

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（硝酸態）の動態

押尾敏夫, 横山新紀

1 目的

人為的活動により大気環境に排出された NO_x は、NO₂、HNO₃ として乾性沈着あるいは降水に取り込まれ湿性沈着により地表付近に負荷され、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 N₂ 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。

ここでは、原因としての NO_x の排出強度と結果としての NO₂、HNO₃ 環境濃度及びこれらに係る乾性沈着量並びに降水由来の NO₃ 沈着量を地域別に見積もる。なお、NH₃ 由来については別稿で論じる。

2 方法

2.1 HNO₃ ガス及び降水由来の NO₃ 沈着量

HNO₃ ガスの捕集は、ポリアミドろ紙（N66 ナイロン）をポリフロン（PF100）で挟んだパッシ

ブサンプラーを用い、大気濃度は全環研東海・近畿・北陸支部による換算式¹⁾を用いた。

降水の捕集は、降水時開放型の自動降水採取装置（Wet-only サンプラー）を用いた。

2.2 資料

固定・移動発生源からの排出量は千葉県委託報告書²⁾、一般環境の NO₂ 環境濃度は千葉県大気汚染常時監視結果（電子媒体）及び面積は千葉県統計年鑑³⁾を用い市町村別に集計した。

2.3 沈着量の見積もり

乾性沈着量は環境濃度に乾性沈着速度（NO₂：0.40cm/s、HNO₃：1.32cm/s）⁴⁾を乗じ、湿性沈着量は NO₃ 濃度に降水量を乗じ求めた。市町村別の統計量をそれぞれ独立の値とし、さらに地域別に集計し地域統計量とした。

3 結果

地域別の NO_x の排出強度、NO₂、HNO₃ 環境濃度及びこれらの乾性沈着量を表1に示す。また、地域別の NO₃ の湿性沈着量を表2に示す。

表1 地域別のNO_xの排出強度、NO₂、HNO₃環境濃度及びこれらの乾性沈着量

地域	所属市町等	合計面積 km ²	発生源			環境濃度		沈着量	
			移動	固定	合計	NO ₂	HNO ₃	NO ₂	HNO ₃
			tonN/km ² /y			ppb		tonN/km ² /y	
東葛	松戸・野田(+関宿)・柏 流山	273	3.6	1.0	4.6	44	1.2	1.8	0.31
葛南	市川・船橋・習志野 八千代・鎌ヶ谷・浦安	252	6.4	3.0	9.4	40	1.3	1.6	0.33
千葉	千葉・佐倉・四街道	410	3.1	1.7	4.8	33	0.5	1.3	0.13
市原	市原・袖ヶ浦	451	1.2	19.0	20.2	27	0.8	1.0	0.21
君津	木更津・君津・富津	663	0.6	4.7	5.3	26	-	1.0	-
北総	銚子・佐原・小見川 東庄	312	0.7	0.1	0.8	16	0.1	0.6	0.04
成田	成田・酒々井・下総 神崎・大栄・芝山	296	1.2	0.2	1.4	21	1.0	0.8	0.25
印西	我孫子・印西・白井 印旛郡	260	1.8	0.3	2.1	31	-	1.2	-
その他	上記を除く市町村	2205	0.5	0.1	0.5	19	0.3	0.7	0.08

注1)移動は2002年度、固定は2000年度、NO₂環境濃度は2003年度、HNO₃環境濃度は2004.4から2005.12の集

計注2)NO₂の乾性沈着速度を0.40cm/sec、HNO₃の乾性沈着速度を1.32cm/secとする。

注3)千葉地域の測定地点は郊外の地点である。

表1から、広範囲に影響を及ぼす固定発生源からの NO_x 排出強度は臨海工業地帯の主要地域である市原地域が他地域に比べ少なくとも数倍強い

ことが見て取れる。自動車由来の NO_x 排出強度は県北西部の地域である葛南、東葛、千葉地域が数 tonN/km²/y であった。これらが NO から NO₂ へ

の反応を伴って移流混合された結果である NO₂ 環境濃度をみると、県北西部の葛南、東葛、印西、千葉地域が他地域より高く、自動車由来の NO_x 排出強度が強いところで高い傾向が見られるが一義的ではない。一方、二次生成物である HNO₃ 濃度は葛南、東葛や成田地域で高かった。これらのガス濃度と乾性沈着速度から求めた乾性沈着量をみると、1～2 tonN/km²/y で、その多くは NO₂ 由来のものであった。

表 2 最近の地域別の NO₃ 湿性沈着量
(1995年から2005年平均))

地域	降水量 万トン/km ² /y	NO ₃ -N tonN/km ² /y
東葛	130.4	0.40
葛南	119.9	0.36
千葉	-	-
市原	115.2	0.35
君津	162.9	0.41
北総	143.8	0.32
成田	126.8	0.36
印西	-	-
その他	155.7	0.33
佐倉 ^{*)}	186.0	0.36
八街 ^{*)}	198.8	0.36
東総 ^{*)}	199.0	0.30

*)は2004.9～2005.12の集計値である。

表 2 から、1995 年以降の千葉県への水の供給量は概ね百数十万トン/km²/y 程度であった。2004 年 9 月から 2005 年 12 月の佐倉他 2 地点の供給量は 200 万トン/km²/y であり、例年より多い状況であった。一方、NO₃-N 湿性沈着量は、0.3～0.4tonN/km²/y で地域差は大きくなかった。

印旛流域圏の多くを占める葛南・千葉地域に注目すると、NO_x 排出強度として約 6.5tonN/km²/y 程度であり、乾性沈着として NO₂ 由来が約 1.4tonN/km²/y、HNO₃ 由来が約 0.2tonN/km²/y と見積もられ、湿性沈着として 0.4tonN/km²/y と見積もられた。

NO₂ については、排出された NO が主にバックグラウンド的に存在する O₃ による酸化によってその多くがもたらされ、また HNO₃ については主に光化学反応によって O₃ が生成する過程の停止反応 (NO₂ + OH・ → HNO₃) によってもたらされる⁵⁾ ことから劇的に減少するとは考えられない。

従って、大気由来の NO_x 系の負荷は概ね 2tonN/km²/y 程度は避けられなく、印旛沼流域圏面

積が 489.8km² であることから、流域圏への負荷量は約 1 万 tonN/y であり、印旛沼 (11.56km²) への直接負荷は 20tonN/y 強である。

参考文献

- 1) 全環研東海・北陸・近畿支部：パッシブ簡易測定法の実用化検討. 全国環境研会誌. 29(1), 25-35 (2004)
- 2) 株式会社数理計画：「千葉県業務委託平成 13 年度浮遊粒子状物質対策推進事業(発生源別排出量把握等調査) 報告書」. (2002)
- 3) 千葉県：「平成 12 年千葉県統計年鑑」. (2001)
- 4) 全環研酸性雨調査研究部会：第 4 次酸性雨全国調査報告書. 全国環境研会誌. 30(2), 2-79 (2005)
- 5) 公害防止の技術と法規編集委員会：「5 訂公害防止の技術と法規 大気編」. 社団法人産業環境管理協会、726 (2000)