

# 乾性降下物調査—2020 年度結果—

加藤晶子 石原 健 阿部徳子 井上智博

## 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 ( $\text{NH}_3$ ) や硝酸 ( $\text{HNO}_3$ ) 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 年度より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 ( $\text{F}_2$  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  $\text{NH}_3$  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)

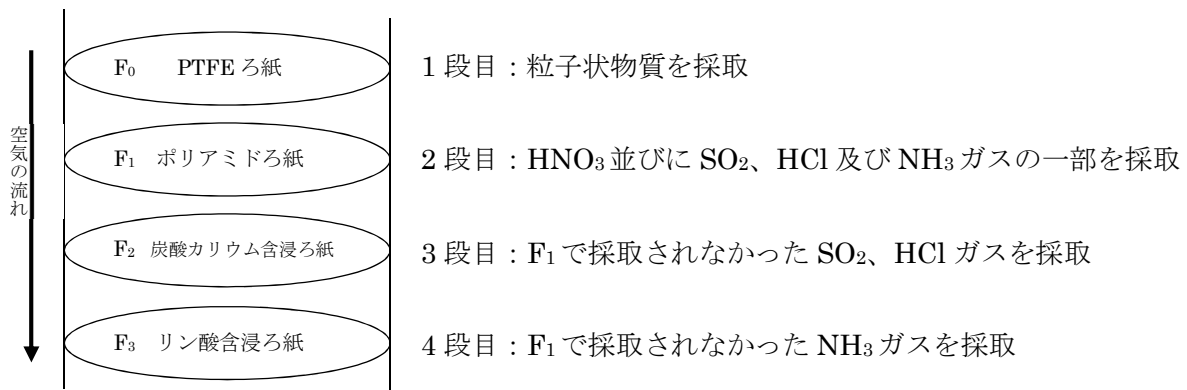


図 2 FP 法

### 3 調査結果

2020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非海塩成分（ $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$ 及び $\text{NH}_4^+$ ）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 $\text{HNO}_3$  3.96（旭）～12.41（市原） $\text{nmol/m}^3$ 、 $\text{SO}_2$  10.18（旭）～79.35（市原） $\text{nmol/m}^3$ 、 $\text{NH}_3$  54.89（清澄）～2599.22（旭） $\text{nmol/m}^3$ であった。粒子状物質では $\text{SO}_4^{2-}$  20.30（佐倉）～30.65（市原） $\text{nmol/m}^3$ 、 $\text{NO}_3^-$  17.22（清澄）～33.20（市原） $\text{nmol/m}^3$ 、 $\text{NH}_4^+$  17.19（清澄）～49.20（旭） $\text{nmol/m}^3$ であった。

$\text{NH}_3$ 及び $\text{NH}_4^+$ 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、 $\text{NH}_3$ では約47倍、 $\text{NH}_4^+$ では約2.9倍であった。また、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 及び $\text{nss-SO}_4^{2-}$ は工業地域である市原の濃度が最も高かった。 $\text{K}^+$ は勝浦で $4.30\text{nmol/m}^3$ であり他地点よりやや高い値であった。 $\text{Ca}^{2+}$ は市原で $14.83\text{nmol/m}^3$ であり他地点より高い値であった。

表1 2020年度フィルターパック法 年平均値（ $\text{nmol/m}^3$ ）

調査地点	ガス状物質（F <sub>1</sub> ～F <sub>3</sub> ろ紙）				粒子状物質（F <sub>0</sub> ろ紙）							
	$\text{HNO}_3$	$\text{SO}_2$	$\text{HCl}$	$\text{NH}_3$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{NH}_4^+$
旭	3.96	10.18	11.05	2599.22	21.14	31.05	69.68	69.92	3.00	9.18	7.67	49.20
勝浦	5.39	12.29	27.50	64.03	24.71	20.55	50.02	73.93	4.30	7.21	9.02	17.65
清澄	5.97	14.82	24.32	54.89	22.96	17.22	24.39	46.87	3.16	5.93	6.10	17.19
市原	12.41	79.35	34.55	162.15	30.65	33.20	33.31	50.93	3.38	14.83	7.36	39.68
佐倉	8.84	16.65	16.15	89.22	20.30	23.83	15.85	32.13	2.52	6.59	3.57	30.35

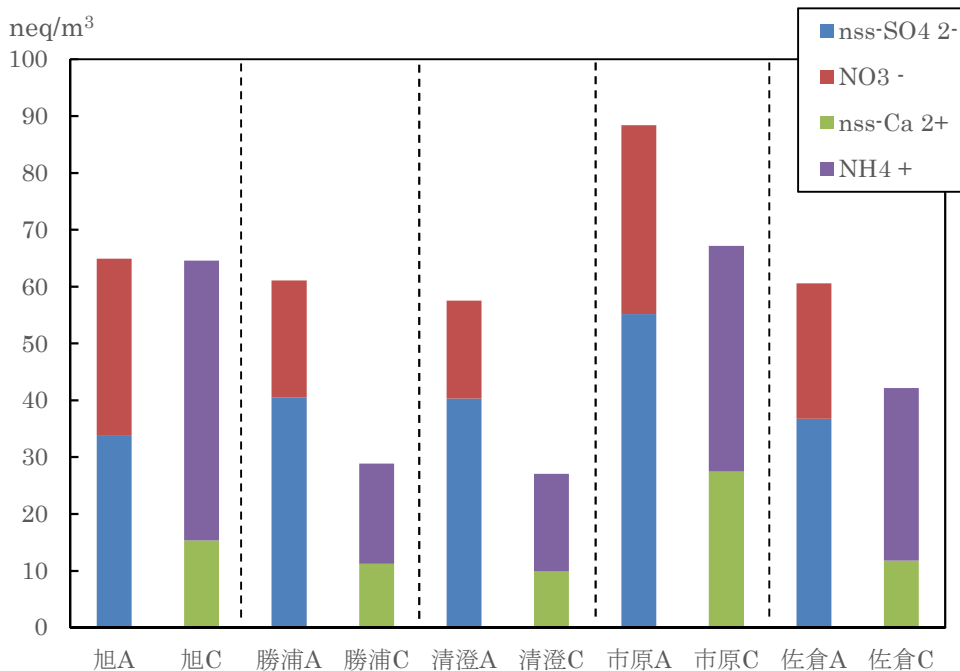


図3 各地点の粒子状物質中の非海塩成分の当量濃度

2011年からの旭、市原、佐倉、勝浦（2013年度から）、清澄（2013年度から）及び市川（2014年まで）の粒子状物質中の成分のうち、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+$ の当量濃度（13か月移動平均）を図4及び図5に示した。各地点とも2014年をピークに特に2015年から2016年にかけて低下し、その後2017年からは横ばい傾向となっており、両成分の変動傾向はよく一致していた。そのため、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思われた。

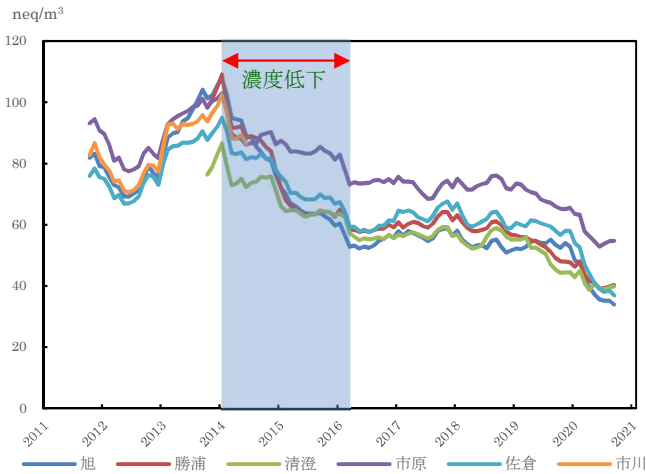


図4 F<sub>0</sub>粒子中  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  当量濃度推移

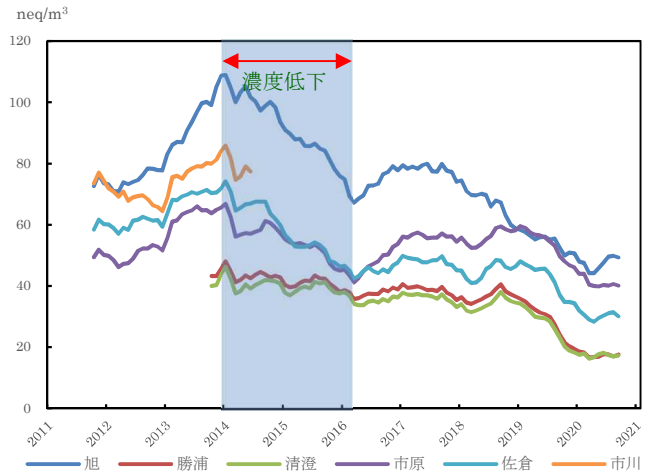


図5 F<sub>0</sub>粒子中  $\text{NH}_4^+$  当量濃度推移

2008年からの旭、市原、佐倉のPS法による $\text{NH}_3$ 濃度推移（13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、2014年には $4500 \text{ nmol/m}^3$ 程度になった。その後2018年には $3000 \text{ nmol/m}^3$ を下回る値まで低下したが、2019年以降は $3000 \text{ nmol/m}^3$ 前後で推移した。市原、佐倉では全体的にほぼ横ばいで推移した。

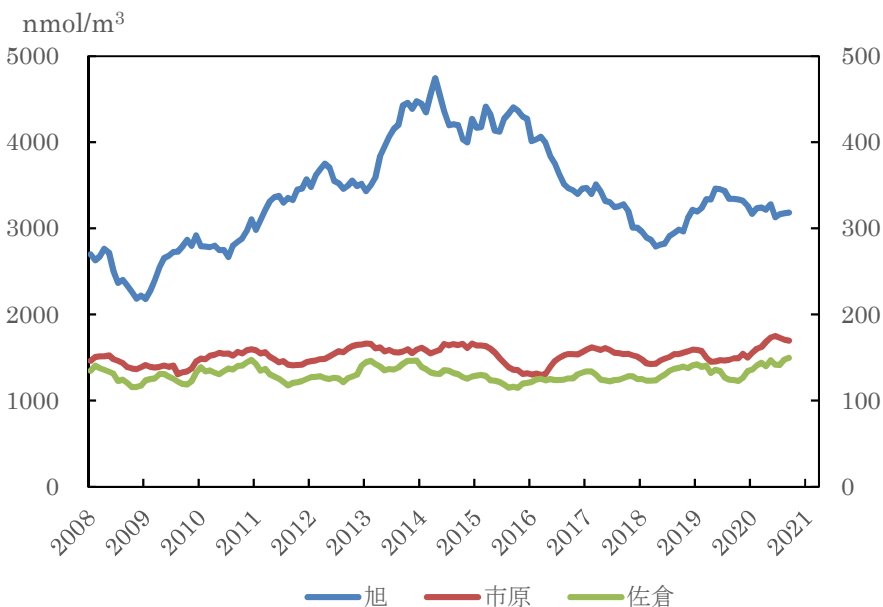


図6 PS法による $\text{NH}_3$ 濃度推移（旭は左軸、市原及び佐倉は右軸）

