

さくら色LED照明の癒し・快適性についての有用性評価

Effects of Sakura (Cherry) Color LED Lighting on Human Fatigue and Comfort

白市 幸茂* 大塚 雅生* 栗山 昭彦*

Yukishige Shiraichi Masaki Ohtsuka Akihiko Kuriyama

さくら色LED照明の照明色である「八重桜色」「ソメイヨシノ色」による照明環境下での癒し・快適性についての有用性評価を行った。

八重桜色については4時間の疲労負荷作業後における1時間の休息時、ソメイヨシノ色については8時間の疲労負荷作業実施時における効果を検証するため、健康成人を対象としたランダム化2試験区クロスオーバー試験を第三者試験機関にて実施した。

その結果、両色ともに疲労感の軽減や快適性の向上などが確認されるとともに、その作用機序として自律神経機能の調節作用が確認された。

The aim of this study is to determine the effects of LED lighting of Yaezakura and Someiyoshino cherry colors on human comfort and soothing.

Randomized crossover trials were conducted on healthy adults at a third party testing facility to verify the effects of the Yaezakura cherry color lighting during a one-hour rest preceded by a four-hour mental task, and those of the Someiyoshino cherry color lighting during an eight-hour mental task.

It was concluded that the lighting of the two colors reduces human fatigue and enhances comfort. The mechanism of action involving the regulation of autonomic nervous system was also verified.

1. まえがき

室内環境の快適性向上に係る物理的要素として、光は音や温熱などとともに重要な要素であり、そのため照明が快適な室内環境づくりに果たす役割は大きい。

現在、多くの家庭において、照明として昼白色や電球色の明かりが用いられている。これらの色は太陽光と同じく黒体放射の光の色の一つであり、日光に近い色調であることから照明によく用いられている。

一方で室内の照明環境を考えるに当たり、これら従来の照明色に比べて人に快適感や安らぎ、癒しを与えるのにより適した照明色の存在も期待できる。そしてその照明色により室内環境の快適性を向上させ、たとえば休息時により良い休息をとることができたり、デスクワークなどにおける作業時の負担感の軽減を図ることができれば、生活の質の向上の面において意義は大きい。

今回、当社のLED照明機器に採用した照明色である「八重桜色」および「ソメイヨシノ色」について、日本疲労学会制定の抗疲労臨床評価ガイドラインに基づく疲労の評価系に準じた試験を行い、これらの照明色における癒し・快適性への有用性について確認したので、その内容を

を報告する。

2. さくら色LED照明の照明色について

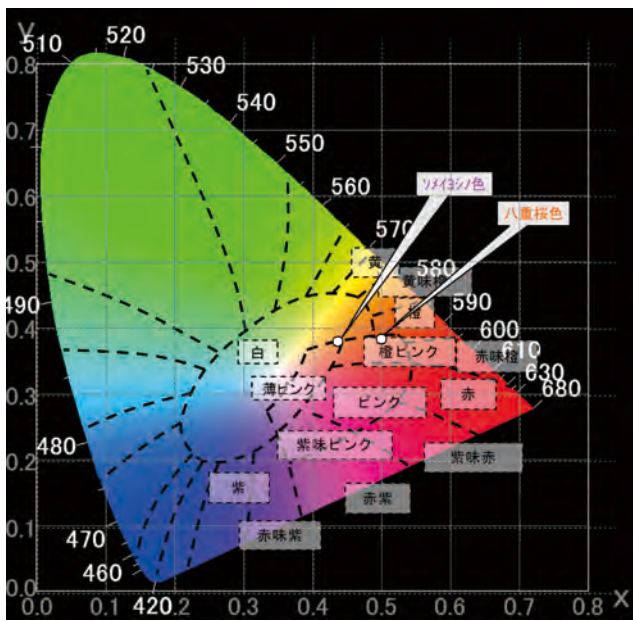
「八重桜色」と「ソメイヨシノ色」はそれぞれ、昼白色や電球色に比べて若干の赤ピンク系統の色を帯びた照明色であり、JIS-Z8110(色の表示方法-光源色の色名)での色名の区分に基づく、「八重桜色」はオレンジピンク色、「ソメイヨシノ色」は薄ピンク色にそれぞれ属する。(図1)

これら桃色系統の色は穏やかさや安らぎを引き出す色調であることが知られている。また特に「八重桜色」は夕焼けの色を想起させる色調でもあり、色彩心理学の観点では夕焼けの色は昼の交感神経系優位な状態から夜の副交感神経系優位な状態へ遷移させる色ともいわれている。このような色調の心理面への影響から、これらの照明色による照明環境下での癒し・快適性の向上が期待できる。

3. 八重桜色の癒し・快適性の検証

八重桜色の照明環境下において、休息のとりやすさに

*健康・環境システム事業本部 要素技術開発センター



x y 色度座標上の光源色区分と八重桜色・ソメイヨシノ色



図1 さくら色LED照明の照明色
Fig. 1 Lighting colors on Sakura (cherry) color LED lights

ついて検証するため、休息時における癒し・快適性について第三者試験機関にて臨床試験を実施した¹⁾。

3.1 被験者

被験者として、本試験の被験者となることを自発的に志願した有償ボランティアである20歳以上65歳以下の健常成人20人（男性12人，女性8人）を公募により選出した。選出の際、予備検査結果にて異常を認めたなどの理由から参加が不相当と判断された者は除外した。

なお、試験実施後の脱落・除外解析検討委員会での審査の結果4名が解析除外となり、最終的な解析対象は被験者16人（男性8人，女性8人）であった。

3.2 試験方法

試験はランダム化2試験区クロスオーバー試験とし、八重桜色と従来照明色（昼白色）の2種類の照明色で2試験区を設定した。

試験期間は、1週間または2週間の前観察期間と検査日1日を1試験区として設定し、これを2週または4週間隔で2試験区繰り返し実施した。2回の検査日において、同じ従来照明色での照明環境下で疲労負荷作業4時間を実施後、八重桜色または従来照明色のいずれかの照明環境下にて回復期1時間を実施した。

疲労負荷作業には、単純な足し算作業である内田クレペリン検査、および視覚探索作業であるAdvanced Trail Making Test (ATMT) を交互に30分ずつ、合計4時間実施した。

また回復期には試験室にベッドを設置し、1時間ベッド上にて安静をとることとした。なおその際、試験員により眠らないよう管理を行った。

3.3 試験機器

試験機器には両群ともに、当社製LED照明製品をベースとした実験機を用いた。休息時における照明色の明るさは、八重桜色と従来照明色ともに光のエネルギー量(35 W) で揃えた。

3.4 検査項目

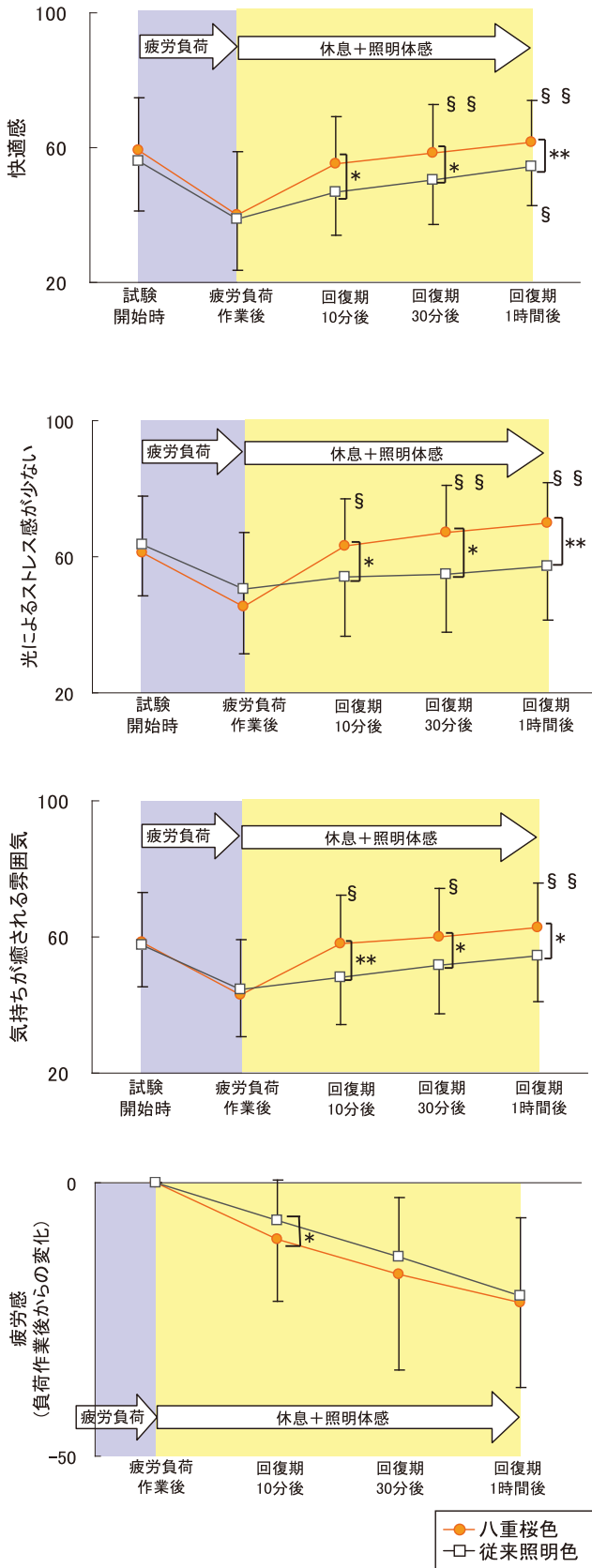
主観評価としてVAS (Visual Analogue Scale) を実施した。質問項目は疲労感、快適感、光によるストレス感が少ない、気持ちが癒される雰囲気の4項目とした。

自律神経機能の評価として指尖の加速度脈波を測定し、周波数解析を行った。

3.5 試験結果と考察

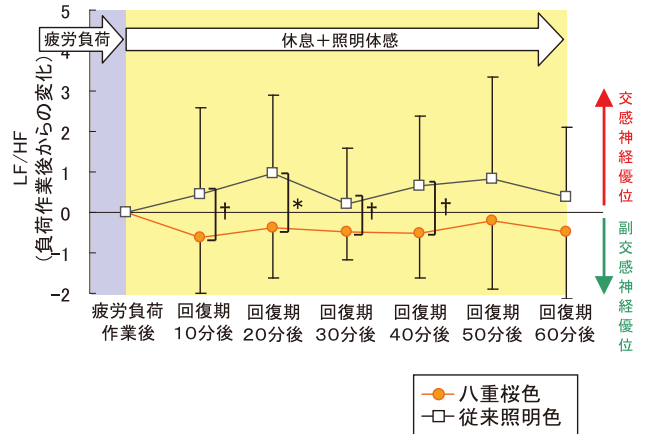
VASによる主観の評価については次の通りである(図2)。従来照明色群との比較において八重桜色は、回復期1時間中に、絶対値で快適感、光によるストレス感が少ない、気持ちが癒される雰囲気が有意に高値であった。また、経時変化については、疲労負荷作業後から回復期1時間中の変化として八重桜色群では光によるストレス感が少ない、気持ちが癒される雰囲気の有意な上昇がみられた一方で、従来照明色群ではそれらの変化がみられなかった。さらに、疲労負荷作業後からの変化では疲労感でも有意な低下がみられた。これらの結果から4時間の疲労負荷作業後の休息時での使用において、八重桜色の照明は室内環境における精神的要素において適切な状況をつくり出し、癒し・快適性を向上することが示された。

また加速度脈波 a-a 間隔の周波数解析による自律神経機能評価については次の通りである(図3)。八重桜色群は従来照明色群と比較して、疲労負荷作業後からの変化において、LF/HFが回復20分後で有意な低下がみられ、有意差がみられなかった回復10分後、回復30分後、回復40分後でも低下傾向にあり、新開発照明色群においては、回復40分後まで継続的にLF/HFが低下する方向に推移していた。LFは主に交感神経活動、HFは副交感神経活動を反映し、疲労状態においてはLFが優位、つまり交感神経活動優位となることが知られている。八重桜色の照明環境により作業後の疲労状態（交感神経優位な状態）から休息時に適した副交感神経優位な状態へ



【群間差】対応のあるt検定: ** p<0.01, * p<0.05
 【経時変化】Bonferroniの多重比較検定: § § p<0.01, § p<0.05

図2 VAS検査 (八重桜色)
 Fig. 2 Subjective sensation evaluated by VAS (Yaezakura cherry color)



【群間差】対応のあるt検定: * p<0.05, † p<0.1

図3 自律神経機能評価 (八重桜色)
 Fig. 3 Evaluation of autonomic nervous system (Yaezakura cherry color)

移行していることが明らかとなった。

なお、疲労負荷作業中の作業能率において両群の間に有意差はみられず、試験結果に影響を及ぼすと考えられる負荷量の差はみられなかった。また観察期間中の睡眠や就業時間など日常生活に関しても両群ともに有意差はみられず、試験機器の評価検討に影響を及ぼす外的要因は特に認められなかった。

以上より、八重桜色の休息時における使用では、癒し・快適性の向上、およびその作用機序として回復期中における副交感神経優位の方向への自律神経機能の調節が見られたことが確認された。

4. ソメイヨシノ色の癒し・快適性の検証

ソメイヨシノ色の照明環境下において、デスクワークなどの作業のしやすさおよび負担感について検証するため、作業時における癒し・快適性について第三者試験機関にて臨床試験を実施した²⁾。

4.1 被験者

被験者として、本試験の被験者となることを自発的に志願した有償ボランティアである20歳以上65歳以下の健常成人男性16人を公募により選出した。選出の際、予備検査結果にて異常を認めたなどの理由から参加が不適当と判断された者は除外した。

4.2 試験方法

試験はランダム化2試験区クロスオーバー試験とし、ソメイヨシノ色と従来照明色(昼白色)の2種類の照明色で2試験区を設定した。

試験期間は、1週間の前観察期間と検査日1日を1試験

区として設定し、これを1週間隔で2試験区繰り返し実施した。2回の検査日において、ソメイヨシノ色または従来照明色のいずれかの照明環境下にて疲労負荷作業8時間を実施した。

疲労負荷作業には、短期記憶課題である2-back課題、および視覚探索作業であるAdvanced Trail Making Test (ATMT) 30分ずつを1タームとし計8ターム、合計8時間(昼食をはさんで午前、午後4時間ずつ)実施した。

4.3 試験機器

試験機器には両群ともに、当社製LED照明製品をベースとした実験機を用いた。疲労負荷作業時における照明色の明るさは、ソメイヨシノ色と従来照明色ともに机上のPC画面位置での照度(400lx)で揃えた。

4.4 検査項目

主観評価としてVAS(Visual Analogue Scale)を実施した。質問項目は疲労感、快適感、目にやさしい雰囲気、緊張感がほぐれる雰囲気、イライラ感、やる気の出る雰囲気、集中しやすい雰囲気、作業しやすい雰囲気の8項目とした。

自律神経機能の評価として指尖の加速度脈波を測定し、周波数解析を行った。

4.5 試験結果と考察

VASによる主観的评价については次の通りである(図4)。従来照明色群との比較においてソメイヨシノ色群は、絶対値で疲労感、イライラ感で有意な低値、快適感、目にやさしい雰囲気、緊張感がほぐれる雰囲気、やる気の出る雰囲気、集中しやすい雰囲気、作業しやすい雰囲気

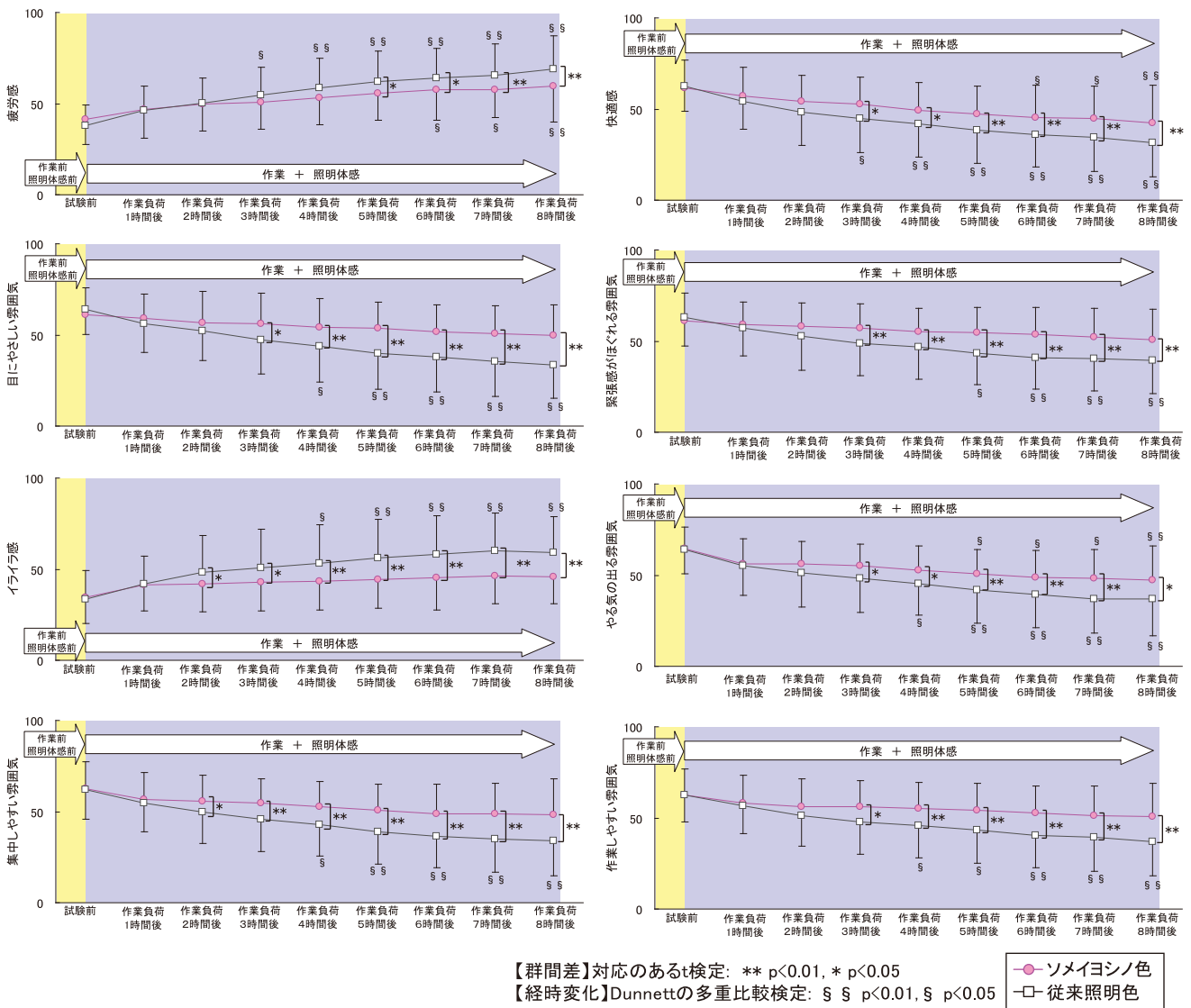


図4 VAS検査(ソメイヨシノ色)
 Fig. 4 Subjective sensation evaluated by VAS (Someiyoshino cherry color)

値がみられた。さらに、各群内の経時変化において、試験前との比較で、従来照明色群では疲労感、イライラ感で有意な上昇、快適感、目にやさしい雰囲気、緊張感がほぐれる雰囲気、やる気の出る雰囲気、集中しやすい雰囲気、作業しやすい雰囲気では有意な低下がみられた一方で、ソメイヨシノ色群では疲労感で有意な上昇、快適感、やる気の出る雰囲気では有意な低下がみられたのみで、目にやさしい雰囲気、緊張感がほぐれる雰囲気、イライラ感、集中しやすい雰囲気、作業しやすい雰囲気では有意差がみられなかった。また、疲労感、快適感、やる気の出る雰囲気についても、有意差がみられたタイミングは、ソメイヨシノ色群の方が従来照明色群よりも遅い傾向にあった。ソメイヨシノ色を作業時に使用することにより、室内環境における精神的要素において適切な状況をつくり出し、癒し・快適性を高められることが明らかとなった。また、疲労感については、ソメイヨシノ色群は従来照明色群と比較して、検査日試験前からの変化において、検査翌日起床時で有意な上昇抑制がみられ、ソメイヨシノ色の照明による疲労感軽減効果が作業翌日まで継続していることも確認された。

負荷強度および作業パフォーマンスについては次の通りである。疲労負荷作業として実施した2-back課題における正答率において、ソメイヨシノ色群と従来照明色群との間に有意差および傾向はみられず、各群における負荷強度は同等であった。また疲労負荷作業中のパフォー

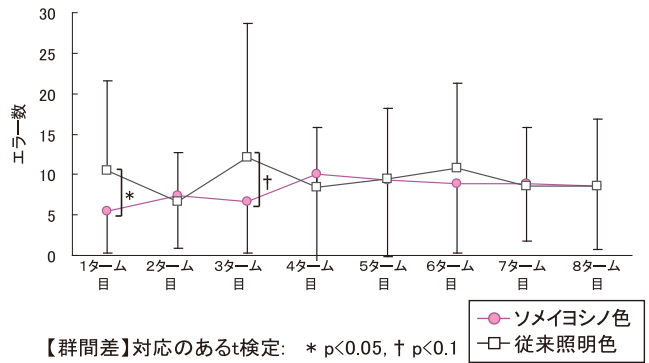


図5 ATMT課題のエラー数 (ソメイヨシノ色)
Fig. 5 Number of times of error in ATMT (Someiyoshino cherry color)

マンスについて、ATMT (C課題) による評価を実施したところ、ソメイヨシノ色群は従来照明色群と比較して、エラー数が1ターム目で有意な低値、3ターム目で低値傾向であった (図5)。パフォーマンスはエラー数の少なさで評価でき、1,3ターム目にてパフォーマンスの向上がみられたほかは疲労負荷作業8時間中における従来照明色に対するパフォーマンスの低下はみられなかった。

また加速度脈波a-a間隔の周波数解析による自律神経機能評価については次の通りである (図6)。ソメイヨシノ色群は従来照明色群と比較して、試験前からの変化において、負荷3時間後でHF%の有意な低下抑制、LF/

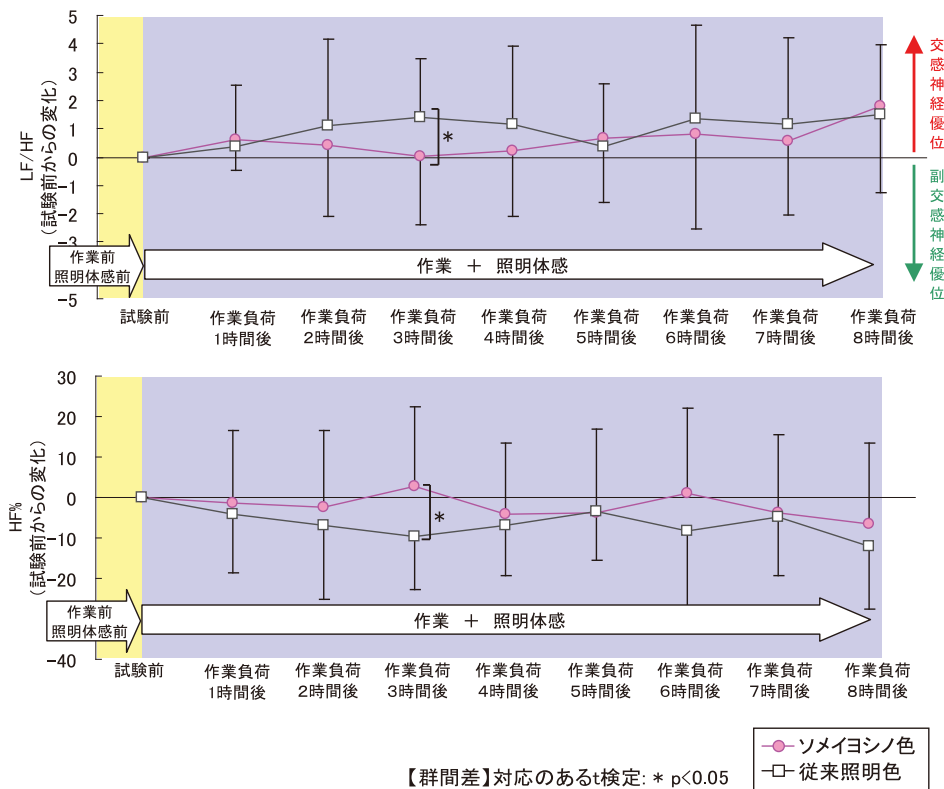


図6 自律神経機能評価 (ソメイヨシノ色)
Fig. 6 Evaluation of autonomic nervous system (Someiyoshino cherry color)

HFの有意な上昇抑制がみられた。さらに、従来照明色群では、試験前からの経時変化において、負荷3時間後および負荷4時間後でLF%の有意な上昇がみられた一方で、ソメイヨシノ色群ではその変化がみられなかった。LFは主に交感神経活動、HFは副交感神経活動を反映し、疲労状態においては相対的な交感神経活動の指標であるLF/HFが上昇する（交感神経活動優位となる）ことが知られている。これらのことから、ソメイヨシノ色群では疲労による交感神経活動優位な状態への移行を抑制していることが示唆された。

作業時のパフォーマンスに関しては交感神経活動優位な状態の方が適している場合もあるが、従来照明色群に比べてソメイヨシノ色群におけるパフォーマンスの低下はみられておらず、ソメイヨシノ色の照明環境は副交感神経活動を優位にするのではなく、疲労に伴う交感神経活動の亢進を抑制していることが考えられた。また、眼の疲れが自律神経機能と深く関連していることが知られていることから、自律神経機能の調節作用がVASでみられた目にやさしい雰囲気の上昇に寄与している可能性が考えられた。

なお、負荷作業中の机上PC画面位置における照度については両群ともに差はみられず同一の照度条件下で試験が実施されていることが確認された。また観察期間中の睡眠や就業時間など日常生活に関しても両群ともに有意差はみられず、試験機器の評価検討に影響を及ぼす外的要因は特に認められなかった。

以上より、ソメイヨシノ色の照明色の作業時における使用では、癒し・快適性の向上、負荷中のパフォーマンスの維持・向上、およびその作用機序として疲労負荷作業に伴う交感神経活動の亢進を抑制する方向への自律神経機能の調節が見られたことが確認された。

5. むすび

さくら色LED照明の照明色である八重桜色とソメイヨシノ色が室内空間の癒し・快適性に及ぼす影響につい

て臨床試験による評価を行い、次の点が明らかになった。

(1) 主観的評価において、八重桜色・ソメイヨシノ色ともに疲労感の軽減や快適性の向上などが確認され、休息時や作業時における照明環境として癒し・快適性を向上することが明らかとなった。

(2) 八重桜色の照明色の休息時における使用において、従来照明色に比べて休息に適した副交感神経系優位な方向に自律神経活動を調整することが確認された。これが休息時における癒し・快適性の向上の作用機序であることが考えられ、休息のとりやすさに寄与するものと考えられる。

(3) ソメイヨシノ色の照明色の作業時における使用において、従来照明色に比べて疲労による交感神経活動の亢進を抑制する方向に自律神経活動を調整することが確認された。これが作業時における癒し・快適性の向上の作用機序であることが考えられ、目にやさしい雰囲気、緊張感がほぐれる雰囲気、やる気の出る雰囲気、集中しやすい雰囲気などの作業のしやすさの向上に寄与するとともに、疲労感の低減など作業の負担感の低減にも寄与するものと考えられる。

2012年の商品発売時の特徴である快眠サポート（寝る前に過ごすリビングや寝室におすすめ）についても、今回の試験結果から、就寝前のひとときにおいて癒し・快適性を高め、入眠により適した副交感神経系優位な方向への自律神経活動の調整に寄与することが考えられ、それが就寝時の快眠（眠りの快適さ）に寄与しているものと考えられる。

参考文献

- 1) 梶本修身, 白市幸茂, 大塚雅生, 門脇孝徳, 杉野友啓, “新開発LED照明の室内環境快適性に及ぼす効果(第2報) - 日中作業後休息時における使用 -”, 日本補完代替医療学会誌, 2012, vol.9, no.2, p.137-147.
- 2) 梶本修身, 白市幸茂, 栗山昭彦, 大塚雅生, 門脇孝徳, 杉野友啓, “新開発LED照明の室内環境快適性に及ぼす効果(第3報) - 作業能率に関する検討 -”, 日本補完代替医療学会誌, 2013, vol.10, no.1, p.25-37.