューバでは右後頭部位 (O2) の $\alpha 3$ 帯域の活性が強く、トランペット、マリimba、チェロでは $\alpha 3$ 帯域の活性はみられなかった。フルートは、低音域と高音域において全脳的な $\alpha 2$ 帯域の強い活性が示された一方で、中音域 (B6 (シ)・A5 (ラ)) では $\alpha 2$ 帯域の後頭部位 (O1, O2) で高活性を示した。チューバは、C2・C3 (ド)・D2・D3 (レ)・E2 (ミ)・F2 (ファ)・G2 (ソ)・A2 (ラ) で $\alpha 2$ 帯域の全脳的な活性が、E3 (ミ)・F3 (ファ) で右後頭部位 (O2) の $\alpha 3$ 帯域の活性が示されたが、B3 (シ)については楽器音の影響がみられず、E3 (ミ)を境に活性の現れ方が異なった。トランペットは、B4 (シ)・F5 (ファ)以外の音高でCz部位の $\alpha 1$ 帯域活性および全脳的な $\alpha 2$ 帯域活性が示唆され、D4 (レ)・E4 (ミ)・F4 (ファ)・G4 (ソ)・A4 (ラ)・B5 (シ)でとくに強く $\alpha 1$ 帯域および $\alpha 2$ 帯域の活性がみられた。マリimbaは、音高別に変化に富む脳波トポグラフィを示した。低音域では影響がほとんどないか僅かに右後頭部位 (O2) で $\alpha 3$ 帯域の活性が示されたが、中音域では全脳的な強い $\alpha 2$ 帯域の活性と右後頭部位 (O2) の $\alpha 3$ 帯域の活性が示唆され、高音域では $\alpha 1$ 帯域のCz部位を中心とする僅かな活性および後頭部位 (O1・O2) を中心とする $\alpha 2$ 帯域の活性が示された。チェロは、低音域のC3 (ド)では右後頭部位 (O2) の $\alpha 3$ 帯域の活性が、D3 (レ)・E3 (ミ)・F3 (ファ)・G3 (ソ)・A3 (ラ)・B4 (シ)・C4 (ド)・D4 (レ)の中音域では $\alpha 1$ 帯域の僅かな活性あるいは全脳的な $\alpha 2$ 帯域の活性が示唆され、E4 (ミ)やF4 (ファ)の高音域では弱い後頭部位 (O1・O2) を中心とする $\alpha 2$ 帯域の活性が示唆された。

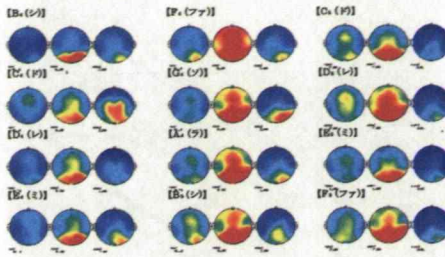
音高および音域と $\alpha 2$ 帯域含有量

$\alpha 2$ 帯域の平均含有量を音域・音高別に図4に示し、図5には音高別に $\alpha 2$ 帯域の平均含有量を6次多項式で示した (R^2 値含む)。図4および図5からは、低音域のチューバは二峰性の変動を示し、チェロは逆U字型に近い変動を示すことが分かる。また、中音域のマリimbaとトランペット

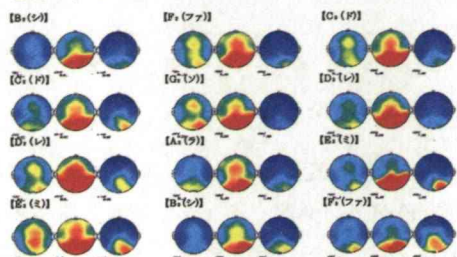
2-A: フルート



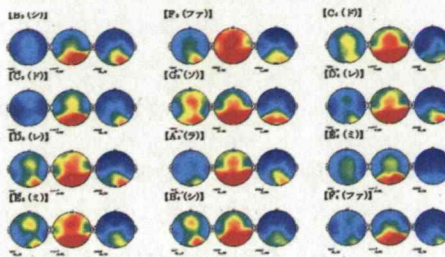
2-D: マリンバ



2-B: チューバ



2-E: チェロ



2-C: トランペット

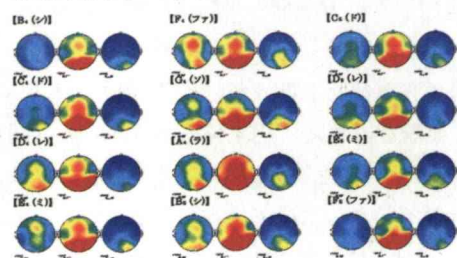


図3 脳波トポグラフィによる結果 (α波帯域のみ)

脳波トポグラフィの色が赤に近いほど当該周波数帯域の脳波が強く出現していることを示し、青に近いほど当該周波数帯域の脳波の出現が弱い。左端からα1帯域 (8.0 - 9.70Hz), α2帯域 (9.71 - 11.30Hz), α3帯域 (11.30 - 13.0Hz) を示す。

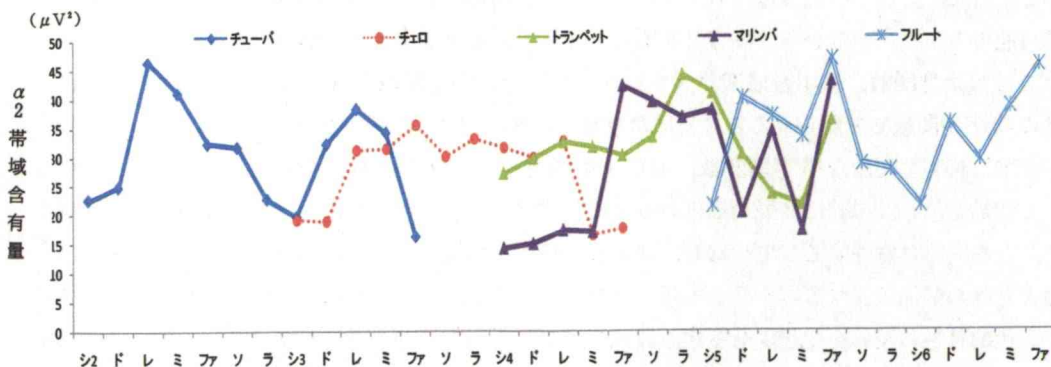


図4 音高および音域とα2帯域含有量

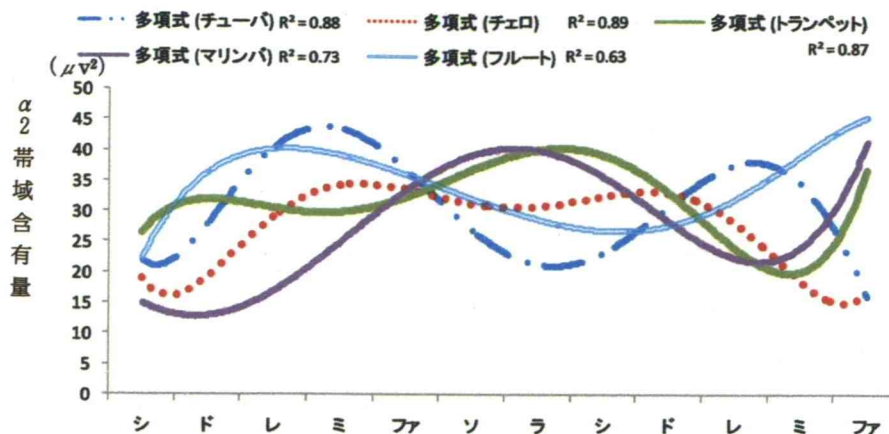


図5 音高と $\alpha 2$ 帯域平均含有量の6次多項式と R^2 値

はN字型の変動を示し、高音域のフルートも同じくN字型の変動を示した。いずれの楽器音においてもB \flat (シ)の含有量は少なく、E (ミ)の含有量が多い楽器、A (ラ)の含有量が多い楽器、E (ミ)とA (ラ)の含有量が多い楽器の3パターンの変動が観察された。さらに、 $\alpha 2$ 帯域 ($\alpha 2: 9.7 \sim 11.3\text{Hz}$)の全測定部位の平均含有量を用いて、音高別の平均含有量を算出し、5 (楽器の種類) \times 12 (音高)の2要因実験参加者内分散分析を実施した。その結果、交互作用が有意であり ($F(44,352) = 1.56, p < .05$)、音高の主効果が有意傾向であった ($F(11,88) = 1.70, p < .10$)。単純主効果検定の結果、C (下のド)における楽器音の効果 ($F(4,438) = 7.56, p < .001$)と、チェロにおける音高の効果が有意であった ($F(11,440) = 3.22, p < .001$)。多重比較の結果、C (下のド)はフルート、チューバ、トランペット、マリンバの $\alpha 2$ 帯域含有量がチェロよりも有意に多いことが示され ($MSe = 608.89, p < .05$)、チェロは、C (下のド)よりも他のすべての音高で $\alpha 2$ 帯域含有量が有意に多いことが分かった ($MSe = 632.40, p < .05$)。

考察

覚醒効果の強さと音高の関係について、楽器音の音域の違いによって異なる関係を示すことが明らかとなった。これらの差異はそれぞれの楽器の音色的特性が最もよく発揮される音域の異なりで分類可能であった。すなわち、高音域楽器 (フルート) および中音域楽器 (トランペット・マリンバ) ではN字型関数、低音域楽器 (チューバ) では逆U字型関数、低音域楽器 (チューバ) は二峰性のM字型関数で表現する $\alpha 2$ 帯域含有量と音高の関係性が観察された。

一方で、N字型関数、M字型関数、逆U字型関数のいずれの結果も平坦ではないという意味において変動を示し、単純に音域の高低のみでは説明できない、音階呈示による効果の違いが観察されたことを同時に意味する。ではなぜ、楽器音の特性が発揮される音域の高さによって $\alpha 2$ 帯域含有量と音高の関係は異なるパターンを示したのであろうか。この疑問については推測の域を出ないが、音色的特性の差異を生起させる周波数成分の異なりが中枢神経系指標である α 波帯域のなかでも、とくに $\alpha 2$ 帯域の活性度に影響を与えたのではなかろうか。

また、低音域、中音域、高音域といった離散的なカテゴリーに分類せず、連続する軸上での変化

として捉えることも可能であり、この場合、一音一音に対応する音高の周波数特性が単純に影響していたとも考察可能である（図4）。しかしながら、なぜ基音の周波数成分の高さと α 2帯域含有量は直線的な関係性がないのであろうか。すなわち、 α 2帯域含有量と音高の関係性はパターンが異なるもののなぜ曲線的な関係にあるのであろうか。一つの理由としては和声に関する問題が同一楽器音の音高の高さと α 2帯域含有量の増減に関係していることが推測される。同一楽器音で音域を拡張して検討するなど、さらに検討が必要であるが、単純な周波数特性では示されない音色（timbre）が α 2帯域含有量の増減に大きな影響を与えているのではなかろうか。

おわりに

本研究では、楽器音が及ぼす心身への影響について、サーカディアンリズムに伴う覚醒水準の異なりによる感受性の変動を切り口に検討したが、結果は指標毎に異なる結果を示し、中枢神経系、自律神経系、主観評価はそれぞれ異なるものを反映、あるいは楽器音に対する敏感度が異なっていた可能性がある。吉田（2002）は、自律神経系は快適感という意識状態に対して敏感な指標ではないと指摘し、快適感に対しては中枢神経系の活動を指標に用いるのが適切であると述べている。また、井上・相川・山内（2000）は、自律神経系の生理指標は恒常性の維持としての役割が強く影響し、外的な刺激による変化を測る尺度としては適切ではないかもしれないと報告している。しかしながらSCLは、昼の実験時間帯については楽器音の特性による差異がみられ、吉田の基本感情ベクトルモデルの見解とも一致した。同様に、 α 波含有量についても昼の実験時間帯に楽器音の特性による差異がみられ、楽器音の特性に応じて最も異なった影響がみられた。

主観評価は統計的に有意な変動が観察されなかったため、本実験で用いた楽器音は情動を揺さぶるほどの強い刺激ではなかったことが推測される。楽器音は生存に関係するような危機的な刺激でないため、与えられた刺激に生体が必ずしも対応する必要性がなく、 α 波やSCLは生理的に応答したものの、心拍数や呼吸については恒常性の維持が保たれ、認識として変化を感じられるほどの環境の変化ではなかったのかもしれない。したがって、音楽の覚醒調整効果は生理的な覚醒水準が変化することでその存在が支持されるが、意図的に強く覚醒水準が調整・操作される状況でなければ観察しづらいものであり、日常的な場面というよりは特殊な状況下で観察される現象であることが分かった。

しかしながら、辻ら（1990）の結果同様に楽器音の呈示によっても α 波含有量やSCLに変化がみられることが示され、その変化は楽器の種類や実験時間帯、音の高さによって一定ではないことが分かった。つまり、楽器音はサーカディアンリズムに伴う覚醒水準の変動に対して覚醒調整効果を示さない一方で、楽器音の聴取による心身の感受性は日内変動を示し、とくに昼間には楽器音の刺激特性に応じて変動の現れ方が異なることが分かった。

本研究の結果は、日常的な音楽聴取場面において音楽は覚醒水準の調整に作用する可能性は低いが、音楽聴取による効果そのものは音楽の特性に応じた変化が期待され、昼間には最もその特性が強く作用するというを示唆するものではなかろうか。今後は更に緻密な刺激や実験計画のもと、楽器音が及ぼす心身への影響について体系化し、より効果的な音楽聴取効果の基準として確立していきたい。

