人工地盤とその植栽技術

興 水 肇

Technical data for planting on the artificial ground
by Hajime KOSHIMIZU

はじめに

人工地盤の研究が植栽の問題に視点を置かれた時、それは緑地学の一構成分野として機能する緑地植物植栽論の体系化の過程でその空白部分を充足する意義が考えられ、さらに緑地学が Landscape という創造行為に対し、その技術的背景としての役割を一定程度担う意味において評価されるべき研究成果が期待されているものと考ええる。

このような点から、ここでは人工地盤の植栽技術に関する基礎的資料として欧米の文献にみられる若干の例を紹介しようとするものである。

I 人工地盤の類型

人工地盤の一形態である屋上庭園が古く Babylon の時代にその沿革の起点を求められることは既に明らかにされているが、その後は建築構造の変革にともない形態的な検討が若干加えられた以外はみるべき点は少ない。ところが最近になり都市空間の急速な発展による緑地の減少およびその確保の困難性の中で屋上庭園はその存在条件を確立するようになってきた。他方、都市環境の悪化にともなう都市空間の再編成の要求は、多様な機能の複合化による土地利用の高密化の過程に求められ、緑地空間の存在形態にも一定の変質が検討されている。すなわち都市の土地利用が、生活、仕事、レクリエーション、コミュニケーションの各生活機能要素の関係から計画されるとき⁽²⁾、このそれぞれの土地利用機能の近接化によって空間の高密性が成立し、その中でレクリエーションルートの結合により緑地空間は共合化された存在形態⁽⁴⁾になると考えられる。

公共建築物の屋上およびテラスの広場の利用、ステーションビルへのアクセスとしての植栽されたベデストリアンデッキ、駐車場その他交通施設と公園の共存、広いスペースを要求する公共サービス施設である浄水場、下水処理場の貯水槽上の公園の利用、スラムクリアランス、防災拠点のための人工土地の植栽など種々の形態が

人工地盤のカテゴリーに含まれるものとして既に出現している。しかしこれらの各種人工地盤は形態としては具現化されているものの、その概念および緑地空間としての性格は十分な検討が進められているとはいえない。たとえば人工土地と呼ぶ場合の「土地」はいわゆる“土地”所有とか“土地”利用という場合の概念と同様、抽象された意味での土地空間を示し、それが人工的に構築され、空間として機能するようになったものが人工土地であり、必ずしも盛土され植栽可能な条件を備えた状態を必要とするものではない。したがってこの限りでは、**「人工土地」**は人工地盤の一類型に含まれるものであり、両者の概念はこの点で区別されるべきものと考えることができる。

人工地盤の類型化には多くのアプローチが考えられるが、その一つの試みとして植栽技術条件の視点から行なうとつぎのように考えることができる。

一般の大地 Parent Soil⁽⁹⁾ の条件 Natural Earth Condition⁽⁹⁾ における従来の地盤 Normal Ground⁽⁴⁾ に対し、それと等価値の Soil Condition を人工的に構築したものを人工地盤 Artificial Ground⁽²⁾ と呼ぶ。したがって先述の人工土地は Artificial Land でありこの意味の限りにおいて人工地盤を説明すると Artificially Created Land⁽⁹⁾ といえることができる。屋上庭園 Roof Garden, Terrace Garden は構造上およびその経済的有利性から最も厳しい植栽環境条件となり、また人工土地、駐車場、その他の構築物上の植栽 Planting over Garage Top, Man-Made Structures⁽⁴⁾ の場合は盛土条件がその計画・設計の策定過程において構造的に検討され、植栽条件の限界範囲はその許容量が前者の場合より拡大されるものと考えられる。これに対し、Level は Normal Ground に連続しているが、その植栽地盤の下に各種の構造物が埋設され、結果的に植栽環境としては人工地盤の範疇に含まれるもの Planting over underground Garage, Road, other Structures⁽⁴⁾ がある。

Man-Made Structure によって Normal Ground から分離された人工地盤は、都市の infra Structure の創造に対し新しい Floor を提供することになるが、その

図 1 人工地盤の類型

これは人工地盤の各種のタイプを示したものであるが原型は Friedberg ⁽⁴⁾ 1969 が Dynamics of Vertical Urban Space として説明したものである。

植栽計画は Landscape Architect, Landscape Contractor, Maintenance Gardener にとって共通の課題である⁽⁹⁾。すなわち人工地盤の諸類型はそれらのレベル間にある一定の関係系列を形成し、そこに Dynamic Landscape⁽⁴⁾を構成する過程で地表レベルの各要素を組織・系統化する包括的な概念を完成する。その中で人工地盤は再び緑地空間として新たに位置づけられるであろう。しかしこの点が課題として成立し、その成果が機能するためには、人工地盤における植栽技術条件を解析し、その植栽工法を明らかにすることが第一にその背景として必要であると考え。

II 人工地盤植栽の技術的諸条件

人工地盤の植栽環境条件は Normal Ground における植物の一般的な生育条件に対し、その特殊性を与える中で理解される。そしてそれらの条件が complicated, organized system として機作し、植物の生育に対して一定の限界 Sustained Limit を与える critical point を知見すること⁽⁹⁾により、技術条件としての設計基準ならびにその植栽工法が明らかになると考えることができる。

人工地盤における植栽環境の特殊性は、その基盤 Structure の Roof Slab によって植栽地盤 Planting bed, container, pit に Parent Soil との contact が得られない点が基礎的条件として考えられる。これは植物の生育条件との関係からはその地下部に対して制限的に作用する要因として考えられ、次のように整理することができる⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾。

a) 土壌水分の挙動と有効水分の変化

土壌水分の運動を浸潤、排水、乾燥の過程から解析すると、基盤スラブの存在にはそれぞれの過程において植

物に対する有効水分量を減少させる作用効果が考えられる。Normal Ground においては土壌水分は主として垂直方向の運動量が大きく、土壌の理学的性質およびそれによる water table⁽¹²⁾の存在が相互に関係するが、それが同時に有効水分量に対し影響を与える優位な条件となっている。人工地盤ではこの垂直方向の運動が一定の深さで遮断され、乾燥過程において水平方向の運動が加わり、保留水の減少が促進されるなど水分収支のバランスが量的に大きな変化を示すことが考えられる。また地盤のロケーションによっては微気象、特に日照、風の条件から地表面蒸発による乾燥が水分運動に対し無視できない要因となるなど、有効水分量は減少する傾向を呈することが予想される。

b) 有効土層の厚さ

植物の根は養水分の吸収、植物体の支持などの機能がそれぞれの種の性質に対応した形で合理的に作用しうる形態 Root system をその生長の基本構造として持っている。人工地盤の場合には、この根系が存在する空間領域——根域に対し垂直、水平方向から一定の制限を与えられることになるが、この根域の垂直方向の限界空間量は植物の生長要因として考えれば有効土層の厚さ limited room for root growth として理解することができ、人工地盤における生長要因の中では基本的に重要な条件である。有効土層の厚さが a) の土壌水分の挙動との関係からみると、有効水分の機能に対し制限要因として作用する点はその土壌の理学的性質との関係においてそれが相互に機作することによるものであり、その解析を困難にしている所以になっている。

C) 土壌栄養

人工地盤の場合には、その植栽構成内容にもよるが、

土壌栄養の質化についても無視できない問題を含んでいる。これは人工地盤の土壌構成が artificial な性質を持ちそれが維持される場合が多く、土壌生成作用による栄養分の補給 natural replenishment of soil nutrients⁽⁹⁾ が困難かあるいはその速度がきわめて遅いことによるものである。また b) の有効土層の点からはその絶対量としての栄養分の不足が考えられ、a) における土壌水分の運動により、その流亡が無視できない量として存在することも予想される。

これらの各点は現実の場面から与件として設定されたものであるが、これを植栽上の技術条件に転化することによって再び具体化することができる。すなわち a) の問題は土壌の種類構成 Soil Mix とその保水力 water-retaining の関係および排水系統 Drainage System と水分供給 Water Supply (灌水量 necessary quantity of water, 灌水時期 frequency of watering, 灌水施設系統 Irrigation system) の技術であり、b) については構築物の荷重限界 Weight Load Limitation から要求される土壌の軽量化にともなう盛土量と植物の生長の関係であり、c) は施肥 Feeding の方法の問題ということができる。

これらの各点は実験的な検証によって明らかにされ、その技術基準としての工法を開発することが基本的な課題であるが、これは今後の成果をまたなければならない。

ここではこれらの問題の解決を試みた具体的な例を二三図解し、紹介することにとどめる。

Ⅲ 人口地盤の植栽技術

【図の説明】 上より順に

図 2 Tree pit を使用した屋上庭園の植栽 (Zion⁽¹²⁾ 1968)

Blanket of fiberglass (厚さ約 3 cm) は排水層の目詰まり防上に有効である。垂直の排水管は表面排水のためのものであり、pit の隅におくことにより drain の目詰まりを根を破壊せずにチェックできる点有利である。荷重 (木の重量 = $75 \sim 10016 / \text{幹径 inch}$ 、鉢の重量 = $\{(\text{鉢径 inch})^2 - \frac{1}{4}\} \times 0.075$)、土壌 (壤土 25%、ピートモス 25%、砂 50%)、pit の巾 = 樹冠の広がり、pit の深さ 90 ~ 120 cm でこれらは中高木以上を対象にしている。

図 3 Roof area の植栽例 (Friedberg⁽⁴⁾ 1969)

地被植物、低木類は薄い土層でもよいことから、土壌量を減じ軽量をはかるためポリスチロール系の材料でその部分を補充している。土壌はパーライト (Per-

loam) $\frac{1}{4}$ 、ピートモス $\frac{1}{4}$ 、埴土 $\frac{1}{4}$ という構成である。重量の大きい高木は柱の上に植栽するなどその荷重の負担を軽減し slab の厚さの増大をさけている。

図 4 Soil profiles roof garden construction (Howarth⁽¹⁶⁾ 1968)

図 5 Plant container の構造 (Davis et. al. ⁽²⁾ 1964)

Container の最少限の深さは上図より、高木の場合 100~150cm、低木の場合 45~90cm、地被植物の場合 18~36 cm となっている。各 Container とも排水砂利層は有効土層の厚さ (valuable container space) を減少させ、かつ粒径の異なる層間には飽和に近い水分を含む層ができるので特に排水のための砂利層をつくることはせず底面の傾斜かあるいは Fiberglass Filter だけでその処理を行なっている。

土 壤 : 25% ピートモス、75% 細砂

25% (アメリカスギの) おがくず、25% ピートモス、50% 細砂

図 6 Dachgartenaufbau Vorschlag BASE, Abt. Gartenwesen (Weißer/Klassem⁽¹⁰⁾ 1971)

砂利等の排水材料は基盤スラブの表面をいためることがあるので珠状発泡スチロールで構成された Dränplatten を使い軽量化をはかっている。この排水層の目詰まり防止に使われているフィルターは Hygromull と呼ばれる尿素フォルムアルデヒド系の発泡樹脂の小片から作られるものであり、土壤改良剤として一般に販売されている。またこの材料は体積の約 $\frac{1}{2}$ の水分を含むことが可能で植物の細根はこの中へ侵入することもできる。土壤は普通の腐植土に土壤改良剤 Hygromull の小塊、Styromull を50%混合することにより、軽量化、保水力の増大を図るとともに盛土量を約30%減少させる効果を得ている。土壤の軽量化と薄い盛土により、風による植物の倒伏の危険性が予測されるが、これを防止するため Novolen-Bändchen と呼ばれる合成繊維の網(5×5mm) フィルターを敷くと、根がこれからみつくので有効である。土壤の厚さとその構成は以下のような内容である。

	土 壌 の 種 類 ・ 構 成	重 量	厚 さ	
			草木・低木の場合	中・高木の場合
従 来 の 方 法	土壤70% 泥炭30% (重量)	1500kg/m ³	20cm	45cm
	泥 炭	700kg/m ³	5cm	5cm
	砂 利	1800kg/m ³	10cm	10cm
	(合 計)	4000kg/m ³	35cm	60cm
そ の 改 良	土壤 50% Hygromull 35% Styromull 15% (容量)	1150kg/m ²	20cm	42cm
	Novolen-Bändchen	—	—	—
	Hygromull-Filterschicht	650kg/m ²	10cm	10cm
	Styropor-Dränplatten	35kg/m ²	5cm	8cm
	(合 計)	1835kg/m ²	35cm	60cm

IV 考 察

人工地盤における植栽に際する諸問題を技術的に解決しようとする試みは数多く行なわれているが、その代表的な例をみても経験的な事実に基づく範囲を超えて行ないえているものは見られない。これらの手法はいずれ実験的に検証され、その意義が確認されることが予想されるが、いずれも有効な技法としてその評価が明らかなどころから植栽技術条件を求めるための実験的方法論の中

ですぐれて評価されるべき問題提起を行ないうる条件をそなえているものと理解される。しかしこれらの諸条件を同時に取扱うことは、植栽実験方法論が確立されていない現在、困難な点が多く、基礎的な問題を個別に検討し、その資料を蓄積することから始めなければならないであろう。

Fig-7はスイスベルン市の中央駅のセクションを示したものである。再開発によって構築されたこのステーションビルは、Grosse Schanze と呼ばれる公園をその

図 7 Roof Garden in the Centre of the City of Berne "Grosse Schanze" (Liecht⁽⁷⁾ 1964)

屋上階に有し、駅前広場として機能させると同時に、パーキングスペースをその中に含み土地の有効利用をはかっている。

わが国においても、東京の環状線である山手線の上野駅から田端駅にかけては、山手の台地と台東、荒川の下町の境界にそって路線が設けられこれら各駅の空間的構造は厳しい条件のもとで成立している。この点についての指摘は既に多くの関係者の手によって行なわれ、その再開発計画案も呈示され、具体的にその検討が進められているときが、ここにこの Grosse Schanze の手法を導入し、人工地盤を構築することは、きわめて有効な手段であると考えることができる。上野公園と連続した“駅前広場”がステーションビルの屋上に作られることが緑地問題に専門的に携わる者だけでなく、広く一般に受け入れられる点は予想するに難くない。それは緑地空間としての獲得、面積の拡大という評価がその理由の一つと考えられるが人工地盤を提案することは容易であるがしかし、Landscape Architects としての立場からその技術的条件を明らかにすることは困難な点が多い。

参考文献

- (1) Bauer, Walter : Dachgärten in Zentrum von Stockholm, Garten und Landshaft, 70, Jahrgang, Heft 2. 57—59. (1960)
- (2) Davis, William B. et al. : Landscaping in Planters without Natural Drainage, Univ. of California Agr. Extension Service. (1964)
- (3) Dröge, Herman : Tiefgaragen in neuen Wohn-

baugelieten. Garten und Landschaft, 16—17. (1960)

- (4) Friedberg, M. Paul : Roofscape Architectural & Engineering News, September, 24—29. (1969)
- (5) Hahn, Gerd : Begrünung von Tiefgaragen. Garten und Landschaft. 18—19. (1960)
- (6) Howarth, Cerek : Living off the Ground. The Architect's Jour. 18. September, 577—586. (1968)
- (7) Liecht, W. : Roof Garden in the Centre of City of Berne. Anthos. 2. 16—18. (1964)
- (8) Schindler, Norbert : Die Stadtentwicklung und das Erholungsproblem Ein “grüner” Kongreß in der Schweiz. Garten und Landschaft, September, 269—274. (1969)
- (9) Scott, Geraldine Knight : Horticulture on the Roof, California Horticultural Journal, January, 23—26. (1969)
- (10) Weiß, Klaassen : Dachgärten mit Hilfe von Schaumstoffen, Werkblatt, constructive Details, 7. Garten und Landshaft (1971)
- (11) Wohlschlager, Sepp. : Grünflächen auf Garagendächern. Garten und Landschaft. 14—15. (1960)
- (12) Zion, Robert. I. : Rooftop Planting, Espalier and other Special Effects, Trees for Architecture and the Landscape. 145—150. Reinhold Book Coop. New York. (1968)