

# 木漏れ日演出された室内緑化の生理・心理的効果に関する研究

苜部優子<sup>1</sup>・漆谷綾乃<sup>1</sup>・池田利行<sup>2a</sup>・細野哲央<sup>3b</sup>

<sup>1</sup>(株)ネクスコ東日本エンジニアリング

<sup>2</sup>千葉大学園芸学部園芸別科

<sup>3</sup>千葉大学大学院園芸学研究科

e-mail : y.karibe.sa@e-nexco.co.jp

## Effects of Indoor Greening on Physiological and Psychological Function with Simulated “Komorebi” (Sunlight through the Leaves)

Yuko KARIBE<sup>1</sup>, Ayano URUSHITANI<sup>1</sup>, Toshiyuki IKEDA<sup>2a</sup> and Tetsuo HOSONO<sup>3b</sup>

<sup>1</sup>NEXCO-East Engineering Company Limited

<sup>2</sup>Special division for partial Horticulture of faculty horticulture, Chiba University

<sup>3</sup>Graduate school of Horticulture, Chiba University

### Summary

In this study, experiments were conducted to obtain synergistic effects of fatigue restoration and stress relief by combining plants with other space components, focusing on a lighting as the space component. A lighting was used to simulated Komorebi (sunlight through the leaves), which is expected to relieve fatigue and stress based on previous study. We conducted physiological and psychological experiments in indoor environment. We measured heart rate variability and cerebral blood flow dynamics for the physiological aspect. To determine the psychological aspect, impression evaluation by Semantic differential method and hearing were conducted.

By measuring heart rate variability, the result suggested that the value of parasympathetic nerves in *Space with simulated Komorebi* tend to be higher than parasympathetic nerves in *Non-simulated space*. It means that “*Space with simulated Komorebi*” can make people approach relaxed state. At this relaxed state, activity in the ch23 and ch24 were observed from the cerebral blood flow dynamics. Through the hearings, we found out that there were experiment participants who imagined the Komorebi. Furthermore, the SD method result showed that people feel “Fun” and “Lively”. From the psychological aspect, “*Space with plants*”, “*Space with simulated Komorebi*” and “*Space with plants and simulated Komorebi*” gave better impression compared to “*Non-simulated space*”. Especially, the comprehensive evaluation of “*Space with plants and simulated Komorebi*” was the highest.

All of these results suggested that creating a space with combination of plants and Komorebi will give a physiologically relaxing effect even in indoor environments. In addition, the space with combination of plants and Komorebi can be expected to gain the positive evolution.

**Keywords :** cerebral blood flow dynamics, heart rate, heart-rate-variability, semantic differential method  
脳血流動態, 心拍, 心拍変動性, S D法

### 緒言

室内緑化とは、室内の美化や修景、環境整備の一環として行われる緑化であり、商業施設や文化的施設に多く導入されている。その心理・生理的な効果として、室内緑化空間における熱環境・快適性の向上（浅海ら、1991）や視覚疲労回復（浅海ら、1995）、安らぎ（今

西ら、2001）、ストレス緩和（Lohrら、1996）の効果が研究によって示唆されている。特に近年、室内緑化によるストレス緩和効果は注目されており、オフィスの作業環境改善や高速道路休憩施設において運転者の疲労回復を目的とした導入事例もある。こうした緑の効果を期待する施設では、より高いストレス緩和・回復効果が求められるが、本来の施設用途に付加した形で設けられることから、緑化可能なスペースが限られ

2017年7月6日受付。2019年1月18日受理。

a 現在：(株)虹設計事務所。

b 現在：(一社)地域緑花技術普及協会。

ることが多い。こうしたことから、本研究では植物と他の空間構成要素を組み合わせることでストレス緩和の相乗効果が得られないかという観点から、室内で演出が可能な照明に着目した。

既往の研究（高山ら，2012）では、木漏れ日の静止画像を使った心理的ストレス低減効果に関して、植物と照明を組み合わせた模擬的な「木漏れ日」の室内空間が緊張感を低下させる可能性を示唆している。また、「木漏れ日」に着目した研究（藤澤ら，2007）では、森林内の光環境を紡ぐ陽斑に1/f ゆらぎ特性があるとした上で、心理的なストレス低減効果があることを示唆している。1/f ゆらぎとはパワースペクトルが周波数  $f$  に反比例し、小川のせせらぎやそよ風、木漏れ日など自然界に多く存在するゆらぎ現象である。この1/f ゆらぎは心拍のリズムや眼球の動きなど生体のリズムと同じことから、快適性と深い関係があるとされ、人工的な1/f ゆらぎ照明が人に安らぎを与えると推察されている（土井ら，1997）。

しかしながら、実際に室内条件下で植物と木漏れ日を演出した照明を組み合わせた空間を検証した研究は見当たらない。そこで本研究では、1/f ゆらぎを持つ木漏れ日を表現できる照明装置（以下、木漏れ日照明）を製作し、植物と組み合わせた時に、疲労回復やストレス緩和に相乗効果が認められるか生理的側面と心理的側面から検証した。

## 材料および方法

### 1. 実験材料

実験材料として植物と木漏れ日照明を用いた。植物は、観葉植物の中でも比較的手に入りやすく、室内緑化に多く用いられているシェフレラ (*Schefflera arboricola* Hayata) を選定し、高さ1.3mのものを使用した。木漏れ日照明の構成は、内面が鏡面部材で構成された光搬送路内に風で揺動する揺動体を設けたものである。この揺動体に電流量を1/f ゆらぎにコントロールできる装置を動力にしたファンで風を当てる。

そこにメタルハライドランプの投光器で光を当て反射させることにより自然の木漏れ日を演出する装置（製作者：株式会社マテリアルハウス）である（第1図）。

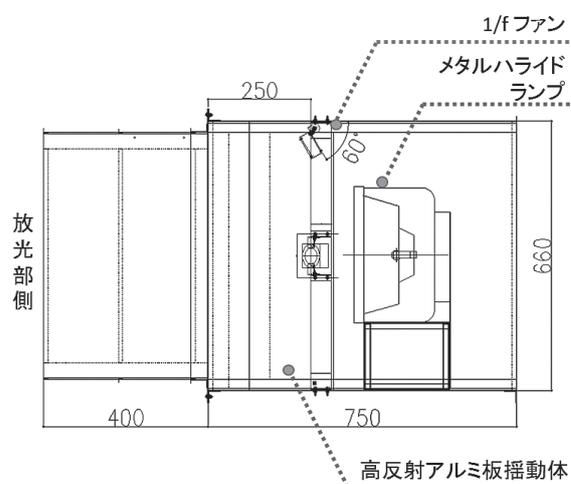


Fig. 1. Structural drawing of Komorebi lighting.  
第1図. 実験機器配置（断面図）.

### 2. 実験区

実験区は4パターン設定し、各実験区を比べた。実験区は、スクリーンをみの無演出空間（以下、無演出区）、スクリーンの前に植物を置いた空間（以下、植物区）、スクリーンに木漏れ日照明による演出がされた空間（以下、木漏れ日区）、スクリーンの前に植物を置き、木漏れ日演出を加えた空間（以下、植物・木漏れ日区）とした（第1表）。無演出区、植物区の照度設定にあたっては、木漏れ日照明による演出時のスクリーン面6か所の平均照度が151luxであったため、これを基準照度に設定し調光を行った。なおスクリーンに映像等は流していない。

### 3. 測定内容

測定は生理的側面と心理的側面から行った。生理的指標として人体のストレス指標である自律神経活動の

Table 1. Type of experiment zone.

第1表. 実験区の設定.

実験区	A 無演出区	B 植物区	C 木漏れ日区	D 植物・木漏れ日区
植物の有無	植物なし	植物あり	植物なし	植物あり
照明の種類	基準照度	基準照度	木漏れ日照明	木漏れ日照明
状況				

状態をリアルタイムで把握できる心拍変動性を測定した。あわせて脳活動の状態を可視化し、脳の部位ごとの活性化・沈静化の状態が測定できる脳血流動態を測定した。また実験時の心理的反応を数値として捉える方法として、「快適な-不快な」などの相反する形容詞対を複数用いて対象の印象評価を行うSD法 (Semantic Differential Method) による印象評価を行った。加えて印象評価では表せない実験参加者がどのように感じたかを、実験参加者の表現方法で表せるヒアリングを実施した。具体的な測定内容は以下のとおりである。

心拍変動性とは心拍一拍ごとの変動であり、その周波数領域によって低周波数成分VLF (0-0.05Hz), 中間周波数成分LF (0.05-0.20Hz), 高周波数成分HF (0.20-0.35Hz) に区分される。VLFは主として交感神経系活動の影響を受け、一部副交感神経系活動の影響を受けるとされ、LFは交感神経系と副交感神経系活動、HFは副交感神経系活動の影響を受けるとされる (日本自律神経学会, 1995)。本研究では、アクティブレーザー (アームエレクトロニクス社) を用い、交感神経系活動の評価指標をLF/HFおよびLF/(LF+HF), 副交感神経系活動の評価指標をHF, 心拍数の評価指標をHRとし測定した。

脳血流動態は、近赤外分光分析法 (NIRS : Near Infra Red Spectroscopy) により測定した。NIRSは照射した近赤外線の影響から血液中の酸素化ヘモグロビン (oxyHb), 脱酸素化ヘモグロビン (deoxyHb) とこれらの和である総ヘモグロビン (totalHb) の濃度変化を捉える機器である。酸素化ヘモグロビン濃度は、脳活動の活性化・鎮静化を反映しているとされる。NIRSは安全で比較的簡易に人の脳機能を記録できるため、脳機能計測の臨床・研究分野で多くの応用事例がみられる (山田, 2007)。既往研究 (Zhuら,2014) では、NIRSにより、ASD (自閉症スペクトラム障害) 児童とTD (定型発達) 児童のRSFC (安静時の機能的脳結合) 神経活動の特徴を明らかにするなど、医学分野に関するものが挙げられる。

本研究では、多チャンネル酸素モニター (鳥津サイエンス社) を使用し、同機器を使用した既往の研究 (細野ら, 2017) を参考に右脳の前頭葉, 頭頂葉, 側頭葉, 後頭葉について47か所の酸素化ヘモグロビンの測定を行った。なお本研究では、特に興味のある感情や記憶といった反応を見るため、既往研究 (El-sadekら, 2013) に準拠し、右脳に限定し

た測定を行った。

機器の設置はマニュアルに則り、送光ファイバローブと受光ファイバローブのペアを3cm間隔の格子状配置とした (第2図)。設置時には、毎回同じ

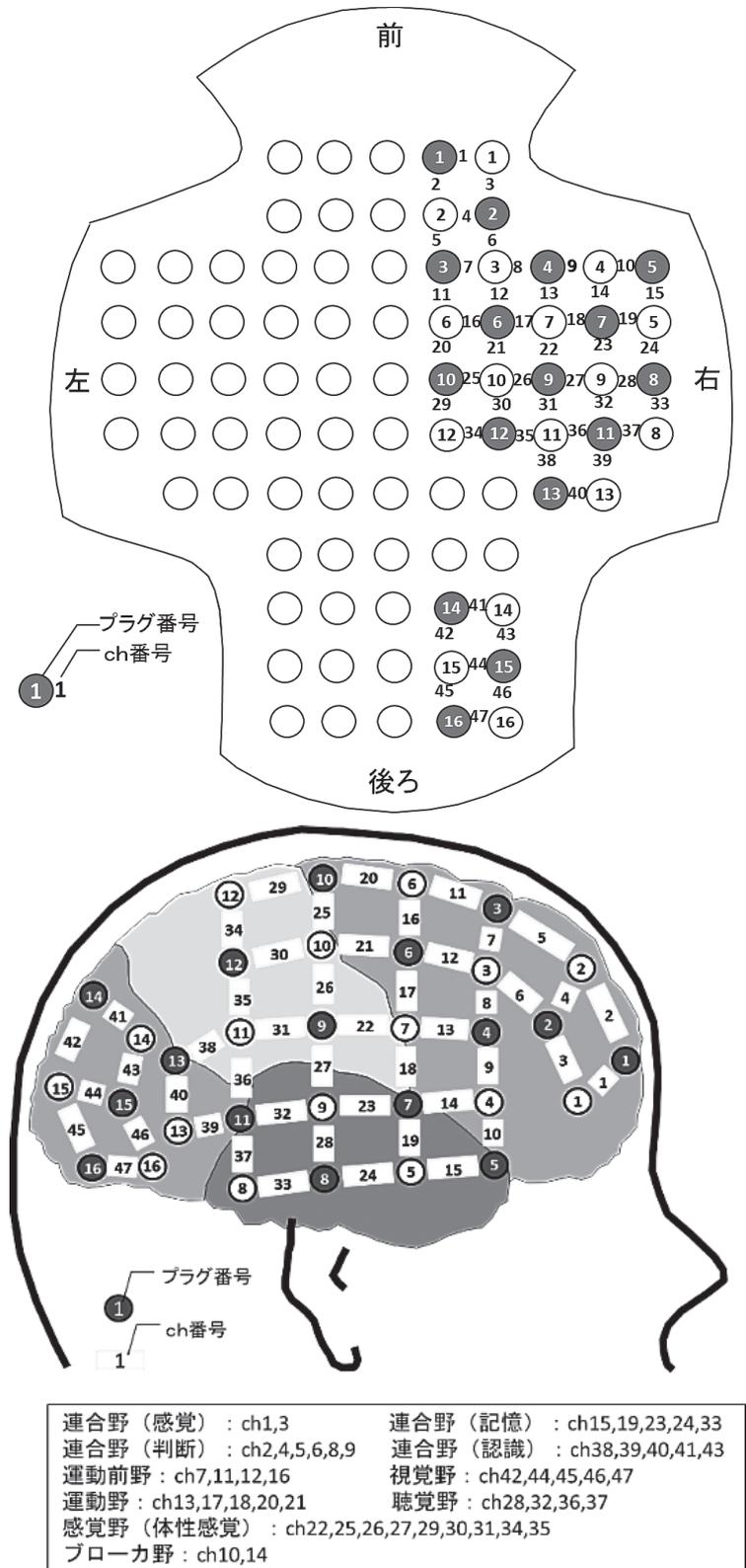


Fig. 2. Channel map and the Brodmann area.  
第2図. チャンネルの位置とブロードマンエリアの対応図.

位置に配置することができ、頭の大きさの異なる人でも同じ脳領域を測ることが可能とされる国際10-20法を用い、眉間のくぼみ、耳珠（耳穴から頬側にある凸部）の位置を基準として装着した。また、各送光ファイバプローブごとに正しくデータが取れているかデータの波形から確認し、毛髪で阻害されている箇所は調整を行った後、測定を行った。

SD法による印象評価は、既往の研究（細野ら、2017）を参考に17項目の形容詞対について7段階の評価を求めた。

ヒアリングは4実験区の中で「最も好きな空間」、「最も嫌いな空間」を聞いた後、特に印象に残っている空間があった場合「その空間を見てどのように感じたか」を聞いた。

#### 4. 実験手順

実験は開始前に実験参加者の当日の健康状態に問題がないことを確認した後行った。

実験の手順を第3図に示す。実験参加者に白いスクリーンを正面として着座させ（目線高120cm）、頭を動かさずに正面のつい立を見るよう指示した。先行研究（細野ら、2017）の手順を参考に1分間の安静状態を設けた後、つい立を外し、対象空間を1分間見せた。なお、安静時間は植物を座観した時の脳血流動態を測定した既往研究（El-sadekら、2013）を参考とし1分間とした。

実験参加者とスクリーンおよび植物の配置位置を第4図、第5図に示した。このときの生理的な反応（脳血流動態、心拍変動性および心拍数）を測定した。測定終了後、実験参加者はそのまま対象空間を座観させ、SD法による印象評価を実施した。印象評価終了後に対象空間の入れ替えを行い、入れ替え後、次の対象空間を測定する前に安静時間を設けた。また、対象空間を見せる順番は順序効果による影響をなくするため、全実験参加者が異なる順番で行った。

#### 5. 実験日時・実験地

実験は平成28年11月7日～14日（9日を除く）計7日間で行い、千葉大学 園芸学部内のシールドルームで実施した。なお、本シ-

ールドルームは防音機能を有し、室温は25℃に設定した。

#### 6. 実験参加者

実験参加者は色覚や聴覚に障害のない、18歳～30歳の千葉大学園芸学部の学生、男女各10名である。男性の年齢構成は10代3名、20代7名で平均年齢21.6±2.1歳（平均年齢±標準偏差）、女性の年齢構成は20代8名、30代2名で平均年齢24.5±3.4歳（平均年齢±標準偏差）である。

#### 7. 統計処理および分析

解析には「エクセル統計2012」（株式会社社会情報サービス）を使用した。脳血流動態、心拍変動性および心拍数は一元配置分散分析（対応あり）における多重比較検定（Bonferroni）、印象評価はクラスカル・ウォ-

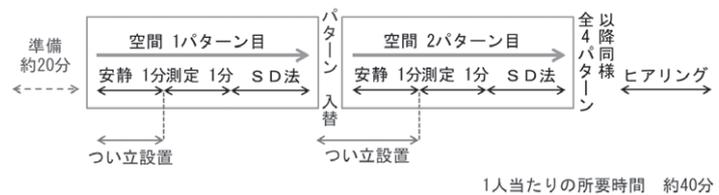


Fig. 3. Experimental procedure.  
第3図. 実験の手順.

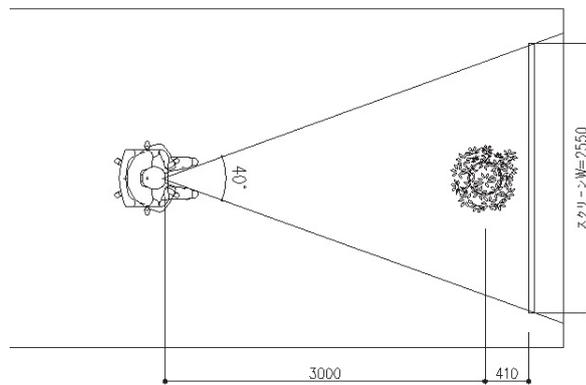


Fig. 4. Seating position.  
第4図. 着座位置(平面図).

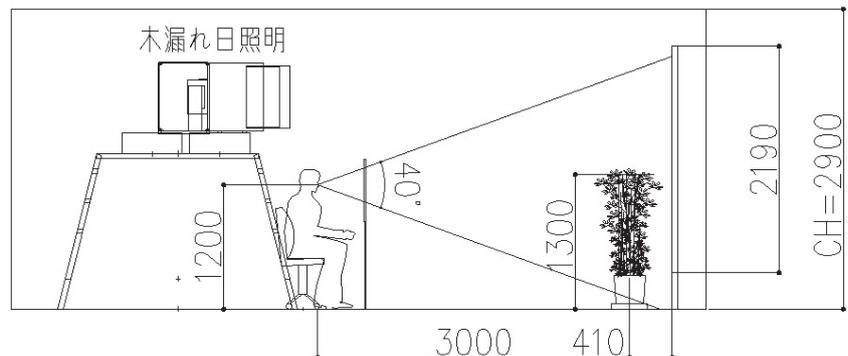


Fig. 5. Layout drawing of experimental equipment.  
第5図. 実験機器配置(断面図).

リス検定を行った。統計的有意水準は5%未満とし、本文中では $p < 0.05$ と示し、5%~10%は有意傾向とし $p =$ 実数値で示した。脳血流動態、心拍変動性の分析は、対象空間を継続して測定した1分間の平均値を用いて行った。

## 8. 倫理的配慮

本研究は千葉大学大学院園芸学研究科研究倫理審査委員会の承認を受け実施した。実験参加者には研究の主旨と方法、研究への参加の任意性、個人情報保護等について実験開始前に口頭および書面で説明し同意を得た。

## 結果

### 1. 心拍変動性および心拍数

心拍変動性および心拍数の測定結果を第6図および第7図にまとめた。第6図では全実験参加者、男性、女性の属性別に表にまとめた。なお、心拍変動性はHF値の個人差が大きいと考えられることから、値そのものの比較ではなくHF、LF/HF、LF/(LF+HF)の指標で実験参加者ごとに全実験区の実測値の平均を用いて算出した値を用いた（以下この値を「実測値/平均値」と示す）。第6図①より全実験参加者では無演出区よりも木漏れ日区の方が副交感神経活動の影響を受けるHFの値が高い傾向にあった ( $p = 0.0838$ )。

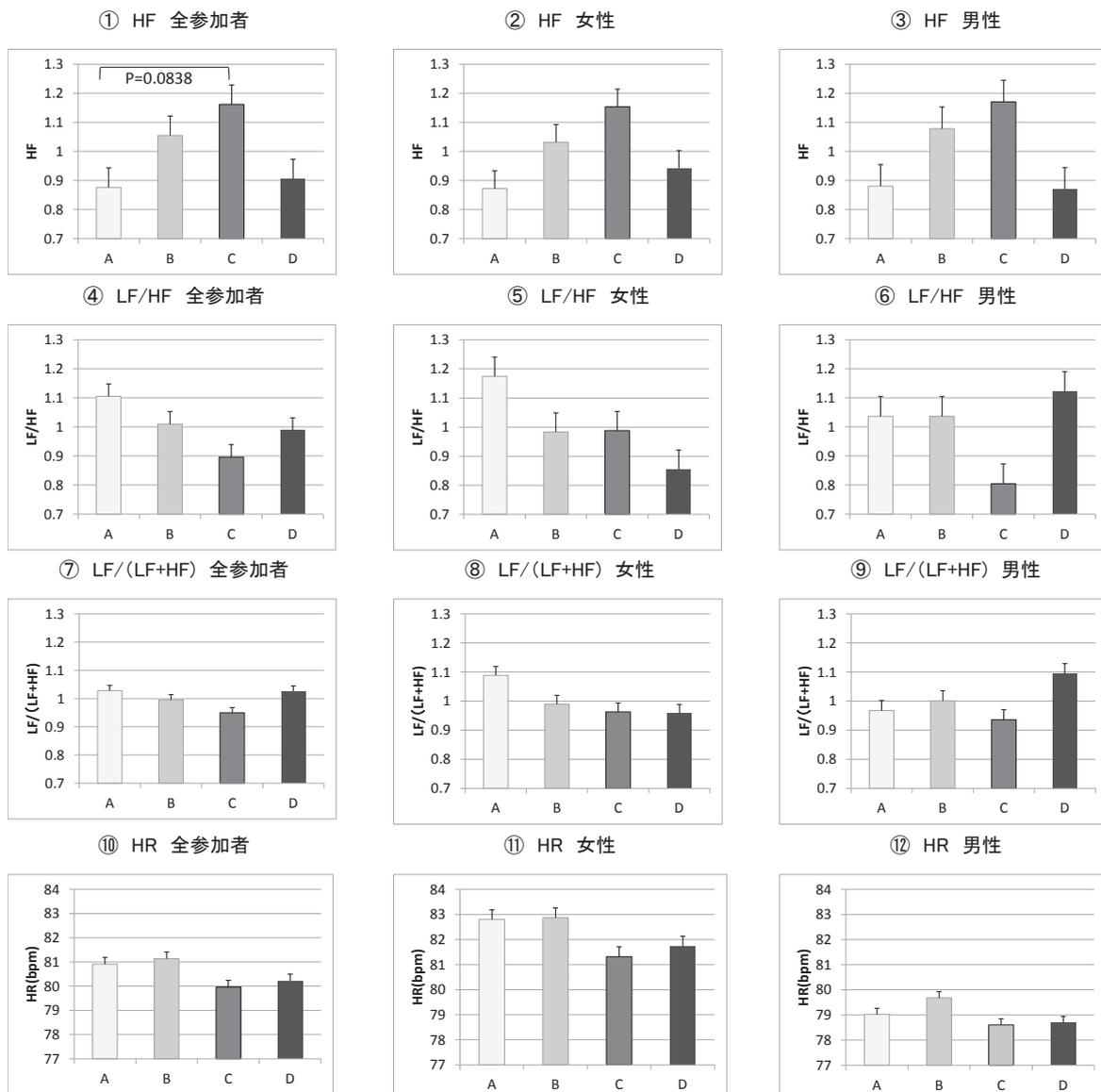


Fig. 6. The change rate of heart-rate-variability (The actual value / The average value) and heart rate for experimental zone.

第6図. 実験区ごとの心拍変動（実測値/平均値）および心拍数。  
A無演出区, B植物区, C木漏れ日演出区, D植物・木漏れ日演出区。

第7図は実験参加者全員のLF/HFの実測値を平均した値である。心拍変動性のLF/HFでは無演出区と植物区が2.0以上の値であるのに対し、木漏れ日区と植物・木漏れ日区では2.0未満であった。

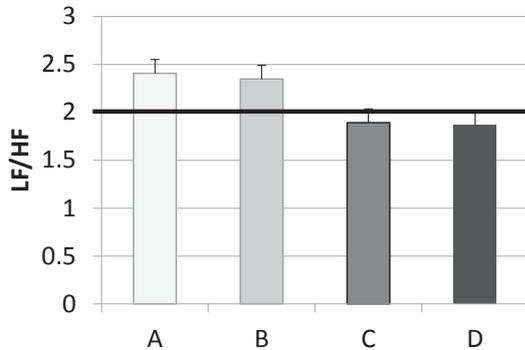


Fig. 7. LF/HF value of the experimental zone.  
第7図. 各実験区における全参加者のL F/H F.  
A無演出区, B植物区, C木漏れ日演出区, D植物・木漏れ日演出区.

## 2. 脳血流動態

脳血流動態は全47チャンネルのデータから得られた値を実測値、全実験区の実測値の平均を用いて算出した値（実測値/平均値）を、全体・男性群・女性群で比較し、有意差を示した箇所を賦活、有意傾向があるものを賦活した傾向にあるとした。結果を第2表にチャンネルごとに分類しまとめた。

男性群の無演出区と木漏れ日区の比較で、無演出区より木漏れ日区でch23が賦活する傾向 ( $p = 0.0556$ )であった。全体および女性群の植物区と木漏れ日区の比較で、植物区より木漏れ日区でch24が賦活する傾向であった（全体  $p = 0.0705$ , 女性群  $p = 0.0935$ ）。男性群の無演出区と植物区の比較で、無演出区より植物区でch36の賦活が認められた ( $p < 0.05$ )。また男性群の植物区と木漏れ日区の比較で、植物区より木漏れ日区でch46の賦活が認められた ( $p < 0.05$ )。

Table 2. Area of significant difference by cerebral blood volume.

第2表. 処理区間<sup>2</sup>に脳血流動態の有意差が認められたチャンネル.

c h	全体被験者	男性被験者	女性被験者
23		実測値/平均値 A < C	
24	実測値/平均値 B < C		実測値/平均値 B < C
36		実測値 A < B *	
46		実測値 B < C *	

<sup>2</sup> A無演出区, B植物区, C木漏れ日演出区, D植物・木漏れ日演出区.

\* $p < 0.05$ .

## 3. 印象評価 (SD法およびヒアリング) について

SD法による17項目の印象評価を行い、有意差が認められた項目を第3表にまとめた。無演出区と比べ、植物区の方では「自然な」、「生き生きとした」、「変化の多い」、「美しい」、「楽しい」、「心が落ち着く」、「潤いのある」、「やわらかい」、「快適な」、「好きな」、「目新しい」、「元気になる」と評価された ( $p < 0.05$ )。

また、無演出区に比べ木漏れ日区は「生き生きとし

Table 3. Result of semantic differential method.

第3表. パターン<sup>2</sup>にSD法による印象評価の有意差が認められた質問.

項目	全体	
	パターン	判定
窮屈なく広々とした	-	-
人工的なく自然な	A < B	**
	A < D	**
生気のないく生き生きとした	A < B	**
	A < C	**
圧迫感のあるく開放感のある	A < B	**
	A < D	**
不快なく快適な	A < B	*
	A < C	**
	A < D	**
単調なく変化の多い	A < B	**
	A < C	**
	A < D	**
	B < C	**
醜いく美しい	B < D	**
	A < B	**
	A < C	**
	A < D	**
不安なく安心な	A < C	*
	A < D	*
暗いく明るい	A < C	**
	A < D	**
	B < C	*
つまらないく楽しい	A < B	**
	A < C	**
緊張感のあるく心が落ち着く	A < D	**
	A < B	**
	A < C	**
	A < D	**
殺風景なく潤いのある	A < B	**
	A < C	**
	A < D	**
かたいくやわらかい	A < B	**
	A < C	**
	A < D	**
	B < C	*
嫌いなく好きな	B < D	*
	A < B	*
	A < C	**
ありがちなく目新しい	A < D	**
	A < C	**
	A < B	*
疲れるく元気になる	A < C	*
	A < D	**
眠くなるく目がさえる	A < B	*
	A < D	**

<sup>2</sup> A無演出区, B植物区, C木漏れ日演出区, D植物・木漏れ日演出区.

\* $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

た, 「心が落ち着く」, 「変化の多い」, 「快適な」, 「美しい」, 「明るい」, 「楽しい」, 「潤いのある」, 「やわらかい」, 「好きな」, 「目新しい」, 「安心な」, 「元気になる」と評価された。

植物区と木漏れ日区では木漏れ日区の方が「変化の多い」, 「明るい」, 「やわらかい」と評価された ( $p < 0.05$ )。

無演出区と植物と木漏れ日のある空間では植物と木漏れ日のある空間の方が「自然な」, 「生き生きとした」, 「快適な」, 「変化の多い」, 「美しい」, 「明るい」, 「楽しい」, 「心が落ち着く」, 「潤いのある」, 「やわらかい」, 「好きな」, 「目新しい」, 「元気になる」, 「目がさえる」, 「安心な」と評価された ( $p < 0.05$ )。

植物区および植物・木漏れ日区は「変化の多い」, 「やわらかい」と評価された ( $p < 0.05$ )。

ヒアリング結果について第4表・第5表にまとめた。最も好きな空間に植物・木漏れ日区を挙げた実験参加者は20人中11人と半数以上であり, 最も嫌いな空間に植物・木漏れ日区を挙げた実験参加者はいなかった。

「その空間を見てどのように感じたか」聞いたところ, 木漏れ日演出された木漏れ日区および植物・木漏れ日区の印象を「~のよう」と何かに例えて表現した

Table 4. Result of hearing survey about the favorite space.

第4表. 最も好きな空間についてのヒアリング結果.

実験区	最も好き	最も嫌い
無演出区	0人	12人(男7, 女5)
植物区	3人(男3, 女0)	4人(男1, 女3)
木漏れ区	6人(男0, 女6)	4人(男2, 女2)
植物・木漏れ日区	11人(男7, 女4)	0人

Table 5. Result of hearing survey about visual imoressions of the space.

第5表. 空間を見てどのように感じたかについてのヒアリング結果.

実験区	男性	女性
無演出区	回答なし	回答なし
植物区	回答なし	・ 暗い ・ かたい ・ 植物の印象が薄い
木漏れ日区	・ ぼんぼりのよう ・ 水面のよう ・ ミラーボールのよう ・ 人工的でわざとっぽい	・ 木漏れ日のよう ・ ゆらゆらして木漏れ日のよう ・ 水面のよう ・ 水族館のよう ・ 落ちつく
植物・木漏れ日区	・ 植物に太陽が当たっているよう ・ 森を散歩しているよう ・ 太陽の光のようで自然	・ 朝窓から入る日差しのように自然 ・ 少し暗いイメージ

実験参加者は20人中11人おり, そのうちの5名が「木漏れ日のようだ」, 「太陽の光のようで自然な感じ」, 「朝窓から入る日差しのように」といった自然に関する回答が多かった。男女の属性別にみると, 男性群では, 木漏れ日区は「キラキラしていて違和感がある」, 「人工的でわざとっぽい」といったネガティブな評価が得られた一方, 女性群では「落ち着く」, 「きれい」といった回答が得られ, 木漏れ日区が最も好きと答えた6名は全員女性であった。

## 考 察

### 1. 木漏れ日演出の効果について

心拍変動性のHFは, 副交感神経活動が優位な状態が認められたとき, リラックス状態にあると判断される (Benson, 2000)。本実験では無演出区よりも, 木漏れ日区の全体でHFの値が高くリラックス状態となる傾向が認められた ( $p = 0.0838$ )。また心理的側面から, SD法による印象評価において無演出区, 植物区よりも木漏れ日区の方が有意に「変化の多い」, 「明るい」, 「やわらかい」と評価されたことから, これを裏付けるものと考えられる。

脳血流動態について本研究では, ブロードマンの脳地図より脳の遂行機能の関与が考えられる部位をNIRSで測定し, 課題特性の脳賦活への影響について考察した研究 (山口ら, 2011) を参考とした。測定した47チャンネルのデータから大脳真皮の部位により担われる機能が異なるとする脳機能局在論 (後藤・後藤, 2001), 感覚の地図帳 (山内・鮎川, 2001) のブロードマンの脳地図に基づき考察した。

NIRSによる測定の結果, 脳血流動態のch23で男性群では無演出区より木漏れ日区で賦活する傾向があり ( $p = 0.0556$ ), ch24の全体で植物区より木漏れ日区で賦活する傾向であった ( $p = 0.0705$ )。感覚の地図帳 (山内・鮎川, 2001) のブロードマン脳地図によるとch23, ch24は側頭連合野 (記憶) とされ, 「記憶をとりだす機能」があるとされている。

しかし近年, 脳のメカニズムは脳機能局在論だけではなく, ニューロンネットワークという考え方も踏まえ論じられており, 特に記憶の想起のメカニズムは未だ解明されていない部分も多い。そのためch23, ch24の賦活が認められたというだけでは記憶の想起が起きていたかどうか明言はできないが, ヒアリングから半数の実験参加者が木漏れ日演出の印象を「木漏れ日のよう」, 「森の中のよう」, 「水面の動きのよう」等と表現していた。この結果を踏まえると, 木漏れ日区で実験参加者は過去に得

た自然に関連する体験や情景を想起することでリラックス状態に至ったのではないかと推察される。これは既往の研究（加藤，2009）が過去の記憶想起が自律神経系に影響を与えると述べていることから、リラックス状態であったことと側頭連合野（記憶）が賦活したことは関連があると考えられる。

また植物区よりも木漏れ日区で男性群では脳血流動態で視覚野のch46が賦活しており（ $p < 0.05$ ）、感覚の地図帳（山内・鮎川，2001）のブロードマンの脳地図より視覚野は視覚情報の受取を行う機能があるとされ、実際に木漏れ日区は光が揺れ動く空間であったことから、視覚刺激により視覚野のch46で賦活したことが考えられる。木漏れ日区は他の実験区より視覚刺激要素が多かったことから心拍変動性において反応が現れやすかったのではないかと考えられる。

なお、性別によって脳血流動態の結果に違いがあることは、高速道路休憩施設における植栽の配置や大きさの違いによる生理・心理効果に関する研究（細野ら，2017）および、植物の色彩刺激による生理・心理的反応の研究（El-sadekら，2013）でも示されている。

## 2. 植物の効果について

植物区と他の実験区の比較において、生理的な測定から有意差が認められた項目は、男性群のch36のみであった。感覚の地図帳（山内・鮎川，2001）のブロードマンの脳地図よりch36は聴覚刺激の受け取り機能があるとされているが、実験中は可能な限り音が出ないように配慮しており、植物区においても他の実験区に比べ音が出るような動作はなかったことから、この賦活が何を示すものかは判断ができなかった。

また印象評価で植物区は木漏れ日区、植物・木漏れ日区に比べ「単調な」、「かたい」、「暗い」という評価であった。さらにヒアリングからも「暗い」、「かたい」といった印象が挙げられている。本研究では、木漏れ日照明の動きを認識しやすい平均照度（151lx）に設定したが一般的な教室（JIS照度基準300lx）よりも暗い設定であったため、明るい状態で植物を見るのとは違い、暗がりの持つ不安感が影響を与えた可能性が考えられる。また、選定した植物の葉色が暗色な緑色であったことも印象に影響したものと示唆される。

## 3. 植物と木漏れ日の相乗効果について

無演出区、植物区、木漏れ日区と植物・木漏れ日区の比較において、心拍変動性および脳血流動態で有意差は認められなかった。

高速道路休憩施設における植栽が持つ生理効果の研究（細野ら，2017）においては、心拍変動性に関して、実験時の環境条件を完全に制御することは困難なことから、短時間の測定では有意差が認められないことも多いとしている。その例としては森林と駅周辺を座観し比較した研究（朴ら，2006）を挙げ、HFが有意に

亢進するのは3分から10分後であると述べている。また心拍変動性のLF/HF（実測値/平均値）について、LF/HFは非常に安静した状態で2.0より小さく、日常の安静時では2.0-3.0、交感神経の興奮状態では4.0以上が目安になるとされている（高田ら，2005）。本実験では無演出区および植物区が2.0以上の値であるのに対し、木漏れ日区（LF/HF=1.893）、植物・木漏れ日区（LF/HF=1.869）が2.0未満であったことから、木漏れ日区と植物・木漏れ日区では安静し、リラックスした状態であったと言える。また、印象評価では無演出区に比べ、植物・木漏れ日区は「生き生きとした」「変化の多い」「美しい」「安心な」「明るい」「楽しい」「心が落ち着く」「潤いのある」「やわらかい」「好きな」「目新しい」「元気になる」「目がさえる」と評価されていた。このことは、スクリーンばかりの代わり映えのない空間を1分間見続けさせる無演出区に対する印象が極めて良くないことを示唆すると考えられる。この印象評価を加味すれば、実験参加者は無演出区でストレス状態に近かったと考えられ、植物と木漏れ日演出を組み合わせた空間ではリラックス効果が得られることが示唆された。また、植物・木漏れ日区で「眠くなる」の対語である「目がさえる」項目で評価されていることから、このリラックスは眠気からくるものではないと考えられる。

さらに、ヒアリング結果から、最も好きな空間に植物・木漏れ日区を挙げる実験参加者が最も多かった。また、無演出区や植物区、木漏れ日区を最も嫌いな空間に挙げる実験参加者は複数いるが、植物・木漏れ日区を嫌いな空間とした参加者は1人もいないことから他の空間に比べ、好印象を与える空間であることが示された。

また、演出効果として、植物区では「かたい」や「暗い」、木漏れ日区では「人工的に見える」「違和感がある」といった、良くない印象も回答されたが、植物・木漏れ日区では「植物に太陽があたっているよう」「朝に窓から入る日差しのように」「自然な感じ」といった具体的かつ自然現象に関わる回答が多かった。このことは、植物と木漏れ日の演出を組み合わせた時に、植物のみや木漏れ日演出のみで抱かれる違和感などのマイナスの印象が相殺され、印象が相乗的に良くなるものと考えられる。

## おわりに

本研究から、木漏れ日区では生理的な有意差が認められ、リラックスした状態にあったと示唆されたが、植物・木漏れ日区ではリラックス状態に近づく可能性があるに留まった。本研究では、1分間の測定で実験区を比較したが、今後の課題として時間の推移とともに、効果が発現するまでの時間や、その継続時間について実験を行う必要がある。

また植物区においてリラックス効果に関連するような生理測定からの有意差が認められなかったことに関しては、本実験区の設定時に木漏れ日照明が最も映えるような照度環境としたことが要因となり、既往文献で述べられているような植物の生理的な効果が十分に発揮されなかった可能性がある。これらのことから植物が映えるような一定の照度が確保された室内で木漏れ日演出された空間においては、植物および植物と木漏れ日照明がより効果を発揮するものと考えられる。

実際の室内緑化計画を行うにあたっては、室内の照度、植物の葉色等に留意しながら、木漏れ日照明と組み合わせ、違和感のない空間演出にすることで、利用者を与える空間の印象を上げ、ストレス緩和に寄与できると期待される。

## 摘 要

本研究では植物と他の空間構成要素とを組み合わせることで疲労回復・ストレス緩和の相乗効果を得られないか、という観点から室内で演出が可能な照明に着目した。照明は、研究より疲労回復・ストレス緩和が期待できるとされる木漏れ日の演出が可能なものを用い、室内環境下で生理的・心理的指標から実験を行った。

生理的側面から心拍変動性および脳血流動態の測定を心理的側面からSD法による印象評価およびヒアリングを行った結果、「無演出区」に比べ「木漏れ日がある空間」では心拍変動性より高周波数成分（HF、副交感神経の影響を受けるとされる）値が有意に増加する傾向にあったことからリラックス状態に近づくと示唆された。またこの時脳血流動態からch23、ch24で賦活があり、ヒアリングでは木漏れ日をイメージする実験参加者がおり、また印象評価においても「楽しい」「生き生きとした」等のストレス時にはない評価を受けていた。さらに、心理的側面から、「無演出区」に比べ「植物がある空間」「木漏れ日がある空間」「植物と木漏れ日がある空間」でそれぞれ良い印象を与えており、特に「植物と木漏れ日がある空間」では、空間の総合的な評価が高かった。

これらのことから室内環境下でも「植物」と「木漏れ日」を組み合わせた空間を作り出すことで生理的にはリラックス効果があることが示唆され、ストレス軽減の一助になることが期待された。

## 引用文献

浅海英記・仁科弘重・難波亮子・増井典良・橋本 康.  
1991. 植物が室内環境に及ぼすグリーンアメニティー効果のシミュレーションによる検討. 植物工場学会誌 3(1) : 31-38.  
浅海英記・仁科弘重・中村博文・増井典良・橋本 康.

1995. 観葉植物を見ることがVDT作業に伴う視覚疲労に及ぼす影響. 植物工場学会誌 7(3) : 138-143.  
Benson, H. 2000. The relaxation response. pp.54-56. Harper Torch. New York.  
土井滋貴・大塚智仁・高橋晴男. 1997. 照明における1/fゆらぎ制御法の実験的検討. 電楽論C. 117(4) : 409-415.  
El-sadek, M., S. Sato, E. Fujii, E. Koriesh, E. Moghazy and Y. El Fatah. 2013. Human emotional and psycho-physiological responses to plant color stimuli. Food, Agriculture and Environment (JFAE) Online 11(3&4) : 1584-1591.  
藤澤 翠・高山範理・大平辰朗・松井直之・朴 範鎮・香川隆英・小川泰弘・井川原弘一・加藤正人.  
2007. 森林浴に適した林内照度の特徴と管理方針に関する研究-木漏れ日に特有のゆらぎとその特徴. 中部森林研究 55 : 191-194.  
後藤 昇・後藤 潤. 2001. 脳機能局在. リハビリテーション医学 38(4) : 296-302.  
細野哲央・佐藤 将・若林美之・松本 脩. 2017. 高速道路休憩施設におけるアプローチ広場がもつ生理・心理的效果. ランドスケープ研究 (オンライン論文集)10 : 31-36.  
今西弘子・生尾昌子・稲本勝彦・土井元章・今西英雄.  
2001. 植物の存在がオフィスで働く人々に与える心理的效果. 園学研. 1(1) : 71-74.  
加藤幸子. 2009. 精油の好き嫌いと言律神経との関連性に関する実証的評価. 日本アロマセラピー学会誌 9(1) : 23-29.  
Lohr, V. I., C.H. Pearson-Mims and G.K. Goodwin.  
1996. Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment. J. Environ. Hort. 14 : 97-100.  
日本自律神経学会. 1995. 自律神経機能検査第2版. 文光堂. 東京.  
朴 範鎮・石井秀樹・古橋 卓・李 妍受・恒次祐子・森川 岳・平野秀樹・香川隆英・宮崎良文.  
2006. 生理指標を用いた森林浴の評価 (1). 日本森林学会関東支部大会発表論文集 57 : 33-34.  
高田晴子・高田幹夫・金山 愛. 2005. 心拍変動性周波数解析のLF成分・HF成分と心拍変動係数の意義-加速度脈波測定システムによる自律神経機能評価-. 総合健診 32(6) : 504-512.  
高山範理・藤澤 翠・荒牧まりさ・森川 岳.  
2012. 木漏れ日の静止映像等による心理的ストレス低減効果に及ぼす印象評価・個人特性の影響. ランドスケープ研究 75(5) : 565-570.  
山田幸生. 2007. 近赤外分光法による脳機能計測の基礎歴史と最近の動向. 光学 36(12) : 676-685.  
山口典子・大崎聡美・二木淑子. 2011. 注意切替課題

実施時の前頭前野領域における脳賦活に対して、  
年齢・課題遂行・課題特性が及ぼす影響：NIRS  
による検討. 京都大学大学院医学研究科人間健康  
科学系専攻紀要：健康科学 7：9-16.

山内昭雄・鮎川武二. 2001. 感覚の地図帳. p.102.  
講談社. 東京.

Zhu, H., Y. Fun, H. Guo, D. Huang and S. He.  
2014. Reduced interhemispheric functional  
connectivity of children with autism spectrum  
disorder : evidence from functional near infrared  
spectroscopy studies. Biomedical Optics Express  
5(4) : 1262-1274.