

商業施設の屋上緑化空間における夜間利用が人の心理・生理に与える効果

金 侑映^{*1)}・岩崎 寛¹⁾・那須 守²⁾・高岡由紀子³⁾・林 豊²⁾
・石田 都¹⁾

- 1) 千葉大学大学院園芸学研究科 Graduate School of Horticulture, Chiba Univ.
2) 清水建設技術研究所 Institute of Technology, Shimizu Corporation
3) 日本環境協会 Japan Environment Association

摘要: 都市緑地の療法的効果が注目されている近年, 都市活動の深夜化等から, 都市緑地においても夜間の利用も合わせて検討する必要があると考えられる。そこで本研究では, 商業施設の屋上緑化空間を取り上げ, 都市緑地における夜間利用が人の生理・心理に与える効果を検証した。その結果, 都市の屋上緑化空間において, 夜間でも日中と同様に肯定的な印象を持ち, 夏季であれば快適に過ごせることが明らかになった。夜間の利用においては, 照明を取り入れることでより安心感を得られること, さらに緑地のある空間では気分を陽性方向へ導き, 心地よい印象を持つことが明らかになった。これらの結果を総合すると, 屋上緑化空間の夜間利用は心理的には有効であると考えられる。

キーワード: 都市緑地, 屋上緑化, 商業施設, 夜間利用, 生理的效果, 心理的效果

KIM, Yuyeong, IWASAKI, Yutaka, NASU, Mamoru, TAKAOKA, Yukiko, HAYASHI, Yutaka and ISHIDA, Miyako : **The psychological and physiological effect of nighttime use, with respect to the rooftop green space of commercial facilities**

Abstract : In recent years, when the therapy effects of urban green space is spotlighted, it is thought that the nighttime use should be considered for reviewing urban green because of the increase of urban activities in the middle of the night. Thus, in this study, by adopting the rooftop green space of commercial facilities, the psychological and physiological effect of nighttime use on people has been verified. As a result, with respect to the urban rooftop green space, it is clarified that one can obtain a positive impression during nighttime as well as daytime and live comfortably even during a summer time. In addition, with respect to nighttime use, it became clear that the introduction of lightings could ease people and people tended to feel better in the green space. From these results, it turned out that the nighttime use of the rooftop green space has a psychological effect.

Key words : urban green space, greening of rooftop, commercial facilities, nighttime use, physiological effects, psychological effects

1. はじめに

都市における緑地の機能は多様であり, 地球温暖化の防止やヒートアイランド現象の緩和, 生物多様性の確保などの環境改善の効果が注目されている^{1)・11)}。それらに加え, 近年ではストレス緩和効果が望まれており⁶⁾, 人々の心身の健康を維持する空間としても, 今後の都市緑地の利用は増加すると考えられる。

しかし既往の研究では, 都市勤務者が緑地を利用できる時間帯は限られており, 昼休みの休憩時または勤務後の夕方以降でないと緑地で休憩する時間が取れないことが報告されている³⁾。このような傾向は緑地利用に限らず, 都市生活者が自由に利用できる時間帯は夜間である場合が多く, その生活

スタイルに合わせるために, 24時間営業の店舗や, 深夜営業の大型店等が増加している⁴⁾。都市緑地においても, 多くの人々の利用を考えた場合, 夜間の利用も合わせて検討する必要があると考えられる。これまでも都市緑地の保有するストレス緩和効果に関する研究はいくつか見られるが^{2)・6)}, いずれも日中に行われたものであり, 夜間の時間帯における効果を明らかにした研究は見られない。一方で夜間における屋外空間は, その暗さから安全性や心理的にも不安な要素が大きとも考えられる。

そこで本研究では, 都市緑地における夜間利用が利用者の生理・心理に与える効果について明らかにすることを目的とした。都市緑地空間には, グラウンドレベルの緑地の他に, 屋上緑化, 壁面緑化など様々な緑化形態が見られるが, 今回

* 連絡先著者 (Corresponding author) : E-mail : yuyeong0205@chiba-u.jp

〒271-8510 千葉県松戸市松戸 648 648 Matsudo, Matsudo-shi, Chiba 123-4567, Japan

は建造物が密集した都心部で多く見られる屋上緑化空間を取り上げた。

2. 研究方法

本研究では以下の3つの実験を実施した。

<実験 1> 屋上緑化空間の日中および夜間利用時における心理的効果の比較

<実験 2> 屋上緑化空間の夜間利用時における照明の有無による生理・心理的効果の比較

<実験 3> 夜間の屋上空間における緑地の有無による生理・心理的効果の比較

2.1 調査地

調査は東京都新宿区に位置する大規模商業施設の屋上緑化空間で実施した。多くの大規模商業施設では、その広い面積から屋上を庭園として緑化するなど、積極的な利用が実現されている¹⁾。本調査地は、高層ビルが密集した市街地の中心部に位置しており、2006年6月に地上7階の屋上に開設された2,050㎡の面積を持つ屋上緑化空間である。この屋上には緑化空間の他に、イベント等を行うためのコンクリートで囲われたステージ部分（以下緑地のない空間）が設置されている。今回実施した調査地の平面図を図-1に示した。

2.2 調査方法

2.2.1 屋上緑化空間の昼夜における快適性の評価

屋上緑化空間の昼夜における快適性を評価するために、本研究では温熱環境指標のうち予想平均温冷感申告（Predicted Mean Vote: 以下 PMV）を取り上げた。温熱環境における「快適」とは、熱的な不快がないこと、つまり暑さも寒さも気にすることなく過ごしている状態である⁹⁾。

PMV とは、暑くも寒くもない（熱的中立）状態で、多数の在室者が感じる温冷感の平均の数値を理論的に予測したもので、「+3（暑い）」から「-3（寒い）」までの7段階の評価尺度による数値で表す。ISO7730ではPMVの快適範囲を

-0.5~+0.5と推奨している。このPMVは建物内の温熱環境の評価等で広く用いられているが、屋外空間における研究においても用いられている^{8, 10)}。

PMVには予測不満足者率（Predicted Percentage of Dissatisfied: 以下 PPD）が対応づけられている。PPDは、ある暑い、もしくは寒いと感じる状態の時に、どの程度の人がある環境に不満足だと感じるかを示す指標である。PPDが高いほど、その環境を不満に感じる人の割合が多いことが予想される。PMV=0の時は、その環境を不満足だと感じる人の割合は5%と予想され、PMV=±3の時は、その環境を不満足だと感じる人の割合は99%と予想される。PMVからPPDを算出する式をつぎに示す⁸⁾。

$$PPD = 100 - 95 \exp - (0.03353 PMV^4 + 0.2179 PMV^2)$$

PMVの算出に必要な要素のうち、気温、湿度、風速、放射熱の4つの物理的要素に関しては、緑化されている空間（以下緑地のある空間）と緑化されていない空間（以下緑地のない空間）の2箇所において実験期間の3日間、10:00から20:00まで1時間ごとにアメニティメーター（AM-101、㈱京都電子工業製）を用いて測定した。

2.2.2 実験1：屋上緑化空間の日中および夜間利用時における心理的効果の比較

1) 心理的効果の測定

屋上緑化空間の昼夜における心理的効果の違いを明らかにするために、感情状態を表すPOMS (Profile of Mood States) とSD法による印象評価を行った。POMSは正の感情として「活気」、負の感情として「緊張-不安」、「抑うつ-落ち込み」、「怒り-敵意」、「疲労」、「混乱」の計6項目が測定可能である。SD法では相反する形容詞対を用いて対象物の印象を評価するものであり、今回は既往研究を参考に、自然な-人工的な、安心な-不安な、落ち着く-いらいらする、親しみやすい-親しみにくい、さわやかな-うっとうしいなど計13項目の形容詞対を選定し、7段階での評価を試みた。

2) 調査対象

心理的効果の測定は2010年6月1日に行った。天気は晴天（平均21.8℃、最高25.2℃、最低18.9℃）であった⁵⁾。実施時間は、日中は14時、夜間は日没後の19時からそれぞれ開始した。

被験者は20代から40代の成人女性10名（平均25.2歳、大学生・会社員）とした。今回の実験は、対象地となる商業施設の昼間時に実施したため、一般利用者への配慮も必要となり、大人数での調査が困難であった。加えて、実際に商業施設の昼間時は女性の利用客がほとんどであった点と、解析の性差の影響を考慮し、被験者を少人数の女性のみとした。なお、環境等の影響を考慮し同条件の1日で実施したため、最初に日中を、次に夜間の順序のみを行った。

実験は、緑地空間の芝生の上に座った状態で5分間安静を取り、その後10分間緑地を見ながら休憩した前後でPOMSとSD法の測定を行った。安静を取る際には周りの環境の影



図-1 調査地の平面図

Fig. 1 Floor plan of target site

響を考慮し足元を見てもらった。

2.2.3 実験2：屋上緑化空間の夜間利用時における照明の有無による生理・心理的效果の比較

1) 生理的效果の測定

生理的效果の指標として、交感神経の状態を反映する唾液アミラーゼ濃度活性を用いてストレス状態を調べることとした。測定は唾液アミラーゼモニター（NIPRO社製）を用いて行った。同時に自律神経機能を反映する指標として用いられている血圧と脈拍数も測定した。

2) 心理的效果の測定

心理的效果の測定は、実験1と同様にPOMSとSD法を用いて測定を行った。

3) 調査対象と照明の設定

実験2は、2010年6月1日、実験1の後に行った。なお、被験者は実験1と同様であった。

設置する照明は、高橋⁷⁾の研究を参考とし、休憩を取る際に最も評価が高い電球色に設定し、一般照明より環境や人の目に優しいとされているLED照明を用いた。屋上の緑地のある空間において被験者の視界に入る位置の地面に照度18ルーメンのLEDランタン（EX-737NX, GENTOS社製）を配置し、その他の全ての照明は消し環境条件を同一のものとした。また、照度は緑地空間を見やすくする程度の明るさに設定した。照明の配置は図-2と同様であった。

実験は各5名の2グループに分け、緑地空間において照明がある場合とない場合を交代で行った。実験1と同様に芝生の上に座った状態で5分間安静を取り、その後10分間緑地を見ながら休憩し、生理・心理的指標を測定した。

2.2.4 実験3：夜間の屋上空間における緑地の有無による生理・心理的效果の比較

1) 生理的效果および心理的效果の測定

実験1, 2と同様に、生理的效果の指標として唾液アミラーゼ濃度活性、血圧、脈拍数を、心理的效果の指標としてPOMSとSD法を用いて測定を行った。

2) 調査対象と緑地の有無の設定

実験3は、2010年8月26日と30日の2日間、日没後の19時から屋上の緑地のある空間と対照として緑地のない空間で行った。天気は26日（平均22.9℃、最高34.7℃、最低27.3℃）、30日（平均30.2℃、最高34.4℃、最低26.4℃）

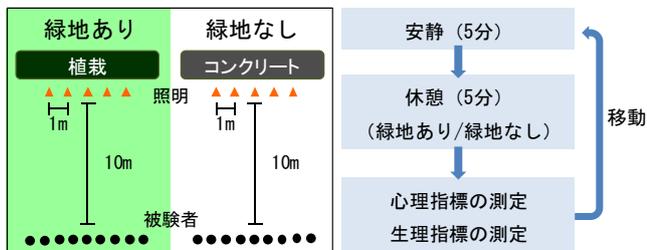


図-2 実験地の概要図および実験の流れ

Fig. 2 The overview of test site and The flow of test

とも晴天であった⁵⁾。

被験者は20代から40代の成人男女各20名（平均36歳、大学生・会社員）とし、男女5名ずつ2グループに分け、実験2と同様のLEDランタンを配置した各場所で交代して行った。それぞれの場所に座った状態で5分間安静を取り、その後5分間緑地とコンクリートを見ながら休憩し生理・心理的指標を測定した。図-2に実験地の概要図および実験の流れを示した。

3. 結果と考察

3.1 屋上緑化空間の昼夜における快適性の評価

表-1に実験期間中の環境測定結果を示した。また、6月と8月の屋上緑地空間におけるPMV値の日変化を図-3に示した。6月の値を見ると、PMVが快適である $-0.5 < PMV < +0.5$ の間の時間帯は夕方16時から17時の間であり、昼間は暑く、夜間は寒く感じることで快適性が低くなっていた。一方8月を見ると、夕方17時頃までは暑いことから快適性は低いが、夜間の18時以降にはPMVの値が0から+1の間に推移することから、快適に感じるようになった。また、実験3を行った2日間の気象条件は、気象庁の過去の気象データ（東京の平年値）によると東京の典型的な真夏の天気であったと言える。

これらのこともふまえると、勤務者の夜間利用を考えた場合、勤務終了後となる18時以降の快適である夏期の利用が効果的であることが示唆された。

表-1 実験期間中の物理的環境の平均値

Table1 The average of physical environment during test period

測定場所	測定日	PMV	PPD(%)	気温(°C)	湿度(%)	風速(m/s)	平均輻射温度(°C)
緑地あり	6月1日	0.12	67.0	21.1	44.2	1.18	39.7
	8月26日	3.00	59.3	31.8	55.4	1.45	47.2
	8月30日	3.00	80.7	33.1	50.3	1.01	45.1
緑地なし	6月1日	0.49	74.0	22.3	44.2	1.06	40.6
	8月26日	3.00	75.7	33.0	52.6	0.84	44.9
	8月30日	3.00	84.0	33.6	50.0	0.71	41.6

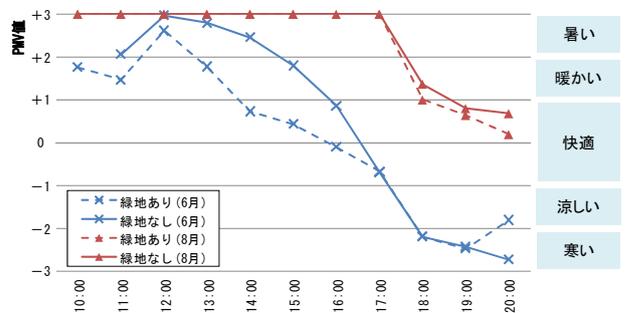


図-3 6月と8月の屋上におけるPMVの日変化

Fig. 3 The daily change of PMV on rooftop

3.2 実験1：屋上緑化空間の日中および夜間利用時における心理的効果の比較

屋上の緑地のある空間において日中と夜間に休憩した前後の POMS と SD 法による心理的効果を測定し、Friedman 検定を用いて分析を行った結果、POMS では有意な差が見られなかった。SD 法では、日中においては「はっきり-ぼんやり」の項目は中立であったが、その他の全ての項目は肯定的な印象を持つ傾向が見られた。夜間においては「明るい-暗い」の項目において 5% の水準で有意な差が見られ、「自然な-人工的な」「快適な-不快な」「安心な-不安な」「やわらかい-かたい」「広い-狭い」「落ち着く-いらいらする」「親しみやすい-親しみにくい」「ゆとりのある-ゆとりのない」「さわやかな-うっとうしい」「好き-嫌い」の 10 項目に対しては、日中と同様に肯定的な印象を持つ傾向が見られた。

この結果から、同じ屋上の緑地のある空間においては日中でも夜間でも明るさに対する印象以外はほぼ同じ印象を持つことがわかった。よって、夜間でも日中に感じる好印象と同様な印象を得られることがわかった。

また、今回は都市緑地の中でも屋上という空間であることや、商業施設の屋上であることから、夜間でも安心して休憩できたことも日中と夜間が同様の印象になった理由の一つと考えられた。

3.3 実験2：屋上緑化空間の夜間利用時における照明の有無による生理・心理的効果の比較

3.3.1 生理的効果

夜間における緑地空間において、照明の有無による唾液アミラーゼ濃度活性の測定を行い、Friedman 検定を用いて分析を行ったが、照明の有無による有意な差は見られなかった。

3.3.2 心理的効果

POMS および SD 法の測定結果は Friedman 検定を用いて分析を行った。その結果、POMS では照明がある緑地空間で休憩した場合、「緊張-不安」が 5% 水準で有意に減少することがわかった(図-4)。しかし、照明がない緑地空間で休憩した場合はどの項目にも有意な差は見られなかった。また SD 法では照明のある緑地空間の方が全体的に肯定的な印象が見

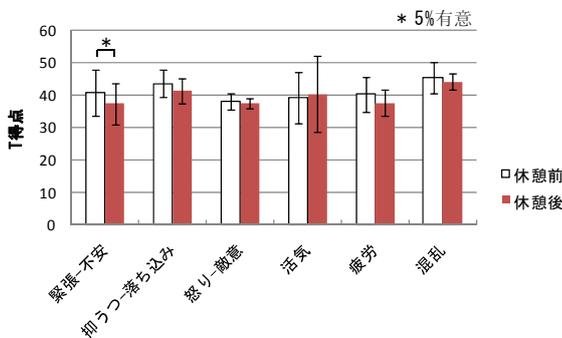


図-4 照明のある緑地空間で休憩した前後の感情状態
Fig. 4 POMS(The presence of lightings)

られたが有意な差は見られなかった。これらの結果から、夜間の緑地空間における照明の有無は、生理的には差が見られないが心理的には差が見られ、照明がある緑地空間の方が緊張や不安が緩和されることがわかった。よって、緑地空間を夜間に利用する際には、照明を取り入れることで緊張や不安が軽減し、安心して休憩できることが示唆された。

3.4 実験3：夜間の屋上空間における緑地の有無による生理・心理的効果の比較

調査対象地の屋上空間においては、緑地のある空間とない空間が見られたことから実験3では緑地の有無による夜間の生理・心理的効果の比較を行った。なお実験2の結果から照明があることにより、安心して休憩できることが確認されたことから、実験3ではいずれの場合も照明を用いて実施した。

3.4.1 生理的効果

緑地のある空間とない空間で休憩した後の唾液アミラーゼ濃度活性を測定し、Friedman 検定を用いて分析を行った。その結果、有意な差は見られなかった。

3.4.2 心理的効果

図-5 に緑地のある空間とない空間で休憩した後の POMS の結果を示した。Friedman 検定を用いて分析を行った結果、緑地のある空間は緑地のない空間に比べて、正の要素である「活気」が 1% 水準で、負の要素である「緊張-不安」が 5% 水準でそれぞれ有意な差が見られた。また、POMS の総得点から TMD (Total Mood Disturbance の略で、負の要素である「緊張-不安」, 「抑うつ-落ち込み」, 「怒り-敵意」, 「疲労」, 「混乱」の合計値から正の要素である「活気」の値を引いたもの) を算出した結果、緑地のある空間がない空間に比べ 1% 水準で有意な差が見られた。この結果から、夜間であっても緑地のある空間の方が、ない空間よりも気分を陽性方向へ導く効果があることがわかった。

図-6 に SD 法の結果から得られた緑地のある空間とない空間で休憩した後の印象プロフィールを示した。Friedman 検定を用いて分析を行った結果、「はっきり-ぼんやり」以外の全ての形容詞対において 1% 水準で有意な差が見られ、緑地のある空間の方が、ない空間に比べ、肯定的な良い印象を持つことが示唆された。「はっきり-ぼんやり」の形容詞対に関して有意な差が見られなかった原因としては、どちらも同じ照明を用いて同じ明るさの条件下で実験をしたことから、明るさに関する印象に差が出なかったと考えられた。次に男女による印象の違いを調べるために、

SD 法の結果を男女で分けて分析を行った。図-7 に男性の、図-8 に女性の印象プロフィールの結果を示す。その結果、「自然な-人工的な」, 「快適な-不快な」, 「広い-狭い」, 「さわやかな-うっとうしい」の項目に関しては男女ともに 1% 水準で有意な差が見られたが、「安心な-不安な」, 「活発な-落ち込む」の 2 項目に関しては、女性でのみ 5% 水準で有意な差が見られた。このことから、女性は男性に比べ、緑地のある空間で休憩する方が、ない空間で休憩するよりも安心して心地良い印

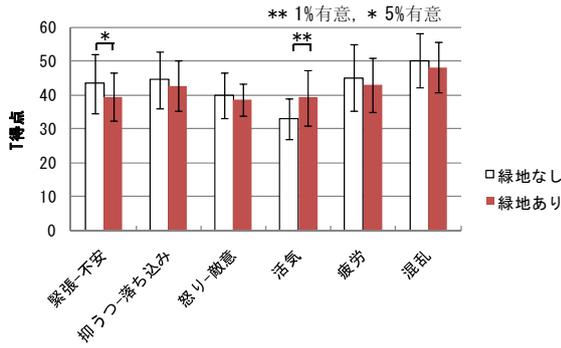


図-5 緑地の有無による感情状態
Fig.5 POMS(The presence of green space)

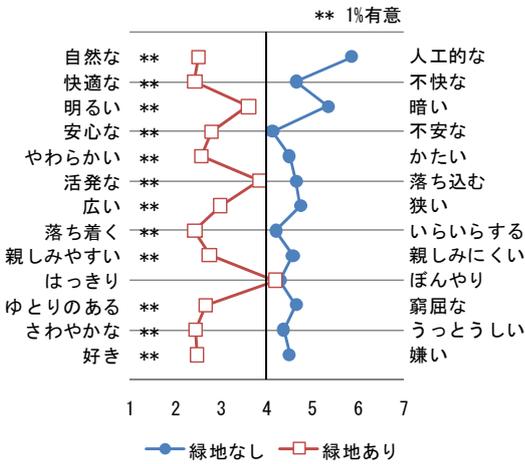


図-6 印象プロフィール
Fig.6 SD method

象を持つことがわかった。

一般的に夜間の緑地空間は暗く、視界も悪いために安全性の不安が伴うことから、女性にとっては安心できない空間であるといえる。しかし、同じ緑地空間でも商業施設の屋上空間であること、また照明があることなどの条件が整えば、夜間であっても緑地のある空間の方が、安心して心地よい空間になることが示唆された。

以上の結果から、夜間の屋上緑化空間はない空間に比べ、心理的に安心して快適な印象を持つ空間であると考えられた。

4. まとめ

以上の結果から、都市の屋上緑化空間において、夜間でも日中と同様に肯定的な印象を持つことが明らかになった。夜間の利用においては、照明を取り入れることでより安心感を得られること、さらに緑地のある空間では気分を陽性方向へ導き、心地よい印象を持つことが明らかになった。よって、都市の屋上緑化空間は心理的に有効であることが示唆された。

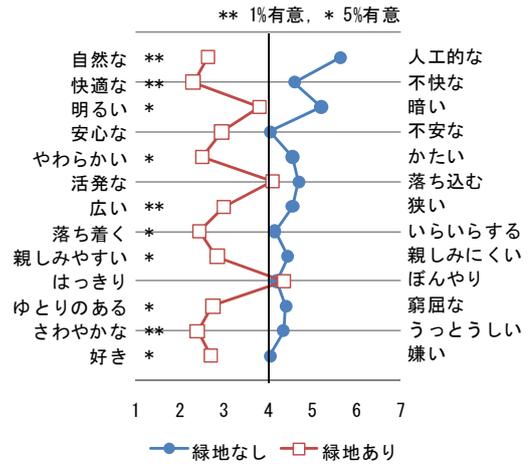


図-7 印象プロフィール (男性)
Fig.7 SD method(male)

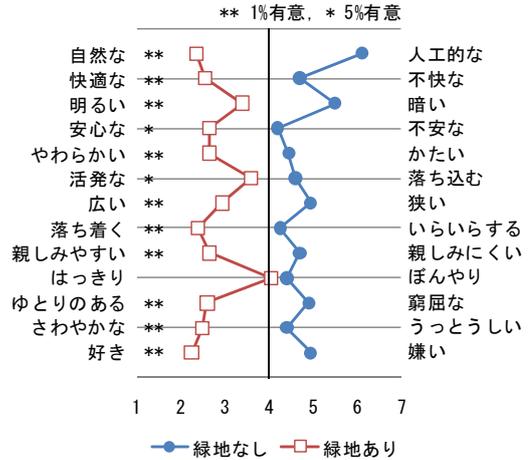


図-8 印象プロフィール (女性)
Fig.8 SD method(female)

今回は大規模商業施設の屋上緑化空間で実験を行った。商業施設という空間は、多くの人が利用するという性格上、安全性などに配慮されていること、また屋上という空間は、通常の都市公園などと異なり、囲われた空間であることから、より心理的にプラスに働いたと考えられ、夜間でも安心して利用できると考えられた。また夏季においては、今回のような屋上緑化空間は日中よりも夜間の方が快適であることがわかった。今後は他の季節における調査を加えることで、年間を通した屋上緑化空間の夜間利用の可能性が提案できると考えられた。

現在、大規模商業施設の多くが夜間の遅い時間帯まで店舗の営業は行っているが、屋上空間を遅い時間帯まで開放している所はまだ少ない。これからは、夜間の時間帯にも屋上

緑化空間を開放することで、利用者側にとっては勤務後にもゆつくりと利用できる空間が提供され、店舗側にとっては来客数の増加により購買促進に結びつくと考えられた。

謝辞：本研究の実施にあたり、調査にご協力いただいた株式会社三越伊勢丹ホールディングス管理本部業務部施設管財担当の皆様および株式会社三越伊勢丹新宿本店様に感謝の意を表します。また調査の際には清水建設技術研究所の方々、千葉大学園芸学部、大学院園芸学研究科の学生諸氏に多くのご助力をいただきました。ここに深く御礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 赤川宏幸・福味克幸・久保田孝幸・竹林英樹・森山正和 (2007) 大規模商業施設屋上庭園における夏季の温熱環境と訪問者の滞留特性に関する研究, 日本建築学会環境系論文集 (611) : 67-74.
- 2) 岩崎寛・山本聡・石井麻有子・渡邊幹夫 (2007) 都市公園内の芝生地およびラベンダー畑が保有する生理・心理的效果に関する研究, 日本緑化工学会誌, 33(1) : 116-121.
- 3) 川口徹也・岩崎寛 (2010) オフィスワーカーの緑に対する意識と利用に関する研究, 日本緑化工学会誌, 36(1), 211-214.
- 4) 経済産業省中部経済産業局 (2004) まちづくり3法見直しに関する東京商工会議所資料概要, pp10.
- 5) 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma> 気象統計情報 閲覧日 2011.05.18 (更新日 2011.05.18)
- 6) NASU Mamoru・IWASAKI Yutaka・ISHII Mayuko・TAKAOKA Yukiko (2010) Physiological and Psychological Effects of Outdoor Green Space at Urban Building Complex, JILA International edition : p177-182.
- 7) 高橋啓介 (2006) 照明の色温度と照度とが室内環境評価に及ぼす効果, 医療福祉研究, 2 : 30-36.
- 8) 高山範理・香川隆英・総谷珠美・朴範鎮・恒次裕子・大石康彦・平野秀樹・宮崎良文 (2005) 森林浴における光/温熱環境の快適性に関する研究, 日本造園学会誌, 68(5), 819-824.
- 9) 田辺新一 (1996) 温熱環境の快適性評価, 日本物理學會誌, 54(6), 440-448.
- 10) 山田宏之・養父志乃夫・中島敦司・中尾史郎・松本勝正 (2000) 異なる地表面状態の屋外空間における夏季暑熱環境の評価, 日本造園学会誌, 63(5), 543-546.
- 11) 財団法人都市緑化技術開発機構 (2000) 都市のエコロジカルネットワーク - 人と自然が共生する次世代都市づくりガイド, ぎょうせい, pp.48-49.

(2011.6.27 受理)