

15. 緑化防音壁の開発（その2）

谷中 隆博
久保 正年¹

要 旨

前報では、植物を防音壁に自由に植栽できる「緑化防音壁」の概要、およびその防音性能と安全性について行った確認試験の結果を報告した。

その後、交通量の多い国道沿いでその試験植栽を行い、1年にわたり樹木の成育状況を調査してきた結果、樹木が順調に成育していることがわかった。また、自然エネルギーの有効利用を図るため、灌水装置の動力源に太陽電池を採用して、その有効性を確認した。

キーワード

緑化／防音壁／追跡調査／太陽電池／自動灌水装置

目 次

1. はじめに
2. 試験植栽の目的
3. 試験植栽の概要
4. 試験植栽の追跡調査
5. 試験植栽の追跡調査結果と考察
6. 太陽電池駆動式灌水装置
7. おわりに

15. DEVELOPMENT OF GREENING SOUND-PROOF WALLS (PART 2)

Takahiro Taninaka
Masatoshi Kubo

Abstract

In the previous paper, a general outline of greening sound-proof walls, and results of tests to confirm their soundproofing capability and safety, were presented.

Subsequently, the test planting along a national highway with heavy traffic has shown, after a year, that trees are growing well. Furthermore, solar batteries were used as power source of a sprinkler system to water these trees. The results were favorable in terms of effective use of natural energy.

1 大阪本店 設備部設備第三課

1. はじめに

近年、都市に自然を取り戻すため、建物の屋上や壁面、道路周辺などを緑化する技術が求められている。

これを受けて、各地で多くの緑化技術に関する研究が始められ、建設省においても平成6年度に発表した「緑の政策大綱」の1つに「特殊緑化技術の開発」が挙げられている。

当社も、平成8年度から建設省近畿地方建設局近畿技術事務所と共同で「緑化防音壁（ワンダーグリーン）」の開発に着手し、前報でその概要、試験植栽および各種性能試験の結果について述べた。本報では、試験植栽した樹木の育成状況を一年間にわたり行った追跡調査の結果と近畿技術事務所内で行った太陽電池を自動灌水装置に利用した試験植栽の結果について報告する。

2. 試験植栽の目的

緑化防音壁を開発するにあたり、植栽樹木が排気ガスが充満する環境条件のもとで健全に育成できるかどうかを確認することが必要である。

その確認を行うため、平成9年3月、大阪府守口市内の国道沿いにおいて、長さ12mの緑化防音壁を設置し、試験植栽を行い、その育成状況を観察することとした。

3. 試験植栽の概要

試験植栽壁の概要を表－1に、設置状況を写真－1に、配置図を図－1に示す。

植栽した樹木は、以下に挙げる方法に従って一年間維持管理を行った。

(1) せん定

樹木の形を整え植栽基盤への通気性を良くするためのものであり、6月にせん定を行った。

表－1 試験植栽壁の概要

試験名	国道1号フィールド試験
場所	大阪府守口市佐太中町
寸法 (方位)	12m×2m(南):道路側 4m×2m(北):民家側
植栽樹種 (科目)	ハイビャクシングラウカ(ヒノキ科)
	イヌツゲヒレリー(モチノキ科)
	フッキソウ(ツゲ科)
	フイリヤブラン(ユリ科)
	ヤブコウジ(ヤブコウジ科)

(2) 病害虫対策

病害虫や病原菌の発生を予防するため、5月と10月の年2回、一般に使用される市販の薬剤を散布した。

また、巡回点検を2ヶ月に1回行い、病害虫の早期発見と駆除処置を行った。

(3) 施肥

樹木を健全に育成させるため、9月と3月の年2回、施肥を行った。肥料は、緩効性のコーティング肥料(肥料の配合割合はN:P:K=16:5:10)であり、溶出日数が100日のものを使用した。

(4) 活性剤

樹勢が弱くならないように、5月、8月、9月の年3回、植栽樹木に適した活性剤を散布した。

(5) 除草

種子混入や飛来による雑草の発芽が発生した場合は、発見次第その都度除草を行った。

(6) 灌水

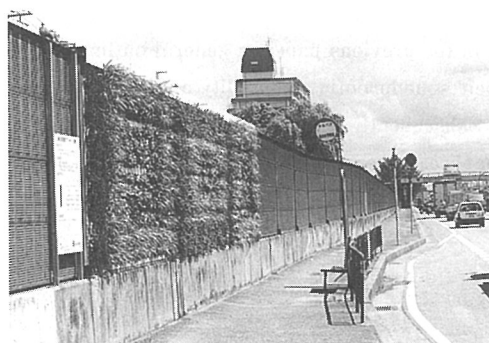
壁面に樹木の育成に必要な雨水を貯めることができないため、自動灌水装置を設置して灌水を行った。灌水時間は基盤内の水分量を確認して設定した。

4. 試験植栽の追跡調査

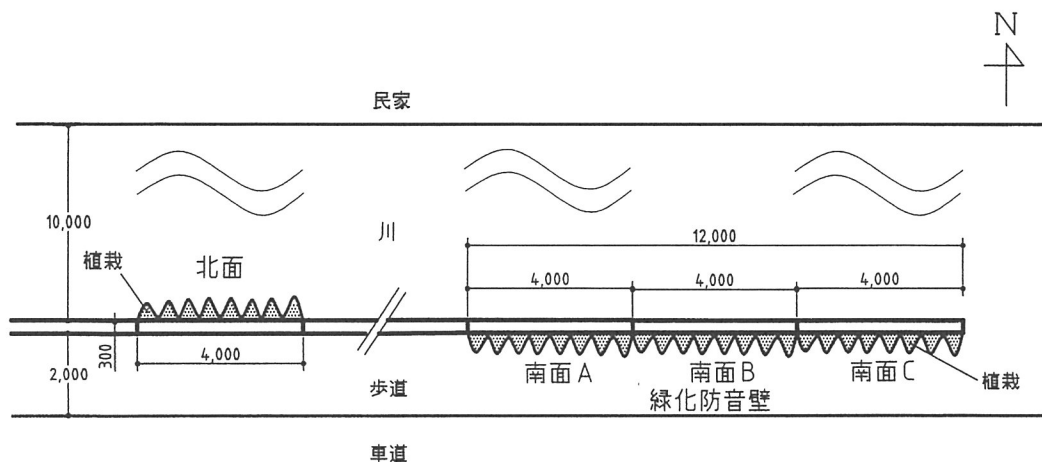
設置場所の環境条件が植栽した樹木の育成にどのような影響を与えているか調べるため、平成9年4月から10年2月までの1年間にわたり、樹木の育成状況の観測と環境条件の測定を以下の方法で行った。この調査は現在も継続して行っている。

4.1 育成状況の観測方法

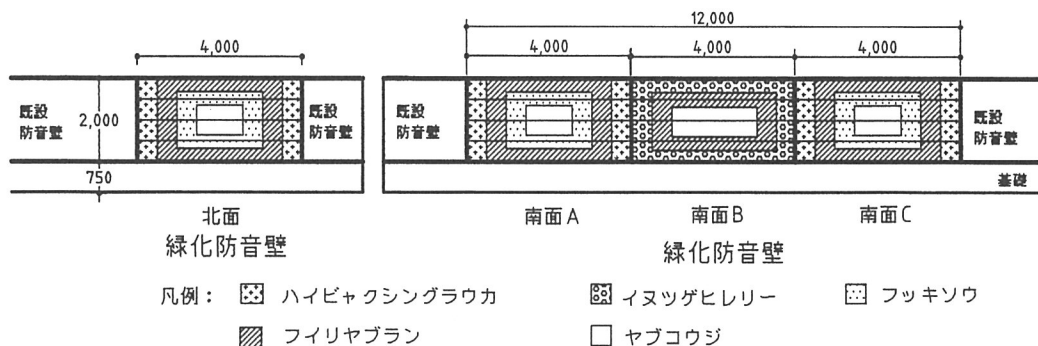
試験植栽した樹木の育成状況の観測を、以下の方法で2ヶ月に1回行った。



写真－1 設置状況



(平面図)



(立面図)

図－１ 試験植栽壁の配置

(1) 活性度の評価

試験植栽した全樹木について、葉色、樹勢、新芽の出方などを目視で観察し、５段階で評価した。評価基準を表－２に示す。

(2) 枝葉の成長度測定

試験植栽した樹木のうち約１０％（９６本）について、その樹木の幅および高さなど、成長度を測定した。

4.2 環境条件の測定

環境条件の測定を、以下の方法に従って行った。(1)の測定は季節ごとに１ヶ月連続して行い、(2)と(3)の測定は２ヶ月に１回行った。

(1) 壁体の各部位の温度測定

図－１に示す南面Ａと北面の植栽壁に、図－２に示す①植栽容器表面、②植栽基盤内部、③吸音・断熱材表面、④空気層、⑤背面板表面および⑥外気温の計６

表－２ 活性度評価基準

活性度状況	点 数
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

ヶ所に熱電対センサーを取付け、その温度測定を行った。

(2) 水分量

すべての植栽壁について、土壌水分計（矢崎計器製）を用いて、各段（４段）の植栽基盤内の水分量を測定した。

(3) PH値

(2)と同部位の水分のPH値を、PH計（堀場製作所製）を用いて測定した。

5. 試験植栽の追跡調査結果と考察

5.1 成長状況の観測結果と考察

植栽した樹木の成育状況を写真－2に示す。
この試験植栽は非常に交通量が多いところを選び設置したため、当初は周辺環境が植栽に対して悪影響を与えるものと考えていたが、1年間経過しても、すべての植栽が順調に成育していることを確認した。

(1) 活性度の評価結果

図－3に、各壁面別の活性度評価点の平均値を示す。同図から、南面壁Bと北面壁が他の植栽壁より活性度が良いことがわかった。

南面壁Bについては、緑化防音壁の中央に位置しているため既設防音壁からの輻射熱の影響を受けることが少なかったためと考える。一方、北面壁についても、川を隔てて民家に面しているために車輛からの排気ガスの影響を受けることが少なかったためと考える。

(2) 枝葉の成長度の測定結果

枝葉の成長度を測定した結果の一例を表－3に示す。枝葉の成長度を樹木中央部の断面積＝樹木の幅（W）

×高さ（H）で表し、平成9年4月（植栽直後）のデータを100とした月別の指数で成長度の推移を比較した。平成9年4月～平成10年2月における南面壁Aの成長度を表－3に、平成10年2月における各壁面の成長度平均値を表－4に示す。

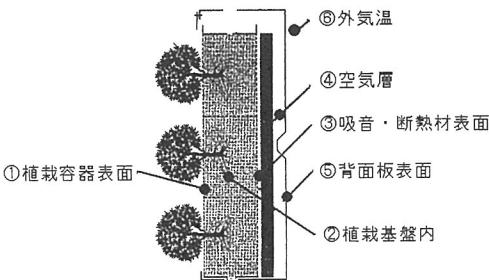
表－3、4から、すべての植栽壁においてどの樹木もほぼ順調に成長を続けていることがわかる。

また、枝葉に付着した粉塵を除去すれば成長がさらに促されるのではないかと考え、南面壁Aのみ2ヶ月に1回散水を行ったが、表－4をみると、他の壁面との間に顕著な差が表れていないことがわかる。

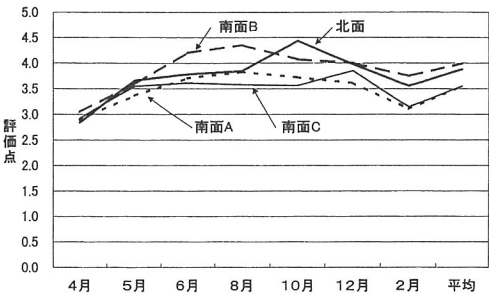
表－3 枝葉の成長度（南面A）

樹 種	測 定 月						
	4月	5月	6月	8月	10月	12月	2月
ハイビクシングラウカ	224	297	468	528	680	840	600
	100	133	209	236	304	375	268
ハイビクシングラウカ	240	306	324	527	375	450	770
	100	128	135	220	156	188	321
ハイビクシングラウカ	240	200	264	544	336	580	675
	100	83	110	227	140	242	281
ハイビクシングラウカ	385	350	448	825	912	720	527
	100	91	116	214	237	187	137
フィリヤブラン	105	506	594	285	500	168	209
	100	482	566	271	476	160	199
フ ッ キ ソ ウ	72	144	210	160	255	169	529
	100	200	292	222	354	235	735
フ ッ キ ソ ウ	84	180	312	350	266	255	396
	100	214	371	417	317	304	471
フィリヤブラン	150	300	800	858	700	360	240
	100	200	533	572	467	240	160

凡例) 上段値：樹木幅W（cm）×高さH（cm）
下段値：平成9年4月の上段値を100としたときの指数値



図－2 壁体の温度測定部位

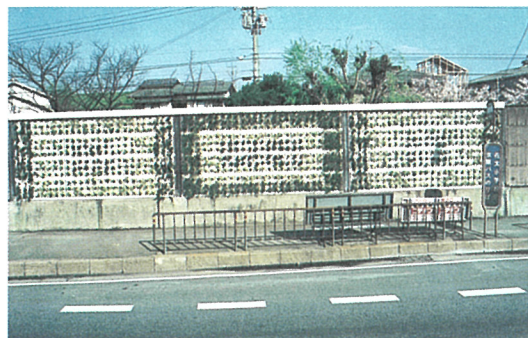


図－3 各壁面別の活性度評価点

表－4 枝葉の成長度平均値－平成10年2月

植栽壁	評 価							
	左 側		中 央		右 側		全 体	
南面A	3 2 2	◎	2 5 2	◎	3 1 5	◎	2 1 6	◎
南面B	1 9 9	○	2 0 5	◎	1 6 7	○	1 9 1	○
南面C	2 2 7	◎	1 8 4	○	2 8 5	◎	2 3 2	◎
北 面	3 3 1	◎	1 9 5	○	2 8 7	◎	2 7 0	◎

凡例) 評価基準
◎：成長度指数 200以上
○：成長度指数 150以上200未満

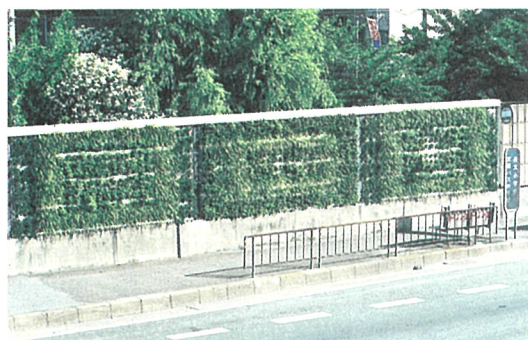


南 面

(平成9年4月(植栽直後))



北 面



南 面

(平成9年6月(植栽2ヶ月後))

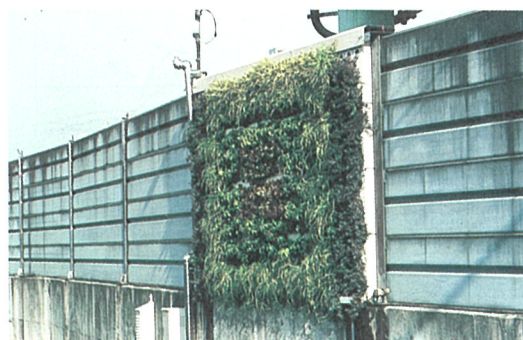


北 面



南 面

(平成9年12月(植栽8ヶ月後))



北 面



南 面

(平成10年6月(植栽14ヶ月後))



北 面

写真-2 試験植栽樹木の育成状況

5.2 環境条件の測定結果と考察

(1) 壁体各部位における温度

測定期間内における外気温の最高日（平成9年8月19日）および最低日（平成10年1月25日）における、南面壁Aと北面壁の壁体各部の温度と外気温の変化をそれぞれ図-4、5に示す。また、同日における南面壁Cと北面の各基盤内温度と外気温の変化を図-6に示す。

図-4、5から、南面壁Aと北面の植栽壁の基盤内温度は、季節を問わず、背面板表面や空気層および外気温より温度変化が少ないことがわかる。この傾向は夏期において特に顕著であるが、冬期において、背面板表面、空気層および外気温が0℃以下の日でも0℃以上を保持している。これは、基盤内に充填した植栽基盤材料と基盤裏面に配置した吸音・断熱材の断熱効果によるものと考えられる。

図-6を見ると、南面壁Aの基盤内温度が冬期の午後において一時上昇しているが、これは、日射熱を蓄熱した植栽容器蓋の材質の影響によるものと考えられ

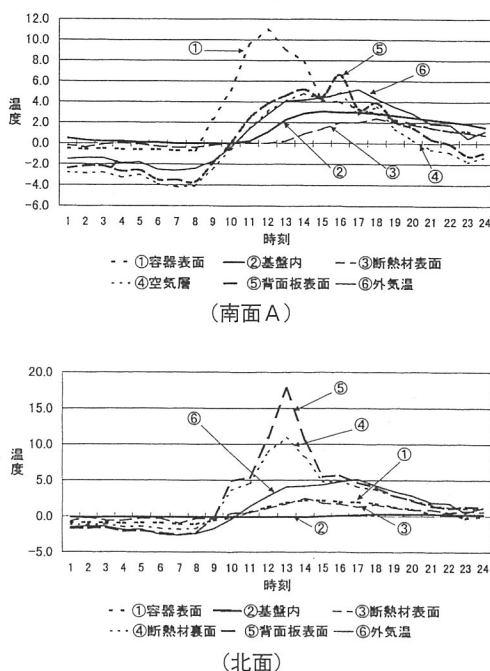


図-5 壁体各部の温度と外気温の変化
(平成10年1月25日)

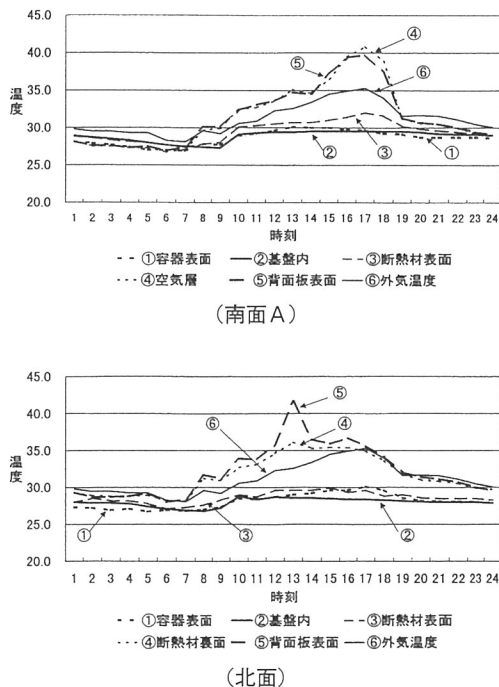


図-4 壁体各部の温度と外気温の変化
(平成9年8月19日)

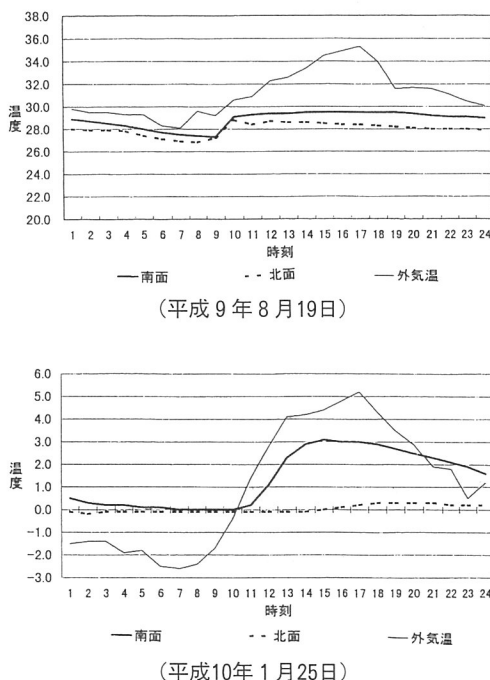


図-6 植栽基盤温度と外気温の比較

る。この現象は、外気温が低い冬期に基盤内温度が高くなるので、植物にとっては、よい傾向ではないかと思われる。

すなわち、本緑化防音壁は、年間を通じて、植物に適正な植栽基盤を提供できているといえる。

(2) 水分量の測定

植栽基盤内の水分量の変化の1例として、南面壁Aのデータを表－5に示す。

表－5より、夏期には水分量が少ない植栽基盤も一部みられたが、平均値をみると年間を通じて約50～85%の水分量があり安定した値を示しているといえる。

このことから、試験植栽で採用した冬期で40分／日、春、秋期で60分／日、夏期で90分／日の灌水設定時間は適切であったと考える。

また、データは割愛するが、同じ大阪府下の建設省近畿技術事務所で行っている試験植栽壁に比べると、近畿技術事務所の灌水設定時間が少ないにも関わらず、この国道沿いの植栽壁の方が基盤内の水分量は逆に少

なかった。これは、豊富な緑地環境内の土上に設置した近畿技術事務所の植栽壁に比べ、幅の広い国道に面した当地の植栽環境では日射の輻射熱が高いために、水分の蒸発量が多かったためと考える。

(3) PH値の測定

植栽基盤内の水分のPH値の測定データの1例として、南面壁Aのデータを表－6に示す。

表－6より、月間平均値では一部に若干酸性の値を示す時期がみられるが、年間平均では6.5～7.5程度の安定した中性値を示しており、樹木の成育に適した水分であるといえる。

データは割愛するが、他の植栽壁についてもこの傾向は同じであった。

6. 太陽電池駆動式灌水装置

6.1 概要

自然エネルギーの有効利用を目的として、試験植栽に太陽電池の利用を試みた。試験植栽は大阪府枚方市の近畿技術事務所内にて、平成9年11月より実施した。

6.2 構造

本装置は、太陽電池駆動ポンプユニット、自動灌水制御盤および太陽電池モジュール2枚から構成されており、制御・駆動用に蓄電池を使用しない構造としている。自動灌水装置のシステム構成を図－7に、機器配置を図－8に示す。

(1) 太陽電池駆動ポンプユニット

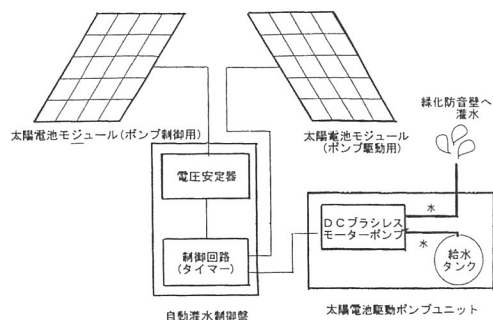
太陽電池駆動ポンプユニットは、給水タンクと、寿命が長くメンテナンスがほとんど不要なDCブラシレスモーターポンプで構成されている。

表－5 植栽基盤内の水分量（南面A）

植栽樹種	水分量(%)							
	4月	5月	6月	8月	10月	12月	2月	平均
フィリヤブラン	53.6	42.6	35.6	53.3	65.9	60.1	42.5	50.5
フィリヤブラン	60.0	83.9	74.0	41.0	39.0	46.1	56.0	57.1
フッキソウ	83.4	96.7	52.2	73.5	66.9	102.7	72.3	78.2
フッキソウ	90.0	67.4	79.9	68.4	48.2	85.2	75.1	73.5
フッキソウ	62.3	48.7	63.3	80.7	85.2	71.2	61.8	67.6
フッキソウ	98.1	74.9	95.6	90.0	61.7	86.4	102.0	87.0
フッキソウ	31.1	47.8	44.1	36.7	44.3	66.1	59.0	47.0
フッキソウ	84.0	59.4	82.3	90.9	22.3	105.3	75.1	74.2
フッキソウ	92.6	79.8	89.6	95.9	85.2	69.5	73.8	83.8
フッキソウ	55.0	65.9	57.6	78.4	59.9	68.6	73.2	65.5
フィリヤブラン	35.0	61.8	91.7	61.6	51.9	56.5	58.3	59.5
フィリヤブラン	70.8	75.6	83.6	81.4	78.9	101.1	96.9	84.0

表－6 植栽基盤内のPH値（南面A）

植栽樹種	pH値							
	4月	5月	6月	8月	10月	12月	2月	平均
フィリヤブラン	6.8	7.2	7.2	7.2	7.7	7.4	7.7	7.3
フィリヤブラン	7.3	7.6	8.0	7.1	7.9	7.6	7.7	7.6
フッキソウ	7.4	7.6	8.0	7.1	7.9	7.7	7.7	7.6
フッキソウ	6.3	7.5	7.7	7.1	7.7	7.6	7.7	7.4
フッキソウ	6.2	7.6	7.7	7.1	7.5	7.7	7.6	7.3
フッキソウ	6.2	7.6	7.8	7.0	7.8	7.8	7.5	7.4
フッキソウ	5.9	7.2	7.6	7.2	7.6	7.4	7.7	7.2
フッキソウ	6.1	7.4	7.5	7.2	7.4	7.6	7.7	7.3
フッキソウ	5.6	7.2	7.4	7.3	7.5	7.6	7.7	7.2
フッキソウ	5.0	6.5	6.2	7.2	7.5	7.7	7.7	6.8
フィリヤブラン	5.9	6.6	5.7	7.3	7.6	7.7	7.7	6.9
フィリヤブラン	5.7	6.1	6.0	5.5	7.7	7.8	7.5	6.6



図－7 太陽電池駆動灌水装置システム構成図

給水タンクは、ボールタップによりポンプ運転中は給水し、ポンプ停止後は給水を停止する。それにより、DC ブラシレスモーターポンプは給水タンクから常に水が送り込まれた状態で運転する。なお、電池モジュールの電圧が日射に応じて変化（所用電圧 5 V 以上 20 V 以下）しても、ポンプが運転できるように設計している。ただし、電圧が低くなるとポンプの吐出能力は低下するため、所用電圧が 10 V 以下の場合は、ポンプを停止するように制御させている。

(2) 自動灌水制御盤

自動灌水制御盤は、電圧安定器とタイマーで構成している。太陽電池モジュールに発生する電圧は最大で 21.6 V になるが、気象条件によって変化するため、制御回路（DC 12 V 専用）にそのまま接続することができない。そのため、太陽電池モジュールと制御回路の

間に電圧安定器を設け、太陽電池モジュールが発電を開始すると、制御回路のタイマーが作動を始め、一定時間経過後ポンプが運転を開始し、設定されたポンプの運転時間内は所用電圧が保持されるように制御する。

ポンプの運転は最大 1 日 2 回の灌水ができるように設定している。日没後、太陽電池モジュールの発電が停止すると、制御回路はリセットされる。

(3) 太陽電池モジュール

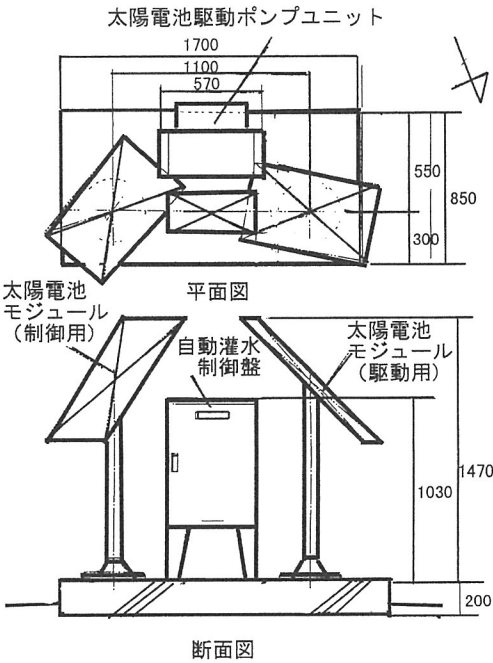
太陽電池モジュール 2 枚は、それぞれ高さ 1 m のポールスタンドに固定されている。

ポンプ駆動用の太陽電池モジュールは、ポンプの運転開始時に最も受容日射量が大きくなるように、ほぼ東南東に向けて設置した。また、ポンプ制御用の太陽電池モジュールは、午後の時間帯でも所要の発電量が得られるようにほぼ南南西に向けて設置した。太陽電池モジュールの取付方位を表－7 に示す。

6.3 検証結果

平成 9 年 11 月～平成 10 年 10 月の期間に、11 回灌水量を測定した。そのデータを表－8 に示す。

また、1 例として、平成 9 年 11 月 21 日の日間日射量変動を図－9 に、太陽電池駆動式灌水装置の運転状況を表－9 に、平成 9 年 11 月における午前中定時刻の日射量を表－10 に示す。



図－8 太陽電池駆動式灌水装置機器配置図

表－7 太陽電池モジュールの取付方位

種 別	方 位	傾斜角
ポンプ駆動用モジュール	真南から東へ 7 0 度	4 5 度
ポンプ制御式モジュール	真南から西へ 2 0 度	4 5 度

表－8 太陽電池駆動式灌水装置の灌水量

測 定 日	A. 日数 累積	B. 1 日 の 灌水時 間(分)	C. 想 定 灌水 量 (L)	D. 実 際 の 灌水 量 (L)	ポンプ稼働率(%)	
					E. 累 積 稼働率	F. 期 間 内 稼働率
1997/11/20	0	90	0.0	0.0	0	0
1997/11/21	1	90	567.0	482.2	85	85
1997/12/25	35	90	19845.0	11637.8	59	56
1998/ 1/ 5	46	60	24003.0	13484.2	56	11
1998/ 1/26	67	60	31941.0	16240.2	51	35
1998/ 2/17	88	60	39879.0	21211.2	53	63
1998/ 3/18	117	60	50841.0	25569.8	50	40
1998/ 5/26	186	60	76923.0	41784.8	54	62
1998/ 6/24	215	60	81270.0	45743.2	52	36
1998/ 8/27	280	60	112455.0	62620.5	56	69
1998/ 9/24	308	60	123039.0	69636.6	57	66

凡例：C = A × B × 6. 3
D = 測定値
E = (D / C) × 1 0 0
F = (当月 D - 前月 D) / (当月 C - 前月 C)

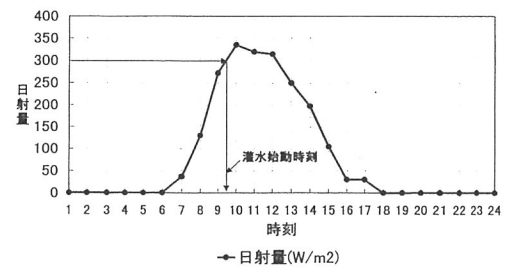
表－８のポンプ累積稼働率をみると、実際の灌水量は想定した灌水量に対して約50％であり、2日に1回90分または60分灌水したことになる。

表－９、図－９から灌水開始時刻（９時）の日射量は約300W／㎡であり、この値以上の日射量があれば設計通りの灌水量を確保できるといえる。この値を基準に判定した表－10の結果から、1ヶ月間のポンプ稼働率は17.5日（約56％）と推定され、表－８の結果とよく合致していることがわかる。

この試験植栽では現在も、樹木が順調に育っていることから判断して、太陽電池駆動式灌水装置の性能および運転設定が適正であったと考える。

7. おわりに

守口市内の国道沿いにおける試験植栽では、すべての樹木が順調に育っており、灌水時間も適正であったと考える。ただし、設置場所の周辺環境によって、植栽基盤内の水分蒸発量が異なっていることを考えると、



図－９ 1日の日射量時間変動

表－９ 太陽電池駆動式灌水装置の運転状況
(平成9年11月21日)

時刻	灌水時間 (分)	灌水量 (L)	1分間の灌水量 (L/min)	運転 状況
9:03	0	0	0	始 動
9:04	1	6.3	6.3	
9:08	5	33.1	6.62	
9:14	11	72.9	6.63	
9:34	31	203.1	6.55	
10:04	61	452.2	7.41	
10:40	97	482.2	4.97	停 止

灌水時間を設定するにあたってはその影響を考慮することが必要である。

今回2ヶ所で緑化防音壁を設置して、それぞれの目標通り有効性を確認できたが、今後さらに追跡調査を続け、その結果から得られたデータを用いて、灌水時間の適正な設定方法、維持管理の方法などを標準化してくつもりである。

最後に、この研究開発にあたり、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およびご協力をいただいた積水樹脂㈱、㈱荏原製作所の関係各位に深く感謝します。

表－10 11月の定時刻での日射量と灌水可能日

年月日	日射量 (W/㎡)							灌水 可能日
	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	
1997/11/ 1	0	1	51	221	154	481	119	△
1997/11/ 2	0	1	51	185	254	466	503	○
1997/11/ 3	0	0	47	184	331	448	448	○
1997/11/ 4	0	0	45	172	313	438	511	○
1997/11/ 5	0	0	24	148	285	194	194	×
1997/11/ 6	0	0	56	169	304	450	530	○
1997/11/ 7	0	0	47	148	147	447	530	○
1997/11/ 8	0	0	37	162	308	447	498	○
1997/11/ 9	0	0	38	157	307	307	508	○
1997/11/10	0	0	28	154	293	293	493	△
1997/11/11	0	0	27	130	261	367	440	○
1997/11/12	0	0	25	82	151	307	307	○
1997/11/13	0	0	3	40	196	241	507	△
1997/11/14	0	0	4	14	45	34	17	×
1997/11/15	1	1	21	62	145	222	362	△
1997/11/16	1	1	1	1	290	233	477	△
1997/11/17	1	1	3	8	17	29	25	×
1997/11/18	0	0	14	153	285	423	321	○
1997/11/19	0	0	17	184	338	188	286	△
1997/11/20	0	0	21	94	92	271	205	×
1997/11/21	0	0	37	130	272	335	320	○
1997/11/22	0	0	4	10	40	59	40	×
1997/11/23	0	0	11	125	260	395	368	○
1997/11/24	0	0	16	113	242	242	445	△
1997/11/25	0	0	23	121	238	237	254	×
1997/11/26	1	1	3	14	88	104	40	×
1997/11/27	1	0	11	105	242	346	443	○
1997/11/28	0	0	7	121	117	220	175	×
1997/11/29	1	1	2	2	29	29	6	×
1997/11/30	0	0	0	53	346	373	516	○
月合計								17.5日

凡例：○：300W/㎡以上の日射量が2回以上の日（1日）
△：300W/㎡以上の日射量が1回の日（0.5日）
×：300W/㎡以上の日射量がない日（0日）

[参考文献]

- 「緑化防音壁の開発（その１）」
（株）浅沼組技術研究所報No.9（1997年）
- 「壁面緑化工法の研究開発（その１）、（その２）」
（株）浅沼組技術研究所報No.7,8（1995,6年）