

# 音楽の構成要素が脳血流と自律神経に与える影響

「エリーゼのために」聴取による生理学的変化について社会福祉学的意義を検討する

店村 眞知子\* 大城 昌平\*\* 一之瀬 大資\*\*  
犬塚 博\*\*\* 永田 勝太郎\*\*\*\*

\* 聖隷クリストファー大学 社会福祉学部 こども教育福祉学科

\*\* 聖隷クリストファー大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

\*\*\* 静岡大学工学部 電気電子工学科

\*\*\*\* 財) 国際全人医療研究所理事長

## はじめに

音楽の美しさに、純粹に心から浸りこむ境地は「美的感情移入」といわれ、この姿勢が音楽を聴くときの典型であると我々は考えているだろう。しかし、生活する人間の座標を、もっと拡げて観察すると、世俗の中に生きる人間たちは、多くの生活ストレスの攻撃を受け、からくも美的な芸術という洞窟の中に逃げ込んで、芸術による緩和・治療・救済を求めている。つまり人は音楽によって心のやすらぎを生み、明日に生きる活動のエネルギーを養っているのである。昨今は、社会福祉の現場でも、互いの主体性を尊重し、理解し、受容しあい、さらには共感しあう相互主体的関係を構築してゆく体験として、音楽による心理療法が試みられている<sup>1)</sup>。

従来より我々は音楽の精神と身体に与える影響として、血行動態への影響や音楽のストレスへの影響を検討してきた。人がストレスを持っていたとしても、その人が好感を持った音楽を聴取すると、ストレスから解放されることができるという結果を得てきた<sup>2)</sup>。その結果を踏まえて、今回は社会福祉の領域における生活ストレスの緩和剤として、あるいは安らかな生活の営みの流れを生じたり、集団の療法的意義を深めることを目的に、音楽療法の精神・生理学的検討を行ってゆきたいと考えた。

## 第1章 研究の目的

### 第1節 【これまでの研究の目的と方法】

これまで音楽の精神と身体に与える影響として、血行動態への影響と、音楽のストレスへの影響を検討してきた<sup>3)</sup>。そして音楽療法の奏功のためにカタルシス（発散・浄化）を起こさせることを目的としていた。

（患者の目の前でピアノライブコンサートを40分行った結果）

・コンサートの期間を4期に分割することが出来た。

導入期・鎮静期・カタルシス期・終息期<sup>4)</sup>

カタルシスとは脳の持つ学習と記憶のメカニズムが再構築されることを指す。患者の心理の奥底に潜在し、患者を苦しめていた苦痛から患者を解放し、直接的に身体的症状を改善する状態をいう<sup>5)</sup>。

音楽の愛好家が音楽を聴く時、作品の構造よりも全体的な印象が重要であり、感動を受けることが目的である。曲の細部の構造の微細な部分に至るまで知って、的確に音を追ったり、作品を正しく位置づける必要は無い。曲の構造の諸問題は、作曲の研究を充分に行った人たちだけがよく知っている技術的な問題である<sup>6)</sup>。

今回は、音楽を提供する我々の側が、予め選曲しておいた音楽の組織化された世界を分解しておく。つまり音楽を構成している、早さ、遅さ、または同じことを繰り返したり、主題から離れたたり、主題から戻ったり、更には音が重なることで生じる波動的調和の世界だったり、人の心のさまざまな動きに同期する要素が選定されていることを知っておいて、音楽を聴取する側の生体に、その成分の何がどう影響を与えたかということ、脳血流と自律神経系の2指標で検討してみたいと思った。

これまでこういった楽曲の構成要素が生体内に与える生理学的研究は未詳のままであった。

本論は以下の手続きで進行する。

### 第2節 【楽曲の構成要素とは】

#### 1. 用語の解説

①構造 一つの曲全体を構成する多様な諸部

分の組み立てをいう。

作曲上の技術的な諸問題で、調性、和音の組み立て、旋律の組み立て、楽曲の形式、拍子、リズム等をいう。

- ②形式 作品の必然性やその本質に結びついている統一ある一つの全体そのものをいう。

2部形式、3部形式、コーダ、メヌエット、ロンド形式、ソナタ形式等

- ③様式 芸術家が自己の思想に潜在させる一種の刻印とも言えるもの。つまり作者にとっての確固たる個性あるいは独創性と言った意味がある。そして作品に作者独自の相貌をあたえることができるもの。古典派様式、バロック様式、ウィーン古典派様式、印象主義様式、ベートーベン様式等。

### 第3節 【音楽の有する制約について】

音楽は人類の文明の進歩とともに発展してきた。文明の発達初期には、音楽は本能的発想からスタートしたが、文明の進展とともに数学者や哲学者の理論の対象となっていった。これらの学者たちは音楽の理論と実践に数的比率の理論を当てはめた。ピタゴラスは、オクターブ、5度音程や4度音程を作り出し数学的音楽観を確立した<sup>7)</sup>。

このように数学者たちは音階を理論的に組み立て得ることを知り、またこれを音楽の素材として使えることを証明した<sup>8)</sup>。しかし音階を構成して音楽を作ってゆく時、音の扱いには明確に守らなければならない制約が課せられてゆく。つまり旋法といわれるものであり、ドリア旋法始め12の旋法、あるいは全音音階、半音音階を使わなければならないと言った、明確な構成を持ったパターンの範囲内で音楽を作らなければならないという制約のことである<sup>9)</sup>。

作曲家にとってはその音楽をどのように統一し変化をつけてゆくか、あるいは続けてゆくかということが一番の問題なのである。そのなかに、フレーズとリズムは和声と関連性を持っているものであり、また和声自体も方向性や進行性という制約を持っている<sup>10)</sup>。我々のこれまでの音楽療法の科学的検討から、この西洋音楽の構成が有している「制約」が精神生理に作用し患者が失ったバランスの賦活作用として働いていることが推測された<sup>11)</sup>。

多くの制約の中にありながらも、芸術家達は自然からのインスピレーションを資源として確固たる自分たちの作品を創造していったということができよう<sup>12)</sup>。

### 【今回の検討の目的について】

今回、これまでの研究結果をふまえて、さらに社会福祉学的観点から、音楽療法のあり方を検討するため、楽曲の構成成分の分析を行い自律神経系、脳表面血流に与える影響について検討したので報告したい。

## 第2章 研究の方法と対象

### 第1節 【対象】

対象：被験者は、音楽に精通した学生とピアノの専門家の計10名（全員女性、年齢25.2歳±13.8歳）である。被験者からは事前にインフォームド・コンセントを得た。

### 第2節 【方法】

使用楽器は、デジタルピアノ（カワイ ES2）であり、演奏環境は、被験者1名の目の前でピアニストが演奏する。演奏者は、ピアノ演奏歴55年、音楽療法歴20年である。演奏者は音楽療法（個人的コンサート）の実践者として、被

験者の目の前で、従来、被験者の心理状況に演奏者が tuning in するピアノコンサートを実践してきた。すなわち、演奏家と被験者が一体となり、呼吸を合わせた演奏を心がけてきた。今回もその方式を採用した。

演奏者と被験者(聴取者)は1対1であるため、被験者は否が応でも、演奏を傾聴する (listen) こととなる。それは「聞き流し」(hear) ではなく、「分析的に聴く」ことを意味する。

### 第3節 【使用楽曲】

ベートーベン作曲の「エリーゼのために」(演奏時間4分19秒)。

被験者は、座位を取り、十分な安静の後、その最後の3分間を安静時データとして測定し、音楽聴取時に、心拍と脳血流の2指標を経時的に、非侵襲的に、同時に測定した。指標はコンピュータに記録し、後に各楽曲構成要素の各期の最後の部分10秒間の平均値を求めた。

### 第4節 【測定方法】

#### 1. 自律神経活動

心電図を記録し、R-R間隔の周期的変動を周波数解析することにより、自律神経機能を評価できる。MemCalc/Tarawaを用いた。0.150～0.40Hzの高周波成分(High Frequency Component; HFamp.)が副交感神経機能を示し、0.05～0.15Hzの低周波成分(Low Frequency Component; LFamp.)が、交感神経と副交感神経の影響を受けているとされ、LF/HF ratioは、交感神経系を表すと考えられている。HF ampとLF/HF ratioを評価の対象とした。

2. 脳血流変化：近赤外分光法：NIRS (near infra-red spectroscopy) は生体組織に対する透過性の高い近赤外光(波長700から1000nm)

を用いて、血液に含まれる2種類のヘモグロビン、酸素と結合した酸化ヘモグロビン(以下oxyHb)と、酸素と結合していない脱酸化ヘモグロビン(以下deoxyHb)の変化量を計測する装置である。計測は頭皮上に3cm感覚で設置された一対の送光点と受光点によって行われる。送光点より照射された近赤外レーザー光が、大脳皮質の表面(深さ2～3cmの範囲)で散乱と反射を繰り返した後、受光点によって検出される。その間に光が吸収された量、すなわち受光点に届いた光の減衰量から血液中のヘモグロビン変化量を逆算することができる。NIRS法は、臨床的に、非侵襲的脳表面の血流量測定の方法として位置づけられている。

NIRSによる計測エリアは、前頭前野(Prefrontal cortex、PFC)とした。この領域は、脳幹の網様体賦活系(RAS: Reticular Activating System)や、大脳辺縁系との間に強い相互接続が存在している。そのため、前頭前野は人間の高レベルの覚醒(alertness)に強く依存し、さらに、喜び、痛み、怒り、激情、パニック、闘争-逃走-硬直応答(fight-flight-freeze responses)などの脳の深部構造にある情動に関する経路にも強く関係している。従来からの研究で、前頭前野は音楽を没頭(没入)して聴取することにより、活動レベルが低くなることが知られている<sup>13)</sup>。解析は、右脳と左脳に分けて行った。

### 第5節 【倫理的配慮】

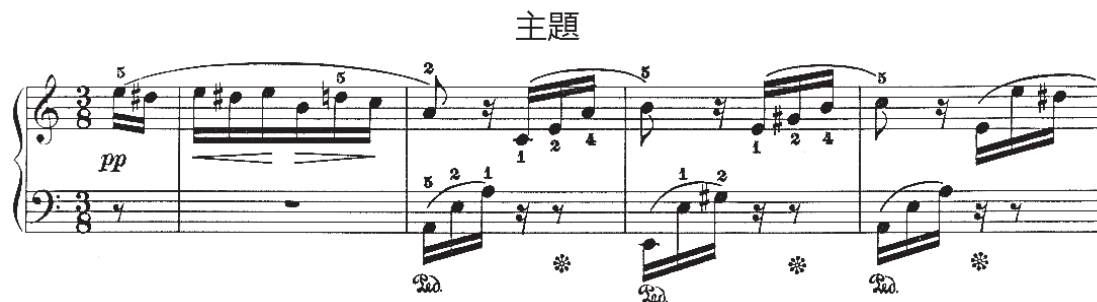
本研究は、聖隷クリストファー大学倫理委員会の審査承認を得た後、実験参加者を募集し、事前に被験者に充分説明を行い、同意書の提出が得られた被験者のみに対して実施した。特に、被験者が不利益にならないこと、及び途中で退出したい意向を示したときには直ちに中止でき

ることを説明した。さらに個人情報保護法を厳守し、個人が特定されないように十分配慮した。

### 第6節 【統計学的解析】

数値は  $\text{mean} \pm \text{S.E.}$  で表現した。統計解析は、SSSMCTX for Mac により行った。危険率5%未満を統計学的有意とした。

### 第7節 「エリーゼのために」の楽曲分析



微妙な拍子で始まり怪しくて不安な状態を表す

Fig 1

### 第一展開部＝転調して一気にへ長調へ

逃げ出すと言う意味がある



特徴的: 曲の持つ色彩感が一気に変わる

Fig 2

主題再現部＝はじめの調のイ短調へ

再び不安な気持ちの中へ＝循環する

Fig 3

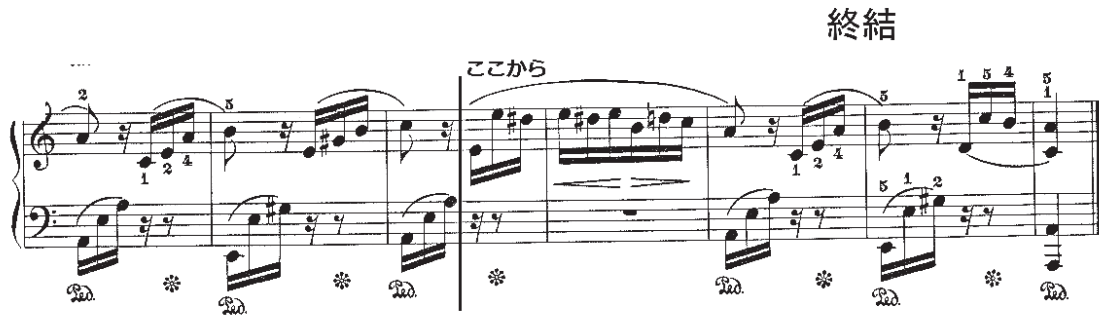
第二展開部＝重厚な短調

ベートーベンの心の疼きか・・・

Fig 4

終結部＝また始まりのイ短調が

Fig 5



思い出のなかに、自分の心を閉じ籠めるように終わってゆく

Fig 6

本楽曲は、約4分の曲である。

- ① 3部形式（ロンド形式：A・主題部－B・第1展開部－A・主題再現部－C・第2展開部－A・終結部）である。Aという主題がBとCという展開部を取り込みつつ循環する形式である。1回目の主題Aを提示部とし、2回目の主題を再現部、3回目の主題を終結部とした<sup>14)</sup>。半音の概念：本楽曲の主題は、世界中の人びとに愛されている。ミ（Mi）の保続音を含む5つの音型による問いかけ（半音）と、それに続く4つの音が相槌を打つようなニュアンスを持つ9つの可憐な音型である<sup>15)</sup>。

●音楽史上で「モチーフの展開による作曲」を得意とした、一連の作曲家の中の一人に、ベートーベンがいる。彼の作曲した交響曲1番の出だしのところで、半音という最も短い、しかし特徴的な音程で音楽を「思考」している。ベートーベンは半音進行や半音による構成を音楽の進行に必然性を持たせるために、これを好んで用いたと考えられる<sup>16)</sup>。本楽曲はたった4分程の小さな楽曲であるが、構造はそれぞれが緻密で強い個性を持つ作品である。ベートーベンの典型的な1曲として印

象深いのはこういった所以である。

第8節 【西欧の音楽の特徴】

音というものは動きまわる宇宙である。その世界を、西欧的合理主義に則って秩序とバランスの上に組織化された世界を構築したと言える。

- ・形式や構造や様式と切っても切れない間柄である
- ・調性：主音をめぐって厳格な秩序を持っている
- ・メロディーの表情の意味する歴史的・土地的複雑さ
- ・和音の持つ意味や性格
- ・構造上の完全な均整や完璧性への好み

【ピアノ曲としてのエリーゼのために、その特異性】

Mi音の半音階で始まり、Mi音の保続が行われるところが象徴的であり、そのメロディーの切なさゆえにつとに有名である。ここにおける半音の動きは優雅さ、柔軟、謙遜、気遣い、愛嬌、苦悩、女性的性格を示す<sup>17)</sup>。しかし演奏家にとってこの4分あまりの曲は実に弾いていて息苦し

い。音楽愛好家が音だけを楽しんで弾く場合には解らないだろうが、演奏家 (Professional) が、理論に従って演奏するとなると、実際にはあまりにもきちんと組み込まれていて、演奏者にはその几帳面な区切りゆえに、自然な呼吸が許されない感が否めない。繰り返される短調のテーマの後、ほんのひとときだけ雲の切れ目から光が差し込んで来るような展開部に入るが、それもすぐにテーマのメロディーの中に戻ろう、戻ろうとする循環の構造的特徴があり、演奏家に多くを言わせないという堅苦しい存在感を持つようだ<sup>18)</sup>。

### 第3章

#### 第1節 【結果】

測定結果は、以下のように変化率で検討した。

[楽曲の各構成要素での反応値 - 安静時での反応値] / 安静時での反応値 × 100

その結果を図に示す。

#### 第2節 【自律神経系の変化】

HF amp を副交感神経系機能、LF/HF ratio を交感神経系機能と見なし、評価した。楽曲の演奏とともに、HF amp が機能低下し、副交換

神経系の緊張が低下した。有意に低下していった。LF/HF ratio の反応から、第1展開部と第2展開部を除いて、相対的交感神経優位の反応が観られた。特に安静時から最初の主題部への導入では、大きく相対的交感神経系優位へと傾いた。主題部と主題再現部を除いて、有意に低下した。

心理的な変動としては、不安からリラックス、不安からリラックスということが出来る。しかし、主題再現部の LF/HF ratio で標準誤差がたいへん大きかったことは、被験者は個別的な反応を示したと考えられた。

(Fig 7 Fig 8)

#### 第3節 【表面脳血流量の変化】

右脳、左脳ともに、前頭前野の表面脳血流量は同様の傾向を示し、楽曲の演奏の進行とともに血流量は減少していった。これは、被験者が没頭して楽曲を聴取していたことを意味する<sup>19)</sup>。しかし、詳細に検討すると左右の表面脳血流量は相違を呈していた。

右脳では、いずれの構成要素でも有意に安静時に比較して表面脳血流量は低下した。終結部に入り、徐々に安静時のレベルに戻りつつあった。

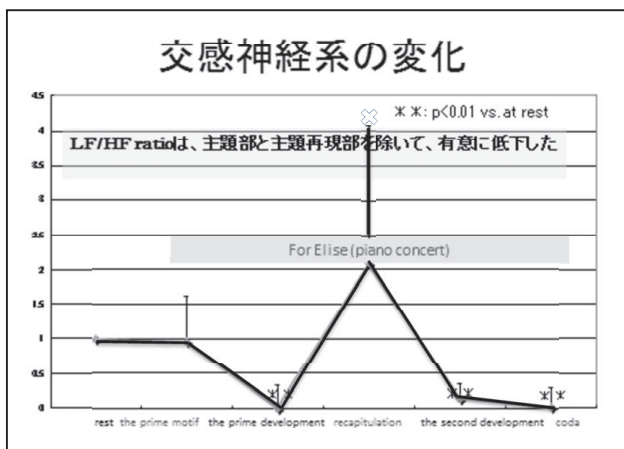


Fig 7

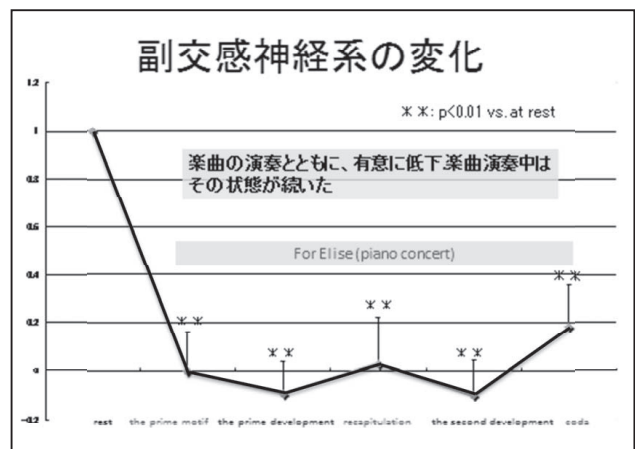


Fig 8



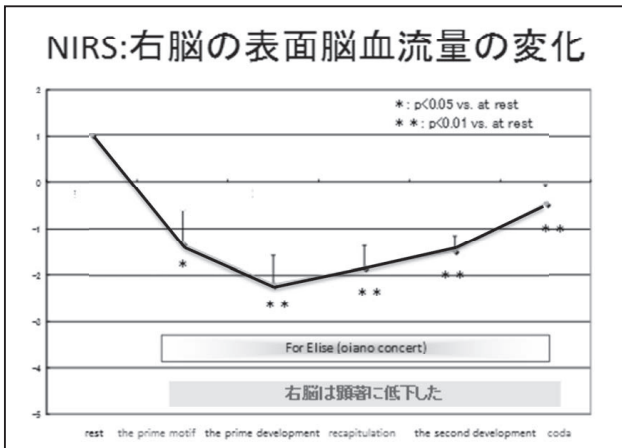


Fig 9

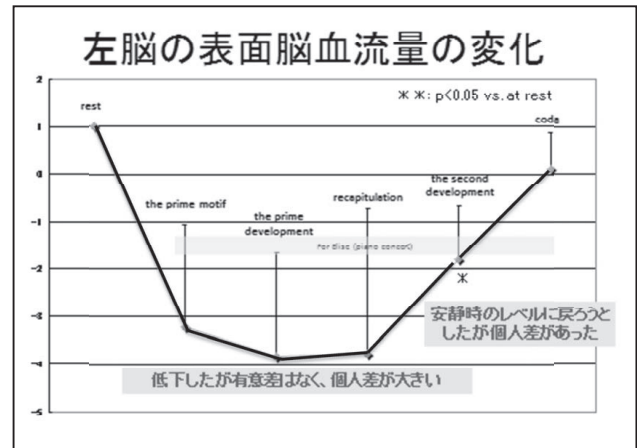


Fig 10

一方、左脳では、標準誤差が大きく、有意であったのは、第2展開部のみであった。左脳の反応は個別的であったといえよう。

(Fig 9 Fig 10)

#### 第4節 【各構成要素の反応の検討】

- ①最初の主題部では、副交感神経系が大きく低下したが、交感神経系は変動を見せなかった。右脳の表面脳血流量は有意に低下したが、左脳は個人差が大きかった。
- ②第1展開部では、副交感神経系は主題部と比べ、動きを見せないが、交感神経系は有意に機能低下を呈した。右脳はさらに表面脳血流量が低下したが、左脳では個人差が大きかった。
- ③主題再現部では、副交感神経系は、第1展開部と同様の反応を呈したが、交感神経系では、大きな個人差を示した。右脳は第1展開部と同様の反応であったが、左脳は個人差が大きかった。
- ④第2展開部では、副交感神経系は依然、機能低下したままであったが、交感神経系は再び有意に機能低下を呈した。右脳・左脳ともに有意に表面脳血流量が低下していた。

- ⑤終結部では、副交感神経系は第1展開部に比し、上昇するが、まだ低下していた。交感神経系は、機能低下が続いていた。右脳・左脳ともに表面脳血流量は安静時のレベルに戻ろうとしていたが、左脳では個人差があった。

今回の検討で、各構成要素における比率を求めると、第1展開部と第2展開部を除いて、相対的交感神経系優位であった。特に、安静時から最初の主題部への導入では、大きく相対的交感神経系優位へと傾いた。

#### 【考察】

ベートーベンの「エリーゼのために」は、彼の40歳の時に作曲された。ベートーベンは、貴族の娘であるエリーゼ（正確には、テレーゼ Therese）に恋をしたが、身分の相違のために失恋に終わった。この楽曲は、その思い出のために書かれたものであり、その楽譜はエリーゼの書類から発見されている。いわば、ベートーベンの苦渋の体験を描いた楽曲である。

ベートーベンは、この楽曲で、エリーゼと共に楽しい時間を過ごしている様子を展開部にし、主題部で別れの辛さ、悲しさを表している。

全体の構成は、最初の主題部はイ短調であり、第1展開部はヘ長調で愛らしく表現され、その後、再び、主題再現部でイ単調に戻り、第2展開部へなだれ込む。そこでは主音の保続低音部激しく鳴り響く。このように、本楽曲では、短調部分と長調部分の対比が明確で、形式的にも簡素で分かりやすい。

しかし作曲の動機からも明らかなように、この楽曲は決して明朗でリラックスさせるような軽い曲ではない。聴取者は真剣に聞かないといけなような楽曲でもある。そうした楽曲の特徴が今回の検討によく現れたといえよう。

こうしたベートーベンの意図通り、被験者は反応し、自律神経比率は、主題部で相対的交感神経系優位、展開部で相対的副交感神経系優位を示した。すなわち、主題部が交感神経系優位を誘い、展開部がそれを和らげる効果があったと考えられた。反応は必ずしも副交感神経系優位のリラックス反応を示さなかったということが出来る。にもかかわらず、今日も多くの人に愛奏、愛聴されているのはどうしてであろうか。

楽曲の特徴である“Miの半音を含む9音”が始まると、副交換神経も交感神経も活動が低下したのである。これは生理的には“変な感じ”がする状態を指すのである。しかし右手の“Miの半音を含む9音”に対して、左手のアルペジオが包み込むように対応する。この右手と左手の音の動きは非常にバランスが取れていて、気分の上昇を招いてくれるので、まるで聴く人の精神を支えてくれているような気分させる効果を持つ。これはベートーベンの作曲技法の隠し技である。非意図的にフォローしているのである。しかし、なんとといってもこの曲は、辛うじて2度の展開部で聴く人の“変な感じ”を持ち直すことができている曲ということが出来るだろう。

NIRSによる表面脳血流量は、右脳優位であった。そのことは、被験者が没入感に浸っている状態を表し、なおかつ感性では楽曲を楽しんでいたということが言えよう。

ある構造上の理念や形式上の実現はそれ自体として美しい力を有している。この『形式美』に対して、聴衆はそれがどう表現されているかを完全に自覚しなければならないということはないのであって、ある作品の根源的な諸構造が聴衆に気づかれずにいて、船舶の安全航海に有効に寄与しながら、いわば吃水線の下に潜っているようなこともありうるというのと同様である。バッハの作品などにみると、ほとんど耳には聞こえず、たいていは分析の結果初めて姿を表すような対位法上の旋律や基底に流れる旋律を、もし取り除いてしまったら、彼の作品は最深部の秘められた均衡の本質的なものを失うことになるだろうといわれている<sup>20)</sup>。

## 【総括】

ヨーロッパの芸術を全面的に支配しているのは統一性という概念である

西洋音楽における形式や構造を定義づけるとすれば、形式や構造は、ある作品が統一性に達すべく務めるその仕方に他ならないのである<sup>21)</sup>。

楽曲分析家の田村和紀夫も“名曲に何を聴くか”のなかで、「楽曲の個々の部分や要素の意味を積み上げることで、全体の意味が浮かび上がる。ちょうど単語の集積から文章が意味を持つように、そしてただの集合体を超えた意味を生み出すことができる」と言っている。

この楽曲は4分あまりの曲であるが、複雑で重厚な深層構造を有していることが解った。音が移動してゆく時、そこには聴取者にはわからないようにベートーベン独特の音の操作が入っ

ているのである。ベートーベンが美しい素材を、織物を織るように組み合わせ、調和の取れた統一性のある世界を生み出したのである。こういった技の積み重ねが二律背反的な人間心理の深い奥を揺さぶることになり、最後には共感とともにその世界に魅了されてしまうのだらうと考えられた。

つまり我々の魂の健康状態とは、哀憐、不安、心配、快楽等こういったものをすっかり根絶した状態をいうのではなく、これらの情緒を適度に取り合わせ持つこと、つまり良い意味のストレスを持つことが、身体的能力を備えた活力を蓄えられた状態ということが出来る<sup>22)</sup>。音楽を形作っている構成の働きのなかには、魂を緊張させる作用と、それを解き放って解決をつけてくれようとする二つの作用を有しているのであり、それ故我々は、演奏される曲の中の美的要素に魅了されつつも、同時に不安な情緒に心がかき乱され共感するという世界にどうしようもなく浸ってしまうのである。そのどちらの魂の状態も、人間ならではの心持ちといえるだろう。つまり楽曲は、こういった人間の奥深い魂を見つめ、救い上げたいという願いで作曲家が作り上げている世界である。モーツァルトがそのオペラ「魔笛」の中で、非常にシンプルな音で歌わせている。「音楽があれば、この世は平和になり、みんながしあわせになれるのに」と。つまり、音楽の内包する救いの力が、社会がより良くなることや個人が幸福になることに、もっと用いられたなら、必ずや人々の心は今よりもっと柔らかくなって、そして相手のために手を差し伸べることが喜びとなるであろう。総じて、音楽を心置きなく用いられることが望ましいと考えられる。

## 引用・参考文献

- 1) 櫻林仁 (1990) 心をひらく音楽
- 2) Tanamura M, Nagata K: Psychophysiological assessment of a therapeutic concert, Psychosomatic Medicine, International Congress Series No.1287 : 101-106, Elsevier B. V, Amsterdam, 2006.
- 3) 永田勝太郎, 店村眞知子: 音楽療法の効果とそのエビデンス, 看護技術 48(8): 4-7, 2002
- 4) Tanamura M, Nagata K: Psychophysiological assessment of a therapeutic concert, Psychosomatic Medicine, International Congress Series No.1287, Elsevier B. V, Amsterdam, 2006.
- 5) 店村眞知子 (2009) 『聖隷社会福祉研究』 第二号, 33-38
- 6) アンドレ・オデール (1973) 『音楽の形式』, 20-21
- 7) 小方厚 (2007) 『音律と音階の科学』
- 8) 小方厚 (2007) 『音律と音階の科学』
- 9) 小方厚 (2007) 『音律と音階の科学』
- 10) ジョン・ペインター (1982) 『音楽の語るもの』
- 11) 店村眞知子 (2009) 『聖隷社会福祉研究』 第二号, 33-38
- 12) 吉田秀和 (1990) 『モーツァルト』 講談社学術文庫
- 13) 星詳子 (2006) 『精神研 no. 320, 光脳機能イメージング』
- 14) 島岡譲 (1964) 『和声と楽式のアナリゼ』 p36
- 15) 田村和紀夫 (2004) 『名曲に何を聴くか』, p73
- 16) 田村和紀夫 (2004) 『名曲に何を聴くか』, p73-74
- 17) 橋本國彦 (1948) 『旋律の作曲法』

- 18) 原田宏美 (2005) 『ベートーベン ソナタ・エリーゼ・アナリーゼ!』
- 19) 星詳子 (2006) 『精神研 no. 320, 光脳機能イメージング』

- 20) 島岡譲 (執筆責任者) (1998) 『総合和声』
- 21) 永田勝太郎 (1997) 『新しい医療とは何か』  
p127

# Effects of music on the cerebral blood flow and the autonomic nervous system

Assessing the Relevance of the Results to Social Work Theory and Practice

Machiko Tanamura\* Shohei Oogi\*\* Masashi Ichinose\*\*  
Hiroshi Inuzuka\*\*\* Katsutarou Nagata\*\*\*\*

\* Seirei Christopher University School of Social Work

\*\* Seirei Christopher University School of Rehabilitation

\*\*\* Shizuoka University Department of Electrical and Electronic Engineering

\*\*\*\* International Foundation of Comprehensive Medicine

Key words : Music Therapy, For Erize, Bloodflow, Autonomic nervous system, Component elements of music

## Objective

We have shown psychologically and physiologically that listening to music gives rather great effects on physiology of human body. Then, we have tried to apply this phenomenon to treatment. We conducted this study to determine how the subjects would respond mentally and physiologically to music, measuring the cerebral blood flow and various parameters related to the autonomic nervous system, and the findings were analyzed. The investigator who made these measurements had previously well comprehended the theory of music (what meaning the rhythm, organization of tone, tune and melody have). The subjects included 10 students of Seirei Christopher University (sex: female, mean age: 20 years).

## Methods

The music piece chosen was "For Elise" (4 minutes) by Beethoven.

This music piece takes the ternary form (A rondo form: A-B-A-C-A). This form is characterized by progression in a cycling manner with the motif A incorporating the development parts B and C. The firstly appeared motif is the presentation part, the secondly appeared one the reproducing part, and the thirdly appeared motif the final cadence part. Both before and after listening to music, one each resting phase lasting one minute was placed. As the musical instrument, a digital piano was used.

Measuring methods : Cerebral activities while the subjects were listening to music were

measured by the near-infrared spectroscopy (NIRS). For ECG recordings, subjects were applied with Mem-Cal/Tarawa, and fluctuations in heart-rate were recorded. The spectral analysis was done to determine HFamp and LF/HF ratio. The correlation between these physiological response as measured by this method and the component elements of music was studied.

## Results

Individual differences were seen in the findings obtained. However, in general a tendency as described below was seen. With respect to the motif, at the cadence phase of its final stage the sympathetic nervous system became less active, with the parasympathetic nervous system predominating. These findings may indicate that subjects were relaxed. During the development phases of B and C, the parasympathetic nervous system was activated and the activity of the sympathetic nervous system decreased. Thus, the subjects seemed to be in a comfortable state during these development phases. From the analysis of these findings, we considered that the musical elements constituting the motif produced a feeling of relief and a world of harmony in subjects. On the other hand, the change in tone in the development phase provided a feeling of refreshment and expectation to the listeners.

As to the cerebral blood flow, the response to listening to music appeared after occurrence of changes in the autonomic nervous system. Increase in the cerebral blood flow was seen

at the final stage of the motif. This increase was still observed even after the resting phase started. It is considered from these findings that the brain activities go on incorporating and classifying various information.

## Discussion

We determined the correlation between physiological response to listening to music and the meaning of each component element of a music piece. In this study great individual differences were noted in the effects of each component element of a music piece on fluctuations in physiological functions. From these findings we considered that the degree of subject's preference to music and

experience in music play an important role here. In particular, in the subjects who showed high degree of preference to music, close correlative relationship was seen between the component elements of the music piece and physiological responses. On the other hand, no such clear response or any consistent tendency was seen in the subjects who had no preference to music. However, in the subjects who had strong preference to music, the autonomic nervous system showed clear response, with increase in the cerebral blood flow. We consider that music is purposive for use in the treatment of patients when music is regarded as a treating method for the purpose of giving relaxation with alertness.