

論	文
---	---

大 気 中 NO<sub>2</sub> の 除 去 II吉 田 幸 治\*<sup>1</sup>, 中 村 勝 一\*<sup>2</sup>Removal of NO<sub>2</sub> from the atmosphere IIKohji YOSHIDA\*<sup>1</sup> and Katsuichi NAKAMURA\*<sup>2</sup>

(Received: October 15, 1992)

## ABSTRACT

The authors, following the previous paper,<sup>(1)</sup> examined to reduce NO<sub>2</sub> contents of atmosphere by using alkali remover.

In this time, the main apparatus, absorbing column, was improved as larger scale as eight times in radius, and five times in height. The flow rate of air was 10 l/min.

Over 70% removing rate was obtained by using 680 g silica gel containing NaOH as the remover.

It became clear that removing rate was largely influenced from the atmosphere humidity. Therefore, the experimental procedure was also modified as the air contained with large humidity before passed through into the remover.

Using more remover has given more large removing rate.

The authors presented a plan for practical use according to the results.

## 1 はじめに

近年、化学物質による大気汚染が世界的に問題とされ、特に大都市においては、亜硫酸ガス (SO<sub>2</sub>)、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>)、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、浮遊粉塵などが深刻な影響を引き起こしている。わが国においては、例えば発電所における良質の石油の使用などにより、SO<sub>2</sub> による汚染は軽減されたものの、一層の企業活動や自動車の排気ガスなどからもたらされる窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>: 主として NO と NO<sub>2</sub>) が、深刻な身体影響を与えるので注目されている。窒素酸化物は石油、石炭などの化石燃料の高温下での燃焼が主な発生源であ

り、我々の身近な生活のなかでは火力発電所、ボイラー、自動車エンジン (特にディーゼル機関) などが上げられる。

NO<sub>x</sub> のうち NO と NO<sub>2</sub> は燃焼の際に、空気成分である窒素と酸素の直接反応により容易に生ずる。また NO<sub>2</sub> は NO の大気中での酸化によっても発生し、赤褐色で特異な悪臭のある有毒な気体として知られている。このように窒素酸化物は、商工業の密集地帯や、人口の密集地域に大量に存在すると言える。さらに窒素酸化物は、光化学スモッグを引き起こすオキシダント (大気中の窒素酸化物、炭化水素等が強い紫外線により、光化学反応を起こした結果出来るオゾンを主成分とした酸化性物質の総称) の発生要因でもある。

このような大気汚染については、東大阪だけでなく日本全域あるいは世界的に広範な問題となりつつあ

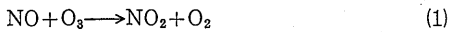
\*<sup>1</sup> 近畿大学理工学部原子炉工学科\*<sup>2</sup> 近畿大学原子力研究所

り、解決が急がれる。ここで、特に問題となる窒素酸化物による大気汚染を低減するためには、まず第一に NO<sub>2</sub> の有効な除去法を開発する必要がある。

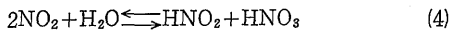
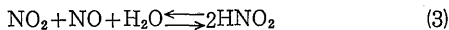
本研究では、(1)水酸化ナトリウム水溶液、(2)シリカゲル、(3)NaOH を担持させたシリカゲル、を用いて、大気中の NO<sub>2</sub> を除去することを試み、その除去剤の有用性を調べるとともに装置の開発を主目的とした。NO<sub>2</sub> の検出にはザルツマン法を用いた。

## 2 考 え 方

NO は、前にも述べたように空気中の酸化剤（オゾン、酸素など）により容易に酸化され NO<sub>2</sub> を生じる。これを化学反応式で示すと

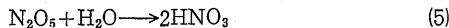
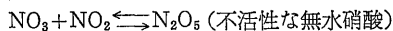
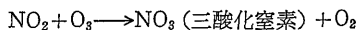


また、NO と NO<sub>2</sub> は水蒸気 (H<sub>2</sub>O) により亜硝酸や硝酸を生じる。



これは酸性雨の原因の一つでもある。

一部の NO<sub>2</sub> は



となるものもある。つまり NO<sub>2</sub> はどの化学反応式からも酸を生じる。よって、酸を中和できるアルカリを用いることにより、これを除去できると考えられる。アルカリの中でもアンモニアを用いる方法が現在企業により開発されつつあるが、ここではつぎに述べる三種の方法を検討した。

## 3 実 験

NO<sub>2</sub> の除去剤として用いたのは 1, 水酸化ナトリウム (N), 2, シリカゲル (S), 3, 水酸化ナトリウムを担持させたシリカゲル (NS), の三種である。前報は、試験管内での大気流速約 300ml/min という小規模実験であった。今回は実験装置をより大規模化し、10l/min の流速で行なった。

実験装置を図 1 に示す。除去塔、洗浄塔は、いずれも内径 20cm, 高さ 100cm のガラス製円筒である。洗浄塔には PE 製充填物を入れ、大気と水との接触面積を大きくした。N では、除去塔にも PE 製充填物を入れた。S, NS では、除去剤の充填高さは約 3cm であった。N の除去塔および洗浄塔の除去液、洗浄水の流量はおよそ 5l/min であった。

## 4 結果と考察

図 2 に、15% NaOH 水溶液 (N) を用いた時の通気時間と NO<sub>2</sub> 除去率の関係を示した。除去率は、前報と同じ定義である。図から判る通り平均 50.6% の除去率であったが、安定した除去率は得られず、比較的短時間で除去率の低下が見られた。

22.6% NaOH 水溶液を用いた時 (図 2 中に示してある)、除去率は約 2% 上昇したが、やはり短時間の内に除去率は低下した。

図 3 に、S の除去率と通気時間の関係を示す。N の場合よりいくぶん安定した除去率 (平均 66.7%) を示したが、通気 18 時間以降は急激な除去率の低下を示した。このシリカゲルを加熱再生し (この時吸着してい

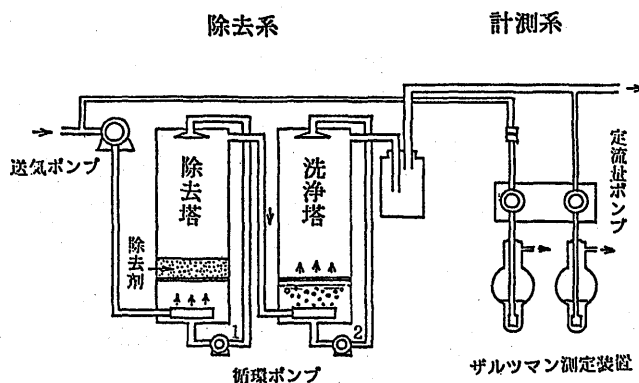


図 1 実験装置 液体除去剤を用いる時は循環ポンプ 1 も作動させる

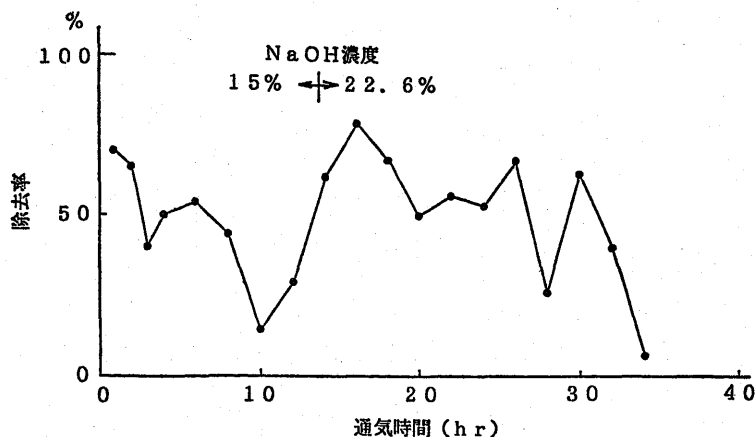


図2 NaOH 水溶液による大気中 NO<sub>2</sub> の除去実験結果

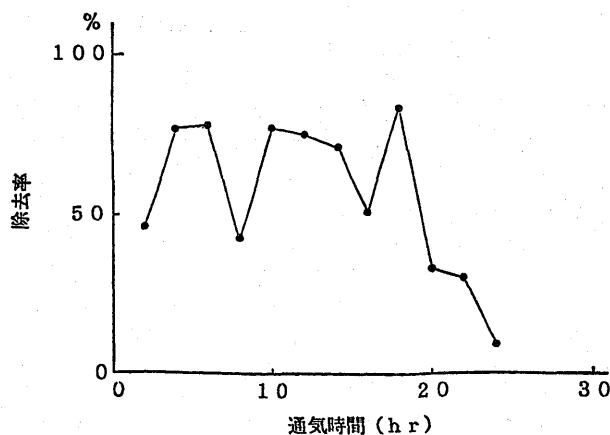


図3 シリカゲルによる大気中 NO<sub>2</sub> 除去実験結果

た NO<sub>2</sub> が放出されることは、前報と同様であった)、再使用した結果は、除去率平均61.8%で、やはり通気18時間以降除去率は低下した。

NS として、3% NaOH 水溶液にシリカゲルを充分浸漬し、乾燥させたものを使用した。NS 680g を用いた時の結果を図4に示す。これによると、通気開始後35時間の平均除去率は74.5%であり、前二者に比較してかなり長時間有効に NO<sub>2</sub> の除去が行なわれることが判る。また NS を 1.070g に増量した場合、通気開始35時間の平均除去率は78.5%と4%上昇した。

図4には、実験時の大気湿度も示した。これによると、除去率は大気湿度と大きな相関のあることが判

る。そこで、実験装置の除去塔と洗浄塔を入れ替え、かなりの湿度を持たした大気を除去塔に送るようにした。図4の100時間以降がそれで、この部分の平均除去率は、両塔交換前30時間の平均除去率62.1%より大きく上昇して、67.2%を示し、比較的安定してなお長時間有効であることを示した。

この実験に使用した NS を超音波洗浄した後、再び NaOH 水溶液に浸漬し、充分乾燥した除去剤を用いて前報と同様の実験をしたところ、除去率は約80%となり、850時間通気してもその効率は低下しなかった。ただ、超音波洗浄の際シリカゲルの破壊があり、これをふるいにかけて除くとおよそ30%の減量があった。

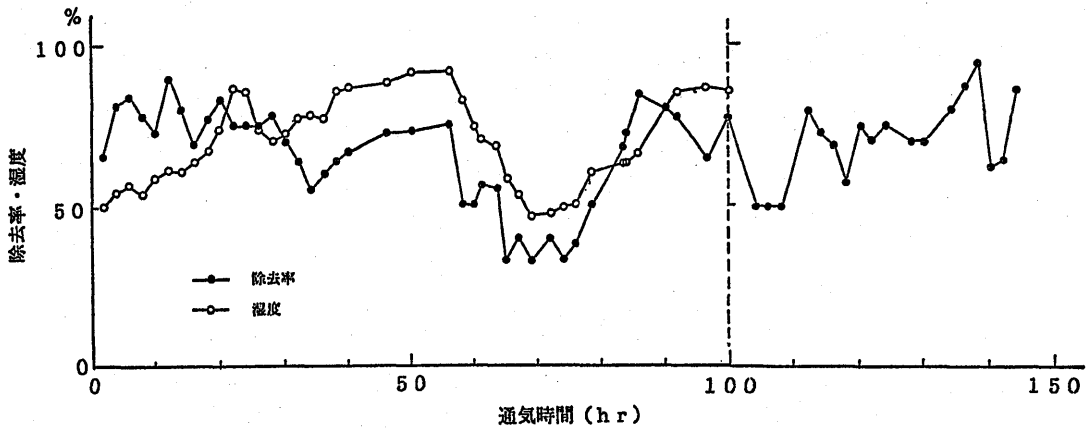


図4 NaOH を担持させたシリカゲルによる大気中 NO<sub>2</sub> 除去実験結果

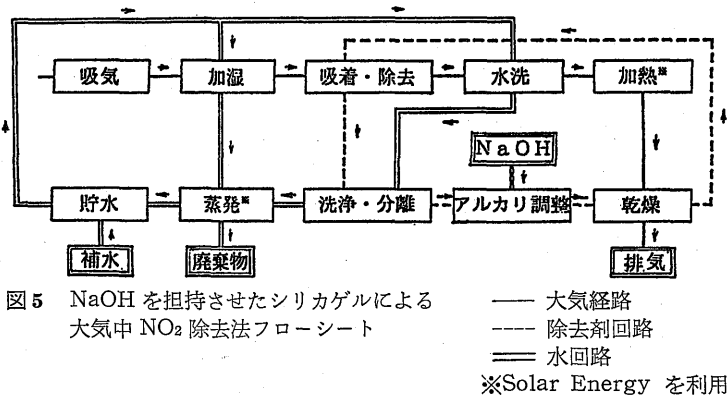


図5 NaOH を担持させたシリカゲルによる大気中 NO<sub>2</sub> 除去法フローシート

## 5 まとめと実用化への考察

実験した三種の除去剤のうち、NaOH を担持させたシリカゲル (NS) が最良であることが、前報に引き続いて確かめられた。

NS の大気中 NO<sub>2</sub> の除去率は、前報ではおよそ90%と高かったが、装置を大規模化した今回の実験では、74%程度で低くなった。これは、前報では除去剤層の有効厚さは約5cmであったが、今回のそれは約3cmであり、そのため接触断面積が低下したこと、および通気断面積が大きくなったことによる通気の片寄りが生じたためであり、このため単位断面積あたりの通気量が約半分になったにもかかわらず、除去率の低下をもたらしたものと思われる。このことは除去剤を680g から1,070gへ増量させた時の除去率の上昇(74%から78%へ)により確かめられた。したがってNSの量を考慮すれば、十分な除去率を得ることが可

能である。

本研究の結果を実用化するためのフローシートを図5に示す。ここで問題となるのは除去剤の再生、乾燥であろう。

再生には、超音波洗浄は必要でなく、単に水を通した後アルカリ調整すれば足りるのであろう。乾燥には、電力、ボイラーによる加熱等は避けるべきだろう。これらはNO<sub>2</sub>を発生するからである。考えられるのは太陽エネルギーの利用である。これらの利便のため、除去剤はカートリッジ式とするのが良いであろう。

このような装置が、自動車トンネルの出入口付近、交通量の多い交差点付近、工場の近く等に設置されて、住民が大気汚染の心配なく生活できるようにしたいものである。

## 参考文献

- (1) 近畿大学原子力研究所年報 Vol. 27, p. 15.