

都市環境の癒し効果について —心拍を用いた心的ストレス測定—

計画マネジメント・皆川研究室 齋藤 広樹

1. はじめに

現代社会には、ストレスが蔓延している。現代人は時間に追われ、ゆっくりと生活することが出来ない。さらに個人の生活の質を低下させるという精神的な症状や過労死、長期の睡眠不足という肉体的な症状も生み出していて、深刻な問題となっている。

多種多様にあるストレスを癒すための様々な方法があるが、本研究は「都市環境」を対象にし、ストレスをどれだけ癒せるかを定量的に検証することを目的とする。

「癒し」というのは人の感情なので、主観調査である心理指標はもちろん、脳波・脳血流量・血圧・心拍・心電図などといった物理的観測や、血液・唾液・尿などの生体サンプルに含まれる化学物質の濃度から読みとる方法である。化学的観測の観点から得られる指標を併用し、総合的に「癒し」の評価を行う。

本研究グループでは心理指標として「STAI アンケート」、生理指標は物理的観測から「脳波」と「心拍・心電図」、化学的観測から「唾液中アミラーゼ」を用いる。本論文ではその中で「心拍・心電図」に関する検討結果を報告する。

2. ストレスと心拍

「癒し」の評価に心拍を用いる理由は、心拍リズムが体内及び外部環境の変化の影響を受けることにある。安静時において規則正しいと思われがちである心拍数は、図-1に示すように呼吸や体循環の調節に伴う自律神経の命令を受け一拍一拍ごと微妙に揺らんでいる。その変位差（ゆらぎ）を解析することで自律神経の活性度やバランスをみる事ができる。

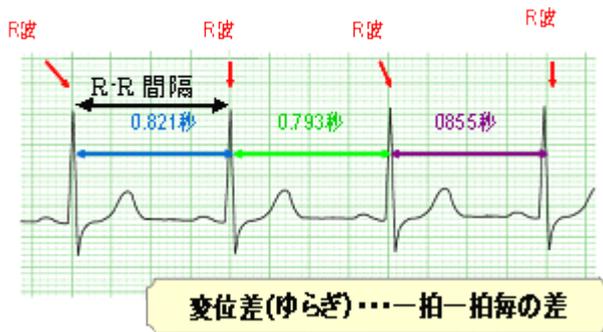


図-1 心拍

自律神経とは、自分の意思ではコントロールできず、常に心と体を正常に保つために調整する働きをしていて、全身に分布している神経である。そして、生命の基礎的機能で生体リズム・精神・免疫・ホルモン分泌の調整などを行っている。この自律神経を低下させる原因として、ストレスや生活習慣の乱れなどがあげられる。実際に、体内及び外部環境からストレスがかかると自律神経が調整役となり、ストレスに対する防御体制が体の中に作られる。

しかし、ストレスの刺激が一定の限度を超えたり、長期的なものになると防御体制が乱れる。体にストレスが加わると、体はある決まった一連の反応が起こる。この現象を「全身適応症候群」と呼ぶ。全身適応症候群は、「警告反応期」「抵抗期」「疲弊期」に分けられる。警告反応期とはストレスに対するショック反応とそれから回復する過程で、抵抗期はストレスが体に慣れ、見かけ上安定している時期を意味する。疲弊期は体が適応能力を失い警告期の前半のようなショック反応と同様の変化を現れる時期である。自律神経を整えることで、防御体制もしっかり機能し健康を保つことが出来る。

このように自律神経の状態は人間が感じる精神的な疲労やストレスにも影響を与える。自律神経活動の変化を解析することで「癒し」の評価ができると考えられている。

3. 心拍によるストレス評価の方法

心拍と自律神経の活動を両方とも計測が可能な心電計を使用し、それらの計測・解析を行う。用いた心電計は図-2に示すデイリーケアバイオメディカル社製のチェックマイハートで、5分間の連続測定が可能である。



図-2 上段 心電計 下段 使い方

解析方法には時間領域解析と周波数解析の2つがある。時間領域解析とは心拍の変化を時間的に評価する方法で、R-R間隔のデータから評価を行う。主に副交感神経の指標を得ることが出来る。R-R間隔とは図-1に示す心臓の鼓動から次の鼓動までの時間間隔のことである。人は心身とも健康な状態であれば、心拍が揺らんでいる。逆に病気や、肉体的・精神的なストレスがかかると、心拍が一定に近づく。この揺らぎをR-R間隔の標準偏差で評価できる。R-R間隔の例と標準偏差の基準値を図-3, 4に示す。そして、この揺らぎをさらに解析するためにヒストグラムやローレンツプロットを利用する。図-5に示すように、ヒストグラムで得られるのは、各R-R間隔の度数であり、全体的な波形の傾向が分かる。ストレスがない状態であれば、グラフの山が低く幅が広がる。逆にストレスがあれば、揺らぎが減るので高く細いグラフの山になる。

図-6にR-R間隔のローレンツプロットの例を示す。このグラフは、X軸をR-R間隔のN番目をとりY軸にはR-R間隔

のN+1番目の値をとったものである。このグラフから心拍の前後間でどの程度の揺らぎがあるかが分かる。この図を数値化したものが後で説明するpRR50という指標であり、R-R間隔が50ms以上異なるR-R間隔の全体に対する比で、副交感神経の指標と言われている。

一方の周波数解析は、どの周期の波形がどの程度あるかを調べる方法で、これにより自律神経である交感神経と副交感神経の指標の値が得られる。交感神経は、昼間、活動的などに活躍する神経である。交感神経が働くとき体はエネルギー豊富な状態になる。自律神経は、体を動かしたり、寒さや暑さなどの物理的な刺激にのみ反応するわけではなく、恐怖・興奮・怒り・緊張・悩みや不安といった精神的なストレスに対して、交感神経が働く。副交感神経は体を緊張から解きほぐし、休息させるように働く神経である。副交感神経が優位になると、リラックスした状態になる。

心電計で測定した心電図の波形をフーリエ変換することでどの周波数の波形がどの程度あるかを調べることが出来る。周波数の違いで交感神経・副交感神経の活性度を見ることが出来る。交感神経の活性度を表す指標がLF(低周波成分[0.04-0.15Hz])である。また、副交感神経の活性度を表す指標がHF(高周波成分[0.15-0.4Hz])である。しかし、LFは一部副交感神経の影響を受けるので、両者の比LF/HFをとり交感神経の指標として用いる。そしてもうひとつ自律神経全体の活性度をあらわすのがTotal Power(自律神経活動量[0-0.4Hz])で値が高いほどよく、値の低下はストレス対処能力の低下を意味する。これらの指標を用い、総合的に判断して「癒し」の評価をする。図-7に心電図をフーリエ変換することで得られるパワースペクトルの例を示す。

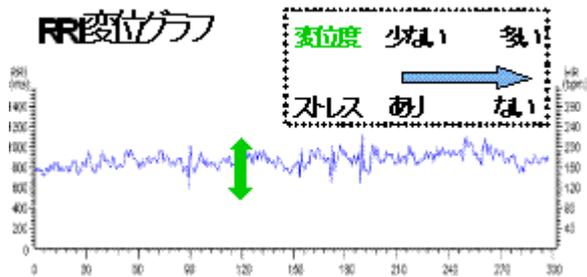


図-3 R-R間隔

SDNN・・・心拍変異度

年代・性別基準値		
区分	男性	女性
10代	65	60
20代	60	55
30代	54	50
40代	48	45
50代	43	40
60代	37	35

30以下 → ・人体調整能力の低下
 ・健康状態の低下
 ・ストレス対処能力の低下

図-4 R-R間隔の標準偏差基準値

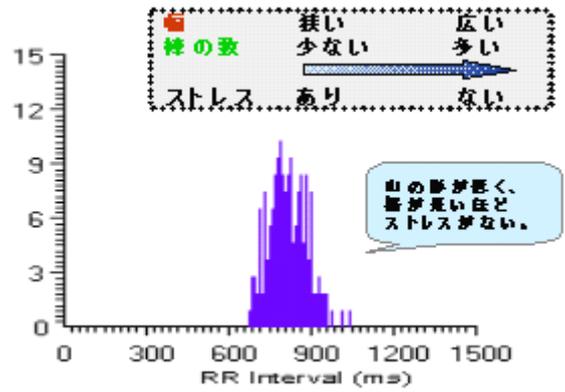


図-5 R-R間隔のヒストグラム

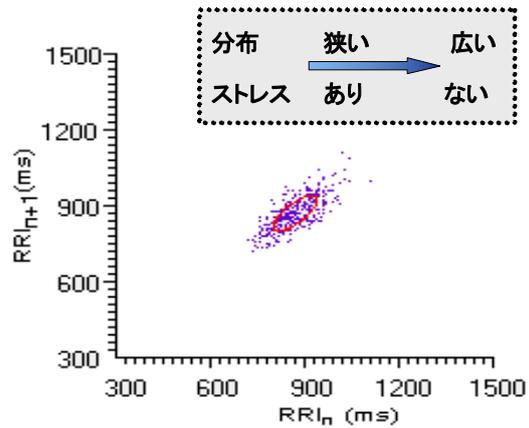


図-6 R-R間隔のローレンツプロット

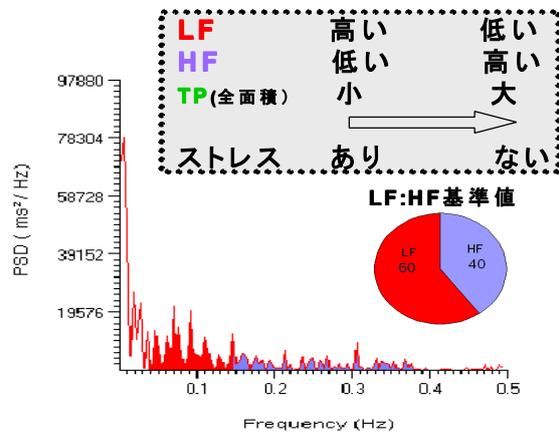


図-7 R-R間隔のパワースペクトル

4. 実験方法

今回行った実験の目的は一般的に癒される画像と不快になる画像を観てもらい、ストレスレベルにどのような変化があるのかを調べるものである。

実験前に睡眠や食事の時間などの簡単な聞き取り調査とSTAIアンケート、アミラーゼ、脳波及び心電図の測定を行った。次に癒しを与える画像を1分間観てもらい、約5分間の休憩をはさむ。最後にストレスを与える画像を1分間観て、休憩5分間という流れで行った。実験中の測定

に関して、心電図は画像鑑賞から休憩まで継続して測定し、それ以外の指標は休憩中に1回ずつ測定した。癒しを与える画像として自然100選から画像を数枚選び、ストレスを与える画像として人の死体や手術中の写真・嘔吐の写真などがある。

この実験の被験者は学生14名である。睡眠・食事・喫煙・測定時間など生理指標に影響を与えると思われる要因の条件は統一されていない。よって、実験前の聞き取り調査を実験結果の参考にした。

5. 実験結果及び考察

喫煙・睡眠などの日常生活の影響が心電図に現れた。また、心理指標の結果は三種類のパターンに分かれた。分け方は実験前からすでにストレスがあるかどうかでストレス群・非ストレス群に分かれ、実験中のアンケート結果から3パターンに分けることが出来た。ストレス画像を観てストレス値が上昇するパターン、癒し画像を観てストレス値が上昇するパターン最初がストレス値ピークのパターンがあった。

今回実験で使ったストレス画像を観て、拒否反応を示す人もいた。しかし、この結果がR-R間隔に出るのでなく、ST-Tの部分が乱れるという形で現れた。正常な心電図であれば図-8のようにST部分の上昇や下降は無いが、ストレス画像を観ている間は図-9に示すように多くの乱れが出た。この乱れがR-R間隔に影響を及ぼしていないので、解析には反映させることは出来なかった。



図-8 正常時の心電図波形

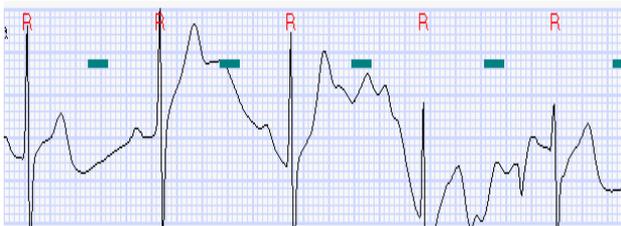


図-9 ストレス画像観賞時の波形

図-10に二人の被験者のヒストグラムを示す。予想では、癒し画像を観たときは心拍が多く揺らぎ、ストレス画像を観たときは揺らぎが少なくなると考えていた。しかし、実際の結果は画像を観たとき両方とも揺らぎが減る傾向の被験者が多かった。これは画像を観ることに集中してしまったためではないかと考える。影響なしの被験者の特徴として、癒し画像を観たときのほうがストレス画像を観たときよりもR-R間隔が短く、揺らぎが少ない傾向があった。影響ありの被験者はストレス画像を観たとき、揺ら

ぎは多少あるがR-R間隔の平均が短くなっていることが分かる。

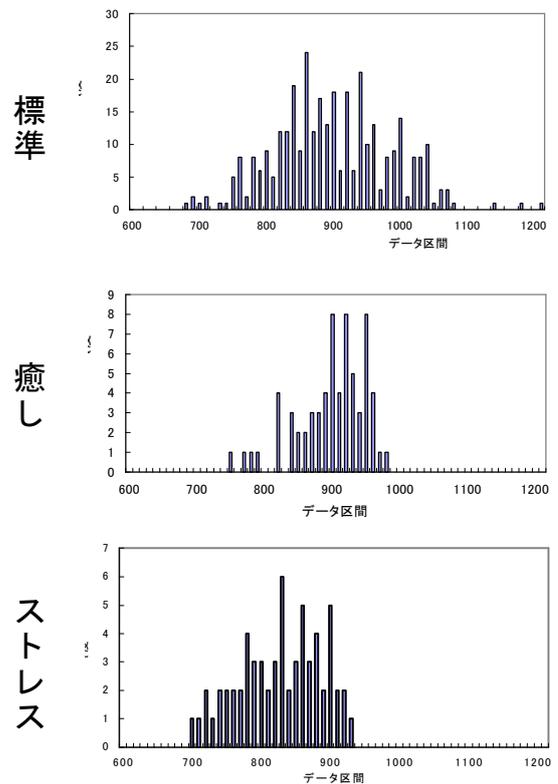


図-10 ヒストグラム 影響あり

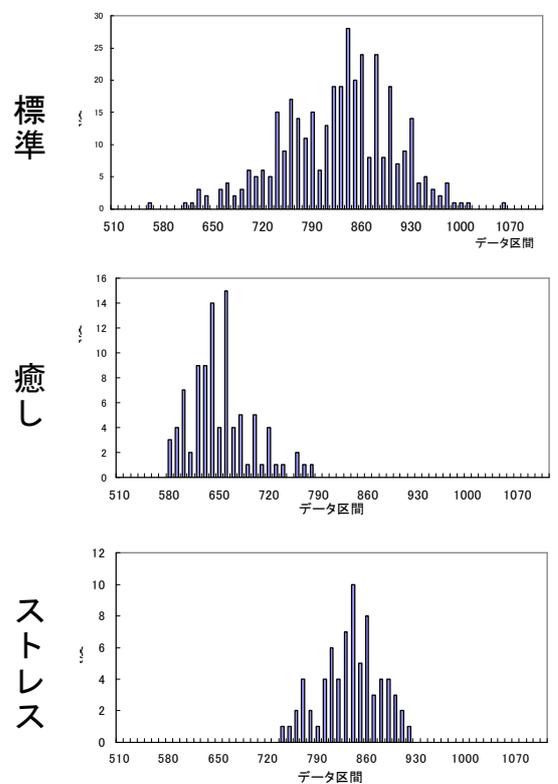


図-11 ヒストグラム 影響なし

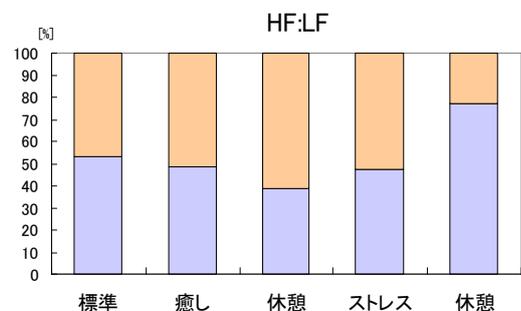
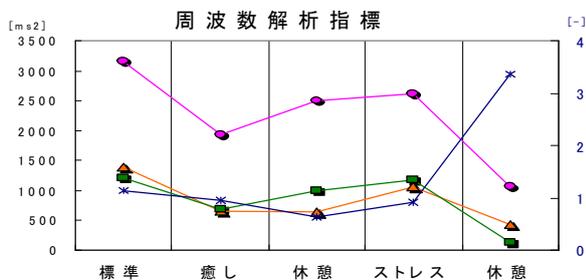
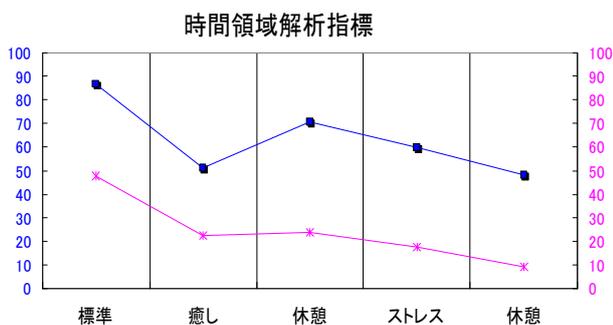


図-12 影響あり結果例

図-12は画像を観て影響ありの被験者の各指標の例である。癒し画像を観たあとは副交感神経が、ストレス画像を観たあとは交感神経が優位になっていることである。さらにSDNN, pRR50, TPなどの指標の減少が見られたことから、心理指標の結果でストレス群の被験者は非ストレス群よりも画像を観た後の影響が残りやすいのではないかと思う。逆に非ストレス群の被験者はストレス画像を観た後の休憩は元に戻る傾向がある。次に、二種類の画像を観て影響なしの被験者の例を図-13示す。画像を観たときはある程度集中していたと考えられる。時間領域指標でいえば、SDNNとpRR50ともに画像を観ているときは低下傾向になっている。周波数解析指標を見ても交感神経の指標であるLF/HFが画像を観ているときに上昇傾向になっている。また、交感神経と副交感神経の比をみても同じことが言える。

全体の結果として画像だけでは観ることに集中してしまうので、音やにおいなどを利用し総合的にその環境に近づけないと癒しの効果を高めることが出来ないと思った。心理指標との関連性については実験前にストレスがあるかないかで影響はあると考えられるが、実験中の心理指標との関連性は見られなかった。

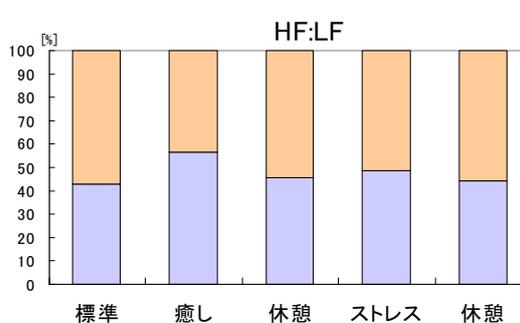
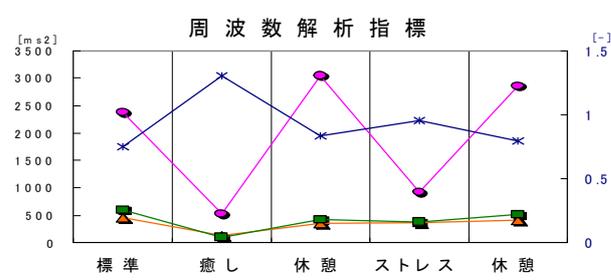
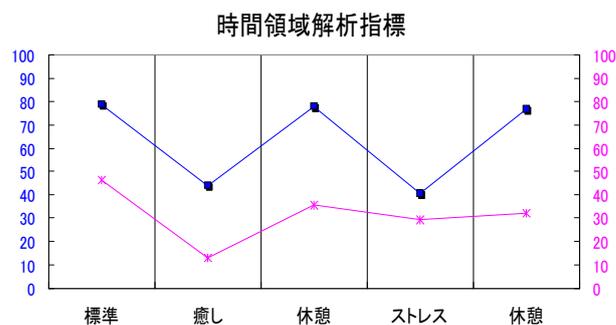


図-13 影響なし結果例

6. おわりに

睡眠・食事・喫煙など変動が大きくなってしまふものは、条件を揃えて行く必要がある。また、本来ストレスは長期的なものなので与える癒しやストレスは短期的なものではなく、長期的なもので行くべきだと考える。

【参考文献】

- 1) 土川奏, 高橋伸一: 卒業論文発表時に伴う緊張感に関する分析。
- 2) 三宅良彦, 平野三千代: 心電図の見方・読み方Q&A, 照林社, 2002.
- 3) 林博史: 心拍変動の臨床応用—生理的意義, 病態評価, 予後予測—, 医学書院, pp. 1-33, 1999.
- 4) 元気心薬房
<http://www.genkiheart.com/check/img/hrv.pdf>
- 5) 金丸隆志: Excelで学ぶ理論と技術—フーリエ変換入門—, ソフトバンククリエイティブ株式会社, 2007.