

乾性降下物調査—2022 年度結果—

豊田雄一郎 加藤晶子 阿部徳子* 横山新紀 井上智博

(*：現君津地域振興事務所)

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。調査は酸性雨全国調査実施要領（全国環境研協議会）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 か月単位で採取し、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）による NH_3 の測定も併せて行った。



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）

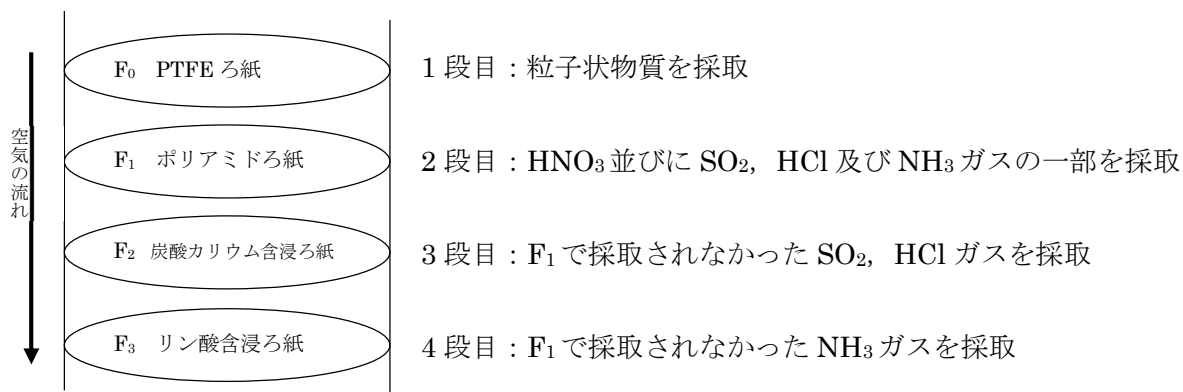


図 2 フィルターパックの構成図

3 調査結果

2022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。

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61倍、NH₄⁺では約4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⁺は市原が23.83nmol/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 2022年度 乾性降下物濃度年平均値（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	3.08	9.53	8.53	2981.59	19.85	31.63	55.88	57.68	3.10	6.13	7.03	44.65
勝浦	3.66	11.49	26.72	53.94	23.46	21.61	61.99	76.40	4.01	8.26	12.16	13.82
清澄	3.43	18.10	18.06	49.15	13.73	14.55	24.71	37.80	2.26	3.73	4.98	9.98
市原	8.43	84.20	30.07	145.89	29.67	40.06	46.00	58.57	4.03	23.83	10.07	34.55
佐倉	6.71	14.42	16.22	57.33	22.23	28.18	14.93	33.33	2.76	6.20	4.13	26.16

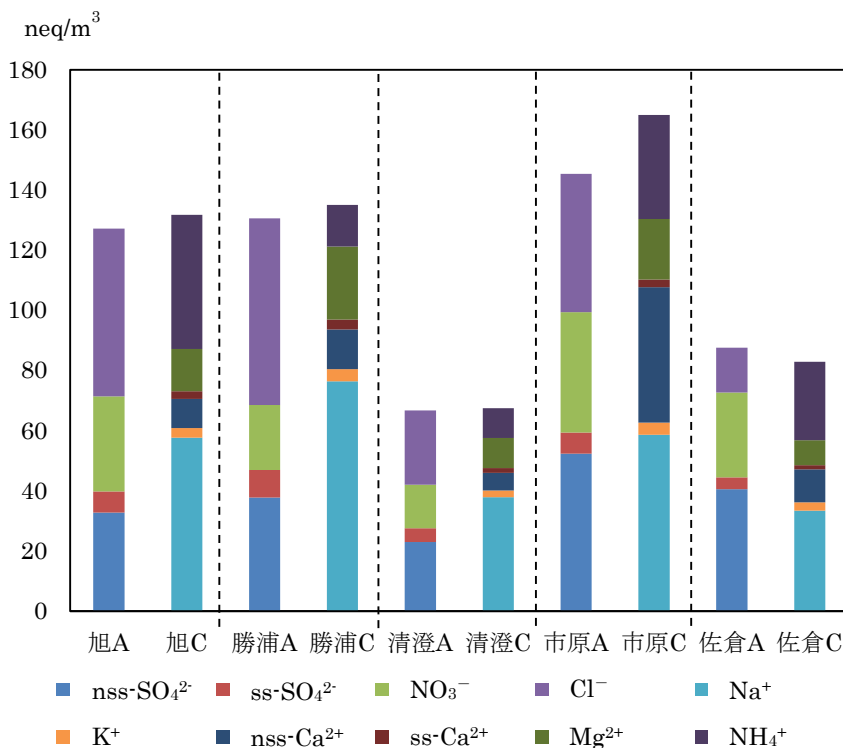


図3 粒子状物質中のイオン成分の当量濃度（nss-：非海塩性イオン，ss-：海塩性イオン）

県内6地点（旭，市原，佐倉，勝浦（2013年から），清澄（2013年から），市川（2014年まで））の粒子状物質中の成分のうち、nss-SO₄²⁻及びNH₄⁺の当量濃度（12か月移動平均）を図4及び図5に示した。nss-SO₄²⁻及びNH₄⁺の濃度はともに、各地点で2014年をピークに、特に2015～2016年に低下し、2016～2017

年に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年から低下と上昇を繰り返し、 NH_4^+ については2020年から横ばいで推移している。

nss-SO_4^{2-} 及び NH_4^+ の濃度は変動傾向が似ており、 nss-SO_4^{2-} はカチオンの中でも特に NH_4^+ と塩を形成しやすいことから、粒子状物質の組成に硫酸アンモニウムが含まれると考えられる。

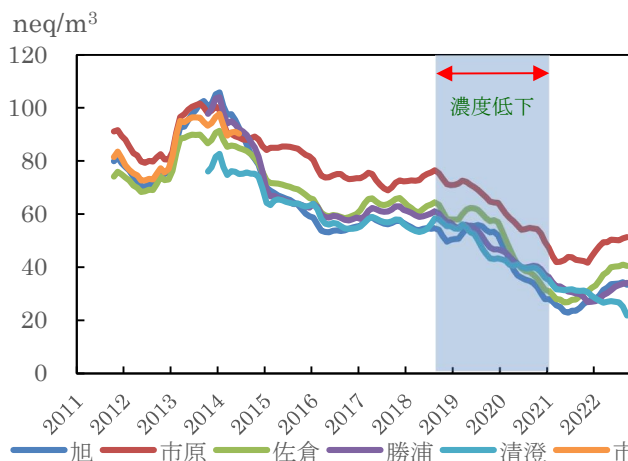


図4 粒子状物質中 nss-SO_4^{2-} 当量濃度推移

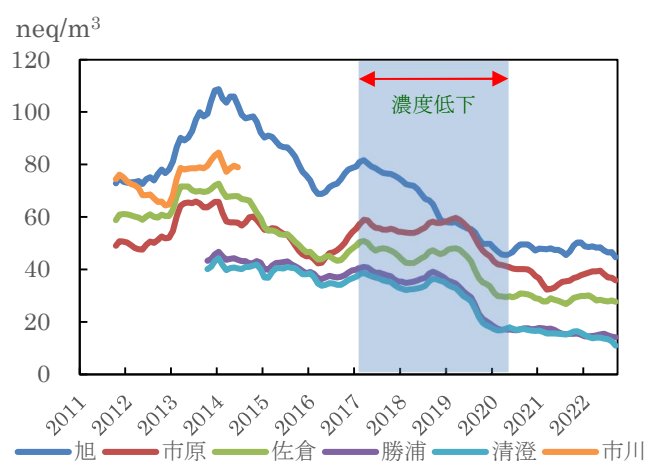


図5 粒子状物質中 NH_4^+ 当量濃度推移

県内3地点（旭，市原，佐倉）のPS法による NH_3 濃度の推移（12か月移動平均）を図6に示した。畜産地域の旭では2009年を境に上昇する傾向が見られ、ピークの2014年には 4500nmol/m^3 程度になった。その後2018年には 3000nmol/m^3 を下回る値まで低下したが、2019年以降は $3000\sim 3800\text{nmol/m}^3$ で推移している。市原，佐倉では 150nmol/m^3 前後で、全体的にほぼ横ばいで推移している。

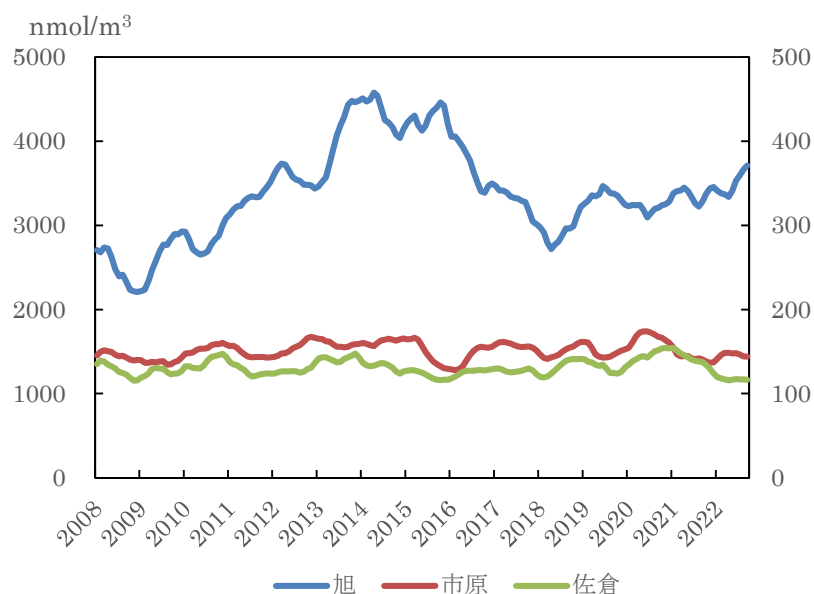


図6 PS法による NH_3 当量濃度推移（旭は左軸，市原及び佐倉は右軸）