

壁面緑化の研究動向と普及に向けた諸課題

鈴木 弘 孝

【要旨】

本稿では、建物緑化のうち建物の立面緑化を担う壁面緑化を対象に、近年大都市市街地部を中心に顕在化しているヒートアイランド現象の緩和に関する先行研究のレビューとして、放射環境と表面温度、熱収支と蒸散作用に関する最近の研究動向について整理した。次に、既往の文献等を基に、壁面緑化の温熱環境改善メカニズムについて放射収支と熱収支の点から整理を行い、壁面緑化の主なタイプを6つに区分するとともに、壁面緑化に使用される主な植物の種類と特性をとりまとめた。さらに、今後、壁面緑化を普及させていく上での技術的な課題として温熱環境に関する基礎データの蓄積、コストの削減等について整理を行うとともに、既往の行政資料等をもとに壁面緑化を推進していくための国の制度や自治体の助成制度の現状と課題について取りまとめた。

キーワード： 壁面緑化、ヒートアイランド、建物緑化、都市環境、温熱環境

1. はじめに

近年大都市市街地部を中心として顕在化している「ヒートアイランド現象」は、都市化に伴う稠密な土地利用により、土地の表面がコンクリートやアスファルトで被覆され、緑地や水面が減少したこと、事業活動に伴いビルからの空調排熱、工場や自動車からの排熱による熱負荷が増大していることに伴い、都心部の平均気温が周辺郊外部よりも上昇し、等温線分布による高温域が島状に浮き上がる現象である。ヒートアイランド現象を緩和していくためには、地表面被覆改善策として都市緑化の推進が有効とされているが、その取り組みを具体的に推進するためには公園緑地や街路樹、河川等の公的空間の緑化とともに、市街地面積の大半を占める民有地の緑化が重要な役割を担ってくる。中でも、地表面をコンクリートとアスファルトで被覆された都市の市街地部にあっては、建物の屋上や壁面等を緑化する建築物緑化が重要な対策になると考えられる。

本稿は、建物緑化のうち建物の立面緑化を担う、壁面緑化を対象として、ヒートアイランド緩和に関する先行研究のレビューを行うとともに、筆者が本学の「屋上緑化」の講義で用いているデータや既往の文献、行政資料を基に、壁面緑化の温熱環境改善メカニズム、壁面緑化の主なタイプ、壁面緑化に使用される植物の特性を整理し、今後、壁面緑化を普及させていく上での技術的な課題、主な国や自治体の制度と課題について、とりまとめたものである。

2. 先行研究の動向

2. 1 表面温度、放射環境に関する研究

壁面緑化による温熱環境改善に関する既往の主な研究例として、梅干野ら（1983）は、ベランダにつる植物（ヘチマ）を用いた被覆を行い、建築内部への日射遮へい効果を検討した。計測は、植栽の有無の試験区を設け、冷房された室内の温度と日射の放射量との関係を計測し、長短波放射量の低減（中でも短波の軽減）に効果があり、室温の上昇を抑制する効果を報告している。また、梅干野ら（1981）は、ヘチマとアサガオを用いた植栽スクリーンを製作し、夏季の晴日において、植栽スクリーンの日射透過特性と表面温度分布を計測した結果、いずれの植物も葉の表側の表面温度は日射量との相関が強く、日射量 $300\text{kcal/m}^2\text{ h}$ 前後では表面温度は気温とほぼ等しく、日射量がそれ以下では気温より低く、日射量がそれ以上では表面温度が気温よりも $2\sim 3^\circ\text{C}$ 上昇することを報告している。

さらに、梅干野ら（1985）は、西壁一面にナツツタをはわせた住宅での実験結果から、ツタスクリーンの室内環境に及ぼす影響や日射遮蔽効果を検討し、ツタスクリーンではコンクリート打ち放しの外壁と比較すると、最大時で表面温度は 10°C 近く低く、日射による外壁表面での熱流入量は約 $1/4$ となり、西日の影響をほぼ取り除くことができること等を明らかにしている。

沖中ら（1994）は、壁面緑化による夏期の壁面温度上昇の抑止力、屋内への熱の流入の抑止力について、鉄筋コンクリート造の生活者が存在する一般住宅を対象に実測により検証している。野島ら（1993）は、壁面緑化による夏期の壁面温度上昇の抑止効果について、緑被された壁面と植物の無い壁面の壁面温度、壁面での熱流の経時変化を天候の異なる日に内冷房の条件で計測した。また、葉からの蒸散量、幹での樹液流速の計測、熱赤外線の実測を行った結果、壁面緑化により壁面温度は約 10°C 低下し、緑化による温度の低減量が大きくなるにつれて蒸散量が大きくなる傾向があるとしている。温度低減効果は、梅干野ら（1981,1985）による植物スクリーンによる壁面温度低減効果及びナツツタによる西日の温度低減効果とも一致している。

さらに野島ら（2004）は、無被覆壁面での屋内へ流入する 24 時間の積算熱流量が $13.6\sim 40.7\%$ に削減する熱の流入抑制効果を計測により明らかにした上で、電力使用料金に換算している。

伴ら（2001）は、壁面緑化が夏期の室内温熱環境に与える影響について、シミュレーションによるケーススタディーを行い、緑化された外壁の表面温度と熱流を求め、表面温度の算出結果が既往研究の計測結果と概ね一致し、外壁を緑化することで断熱材がない場合には流入熱が大きく減少し、断熱がある場合にも、室内側への流入熱が非常に小さくなることを明らかにした。

近藤ら（1983）は、ツル植物による構造物緑化の環境効果の定量化について、モルタルのり面、石堀（ブロック堀、大谷石堀）、遮音壁の構造物面を緑化することによる表面温度の比較により、温度の上昇抑止効果を検証している。高尾ら（2003）は、ポリプロピレンを材料とする基盤材にコケを用いて、乾燥状態と湿潤状態における日射反射率を入射角との関係において比較を行い、乾燥状態では入射角が大きくなるほど反射率が高いことを実証している。渋谷ら（2004）は、パネル設置型と下垂型の壁面緑化工法を用いて壁面の表面と裏面の温度、壁面貫熱流量を計測し、パネル型の方が下垂型よ

りも環境緩和効果の高いことを報告している。

鈴木ら（2005）は、緑化パネルとコンクリート壁（白色塗装）を試験体の実験計測を行い、表面温度と放射収支を検討した結果、コンクリート壁面に対する緑化パネルの表面温度は、夜間で 3℃程度低く、日中は、植物による相違が認められたこと、コンクリート壁に対する緑化パネルのアルベド低減率は、日中平均で約 62～65%であったことを報告している。

さらに鈴木ら（2006）は、MRT、WBGT、SET*の温熱指標で壁面緑化による温熱効果を評価した結果、緑化パネルではコンクリート壁よりも MRT についてピーク時に約 11℃低減、WBGT についてピーク時で 1～2℃、SET*について終日 1～2℃低減し、各指標により緑化パネルでの温熱環境改善効果を定量的に評価した。

2. 2 蒸発散による潜熱の評価、熱収支に関する研究

壁面緑化に使用されている植物を対象とした蒸散効果の評価としては、野島ら（1998）の蒸散速度の計測による蒸散量推定の試みや、萩島ら（2005）の行った SAT 計を用いた実験による蒸散量測定、三坂ら（2005）、鈴木ら（2006）による重量法を用いた測定等が挙げられる。

野島ら（1998）は、地表面、屋上、壁面における緑被の分布、植物の種類、密度の違いごとに単位面積あたりの葉面からの蒸散速度の計測を行い、受光量と大気飽差から近似式を用いた結果、蒸散量を推計することが可能であるとした。また、萩島ら（2005）は、ブルーパシフィックを用いたパネル型緑化システムについて、SAT 計法による緑化表面の熱収支を検討し、潜熱フラックスを同定している。

一方、三坂ら（2005）、鈴木ら（2006）は、アメリカツルマサキを用いたパネル緑化材からの蒸発散量を重量法により計測し、計測値から潜熱フラックスを算出して、壁面緑化による建物外部温熱環境への顕熱の低減効果について定量的な検討を行い、潜熱フラックスと正味放射量との間には正の相関が認められ、緑化パネル材からの蒸発散量による潜熱フラックスは正味放射量の増加分の約 60%を占めたことを報告している。

さらに鈴木ら（2007）は、ヘデラヘリックスとアメリカツルマサキについて蒸発散量の計測値を元に、萩島ら（2005）の行った SAT 計法を用いて対流熱伝達率と物質伝達率を得て、重量法により計測した蒸発散量の実測値との比から蒸発効率を算出している。

以上の結果から、壁面緑化に使用されている植物を対象とした蒸散効果の評価としては、野島ら（1998）の蒸散速度の計測による蒸散量推定の試みや、萩島ら（2005）の行った SAT 計を用いた実験による蒸散量推定、鈴木ら（2006）の重量法による測定例等があるものの、実測に基づく実証的なデータの蓄積は十分とは言えない。今後、緑化の形態や植物種の違い等を考慮した基礎的なデータに基づく実証的な検証をさらに進めていく必要がある。

3. 壁面緑化のタイプ

近藤（1990）は、壁面緑化について「建築物壁面をはじめとして、石塀、道路等に設置される遠音壁、各種の施設に付帯するコンクリート擁壁などを、主として修景を目的としてつる植物等で緑化すること。」と定義している。また、沖中（1998）は、緑化すべき対象物を、平面・斜面・立面に分類し、立面はさらに、「建物・擁壁・塀などの壁面と、トレリス・柵・生け垣・藤棚などの格子面に分類」した「立面緑化」の概念を整理している。本研究では、これらの既往の文献・研究を参考として、壁面緑化の対象を主として「建物の壁面」として、「壁面緑化」を「建物の壁面をつる植物等を用いて、直接又は間接的に緑化する行為」と定義づけるものとする。

沖中（1984）は、市街地におけるつる植物の事例調査を4年間かけて行い、事例調査の結果に基づく造園的利用の基本方針として、大型建物につる植物を被覆させる場合には、建物の計画時点からのアプローチが必要とし、「建物が、つる植物を受け入れるための構造を備えていなければならない」としている。また、大型の集合住宅では、つる植物の登攀は妻壁のみにとどめるのが無難とし、「構造的につる植物の接着に適しない建物では、バルコニー等にプラントボックスを設置して、ここからつる植物を下垂させるのがよい。」としている。

しかしながら、緑化の分類は吸盤型、付着根型、巻つる型等つる植物の生育特性に基づいており、建物の壁面を緑化する方法としては、地盤から登攀させる方法、バルコニー等でプランターから下垂させる方法を中心に植物の適正な利用方法と管理上の留意点等について詳細な検討が行われている。壁面緑化の代表的な方法としては、沖中らによるこれらの検討を参考に低層建築等を地盤から直接緑化する方法（「自然地盤型」）やバルコニー部からプランターにより植物を登攀または下垂させる方法（「プランター型」）、建築に支持材を取り付け、植物を登攀または下垂させる方法（「支持材使用型」）に加え、東京都（2003）の現況調査、既往の文献^{補注 1)、 2)、 3)}等を加味し、プランターと支持材を組み合わせたタイプ（「プランター＋支持材組合せ型」）、ユニット型のパネルを組み合わせたタイプ（「パネル型」）、緑化ブロックを組み合わせた擁壁タイプ（「緑化ブロック型」）の6つのタイプに区分を行うことができる（図1参照）。それぞれのタイプの使用例を写真1に示す。各緑化タイプの特徴は、表1に記すとおりである。また、各タイプについて、植栽基盤の種類、登攀・下垂の別、支持材の有無との関係から整理すると表2のようになる。

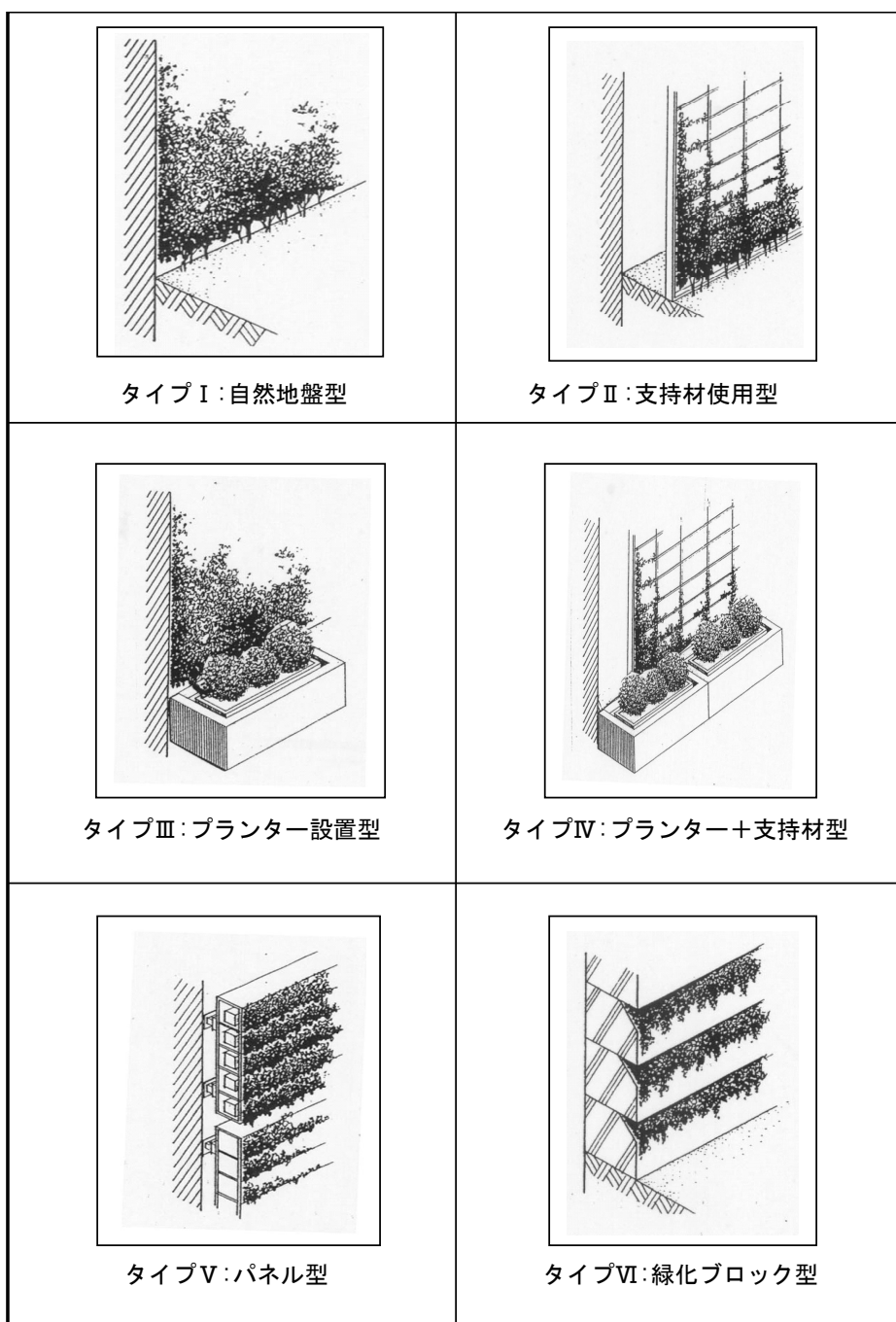


図1 壁面緑化のタイプ

(注) 補注1) より作成。



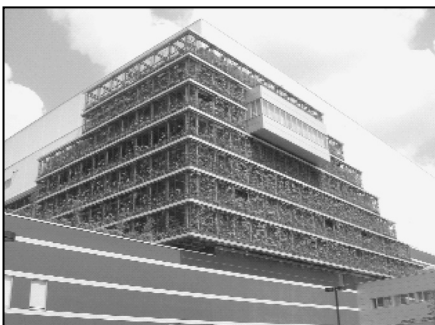
タイプⅠ 自然地盤型(甲子園球場)



タイプⅡ プランター型(新丸の内ビル)



タイプⅢ 支持材型(名古屋市文化劇場)



タイプⅣ プランター+支持材型(板橋清掃工場)



タイプⅤ パネル型(三菱信託銀行本店ビル)



タイプⅥ 緑化ブロック型 (道路法面の例)

写真1 各タイプの壁面緑化事例

表 1 壁面緑化のタイプ分類

区分	種類	内容
タイプⅠ	自然地盤型	地盤面の土壌を植栽基盤として地盤から植物を生育させ、直接建物を緑化していく方法である。個人の住宅や低層の建物に適している。
タイプⅡ	支持材使用型	建物の壁面に直接支持材を取り付けて、植物を登攀又は下垂させるタイプである。
タイプⅢ	プランター型	建物のベランダやバルコニー等にプランターを設置し、プランター内の植物を登攀又は下垂させる方法である。建物の設計段階から対応することにより、予め灌水・排水設備をプランターと一体的に組み込むことが可能である。
タイプⅣ	プランター＋支持材型	プランターと支持材を組み合わせ、プランター内の植物を支持材に沿って生育させ、登攀又は下垂させる方法である。建物の構造と一体化を図り、大規模な壁面を早期に緑化することも可能である。
タイプⅤ	パネル型	植栽基盤を薄層パネル化し、パネル内に植物を埋め込み、幾つかのパネルで緑化ユニットを構成し、ユニットを組み合わせで植物を登はん又は下垂させるタイプである。パネルの連続した組み合わせにより、大規模な壁面を早期に緑化することも可能であるが、パネル単位で基盤となる土層を有することから、建物の荷重に大きく影響を与え、かつ㎡当りの施工コストは最も大きい。
タイプⅥ	緑化ブロック型	道路ののり面緑化等に用いられている工法を準用し、建物の外壁に緑化ブロックを積み上げるタイプである。

表 2 壁面緑化のタイプと緑化特性

タイプ	植栽基盤		登攀・下垂		支持材	
	自然	人工	登攀	下垂	有り	なし
I 自然地盤型	●		●			●
II 支持材型	●		●		●	
III プランター型		●	●	●		●
IV プランター＋支持材型		●	●	●	●	
V パネル型		●	●	●		●
VI 緑化ブロック型		●	●	●		●

4. 壁面緑化に使用される植物の特性と主な種類

壁面緑化は、垂直方向を面的に被覆するため、上記の緑化方法により植物の登攀又は下垂する特性を生かして、建物の壁面を直接又は支持材やユニット基材等を使用して緑化していくが、壁面緑化に使用される植物としてはこのような特性を有するつる植物が一般によく使用される。沖中（1998）、下村（2001）は、つる植物を立面に登攀被覆するための植物の器官の種類に基づき、表 3 に示すとおり、吸盤型、付着根型、巻ひげ型、巻つる型、とげ型、枝葉型に分類し、登攀特性と代表種を整理している。

「吸盤型」は、ひげの先端に吸盤をもち、それによって壁面に吸着するタイプで、ナツツタ、アメリカツタ、ツリガネカズラ等である。また、「付着根型」は、他物との接触によって茎から不定根（気根）を出し、壁面に付着して登攀するタイプであり、オオイタビ、ヘデラヘリックス、ヘデラカナリエンス、テイカカズラ等がある。「巻きひげ型」と「巻葉柄型」は、いずれも、枝などに接触した巻きひげ・巻葉柄の反対横断面側に成長ホルモンが多く分泌されることによって、支持材に巻き付きながら登攀するタイプで、前者ではブドウ、ヤブガラシ、カラスウリ等、後者ではテッセン、カザグルマ、クレマチス等がある。「巻きつる型」は、つる植物の幹や枝自体が樹木の枝等にらせん状に巻き付きながら、登攀するタイプであり、巻きひげ型に比べ、長さ・太さとも格段に大きい。フジ、アケビ、サネカズラ等がある。「とげ型」は、枝、茎、葉についたとげや針、毛などが引っかかる力によって支持材等を登攀するタイプであり、ツルバラ、キイチゴ、カナムグラ等がある。「枝葉型」は、登攀のための特別の器官は持たないが、枝や葉が支持材に引っかかったり、寄りかかりながら、登攀するタイプで、モッコウバラ、ツルニチニチソウ等がある。

沖中（1998）は、事例調査より緑化対象構築物を建築、擁壁、塀・柵・棚等に 15 分類して分析し、つる植物の造園的利用の基本方針をまとめている。このうち建築については、大型建築、大型住宅、バルコニー建築、一戸建て店舗、一戸建て住宅の 5 つに分類している。

表3 壁面緑化に使用される主なつる植物の特性と種類

区 分	登攀のための器官	登攀の特性	代表種
吸盤型	巻ひげ先端の吸盤	吸盤によって壁面に付着。吸着力は強い。	ナツツタ・アメリカツタ・ツリガネカズラ
付着根型	枝・茎の節や節間から出る不定根	付着力は種によって大差。接触刺激により発根・付着。下垂枝は殆ど付着せず。	ヘデラ類・テイカカズラ・イタビカズラ・ノウゼンカズラ
巻ひげ型	巻ひげ	茎又は葉の変態によるもの。形は、種類に富む。ひげの全面感接と側面感接があり、接触刺激により巻付け運動を起こす。	ツリガネカズラ・アサヒカズラ・フウセンカズラ・ブドウ・ヤブガラシ・カラスウリ・ヘチマ
巻葉柄型	長く伸びた葉柄	巻ひげ程の巻付き能力は持たず。接触刺激により、巻付け運動を起こす。	テッセン・カザグルマ・クレマチス・センニンソウ
巻つる型	らせん状に巻く幹・枝・茎	幹・枝・茎で他物にらせん状に巻付く。巻ひげ型に比べ、長さ・太さは大。	ムベ・サネカズラ・フジ・アケビ・アサガオ・カロライナジャスミン・スイカズラ・ツキヌキニンドウ
とげ型	幹・枝・茎・葉に付く刺・鉤（かぎ）・逆枝	刺・針・毛・鉤・逆枝等で他物に掛かる。枝・茎・葉の変態によるもので、形状は変化に富む。	ツルバラ類・キイチゴ類・カナムグラ・カギカズラ・ツルグミ
枝葉型	他物に掛かりやすい枝や葉	登攀のための特別な器官は持たないが、枝や葉で他物に寄り掛かりながら登攀。	モッコウバラ・ツルニチニチソウ

(注) 沖中(1998)、下村(2001)を元に、一部加工。

ここで、大型建築は「3階以上の頑丈な壁構造の建物」とし、同じく大型住宅を「3階建て以上の大型住宅建築」としている。そして、事例調査の解析結果から調査した大型建物・大型住宅とも、吸盤型が最も多く、使用植物はナツツタ1種類であったこと、バルコニー建築では、付着根型が最も多く、

使用植物はセイヨウキヅタ（ヘデラヘリックス）とカナリーキヅタ（ヘデラカナリエンス）に限られたこと、一戸建て店舗では、吸盤型のナツヅタの使用が最も多く、ついで付着根型のセイヨウキヅタとカナリーキヅタの登攀・下垂例が観察されたこと、一戸建て住宅では、上記の吸盤型、付着根型の他、巻ひげ型としてブドウ、ヘチマ等、巻つる型としてアサガオ、アケビ等多くの種類の植物利用が観察されたこと、等を報告している。

また、東京都（2003）の現況調査によれば、最も多く使用されていた樹種は、ナツヅタで使用率は34.0、次いでヘデラカナリエンスが8.7%、ヘデラヘリックスが8.3%の順であった。

さらに、渋谷ら（2005）が（社）日本植木協会が発行している「公共緑化樹木市場調査供給可能量・調達難易度調査」を元にまとめられた文献資料によると、2004年度の出荷可能量では、ヘデラヘリックス類（227万株）、ヘデラカナリエンス類（220万株）、ヴィンカ・ミノール（51万株）の順となっている。ただし、この場合は、道路のり面緑化等の工事使用量も含まれているので、前二者が他の種類を圧倒的に上回っていた。

5. 壁面緑化による温熱環境改善のメカニズム

図1は、建物の壁面における放射収支と熱収支について、概念図で示したものである。同図左側の放射収支概念図より、壁面には太陽からの直達日射と散乱日射が入射日射（ $S\downarrow$ ）として入り、壁面表面で反射して反射日射（ $S\uparrow$ ）が建物外部側に放射される。大気放射（ $L\downarrow$ ）は、大気中に放出される長波（赤外）放射であり、黒体はその温度に応じた最大の放射エネルギーを射出するのに対して、大気中の二酸化炭素やオゾンなどの温室効果ガスは、黒体以下の放射エネルギーしか出さないとされている（吉田ら，2002）。これらの、短波・長波の入射放射量（下向き $\downarrow$ ）と反射放射量（上向き $\uparrow$ ）の収支の総和が放射収支であり、正味放射量（ Rn ）として以下の式で表すことができる。

$$Rn = (L\downarrow - L\uparrow) + (S\downarrow - S\uparrow)$$

ここで、

$L\downarrow$: 下向き長波放射量 (W/m^2), $L\uparrow$: 上向き長波放射量 (W/m^2), $S\downarrow$: 下向き短波放射量 (W/m^2),
 $S\uparrow$: 上向き短波放射量 (W/m^2)

次に、図1右側に、コンクリート壁面と緑化壁面における熱収支を概念図にまとめている。壁面の表面温度が、外気温よりも高いときは、顕熱フラックス（ H ）として壁面から大気へ輸送される。逆に、外気温の方が壁面よりも高いときには、大気から壁面へ顕熱フラックス（ H ）として輸送されることとなる。緑化壁面では、以下の熱収支式が成り立つ。

$$Rn = H + LE + G$$

ここで、

H : 顕熱フラックス (W/m^2), LE : 潜熱フラックス (W/m^2), G : 伝導熱フラックス (W/m^2)

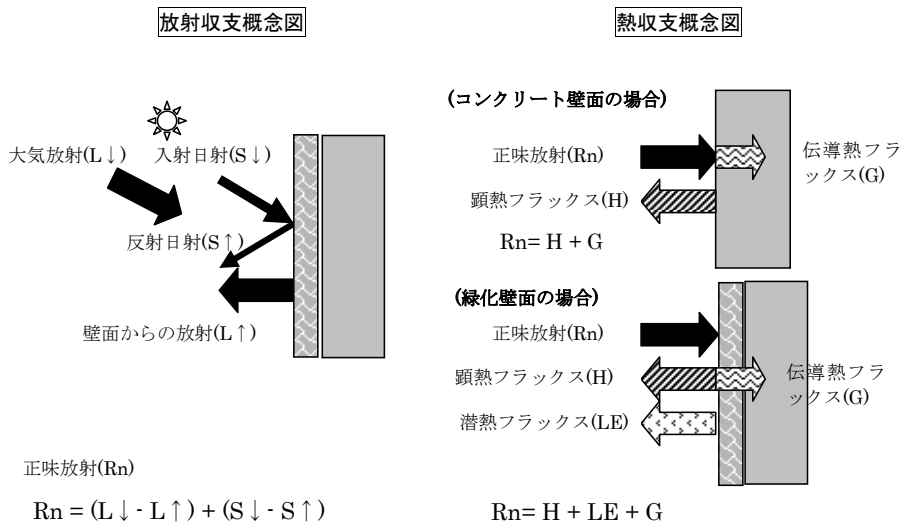


図2 放射収支・熱収支の概念図

一方、コンクリート壁面では、 $LE = 0$ と見なして、

$$Rn = H + G$$

の熱収支式が成り立つ。

植物からの蒸散作用により、葉面から放出された水蒸気が気化する際に使用される潜熱フラックス (LE) は、水蒸気が液体から気体に状態を変化させるために使用される熱移動量であり、大気温の上昇に寄与する顕熱フラックス (H) を低減させる作用を果たしている。

6. 壁面緑化の技術的課題

沖中 (1998) は、建築等の壁面の緑化とともに、トレリスや棚などの格子面の緑化も含め、「立面緑化」と定義し、つる植物を使用した緑化が最も普遍的な立面緑化の手法であるとしている。そして、建築壁面等への付着可能なつる植物は、被覆面の μm 単位の微細な凹部に細胞単位の植物体により吸盤のように付着する「付着盤型」と根毛が μm 単位の凹部に侵入して付着する「付着根型」の二つのタイプのつる植物に分類している。いずれのタイプのつる植物も付着器官が建築壁面に侵入して建築の壁体部分を劣化させることは無いとしながらも、誘引や剪定などの人為的管理の必要性を指摘し、そのための管理技術の確立が課題であることを指摘している。

下村 (2001) は、つる植物利用上の課題として、①種名・品種名の整理が不十分であること、②コンクリート壁面等表面構造と付着力の測定方法とつる植物の生育特性の把握、③つるの誘導を目的とした支柱・ネット等誘引資材の開発と利用可能性の試験、④挿し穂と用土の均一性による均一な苗の生産の必要性、等を指摘している。

一方、武藤（2001）らは、視覚的・心理的な側面から、壁面緑化に関する評価の構造を抽出するため、評価グリッド法を用いたヒアリング調査を実施し、壁面緑化の計画上の課題として、①建物の用途やデザインが調和感に大きく影響すること、②植物が生き生きとして、ボリュームが適度であること、③形状や間隔、壁面デザインとの関係に留意すべきであること、を指摘している。

日本政策投資銀行（2004）は、パネル式壁面緑化と登攀・下垂型の壁面緑化の課題として、①設置目的を明確化した上での植物種の選定と補助資材の形状、②一様な灌水の困難性、③剪定等維持管理の方法を指摘するとともに、登攀・下垂型の壁面緑化普及上の課題として、①壁面緑化による定量的機能・効果、②施工時における維持管理の内容・費用等の情報の欠如、③施工後の被覆に要する期間が不明確、④枯死に対する保証・アフターサービスについての統一したルールがないこと、⑤建築物のファサードに配慮したデザインの検討、等を指摘している。

これらの先行研究や調査報告等によって得られた技術課題を参考として、今後壁面緑化を普及させる上で以下のような技術的課題を整理することができる。

（1）緑化に適用可能な植物苗の品種・品質・生産量の確保

壁面緑化を普及させていく上で、壁面緑化に使用されるつる植物等の植物苗について、品種・外壁材の種類や使用場所に応じた生育特性等の正確な情報の整備、規格・用土等の植物苗の均質性・品質の確保とともに、生産数量等について安定した供給体制の確立を図る必要がある。

（2）温熱環境改善効果に関する基礎データの更なる蓄積

壁面緑化による環境改善効果として、客観性のある建物内外への温熱環境改善効果についての基礎的・定量的データの蓄積が必要である。建物内部への熱負荷の軽減については研究蓄積も相当あるが、特に、壁面緑化による建物外部側の温熱環境の改善等については、基礎的なデータは不十分であり、その蓄積が課題である。

日本政策投資銀行（2004）は、個別の企業が緑化の効果を施主側に説明する場合においても、その前提となる条件、計測方法等が異なると、施主側でも客観的な比較が困難であるとし、「中立的な立場にある行政が、こうした定量的効果を計測する際の標準的なモデルを示すことが期待される」とし、行政による客観的かつ定量的なデータの整理の必要性を指摘している。壁面緑化を普及していく上で、温熱環境改善に対する定量的かつ客観的な評価データを個別企業の自助努力により整備していくことには限界があり、公的な機関が中心となって評価に耐えうる基礎的なデータの蓄積を図る必要があると考えられる。

（3）コストの縮減

屋上緑化におけるイニシャルコストは、芝やセダム等の地被植物を使用した場合では、表 1 より m^2 当たり 17,000 円から 22,000 円と 20,000 円前後となっている。また、ランニングコストでは、セダム類では m^2 当たり 200 円から 400 円となっており、平均 300 円程度であるのに対して、芝生の場合では、 m^2 当たり 900～1,200 円となっており、芝生を使用した場合に比べるとセダムの管理コストは約 1/3 に低減している。これは、芝生の場合には、灌水や芝刈り等の管理が必須条件となるのに対してセダムの場合には、これらの手間が係らないことによる。ただし、セダムの場合には、日中

は蒸散作用がなく、ヒートアイランド緩和策としての有効性について課題も指摘されている。

壁面緑化にかかる施工コストは、日本政策投資銀行（2004）の報告によると、壁面下部からつる植物を登攀させた場合は、施工の方法によってイニシャルコストも多様である。地盤に直接植物を植栽して登攀させる場合には、2,500～5,000 円/㎡であるが、植物を支持材に沿って登攀又は下垂させるタイプでは、20,000 円/㎡前後となり、さらにプランターを使用した場合には 34,000～100,000 円/㎡とコストがかかってくる。ブロック状のパネルを使用したタイプがもっともコストがかかり、100,000 円/㎡以上となっている。プランタータイプやパネルタイプでは、屋上緑化（芝生）と比べても、2～5 倍のコストがかかることとなる。一方、壁面緑化の場合の管理コストについても、屋上緑化（芝生）と比較して、同じく 2～5 倍のコストがかかっている。

したがって、屋上緑化と比較すると開発普及が立ち後れている壁面緑化を普及促進していく上においては、イニシャルコストとランニングコストをいかに低く抑えられるかが極めて重要な課題と考えられる。

(4) 維持管理の効率化・簡素化

植物は生きた材料であり、設置後に剪定・灌水・施肥・病害虫防除等の管理作業が必要となる。特に、緑化植物による壁面被覆を良好に保つ上で、早期の剪定が重要である。継続して発生する施主側の手間と負担が軽減し、簡易かつ効率的に行える管理技術の開発が必要である。

次に、壁面緑化の「維持管理」については、灌水設備や登攀・下垂用の支持材等の施設管理と使用されている植物の維持管理に大別される。灌水設備については、水の出具合や吐出孔のつまり具合、排水孔の落葉による詰まり等の点検が必要となる。また、植物は年々成長を遂げ、変化していくため、壁面を均一に美しく維持していくためには、植物の生育状況に応じた剪定・刈り込み、間引き、施肥、病害虫防除、枯損株の撤去等の作業が必要となる。

冲中（1984）は大型建物に登攀するつる植物を使用する場合には、「計画的な管理と早めの剪定が必要である」ことを指摘し、アパートなどで、植物の茂りすぎによるうっとうしさに対する拒否反応を減少させるためにも、早めの剪定を実施する必要性を説いている。ヘデラ類など壁面緑化によく使用される登攀性のつる植物は、そのまま放置した場合、先端部の生長が旺盛な反面、下部では葉が透けた状態となる傾向があるため、これらの植物材料には早期かつ定期的な剪定と枝の誘引等の維持管理が必要になる。

壁面が高所となった場合には剪定等の維持管理を行うために、足場やクレーン車等による維持管理が恒常的に発生することとなる（日本政策投資銀行, 2004）。これらの維持管理作業に要する施主側への負担を極力低減していくことが、壁面緑化を普及させていく上での課題であると技術担当者が強く受け止めているものと推察される。

(5) 効率的な灌水システムの確保

効率的な灌水システムについては、建物緑化を行う方法や場所によっても技術的課題の内容と程度は差異が生じるものと考えられる。例えば、建築物のバルコニーなどでプランター等を用いた人工土壌による生育基盤を使用する場合や、パネル型などの薄層基盤等で高低差のある大規模な面積

の壁面を緑化するような場合には、効率的な灌水設備の設置は緑化植物の良好な生育を維持していく上での必要不可欠の要件となるものと考えられる。

日本政策投資銀行（2004）によると、パネル型を使用した壁面緑化の場合には、屋上緑化の場合と異なり、「植栽基盤が垂直となるため、一様な灌水が困難である（上部は乾燥、下部は湿潤となってしまう）。またツタ等を登攀させる場合は、夏の乾期においても枯死しないよう灌水設備等が必要になる場合がある」ことを指摘している。植物が生育する基盤材としての土壌等がプランターからパネル等へと薄層化するのにつれて、保水性と透水性のバランスを保ちつつ、安定的な灌水システムの確立を図ることが壁面緑化に使用される植物を生き生きとした状態で維持する必要条件と言えよう。ここで、灌水を上水のみに依存した場合には、環境への負荷としては+側に寄与することとなり、持続的発展可能性や資源循環の観点からは望ましいとは言えない。

早期かつ定期的な剪定と枝の誘引等の維持管理が必要になる。壁面が高所となった場合には剪定等の維持管理を行うために、足場やクレーン車等による維持管理が恒常的に発生することとなる（日本政策投資銀行、2004）。これらの維持管理作業に要する施主側への負担を極力低減していくことが、壁面緑化を普及させていく上での課題であると技術担当者が強く受け止めているものと推察される。

(6) 効率的な灌水システムの確保

効率的な灌水システムについては、建物緑化を行う方法や場所によっても技術的課題の内容と程度は差異が生じるものと考えられる。例えば、建築物のバルコニーなどでプランター等を用いた人工土壌による生育基盤を使用する場合や、パネル型などの薄層基盤等で高低差のある大規模な面積の壁面を緑化するような場合には、効率的な灌水設備の設置は緑化植物の良好な生育を維持していく上での必要不可欠の要件となるものと考えられる。

日本政策投資銀行（2004）によると、パネル型を使用した壁面緑化の場合には、屋上緑化の場合と異なり、「植栽基盤が垂直となるため、一様な灌水が困難である（上部は乾燥、下部は湿潤となってしまう）。またツタ等を登攀させる場合は、夏の乾期においても枯死しないよう灌水設備等が必要になる場合がある」ことを指摘している。植物が生育する基盤材としての土壌等がプランターからパネル等へと薄層化するのにつれて、保水性と透水性のバランスを保ちつつ、安定的な灌水システムの確立を図ることが壁面緑化に使用される植物を生き生きとした状態で維持する必要条件と言えよう。ここで、灌水を上水のみに依存した場合には、環境への負荷としては+側に寄与することとなり、持続的発展可能性や資源循環の観点からは望ましいとは言えない。

（財）都市緑化技術開発機構のマニュアル^{補注 1)}によると、「壁面緑化では特に維持管理が難しい場所が多いので、できうる限り雨水を利用した無灌水で可能なような植栽基盤や構造とすることが望ましい。」としている。しかし、雨水利用については、降雨が一定量継続して貯留される必要があり、雨水のみの貯留により灌水を維持していくことは現実的に困難であると考えられる。具体的には、名古屋文化小劇場の壁面緑化に用いられているように、上水に頼らず中水利用を取り入れた灌水方式が、環境への負荷軽減の観点から望ましいと考えられる。また、マンション等共同住宅のバルコニー部での灌水に際しては、風の強い場合などにおける垂直面での灌水については、下層階や

表4 屋上緑化のイニシャルコストとランニングコスト

会社名	製品名	使用植物	概要	イニシャルコスト	維持管理内容	ランニングコスト
田島ルーフィング	G-Wave-EcomFD-EU・S	セダム類	ユニット化されたトレーを保水・排水機能を持つドレインに取り付け	19,000 円/㎡	点検・除草：年3 施肥：年1回	300 円/㎡程度
(株)久保工	ハイドロゲルト トレー工法	コウライ芝	大学機関と共同開発した保水剤を使用した土壌	17,000 円/㎡	刈込・灌水：年2回 施肥：年1回 除草：年2回 点検：年4回	900 円/㎡～
日本地工(株)	セダム畑	セダム類	高断熱ボード使用	20,000 円/㎡	点検：年2回	200 円/㎡程度
グリーンスタター(株)	セダムガーデン	セダム類	自社で栽培を行っているセダム類を混植して使用	22,000 円/㎡	施肥：年1回 除草：年2回 点検：年4回	300 円/㎡程度
(株)竹中務店 アーキヤマデ(株)	セダム畑	セダム類	下地に取付けた固定ピンにユニット化したトレーを取付け	18,000 円/㎡	施肥：年1回 簡易点検：月1回	300～400 円/㎡程度
共同カイテック(株)	スクエアターフ Light	コウライ芝	ユニット化された貯水トレーと土壌コンテナに人工軽量土壌を敷設し、雨水を底面から灌水	25,000 円/㎡ (自動灌水装置含む)	刈込：年3回 灌水：自動 施肥：年1回 程度 除草：年6回 点検：年1回	1,200 円/㎡
東邦レオ(株)	エコグリーンマ ットシステム	芝生類	縫製裁断クズ、廃プラスチックを再生利用したエコグリーンマットのの上に薄層軽量土壌を敷設	22,000 円/㎡～ (自動灌水装置含む)	刈込：年4回 灌水：自動 施肥：年1回 程度 除草：年6回 点検：年2回	2,500 円/㎡
(株)クレアテラ	ガーデンマット	芝生類・地被類	ヤシ殻を再利用した植生培土平板。置くだけの施工も可能	20,000 円/㎡～ (自動灌水装置含む)	刈込：年4回 灌水：自動 施肥：年1回 程度 除草：年6回 点検：年2回	3,000 円/㎡

(注)1. イニシャルコストは、材・工共100～200 ㎡を想定

(注)2. ランニングコストは、500 ㎡を想定

表 5 壁面緑化のイニシャルコストとランニングコスト

タイプ	会社名	製品名	使用植物	概要	イニシャルコスト	維持管理内容	ランニングコスト
地盤型	各社		ナツヅタ等吸着盤型植物、オオイトバビカズラ等吸着根型植物	苗を植栽し大地より建築壁面に直接登はん	2,500 円～ 5,000 円/㎡	剪定：年 1 回 施肥：年 1 回 病害虫防除：年 2 回	2,000 円/㎡
支持材型	東邦レオ(株)	グリーンフアサード・ラインクロス	スイスカズラ、ムベ等巻付き型植物トケイソウ、ブドウ等巻ひげ型植物	金具にバネを内蔵。ワイヤーのたわみが無い	20,000 円/㎡	剪定：年 1 回 施肥：年 1 回 病害虫防除：年 2 回	2,000 円/㎡
	ダイトウテクノグリーン(株)	ツルパワーパネル HPI-1020SUS	吸着根型・巻付き型・巻ひげ型植物	ヤシマットと金網を組み合わせて吸着根型、巻付き・巻きひげ型両者の登はんを可能にした	24,000 円/㎡	剪定：年 1 回 施肥：年 1 回	1,000 円/㎡
プランター型	各社		ヘデラ、ビンカマジョールなど下垂する植物	プランターに植物を植栽し下垂させる	50,000 円～ 100,000 円/㎡	剪定：年 2 回 施肥：年 1 回 病害虫防除：年 2 回	2,500 円/㎡
プランター + 支持材型	ダイトウテクノグリーン(株)	ツルパワーパネル・ツルパワープラン	吸着根型・巻付き型・巻ひげ型植物	ツルパワーパネルにメッシュプランターをプラスしたもの	34,000 円/㎡	剪定：年 1 回 施肥：年 1 回	1,000 円/㎡
	東邦レオ(株)	グリーンフアサード・ユニットタイプ	吸着根型・巻付き型・巻ひげ型植物	ヘデラ等予め支持材に登はんさせからませたものを使用	100,000 円/㎡	剪定：年 2 回 施肥：年 1 回 病害虫防除：年 2 回	5,000 円/㎡
パネル型	(株)杉孝	パネル式壁面緑化 システム	つる植物、宿根草、低木	植物を植栽したブロック状のパネル	140,000 円/㎡	剪定：年 2 回 施肥：年 1 回	6,000 円/㎡
	田島緑化(株)	FD-K・GU	同上	同上	140,000 円/㎡	剪定：年 2 回 施肥：年 1 回 病害虫防除：年 2 回	9,600～ 16,800 円/㎡
	イビデングリーントニック(株)	いこいの壁	つる植物、宿根草、低木	座布団上の袋に土壌を充填し植物を植栽	110,000 円/㎡	剪定：年 2 回 施肥：年 1 回 病害虫防除：年 2 回	6,000 円/㎡

(注)1. イニシャルコストは、材・工共 100～200 ㎡を想定。

(注)2. ランニングコストは、200 ㎡を想定。

(注)3. 維持管理時の足場・高所作業車別

周辺に対する十分な配慮が必要とされることは言うまでもない。

(7) 培土等植栽基盤整備技術の開発

建築の屋上や壁面という特殊な人工的環境下において、植物が良好に生育していくための基盤となる土壌材や容器等について、建物構造への負荷の少ない軽量な材料等の開発が必要である。既に屋上緑化の場合には、建築物へ耐荷重に影響を及ぼさない、軽量・薄層土壌について民間サイドでの開発が進展している。

(8) 品質・性能基準の整備

建物緑化に関する資材や工法等について民間レベルにおいて、様々な製品や技術開発が行われているが、これらの緑化資材や工法についての品質・性能の良否を客観的に評価する評価基準を整備する必要がある。

(9) 建築構造等との調整

建築物の屋上や壁面に緑化資材が付加されることによる建築構造の耐荷重への影響や防火対策・風対策上の安全性の確保等建築構造との十分な調整が必要であり、そのための技術基準等の整備が課題と言えよう。

(10) 景観改善効果の定量化

「景観改善」について、下村（2001）は、つる植物による被覆そのものと、建築物を含めた部分の外観に 1～5 点の評価を与え、5 段階評価を行った結果、「戸建て住宅、集合住宅で壁面緑化による景観の評価が高く、商業ビルでは低く」なったことを報告している。(財)都市防災美化協会(1986)によると、写真等を使用した一対比較法と評定尺度法を用いて、道路から見た壁面緑化の景観評価心理実験を行った結果、「壁面緑化を行っていない場合よりも、行っている場合の方が景観的评价が高い」としながらも、「過剰な壁面緑化は、むしろ「鬱陶^{うつとう}しい（ルビは筆者）」という評価となってしまう可能性」のあること、壁面緑化を行う際には、「庭木等とのバランス、石材等を活用した壁材の使用などと、上手に組み合わせることが、景観的评价の点で重要」であると指摘している。

景観の改善についても、温熱環境と同様に施主に対して改善効果についての客観的な評価指標、定量的なデータを用意していくことが壁面緑化を普及させる上で重視されているものと考えられる。

7. 壁面緑化推進のための制度と課題

7. 1 建築物緑化に関する主な国の施策

7. 1. 1 緑化施設整備計画認定制度^{補注5)}

建築物の屋上、壁面、空地その他の敷地内の緑化施設の整備に関する計画（「緑化施設整備計画」）を市町村長が認定することで、緑化施設（事業用）に関する固定資産税の軽減等の支援措置を受けられる。緑化施設の固定資産税の課税標準を 5 年間は 2 分の 1 に軽減される。

民間の建築物の屋上、空地など敷地内を緑化する緑化施設整備計画を市町村長が認定することで、事業者が緑化に関して税制面で優遇措置を受けることができる制度。（都市緑地法第 60 条）

(i) 認定の対象となる緑化施設

- ① 「緑化施設」とは、樹木や地被植物などの植栽と、花壇、敷地内の保全された樹木、自然的な水流や池、これらと一体となった園路、土留、小規模な広場、散水設備、排水溝、ベンチ等をいう。
- ② 対象地区・対象建築物
認定の対象となる地区は「緑化地域」及び「緑の基本計画」に定められた「緑化地域以外の区域であって重点的に緑化の推進に配慮を加えるべき地区（緑化重点地区）」。
- ③ 対象建築物は以下のとおり。
 - ・民間、公共を問わず、全ての建築物が対象。
 - ・既存の建築物に緑化施設を整備する場合や、既存の緑化施設を再整備する場合なども含む。
- ④ 対象となる建築物の敷地の面積は緑化重点地区内（地区計画等緑化率条例により制限を受ける区域を除く）では 500m² 以上、緑化地域内及び地区計画等緑化率条例により制限を受ける区域内では 300m² 以上。
- ⑤ 緑化面積の敷地面積に対する割合は 20% 以上。

(ii) 緑化施設整備計画

- ・事業者が「緑化施設整備計画」を作成し、市町村長の認定を受けることが必要。
- ・緑化施設整備計画には次の事項を定める。

- ① 緑化施設を整備する建築物の敷地の位置および面積
- ② 整備する緑化施設の概要、規模、および配置
- ③ 緑化施設の整備の実施期間
- ④ 緑化施設の整備の資金計画
- ⑤ その他の図面等

7. 1. 2 緑化地域制度^{補注 5)}

用途地域のうち、良好な都市環境の形成に必要な緑地が不足し、建築物の敷地内において緑化を推進する必要がある区域について、都市計画に緑化地域を定めることができる。緑化地域に関する都市計画には、建築物の緑化施設の面積の敷地面積に対する割合の最低限度（緑化率）を定めるととなり、緑化率は 25%あるいは $(1 - \text{建蔽率}) \times 0.9$ を超えて定めることはできない。緑化地域内においては、敷地面積が一定規模以上の建築物の新築又は増築をしようとする者は、当該建築物の緑化率を都市計画に定められた緑化率の最低限度以上としなければならない。

（都市緑地法第 34 条）

(i) 指定要件

指定の要件は「用途地域が指定されている区域内」で「良好な都市環境の形成に必要な緑地が不足し、建築物の敷地内において緑化を推進する必要がある区域」。

(ii) 指定主体

緑化地域は、都市計画法における地域地区として市町村が計画決定を行う。

(iii) 緑化の義務づけの対象

① 義務づけの対象となるのは、敷地面積が原則 1、000m² 以上の建築物の新築又は増築。市町村は、特に必要がある場合、条例で敷地面積の対象規模を 300m² まで引き下げることができる。

② 増築の場合については、従前の床面積の 2 割以上の増築を行うものが対象。

(iv) 緑化の義務づけの内容

建築物の緑化率を原則として都市計画に定める緑化率の最低限度以上とすることを義務づけ。

なお、都市計画に定める緑化率の最低限度の上限は、

「敷地面積の 25%」 又は 「1－建ぺい率×10%」のうち小さい数値。

7. 1. 3 エコスクールパイロット・モデル事業^{補注6)}

地球規模の環境問題に対応するため、学校施設においても、環境負荷の低減や自然との共生を考慮した施設を整備するとともに、未来を担う子ども達が、環境問題を身近に感じられるような工夫を行うことが重要となっている。環境教育の教材として活用でき、地域の環境・エネルギー教育の発信拠点となる学校施設の整備を目的としたモデル事業である。

事業のタイプは以下のとおり。複数のタイプを併用することも可能である。

① 新エネルギー活用型

ア 太陽光発電型

イ 太陽熱利用型

ウ その他新エネルギー活用型（風力、燃料電池等）

② 省エネルギー・省資源型

③ 自然共生型

④ 木材利用型

⑤ 資源リサイクル型

⑥ その他

屋上緑化・壁面緑化については「自然共生型」事業として、施設整備費の 1/2 を補助。

7. 2 自治体の施策

7. 2. 1 東京都における屋上緑化の義務化

・2000 年 12 月に「東京における自然の回復と保護に関する条例」を改正され、2001 年 4 月施行された。

・敷地面積が 1000 m²（公共施設は 250 m²）以上の建築物を新築等する場合には、地上部について 20%以上、屋上について 20%以上、接道部について一定割合の緑化を行うことを義務づけた。

7. 2. 2 自治体の助成・融資制度例

屋上、壁面等の緑化を行う場合に一定の要件を満たした場合には、屋上や壁面を緑化する場合の設置に要する費用の一部について助成する制度の他、敷地の義務づけ緑化面積に算入可とする制度、

緑化にかかる費用を融資する制度、緑化にかかる税を減免する制度、建築物の容積率の緩和・割増をする制度等による緑化の支援施策が講じられている。（表 6 参照）

7. 3 制度上の課題等

（1）税制上の優遇措置の拡充

- ① 税制上の優遇措置として、緑の基本計画に定められた緑化地域又は緑化重点地区内で緑化施設整備計画を策定し、市町村長の認定を受けた場合には、5 年間は固定資産税の減免措置が講じられているが、対象地区も緑化地域又は緑化重点地区に限定されており、かつ優遇期間も 5 年間に限定されている。
- ② また、壁面緑化については対象要件となる建築物の緑化面積の算定に際しては、緑化しようとする部分の水平延長に 1.0m までと対象面積の垂直方向への参入条件が限定されている。さらに、事業用以外の緑化施設については、固定資産税の対象となっていない。

（2）自治体の助成制度の拡充

- ① 都の緑化率算入対象面積のうち、壁面で基盤を伴う場合には、基盤面積を算入できるが、直植えの場合、垂直方向は 1m に限定されている。
- ② 建物の屋上や壁面の緑化に対する自治体の助成制度も東京都特別区他相当数の自治体で現在普及しつつあるが、助成の対象について樹木と芝生等で助成額の上限に差を設けている例が見られるものの、整備された緑地の質や一般への公開性等についての評価は行われていない。
- ③ 助成の対象は緑化施設の設置に要する費用の一部であることから整備段階にとどまり、設置後の維持管理に対する助成措置は講じられていない。

維持管理段階に公費を投じることには、限界はあるが、管理段階での具体的なマニュアルや実地指導等のソフト施策の充実、共通部分での公的関与等の施策については、より積極的に検討されていくことが望ましいと考えられる。

（3）建築基準法との調整

一方、建築構造に関する建築基準法等による法規制、消防に関する消防法上の規制について、現行法では屋上緑化、壁面緑化等に関する個別の規定はなく、建築担当主事や消防担当者の判断と裁量に委ねられている部分が多い。建築基準法とも整合がとれた、屋上緑化や壁面緑化に関する技術基準や性能評価基準が未整備である。

表 6 緑化にかかる費用を助成する制度例

自治体名	事業内容
仙台市	屋上・ベランダ（以下「屋上等」）または壁面の緑化に際し、事業費の一部を補助する。対象となるのは、仙台市の緑化重点地区内及び同地区に接する敷地内の建物に対して、屋上等緑化の場合は 10m^2 以上、壁面緑化は建物壁面に沿って 3m 以上植栽する場合。補助金額は、以下の単価に植栽面積または植栽延長を乗じた額と緑化費用総額の $1/2$ の、いずれか少ない方の額。屋上等緑化 300 万円、壁面緑化（植栽） 10 万円、壁面緑化（補助資材） 200 万円を限度。屋上等緑化 5 万円/ m^2 、壁面緑化（植栽） 10 千円/ m 、壁面緑化（補助資材） 4 千円/ m^2 。
戸田市	建築物の屋上・壁面・ベランダを緑化する場合、工事費用の一部を補助する。対象となるのは、屋上は 3m^2 以上、壁面は 2m^2 以上、ベランダは 1m^2 以上緑化する場合。補助金額は、工事費の 1m^2 当たりの単価が 2 万円未満のときはその額を、 2 万円以上のときは 2 万円を基準額とし、緑化面積を乗じた額の 3 分の 2 を補助する。1 件当たりの補助金額の上限は 50 万円。
船橋市	建築物の屋上に 3m^2 以上の樹木を植えた際にかかった経費の 2 分の 1 （限度 20 万円）を助成。また、建築物の壁面に 2m 以上連続してツタ等を植えた際にかかった経費の 2 分の 1 （限度 5 万円）を助成。
千代田区	屋上緑化、壁面緑化、プランター整備を実施する際に、事業費の一部を補助する。助成額は、工事費の $1/2$ と基準単位（屋上緑化、壁面緑化の場合には緑化面積、プランターの整備の場合には設置基数とする） $\times$ 助成基準単価（屋上緑化を $20,000$ 円/ m^2 、壁面緑化を $5,000$ 円/ m^2 、プランター整備を $20,000$ 円/基）のいずれか小さい額（限度額 10 万円）。
中央区	新たに緑地を設ける場合で、一定の基準を満たすと事業費の一部を助成する。助成限度額は 50 万円とする。接道部緑化は、 $20,000$ 円/ m^2 を限度として、事業に要した経費の $1/2$ 。接道部以外の地上部緑化は $10,000$ 円/ m^2 を限度として、事業に要した経費の $1/2$ 。屋上等緑化は、屋上は $30,000$ 円/ m^2 、壁面は $5,000$ 円/ m^2 を限度として、事業に要した経費の $1/2$ とする。
港区	屋上・ベランダ・壁面の緑化に際し、事業費の一部を助成する。対象建築物は、敷地面積 250m^2 未満の新築及び既存の建築物。敷地面積 250m^2 以上で区の緑化基準を超え、さらに建築物上の緑化を行う既存建築物。敷地面積 $1,000\text{m}^2$ 以上で東京都の緑化基準を超え、さらに建築物の緑化を行う既存建築物。対象は屋上緑化で 3m^2 以上、ベランダ緑化で 1.5m^2 以上、壁面緑化で 10m^2 以上緑化する場合。助成金額は、助成対象経費の $1/2$ または、以下の単価に緑化面積を乗じた額の、いずれか小さい方の額。屋上緑化 30 万円、ベランダ緑化 15 万円、壁面緑化 20 万円を、同一箇所での一申請あたりの合計限度額は 40 万円を、それぞれ限度とする。単価：屋上緑化・ベランダ緑化 $20,000$ 円/ m^2 、壁面緑化 $15,000$ 円/ m^2 。

（注）都市緑化機構のデータ^{補注3}）を基に加工。

【補注】

- 1) (財)都市緑化技術開発機構(編) (1996) 『特殊空間緑化シリーズ②新・緑空間デザイン技術マニュアル』 誠文堂新光社
- 2) (財)都市緑化技術開発機構(編) (1996) 『特殊空間緑化シリーズ③新・緑空間デザイン植物マニュアル』 誠文堂新光社刊
- 3) 日経アーキテクチュア編 (2003) 『事例に学ぶ屋上緑化』 日経 BP 社
- 4) 国土交通省「公園とみどり」
<http://www.mlit.go.jp/crd/park/shisaku/ryokuchi/Shisetsuseibi> (参照 2013 年 11 月 13 日)
- 5) 文部科学省「環境を考慮した学校施設 (エコスクール) の整備推進」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/detail/1289498.htm (参照 2013 年 11 月 13 日)
- 6) 公益財団法人都市緑化機構 「都市緑化情報」
<http://urbangreen.or.jp/ug/greentech> (参照 2013 年 11 月 13 日)

【引用文献】

- 1) 梅干野晃・山下富大 (1983) 「ベランダ植栽による日射遮へい効果 (植栽の建築環境に及ぼす省エネルギー効果その 3)」『日本建築学会九州支部研究報告』: 133-136
- 2) 梅干野晃・山下富大 (1983) 「つる植物によるベランダ植栽の日射遮へい効果に関する実験研究」『日本建築学会建築環境工学論文集』: 141-146
- 3) 梅干野晃・山下富大 (1981) 「ツル植物による植栽スクリーンの日射遮へい効果、日射透過率と表面温度について」『日本建築学会建築環境工学論文集』: 141-146
- 4) 梅干野晃・茶谷正洋・八木幸二 (1985) 「ツタの西日遮へい効果に関する実験研究」『日本建築学会計画系論文報告集』: 11-17
- 5) 沖中 健・野島義照・小林達明・瀬戸祐直 (1994) 「つる植物の被覆がコンクリート建物の壁面温度に及ぼす効果」『千葉大学園芸学部報第 48 号』: 125-134
- 6) 野島義照・沖中健・小林達明・坊垣和明・瀬戸祐直・倉山千春 (1993) 「壁面緑化による建築物の壁面温度の上昇抑止効果の実証的研究」、『造園雑誌』、56(5)、115-120
- 7) 梅干野晃・山下富大 (1981) 「ツル植物による植栽スクリーンの日射遮へい効果、日射透過率と表面温度について」『日本建築学会建築環境工学論文集』: 141-146
- 8) 梅干野晃・茶谷正洋・八木幸二 (1985) 「ツタの西日遮へい効果に関する実験研究」『日本建築学会計画系論文報告集』: 11-17
- 9) 野島義照・鈴木弘孝 (2004) 「壁面緑化による夏季の壁面から屋内への熱流および熱流量の軽減効果」『ランドスケープ研究』 67(5) : 447-452
- 10) 伴資政・坂本雄三・寿浦光晴 (2001) 「シミュレーションによる壁面緑化の熱的効果の研究」『日

本建築学会大会学術講演梗概集（関東）』：43-44

- 11) 近藤三雄・鈴木誠孝（1983）「表面温度からみた都市植生の存在効果に関する実証的研究」『造園雑誌』47(1)：1-15
- 12) 高尾京子・谷本潤・萩島理（2003）「ヒートアイランドのパッシブコントロール手法としての軽量壁面緑化コケパネルの開発 新しい基盤材の検討及び熱特性の把握」空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集
- 13) 渋谷圭助・佐藤澄仁（2004）「パネル設置型および下垂型壁面緑化における温熱環境評価」『日本緑化工学会誌』30(1)：211-214
- 14) 鈴木弘孝・三坂育正・村野直康・田代順孝（2005）「壁面緑化による建物外部の温熱環境改善効果に関する研究」『ランドスケープ研究』68(5)：503-508
- 15) 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
- 16) 野島義照（1998）「都市における植生からの蒸散による夏期の温熱環境改善力に関する研究」京都大学学位論文
- 17) 萩島理・谷本潤・高尾京子（2005）「壁面緑化システムの熱収支構造に関する屋外観測」『日本建築学会技術報告集 N0.22』：253-258
- 18) 三坂育正・鈴木弘孝・藤崎健一郎・成田健一・田代順孝（2005）「壁面緑化植物の蒸散作用による温熱環境改善効果」『環境情報科学論文集 No.19』：113-116
- 19) 鈴木弘孝・三坂育正・田代順孝（2006）「蒸発散量の計測によるパネル型壁面緑化の温熱環境改善効果」『日本緑化工学会誌』32(1)：80-85
- 20) 鈴木弘孝・三坂育正・田代順孝（2007）「蒸発効率を指標とした壁面緑化の蒸発特性」、『ランドスケープ研究』70(5)：401-406
- 21) 近藤三雄（1990）「壁面緑化」日本緑化工学会（編）『緑化技術用語辞典』山海堂
- 22) 沖中健（1998）「立面緑化」日本造園学会（編）『ランドスケープ体系 4 ランドスケープと緑化』181-189 技報堂出版
- 23) 沖中健（1984）「つる植物の造園的利用に関する研究」『千葉大学園芸学部学術報告』第34号：165-206
- 24) 東京都産業労働局農業試験場（2003）『壁面緑化の現況調査』東京都産業労働局農業試験場（編）
- 25) 渋谷圭助（2005）「立体緑化のための植物材料の生産」下村孝・梅干野晃・興水肇編、『立体緑化による環境共生』ソフトサイエンス社、215-220
- 26) 下村孝（2001）「壁面緑化材料の利用特性と利用上の課題」『日本緑化工学会誌』27(2)：399-406
- 27) 渋谷圭助（2005）「立体緑化のための植物材料の生産」下村孝・梅干野晃・興水肇（編）『立体緑化による環境共生』215-220 ソフトサイエンス社、
- 28) 吉田伸治、原山和也、大岡龍三、村上周三（2002）「NCR01 を利用した屋上緑化・地上緑化の効果の検討（屋外温熱環境形成寄与率 CRO に関する研究その4）」、『日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）』，927-928

- 29) 冲中 健 (1998) 「立面緑化」日本造園学会(編)『ランドスケープ体系 4 ランドスケープと緑化』
181-189 技報堂出版
- 30) 下村 孝 (2001) 「壁面緑化資材の利用特性と利用上の課題」『日本緑化工学会誌』27 (2) : 399-406
- 31) 武藤浩・興水肇・原田鎮郎・佐久間護 (2001) 「建築物の壁面緑化に関する研究その 2 一般人の
評価構造に基づく計画上の課題の抽出」『日本建築学会大会学術講演梗概集 F-1 分冊 』: 683-684
- 32) 日本政策投資銀行 (2004) 「都市環境改善の視点から見た建築物緑化の展望」
- 33) (財)都市緑化技術開発機構編 (1996)『特殊空間緑化シリーズ②新・緑空間デザイン技術マニュアル』誠文堂新光社刊
- 34) (財)都市防災美化協会 (1986)『壁面緑化の有効性に関する研究』(財)都市防災美化協会

Study Trends and Problems for Spreading the Wall Greening

Hiroataka Suzuki

Abstract

This paper was arranged recent study trends, including radiation environment and surface temperature, heat income and expenditure, and transpiration effect, intended for the wall greening in the three-dimensioned building greening, as a review of the previous studies on mitigating the heat-island phenomenon which has been becoming obvious in an urban area of large cities in recent years. Based on the literatures, improving mechanism of the thermal environment was put in order from the point of income and expenditure of radiation and heat, and the main types of the wall greening could be divided into six and the species and characteristic of main climber plants, which have been usually used for the wall greening, were arranged. Furthermore, the technical problems which required for spreading the wall greening were pointed out, such as the accumulation of fundamental data on the thermal environment and cost reduction. And based on the administrative data and so on, the present situation and problems of the national system and the assist system of the public organizations were summarized in order to promote the wall greening.

Keywords : wall greening, heat-island, building greening, urban environment, thermal environment