



第Ⅱ編

都市建築空間緑化編



第1章 都市建築空間の緑化の効果

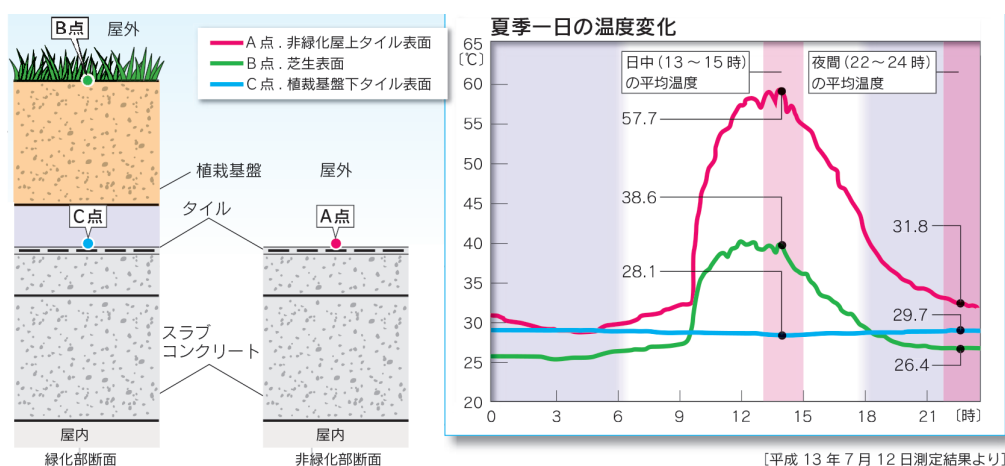
- (1) 土地の制約の大きい都市域において、屋上や壁面などの建築空間を緑化すると、日射の遮蔽効果により屋上や壁面からの熱の焼き込みを防止し、室温の上昇をかなり抑制できることが実験的に確かめられており、「パッシブ・クーリング」(Passive Cooling：自然エネルギー利用冷房)として注目されている。
- (2) 都市建築空間の緑化による省エネルギー効果は、電力消費の削減、ひいては化石燃料消費の削減につながることから、大気浄化の面でも効果が見込まれる。

解説

1 屋上・壁面緑化による日射の遮蔽効果

国土交通省(2009)では、既存建築物への屋上緑化技術の適用検討と屋上緑化の効果の検証を行うため、2000年に庁舎屋上の緑化整備を行い、2001年度から2006年度までの6年間、継続的な調査により、屋上緑化における植物の生育状況の把握や様々な効果の検証を行った。

都市の熱環境の改善に関しては、屋上緑化の有無による屋上の温度の違いを測定し、図Ⅱ.1.1-1に示すように、緑化していない場合の真夏の屋上温度は60℃まで上昇したのに対し、緑化した場合は植物の蒸散や土壌による断熱効果により芝生表面では日中でも40℃程度までしか上がらず、土壌の下建物本体では一日を通じてほとんど温度が上がらないことを確認した。



また、屋上緑化の有無による建物内部への熱の出入りを調べた結果、図Ⅱ.1.1-2に示すように、緑化していない場合、夏季の晴天日の日中、550W/m²の熱流が建物内部へ流入するのに対し、緑化した場合には、0～1.0W/m²で建物内部への熱の流入がほとんどなかった。一方、夜間では、緑化した場合は、日中に建物躯体に蓄積される熱が少ないため熱の放出はごくわずかであるが、緑化していない場合には、昼間に蓄積された熱が屋外に放出されることから、屋上緑化による断熱が夜間の熱環境改善に役立つことが明らかにされた。

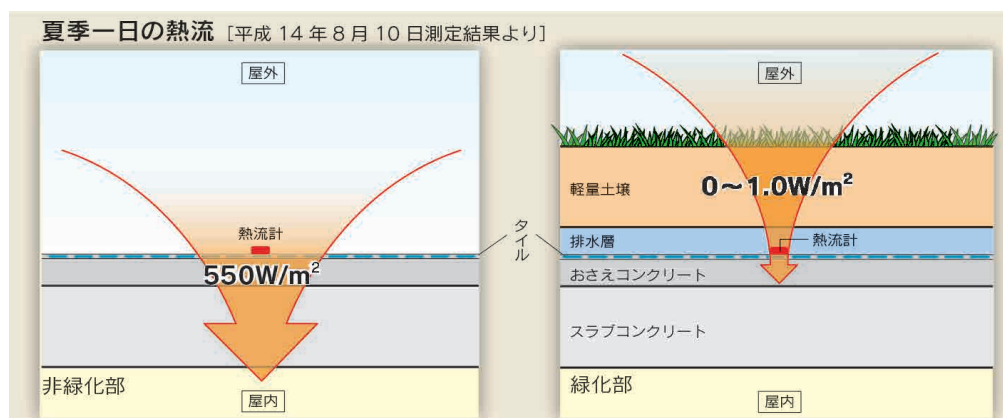
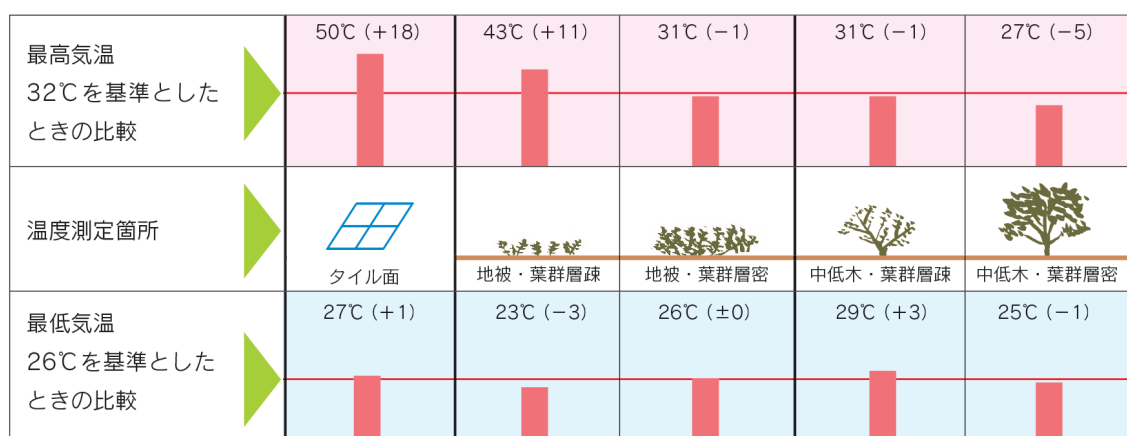


図 II.1.1-2 緑の断熱作用による建物へ出入りする熱量の抑制（国土交通省ホームページ）

また、植物体による遮蔽効果を明らかにするために、植物の根元で温度を計測し、植栽のタイプごとの地表面温度を下げる効果も調べた。その結果は、図 II.1.1-3 に示すように、枝葉が密に茂っている中低木の根元では、日中の最高気温が外気温より約 5℃ 低く、緑化していないタイル面に比べると 20℃ 以上低下していた。これらの測定結果から、日射を遮る枝葉の密度や葉群層と地表間の空気の動き（空間熱対流）が温度を下げる効果と密接に結びついているものと考えられた。



[平成 15 年 8 月 11 日測定結果より]

図 II.1.1-3 植栽タイプによる遮蔽効果の違い（国土交通省ホームページ）

このほか、鳥類の飛来状況や昆虫類の変化についても調べている。鳥類の飛来については、6 年間の通算で 2 目 9 科 11 種の鳥類が確認されている。ヒヨドリ、ジョウビタキ、ツグミ、シジュウカラ、カワラヒワなどが確認されたが、これらはいずれも、いわゆる都市鳥と呼ばれる鳥類で、また緑の状況を反映して草地や低木主体の開放的な空間を好む鳥類が主体であった。また、昆虫類については、6 年間の通算で 10 目 66 科 178 種の昆虫類が観察され、その初期には庭園整備に伴い植物や土壤に付着して運び込まれた昆虫類が主体であったが、やがてこれらの種が環境に応じて徐々に淘汰される一方、飛翔能力の高い種が周辺緑地などから飛来し、増えつつあることが確認されている。

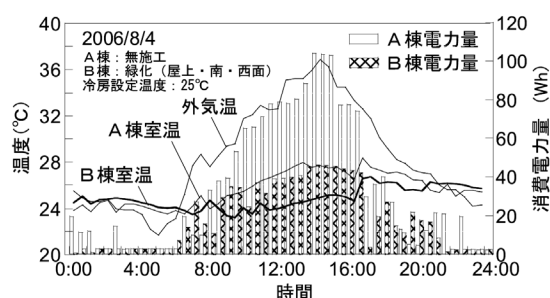
2 緑化による省エネルギー効果

地球環境問題の中でも最も重要な課題の一つとして、地球温暖化の抑制・防止対策がある。これには二酸化炭素の排出抑制や緑による吸収・固定のための緑地整備などが挙げられるが、消費エネルギーの削減が急務になっている。

都市域においては、ヒートアイランド現象や都市の砂漠化などの都市気候が問題になっている。夏季におけるクーラーの運転は建物内部の冷房には有効であるが、都市全体でみれば熱の発生源になっており、結果的に都市の気温を高める悪循環を引き起こしている。

これらを解決する施策の一つとして、都市域に緑地や水面などの自然面を保全・創出することが挙げられる。都市域に緑地が増えると、水分の蒸発散が活発になり気象緩和効果が得られ、エネルギー消費の削減に繋がるとともに、ひいては大気環境の改善の面でも十分な効果が期待される。このような都市気候、都市の熱環境の改善策として、都市の中で未利用な空間となっている建築物の屋上や壁面などの建築空間の緑化が提唱され、その省エネルギー効果に関しても研究が進められつつある。

山崎ら（2009）は、熱的薄い壁体（断熱材を用いていない壁体）を有する実験棟2棟を対象とした実験を行い、屋上・壁面緑化の熱的特性を非緑化面及び寒冷紗覆面と比較し、屋上・壁面緑化による冷房負荷低減効果を定量的に評価した。その結果、緑化による日射遮蔽効果により、緑化棟の室温は非緑化棟と比べて低く、冷房した場合には消費電力量の大幅な低減効果が認められた。特に、屋上・南・西面を緑化した場合には、非緑化棟と比べて40～45%減となり、大きな省エネルギー効果が得られた。また、相当熱貫流率（壁などの熱の伝わりやすさを表わす値で、値が小さいほど熱の伝わり方が少なく、断熱性が高い）を算出すると、屋上・南・西面を緑化した場合の相当熱貫流率は $1.09\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ と試算され、全面無施工の実験棟（ $2.47\sim 2.54\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ）、全面寒冷紗施工の実験棟（ $1.52\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ）に比べて小さくなり、断熱性が高まることが確認された。



図Ⅱ.1.1-4 室温・外気温・消費電力の経時変化
(山崎ら、2009)

表Ⅱ.1.1-1 各実験棟の熱貫流率の算出結化
(山崎ら、2009)

実験① 2006年度 実験棟の壁面状況	熱貫流率 K [W/m ² K]	実験② 2007年度 実験棟の壁面状況	熱貫流率 K [W/m ² K]
B棟: 屋上・南・西面緑化	1.09	B棟: 屋上・南・西面緑化, 東・北面寒冷紗	1.09
B棟: 屋上面緑化	1.52	B棟: 屋上・南・西面緑化, 北面寒冷紗	1.27
B棟: 屋上・南面緑化	1.63	B棟: 屋上・南・西面緑化, 東面寒冷紗	1.31
B棟: 屋上・西面緑化	1.77	A棟: 屋上・東・南・西・北面寒冷紗	1.52
A棟: 南・西面緑化	1.81	A棟: 屋上・南・西・北面寒冷紗	1.85
A棟: 南面緑化	1.90	A棟: 東・南・西・北面寒冷紗	2.03
A棟: 西面緑化	2.18	A棟: 屋上・東・北面寒冷紗	2.18
A棟: 緑化面なし	2.47	A棟: 緑化面なし, 寒冷紗なし	2.54

東京電力株式会社（1989）は、既存建築物の屋上緑化が比較的容易に行える可能性が大きい陸屋根形の屋上を対象にして、屋上緑化によって冷房負荷が低減し、その結果空調設備の使用が減った場合の電力消費量の削減量を比較した。その結果の一部を表Ⅱ.1.1-2に示す。対象地域としては、東京都区部を想定している。東京都都市計画局（当時）によると、都内で屋上利用が可能と考えられる陸屋根面積は約1,900haであり（面積割合は全体の約3.74%。これは、都全体の公園緑地面積の約29%、東京23区内の農地・山林の4.2倍にも相当する）、このうち14%はテ

ニスコート、プール、庭園などに使用されており、残りの86%は未利用で、今後屋上緑化の利用が可能であると考えられる。したがって、屋上緑化が比較的簡単にできる陸屋根面積は約3.2%となる。この屋上の未利用空間を有効に利用して全てを緑化した場合、真夏のピーク負荷時の電力需要の削減量は、最大31万kWh(2.6%)になるものと試算されている。

表Ⅱ.1.1-2 東京都区部の屋上緑化による電力需要削減量の試算結果(東京電力株式会社、1989)

建物の用途	事務所など	集合住宅
最上階の冷房負荷(ピーク時)	87.2kcal/h・m ²	39.5kcal/h・m ²
区部全体の冷房負荷	9.7 × 10 ⁸ kcal/h	3.4 × 10 ⁸ kcal/h
屋上緑化による負荷低減率 (芝生あるいは藤棚)	16%	31%
冷房負荷の削減量	2.7 × 10 ⁸ kcal/h	
電力消費量の削減量	31 万 kWh	

・東京都区部面積: 610km²
 ・区部面積に対する陸屋根の未利用面積の割合: 3.2%
 ・区部の未利用の陸屋根面積: 20km²
 ・建物用途別陸屋根面積: 事務所など: 11km²、集合住宅: 9km²
 (東京都区部における事務所建物と集合住宅の割合 = 25.1%: 19.1%)
 ・事務所建物等内訳: 官公庁施設 1.2%、教育文化施設 6.1%、厚生医療施設 10.0%、
 事務所建築物 5.1%、専用商業施設等 2.0%、住商供用建物 9.7%、集合住宅 19.1%
 出典) 大成建設株式会社(1989): 東京電力株式会社委託調査「屋上緑化に関する調査」報告書

横浜市環境科学研究所は、夏季のヒートアイランド対策として家庭や学校でも手軽に行え普及しつつある緑のカーテンについて、緑のカーテンによる省エネルギー効果とCO₂削減効果について検討した(佐俣・福田、2009)。南側に面したガラス窓外側に植えられた8m²の緑のカーテンを想定し、7～9月の夏季3ヶ月間での緑のカーテンによる省エネルギー効果とCO₂削減効果を試算した。緑のカーテンを設置した場合の省エネ効果は、家庭用エアコン約1台分を7～9月の夏季の3ヶ月間、毎日1時間から1時間半程度稼働させた分に相当するものと推測され、またこの間のCO₂削減量はスギの約9本分に相当するものと推測された。

冷房の消費電力量の削減量の試算

緑のカーテンにより夏季3ヶ月間で窓のガラス面の単位面積当たりに削減される熱量は、

$$\Delta Q = 481 \text{ MJ/m}^2$$

エアコンの消費電力の削減量 ΔE は次式のとおり。

$$\Delta E = (\Delta Q/3600) \times (1/C) \text{ kWh/m}^2$$

ここで、Cは一般に冷房COP値(冷房機の消費電力に対する室内を実際に冷やす能力の比)と呼ばれる定数で、ここでは省エネルギーセンターのデータにより、一般住宅を想定してエアコン冷房能力2.8kWの製品の冷房COP値より、 $C = 4.97$ とした。

8m²の緑のカーテンを設置した場合の消費電力削減量を ΔE_0 とすると、

$$\Delta E_0 = \Delta E \times 8\text{m}^2 = 228.9\text{kWh}$$

省エネルギーセンターのデータより計算したエアコン1台分の夏季3ヶ月間の平均消費電力量は $H = 213\text{kWh}$ となる。

よって、 ΔE_0 と H より、夏季3ヶ月間での削減電力量に見合った平均的なエアコンの稼働台数 G は、

$$G = \Delta E_0 / H = 1.07 \text{ 台}$$

したがって、面積8m²の緑のカーテンによる省エネルギー効果は8畳用家庭エアコン約1台分に相当し、この時のエアコンの一日の平均稼働時間は1時間～1時間半程度であるとみなせる。



第2章 都市建築空間の緑化

1. 都市建築空間の現状と緑化の可能性

1-1 都市建築空間の現状

- (1) 土地の制約の大きな都市市街地においては、今後、緑地の飛躍的な拡大を図ることは困難であり、土地の有効活用が求められている。近年、中高層の業務ビルや集合住宅などの建築物が著しく増えていることから、屋上・ベランダ・壁面などの従来利用されることの少なかったこれらの建築空間を活用し、緑地を整備していく余地は十分にある。これらの建築空間は、土地の制約の大きな都市域にあって、貴重な緑化スペースになりうる。
- (2) 都市の建築物等の屋上には、通常、エレベーター設備、給水槽、冷却塔、換気塔などの付属施設があり、実際に緑化できる場所は限定される場合も多いが、未利用な空間もかなり残されている。また、これらの施設も技術の進歩によりコンパクト化しつつあり、今後、緑化の可能性が増大することが見込まれる
- (3) 近年においては、屋上緑化や壁面緑化の技術が進み、またヒートアイランド対策として地方公共団体が屋上緑化や壁面緑化を積極的に推進していたり、都心の高層ビル群で地域冷暖房が進められるなど、ビル屋上の利用形態が従来に比べると大きく変化しており、大気浄化植樹の余地が広がっている。

解 説

泉ら（2004）は、東京都 GIS データとデジタル空中写真を用いて、東京都 23 区の屋根面積の実態把握と陸屋根で屋上緑化が可能な屋上面積の推計を行った。

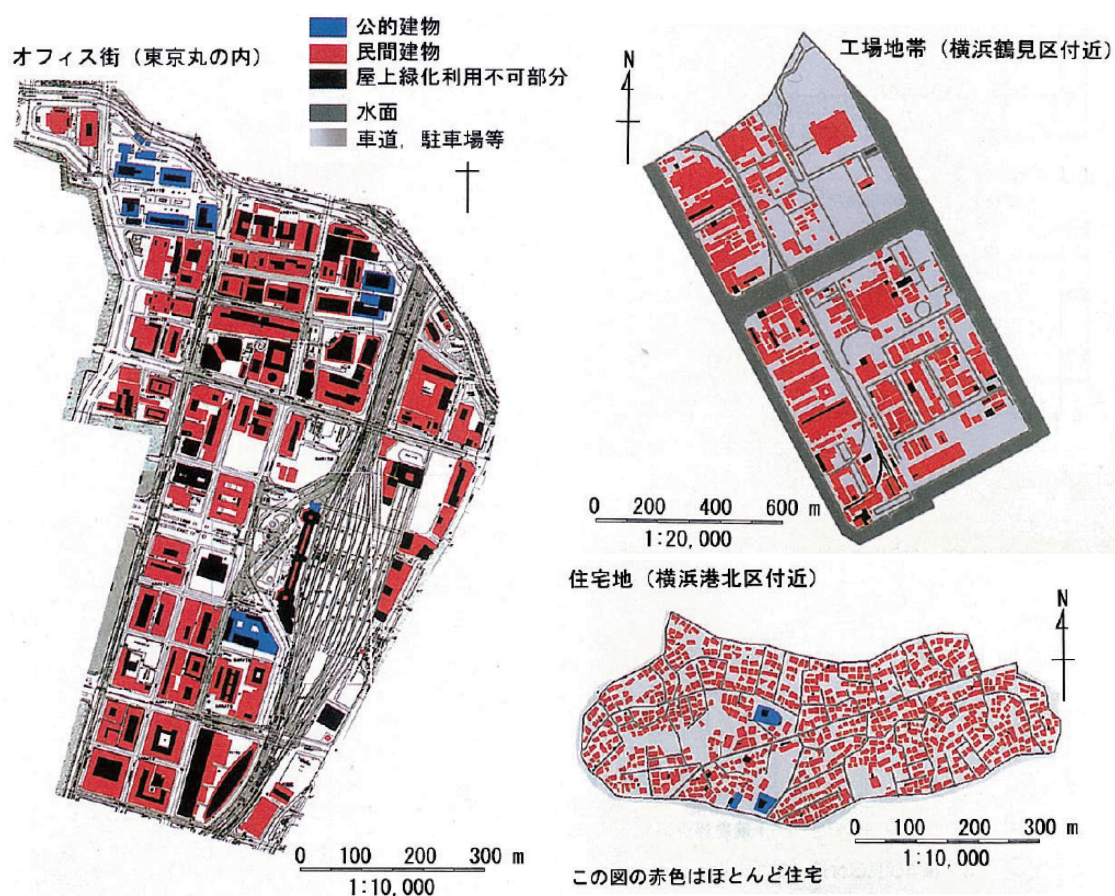
東京都 23 区の屋根面積は 16,491ha と推定され、その内訳は耐火構造建築物の屋根が 6,800ha、木構造の屋根が 9,691ha であった。屋上緑化の対象となる建物を、躯体構造の堅固な耐火構造建築物の陸屋根に限り、また屋上の利用状態の判読から屋上緑化可能率を推計した結果を、表 II.2.1-1 に示す。屋上緑化可能面積は東京都 23 区で 4,917ha で、23 区の全面積の約 8% と推定された。建築用途別の屋上緑化可能面積の比率は住宅系が最も大きく（約 81%）、階数別では 1-2 階（低層）が最も大きかった（約 84%）。このうち特に住宅系の 3-5 階（中層）は 1 区分で 1,514ha、全体の 31% を占めた。このため、今後の施策として、中層の住宅系に重点的に対策を行うことが屋上緑化面積を増やす上で効果的であることが示唆された。

表 II.2.1-1 東京都 23 区の建物構造・用途・階層別の屋根面積（ha）及び屋上緑化可能率（%）（泉ら、2004）

面積 ha(%)	公共系	商業系	住宅系	工業系	合計
1-2階(低層)	274(79%)	164(86%)	198(87%)	178(86%)	813(84%)
3-5階(中層)	537(77%)	470(77%)	1,514(83%)	253(66%)	2,773(79%)
6-15階(高層)	100(64%)	505(70%)	617(76%)	74(79%)	1,296(73%)
16階-(超高層)	4(56%)	27(40%)	5(31%)	0(0%)	36(39%)
合計	915(76%)	1,165(74%)	2,332(81%)	505(74%)	4,917(78%)

坪松ら（2002）は、丸の内などのオフィス街、横浜市港北区の住宅地、横浜市鶴見区の工場地帯などで上空からの映像を用い（ヘリコプターにより高度約200～300mから地表写真を撮影）、それぞれの地域での屋上緑化可能面積の推定を行った。その結果の一部を図Ⅱ.2.1-1に示す。

最も屋上緑化が期待される東京都の丸の内のようなオフィス街では、建物の面積に比べ道路面積の割合が多く、ビル屋上での緑化可能面積は必ずしも多くはない。しかし、かつては屋上や壁面を植生で覆うことは躯体保護の面から問題もあったが、近年の建物は防水機能が向上し、逆に植生が壁面劣化のもととなる躯体表面の温度変化の緩和や紫外線の遮断など、緑化の効果が期待されていることから、屋上緑化への期待は大きいと考えられる。また、都市域の住宅地では、地価の問題から、建蔽率一杯に建物が建てられるが、屋根の総面積は地域面積の30%近くにあり、それらが緑化できると、都市域に占める緑の量の増加に貢献できることが示唆された。



図Ⅱ.2.1-1 用途の異なる地域での建物屋上の利用状況の例（坪松ら、2002）

1-2 屋上・壁面などにおける緑化の可能性

- (1) 都市の市街地で広大な緑地を新たに創出することは、市街地再開発でも行わない限り容易なことではないが、屋上・ベランダ・壁面などの建築空間には工夫次第で緑化の余地があり、今後の都市緑地整備の主要なターゲットになりうる。これらは、個々の施設や敷地の規模でみれば小面積に過ぎないが、都市全体の総体でみれば、相当程度に大きな割合を占めることになる。
- (2) 特に、近年においては、軽量の生育基盤や植栽コンテナ、様々なタイプの緑化パネルなどの屋上・壁面緑化の技術が進み、施工事例も増えて一般の人々にも周知されるようになってきていることから、今後、大気浄化植樹の面でもおおいに期待される場所である。
- (3) ただし、建築空間における緑化を成功させるためには、植物の生存と生育に必要な環境条件（生育条件）を十分に確保できるか否か、また、植栽後のメンテナンスが確保できるか否かが重要なポイントになってくる。

解 説

建築空間における緑化対象空間は建築物の外構、屋上、ベランダ・テラス、壁面、室内に大別されるが、それぞれの緑化の可能性を表Ⅱ.2.1-2に示す。

表Ⅱ.2.1-2 建築空間別の緑化の可能性

建築空間	緑化の可能性
外 構	都心部に林立する高層ビルなどでは、容積率の代償などとして公開空地を設けることが前提になっており、ビル周辺を対象に緑化の可能性は十分にある。
屋 上	建築物の屋上は荷重制限などの制約があるが、日照や降水は確保されているため、工夫次第で緑化が可能である。 しかし、生育基盤が一般に薄いことや、ビル風の発生に対する防風対策、日射の照り返しや地下からの水分供給がないため乾燥化しやすいなど、一般の自然地盤の緑地に比べると、生育条件はかなり厳しいといわざるをえない。 また、エレベーター設備や給水塔等の付属設備、避難路の確保、プライバシー保護や防犯のための出入りの制限など、緑地整備に当たり調整が必要な事項も多い。
ベランダ・テラス	ベランダやテラスは、周辺の路上や建築物から視認されやすく、景観上重要な場所でもあることから、緑化を推進したい場所である。特に集合住宅でのベランダは、大地とのふれあいが希薄になった都市住民にとって、草花や緑などの身近な自然に接する絶好の場である。市民一人一人が自主的・積極的に緑化を実践できる場であることから、環境保全や緑化に関する市民への啓発の意味でも、緑化の効果は大きい。
壁 面	壁面は、その空間的特性から、植栽面積の割に大きな緑被面積が得られる点に最大の特徴がある。しかも、周辺から視認されやすい場所であるため、緑化の対象地としても重要な場所である。エネルギー消費量の削減の面では、西日を受けやすい建築物西側の壁面が特に重要であるが、最近は総ガラス張りのビルも多く、反射により西側だけとも限らない。 生育環境としての環境条件は、壁面の向きや周辺の建築物との関係で日照・降水・風などの条件に差がでやすいため、緑化に際しては、これらの点に十分配慮する。 建築物壁面の延長上には高速道路や鉄道の高架、遮音壁などの緑化があり、特に都市域においては、緑化の必要性が高い場所の一つになっている。接道部での塀や道路沿いの遮音壁など、自動車排出ガス発生源に近い場所では特に有効であると考えられる。
室 内	都市建築空間の緑化の究極的な場所に室内の緑化（アトリウム）がある。NASA（アメリカ航空宇宙局）では、宇宙基地での生活を想定して、植物の大気浄化機能に着目して植物を室内の空気浄化に利用する方法を研究し、植物を利用した室内の空気浄化システムなどが開発されている。

2. 新築建築物の緑化と既存建築物の緑化

- (1) 建築空間の緑化では、新築あるいは増築の場合には、当初の計画・設計段階から屋上緑化や壁面緑化を計画的に盛り込んでおけば、本格的な緑化が可能である。
- (2) これに対して既存の建築物の場合には、建築物の老朽度、耐荷重、屋上付属施設の配置などが問題になってくるため、事前にこれらを十分に把握した上で、建築物の保全上無理のない範囲内で適切な緑化手法を検討する必要がある。特に、都市域に圧倒的に多い既存建築物の建築空間は、都市緑地の拡大の上でも、また大気浄化の上でも見逃せない。

解 説

都市の建築空間を緑化する場合、新築・増築の建築物と既存の建築物とでは緑化の選択の幅が大きく異なる。

新築・増築の場合は、計画設計段階から緑化することを前提として、荷重、防水、給水、排水等を十分考慮して建築構造、植栽構成を検討することになるため、本格的な緑化が可能である。

一方、既存の建築物の場合には、事前にその建築物がどの程度の植栽に耐えられるか、建築躯体の荷重余力や防水層がどこまで耐えられるかなどを調査・判断し、その範囲内である程度安全率も見込んで植栽基盤の軽量化を図りながら植栽構成を検討することになる。



① 既存建築物の屋上緑化

築40年の既設の庁舎本館屋上を全面改修して屋上緑化を行っている。耐荷重が制限されていることから、軽量化に努めるとともに、防水対策、排水対策などが重要になってくる。盆栽仕立ての信楽焼の植栽鉢も移動可能で、工夫されている。

(目黒区総合庁舎本館目黒十五庭 /
東京都目黒区上目黒)

既存建築物の屋上緑化②

ステップガーデンは、建物を一つの山と見立て、花鳥風月をテーマに四季の変化が楽しめる植栽である。南側が屋上階まで連続するような階段構造で、各階の植栽はルーフの植込みと一段低い部分に張り出したプランターから構成されている。

(アクロス福岡ステップガーデン /
福岡県福岡市中央区天神)



3. 本格的な緑化と簡易的な緑化

- (1) 都市域において建築空間の緑化を進める場合、市街地再開発やビルの建て替えの場合には、計画・設計段階から緑化することを盛り込めば、永続的かつ本格的な緑化が行える。
- (2) 既存建築物の場合には、諸般の事情によりそれが困難な場合も少なくないため、移動可能な緑化や簡易的な緑化であっても構わない。肝心なことは、与えられた条件の中でいかに工夫して、都市全体の総量としての緑を増やせるかである。

解説

都市の建築空間に緑化を行う場合、その緑は建築物の寿命によって存続が規定されてしまうが、最近は技術開発の進歩に伴い、建築物の耐用年数も長期化しているため、かなり長期に渡って安定した状態で緑を維持することも可能になってきている。このため、建築物を新築あるいは増築する際には、当初から緑化計画を盛り込んで永続的かつ本格的な緑化を図るのが望ましい。

しかしながら都市域に圧倒的に多いのは既存ビルや一般の住宅地であり、再開発の機会を除くと、これらの緑化を図っていくことが今日の都市緑化の重要な課題の一つであり、大気環境の改善を主眼とした大気浄化植樹の課題にもなっている。

これらの既存建築物では、耐用年数や積載荷重などの点で問題がある場合や、また屋上などでは、給水槽や空調設備などが所狭しと設置され、緑化のスペースがほとんど残されていない場合も多い。このような場所では、与えられた条件の中で、様々に工夫を凝らしながら緑化を図るという姿勢が重要である。

したがって、用地難などのために緑地の飛躍的な拡大を図るのが困難になっている今日の都市域においては、従来利用することがほとんどなかった建築空間をいかに工夫・利用して緑化を進めていくことが重要な鍵となる。その意味では、屋上に植栽された芝生や、外構やベランダなどに置かれたプランターや鉢に植えられた中低木や草花にも大きな意義がある。



◀ アクロス福岡

隣接する天神中央公園との一体化を意図した屋上緑化スペースの「ステップガーデン」。当初から屋上緑化を取り入れた建築設計がなされている。

緑化面積 5,400m² とわが国の屋上緑化施設の中でも最大規模を誇る。

構成樹木は、建設当初 76 種、37,000 本、現在では鳥散布などによる他所からの侵入もあって 120 種、50,000 本程度に達している。

ヒートアイランド現象の緩和、断熱効果による冷房負担の軽減効果などが温熱環境実測調査などにより検証されている。（福岡県福岡市中央区）



◀ 目黒区総合庁舎本館

目黒十五庭

数寄屋建築で有名な村野藤吾氏の建築作品である築40年の既設の本館屋上を全面改修。

信楽焼の120年生盆栽仕立てのゴウマツを多用した区民・職員の憩いの場となっている。

設計・施工・監理の一切を東京農業大学の教員とOB、学生で行った意欲的取組で、維持管理・運営も区職員ボランティアチームと学生・業者委託のワークシェアで実施している。

(東京都目黒区上目黒)

六本木アークヒルズ ▶

サントリーホール屋上の人工地盤を緑化。

屋上やテラスを活用したルーフガーデン、フォーシーズンズガーデン、ローズガーデン、コンテナガーデンなどがある。

コンテナガーデンは、移動可能なプランターコンテナをケヤキなどの高木の周りに並べて中低木を植栽し、彩をそえている。

(東京都港区六本木)



◀ JR さいたま新都心駅

トイレの出入口の壁面緑化

駅構内のトイレの出入口という目立たないスペースを活かして、壁面緑化の生育基盤と耐陰性があり強健なツル植物を導入し、緑化を図っている。

従来はこのような場所では植物は育ちえなかったが、このような室内空間でも適切な照明さえあれば、緑化が可能になってきている。

(福岡県福岡市中央区)

4. 建築空間の植栽上の問題点

4-1 緑化地としての建築空間の環境条件

建築空間の緑化対象地は、通常 of 自然地盤の緑化地に比べて、以下に挙げるように、植栽木の生育にとってかなり厳しい環境条件（生育条件）下にある。

- ① 植栽基盤は、多くの場合人工地盤であり、有効土層に乏しい。
- ② 地下からの給水がないため灌水が必要であり、夏季に乾燥しやすい。
- ③ 逆に排水対策を十分に行わないと、排水が悪く、根腐れしやすい。
- ④ 高架下などでは、構造物により日陰になりやすく、日照条件が悪い。
- ⑤ ビル屋上や壁面では日射の照り返しが強く、熱線反射ガラスにより西日を受けやすい。
- ⑥ ビル風が発生しやすく、常に風が強い。

解 説

建築空間の植栽対象地においては、建築空間特有の気象条件、土壌状況、水分条件が植栽した植物の生育や成長に影響を及ぼす。これらの環境条件は、基本的には植物の生育にとって厳しい環境であり、建築空間の植栽対象地における主な環境圧を表Ⅱ.2.4-1に示す。建築空間での緑化の際には、これらの環境圧に応じて、植栽基盤の充実、植栽樹種の選定、植栽の配置や構成、植栽密度、植栽方法、植栽後の養生と維持管理などを十分に検討し、適切な対策をとる必要がある。

表Ⅱ.2.4-1 建築空間の緑化対象地と主な環境圧

主な環境圧	外構	屋上	ベランダ	壁面	高架下
① 強風による生育阻害や風倒	○	○	○	○	
② 日照不足	○			○	○
③ 照り返しによる日焼け	○	○	○	○	
④ 有効土層不足	○	○	○	○	
⑤ 水分不足		○	○	○	○
⑥ 地温変化増大による生育阻害		○	○	○	
⑦ 栄養不足		○	○	○	
⑧ 根の過密による生育阻害		○	○	○	

4-2 植栽が建築物に及ぼす影響

- (1) 建築空間の緑化で注意すべき点は、植栽後の時間の経過に伴い植栽木が成長し、積載荷重が指数関数的に増加するなど、緑化後の経年変化を十分考慮する必要がある。
- (2) 樹木という「生き物」を扱うため、以下に示すように植栽が建築物に及ぼす影響があるため、実施にあたっては、十分な対策を講じることが重要である。

《屋上緑化が床面等に及ぼす影響》

- 根の伸長による防水層への影響（反面、被覆により防水層の劣化を防ぐ利点もある）
- 経年変化による樹木の成長に伴う積載荷重の増加
- ルーフドレイン（排水施設）の目詰まりによる漏水トラブル

《壁面緑化が壁面等に及ぼす影響》

- 根の着生・伸長による壁面の劣化、それに伴うタイル・漆喰等の剥離
- 壁面の汚れ

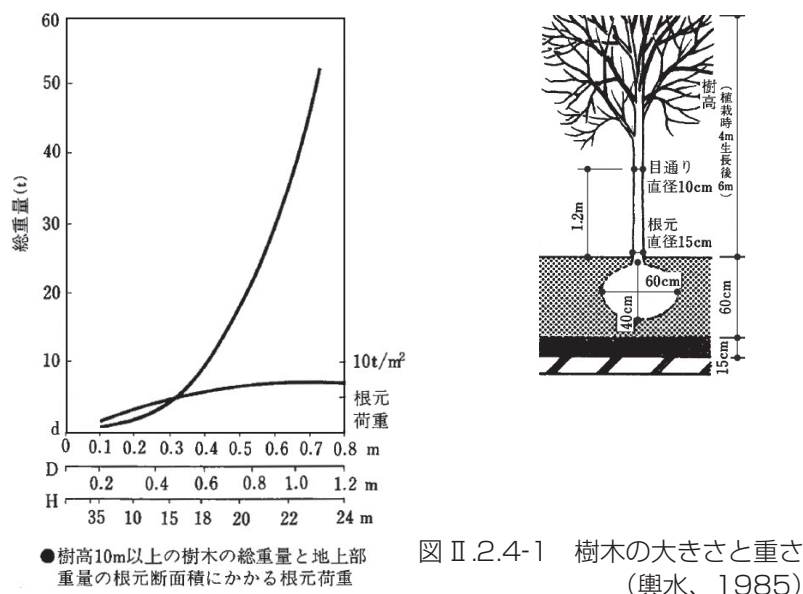
解 説

建築空間を利用して緑化を行う場合、上記のような建築構造物への影響を考慮し、緑化手法の検討、植栽樹種の選定を行うとともに、その更新方法や日常的な維持管理も合わせて検討しておくのが望ましい。

表Ⅱ.2.4-2 植栽が建築物に及ぼす影響

影 響	影響の内容
① 根の伸長に伴う防水層への影響	建築空間の生育基盤はほとんどが人工地盤である。このため、植物の根は水や空気を求めてコンクリートのひび割れに侵入したり、防水層の保護層を押し上げるなど、床面の躯体に影響を及ぼすことがある。 その対策としては、常時湿潤になることを想定した上で、漏水の危険性の少ない防水工法を採用する。床底面に排水層を設けた上で、防水層上面を押えコンクリートや防根シートで保護する。特に防水層と排水ドレインの接合部からの漏水がないよう留意する。また、細粒土砂の流入防止のため、目詰まり防止フィルターをかける。 なお、土壌や植物で防水層を覆うことになるので、紫外線や温度変化を免れて防水層や躯体が劣化しにくくなるというプラス面も考えられる。
② 経年変化に伴う樹木重量の増加	植栽当初は樹高数メートル、重量数十～数百 kg 程度しかなかった樹木も植栽後 20～30 年程度経てば樹木の大きさに伴って重量も指数関数的に増大し、樹高 10m、重量 10 トンを超すような大木になる。 その対策としては、計画設計段階から植栽時の土壌・樹木の荷重だけでなく、生長後の樹木重量の増加を見込んで荷重設定をする必要がある(図Ⅱ.2.4-1 (p118))。土壌については、軽量化を図るための各種資材（人工軽量土壌）が開発されているのでそのような資材を用いるが、土壌や排水層などの生育基盤の資材は、湿潤時には水を含んで重量もかなり増大するため、積載荷重の検討にあたっては、湿潤時の重量を採用する。
③ 排水施設への土砂の流入	建築空間での緑化での雨水排水を考えた場合、森林の水源涵養機能や洪水防止機能と同様に、樹木による雨水の穏やかな流出や貯留など、従来の緑化しない屋上の雨水計画とは異なる条件が生じる。余剰の雨水や灌水の水を速やかに排水できるように排水勾配や排水方法を十分に検討する必要がある。 その対策としては、排水のための水勾配は最低でも 1/100 以上（できれば 1/75 以上）とし、ルーフドレインは 1 空間最低でも 2 箇所以上設置する必要がある。ルーフドレインは土壌粒子や落葉により目詰まりしやすいため、目詰まり防止フィルターを設置する。排水施設については、設置すれば済むのではなく、その後の点検・清掃などが不可欠であり、そのための空間をあらかじめ設計しておく必要もある。

④ 壁面の劣化や剥離、汚れ	レンガや石積みは、素材自体に吸湿性があり空隙も多いため、植物の着生・生育にとって好都合であるばかりでなく、劣化せず根の伸長にも耐えるため特に支障はない。しかし、コンクリートの打ち放しやタイル張りの壁面については、外壁のヒビやコーキング（目地充填剤）が劣化している場合には、そこに水が溜まりやすくなるため気根などが隙間に侵入しやすくなる。また、根からにじみ出る「根酸」と呼ばれる有機酸により素材が溶けだすともいわれているが、その影響はごく表層に限られている。このため、根の着生伸長により壁面が劣化したり、剥離したり、汚れが目立ちやすくなることが考えられる。 しかし、壁面緑化が従来から盛んなヨーロッパの諸国でもツル植物により建物が壊れたといったような話はなく、国内においてもそのような報告はない。 対策にあたっては、建築物の壁面に直接植物を着生・生育させるのではなく、生育基盤やネットフェンスなどの登はん補助資材の設置などが挙げられる。
---------------	--



表Ⅱ.2.4-3 樹木の大きさと土壌の重さ (興水、1985)

盛土土壌	種類	壤土（畑黒土）	壤土＋砂 40%	壤土＋改良材 40%	壤土＋改良材 40%
	比重	1.4 ～ 1.7	1.5 ～ 1.8	1.1 ～ 1.4	0.9 ～ 1.1
排水層	種類	砂利	軽石	メサライト	ビーナスライト
	比重	1.7 ～ 2.1	1.0 ～ 1.4	1.2 ～ 1.5	0.1 ～ 0.2
重量		840 ～ 1,020kg/m ²	900 ～ 1,080kg/m ²	660 ～ 840kg/m ²	540 ～ 660kg/m ²
重量		255 ～ 315kg/m ²	150 ～ 210kg/m ²	180 ～ 225kg/m ²	15 ～ 30kg/m ²
合計		1,095 ～ 1,335kg/m ²	1,050 ～ 1,290kg/m ²	840 ～ 1,065kg/m ²	555 ～ 690kg/m ²

コラム 根酸（こんさん）

植物の根が分泌する有機酸を根酸という。植物は根から分泌した有機酸によってAlなどの有害な物質を無毒化するだけでなく、必要とする元素の取り込みにも役立っている。ナツツタなどの付着型のツル植物の場合を例にあげると、気根から根酸を分泌し、周辺の有機質を溶かして養分として吸収している。その際にその分泌物によって壁面の表面を溶かすなどにより建築物への被害が懸念されているが、実際には未だよくわかっていない。

出典）平舘俊太郎（1999）：根から分泌される有機酸と土壌の相互作用—土壌による吸着反応と有機酸による溶解反応



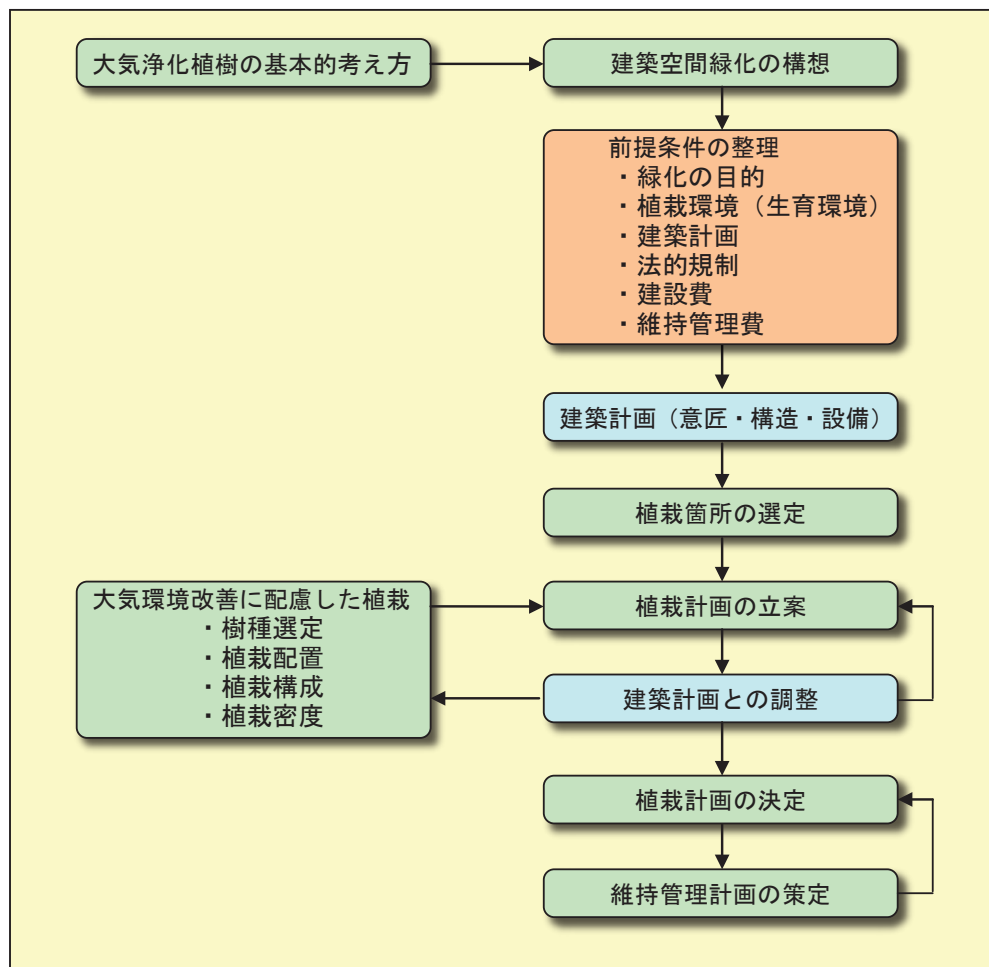
第3章 緑化計画・設計にあたって

1. 緑化計画策定の手順と前提条件等の整理

- (1) 都市建築空間における緑化は、企画立案、計画・設計、施工、維持管理の各段階の手順からなる。
- (2) 検討にあたっては、建築用途、緑化の目的と期待する効果の明確化、緑化可能空間の位置と規模、緑化に係わる諸条件の整理、緑化手法・技術の検討、完成後の維持管理に対する考え方など、事前に十分に検討する必要がある。

解 説

緑化計画の策定の手順を、図Ⅱ.3.1-1に示す。建築空間緑化の緑化対象箇所の選定や具体的な植栽計画の策定にあたっては、前提条件を十分に整理し、建築計画（意匠・構造・設備など）との調整が必要である。緑化にあたっては、特に大気浄化に適した樹種選定、植栽配置・植栽構成・植栽密度などの植え方が重要な検討課題になるが、建築空間特有の植栽環境（生育環境）などの前提条件や建築計画との調整が重要である。



図Ⅱ.3.1-1 建築空間の緑化計画策定の手順

2. 建築計画との調整

緑化箇所の選定、緑化の計画・設計にあたっては、建築計画（意匠・構造・設備）との調整を図る必要がある。

解 説

大気環境の改善を主眼とした建築空間の緑化計画検討に際し、建築計画との調整を図る上での留意事項を表Ⅱ.3.2-1に示す。屋上などの建築空間の緑化を進めるにあたっては、建築意匠・建築構造・施設設備などとの調整が必要であるが、最近では業務ビルや大型商業施設の屋上やテラスに庭園や広場などを設けて、社員の福利厚生施設として利用したり、公開緑地として一般に公開している企業が増えている。副都心や湾岸地域など、再開発が進み中高層ビルなどが集中しているような地区では、地域冷暖房が進み、屋上にある施設の整備縮小が進み、むしろ屋上の未利用空間が増える傾向もみられる。施設別、新築・既存別の緑化に要する費用を表Ⅱ.3.2-2に示す。

表Ⅱ.3.2-1 建築計画（意匠・構造・設備など）との調整を図る上での留意事項

建築計画	調整内容
建築意匠	● 建築物全体との調和を図り、都市景観の面でも違和感のないものにする。
建築構造	● 設計積載荷重の範囲内で植栽基盤を整備し植栽する。その際、生長後の樹木重量の増加分を見込んだ荷重設定を行う。 ● 漏水防止の徹底を図るために、根の伸長・侵入から防水層を保護するとともに、排水設備の機能が低下しないように特に注意する。
施設設備	● 屋上の場合は、エレベーター設備、給水槽、換気塔などの付属設備との調整が必要である。
建築費用	● 屋上緑化が普及するための課題として、建物建築費の増加がある。一般財団法人エンジニアリング振興協会（1991）の調査によると、東京都区内のテナントビルの標準モデルとして、延べ床面積 9,000m ² 、基準階面積 1,000m ² 、地上階 9 階（地下なし）、鉄骨造り純ラーメン架構のオフィスビルを想定し、屋上積載荷重と工事比率を試算すると、1t/m ² の荷重増で建物建築費が約 3% アップする結果となった。 ● また、この調査では人工軽量土壌を用いた場合の建物建築費の低減効果も検討している。前記標準モデルの標準的な緑化造成費は人工軽量土壌を使用すると 14,000 円 /m ² 上昇するが、緑化荷重は 400kg/m ² 程度低減でき、建築設計費を延べ床面積当たり 40 万円 /m ² とすると、屋上緑化造成費と建物建築費の合計費用は 3,000 万円程度安くなるという計算結果がでている。

表Ⅱ.3.2-2 施設別・目的別の緑化費用（東京都新宿区、1992）

(新設 / 既存) 施設	屋上面積 (m ²)	植栽面積 (m ²)	設 定 耐荷重 (kg/m ²)	植栽荷重 (kg/m ²)	建設費		維 持 管理費 (円 /m ²)	緑化目的・形態
					植栽 (円 /m ²)	基盤 (円 /m ²)		
(新設) オフィスビル	1,300	900	360	250	14,000	36,000	3,000	社員の休憩の場
(既存) オフィスビル	550	400	300	200	12,000	26,000	3,500	社員の厚生施設
(新設) 賃貸用建築物	100	30	1,000	700	29,000	30,000	6,700	純和風庭園
(既存) 賃貸用建築物	2,660	340	300	280	28,000	75,000	4,300	スポーツ公園
(新設) 共同住宅	290	250	300	180	9,000	39,000	居住者払	菜園付き省エネ庭園
(既存) 共同住宅	230	200	100	90	1,000	21,000	放 置	屋上焼込防止の草地
(新設) 個人住宅	44	36	600	400	11,000	36,000	5,400	観賞庭園と野菜栽培
(既存) 個人住宅	25	15	180	170	33,000	115,000	居住者払	軽量コンテナ庭園

出典) 新宿区（1992）：都市建築物緑化モデルプラン集 より抜粋

3. 積載荷重、法的規制等のチェック

- (1) 屋上緑化などにより土壌・植栽・設備などの荷重が増加するため、できるだけ軽量で生育上支障のないものとし、均等な荷重分布にする必要がある。また、降水や灌水により土壌が水分を含めばその分重くなり、時間の経過に伴い植栽木が成長し指数関数的に重量が増えることにも留意する。
- (2) 安全性・防災性・避難性などの観点から建築基準法などの建築関連法令、条例、指導要綱など、法的規制関連の確認を行い、これをクリアする必要がある。

解 説

屋上緑化により建築物の上層階に荷重を積載した場合、上階だけでなく各階に影響が及ぶ。荷重は鉛直方向だけでなく、水平方向にもかかり、最下層には上階からの全ての荷重が集中するため、地震時には破壊されることが多い。このため、屋上緑化の際には、生育基盤、植栽木、排水・灌水設備などはできるだけ軽量で均等な荷重分布にする必要がある。

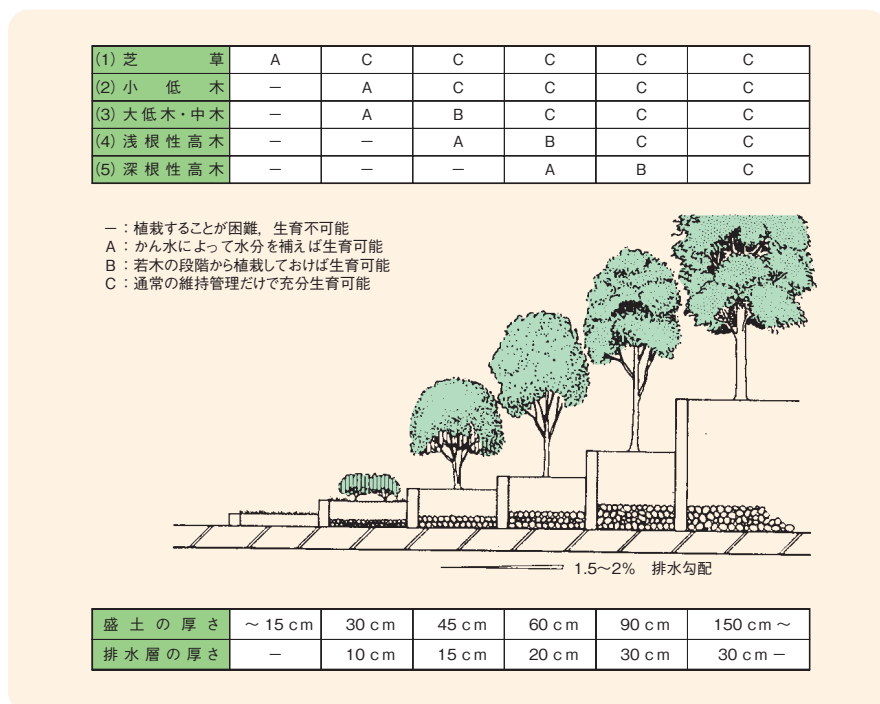
積載荷重の制限については、建築基準法施行令第85条に定められており、建築空間の緑化の際にも、植栽荷重（土壌、排水層、樹木などの総重量）は、建築物の固定荷重の一部として構造計算に組み込む必要がある。

構造計算に用いる積載荷重は、その室・用途ごとの種類により規定されており、床の構造計算、大梁・柱・基礎の構造計算、地震力の計算によりその値は異なっている。建築空間の緑化が主として行われる屋上やバルコニーの積載荷重は、学校や百貨店の用途に供する建物以外では住宅の居室並みの小さい値が規定されている。特に、既存の建築物では、当初設定されている積載荷重の値の範囲内に納まるように緑化計画を検討する必要がある。

表Ⅱ.3.3-1 室の種類別の積載荷重制限（建築基準法施行令第85条より抜粋）

室の種類	床の構造計算の場合		大梁・柱・基礎の構造計算の場合		地震力の計算の場合	
①住宅の居室、住宅以外の建築物の寝室又は病室	180kg/m ²	1,800N/m ²	130kg/m ²	1,300N/m ²	60kg/m ²	600N/m ²
②事務所	300kg/m ²	2,900N/m ²	180kg/m ²	1,800N/m ²	80kg/m ²	800N/m ²
③教室	230kg/m ²	2,300N/m ²	210kg/m ²	2,100N/m ²	110kg/m ²	1,100N/m ²
④百貨店又は店舗の売場	300kg/m ²	2,900N/m ²	240kg/m ²	2,400N/m ²	130kg/m ²	1,300N/m ²
⑧屋上広場又はバルコニー	①の数値による。ただし、学校又は百貨店の用途に供する建築物にあっては、④の数値による。					

植物の生育に必要な土壌の厚さは、植物の大きさ、植物の種類や性質、灌水などの管理の有無や頻度によって異なるが、積載荷重を抑えるためにはできるだけ土壌の量を抑える必要がある。樹木の大きさ、性質などによる必要土層厚は、図Ⅱ.3.3-1に示すように、高木では60～90cm以上、中木では50cm以上、低木でも30cm以上必要であるが、積載荷重を抑えるために人工軽量土壌や軽量の土壌改良資材を用いて通常の土壌を土壌改良する場合が多い。



図Ⅱ.3.3-1 植物の大きさ・性質による必要土層厚（興水、1985）

灌水設備の有無、緑化工法別の植栽の総重量（排水層・土壌・樹木などの合計）は表Ⅱ.3.3-2に示すように、樹木の大きさが大きいほど、また灌水設備の有無では、灌水設備がある場合よりもない場合の方が必要土層厚が大きくなり、植栽の総重量も多くなる。また、樹木の重さが時間の経過、すなわち成長に伴い指数関数的に増えることとともに、土壌や排水層の重さも乾いたときに比べて降水や灌水により土壌が水分を含んだ場合にはその水分量だけ増加することに留意する必要がある（積載荷重の算定にあたっては、湿潤時の重量を採用する）。

なお、屋上に関する規制としては、積載荷重制限の他に、表Ⅱ.3.3-3に示すように、屋上広場やバルコニーの手すり壁などの設置の義務づけ、百貨店などにおける避難用の屋上広場の設置などの規制もあり、これらの法的規制をクリアして、安全かつ無理のない利用や管理ができるように計画することが重要である。

表Ⅱ.3.3-2 灌水設備の有無別、緑化工法別の植栽の総重量と単位面積当たりの重量
(都市緑化技術開発機構特殊緑化共同研究会、1996)

(灌水設備のない場合)

工法		芝生・地被	低木	中木(約2m)	高木(約4m)
自然土壌工法	土壌厚	30cm	40cm	50cm	70cm
	排水層	8cm	10cm	15cm	20cm
	土壌などの荷重	528kg/m ²	700kg/m ²	890kg/m ²	1,240kg/m ²
	樹木などの荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	546kg/m ²	730kg/m ²	914kg/m ²	1,334kg/m ²
改良土壌工法	土壌厚	30cm	40cm	50cm	70cm
	排水層	8cm	10cm	15cm	20cm
	土壌などの荷重	438kg/m ²	580kg/m ²	722kg/m ²	1,000kg/m ²
	樹木などの荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	456kg/m ²	610kg/m ²	746kg/m ²	1,094kg/m ²
人工軽量土壌工法	土壌厚	15cm	20cm	30cm	50cm
	排水層	7cm	10cm	12cm	15cm
	土壌などの荷重	147kg/m ²	200kg/m ²	282kg/m ²	440kg/m ²
	樹木などの荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	165kg/m ²	230kg/m ²	306kg/m ²	534kg/m ²

(灌水設備のある場合)

工法		芝生・地被	低木	中木(約2m)	高木(約4m)
自然土壌工法	土壌厚	15cm	30cm	45cm	60cm
	排水層	8cm	10cm	10cm	15cm
	土壌などの荷重	288kg/m ²	540kg/m ²	780kg/m ²	1,050kg/m ²
	樹木などの荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	306kg/m ²	570kg/m ²	804kg/m ²	1,144kg/m ²
改良土壌工法	土壌厚	15cm	30cm	45cm	60cm
	排水層	8cm	10cm	10cm	15cm
	土壌などの荷重	255kg/m ²	450kg/m ²	645kg/m ²	870kg/m ²
	樹木などの荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	273kg/m ²	480kg/m ²	669kg/m ²	964kg/m ²
人工軽量土壌工法	土壌厚	8cm	15cm	25cm	40cm
	排水層	3cm	3cm	3cm	3cm
	土壌などの荷重	74kg/m ²	123kg/m ²	193kg/m ²	298kg/m ²
	樹木などの荷重	18kg/m ²	30kg/m ²	24kg/m ²	94kg/m ²
	合計	92kg/m ²	153kg/m ²	217kg/m ²	392kg/m ²

表Ⅱ.3.3-3 屋上に関する法的規制

規制内容	条 文	関連法規
屋上広場・バルコニーの積載荷重	建築物の各部の積載荷重は、当該建築物の実況に応じて計算しなければならない。 (詳細は表Ⅲ.3.3-1 (p123) 参照)	建築基準法施行令第85条第1項
屋上広場・バルコニーの手すり壁の設置	屋上広場又は2階以上の階にあるバルコニーその他これに類するものの周囲には、安全上必要な高さが1.1m以上の手すり壁、柵又は金網を設けなければならない。	建築基準法施行令第126条第1項
避難用の屋上広場の設置	建築物の5階以上の階を百貨店の売り場に供する場合においては、避難の用に供することができる屋上広場を設けなければならない。	建築基準法施行令第126条第2項

4. 施設別の緑化目的と緑化計画・設計のポイント

- (1) 緑化計画・設計の立案にあたっては、導入する植物の生育を阻害する都市特有の厳しい環境圧を踏まえ、その影響が最小限になるように、また、施設別に求められる緑化の目的と効果が最大限に成就・発揮されるように、植栽基盤、植栽（樹種選定・配置・構成）、環境圧対策（風対策など）、各種対策（防水対策、排水対策、灌水設備、防根対策）、維持管理の手法を検討する。
- (2) 建築空間の緑化は、住宅、商業・業務ビル、公共施設、駐車場など、施設によって施設の本来の機能や植栽に求められる目的がそれぞれ異なるため、それに応じて検討することが重要である。

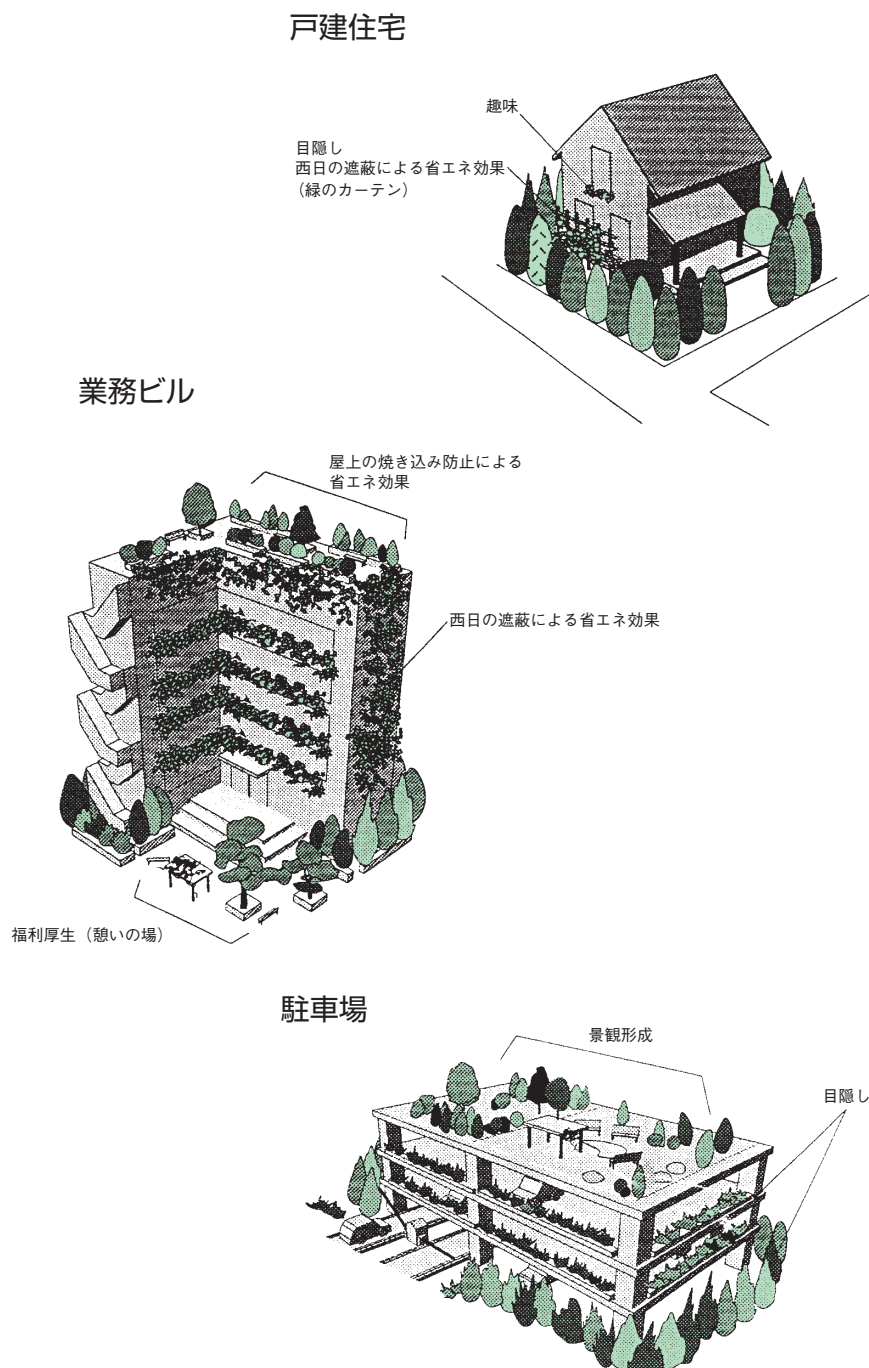
解 説

主要施設の主な緑化目的と緑化計画のポイントを表Ⅱ.3.4-1に示す。それぞれの施設の特性と緑化目的を確認した上で、それぞれの施設にあった緑化計画を検討することが重要である。

表Ⅱ.3.4-1 施設別の緑化目的と緑化計画のポイント

施設	緑化目的	緑化計画のポイント
戸建住宅	目隠し 趣味 環境改善	家主の嗜好を活かした庭づくりが可能である。接道部のブロック塀やフェンスを生垣に替えたり、壁面緑化等を行えば、大気浄化効果ばかりでなく、景観形成にも寄与する。西日除けの植栽は省エネ効果が大きい。最近は緑のカーテンづくりが盛んに行われている。
集合住宅	環境改善 趣味 憩いの場	建築物の外構、住棟間のペDESTリアンデッキなどの人工地盤が多く、生活環境改善のために緑豊かな緑地空間を形成することが可能である。駐車場周りは景観面のみならず自動車排出ガスの発生源対策としても重要である。戸別のベランダやバルコニーでは、プランターや鉢を用いて住民嗜好にあった中低木や草花の栽培が可能である。
業務ビル	環境改善 省エネ 憩いの場 企業イメージ向上	土地開発などに伴う公開空地などでは、地域の環境改善や景観面からできるだけ緑豊かな緑地空間の創出が期待できる。屋上庭園や外構の緑は従業員の憩いの場であり、緑化すれば省エネ効果が得られるほか企業のイメージアップも期待できる。
大型店舗	集客 企業イメージ向上 省エネ	百貨店などの大型店舗の屋上には避難用の屋上広場を設けることが義務づけられており、避難経路などに支障がない範囲内で可能な限り広い植栽地を確保し憩いの場とすれば、集客力があがる。また、企業としてのイメージアップにも繋がる。緑化パネルによる壁面緑化や移動式プランターの導入も動線を考慮しながら緑化でき効果的である。
公共施設	環境改善 省エネ 景観形成 住民の啓発	緑豊かな街づくり、都市の景観形成とともに大気浄化植樹においても都市緑化の中核となる重要な役割が期待される。特に学校、公民館、図書館などの文教施設は地域住民との結びつきが強く、市民に幅広く利用される施設であることから、このような場所での緑化は住民に関心をもってもらうなど、啓発の意義が大きい。
駐車場	目隠し 環境改善 景観形成	駐車場は自動車排出ガスの主要な発生源の一つであり、発生源対策として大気浄化植樹の重要な対象施設である。地下駐車場の上の人工地盤や複層階の駐車場では屋上や壁面を緑化する。汚染物質に対する耐性のある強健な樹種を主体に、冬季でも効果が期待できる常緑樹を多用するのが望ましい。

各施設のうち、戸建住宅、業務ビル、駐車場を取りあげ、大気浄化植樹のイメージを図Ⅱ.3.4-1に示す。



図Ⅱ.3.4-1 施設別の建築空間緑化のイメージ



第4章 都市建築空間における緑化の方法

1. 植栽上の課題とポイント

大気浄化に主眼をおいた建築空間の緑化を効果的に進めるための課題とポイントは以下のとおりである。

① 建築空間特有の厳しい環境圧

屋上や壁面などの建築空間での植物は、一般に強風、夏季の高温や乾燥、西日などの強烈な日射など、厳しい環境の下に生育することになるため、あらかじめ十分な生育基盤の確保、防風対策、給水・灌水設備、マルチングによる蒸発抑制など、十分な対策を講じる。

② 環境圧や維持管理を踏まえた樹種選定

大気浄化の効果を高めるためには、浄化能力が高い植物を植栽し、葉量も多くなる植物が望ましいが、植栽後の経年変化により積載荷重が増大するためには、ある程度の剪定・刈込は不可欠であり、厳しい環境圧や維持管理も考慮して慎重に樹種選定を行う必要がある。

③ 適切な維持管理による健全な生育の確保

植栽木固有の本来の大気浄化能力を発揮させるためには、健全な生育を確保する必要がある。健全な生育を維持するためには、日常的な保守点検や維持管理を行うことが重要である。

解 説

大気浄化を主眼とした建築空間での緑化のポイントを従来の建築空間の緑化と比較し、表Ⅱ.4.1-1に示す。

表Ⅱ.4.1-1 建築空間緑化における課題とポイント

緑化のポイント	内 容
① 緑化スペースの創出	建築空間における緑化では、光、水、温度、風、土壌などの都市特有の厳しい生育環境を踏まえ、植栽基盤を十分に整備した上で、これらの環境条件をできるだけ改善することが重要である。 最近では都市の再開発に伴い、建築物の屋上や壁面などが緑化スペースとして見直され、都市景観やアメニティの向上のため地方公共団体や企業を中心に建築空間の緑化が進められている。 一方、大気浄化を主眼とした緑化では、必ずしも人間が見て楽しむ必要性はないため、ビルの玄関周りや外構などの目立つ場所に加えて、人々の目に触れない建築物の裏側や狭隘な空間、また立入りのできない未公開の屋上などの場所も緑化空間になりうる。このような場所においては、通常生育条件もより厳しいことから、生育基盤の整備などの生育環境の整備がより重要になる。
② 導入樹種の選定	従来、建築空間の緑化においては、積載荷重制限や維持管理上の問題から、樹種特性として成長の遅い樹種や成長してもあまり大きくならない樹種を導入することが多かった。 しかし、大気浄化植樹を主眼とした緑化においては、成長が速い樹種や成長して緑量豊かな大木になるような樹種が適している。 常緑樹と落葉樹で比較すると、一般に大気汚染に対する耐性或耐陰性は落葉樹よりも常緑樹の方が大きい傾向があり、大気浄化能力は常緑樹より

	も落葉樹の方が大きい傾向があるが、冬季の効果を期待するなら、落葉樹よりも常緑樹である。 建築空間の緑化の場合、一般の自然地盤の植栽地よりも生育環境が厳しいため、大気浄化効果を高めるためには、大気浄化能力が高いことに加え、大気汚染に対する耐性、耐乾性、耐陰性など、環境適応性に優れた強健な樹種を中心に樹種選定し、厳しい環境でも健全な生育が可能な樹種を選ぶのが次善の対策であると考えられる。
③ 適切な維持管理	従来の建築空間の緑化においては、積載荷重制限があるため、成長の遅い樹種、枝葉を十分に伸ばさないような樹種、漏水防止のために根系が深くまで伸びないような樹種などを導入し、全般的に樹木があまり大きくならないように努めるとともに、強度の剪定や刈込によって樹形や大きさを調整する傾向があった。 しかし、大気浄化を主眼とした緑化においては、枝葉は可能な範囲で十分に伸ばし、根系の発達も妨げず、剪定や刈込も必要最小限にとどめて、大きく伸び伸びと育てるのが望ましい。 水ストレスや養分ストレスを与えて本来の大気浄化能力が低下することのないように、こまめな灌水や施肥などの適切な管理が必要である。

2. 屋上及びベランダ等の緑化

2-1 建築の面からの緑化手法・技術

- (1) 屋上・ベランダなどの人工地盤上で緑化を行う場合、土壌・植栽・設備などの積載荷重がかかるほか、屋上付属施設の配置や避難路の確保などとの調整を図り、植栽場所を適切に選定するとともに、荷重が平均的に分散するよう留意する。
- (2) 屋上やベランダなどの緑化のトラブルで最も多いのは漏水である。このため、建物内部への漏水を防ぐ防水工法、余剰水を速やかに流す排水設備と排水勾配、植物の根の伸長から防水層を守る防根対策など、適切な緑化工法・緑化技術で整備する。

緑化手法・技術	概 要
植 栽 箇 所	生育環境、屋上付属施設、避難経路、積載荷重等を考慮して選定。
積 載 荷 重 対 策	土壌、排水層、植栽樹木などの積載荷重制限のクリア。荷重の平均分散。
防 水 工 法	微細な部分まで洩れなく防水（排水ドレインの水仕様、壁面の立ち上がり）。
排 水 設 備	排水層、暗渠排水管、ルーフドレインの設置。排水勾配。目詰まり防止。
防 根 対 策	防水層を根の伸長に耐えるような構造に整備。防根用シートの併用。

解 説

建築上の面からみた建築空間緑化の主な緑化手法・技術を、表Ⅱ.4.2-1に示す。

表Ⅱ.4.2-1 建築上の面からみた建築空間緑化の主な緑化手法・技術

緑化手法・技術	主なポイント
① 植栽箇所	建築空間は、日照、降水、風、土壌などの生育環境条件が厳しいため、樹種選定や樹種構成にあたっては、それらの点を十分考慮する必要がある。 特に風は、建築物の高さや他の建築物との位置関係によってかなり強さが異なるため、植栽木の風倒や乾燥による生育障害などが生じないように、風の弱い場所に植栽場所を設けたり、防風垣の設置など、植栽の配置も工夫する必要がある。日照条件についても、終日日陰になるような場所は避けるとともに、日陰では耐陰性の強い樹種を導入する。植栽配置にあたっては、積載荷重が偏らないように、均等な荷重分布になるように配置する。 また、エレベーター施設、給水槽、換気塔などの屋上付属施設の配置や避難経路に支障がないように、他の屋上利用の目的との調整を図ることが重要である。
② 積載荷重対策	建築空間の緑化にあたっては、その植栽にみあった植栽基盤の整備が重要であり、植栽箇所には、植栽基盤の重量と植栽木の重量の総量が荷重としてかかる。 生育基盤については、降水や灌水による湿潤時には乾燥時に比べて水分量が増加する。植栽木については、植栽時にはそれほど重くなくても、時間の経過に伴い成長するため指数関数的に重量が増大するため、計画設計段階の荷重検討の際に、植栽時だけでなく、成長後の樹木重量の増加分を見込んでおく必要がある。 新築の場合には、積載荷重に耐えうる構造の躯体をつくる必要があるが、荷重の増大は即建設費の増大に繋がるため、人工軽量土壌などで対応する。一方、既存建築物の場合には、設計積載荷重の範囲内で可能な植栽を行うことになるが、軽量の緑化基盤を造成すれば、その分多様な植栽をすることができる。 植栽荷重を躯体全体の支持構造の問題と捉えれば、荷重分散を図る構造設計を第一に考えるが、高木により特に重くなる場所については、柱や梁で受け止めるなど、植栽配置は荷重対策としても十分に検討する必要がある。

③ 防水対策	屋上などの人工地盤上の防水は、建築物内部への漏水を防ぐために十分に行う必要がある。基本的にはアスファルト防水工法やアスファルトシート防水などの適切な防水工法により防水の徹底を図る。 防水層の劣化は、温度変化や紫外線によるため、植栽箇所の下防水層は一般に劣化しにくい、植栽箇所と非植栽箇所との境界部分などで特に劣化しやすい。このため、屋上全面に人工軽量土壌を盛り、通行する場所だけ舗装する方法もある。 特に土壌と接する部分や排水ドレインの水仕舞いに注意して設計することが重要である。また、人工地盤からの壁面の立ち上がりについては、土壌表面よりも少なくとも 15cm 以上とって十分な余裕をもたせる。
④ 排水対策	屋上などの建築空間で最も多いのは漏水トラブルである。漏水の原因としては、防水層そのものからの漏水はごく少なく、原因の多くはルーフドレインや排水管の目詰まりによる滞水である場合が多い。 このため、適切な排水勾配（最低でも 1/100 以上、できれば 1/75 以上とする）をとる。ルーフドレインは最低 2 箇所以上設置することを原則とし、土壌粒子や落葉による目詰まりを防止するとともに、目詰まりの点検確認ができるような空間（柵）を設けておくことも重要であり、日常的な点検管理が欠かせない。
⑤ 防根対策	植栽木の根が防水層の隙間に侵入すると、漏水の危険性が飛躍的に増大する。このため、防水層を根の侵入・伸長に耐える構造にするとともに、防根用シートの併用なども考える必要がある。 防根用シートには、不透水系シートと透水系シートに大別される。前者は、不透水性のポリエチレンフィルムなどで、植栽基盤の排水層の下に敷き込むが、排水層まで根が侵入・伸長し、排水機能を低下させるおそれがある。後者は、化学繊維を密に織ったもので微細な根も通さない物理的なものと、化学物質で根の生育を止める化学的なものがあるが、いずれも排水層の上に敷き込むため、排水層の排水機能を低下させないメリットがある。 防根用シートの設置にあたっては、土壌表面よりも少なくとも 15cm 以上とって余裕をもたせること、シートが浮かないように注意すること、排水柵の周りも必ず防根用シートを立ちあげることなどがあげられる。

2-2 植栽の面からの緑化手法・技術

- (1) 屋上・ベランダなどの人工地盤上で緑化を行う場合、植栽基盤となる土壌条件が通常の自然地盤の植栽地とは大きく異なる上、降水・日照・風などの環境条件が植栽木の生育にとってかなり厳しい環境にある。このため、これらの環境圧を可能な限り緩和できるよう、植栽基盤の充実を図る必要がある。
- (2) しかし、積載荷重制限などの建築構造上の制約や利用上の制約などから充実した整備が困難な場合が多く、これらとの調整により現実的な対応策を検討する必要がある。植栽の面から特に重要なのは、建築物の積載荷重制限や対象空間の環境条件に適した土壌の選択、乾燥を防ぐための人工的な灌水設備、マルチングによる蒸散や土壌飛散の抑制、支柱などによる防風対策、環境圧や周辺環境に配慮した植栽構成と配置などである。

緑化手法・技術	概要
土 壌	軽量土壌などの採用、有効土層の確保。
灌 水 設 備	スプリンクラー、ミスト、点滴パイプ、浸出しパイプなどの灌水設備。
保 水 対 策	保水・乾燥防止のためのマルチングによる蒸発防止、土壌飛散の防止。
防 風 対 策	従来型支柱、ワイヤー支柱、地下支柱などによる防風対策。耐風性樹種。
植栽構成・配置	風などの生育環境や周辺環境への影響に配慮した植栽構成・配置。

解 説

植栽上の面からみた建築空間緑化の主な緑化手法・技術を、表Ⅱ.4.2-2に示す。

表Ⅱ.4.2-2 植栽上の面からみた建築空間緑化の主な緑化手法・技術

緑化手法・技術	主なポイント
土 壌	建築空間の緑化では、通常の自然地盤の植栽に比べて生育環境条件が厳しいため、事前に植栽基盤の充実を図ったり、植栽後のきめ細かな維持管理でそれを補っていく必要がある。 図Ⅱ.3.3-1 (p123) に示すように、樹木の大きさが大きくなるほど、必要な土壌厚も厚くなる。また、灌水などの管理の有無や頻度とも関係し、管理が粗放になれば、その分必要な土壌厚も厚くなる。 植物体を維持し正常な生育を図り、その樹種本来の大気浄化能力を発揮させるためには十分な土壌厚を確保する必要があるが、積載荷重の問題は避けられず、軽量な土壌改良材を混ぜて軽量化を図ったり、人工軽量土壌を活用する。 人工地盤緑化による荷重の試算例を表Ⅱ.4.2-3に示す。最近では、人工地盤などの荷重制限や植栽基盤の薄層化に応じて、根鉢が薄く軽量の植物材料（軽量薄型に根鉢を養生した樹木。従来の樹木に比べて重量比で30～50%程度と軽い。）も市販されており、このような樹木を用いるのも一つの方法であるが、最初からあまり大きくなる樹木は導入しないのが得策である。
灌 水 対 策	降水はあっても地下からの水の供給のない屋上やベランダの人工地盤の植栽地においては、無降雨の日が続くと乾燥害が発生しやすい。このため、植物の生育に必要な水分を補給するための給水設備、灌水設備の設置が必要である。また、自然地盤であっても、降水がほとんどない高速道路の高架下などにおいても状況は同様である。 給水設備については、植物の生育の維持に必要な水分の補給のために、植栽規模に応じた給水管を設置する。雨水貯留水などの活用を図るのが望ましい。

	灌水装置には、散水栓（スプリンクラー）やドリップ式の点滴パイプなどがあり、最近では壁面緑化にミスト式の灌水装置なども導入されている。施工面積が広い場合には省力化を考えると自動灌水装置などが有効であるが、人力によって灌水している場合も多い。降水の状況や季節によって必要とする水の量も変わるので、自動灌水装置でも季節により灌水量や灌水間隔を調整する必要がある。土壌水分センサーは、設置場所によって水分の変動量が大きいことに留意し、数ヶ所に設置するのが望ましい。
保 水 対 策	土壌の保水や乾燥防止のために、土壌表面をマルチング材で被覆する。マルチング資材には、敷き藁、バークチップ、ウッドチップ、樹皮繊維などがあるが、美観や施工性の面ではバークチップや樹皮繊維などが優れている。 マルチングの効果については、水分蒸発の抑制による土壌の保水や乾燥防止の効果のほか、雑草繁茂の抑制、土壌侵食や飛散の防止、踏圧の抑制などがあげられる。
防 風 対 策	建築空間の植栽地は、自然地盤の植栽地に比べて一般的に風が強いにも係わらず、それを支える土壌基盤は薄いことが多い。このため、樹木の風倒対策として自然地盤よりも一層確実な樹体の支持が必要である。 しかし、人工地盤では土壌厚が薄く、土壌が軽量であることから従来の布掛け、八つ掛け支柱などが適用できない場合も多い。このため、ワイヤー支柱や根鉢固定型の地下支柱などが開発され多用されている。
植栽構成と配置	植栽構成としては、建築空間特有の様々な環境圧を軽減させるため、可能であれば、常緑樹と落葉樹、高木・中低木・地被類などを組み合わせた多層林構造の複合植栽とするのが望ましい。 土壌厚が薄い場合や風が強い場所では、高木樹種の生育が難しいため、無理に高木を植栽せずに、中低木や地被類を導入する。また、高木を植栽する場合も、風上側に耐乾性や耐風性の強い常緑樹の高木を群植し、中低木を密植するなどして植栽地内部に風を入れないようにし、環境圧が緩和されたその風下側に環境圧に比較的弱い樹種を植栽するなど、配置にも工夫が必要である。 また、高木などを屋上に植栽することにより周辺に日照障害が生じたり、落葉や土壌などの飛散、倒木などの落下被害などの悪影響が生じないように、周辺環境に配慮した植栽配置が求められる。

表Ⅱ.4.2-3 人工地盤緑化による荷重の試算例

		地被類	低 木	中 木	高 木		
					2～3m	3～5m	5m以上
人 工 軽 量 土 壤	土壌厚 (cm)	10	15	25	30	45	60
	植栽基盤荷重 (kg/m ²)	55	100	140	170	270	360
	植物重量 (kg/m ²)	1	15	15	15	20	30
	総重量 (kg/m ²)	56	115	155	185	290	390
一 般 改 良 土 壤	土壌厚 (cm)	15	30	45	60	90	
	植栽基盤荷重 (kg/m ²)	310	470	710	940	1410	
	植物重量 (kg/m ²)	1	15	15	15	20	
	総重量 (kg/m ²)	311	485	725	955	1430	

注 1) 植物重量の算定にあたっては、樹冠の広がり方を考慮して最大の密度に植栽する場合を想定し、樹木 1 本あたりの重量、植栽密度をそれぞれ低木 (3kg/本、5本/m²)、中木 (15kg/本、1本/m²)、高木 (2～3m) (50kg/本、0.3本/m²)、高木 (3～5m) (200kg/本、0.1本/m²)、高木 (5m以上) (300kg/本、0.1本/m²) と仮定した。また、地被類については、芝生の重量として 1kg/m² とした。

注 2) 植栽基盤重量の算出にあたっては、人工軽量土壌、一般改良土壌、排水層資材の湿潤時の比重をそれぞれ 0.6、1.5、0.2 と仮定した。

注 3) 建築基準法による許容積載荷重は、一般屋上広場の場合 180kg/m² である。

《灌水設備》



スプリンクラー
(首都高速 5 号池袋線 (東京都板橋区))



自動灌水設備
(経団連会館 (東京都千代田区大手町))



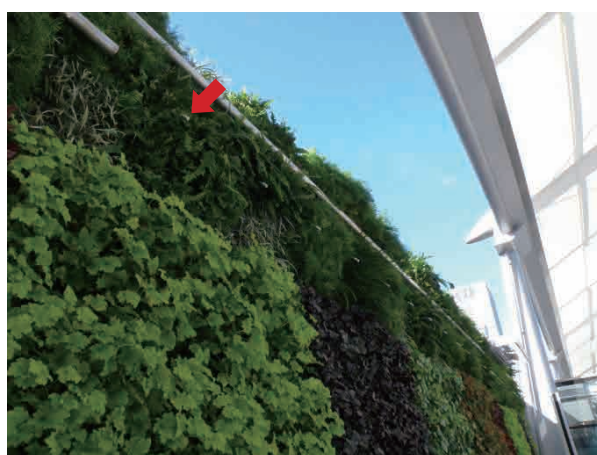
点滴式の灌水チューブ
(御殿山プロジェクト (東京都品川区北品川))



点滴式の灌水チューブ
(霞ヶ関ビル (東京都千代田区霞ヶ関))



生育基盤一体型の灌水設備
(虎ノ門ファーストガーデン
(東京都港区虎ノ門))



ドライミストによる灌水設備
(東京駅八重洲口グランルーフ
(東京都中央区八重洲))

《マルチング》



バークチップによるマルチング
踏圧防止と土壌の乾燥防止を兼ねている。
(御殿山プロジェクト (東京都品川区北品川))



バークチップによるマルチング
(丸の内パークビルディング
(東京都千代田区丸の内))

《踏圧防止》

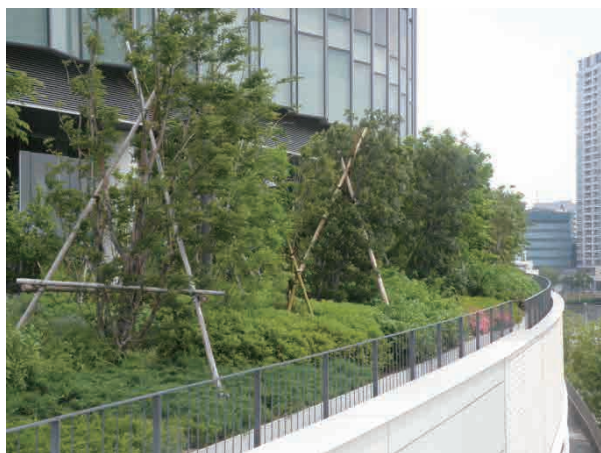


踏圧防止のための根際部の養生
(オルト横浜
(神奈川県横浜市神奈川区))

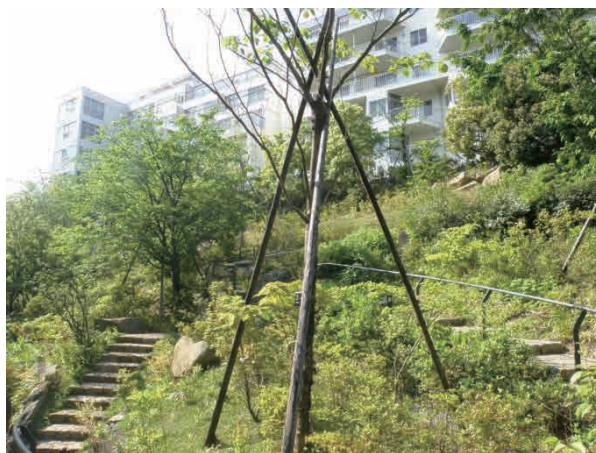


グレーチングによる根際部の養生
(さいたま新都心ケヤキ広場
(埼玉県さいたま市大宮区))

《防風対策》



伝統的な八つ掛け支柱
(富士ゼロックス四季彩の丘
(神奈川県横浜市西区))



伝統的な八つ掛け支柱
(御殿山プロジェクト (東京都品川区北品川))



ワイヤー支柱
(首都高速大橋 JC 目黒天空庭園
(東京都目黒区大橋))



ワイヤー支柱
(首都高速大橋 JC 目黒天空庭園
(東京都目黒区大橋))



生育基地下支柱
(品川インターシティ セントラルガーデン
(東京都港区港南))



地下支柱
(首都高速大橋 JC 目黒天空の庭
(東京都目黒区大橋))

3. 壁面等の緑化

3-1 ツル植物による壁面緑化

- (1) 壁面緑化は、ツル植物特有の性質である「絡まる」、「巻きつく」、「吸いつく」、「垂れる」、「這う」などの生育特性を利用して、建築物の壁面のほか、石塀、コンクリート擁壁、遮音壁などを緑化する方法が一般的であるが、壁面の前面に近接して樹木を植栽して隠す手法などもある。
- (2) ツル植物は一般に生育が旺盛で伸長速度が速いため面的な被覆も早く、しかも乾燥に耐えやせ地でもよく生育できるものが多いため、環境圧の厳しい都市の建築空間の緑化に適した植物である。
- (3) 新たな用地の取得が困難な都市の現状において、比較的狭い空間でも生育が可能で、しかも植栽面積の割には壁面被覆により十分な葉量が確保できるツル植物の導入による壁面緑化は、今後の都市緑化において特に実現性の高い緑化手法である。
- (4) 建築物の外壁のほか、都市内に様々な形でみられる接道部の石塀やコンクリート構造物、幹線道路沿道の遮音壁などを緑化することは、大気浄化の面でも特に有効であると考えられ、また、視認性が高いことから都市景観形成の上でも効果的であると考えられる。

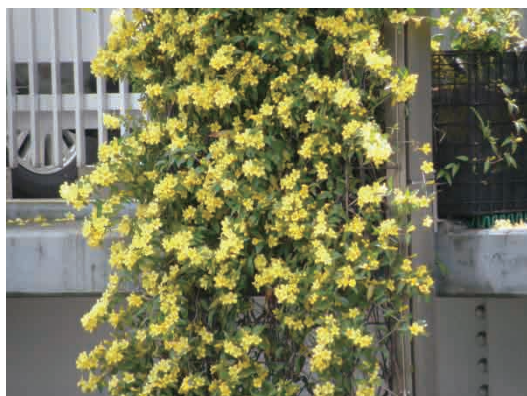
解 説

1 壁面緑化用ツル植物の条件

ツル植物には数多くの植物があるが、そのうち壁面緑化に使用できるツル植物の特性を表Ⅱ.4.3-1に示す。

表Ⅱ.4.3-1 壁面緑化に用いられるツル植物の特性

壁面緑化に用いられるツル植物の特性
① 生育が旺盛で、年間伸長量が大きく、面的な被覆が速い。
② 乾燥に耐え、やせ地でもよく生育し、狭い空間での緑化も可能である。
③ 強健で、形や大きさが比較的自由に調整できる。
④ 葉の形や色、つやなどが美しい。
⑤ 放任しても維持管理が比較的容易である。



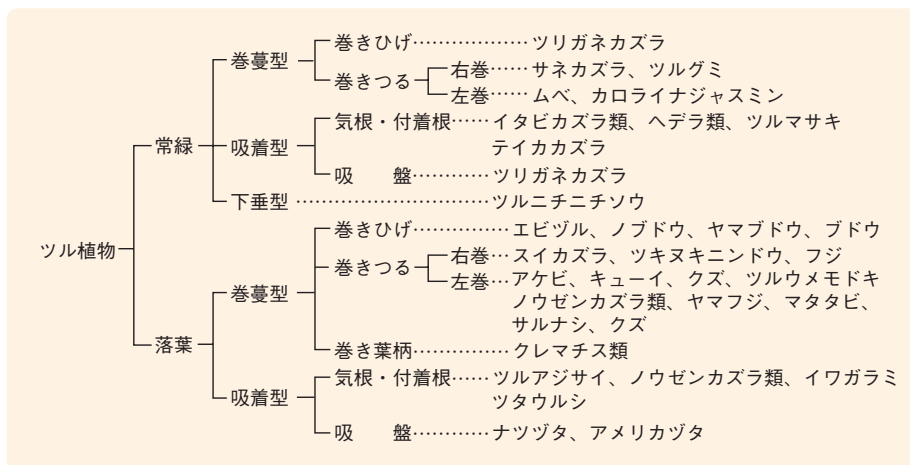
カロライナジャスミン
JR 潮見駅前プラザ二番街
(東京都江東区潮見)



テイカカズラ
御殿山プロジェクト
(東京都品川区北品川)

2 登はん方式などによるツル植物の分類

壁面緑化などに多用されているツル植物を登はん方式により分類し、図Ⅱ.4.3-1に示す。ヘデラ・ヘリックスやオオイタビは常緑の吸着型（気根）、ムベやカロライナジャスミンは常緑の巻つる型、ヘデラ・カナリエンスやツルニチニチソウは下垂型、フジやスイカズラは落葉の巻つる型、ナツツタは落葉の吸着型（吸盤）である。



吸着型: 気根
ヘデラ類



吸着型: 吸盤
ナツツタ



巻蔓型 + 吸着型:
巻きひげ + 吸盤
ツリガネカズラ



巻蔓型: 巻きつる (左巻)
ツルウメモドキ



巻蔓型: 巻きつる (右巻)
スイカズラ



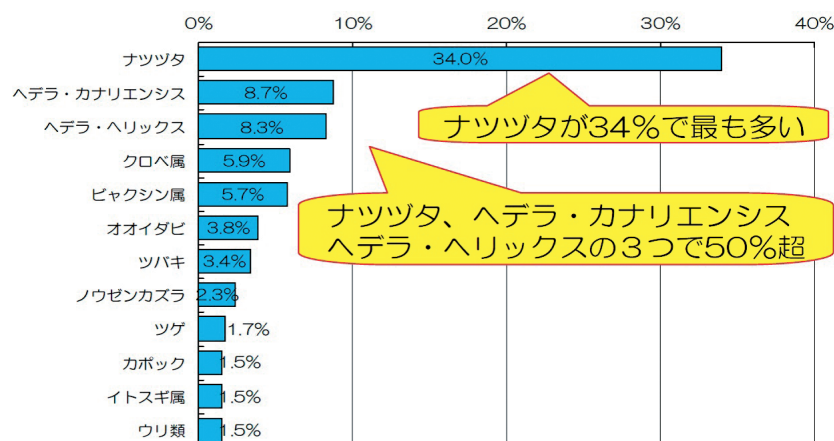
巻蔓型: 巻き葉柄
クレマチス類

図Ⅱ.4.3-1 ツル植物の登はん方式による分類（社団法人道路緑化保全協会、1983）

3 東京都内の壁面緑化によく用いられているツル性植物 (東京都「壁面緑化ガイドライン」)

東京都（2006）によると、東京都内で壁面緑化に使用されている植物は、図Ⅱ.4.3-2 に示すように、ナツツタが最も多く 34.0%、次いでヘデラ・カナリエンス 8.7%、ヘデラ・ヘリックス 8.3% で、上位 3 種で 50% を超えていた。次いで、クロハ属 5.9%、ビャクシン類 5.7% の常緑針葉樹を挟んでオオイタビ 3.8% となっている。

また、京都市では、ヘデラ類が 53% と最も多く、以下ナツツタ 17%、ツルバラ 8%、トケイソウ、カロライナジャスミン、テイカカズラ（いずれも 2%）と続く。



図Ⅱ.4.3-2 東京都内の壁面緑化に使用されている植物の内訳（東京都、2006）

壁面緑化で多く用いられている主なツル植物を表Ⅱ.4.3-2 に示す。東京都や京都市で多用されているナツツタ、ヘデラ・ヘリックス、オオイタビは直接登はん型（吸着型）、ヘデラ・カナリエンスは下垂型、トケイソウ、カロライナジャスミン、テイカカズラは巻き付き型（巻つる型）、また、ツルバラはかぎ状のとげで引っかかるタイプである。

表Ⅱ.4.3-2 壁面緑化に多用されている主なツル植物（東京都、2006）

登はん方式	主なツル植物
直接登はん型（吸着型）	ナツツタ、オオイタビ、ヘデラ・ヘリックス、ノウゼンカズラ
巻き付き型（巻つる型）	カロライナジャスミン、テイカカズラ、ニシキテイカ、クレマチス類、アサガオ類、ツキヌキニンドウ、スイカズラ、ムベ、ビグノニア、ニガウリ、ヘチマ
下垂型	ヘデラ・カナリエンス、コトネアスター、ビンカ・マジョール、ツルニチニチソウ

コラム ツル植物の登はんの仕組み

ナツツタは、巻きひげの先端にある吸盤で壁に付着する。巻きひげの先端が球状に膨らみ、これが壁面に触れると吸盤状に変形し、吸い付くようにして壁をはい上がる。一方、ヘデラ・ヘリックス、オオイタビ、テイカカズラ、ノウゼンカズラは、壁面に触れた枝の葉腋付近に気根ができ、気根から多糖類やタンパク質などが分泌されて付着する。

出典）東京都（2006）：壁面緑化ガイドライン



丸の内パークビルディング三菱 1 号館
タワー塔の大きな三つの円柱にカセット型緑化ユニットを導入し高さ 10m 程度まで緑化。
(東京都千代田区丸の内)



京都烏丸御池 新風館
屋根や壁面に囲まれた半室内空間を観葉植物など多様な植物で憩いの空間を創出。
(京都市中京区場之町)



銀座ニコラス・C・ハイエックセンター
14 階建ての半屋外アトリウムにプランターの棚を 52 層積み重ねて多様な植物で緑化。
(東京都中央区銀座)



市川市立大洲中学校接道部
県道 238 号の接道部の塀をテイカカズラを導入して壁面緑化。脚部は低木のシャリンバイ。
(千葉県市川市大洲)



住友商事神田錦町ビル
建物周辺の狭隘な路地を利用して壁面緑化。テイカカズラ、シダ類等の多様な植物を導入。
(東京都千代田区神田錦町)



神田錦町トラッドスクエア
総合設計制度による公開空地。交差点角の一角のポケットパークを多様な植物で緑化。
(東京都千代田区神田錦町)



東京駅八重洲口グランルーフ
駅周辺の高層ビルを繋ぐペデストリアンデッキを壁面緑化。ドライミストにより灌水。
(東京都中央区八重洲)



板橋清掃工場
清掃工場の躯体の外壁をユニット化した緑化パネルで緑化。ヘデラ・カナリエンシス、ムベなど。
(東京都板橋区高島平)



パナソニックグループ本部
バルコニーにプランターを設置し、外壁フェンスにツルバラなどで緑化している。
(東京都千代田区大手町)



三井住友海上駿河台新館付近
地下鉄新御茶ノ水駅に繋がる地下通路で入口付近の台形状建屋の壁面を緑化している。
(東京都千代田区神田駿河台)



品川サンケイビル
賃貸オフィスビルの2～8階の西向き壁面を緑化。コンテナユニットを各階に設置し、室内からも緑が楽しめる構造。
(東京都港区港南)

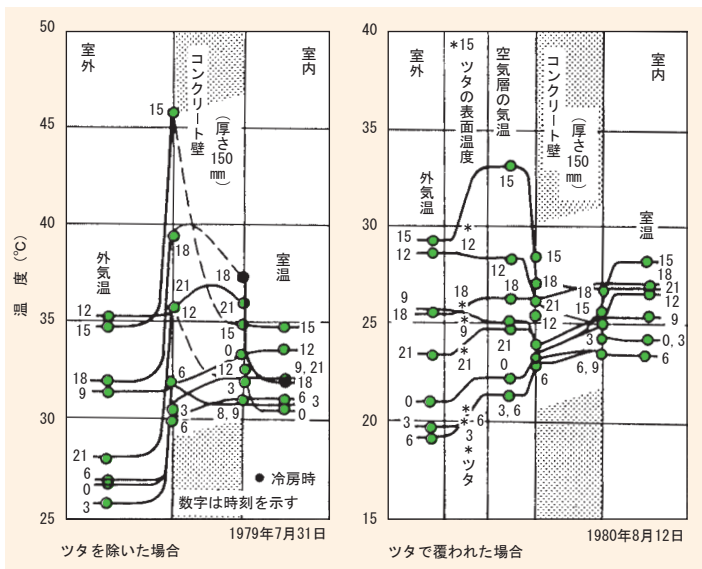
3-2 壁面緑化の効果

壁面緑化は、都市景観形成の面ばかりでなく、下記のような快適な生活環境の保全・創出の効果が近年の調査研究で確認されており、最近ではヒートアイランド対策として注目され、各地の地方公共団体などでガイドラインの策定などによる情報提供が行われている。

効 果	概 要
都市景観形成	緑による人工建造物の被覆による都市景観の向上
ヒートアイランド現象の緩和	壁面の被覆による熱環境改善によりヒートアイランド緩和
室内の熱環境の緩和	日射遮蔽による室内の熱環境の緩和と省エネルギー効果
生物の誘引効果	導入植物の工夫により訪花昆虫や採餌昆虫などが増加
建築・建造物の保護	建築躯体の膨張・収縮を招く熱伝導の低減、緑による遮蔽
大気浄化	ガス状汚染物質の吸収、粒子状汚染物質の捕捉

解 説

梅干野ら（1985）は、西日対策として西向きの壁面にナッツタで壁面緑化した住宅で日射の遮蔽効果を調べた。その結果を図Ⅱ.4.3-3に示す。日射を受けたツタの葉温やツタと壁面との間の空気層の温度はかなり上昇するものの、ツタで遮蔽された壁面の表面温度は直射日光を受けた壁面のそれに比べて最大10℃程度低くなった。また、外壁の屋内側表面温度は、ツタによる被覆のない場合焼け込みが最大になる時間帯では室温よりも5℃以上も高くなるが、ツタで被覆されている場合には室温よりも高くなることがほとんどなかった。外壁の屋内側・屋外側の表面温度をもとに壁体における熱流を算出すると、西日を直接受けるコンクリート打ち放しの外壁では、屋外側面で最大200kcal/m²・hの日射熱流入がみられるが、ツタで壁面を被覆することによって約1/4に減少することが確認された。室内側の熱流は、被覆のない場合、夕方、約50kcal/m²・hの日射熱流入があるが、ツタで被覆した場合には、ほとんどゼロに近くなる。



図Ⅱ.4.3-3
ツタを導入した壁面緑化による西日の遮蔽効果（夏季晴天日の断面温度分布）
（梅干野、1985）

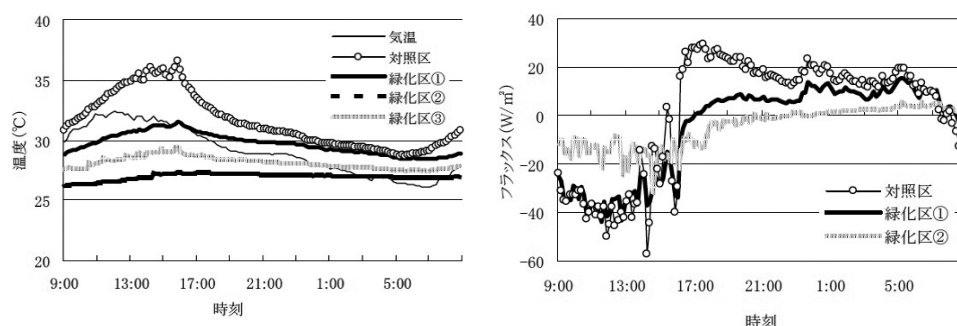
松井（1990）は、ツル植物であるアケビを用いて住宅の南側壁面に緑のスクリーン（3m × 3m）を設け、建物の空調に係わる省エネルギー効果の実証試験を行った。スクリーンを設置した棟と設置しなかった棟とで室内を一定温度に維持するために必要な冷房運転の消費電力量を比較した結果を表Ⅱ.4.3-3に示す。植物スクリーンを設置した場合、設置しない場合に比べて21～42%、平均でも30%以上の電力消費量の削減効果を示した。また、アサガオ、ヘチマ、ヒョウタン、ツルムラサキなどを用いて、ツル植物の種類による省エネルギー効果の違いを検討した結果、葉が多く、よく繁る植物であれば、同じような効果が得られることが確認された。

表Ⅱ.4.3-3 ツル植物のスクリーンによる夏季の冷房に要する電力消費量の削減効果（松井、1990）

試験 No.	冷房運転中の最高室内温度 (℃)	消費電力量 (kWh)		節電率 (%)
		植物あり	植物なし	
1	31	1.08	1.55	30
2	30	0.97	1.40	31
3	27	0.39	0.67	42
4	31.5	0.60	0.90	33
5	29	0.74	0.94	21
6	28.5	0.90	1.25	28
平均	29.5	0.78	1.12	31

注) 消費電力量は、午前8時から11時の間、室温を28℃に維持するのに要した冷房の電力量を示す。

東京都農林総合研究センターの渋谷ら（2007）は、ヒートアイランド対策の基礎資料とするために、東京都における壁面緑化の実態調査とパネル型壁面緑化の温熱環境評価を行った。パネル設置型壁面緑化の温熱環境評価の実験では、東京都新河岸処理場内の西側壁面で夏季に実施し、真夏日と熱帯夜を記録した9/11と9/12の結果を解析した。試験区は、緑化区①（下垂型壁面緑化）、緑化区②（パネル設置型壁面緑化：ピートモスブロック）、緑化区③（パネル設置型壁面緑化：ヤシ繊維マット）、対照区（無被覆壁面）で、いずれも植物はヘデラ・カナリエンシスを導入した。各試験区における壁面表面温度（左図）と貫熱流量（右図）の推移を、図Ⅱ.4.3-4に示す。壁面緑化による温熱環境緩和効果が確認されたが、その効果は工法の違いによって差異がみられた。パネル設置型壁面緑化は、壁面温度、貫熱流量の結果から、下垂型壁面緑化に比べて効果が大きいことが確認された。その原因はツル植物の被覆率の違いによるものと考えられ、効果を高めるためには、オオイタビのように葉がよく繁るツル植物の導入、最適な植栽間隔、生育基盤や誘引方法の工夫によって被覆率を高めることが重要であると考えられた。



図Ⅱ.4.3-4 パネル設置型壁面緑化による壁面表面温度（左図）と貫熱流量（右図）の比較（渋谷ら、2007）

3-3 緑のカーテンづくり

- (1) 近年、各地の地方公共団体、学校、市民レベルで緑のカーテンづくりによる取組が行われている。緑のカーテンづくりは、ツル性植物を外壁近くに生育させることで日射を遮蔽し、また植物の蒸散作用も得られることから、暑い日には室内温度が室外よりも5～10℃程度下がることが期待される。室内温度の低下により真夏の冷房温度を控えることができ、省エネルギー効果が期待され、CO₂を削減を身近で行うことができ、地球温暖化対策にも繋がる。
- (2) 近年、地方公共団体の環境研究所などを中心に、ヒートアイランド対策としての緑のカーテンづくりに係わる温熱環境改善などの研究が盛んに行われている。

解説

1 学校による緑のカーテンづくりの例

緑のカーテンは、建築物の外周や窓の外に垂らしたネットなどにヘチマ、アサガオ、ゴーヤ、キュウリなどのツル植物を這わせた自然のカーテンである。この緑のカーテンは、建築物に直接日光が当たることが防ぎ、熱線である赤外線を反射し、断熱効果をもつ。また、葉の気孔を通じて水分が蒸発するため、カーテン内の気温の上昇を防ぐといわれている。

近年、地球温暖化対策、都市域におけるヒートアイランド対策などの一環として、夏の省エネを図るため、各地方公共団体により家庭、店舗・事業所、学校などで緑のカーテンづくりの普及が進んでおり、地方公共団体の主催で緑のカーテンづくりのコンテストなども行われている。

板橋区立高島第五小学校（板橋区高島平）において、緑のカーテンの効果を調べるために、標準有効温度（SET）、大気中のNO_x濃度、浮遊粉塵濃度、葉面付着粉塵、緑のカーテンの生育状況を調べた。その結果、緑のカーテンは4階建て校舎の屋上にまで達し、緑のカーテンの全体葉面積は420m²で、単位土地面積当たりの葉面積（葉面積指数と呼ばれる）は、13になった。これは、わが国の林冠が閉鎖した森林の葉面積指数が、落葉広葉樹林で3～7、常緑広葉樹林で5～9程度であるといわれていることから、単位植栽面積当たりの葉量はこれらの森林の2倍以上に相当した。この葉量からNO₂吸収量を推定すると、吸収量は約550gと推定され、これは胸高直径20cm程度のクスノキが1年間に吸収するNO₂量の3本分程度に相当するとみなされた。



板橋区立高島第五小学校の緑のカーテン
ヘチマの生育が旺盛で4階建て校舎の屋上に達した。単位土地面積あたりの葉面積は13にも達する。

2 緑のカーテンづくりの効果に係わる研究事例

横浜市環境科学研究所（2008）は、市内 69 箇所で実施された緑のカーテンについて、温度の低減効果を調べた。その結果、晴天日の日向では温度低減効果は 10℃ 程度であり、曇天日や日陰では 3～4℃ 程度であった。また、教室内の温度環境を観測した結果、緑のカーテンのある教室はない教室に比べて最大 1.4℃ 程度室内温度が低いことが確認された。

横浜市環境科学研究所は、居室の南側に面したガラス窓外側に植えられた 8m² の緑のカーテンについて、7～9 月の夏季 3 ヶ月間での緑のカーテンによる省エネ効果と CO₂ 削減効果を試算した。その結果、省エネ効果については、家庭用エアコン（8 畳用）1 台分を毎日 1 時間～1 時間半程度稼働させる程度の効果が推定された。また、CO₂ 削減効果については、スギが吸収固定する CO₂ 量の約 9 本分の削減効果があるものと推定された。

山梨県環境科学研究所は、緑のカーテンづくりの取組が県内に広がりつつあることから、その温度上昇抑制効果などを精査し、省エネ効果、夏季の生活環境、健康への影響について検討した（宇野、2010・2011）。赤外線カメラ、温湿度計、風速計、Globe 温度計による温熱環境の測定によって、緑のカーテンの設置が緑のカーテンを設置した建物の屋外・屋内の温熱環境の改善に寄与していることが確認できた。また、緑のカーテンの生育状況により屋内への風の流入に違いがみられ、窓を開放する場合は、ある程度葉を間引いて風を屋内に取り込むほうが有効であると考えられた。

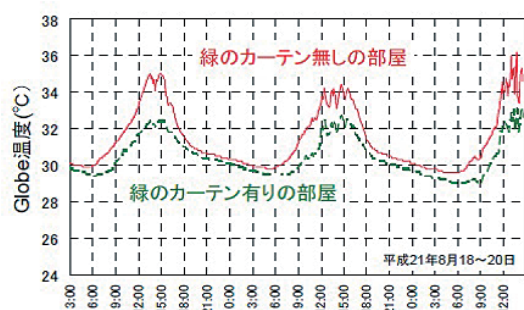


図 II.4.3-5 緑のカーテンの有る無しによる
Globe 温度の違い
(宇野、2010・2011)

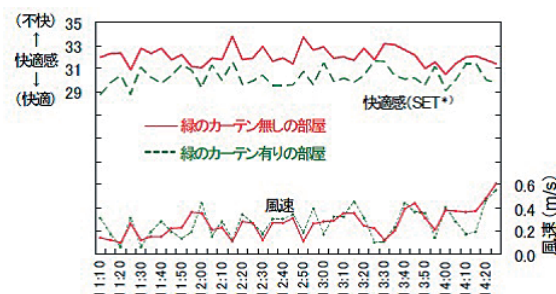


図 II.4.3-6 緑のカーテンの有る無しによる窓
開放時の快適感
(宇野、2010・2011)

成田（2007）は、緑のカーテンが導入されている杉並区立の小学校を対象に、単に気温差のみでなく、体感指標に寄与する放射環境や通風条件まで含めた系統的な実測調査を行い、さらに懸念される室内照度についても評価を試みた。その結果、緑のカーテンは教室の放射環境の改善に大きく寄与しており、窓が開放され気温差が小さい場合にも体感温度は大きく異なった。一方、緑のカーテンは通風阻害というマイナス面も併せもっており、外壁との距離を確保するなど、緑のカーテンの作り方に工夫が望まれた。標準有効温度（SET）による評価では、放射環境改善による体感温度の低下は、通風阻害による上昇量の 2 倍程度と見積もられた。照度については、緑のカーテンのない教室に比べて 1/3 程度に小さくなるが、緑のカーテンのない教室でも通常点灯されていたため、照明エネルギーの増大にはならなかった。

コラム

緑のカーテンの大気浄化効果（板橋区立高島第五小学校の例）

緑のカーテンに係る温熱環境改善効果については、東京都、山梨県、横浜市等の環境研究所などで実証研究が行われている。ここでは、校舎の4階屋上まで達する見事なカーテンがつくられている東京都板橋区高島第五小学校で行った大気浄化効果に着目した調査の一部を紹介する。

屋外の緑のカーテンのある屋外・ない屋外、教室内の緑のカーテンのある教室・ない教室の4箇所標準有効温度（SET）を測定し、緑被による放射環境の改善効果、通風阻害による風速低減を把握するなど、総合的な温熱環境評価を試みた。それに加えて、上記4箇所に大気の捕集サンプルを設置し、大気中のNO_x濃度（NO、NO₂）、粒子状物質濃度（SPM、PM_{2.5}）を比較した。また、葉をサンプリングし、葉面付着粉塵の質量濃度、炭素成分、イオン成分、金属成分を分析し、その低減効果を把握した。さらに、葉面積を推定し、緑のカーテンによるNO₂吸収量を試算した。

■ 標準有効温度（SET）

標準有効温度（SET）は、緑のカーテンのある教室の方がない教室よりも全般的に低くなっており、緑のカーテンによる体感温度の低減効果を確認することができた

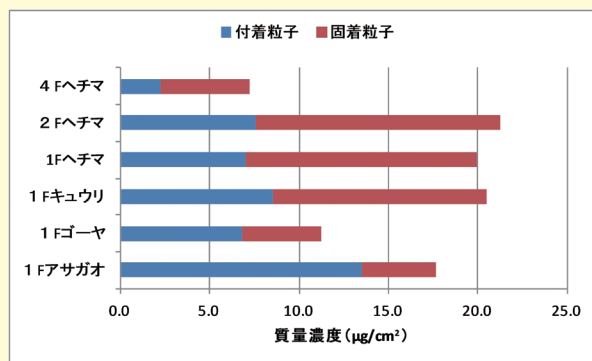
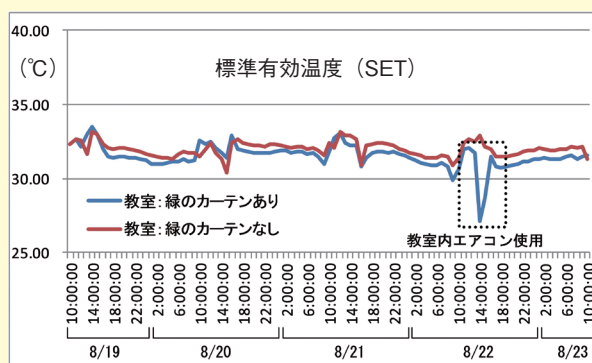
■ 葉面付着粉塵

葉面付着粉塵の質量濃度を比較すると、最も多いのはキュウリ及びヘチマで20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 程度で、アサガオがこれに次ぎ、ゴーヤは12 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 程度であった。水洗処理により比較的容易に洗い出される付着成分とクロロホルム処理により表層のワックス層を溶解抽出して得られる比較的強固に付着している固着粒子の割合は、キュウリやヘチマでは付着粒子：固着粒子＝4：6、ゴーヤでは6：4、アサガオでは8：2となり、植物の種類により相違がみられた。また、1階、2階、4階でサンプリングしたヘチマで比較すると、採取位置の違いによる付着粒子と固着粒子の割合は同程度で、大きな違いはみられなかった。

■ 葉面積の推定とNO₂吸収量の試算

緑のカーテンの全体葉面積は420m²（植栽土地面積32m²）と推定され、葉面積指数（単位土地面積当たりの総葉面積）を求めると1.3程度になる。わが国の林冠が閉鎖した森林の葉面積指数は、落葉広葉樹林で3～7、常緑広葉樹林で5～8程度であるといわれていることから、緑のカーテンの単位植栽面積当たりの葉量はこれらの森林の2倍以上になる。葉面付着粉塵の質量濃度を仮に20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ （0.2g/m²）とすると、緑のカーテン全体の葉面付着粉塵量は84gと推定された。また、三宅・戸塚（1991）の汚染ガス吸収モデル式を適用すると、7～10月の4ヶ月間の緑のカーテンによるNO₂吸収量は約550gと推定された。これは、胸高直径20cm程度のクスノキが1年間あたりに吸収するNO₂量の3本分程度の量に相当し、吸収効果は大きいと考えられる。

出典）株式会社ブレック研究所（2014）：独立行政法人環境再生保全機構委託業務「大気浄化植樹事業の効果の把握及び効果的推進のための調査研究報告書（2013年度）」

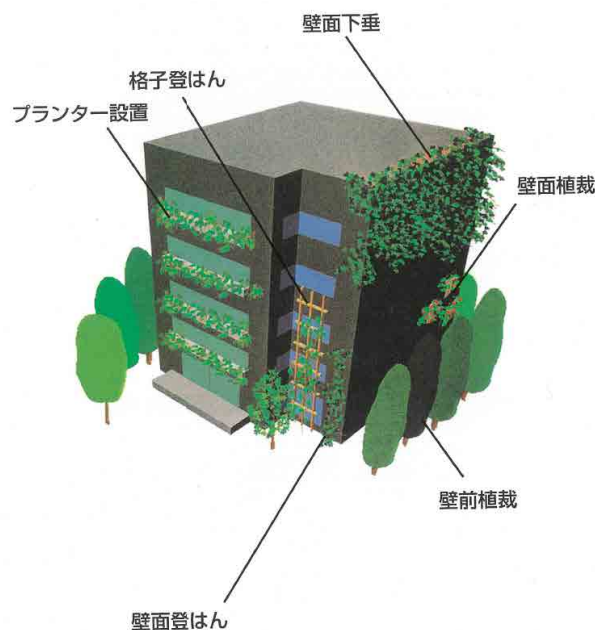


3-4 壁面緑化の方法

- (1) ツル性植物は、登はん方式や伸長量などが種によってかなり異なるため、壁面緑化の実施にあたっては、植栽地の環境条件、建築物の構造や壁面の素材・仕上げ・規模などを十分検討して導入植物や緑化方法を選定する。
- (2) 既存建築物の場合、建築物の構造や壁面の素材・仕上げ・規模などにより適用可能な緑化方法が制限されるが、新築の場合には、植栽及びツルの誘引（登はん・下垂）のために必要な補助資材を計画設計段階で導入しておけば、様々な緑化手法を採択することができる。

解 説

建築物の壁面をはじめブロック塀、コンクリート構造物、遮音壁など、緑化の対象となる壁面は、構造や機能、素材や仕上げが変化に富んでいる。一方、ツル植物も登はん方式や伸長速度が様々で多くの種類がある。このため、壁面の特性やツル植物の特性を照らし合わせながら、表Ⅱ.4.3-4、図Ⅱ.4.3-7に示すように、適切な緑化方法、植物を選定することが重要である。



図Ⅱ.4.3-7 壁面緑化の対象場所と緑化方法

表Ⅱ.4.3-4 ツル植物等による壁面緑化の方法（沖中、1990）

緑化形式		緑化方法	適用植物	備考
壁面被覆	壁面登はん	植物を壁面に直接付着させて登はんさせる。	付着性ツル植物	壁面の素材・仕上げが重要。滑り面は付着が困難。
	格子登はん	壁面に設置した格子の絡ませて、又は誘引させて登はんさせる	巻き付き性、引掛り性、付着性ツル植物	付着性ツル植物は誘引が必要。外構の植栽地など。
	壁面下垂	壁面の上部に植物を植栽し、壁面に下垂させる。	下垂性ツル植物	壁面上部に植栽地を確保。
	プランター設置	ベランダや窓際に設置したプランターに植物を植栽する。	ツル植物 中低木	プランター設置のスペースを確保。
	壁面植栽	壁面に整備した培地（生育基盤）に直接植物を植栽する。	特殊な草本類 一般の草本類	培地（生育基盤）の耐久性が重要。
壁前植栽	壁前植栽	壁の前面に高木、中低木を植栽する。	高木 中低木	—

注1) 付着性ツル植物：吸盤型、付着根型。自力で壁面に付着し登はん。

注2) 巻き付き性ツル植物：巻きひげ型、巻き葉柄型、巻つる型。樹木の枝や格子に巻き付いて登はん。

注3) 引掛り性ツル植物：トゲ型、枝葉型。樹木の枝や格子に引掛りながら登はん。

3-5 壁面緑化の緑化工法と基本的留意事項

- (1) 壁面緑化を行う都市の建築空間は、植栽基盤の制約や様々な環境圧を受けるなど、通常の植栽地に比べると極めて厳しい環境条件下にある。
- (2) また、狭小な植栽場所や、いったん伸長したツル植物が手に届かないことも多いため、植栽後の維持管理が容易に行えないような場合も多い。
- (3) このため、植栽にあたっては、以下のような事項に十分留意する必要がある。
 - ① 植栽基盤の整備を十分に行う
 - ② 導入する植物を適切に選定する
 - ③ 導入植物の特性に応じて、適宜必要な登はん補助資材を設置する
 - ④ ツル性植物の伸長成長は比較的早いですが、壁面の被覆には時間を要する
 - ⑤ 大気浄化の面では、接道部や遮音壁などの汚染物質発生源近傍での植栽が効果的

解 説

1 既存事例にみる失敗の原因

ツル植物による壁面緑化は、従来から様々な場所で行われているが、せっかく緑化したのにもかかわらず失敗した例も多い。失敗の主な原因を表Ⅱ.4.3-5に示すが、これらの事項はとりもおさず壁面緑化を行う際の基本的留意点でもある。

表Ⅱ.4.3-5 既存緑化事例にみる壁面緑化の失敗の原因

壁面緑化の失敗の原因	
①	植栽基盤の整備が不十分
②	ツル植物の特性に関する知識の欠如、植物選択の誤り
③	植栽した植物の形状が不適切（苗木を植栽しなかった）
④	活着するまでの灌水などの養生不足
⑤	肥料切れのため徐々に生育が衰退
⑥	繁茂し過ぎて下枝の「枯れ上がり」や密生による「蒸れ」のために衰退
⑦	雑草繁茂による被圧のために衰退
⑧	灌水管理を怠り、干天時に乾燥害で衰退
⑨	排水不良による根腐れにより衰退
⑩	登はん補助資材の選定を誤り、壁面に誘引できない
⑪	強風や、成長による自重の増加、樹体の老齢化により壁面から剥離

2 ツル性植物の伸長速度と被覆に要する時間

ツル植物のツルの年間伸長量は図Ⅱ.4.3-8に示すように、一般の樹木と比べると成長速度が速い。年間の伸長成長量は、成長の速いナツヅタ、スイカズラ、フジなどで平均約2.5m（最大約5m）、成長速度が中庸のヘデラ類、ムベ、アケビなどで平均1～1.5m、成長が比較的遅いイタビカズラ、テイカカズラなどでは平均0.7～1m程度である。

壁面緑化で大気浄化を図る場合、壁面を可能な限り広い面積で覆って、植物の生育に支障がない範囲内で葉面積の総量が増えることが望ましい。しかし、ツル植物の伸長速度に応じて壁面を徐々に覆うことになるため、緑化が完成するまで、すなわち壁面がツル植物で全面覆われるまでには、伸長速度に応じて、ある程度の時間を要することも承知しておかなければならない。

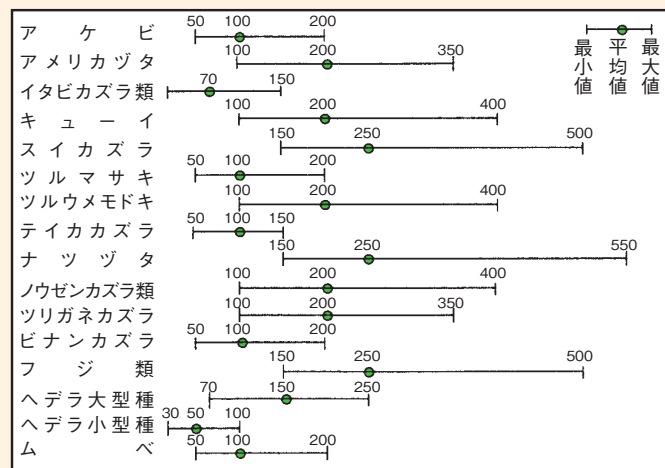


図 II.4.3-8 主要ツル植物の年間生育量（ツルの伸長量、東京標準、単位：cm/y）
（社団法人道路緑化保全協会、1987）

上記の伸長速度を踏まえ、高さ 5m の建築物全面を被覆するのに要する年数を試算した結果を表 II.4.3-6 に示す。ツル植物は、気根や吸盤などの登はん器官が新しいツルにしかできないため、登はん形式のツル植物で壁面緑化する場合には小さな苗木を植栽するが、伸長量の大きいナツツタ、スイカズラ、フジなどでは、高さ 5m 程度の壁面で約 2 年程度、10m 程度の高さの壁面でも 4～5 年で壁面が被覆できる。ただし、これは苗木がしっかり活着して、その後順調に生育・成長できた場合の話である。一方、伸長速度が比較的遅いイタビカズラ、テイカカズラ、ビナンカズラなどでは、高さ 5m の壁面を全面被覆するまでには 4～5 年を要するといわれている。

表 II.4.3-6 高さ 5m の建築物壁面を全面被覆するのに要する年数（東京標準）
（社団法人道路緑化保全協会、1983）

ツルの伸長量	吸着型ツル植物	巻つる型ツル植物	緑化完成年
伸長量：極大	ナツツタ	スイカズラ、フジ	約 2 年
伸長量：大	ノウゼンカズラ、アメリカツタ	ツルウメモドキ、キウイフルーツ	約 2 年
伸長量：中	ヘデラ類	ムベ、アケビ	約 3 年
伸長量：小	イタビカズラ、テイカカズラ	—	約 4 年

3-6 植栽基盤の整備

ツル植物による壁面緑化の対象地の多くは、通常、植栽後の維持管理が容易に行えないような場所である。また、ツル植物の多くは、一般の造園樹種に比べて地下部（根）に対する地上部（ツルとそれに着生する葉）の割合が大きいいため、健全で永続的な生育を維持するためには、十分な根張り空間を確保するとともに、必要に応じて土壌の入れ替えや土壌改良を行うのが望ましい。

解 説

壁面緑化における植栽基盤整備の留意点を表Ⅱ.4.3-7に示す。

表Ⅱ.4.3-7 壁面緑化における植栽基盤整備の留意点

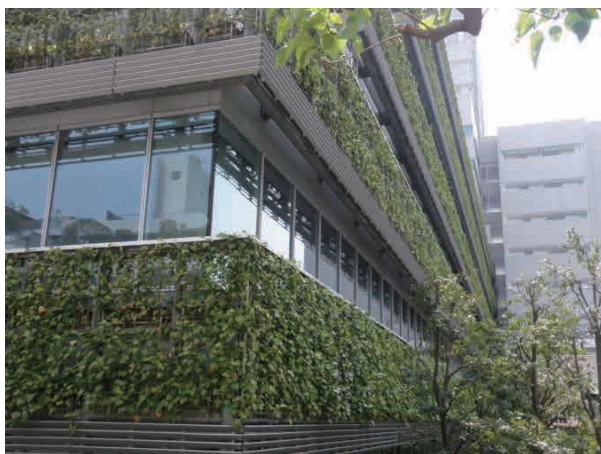
項 目	留 意 点
植 栽 基 盤 の 構 造	● 土壌の厚さは、通常、自然地盤の場合、最低 30cm 以上必要であるが、屋上、ベランダなどの人工地盤の植栽地では、地下からの水分や養分の供給が望めないため、60cm 以上の厚さを確保するのが望ましい。 ● 植栽地の幅は 50cm 以上確保するのが望ましいが、土地の制約やその他の事情によりそれが困難な場合で、最低でも 30cm 以上確保する必要がある。 ● 屋上やベランダにプランターを設置し、下垂型のツル植物（ヘデラ・カナリエンシスなど）を植栽し、壁面に下垂させるのも一つの方法である。
植栽地の土壌条件	● 壁面緑化の対象地は、そのほとんどが狭隘な場所で、植物の生育にとってもあまり好ましい土壌とはいいいにくい。有効土層厚の不足、水分や空気の不足、養分の欠乏、アルカリ性、堅密土壌などの問題点を抱えている場合が多い。 ● このため、必要に応じて土壌を入れ替えたり土壌改良を行うなど、植栽基盤の充実を図るのが望ましい。
養分の供給（追肥）	● 植栽する植物の種類、日照や降雨の有無を含めた土地条件、植栽基盤の整備状況などによって異なるが、ツル植物の生育状況に応じて、最低でも数年に一度の頻度で追肥を行うのが望ましい。 ● 葉色が淡くなったり、ツルの伸長量や葉の着生量が著しく低下するなど、明らかに肥料切れの徴候を示す場合には、必ず追肥を行う必要がある。 ● 特に長大な建築物壁面やコンクリート擁壁などを緑化する場合には、ツル植物一株で大きく広がる葉群を維持していくためには、十分な水と養分の供給が必要であり、追肥が欠かせない。



経団連会館
狭隘な場所での植栽基盤整備。
(東京都千代田区大手町)



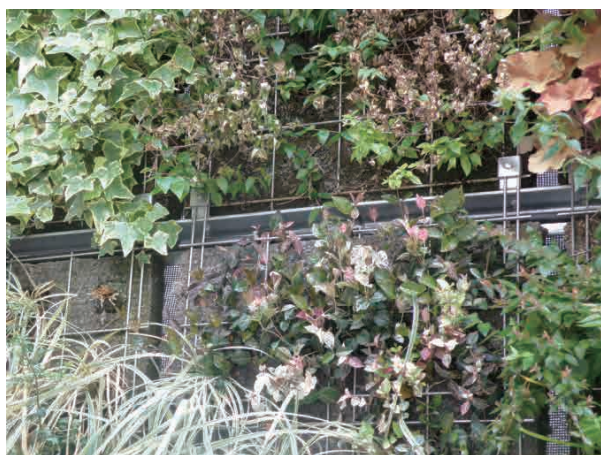
さいたまスーパーアリーナ
プランターと灌水設備と登はん補助資材。
(埼玉県さいたま市大宮区)



二番町ガーデン
2階～6階のバルコニーからヘデラ類を用いて緑化し、近隣への西日反射を抑制。
(東京都千代田区二番町)



銀座ニコラス・G・ハイクセンター
プランターと灌水設備と登はん補助資材。
(東京都中央区銀座)



神田錦町トラッドスクエア
生育基盤と登はん補助資材が一体化。
(東京都千代田区神田錦町)



新丸ビル 駐輪場
プランターを積み重ねヘデラ類などを導入。
(東京都千代田区丸の内)

3-7 登はん・下垂補助資材の整備

- (1) ツル性植物による壁面緑化を確実かつ効果的に行うためには、壁面の素材や仕上げ、導入植物の特性などを十分考慮し、必要に応じてネットや格子などの登はん・下垂のための補助資材を設置する。
- (2) フェンス、パーゴラ、ポールなどの工作物に巻つる型のツル性植物を絡ませて、壁面緑化と同様、立体的に緑化する手法もある。

解説

1 登はん・下垂補助資材の設置

ツル植物を登はん形式により分類すると、表Ⅱ.4.3-8に示すように、気根、付着根、吸盤などで他物に吸着する吸着型と、ツルなどによって他物に絡まる巻つる型とに大別できる。

吸着型のツル植物は、コンクリートブロックやコンクリートの打ち放しのように表面がある程度多孔質で凹凸がある場合は比較的容易に付着し登はんするが、滑り面の場合は、壁面の表面処理を行って粗い多孔質のテクスチャにしたり、壁面にヘゴなどを取り付けて、登はんの補助を図る。一方、巻つる型のツル植物の場合には、ツルが絡まるための足場が必要であり、ネット、格子、柵などの登はん補助資材を設置する。

表Ⅱ.4.3-8 主要ツル植物の登はん補助資材の適合性（小沢・近藤、1987）

登はん方式	ツル植物	登はん補助資材なし	表面処理ヘゴ等の取付	ネット	目の細かい鉄線等格子	目の粗い鉄線等格子	柵状のポール
吸着型	イタビカズラ類	◎	◎	△	△	×	×
	ツタ	◎	◎	○	○	×	×
	ヘデラ・ヘリックス	○	◎	○	○	×	×
	ヘデラ・カナリエンシス	△	○	○	○	×	×
	ツルマサキ	○	◎	○	○	×	×
	テイカカズラ	○	◎	△	△	×	×
巻つる型	アケビ	×	×	○	○	○	○
	アメリカヅタ	×	△	◎	◎	○	△
	カロライナジャスミン	×	×	◎	◎	○	○
	サネカズラ	×	×	○	○	△	△
	シナサルナシ	×	×	○	○	◎	○
	スイカズラ	×	×	◎	◎	◎	◎
	ツキヌキニンドウ	×	×	◎	◎	○	○
	ツリガネカズラ	×	△	◎	◎	◎	◎
	ツルウメモドキ	×	×	○	○	○	△
	トケイソウ	×	×	◎	◎	○	△
	ノウゼンカズラ	×	△	○	○	○	△
	フジ	×	×	◎	◎	◎	◎
	ブドウ類	×	×	○	○	◎	○
	ムベ	×	×	○	○	○	○
下垂型	ツルニチニチソウ	×	×	×	×	×	×

注) 適合性は、◎：十分登はんする，○：登はんする，△：ある程度登はんする，×：登はんしない



板橋清掃工場
緑化パネルはステンレス製メッシュと植栽コンテナを一体化し、格子状フレームにはめ込む。
(東京都板橋区高島平)



横浜ベイクォーター
壁面にコンテナユニットと格子状の登はん補助資材を設置しヘデラ類などで壁面緑化。
(横浜市神奈川区)



つくばセンタービルノバホール付近の外構
階段横のコンクリート壁面に格子状の金網フェンスを設置し、ツル植物を導入。
(茨城県つくば市吾妻)



集合住宅敷地外周のコンクリート塀
コンクリートの壁面に格子状の誘引金網を設置し、オオイタビを導入。
(東京都板橋区相生)



JR 潮見駅前プラザ二番街駐車場
駐車場外周上部にプランターを設置し下垂性のカロライナジャスミンを用いて緑化。
(東京都江東区潮見)



Sola City の外構
公開空地の外構に斜めにワイヤーを張って、ヘデラ類を誘引している。
(東京都千代田区神田駿河台)

2 工作物を利用したツル性植物による緑化

建築物の壁面、ブロック塀、コンクリート擁壁などの緑化のほか、竹垣、フェンス、柵、パーゴラ、アーチ、ポールなど、様々な形態の工作物に巻つる型のツル植物を絡ませ、立体的に緑化する方法がある。

この方法は、土地価格が高騰し土地利用の制約の大きい都市域において、緑化を推進していくために有効な緑化手法であり、都市の建築空間においても実現の可能性の高い緑化手法である。工作物の種類によって表Ⅱ.4.3-9に示すような仕立て方がある。

表Ⅱ.4.3-9 工作物を利用したツル植物の仕立て方

工作物の種類	ツル植物の仕立て方
① フェンス仕立て	住宅などの周囲にフェンスを設置し、ツル植物を絡ませる。
② トレリス仕立て	板を格子状に組んだトレリスを設置し、ツル植物を絡ませる。
③ 柵仕立て	木製や鉄製の柵を設置し、生垣がわりにツル植物を絡ませる。
④ パーゴラ仕立て	藤棚に代表されるように、棚やパーゴラを設置しツル植物を絡ませる。
⑤ アーチ仕立て	パイプなどでアーチをつくり、ツル植物を絡ませて緑のトンネルにする。
⑥ ポール仕立て	木、竹、金属などのポールを立て、ツル植物を絡ませる。
⑦ 立体花壇	カセットパネルやラックを組み立て、草花による立体花壇にする。



江戸川区清新町緑道
木製のパーゴラを設置し、フジを絡ませて藤棚を作っている。
(東京都江戸川区清新町)



東京都農林総合研究所江戸川分場
園路沿いに単管パイプでアーチをつくり、アケビを絡ませて緑のトンネルを形成している。
(東京都江戸川区鹿骨)



第5章 植物材料の選択

1. 都市建築空間に適した植物の条件

大気浄化を主眼とした都市建築空間での植栽に適した植物の主な条件として、

- (1) 都市建築空間の厳しい特殊環境に耐えうる、環境への適応性の高い植物
- (2) 都市美観形成上、景観的に優れた植物で、住民嗜好にもあった鑑賞性の高い植物
- (3) 移植や維持管理が比較的容易で、剪定や刈込にも耐えうる樹種
- (4) 大気汚染に対する耐性が強く、環境変動に対して浄化能力が低下しにくい植物

解 説

大気浄化を主眼とした緑化では、第一に大気浄化能力の高い樹種を選ぶことが重要である。しかし、建築空間では、緑化の対象地が人工地盤であったり、ビルの谷間に挟まれた狭隘な場所であるなど、植物の生育にとっては決してよい環境条件ではない。人工地盤の場合、積載荷重制限の関係から、たとえ人工軽量土壌を用いても自然地盤に匹敵するような十分な土壌厚を確保することは難しい。地面から隔絶されているため、土壌動物や微生物を含めた土壌生態系という面でも一般の自然土壌とはかけ離れている。地下からの水や養分の供給もないため、灌水や施肥などの日常的な維持管理に頼らざるをえない。コンクリートやアスファルトに囲まれ、植物の生育の根幹をなしている根系の十分な発達がみこめず、自然地盤のように自由に根が伸ばせない。また、日照条件一つとっても、ビルの陰になって終日暗かったり、一方では周辺のビルの反射を受けて強烈な反射光を浴びるなど、環境条件が極端なことも建築空間の大きな特徴の一つである。

このように環境条件が極端な建築空間で緑化を行うためには、少しでも植物の生育に適した環境へと、その損なわれている部分を補えるような生育基盤の整備が必要であるが、それにも限界があるため、それぞれの生育場所の環境条件にも耐えられるような樹種選定が重要になってくる。

一方、都市緑地に一般的に求められているのは、緑による都市景観の向上、緑によって得られる憩いや安らぎ、爽やかさといった心理的作用に負うところも大きく、新規開発された緑豊かな中高層マンションの価値や大規模商業施設の集客力の向上、企業のイメージアップなどの経済効果にも表れている。このため、樹種選定にあたっては、心地よい緑陰を形成する、花が美しい、美しい実をつける、紅葉が映えるといったような植物の鑑賞性、美的価値も重要な要素になる。

また、建築空間の緑化では、植栽前の植栽基盤の整備に匹敵する事項として、植栽後の日常的な維持管理も極めて重要であるため、剪定や刈込、移植などの管理が容易な植物であることも樹種選定の重要な要素であると考えられる。

以下、屋上、ベランダ、壁面など、主要な植栽環境毎に植物材料の選定基準を整理した。

2. 植栽環境と植物材料の選択基準

2-1 屋上緑化の場合

- (1) 屋上緑化においては、植栽基盤の整備や植栽後の維持管理が重要であるが、現実には必ずしも十分に行えるわけではなく、また、日照の照り返し、夏季の乾燥、強風など、様々な環境圧を受ける。
- (2) このため、大気浄化能力が高いことや大気汚染に対する耐性があることに加えて、これらの屋上やベランダに特有の厳しい生育環境に耐えうる植物、すなわち耐乾性があり照り返しや強風に強い植物などを中心に選択するのが望ましいと考えられる。
- (3) また、大気浄化の面では本来は成長の速い植物が望ましいが、屋上などの空間的な制約や建物の積載荷重などを考慮すると、樹種特性として、高木でもあまり大きくならない樹種、剪定や刈込に耐える樹種を選択する。

解 説

屋上緑化において最も問題になるのは、建築物の積載荷重と漏水である。積載荷重制限によって植栽基盤の重さ、構造と内容が規定されるため、導入される土壌の特性や厚さによって、高木、中木、低木、地被といった植物の種別や樹種がほぼ限定される。

光条件については、屋上であるため一般的に日射しを遮るものがなく、十分な日照条件が確保される。しかし、逆に照り返しが強く、厳しい日射を遮るものがないため、日陰や半日陰を好む植物にとっては日射しが強烈過ぎて葉が日焼けするなど、障害を起こすことも考えられる。基本的には好日性、好陽性の植物を選定することとし、照り返しの防止のため、コンクリートやアスファルト舗装の面積はなるべく減らすようにする。日陰や半日陰を好む植物を植栽する場合は、高木や中木の下や生垣の陰に植えるなど、植栽場所を工夫する。

水分条件については、屋上は降雨を直接受けるため、漏水を防止するために排水が徹底されていることが必要である。また、積載荷重制限のために十分な土壌厚が得られないことなどから、降雨が少なく日射しが厳しい夏季を中心に乾燥しやすい。一方、通気性・排水性が不十分な場合には、過湿による根腐れなども生じやすく、屋上の水分条件については二面性をもっていることに留意する必要がある。樹種選定にあたっては、基本的には乾燥に強い植物を選定するが、十分な灌水設備が設置され、日常的な灌水管の徹底が保証されるのであれば、水分環境に対する植物の特性は制限要因にはならない。

強風については、屋上は遮るものがないため、一般に風が強い。それに加えて、土壌厚が薄いため、深くまで十分に根を張ることが難しい。このため風倒に注意する必要があるが、屋上では根が浅く広く張るような浅根性の樹種が向いている。業務ビルや大型商業施設では、生育空間がある程度確保できることから、強健で乾燥に強い樹種であれば、支柱などの防風対策を十分にすることによってボリュームのある高木樹種を選ぶこともできる。戸建住宅など生育空間が限られている場合には、中低木を主体に、高木でも樹高に比較して枝張の小さな樹種を選定する。

樹種選定にあたっては、資料編の樹木特性表のほか、樹木図鑑、関係書を参考にとよい。

2-2 ベランダ緑化の場合

- (1) ベランダやバルコニーで緑化を行う場合、建築構造や空間的な制約から、一般に高木樹種は難しく、中低木、ツル性植物、草花程度の植栽にならざるをえない。
- (2) 戸建住宅や集合住宅の場合には個人の嗜好にあわせて様々な植物を植えることも考えられるが、業務ビルや大型店舗では維持管理などにも左右され、建築物全体の統一性を考慮した樹種を選択する場合が多い。
- (3) 植物の生育環境としては、屋上と同様、かなり厳しい点に留意する必要がある。

解説

1 ベランダ緑化における構造的制約

ベランダやバルコニーは、一般に狭隘であり、建築構造や法令（建築基準法、消防法など）により、それほど広い植栽空間を確保することができない。

また、積載荷重制限などから十分な植栽基盤を整備することも難しく、土壌厚も制限される。

このため、樹種選定にあたっては、プランター、コンテナ、鉢などを利用して、それほど大きく枝葉や根を広げることのない中低木やツル植物が主体になる。それも困難な場合には、草花や野菜などを選定せざるをえない。また、近年においては、緑のカーテンづくりが家庭などでも流行しており、ヘチマ、ゴーヤ、ブドウなどのツル植物による緑のカーテンも有効である。

2 その他選定にあたって留意すべき事項

ベランダやバルコニーは、屋外と室内を繋ぐ接点として貴重な場所であり、住宅団地などにおいては人目にさらされる場合が多い。

そういう意味では、中高層住宅や戸建住宅において、遮蔽効果をもたせるために中低木を植栽したり、低木や草花を中心とした鑑賞性の高い植物を選ぶと修景効果も期待できる。

比較的規模の大きい場合を除くと、業務ビルや大型商業施設においても、生育場所の狭隘さから維持管理作業が困難な場合も多いので、維持管理の難易度から樹種選定する場合も多い。

ベランダやバルコニーでの樹種選定にあたっては、資料編の樹木特性表のほか、樹木図鑑、関係書を参考にとるとよい。

3 草本植物の大気浄化能力

草本類については、大気浄化能力はほとんど調べられていない。大気浄化能力の指標の一つである光合成能力（純光合成速度）の測定例を表Ⅱ.5.2-1に示す。樹木の場合と同様、大気浄化能力は葉量にも左右されるため一概にはいえないが、純光合成速度が大きいほど、汚染ガスの吸収速度も大きく、単位葉面積当たりの大気浄化能力も大きいとみなすことができる。測定されている植物が穀物や野菜に偏っているのは否めないが、樹木の純光合成速度が $6 \sim 16 \text{mgCO}_2/\text{dm}^2 \cdot \text{h}$ 程度であることを考慮すると（木村・戸塚、1973）、草本類の大気浄化能力も決して小さなものではないことが示唆される。草本類の葉量については、生育最盛期の葉面積指数が4～5前後で、樹林の3～9と比較してもそれほど遜色ないが、木本類（樹木）に比べると生育期間が圧倒的

に短く、しかも生育初期は芽生えがでているだけで、葉面積指数も小さいため、生育期間中の累積的な葉量という観点でみると、樹木よりもかなり小さいと言わざるをえない。また、大気汚染物質の植物体内での蓄積・固定の観点からみると、草本の場合は、汚染ガスが葉内に取り込まれても、たいていは短期間のうちに枯れ、分解してしまうが、樹木の場合は、幹や枝の材の部分に長期間蓄積・固定されるため、その点でも草本よりも木本のほうが有利である。

表Ⅱ.5.2-1 草本植物の光合成能力（単位：mgCO₂/dm²・h）（中村、1986）

C3 植物	純光合成速度	C4 植物	純光合成速度
(単子葉植物)		(単子葉植物)	
イネ	41	トウモロコシ（熱帯）	57
コムギ	32	トウモロコシ（温帯）	40
コムギ（野生）	34	テオシント	47
オオムギ	27	サトウキビ	60
エンバク	36	バーミューダーグラス	82
ライムギ	26	パールミレット	60
イタリアンライグラス	18	キビ sp.	68
オーチャードグラス	25	バヒアグラス	43
トールフェスク	30	ジョンソングラス	66
レッドフェスク	35	モロコシ	60
ケンタッキーブルーグラス	38	ローズグラス	35
リードカナリグラス	30	ジャングルグラス	62
アシ	32	オヒシバ	77
ヌカキビ	34	メヒシバ	45
キビ sp.	27	イヌビエ	61
カモジグサ sp.	45	ハマスゲ	63
ヨシ sp.	23	スズメノヒエ	40
(双子葉植物)		(双子葉植物)	
ハマアカザ	31	ハマアカザ sp.	38
フダンソウ	24	イヌビユ	41
テンサイ	30	アオビユ	77
インゲンマメ	27	ヒユ sp.	67
ダイズ（日本産）	27		
ダイズ（米国産）	36		
ソラマメ	18		
エンドウ	33		
アルファルファ	26		
アカクローバ	29		
ヒマ	31		
ハウセンカ	19		
ワタ	38		
シマアオイ	18		
サツマイモ	24		
アサガオ	14		
トマト	22		
バレイショ	26		
トウガラシ	25		
ピーマン	34		
タバコ	23		
キュウリ	29		
ヒマワリ	45		
ホテイアオイ	18		
チョウセンアサガオ	47		
キバナノハウチワマメ	63		
平均	30	平均	57

2-3 壁面緑化の場合

- (1) 壁面緑化の場合には、狭小な植栽箇所のため一般に土壌条件が悪い上、日照の照り返しによる輻射熱、方位によっては日陰になりやすいこと、また高架下などでは降水がないなど、環境圧がより厳しい場合が多い。
- (2) また、壁面の素材や仕上げにより壁面に付着したり登はんできる能力が左右され、規模や方位により成長量の差や壁面を被覆するまでに要する時間が異なる。
- (3) 壁面緑化に適する植物の条件としては以下に示すような事項が挙げられるが、一般的にはツル性植物が最適であり、実際にもよく用いられている。
 - ① 永続的な緑化が可能な植物
 - ② 生育が旺盛で、年間伸長量が大きく、面的な被覆も早い植物
 - ③ やせ地でもよく生育し、乾燥に耐え、狭隘な空間でも生育できる植物
 - ④ 維持管理が比較的容易な植物
 - ⑤ 姿かたちが美しい植物
- (4) 最近では、生育基盤と灌水装置が一体化されたカセット式などの立体花壇の技術開発が進み、建築空間においてもかなり普及しつつある。このような立体花壇では、ツル植物に係わらず、草花、観葉植物、シダ類など、多様な植物の導入が可能であり、鑑賞性も高い。

解 説

壁面の日照条件は、植栽場所の壁面の方向によって決まるが、近年は全面にわたって熱線反射ガラスが張られ総ガラス張りのビルも多く、この周辺は西日を西の方向から受けるとも限らない。一般に南面や西面では、かなり強い日射が長時間あたるため、好日性・好陽性の樹種を選択する。東面では比較的問題は少ないが、北面や高架下など、日射しがほとんどない場所では、耐陰性の強い樹種を選定する必要がある。

水分条件については、壁面自体は一般的に保水力がないため、壁面の上部や下部に植栽することが多いが、上部は乾燥しやすく、下部は過湿になる場合がある。高架下など、降水のない場所では地下からの水の供給も得にくいいため、給水設備や灌水のための灌水設備が必須である。そのため、樹種選定にあたっては、乾燥に強い強健な樹種を選定する。

ツル植物は、見かけよりも長く伸長する場合が多いため、良質な土壌を確保する必要がある。一般に壁面緑化を行う植栽場所では、土壌の質、厚さ、養分、水分などで十分とはいえない場合が多いため、耐乾性、耐瘦地性の強い強健な樹種を選定する。また、灌水、施肥などの日常的な管理を十分に行うことが重要である。

壁面緑化においては従来ツル植物が多く使われてきたが、近年では立体型のコンテナや植栽基盤と灌水装置が一体化したカセット式の緑化パネルや立体花壇が普及してきているため、花壇に植えるような草花や、観葉植物、シダ類など、ポット植えの植物も導入されている。



第6章 都市建築空間緑化の維持管理

1. 植栽の維持管理

- (1) 生育環境の厳しい都市建築空間の植栽地では植栽の管理が重要であり、日常的な点検監視とともに、灌水、剪定・刈込、防風対策、病虫害防除、施肥、枯損木の処理と補植など、適切な管理を行う必要がある。
- (2) 屋上、ベランダ、壁面の緑化において最も重要なのは灌水であり、植栽基盤や植物の生育の状態や季節にあわせて灌水量や灌水間隔を変えるなど、こまめな水管理が欠かせない。
- (3) また、大気浄化の効果を高めるためには植栽した樹木を大きく伸び伸びと育てることが望ましいが、積載荷重の面からは荷重が大幅に増加するのは好ましくないため、剪定や刈込によってある程度生育をコントロールすることも重要である。また、剪定や刈込は枝葉を更新し活力度の向上を図るという意味合いもある。

解説

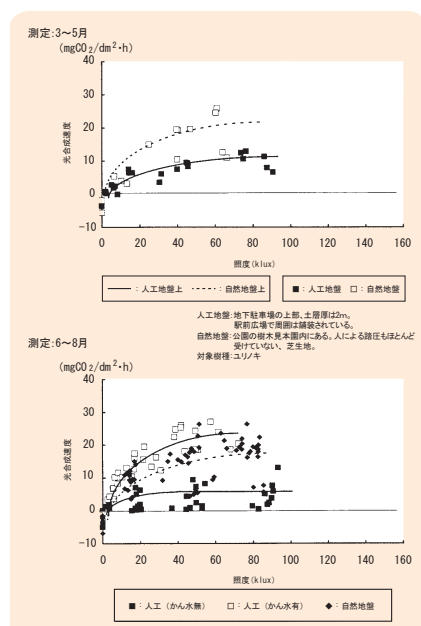
生育環境の厳しい建築空間の植栽地においては、下記のように様々な生育阻害要因が想定され、通常の自然地盤の植栽地よりも綿密に計画立てて日常的な維持管理を行う必要がある

生育阻害要因

- 大気汚染
- 高温や水分不足による乾燥害
- 水分、養分の欠乏（人工地盤）
- 日照阻害
- 強度の照り返し（人工構造物、舗装、ビルの反射ガラス）
- 強風（ビル風）

1 灌 水

ユリノキの光—光合成曲線について、公園の自然地盤に植栽されているものと地下駐車場の上の人工地盤に植栽されているものとを比較し、図Ⅱ .6.1-1 に示す。6～8月の人工地盤については、灌水を行った場合と行わなかった場合も示している。いずれの時期においても自然地盤に比べて人工地盤では飽和光合成速度、すなわち光合成能力が低下していることがわかる。これは、人工地盤では自然地盤に比べて、土壌厚が薄いこと、地面と隔絶されているため地下から水分の供給がないこと、周辺が舗装され、通行人などの踏圧があることなど、様々な要因が考えられる。人工地盤での灌水の有無を比較すると、灌水を行わなかった場合の



図Ⅱ 6.1-1 人工地盤と自然地盤での光合成の比較

光合成速度は自然地盤の約 1/4 に低下したが、灌水を行った場合には自然地盤の 1.4 倍とむしろ高くなった。これは、降水の少ない夏季に測定を行ったため、自然地盤といえども水分条件がかなり悪化していたと考えられ、人工地盤でも灌水によって水分状態がかなりよくなったことが示唆される。

光合成速度が高まるということは、光合成能力が高まることを意味し、それに伴って汚染物質の吸収量が高まることが想定される。これらの測定結果から、人工地盤をはじめ水分条件の厳しい建築空間において大気浄化の効果を高めるためには、灌水などの適切な水管理が欠かせないと考えられる。

降水があっても、地下からの水分の供給がなく夏の渇水状態などが生じやすい人工地盤の植栽地や、自然地盤であっても降水が期待できない高速道路の高架下などの植栽地においては灌水が不可欠である。このため、日常の監視・観察を怠らず、必要に応じて灌水することが重要であるが、水の確保にあたっては、可能な限り雨水貯留水や中水などの循環水の利用を図ることが望ましい。

灌水の頻度、灌水量、方法などを表Ⅱ.6.1-1 に示す。

表Ⅱ.6.1-1 建築空間の植栽地での灌水の方法

項目	内 容
灌水頻度	植栽地の土壌の特性（主に保水性）、根張り空間の広さ、無降雨日数などにもよるが、基本的には、夏季は3日に1回、春季・秋季は1週間に1回、冬季は2週間に1回を標準とする。日常的な監視・観察によりこまめに行うことが望ましい。
灌水量	1回の灌水量は、排水層や土壌特性にもよるが、多すぎると根腐れの原因になるため、土壌の保水可能な水分量の1/3～1/5程度を標準とする。
灌水方法	小規模な植栽地では、ホースを用いて人力で水やりする方法が安全である。大規模な植栽地や管理を行いにくい植栽地では、スプリンクラー、ドリップ式の点滴パイプ、散水パイプによる地表灌水方式、また土壌水分の状況に応じて散水する自動灌水装置などがある。



自動灌水装置

右に見えるのは灌水制御盤で、自動的に灌水される仕組みになっている。

(東京都千代田区大手町)



地表灌水装置

ドリップ式の点滴パイプが植栽箇所には並べられている。スプリンクラーのように飛散しない。

(東京都港区芝公園)

2 剪定・刈込

大気浄化の面では、豊かな緑量を確保することが重要であることから、剪定・整枝は最小限にとどめ、過密になった場合の枝透かしややむをえない場合の支障枝の剪定など、樹木の自然生長を重んじた、いわゆる弱剪定方式、自然生長方式により行うのが望ましい。

しかし、積載荷重の問題や都市美観の維持のためにはある程度の樹冠のコントロールは必要であり、必要ならやむをえない。

3 強風対策

屋上やベランダの植栽木は、強風の上に、積載荷重の問題から土壌圧が薄く、人工軽量土壌を用いるため倒伏しやすい状況にある、このため、植栽木については、支柱により十分支持する必要がある、プランターや鉢もしっかり固定しておく必要がある。

支柱の方式としては、伝統的な鳥居支柱、ハツ掛け支柱、布掛け支柱などがあるが、近年はワイヤー式支柱や地下に埋め込まれ目立たない地下支柱などがあり、状況に応じて使い分けるのが望ましい。



ワイヤー支柱
人工軽量土壌のため通常の支柱が効かないため植
根に金具で固定している。
(東京都世田谷区大橋)



地下支柱
ここでは金具で見えているが、土壌や地被植物で
隠せば目立たない。最近都心でも増えている。
(東京都世田谷区大橋)

4 落葉や剪定枝条の処理

建築空間の植栽地では、積載荷重の問題やその建築や用途の本来的な機能との関係から、通常の植栽地よりも剪定や刈込の頻度が多くならざるをえない場合もある。

このため、比較的大規模な植栽地では、その際に発生する大量の剪定枝条や落葉について、焼却処分するだけでなく、堆肥化やチップ化により再利用を図るなど、維持管理の面でも細かな配慮が望まれる。

2. 施設の維持管理

- (1) 都市建築空間の緑化では、建築物の保全との関連から、排水設備や防水層、灌水施設などの施設の管理も重要である。
- (2) 屋上やベランダの緑化のトラブルで最も多いのは漏水である。漏水を未然に防ぐためには、排水孔、ルーフドレインの日常の点検整備が特に重要であり、また落葉の時期や台風・梅雨・集中豪雨の直前・直後には点検や清掃・整備を十分に行う必要がある。
- (3) また、スプリンクラー、散水パイプ、点滴パイプなどの灌水設備の定期点検や整備も重要である。

解 説

1 排水施設の点検・整備

建築空間の植栽地においては、漏水のトラブルが一番多い。その主な原因は、管理点検の不足によるルーフドレインや排水管の目詰まりが原因で滞水し、防水層の立ち上がりを超えて漏水したものがほとんどである。防水層が破損したり、劣化するなどして防水層自体が原因となる漏水は少ない。

目詰まりの原因は、落葉、土壌、ごみなどの些細なものであり、これは日常の点検・整備で十分対応できるものである。しかし、これを怠ると、致命的な漏水に繋がりがねない。

2 灌水施設の点検・整備

灌水頻度や灌水量は、植栽地の土壌の保水性、根張り空間の広さ、無降雨日数や植栽されている植物の特性などによって決まってくるが、最近は自動灌水装置を設置するケースが多く、機械に任せがちになる。しかし、機械ゆえに故障も多く、定期的な点検・整備が欠かせない。

植栽完成後、ただちに機械任せにするのは避け、順調な稼働には相当期間の調整が必要であり、機械装置に信頼がおけるようになるまでには最低でも1年程度の試行錯誤の期間を設けておくのが望ましい。

また、地表部分に散水管を設置した場合、地方によっては冬の凍結への注意が必要であり、極寒期に入る前に水抜きを忘れないことも大切である。



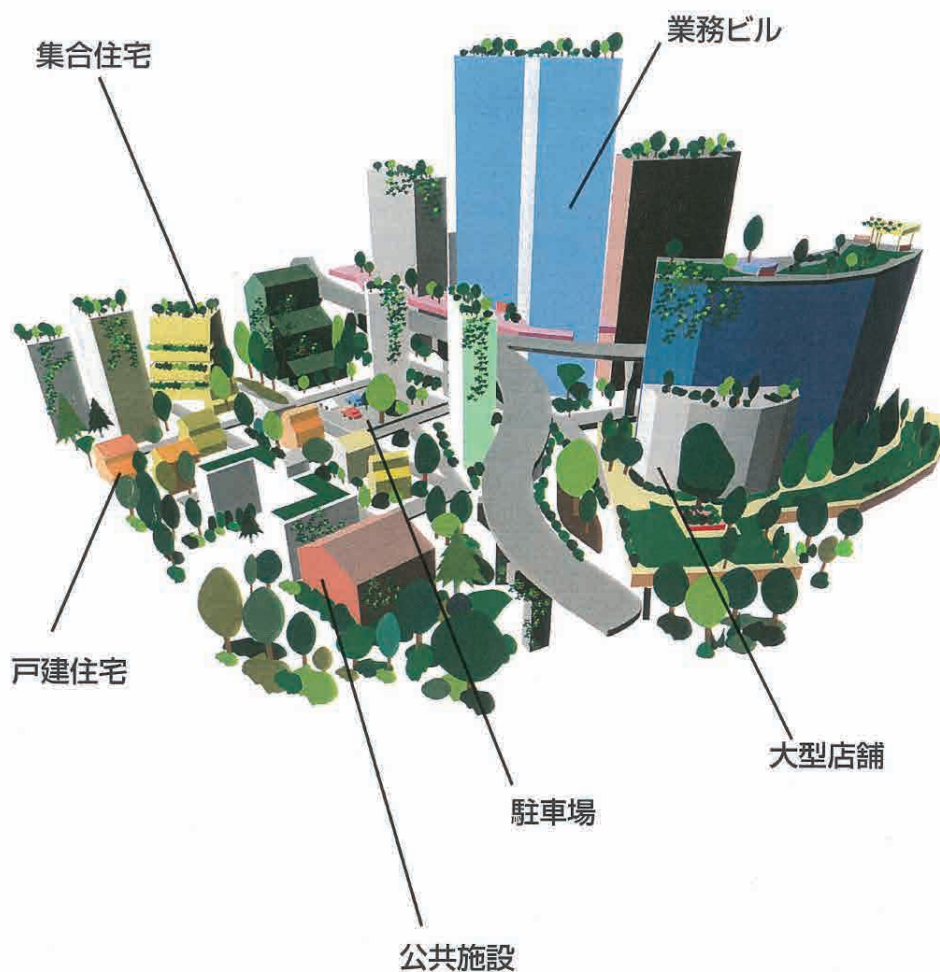
第7章 建築用途別の緑化事例

緑化が可能な建築空間を分類する場合、屋上、ベランダ、壁面など、緑化対象空間ごとに分類する方法や、自然の降雨がない、日照がほとんどない、ビル風など風が特に強いなど、植栽木の生育に不利な環境要因をとりあげるなど、環境要因の特徴で分類する方法などがある。

しかし、庁舎・学校・公民館などの公共施設、戸建住宅・集合住宅・中高層マンションなどの住宅地域、大型商業施設・業務ビルなどの商業・業務地域、工場・倉庫などの工業地域などに分けると、地域や施設によって敷地内の植栽可能空間の規模や特性がそれぞれ異なっており、また建築空間の状況にもそれぞれ特徴がある。

また、それぞれの施設や敷地に求められる諸機能や、大気浄化のための植栽の意義もそれぞれ自ずと異なり、大気環境の改善を主眼とした緑化の計画・実施にあたっても、これらの点を十分考慮する必要がある。

このため、ここでは、実際に大気浄化を主眼とした建築空間の緑化に際して、参考となるよう、公共施設、住宅、業務ビル、大型店舗・商業施設、工場、駐車場の六つの土地利用・施設を対象に緑化の方針と先進的な緑化事例を例示した。



1. 公共施設

- (1) 学校、庁舎、公民館、福祉施設、清掃工場などの都市域を代表する公共施設は、地域住民との結びつきが強く、市民に幅広く利用される施設であることから、親しみのある空間として整備する必要がある。
- (2) 土地面積でみると、都市の中では比較的広い空間をまとまって保有している施設の一つであり、今後、外構など、緑化を行う余地が比較的多く残されている施設であるが、建築物も比較的大きいことから、屋上・ベランダ・壁面などの建築空間についても緑化の余地が比較的残されている。
- (3) したがって、これらの公共施設は、都市緑化の中核となるという重要な役割が期待されるとともに、民間で実施する場合の参考になるように、今後、建築空間の緑化を重点的に進めていきたい施設である。
- (4) これらの公共施設は、他の公共施設とともに一団の公共ゾーンを形成していることが多いことから、緑化にあたっては、隣接する公共施設や道路の街路樹、公園緑地などの緑との連続性を図っていくことが望ましい。

事 例



本郷給水所公苑

東京都水道局の本郷給水所の排水施設（排水池）の上に人工地盤を設けて築造された公園緑地である。

1977年12月開苑のため、屋上緑化としてはごく初期のものである。

池と流れを中心とした和風庭園（写真左）とフランス式幾何学模様の洋風庭園（写真下）からなっている。

大気浄化の面では、樹木が多い点で和風庭園の部分の役割が大きい。

（東京都文京区本郷）





葛西水再生センター 臨海球技場
下水処理施設の上の人工地盤に球技場を作り、クロマツやアキニレなどの高木で緑地を創出。
(東京都江戸川区臨海町)



つくばセンタービル ノバホール前広場
建物周辺に広がる広場にケヤキを植栽し、大きく伸び伸びと育てて、安らぎのある緑陰を形成。
(茨城県つくば市吾妻)



東京都中央卸売市場食肉市場
水処理センター屋上の人工地盤に多様な高木、中低木を組み合わせ、憩いの場を創出。
(東京都品川区北品川)



東京都下水道局ポンプ所東品川屋上庭園
ポンプ所の2階・3階の屋上に花壇・バラ園・野草園・水辺ビオトープなど明るい緑地を整備。
(東京都品川区東品川)



目黒区総合庁舎本館
築40年の既設の本館屋上を全面改修した和風庭園で、屋上緑化の情報基地として整備された。
(東京都目黒区上目黒)



原宿警察署
警察署建物の三面にプランターと誘引格子を設置し、ヘデラ類を導入して壁面緑化を行っている。
(東京都渋谷区神宮前)

2. 住宅（戸建住宅・集合住宅）

- (1) 住宅は人間生活の基本的な場であり、これらの集合体である住宅地は清浄な空気、適度な日照、静けさ、美しい街並みなど、快適な生活環境の保全が求められている。
- (2) このうち戸建住宅は、個々の敷地面積は比較的小さいものの、都市全体に占める空間総量としては相当程度の割合を占めるものと想定される。また、都市域や郊外によくみられる中高層の集合住宅は、住棟間に比較的広い空地をとっているため、都市の中では、今後、植栽できる可能性の高い場所として位置付けられ、緑豊かな場所であれば、その分価値も高まる。
- (3) したがって、住宅地における緑の増加は、都市全体の緑の増加に大きく影響し、大気浄化に果たす役割も大きいものと期待される。
- (4) 戸建住宅ではベランダが、集合住宅では住棟回りの外構、住棟間を結ぶペデストリアンデッキ、駐車場の上部、屋上・ベランダ・壁面などが建築空間緑化の対象の場になる。
- (5) 特にベランダは、住民嗜好にあわせて鉢やプランターを置いて草花や緑のカーテンを育てるなど、都市空間の圧迫感を減少させ、明るく開放的な景観づくりの一助ともなり、また住民参加による緑化が図られる場所であることから、都市緑化に対する住民への啓発の意味においてもその効果は大きい。

事 例



UR アーベインビオ川崎
住棟の屋根や庇、駐車場や集会場の屋根の上の人工地盤を緑化し、都市の緑の拠点となっている。
(神奈川県川崎市幸区大宮町)



オーチャードプラザ & オーバルグランディオ
隣接する集合住宅高層棟に囲まれた中庭の駐車場を立体化し、コミュニティスペースを創出。
(神奈川県川崎市幸区)



オルト横浜
住宅・業務・商業・公共施設が複合した駅前庭園
都市で、セントラルパークを中心に植栽。
(神奈川県横浜市神奈川区新子安)



サンスクエア川崎 駐車场上人工地盤
集合住宅団地の駐車場の人工地盤を樹木や花壇
により明るく親しみやすい緑地空間を創出。
(神奈川県川崎市日新町)



パークコート赤坂 ザ タワー
新築高層マンションの外構を公開空地として緑地
整備。3階にプライベートガーデンの屋上緑化。
(東京都港区赤坂)



御殿山プロジェクト
「御殿山の原風景」の再生をコンセプトに地域の
自然再生に貢献する大規模な緑地を創出。
(東京都品川区北品川)



赤坂インターシティホームツバイカウント
既存の斜面緑地を残し、これと隣接する一体的な
緑地を駐車場の屋上緑化により整備。
(東京都港区赤坂)



赤坂ガーデンシティ
高層マンション周辺の地下駐車場の上の公開空地
と低層階屋上を一体化して屋上緑化。
(東京都港区赤坂)

3. 業務ビル

- (1) 商業・業務地域は、一般に建蔽率が高く、敷地内に占める建築面積の割合が他の地域に比べて著しく大きい。このため、新たな植栽可能空間の確保は難しく、またたとえ確保できたとしても狭隘な空間のため建築物等に被陰されて日照不足などの問題を生じやすい。
- (2) しかし、近年の業務ビルなどにおいては、都市の再開発などに伴い公開緑地などとして一般に開放されることが多く、緑あふれる潤いのある広場が形成されて、人々の憩いの場になるなど、都市環境の向上に寄与するところも大きい。
- (3) 業務ビルには屋上・ベランダ・テラス・ペDESTリアンデッキ・壁面など、建築空間に緑化の余地が多いことから、大気環境の保全を主眼とした都市緑化を推進していきたい場所の一つである。

事 例



NTT 幕張ビル
建築物の外構にサツキを中心に低木の植え潰しを行い、接道部の高木の列植をしている。
(千葉県美浜区中瀬)



六本木ヒルズ アークガーデン
サントリーホール屋上の人工地盤を緑化。ルーフガーデン、コンテナガーデンなど多様な緑。
(東京都港区六本木)



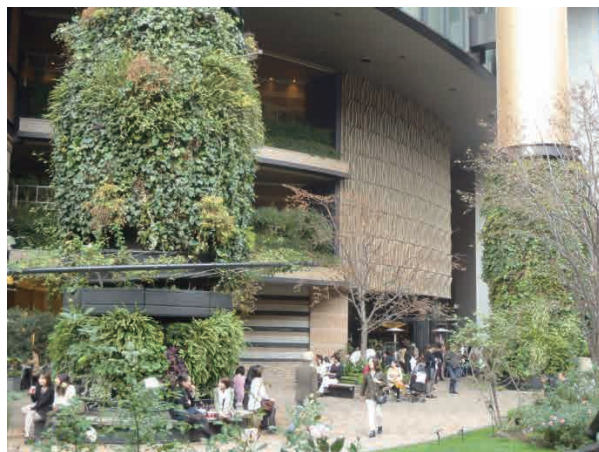
アクロス福岡 ステップガーデン
隣接する天神中央公園との一体化を意図した屋上緑化で、面積 5,400m² とわが国最大規模。
(福岡県福岡市中央区天神)



イオンタワー
建物外構をタブノキ、ヤマモモ、コブシなどの多様な樹種を導入し、ボリューム豊かな緑。
(千葉県千葉市美浜区中瀬)



キャノン幕張ビル & 住友ケミカルビル
建物外構やペデストリアンデッキを中心に花木を多用して親しみやすい緑地空間を創出。
(千葉県千葉市美浜区中瀬)



丸の内パークビルディング 三菱1号館
オフィス棟との間に中庭風の広場を創出。円柱をカセット型緑化ユニットにより壁面緑化。
(東京都千代田区丸の内)



丸の内東京ビル TOKIA バランダ緑化
業務ビルの2階と4階のバルコニーに高木を導入して緑化。
(東京都千代田区丸の内)



虎ノ門商船三井ビル
建物周辺の外構やペデストリアンデッキに高木・中低木・地被類など多様な植物で緑化。
(東京都港区虎ノ門)



新丸の内ビル 屋外テラスの緑化
低層基壇部の6階・7階に設置された屋外テラスをオリーブなどで緑化し憩いの場を創出。
(東京都千代田区丸の内)



東京ガス ガスの科学館
建物の緩やかに傾斜した屋根に芝生広場を整備し、屋根の上とは思えない緑地空間を創出。
(東京都江東区豊洲)



東京プリンスホテルパークタワー芝公園
隣接する芝公園・増上寺・東京タワー周辺の景観に配慮し、駐車場等の人工地盤上を緑化。
(東京都港区芝公園)



横浜ベイクォーター
テラスや外構を中心に樹木を植栽するとともに、緑化パネルを導入してヘデラで壁面緑化。
(神奈川県横浜市神奈川区金港町)



東京国際フォーラム
会議場・展示場周辺の外構の人工地盤上にケヤキの大径木を植栽し緑陰を形成。
(東京都千代田区丸の内)



品川インターシティ & 品川グランドcommons
巨大な業務ビルの中に多様な高木を導入し、都心のオフィス街では最大級の緑地空間を創出。
(東京都港区港南)



富士ゼロックス「四季彩の丘」
一階の外構と繋がる丘状の庭園で、2階から3階に設けられた4箇所のテラスで構成される。
(神奈川県横浜市西区高島)



幕張テクノガーデン
低層階のテラスなどを中心に高木と中低木を組み合わせることで緑量豊かな緑地を創出している。
(千葉県千葉市美浜区中瀬)



六本木アークヒルズ
建物外構のテラスやベランダを緑化。カラヤン広場周辺は来訪者の憩いの場になっている。
(東京都港区六本木)



六本木ヒルズ
人工地盤「66 プラザ」と地上 45m の「グリーンマスダンパー」の人工地盤を緑化し整備。
(東京都港区六本木)



三井住友海上駿河台新館
野鳥や蝶が好む樹種を中心に「いきもの」と「ひと」に配慮した緑地で、壁面緑化実験中。
(東京都千代田区神田駿河台)



虎ノ門ファーストガーデン 壁面緑化
プランター一体型緑化システムと登はん補助資材を導入しツル植物で9階までの壁面を緑化。
(東京都港区虎ノ門)



二番町ガーデン
オフィスビル7階屋上の屋上庭園と2～6階のバルコニーから西日反射軽減のため壁面緑化。
(東京都千代田区二番町)

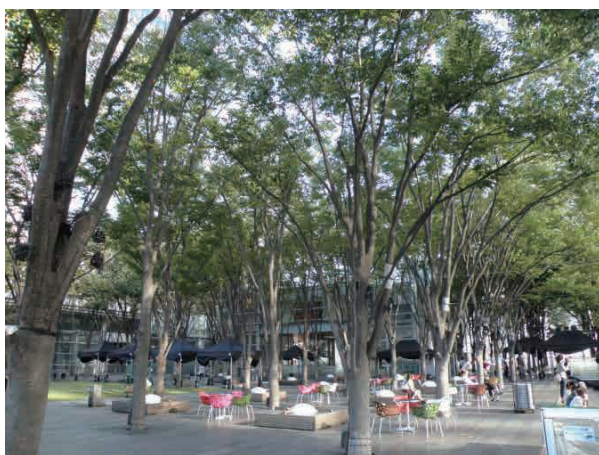


JR 新浦安駅前プラザマーレ 壁面緑化
駅前の複合商業施設の壁面に生育基盤や登はん補助資材を設置しヘデラ類で壁面緑化。
(千葉県浦安市入船)

4. 大型店舗・商業施設

- (1) 一般に買い物客は、人々で賑わう場所で、かつ快適で美しく清潔感に溢れた商店街やデパート、ショッピングセンターなどに集中する傾向がある。このため、商店やショッピングセンターなどの前庭などを緑化して環境や景観の改善を図ることは、買い物客の獲得や商店・企業のイメージアップにも効果的であり、地域全体のイメージアップや活性化にも大きく寄与するところである。
- (2) しかし、商業地域、特に都心の商業地域では、一般に建蔽率が著しく高く、植栽可能空間の確保が難しく、たとえ確保できたとしても狭隘な空間のため建築物に被陰され、日照不足になりやすい。
- (3) このため、これらの場所で緑化を行う場合には、建築物の外構や屋上・ベランダ・壁面などが主体になるが、店舗の前面や周囲は買い物客の通行や商品展示の場所であることから、それらの妨げにならないように、商業地域としての本来機能との調和に配慮して緑化を進めることが重要である。
- (4) また、植栽可能空間の確保が難しい場合であっても、工夫次第で緑化が可能である。近年では、高木樹種の植栽が可能な可搬式のプランター、コンテナ植物、組み立て式の緑化パネルなども開発されているので、それらの利用や草花や観葉植物の導入による壁面緑化なども取り入れ、彩溢れる緑に包まれた親しみのある緑地空間の形成も可能になっている。

事 例



さいたま新都心 けやき広場
さいたまアリーナと駅西口を繋ぐ2階の人工地盤上に県木のケヤキが立ち並ぶ憩いの場。
(埼玉県さいたま市大宮区)



なんばパークス
階段状の商業棟屋上を地上から8階まで連続した緑地として整備。自然と都市を重層させた。
(大阪府大阪市浪速区難波中)



玉川高島屋 屋上庭園
1969年の開業当初から取り組み始めた屋上庭園。四季の森など、屋上に憩いの場を創出。
(東京都世田谷区玉川)



晴海アイランド トリトンスクエア
商業施設としてのグレードアップと集客力向上を目指して花を中心とした緑地空間を創出。
(東京都中央区晴海)



東京ドームシティ ミーツポート
公園内の複合商業施設屋上に高木・中木を配置し、緑量豊かな安らぎのある緑地空間を創出。
(東京都文京区後楽)



アークヒルズ アークガーデン
サントリーホール屋上の人工地盤。ルーフガーデン、フォーシーズンズガーデンズ、コンテナガーデンなど。
(東京都港区六本木)



丸の内パークビルディング 三菱1号館
ビルの中庭と低階層屋上を緑化。タワー塔の円柱をカセット型緑化ユニットによる壁面緑化。
(東京都千代田区丸の内)



ラザーナ川崎
複合商業施設の屋上、バルコニーなどを高木樹種やツル植物で緑化している。
(神奈川県川崎市幸区堀川町)

5. 工場

- (1) 工場や事業所は、大気汚染防止法により、排出または飛散する大気汚染物質について、物質の種類ごと、施設の種類・規模ごとに排出基準などが定められており、各種対策を講じてきたことによってひとところに比べると排出量が減ってきているが、その生産活動・事業活動によって大気汚染物質や騒音の発生源（固定発生源）になっている場合が多いため、発生源対策の一環として大気浄化を主眼とした緑化を効果的に実施する場所の一つである。
- (2) 施設の種類や規模によっても異なるが、中大規模工場のなかには植栽可能空間がかなりまともに残されている場合が少なくない。このため、都市における植栽可能空間が限られている今日、工場敷地内における緑地の増加は、都市全体の総量としての緑量にも大きく影響し、特に工場地帯における緑化は大気環境の改善のためにも今後推進していきたい。

事例



キヤノン川崎事業所

県道 140 号に面した広大な事業地敷地内の緑化。敷地外周を中心にクスノキ、シラカシなどの高木樹種を植栽し、接道部はヒイラギモクセイ、イヌツゲなどの常緑低木を生垣状に仕立てている。
(神奈川県川崎市幸区柳町)



アサヒビール吹田工場

敷地北西部の国道 479 号に面した植栽地と敷地南西部の敷地外周の植栽帯からなる。高木には、アラカシ、クスノキの常緑樹と落葉樹のエノキが用いられている。低木は、ドウダンツツジ、ヒラドツツジ、サツキなどのツツジ類である。
(大阪府吹田市西の庄町)

6. 駐車場

- (1) 都市域では高速道路に加え、幹線道路を中心に自動車が増え、規模の異なる数多くの駐車場がいたるところにみられる。
- (2) 自動車が増え集合する場であるという点からみれば駐車場も都市域における大気汚染の主要な発生源の一つと考えられる。そのような観点からみれば、移動発生源の発生源対策として、道路沿道ばかりでなく駐車場についても可能な限り濃密に緑化すべきことは異論の余地がなく、大気環境の改善においても極めて有効な場所の一つと考えられる。
- (3) また、都市景観の向上の面からも緑化することが望ましいことから、駐車場は、今後、大気浄化を主眼とした緑化を進める場合の対象地として重視したい場所である。
- (4) しかし、駐車場としての機能を効率よく満たすために、通常は敷地面積一杯に舗装された駐車スペースが広がり、緑化されている駐車場はきわめて少ないのが実状であり、今後、緑化を進める上でも空間的な制約は大きいといわざるを得ない。
- (5) そうした中で、最近では中高層集合住宅を中心に、駐車場を地下に埋めて、その上部の人工地盤上を緑化して住民の憩いの場所として活用したり、駐車場を立体化して、その屋上や壁面を緑化するケースが増えており、付加価値を生んでいる。
- (6) また、駐車場の敷地外周部では比較的制約が少なく、駐車ゾーンを区分する区分帯を緑化するなど、工夫次第で駐車場の緑化も可能であると考えられる。

事例



メッセモール（市営地下駐車場）
地下駐車場の上の広大な人工地盤に多様な植栽を
施して幕張メッセ周辺に緑地空間を創出。
（千葉県千葉市美浜区中瀬）



検見川マリンハイツ 駐車場
集合住宅の住棟間の駐車場屋上の人工地盤を緑化
し、住民らの憩いとやすらぎの場を創出。
（千葉県千葉市美浜区真砂）



千葉みなとバスターミナル
バスターミナルの敷地外周に高木・中低木を組み合わせた遮蔽効果の期待できる緑地を創出。
(千葉県千葉市中央区中央港)



JR 潮見駅前プラザ二番街駐車場
駐車場の上にプランターを設置し、下垂性のカラライナジャスミンを垂らして壁面緑化。
(東京都江東区潮見)



東京プリンスホテル パークタワー芝公園
駐車場等の上の人工地盤に芝生公園、バラ園、植栽地などを整備。周辺の増上寺にも景観配慮。
(東京都港区芝公園)



霞ヶ関ビル 地下駐車場
地下駐車場の上の人工地盤に高木樹種のイチョウを植栽している。土壌厚は1mに満たない。
(東京都千代田霞ヶ関)



新丸ビル駐輪場
ビルの北側に設けられた駐輪場の壁面緑化。ヘデラ類などの耐陰性の強い樹種を導入。
(東京都千代田区丸の内)



日本工業倶楽部
業務ビルの北側に位置する駐輪場の壁面を耐陰性の強いヘデラ類などの地被植物で緑化。
(東京都千代田区丸の内)

