

令和5年度酸性雨調査結果

【大気・地球環境室】

田中 卓実

1 はじめに

化石燃料の燃焼等により大気中に放出された窒素酸化物(NO_x)や硫黄酸化物(SO_2)を起源とするこれらの酸性物質が雲や雨に取り込まれ、「酸性雨」が生成する。酸性雨は、地表へ降り注ぎ、水系や土壌等を酸性化させ生態系を破壊するなど環境への影響が懸念されている。

そこで、本県での酸性雨の状況を把握するため、昭和62年度(1987年度)から降水のモニタリング調査(湿性沈着調査)を実施している。本報では令和5年度調査結果を報告する。

2 調査方法

本調査は、全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会第6次酸性雨全国調査実施要領⁽¹⁾に従って実施した。

2.1 調査地点

試料は、東伯郡湯梨浜町南谷(当所屋上、以下「湯梨浜」という。)(図1)で降水を採取した。今回の調査期間は、令和5年3月27日から令和6年3月25日までとした。



● : 湯梨浜(鳥取県衛生環境研究所)

図1 調査地点

2.2 捕集方法

湿性沈着調査には、降水時開放型捕集装置(Wet-only サンプラー: ANEOS(株))を用いて採取した降水を用いた。採取期間は2週間とし、サンプリングは原則2回/月の頻度で行った。

2.3 測定方法

採取した降水は、採取量、pH、電気伝導率(EC)

を測定した後、イオンクロマトグラフ分析装置(ICS-2100)を用いてイオン成分(SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+)の分析を行った。分析方法は「湿性沈着モニタリング手引き書(環境省)」に準拠した。なお、項目毎の測定値の1ヶ月分(2回分)を降水量で加重平均した値を経月変化(季節変化)の評価に用いた。

3 結果

令和5年度に採取した降水 pH の経月変化を図2に示す。湯梨浜の年間最低値は、pH4.66(1月)、また年間の変動範囲は、pH4.66~5.40であった。

加重年平均値(降水量で重み付けした平均値)は湯梨浜 pH4.96となり、この値は令和4年度の国内の長期モニタリング観測地点で得られた観測値の年加重平均値 pH5.07⁽²⁾に比べ、やや低い値であった。図3に年平均値(加重平均値)の経年変化を示す。pH5.6を下回る「酸性雨」が継続的に観測されているが、最近では pH 値が上昇傾向にあり、酸性度が緩和されつつあると考えられる。

降水の pH は主に大気中の NO_x 及び SO_2 を前駆体とする酸性物質の取り込みにより酸性となるため、降水中の NO_3^- 及び非海塩性 SO_4^{2-} (nss- SO_4^{2-}) の濃度の経月変化(季節変動)に着目した(図4、図5)。 NO_3^- は、8月に最も低い値を示し、その後、徐々に上昇し、3月に最も高い値を示した。

nss- SO_4^{2-} は、8月に最も低い値を示し、その後、値が上昇し、2月に最も高い値を示した。

また、降水の pH の中和に寄与する NH_4^+ と非海塩性 Ca^{2+} (nss- Ca^{2+}) の濃度の経月変化に着目したところ(図6、図7)、 NH_4^+ 、nss- Ca^{2+} とも3月に最も高い値を示した。

そこで、主な酸性物質の総当量濃度($[\text{NO}_3^-]+[\text{nss-SO}_4^{2-}]$:単位 $\mu\text{eq/L}$)と主な塩基性物質の総当量濃度($[\text{NH}_4^+]+[\text{nss-Ca}^{2+}]$:単位 $\mu\text{eq/L}$)の経月変化(季節変動)を図8に示す。

2月は、酸性物質の当量濃度が塩基性物質の当量濃度の2倍程度高く超越していたが、他の月は概ね同程度の濃度であった。

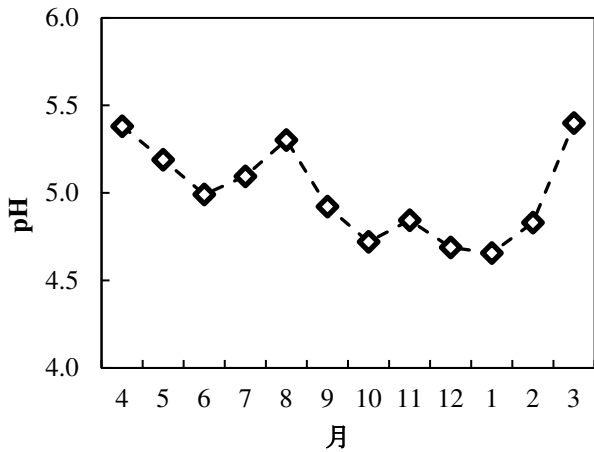


図2 降水 pH の経月変化

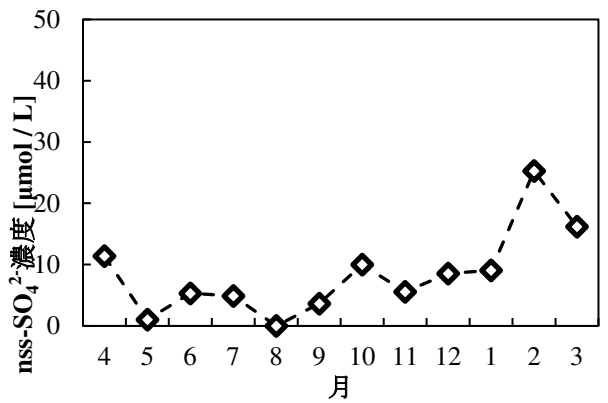


図5 降水中 nss-SO₄²⁻濃度の経月変化

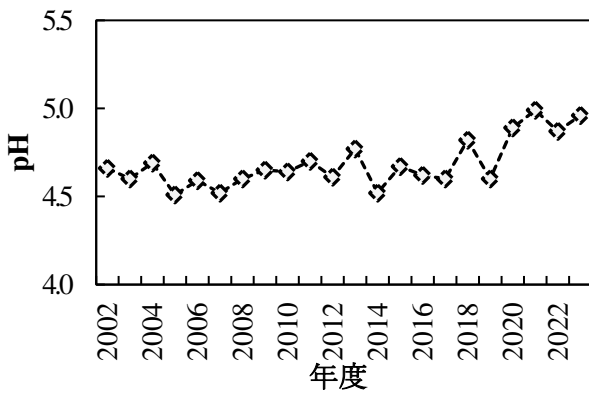


図3 降水 pH 年加重平均値の経年変化

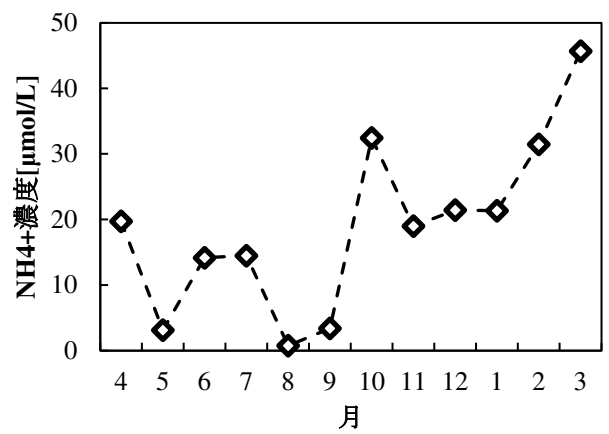


図6 降水中の NH₄⁺の経月変化

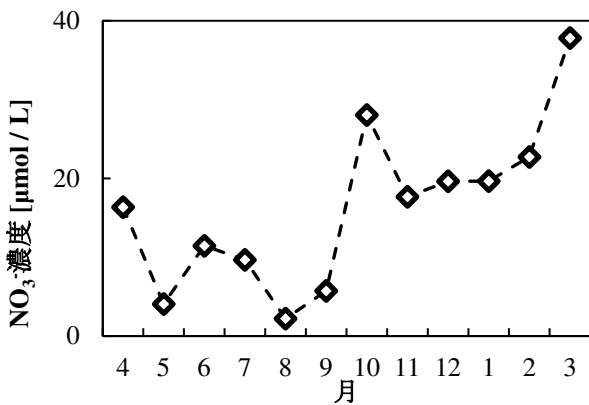


図4 降水中 NO₃⁻濃度の経月変化

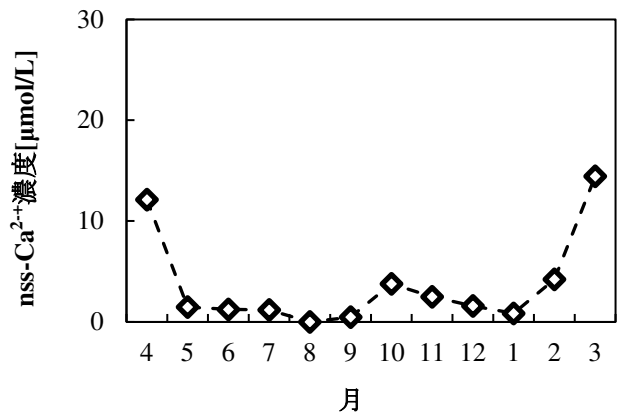


図7 降水中の nss-Ca²⁺の経月変化

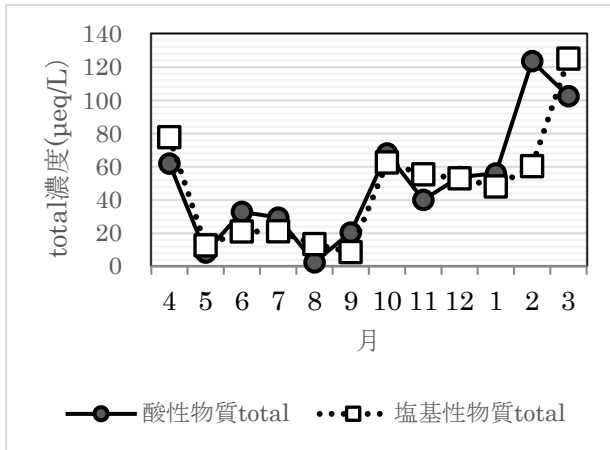


図8 降水中の酸性物質濃度及び塩基性物質濃度の経月変化

※nss:non sea salt 非海塩由来

※ $nss-SO_4^{2-} = SO_4^{2-} - 0.0607 \times Na^+$; SO_4^{2-} は海塩由来と非海塩由来を分けるため、 Na^+ は全て海塩由来として、 Na^+ 濃度と海水中でのモル濃度比 (SO_4^{2-}/Na^+) とを用いて算出したもの。

※ $nss-Ca^{2+} = Ca^{2+} - 0.0224 \times Na^+$; Ca^{2+} は海塩由来と非海塩由来を分けるため、 Na^+ は全て海塩由来として、 Na^+ 濃度と海水中でのモル濃度比 (Ca^{2+}/Na^+) とを用いて算出したもの。

4 まとめ

- (1) 湯梨浜で採取した降水の pH は、国内の長期モニタリング観測地点と同様に酸性化した状態であった。また、経年変化は、ここ2～3年はやや上昇傾向にある。
- (2) 2月は酸性物質の当量濃度が塩基性物質の当量濃度の2倍程度高く超越していたが、他の月は概ね同程度の濃度であった。

5 その他

参考として、湿性沈着調査の測定結果を表1に示した。

6 参考文献

- (1) 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会 酸性雨全国調査実施要領 (R5.2)
- (2) 環境省：令和4年度酸性雨調査結果について、(2022)

表1 湿性沈着法による測定結果

湯梨浜	pH	導電率	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H^+	$nss-SO_4^{2-}$	$nss-Ca^{2+}$
		mS/m	$\mu mol/L$										
令和5年4月	5.38	2.35	18.0	16.4	126.2	19.7	109.9	4.2	14.5	11.8	4.2	11.4	12.1
令和5年5月	5.19	0.86	3.4	4.1	42.1	3.1	39.0	1.1	2.3	3.7	6.5	1.0	1.5
令和5年6月	4.99	0.74	6.4	11.5	17.4	14.2	18.8	0.5	1.7	1.7	10.2	5.3	1.2
令和5年7月	5.10	0.66	6.0	9.7	18.0	14.5	18.9	0.6	1.6	1.9	8.0	4.9	1.2
令和5年8月	5.30	3.01	8.9	2.2	197.2	0.7	174.1	4.7	3.1	17.4	5.0	0.0	0.0
令和5年9月	4.92	1.00	5.7	5.7	36.2	3.4	35.2	1.0	1.2	3.3	12.0	3.6	0.5
令和5年10月	4.72	4.04	20.3	28.0	192.8	32.4	171.9	4.6	7.5	18.6	19.0	10.0	3.8
令和5年11月	4.84	5.68	23.7	17.7	346.6	19.0	302.4	6.3	9.1	33.3	14.3	5.6	2.5
令和5年12月	4.69	5.23	25.9	19.6	326.4	21.4	289.1	8.9	7.9	28.9	20.5	8.5	1.6
令和6年1月	4.66	5.12	25.1	19.7	326.5	21.3	267.3	7.3	6.7	28.0	22.1	9.1	0.8
令和6年2月	4.83	4.30	33.5	22.7	151.7	31.5	137.5	6.5	7.2	27.1	14.8	25.3	4.2
令和6年3月	5.40	5.22	31.2	37.8	274.7	45.7	249.5	15.9	19.9	30.5	4.0	16.2	14.4
加重平均	4.87	4.05	21.1	21.8	213.1	20.3	208.5	3.4	9.4	19.1	13.6	8.6	4.8

(注) 8月は Na^+ や Cl^- 等の海塩成分の濃度が夏場にしては高かったが、これは台風の影響で北寄りの強風が吹いたことによるものと推測される。なお、8月の $nss-SO_4^{2-}$ 、 $nss-Ca^{2+}$ 濃度が計算上マイナスになったため、ゼロとした。