



## NPO 法人 日本ビオトープ協会 (2022.05.10) ビオトープアドバイザー用 ・ 技術メモ No.16

### 「実験から生まれる新たな技術」

NPO 法人日本ビオトープ協会  
技術委員長 直木 哲

#### 1. いきさつ

昨年 10 月に造園関係の大先輩から、造園学会の学会誌「ランドスケープ研究」で「実践的なみどり」というタイトルで特集号を出すのが、現場の実践から書くよう人選に推薦をしておくと依頼を受けた。何を書くか考慮し、新人の頃からリタイアまでの経験を思い出し、技術のきっかけと壁面緑化、護岸緑化、樹木の耐風性試験をピックアップし、「実験から生まれる新たな技術」として書き進めた。その内容はランドスケープ研究 85 巻 4 号（2022 年 1 月）に掲載されたが、改めて技術メモとして紹介します。

#### 2. はじめに

50 年近く前のことになるが、造園会社に入社した 3 年目に、その後の技術・実験・開発の基本となる経験をする事ができた。それは今の夢の島から大井埠頭まで何もない野原の東京港埋立地をどのように緑化するかの調査であった。その少し前に環境圧という概念を会社の上司が生み出しており、土壌と気象を担当した自分も、土壌分析、気象データを集めて解析しながら、環境圧の抽出と対策を練った記憶がある。その後様々な現場での植栽枯死調査や、ポット苗緑化、屋上緑化、壁面緑化、護岸緑化などの実験・技術開発を行ってきたがその基本となるのはその場所・立地における環境圧の抽出とその解決策である。植物、植生が生育する阻害要因のすべてを洗い出し、どのような材料や手法で生育可能にするかの実験を行ってきた。そして毎年の新入研修において、造園におけるデザイン具現化のベースになる科学的目線と環境圧のことをレクチャーしてきた。

平成 10 年に屋上緑化が法制化された頃、のり面緑化が主体の会社と合併になった。のり面緑化の会社は独自の特許工法を有し、技術開発に力を入れている。一般の造園施工会社では技術や開発部門が独立して存在しているところは少なく、あっても開発営業のように経済的業務の中に組されていることが多い。営業や工事部門から独立した技術開発部で緑の実践的取り組みを行ってきた。今日に至るまで所属していた会社及びそれ以外の組織で行ってきた事例のいくつかを紹介する。

#### 3. パネル型壁面緑化の開発

会社における屋上緑化システムの開発が一段落した後、時代の流れから次は壁面緑化、特につる植物以外のパネル型（基盤造成型）のニーズが出てくると感じていた。そんな折、

国土交通省関東地方整備局から「道路関連施設への壁面緑化」の技術公募（期日：1992年6月19日～1992年7月18日）が行われた。応募技術概要はその1．緑化技術の汎用性：①植栽環境（耐乾性・排ガス性・日照・耐風性）②物理的制約（厚さ・形状・積載重量）③植物。その2．施工：①施工期間 ②施工スペース ③容易性。その3維持管理：①植物 ②灌水 ③排水 ④補修交換 ⑤安全性⑥省資源 ⑦経済性である。

これらの項目を考慮しながら短期間で金網の中に10年以上耐久性のある防草シートを使った鞆状の袋と軽量土壌を有する壁面パネルの開発を行った。幸いなことに技術選定に選ばれ翌年、東京国道工事事務所発注で二子玉川の高架橋脚に実証実験として設置された。

この開発をきっかけに改良を重ねることになるが、建築を含めた構造物に設置するパネルタイプの壁面緑化の環境圧や課題は主に土壌基盤、植物、灌水、排水、構造躯体への取付け方法、管理、永続性などがあげられる。実験や実施工から分かってきたことには次のようなことがある。土壌基盤は一見固形化しなければ土壌が流れると思われがちであるが、濡れていると流れない。土壌は排水性の良い軽量土で黒土も混ぜると植物との親和性が良い。植物は永続性と耐風性を考慮すると木本が基本になる。植付け後の養生期間は比較的短くてもよく、設置後の植替えも可能。灌水のドリップチューブの孔間隔は20～25cmと短めにする。構造体との取付け方法は躯体により様々で有り、建築的知見が必要になる。

2004年には愛知万博、愛・地球博が開催され、「バイオラング」の壁面緑化が展示された。単管パイプの特殊ジョイントを用いた自立式の構造と共に、奥山・里山・野辺・海浜地に生育する42種の植物を用いた作品を展示した。

比較的限られた植物種を用いた事例が多い中、多様な植物種の混植が注目されたのか、万博終了に近い日曜日にNHKの番組「おはよう日本」で取り上げられた。



図-1 バイオラングの壁面緑化（設計図と完成写真）

その後今日に至るまで、壁面緑化は技術改良されて建築・構造物物に多く見られるようになったが、パネル型の壁面緑化は施工会社からみて従来の造園工事にはない、いくつかの特徴がある。一つ目は新たな市場で、建築外壁は従来異分野であるがそこに新たに造園分野の市場ができた。技術開発により無から有が出現したことになる。二つめは付加価値が高いことで、パネル型の壁面は㎡当たりの単価が高く、アピール度も高いことから企業にとっては営業的利点と企業価値を表せる利点がある。三つ目は工場・圃場生産である。造園工事は建築工事と違い、ほとんど現場での組み立て・生産作業が多く現場労働集約型でハイテク効率とは言いがたいのが現状である。しかし、パネルの製造から植付け養生の製作は圃場や温室で行うため、施工現場以外で出来高が上がって行くことになる。現場作業は搬入取付けと灌水設備作業のみのため、短期間で完成が可能になる。現場の天候にかかわらず、生産・出来高が進むことは施工会社にとって大きなメリットである。

#### 4. 日本橋川護岸緑化の開発と実施経緯

五街道の起点である、日本橋の下を流れる日本橋川の護岸は垂直コンクリートの擁壁護岸である。2007年に地元大手デベロッパーが事務局を行っている「日本橋川水辺再生ワーキンググループ」より日本橋から下流左岸 60m に対する護岸緑化の提案依頼を受けた。条件は擁壁護岸に重力等の負荷をかけないことである。擁壁の陸側は敷地境界まで 60～70cm 程度と狭く、かつ舗装されている。擁壁の高さは約 2m 前後、擁壁の天端から水面までは約 4m であった。

計画案と一部試験施工を実施し、バイオラングで用いた特殊な単管ジョイントシステムを用いて連続メッシュプランターを支える構造体を考え、H型鉄筋で擁壁とプランターの連結を行った。土木的構造計算により擁壁に負荷がかからない証明も行った。植栽は浜離宮庭園の運河際の植栽景観等を参考にし、多様な護岸景観の創出のため高木と低木、下垂型つる植物を配植した。護岸緑化は下垂タイプの壁面緑化の応用と捉えることができ、壁面緑化の経験が役立つ。約 4m 下の水面までつる植物で覆うには、プランターの土壌量が 200L 必要なことは、「壁面緑化の Q&A」に記載されている。植物は日本の代表種として、



図-2 支持構造体と7年目の護岸景観(水面まで約4m)

高木はヤマザクラ、イロハモミジ、タブノキなど6種、低木はツツジ、ヤマブキ、ウツギ、ハギ、カンツバキなど10種、下垂型の壁面緑化植物としてヘデラ類12種、テイカカズラ類、コトネアスター類、ハイビヤクシン類、プミラ、修景バラ等を用いた提案を行った。結果として日本橋川水辺再生ワーキング委員やオブザーバーに河川に係る東京都や中央区のかたがおられ、実施可能と判断され、中央区役所よりの発注、入札のもと提案が最終的に施工実現に至った。

## 5. 樹木の耐風性試験・支柱効果の検証

造園工事で使われてきた竹や丸太支柱は樹木の規格により仕様が決まっている。しかしその風荷重に対する科学的根拠はなく経験則で用いられている。近年はやりの地下式支柱ではメーカーは風荷重に対する計算式を出すのが、実際の妥当性は定かではない。根鉢の崩れや、大雨で根鉢と締め付け金具・ベルト間の抵抗が減じると、傾斜木になる事例がまま観察されている。その結果、近年の豪雨や強風に対し、地下式支柱と丸太支柱やワイヤー支柱との併用も見られ、適切な支柱か疑問が残る。

(公財)都市緑化機構 特殊緑化共同研究会(現:環境緑化技術共同研究会) 調査研究部会 緑化技術分科会(部会長橘大介、分科会長直木哲)の研究業務として、2013年から2020年まで5回にわたり、高木の耐風性試験(実際に引倒しロードセルによる倒伏最大モーメントから倒伏風速に換算)を行ってきた。供試樹木は49本、規格は4m~15m、20年程度植えられたままの対象樹から、様々な支柱に対する試験を行ってきた。これらの試験結果についての詳細は補注及び引用文献の日本建築学会技術報告集等に発表している。細かい知見の一つとして、やぐら支柱は丸太支柱の中では最も強度があると思われるが、4本の支柱先端が幹や他の丸太と連結しないと、写真の様に4脚の部分が変形し強度が減じられる。



図-3 引倒しによる樹木の耐風性試験(やぐら支柱)

## 補注及び引用文献

- 1) 財団法人 都市緑化技術開発機構 特殊緑化共同研究会 (2006) : 壁面緑化の Q&A、鹿島出版会、Q23
- 2) 橘大介・直木哲・今井一隆(2018) : 移植高木の引倒し試験による耐風性の評価、日本建築学会技術報告集、第 24 巻、58 号、1325~1330
- 3) 橘大介・直木哲・今井一隆 (2020) : 樹木用支柱が耐風性に及ぼす影響、日本建築学会学術講演梗概集 (関東)、2325~2326