

土壌を用いた窒素酸化物除去システムの検討

重岡昌代¹・村瀬茂世²・山崎 誠¹

Experiment of Nitrogen Oxides Removal by the Soil Column

Masayo SHIGEOKA, Shigeyo MURASE
and Makoto YAMASAKI

要 旨

窒素酸化物低減化対策の一例として「土壌を用いた窒素酸化物除去システム」の小型実験装置を製作し、保健環境研究所および西新自動車排出ガス測定局に設置して実験を行った。その結果窒素酸化物の除去性能は良好であった。このシステムは土壌の乾燥を防ぐため給水が必要であるが、その給水を水道水から再生処理水に切り替えた後も、少なくとも2.5か月間は良好な結果が得られた。これらの実験結果を用い、福岡市天神地区の中央分離帯にこのシステムを採用した場合の環境改善効果を試算した。

Key Words : 窒素酸化物 Nitrogen oxides, 大気汚染物質 Air pollutants,
自動車排ガス Automobile exhaust, 浄化 purification

I はじめに

福岡市における大気環境の汚染源は、大規模な工場がない本市の特性上、その大半が自動車排ガスによるものであり、種々の行政対策がとられているにもかかわらず都市部の窒素酸化物濃度は改善のきざしが見られない。今回、窒素酸化物低減化対策の一例として「土壌を用いた窒素酸化物除去システム」の小型実験装置を製作して保健環境研究所及び西新自動車排出ガス測定局（以下西新局という）において実験を行い、その結果を用いて市内中心部に適用した場合の環境改善効果を試算したので報告する。

II 調査方法

調査は、平成12年1月～3月の間が保健環境研究所屋外で、平成12年5月～9月の間は西新局で行った(図1)。保健環境研究所は400m離れた都市高速道路の影響を若干受けているが、窒素酸化物濃度は一般環境濃度程度である。西新局は国道202号線に面し朝夕の通勤ラッ

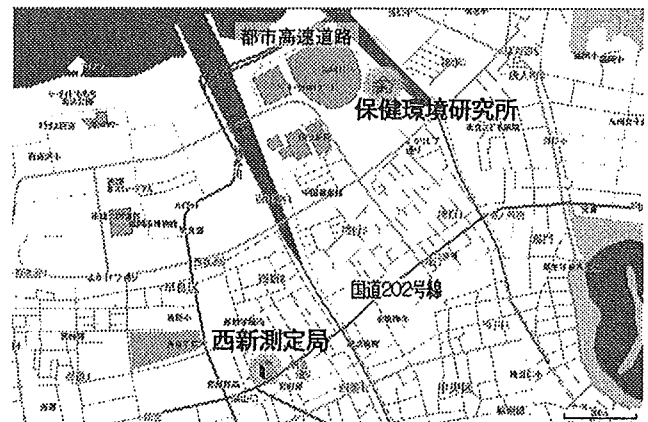


図1. 調査地点

シュがみられる所である。実験装置は図2のとおりで、土壌層の厚さは40cmとした。土壌カラム出口には温度計を取り付け、10分毎に記録した。また、土壌中の微生物活性を維持するため、土壌乾燥防止用に給水装置を設けた。給水は0.2mL/minで1日20時間すなわち240mLにタイマーで設定した。これは約10mm/dayの降雨量に相当する。土壌カラムの通気速度は2cm/secとし、後に5cm/secに上げた。

今回は、窒素酸化物のうち測定対象は二酸化窒素とした。測定方法は二酸化窒素を吸収するトリエタノールアミン溶液を含浸させた4×3cmのろ紙による市販のフ

1.福岡市保健環境研究所 環境科学課(現:環境科学部門)
2.福岡市保健環境研究所 環境科学課
(現所属:下水道局管理部水質管理課)

フィルターバッグを採気口入口と土壌カラム出口に取り付け暴露させた。一定時間経過後フィルターバッグを回収し、試験室で発色試薬を加えて 40 分間放置した後、波長 545nm で吸光度を測定し暴露期間中の平均二酸化窒素濃度に換算した。

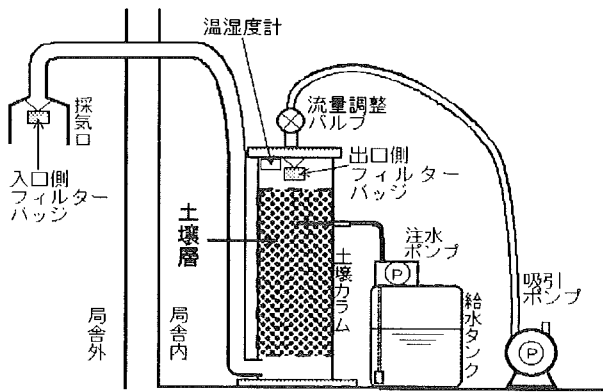


図 2. 実験装置(土壌カラム)

III 結果および考察

1. 保健環境研究所での調査結果

保健環境研究所屋外では、フィルターバッグを毎日取り付け、一週間後回収して測定を行った。すなわち一週間の移動平均値とした。使用した土壌は脱臭設備などに

表 1. 二酸化窒素測定結果(保健環境研究所)

年月日	入口濃度	出口濃度	除去率
1/24~1/31	10.5	2.2	79.2
1/25~2/1	11.0	3.0	73.2
1/26~2/2	12.2	2.2	81.8
1/27~2/3	13.5	2.0	85.1
1/28~2/4	12.1	2.2	82.1
1/31~2/7	15.7	1.8	88.7
2/1~2/8	15.0	1.0	93.5
2/2~2/9	13.0	0.4	96.7
2/3~2/10	12.8	0.2	98.4
2/4~2/10	14.3	0.4	97.6
2/7~2/14	16.0	0.4	97.6
2/8~2/15	16.1	0.2	98.6
2/9~2/16	13.4	0.2	98.8
2/10~2/17	11.4	0.2	98.0
2/14~2/21	9.5	0.8	91.2
2/15~2/22	11.6	0.8	92.9
2/16~2/23	13.8	0.9	93.8
2/17~2/24	16.4	0.9	94.5
2/18~2/25	17.7	0.6	96.8
2/21~2/28	15.5	1.2	92.0
2/22~2/29	13.3	0.6	95.3
2/23~3/1	13.8	0.5	96.3
2/24~3/2	14.5	0.1	99.4
2/25~3/3	16.7	0.3	98.1
2/28~3/6	13.0	0.3	98.1
2/29~3/7	13.3	0.1	99.2
3/1~3/8	11.0	0.1	98.8
3/2~3/9	9.7	0.1	98.8
3/3~3/10	7.1	0.1	98.3
平均	13.2	0.8	93.5

使われている、砂利に黒ぼく土をコーティングしたもの 12.5kg である。そのうち黒ぼく土の含有率は 13.1% 1.6kg であった。給水は蒸留水を用いた。期間中、土壌カラムの通気速度は 2cm/sec とした。測定結果を表 1、図 3 に示す。

湿度はおおむね 90%以上で推移し、土壌が乾燥することはなかった。二酸化窒素濃度は測定を開始して一週間後には除去率が 90%を超え、その後も良好な結果が続いた。ただし、保健環境研究所屋外では採気口入口の濃度が 7~18ppb、平均で 13.2ppb と低かったため、二酸化窒素年平均濃度が 32ppb²⁾の西新局で引き続き調査を行うこととした。

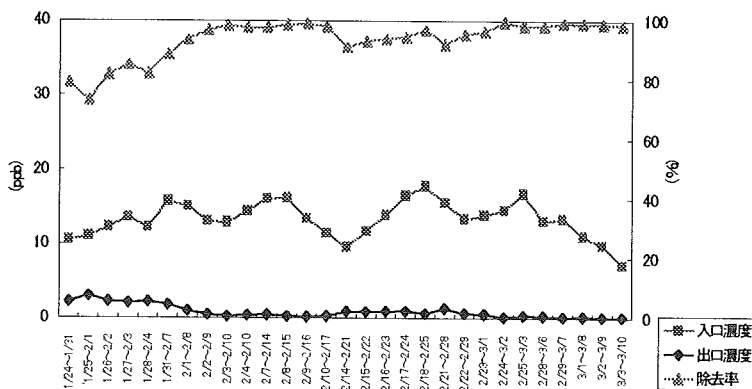


図 3. 二酸化窒素測定結果(保健環境研究所)

2. 西新局での調査結果

西新局ではフィルターバッグの設置および回収を月曜日と金曜日に行い、平日及び週末の平均値とした。西新局で使用した土壌は、黒ぼく土とパーライトを 3:1 の割合で混合したものを使用した。また、給水に使用する水には水道水を用いたが、実験開始から 40 日を経過した 6 月 30 日からは中部水処理センターから中水として市内に供給している再生処理水とした。再生処理水と水道水の水質を表 2 に示す。水道水と比較すると、電気伝導度が約 10 倍、硝酸亜硝酸性窒素及び塩素イオンが約 15 倍高い濃度となっている。さらに、8 月 4 日からは通気速度を 5cm/sec に上げて、調査を行った。

表 2. 再生処理水試験結果

検査項目	再生処理水 試験結果	水道水 ³⁾ 高宮浄水場給水 (平成10年度)
pH	7.04	6.9
電気伝導度 (mS/cm)	1.04	0.116
硝酸亜硝酸性窒素 (mg/l)	6.2	0.46
塩素イオン (mg/l)	265	16.5
硬度 (mg/l)	152	28.4
SS (mg/l)	<1.0	—

測定結果を表 3、図 4 に示す。調査期間中、土壌が乾燥することはなかった。西新局採気口入口濃度は調査開

始から 6 月 30 日までは(通気速度:2cm/sec, 給水:水道水), 平均で 22.9ppb と保健環境研究所採気口入口濃度より約 10ppb 高かったが, 除去率は平均 96.4%と良好であった。

また, 給水を再生処理水に切り替えた 6 月 30 日～ 8 月 4 日 (通気速度:2cm/sec)の間も 97.7%と良好な除去率

が得られ, 給水に再生処理水を用いても, 少なくとも 2.5 ヶ月の間は塩類の蓄積による処理能力の低下はないことがわかった。屋外に設置した実施設では降雨により過剰な塩類は洗い流されることから, 再生処理水の使用に問題は無いと考えられる。

さらに, 通気速度を 5cm/sec に上げた 8 月 4 日以降も (給水:再生処理水)除去率は 94.5%と良好な結果が得られた。ただし, 通気速度を上げると土壌が乾燥しやすくなったため, 給水量を 0.2mL/min, 24 時間すなわち 288mL に設定した。これは約 11.5mm/day の降雨量に相当する。

以上の実験結果から土壌を用いた窒素酸化物除去システムが窒素酸化物低減に大変有効であることがわかった。

表 3. 二酸化窒素測定結果(西新局)

年月日	入口濃度	出口濃度	除去率	備 考
5/19~5/22	23.1	3.4	85.3	通気速度2cm/secに設定
5/22~5/26	30.7	1.0	96.7	
5/26~5/29	26.6	1.1	95.9	
5/29~6/2	22.4	0.8	96.4	
6/2~6/5	24.9	0.6	97.6	
6/5~6/9	24.8	0.7	97.2	
6/9~6/12	21.7	0.4	98.2	
6/12~6/16	23.6	0.3	98.7	
6/16~6/19	15.0	0.2	98.7	
6/19~6/23	26.7	0.9	96.6	
6/23~6/26	11.4	0.2	98.2	
6/26~6/30	23.5	0.5	97.9	
平均	22.9	0.8	96.4	
6/30~7/3	15.3	0.7	95.4	再生処理水使用開始
7/3~7/7	16.9	0.2	98.8	
7/7~7/10	10.7	0.5	95.3	サミットがあり, 交通量が少なかったため入口が低濃度
7/10~7/14	23.0	0.2	99.1	
7/14~7/17	13.3	0.5	96.2	
7/17~7/21	14.1	0.3	97.9	
7/21~7/24	10.9	0.1	99.1	雨のため入口が低濃度
7/24~7/28	29.1	0.4	98.6	
7/28~7/31	19.6	0.4	98.0	
7/31~8/4	23.1	0.3	98.7	
平均	17.6	0.4	97.7	
8/4~8/7	24.7	0.4	98.4	通気速度5cm/secに設定
8/7~8/11	21.2	1.0	95.3	
8/11~8/14	9.1	1.0	89.0	給水量288mL/日に設定 盆前の休日で入口低濃度
8/14~8/18	16.8	0.9	94.6	
8/18~8/21	20.5	1.7	91.7	
8/21~8/25	19.6	1.1	94.4	
8/25~8/28	15.8	1.1	93.0	
8/28~9/1	17.7	1.1	93.8	
9/1~9/4	17.7	1.2	93.2	
9/4~9/8	20.5	0.2	99.0	
9/8~9/11	23.1	0.5	97.8	
9/11~9/14	20.2	1.2	94.1	
平均	18.9	1.0	94.5	

3. 天神地区における浄化率の試算

次に, 福岡市内でもっとも渋滞の激しい天神地区の渡辺通り(天神橋口~大丸前まで, 延長 500m)の中央分離帯に(図 5)この窒素酸化物除去システムを設置した場合の, 発生量に対する浄化率を試算した。(表 4)

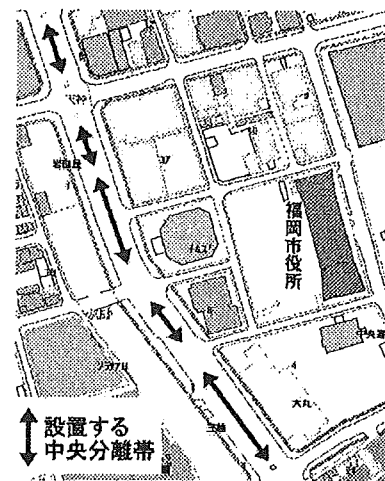


図5. 天神地区中央分離帯

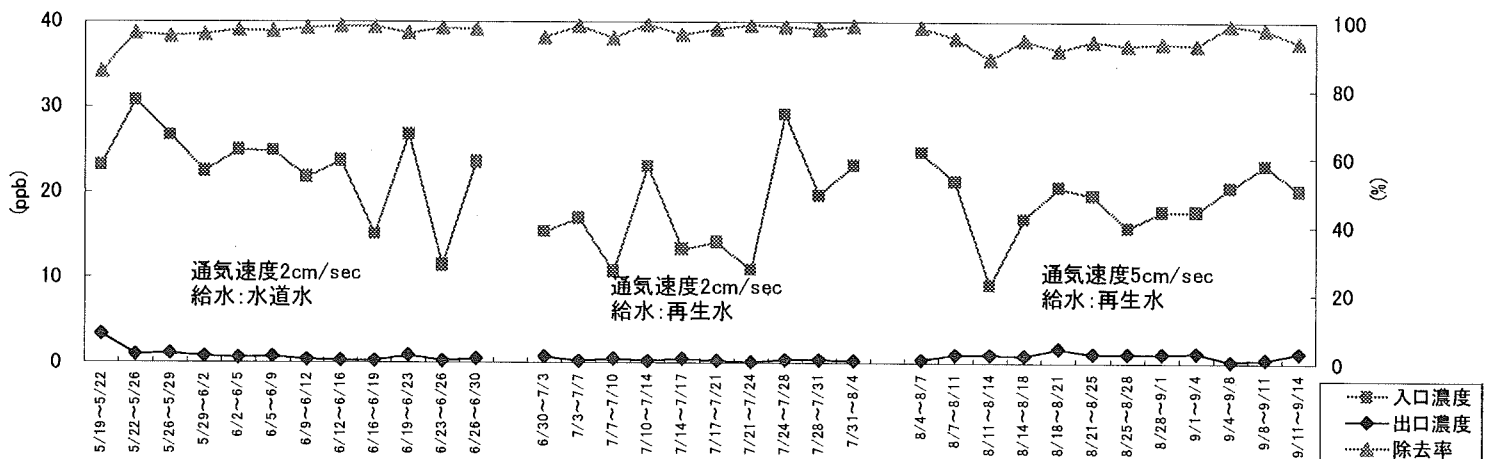


図4. 二酸化窒素測定結果(西新局)

ここで、NO_x 発生量の算出には交通量として平成 12 年度都市整備局の調査結果を、排出係数として平成 5 年度環境局の調査結果を用い、平均車速 20km/h とした。また、処理対象濃度は平成 5 年度環境局の調査結果を用いた。渡辺通りの中央分離帯は幅が約 5m あり、交差点近くの各々の両端 2m を除外して、そこに幅 4m、2 段型の窒素酸化物除去システムを設置したとすると延べ面積は 2,688m² である。通気速度を 2cm/sec にしたとすると、西新局での除去率 97% から、発生量 26,988g/day に対して浄化量が 1,441g/day、対発生量比は 5.3% と推計される。通気速度 5cm/sec の場合は除去率が 95% となり、

表4. 処理風速の違いによる浄化率の差

処理風速	(m/秒)	0.02	0.05
土壌層延長	(m)	336	336
土壌層幅	(m)	4	4
土壌層面積	(m ²)	1,344	1,344
段数		2	2
延べ面積	(m ²)	2,688	2,688
渡辺通り24時間交通量		42,465	42,465
NO _x 発生量	(g/日)	26,988	26,988
処理量	(m ³ /日)	4,644,864	11,612,160
処理対象濃度	(ppm)	0.211	0.211
浄化率	(%)	97	95
浄化量	(g/日)	1,441	3,533
対発生量比	(%)	5.3	13.1

浄化量が 3,533g/day、対発生量比は 13.1% と上昇する。通気速度 5cm/sec までは除去率が変わらなかったため、通気速度を上げ処理量を増やすことにより浄化量が増える結果となった。

IV まとめ

土壌を用いた窒素酸化物除去実験装置を用いた保健環境研究所及び西新局における実験の結果、二酸化窒素の除去率は 90% 以上あり土壌を用いた窒素酸化物除去システムが窒素酸化物低減に大変有効であることがわかった。

また、天神地区中央分離帯にこのシステムを用いた場合の窒素酸化物除去率の対発生量比は、通気速度 2cm/sec で 5.3%、5cm/sec で 13.1% と推計された。

文 献

- 1) 福岡市環境局：年次報告書，2000
- 2) 福岡市環境局：福岡市大気測定結果報告書，1999
- 3) 福岡市水道局：水質試験年報，1999