

目に認められた夏期におけるNO除去率の上昇は2年目においても確認された。特に2年目のNO除去率の上昇は、前年より著しく、除去率が80%を超える値も観測された。マサ土のブロック (No.4) におけるNO

除去の状況は通年で変化が少なく、かつ経年変化も確認されなかった。この点、黒ボク土のブロックとは明らかに異なる。

各ブロックにおけるNO₂除去率は黒ボク土ブロック

表4-3 各ブロックの土壌および気象の年度別平均値(1)~(3)

平成6年度

ブロック No.	静圧 (mmAq)	pF	pH	土壌温度 (°C)	気温 (°C)	相対湿度 (%)	平均の期間
1	33	1.6 (0.4~2.7)	6.2 (5.9~6.7)	14.4	11.8	62	'94.10~'95.2
2	39	1.6 (0.3~2.2)	6.8 (5.7~6.9)	14.1			'94.10~'95.2
3	14	1.5 (0.3~2.1)	6.5 (5.9~6.9)	13.9			'94.10~'95.2
4	24	1.6 (0.1~3.0)	7.9 (7.3~8.4)	14.1			'94.10~'95.2
5	8	1.6 (0.1~2.4)	6.4 (5.0~7.2)	13.8			'94.10~'95.2

平成7年度

ブロック No.	静圧 (mmAq)	pF	pH	土壌温度 (°C)	気温 (°C)	相対湿度 (%)	平均の期間
1	35	1.3 (0.2~2.6)	6.4 (5.8~6.9)	14.0	16.5	62.8	'95.3~'96.2
2	40	1.0 (0.2~2.4)	6.1 (4.7~6.7)	13.4			'95.3~'96.2
3	14	1.1 (0.1~2.6)	6.0 (5.3~6.6)	13.5			'95.3~'96.2
4	32	1.1 (0.1~2.7)	8.0 (7.1~8.5)	13.5			'95.3~'96.2
5	9	1.3 (0.0~2.7)	5.8 (4.5~7.1)	13.4			'95.3~'96.2
7	40	0.5 (0.0~1.3)	7.5 (7.2~7.6)	3.6			'95.11~'96.2

平成8年度

ブロック No.	静圧 (mmAq)	pF	pH	土壌温度 (°C)	気温 (°C)	相対湿度 (%)	平均の期間
1	37	1.5 (0.9~2.7)	6.3 (5.6~6.9)	14.6	17.6	64.4	'96.3~'97.1
2	48	1.1 (0.9~1.8)	6.1 (4.7~6.7)	14.8			'96.3~'97.1
3	18	1.2 (0.7~1.8)	6.0 (5.3~6.6)	14.0			'96.3~'97.1
4	43	0.7 (0.3~1.1)	8.0 (7.1~8.5)	14.7			'96.3~'97.1
5	12	1.2 (0.5~1.7)	5.8 (4.5~7.1)	14.2			'96.3~'97.1
7	62	0.5 (0.3~2.6)	7.5 (7.2~7.6)	13.8			'96.3~'97.1

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

およびマサ土ブロックのいずれにおいても、年間を通じて高い値で安定しており、期間変動は認められなかった。

オゾン酸化前処理を行ったNo.7ブロックは、NOおよびNO₂ともに季節変動がなく、安定した除去率を示し、モデルプラントとして十分な除去性能が得られた。

(2) 期間中の土壌条件および気象条件

本項では既存ブロックで定常運転を開始した平成6年10月から平成9年1月までの28ヶ月間の土壌条件および気象条件データをまとめた。

表4・3に平成6年度(平成6年10月~平成7年2月)、平成7年度(平成7年3月~平成8年2月)および平成8年度(平成8年3月~平成9年1月)における各ブロックの土壌および気象の期間平均値を示した。また、表4・4に全期間の平均値を示した。

静圧については、平成6年度から平成8年度の結果と比較すると、No.1~No.5ブロックでは、No.4(マサ土)で上昇傾向が認められたが、黒ボク土のブロックはおおむね安定推移した。No.7ブロック(マサ土)ではNo.4ブロック同様上昇傾向が認められた。後述するが、特にpF=0.5とかなり湿った状態が続いたことと、マサ土の特性として三相分布での固相が多く、気相が少ないことが原因として考えられる。

また、低木(ツツジ)を植栽したNo.2およびNo.7ブロックではグランドカバーを植栽したブロックに比

較して相対的に高い値であった。低木の場合、根鉢ごと移植するが、根鉢部分は改良土壌でないため空気の通過はほとんどない。根鉢面積の合計はNo.2ブロックで30%程度であり、有効面積はこの分少なく圧力損失の増加をもたらした考えられる。

pF値を年度ごとの平均値で見るとNo.1~No.5の各ブロックごとでは著しい変動は認められないが、図4・2に示した月平均値のグラフでは大きく変動している。

静圧値とpF値の変動を各ブロックごとにみると、黒ボク土ブロック(No.1, No.2, No.3, No.5)では、pF値の低下に伴い静圧値が上昇するが、pF値が上昇に転ずると静圧値も低下し回復すると判断される。しかし、マサ土ブロック(No.4, No.7)ではpF値が低下すると静圧値も上昇するが、pF値が上昇に転じて静圧値は低下しないことが明らかになった。

pHの年度ごとの平均値は、黒ボク土ブロックでpH 5.8~6.8の範囲内ではほぼ安定、マサ土のブロックではpH 7.3~8.0であるが、月平均値のグラフではやや低下傾向が認められる。

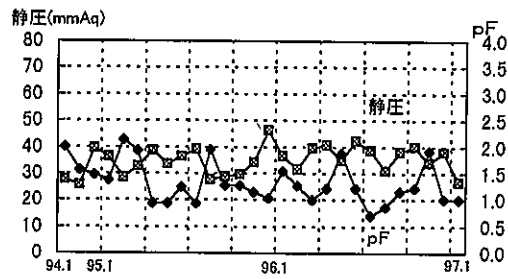
その他、土壌温度の全期間平均値は14℃前後、同じく気温は17.6℃、相対湿度は64.4%であった。

(3) 面的均一性の状況

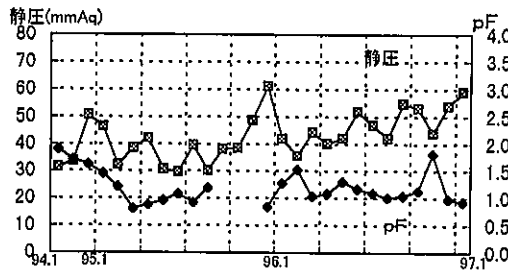
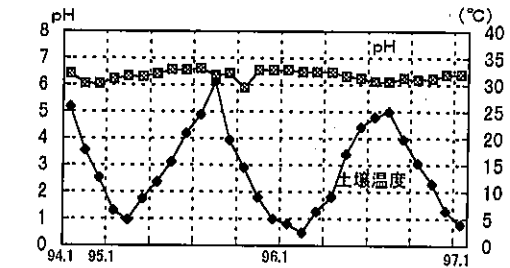
土壌が面的にみて均一に大気浄化し、清浄化して放出することが本システムでの前提になるが、土壌への散水に偏りがあったり、土壌盛り込み時の施工管理等に不備があれば面的な均一性確保は困難であろう。

表4・4 各ブロックの土壌および気象の全期間平均値

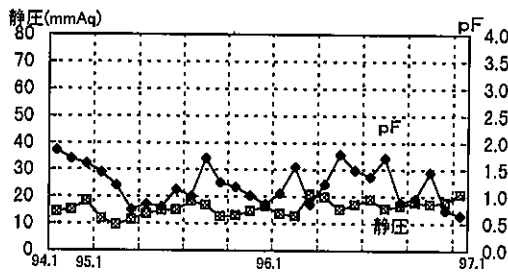
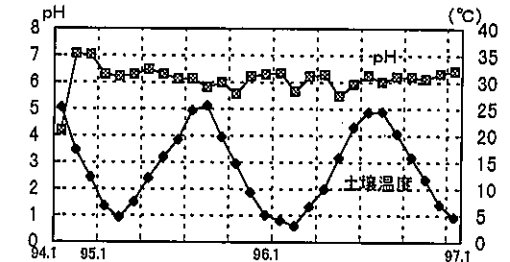
ブロック No.	静圧 (mmAq)	pF	pH	土壌温度 (°C)	気温 (°C)	相対湿度 (%)	全期間
							平均の期間
1	35 (3~57)	1.3 (0.0~2.7)	6.3 (5.6~6.9)	14.3 (-0.2~40.9)	16.1 (1.2~33.2)	64 (36~96)	'94.10~'97.1
2	48 (2~64)	1.2 (0.0~2.7)	6.2 (4.7~6.7)	14.2 (-0.3~38.6)			'94.10~'97.1
3	16 (8~28)	1.2 (0.0~2.7)	6.2 (5.3~6.9)	13.8 (-0.1~36.3)			'94.10~'97.1
4	35 (3~58)	1.0 (0.3~2.9)	7.7 (6.7~8.5)	14.1 (0.2~34.0)			'94.10~'97.1
5	10 (1~29)	1.3 (0.5~2.7)	5.8 (4.5~7.2)	13.8 (-0.3~34.0)			'94.10~'97.1
7	60 (31~86)	1.1 (0.3~2.7)	7.3 (6.4~7.6)	12.4 (-0.7~26.0)			'95.11~'97.1



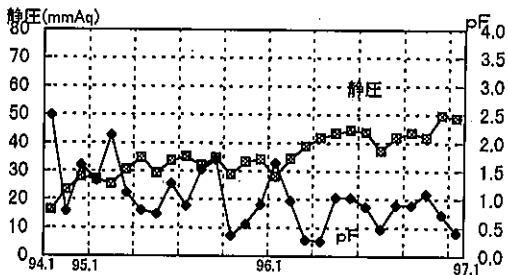
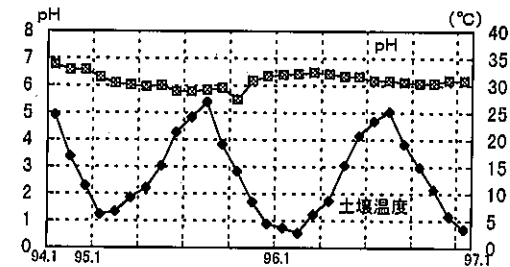
No.1



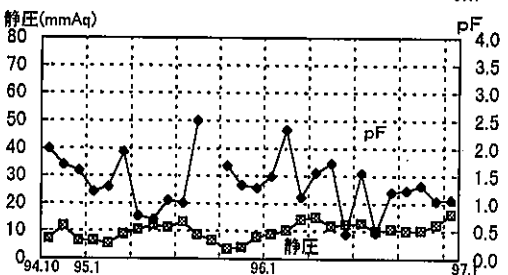
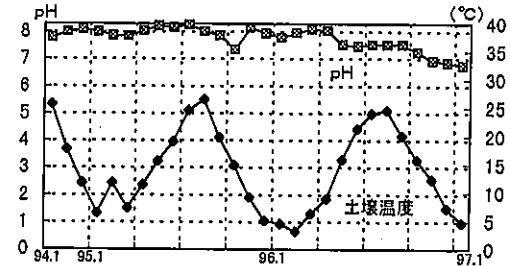
No.2



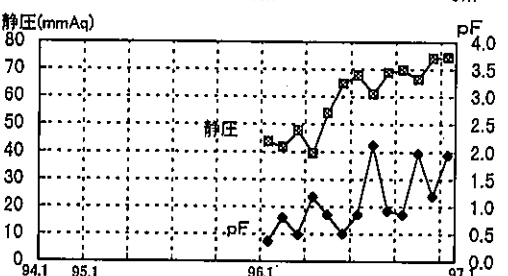
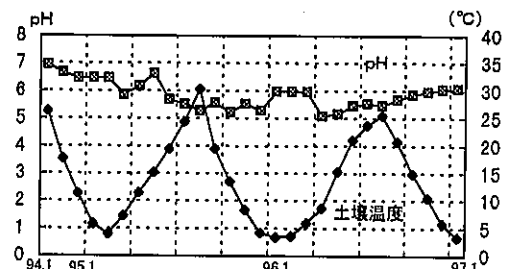
No.3



No.4



No.5



No.7

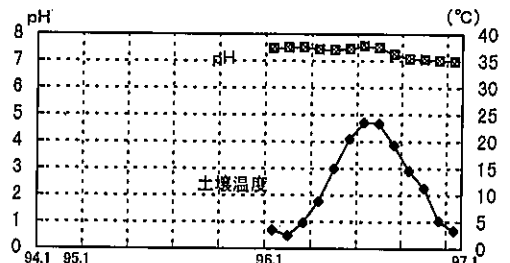


図 4-2 土壤条件の推移(月平均値)

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

表4.5 面的均一性調査結果(No.7 ブロック)

(1)

96/3

測定点	in(ppm)			out(ppm)			オゾン (ppm)		除去率(%)		
	NO	NO2	NOx	NO	NO2	NOx	duct	out	NO	NO2	NOx
1	0.104	0.049	0.147	0.023	0.002	0.027	0.508	0.000	77.8	95.9	81.5
3	0.198	0.071	0.256	0.057	0.004	0.063	0.507	0.003	71.2	94.4	75.4
5	0.161	0.067	0.215	0.012	0.004	0.018	0.508	0.002	92.5	94.0	91.6
7	0.199	0.078	0.263	0.092	0.003	0.099	0.507	0.002	53.8	96.2	62.4
9	0.078	0.053	0.125	0.007	0.002	0.010	0.507	0.003	90.6	96.8	91.6
11	0.092	0.050	0.135	0.000	0.002	0.000	0.507	0.002	100.0	96.0	100.0
13	0.059	0.042	0.094	0.003	0.002	0.003	0.509	0.002	95.4	96.3	96.5
15	0.064	0.042	0.099	0.016	0.001	0.020	0.506	0.001	74.6	96.4	79.8
17	0.082	0.047	0.122	0.010	0.002	0.014	0.509	0.001	88.1	96.0	88.9
19	0.184	0.085	0.256	0.070	0.004	0.075	0.508	0.001	62.0	95.3	70.7
21	0.143	0.057	0.194	0.041	0.003	0.046	0.506	0.000	71.3	94.7	76.3
23	0.241	0.074	0.302	0.074	0.008	0.085	0.509	0.000	69.3	89.2	71.9
25	0.185	0.064	0.235	0.026	0.012	0.041	0.503	0.000	85.9	81.3	82.6
27	0.108	0.056	0.158	0.005	0.001	0.007	0.509	0.001	95.1	97.5	95.5
29	0.145	0.060	0.200	0.013	0.020	0.036	0.509	0.000	91.0	67.3	82.2
31	0.181	0.070	0.237	0.013	0.012	0.027	0.507	0.000	92.8	82.9	88.6
33	0.176	0.077	0.239	0.049	0.005	0.056	0.508	0.000	72.2	93.5	76.6
35	0.155	0.055	0.205	0.031	0.039	0.072	0.507	0.000	80.2	29.4	64.6
37	0.163	0.079	0.228	0.036	0.009	0.047	0.506	0.000	77.9	88.6	79.4
39	0.198	0.059	0.251	0.026	0.006	0.035	0.505	0.000	87.1	89.6	86.2
41	0.135	0.061	0.190	0.005	0.002	0.007	0.508	0.000	96.1	97.3	96.3
43	0.104	0.059	0.157	0.026	0.002	0.030	0.506	0.001	74.7	96.9	80.6
45	0.198	0.083	0.267	0.068	0.005	0.076	0.507	0.000	65.7	94.0	71.5
47	0.147	0.074	0.208	0.038	0.024	0.065	0.509	0.001	74.1	67.6	68.8
49	0.088	0.049	0.131	0.011	0.027	0.040	0.505	0.000	87.8	44.1	69.2
平均	0.144	0.062	0.197	0.030	0.008	0.040	0.507	0.001	81.1	86.8	81.1
標準偏差	0.050	0.013	0.058	0.025	0.010	0.028	0.001	0.001	12.1	17.4	10.6
変動係数									14.9	20.0	13.0
最大	0.241	0.085	0.302	0.092	0.039	0.099	0.509	0.003	100.0	97.5	100.0
最小	0.059	0.042	0.094	0.000	0.001	0.000	0.503	0.000	53.8	29.4	62.4

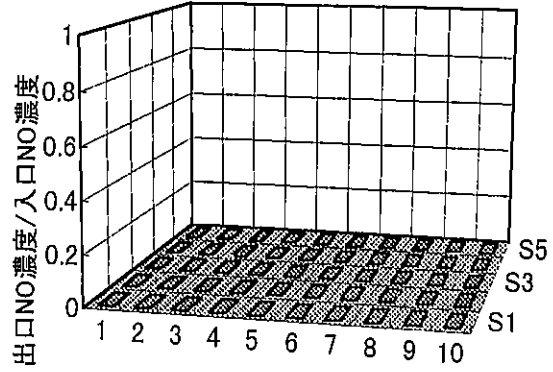
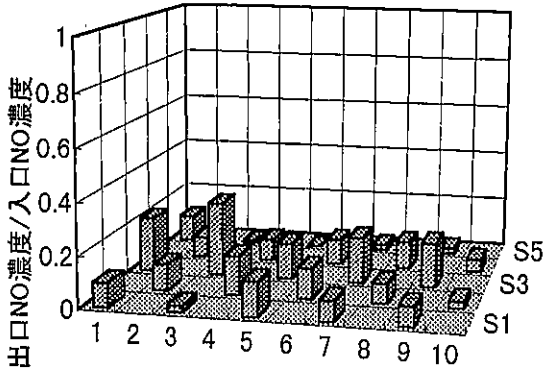
(2)

96/10

測定点	in(ppm)			out(ppm)			オゾン (ppm)		除去率(%)		
	NO	NO2	NOx	NO	NO2	NOx	duct	out	NO	NO2	NOx
1	0.236	0.072	0.309	0.024	0.014	0.044	0.493	0.005	89.7	81.2	85.8
3	0.236	0.068	0.303	0.050	0.004	0.060	0.492	0.005	78.6	94.0	80.3
5	0.303	0.067	0.370	0.028	0.020	0.054	0.490	0.006	90.6	70.8	85.4
7	0.303	0.069	0.373	0.024	0.004	0.034	0.495	0.013	92.0	94.5	91.0
9	0.298	0.078	0.375	0.030	0.003	0.039	0.491	0.012	89.9	96.1	89.6
11	0.232	0.073	0.306	0.002	0.006	0.011	0.491	0.027	99.0	92.3	96.5
13	0.222	0.063	0.285	0.064	0.009	0.079	0.492	0.011	71.2	84.9	72.3
15	0.166	0.084	0.250	0.004	0.008	0.014	0.491	0.004	97.5	90.7	94.6
17	0.207	0.074	0.280	0.018	0.007	0.027	0.488	0.005	91.4	90.9	90.4
19	0.239	0.068	0.307	0.036	0.005	0.045	0.480	0.003	85.0	91.9	85.5
21	0.181	0.080	0.262	0.000	0.006	0.008	0.492	0.006	100.0	93.0	96.9
23	0.370	0.077	0.448	0.052	0.006	0.062	0.484	0.002	86.0	92.4	86.2
25	0.178	0.073	0.251	0.024	0.013	0.042	0.500	0.003	86.6	81.6	83.4
27	0.305	0.078	0.384	0.031	0.011	0.047	0.491	0.007	90.0	86.1	87.7
29	0.311	0.078	0.390	0.037	0.014	0.056	0.493	0.005	88.1	82.5	85.7
31	0.212	0.085	0.298	0.005	0.023	0.032	0.491	0.018	97.9	73.2	89.2
33	0.362	0.082	0.436	0.065	0.009	0.079	0.494	0.016	82.1	88.5	81.9
35	0.295	0.065	0.360	0.023	0.009	0.037	0.491	0.006	92.2	85.6	89.8
37	0.244	0.080	0.325	0.026	0.013	0.045	0.489	0.016	89.4	84.1	86.0
39	0.288	0.079	0.368	0.022	0.012	0.039	0.491	0.002	92.3	84.7	89.5
41	0.217	0.084	0.301	0.005	0.007	0.015	0.493	0.016	97.6	91.1	94.9
43	0.307	0.075	0.382	0.054	0.012	0.070	0.490	0.002	82.6	84.3	81.6
45	0.214	0.087	0.302	0.016	0.006	0.026	0.490	0.000	92.4	93.0	91.5
47	0.213	0.091	0.305	0.011	0.013	0.029	0.490	0.005	94.9	86.2	90.5
49	0.185	0.068	0.253	0.005	0.008	0.016	0.495	0.003	97.3	88.4	93.8
平均	0.253	0.076	0.329	0.026	0.010	0.040	0.491	0.008	90.2	87.3	88.0
標準偏差	0.057	0.007	0.056	0.019	0.005	0.020	0.004	0.006	6.8	6.3	5.6
変動係数									7.6	7.2	6.4
最大	0.370	0.091	0.448	0.065	0.023	0.079	0.500	0.027	100.0	96.1	96.9
最小	0.166	0.063	0.250	0.000	0.003	0.008	0.480	0.000	71.2	70.8	72.3

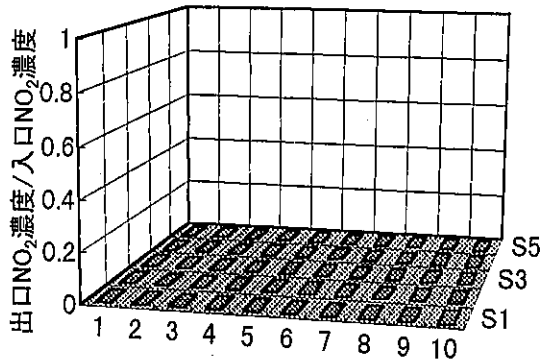
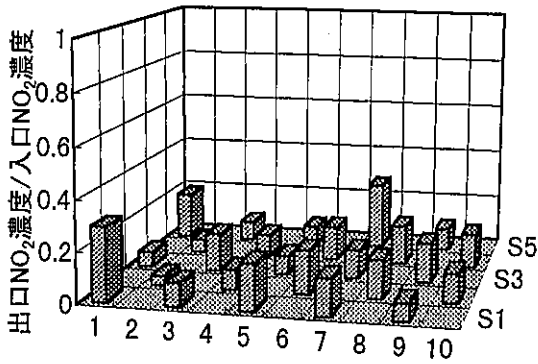
96.3 調査

96.10 調査



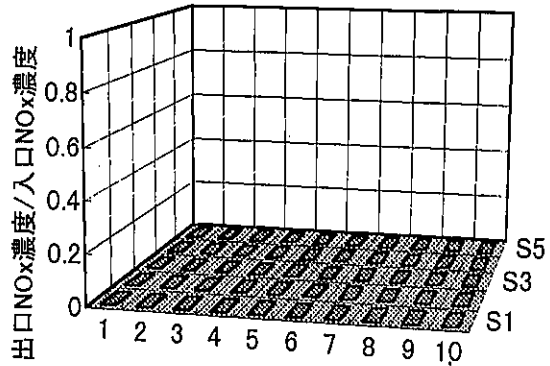
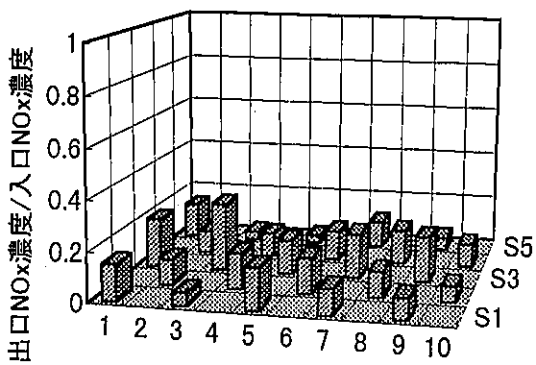
道路側

道路側



道路側

道路側



道路側

道路側

図4.3 面的均一性(No.7ブロック)

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

本項では、No.7ブロックを対照に土壌面を1m四方に区分し、1区画おき合計25区画における出口大気の大気窒素酸化物濃度を測定し、同時に測定した入口窒素酸化物濃度より除去率を算出して、各測定区画間での除去率の相対比較をおこなった。

結果を表4・5(1)・(2)にまとめた。'96年3月調査時には、一部の計測地点においてNOの発生、あるいはショートパスが生じていると思われる低いNO除去率を観測したが、NO_x除去における変動係数は、20%以下のおおむね良好な面的均一性を有していた。さらに、'96年10月の調査では、NOおよびNO₂ともに平均除去率は上昇し、かつNO_x除去率の変動係数は7%以下となり面的均一性に関しては良好な状態と判断する(図4・3参照)。

(4) 土壌断面各相位での除去状態

土壌層を断面でみて窒素酸化物がいかなる相位で除去されるのかを把握する目的で下記の実験をおこなった。

実験方法はNo.4、No.5およびNo.7ブロックを対象に、土壌層の垂直方向に10cmあるいは15cm間隔にサンプリング容器を埋設してテフロンチューブで大気を吸引分析した。同時に入口大気も測定した。また、No.7ブロックについてはオゾン濃度も測定した。

結果を図4・4に示す。オゾン酸化前処理を行っているNo.7ブロックは、オゾン添加により吸引した大気中のNOがNO₂に酸化されるため、土壌層境界においてNO₂濃度が急激に上昇し、土壌層を通過するにしたがい減少している。オゾンについては、注入後土壌層に達するまでに急激に消費され、土壌層下部より10cmの部位でおおむね消失した。したがって、40cmの土壌層を通過して地表に漏出したオゾンは検出されず、安全性においても問題がないことが明らかになった。

No.4、No.5ブロックでは、NO₂は土壌層下部より10cmの部位でその大部分が除去されていることが判明した。また、NOについては上層へと向かうほど濃度が低下はするが、NO₂でみられた急激な濃度低下ではなく土壌全層でNOが除去されている。

(5) 解析および考察

①土壌の種類と土壌環境条件の影響

NO₂除去能に比較してNO除去能には季節的変動と経年変化が図4・1より読み取れる。NO除去能の変動をより明確にするために図4・5(1)~(4)で月ごとの時間平均値(1時間に10分間計測している後半7分間の平均値)よりNO除去率およびNO除去量を算出し入口NO濃度との対比をおこなった。

No.1およびNo.5ブロック(黒ボク土)における'95年8月と'96年8月のNO除去量を比較すると後者がより直線に近似し除去率が100%近くに達している。NO除去能の夏季の上昇は、NO除去に関与する微生物の活性化以外に説明がつかないと考えるが、現状ではNO除去に関与する微生物の系統だった研究はおこなわれていない。

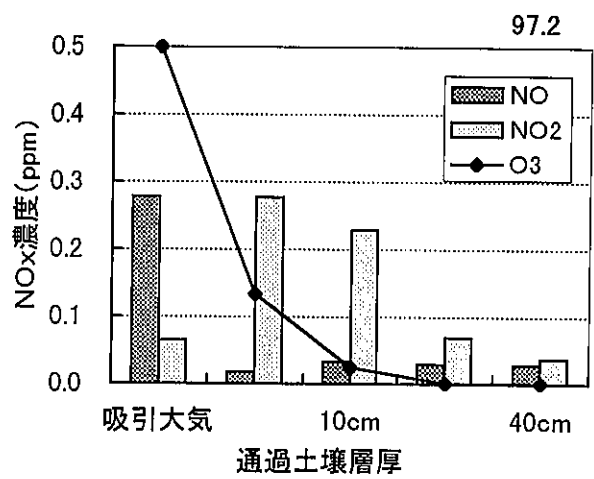
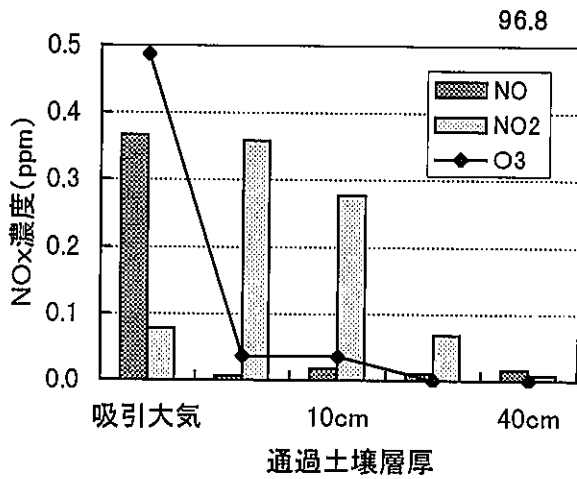
しかし、NO除去能上昇がたとえ夏季のみであっても実用規模の施設では、オゾン酸化前処理システムを停止し、省エネルギー化に寄与できると考えられ、本システムの大きなメリットと判断する。

No.4ブロック(マサ土)の場合は、特に夏季のNO除去能上昇がないためオゾン酸化前処理システムを年間稼働しなくてはならないであろう。

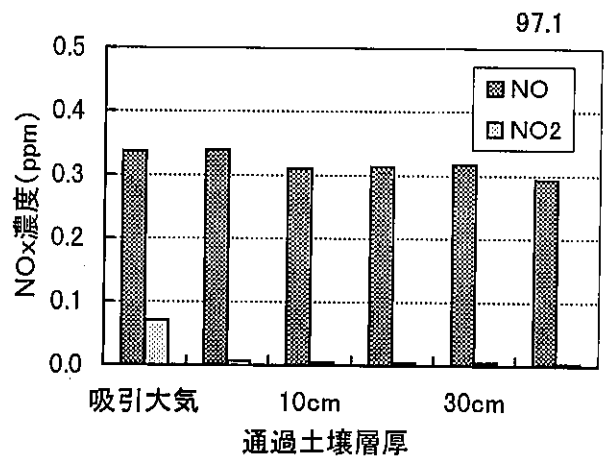
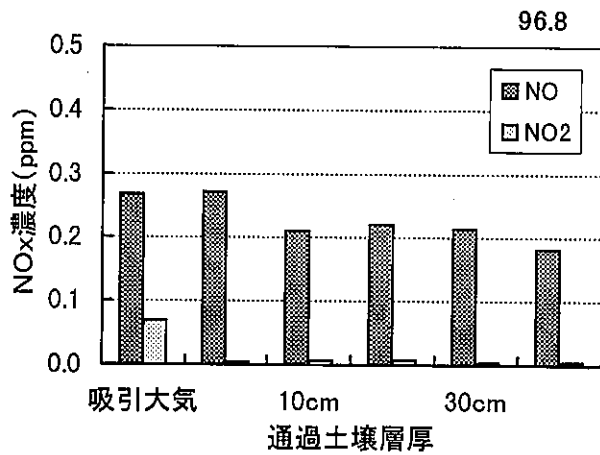
No.7ブロック(マサ土、オゾン酸化前処理)では'96年4月のように初期的な除去率のバラツキはあったが、以降おおむね安定した窒素酸化物除去が継続した。

マサ土については関西地方で一般の造園に利用される土壌であり入手しやすい。反面黒ボク土は入手しにくく、かつコスト面でも不利であるが、マサ土を使用する場合は、予め十分な通気性の確保(機能性材料の混合)を行う必要がある。

No.7(マサ土)



No.4(マサ土)



No.5(黒ボク土)

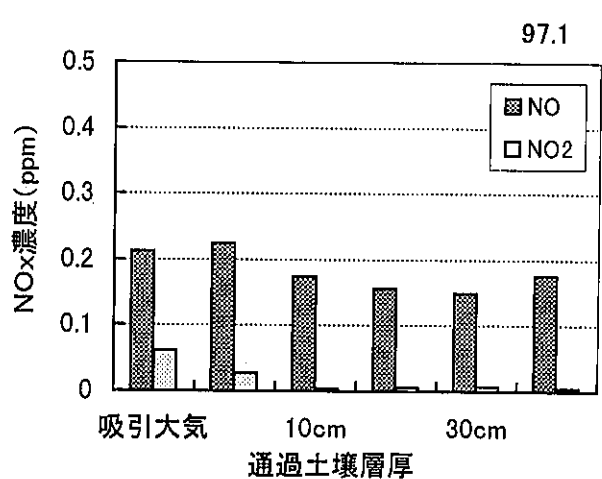
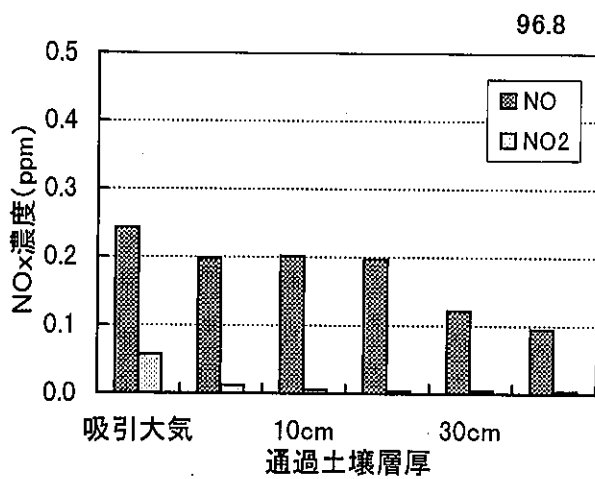


図4-4 土壌断面におけるNOx除去状況

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

No.1

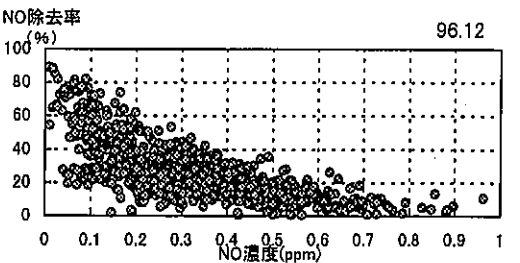
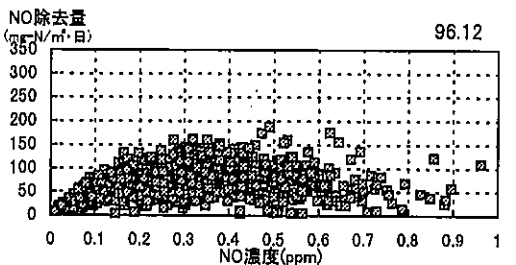
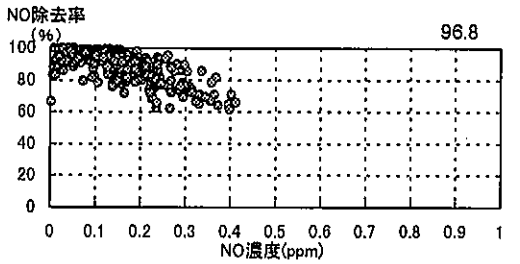
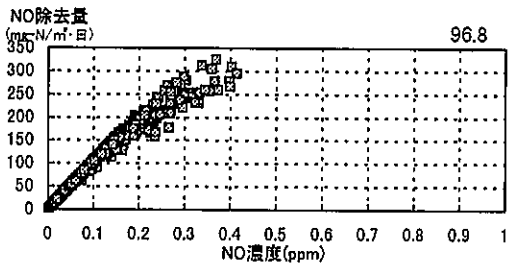
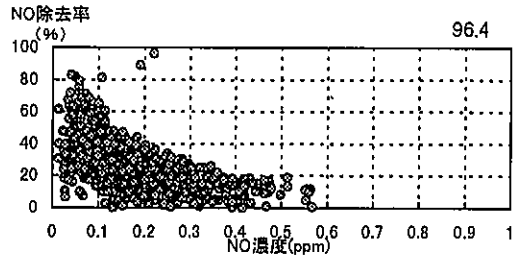
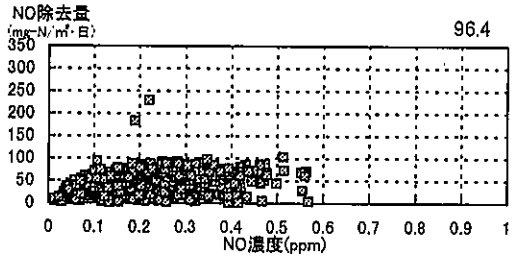
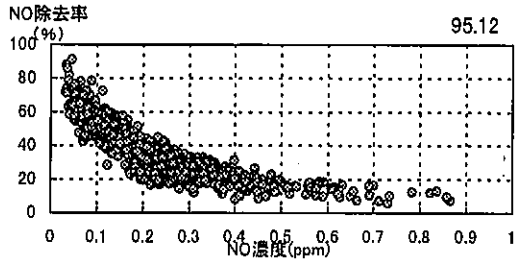
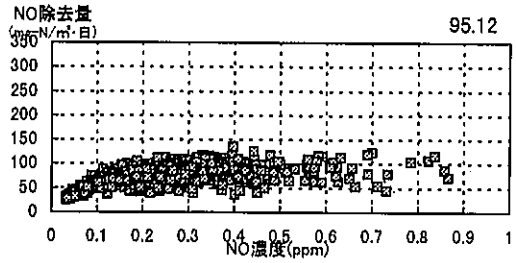
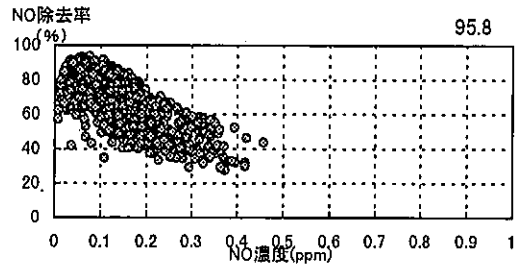
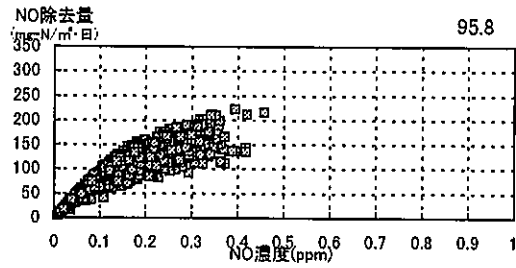
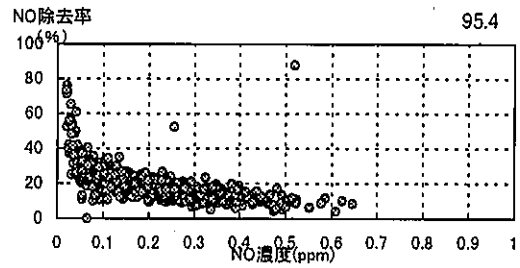
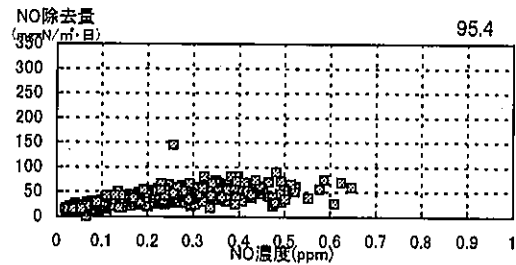


図4・5(1) 各季節のNO除去能変化(No.1 ブロック)

No.4

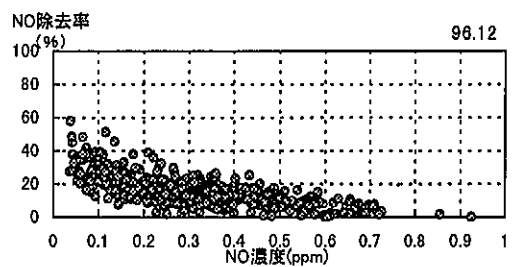
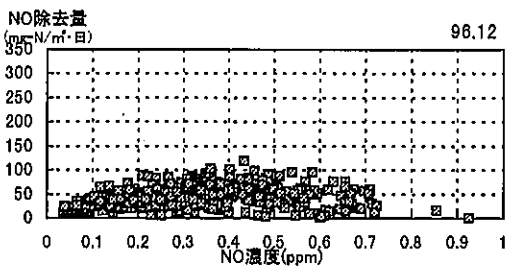
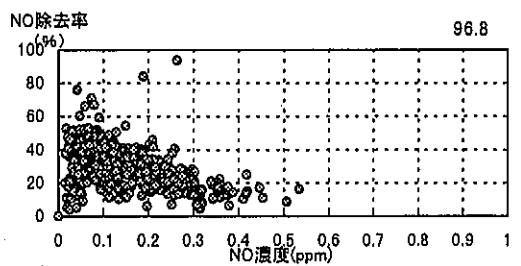
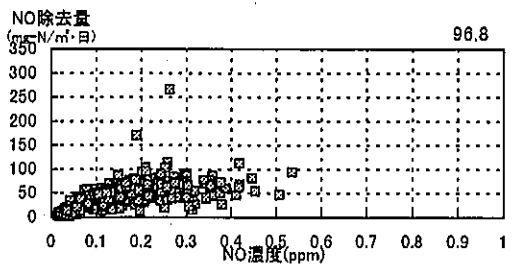
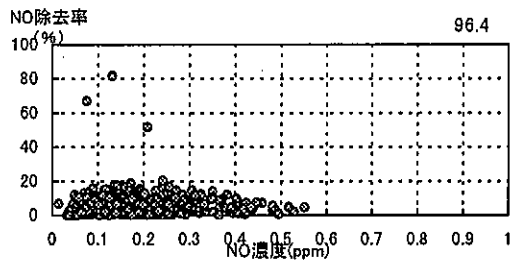
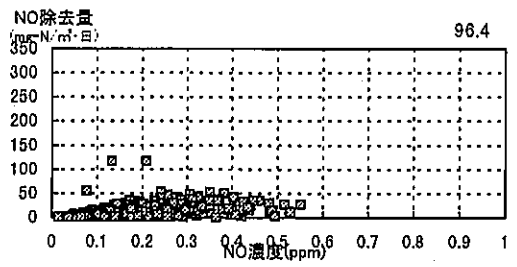
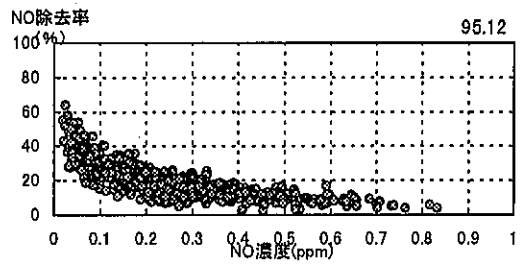
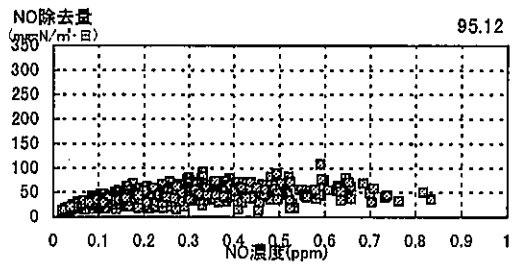
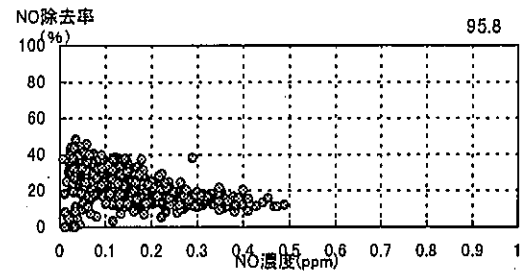
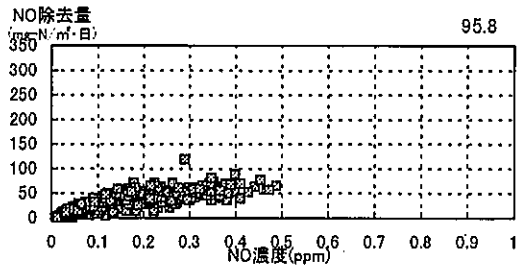
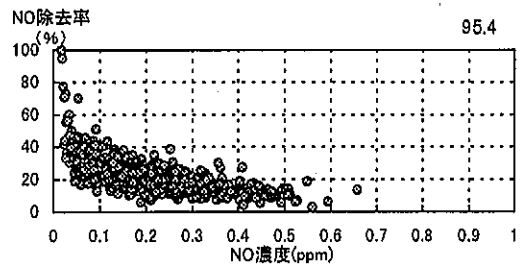
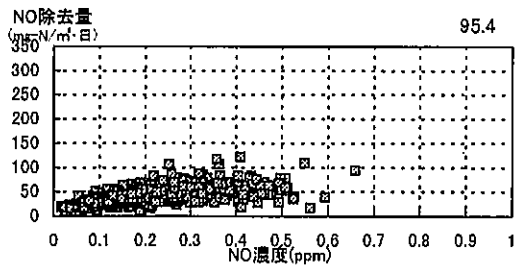


図4・5(2) 各季節のNO除去能変化(No.4 ブロック)

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

No.5

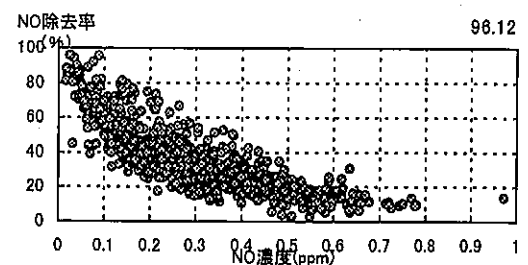
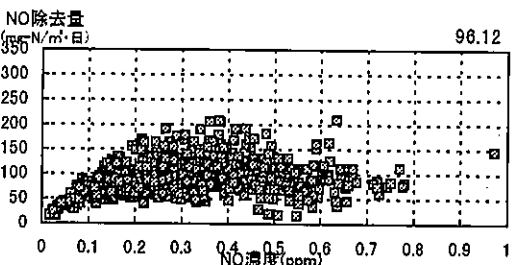
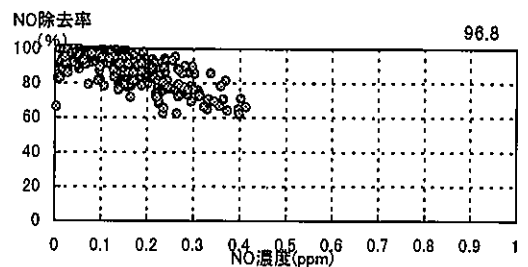
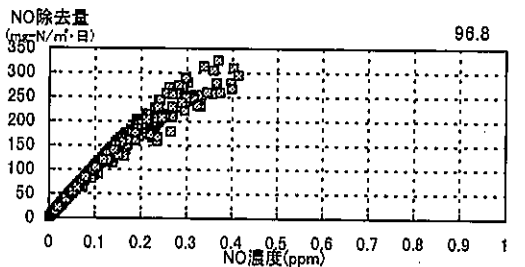
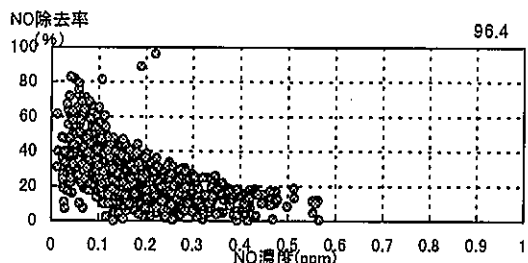
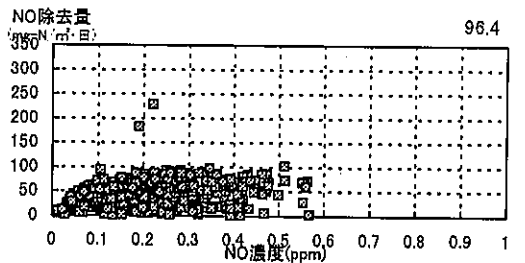
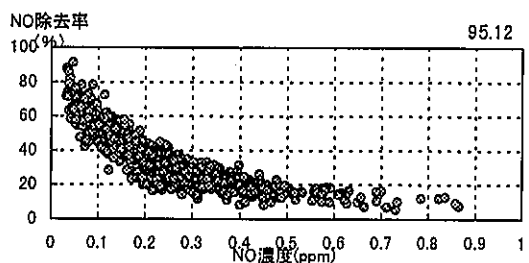
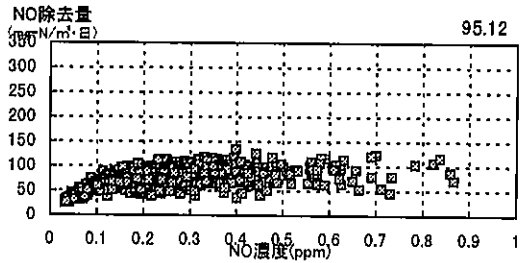
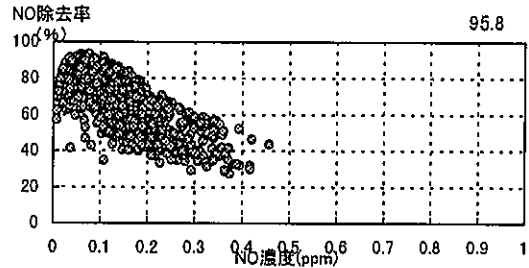
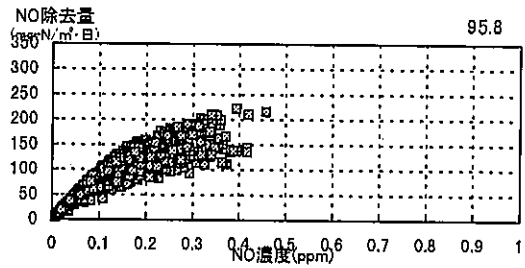
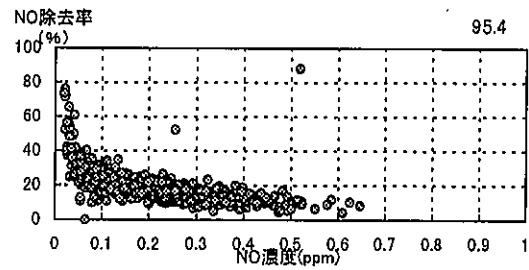
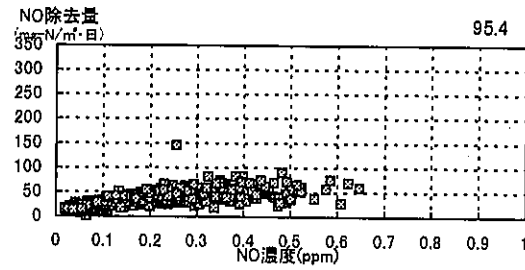


図4-5(3) 各季節のNO除去能変化(No.5ブロック)

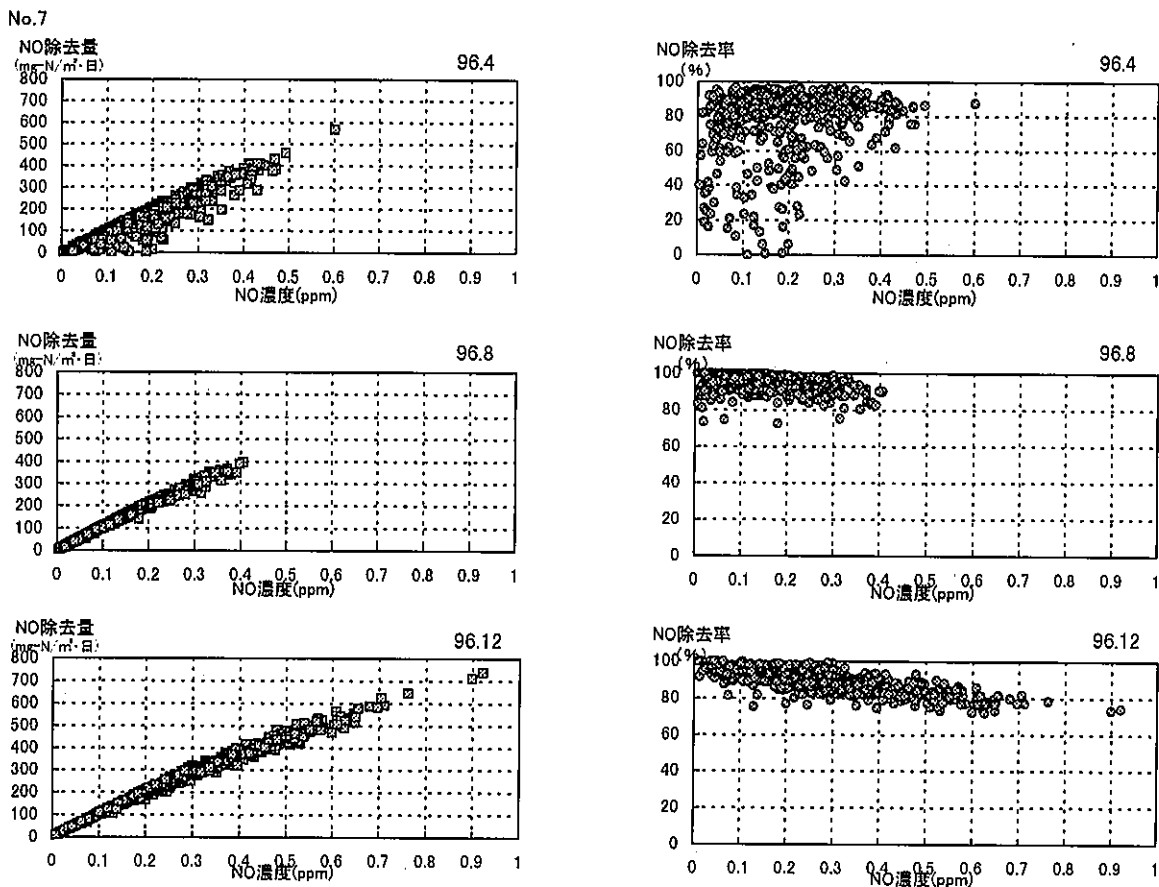


図4・5(4) 各季節のNO除去能変化(No.7 ブロック)

5. その他大気汚染物質の除去性能調査

窒素酸化物以外の大気汚染物質の浄化性能を把握する目的で以下の調査を実施した。

(1) 調査方法

【SO₂, SPM, THC, NMHC, CO, O_x】

以上6項目については、'94年11月1日～11年30日の期間に実施した。出口大気の採取方法は、土壌表面に設置したガラス製サンプリングキャップに空気を捕集し、吸引ポンプで各分析計に導入した。入口大気は

SO₂およびSPMのみ吸引チャンバーより採取し分析した。THC, NMHC, CO, O_xは東大阪市公害監視センター測定局(自排局)の平成5年11月の月平均値を参考値として採用した。

【有機化合物】

内面を不活性化(シラン処理)した溶融シリカキャピラリーカラム(内径0.53mm×長さ50cm)をレデュースユニオンを介して真空ステンレス製試料採取容器(SUMMA Canister 6ℓ容量)に接続した。このキャピラリーカラムの一端を土壌大気浄化システムの大気採取口に接続し、ステンレス容器のバルブを開放して容器内に試料を導入した。この場合、試料採取平均流量は200mℓ/minであり、容器内の圧力は30分間で常圧となった。

なお、ステンレス製試料採取容器は加熱真空排気、加湿高純度窒素ガス充填の操作を5回繰り返してクリー

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

表 5・1 飼料採取日時および場所

日 時	採 取 場 所
平成5年12月4日 10:25~10:55	No.1 の出口と No.3 出入口 の3カ所
平成5年12月4日 10:15~10:45	
平成5年12月4日 10:30~11:00	

ンアップした後、真空排気したものを使用した。
試料採取日時、場所については表 5・1 に示した。

【アルデヒド類】

土壌大気浄化システムの大気採取口からアルデヒド類採取用カートリッジ (4-ジニトロフェニルヒドラジン (4NDPH) を塗布した市販品) に一定量の大气をサンプリングした。

(2) 分析方法

【SO₂, SPM, THC, NMHC, CO, O_x】

- 【SO₂】 : 溶液導電率法
- 【SPM】 : β線吸収法
- 【THC, NMHC】: 水素炎イオン検出法
- 【CO】 : 非分散型赤外線分析法
- 【O_x】 : 中性ヨウ化カリウム溶液を用いた
吸光光度法

【有機化合物】

採取試料の400~600mLを試料濃縮導入装置 (Entech Model 7000 Preconcentrator) を介してGC/MSに導入して有機物質を固定・定量した。

〔ガスクロマトグラフ条件〕

- 機 種 : HP5890 II Plus
- カ ラ ム : HP-624 (60m×0.32mm, 1.8μm)

キャリアー : He 1.1mℓ/min
カラム温度 : 40℃ (3min) - (5℃/min) - 200℃ (3min)

〔質量分析計条件〕

- 機 種 : HP5972型
- イオン化法 : EI法
- イオン化電圧 : 70eV
- エミッション電流 : 50μA
- イオンマルチ電圧 : 1.6kV
- スキャン範囲 : 20-350 amu
- スキャン速度 : 1.3 scan/sec

【アルデヒド類】

試料採取用カートリッジから、2mlのアセトニトリルでアルデヒド類の誘導体を溶出させ、高速溶液クロマトグラフィーで同定・定量した。

- 機 種 : Waters 616 LCsystem
- カ ラ ム : NOVAPAK C18 (3.9φ×300mm)
- 移 動 相 : アセトニトリル/水 (6:4, V/V)
1.0mL/min
- 試 料 量 : 10μL

(3) 調査結果

SO₂, SPM, THC, NMHC, CO, O_xの調査結果

表 5・2 その他大気汚染物質の除去状況

'94.11.1~11.30

測定項目	入口濃度	出口濃度	除去率
SO ₂ (ppb)	9.80	0.61	94 %
SPM(μg/m ³)	118	6.0	95 %
THC (ppmC)	2.65 *1	2.09	21 %
NMHC(ppmC)	0.74 *1	0.17	77 %
CO (ppb)	1300 *1	61.8	95 %
O _x (ppb)	14.4 *1	12.4	— *2

*1: 東大阪市公害監視センター 月平均値('93.11)

*2: 出口濃度はNOの妨害を受けていると考えられるので評価しなかった