

並存型壁面緑化に着目した人工植物の利用実態に関わる計画論的研究 How Is Natural-and-Artificial-Plants-Mixed Vertical Vegetation Installed?

37-176129 遠藤翔太

There is vertical vegetation used both natural plants and artificial one. While such vertical vegetation form the landscape expected by the installer, it is possible to reduce the total carbon dioxide emissions throughout the life cycle more than those of only natural plants. In this study, we aim to identify how natural and artificial plants mixed vertical vegetation is installed and discuss the ideal way. As a result of this research, following facts were revealed. First, it was found that natural-and-artificial-plants-mixed vertical vegetation is often installed in facilities and places where high designability is required. Second, it was revealed that in natural-and-artificial-plants-mixed vertical vegetation, artificial plants may be used provisionally or permanently depending on the purpose. These results suggest that it is necessary to consider the type of vertical vegetation depending on the case.

1. 序論

1-1. 研究の背景と目的

高騰する地価の影響により土地の高度利用が求められる都心部においては、従来その緑化手法として建物緑化の施工件数が増加してきたが¹⁾、一般に都心部における建物緑化は、高層ビルの乱立による日照不足やビル風による乾燥の影響を受けやすいことが課題として挙げられる。建物緑化の中でも特に壁面緑化は、鉛直壁面への緑化であることからそうした環境要因の影響を強く受けやすいことに加え、植栽基盤の流亡や均質な灌水の困難性等の理由により計画時の緑量が確保できない事例も多く見られる。しかしその一方で、設置者の立場からはこうした鉛直面への緑化は視認性が高く、施設の景観形成に大きな影響を与えることが想定され、実際にそうした景観形成機能の発現を意図した壁面緑化の施工事例も多く存在する²⁾³⁾。植物の緑量不足はこうした動機による緑化の実現を妨げてしまう恐れがあるため、緑量を確保することで高い景観形成機能を発揮できる壁面緑化がこれまで希求されてきた。

他方で、今日では多くの自治体が多面的な機能の発現を目的として壁面緑化の推進を行っているが、その中には人工物である太陽光パネルを緑化面積として算定可能としている自治体も存在する⁴⁾。よってこうした自治体の立場からは、特に二酸化炭素の排出抑制が求められてお

り、それを実現するための手段の一つとして壁面緑化が位置づけられていると考えられる。従って、前述の高い景観形成機能を発揮できる壁面緑化を設置する際には、それが同時に二酸化炭素の排出抑制にも寄与することが望ましいと考えられる。



図1 並存型壁面緑化の例

こうした中、壁面緑化の中には自然の植物（以下、自然植物）だけではなく、一部に人工の植物（以下、人工植物）を用いた壁面緑化や人工植物のみによる壁面緑化も散見される（図1）。人工植物は、主にポリエチレンやポリエステルなどのプラスチックを素材として製造されるため⁵⁾、自然植物のように生育条件を考慮することなく設置が可能である。また近年では、精巧に自然植物を模して作られた人工植物も市場に流通するようになり、実際に商業施設等の高い意匠性が求められる施設の壁面緑化においても、

その一部に人工植物を用いた事例が見られるようになった。こうした一部に人工植物を用いた壁面緑化の存在は、人工植物が自然植物のみでは実現できない、より意匠性の高い壁面緑化を実現するために利用されている可能性を示唆している。

また人工植物は、自然植物に比べ軽量であることから、荷重を支持するための土台作製時や灌水装置の作動時に発生する二酸化炭素が少なく、ライフサイクルを通じた二酸化炭素の総排出量が自然植物を下回ることが想定される。そこで既往研究⁶⁾⁷⁾⁸⁾と同様の手法を用いて人工植物を用いた壁面緑化のライフサイクルCO₂の計算を行い¹⁾、その結果を登はん型壁面緑化と、ユニット型壁面緑化と比較した結果を図2に示す。図2に示す通り、どちらの断熱条件においても、人工植物を用いた壁面緑化は、頑丈な土台が必要とされるユニット型の壁面緑化に比べ、ライフサイクルで発生する二酸化炭素の総量が少ないことが分かる。

壁面緑化タイプ	登はん型壁面緑化	ユニット型壁面緑化	人工植物型壁面緑化
CO ₂ 総排出量 (kg-CO ₂ /日/㎡)			
無断熱条件	-4.15 (大きく削減)	0.39 (やや増加)	> -0.25 (やや削減)
高断熱条件	-4.55 (大きく削減)	2.39 (増加)	> 1.75 (やや増加)

図2 各タイプの壁面緑化のLCCO₂計算結果

以上より、壁面緑化の一部に人工植物を用いた「並存型壁面緑化」は、その利用実態によっては、高い景観形成機能を発揮できるだけでなく、それと同時に二酸化炭素の排出抑制にも寄与している可能性がある。よって、並存型壁面緑化の利用実態を明らかにすることにより、そのあり方について考察する必要がある。

ここで人工植物に関する既往の研究を整理すると、自然植物との心理的評価の差異について扱った研究⁹⁾や人工植物が受容される条件について明らかにした研究¹⁰⁾が存在する。しかしこれらはあくまで自然植物の生育に不利な環境において、生理的、心理的な観点から人工植物が

その代替物となり得るかについての議論が中心であり、人工植物を用いた壁面緑化の利用実態について明らかにした研究は限定的である。

そこで本研究では、並存型壁面緑化の利用実態を明らかにすることで、高い景観形成機能を満たすと同時に、二酸化炭素の排出抑制に寄与する壁面緑化のあり方を考察することを目的とする。

1-2. 調査対象地

壁面緑化施工面積が最も多い都道府県である東京都の中でも、特に高度に都市化が進行し、壁面緑化の事例が多数存在することが予想される都心三区（中央区・千代田区・港区）を調査対象地として選定した。

2. 各タイプの比較を通じた並存型壁面緑化の特徴

本章では各タイプの壁面緑化の実態把握を通じて、並存型壁面緑化が、どのような場所に存在するかを明らかにする。

2-1. 調査手法及び壁面緑化の分類

壁面緑化の事例調査においては、対象区域内の全ての街路から目視可能な壁面緑化を記録した。調査した壁面緑化のタイプは、自然植物のみによる壁面緑化である「自然植物型」、人工植物のみによる「人工植物型」、そして両者が並存する「並存型」の3タイプに分類した。また、高い景観形成機能が求められる業種や箇所に多く並存型壁面緑化が存在すると言う仮設から、設置業種・設置箇所についての分析を行った。

2-2. 壁面緑化の分布

悉皆調査の結果、都心三区の合計で、「自然植物型」は594件、「人工植物型」は123件、「並存型」は20件確認された(図3)。またこれらの壁面緑化が設置された建物の建築年を分析したところ¹²⁾、並存型は特に2011年以降に多く設置されていることが明らかになった(表1、図4)。以下ではこれら3つのタイプの壁面緑化を比較することで、「並存型」の特徴を解明する。

表 1 壁面緑化が設置された建物の建築年（件）

緑化タイプ	自然植物型	人工植物型	並存型	総計
1996年-2000年	48	10	0	58
2001年-2005年	72	14	1	87
2006年-2010年	98	6	2	106
2011年以降	119	15	9	143
総計	337	45	12	394

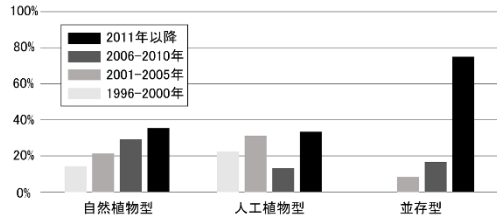
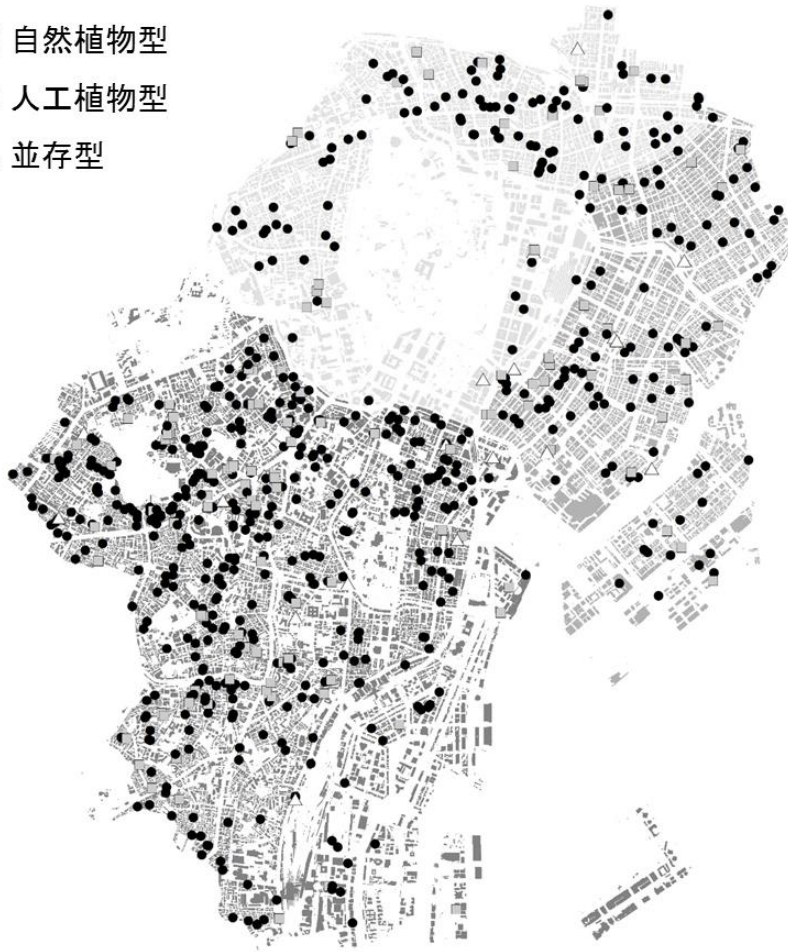


図 4 壁面緑化が設置された建物の建築年（割合）

- 自然植物型
- 人工植物型
- △ 並存型



0 0.5 1 2 キロメートル

図 3 都心三区における平面緑化の分布

2-3. 並存型壁面緑化の特徴

まず「並存型」の設置業種の概要を把握するために、壁面緑化の設置建物を用途ごとに分け、検定及び残差分析を行ったところ、「並存型」は特に商業系用途の建物において多く分布することが明らかとなった（表 2、図 5）。そこで次に商業系用途に関してより詳細な業種の分析を行った。

表 2 壁面緑化の設置建物の用途（件）

	公共系用途	居住系用途	商業系用途	総計
自然植物型	64	214	316	594
人工植物型	0	32	91	123
並存型	1	2	17	20
総計	65	248	424	737

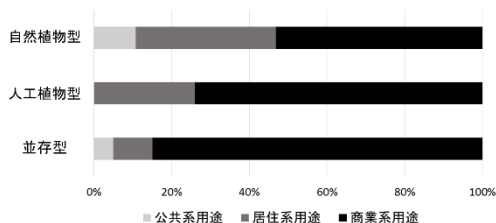


図 5 壁面緑化の設置建物の用途（割合）

「並存型」の設置業種として確認された業種及び、それ以外の「その他商業施設」の割合を表 3、図 6 に示す。複合商業施設及び結婚式場において並存型壁面緑化が有意に高い割合で分布することが確認された。またこの中でもオフィスビルは、自社のイメージに大きく関わる自

表 3 壁面緑化の設置業種（件数）

	オフィスビル	飲食店	複合商業施設	結婚式場	その他商業施設	総計
自然植物型	143	73	29	2	69	316
人工植物型	28	30	3	1	29	91
並存型	6	5	4	2	0	17
総計	177	108	36	5	98	424

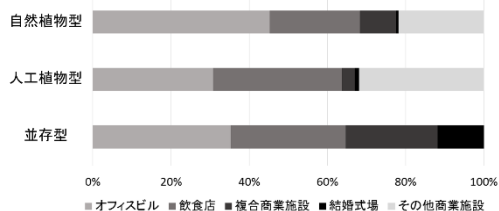


図 6 壁面緑化の設置業種（割合）

社オフィスと賃貸オフィスでは、その求められる緑化が大きく異なることが予想される。

そこで、オフィスビルを「自社オフィス」と「賃貸オフィス」に分け、分析を行ったところ、「並存型」は自社オフィスにおいて有意に高い割合で存在することが明らかになった（表 4、図 7）。

表 4 壁面緑化の設置業種(オフィス) (件数)

	自社オフィス	賃貸オフィス	総計
自然植物型	46	97	143
人工植物型	2	26	28
並存型	6	0	6
総計	54	123	177

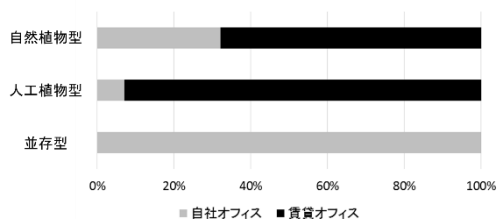


図 7 壁面緑化の設置業種(オフィス) (割合)

また、壁面緑化の設置される高さ（壁面緑化の下端が 2m 未満かそれ以上かにより分類）について見ると、「並存型」は高さ 2m 未満の位置に多く分布することが明らかになった。（表 5、図 8）

表 5 壁面緑化の下端高さ（件数）

	2m未満	2m以上	総計
自然植物型	477	117	594
人工植物型	59	64	123
並存型	17	3	20
総計	553	184	737

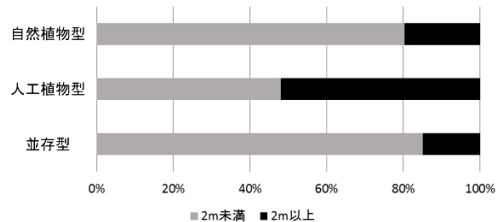


図 8 壁面緑化の下端高さ（割合）

2-4. 小結

並存型壁面緑化の設置実態を他のタイプの壁面緑化と比較したところ、まず特に 2011 以降に多く設置されていることが明らかとなった。次に設置業種について見てみると、結婚式場・複合商業施設といった施設や、企業のイメージに大きく影響を与えると考えられる自社オフィス等の高い意匠性が求められる施設において並存型壁面緑化は有意に高い割合で分布することが確認された。また設置箇所について見てみると、高さ 2m 未満の利用者に近い位置にも多く設置されていることが明らかとなった。これらの結果より、並存型壁面緑化は、高い景観形成機能が求められる施設や箇所において、多く存在することが考えられる。以上の結果と、二酸化炭素の総排出量の観点を踏まえると、並存型壁面緑化は本研究が対象とする景観形成機能を満たしつつ、二酸化炭素の排出抑制に寄与する壁面緑化である可能性が示唆される。そこで第 3 章では、そうした並存型壁面緑化の利用実態についての把握を行う。なお、自然植物の利用実態については、先行研究において様々な議論の蓄積がある一方で、人工植物の利用実態についての研究は限られているため¹¹⁾¹²⁾¹³⁾、第 3 章では並存型壁面緑化における人工植物の利用実態について把握を行う。

3. 並存型における人工植物の利用実態

3-1. 調査手法

本章で対象とする並存型壁面緑化は、第 2 章で明らかとなった並存型壁面緑化 20 件のうち、その設置者の調査協力が得られた 11 件とする。また人工植物の利用実態は、人工植物の配置パターンによって大きく異なると考えられる。そこでまず壁面緑化を、壁面全体に人工植物が均一に配置された「混在タイプ」と、部分的に集中して配置された「分離タイプ」に分けたところ、混在タイプは 5 件、分離タイプは 6 件確認された。以下の分析ではこれらのタイプごとの分析を行う。

3-2. 並存型壁面緑化の利用実態

まず、人工植物の設置理由についての分析を行った。なお、通常はその設置理由が 1 つではなく、複数の理由から人工植物が選択されると考えられる。そのため、複数回答を可として集計を行った。その結果、混在タイプは主に「自然植物が生育するまでもある程度の緑量を確保したいから」という理由が最も多く挙げられ、分離タイプは「自然植物の設置が困難であるから」という理由が最も多く挙げられた(表 6)。実際、分離タイプの多くの事例においては、日が当たらないような、日照条件上不利な場所に人工植物が利用されている事例が多数確認された。

表 6 人工植物の設置理由

※複数回答可

設置理由	混在タイプ	分離タイプ
自然植物はコストがかかるから	1	0
自然植物の設置・生育が困難な箇所であるから	0	5
自然植物が生育するまでもある程度の緑量を確保したいから	7	1
一時的に修業をする必要があるから	0	1
人工植物はデザインがしやすいから	0	1
人工植物は虫が湧かないから	1	1
灌水装置による利用者への被害を防止する必要があるから	1	0

従って、混在タイプは主に竣工時の緑量確保を目的として設置された事例が多いため、仮定的に人工植物を利用していることが想定され、逆に分離タイプは自然植物の生育が困難な箇所への緑量の確保を目的として設置された事例が多く、常設的な利用が想定される。

そこで次に、人工植物の利用用途を「仮設の利用」と「常設の利用」に分け、集計を行なった。その結果、混在タイプに関しては 5 件全ての事例において仮設的な利用を想定して人工植物が導入されていることが確認された。また逆に、分離タイプのほとんどは仮設的な利用ではなく、常設的な利用を想定して導入されていることが明らかとなった(表 7)。

表 7 人工植物の利用用途

	混在タイプ	分離タイプ	総計
仮設の利用	9	2	11
常設の利用	0	5	5
総計	9	7	16

3-3. 小結

以上の結果より、並存型壁面緑化の設置者は、高い景観形成機能を有する壁面緑化を実現するために、様々な用途で人工植物を利用していることが見て取れた。つまり、混在タイプは主に竣工時の緑量確保を目的として仮設的に導入されている一方で、分離タイプは、自然植物の生育困難な箇所の緑量確保を目的として常設的に導入されていることが明らかとなった。

4. 結論と考察

第2章では、並存型壁面緑化が、高い景観形成機能が求められる施設や箇所に多く存在するという実態が明らかとなった。また第3章では、並存型壁面緑化を混在タイプと分離タイプに分類すると、混在タイプは人工植物が仮設的に利用された事例が多く、分離タイプは常設的に利用されている事例が多いことが把握された。こうした人工植物の常設的な利用による並存型壁面緑化は、施設の景観形成と同時に、二酸化炭素の排出抑制にも寄与していると考えられる。そこで、図2で比較した3タイプの壁面緑化とそれらの組み合わせによる壁面緑化に想定される二酸化炭素総排出量について着目すると、登はん型+人工植物の常設的利用の組み合わせ⁽³⁾が、高い景観形成機能を満たすと同時に、最も二酸化炭素の総排出量が少ないことが分かる。

最後に本研究の結果を踏まえ、どのような場合に、どのタイプの壁面緑化を用いるべきかについて考察する。まず、自然植物の生育がある程度可能な場所における緑化で、かつその施設に高い景観形成機能が求められる場合には、高い景観形成機能を満たしつつ、二酸化炭素の削減に寄与することができる、登はん型+人工植物の常設的利用を用いることが望まれる。また、施設に高い景観形成機能が要求されない場合には、二酸化炭素の削減効果が最も大きい登はん型壁面緑化を採用することが考えられる。そして最後に自然植物の生育が完全に困難である場合には、場所を問わず設置が可能である人工植物型の壁面緑化を利用することが考えられる。以上、高い景観形成機能の発現と二酸化炭素の

排出抑制の観点を踏まえると、これら3タイプの壁面緑化の場合に応じて選択することが望ましいと考えられる。

【補注】

- (1)人工植物による壁面緑化の重量は参考文献5)により把握した。また素材ごとのCO₂排出量の原単位は「IDEA」及び「JLCA LCA データベース」を参照し、人工植物の成型方法は「射出成型」と仮定した。なお人工植物の交換頻度は10年に一度として計算を行った。
- (2)建築年に関しては、各建物名でgoogle検索を行い、それにより建築年の把握が可能であった建物に関してはその情報を建築年とした。また以上の手法により建築年が把握できなかった建物に関してはArcGIS10.4により各年度の土地利用現況調査(平成23年、平成18年、平成13年、平成8年)を用いて建築年を求めた。
- (3)登はん型+人工植物とプランター型+人工植物を比較すると、前者の方が二酸化炭素の総排出量が少なくなると考えられるため。

【参考・引用文献】

- 1) 国土交通省(2017),「平成29年全国屋上・壁面緑化施工実態調査の結果報告」, <http://www.milt.go.jp/common/001259410.pdf>, (2018-11-30 参照)
- 2) 渡邊慎一(2006),「名古屋市における壁面緑化建物の分布と壁面緑化に対する居住者意識」, 日本建築学会環境系論文集, Vol. 71, No. 606, pp. 59-65
- 3) 財団法人 都市緑化機構 特殊緑化共同研究会(2006), 「知っておきたい壁面緑化のQ&A」, 鹿島出版会
- 4) 植田直樹・瀬島由美加・村上暁信(2018), 「緑化に関する条例等における規定の構成要素とその時代変化に関する研究」, 都市計画論文集, Vol. 53, No. 3, pp. 1297-1304
- 5) 建材ナビ(2017), 「Decoration Products Catalog 2017」, https://www.kenzai-navi.com/main/pdf/displaymuseum1688/2017_displaymuseum.pdf, (2019-01-10 参照)
- 6) 井原智彦・岡和孝・山口和貴・亀掛川幸浩・遠藤康之・玄地裕(2006), 「建築被膜を利用したヒートアイランド対策のライフサイクルアセスメント」: 日本LCA学会研究発表会講演要旨集, pp. 81
- 7) 井原智彦・川口雅幸・玄地裕・山田耕治・村山和義・山口和貴(2010), 「建物緑化・高反射塗料のライフサイクルインベントリ分析」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 869-870
- 8) 山口和貴・山田耕治・川口雅幸・村山和義・井原智彦・玄地裕(2009), 「都市気象・ビルエネルギー連成モデルを活用した建物緑化のライフサイクルCO₂分析」, 環境システム研究論文発表会講演集, No. 37, pp. 247-252
- 9) 松本莉奈・長谷川祥子・下村孝(2011), 「商業施設内の休憩施設に設置した観葉植物と人工植物が空間評価に及ぼす影響」, 日本緑化工学会誌, Vol. 37, No. 1, pp. 55-60
- 10) 杉浦良紀・城仁士(2004), 「生活空間におけるイミテーションプランツの存在とその受容」, 神戸大学発達科学部研究紀要, Vol. 12, No. 1, pp. 59-69
- 11) 岡田準人・山崎美幸・下村孝・深町加津枝(2006), 「京都市内の戸建て住宅で実施されている立面緑化の実態」, ランドスケープ研究, Vol. 69, No. 5, pp. 795-798
- 12) 宗芳光・渋谷圭助(2004), 「都内における壁面緑化の街区調査」, 日本緑化工学会誌, 日本緑化工学会誌, Vol. 30, No. 1, pp. 215-218
- 13) 渡邊慎一・伊倉壯育・木村明範(2004), 「名古屋市中心部の壁面緑化された建物のフィールド調査」, 大同工業大学紀要, Vol. 39, pp. 129-135