

緑化防音壁の開発 (その3. 5年間の追跡調査と窒素酸化物(NO_x)の除去効果試験)

Development of a Greening Sound-proof walls

(part3. Follow-up Survey for Five Years, and the Removal Effect Examination of Nitrogen Oxide)

谷中 隆博*

久保 正年*²

要 旨

平成9年に、国道1号線沿において緑化防音壁の試験施工を行い、その後5年間にわたって植栽状況の追跡調査を行なった。また、通行する自動車の排気ガスに含まれる窒素酸化物（以下、NO_x）が、緑化防音壁によってどの程度除去されるかを調査するために室内試験を行なった。その結果、緑化防音壁に植栽した植物は順調に生育しており、緑化防音壁の構造、維持管理方法が適切であったこと、および植物を密植しないように植栽計画をする必要があることがわかった。また、緑化防音壁は昼夜を問わず約15%程度のNO_x除去効果を有する可能性のあることがわかった。

キーワード：緑化／防音壁／窒素酸化物

1. はじめに

近年、都市の「ヒートアイランド現象」の防止策として、建築物の屋上や壁面、道路周辺などの緑化が求められている。このようなニーズに応えるべく、当社ではすでに屋上緑化工法「スカイグリーン」や壁面緑化工法「アートグリーン」を開発し、平成8年度に建設省（現、国土交通省）近畿地方整備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」を開発した。

前報では、緑化防音壁の概要、防音・安全性能および交通量の多い道路沿壁での緑化防音壁の試験施工について述べた。本報では、その後の5年間にわたる植栽状況の追跡調査と自動車の排気ガスに含まれる窒素酸化物（以下、NO_x）の除去効果に関する室内試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 植栽追跡調査

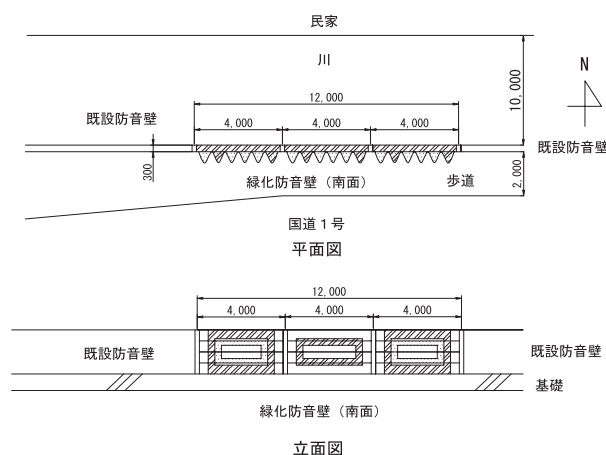
2.1 概要

平成9年3月、大阪府守口市内の国道沿いに、長さ計16m、高さ2mの緑化防音壁を設置し、平成13年12月までの約5年間にわたり、毎年6月と12月に、植物の生育状況を調査した。

表－1に試験施工の概要、図－1に緑化防音壁（道路側）の配置、図－2に緑化防音壁の構造模式図、写真－1に設置直後（平成9年3月）の植栽状況、写真－2に設置4年後（平成13年7月）の生育状況を示す。

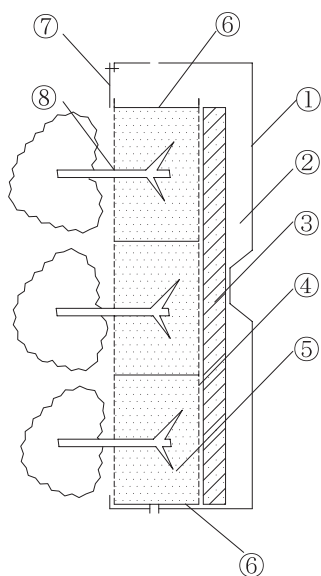
表－1 試験施工の概要

試 験 名	国道一号フィールド試験
場 所	大阪府守口市佐太西町
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)



図－1 緑化防音壁（道路側）の配置

*建築工法・材料研究室 *²大阪本店建築部設備第1課



構成部材の名称、材質

番号	名 称	材 質
①	背 面 板	フッ素ラミネート鋼板
②	空 気 層	—
③	吸 音 断 熱 材	グラスウール
④	植 栽 容 器	樹脂板 (パンチング加工)
⑤	植栽基盤材料	粒状綿・繊維質バーク
⑥	水 受 け	塩化ビニル板
⑦	押 さ え 板	フッ素ラミネート鋼板
⑧	植 物	—

図-2 緑化防音壁構造模式図



写真-1 設置直後の植栽状況



写真-2 設置4年後の生育状況

2.2 調査項目

植物の生育状況の調査は、枝葉の成長度を測定することで行った。また、植栽基盤内のpH値を測定した。

2.3 維持管理

維持管理は、毎年6月に植物の剪定、固形肥料の施肥および薬剤散布を行い、毎年6月と8月の年2回、活性剤散布を行った。また、植栽基盤内への灌水時間は、冬期が毎日40分（約7ℓ/m²）、春、秋期が毎日60分（約10ℓ/m²）、夏期が毎日90分（約15ℓ/m²）とした。

2.4 調査結果

表-2に枝葉の成長測定（葉張×高さ）、表-3に植栽基盤内のpH値を示す。

表-2より、ほとんどの植物の枝葉は順調に育っていることがわかる。ただし、4年目あたりから枯れている植物が一部みられるようになった。その原因としては、全ての植栽基盤に植物を密集させて植えたために、一部の植物に日光が当たらなくなったためと考えられる。

表-2 枝葉の成長測定

場所	番号	植栽樹種	H9.3	H9.6	H10.6	H11.6	H12.7	H13.7
道路側（中）左	1	イヌツゲヒレリー	100	145	221	302	264	416
	2	イヌツゲヒレリー	100	160	266	333	316	550
	3	イヌツゲヒレリー	100	161	162	240	301	400
	4	イヌツゲヒレリー	100	225	401	535	580	615
	5	イヌツゲヒレリー	100	225	294	412	549	437
	6	ヤブコウジ	100	196	311	455	509	436
	7	ヤブコウジ	100	386	563	625	938	1063
	8	イヌツゲヒレリー	100	159	274	368	413	698
		平 均	100	207	312	409	484	577
道路側（中）中	1	イヌツゲヒレリー	100	189	235	373	365	259
	2	ヤブコウジ	100	400	619	675	1438	688
	3	ヤブコウジ	100	274	528	667	869	139
	4	イヌツゲヒレリー	100	209	297	526	727	716
	5	イヌツゲヒレリー	100	107	302	438	344	288
	6	ヤブコウジ	100	261	317	682	848	1091
	7	ヤブコウジ	100	196	269	413	502	518
	8	イヌツゲヒレリー	100	135	287	410	585	715
		平 均	100	221	357	523	710	551
道路側（中）右	1	イヌツゲヒレリー	100	150	224	415	237	389
	2	ヤブコウジ	100	305	741	533	957	815
	3	ヤブコウジ	100	227	300	433	246	258
	4	イヌツゲヒレリー	100	128	204	288	330	456
	5	イヌツゲヒレリー	100	149	207	237	281	207
	6	イヌツゲヒレリー	100	204	189	287	200	260
	7	イヌツゲヒレリー	100	96	178	263	121	0
	8	イヌツゲヒレリー	100	172	253	348	225	219
		平 均	100	179	287	351	325	551
全 体 の 平 均			100	202	318	427	506	485

注）表の数値は平成9年3月当時の樹木の葉張W(cm)×高さH(cm)を100に換算したときの指数値

表－3 植栽基盤内のpH値

場所	番号	植栽樹種	H9.3	H9.6	H10.6	H11.6	H12.6	H13.6	平均
左	1	フィリヤプラン	6.8	7.2	7.7	7.2	—	7.0	7.2
	2	フッキソウ	7.4	8.0	5.8	6.9	5.8	7.5	6.9
	3	フッキソウ	6.3	7.7	7.1	5.5	—	7.4	6.8
	4	フッキソウ	6.2	7.8	7.2	4.7	7.1	7.4	6.7
	5	フッキソウ	5.9	7.6	7.7	5.9	6.1	7.1	6.7
	6	フッキソウ	5.6	7.4	6.7	4.8	5.5	7.0	6.2
	7	フッキソウ	5.0	6.2	6.9	5.9	7.1	7.3	6.4
	8	フィリヤプラン	5.7	6.0	7.2	6.5	5.1	6.6	6.2
中	1	イヌツゲヒレリー	6.8	7.7	7.8	7.1	—	7.4	7.4
	2	フィリヤプラン	7.1	8.0	7.8	7.0	8.0	6.6	7.4
	3	フィリヤプラン	6.0	7.7	7.3	7.0	7.6	6.8	7.1
	4	ヤブコウジ	6.4	7.4	7.2	5.1	7.6	7.0	6.8
	5	ヤブコウジ	6.2	7.5	7.1	6.6	7.6	7.3	7.1
	6	フィリヤプラン	6.2	7.4	7.1	5.8	7.7	7.3	6.9
	7	フィリヤプラン	6.0	7.0	7.3	6.2	7.6	6.7	6.8
	8	イヌツゲヒレリー	6.1	6.0	5.9	6.0	6.9	6.3	6.2
右	1	ハイバクシングラウカ	6.7	7.9	—	6.8	—	6.9	7.1
	2	ハイバクシングラウカ	6.8	7.9	5.2	7.2	7.1	7.4	6.9
	3	ハイバクシングラウカ	6.6	7.9	—	6.3	7.0	6.4	6.8
	4	ハイバクシングラウカ	6.3	5.0	7.5	5.3	4.2	7.3	5.9
	5	ハイバクシングラウカ	5.8	7.6	7.5	4.8	—	7.1	6.6
	6	ハイバクシングラウカ	6.5	7.3	5.7	4.0	4.0	7.4	5.8
	7	ハイバクシングラウカ	5.7	6.2	—	4.7	—	7.3	6.0
	8	ハイバクシングラウカ	6.1	5.8	5.7	4.2	3.9	7.1	5.5

表－3より、ほとんどの植栽基盤でpH値が6.0～7.5であり、弱酸性から中性の安定した値を示した。また、植栽基盤内の温度は、日中において外気温度より変動幅が小さく、夏の暑い時期でも30℃以下、冬の寒い時期でも0℃以上であった。

以上から、緑化防音壁に植栽する植物については、適切な間隔を空けて植栽し、適切な灌水量を与えることで順調に生育することがわかった。

3. NO_x除去効果調査試験

緑化防音壁が大気汚染物質のひとつであるNO_xの除去にどの程度寄与できるかを試験した。

3.1 概要

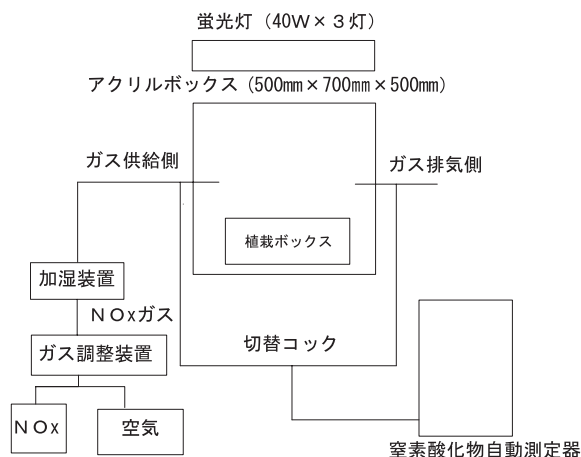
文献³⁾によると、植物にNO_x除去効果があることが示されており、植物1株あたりの大気浄化能力は、単葉における汚染物質の吸収能力と葉面積の積で表される。

しかし、緑化防音壁に採用している低木の植物および植栽基盤については測定データが無く、しかも植物の生育場所で緑化防音壁のNO_x除去量を測定することは極めて困難である。

そのため、光触媒を利用した壁材の試験で用いるNO_x除去性能評価試験機で、緑化防音壁の植栽ボックス(500mm×150mm×100mm)を試験供試体とし、植物および植栽基盤のNO_x除去効果を調査することとした。図－3に試験装置模式図、写真－3に試験供試体(植栽ボックス)、写真－4に試験装置を示す。

3.2 試験方法

図－3のガス調整装置により、一定のNO_x濃度ガスをアクリルボックス内に連続供給し、ガス供給側とガス排出側で1分毎にそれぞれのNO_x濃度を測定した。なお、ガス供給側とガス排出側のNO_x濃度の差を植栽ボックス



図－3 試験装置模式図



写真－3 試験供試体 (植栽ボックス)



写真－4 試験装置

(植物と植栽基盤) によるNO_x除去量とした。

試験時におけるNO_x供給量は18L/minとし、アクリルボックス内の温度と湿度は22～26℃、60～80％であった。

3.3 試験試料

植物の種類、生育場所、植栽基盤状況は以下の通りとし、その組合せにより10種類の試験試料を製作した。表－4に試験試料を示す。

(1) 植物の種類

- ・ハイビャクシングラクカ (ヒノキ科)
- ・イヌツゲヒレリー (モチノキ科)
- ・フィリヤブラン (ユリ科)

(2) 生育場所

- ・新品 (測定直前に植えた植物および植栽基盤)
 - ・近畿技術事務所における試験施工品 (約4年間生育)
 - ・守口 (国道1号線) 試験施工品 (約4年間生育)
- (以下、守口)

(3) 植栽基盤状況

- ・乾燥
- ・湿潤

3.4 調査項目および試験結果

試験は以下の(1)～(7)に示す項目について行なった。表－4に試験結果を示す。

(1) 植栽基盤材料のNO_x除去効果

新品および守口の2種類について、植栽基盤材料のみ(試料Ⅱ、試料Ⅲ)のNO_x除去効果を比較した。

NO_x濃度0.3ppmの場合で、4年間生育している守口の方が新品より除去率で6.5%NO_x除去効果が高かった。

NO_x濃度0.9ppmの場合で、守口の方が除去率で3.7%

NO_x除去効果が高かった。

新品での植栽基盤の乾燥、湿潤状態による比較(試料Ⅰ、試料Ⅱ)ではNO_x濃度0.3ppm、0.9ppmとも、NO_x除去効果に差はなかった。

(2) 植物のNO_x除去効果

植物＋植栽基盤材料と植栽基盤材料のみの場合のNO_x濃度を測定することにより、植物によるNO_x除去効果を調査した。

その結果、新品の場合における植物(ハイビャクシングラクカ)の有無(試料Ⅱ、試料Ⅳ)については、植物のある方がNO_x濃度0.3ppmの場合で2.0%、0.9ppmの場合で0.3%、NO_x除去効果が高かった。

しかし、新品の場合における植栽基盤材料のNO_x除去率が、0.3ppmの場合で約9.2%、0.9ppmの場合で約10.8%であることから、植物(ハイビャクシングラクカ)によるNO_x除去効果は、植栽基盤材料に比べて低いことがわかった。

また、守口による比較(試料Ⅲ、試料Ⅴ)では、植物によるNO_x除去効果が、NO_x濃度0.3ppmの場合で2.6%、0.9ppmの場合で2.7%であった。このことから守口は、新品の場合と同様、植物のNO_x除去効果が低いことがわかった。

(3) 植物別のNO_x除去効果

ハイビャクシングラクカ、イヌツゲヒレリー、フィリヤブラン3種類の植物によりNO_x除去効果を比較した。

その結果、新品の場合での比較(試料Ⅳ、試料Ⅶ、試料Ⅸ)では、NO_x濃度0.3ppmで、ハイビャクシングラクカが11.2%、イヌツゲヒレリー10.4%、フィリヤブラン

表－4 試験試料および試験結果

試料番号	試 験 試 料			NO _x 供給濃度 単位:ppm	運転時間 単位:時間	光照射	試験後のNO _x 濃度(ppm)			除去率 %
	植 物	生 育 場 所	植栽基盤状況				供給側	排気側	除去量	
I-1	なし（基盤のみ）	新 品	乾 燥	0.3	1	あり	0.304	0.276	0.028	9.2
I-2				0.9			0.909	0.816	0.093	10.2
II-1			0.3	あり			0.303	0.275	0.028	9.2
II-2							0.9	0.909	0.811	0.098
III-1		守 口	0.3				0.305	0.257	0.048	15.7
III-2			0.9				0.909	0.777	0.132	14.5
IV-1	新 品	湿 潤	0.3		なし	0.303	0.269	0.034	11.2	
IV-2			0.9			0.907	0.806	0.101	11.1	
IV-3			0.3	0.306		0.273	0.033	10.8		
IV-4			0.9	0.907		0.799	0.108	11.9		
V-1	守 口		1	あり		0.05	0.053	0.047	0.006	11.3
V-2						0.1	0.099	0.082	0.017	17.2
V-3					0.3	0.306	0.250	0.056	18.3	
V-4					0.9	0.893	0.735	0.158	17.7	
VI	近畿技術事務所				0.3	あり	0.303	0.251	0.052	17.2
VII	新 品						0.298	0.267	0.031	10.4
VIII	守 口		0.298	0.258			0.040	13.4		
IX	新 品		0.301	0.275			0.026	8.6		
X	守 口		0.298	0.258			0.040	13.4		

8.6%のNO_x除去効果があった。

また、守口の場合での比較（試料Ⅴ，試料Ⅷ，試料Ⅹ）では、NO_x濃度0.3ppmで、ハイビックスングラウカが17.7%とNO_x除去効果が一番高く、イヌツゲヒレリーとフイリヤブランが13.4%と同値であった。

従って、3種類の植物の中ではハイビックスングラウカが最もNO_x除去効果が高いことがわかった。

(4) 生育場所別によるNO_x除去効果

新品、近畿技術事務所および守口の計3ヶ所のNO_x除去効果を比較した。

植物がハイビックスングラウカ（試料Ⅳ，試料Ⅴ，試料Ⅵ）でNO_x濃度0.3ppmの場合のNO_x除去効果は、守口が18.3%、近畿技術事務所が17.2%、新品が11.2%のあった。

植物がイヌツゲヒレリー（試料Ⅶ，試料Ⅷ）でNO_x濃度0.3ppmの場合のNO_x除去効果は、守口が13.4%、新品が10.4%であった。

植物がフイリヤブラン（試料Ⅸ，試料Ⅹ）の場合で守口が13.4%、新品が8.6%であった。

以上より、約4年間その植栽基盤材料内で生育している近畿技術事務所、守口の方が、新品のNO_x除去効果より高いことがわかった。

(5) NO_x濃度の違いによるNO_x除去効果

植物がハイビックスングラウカで守口の試料（試料Ⅴ）を用いて、0.05、0.1、0.3、0.9ppmのNO_x濃度におけるNO_xガス1時間供給後のNO_x除去効果を比較した。

その結果、図-4および表-4より、NO_x供給濃度とNO_x除去量はほぼ比例関係にあり、NO_x除去率が0.1ppmが17.2%、0.3ppmが18.3%、0.9ppmが17.7%とほぼ一定であった。

従って、大気のNO_x濃度に関わらず、ほぼ一定のNO_x除去効果を期待できると考えられる。

(6) NO_x供給時間の違いによるNO_x除去効果

植物がハイビックスングラウカで生育場所が新品の試

料（試料Ⅳ）を用いて、NO_x濃度0.9ppmの場合における、NO_xガス供給が1時間と8時間の場合のNO_x除去効果を比較した。

その結果、NO_x除去率は、1時間後が11.1%で8時間後が11.9%とほぼ同等であった。

従って、NO_x供給時間が増えても、NO_x除去効果は低下しないといえる。

(7) 昼間と夜間によるNO_x除去効果

植物がハイビックスングラウカで生育場所が新品の試料（試料Ⅳ）を用いて、NO_x濃度0.3ppmの場合における、蛍光灯40w3灯（約2,250lx－曇天程度）を光照射した場合と、装置をシートで覆って暗くした場合のNO_x除去効果を比較した。

その結果、光照射（蛍光灯40W×3灯）の場合で11.2%、無照射の場合で10.8%とほぼ同等であった。

従って、日照の有無によるNO_x除去効果に差はないといえる。

3.5 考察

緑化防音壁によるNO_x除去効果は、植栽基盤材料の効果が高く、植物の効果が低かった。また、植物の種類別によるNO_x除去効果はハイビックスングラウカが最も高かった。

さらに、植物の生育場所、経年および大気中のNO_x濃度に関わらず、緑化防音壁を設置し、植物が生育している限り、昼夜を問わず、NO_x除去効果を維持しつづけることがわかった。

一方、光触媒を利用した壁材におけるNO_x除去効果については、実験方法は異なるが、文献⁴⁾によるとNO_x除去率は20～60%といわれている。しかし、光触媒作用を利用した壁材の場合は、常に紫外線を当て、しかも壁面が汚れていないことがNO_xを除去できる条件であるため、NO_xを除去できる時間や期間が限定される。

これに対して、緑化防音壁は、約13～18%のNO_x除去効果を持続しつづけることから、有効なNO_x除去方法であるといえる。

4. おわりに

国道1号線沿に試験施工した植物は、順調に生育しており、緑化防音壁の構造、維持管理方法が適切であったといえる。しかし、植物を密集させて植えたことから、一部分に枯れた植物もあり植栽計画に留意する必要があることがわかった。

また、試験室での実験ではあるが、緑化防音壁は、植物が生育している限り、昼夜を問わず約13～18%のNO_x

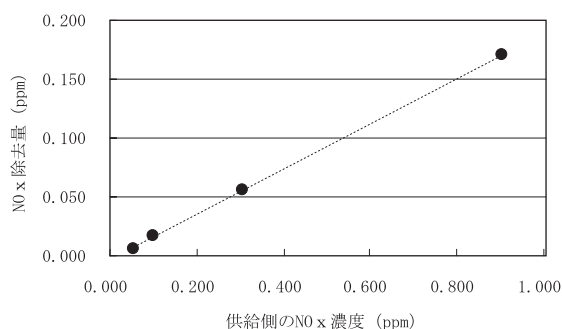


図-4 供給濃度の違いによるNO_x除去量

除去効果を維持しつづける可能性のあることがわかった。

最後に、この研究開発にあたり指導いただいた国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所の関係各位に深く感謝します。

〔参考文献〕

- 1) 谷中隆博他、「緑化防音壁の開発（その1）」、浅沼組技術研究所報NO.9 1997、P155～P162、平成9年11月.
- 2) 谷中隆博他、「緑化防音壁の開発（その2）」、浅沼組技術研究所報NO.10 1998、P105～P114、平成10年11月.
- 3) 公健協会編、大気浄化植樹マニュアル＜改訂版＞、公害健康被害補償予防協会、平成7年3月.
- 4) 山本喜正「NO_x除去道路資材の開発」、積水グループ研究レポートVOL10、P66～P71、平成11年11月.