

音楽と瞬目⁽¹⁾

足立 美奈子

ABSTRACT

Music and Eyeblink

Minako Adachi

The purpose of the present study was to examine the effects of form of music and the emotions aroused by them upon eyeblink response. Materials were two classic musics. First, subjects were asked to listen the whole music and then they were asked to listen the musics every one minute and to rate the impressions of the musics on seven SD-trait scales. The results showed the range of note, rest, form of musics, and the emotions aroused by them had an strong effect upon eyeblink. This result suggested that eyeblink will be a good measure to evaluate musics.

目 的

音楽の情緒的反応は、これまでもたびたび生理的指標を用いて測定されてきた。その根拠として例えばジェームス・ランゲ説では、情緒とその生理反応とは表裏一体をなしており、情緒的反応は生理的反応によって最も客観的に測定することができるかとされている(梅本, 1966)。

例えば、GambleとFoster (1906)、Weld (1912)、Hyde (1927)らは、音楽が呼吸と脈拍に及ぼす影響を検討した。これらの研究では、呼吸は音楽を聞くことにより速まり、脈拍も僅かに増加する傾向がみられた。また、Phares (1934)やFrancès (1958)はG S Rを指標とし、感情的評定やテンポの速度、また曲の主題の認知がG S Rの反応に影響を与え

ることを見出した。 α 波を指標とした桜林と永村 (1964)は、音楽(ブルックナーの交響曲第4番)と脳波の関係を詳しく分析している。その結果、 α 波が抑制される部分として、音楽の開始部、テーマの出現、曲中の休止、高音域などがあげられている。これに対して α 波が増大される部分は、曲の反復、低音域、フォルテの連続などである、と報告されている。

このように、音楽と生理的指標との関連がさまざまな研究によって報告されているが、まだごく一部の生理的指標との関連しか見出されていない。そこで本研究では、音楽との関連がまだ検討されていない瞬目を指標として実験を試みることにする。

瞬目(eyeblink)は、随意性瞬目、反射性瞬目、自発性瞬目の3つに分類できる(福田,

1991)。随意性瞬目とは意志の関与が明確なときの瞬目であり、反射性瞬目とは外的刺激によって起こる瞬目である。本研究で扱う瞬目は次の自発性瞬目である。自発性瞬目は心理的状态を反映するといわれ、様々な内的状態の生理反応としてよく用いられている。例えば、Tada (1986) は、テレビ番組や写真などを用いて、興味の程度と自発性瞬目の関連を検討した。その結果、興味の程度と瞬目率に負の相関を見出し、興味の程度が高いほど注意が向けられ瞬目は抑制され、興味の程度が低いほど瞬目は増加したと報告している。八重澤・吉田 (1981) は、不安・緊張などの心理状態と瞬目の関連を検討し、その結果、不安や緊張が高まると瞬目は増加する傾向にあるとしている。また、課題の種類が瞬目に与える影響の違いも報告されている。田多 (1986) は、視覚課題と聴覚課題を心的負荷の程度を変化させて瞬目率の変動を検討した。その結果、聴覚課題では負荷は単調に瞬目率を増加させるのに対して、視覚課題はU字型になることを見出した。

このように、瞬目活動は様々な心理的要因によって影響を受けており、他には覚醒の程度や情報処理、性格特性なども関連があるといわれている。これらのように、もし瞬目が個人の内的状態を鋭敏に反映するならば、音楽聴取時によるさまざまな心理的效果を検討するのに有効な指標となるだろう。

本研究では、瞬目を指標として用い、楽曲の性質や音楽聴取時の主観的状态がどのように瞬目に影響を与えるのか検討する。

方 法

被験者：女子大学生10名（20歳～22歳、平均年齢20.7歳）で、すべての被験者は矯正を含めて正常な視力を有していた。またコンタクトレンズ着用者は、コンタクトレンズをはずして実験を行った。

音楽刺激：

刺激B-1：ビゼー作曲「カルメン組曲」

より第1幕への前奏曲（4分23秒）を全曲呈示した。

刺激B-2：刺激B-1を1分毎に編集し、5回に分けて呈示した（但し、5回目は4分01秒～4分23秒までの23秒間であった）。5回ともすべて最後は音量を下げつつ終わるようにした。

刺激T-1：チャイコフスキー作曲「ピアノ協奏曲第1番 変ロ短調 作品23」より第1楽章（4分06秒）を全曲呈示した。

刺激T-2：刺激T-1を1分毎に編集し、4回に分けて呈示した（但し、4回目は3分01秒～4分06秒までの66秒間であった）。4回ともすべて最後は音量を下げつつ終わるようにした。

選曲にあたっては、2曲とも5分以内に完結するもので、主題部が特に有名であり被験者において既知性が高いと思われる曲を選択した。これらの音楽刺激はカセットデッキ（SONYパーソナルオーディオシステムZS-7）で、スピーカーによって再生された。すべての被験者はこれらの刺激すべてを呈示された。B-1・B-2、T-1・T-2の順序はカウンターバランスされていた。すなわち、半数の被験者にはT-1、T-2、B-1、B-2の順で、残りの半数の被験者にはB-1、B-2、T-1、T-2の順で呈示された。

装置：瞬目はEOG法によって、左眼瞼縁の上下に装着した一対の電極で導出し、時定数0.3sで交流増幅した。アース電極は前額の中心部に装着した。記録用紙の紙送り速度は1cm/sであった。これらの記録は日本光電製ポリグラフシステム（RM-6200）によって行われた。

手続き：被験者は電氣的にシールドされた部屋に入り、机に向かって楽な姿勢で着席した。机の上には被験者から1m離れたところにスピーカーが置かれていた。まず「体の力を抜いて安静にしていってください」と教示し、安静開眼時の瞬目を3分間測定した。つぎに「音楽を5分ほど聞いてもらいます。聞いた後で

その音楽の印象を質問しますので、そのつもりで聞いていてください」と説明した後で、音楽刺激B-1もしくはT-1を呈示した。

音楽が終了した後で質問紙に答えてもらった。質問紙は音楽の印象に関するものであり、気持ちがいい(5)－気持ちが悪い(1)、知っている(5)－知らない(1)、集中した(5)－散漫な(1)、おもしろい(5)－つまらない(1)、リラックスした(5)－緊張した(1)、落ち着いた(5)－ドキドキした(1)、好き(5)－嫌い(1)、の7項目のSD法式尺度による5段階評定と自由記述により構成されていた。

質問紙に答えた後で、「今度は先ほど聞いた音楽を1分ずつ聞いてもらいます。1分たつと音楽が終わりますので、終了したら質問紙に答えてください」と教示し、音楽刺激B-2またはT-2を呈示した。1分ごとの刺激

が終了した各時点で左記の質問紙に回答を求めた。瞬目は音楽が呈示されているときのみ測定した。これらの要領で、音楽刺激B-1・B-2、T-1・T-2を1組とし各2試行を行った。

結 果

瞬目間隔 (IBLI : inter blink interval) の分析

音楽刺激B-1、T-1と安静時の瞬目測定記録の典型例を図1に示す。各瞬目はこうしたペンレコーダーによる記録から視察によって同定された。本研究では、振幅が $100\mu\text{V}$ 以上でかつ持続時間が500ms以内の反応を瞬目とした。さらに各瞬目波形の頂点間の時間間隔を測定し、これを瞬目間隔 (IBLI) とした。図1の典型例は、音楽刺激B-1で



図1 瞬目記録の典型例

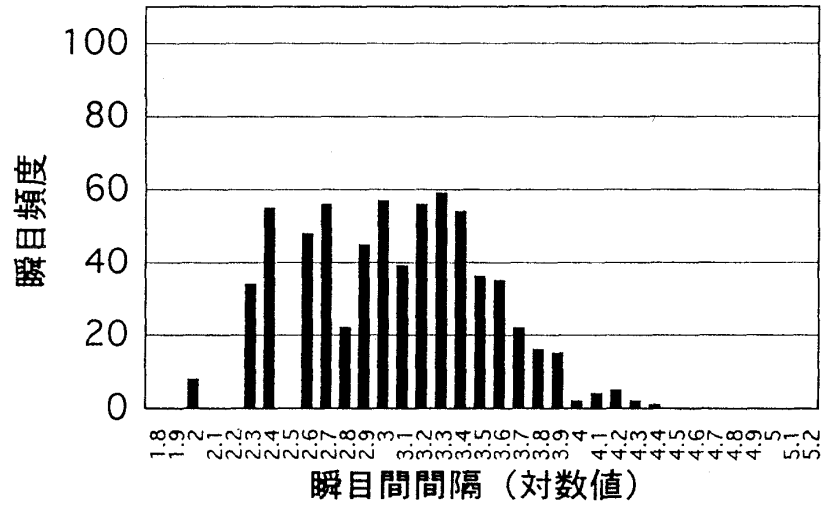


図 2-1 安静時の瞬目間隔ヒストグラム

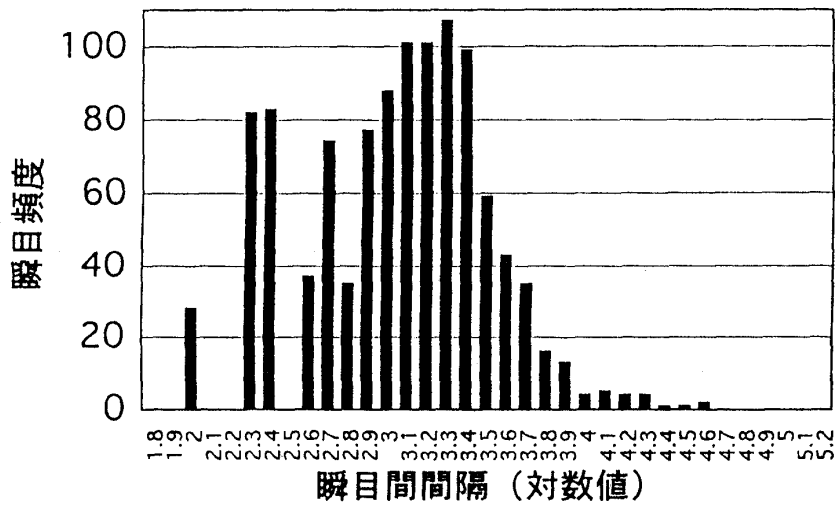


図 2-2 音楽刺激B-1の瞬目間隔ヒストグラム

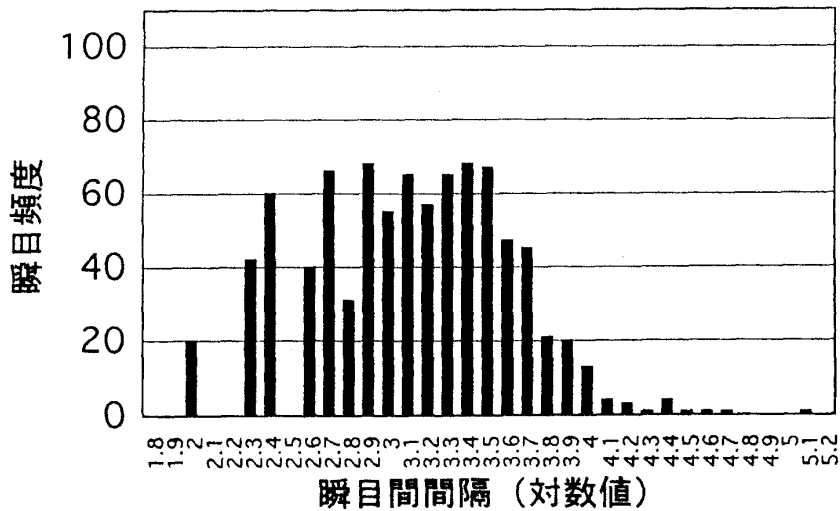


図 2-3 音楽刺激T-1の瞬目間隔ヒストグラム

は安静時より瞬目が増加し、音楽刺激T-1では安静時より瞬目は減少したことを示している。

図2-1~2-3は、安静時、音楽刺激B-1、T-1の各条件でのIBLIを対数変換した値の度数分布である。全条件とも2.1(126~155ms)~2.2(158~195ms)と2.5(316~389ms)のIBLIが全く生起していないが、これらは計測精度の制約のためである。また、全条件ともに2.8(631~776ms)の瞬目間隔で生じる瞬目が極端に少ないことがわかる。条件別にみると、B-1は安静時に比べ全体的に瞬目が多い。特に2.9(794~977ms)~3.4(2512~3090ms)のIBLIは顕著に増加しており、また2~2.4(100~309ms)間隔で起こる瞬目群発⁽²⁾(blink burst)も増加している。これに対してT-1は安静時と比較すると瞬目群発と3.4~3.7(5012~6166ms)のIBLIをもつ瞬目が増加しており、度数分布のピークが右側に移動している。またIBLIが長時間(4.4(25119~30903ms)以上)の瞬目も増えている。

つぎに、IBLIの度数分布を山田・宮田(1984)にならいうィブル確率紙上にプロットしたのが図3-1~図3-3である。3条件とも勾配の異なる4本の直線にあてはめることができる。IBLIが0.3ms以下と5s以上の場合、3条件に差はあらわれない。条件別にみても、安静時では①0.3s以下②0.5s~1.3s③1.3s~4s④4s以上の4成分から成り立つ複合うィブル分布であると考えられる。B-1は①0.3s以下②0.5s~2s③2s~4s④4s以上の4成分から、T-1は①0.3s以下②0.5s~1.6s③1.6s~5s④5以上の4成分からそれぞれ成り立っている。①、④は各条件とも同じ成分で成り立っているが、②、③において条件差があらわれていることがわかる。

瞬目率と主観的評定の分析

各音楽刺激における瞬目変化率と音楽刺激に対する主観的評定の結果を図4-1、4-2

に示す。ここでは、安静時の瞬目率を基準とし、これを100%としたときの音楽聴取時の瞬目率の割合を瞬目変化率とした。また、図5-1、5-2は各条件のポイントとなる旋律である。

B-1とT-1をくらべてみると、B-1は安静時より瞬目が全体的に増加しており、T-1は安静時より減少していることがここでもわかる。また瞬目率は音楽聴取中に一定ではなく、むしろかなり頻繁に増減を繰り返すことが明らかになった。そこで音楽の進行や展開が瞬目変化率に影響を与えた可能性を検討するために両者の対応をみると、両条件とも楽曲の始めは瞬目率は高くなり音楽が進むにつれ徐々に下がっていくことが見て取れる。そして曲の終わりに近づくとまた瞬目率は高くなってくる。また曲想に変化が起ると瞬目率が高くなり、音楽が静かに流れる箇所では瞬目率が抑制される傾向がみられた。

部分ごとにみても、B-1では瞬目が抑制されたのは曲の開始後①41~50s間、②71~80s間で、①、②はピアノッシモの連続であった。また、瞬目が増加した部分は③51~60s間、④121~130s間、⑤141~150s間、⑥181~190s間、⑦221~230s間であった。③、④ではテーマの出現があり、⑤~⑦は小休止などの曲想の変化がおこった(図5-1)。③、④のテーマ出現の後には、瞬目は抑制されている。これに対してT-1では、瞬目が抑制された部分として、①81~90s間、②121~130s間、③191~200s間があげられる。①はピアノの独奏、②、③はピアノッシモの連続であった。これに対して瞬目の増加がみられた④71~80s間、⑤131~140s間、⑥151~160s間では、④は曲想の変化、⑤はテーマの出現、⑥はテーマの反復が行われていた(図5-2)。ここでも⑤のテーマの出現後、瞬目は抑制された。

つぎに被験者の主観的状態が瞬目に与えた影響を検討するために、1分間ごとの瞬目率と主観的評定の各項目との相関係数を算出した。これを表1-1、1-2に示す。B-1

音楽と瞬目

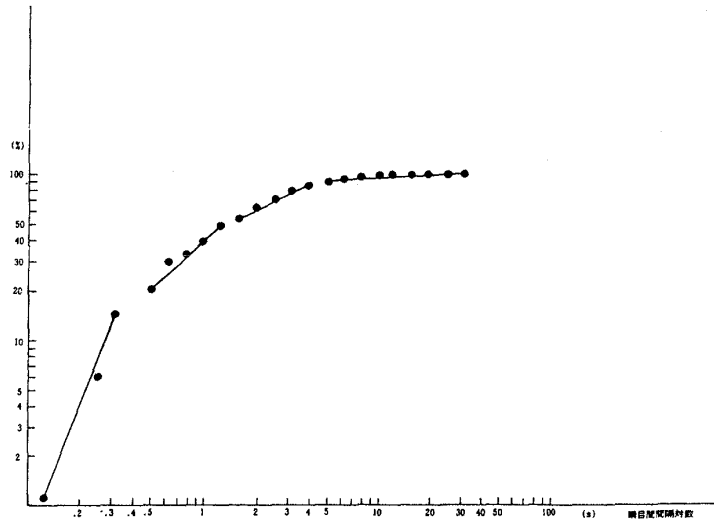


図 3-1 安静時の瞬目間隔のワイブル分布

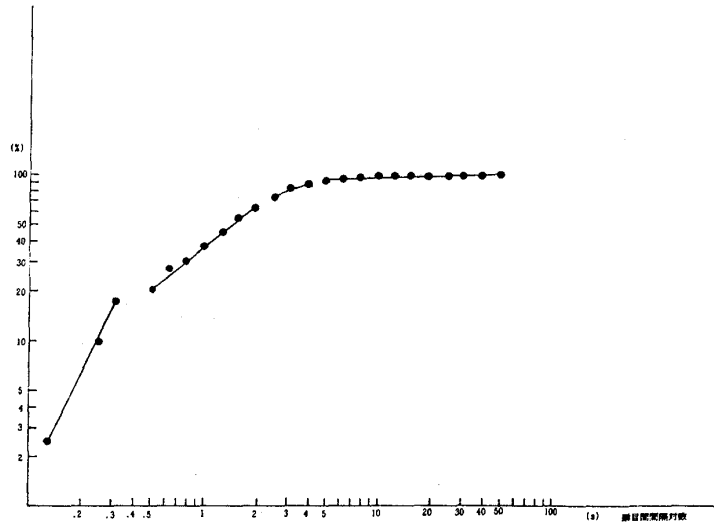


図 3-2 音楽刺激B-1の瞬目間隔のワイブル分布

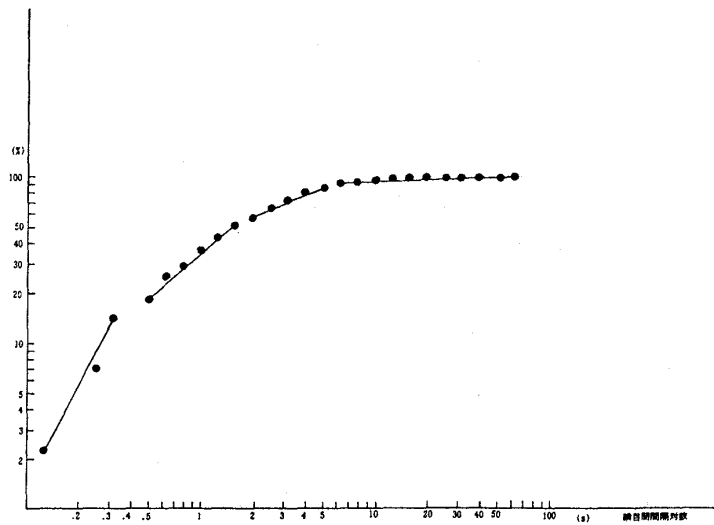


図 3-3 音楽刺激T-1の瞬目間隔のワイブル分布

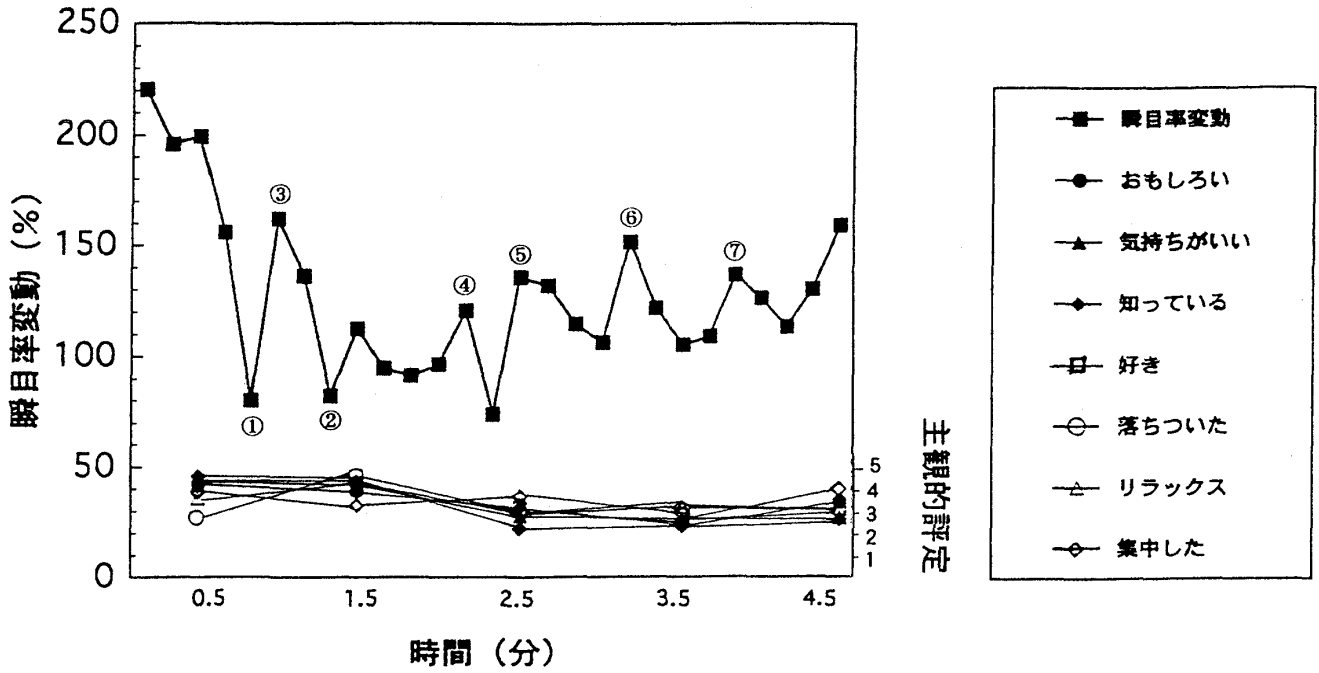


図4-1 音楽刺激B-1聴取時の瞬目率変動と主観的評定

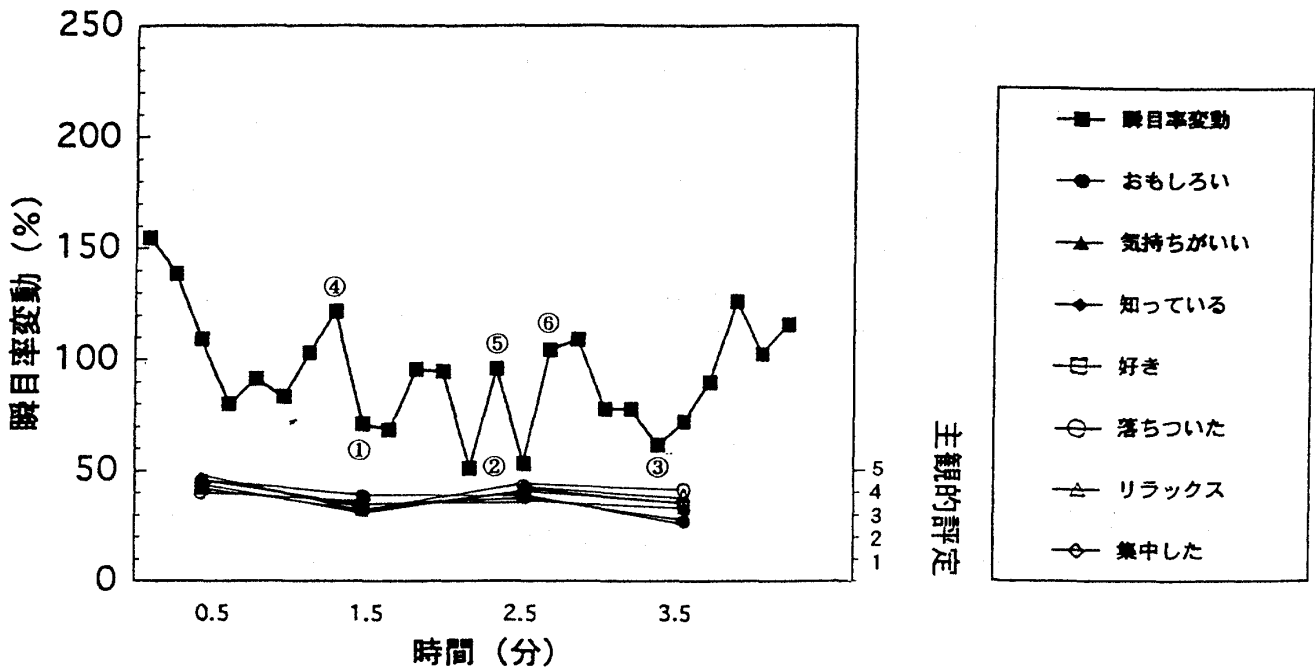


図4-2 音楽刺激T-1聴取時の瞬目率変動と主観的評定

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

図 5 - 1 B - 1 の各ポイント (図 4 - 1 中) の旋律例⁽³⁾

① A piano score with two staves. The right hand features a complex melodic line with many sixteenth notes and slurs. The left hand has a steady accompaniment of eighth notes.

② A piano score with two staves. The right hand has a melodic line with some grace notes and slurs. The left hand has a simple accompaniment.

③ A single staff with a treble clef. It starts with a dynamic marking of *pp* and a first ending bracket labeled "I. LI.". The melody consists of a few notes, ending with a *pp* dynamic marking.

④ A piano score with two staves. The right hand has a melodic line with slurs and a *simile* marking. The left hand has a dense texture of sixteenth notes.

⑤ A single staff with a treble clef. It starts with a dynamic marking of *arco*. The melody consists of a few notes with slurs.

⑥ A single staff with a treble clef. The melody consists of a few notes with slurs.

図5-2 T-1の各ポイント(図4-2中)の旋律例⁽⁴⁾

では、‘おもしろい—つまらない’と‘集中した—散漫な’の2項目と瞬目率の間に特に高い負の相関がみられた。これはB-1を聴取しているとき、おもしろく感じ、集中していた被験者ほど瞬目が減少したことを意味している。またIIの区間(61~120s間)では、全ての主観的評定と負の相関があり、この区間では特に被験者の注意集中や興味の高まりなどの主観的状態が瞬目を抑制したことがわかる。これに対してT-1においては、Iの区

間(1~60s間)においてのみ‘落ち着いた—ドキドキした’を除いた全ての主観的評定との間に高い負の相関がみられた。よってここでも被験者の同様な主観的状態が瞬目を抑制させたといえる。しかしながら、II以降の区間では瞬目率と主観的評定の間の関連はほとんどみられなかった。この音楽刺激では冒頭の部分を除いて被験者の主観的状態以外の要因が瞬目を変動させていたことが示唆された。

表1-1 音楽刺激B-1における1分間ごとの瞬目率と主観的評定の相関

	面白い	気持ちいい	知っている	好き	落ちつく	リラックス	集中した
I	-0.012	0.028	0.068	0.000	-0.203	-0.436*	0.132
II	-0.545**	-0.427*	-0.545**	-0.438*	-0.463*	-0.769**	-0.766**
III	-0.585**	-0.212	0.290	-0.263	0.121	0.121	-0.710**
IV	-0.521**	-0.514**	-0.266	-0.358△	-0.045	-0.118	-0.436*
V	-0.493*	-0.052	-0.420*	-0.182	0.169	0.216	-0.196

** : r > .50, * : r > .40, △ : r > .35

表1-2 音楽刺激T-1における1分間ごとの瞬目率と主観的評定の相関

	面白い	気持ちいい	知っている	好き	落ちつく	リラックス	集中した
I	-0.765**	-0.591**	-0.839**	-0.674**	-0.089	-0.481*	-0.543**
II	-0.263	-0.425*	0.022	-0.374△	-0.248	0.089	-0.339
III	-0.162	-0.186	-0.255	-0.378	-0.679**	-0.477*	-0.189
IV	0.150	0.096	-0.343	-0.004	-0.382△	-0.177	0.209

** : r > .50, * : r > .40, △ : r > .35

考 察

瞬目間隔について

山田(1991)は瞬目間隔のデータをワイブル分布にあてはめることにより、瞬目生起の要因として、①生理的要求、②補償的要求、③心理的要求、の3つを想定した。ここでは、生理的要求とはIBLIが8s以上で目の乾燥を中心とした生理的な要求のことであり、開眼維持の限界時間であるとされている。ま

た、補償的要求はIBLIが1s以下の成分で、直前の瞬目によって生理的要求を満たされなかったために生じる瞬目であり、直前の瞬目機能を補う成分とみなされる。心理的要求とは1s~8sのIBLIで、生理的要求でも補償的要求でもない偶発成分であるとされている。いかえれば、様々な心理的状态が影響してこのIBLIの瞬目を生起させていると考えられている。

一方、本研究における瞬目間隔のデータ

は、安静時、音楽刺激聴取時ともに、4成分から構成されたワイブル分布とみなすことができる。ここで、山田(1991)の知見との相違は測定時間、実験課題の差によって生じたと考えることができよう。安静時において得られた4つの成分は次のように考えられる。①IBLIが0.3s以下のもので、いわゆる瞬目群発。②IBLIが0.5~1.3sであり、瞬目率の推移から推測すると、安静期間の前期におこる瞬目と考えられる。③IBLIが1.3~4sで起こる瞬目であり、3分の安静期間の後期に起こる瞬目と考えられる。④IBLIが5s以上の瞬目、に分けられる。

音楽刺激B-1、T-1聴取時の瞬目間隔も同様に4成分から構成されるワイブル分布とみなすことができる。しかし各々の成分の全体に占める割合には、共通の部分と異なる部分がある。④は各条件ともほぼ共通であり、山田がいうように生理的要求によって生起する瞬目と考えられる。①は安静時と同様のIBLI分布すなわち瞬目群発であるが、音楽聴取時、特にB-1ではこの成分の割合が増えている。このことは、瞬目群発とは補償的要求のみが生起要因ではなく、音楽などの聴覚刺激の性質によっても生じることを示唆している。これに対して②、③の各成分は条件間で構成成分の割合に違いがみられる。つまり②は安静時、T-1、B-1の順で全体の割合が多くなっている。③は安静時、T-1では差がないが、B-1では割合が減少している。安静時では②、③ともに心理的要因による成分であり、②は実験に対する緊張や不安、③は実験事態への適応などが考えられる。それに対して音楽聴取時の②は楽曲の影響、③は音楽によって生じる主観的状态が要因と思われる。音楽刺激B-1では②の区間も長く、瞬目回数が非常に増えている。これは、B-1はT-1にくらべテンポが速くりズム感があり、高音域の楽曲であるため瞬目への影響が強かったのだと思われる。③は表1をみればわかるように、B-1、T-1ともに主観的状态は瞬目を抑制する傾向がみら

れる。よって長時間のIBLIは注意や集中などの主観的状态の影響を受けていると考えられる。

瞬目率について

瞬目率は音楽刺激B-1、T-1ともに音楽開始直後は非常に高く、徐々に下がってくる。開始直後の瞬目は、音楽が突然流れはじめたための驚きや安静時から音楽聴取への状況の変化に対応するためと考えられる。そして音楽聴取の状態に慣れてくると瞬目は徐々に減少し、つぎに楽曲や音楽に対する主観的状态が瞬目に影響を与えられる。特に、曲調がピアニッシモの連続であるときは両条件とも瞬目が抑制されている。これは小さな音に注意や集中を向けることによって瞬目が抑制されたのであろう。また、曲中の小休止や曲想に変化が起こると瞬目は増えており、今まで聴取していた楽曲の展開や曲想の変化に対応するために瞬目が増加したと考えられる。音楽が終わりに近づいてくると瞬目は増加する。これは被験者が音楽が終了間近だということに気がつき、集中力がとぎれて瞬目が増加したと思われる。

つぎに、音楽の内容が瞬目にどの程度まで反映されたか条件別にみてもみる。B-1ではテーマの出現がおこると瞬目は増加し、直後に減少している。テーマの出現により楽曲の展開が起こり、よってそれに対応するため瞬目は増加するが、前に聞いたことのあるなじみのフレーズであるため興味や集中が増し、瞬目が減少したと考えられる。T-1もB-1と同様にテーマの出現時には瞬目が増加し、直後に減少している。ここでもB-1と同じことがいえるであろう。T-1での特徴は、ピアノ独奏場面では瞬目が減少し、音楽の後半ではB-1よりも早い時間に瞬目が増加したことである。ピアノ独奏部分の瞬目の減少は、その直前までオーケストラとの協奏であったのが、ピアノの音のみになることから注意力が増したためか、前よりも音域が低くなったことからの影響かもしれない。T-1が

B-1より瞬目が少ないのも、全体的にT-1の方が低音域であることが瞬目に影響したとも考えられる。また後半の瞬目の上昇は、音楽開始190sあたりから最後までピアノシモの連続であり、220sにはほとんど音は聞こえない。ここで瞬目はピークをむかえ、再び音楽が聞こえ始める230sに瞬目は減り、最後にまた増える。音が小さくなり始めた頃は、注意や集中が音に向き瞬目が抑制されたと考えられる。そしてピアノシモが続くことにより、音楽が終了するであろうと予測したり、短調な音楽に飽きてしまうことにより瞬目が増加したと思われる。また音楽が再び聞こえはじめることにより、いったん拡散した注意がある程度集中することにより瞬目がやや減少したのであろう。

これらの知見から、音楽を聞くことによって生じる主観的評価や楽曲の性質そのものが瞬目に少なからず影響を与えたといえよう。それゆえ瞬目は、音楽のような時間的に連続し構造をもった刺激に対する人間の心理的反応を評価する上で有効な指標であると考えられる。

【註】

- (1) 本論文の執筆にあたりご指導頂きました大平英樹先生に深く感謝いたします。
- (2) 瞬目群発とは、IBLIがある一定の値に比べ短い間隔で生起する瞬目と定義されている(山田, 1991)。本研究では、ワイブル分布の結果からIBLIが0.3秒以下の瞬目を瞬目群発としている。
- (3) 'BIZET *Carmen Suite No.1* 音楽楽譜出版社'より抜粋した。
- (4) 'TCHAIKOVSKY *Piano Concerto No.1 B-flat-minor Op.23* 音楽之友社'より抜粋した。

引用文献

- Francès, R. (1958) *La perception de la musique*. Lib. Philosoph., J. Vrin, Paris.
- Gamble, E. A. M., & Foster, J. C. (1906) The effect of music on thoracic breathing. *American Journal of Psychology*, 17, 406-414.
- Hyde, I. M. (1927) Effects of music upon electrocardiograms and blood pressure. Schoen, M. (Ed.) *The effects of music*. New York: Harcourt, Brace.
- 岩永誠・池田真紀 (1994) 音楽が心拍変動に及ぼす効果—MWSAとRSAによる評価— 日本心理学会第58回大会発表論文集, 476.
- 川瀬隆千 (1994) ムードが記憶再生に及ぼす影響—感情の経験の質的分析— 感情心理学研究, 1, 89-100.
- 中村均 (1983) 音楽の情動的性格の評定と音楽によって生じる情動の評定の関係 心理学研究, 54, 54-57.
- 中村均 (1984) 音楽の情動性がGSRおよび呼吸に及ぼす影響—言語報告と生理的反応との関連— 心理学研究, 55, 47-50.
- 小口孝司 (1992) 音環境が自己開示に及ぼす効果 実験社会心理学研究, 32, 27-33.
- Phares, M. L. (1934) Analysis of music appreciation by means of the psychogalvanic response technique. *Journal of Experimental Psychology*, 17, 119-140.
- Radocy, R. E., & Boyle, J. D. (1979) *Psychological Foundations of Musical Behavior*. Charles C Thomas. [徳丸吉彦・藤田美美子・北川純子訳 (1985) 音楽行動の心理学 音楽之友社.]
- 桜林仁・永村寧一 (1964) BGMの開始と休、終止に関する脳波的検討 日本心理学会第28回発表論文集, 45.
- 佐瀬仁 (1962) 音楽心理学 音楽と人間形成 音楽之友社.
- 田多英興 (1986) 課題および心的負荷の違いと自発性瞬目 日本心理学会第50回大会発表論文集, 63.
- Tada, H. (1986) Eyeblick rates as a function of the interest value of video stimuli. *Tohoku Psychological Folia*, 45, 107-113.
- 田多英興・山田富美雄・福田恭介 (1991) まばたきの心理学 北大路書房.
- 谷口高士 (1991) 言語課題遂行時の聴取音楽による気分一致効果について 心理学研究, 62, 88-95.
- 谷口高士 (1994) 音楽作品の感情価と被験者の気分 日本教育心理学会第36回大会発表論文集, 386.
- 梅本堯夫 (1966) 音楽心理学 誠信書房.
- 八重澤敏男・吉田富二雄 (1981) 他者接近に対する生理・認知反応—生理指標・心理評定の多次元解析— 心理学研究, 52, 166-172.
- 山本麻子・七尾和之・寺門正顕・時田学・久我隆一・山岡淳 (1994) 楽曲聴取時の脳波 α 波の動態 日本

心理学会第58回大会発表論文集, 515.

Weld, H. P. (1912) An experimental study of musical enjoyment. *American Journal of Psychology*, 23, 245-308.