

[論文]

東京都目黒区回遊路の 1/f ゆらぎ周波数分布による環境評価

Environmental Evaluation of Meguro Relaxation Park in Tokyo by means of the 1/f Frequency Fluctuations

齊籾兆古 / 法政大学, 菅井桂子 / 法政大学

Yoshifuru Saito / Hosei University, Keiko Sugai / Hosei University

Key words: 1/f fluctuations, image processing, environment evaluation

要約

目黒区では、目黒区基本構想・基本計画に定める「ともにつくるみどり豊かな 人間のまち」の実現に向けて、平成 27 (2015)年度までを目標に「目黒区みどりの基本計画」を打ち立てている。この計画では以下の 5 つの基本的な考えをもとに、みどりの将来像をイメージしている。すなわち、1)みどりの拠点をつくる(まとまりのあるみどりを保全・創出・育成する)、2)みどりをつなぐ(区内のみどりのネットワーク化推進)、3)みどりをひろげる(地域の特性にあわせた緑化の推進)、

4)みどりをつくる活動を後押しする(区民によるみどりの保全・創出・育成の支援)、5)みどりをつくる体制を整える(施策を推進する体制の充実や財源確保を図る)、の 5 方針である。

これらの基本方針の中でも特に「2.みどりをつなぐ」について、将来像実現のために挙げられた具体的な計画の 1 つが、みどりの散歩道の整備である。

目黒区のみどりの将来像は、みどりが多く現存する 8 箇所の「目黒の森」をみどりの拠点とし、それをつなぐ「みどりの軸」を 5 つの緑化軸としてみどりのネットワーク化を図るものである。現在、区内に残されている自然水面面積約 7 ha のうち、約 8 割が目黒川である。そのため、前述の緑化軸の中でも特に目黒川緑化軸は、目黒区みどりの基本計画を担う主要な区間と言える。

本報告は 9 コースあるみどりの散歩道のうち、目黒川緑化軸に含まれる目黒川コースと、西郷山・目黒川コースの 2 コースに観られる自然の風物が構成する環境の中で、自然界の持つ“いわゆる癒し効果(healing effect)”があることで知られる 1/f ゆらぎ周波数分布の調査に関して述べる。

1. 緒言

現代の多くの機械は、単に高性能が要求されるだけで無くより洗練されたヒューマンインターフェイスを備えなければならない。この意味で、これからの人間工学は取り扱い易さに加えて人間へ与える

心理的・精神的な影響も考慮しなければならない。

音響は人間の感性へ訴える最も効果的な信号である。このことは近年、音楽療法が多くの医療施設で取り入れられるなど、音楽の効果的な作用が医学的に認められていることからわかる。音楽には様々な病気の改善効果や癒し効果があるとされている¹⁾。視覚もまた人間の感性を刺激する重要な感覚のひとつである。プラトンが視覚を聴覚とともに他の感覚より優れたものと位置づけてから、西洋ではこの見解が継承され、伝統的に聴覚と視覚に関わるもののみが芸術とみなされてきた。この様な背景から、音楽療法と心理学を結びつけ、様々なアートセラピーの手法なども提唱されている。これは、音や視覚情報がものづくりにおけるヒューマンインターフェイスを考える上で極めて重要な因子であることを意味する²⁾。

我々は、これまで人間の心理的・精神的な影響の中でも特に癒し効果に焦点を絞り、その評価法として 1/f ゆらぎ周波数を用いた研究をおこなってきた²⁻⁵⁾。具体的には、音や動きに伴う 1/f ゆらぎ周波数の抽出と可視化である。

2. ゆらぎ周波数解析法

「1/f ゆらぎ」は自然界に多く存在し³⁾、例えば小川のせせらぎ、小鳥の囀り、爽やかなそよ風などの心安らぐリズムが相当する。さらに、心地良い音楽を聴いたり、快い感じを抱いたり、安静にしているときの脳波にも「1/f ゆらぎ」が存在する。

「1/f ゆらぎ」解析法として、信号へ離散フーリエ変換(Discrete Fourier Transform)を適用し、各周波数に対するパワースペクトラムを計算する。周波数の低下とともにパワースペクトラムが増加するような信号の中で、パワースペクトラムの振幅が周波数に対して反比例する信号が「1/f ゆらぎ」である。視覚的に判りやすくするためによく行われる方法は、フーリエ・パワースペクトラム対周波数の両対数グラフを描き、描かれる線図の傾きによってゆらぎの種類を大別する方法である。両対数で図 1 のように高調波次数と高調波の振幅の関係を描く。図 1 において、直線の傾きがゼロの場合はホワイトノイズである。また、直線の傾きが急になる程単調な信号で

ある⁴⁾。そして、ホワイトノイズと単調な信号の中間的な信号で傾きが約-1の場合を「1/fゆらぎ」と呼び、人間が心地よいと感じる信号であるとされている⁶⁾。

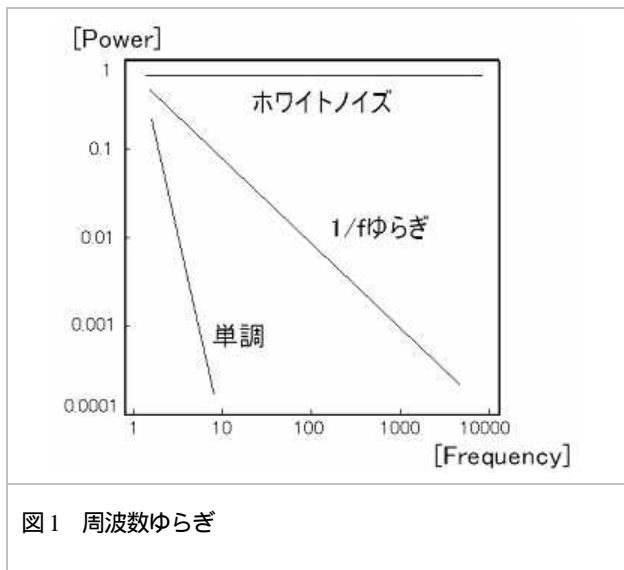


図1 周波数ゆらぎ

具体的な音データや動画データからの1/fゆらぎ周波数抽出法は文献[3-5]へ詳細に述べられているので、ここでは割愛する。

3. 目黒川緑化軸コースの1/fゆらぎ周波数分布

現在、目黒区では、目黒区基本構想・基本計画に定める「ともにつくる みどり豊かな 人間のまち」の実現に向けて、平成27(2015)年度までを目標に「目黒区みどりの基本計画」を打ち立てている⁶⁾。

この計画では、1.みどりの拠点をつくる、2.みどりをつなぐ、3.みどりをひろげる、4.みどりをつくる活動を後押しする、5.みどりをつくる体制を整える、の5方針をもとに、みどりの将来像をイメージしている。これらの基本方針の中でも特に「2.みどりをつなぐ」(区内のみどりのネットワーク化推進)について、将来像実現のために挙げられた具体的な計画の1つが、みどりの散歩道の整備である。目黒区のみどりの将来像は、みどりが多く現存する8箇所の「目黒の森」をみどりの拠点とし、それをつなぐ「みどりの軸」を5つの緑化軸としてみどりのネットワーク化を図るものである。

現在区内に残されている自然水面面積約7haのうち、約8割が目黒川である。そのため、前述の緑化軸の中でも特に目黒川緑化軸は、目黒区みどりの基本計画を担う主要な区間と言える。

本研究では1/fゆらぎ周波数解析を用いた環境評価の1方法を提案した。すなわち、9コースあるみどりの散歩道のうち、目黒川緑化軸に含まれる目黒川コースと、西郷山・目黒川コースの2コースを対象として、視聴覚情報の1/fゆらぎ周波数分布を調査し、結果として図2に示すような1/fゆらぎ周波数に拠る癒し効果マップを作成した。図2は動画による解析結果をまとめたものの一部であり、1/fゆらぎの含有率をマップ上に示してある。

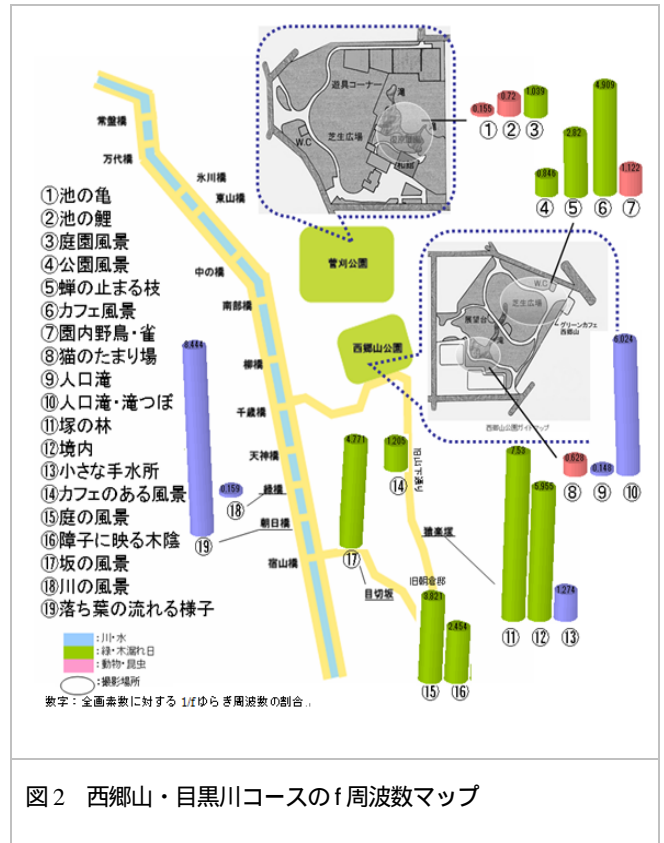


図2 西郷山・目黒川コースのf周波数マップ

3.1 音データからの1/fゆらぎ周波数解析結果

野外で録音したデータの解析結果は大きく二分することができた。図3にその例を示す。図3aのように、低周波領域から高周波領域まで傾きがほとんど無くホワイトノイズ状になるものと、図3bのように中間周波数領域付近で急な傾きを示すものに分かれた。

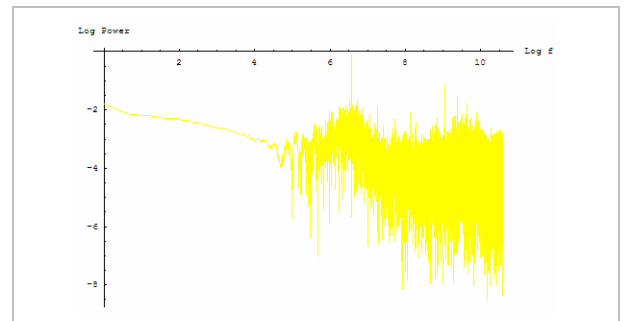


図3a 野外音の周波数特性例1

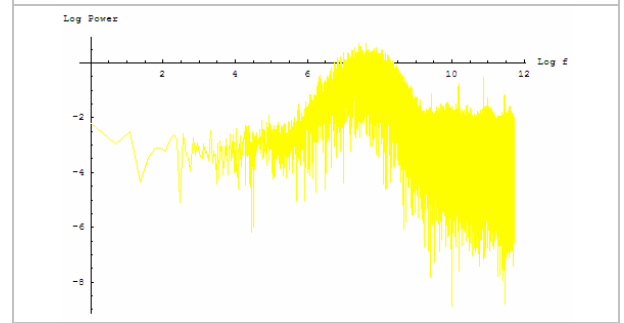


図3b 野外音の周波数特性例2

図 3a と 3b はほぼ同一の場所で録音した音源である。両者の音データの違いを実際に聞き比べてみると、大きく違ったのは主に風の音であった。風の音が大きく入ると図 3b のように中間の周波数領域で 1.5 に近い急な傾きを示すことが判明した。試みに急な傾きを示した部分のみの音を抽出し試聴すると、風がマイクに当たるような低い音であった。

また、小川や滝近くの音も図 3b に示すような結果となった。音を試聴すると風や水の音は入っていないようであったが、再び急な傾きを示した部分のみを抽出した場合、風と水のくぐもったような音であった。

3.2 動画からの 1/f ゆらぎ周波数解析結果

本報告では、2 種類のカメラを用いて撮影を行った。一般的に市場に出回っている 1 秒間に 30 フレームを撮影するビデオカメラと、1 秒間に 1200 フレームを撮影するハイスピードビデオカメラを使用した。通常スピードのカメラによる映像の解析結果と、人間の目の処理能力を超える動画を撮影した映像の 1/f ゆらぎ周波数解析結果を一部示し、比較を行う。

なお、画像右上の Area は、全体の画素数に対する 1/f ゆらぎ周波数を呈する画素数の割合を示す。

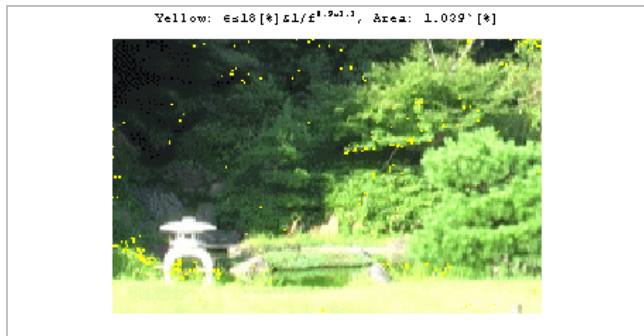


図 4a 通常スピードのカメラによる風景画像（庭園）



図 4b ハイスピードカメラによる風景画像（木のゆれ）

図 4a は通常スピードのカメラによる風景画像で、図中の Area は 1.039% を示している。図 4b はハイスピードカメラによる風景画像で Area は 2.269% である。植物を撮影した画像では、風で揺れる枝葉の先に、木漏れ日を撮影した画像では、主に日光の当たる部分に 1/f ゆらぎ周波数が現れるなど、分布の仕方や全体の画素数に対する 1/f ゆらぎ周波数を呈する画素数の割合、共に通常スピードのカメラで撮影した映像の解析結果と顕著な差異はなかった。

図 5 はどちらも蝶を撮影した結果である。図 5a は通常スピードのカメラによる画像で、1/f ゆらぎの含有率は 0.048% である。一方、ハイスピードカメラによる画像である図 5b では、11.2% の含有率

を示している。通常スピードのカメラで撮影した場合の計算結果では、昆虫の部分に 1/f ゆらぎ周波数が全く現れなかったが、ハイスピードカメラによる画像では植物に比べると割合は低いものの、昆虫の動きに 1/f ゆらぎ周波数が現れた。

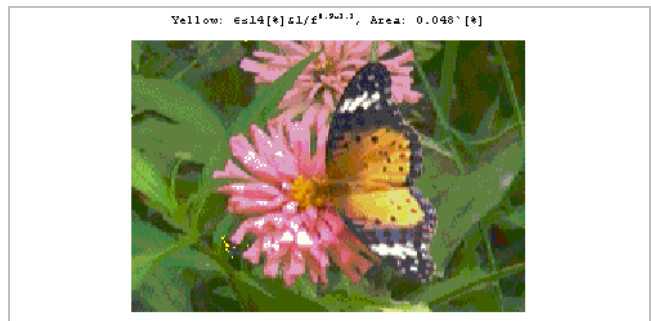


図 5a 通常スピードのカメラによる画像（蝶）

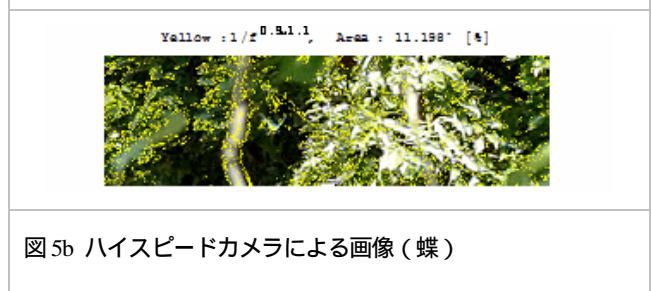


図 5b ハイスピードカメラによる画像（蝶）

図 6a は通常スピードのビデオカメラで亀を撮影した画像で、水面上に浮かんだ頭部に僅かに 1/f ゆらぎを呈していることがわかる。図 6b は水中の鯉を撮影した結果で、18.7% の 1/f ゆらぎを含有している。通常スピードのビデオカメラでは水の中を泳ぐ鯉や亀、水面を漂うものに対して 1/f ゆらぎ周波数が現れていたが、ハイスピードビデオカメラでは 1/f ゆらぎ周波数が水面に多く現れていた。また水面では、太陽光をより強く反射している部分には 1/f ゆらぎ周波数が顕著に現れないことも判明した。

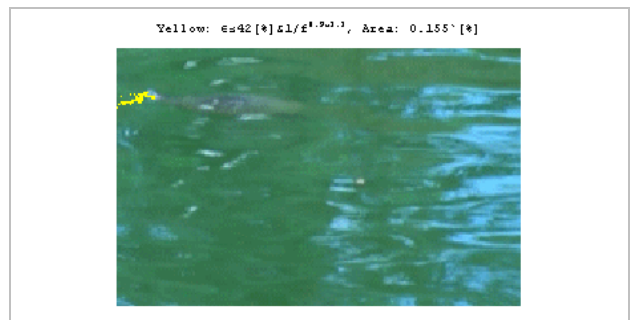


図 6a 通常スピードのカメラによる風景画像（鯉）

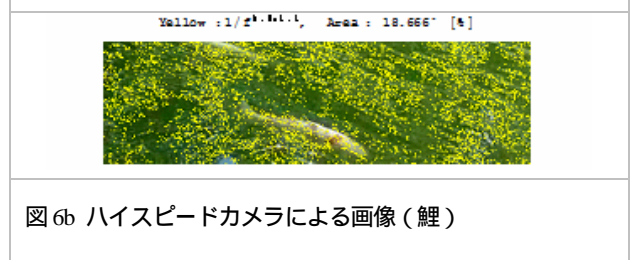


図 6b ハイスピードカメラによる画像（鯉）

4. まとめ

「目黒区みどりの基本計画」において、将来像実現のために挙げられた計画の1つであるみどりの散歩道整備の一環として、視聴覚情報における $1/f$ ゆらぎ周波数の観点から、回遊路の癒し効果の判定を行い、視覚情報 $1/f$ ゆらぎ周波マップをまとめた。

人間の目の処理能力を超える速さの世界における $1/f$ ゆらぎ周波数解析も行い、通常のビデオカメラで撮影した場合の解析結果と比較した。通常のビデオカメラとハイスピードビデオカメラに拠るゆらぎ周波数解析の比較から、植物や、植物の陰を対象物とした場合、両者に大きな差異はないことが判明した。一方、昆虫や水面といった、一画素においての移り変わりや動きが早い対象物については、 $1/f$ ゆらぎ周波数抽出に大きく差異が現れた。昆虫を普通のビデオカメラで撮影した場合、ほとんど $1/f$ ゆらぎ周波数を呈さない結果となったが、ハイスピードカメラで撮影した場合には $1/f$ ゆらぎ周波数が現れた。また水面を撮影した場合も同様で、ハイスピードカメラによる撮影は顕著に水面から $1/f$ ゆらぎ周波数を抽出した。水中を泳ぐものを対象とした場合に、水面のゆらぎ周波数が顕著なため、通常のビデオカメラによる撮影で十分であると考えられる。

以上の結果から、人間の目からの情報のみで $1/f$ ゆらぎ周波数を感じようとした場合には、あまり感じ取れないゆらぎでも、人間の

眼球に拠る視覚情報処理の限界を超える部分にしっかりと $1/f$ ゆらぎ周波数を呈していることが判明した。

音環境における回遊路調査では、風や水の音が中間周波数領域に特徴を与えることが判明した。

参考文献

- 1) 佐治晴夫, “快適空間の物理”, 応用物理, Vol.60, No.3, pp.247-253, 1991.
- 2) 加藤千恵子, 齋藤兆古, “職場不適合者の芸術療法における描画の「 $1/f$ ゆらぎ」解析”, 芸術工学会誌 No.46, Mar.2008, pp.81-89.
- 3) 齋藤兆古, 宮坂総, 加藤千恵子, “ $1/f$ ゆらぎの可視化”, 可視化情報 Vol.28, Suppl.No.1, July.2008, No.P01-06
- 4) 菅井桂子, 齋藤兆古, “サウンドデータにおける $1/f$ ゆらぎ周波数の抽出”, 第51回自動制御連合講演会, No.215, Nov.2008. pp.70-71.
- 5) 菅井桂子, 齋藤兆古, 堀井清之, “人間の動作に伴う $1/f$ ゆらぎ周波数の抽出”, 可視化情報 Vol.28, Suppl.No.1, July.2008, No.P01-05
- 6) 佐々木松栄, 山本和夫, 宮崎敏子, 長澤英男, 立川弘: みどりの散歩道目黒川コース、緑の散歩道コースガイド、1993年