

# 都市及びその周辺地域における大気環境の 水溶性窒素化合物の動態（現状分析）

押尾敏夫

## 1 目的

地表付近に負荷された N 化合物は微生物、植物、動物などの生命活動を通して循環／滞留／蓄積などにより一部はやがて N<sub>2</sub> という形で大気中に戻る。当然、水圏の生命活動にも寄与し、滞留性の水圏においては「ある価値観の基準」に照らし「悪化」の方向に作用する。これらの諸過程は必ずしも定量的に理解されていない。そこで、N 化合物の大気環境への排出量、大気環境濃度及び大気環境からの沈着量について現状を予備的に把握する。

## 2 現状

### 2.1 NO<sub>x</sub>及びNH<sub>3</sub>の大気環境への排出量

#### (1)NO<sub>x</sub>排出量

大気環境への排出段階ではその大部分は NO であるらしい。固定発生源については常時監視システムが整備されており、本県の約 80 % が把握されており、表 1 に示すようにその排出傾向はここ 10 数年間横ばいであると認識される。一方、移動発生源については、表 2 に示すように環境濃度から推測すると 97 年度以降減少傾向にあるようだが、その「量」については定かでない。

#### (2)NH<sub>3</sub>排出量

NH<sub>3</sub> の大気環境への排出量については、定量的な議論が緒に就いたところであり、横山が（原単位）×（員数）から、工業、自動車、農業等からの排出を見積もっており、農業系から  $0.41 \times 10^9 \text{ mol/y}$ 、非農業系から  $0.12 \times 10^9 \text{ mol/y}$  が示されている。

### 2.2 ガス及び粒子状 N 化合物濃度

#### (1)NO<sub>2</sub>濃度

大気中の NO<sub>2</sub> は、「大気汚染」という観点から「都市」を中心に地表付近の濃度を常時監視するシステムが整備されており、表 2 に示すような値

で横ばいで推移している。

#### (2)HNO<sub>3</sub>、NH<sub>3</sub>濃度及びNH<sub>4</sub>／NO<sub>3</sub>塩濃度

大気中の HNO<sub>3</sub>、NH<sub>3</sub> は、粒子状の塩とガス態の間に低い温度での熱平衡があり、大気中での存在状態を表現した調査法が必ずしも確定されておらず、また自動測定機も開発されていないことから、大気濃度についてはほとんど知見がない。全環研で行った調査結果を表 3 に示す。

## 3 大気環境から地表付近への沈着

降水経路については、降水量そのものがとりあえず地／水圏への負荷である。（表面を流れてしまうものがあるので一義的ではないが・・・）

$$\text{湿性沈着量 (mol/m}^2\text{)} = \text{降水中濃度 (mol/L)} \times \text{降水量 (mm)} \quad (1)$$

一方、ガス／粒子態については代理表面を使って沈着した量を測定する方法と大気濃度を測定し、適当な沈着速度を乗じて乾性沈着量を評価する方法とがある。前者については適当な代理表面がないので後者が一般的である。

$$\text{乾性沈着量 (mol/m}^2\text{)} = \text{大気濃度 (mol/m}^3\text{)} \times \text{沈着速度 (m/hr)} \times \text{観測時間 (hr)} \quad (2)$$

湿性沈着量及び N 化合物の大気濃度のレベルと沈着速度のレベル及び平均乾性沈着速度から推計した沈着量表 3 に示す。表から湿性沈着量とガス状の N 化合物の濃度を見積もればよいことが伺える。NO は水との反応はほとんど考えられないので、表に示された値はやや過剰に見積もっている可能性がある。ガス状 NH<sub>3</sub>、HNO<sub>3</sub> は本来粒子状であった NH<sub>4</sub> 塩及び NO<sub>3</sub> 塩の熱分解によって生じたものも含まれるのでやや過剰に見積もっている。同様に粒子状の NH<sub>4</sub>、NO<sub>3</sub> についてはやや過剰に見積もっている可能性がある。

表1 千葉県における固定発生源からのNOx排出量 (単位: 10<sup>9</sup>mol/y)

年度	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
固定(N)	0.83	0.90	0.98	1.00	0.96	0.96	1.00	0.98	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.86

表2 千葉県における自排局と一般局のNOx濃度及び濃度差 (単位: ppb)

年度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
NO(一般)	13	13	13	13	13	12	13	13	12	14	13	13	12	11	12
NO <sub>2</sub> (一般)	17	17	18	18	19	18	18	18	18	18	18	18	17	17	17
NO <sub>x</sub> (一般)	30	30	31	31	32	30	31	31	30	32	31	31	29	28	29
NO(自排)	53	53	50	46	46	46	49	50	47	48	44	41	37	36	37
NO <sub>2</sub> (自排)	31	31	32	31	33	32	33	33	34	33	32	31	29	29	29
NO <sub>x</sub> (自排)	84	84	82	77	79	78	82	83	81	81	76	72	66	65	66
NO <sub>x</sub> (差)	54	54	51	46	47	48	51	52	51	49	45	41	37	37	37

表3 年平均濃度から推計したN化合物の沈着量

状態	成分	乾性沈着速度(cm/s)			環境濃度レベル		沈着量 mmol/m <sup>2</sup> /y
		最小値	最大値	平均	ppb	nmol/m <sup>3</sup>	
ガス	NH <sub>3</sub>	0.60	1.2	0.90		178	50.5
	HNO <sub>3</sub>	0.77	5.8	3.29		18	18.6
	NO <sub>2</sub>	0.08	0.72	0.40	17	759	95.7
	NO	0.03	0.27	0.15	12	536	25.3
粒子	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.1	0.5	0.3		68	6.4
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.1	0.5	0.3		26	2.5
降水	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>					18	25.2
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					15	21.2

注1) NO<sub>2</sub>, NOは千葉県の一般局平均(2001fy)

注2) 降水以外の他の項目は全国平均(全環研酸性雨調査研究部会調査結果)、降水は千葉県平均。

注3) 降水の濃度はmmol/m<sup>3</sup>であり、ガス・粒子の場合の10<sup>6</sup>倍の単位である。