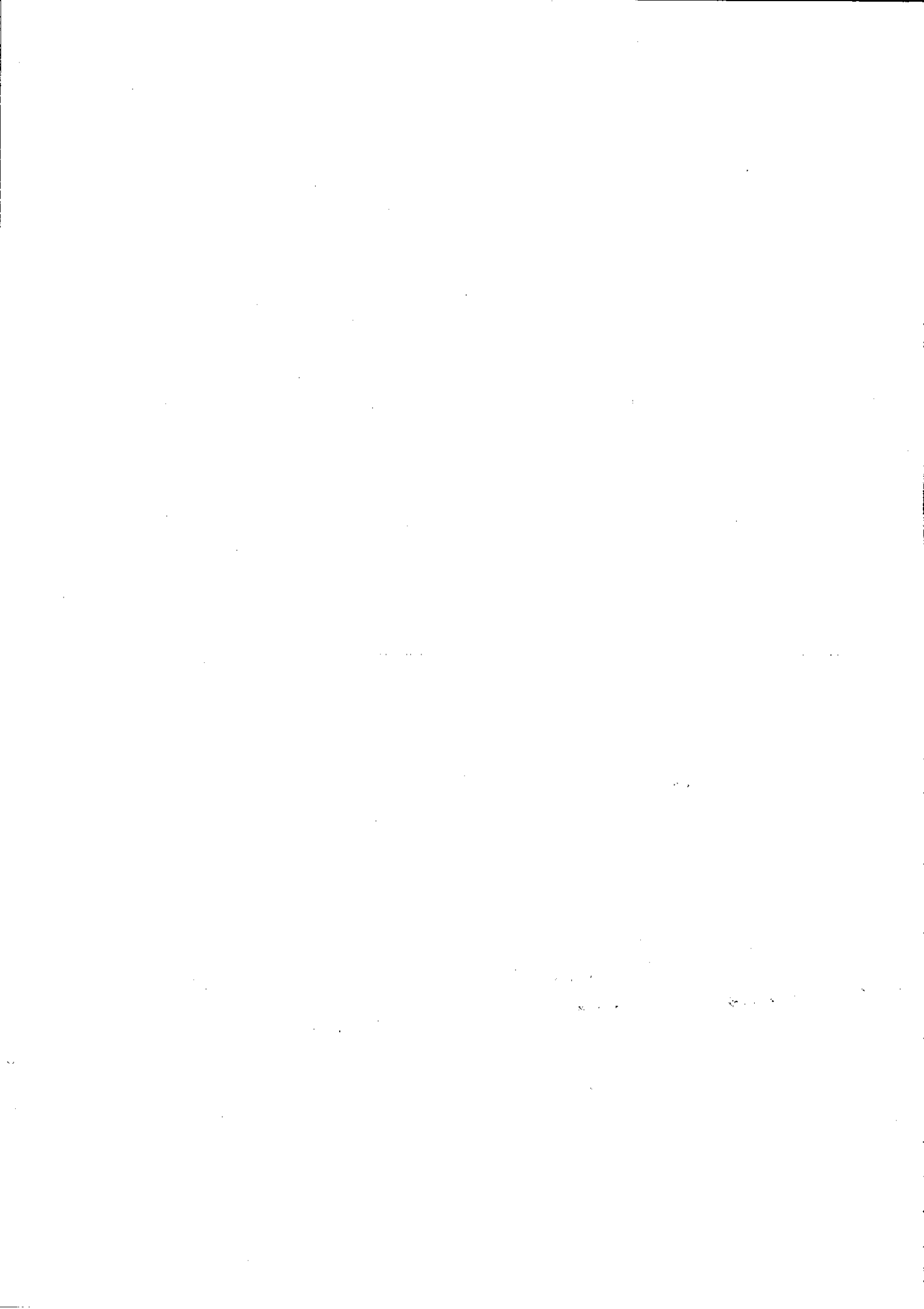


土壌を用いた大気浄化システム の実用性に関する調査

SURVEY OF THE PRACTICALITY OF
THE SOIL-BASED
AIR-PURIFYING SYSTEM

1993 - 1997

平成5年度
|
平成9年度



はじめに

健康被害予防事業は、拠出事業者等からの拠出金と国からの出資金によって造成された基金の運用益を財源として、人の健康に関する環境保健の分野と大気環境の改善に関する環境改善の分野の両面から総合的に取り組んでいます。本事業は、関係各位のご努力により着実に地域に根付くとともに、当協会においても事業の実施を通じて幾多の有益な知見が蓄積されています。

本書は、環境改善の分野の調査研究として実施している「局地汚染対策に関する調査研究」の一課題として、平成5年度から平成9年度（1993～1997年度）の5年間に亘って、株式会社フジタと大阪府に委託して実施した「土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査報告書」の内容をわかりやすく再編集したものです。

この調査研究では、自動車NO_x法に基づく排ガスの総量削減計画では達成困難とされる局域的な大気汚染の改善方法として、土壌及び土中微生物の物理化学的浄化作用に着目しています。

実測データは、実験・モデルプラント及び実験の成果を踏まえてわが国で最初に設置された実用規模の「沿道型」と「トンネル型」施設で収集され、システムの大気汚染低減効果、装置の耐久性・経済性並びに管理手法など総合的な検討が行われました。

継続的な調査が必要としつつも、本システムはNO_xの除去・低減に著しい効果が認められ、特に「トンネル型」では浄化大気の希釈効果によって周辺大気が改善されるなど、卓越した性能が確認されています。

大気汚染対策に従事する関係者の方々に、地域における局地汚染対策の一環としての基礎資料にさせていただければ幸いです。

平成10年3月

公害健康被害補償予防協会
理事 大木 知明

Survey of the Practicality of the Soil-Based Air-Purifying System

Purpose

It is still difficult to meet the environmental standards on nitrogen dioxide (NO₂) in metropolitan areas. Although increases in automobile traffic and the use of diesel engines have resulted in stricter regulation of exhaust gas, the standards are far from being met. Six prefectural governments including Osaka Prefecture have established a "Total Volume Reduction Plan" based on the "Automobile NO_x Reduction Law". This plan aims substantial compliance with environmental standards by the end of year 2000.

But it is forecast that even if the target reduction is achieved as planned, it will remain difficult to satisfy the environmental standard at some motor vehicle exhaust gas measurement stations, which means that effective roadside environmental improvement measures must be introduced where necessary in light of local conditions.

In 1993, we conducted an indoor study to investigate the ability of soil to remove NO_x in air. Between 1994 and 1996, we placed an experimental plant next to a major road. The data provided by this apparatus was utilized to determine a suitable method for using soil to remove air pollutants, as well as the durability of the apparatus. In 1997, we installed practical-scale plants along a roadside green belt and at a tunnel ventilation tower. Both systems remained in operation for 11 months. From the data obtained during operation, we determined the environmental improvement effects of the systems, as well as suitable procedures for control and operation. The present study was focused on the ability of soil to remove NO_x from high concentration automobile exhaust gas during practical operation.

Results of the Study

The present study revealed that the plants can be used to remove pollutants from air containing automobile exhaust gas. Operation of practical-scale plants resulted in effective purification of ambient air. The results obtained are as follows:

1. Regardless of the type of soil used, a stable NO₂ removal rate of more than 90% was obtained. The NO removal rate using andosol blocks ranged from 8% to 34% and was 17% for granite blocks. NO removal rate of andosol fluctuated seasonally, rising to more than 80% in the summer but falling in the winter.
2. Adding ozone to air that had adsorbed pollutants increased the NO removal rate, achieving an annual average NO_x removal rate of more than 90%.
3. The system was found to be durable as it continued to perform well during long-term continuous operation.
4. In the roadside plant operated for 11 months;
 - a. the average removal efficiency of NO_x was 94% ; and
 - b. the concentration of NO_x was decreased by 20% in the ambient air around the plant.
5. In the tunnel ventilation side plant operated for 10 months;
 - a. the average removal efficiency of NO_x was 97% ; and
 - b. the average removal efficiency of CO, SPM, SO₂, and NMHC were 98% or more, 98%, 91%, and 66%, respectively.

Organization Performing the Study: Osaka Prefecture and Fujita Corporation.

This study was conducted with the guidance of Dr. Katsuyuki Minami (Japan International Research Center for Agricultural Sciences), Prof. Katsuya Nagata (School of Science and Engineering, Waseda University), and Prof. Arimitsu Ikeda (College of Engineering, Osaka Prefecture University).

Survey Study Period : 1993 to 1997.

土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

研究目的

大都市圏における二酸化窒素(NO_2)に係る環境基準の達成状況は依然厳しい状況にあり、大阪府等の6都府県は、「自動車 NO_x 法」に基づく「総量削減計画」を策定し、諸施策を総合的に推進することによって、平成12年度末までに環境基準を概ね達成することとしている。

しかし、計画による削減目標量を達成しても一部の自動車排出ガス測定局においては、環境基準の達成は困難と予測されており、局地の実情に応じた効果的な沿道環境改善方策の導入を図る必要がある。

本調査研究は、平成5年度に基本的な土壌の NO_x 浄化能を把握する目的で室内実験を行い、平成6年度から平成8年度では幹線道路沿いに実験システムを設置し、大気汚染物質の除去性能およびシステムの耐久性等を調査した。さらに、平成9年度には実用規模のシステムを道路沿道緑地帯とトンネル換気塔敷地内に設置した。前者は平面道路の大気浄化を、後者はトンネル換気ガスの浄化を図る目的で11カ月間の運転を行い、システム設置による環境改善効果や運転管理手法について検討するとともに、高濃度自動車排出ガスに対する除去性能等実用性の観点から総合的な検討を行った。

研究成果

本調査研究により、黒ボク土あるいはマサ土に腐葉土およびパーライトを混合した土壌を用いて自動車排出ガスで汚染された大気の浄化が可能であることが判明した。また、実用規模のシステムの運転により周辺大気の改善効果が認められた。研究成果を下記に示す。

1. 土壌種に関わらず NO_2 は安定的に90%以上の除去率が得られた。 NO については黒ボク土で8~34%、マサ土で17%であったが、黒ボク土の NO 除去率は夏季に上昇し、冬季に下降する季節変動が認められた。
2. 吸引汚染大気にオゾンを添加することにより NO 除去率は向上し、 NO_x 除去率は90%となった。
3. 長期連続運転においてもシステムの耐久性能は維持された。
4. 沿道型システムは11カ月間運転を行い、以下の結果を得た。
 - ① NO_x の除去率は94%となった。
 - ② システム周辺の大気汚染改善効果をシステム運転中と停止中の NO_x 濃度で比較すると、運転中の濃度比は20%以上低くなることが認められた。
5. トンネル型システムは10カ月間運転を行い、以下の結果を得た。
 - ① NO_x の除去率は97%となった。
 - ② CO 、 SPM 、 SO_2 および NMHC の除去率はそれぞれ98%、98%、91%、66%となった。

調査研究実施機関：大阪府、株式会社フジタ

本調査研究に当たっては、農林水産省国際農林水産業研究センター陽捷行部長、早稲田大学理工学部永田勝也教授、大阪府立大学工学部池田有光教授の指導をいただいた。

調査研究期間：1993~1997年度

目 次

Abstract	4
要 約	5
口 絵	9

I 調査研究の概要

I-1 調査の目的	15
I-2 調査研究の体制	15

II 調査研究の結果

II-1 土壌の空気浄化能に関する室内実験	19
1. 実験装置概要	19
2. 窒素酸化物の除去能	22
(1) 窒素酸化物濃度と除去能の関係	22
(2) 処理空気量と除去能の関係	22
(3) 土壌温度と除去能の関係	22
(4) 土壌水分と除去能の関係	30
(5) 土壌層厚と除去能の関係	34
3. 窒素酸化物の長期通気の影響	37
(1) 長期通気による除去能の変化	37
(2) 土壌浸透水中の無機窒素化合物の変化	38
(3) 土壌pHの変化	38
(4) 土壌微生物の変化	38
(5) 亜酸化窒素発生の傾向	40
4. 土壌層の物理的变化と機械的要求性能	40
(1) 土壌pF値の変化	40
(2) 土壌層の圧力損失	41

II-2	除去機構の微生物学的調査	42
1.	実験の目的	42
2.	実験の方法	42
3.	実験結果	43
4.	考察	46
II-3	沿道実験プラントによる実証実験	47
1.	実験場の位置	47
(1)	位置	47
(2)	調査地点周辺の大気汚染の状況	48
2.	実験プラントの概要	48
(1)	送風機械部および制御部	48
(2)	計測モニタリング部	51
3.	オゾン酸化前処理の有効性調査	52
(1)	オゾン添加量とNO _x 除去率の関係	52
(2)	オゾン酸化前処理適用ブロックにおけるNO _x 除去性能	55
(3)	土壌層における過剰オゾンの除去	57
4.	窒素酸化物の除去性能調査	58
(1)	連続運転結果	58
(2)	期間中の土壌条件および気象条件	62
(3)	面的均一性の状況	62
(4)	土壌断面各相位での除去状態	66
(5)	解析および考察	66
5.	その他大気汚染物質の除去性能調査	71
(1)	調査方法	71
(2)	分析方法	72
(3)	調査結果	72
6.	土壌および植物への影響調査	73
(1)	土壌成分の変化	73
(2)	植物成育状況	75
7.	長期連続運転後の土壌調査	76
(1)	土壌物理性変化	76
(2)	土壌化学性変化	81
8.	吸引部の検討	85
9.	機械システムの長期運転状況	86
II-4	総合考察	88
1.	土壌脱硝メカニズム	88

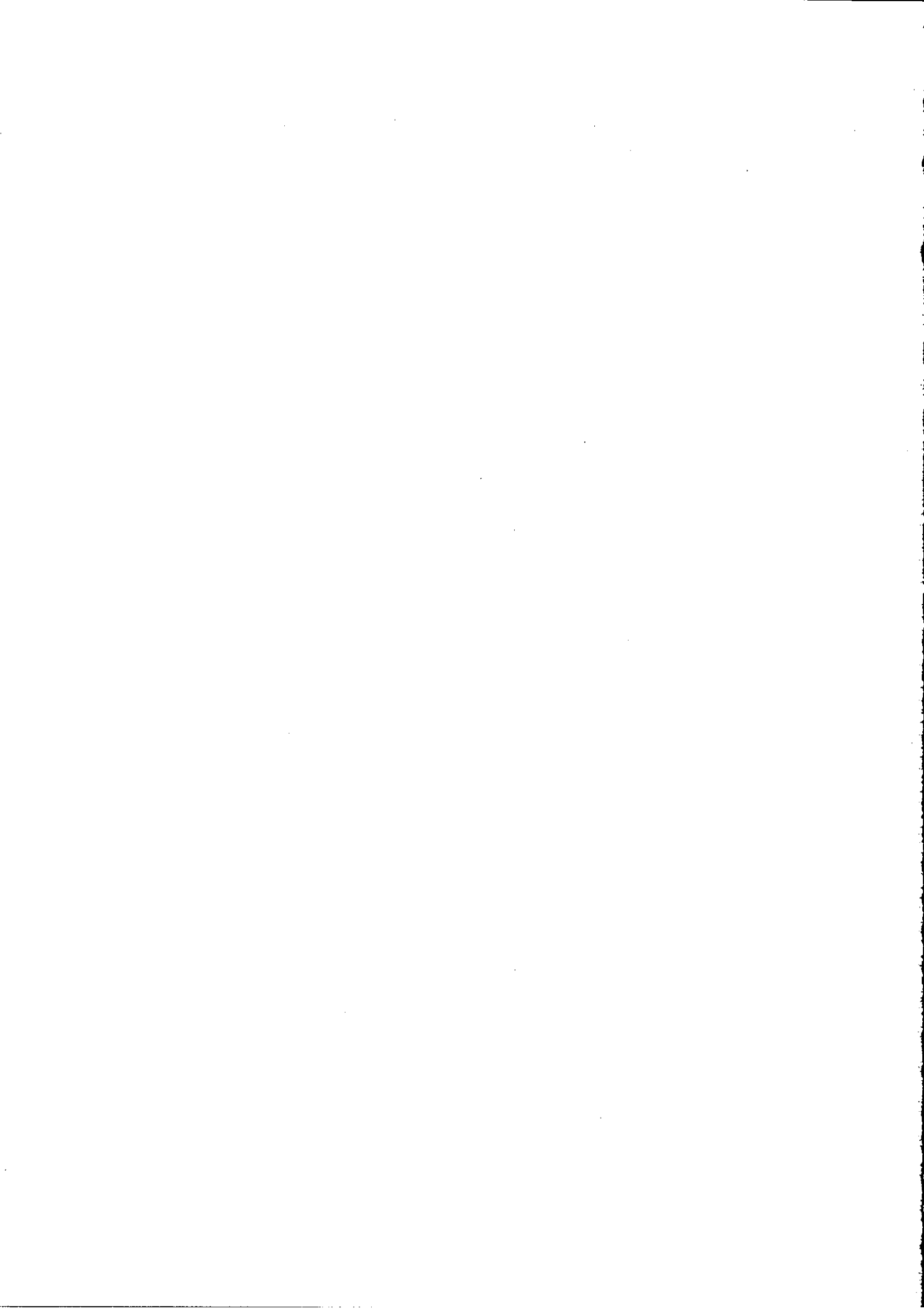
目次

2. 環境改善効果の試算	89
3. 経済性等の評価	90
II-5 まとめと今後の課題	92
1. 研究成果	92
2. システムの実用性評価	92
3. 環境保全対策に対する有効性等評価	92
4. 今後の課題	93

III 実用規模の施設による実証試験

III-1 実証試験の目的	97
III-2 施設の概要	97
1. 沿道型システム	97
2. トンネル型システム	101
III-3 沿道型システムの実証試験結果	101
1. 施設の処理効率調査	101
2. 施設による沿道環境改善効果	102
(1) 施設による自動車NO _x の除去効果	102
(2) 施設の稼働による沿道大気環境の改善効果	102
3. 運転手法調査	104
4. 経済性調査	104
5. 施設の耐久性調査	105
6. 緑地管理調査	106
III-4 トンネル型システムの実証試験結果	107
1. 施設の処理効率調査	107
2. 施設による環境改善効果	108
3. 運転手法調査	110
4. 経済性調査	110
5. 施設の耐久性調査	110
6. 浄化機能調査	112
III-5 実証試験の成果	112
1. 沿道型システム	112
2. トンネル型システム	113
3. 今後の課題	113

I 調査研究の概要



I - 1 調査の目的

大都市圏における二酸化窒素（NO₂）に係る環境基準の達成状況は、自動車の交通量の増加やディーゼル化の進展等により、これまでの自動車排出ガス規制の強化にもかかわらず依然厳しい状況にある。

このため、大阪府等の6都府県においては、「自動車NO_x法」に基づく「総量削減計画」を策定し、諸施策を総合的に推進することによって、平成12年度末までに環境基準を概ね達成することとしている。

しかし、計画による削減目標量を達成しても一部の自動車排出ガス測定局においては、環境基準の達成は困難と予測されており、局地の実情に応じた効果的な沿道環境改善方策の導入を図る必要がある。

この一手法としてトンネル換気塔などから排出される低濃度の窒素酸化物（NO_x）の物理的・化学的な処理方法の開発が進められているが、自然界の土壤にも大気中のNO_x等を吸収分解する能力のあることが報告されており、公害健康被害補償予防協会が平成5年度に実施した「土壌を用いた大気浄化システムの有用性に関する調査」においては、NO₂が土壌と微生物の作用により効率良く吸着・分解されることが室内実験において確認されている。

本調査はこうした研究を踏まえ、平成6年度に設置した実験プラントおよび平成7年度にスケールアップしたモデルプラント、並びにこれら実験施設の成果を生かして平成8年度に設置された実用規模の「沿道型」および「トンネル型」両システムによる大気汚染物質の低減効果、システムの耐久性等について総合的に考察したものである。

I - 2 調査研究の体制

本調査研究は、学術経験者および調査研究担当者よりなる「土壌を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査」専門委員会を下記のごとく設置した。

（専門委員）

陽 捷行	国際農林水産業研究センター 環境資源部長
永田勝也	早稲田大学理工学部 機械工学科 教授
池田有光	大阪府立大学工学部 環境工学講座 教授

（調査研究者）

中西一夫	大阪府環境保健部環境局 交通公害課長
北村 健	大阪府環境保健部環境局 交通公害課参事
合川正弘	大阪府環境保健部環境局 交通公害課長代理
奥野振一郎	大阪府環境保健部環境局 交通公害課係長
高見勝重	大阪府環境保健部環境局 交通公害課主査
松本一浩	大阪府環境保健部環境局 交通公害課主査
小林正興	大阪府環境保健部環境局 交通公害課技師
中島秀一	大阪府環境保健部環境局 交通公害課技師
今村 清	大阪府公害監視センター 主任研究員
服部幸和	大阪府郊外監視センター 主査
長谷川次郎	大阪府公害監視センター 技師

土壤を用いた大気浄化システムの実用性に関する調査

中田昌眞 (株)フジタ 技術研究所
環境研究部長

金子和己 (株)フジタ 技術研究所
環境研究部主任研究員

佐藤紳一郎 (株)フジタ 技術研究所
環境研究部主任研究員

佐竹英樹 (株)フジタ 技術研究所
環境研究部主任

竹島佐絵子 (株)フジタ 技術研究所
環境研究部研究員

木村真人 名古屋大学農学部
土壤生物化学研究室教授

(敬称略)