

室内緑化によるオフィスの労働環境向上に関する研究 人工植物の緑化量による影響の検討

Study on Improvement of Workplace Productivity by Indoor Greenery Discussion on Influences of Artificial Plants

橋本 幸博 鳥海 吉弘（職業能力開発総合大学校）

五反田 千明（新潟職業能力開発促進センター）

Yukihiro Hashimoto, Yoshihiro Toriumi and Chiaki Gotanda

オフィスワーカーのストレス緩和を目的として、室内緑化を施すことがあるが、オフィスに観葉植物を設置するには、コストや維持管理の点で困難なことがあり、維持管理がほとんど不要な人工植物で観葉植物の代用ができれば便利である。そこで、本研究では、既往研究に続いて、人工植物を混在させたときのストレス緩和効果を調査するために、被験者実験を実施した。着座席からの緑視率をパラメーターとして、被験者にストレス負荷を与えたときの回復効果について、心拍変動、脈拍値及びフリッカー値の変化を分析した。

キーワード：オフィス、室内緑化、植物量、ストレス緩和、人工植物、被験者実験

1. はじめに

近年、情報処理を中心とした技術の著しい発展により、オフィスワーカーがVDT（Visual Display Terminal）を使用する業務が増加している。これによるオフィスワーカーの視覚疲労やストレスが健康面及び知的生産性の低下に影響を及ぼすと考えられることから、オフィス環境対策の一方法として、オフィスの執務空間への室内緑化が導入される傾向にある。執務空間は、オフィスワーカーが一日の大半を過ごしたり、リフレッシュしたりする場所であり、その快適性の向上を図るという意味で、室内環境が重要な空間である。室内緑化は室内の装飾、空気の浄化、リラックス及び癒しの効果があるとされている。

ところで、オフィスに観葉植物を設置するには、コストや維持管理の点で困難なことがあり、維持管理がほとんど不要な人工植物で観葉植物の代用ができれば便利である。ところで、近藤ら¹⁾の研究では、VDT作業による被験者実験の結果として、フリッカー値の測定を行い、芝生や鉢植えの植物を見せたときには視覚疲労の回復効果が認められるが、人工植物には視覚疲労の回復効果がないと結論づけている。そこで、本研究では、8 パターンの緑化レイアウトの中に2 パターン人工植物を入れ、人間のストレス緩和に対する植物の視覚効果について比較実験を行う（図1）。室全体及び着座席からの観葉植物の動視野、見え方に着目し、生理的及び心理的にどのような影響を与えるか検討を行い、効果的な植物レイアウトを考える。



図1 被験者実験の写真

2. 模擬執務空間における被験者実験

2.1 実験目的

既往の実験結果²⁾を基に、実際にオフィス空間に導入可能性が高い緑化レイアウトを用いて模擬執務空間における被験者実験を行う。緑化量及びレイアウト変化、また人工植物でもストレス緩和の効果があるのか心理的・生理的影響から解析することを目的とする。

2.2 実験概要

1) 実験室の設定条件

2012年12月10日～12月22日に職業能力開発総合大学校相模原キャンパスの第5実習場2階137室で被験者実験を行った。部屋の大きさ（図2）は、奥行き14m、間口7m、高さ3mであり、窓は床から0.3m上に位置している。1室をパーティションで2つに区切り、入口側から実験室（島型配置）、準備室とした。オフィス家具は机・椅子・棚のみとしパソコンを

1 台(モニター、マウス、キーボード)机上にセットした。キャビネットのレイアウトは、実験室の窓際に 2 架、壁際に 2 架設置し、デスクのレイアウトは島型配置を用いて、それぞれ緑化量及び緑化レイアウトを変化させた。人工植物のレイアウトのときは、被験者に人工植物であるということは伝えず実験を行った。また、緑化量および緑化レイアウトの変化以外の条件が被験者に影響を及ぼさないように、窓のブラインドを閉め、部屋の照明を点灯した。室温は $24.0 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ で、平均机上面照度は 1450lx である。

2) 観葉植物

実験に使用する観葉植物は図 4 に示すように、ベンジャミンの小鉢 8 鉢(全長約 40cm)、大鉢 2 鉢(全長 150cm)、人工植物(全長約 120cm)を用いた。

3) 植物レイアウト

実験に使用する緑化レイアウトは、魚眼レンズを用いて写真撮影をし、動視野における緑視率を 0%、2.8%、3.4%、3.7%、6.0%、6.9%、9.0%、13.5%、14.3%程度とした。既往研究^{2,3}のレイアウトから、より自然な植物配置のオフィス空間になるように表 1 に示す①～⑧のレイアウトで被験者実験を行った。ここで示す緑視率とは、被験者着座席から魚眼レンズを用いて撮影した写真において、動視野に対する植物の画像のピクセル数の比率である。

4) 被験者

年齢差による生理的影響の差を避けるために、被験者は職業能力開発総合大学校の学生 20 名(20 代前半の男子 10 名、女性 10 名)を被験者とした。実験は 1 回 50 分程度で実験 1 回につき被験者を 2 名までとした。実験の流れを表 2 に示す。

5) 自己申告表

自己申告表(性別・年齢などの基礎属性)、自覚疲労度の 2 種のアンケートからなる。

6) 生理的反応の測定

生理的反応の測定としては、脈拍値、心拍変動解析およびフリッカー値の測定を行った。心拍変動の測定では交換神経機能の指標の一つと言われている LF/HF の比較を行った⁴。心拍変動の測定は単純な非侵襲的手法であり、心拍一拍ごとの変動を測定することにより心臓の自律神経緊張の指標となる。LF 成分は交感神経と副交感神経活動によって影響を受け、HF 成分は呼吸によって生ずる副交感神経活動によって影響を受ける、LF/HF は交感神経活動の指標とされる。脈拍に関しては、実験中に測定器を断続的に装着して計測しているため、初期状態(安静状態①)・ストレス負荷時・回復状態(安静状態②)の時間帯を記録し、その時間帯の脈拍値の計測を行った。フリッカー測定器(OG 技研)を用い視覚疲労から各評定対象(安静状態①、ストレス負荷時、回復状態)での疲労回復効果を検証する。フリッカー値(単位 Hz)とは、点滅光を見たとき、連続光か断続光に感じるかの境界の値のことであり、これを臨界融合頻度(Critical Frequency of Fusion:CFF)と呼ぶ。この CFF

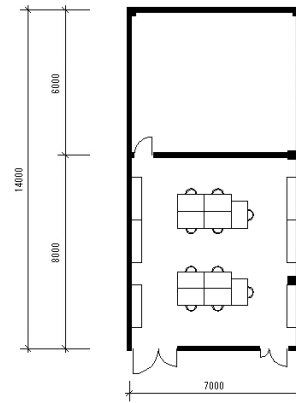


図 2 模擬執務空間平面図(第 5 実習場 2 階 137 室)

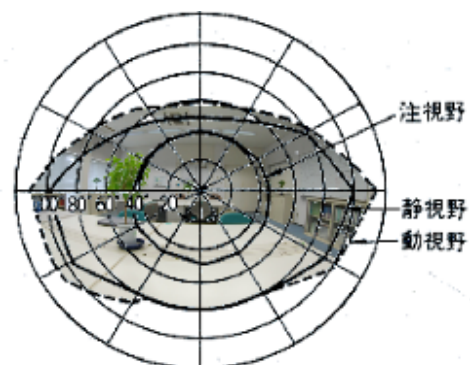


図 3 動視野による緑視率算出図



左 :ベンジャミン小鉢(全長約 40cm)
中央:ベンジャミン大鉢(全長約 150cm)
右:ベンジャミン大鉢 人工植物(全長約 120cm)

図 4 実験に用いた植物

表 1 レイアウト①～⑧の動視野の緑視率

①	②	③	④
0%	2.8%	3.4%	3.7% (人工植物を含む)
			1.1% (人工植物を除く)
⑤	⑥	⑦	⑧
6.0%	6.9%	13.5%	14.3% (人工植物を含む)
			14.0% (人工植物を除く)

を測るため、フリッカー測定器を使用した。フリッカー値は、60Hz から始めて周波数を減少させて、断続光に感じられたときに被験者にボタンを押すように指示した。

7) 被験者実験の手順

表 2 に示すように、準備室で自己申告票記入及びアンケート記入を行ってから、実験室で初期状態（安静状態Ⅰ）、ストレス負荷時及びストレス回復状態（安静状態Ⅱ）の 3 回生理的なデータ測定を行った。緑化量と生理的反応の相関性を分析するため、1 桁の足し算という簡単な計算作業の反復（内田クレペリン検査）を被験者に課すことで、作業心理的及び生理的ストレス負荷を与えた。内田クレペリン検査の時間は 10 分間とし、検査開始 5 分後からストレス状態時の脈拍を測定し、計算終了後 3 分間植物が視野に入る状態でリラックスしてもらった。植物を眺める条件は一切付けず、被験者の自由にさせた。なお、植物レイアウトの順序は、実験順序によるバイアスを避けるためにランダムとした。また、男女によるバイアスを避けるために、各実験ケースについて男女比をほぼ均等になるようにした。

3. 実験結果と考察

実験結果の個人差を除去するために、安静状態Ⅰの結果の被験者平均値を基準（0%）として、ストレス負荷時および安静状態Ⅱの測定値の変化率で表わした。基本的には、安静状態Ⅰからストレス負荷時に生理量は上昇するが、ストレス負荷時から安静状態Ⅱに生理量は減少する。そこで、安静状態Ⅰからストレス負荷時に生理量が上昇したケースで、安静状態Ⅱにおいて安静状態Ⅰまで回復した場合にストレス緩和効果があるものとした。また、安静状態Ⅱで安静状態Ⅰより 5%程度生理量が減少している場合、著しいストレス緩和効果があるものとした。安静状態Ⅰにおける脈拍数は概ね 60～90 回/分、最高血圧は概ね 100～130mmHg、最低血圧は概ね 65～90mmHg、フリッカー値は概ね 40～50Hz であることから、各ケースの被験者平均値に対する以上の評価は妥当なものと考えられる。図 5～図 11 に示す実験結果で、安静状態Ⅰを 1、ストレス負荷時を 2、安静状態Ⅱを 3 と横軸に記す。

1) 脈拍数

脈拍数については、図 5 に示すように①以外のすべてのレイアウトにおいて、ストレス緩和効果が見られた。その中で特に効果が大きかったのは「レイアウト⑤と⑧」であった。

2) 心拍変動

心拍変動の測定結果から、交感神経指標の一つである LF/HF 値より比較を行った。LF/HF 値はストレス負荷時に増加し、ストレス緩和時に減少する。安静状態Ⅰに対する各状態の変化率を図 6 に示す。ストレス

表 2 実験の流れ

準備室	1	自己申告票記入		5分
	2	アンケート写真・緑化アンケート記入		2分
	3	測定機器取り付け		3分
実験室	4	心拍変動測定	安静状態 I	5分
	5	フリッカー値測定		2分
	6	血圧測定		
	7	視覚疲労度アンケート記入	ストレス負荷	
	8	内田クレペリン検査(心拍変動測定)		
	9	フリッカー値測定		
	10	血圧測定	2分	
	11	視覚疲労度アンケート記入		
	12	リラックス		
	13	心拍変動測定	安静状態 II	3分
	14	フリッカー値測定		2分
	15	血圧測定		
	16	視覚疲労度アンケート記入		

表 3 被験者属性

レイアウト		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	計
被験者	男	3	3	2	2	3	3	2	2	20
	女	2	2	3	3	2	2	3	3	20
計		5	5	5	5	5	5	5	5	40

表 4 測定器一覧

生理的反応	測定器
心拍変動	心拍変動測定器 (チェックマイハート、TRYTECH)
脈拍値	光電式脈拍値モニター (パルスコーチ・ネオ、日本精密測器)
視覚疲労	フリッカー測定器 (OG 技研)

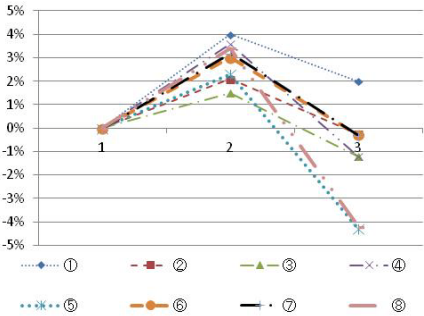


図 5 安静状態Ⅰに対する脈拍数の変化率

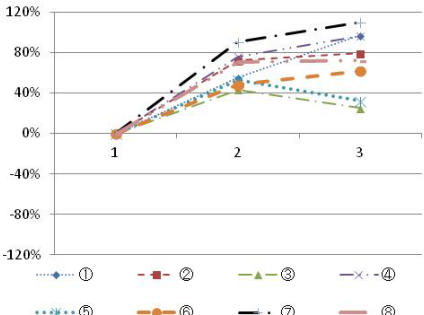


図 6 安静状態Ⅰに対する LF/HF 値の変化率

緩和効果が見られたレイアウトはなかった。

3) 血圧

血圧はストレス負荷時に増加し、ストレス緩和時に低下する。血圧の測定結果は最高値と最低値に分けて分析を行う。最高血圧について、安静状態Ⅰに対する各状態の変化率を図7に示す。ストレス緩和効果が見られたのは、「レイアウト③、④、⑤、⑦、⑧」である。また、最低血圧について、安静状態Ⅰに対する各状態の変化率を図8に示す。ストレス緩和効果が見られたのは、「レイアウト①、⑤」である。特に、レイアウト⑤では最低血圧の低下が安静状態Ⅰと比較して8%程度低下することから、効果が著しいと考えられる。

4) 視覚疲労

フリッカー測定器を用いて視覚疲労を測定した。安静状態Ⅰに対する各状態の変化率を図9に示す。フリッカー値は、視覚疲労がかかっている状態では数値が小さくなり、視覚疲労がかかっていない状態では数値が大きくなる。ストレス緩和効果は見られなかった。

5) 自覚疲労度

5段階評価のアンケート形式で「目の疲労」と「体の疲労」の調査を行い、安静状態Ⅰ後の結果を基準とし、ストレス負荷後、安静状態Ⅱ後との結果の平均の差で表した。緑化によるストレス緩和効果は見られなかった。また、「体の疲労」について、安静状態Ⅰに対する各状態の変化率を図11に示す。同様に、緑化によるストレス緩和効果は見られなかった。

以上を表5に総合評価としてまとめる。著しく効果があるものに◎として2点、効果があるものに○として1点、効果が認められないものを×として0点を加点する。最もストレス緩和効果が高いと考えられるのは、⑤のレイアウトである。

4. まとめ

実験結果より、執務空間の室内緑化はストレス緩和の効果があることがわかった。植物量の中程度が最もストレス緩和効果が高い。観葉植物と人工植物の違いがあまり見られないのは、人工植物だけではないことによると考えられる。

今後の研究では、観葉植物のみのレイアウトと人工植物のみのレイアウトで緑視率を変化させて被験者実験を実施する予定である。

参考文献

1. 近藤三雄、鳥山貴司：室内等の緑による VDT 作業がもたらす視覚疲労の回復効果に関する実験的研究、造園雑誌 Vol.52 No.5、pp.139-144、1989.3

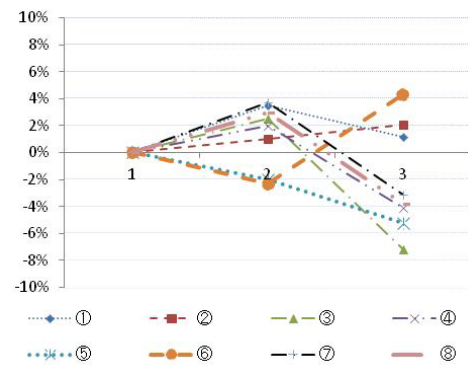


図7 安静状態Ⅰに対する最高血圧の変化率

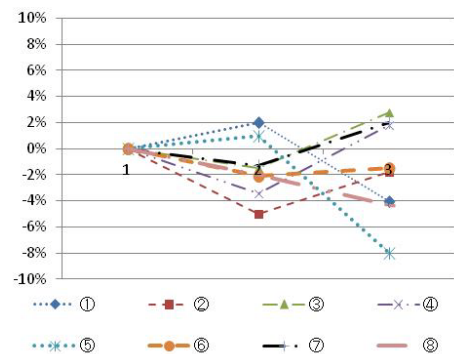


図8 安静状態Ⅰに対する最低血圧の変化率

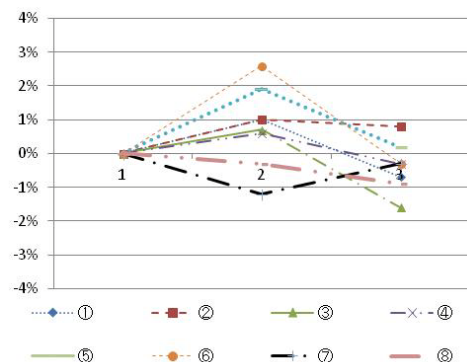


図9 安静状態Ⅰに対するフリッカー値の変化率

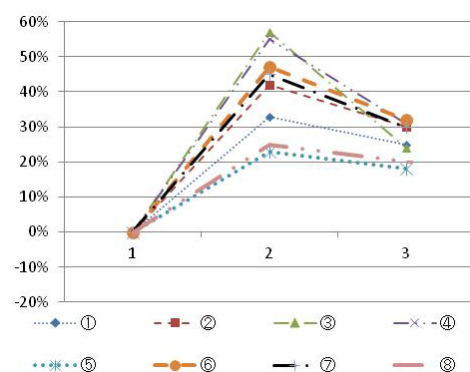


図10 安静状態Ⅰに対する「目の疲労」の変化率

2. 橋本幸博、鳥海吉弘：オフィス空間における植物量のストレス緩和への影響に関する研究（その 7）模擬執務空間を利用したアンケート調査と被験者実験結果の検討、2012 年度日本建築学会大会講演梗概集 環境工学 I 選抜梗概、pp.89-92、2012.9
3. 森陽介：室内緑化によるストレス緩和効果に関する研究 模擬執務空間を利用したアンケート調査と被験者実験結果の検討、平成 23 年度職業能力開発総合大学卒業研究論文、2012
4. 高橋圭太、井上浩：心拍変動による VDT 作業者のストレス・疲労の定量的検討、秋田大学工学資源学部研究報告第 30 号、2009.10

表 5 総合評価

項目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
脈拍数	×	○	○	○	◎	○	○	◎
LF/HF	×	×	×	×	×	×	×	×
最高血圧	×	×	◎	○	○	×	○	○
最低血圧	○	×	×	×	◎	×	×	×
視覚疲労	×	×	×	×	×	×	×	×
自覚疲労度	×	×	×	×	×	×	×	×
総合評価	1	1	3	2	5	1	2	3

(原稿受付 2014/01/15、受理 2014/03/26)

*橋本幸博, 博士 (工学)
職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1 email:yhashimo@uitek.ac.jp
Yukihiro Hashimoto, Polytechnic University, 2-32-1
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

*鳥海吉弘, 博士 (工学)
職業能力開発総合大学校, 〒187-0035 東京都小平市小川西町 2-32-1 email:toriumi@uitek.ac.jp
Yoshihiro Toriumi, Polytechnic University, 2-32-1
Ogawa-Nishi-Machi, Kodaira, Tokyo 187-0035

*五反田千明,
新潟職業能力開発促進センター, 〒940-0044 新潟県長岡市住吉 3-1-1 email:Gotanda.Chiaki@jeed.or.jp
Chiaki Gotanda, Niigata Polytechnic Center, 3-1-1, Sumiyoshi, Nagaoka, Niigata 940-0044

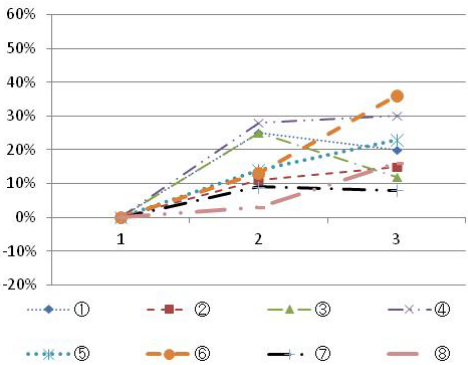
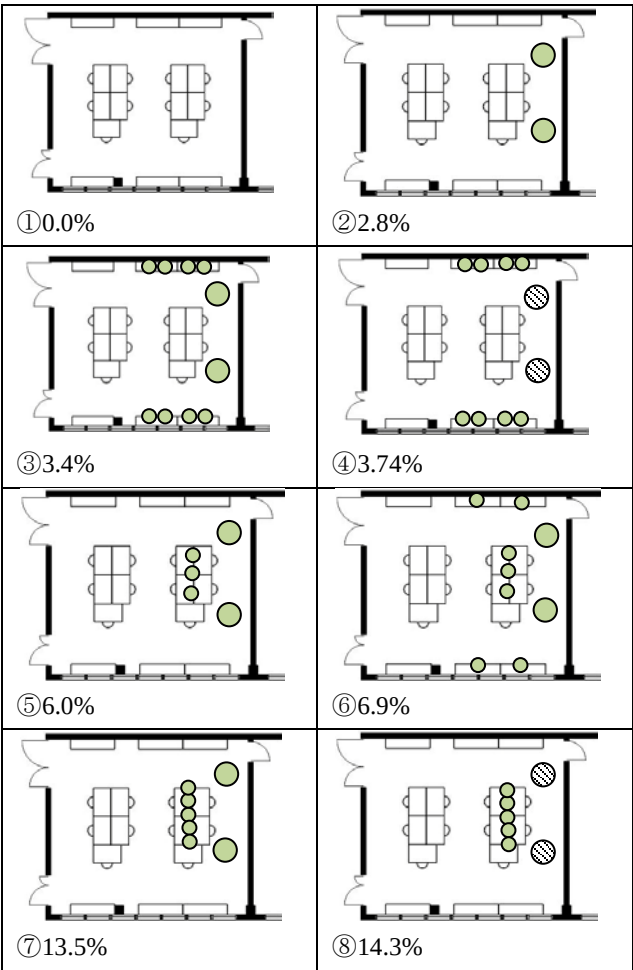


図 11 安静状態 I に対する「体の疲労」の変化率

参考 植栽レイアウト



● 観葉植物 (大鉢) ● 観葉植物 (小鉢)
⊗ 人工植物 (大鉢)

