

都市の建築外部空間を構成する緑地のもたらす生理・心理的効果

那須 守 岩崎 寛 林 豊
(技術研究所) (千葉大学園芸学研究所) (技術研究所)

Physiological and Psychological Effects of Outdoor Green Space at an Urban Building Complex

by Mamoru Nasu, Yutaka Iwasaki and Yutaka Hayashi

Abstract

We evaluated the physiological and psychological effects of green space by comparing three types of green space, each having different spatial designs and plantings, with an artificial space devoid of vegetation (Control). Specifically, these green spaces were a semi-enclosed type space (E-type), an open-type space (O-type), and a forest-like-type space (F-type). We used saliva amylase activity (SAA), blood pressure and pulse rate as the physiological indicators, and the Profile of Mood States (POMS) and the Semantic Differential (SD) method as the psychological indicators. From the analysis of SAA, among the group exhibiting a high level of activity in the Control space, both the E-type and F-type spaces showed significantly decreased SAA compared with the Control space. POMS data revealed that the F-type space reduced tension and increased vigor. In the use of green space, F-type space appeared to be suitable for "Rest" because of the tension-relieving and comfort it induces, whereas O-type space seemed suitable for "Diversion of mind" because of the sense of activity it provides. E-type space appeared suitable for both purposes because of its tension-relieving effects and beautiful plants.

概 要

都市の建築外部空間に創出された空間デザインや植栽の異なる緑地について生理・心理的効果を検証した。半閉鎖タイプ、広場タイプ、樹林タイプの緑地を対象として、植物の無い人工空間との比較によって効果を評価した。評価指標には、唾液アミラーゼ活性、血圧、脈拍の生理指標、そして気分状態(POMS)、SD法の心理指標を使用した。人工空間で高い唾液アミラーゼ活性を示したグループが、半閉鎖タイプと樹林タイプの緑地において有意な活性低下に至ったことから、緑地の緊張緩和効果が示唆された。POMSから樹林タイプの緑地が緊張・不安状態を低下させ、活気を上昇させる有意な効果を確認した。これらとSD法の因子分析によると、利用にあたって樹林タイプの緑地は緊張緩和や居心地の良さから「休息」の場所、広場タイプの緑地は活動性から「気分転換」の場所、そして半閉鎖タイプの緑地は緊張緩和や美しい植物の存在から両方の目的に適していると考えられた。

§ 1. はじめに

近年の都市再開発では、東京ミッドタウン、晴海トリトンスクエア、なんばパークスのように社会的価値を向上させる施策として、広い面積の優れた緑地を創出するプロジェクトが見られるようになってきた¹⁾。都市において建築周囲に緑地を整備することは、ヒートアイランド現象緩和・大気浄化・雨水保持の都市環境の改善、生態系の保全、景観の向上、健康・癒しの場の提供、避難地の確保など多面的な効用を社会にもたらすといわれている²⁾。また国土交通省³⁾や内閣府⁴⁾の調査によると、人々は緑に対して「清涼感が高まる」、「アメニティ(快適性)が高まる」、「疲労感を和らげる」、「うるおいを与え、見る人の心を和ませる」等の精神的効果を期待していることが認められた。特にこの

ニーズは都市生活者において顕著であった。

都市緑地の効果に関する検証は、近年、ヒートアイランド現象緩和について積極的に研究され、エビデンスが蓄積されてきている^{5),6)}。一方、精神的効果に関しては、林野庁や森林総合研究所を中心に緑の豊かな山林において森林セラピーに関する実証実験が進められ、森林は都市の人工環境に比べ生理・心理的にリラックスすることが明らかにされてきている^{7),8)}。しかし都市緑地における生理・心理的効果の実証研究はヒートアイランド現象緩和や森林セラピーに比べ少なく、都市公園内の芝生地およびラベンダー畑の効果⁹⁾、樹木による緑陰の効果¹⁰⁾に関するくらいである。したがって緑地空間を構成する環境要素と生理・心理的効果との関係性も把握されていない。

現代人の精神的ストレスは、都市の人工空間におい

て時間的な余裕もない状態で生活している中で蓄積されている。これに対して木野村ら¹¹⁾は屋上緑化に関するアンケート調査から、建築周辺の緑地空間がオフィス勤務者に休憩場所として期待されていることを明らかにし、芝草、花卉植物、常緑植物などによる多様な植栽の必要性を指摘した。

これらのことから、今後、都市再開発に代表される建築事業において、都市生活者やオフィス勤務者のニーズ、つまり生活質の向上や心身の健康維持に対応した社会的価値の高い緑地を提供するためには、設計や効果予測評価において根拠となるエビデンスの蓄積が必要となる。そこで本研究では、都市生活者らに対して建築外部空間の緑地がもたらす生理・心理的效果を実証することを目的とした。都心の再開発事業で創出された緑量、植栽、空間デザインの異なる各種緑地について、被験者実験によって得られた生理指標、心理指標を用いて、緑地のもたらす効果の側面、程度を定量的に評価した。実証実験は野外で実施され、使用した指標も多かったことから、測定をなるべく簡易に短時間で実施できる評価指標、実験方法を検討、導入した。そして測定値から分析された生理・心理的效果について、緑地環境に対する印象評価に基づいて発現要因を検討し、環境設計情報の導出を試みた。また発現要因の多様性に注目して、緑地の特性に適合した利用方法の提案も試みた。

§ 2. 方法

2.1 対象地および実験区

本実験は東京都品川区大崎において、オフィス、ホテル、商業施設からなる複合施設にて実施された。この施設は都市再開発によって2007年8月に建設された。建築に緑の保有する快適性を取り込むことを目的として、地上30階のオフィスビルの外部空間に敷地面積の約40%を占める緑地を創出した。そこには緑量、植栽、空間構造の異なる数種の緑地があり、近隣のオフィス勤務者によって仕事の合間や昼休みに休息や気分転換などに利用されている。都心で広い緑地を保有していること、しかも数種類の緑地タイプがあり、実際に利用されていることが、当地を選択した理由となった。

対象地の中で人に利用されている緑地を、緑量、植栽、空間構造の視点で調査すると、半閉鎖タイプ、広場タイプ、樹林タイプの3種類の緑地タイプが見られた。半閉鎖タイプは建物に囲まれ室内緑化に似た緑地空間であり、インテリア植物が配置されていた。広場タイプは都市開発で一般的な公開空地の緑地空間であり、中高木が疎に植栽されていた。樹林タイプは、



対照区



半閉鎖タイプの緑地



広場タイプの緑地



樹林タイプの緑地

写真-1 被験者の見た実験区の風景

より自然に近く造られた緑地空間であり、低中高木からなる階層構造が形成されていた。これら3タイプの緑地の他に、対照区として植栽のほとんど無い無機的人工環境で休憩に利用されている空間を加え、合わせて4カ所を実験区に設定した。写真-1の画像は被験者の視野に入っていたと思われる実験区の風景である。焦点距離35mmレンズによって35mmフィルムに撮影された写真に相当する。

2.2 実験方法

被験者が緑を見た時の生理・心理指標を測定する実験を実施した。通常の休憩利用を想定し、椅子に座った姿勢で一定時間緑を見た場合における生理・心理指標を、次の(1)~(3)の手順にて各実験区について計測した。

[実験の手順]

- (1) 前の実験区の影響を無くすために、被験者は5分間書類を読む。書類は本実験の説明書であり、計測値に影響を与えない内容とした。
- (2) その後、当該実験区の緑を5分間見る。その間は安静状態を維持する。
- (3) 緑を見終えた直後に生理指標(唾液アミラーゼ活性、血圧、心拍数)と心理指標(POMS、SD法)を計測する。

緑を見続ける時間は、オフィス勤務者が仕事中の合間に取る休憩時間の調査¹¹⁾に基づき5分間に設定した。その調査によると仕事中の休憩時間は昼の休憩時間に比べ短く、5分間未満が多くを占めていた。被験者1人当たりの実験時間は2~2.5時間であった。その間に半閉鎖タイプ、広場タイプ、樹林タイプの緑地と対照区の4実験区を回った。回る順序は、順序効果の影響が出ないように同一とせず、実験計画法に基づきラテ

ン方角¹²⁾によって決めた。

実験日時は2008年10月9日14時～16時、16日9時～11時30分、13時～15時、21日9時～11時であった。各実験日も天候は晴れ、平均気温は23.6°C(最高25.9°C～最低21.5°C)、平均相対湿度は47%(最高63%～最低34%)であった。

被験者は平均年齢31.1±13.5歳(平均±標準偏差)の男女18人であった。年齢構成は20代13人、30代2人、40代1人、60代2人であり、性別は男性9人、女性9人であった。

生理応答は被験者の加齢や個人差に影響される。しかし今回の実験では幅広い年代を被験者として個人の変化を分析した。また実験は午前と午後を実施され、被験者1人あたりの実験時間は2～2.5時間となることから、唾液アミラーゼ活性の生理応答に見られる日内変動¹³⁾において被験者内の変動は考慮されるが、被験者間の変動は考慮されない。

本実験にあたって、事前に被験者に実験内容を十分に説明した後、参加の意思を確認し同意書の作成を依頼した。あわせて千葉大学園芸学部ヒト研究倫理審査委員会に申請し、承認を得た上で実験を行った(申請番号08-6)。

2.3 測定項目

2.3.1 実験区的环境

緑地空間の物理的特性を表す指標として緑視率、天空率、照度、風速を測定した。緑視率は被験者の視覚に入る緑の量を表し、生理・心理量に影響する¹⁰⁾。天空率は空間の開放性を、照度は日射の状態を、風速はビル風の影響を把握するために測定した。

緑視率は、近赤外線デジタルカメラ(テトラカム社製分光カメラADC3)を用いて写真-1と同じ画角で撮影した画像から、植物が特徴的に反射する近赤外バンドを抽出することにより、植物とそれ以外の被写体を分離し、画像全体の面積のうち植物が占める割合を計算することによって求めた。天空率は全周魚眼コンバージョンレンズ(ケンコー社製フィッシュアイコンバージョンレンズKDF-025)をデジタルカメラ(ペンタックス社製OptioWP)に取り付けて真上を撮影した画像を、全天写真解析ソフトウェア(CanopOn2^{注1)})で解析して求めた。照度は照度データロガー(T&D社製PHR-51)を、風速は熱線式風速計(FUSO社製YK-2005AH)をそれぞれ使用して計測した。

2.3.2 生理指標

緑のストレス緩和効果を評価する際には自律神経系、内分泌系、免疫系の指標が用いられる¹⁴⁾。本実験は屋外で実施されることから、使用する計測機器には携帯性、耐振動性、耐候性など、移動や野外の環境要因に

よって測定誤差を生じにくいことが望まれる。また使用する指標も多いので、なるべく簡易に短時間で測定できることが必要となる。これらの条件を考慮して生理指標には唾液アミラーゼ活性^{15),16)}、血圧、脈拍を選択した。いずれも自立神経系の指標である。

唾液アミラーゼ活性は携帯式唾液アミラーゼ活性分析装置(ニプロ社製COCORO METER)によって計測した¹⁷⁾⁻¹⁹⁾。試験紙のついたチップによって、被験者から簡単に唾液を採取でき、その場でこの分析装置を使って数十秒の短時間で計測値を得られる。唾液アミラーゼ活性の分析にあたっては、岩崎ら⁹⁾の研究に従って、活性値が0～30kU/Lを低レベル、31～45kU/Lを中レベル、46～60kU/Lを高レベル、61kU/L以上を高レベル以上の4段階に分類した。

血圧、脈拍は簡易式の電子血圧計(シチズン社製CH-602B)を用いて測定した。血圧判定は世界保健機関(WHO: World Health Organization)の基準²⁰⁾に従って分類した。収縮期血圧が140mmHg以上または拡張期血圧が90mmHg以上は高血圧、収縮期血圧が139mmHg以下かつ拡張期血圧が89mmHg以下は正常血圧となる。

2.3.3 心理指標

心理的効果とその影響要因を捉えるために、気分プロフィール検査(POMS: Profile of Mood States)短縮版とSD法(Semantic Differential Method)を用いた。これらは質問紙に回答を記入することによって実施された。

POMSによって、被験者の回答から緑の心理的影響を「緊張 - 不安」、「抑うつ - 落ち込み」、「怒り - 敵意」、「活気」、「疲労」、「混乱」に分けて評価した²¹⁾。気分状態は年齢や性別によって差があるため、実験で得た素点を換算表²¹⁾によって50が標準値となるように補正した。これは標準化得点(T得点)と呼ばれる。T得点は活気においては大きくなる程、それ以外においては小さくなる程良い心理的効果があると見なされる。

またSD法では被験者が認識した空間の印象を形容詞対によって評価した。用いた形容詞対は、対象物に対する印象が「特性の認知」、「イメージ化」、「態度の表明」の3層構造にモデル化される²²⁾ことを想定して検討された。緑のストレス緩和に関係しモデルの各層に該当する形容詞対について、既往の研究²³⁾⁻²⁷⁾を参考に、31組の形容詞対を抽出し、最終的に事前試験によって17組に決定した。また評価水準については5段階と7段階を用意し、事前試験によって記入の容易さと結果の明確さを検討し5段階とした。

2.4 統計解析

各生理・心理指標の測定データについて、1要因または2要因の分散分析(対応あり)を行い、実験区と他の

要因について平均値の差を検定した。そして有意差のあった要因について、各水準間の多重比較検定を行うことによって、有意差の生じている組合せを明らかにした。多重比較検定には Bonferroni の方法を用いた。SD 法の因子分析には主因子法を用いた。回転法は直交を仮定しないプロマックス法とした。分散分析、因子分析の統計解析には IBM 社製 SPSS version17.0 を使用した。

§ 3. 結果

3.1 実験区的环境概況

表-1 に各実験区的环境について概要を示す。植栽は対照区、半閉鎖タイプ、広場タイプ、樹林タイプの順に人工的からより自然な状態になり、緑視率と緑量も順に増加した。緑視率は樹林タイプの緑地と広場タイプの緑地との差が小さかった。これは緑視率には奥行き方向に重なった植栽が考慮されていないことによる。各実験区における植栽の特徴を次に述べる。対照区では柱沿いに花のプランターがあるのみで、植栽が極めて少なかった。半閉鎖タイプの緑地では、机の上に芝草が敷かれ、赤色の花を付けた植物が点在していた。広場タイプの緑地では下層部に色のある低木や草花が植栽されていた。樹林タイプの緑地では中高木、低木、草本の階層構造と奥行き方向に厚みのある植栽によって自然に近い状態が形成され、背後にある人工構造物が視覚的に遮断されていた。

実験区の開放性を示す天空率は、広場タイプの緑地で一番高かった。それに比べ対照区は建物の影響、樹林タイプの緑地は建物と高木の影響を受け、小さくなっていた。また半閉鎖タイプの緑地は周囲を建物に囲われているために非常に小さい値となった。一般に天空率は空間の明るさ、つまり照度に影響をおよぼす。対照区の天空率は、広場タイプの緑地と樹林タイプの緑地との中間にあった。しかしその照度は、日向時には両緑地タイプを上回り、日陰時には両タイプを下回っていた。これは直射日光が木漏れ日の効果によって緩和される広場タイプや樹林タイプに比べ、対照区では直射日光を受ける日向と建物で遮られる日陰との照度差が大きくなることによると考えられた。

風速においては、半閉鎖タイプの緑地は閉鎖的空間であるため0~1m/sと風を感じない程度であった。一方、他の実験区は常時には0~2m/sと風を顔に感じる程度であった。一時的に6~8m/sと小枝が動く程度となったが、被験者へのヒアリングによると、ほとんどの実験において強い風を感じておらず、ビル風による影響を考慮する必要はないと考えられた。

3.2 生理指標

3.2.1 唾液アミラーゼ活性

最初に実験区を要因とする1要因の分散分析を実施した結果、危険率5%で唾液アミラーゼ活性の平均値間に有意な差を得られなかった。一方、岩崎ら⁹⁾は、緑を見る前の被験者の緊張状態つまり唾液アミラーゼ活性値が高いほど、緑を見た後の活性値の低下が大きいこと示していた。そこで、緑の無い対照区における緊張状態を考慮することが必要と考え、その状態を加えた2要因の分散分析を検討した。

対照区の緊張状態を指標する唾液アミラーゼ活性を観ると、低レベル(0-30kU/L)の被験者が12名、中レベル(31-45kU/L)が1名、高レベル(46-60kU/L)が4名、高レベル以上(61kU/L以上)が1名いた。そこで被験者を30kU/L以下の低グループと31kU/L以上の高グループの2群に分けた。低グループには12人、高グループには6人の被験者が含まれていた(図-1)。

これらの低、高グループの2水準を含む、対照区の唾液アミラーゼ活性状態と実験区の2要因で分散分析を実施した結果、交互作用が5%水準で有意となった。それゆえ対照区の唾液アミラーゼ活性状態が実験区の唾液アミラーゼ活性に関係することが明らかになった。

表-1 実験区的环境特性

環境特性	実験区			
	対照区	半閉鎖タイプ	広場タイプ	樹林タイプ
植栽	無	花卉、 低中木(数本)	中高木(疎)、 低木、草本	中高木、低木、 草本
緑視率	0.00	0.31	0.62	0.65
緑量	無	少ない	中	多い
照度(lx)	日向時: 68200 日陰時: 4000	日向時: — 日陰時: 3300	日向時: 49000 日陰時: 8300	日向時: 46500 日陰時: 10800
天空率	0.34	0.04	0.46	0.20
風速(m/s)	常時: 0~2 一時: 6~8	常時: 0~1 一時: —	常時: 0~2 一時: 3~6	常時: 0~2 一時: 6

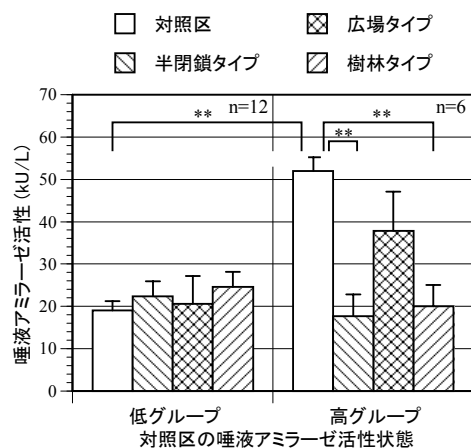


図-1 緑地を見た後の唾液アミラーゼ活性
エラーバーは標準誤差を表す。** P<0.01

次に Bonferroni の方法によって、上記の 2 要因における各水準間の多重比較検定を実施した。その結果、対照区において低グループと高グループが 1%水準で有意な差となった。グループ内の比較では、低グループには 5%水準で有意な差はなかったが、高グループにおいて半閉鎖タイプと樹林タイプの緑地が対照区に比べ 1%水準で有意に低下した。半閉鎖タイプでは 34.3kU/L (66.0%)、樹林タイプでは 32.0kU/L (61.5%) 低下し、それぞれ低グループと同じレベルになった。

また各グループにおいて被験者ごとの変化を調べた。高グループの対照区においては中レベル 1 名、高レベル 4 名、高レベル以上 1 名の被験者がいた。それぞれの被験者について対照区と 3 種の緑地タイプとの比較をすると、延べ人数で 18 名中 16 名つまり 89%において緑地の方が低くなった。しかも半閉鎖タイプでは 6 名、広場タイプでは 3 名、樹林タイプでは 4 名の延べ 13 名 (72.2%) が低レベルの値となった。一方、低グループの被験者 12 人において活性値が 31kU/L 以上になったのは、半閉鎖タイプでは 2 人 (最大 40kU/L)、広場タイプでは 3 人 (最大 40kU/L)、樹林タイプでは 2 人 (最大 33kU/L) であった。しかしいずれの緑地タイプにおいても少人数であり、中レベルに留まっていたため、対照区との有意な差は見られなかった。

3.2.2 血圧・脈拍

収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍のそれぞれについて唾液アミラーゼ活性の分析と同様に、最初に実験区を要因とする 1 要因の分散分析を実施したが、危険率 5% で平均値間に有意な差を得られなかった。続いて WHO の血圧判定基準にもとづき、被験者を対照区の血圧値によって正常血圧グループと高血圧グループに分類した。正常血圧グループには 13 人、高血圧グループには 5 人の被験者が含まれていた。各実験区における血圧および脈拍の平均値を正常と高血圧の 2 グループに分けたものを表 2 に示す。

これらについて対照区の血圧状態 (正常血圧、高血圧) と実験区の 2 要因で分散分析を実施した。その結果、血圧、脈拍のいずれにおいても 5%水準で有意な差は見られなかった。しかし高血圧グループにおいて、各緑地タイプとも収縮期血圧、拡張期血圧が対照区に比べ低くなる傾向が見られた。一方、正常血圧グループでは緑地の血圧は上昇傾向だったが、正常範囲内であった。

3.3 心理指標

3.3.1 POMS

POMS による気分状態のプロフィールを図 2 に示す。値は素点を標準化した T 得点である。対照区に比べ各緑地タイプの平均得点は、緊張 - 不安において 3~4 点、混乱において 2~3 点の低下、また活気において 3~7 点の上昇が見られた。実験区を要因とする分散分析と多重比較検定を実施した結果、緊張 - 不安において樹林タイプが 5%水準で有意な低下、半閉鎖タイプが有意確率 0.08 となり有意な低下傾向がみられた。また活気において樹林タイプが 5%水準で有意な上昇が見られた。

3.3.2 SD 法

SD 法による印象評価のプロフィールを図 3 に示した。各形容詞対について実験区を要因とする分散分析と多重比較検定を実施し、その結果を「有意水準と比較した調査区」の形式で表した。例えば「**cw」は対照区と樹林タイプを比べると、1%水準で有意差があったことを表している。

プロフィール全体を見ると各緑地タイプともに中央より右に位置していることから、概ね好印象であることがわかった。各実験区の評価構造を明らかにするため因子分析を実施した。回転法には直交を仮定しないプロマックス法を用いた。その結果、表 3 の 4 因子が抽出された。回転前の 4 因子によって全分散を説明する割合は 73%であった。SD 法では、一般的に力量性、

表 2 緑地を見た後の血圧・脈拍

	対照区		半閉鎖タイプ		広場タイプ		樹林タイプ	
	正常血圧 ^a	高血圧 ^a	正常血圧	高血圧	正常血圧	高血圧	正常血圧	高血圧
被験者数(n)	13	5	13	5	13	5	13	5
収縮期血圧 ^b (mmHg)	107.2±2.0	139.8±3.2	109.7±3.1	134.2±5.0	118.9±5.0	136.8±8.1	115.9±3.9	135.2±6.3
拡張期血圧 ^b (mmHg)	78.3±1.5	107.0±2.5	79.8±3.6	93.8±5.8	81.1±3.7	105.6±6.0	83.8±3.8	103.8±6.2
脈拍 ^b (beats/min)	68.2±2.3	65.6±3.7	70.2±2.6	63.8±4.1	70.2±2.2	68.4±3.5	71.5±3.1	67.6±5.0

^a 対照区の血圧によって分類されたグループ。^b 値は平均値±標準誤差

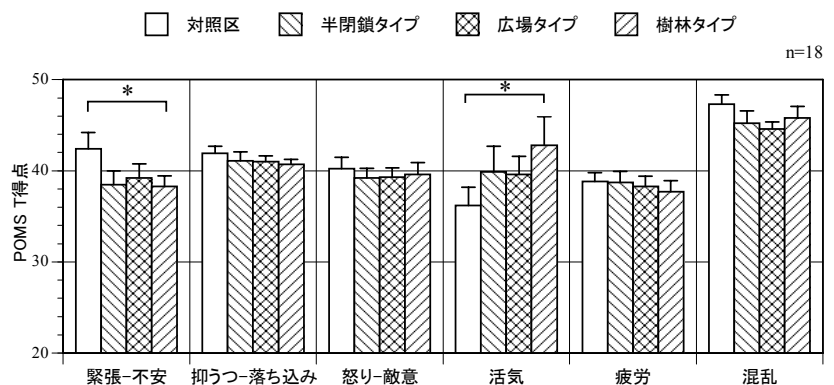


図 2 緑地を見た後の気分状態(POMS)

エラーバーは標準誤差を表す。*P<0.05

評価性、活動性の3因子が抽出される。第1因子は「自然な」、「落ち着いた」、「緊張しない」、「さわやかな」などに対して負荷量が高く、自然や緑の保有する潜在力を表すと考えられた。第2因子は「華やかな」、「快適な」、「安心な」、「調和している」に対して負荷量が高く、場所の評価つまり空間の総合的な質を意味する居心地を表すと考えられた。第3因子は「開放的」、「活気のある」などに対して負荷量が高く活動の因子、第4因子は「おもしろい」などに対して負荷量が高く個性の因子と考えられた。

この因子構造にもとづいて対照区と各緑地空間との比較評価を実施した。その際、5%水準で有意となった形容詞対を主たる評価項目とした。自然の潜在力に関する「落ち着いた」と「好き」は全ての緑地タイプにおいて有意に高かった(p<0.01)。また「さわやかな」は半閉鎖タイプと樹林タイプにおいて有意に高く(p<0.05)、広場タイプにおいては有意に高い傾向(p=0.06)となった。居心地を示す「快適な」、「安心な」、「調和している」は樹林タイプにおいて有意に高く(p<0.01)、質の高い緑地として評価された。また個性を表わす「美しい」は半閉鎖タイプにおいて有意に高かった(p<0.05)。これは華やかな花や机の上に敷かれた芝草が評価されたと考えられた。活動を表す「活気のある」(p=0.07)、「明るい」(p=0.09)は広場タイプにおいて有意に高い傾向となり、オープンスペースの特性が評価された。

§ 4. 考察

4.1 緑地の生理・心理的効果

生理的効果の実験において、半閉鎖タイプと樹林タイプの緑地が唾液アミラーゼ活性の高い被験者グループの値を低下させたことは、生理的緊張の高い人に対して、緑地空間が緩和効果を発揮することを示唆していると考えられた。またこの結果は既往の都市緑地に関する研究⁹⁾とも一致しており、緑地は生理的緊張状態を正常状態にコントロールする可能性を有していると考えられた。

一方、POMSにおいて樹林タイプおよび半閉鎖タイプの緑地が、心理的ストレスの指標である緊張 - 不安状態を低下させたことから心理的効果も得られると考えられた。緊張 - 不安状態の低下は、印象評価の第1

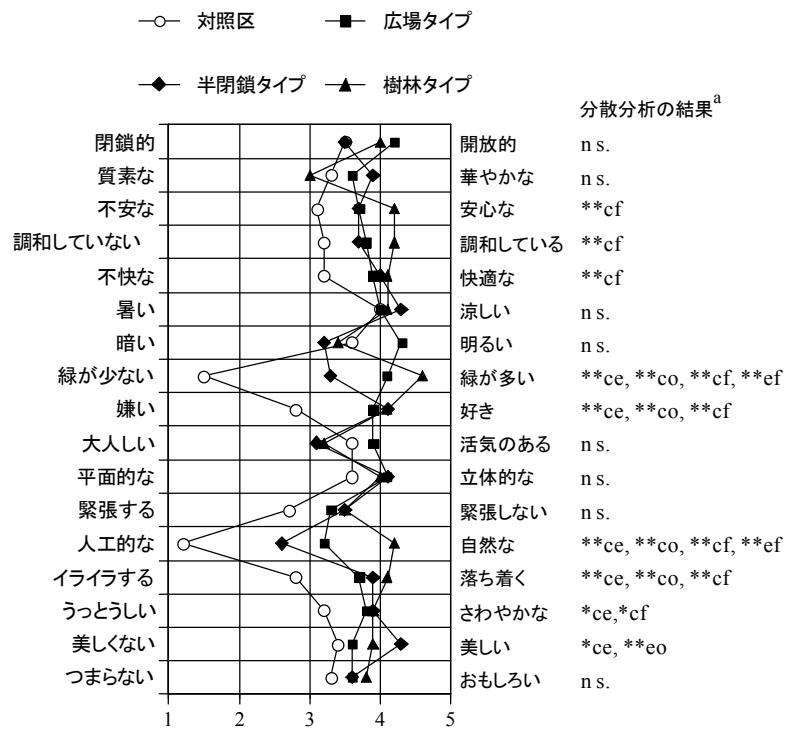


図-3 印象評価のプロフィール(SD法)

^a "***xy"はxとyの間に1%水準で有意な差があることを表す。* p<0.05, ** p<0.01。xまたはyにおいて、"c"は対照区、"e"は半閉鎖タイプの緑地、"o"は広場タイプの緑地、"f"は樹林タイプの緑地を表す。

表-3 印象評価データの因子分析結果

評価用形容詞対	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
	自然の潜在力	居心地	活動性	個性
自然な - 人工的な	983	- 254	- 144	218
緑が多い - 少ない	823	- 199	- 147	175
落ち着いた - イライラする	788	139	054	- 190
好き - 嫌い	684	266	065	028
緊張しない - 緊張する	591	209	- 002	- 220
さわやかな - うとうしい	525	000	343	101
華やかな - 質素な	- 314	812	111	100
快適な - 不快な	315	720	- 016	- 002
安心な - 不安な	485	539	- 185	- 081
調和している - 調和していない	380	526	- 027	101
開放的 - 閉鎖的	473	- 221	629	- 123
活気のある - 大人しい	- 199	041	567	156
明るい - 暗い	- 152	318	453	033
おもしろい - つまらない	026	111	096	802
美しい - 美しい	214	348	094	381

因子を用いると、無機的人工空間等においてもたらされたイライラ感や緊張状態が一定以上の緑や自然に触れることによって緩和され、「さわやかな」や「好ましい」といった心理的ポジティブ状態になったものと考えられた。しかし、第1因子は自然や緑の潜在力として緑地空間に共通の特性と予想されるが、広場タイプの緑地において緊張 - 不安が有意に低下しなかったため、今後の検討が必要とされる。またPOMSにおいて樹林タイプの緑地のみが有意な緊張 - 不安状態の低下と活気の上昇となった。これは階層構造のある植栽や

人工建造物の遮断によって創出された自然に近い環境に対して、印象評価の第2因子(居心地)を構成する快適、調和、安心を有意に感じたことによると考えられた。

Ulrichら²⁸⁾は、自然環境ビデオの視聴によって4分間位でストレス緩和効果が得られることを血圧、筋緊張、皮膚伝導等の生理指標によって検証した。同様に、本研究では実際の緑地における緊張緩和効果が、緑を5分間見ることによって得られることを生理指標と心理指標によって明らかにされた。

4.2 都市における緑地の生理・心理的効果の利用

印象評価においては、樹林タイプの緑地の総合的な質の高さが評価された。しかし半閉鎖タイプと広場タイプの緑地もそれぞれ固有の側面で樹林タイプを超える評価を得ており、各緑地タイプの特性に応じた利用方法が存在すると考えられた。

具体的には、自然に近い樹林タイプの緑地は生理的にも心理的にも緊張緩和効果があることや心理的な居心地の良さから「休息」の場所に適していると考えられた。一方、広場タイプの緑地は開放的空間のもたらず活気や明るさによる活動性から「気分転換」の場所に適していると考えられた。そして半閉鎖タイプの緑地は、建物に囲まれているため心理的に落ち着き、生理的にも緊張が緩和されることから「休息」の場所、同時に美しい花の咲いたインテリア植物の存在から「気分転換」の場所としても適していると考えられた。

首都圏の都市生活者に対して実施された街のアイデンティティに関する調査によると、緑や公共交通のような暮らしやすさに密着している要素と多様な魅力要素の集積が、都市の魅力となり多様な人々が住み続ける要因となることが明らかにされた^{29),30)}。したがって生活の要素である心身の健康において、多面的な利用が示唆された本実験対象のような緑地空間は、オフィス勤務者や近隣の人々にとって街の魅力になる場として評価されると思われる。

§5. おわりに

本研究では、経験的に認識されている緑地の生理・心理効果について、ストレスを受け易いオフィス勤務

者が、仕事の合間に休息や気分転換の場所として緑地を利用することによって、緊張緩和や活気向上の効果が得られることを定量的に明らかにした。さらに緑地空間のタイプとしては、自然の樹林に近い空間ほど生理的にも心理的にも高い総合的効果を得られることを確認した。また緑地環境に対する印象評価から、これらの効果に関係する要因として緊張緩和要因、居心地に関係する要因、活動性の要因、個性の要因を抽出した。緊張緩和要因は緑地に共通する要因である。それと他の要因の組み合わせによる、多様な利用の意図されたランドスケープデザインの可能性を事例に基づいて示唆した。

現在、首都圏などで都市再開発事業を中心に緑地の整備が図られている。本研究の結果から、都市における緑地の量的拡大のみならず、生活質の向上も念頭に整備していく必要があると考えられた。そのためには創出された緑地について、モニタリングと実証評価を戦略的に実施することによって、生理・心理効果を高める緑地の配置などの課題についても解決していくことが重要であると考えられた。

謝辞

本研究を共同で実施した千葉大学大学院園芸学研究所の石井麻有子氏、日本環境協会の高岡由紀子氏、研究を進めるにあたり、調査にご協力いただいた杉山朗氏をはじめとする株式会社世界貿易センタービルディング ThinkPark 事業部の皆さま、ランドスケープ・プラスの平賀達也氏、実験を補助していただいた千葉大学園芸学部および大学院園芸学研究所の学生諸氏に、この場を借りて深く感謝いたします。

補注

(注1) CanopOn2 は竹中明夫氏によって作成されたフリーソフトウェアであり、多くの研究で活用されている。URLは

<http://takenaka-akio.cool ne.jp/etc/canopon2/> (2010年12月)である。

(注2) 本稿は第12回日中韓国際ランドスケープ専門家会議に投稿した論文³¹⁾を日本語化し、加筆したものである。

<参考文献>

- 1) “魅力ある都市構築のための空間緑化—近未来のアーバン・グリーンング—”, 日本学術会議, 2007.
- 2) 奥水肇監, 東京都新宿区編: “都市建築物の緑化手法”, 彰国社, 1994.
- 3) “都市の緑量と心理的効果の相関関係の社会実験調査について”, 国土交通省, 2005.
- 4) “緑化推進に関する世論調査”, 内閣府政府広報室, 1994.
- 5) 梅干野晃, 八木澄夫, 木村剛久: “建築外部空間における各種植栽による熱環境の位置付け”, 日本建築学会計画系論文報告集, No.433, pp.1~10, 1992.
- 6) 荻島理, 成田健一, 谷本潤, 三坂育正, 松嶋篤, 尾之上真弓: “大規模な階段状緑化屋根を有する建築物周辺の微気象に関する実測調査”, 日本建築学会環境系論文集, No.577, pp.47~54, 2004.
- 7) Tsunetsugu Y, Park B, Ishii H, Hirano H, Kagawa T, Miyazaki Y: “Physiological Effects of Shinrin-yoku (Taking in the Atmosphere of the Forest) in an Old-Growth Broadleaf Forest in Yamagata Prefecture, Japan”, *Journal of Physiological Anthropology*, No.26, pp.135~142, 2007.
- 8) 朴範鎮, 恒次祐子, 森川岳, 石井秀樹, 古橋卓, 平野秀樹, 香川隆英, 宮崎良文: “森林浴の生理的効果(5)—全国24ヶ所における森林浴実験から—”, *日本生理人類学会誌*, Vol.12, No.1, pp.48~49, 2007.
- 9) 岩崎寛, 山本聡, 石井麻有子, 渡邊幹夫: “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・心理的効果に関する研究”, *日本緑化工学会誌*, Vol.33, No.1, pp.116~121, 2007.
- 10) 高柳和江: “都市空間における緑陰の効果—生理的, 心理的, 身体的分析—”, *日本補完代替医療学会誌*, Vol.5, No.2, 145~152, 2008.
- 11) 木野村泰子, 下村孝: “オフィスワーカーが休憩のために訪れる屋上の現状と屋上緑化の今後のあり方”, *ランドスケープ研究*, Vol.71, No.5, pp.827~832, 2008.
- 12) 鷲尾泰俊: “実験計画法入門 改訂版”, 日本規格協会, 1997.
- 13) Nater UM, Rohleder N, Schlotz W, Ehlert U, Kirschbaum C: “Determinants of the diurnal course of salivary alpha-amylase”, *Psychoneuroendocrinology*, No.32, pp.392~401, 2007.
- 14) 恒次祐子: “森林セラピーの生理的評価法”, *農林水産技術研究ジャーナル*, Vol.30, No.7, pp.10~14, 2007.
- 15) Chatterton RT, Vogelsoong KM, Lu Y, Ellman AB, Hudgens GA: “Salivary α -amylase as a measure of endogenous adrenergic activity”, *Clinical Physiology*, No.16, pp.433~448, 1996.
- 16) Stegeren A, Rohleder A, Everaerd W, Wolf OT: “Salivary alpha amylase as maker for adrenergic activity during stress: Effect of betablockade”, *Psychoneuroendocrinology*, No.31, pp.137~141, 2006.
- 17) 山口昌樹, 金森貴裕, 金丸正史, 水野康文, 吉田博: “唾液アミラーゼ活性はストレス推定の指標になり得るか”, *医用電子と生体工学*, Vol.39, No.3, pp.234~239, 2001.
- 18) 山口昌樹, 高井規安: “唾液アミラーゼ活性によるストレスモニタ”, *Bio Industry*, Vol.19, No.10, pp.20~25, 2002.
- 19) 山口昌樹: “新規なストレス指標としての唾液アミラーゼ”, *日本ME学会大会プログラム・論文集*, No.42, p.103, 2004.
- 20) The Guidelines Subcommittee of the WHO-ISH Mild Hypertension Liaison Committee: “1999 World Health Organization-International Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension”, *J. Hypertens*, Vol.17, No.2, pp.151~183, 1999.
- 21) 横山和仁編: “POMS 短縮版 手引きと事例解説”, 金子書房, 2005.
- 22) 井上勝雄編: “ラフ集合の感性工学への応用”, 海文堂出版, 2009.
- 23) 鈴木誠, 井上学: “庭園景の評価構造に関する実験的研究”, *造園学雑誌*, Vol.53, No.5, pp.1~6, 1990.
- 24) 木内豪: “複合的環境条件における都市空間の快適性評価手法に関する研究”, *土木学会論文集*, No.664/VII-17, pp.31~42, 2000.
- 25) 井川原弘一, 香川隆英, 高山範理, 朴範鎮: “森林散策における案内人がもたらす効果に関する研究”, *ランドスケープ研究*, Vol.70, No.5, pp.597~600, 2007.
- 26) 林透子, 岩崎寛, 三島孔明, 藤井英二郎: “森林内の園路における光環境の違いが人の生理及び心理に与える影響”, *日本緑化工学会誌*, Vol.34, No.1, pp.307~310, 2008.
- 27) 総谷珠美, 高山範理, 朴範鎮, 古谷勝則, 香川隆英, 宮崎良文: “森林散策路の光・温熱環境と森林欲における主観評価との関係”, *ランドスケープ研究*, Vol.71, No.5, pp.713~716, 2008.
- 28) Ulrich RS, Simons RF, Losito BD, Fiorito E, Miles MA, Zelson M: “Stress recovery during exposure to natural and urban environments”, *Journal of Environmental Psychology*, No.11, pp.201~230, 1991.
- 29) 那須守, 橋本修左, 浅倉与志雄, 田村 慎一: “都市居住に関する意識調査その2 望ましい都市居住のコンセプトに対する居住者の意識”, *日本建築学会大会梗概集 F-1*, pp.180~181, 2000.
- 30) (社)新都市ハウジング協会都市居住環境研究会: “歩きたくなるまちづくり—街の魅力の再発見”, 鹿島出版, 2006.
- 31) Nasu M, Iwasaki Y, Ishii M, Takaoka Y: “Physiological and psychological effects of outdoor green space at an urban building complex”, *Journal of Landscape Architecture in Asia*, Vol.5, pp.177~182, 2010.