

12. 壁面緑化工法の研究開発（その2）

久保 正年
谷中 隆博
西口 利男*¹
中山 芳樹*²

要 旨

前回の報告では、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および試験植栽について述べた。

本報告は、この試験植栽した植物の成長状況を1年半にわたって追跡調査した結果を述べるものであるが、採用した2方式の植栽基盤とも、植栽した樹木がすべて順調に育つことを確認した。

キーワード

壁面緑化／植栽基盤／不織布／環境／灌水

目 次

1. はじめに
2. 試験植栽の概要と植栽の管理作業
3. 追跡調査の方法
4. 追跡調査のデータと考察
5. おわりに

12. RESEARCH ON TECHNIQUES FOR GREENING WALL SURFACES (Part 2)

Masatoshi Kubo
Takahiro Taninaka
Toshio Nishiguchi
Yoshiki Nakayama

Abstract

The previous paper presented a description of a development outline and of experiments of a new planting method which provides for the greening of concrete wall surfaces.

This paper describes the results of one-and-a-half-year monitoring of plant growth status in the experimental planting. All the trees planted in the planting grounds by the two methods adopted grew well.

* 1 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 技術課 係長

* 2 建設省近畿地方建設局近畿技術事務所 調査試験課 技術職員

1. はじめに

本研究開発は、近年、大きくクローズアップされている地球環境問題の中で、都市景観の向上をめざして、これまで過酷な植栽環境下にあるため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の緑化を可能とする技術を確立しようと、平成6年1月から2年有余をかけて建設省近畿地方建設局近畿技術事務所と共同で行ってきたものである。

前報（その1）で、その開発内容、システムの構造および試験植栽の方法について概要を述べたが、本報では、その試験植栽をした植物の成長状況と気象条件などによる影響等を追跡調査して、当工法が樹木の成育に適していることを確認した結果について述べるものである。

2. 試験植栽の概要と植栽管理

2.1 試験植栽の概要

植栽基盤は、前報で報告したとおり、発泡スチロール製の植栽用のボックスの内部を同じ材料の発泡スチロールで格子状に区切って植栽スペースとする方法（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とする方法（不織布積層方式と呼ぶ）の2つの方式で作ったものを採用した。この2方式の植栽基盤を東西南北の4面のコンクリート壁面に並べて取付け、それに耐寒性、耐暑性、耐乾性、耐陰性に優れた計10種の樹木を植栽した。

図-1と図-2は2つの植栽方式による基本ブロックを、表-1は選定した10種類の試験用樹種を、図-3は東西南北各壁面に取り付けた植栽基盤の樹木への配置を示したものである。

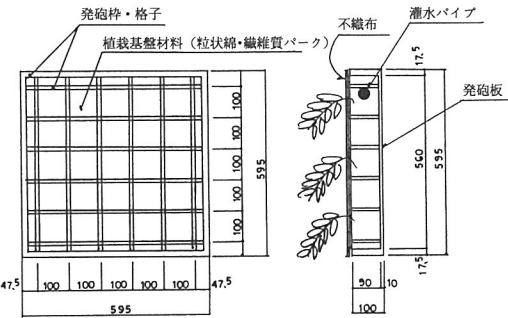


図-1 格子分散方式の植栽基盤

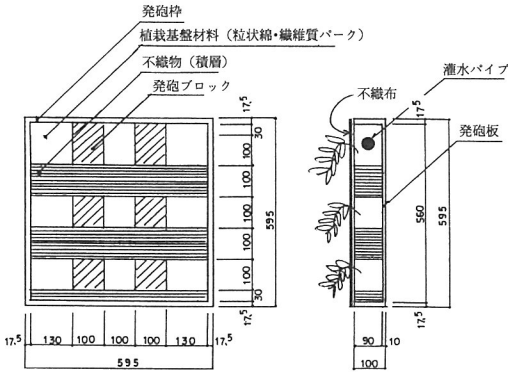


図-2 不織布積層方式の植栽基盤

表-1 選定した試験用樹種

植 物 名	科 目	原 産 地
ハイバクシングラウカ	ヒノキ科	アメリカ(北米)
パーハーバー	〃	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

東 面	西 面
ハイバクシングラウカ	ハイバクシングラウカ
フッキソウ	コトネアスター
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

南 面	北 面
ハイバクシングラウカ	ハイバクシングラウカ
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
パーハーバー	フィリヤブラシ

図-3 試験用壁面各面における樹木の配置図

2.2 植栽の管理作業

全樹種について次に挙げる方法で管理した。

(1) 剪定刈込

樹木は形を整えるため剪定刈込を行い、また壁面の通気性を良くして病害虫発生の予防を図った。刈込は年2回(6月、9月頃)行った。

(2) 病害虫防除

5月と10月に年2回、スミチオン、アカルル、ケルセン乳剤等の薬剤を散布して病害虫および病原菌の発生を予防した。また、巡回点検を行い病害虫の早期発見に努め、発見した場合は、その種別を確認の上、適切な薬剤で処理した。

(3) 施肥

樹木が健全に育成できるよう、年3回施肥を行った。肥料は、緩効性のコーティング肥料(ハイコントロール100) N:P:K=16:5:10を選び、溶出日数100日のものを使用した。施肥時期は、3月、6月、9月の年3回である。肥料が直接根に触れて薬害を起こさないように注意して行った。

(4) 活性剤

病害虫が発生し樹勢が弱った場合には活性剤を散布した。活性剤としてバイオ活性剤(イキルン、ワルトレーベン等)を使用した。5月、8月、9月に散布した。

(5) 除草

雑草の種子が苗木に混入したり、また飛来して発芽した場合は、直ちに引き抜いた。

(6) 灌水

樹木の成長に水は欠かせられないため、自動灌水システムを採用した。灌水は季節毎に設定条件を切替えて行い、絶えず植栽基盤内の湿気をチェックして灌水量が最適となるようにした。

3. 追跡調査の方法

植物の成長状況を把握するための観測と、気象条件その他の測定を行った。

3.1 植物成長状況の観測方法

試験植栽した各樹種の成長状況を下記の方法によって観察した。

(1) 目視による活性度評価

毎月1回、各面に設けた2方式による基盤に植栽した樹種別のグループ(以下、各グループ)毎について葉の色、樹勢、新芽の出方などを造園の専門家が目視

で観察し、5段階評価を行った。

そのときの評価基準を表-2に示す。

(2) 枝葉の寸法測定

東西南北各面の各グループの中から第1回目の観測時に選択した2本の樹木について、毎月1回その樹木の幅および高さについて成長度を測定した(いずれも最大値をデータに採用した)。

3.2 環境条件の測定

植物の成長と気象条件等との相関関係を探るため、下記項目について測定を行った。

そのときに使用した各測定機器の仕様を表-3に示す。

(1) 気象観測

気温、相対湿度、日射量を1日24回(1時間毎)測定する。図-4に観測装置の配置を示す。

(2) 植栽基盤表面および内部の温度

各面に設置した植栽基盤内の表面および内部温度について、計16点の熱電対センサーを用いて温度測定を行う。

表-4に測定点の位置を、図-4に温度センサーの配置を示す。

(3) 水分量

各面の植栽ブロックについて、土壌水分計を用いて、ブロック内の水分量を毎月1回測定する。

(4) pH値

各面の植栽ブロック中央でのpH値を毎月1回測定する。

表-2 5段階評価の基準

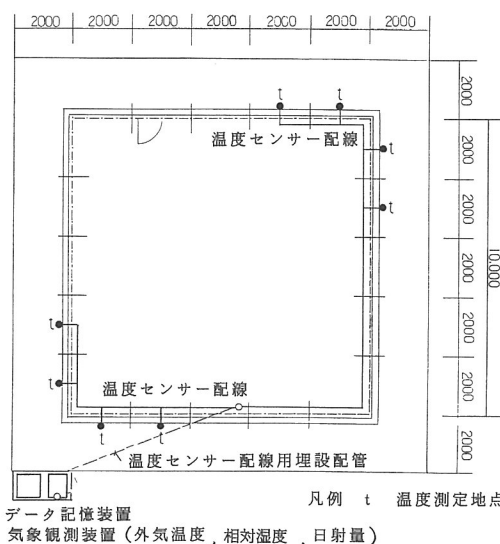
非常に元気	5点
やや元気	4点
普通	3点
やや弱っている	2点
非常に弱っている	1点

表－3 測定機器の仕様

名 称	メーカーおよび型番	仕 様
pH計	堀場製作所 twinpH B-211	測定方式 ガラス電極法 表示方式 LCDによるデジタル表示 測定範囲 pH2～12 使用温度 3～40℃ 電源 3V×2(リチウム電池 CR2032 2個)
土壌水分計	矢崎計器㈱ デジタル土壌水分計 YAZAKI Y8/132	検知方法 比熱式(NB型センサー) 液晶表示値 24時間後最大容水量%(換算値) 測定範囲 5～100%(24時間後最大容水量) 計測時間 1分間 使用電源 DC12V ACアダプター
データ記憶装置 (気象観測用)	横河電機㈱ メモリーカードロガー 3820	アナログ入力 直流電圧・熱電対(最大32点) デジタル入力 パルス積算または周波数1点 記憶仕様 ICメモリーカード(256k)
熱電対センサー	㈱イヌイ製作所 K熱電対	熱電対径 0.32φ 温度範囲 -200℃～1,200℃ 絶縁材質 フッ素樹脂(FEP)
温湿度センサー	小糸工業㈱ MES-1101/S形	形式 自然通風式シュルタ付温湿度センサー 温度素子 pt100 QRTD 湿度素子 高分子薄膜式 測定範囲 温度 -40～60℃ 湿度 0～100%RH
日射計	小糸工業㈱ 小型セル日射センサー IKS-35-10	測定範囲 0～2.0Kw/㎡ 出力 0～10mV 感度調節範囲 0.2Kw/㎡/mV±10% 負荷インピーダンス 100kΩ 仕様温度範囲 -10～60℃

表－4 植栽基盤内の温度測定点

	各方位別	植栽基盤	壁面測定点
測 定 点 (計16点)	東・西 南・北	格子分散方式 不織布積層方式	表面温度 内部温度
	4 方位	2 種類	2 点



図－4 気象観測装置およびセンサー配置図

4. 追跡調査のデータと考察

平成6年7月に植栽してから、平成8年3月30日に至るまでの21か月にわたり行った追跡調査の結果は以下の通りである。なお、この追跡調査は現在も継続して行っている。

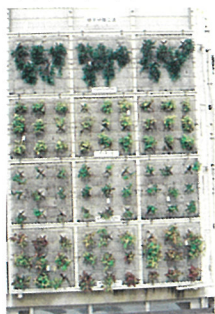
4.1 植物成長状況の観測結果

(1) 写真による比較

植栽した植物の平成6年9月、平成7年4月、6月および平成8年2月における成長状況を東西南北各面毎に、写真－1～4に示す。

不織布積層方式の植栽基盤の方が格子分散方式のものに比べて成長状況がやや良好であるが、いずれの方式とも順調に成育していた。

平成 6 年 9 月



平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



格子分散方式

平成 6 年 9 月



平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



不織布積層方式

写真－1 壁面緑化の成長状況（東面）

平成 6 年 9 月



平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



格子分散方式

平成 6 年 9 月



平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



不織布積層方式

写真－2 壁面緑化の成長状況（西面）

平成 6 年 9 月



平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月

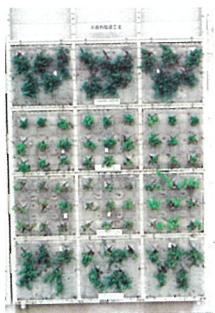


平成 8 年 2 月



格子分散方式

平成 6 年 9 月



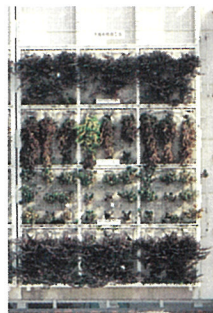
平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



不織布積層方式

写真－3 壁面緑化の成長状況（南面）

平成 6 年 9 月



平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



格子分散方式

平成 6 年 9 月



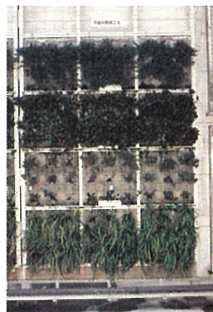
平成 7 年 4 月



平成 7 年 6 月



平成 8 年 2 月



不織布積層方式

写真－4 壁面緑化の成長状況（北面）

(2) 目視による活性度評価

月毎の活性度評価点をグラフ化したものを図-5、6に示す。図からみて明らかなように、すべての方位において各樹種が良好に成長しているが、格子分散方式に比べると不織布積層方式の方が活性度がやや高かった。

季節別に見ると、全樹種共、春は活性度が高く、冬は葉の色が変色し活性度は低かった。シバザクラは、花が散ってから、特に活性度が低くなった。

ハイバクシングラウカとヒペリカムカリシナムは、東西南北全方位の壁面に植栽したが、いずれも順調に

成長しており、平成6年度より7年度の方が高い活性度を示した。平成6年7月～平成7年3月と平成7年4月～平成8年3月の間での活性度評価点を平均したものを図-7に示す。

植栽方式の比較では不織布積層方式の方が格子分散方式より活性度が高く、方位の比較では予想に反して南面の方が活性度が低かった。これは、南面の方が日射時間が多いために暑さが厳しくなったのが原因ではないかと考える。樹木には適度な日射と日陰が必要なることを示唆している。

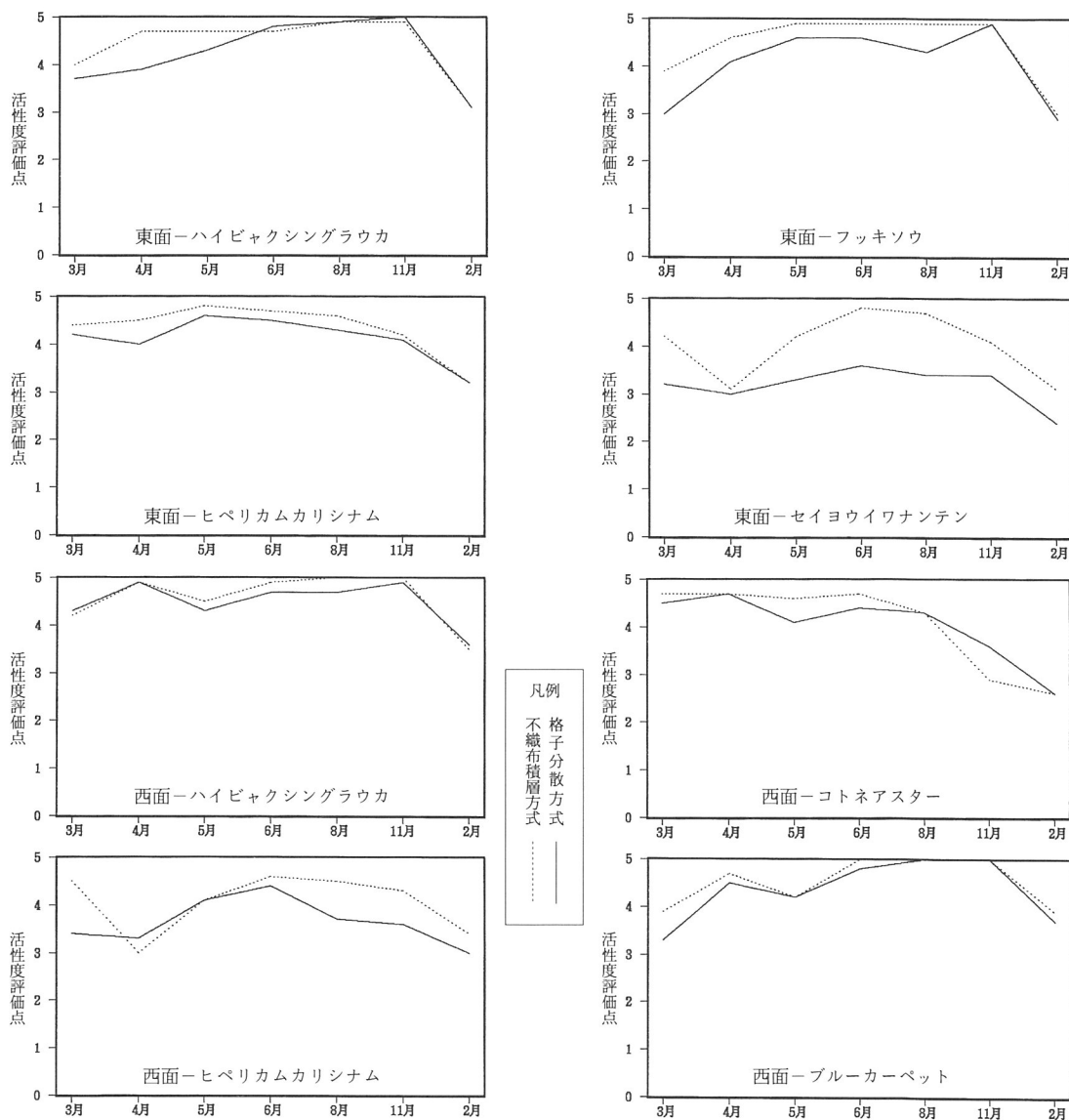


図-5 活性度評価結果(東面、西面)

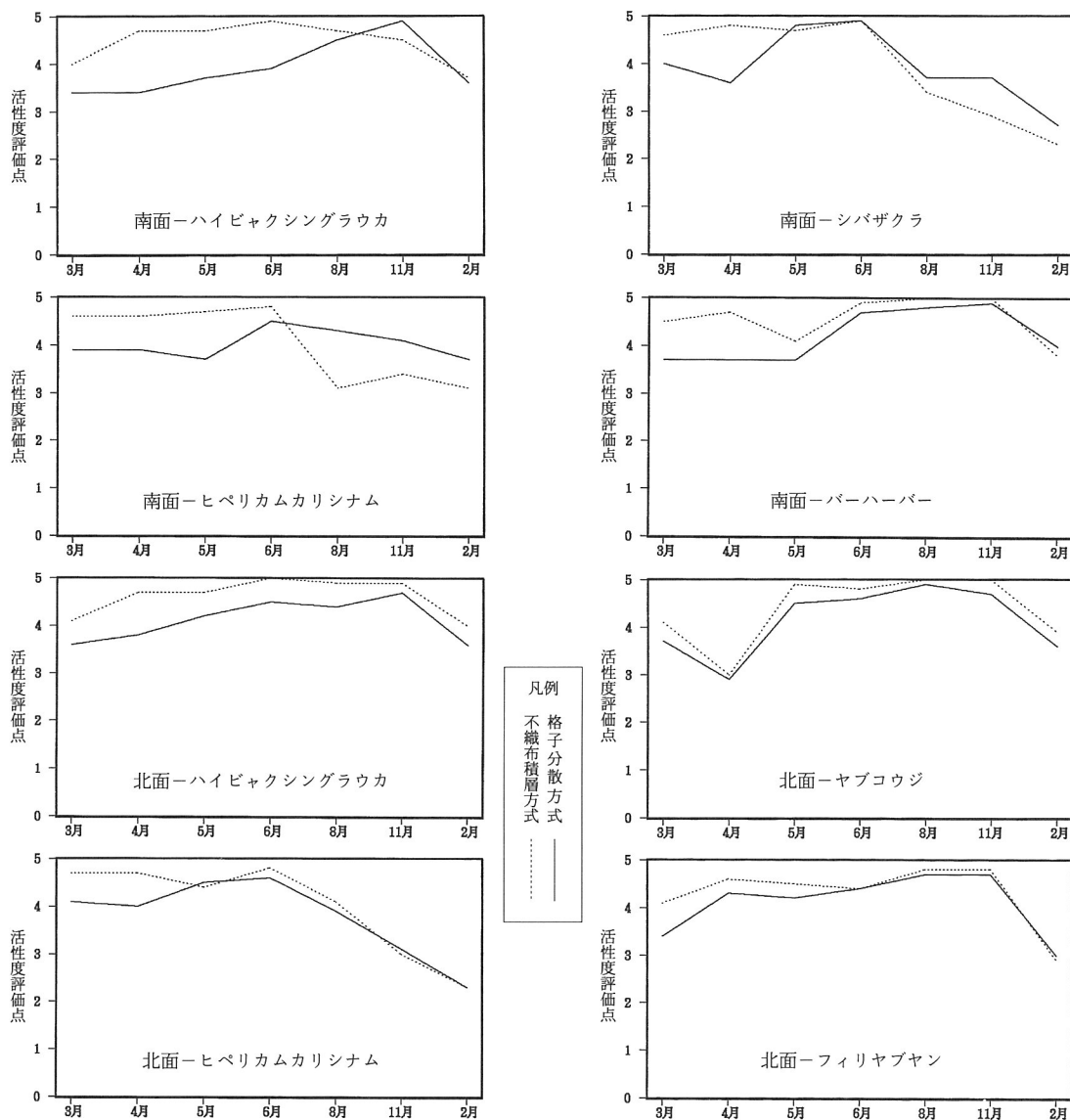


図-6 活性度評価結果 (南面、北面)

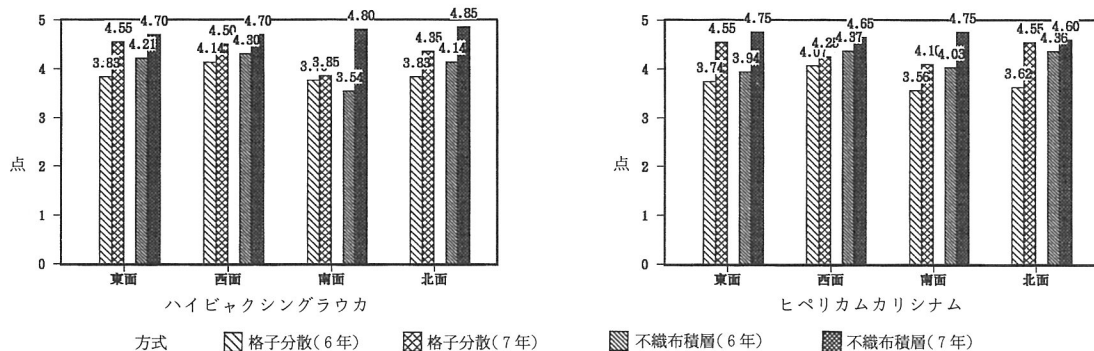


図-7 活性度評価の平均値 (年間)

(3) 枝葉の寸法測定

寸法測定をするものとして樹木の幅（W）と高さ（H）があるが、成長状況を便宜的にW×Hの乗数でもって比較することとした。平成7年3月のW×Hの値を100とした場合の各月の乗数の比を図-8、9に示す。

活性度評価の場合と同様、すべての方位で各樹種が良好に成長していることがわかった。ヒペリカムカリシナムだけが6月以降数値が低くなっているが、これは成長が著しいため、6月の観測作業の後で、剪定をし過ぎてしまったためと考える。

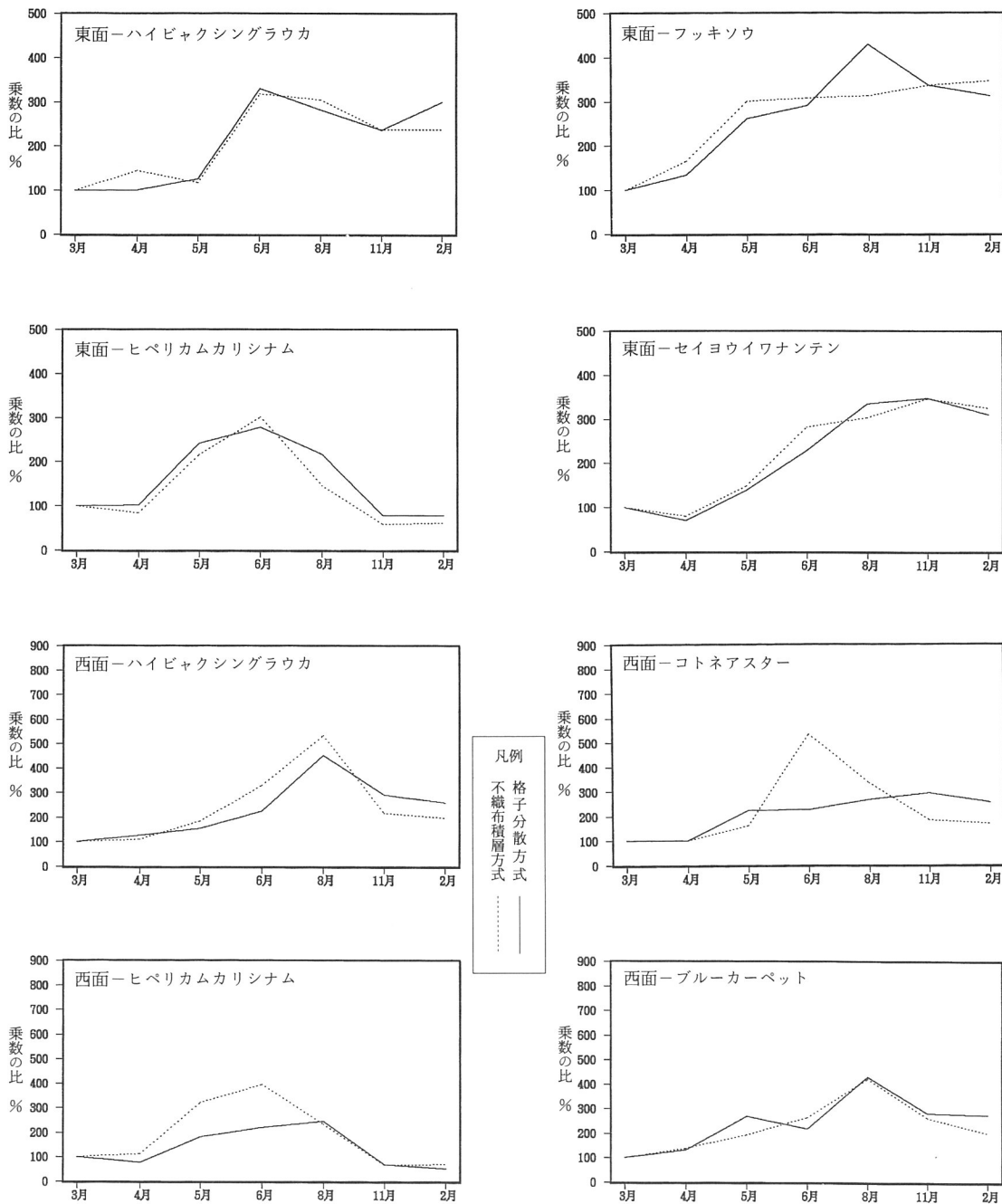
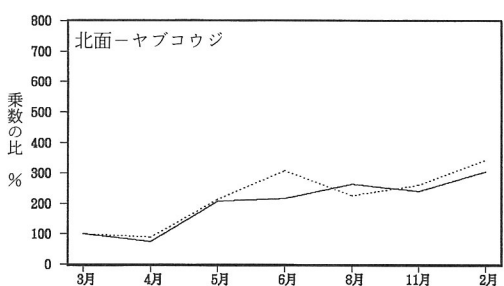
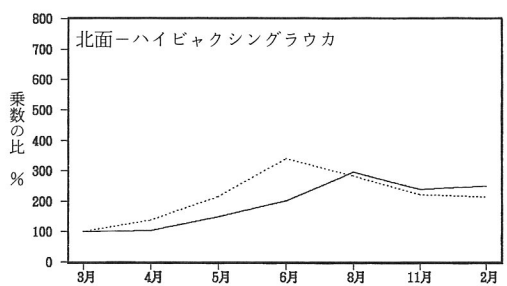
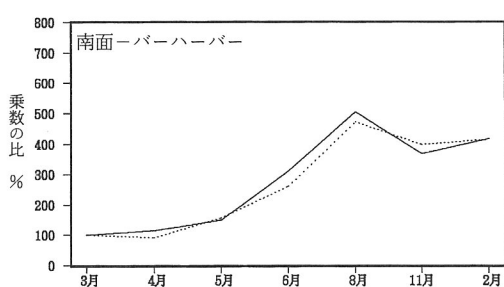
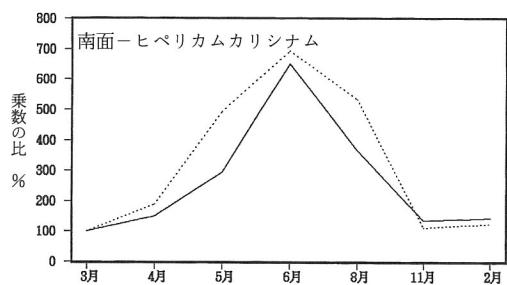
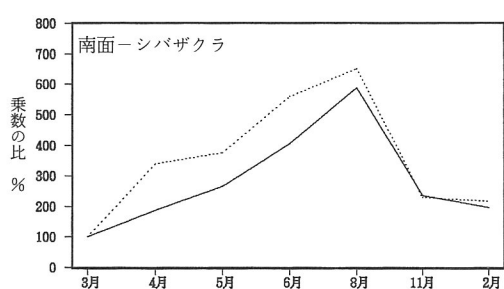
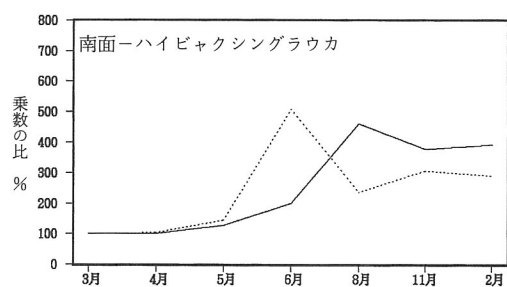


図-8 枝葉の寸法による比較値（東面、西面）



凡例
 格子分散方式
 不織布積層方式

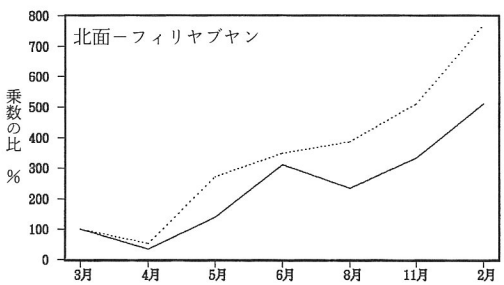
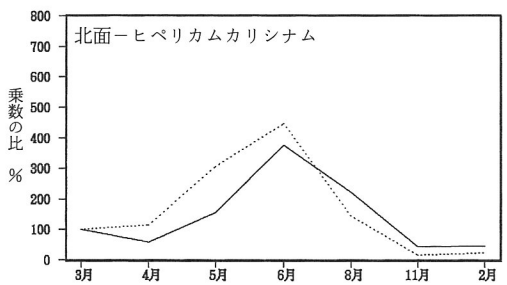


図-9 枝葉の寸法による比較値（南面、北面）

4.2 環境条件の測定結果

(1) 植栽基盤の内部温度

追跡調査期間中で外気温が最も高い日（平成7年8月4日）と、外気温が最も低い日（平成8年2月4日）における外気温と植栽基盤内の温度の経時変化をそれぞれ図-10、11に示す。

① 植栽方式による内部温度の違い

8月の昼間では西・南・北面で、夜間では南面で、2月では昼間・夜間共に東面で、不織布積層方式に比

べて格子分散方式の方が内部温度がやや高かった。

しかし、全体的にみて、2つの方式の間に差異はほとんど見られなかった。

② 方位による内部温度の違い

植栽基盤内の温度は両方式とも、真夏でも32℃を越えることはなく真冬でも0℃を下回することはほとんどなかった。植栽基盤内の温度は、昼間は外気温より低く、夜間は外気温より高かった。年間を通じて大きな温度変化はなく、なめらかであった。

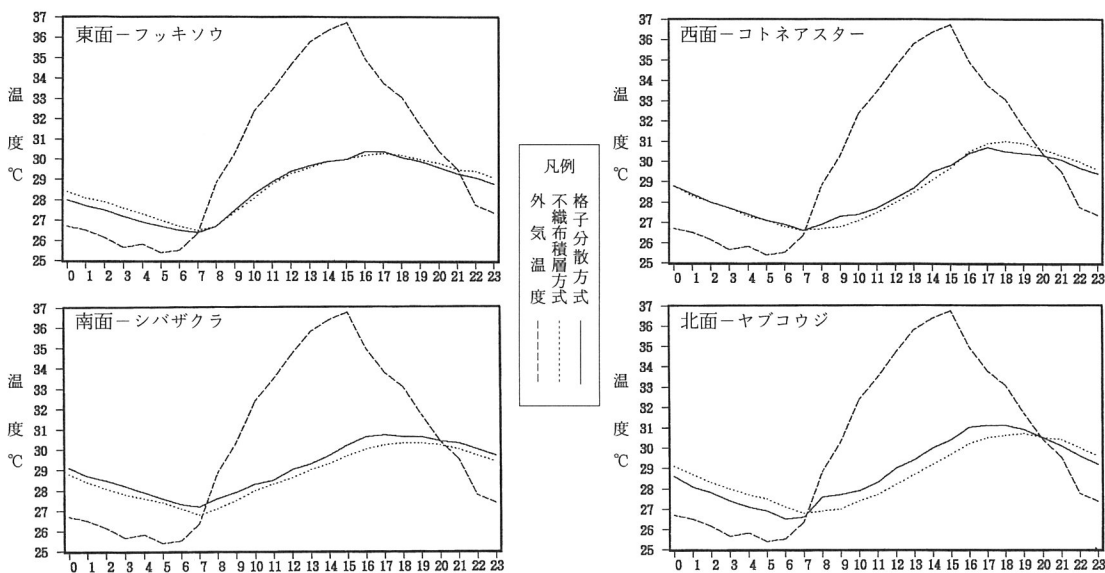


図-10 温度観測 夏季（平成7年8月4日）

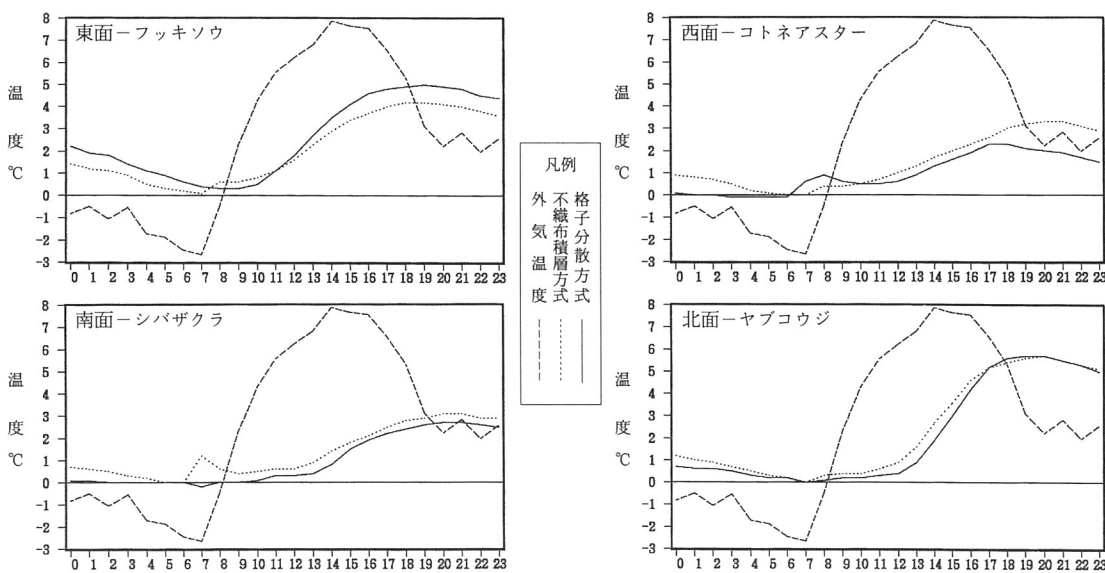


図-11 温度観測 冬季（平成8年2月4日）

(2) 水分量の測定

平成7年4月から行った自動灌水装置による灌水パターンとこの灌水量を表-5に、植栽基盤内の水分量の測定結果を表-6に示す。

水分量の飽和水量に対する比が30%未満になると、植栽基盤が乾燥状態になっているので水不足と判断した。表-6を見ると夏季に水不足の個所が少し出ているのが分かる。2つの植栽方式を比較して、不織布積層方式の方が高い保水力を有していることがわかった。

夏場では不織布積層方式の方が格子分散方式より植栽基盤としての有利性を示しているものと考える。

表-5 灌水パターン

変更日	灌水時間		植栽基盤(0.6m×1.8m)当たりの 灌水量(ℓ/㎡)			降雨換算した灌水量 (mm)		
	灌水日	灌水時間 (分)	1回の 灌水量	1週間の 灌水量	1か月の 灌水量	1回の 灌水量	1週間の 灌水量	1か月の 灌水量
4/1	毎日(朝)	3分×3回	9	8.1	21.9	9.7	2.9	9.0
4/7	毎日(朝)	3分×7回	21	7.3	51.2	22.7	6.8	21.0
7/23	毎日(朝)	3分×7回	8.6	12.5	87.7	88.8	11.6	8.1
	(昼)	3分×5回						3.6
11/24	毎日(朝)	3分×7回	21	7.3	51.2	22.7	6.8	4.7
12/28	毎日(朝)	6分×4回	24	8.4	58.5	25.9	7.7	5.4

表-6 水分量, pH値の測定

平成7年4月～平成8年2月

方位	植栽基盤	植栽樹種	水分量の飽和水量に対する比（％）								pH値							
			前年	4月	5月	6月	8月	11月	2月	平均	前年	4月	5月	6月	8月	11月	2月	平均
東面	格子分散方式	ハビタシシダガラ	57.3	55.7	47.5	60.6	15.9	60.6	54.3	49.1	6.6	6.3	6.0	5.4	—	6.5	6.2	6.1
		フヤカサ	57.8	56.6	80.5	85.4	46.6	64.7	71.6	67.5	6.5	5.5	5.6	4.7	4.4	6.3	4.8	5.2
		ヒヤカサシダ	70.2	68.4	74.6	66.8	24.6	76.2	59.8	61.7	6.7	5.5	4.3	4.7	5.1	7.1	5.3	5.3
		セイヨウソダン	41.8	38.2	78.4	79.7	66.4	81.2	77.8	70.3	6.6	5.8	5.8	4.7	5.0	4.9	4.8	5.1
	不織布積層方式	ハビタシシダガラ	57.1	56.1	69.7	77.0	37.8	61.2	62.2	60.7	6.4	6.6	6.6	5.8	—	6.0	6.3	6.2
		フヤカサ	67.7	64.3	72.2	70.7	67.4	58.0	66.5	66.5	6.2	5.6	6.1	5.1	4.1	5.8	6.7	5.5
		ヒヤカサシダ	62.7	63.2	71.1	65.6	65.1	57.6	58.0	63.4	6.0	5.3	5.3	4.6	5.4	6.1	6.2	5.5
		セイヨウソダン	66.0	65.7	69.4	66.8	58.2	53.0	61.0	62.3	6.5	6.0	5.5	5.1	4.6	4.8	7.0	5.5
西面	格子分散方式	ハビタシシダガラ	71.0	—	55.7	80.5	38.8	51.7	63.7	58.1	6.8	6.5	5.6	4.9	—	6.5	3.0	5.3
		コナツクサ	62.4	—	74.3	71.4	24.1	46.2	58.7	54.9	6.6	6.7	5.3	5.5	5.3	5.0	4.8	5.4
		ヒヤカサシダ	68.4	—	67.7	75.4	52.6	69.4	65.3	66.0	6.4	6.3	5.8	5.0	—	6.6	5.8	5.9
		ブルーキャット	70.9	—	77.9	82.6	77.8	67.3	79.2	76.9	6.6	6.0	4.0	4.7	4.2	6.0	5.7	5.1
	不織布積層方式	ハビタシシダガラ	61.4	—	70.3	64.1	36.0	49.4	63.3	56.6	6.3	5.6	5.8	6.4	3.4	5.5	3.5	5.0
		コナツクサ	58.6	—	59.1	57.9	38.9	49.3	55.5	52.1	6.4	5.5	6.9	4.7	4.0	4.2	5.9	5.2
		ヒヤカサシダ	58.9	—	65.7	54.2	37.9	58.3	51.2	53.5	6.7	6.1	5.7	5.1	4.6	6.2	6.5	5.7
		ブルーキャット	53.7	—	53.0	51.5	54.6	46.8	61.7	53.5	6.4	6.0	5.4	5.9	5.0	4.9	6.3	5.4
南面	格子分散方式	ハビタシシダガラ	32.5	—	67.0	53.3	19.5	66.7	65.5	54.4	7.1	5.8	5.2	5.3	—	7.0	6.0	5.9
		シサカ	58.9	—	70.8	63.2	40.3	40.6	57.4	54.4	7.0	6.2	4.6	5.5	6.6	5.8	4.8	5.6
		ヒヤカサシダ	60.5	—	65.6	73.6	26.1	21.4	63.5	50.0	7.3	6.9	6.9	6.0	5.5	—	6.0	6.2
		バーバー	61.0	—	78.2	76.2	33.1	62.4	71.8	64.3	6.4	6.1	3.0	4.8	6.0	—	6.7	5.3
	不織布積層方式	ハビタシシダガラ	58.6	56.2	61.7	65.4	36.8	67.4	68.6	59.3	6.8	6.2	6.5	6.2	6.9	6.8	6.5	6.5
		シサカ	60.8	71.0	70.6	60.5	58.1	71.1	57.3	64.7	7.0	5.9	5.1	5.5	4.5	5.0	5.4	5.4
		ヒヤカサシダ	64.7	70.0	61.4	58.8	67.3	61.5	72.6	65.3	6.7	6.4	5.2	5.9	5.5	6.3	5.3	5.7
		バーバー	66.4	66.6	67.6	63.7	65.2	70.8	70.5	67.4	6.5	5.6	5.3	6.2	6.3	6.3	5.4	5.8
北面	格子分散方式	ハビタシシダガラ	60.4	38.5	77.0	23.8	9.4	37.3	58.4	41.6	6.9	—	—	4.8	—	6.4	6.5	5.9
		ヤブコ	61.1	90.5	68.0	88.2	70.0	77.6	80.5	79.1	6.5	4.1	3.9	3.5	3.3	4.3	5.6	4.1
		ヒヤカサシダ	73.9	60.7	47.3	80.0	25.6	62.0	72.5	58.0	6.9	6.1	6.5	5.5	6.5	4.4	5.4	5.7
		フィヤン	64.1	86.0	62.0	86.5	82.4	66.9	76.0	76.6	7.0	5.6	5.9	5.4	5.4	4.3	5.8	5.4
	不織布積層方式	ハビタシシダガラ	63.5	69.9	66.2	70.3	30.1	54.9	50.0	56.9	6.4	6.9	6.2	5.1	4.6	5.7	6.3	5.8
		ヤブコ	65.6	64.1	66.3	68.1	65.5	61.0	79.4	67.4	6.3	5.2	4.7	4.1	3.4	4.6	5.2	4.5
		ヒヤカサシダ	60.5	69.6	68.9	71.8	50.7	59.3	65.1	64.2	6.8	6.4	6.3	5.9	6.7	6.0	5.9	6.2
		フィヤン	63.1	65.7	67.9	67.7	64.2	52.6	60.8	63.1	6.8	7.1	5.9	6.0	5.3	4.7	5.9	5.8
給水ユニットタンク内											7.0	7.2	7.0	7.5	7.1	7.4	7.2	7.2

備考  : 水分量30%未満

(3) pH値の測定

測定結果を表－6に示す。

pH値は平均して4.0～6.6と全体に弱酸性の傾向にあり、植物の成長については特に問題点はみられない。6月～11月の間でpH値が4未満のものが多数みられるが、表－6の水不足の時期と重なっていることからみて、植栽基盤内の水分量の減少がpH値の減少につながっているのではないかと考える。

5. おわりに

平成6年7月に試験植栽を始めてから、平成8年3月までにかけて行った追跡調査結果から、考案した2つの植栽方式（格子分散方式、不織布積層方式）とも、樹木の成長に対して問題となるものがないことがわかった。中でも不織布積層方式は、保水性も高く格子分散方式より植栽に向いているように感じられた。

今後は、本工法を市場展開していくために、品質面、価格面とともに施工性の向上を図っていく予定である。最後に、本工法の研究開発および実験を行うにあたり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の方々と、ご協力いただいた関係者各位に深く感謝の意を表します。