

1/f ゆらぎ理論の導入による快適な歩行空間の整備に関する研究*

A Study on Construction of Comfortable Space for walkers apply 1/F Fluctuations

小栗ひとみ**

安田佳哉***

by Hitomi OGURI and Yoshiya YASUDA

1. はじめに

今後の社会資本整備に際して、国民の満足度向上の要求に応じていくためには、機能性、効率性、品質およびコストの視点に加えて、より人間の感性にあった「快適性」の視点が求められている。そこで、筆者らは、快適性向上のキーワードとして「1/f ゆらぎ理論」に着目し、土木施設計画への適用に関する研究を進めている。本稿では、1/f ゆらぎ理論を導入することによる快適な歩行空間整備の試みについて、ケーススタディ結果を中心に報告する。

2. 1/f ゆらぎとは

一般に、「ゆらぎ」とは揺れて動く様を表現する言葉であり、不規則な変化あるいは規則的な部分に予想できない微妙なズレをプラスした変化とすることができる。「ゆらぎ」には、種々の特性を持ったものがあるが、スペクトル解析手法を用いてその特性を分類すると、自然界に存在するゆらぎ現象は、白色ゆらぎ、1/f ゆらぎ、1/f² ゆらぎに大別することができる(図-1)。1/f ゆらぎとはパワースペクトルが周波数の逆数に比例するゆらぎ、のことであり、無秩序な白色ゆらぎと、規則性の高い1/f² ゆらぎの中間に位置することから、意外性と規則性を適度に合わせ持つゆらぎである。武者¹⁾²⁾らの分析によれば、人間が心地よいと感じるものの多くは、「1/f ゆらぎ」のリズムを持っており、生体リズムもまたこのゆらぎを示すことから、人は体内リズムと同じゆらぎを持つ外的な刺激を快適に感じると推測されている。

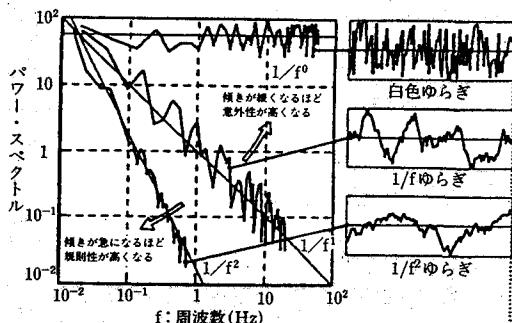


図-1 ゆらぎのパワースペクトル図³⁾

3. 歩道空間への適用に関する検討

これまでの土木施設計画では、直線的、規則的、画一的な施設整備が多く行われてきたが、「1/f ゆらぎ」を導入することで、人の感性に合ったやわらかで快適な空間を作り出せる可能性がある。しかし、空間を構成するすべての要素をゆらがせることは、逆に乱雑でまとまりのない不快な空間を作りだしてしまうことになりかねない。むしろ、ゆらぐものと直線的・規則的なものを対比させることで、より高い効果を得ることができると考えられる。

歩道空間に1/f ゆらぎを導入する場合、表-1のような景観構成要素への適用可能性が考えられるが、整備の対象となる歩道の特性を十分考慮した上でゆらぎを適用する要素を選定する必要がある。そこで、一般国道の既設歩道空間を対象として導入可能性を検討したところ、歩道舗装、街路樹の配置および照明灯の照度と配置の3要素が、ゆらぎデザインの対象として抽出された。

4. ケーススタディ

前項の検討結果を踏まえ、国道330号線(沖縄

*キーワード: 景観、1/f ゆらぎ、快適性、感性、歩道整備、照明

** 正員 建設省土木研究所環境計画研究室
*** 正員 建設省土木研究所環境計画研究室
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
TEL:0298(64)2269/FAX:0298(64)7221

表－1 適用可能性要素リスト

要素名	適用項目	適用内容		
		形	配置	配色
1 歩道	通行帯	線形		
2 舗装	舗装・幅員	タイルの配色		タイルの色の並び
	舗装パターン	線形 タイルの大きさ	線の間隔 タイルの置き方	タイルの色の並び
3 街路樹	植樹帯の中 通行帯の中	樹高の変化 樹種の並び	植栽間隔(軸方向) 配置線形(横方向)	樹種の並び (花の色)
4 植樹帯	形状	線形		
	低木植栽	樹高の変化 樹種の並び	植栽間隔(軸方向) 配置線形(横方向) 領域分け	樹種の並び (花の色)
5 照明	歩行者照明 景観照明	照度変化の幅 照度変化の早さ	配置間隔(軸方向) 配置線形(横方向)	ライトの色の 変化や並び
6 ストリートファニ チャ(道路占 用物)	ベンチ ダクトボックス など	形状 高さの変化 大きさの変化	配置間隔(軸方向) 配置線形(横方向)	色の並び
	道路付属 物	バス停 防護欄 標識など	配置間隔(軸方向)	色の並び
		形状		

市胡屋地区)の歩道を対象としたケーススタディを行い、舗装デザイン、樹木配置および照明の3要素からなるゆらぎデザイン案を作成した。しかし、十分な歩道幅がなく、地下に埋設される管路を避けてゆらぎ樹木を配置することが困難であること、また周辺の商店等の照明が明るすぎて、ゆらぎ照明の効果が期待できないことから、ゆらぎの対象を舗装デザインに絞り、沖縄総合事務局の協力を得て平成9年度に試験施工を実施した。(写真－1)

舗装デザインは、沖縄の地域特性を考慮して、赤瓦、琉球石灰岩をイメージした2色の磁器質タイルを、波をモチーフとしてゆらぎ配置したデザインとなっている。



写真－1 ゆらぎ歩道

5. 快適性向上効果の検証

1/f ゆらぎ理論の導入による歩道の快適性向上効果を検証するために、試験施工区間をモデルとし

たCG、模型および現地実験を通じて、効果の定量的な計測・評価を試みた。

まず、CG画像を用いた景観評価実験により、歩道の快適性を評価する上で影響を考慮すべき景観構成要素を抽出するとともに、現地実験を行って、実在する空間での快適性向上効果を検証した。次に、模型およびCG画像を用いて、抽出された景観構成要素と1/f ゆらぎの組み合わせによる快適性向上効果の確認実験を行い、最適なゆらぎ要素の組み合わせについて検討した。

(1) 快適性に影響を及ぼす景観構成要素の抽出

土木・建築系技術者15名を被験者とし、アイマーカーレコーダーによる視線位置情報の収集と、7段階SD法(47形容詞対+1総合評価)による心理計測実験を実施した。

実験に用いた映像は、様々な歩道景観構成要素の中から、視野に占める割合が高く視覚的な影響が大きい6要素を選び(表－2)、それらの要素を実験条件ごとに組み合わせ計32パターンのCG画像を作成したのち、各パターンにつき約1分のVTR映像(静止画+動画)に収録したものを使用した。

実験で得られたデータについて、視線位置情報から景観構成要素ごとの注視頻度を集計するとともに、アンケート集計結果のプロフィール分析および主成分分析を行った結果、歩道空間の快適性に影響を及ぼす主要な景観構成要素として、「街路樹」、「建物」、「看板・標識」が抽出された。

表－2 対象景観構成要素

要素名	項目	実験条件
① 建物	セットバック	あり(1棟ごとに凹凸)/なし
② 車道	幅員	5車線のみ(試験施工区間を想定)
③ 歩道	幅員	5mのみ(試験施工区間を想定)
	テクスチャ	タイル(模様あり)/アスファルト(模様なし)
④ 照明灯	—	あり/なし
⑤ 街路樹	—	あり/なし
	—	(あり=高さ6m、間隔12mとする)
⑥ 看板・標識	—	あり/なし

(2) 現地計測実験

試験施工区間における1/f ゆらぎの適用要素が舗装のみであったことから、既存のアスファルト舗装との比較による心理評価実験により、1/f ゆらぎの快適性向上効果を評価した。

実験は、沖縄総合事務局および沖縄市役所の職員25名を被験者とし、ゆらぎ舗装区間およびアスファルト舗装区間（いずれも幅員3mと5mの各2カ所）をそれぞれ10分程度自由に歩行してもらった後、7段階SD法（47形容詞対+1総合評価）によるアンケート用紙に各自記入してもらう方法で実施した。

アンケートの集計結果を、各被験者の平均値から各地点の特性ごと（ゆらぎの有無、歩道幅員の差）に比較検討したところ、歩道幅員に関係なく、ゆらぎ歩道の方がアスファルト歩道よりも「快適」と評価される結果となった。また、ゆらぎ歩道に対し、アスファルト歩道の方が、歩道幅員の差による快適感への影響が大きくなっている（図-2）。これらの結果から、1/fゆらぎを適用することにより、歩道幅員に影響されことなく、一定の快適感を得られる歩道空間が創出できると考えられる。

(3) 模型映像を用いた1/fゆらぎによる快適性向上効果の計測

(1)で抽出された景観構成要素のうち、1/fゆらぎによる再配置が可能な「街路樹」（2種類）および「建物配置」に加え、(2)の「歩道（テクスチャ）」の3要素を、1/fゆらぎの有無で組み合わせた計16パターンの模型映像を用いて、ME法による心理評価実験を行った。実験に用いた映像は、試験施工区間の1/100模型を、小型CCDカメラを使ってア

基準パターン	景観要素の平均値				建物配置				歩道テクスチャ				街路樹(密)			
	歩道テクスチャ	街路樹(密)	建物配置	景観要素の平均値	歩道テクスチャ	街路樹(密)	建物配置	景観要素の平均値	歩道テクスチャ	街路樹(密)	建物配置	景観要素の平均値	歩道テクスチャ	街路樹(密)	建物配置	景観要素の平均値
1	101.2	97.9	104.1	116.2	107.0	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	102.3	99.5	103.6	113.2	106.3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	99.9	98.8	104.6	111.7	105.6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	102.0	100.1	100.7	105.0	103.2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	101.3	92.3	98.4	102.0	101.4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	100.2	98.1	98.4	103.1	99.9	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	95.2	93.5	92.4	119.8	99.2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9	99.3	101.5	99.8	99.6	99.6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
10	92.6	84.9	84.1	116.5	94.1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
11	89.3	84.2	77.0	120.1	90.8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12	92.5	90.9	75.5	122.8	98.5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
13	90.2	85.7	78.1	112.9	88.9	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
14	91.6	89.9	79.4	102.0	85.4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
15	90.1	92.5	75.9	104.7	92.7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
16	90.1	86.2	77.0	87.1	76.4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

図-2: 基本パターン6を標準刺激(評価値=100)とする。

表-3 模型映像評価結果(快適感)

イレベルで撮影した1分/パターンのVTR映像（静止画+動画）である。ME法での評価項目は、「連続性」「まとまり感」「期待感」「開放感」「快適感」の5項目とした。また、標準刺激は、試験施工区間と同一の「建物配置：一定」「歩道テクスチャ：ゆらぎ」「街路樹：一定（密）」とし、標準刺激値は100と定めた。被験者は、土木・建築系技術者24名である。

実験で得られたデータについて、各パターンの評価項目ごとに全被験者の幾何平均値を求め、現地計測実験で快適性向上効果が確認されている標準刺激の評価値との比較を行った。その結果、各評価項目で主に順位に影響する要素は、「歩道テクスチャ」と「建物配置」であることがわかった（表-3）。特に、「歩道テクスチャ」は、「快適感」との相関が弱い「開放感」を除いて、常に1/fゆらぎの場合が上位に、アスファルトの場合が下位に明確に別れており、最も効果的なゆらぎ要素であるといえる。街路樹につ

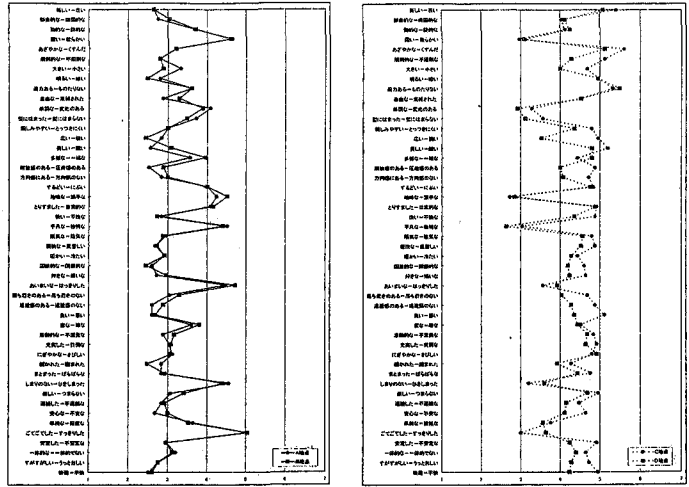


図-2 現地計測実験結果

(左:ゆらぎ歩道,右:アスファルト舗装/どちらも幅員3mと5mの比較)

いては、葉の茂り具合の粗密に関係なく1/fゆらぎの有無による影響がみられない結果となった。したがって、1/fゆらぎの導入が最も快適性向上に影響を及ぼす景観構成要素の組み合わせは、「歩道テクスチャ」と「建物配置」に1/fゆらぎを適用したパターンである。

(4) 景観構成要素とゆらぎの組み合わせによる快適性向上効果の検討

(3)と同一の景観構成要素とゆらぎの組み合わせによる計16パターンのCG画像を作成し、約1分/パターンのVTR映像（静止画+動画）

に収録したものをを用いて、7段階SD法による心理計測実験を行った。本実験では、アンケートの評価指標を、(1)、(2)で用いた47形容詞対の中から快適性総合評価と強い相関を持つ形容詞対に絞り、23形容詞対+1総合評価とした。被験者は、土木・建築系技術者12名である。

アンケートの集計結果から、各実験パターンごとのプロフィールを比較し、快適感に影響を与える景観構成要素について検討を行った結果、最も1/fゆらぎの効果が高いのは「歩道テクスチャ」であった。

「歩道テクスチャ」が1/fゆらぎになっているパターンは「快適」と評価されるパターンの上位を占め、逆にアスファルトであるパターンは「不快」と評価されるパターンの下位に集中する傾向にある。次いで効果があると思われる要素は「建物配置」であるが、「歩道テクスチャ」ほどはっきりした傾向は見られない。ただし、アンケートに用いた形容詞対の中で、主に「開放感」を表すものにやや突出した尺度を示すパターンがあり、これらは「建物配置」の1/fゆらぎの有無に影響され、ゆらぎのある場合は開放感があり、一定の場合には閉鎖感がある評価となっている。なお、「街路樹」については、特に1/fゆらぎの効果は認められず、むしろ他の景観構成要素との組み合わせによっては直列配置の方が快適感を得られる結果となった。(図-3)

(5) 1/fゆらぎによる快適性向上効果とりまとめ 一連の実験を通じて、1/fゆらぎの導入が最も

快適性向上効果に影響を及ぼす景観構成要素の組み合わせは、「歩道テクスチャ」および「建物配置」であり、特に「歩道テクスチャ」への導入が効果的であるとの結論が得られた。「街路樹」については、1/fゆらぎによる効果は見られなかったが、これは歩道幅員の制約からゆらぎ幅の設定に問題があったものと思われる。

6. おわりに

今回の検討結果を通じて、限られた条件の下ではあるが、1/fゆらぎの導入による歩道の快適性向上効果がある程度確認することができた。しかし、あらかじめ視覚的に特徴のある要素を選定して検討を進めていることや、アスファルトとゆらぎ舗装を比較するなど条件設定においても問題を残す結果となった。快適性向上のための1手法として、歩行空間への1/fゆらぎの導入手法をとりまとめるためには、さらに詳細な検証が必要である。

最後に、今般の試験施工に際して支援・協力をいただいた沖縄総合事務局および(株)ゆらぎ研究所に謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 武者利光：ゆらぎの発想、NHK出版、1994.3
- 2) 武者利光：ゆらぎの世界、講談社、1980.10
- 3) 青野文晃、松本直司、瀬田恵之、河野俊樹、武者利光、神谷彰伸：ゆらぎ理論にもとづく街路樹の変化が街路空間の乱雑・整然性および魅力度に与える影響—中心市街地における視覚的乱雑・整然性に関する研究—その1
一、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、1997.9

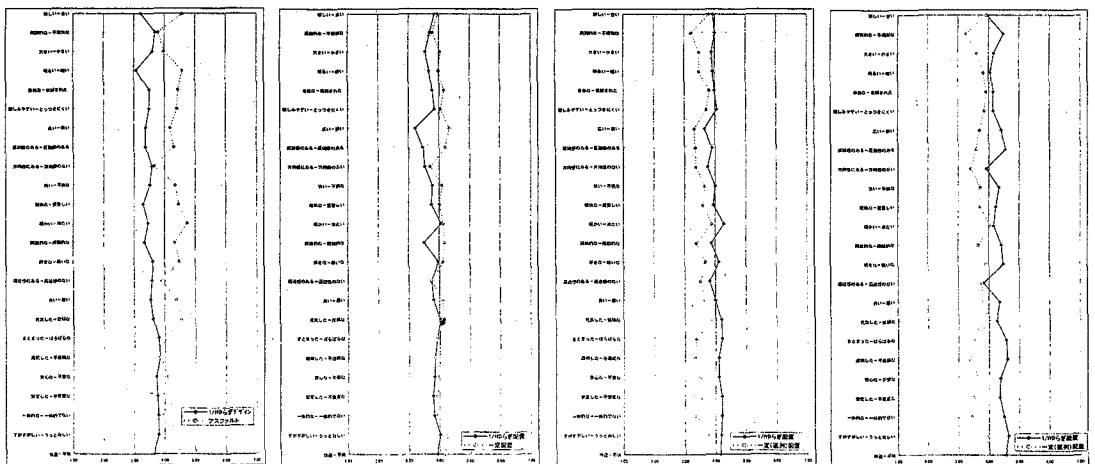


図-3 景観構成要素とゆらぎの組み合わせによる評価結果(左から、歩道テクスチャ、建物配置、街路樹(疎)、街路樹(密))