

拡大多様化する屋上緑化

Roof Greenery for Various usage

飯島 健太郎

桐蔭横浜大学医用工学部

(2009 年 3 月 7 日 受理)

1. はじめに

再開発を契機に都心から郊外にかけて一望できる超高層ビルとその展望台が増えてきた。そこからの景は諸外国では類例を見ることのないスプロール化の実態であり、林立する建築構造物とアスファルト、コンクリートで被覆された土地利用の姿は、都市の暑熱環境悪化を容易に実感させるものである。ところでそうした都市の俯瞰景にも近年変化が現れてきた。眺望ではなく眼下を焦点視すると、所々に緑の屋根が散見されるようになってきた(写真-1)。地方自治体の政策を受けて確実にその緑化件数(面積)は増加している。国土交通省が全国の造園建設会社やゼネコン、関連資材の販売施工会社に行ったアンケート調査によれば、平成 12 年から 19 年までの 8 年間における屋上緑化の累計施工面積は約 194ha にも及ぶという。そのうちの主な植栽形態別の割合は、芝生主体 23.5%、セダム主体 25.3%、コケ主体 0.8%、その他の草本主体 8.3%、低木主体 6.3%、複合 31.0%、不明 4.9%としている^①。これらのデータからも明らかなおと、近年に創出された屋上緑化は、暑熱環境対策を背景として推進された屋上緑化であり、一定の面積を緑被する芝生やセダ



写真-1 街路樹以外の緑はすべて屋上緑化

ム類で約半数を占めている。残りの半数は、同様の目的として芝生やセダム以外の素材を新たに導入したり、庭園利用などその他の緑化用途を意図して導入された植栽であると考えられる。この中には緑陰を形成する高木から花物の中低木、コニファー類、花物多年草、球根類、ツル植物、ササ類、シダ類、多肉植物、あるいは果樹や蔬菜類など実に多くの植物が屋上に導入されている。こうした植物の多様性は、様々な屋上緑化用途に基づいていると考えることもできる。また建築構造物周辺環境の制約条件に基づいた導入植物の生理生態的特質にも多様性が認められる。これまで環境対策から園芸福祉に至るまで屋上等の緑化用途に資する数々の技術資料や導入植物

Kentaro IJIMA : Faculty of Biomedical Engineering, Toin University of Yokohama, 1614 Kuroganecho, Aoba-ku, Yokohama, 225-8502

に関する手引きが公刊されてきたが、近年になってそうした指針に基づいた新たな緑化空間が続々と誕生している。

そこで本報では、屋上緑化空間と導入植物の多様性について議論したい。水平空間である屋上面は、壁面とは異なり人の直接的な利活用を含む多様な用途の潜在性をもつ空間である。このような屋上の目的別の緑化計画として、①庭園利用、②公園利用、③菜園利用、④自然性の向上、⑤景観向上、⑥熱収支の改善、⑦雨水流出緩和効果、⑧大気浄化、⑨園芸療法・植物の揮発成分の効果などと位置づけられているが¹³⁾、実際には、屋上緑化形態に応じてこれらの目的が複合的に機能していると言える。以下に緑化用途別に導入植物の特徴を述べる。

2. 屋上の公園・庭園利用と植物

近年の緑化政策が具体化する以前から公園あるいは庭園的な屋上緑化事例は商業施設ビルを中心に展開していた。買い物客の休息の空間として、園路やベンチとともにふつうの公園緑地のように中高木から低木、そしてグラウンドカバープランツが導入され快適な空間が提供されている。竣工から20年以上経過している事例もあり、経年的な風格とともに屋上とは思えないような豊かな緑陰を形成している例もある。1978年に開園した新相鉄ビル屋上・ジョイナスの森はよく知られる(写真-2)。8階建商業施設の屋上にある4600㎡の公園には、クスノキ、ヒメユズリハ、マテバシイ、ヤマモモ、ケヤキ、コナラ、ヤマモミジ、オオムラサキ、コウライシバナなど20種類もの中高木からグラウンドカバープランツが導入され、開放的な芝生空間や雑木林風の植栽が行われている。この大規模な先進事例では、土層厚は5～110cmであり、排水層として火山砂利を敷き、培土としては畑土、真珠岩パーライト、バーク堆肥、くん炭を容積比で25%ずつ混合している。こうした人工培土の混合による軽量化技術が開

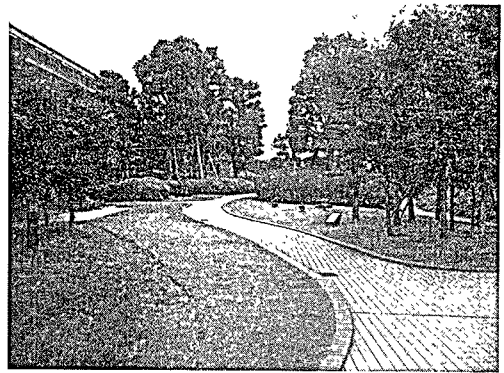


写真-2 新相鉄ビル屋上・ジョイナスの森

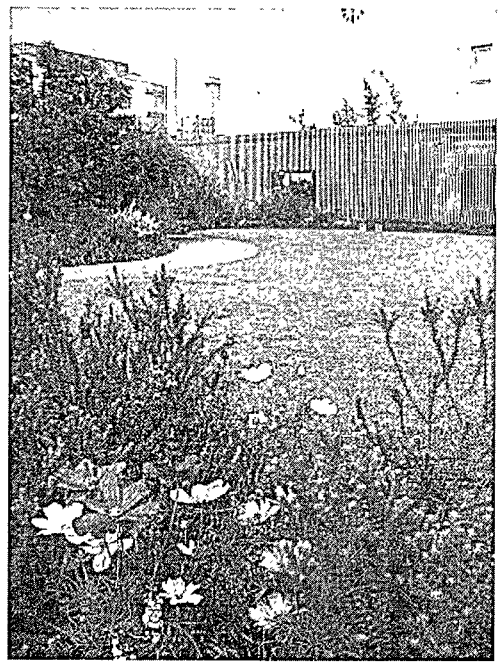


写真-3 新宿伊勢丹本店屋上庭園

発され導入、さらには給水施設の整備とともに充実した管理体制が確保されていることによって持続的に快適な空間を提供している。

一方、近年では徹底して季節の花景観を演出した回遊式の屋上庭園を展開している商業施設もある(写真-3)。2006年6月に開設された新宿伊勢丹本店屋上庭園(2050㎡)には中高木からグラウンドカバープランツ、球根植物、野草など210種の植物が導入されている。そのほとんどが花素材であり広大な

芝生広場と隣接して春夏秋冬いつでも季節の花景観を演出している。親子連れの利用が多く、都心の屋上に幼児が元気よく遊んでいる姿が見られる。花景観の美しさのみならずシンボリックに点在する高木とともに、低木やグラウンドカバープランツが各所に美しく配植されている。そうした質の高い空間の維持のために基本的な管理に加え、各所に混植されている株の整枝剪定、間引きなど緻密な手入れが日々行われているのが実態である。

3. 都市景観の向上と屋上緑化

都市景観の向上を目指した屋上緑化には、無味乾燥な施設やスラブ面の遮蔽や被覆、うるおいや季節感の演出などアメニティの向上、さらには大規模な緑地空間の創出により都市のスカイラインを形成するものまで多様な役割がある。屋上に展開する芝生面はそれだけでも潤いや開放感を与えてくれるものであるが、開花景観の美しいグラウンドカバープランツやカラーリーフプランツにより屋上面がデザインされる事例もテナントビルを中心に増えつつある。同建築物利用者の屋上空間の眺めとして、また近隣のビルからの俯瞰景としても景観の向上につながっている。

大規模な例としては、1995年に竣工したアクロス福岡のステップガーデンがある（写真-4）。ステップ状に展開する13階建の建築物を一つの山と見立て、四季の景観を演出する植栽が施された。大刈込32種、樹木23種、下垂する種類5種、常緑8種、季節感を演出する樹種7種、全体で76種3万7000本が導入された。10年経過して、野鳥の糞に混じった種子からの実生により120種4万本にも増加している。現在もクヌギ、コナラ、アキグミ、サワラ、ソヨゴ、ヤブツバキ、カエデ、シラカシ、イヌシデ、エゴノキ、モミジパフウ、ヒメユズリハ、ニワトコ、アベリア、エニシダ、ウバメガシ、マサキ、ムクゲ、クチナシ、ハイネズ、アセビ、ヒサカキ、ガクアジサイ、ユキヤナギ、ツツジをはじめとして

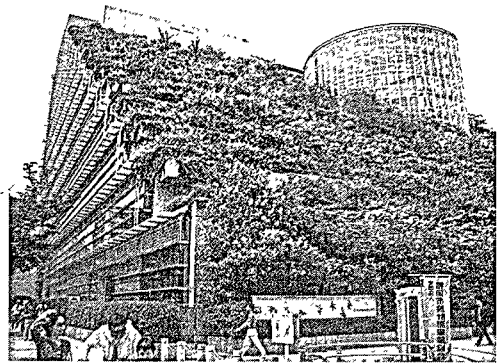


写真-4 アクロス福岡のステップガーデン

多種類の樹木が都心に人工地盤の雑木の山を形成している。

そのほか、さいたま新都心のケヤキひろばのケヤキ、京都駅ビル屋上のモウソウチクなど、単独の種類で独特の景観を演出しているケースもある。

以上のように芝生や各種のグラウンドカバープランツが植栽された緑化から雑木林、竹林を演出した緑化など大小様々な屋上緑化空間が個別に形成されているが、今後そうした緑の連続性に配慮し、地域景観としてのスカイラインが形成されていくことが望ましい。

一方近年、視対象としての屋上緑化について地域性から検討した研究があり、京都らしい屋上緑化デザインに言及している¹¹⁾。この結果は、地域景観に配慮した空間としての屋上緑化の質的向上に重要な指針を与えている。

4. 環境対策としての屋上緑化

前述のとおり近年施工された屋上緑化の大半が、暑熱環境の緩和を目的とした屋上緑化と言える。建物毎の断熱性能への貢献のみならず都市あるいは地域レベルのヒートアイランド現象の緩和を具体的にもたらししていくためには、都市の屋上緑化面積の加速度的増大を図る必要がある。近年、地方自治体の屋上緑化政策の推進によって、オフィス（テナ

ント)ビルなど積極的な空間利用を想定していない屋上面への緑化が一定の増加を示している。さらに通常人の立ち入りが想定されていないような屋根面、すなわち設計許容荷重の小さい屋上面をも対象に緑化をすすめることが、暑熱環境緩和効果をもたらすためには不可欠である。2004年3月には工場立地法の改定により、屋上緑化などの建築構造物の緑化を緑化面積として計算することが可能となった。そうした背景を受けて工場内建築物の屋上緑化、とりわけ倉庫等の折板屋根の緑化も広がりつつあるが、今後は、体育館やアリーナの屋根、駐輪場、バス停、駅のホームの屋根、住宅等の勾配屋根(写真-5)などへの緑化推進が必要である。これらの緑化にあたっては、軽量化と低メンテナンスが必須の要件となり、併せて輸送性から施工性の向上のためユニット化された薄層緑化工法が開発されている。通常土層厚5cm前後と薄層であるがゆえに根圏土壌の制約とそれに伴う乾燥を余儀なくされる。こうした条件に耐える植物として多肉植物のセダム類やコケ類が注目された。多肉植物のいくつかは自生状態においても岩の割れ目や樹上で生育しており根圏の制約のある条件に生育している。多肉植物のセダムやマツバギクの仲間が乾燥に耐えるメカニズムとしては、貯水組織、低い蒸散比、CAM型光合成の3点が挙げられる。根からの吸水と蒸散のバランスがとれない条件では、気孔数が少ないことが蒸散による水分消費を抑制することに役立ち、併せて貯水組織を発達させることにより脱水状態に陥らないようにする。さらにCAM型光合成という特殊な光合成回路を有している。この光合成の特徴は、空中湿度の高い夜間に CO_2 を吸収し、それを細胞の液胞に有機酸として蓄える。日中は気孔を閉鎖し、夜間に蓄えた有機酸を脱炭酸しそれを同化作用に用いて光合成を営んでいる。夜間に蓄積した有機酸量の範囲で同化作用を行うので非常に生育速度が遅いことも特徴である。これは典型的なサボテン型の光合成であるが、セダム類は必ずしも

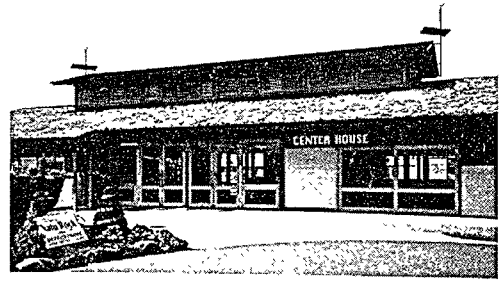


写真-5 セダムを活用した勾配屋根の緑化

生育が遅くなく、環境によっては急速な勢いで生育することもある。いくつかのセダムでは、湿潤土壌ではアサガオと同様 C_3 型光合成によって日中の CO_2 吸収とともに活発に生育し、土壌が乾燥状態になるとCAM型光合成に切り替えて、水分の消費を抑制するという仕組みをもっている^{2,3,4)}。こうした反応を誘導型CAM(可変的CAM)と呼んでいる。さらに乾燥条件が厳しくなると、夜間も継続して気孔を閉鎖してより水分の消費を抑制し、呼吸によって発生した CO_2 をリサイクルして同化作用に用いるCAM idling反応を示す。

もう一つ、現在究極の軽量化を実現しているのがスナゴケ類を活用した緑化である。不織布等を用いたマット型の無土壌緑化を展開している。無降水時の乾燥条件はより厳しいものになる。スナゴケも典型的な耐乾性植物だが、多肉植物とはまったく異なった機構により適応している。すなわち貯水組織をもたず、体内水分の減少そのものに適応しているのである。一般に植物の水ストレスが進行すると細胞内の含水率も低下し、原形質分離という構造の破壊を伴って枯死する。スナゴケ類は水ストレスが進行しても、原形質分離を起こさず完全な萎凋に耐えて過ごすことができる。こういった植物をポイキロ乾生植物と称している。完全な萎凋状態から復活するメカニズムには細胞レベルでの糖の役割が関与しているとされる¹⁾。こうした特徴をもつ種類としてイワヒバが知られており、緑化用植物としての可能性も示唆されている⁹⁾。なお

スナゴケ類は、都市部においてもコンクリート製の縁石付近の極めて微量の土壤に生育していることがある。その多くは陽光に恵まれた環境であるが、晴天時にはほとんど乾燥適応機構により半休眠状態にある。実際に同化作用を営んでいるのは、降雨時とその直後の極めて短時間であると考えられ、こうした生理生態的特質を理解して維持管理に役立てることが重要である。

ところでセダムやコケ類などの耐乾性植物を導入した屋上緑化は、蒸散量が少ないことを主な理由として緑化政策の規制対象になるなど業界を中心に混乱を生じている。建築構造物の荷重特性に応じながらも緑化面積の飛躍的拡大に資すること、あるいは耐乾性が故に水資源の節約にも貢献することを踏まえ、適材適所の観点から効果的に活用したいものである。

次に、都市域の環境（防災）対策として重要視されている屋上緑化の役割には雨水流出緩和効果がある。近年の都市気候の異変とともにゲリラ的降雨の増加と都市型洪水の被害が甚大になるに従って屋上緑化の整備は重要度を増す。その機能は植物素材よりも基盤の保水能力によるところが大きく、土層厚が大きくなるほど保水能力も高まる。土層厚 12cm の芝生の保水量は 20kg/㎡、土層厚 30cm のパーライトの保水量は 60kg/㎡とされているが¹³⁾、湿潤時重量 40kg/㎡の薄層型緑化資材であるセダムマットにおいても約 8kg/㎡であり、一定の雨水流出緩和効果が検証されている⁵⁾。先に述べてきた中高木が植栽されるような土層厚に恵まれた屋上緑化は極めて有効であるが、当面の課題としては降雨がそのまま排水として流出してしまう現状の屋上面積を都市レベルで減少に導くことが急務である。土層厚と保水能の議論も重要であるが、当面薄層型緑化によってあらゆる屋上・屋根面を対象に緑化推進を図り、非緑化面積を減少させることが地域の雨水流出緩和効果に寄与すると考えられる。

同様の観点から屋上緑化と大気浄化につ

いての議論も重要である。高度経済成長時代に甚大な被害をもたらした大気汚染は改善されたとはいえ、多孔質性に欠く都市構造の中では多くのエアロゾルが滞留している。こうした物質を吸収、吸着、拡散、沈降してくれるのが緑化空間である。街路樹や生垣、公園緑地などが大気浄化の役割を果たしてくれるが、都市全体を俯瞰するならば多孔質性に欠く膨大な屋上スラブ面を緑化することの重要性は論を待たない。その対処療法としても薄層緑化は一時的に貢献してくれると考えられる。なお屋上緑化ではないが、2005 年愛・地球博で提唱されたバイオラング¹⁴⁾のように景観の向上と併せてフィルターの役割をもつ自立的な立体緑化が都市部に展開されることが期待される。

5. 都市空間の自然性の向上と屋上緑化

そもそも無味乾燥な建築空間を緑化しようとする自体が自然性回復の第一歩と言えるが、近年、生物多様性保全の観点から屋上緑化空間の自然性の向上あるいは屋上緑化のあり方の議論が活発化している。

屋上緑化は都市空間の緑量の増加、都市生態系の向上に一定の役割を果たしている。すなわち野鳥などの生物の移動、営巣、採食、休息拠点の創出、野鳥や昆虫の個体数、種類数の増加に寄与するためには、生態学的観点に基づく計画論によって、適切な緑の質とその配置が求められる。地域の気候風土に相応のビオトープ、あるいはビオトープネットワークの創出とそのマネジメントの技術研究のさらなる推進が不可欠な分野である。屋上緑化事例と昆虫等の生息数に関する報告も続々と報告されているが、高木から地被まで多層構造であるほど、また年数が経過しているほど生息数が増える傾向にある。鳥や昆虫の採食等のための花や実のなる種類の導入が象徴的に行われたり、水溜りや流れを設けて水草類が導入されたりするケースがある（写真-6）。

一方、建築物周辺の自然環境への影響を配慮し、あるいはその自然環境とのつながりを意識した屋上緑化事例も少なくない。所沢市東部クリーンセンターは、武蔵野の雑木林に囲まれた計画地であり、周辺環境との調和を意識して5150㎡に及ぶ屋上緑化が行われている。郷土種（タニウツギ、ヤマハギ、コムラサキなど）の導入や芝棟に出現する種（イチハツ、アマドコロ、シモツケ、ノカンゾウ、ニシキギ、ヤマブキ）の導入などの工夫がなされている。また玉川高島屋ショッピングセンターでは1969年の開業当時から本館屋上の緑化に取り組んでいたが、多摩川や国分寺崖線など自然要素との連続性が意識されていた。これは自然性豊かな玉川地区のイメージの向上にも貢献してきたが、早くからビオトープネットワークとしての役割も果たしてきたと言える（写真-7）。

なお以上のような屋上緑化の計画には留意を要する。すでに生物多様性保全の観点から緑化事業の目的や方法には様々な議論がある。とりわけ移入種による在来種への影響、あるいは在来近縁種との交雑など遺伝資源の攪乱に関与するのではないかという視点である。こうした影響の予防は、自然地域での保全再生事業においては緻密な対応が必要である。しかし人工素材が高層高密度に展開する都市部の再生と緑化事業においては、本報で述べている屋上空間の緑化の目的性に配慮して適切に推進されることが望まれる。すでに日本緑化工学会⁸⁾において提言している「都市部等の緑化は、移入種管理地域すなわち自然生態系から隔離された環境で、人間による植物の管理が可能な領域である。植栽した植物が自然生態系に逸出しないように管理しながら、移入種を植栽できる」という位置づけに準ずることが賢明ではなかろうか。

一方で、近年採取地などの起源が明らかな野草種の混植ユニット（オミナエシ、ホタルブクロ）による人工地盤緑化事例もある⁷⁾。



写真-6 都心の屋上緑化に生息するツマグロヒョウモン

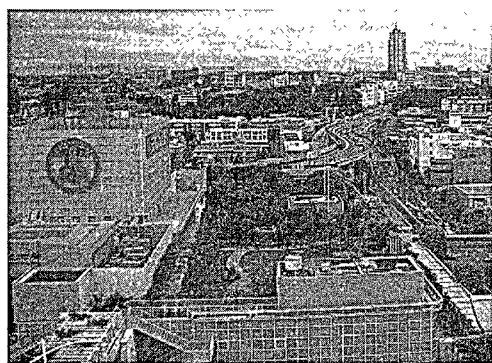


写真-7 玉川高島屋屋上緑化と国分寺崖線



写真-8 松屋銀座の屋上菜園

6. 屋上の菜園利用

菜園利用については、一般家庭の屋上菜園から情操教育の一環として幼稚園や小学校等の屋上の一部に菜園が設けられるケースまで

多様である。そうした背景から、夏のスイカ、インゲン、キュウリ、ナス、モロヘイヤ、エダマメ、冬のダイコン、コマツナ、ホウレンソウ、サヤエンドウなど無数の野菜が建築物屋上で栽培されている。

近年では、屋上の菜園化の普及・啓発・推進および支援、若年層あるいは都市部への農業の普及・啓発、そして食育の推進を目的とした組織の発足とともに事業の一環として都内の商業施設やオフィスビルの屋上に菜園を展開している事例もある(写真-8)。また商業施設屋上や鉄道路線の地下化に伴って創出された帯状の人工地盤に会員制の都市型貸農園を展開する例もある。都会に居ながらにして、農業体験や田舎暮らしを疑似体験する施設となっており、質の高い空間利用の例といえる。屋上の菜園は収穫という目的性の高い空間であるが、作業前後のコミュニケーションや収穫物の賞味といったレクリエーションに発展することも少なくない。菜園を取りまく園路やベンチとともに開放的な芝生空間や季節の花景観など収穫対象以外の植栽によって屋上空間を効果的に演出している例がある。多くの場合、一年間の作付けスケジュールを計画しており、季節毎に蔬菜類の景は変化していく。一方ハーブ類や果樹類を永続的に栽培するケースも多い。

7. 屋上の癒し空間の創出

近年、緑化空間のもたらす心理的癒し効用の検証がE B Mの観点から進められ、質問紙法のみならず各種の生理的反応によってその効果が検証されつつある。そうした観点からも屋上の公園・庭園利用は有効であるが、屋上空間を園芸療法や園芸福祉の観点から利用する例がある。すなわち緑を媒体としての治療や健康増進のために積極的に屋上空間を活用するものである。病院や福祉施設においては、敷地内に癒し空間を計画することは困難なケースが多く、面会の家族との団欒から患者や入居者の気分転換、心理的身体的リハビ

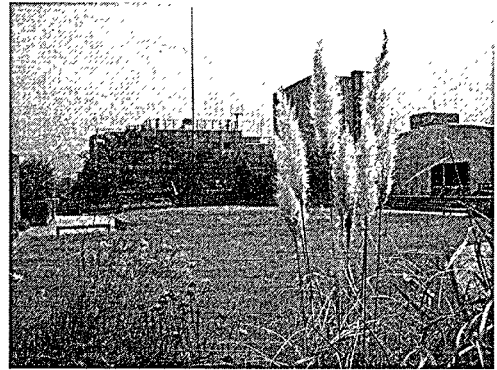


写真-9 音の演出に役立つパンパスグラス

リテーションの場として屋上空間を整備する事例が増えつつある。例えば眺望を生かしつつ回遊式の散策路とともにベンチ、パーゴラ、花壇、芝生、バラのアーチなどが配され、有効な空間利用が図られている。

ところで癒し空間の設計では、患者の治療やリハビリテーション、高齢者の健康維持や老化予防につながる配慮が不可欠になる。すなわち様々なハンディキャップを持った人々が一緒に季節感や開放感を感じられるよう植栽材料への工夫が重要であり、視覚、嗅覚、聴覚、触覚などの感覚器官に良刺激が得られる緑素材を組み合わせることにより、興味関心を引き出し、気分転換や無理なく動作を引き出す仕掛けとする。このようにユニバーサルデザインの観点から整備された庭園が病院や福祉施設のみならず商業施設ビルや公共施設の屋上にも整備されるようになってきた。

視対象として緑の演出は、シンボリックな形態の樹木の導入をはじめ、開花や葉色など色彩の美しさや季節感の演出に配慮した植栽が有効である。特に白内障の人は白色と黄色、青色と緑色の差を判別しにくいいため、配植時にはコントラストやバランスへの配慮が重要である。香りの演出としては、春夏秋冬の季節を感じさせてくれる花の導入、手でこすると香りがするハーブ類が導入される。音の演出は、とりわけ視覚障害者が視覚以外の感覚によって自然を感じる重要な演出手法となる。風にそよぐ葉音などの演出(写真-9)と、

鳥や虫を誘引することによりその鳴声の演出による場合がある。前者では細長い葉や柔らかい葉を有する植物材料が導入される。触り心地の演出も有効であり、毛に覆われた葉をもつ植物などが導入される。以上のような観点から有効であるとされている植栽材料が緑化技術書に紹介されている^{10,12)}。

8. 今後の展開

数十年後、100年後、将来の都市緑化はいかなる姿に変化していくであろうか。エコロジカルネットワークが周辺の自然地域から都市部の隅々まで展開している都市像、あるいはコンパクトシティ化が推進されて緑豊かな自然の中に都市が点在しているような姿が現実のものとなっているかも知れない。そのような成熟期を向える都市環境には、屋上緑化をはじめとする人工地盤緑化が体系的に配置され機能しているに違いない。

将来の緑化事業において生態工学的な視点に立脚して、地域の自然やエコロジカルネットワークの一環としての緑空間を位置づけていくことは極めて重要なことである。一方で居住・就労の環境をはじめとする都市基盤整備は、人々が持続的に健康な暮らしを営むための再生に向かって着実に進んでいく。その空間再生の一環としての屋上緑化は、より体系的に進められていく必要がある。すなわち各々の建築物の用途に応じて実に様々な屋上の緑化用途や役割が展開しており、場所場所に応じて複合的にその役割を担っている。屋上の公園や庭園のように休息やレクリエーション利用、療法的活用などは極めて有効な利用であり、かつ経年的に成熟していく緑化空間としての魅力も大きい。このような緑のネットワークを体系化して生物多様性の保全にも貢献できるならば、屋上緑化の将来像としては極めて有効である。

一方で、屋上緑化は建築物の寿命とともにあるという見方もある。今ひとつ重要なのは既存建築物への対応である。先にも触れた熱

収支の改善に資することを目的とした屋上緑化は、ヒートアイランド現象の緩和など地域の暑熱環境を具体的に改善していくためには加速度的にその緑化面積を増大させなければ効果につながっていかない。中長期的な都市再生の方向とは別に現状に対応していく緑化もまた重要である。そうした観点からは当面現在行われている薄層緑化は極めて有力な緑化技術である。

以上、都市再生に向けた大きな緑化整備の将来像とともに、地域の環境対策としての屋上緑化整備、そして癒し空間の創出など個別の用途にもとづく屋上空間など、目的性を見失うことなく緑化事業を展開し、ついではその目的に相応しい植栽植物を適材適所の観点から導入していくことが重要である。

文 献

- 1) Hsiao, T.C. (1973) : Plant response to waterstress: Ann. Rev. Plant Physiol. 24, 519-570
- 2) 飯島健太郎・近藤三雄 (1996) : メキシコマンネングサの光合成型ならびに生育に及ぼす土壌水分と気温の影響、東京農業大学農学集報、41 (3)、156-163
- 3) 飯島健太郎・近藤三雄 (1998) : 乾燥条件下におけるメキシコマンネングサの光合成反応と気温、照度との関係、東京農業大学農学集報、42 (4)、274-286
- 4) 飯島健太郎・近藤三雄 (1998) : 異なる照度条件下で生育したメキシコマンネングサの生育と耐乾性、東京農業大学農学集報、42 (4)、287-294
- 5) 池田稯・高見元久・犬山雅章・寺口善也 (2001) : 屋上緑化資材セグムマットの雨水流出緩和効果、日本緑化工学会誌、27 (1)、201-204
- 6) 国土交通省 (2008) : 屋上・壁面緑化空間は新たにどの程度創出されたのか／全国屋上・壁面緑化施工面積調査について、国土交通省ホームページ
- 7) 仲田茂司 (2008) : 野草を中心としたグラウンドカバープランツ緑化の展開、芝草研究、

37 (別 1)、107

- 8) 日本緑化工学会 (2002) : 生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言、日本緑化工学会誌、27 (3)、481-491
- 9) 佐々木亮子・飯島健太郎・近藤三雄 (2005) : 乾燥条件下におかれたイワヒバの水ストレス反応、ランドスケープ研究、68 (5)、517-520
- 10) 新日軽 21 エクステリア会編 (2000) : 高齢者と家族のためのユニバーサルエクステリア、広葉書林
- 11) 田中健・村上大輔・下村孝 (2008) : 京都を事例とした景観評価実験と眼球運動の測定による好ましい屋上緑化形態の検討、日本緑化工学会誌、34 (1)、133-138
- 12) (財) 都市緑化技術開発機構公園緑地バリアフリー共同研究会編 (2000) : 公園のユニバーサルデザインマニュアル／人と自然にやさしい公園をめざして、鹿島出版会
- 13) (財) 都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会編 (1996) : 新・緑空間デザイン技術マニュアル、誠文堂新光社
- 14) 涌井史郎 (2005) : 愛・地球博におけるバイオラングの誕生について、都市緑化技術、57、6-8