

都市における緑の効用

—身近な緑がもたらす心身の健康と人間らしい生活—

京都府立大学人間環境学部環境デザイン学科 教授 下村 孝

はじめに

ヒートアイランド現象の進行を食い止めるために、緑の役割に期待が高まっているのは周知の通りである。国交省のホームページでは、東京都内の10km四方の区域を対象に、都市整備の方向性もふまえた上で現実的な緑地保全・緑化を最大限施すと、区域内全域で平均気温を0.3℃低下させ、熱帯夜区域を972ha（中野区の面積に相当）削減できるとのシミュレーション結果が報告されている¹⁾。都市における緑の役割の重要性を再確認できる結果ともいえる。

熊谷市、多治見両市で40.9℃を記録し、74年ぶりに観測記録を塗り替えた8月16日に、熱中症によって死亡した人の数は全国で12名と報道されている。これまでの年間死亡者の数値が最高で24名（2001年度）であることから見て、異常に高い値といえる。都市環境は、人の命を脅かすほどに変容しつつあるといえよう。都市における緑の機能と役割を理解してその利活用と新たなもちこみを図ることが重要だと思われる。

筆者はこれまで、人の生活と緑の役割や都市緑化のあり方を研究テーマとしてきた。緑には都市を「冷やす」物理的な効果の他にも、人に安らぎや癒しを与えて健康に寄与し、さらには、傷の痛みすら癒す効果が認められている。本稿では、環境改善における緑の役割に触れた後、人々の健康と健全な生活に視点を移し、生活環境における緑の役割と都市の緑のあり方について知見を整理して私見を述べる。

1. みどりによる 温熱環境改善効果と施策

暑い都市内で緑に期待される役割のもっとも分かりやすい側面は、緑陰の形成による太陽エネルギーの遮断であろう。大きく樹冠を拡げた樹木は太陽光の直射量を10%前後にまで軽減し、輻射熱による暑さを大幅に和らげてくれる。街路樹など、単独の樹木の下よりも公園にある樹木群の下に入るとより涼しく感じるのはよく知られたことであり、植物の行う蒸散による冷却機能が効果を発揮しているからである。健全な植物は、体内にある水分を、気孔を通じて水蒸気の形で外部に放出している。これが蒸散であり、その際に周囲からいわゆる気化熱を奪取して消費する。その結果、周囲の気温を下げることになる。庇などで日射を遮ると、庇自体は暖まり、その熱量を庇の周囲に放射して冷却効果が低減するので、緑陰の優位性は明白である。

ところで、前述の国交省の行ったシミュレ-



下村 孝

しもむら たかし

京都府立大学人間環境学部教授。1947年生まれ。大阪府立大学農学部、同大学院博士課程を経て農学博士。大阪芸術大学芸術学部講師、助教授、1997年から現職。2005年から人間環境学部長。人の生活における花と緑の役割を土台に都市緑化、ガーデニング分野での人の出入りする快適空間としての屋上緑化を目指す研究などを続ける。著書、『立体緑化による環境共生』、ソフトサイエンス社など。

ションの結果から、大規模な緑地の保全・創出、谷筋や斜面地等における緑地の確保、熱の発生源となる市街地における屋上緑化・壁面緑化等の総合的な緑地の保全と緑化の推進がヒートアイランド現象の緩和対策として有効であるとされている。都市部での大規模な緑地の保全はそれなりの現実味があるように思えるが、創出は可能性が極めて低い。一方、国交省の調査²⁾によると、屋上緑化と壁面緑化は、緑化面積が2005年までの6年間に、それぞれ124ha（約10倍）と0.1～4.6ha（46倍）に大きく増加しており、現実的な見通しであるといえる。以下、その効用とあり方を見る。

2. 屋上緑化と壁面緑化による温熱環境の改善

(1) 屋上緑化

建築大辞典第2版（青木繁ら編，1993，彰国社）によると、屋上は、「人が日常そこに出られるようになっている陸屋根」と定義されている。したがって、蛇足ながら、戸建て住宅の傾斜屋根を緑化した場合は草屋根あるいは緑化屋根などとするのが妥当である。いずれの場合にも、緑化による断熱効果が期待できるのは後述の通りだが。さて、屋上を緑化することによる効用は、直下の部屋への熱伝導の遮断と、人が出入りする屋上空間の温熱環境の改善の2点で考える必要がある³⁾（図-1）。

まず、屋上緑化用の土壌（植栽基盤）と植物が日射を受け止め屋上床面への入射を防ぐと同時に土壌内の水分の蒸発と植物による蒸散が潜熱を消費し、温度上昇を防ぐ。そのことにより、屋上からの熱流が軽減して、直下の部屋の室温上昇が軽減する。梅干野らのシミュレーション⁴⁾によれば、外気温が32℃の夏の日、断熱材を用いていない屋上直下の部屋では、断熱材を用いている場合の室温（32℃）を大きく上回

り、38℃にまで上昇する。しかし、厚さ20cmの土壌にシバを植えた屋上緑化を施すと断熱材の有無に拘わらず、室温は31℃に留まり、断

ヒートアイランド現象緩和効果

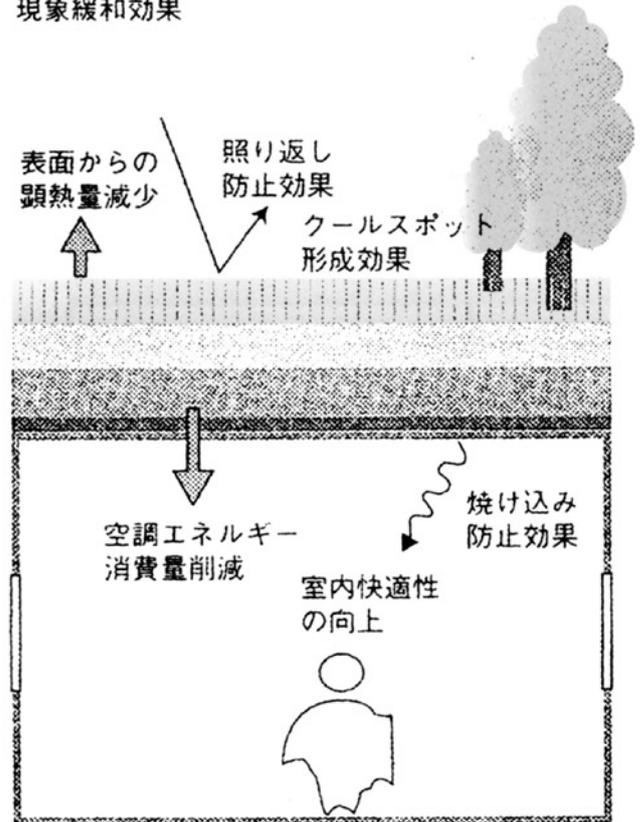


図-1 屋上緑化による効果の概念図
（梅干野原図³⁾を改変）

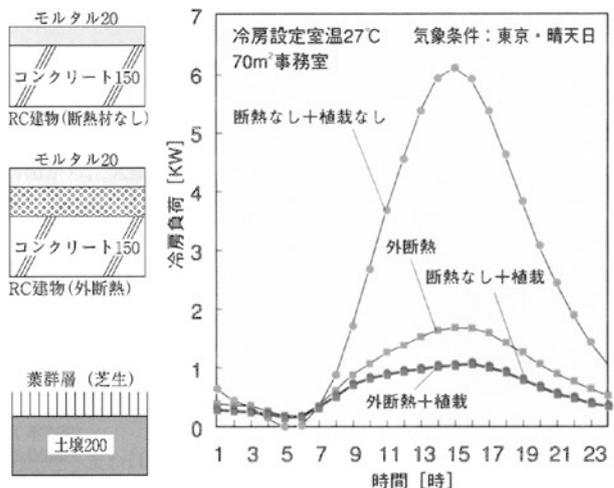


図-2 ビルの断熱処理の有無による屋上緑化の断熱効果
（梅干野原図³⁾を改変）

熱効果が発揮される（図-2）。シミュレーションには、コンクリートや植物の特性、気象条件など精査した種々の要因が用いられているが、現実の屋上で測定によるデータに較べると説得力に欠ける嫌いがある。現実のビル屋上に緑化を施し、緑化面下の温度を測定したデータでは断熱効果が認められるが、模擬的な室内を想定した計測データは明確な効果を示し得ていないのが現状であり、現実の屋上に緑化を施し、直下の室内を実測したデータは現在の所、皆無に近いといわざるを得ない。一方、木造家屋では屋根緑化により、室内の冷房用消費電力の軽減に効果があることが示唆されている⁴⁾が、緑化無しの対照区を設定できていないために緑化の効果を確約するものとはなりえておらず、緑化無し対照区を設定した比較研究の進展が期待される。

ところで、上述した熱中症は、クーラーを利用しない室内での老人の発症が問題となっている。簡便で有効な屋根緑化の技術開発につながる研究成果は、彼らの夏の健康を守るための一つの手法となりうるかも知れない。屋上空間の温熱環境の改善については後述する。

(2) 壁面緑化

屋上緑化と同様、ヒートアイランド現象対策の一手法と考えられている壁面緑化は、2005年愛知万博でのバイオラングで大きく人々の関心を引くことになった。しかし、わが国における施行の歴史は古く、断熱効果を実証する研究の蓄積も少なくない。その中で、実験用に建造した模擬建物の前に設置したつる性植物による日射遮断実験⁵⁾は極めて明確な断熱効果を示している。

まず、住宅の南向きモルタル壁面の前にフェンスを設置し、つる植物の巻き付き登攀による被覆を施して1日の壁面温度などの変化を測定した。外気温が35℃を示した夏の日に、被覆

無しの壁面が50℃強となったのに対し、つる植物による被覆区では、壁面温度が32℃に留まった（図-3）。さらに、スチレンフォームなどの断熱材を壁面と床天井に施した6畳規模の住宅を2棟建造し、内部に能力の等しい空調機を設置して、南に面した窓の前に、上記同様のつる植物の被覆を行った。その結果、それぞれ

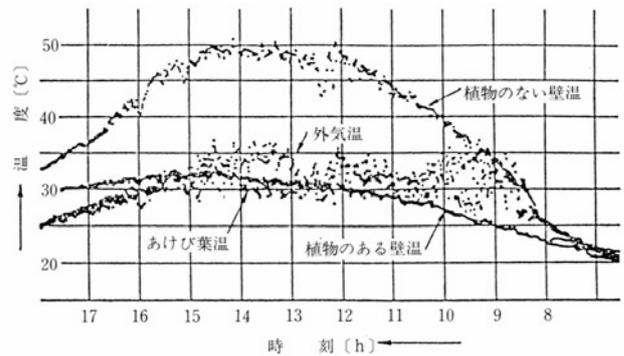


図-3 つる植物による被覆が壁面の温度に及ぼす影響⁵⁾

表-1 植物の被覆による室内空調の電力消費への影響 (文献⁵⁾より作成)

試験番号	運転中の最高温度 (°C)	消費電力 (kWh)		節減率 (%)
		植物有	植物無	
1	31.0	1.08	1.55	30
2	30.0	0.97	1.40	31
3	27.0	0.39	0.67	42
4	31.5	0.60	0.90	33
5	29.0	0.74	0.94	21
6	28.5	0.90	1.25	28



図-4 フウセンカズラによる美容院窓の遮蔽

の室内で示された同一最高気温の際の電力消費量は、植物の被覆により21~42%の軽減となった(表-1)。壁面緑化の断熱効果を示す同種の研究事例は類例が多いため、夏期のみ、ゴーヤやマルバアサガオなどを用いてガラス窓を覆う「グリーンカーテン」の試みが教育施設などを中心に広がりつつある。また、家庭での西日よけなどにも応用されれば上述した室内の熱中症予防にも効果的である。

(3) 屋上緑化と壁面緑化による快適性

壁面緑化による断熱効果の他、高温ストレス評価指標であるWBGT(Wet Bulb Globe Temperature, 湿球黒球温度)の測定による壁面近辺の温熱環境改善に留意した調査もある⁶⁾。なお、WBGTは、湿度と熱放射そして気温を要素として算出する指標で、気温に較べて人体の熱収支を正確に反映するとして熱中症の発症予測指標に利用されている。

白色塗装した南向きのコンクリート壁面をつる植物を植え込んだ緑化パネルで覆い、表面温度を測定するとともに、0.5m離れた位置にWBGT計を設置した。壁面温度は概ね、白色壁に比べ、緑化パネルが2~4℃低くなり、WBGTも1~2℃低い値を示した。WBGTのこの差は、熱中症の症状軽減では、1段階改善に値する効果であると解釈されている。

以上の結果は、緑化が施されていると、壁面から人体に放射される熱量が低減されるため、町を歩く際に、人体の体感温度が低下することを実証的に説明しており、有益である。

すでに、屋上緑化の効用として断熱効果以外に屋上空間の温熱環境の改善を検討する必要があると述べた。屋上は、地上に較べると日当たりがよく、それ故に、夏季の日射は屋上での滞在を躊躇させる。緑化した屋上の有効利用を促す際の大きな課題とされている。そこで、アスファルト、シバおよびパーゴラを備えた3階建

てビルの屋上で、熱的快適性を探った⁷⁾。

屋上の3地点(図-5)で、四季に分けて、気温、グローブ温度、熱放射などを測定し、また、その地点に誘導した被験者を対象に温熱感、熱的快適性などの申告実験を実施した。その結果、パーゴラを覆うフジが葉を着けている春から秋まで、パーゴラ内では日射が遮られ、気温とグローブ温度が他の地点より低く抑えられた。そして、被験者による温冷感や放射感の申告も低かった。それらの気象物理量や申告による心理量データを反映して、春と夏期における熱的快適性の申告では、アスファルトやシバ地点で不快感に偏ったが、パーゴラ下では、不快の申告が0となり、快適側の申告が多数を占めた(図-6)。パーゴラによる緑陰導入の有効性が示されたと判断できる。

すでに述べたように、屋上は人が出入りする屋根であり、屋上緑化は、断熱のみならず、人にとっての快適な緑の空間を作り出すことが可能なのである。梅干野⁸⁾は、屋上を単なる熱シ

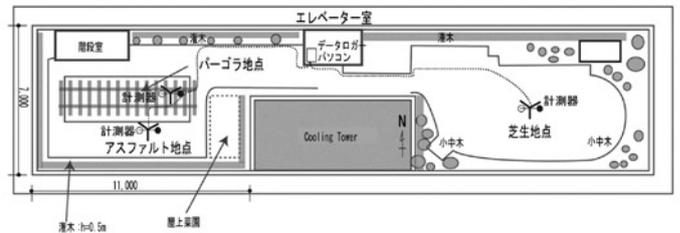


図-5 実験対象とした屋上の測定地点⁷⁾

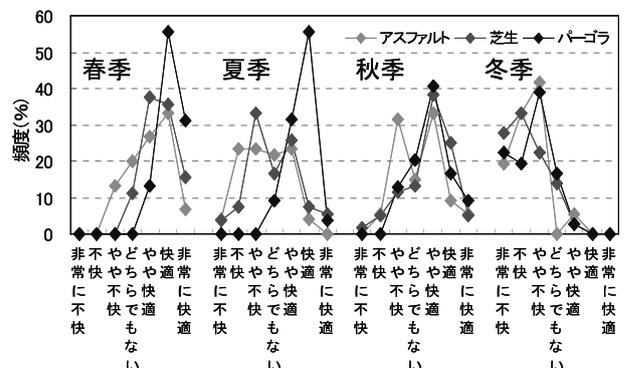


図-6 被験者による熱的快適性の申告結果⁷⁾

エルターではなく生活の空間とすることを提唱している。パーゴラは高木のように多量の用土を必要としないため、屋上での利用の可能性は高い。私達のこの調査結果は、パーゴラの利用によって、夏季の直射光を遮る空間を創出し、屋上を健康で快適な空間として利用しうることの可能性を示し得たと考えている。

3. 緑による安らぎの効果

(1) 都市の緑環境と求緑活動

都市は人口の集中により土地の効率的な利用が求められ、その結果、自然な空間を失ってきた。土地を覆う緑の割合を示す緑被率は東京都、神奈川県そして愛知県の順に低く、緑を補うべく建造されてきた公園の市民一人当たり面積も、東京23区、大阪市、川崎市の順に低い。人は身近に緑があるとその緑に触れて休日を過ごす、身近な緑が無いとその行動範囲を拡げてでも緑を求めて出かける傾向があるとの調査結果⁹⁾がある。品田⁴⁾はこれを求緑活動と名付けている。人は緑に何を求めているのだろうか。

(2) ショッピングセンターでの調査

大阪市内の主たるショッピングセンターで、緑（インテリアグリーン、以下IG）を置いている衣料品店と置いていない衣料品店で調査を行った¹⁰⁾。緑を置いている店舗では、置く目的がイメージアップ7割、店員や顧客に安らぎを与える2割であったが、達成度はイメージアップが5割、安らぎが6割であった（図-7）。目的に拘わらずに効果を尋ねるとイメージアップの効果有りは5割で変わりがなかったが、安らぎでは10%以上増えて7割近かった。さらに、店舗のIGの管理では、負担になるとの回答がほとんどなく、70%程が気分転換になると答えた。IG設置を継続するとの回答も95%を超えた。一方、IGの無い店舗で、他店の緑に関

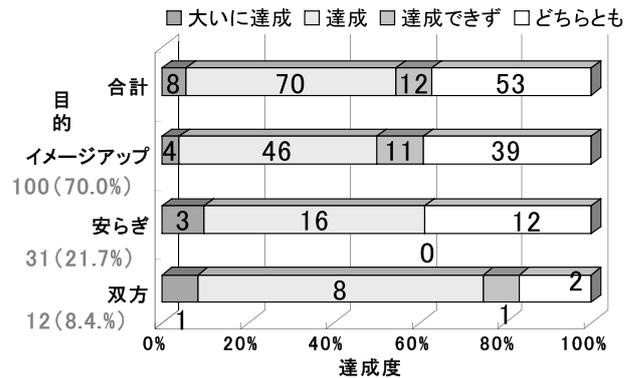


図-7 IGを置いている目的とその達成度

心があり、今後IGを置きたいという回答者が3割強あったがその理由は、安らぎを得るため55%でイメージアップは2割足らずとなった。すなわち、IGを置いている店舗の目的の回答率と逆転した数字が示されたことになる。筆者はこの結果を、緑のない無機質な環境で働く人達が緑に飢えていることの反映と判断した。調査の過程で、緑を置かないとしている店舗に店員が買い求めてきた小型のIGが置かれている事例に複数遭遇した。この事実が筆者のこの判断を大きく後押しした。

(3) 作業効率と疲労度

1998年、建築基準法が改正されて、一定の条件を満たせば窓を持たない部屋も居室として建造できるとされた。そのような部屋での執務を想定して、条件を改善するための手法を探る研究が行われた¹¹⁾。机に座って糸にビーズを通す作業の効率と作業中の疲労感や作業後の気分などを調べたところ、窓が無くとも、室内に鉢植えの観葉植物があると作業効率が高まり、作業中の疲労や作業後の倦怠感なども軽減されるという結果が得られた。後述するように、窓を通して見える身近な自然は人間らしい生活にふさわしいとされているが、ここでは、無機質な労働環境による健康へのマイナスの作用を、身近に置いた植物がとりあえずは軽減してくれると

いうことを示していると判断できる。

(4) 住まいの緑

2006年に環境省がまとめた資料¹²⁾を見ると、人口集中地区（DID）の戸建住宅率は、東京（約35%）、長崎（60%弱）そして富山（80%強）となり、人口密度が高いほど、集合住宅の比率が高くなることを示唆している（図-8）。タワーマンションなどという言葉が流通し、高層マンション上階への居注意欲は高い。高層住宅からの眺望はすばらしいが、遠くに見える緑は彩りを失い、地上の緑へのアクセスは戸建住宅に比べ、容易ではない。人々は身近な緑を室内に求めざるを得ない。

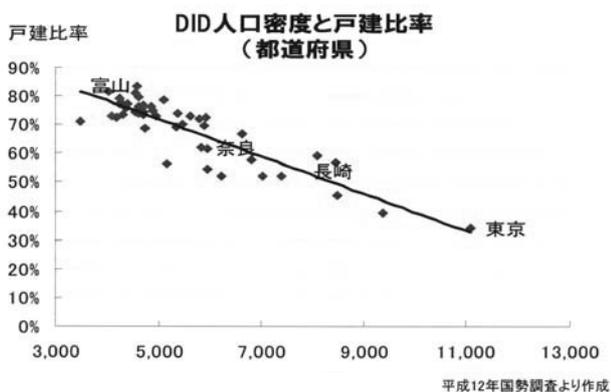


図-8 人口密度と戸建住宅比率¹²⁾

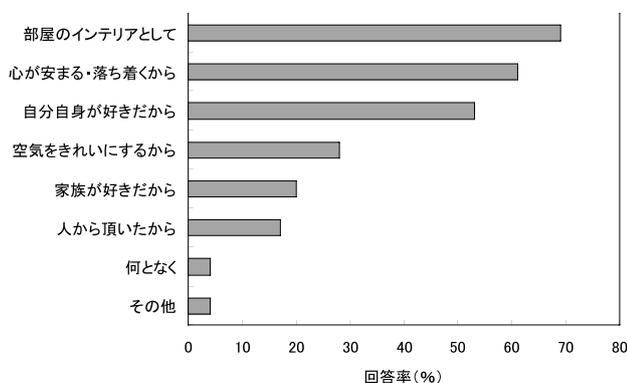


図-9 室内に植物を置く理由 (回答数457)¹³⁾

筆者の研究室で、京都市内を中心に戸建住宅（233件）と集合住宅（440件）からアンケートを回収し、室内での植物利用の実態を調査した¹³⁾。その結果、67%が室内に植物を置き、その理由として、部屋のインテリア、心の安らぎ・落ち着き、植物が好き、などが高い回答率（70～55%が）となった。また、帰ってきた時に植物があると落ち着くという自由回答も多数得られた。しかし、集合住宅では、玄関、トイレ、浴室に置くことを希望しても、採光などの理由で置くことができずにいることも明らかになった。これらの空間は、戸建住宅では、外部の光を取り入れることが可能な場所であり、集合住宅の構造や照明などの工夫が求められていることを示唆する結果となった。

ところで、野田正彰¹⁴⁾は精神医学者の立場から、生活環境としての高層住宅の孕む問題点を「高層住宅の憂うつ」「高層住宅と心身の不健康」などのタイトルのもとに論じている。住まいの緑と心身の健康についての論点の一つといえるだろう。

(5) 室内の大気浄化

新築の住まいに入居した直後から心身に異常をきたす症状は、シックビル症候群に派生するシックハウス症候群と呼ばれている。建材の加工に用いられるホルムアルデヒドや有機溶媒などの揮発性有機化合物（VOC：Volatile Organic Compounds）に起因するとされている。これら物質の大気中含量が室内観葉植物を置くことで減少することがアメリカ航空宇宙局のWolvertonら¹⁵⁾の一連の研究で明らかにされた。さらに、Burchettらは、ケンチャヤシを入れた透明なチャンバーの中に、100ppmの濃度のヘキサンを注入してその濃度の変化を見た。その結果、光のあるなしに拘わらずヘキサン含量が0になり、濃度を150ppmにあげても、ポットのみを残して植物を除去してもヘキサンが

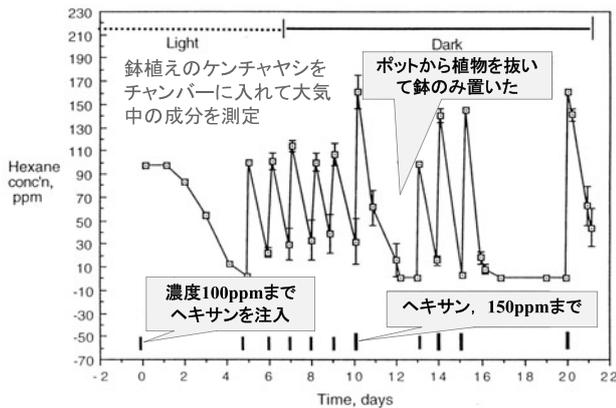


図-10 ケンチャヤシによるヘキサンの吸収
Burchett¹⁶⁾より、改変して作成

同様に減少した（図-10）。その後、Burchettら¹⁷⁾は、VOC除去の作用が、植物そのものの効果ではなく、根に共生する複数の菌によるものであることを明らかにし、さらに、現実のオフィスをフィールドとした実験により、実用的なレベルでのVOC除去の可能性も確かめている。

これら、一連の研究成果は、高气密化する住まいにおける日常の環境管理と健康維持のために有益な知見を提供しているといえるだろう。

4. 心身の傷を癒す緑

ここ30年ほどの間に、アメリカを中心に、心身におよぼす緑の役割が明らかにされてきた。中でも、Ulrich¹⁸⁾の調査は広く知られ、大きな影響を与えている。

ペンシルバニア病院（200床）で胆嚢摘出手術をした患者を、性別、年齢、喫煙の有無、体重などで片寄りのないようにして、窓からレンガ塀しか見えない患者（レンガの患者）と落葉樹の緑が見える患者（緑の患者）のカルテを調査し、23組46名を抽出することができた。その内容を比較した結果、緑の患者はレンガの患者に比べ強い鎮痛剤の要求度が低く、看護日誌の評価も高かった。さらに、退院までの日数は緑の患者がレンガの患者より1日（8：9日）

表-2 胆嚢摘出手術後の患者に及ぼす窓外の景色の影響

窓外の景色	鎮痛剤投与回数(手術後2～5日)				退院までの日数	看護日誌のマイナス点
	強	中	弱	計		
レンガ掘	2.48	3.65	2.57	8.70	8.70	3.96
落葉樹	0.96	1.74	5.39	8.09	7.96	1.13

Ulrich¹⁸⁾から作成



図-11 聖路加国際病院の屋上庭園（一部）

少なく統計的にも有意であった。

この調査結果は、オーヘンリーの小説『最後の一葉』を想起させ、主人公ジョンシーの回復劇にリアリティーを与えることになる。Ulrich氏の働きかけもあり、アメリカ国内では、寝たまま、窓の外に緑の見える病院の建設が進められたとされている。

東京築地の聖路加国際病院は、日野原名誉院長でつとに有名であるが、この診療棟6階屋上にある庭園（図-11）は、車椅子でもアクセスが可能である。美しく整備された緑の空間が入院患者のみならず、勤務医や看護師、見舞客にも安らぎと癒しを与えているものと想像できる。

5. おわりに 緑の必要性の本質論

緑が人の心身におよぼす影響を科学的に明らかにした事例を、心身の健康に視点を置いて解

説してきた。この分野の研究は、今も営々として続けられている。また、その成果を療養の分野に活かす園芸療法も国際的な広がりを見せている。しかしながら、ヒトがなぜ、緑で安らぎ、癒され、外傷の痛みすら軽減するのかは未だ説明されていない。

ドイツの実存哲学者O.F.ボルノー¹⁹⁾は、人が正しく・人間らしく住まうという視点から、庭の役割とあり方を語っている。そして、人は、かつて、自らがその一員であった自然の中で示されるリズムを身体に備えており、庭の自然が示す四季のリズムに同調してリフレッシュし、日々の生活で落ち込むストレス状態から回復することができるとしている。

住まいの内外、都市空間のあちこちに用意される緑が、人が心身ともに健康に過ごすための必需品であることを示唆しているといえないだろうか。

引用文献

- 1) 国土交通省, 緑地保全と緑化の推進によるヒートアイランド現象緩和効果について
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha03/04/040625_.html
- 2) 国交省, 2006, ~屋上・壁面緑化空間は近年どの程度創出されているか~ 全国屋上・壁面緑化施工面積調査(平成12~17年)について
- 3) 梅干野晃, 1998, 屋上緑化とヒートアイランド, 土木学会誌, 87: 64-67
- 4) 山田宏之・露木博視・石川嘉崇・中島敦司・中尾史郎・養父志乃夫(2005): 木造住宅の緑化された屋根による屋内温熱環境への影響解析: ランドスケープ研究, 68(5), 893-896
- 5) 松井民憲, 1990, 植物を利用した省エネルギー, 緑の読本, 14: 31-39
- 6) 鈴木弘孝・三坂育正・水谷敦司・田代順孝, 2006, WBGT, SET*による壁面緑化の温熱環境改善効果の評価, ランドスケープ研究, 69(5): 441-446
- 7) 村上大輔・下村孝, 2007, 緑化された屋上の異なる3地点における温熱環境要素の測定と主観申告実験による快適性の検討, 緑化工学会誌, 33(1): 152-157
- 8) 梅干野晃, 2005, 環境共生建築の視点, 立体緑化による環境共生(下村・梅干野・輿水編, ソフトサイエンス社)所収, 48-57
- 9) 品田稔, 1990, ヒトと緑の空間, 東海大学出版会
- 10) 下村孝・中尾幸彦・筒井句子, 1988, 商業空間におけるインテリア材料としての観葉植物の利用と役割, 造園雑誌, 51: 114-119
- 11) 佐藤仁人ら(1988): 無窓居室の視環境に関する研究, その1, その2, 日本建築学会学術講演梗概集(関東), 75-78
- 12) 環境省地球環境局, 2006, 地球温暖化対策とまちづくりについて,
http://www.env.go.jp/council/06earth/y060-35/mat02_4-02.pdf

- 13) 下村孝・黒宮ゆかり・上町あずさ, 2007, 家庭における室内緑化植物の利用実態と利用者の意識, 人間植物関係学会誌, 6 (2) : 31-39
- 14) 野田正彰, 1986, 都市人類の心のゆくえ—文化精神科学の視点から, pp.243, 日本放送出版協会
- 15) Wolverton B.C., Johnson A. and Bounds K. (1989). Interior Landscape Plants for Indoor Air Pollution Abatement. National Aeronautics and Space Administration, Stennis Space Centre, Mississippi
- 16) M. Burchett, The use of potted plants to improve indoor air quality, 講演資料
- 17) Ronald A. Wood, Margaret D. Buuchett, Ralph Alquezar, Ralph L. Orwell, Jane Tarran and Eraser Torpy, 2006, The potted plant microcosm VI substantially reduced indoor air VOC pollution: II Office field-study, Water, Air, and Soil Pollution, 175:163-180
- 18) Roger, S. Ulrich, 1984, View through a window may influence recovery from surgery, Science, 224:420-421 (April 27)
- 19) O.F.ボルノー, 1988, 都市と緑と人間と, 『問いへの教育・増補版』所収, 川島書店, 249-282