

乾性降下物調査—2021 年度結果—

阿部徳子 加藤晶子 石原 健* 井上智博

(*：現長生地域振興事務所)

1 はじめに

ガス状又は粒子状の大気汚染物質が、大気から直接、地表や湖沼、河川などに沈着することを乾性沈着といい、このようにして沈着した大気汚染物質を乾性降下物という。大気中のアンモニア (NH_3) や硝酸 (HNO_3) などの降下物は、流域の面源負荷に対して大きく影響を与えていることから、2008 年度からガス状及び粒子状の窒素化合物等について観測を実施し、実態の把握及び経年変化等の検討を行っている。

2 調査方法

5 か所の調査地点を図 1 に示した。調査方法は酸性雨全国調査実施要領に基づくフィルターパック法（以下「FP 法」という。写真 1 及び図 2 参照）により行った。ガス状物質及び粒子状物質を 2 週間又は 1 カ月単位で採取し、純水 (F_2 ろ紙のみ過酸化水素水) で抽出し、クロマトディスク ($0.20 \mu\text{m}$) によりろ過した後でイオンクロマトグラフ（陽イオン：島津製作所 Prominence HIC-NS, 陰イオン：東ソー IC-2010）を用いて分析した。なお、旭、市原及び佐倉の 3 地点では同要領に基づくパッシブ法（以下「PS 法」という。写真 2 参照）により NH_3 の測定も併用して行った。



図 1 調査地点



写真 1 フィルターホルダー (FP 法)



写真 2 パッシブサンプラー (PS 法)

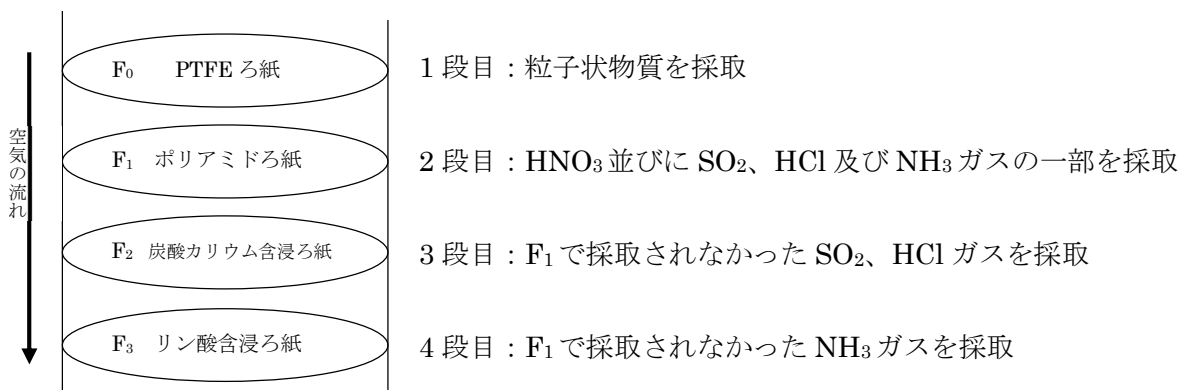


図 2 FP 法

3 調査結果

2021年度に実施した、FP法による測定成分毎の濃度の年平均値を表1に示した。また、年平均値から粒子状物質中のイオン成分の当量濃度を算出し、各成分を地点毎に陰イオン（「A」と表記。）及び陽イオン（「C」と表記。）に分類して図3に示した。

ガス状物質では HNO₃ 3.36（旭）～9.91（市原）nmol/m³、SO₂ 7.12（旭）～66.83（市原）nmol/m³、NH₃ 46.46（清澄）～2948.96（旭）nmol/m³であった。粒子状物質では SO₄²⁻ 16.72（佐倉）～25.11（市原）nmol/m³、NO₃⁻ 19.15（勝浦）～36.51（市原）nmol/m³、NH₄⁺ 15.47（勝浦）～48.06（旭）nmol/m³であった。

NH₃及びNH₄⁺は畜産地域である旭の濃度が最も高く、清浄地域である清澄の濃度と比べると、NH₃では約63倍、NH₄⁺では約3倍であった。また、HNO₃及びNO₃⁻、並びにSO₂、SO₄²⁻及び非海塩性SO₄²⁻（nss-SO₄²⁻）は、工業地域である市原の濃度が最も高かった。Ca²⁺は市原で17.89nmol/m³と他地点より高く、海塩性Ca²⁺（ss-Ca²⁺）濃度は他地点と同程度であったが、nss-Ca²⁺濃度が高めであった。

表1 2021年度フィルターパック法 年平均値（nmol/m³）

調査地点	ガス状物質（F ₁ ～F ₃ ろ紙）				粒子状物質（F ₀ ろ紙）							
	HNO ₃	SO ₂	HCl	NH ₃	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
旭	3.36	7.12	4.83	2948.96	16.72	29.57	74.94	69.78	4.11	9.05	8.45	48.06
勝浦*	3.58	12.29	18.96	48.81	19.42	19.15	63.19	72.85	3.47	9.97	9.48	15.47
清澄	3.88	15.22	19.24	46.46	18.77	21.02	35.52	51.41	3.07	6.57	6.93	15.93
市原	9.91	66.83	28.62	153.30	25.11	36.51	46.90	57.68	3.75	17.89	8.61	36.28
佐倉	8.09	9.15	14.39	65.19	17.09	23.79	20.36	35.31	3.28	7.81	4.56	27.62

※ 2021年11月まで勝浦小羽戸大気測定局、2021年12月から勝浦植野大気測定局にて採取

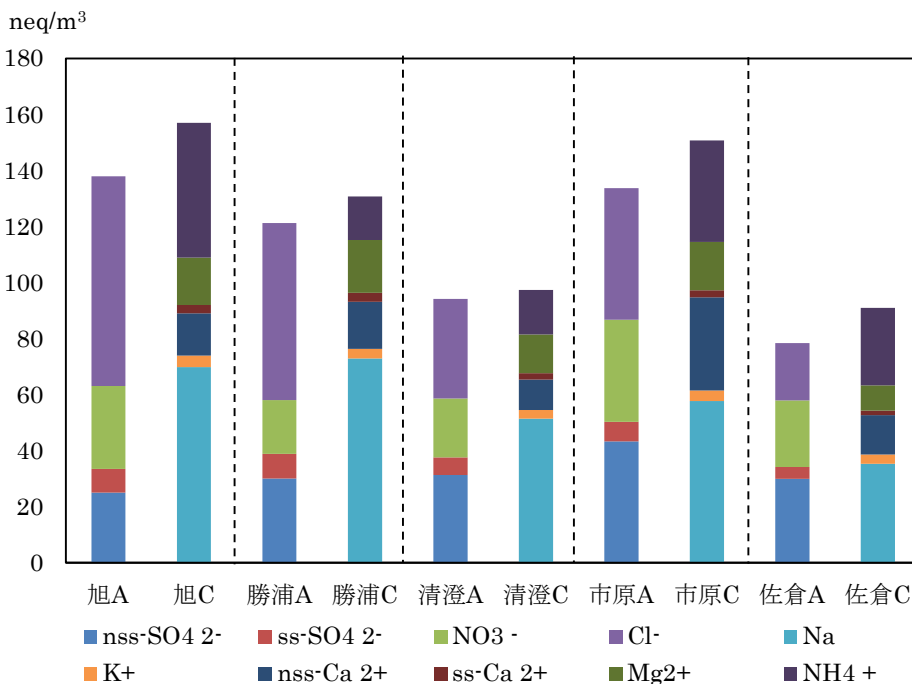


図3 各地点の粒子状物質中のイオン成分の当量濃度（nss-：非海塩性イオン，ss-：海塩性イオン）

粒子状物質中の成分のうち、 nss-SO_4^{2-} 及び NH_4^+ の当量濃度について、2011年からの12か月移動平均を図4及び図5に示した。なお、勝浦及び清澄は2013年4月から調査を開始、市川は2014年12月に調査を終了している。

nss-SO_4^{2-} 及び NH_4^+ はともに、各地点で、2014年をピークに特に2015～2016年に濃度低下し、2016～2017年には一旦上昇に転じた後、再度低下した。その後、 nss-SO_4^{2-} については2021年から、 NH_4^+ については2020年から横ばいで推移している。各成分のうち nss-SO_4^{2-} 、 NH_4^+ の2つは変動傾向がよく似ていることから、粒子状物質の組成に硫酸アンモニウムが含まれていると考えられる。

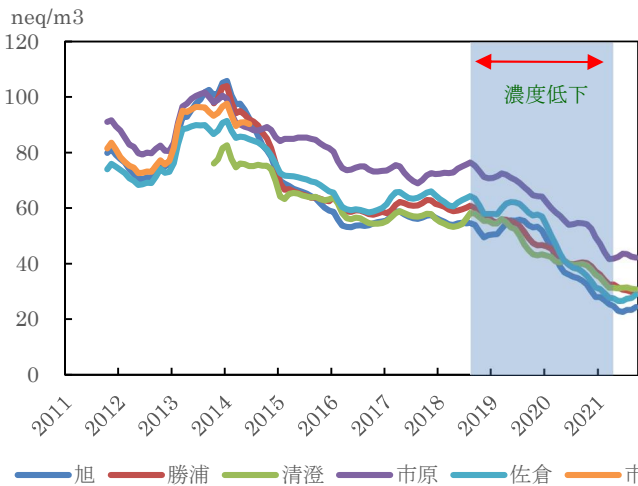


図4 F₀粒子中 nss-SO_4^{2-} 当量濃度推移

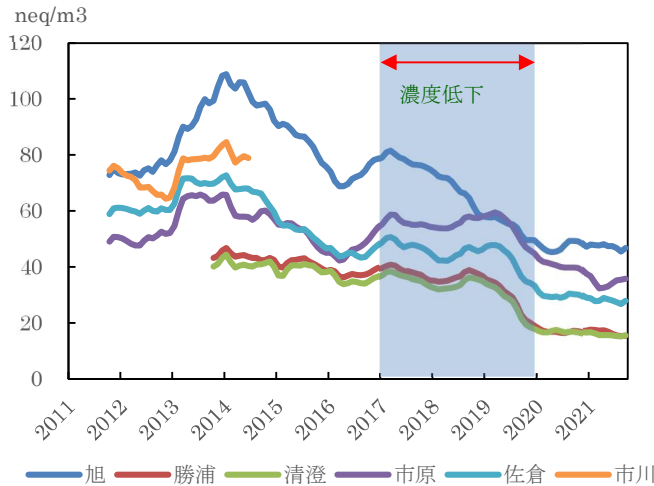


図5 F₀粒子中 NH_4^+ 当量濃度推移

2008年からの旭、市原、佐倉のPS法による NH_3 濃度推移（12か月移動平均）を図6に示した。畜産業の盛んな旭では2008年以降上昇する傾向が見られ、ピークの2014年ごろには 4500 nmol/m^3 程度になった。その後2018年には 3000 nmol/m^3 を下回る値まで低下したが、2019年以降は 3500 nmol/m^3 前後で推移しており、2021年も同様であった。市原、佐倉では 150 nmol/m^3 前後で、全体的にほぼ横ばいで推移した。



図6 PS法による NH_3 濃度推移（旭は左軸、市原及び佐倉は右軸）