

17. 壁面緑化工法の研究開発（その1）

久保 正年
谷中 隆博
西口 利男*¹
中山 芳樹*²

要 旨

これまで道路高架橋の遮音壁や橋脚，コンクリート壁面等の緑化は困難とされていたが、地球環境問題への関心が高まる中、緑化空間を拡大するための方策として、壁面を緑化できる技術の開発が望まれるようになってきた。

本報告は、従来の“植物は土に育つ”という既成概念を打破した、コンクリートの壁面を緑化できる新しい植栽工法についてその開発概要を述べるものである。

キーワード

壁面緑化／植栽基盤／不織布／環境／灌水システム

目 次

1. はじめに
2. 基本方針
3. 植栽基盤
4. 自動灌水システム
5. 試験植栽
6. おわりに

17. RESEARCH ON TECHNIQUES FOR GREENING WALL SURFACES (PART 1)

Masatoshi Kubo
Takahiro Taninaka
Toshio Nishiguchi
Yoshiki Nakayama

Abstract

To date the greening of sound barriers, piers, and the concrete wall surfaces of expressways has been considered impractical. Amidst increased concern for the global environment, however, demands have been growing that techniques enabling the greening of such places be developed, as a means of increasing the amount of greenery in the environment.

This paper presents an outline of the development of a new technique that demolishes the established concept of “plants grow in earth,” by enabling the planting of greenery on concrete surfaces.

* 1 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 材料試験課 係長
* 2 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 材料試験課 技術職員

1. はじめに

近年、地球環境問題に社会的関心が高まる中において、緑化空間を拡大しようとする動きが強くなっている。

建設省が平成6年度に発表した「緑の政策大綱」には、地球環境の改善と景観の向上などを求める新しいニーズに対応するために、これまで過酷な植栽環境のために緑化が困難とされていた道路高架橋の遮音壁やその他構造物のコンクリート壁面等を緑化できる「特殊緑化技術の開発」が盛り込まれている。

本研究開発はこうした要請を受けて、従来の「植物は土に育つ」という既成概念を越えた新しい発想による、コンクリート壁面を緑化できる植栽工法を確立しようと、平成6年1月より、建設省近畿地方建設局近畿技術事務所と共同で研究に着手し開発してきたものである。

2. 基本方針

緑化しようとする対象物は、これまで植栽することが難しいとされていたコンクリート構造物の垂直面である。これまで、その表面をつる植物で覆うなどして緑化する例はよくみられているが、多様な植物を壁面に植え付け緑化したような例は全くないといってよい。コンクリート壁面のような垂直面を緑化するためには、その壁面に植物を育成させるための基盤（植栽基盤と呼ぶ）を設けることが必要であり、その上、垂直面であってもそこで育成できる植物の選定、水の供給方法などについても検討することが必要である。

したがって、本工法を開発するにあたり、下記のような基本方針を立てた。

- (1) 植栽基盤はできるだけ軽量なものにする。
- (2) 壁面全体を緑化できるシステムとする。
- (3) 植物は過酷な植栽環境に耐え得る常緑植物とする（つる植物は除く）。
- (4) 自動灌水のできるシステムとする。

3. 植栽基盤

3.1 植栽基盤の材料

植栽基盤をできるだけ軽量にするため、当社で既開発の建築物の屋上を緑化できる工法「スカイグリーン工法」で使用した不織布、粒状綿、繊維質パーク等を植栽基盤の材料として使用する。

これらの材料の特徴とそれを植栽基盤として使用したときの利点を下記にあげる。

<不織布>

フェルト形状の化学合成繊維シートである。

- ・積層して使用することで保水性が向上する。
- ・軽量で取扱いが容易である。
- ・通気性、透水性に優れている。
- ・根に対する支持力が高く根を痛めることがない。
- ・腐敗することなく耐久性に優れている。

<粒状綿>

繊維を絡み合わせた粒状の部分（3～5mmφ）と綿状の部分をもつポリエステル繊維である。

- ・植物の生育に必要な空隙が多い。
- ・自重の5～8倍の保水力がある。
- ・軽量で取扱いが容易である。
- ・通気性、透水性に優れている。
- ・腐敗することなく耐久性に優れている。

<繊維質パーク>

杉と檜の樹皮を加工した土壌改良材である。

- ・軽量で取扱いが容易である。
- ・通気性、透水性に優れている。
- ・抗菌性があるので、腐りにくい。
- ・根腐れを防止できる

3.2 植栽基盤の設計

前述した材料を使用して、コンクリート壁面の前面に植栽基盤を構築する。できるだけ軽量の植栽基盤にするために、発泡倍率の低い発泡スチロールで植栽用のボックスを製作し、また植物の根に上部から余分な荷重が加わらないように、この内部を同じ発泡スチロールで格子状に区切って植栽スペースを作る方法（格子分散方式と呼ぶ）と、発泡ブロックと積層した不織布で区切って植栽スペースを作る方法（不織布積層方式と呼ぶ）の2つを考案した。

植栽基盤となる発泡スチロール製のボックスは、施工性を考え1ブロックの大きさを縦595mm、横595mm（基本ブロックと呼ぶ）とし、また、地上で一次的な植栽ができるよう、裏板を取り付けた。植物を育成するためには、植栽基盤は厚ければ厚いほどよいが、軽量化を考えその厚みを100mmとした。区切られた内部の空間を植栽スペースとして、その中に3.1で述べた粒状綿と繊維質パークを混合したものを挿入する。格子分散方式の格子状に区切る発泡スチロールには、通水、通気性がないため、上部より水が流れるよう、ま

た通気性が良くなるように、上下左右に溝を設けた。

また、植栽基盤材料が雨や風によって流出したりするのを防ぐため、ボックスの前面には、厚み5mmの不織布を張り、ワイヤーメッシュで固定した。植栽時にはこの不織布にナイフで切れ目を入れて植栽する。

格子分散方式と不織布積層方式の基本ブロックの形状を図-1、図-2に、その状況を写真-1、写真-2に示す。

3.3 植栽基盤材料の保水試験

1) 試験の概要

設計した格子分散方式、不織布積層方式による試験体が、どの程度の保水性を有するかを確認するため、使用材料の種類を変えて保水試験を行い、その測定を行った。

植栽基盤の前面を厚み5mmの不織布、背面をビニルシートで押さえ十分湿潤状態にしてから0分後、10分後、1時間後、2時間後、3時間後、4時間後および24時間後について、その重量測定を行った。

格子分散方式の試験体については、植栽スペースの

材料の違いによって2種類、不織布積層方式の試験体については不織布の材質の違いと植栽スペースの材料の違いによって4種類の計6種類とした。各試験体の植栽基盤の方式と使用材料を表-1に、格子分散方式

表-1 保水試験に使用した試験体の種類

NO.	植栽基盤の方式	植栽スペースの材料
1	格子分散方式	粒状綿、繊維質パークの混合 重量比 1:5
2	格子分散方式	粒状綿、不織布片、繊維パークの混合 重量比 1:1:10
3	不織布の積層方式 (上段・中段 …… A, 下段 …… B)	粒状綿、繊維パークの混合 重量比 1:5
4	不織布の積層方式 (上段・中段 …… A, 下段 …… B)	粒状綿、不織布片、繊維パークの混合 重量比 1:1:10
5	不織布の積層方式 (上段・下段 …… A, 中段 …… B)	粒状綿、繊維パークの混合 重量比 1:5
6	不織布の積層方式 (上段・下段 …… A, 中段 …… B)	粒状綿、不織布片、繊維パークの混合 重量比 1:1:10

備考…A: 適度な保水性をもつ不織布

B: 水切性能のある不織布

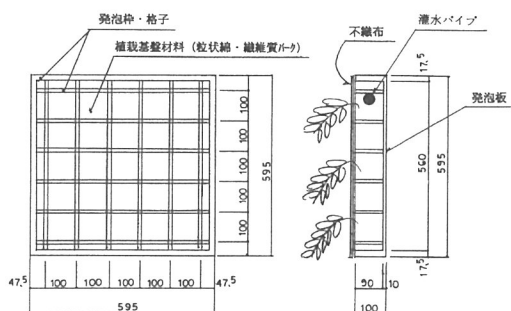


図-1 格子分散方式の基本ブロック

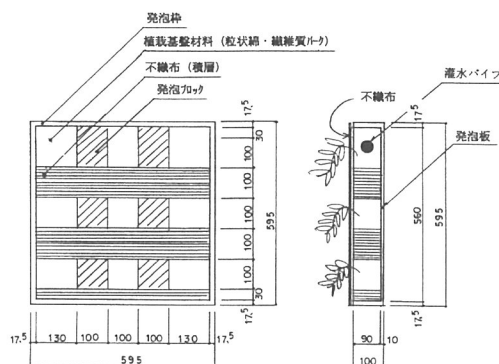


図-2 不織布積層方式の基本ブロック



写真-1 格子分散方式の基本ブロック



写真-2 不織布積層方式の基本ブロック

の試験体の形状を図-3に、不織布積層方式の試験体の形状を図-4に、その保水試験の状況を写真-3に示す。試験体はいずれも600×600×100mmの大きさである。

2) 試験結果と考察

保水試験の結果を表-2、表-3に示す。

最適な保水量は、土の保水量の 0.2cc/cm³より少し高めのものとした。

① 格子分散方式の場合

No.1の試験体の保水量は、次のようにして計算した。
実質保水量÷植栽基盤の容積（発砲スチロール部分は除く）

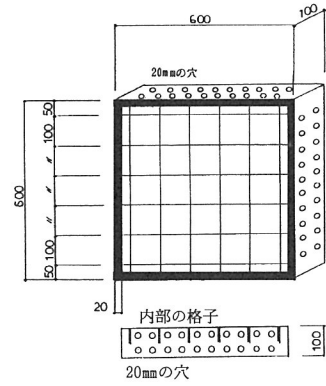


図-3 格子分散方式の試験体

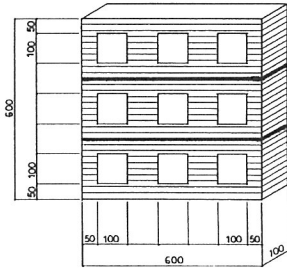


図-4 不織布積層方式の試験体

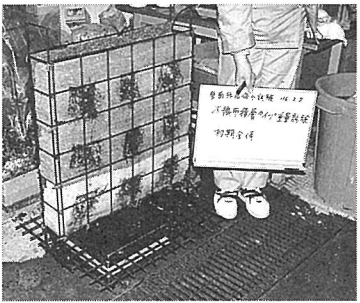


写真-3 保水試験の状況

表-2 保水試験重量測定結果（格子分散方式）

No	全 重 量 (g)								24時間後の 実質保水量 (g)
	乾燥時	0分後	10分後	1時間後	2時間後	3時間後	4時間後	24時間後	
1	8571	16040	14473	13600	13346	13215	13133	12754	4183
2	8566	17384	14276	13015	12605	12410	12303	11736	3170

植栽スペース A ——— 粒状綿+繊維バーク
植栽スペース B ——— 粒状綿+繊維バーク+不織布片
測定場所：コンクリート試験室
室内条件：温度20℃、湿度60%

表-3 保水試験重量測定結果（不織布積層方式）

No	全 重 量 (g)								24時間後の実質保水量 (g)		
	乾燥時	0分後	10分後	1時間後	2時間後	3時間後	4時間後	24時間後	全 体		
3	14677	36600	27572	24542	23371	22787	22454	21258	11067	上	2006
										中	1673
										下	2291
4	14678	33848	26726	23366	22313	21826	21534	20361	10727	上	1499
										中	1450
										下	2396
5	14664	36020	28249	25380	23802	23305	22965	21749	12111	上	716
										中	800
										下	8170
6	14678	38205	28251	24480	23424	23006	22667	21064	11425	上	1249
										中	771
										下	4000

植栽スペース A ——— 粒状綿+繊維バーク
植栽スペース B ——— 粒状綿+繊維バーク+不織布片
測定場所：コンクリート試験室
室内条件：温度20℃、湿度60%

$4,183 \div (60 \times 60 \times 10 - 60 \times 10 \times 2 \times 16) \approx 0.25 \text{cc/cm}^2$
 №2 の試験体の保水量は、
 $3,170 \div (60 \times 60 \times 10 - 60 \times 10 \times 2 \times 16) \approx 0.19 \text{cc/cm}^2$
 と計算された。この結果からみて、植栽スペースの材料としては、№1の方が適していることが分かった。

②不織布積層方式の場合

適度な保水性をもつ不織布（Aタイプと呼ぶ）と、水切り性能の良い不織布（Bタイプと呼ぶ）の2種類を組合せて試験を行ったが、表－3から上2段がAタイプで下段がBタイプのものを組合せた№3、4の方が、上、下段をA、中段をBとした№5、6より保水量のバランスが良いことが分かった。

№3 の試験体の保水量を計算した結果 $(2,006 + 1,673 + 2,291) \div (60 \times 60 \times 10) \approx 0.17 \text{cc/cm}^2$ となり、ほぼ土の保水量に近いことが分かった。

また、№4 の試験体の保水量を計算すると、 $(1499 + 1450 + 2396) \div (660 \times 60 \times 10) \approx 0.15 \text{cc/cm}^2$ となった。以上から、№3 の構造が最も適していることが分かった。

4. 自動灌水システム

道路高架橋下などの壁面には、雨水による灌水が期待できないため、その壁面を緑化する場合は水を供給できる灌水システムが必要となる。

灌水システムとして、装置が簡単で確実に灌水ができ、保守点検が容易で灌水量を調節できるものでなければならない。

- (1) 水源水源として供給の安定した水道水を利用する。
 水道水は通常 $1.0 \sim 1.5 \text{kgf/cm}^2$ の圧力がかかってい

るが、場所によっては水圧が十分でない所もあるため、高い位置への灌水には加圧装置を必要とする場合もある。

(2) 自動灌水装置

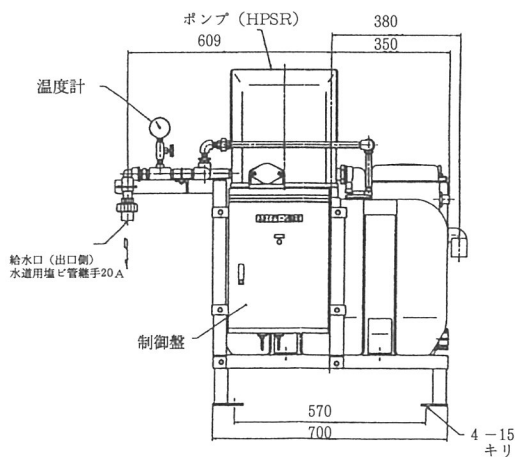
自動灌水装置は、圧力タンク、圧力スイッチによって自動起動・停止が行える給水加圧装置（受水槽付き）、および給水量を週間プログラムタイマーで制御する電動ボール弁を組合せた方式とする。その姿図を図－5に示す。給水量が微量から最大供給可能量まで広範囲に変化しても、安定した圧力で水を供給できるように減圧弁をポンプ吐き出し側に設ける。

(3) システム系統

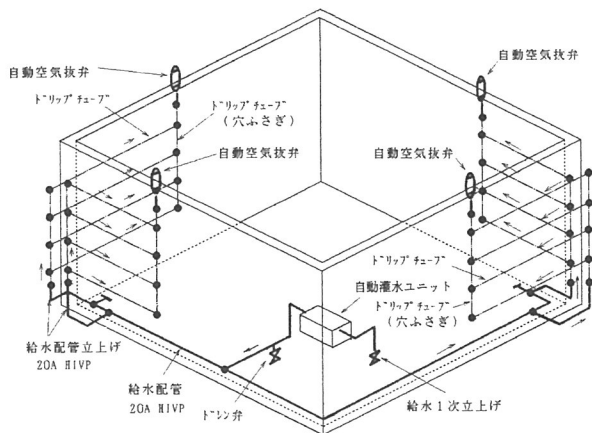
灌水システムとして、後で述べる試験用壁面に図－6のような配管系統を考えた（図－6参照）。

冬期に水が凍結して給水できなくなるのを防ぐため、縦系統の配管内に入っている水が必要がなくなると自動的にスプリング内蔵型ドレン弁が作動して、水が抜けるように考案した。

- (4) 灌水チューブ灌水チューブにどんな材料が適しているかを選定するため、ドリップチューブと多孔質チューブの2種類のチューブについて実験を行った。選定試験のための配管系統図を図－7に、その試験結果を図－8に示す。試験結果から、配置する高さおよびチューブに加わる給水圧力が変化しても、常に一定水量をゆっくり滴下できるドリップチューブがよいことが分った。このドリップチューブは、給水圧力が $0.3 \sim 4 \text{kgf/cm}^2$ の範囲内であれば常に均一な給水が可能である。



図－5 自動灌水装置の姿図

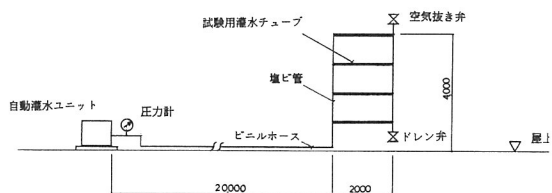


図－6 灌水システム配管系統図

5. 試験植栽

5.1 植栽樹種の選定

植栽する樹種としては、周辺環境が悪くても育成できる、つる植物以外の常緑植物とした。緑化の対象とする高架橋の遮音壁や橋脚等は、植物の生育上、環境条件が極めて悪いいため、耐寒性、耐乾性、耐陰性のある、また修景効果、市場性をもつ樹種を選定条件にあげ、その条件を満たすと思われるものを27樹種選定した。表－4 に選定した27樹種の特性をまとめたものを



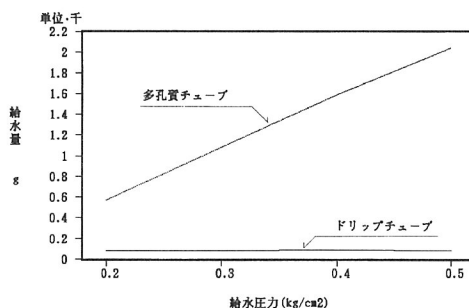
図－7 灌水チューブ選定試験の配管系統図

示す。さらにこの27樹種の中より、耐寒性、耐乾性、耐陰性に優れているものを10種選定した。表－5 に選定した植物名と原産地を示す。

5.2 試験用壁面

植栽方式と選定樹種の有効性を確認するために、東西南北の4面に、縦4m×横10mの試験用壁面を建築し、この壁面に前述した基本ブロックを取り付けた。なお、この試験用壁面は将来の試験植栽にも対応できるように大きめのものを製作した。

図－9 に試験用壁面体の平面図と立面図を示す。



図－8 灌水チューブ選定試験結果

表－4 樹種の特製一覧表

植 物 名	科目名	常緑	落葉	繁殖 適度	耐寒	耐暑	H	耐乾	耐湿	陽	陰	耐潮	株 分	植栽 密度	花 期 (月)	花 色	葉 色	斜 面	殖 法	下 垂 性	実	選定理由・備考
ツツジ (740)	キク科	○	遅	○				○	○	○	○	○		30	10~12	黄		○	地下茎			耐寒、耐乾、好陰の上、冬に花が咲く
シャガ	アヤメ科	○	早	○			~0.5	○	○	○	○	○		40	4~5	紫白		○	地下茎			
ヒメシャガ	〃		○	○	○				○	○	○	○		60	6~7	紫白		○	〃			耐寒、好陰の上、初夏に花が咲く、強健
ホトギス	ユリ科		○	○	×			×	○	○	○	○		30	9~10							
タマリユ	〃	○	遅	○				○	○	○	○	○		100		紫		○	地下茎		青	耐寒、耐乾、好陰の上、強健
ユキノシタ ヒメツ	ツツジ科	○	遅	○				×	○	○	○	○			5~7	白		○	地上茎			
ヤブコウジ	ヤブコウジ科	○	早	○						○	○	○		40					地下茎		赤	耐寒、好陰の上、強健
ヒメシャガ (740)	ツツジ科	○	遅	○	○		~0.2	×				×		30		白			叢生	○		
サルココッカ	ツツジ科	○		○			~0.2		×	○	○	○	挿し木	30	4	白			〃		赤	
フツキソウ (740)	〃	○	○	○				×		○	○	○		40				○	地上茎			耐寒、好陰の上、強健
フタバタ (740)	ヒノキ科	○		○	○		~0.2		○	○	○	○	挿し木	16				○	叢生	○		
ヒメシャガ (740)	〃	○	遅	○				○	○	○	○	○						○	地上枝			耐寒、耐乾、好陰の上、強健
リシマキア	ツツジ科	○	早				~0.3		○	○	○	○		40	5~6	黄		○	地上茎			
ボテンチラ	バラ科	○			○			○	○	○	○	○		40	5~8	黄		○	〃			
コトネアスター	〃	○	早	○			0.3~	○		○	○	○	挿し木	30				○	地上枝		紅	
ハナニラ	ユリ科	○		○	○		球	○		○	△			64	4	白		球	茎			耐寒、耐乾、耐陰性の上、白花が美しい
ドイツズラン	〃	○		○										44	5				地下茎			
オオキナンド	ラン科	○		○	○					○				25	7~8	黄						
ヒメシャガ (740)	ツツジ科	○	早	○			~0.4	○	△	○	△	○	挿し木	30	5~6	黄		○	叢生			耐寒、耐乾、耐陰性あり、強健で花も美しい
ハツユキカズラ	ツツジ科	○								○				50	6~7	白~赤						
シバヤシ	ハナジ科	○	早	○				○	○					40	4~5	多		○	地上茎			耐寒、耐乾性あり、強健で花も美しい
マツバギク	ツツジ科	○	早	×				○	○	○	○			40	6~8	紫紅		○	叢生			
セダム	ツツジ科	○	早	○				○	○	○	○			40	6~7	黄		○	〃			耐寒、耐乾、好陰性で、強健、花も美しい
トキワシノブ				○				○		○								○	〃			耐寒、耐乾、好陰性で、強健
ヒトツバシダ				○				○		○								○	〃			〃
西洋キョウ				○																		耐寒性あり
ローズマリー				○																		〃

表－５ 選定した試験用樹種

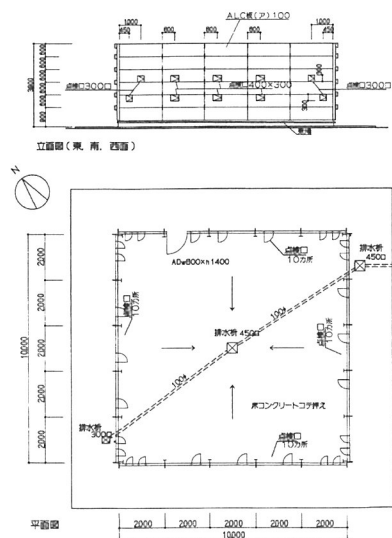
植 物 名	科 目	原 産 地
ハイビクシングラウカ	ヒノキ科	アメリカ（北米）
バーバーバー	〃	アメリカ（北米）
ブルーカーベット	〃	中 国
フッキソウ	ツゲ科	日 本
コトネアスター	バラ科	中国（四川省）
シバザクラ	ハナシノブ科	アメリカ（北米）
ヤブコウジ	ヤブコウジ科	日 本
ヒペリカムカリシナム	オトギリソウ科	ヨーロッパ（南東部）
セイヨウイワナンテン	ツツジ科	アメリカ（北米）
フィリヤブラン	ユリ科	日 本

5.3 植栽樹種の配置

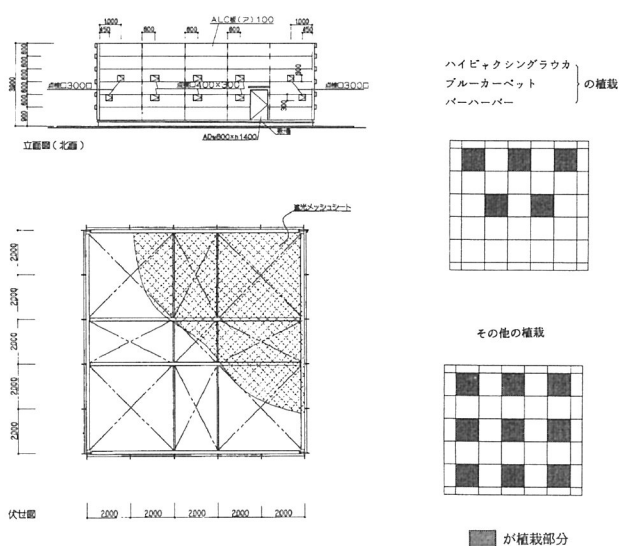
修景効果の高いハイビクシングラウカ、ヒペリカムカリシナムの２種類については、東西南北の各面に配置して、方位の違いによる成長比較を行った。その他の樹種については、適切と思われる方位の壁面に植栽して成育の状況を観測することとした。

植栽基盤の１つの基本ブロックに１樹種を、図－10に示すようなパターンで植栽した。試験用壁面各面の植栽配置を図－11に、植栽基盤２方式の配置を図－12に示す。

植栽した直後の各壁面の植栽状況を写真－４に示す。



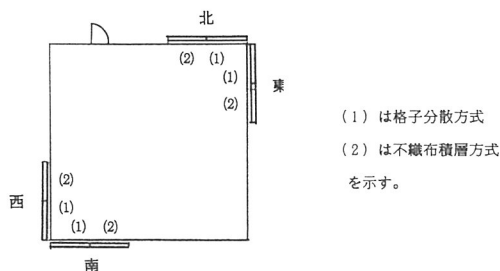
図－９ 試験用壁面体



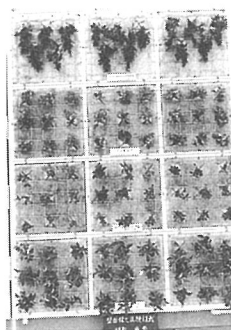
図－10 植栽基本ブロックの樹種配置図

東 面	西 面	南 面	北 面
ハイビクシングラウカ	ハイビクシングラウカ	ハイビクシングラウカ	ハイビクシングラウカ
フッキソウ	コトネアスター	シバザクラ	ヤブコウジ
ヒペリカムカリシナム	ヒペリカムカリシナム	ヒペリカムカリシナム	ヒペリカムカリシナム
セイヨウイワナンテン	ブルーカーベット	バーバーバー	フィリヤブラン

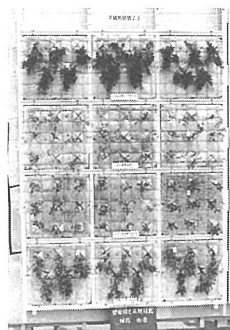
図－11 試験用壁面各面の植栽配置



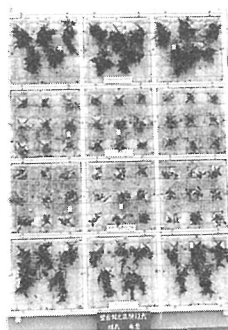
図－12 植栽基盤の配置



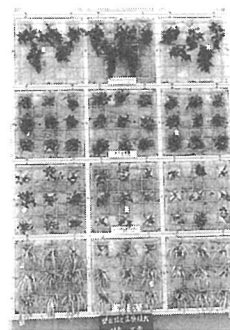
(東面)



(西面)



(南面)



(北面)

写真－4 試験用植栽

6. おわりに

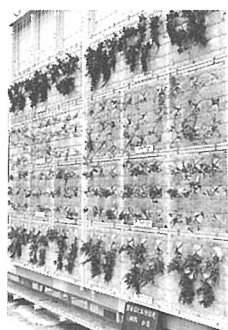
本研究開発は平成6年1月に計画を開始し、準備・調査研究の後、平成6年7月に試験植栽を始めたものであり、植栽後その追跡調査を続け現在に至っている。その1例として西面における平成6年7月の植栽直後の状況と平成7年6月におけるその育成状況を写真－5に示す。いずれの樹種も何のトラブルもなく順調に成長している。

次号で今回行った試験植栽について、その経過と結果を詳しく紹介したいと思っている。

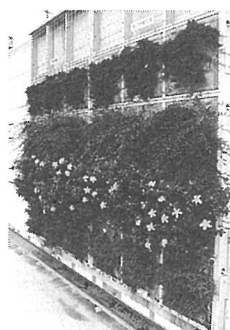
最後に、本工法の研究開発および実験についてご指導をいただいた、建設省近畿地方建設局近畿技術事務所と、ご協力いただいた関係各位の方々に深く感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 建設省：緑の政策大綱 1994
- 2) 石原誠一郎・久保正年：屋上緑化工法 スカイグリーンの開発, (株)浅沼組技術研究所報 No.4, P85～P95, 1992
- 3) ソフトサイエンス社：最先端の緑化技術 1989



植栽直後



平成7年6月

写真－5 成長比較 (西面)