

平成25年度酸性雨調査結果

【大気・地球環境室】

湊沙花、尾川成彰、盛山哲郎^{*1}、大呂忠司

1. はじめに

酸性物質の地表への沈着（酸性沈着）には、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や硫黄酸化物を起源とする酸性物質が雨等に取り込まれ地表へ沈着する湿性沈着（酸性雨）と、ガス状または粒子状の大気汚染物質が大気中から直接地表に沈着する乾性沈着がある。酸性雨被害とは広義にはこの両者の影響を含んでおり、湖沼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。

このような酸性雨問題に対処するため、本県では昭和62年から降水のモニタリング調査（湿性沈着調査）を開始し、乾性沈着調査についても平成15年から実施している。現在では湯梨浜町と若桜町の2地点において継続して調査を行っており、本報では平成25年度の調査結果を報告する。

2. 調査方法

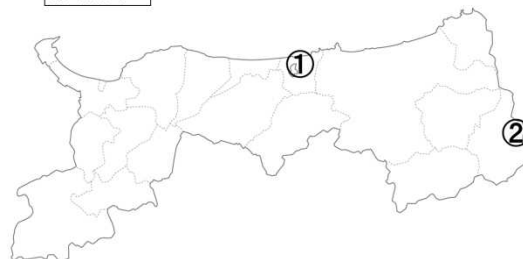
全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会酸性雨全国調査実施要領¹⁾に従って、本調査を実施した。

2.1 調査地点

当所屋上（東伯郡湯梨浜町南谷）及び氷ノ山スキー場（八頭郡若桜町つくよね）で捕集を行った。

市町村	湿性沈着調査法	乾性沈着調査法	
		パッシブ法	自動測定機
①湯梨浜町	衛生環境研究所	衛生環境研究所	—
②若桜町	氷ノ山スキー場	氷ノ山スキー場	氷ノ山響きの森

① 湯梨浜町
② 若桜町



2.2 捕集期間及び捕集間隔

平成25年3月25日～平成26年4月7日

調査手法		捕集期間
湿性沈着調査		2週間単位
乾性沈着調査	パッシブ法	1ヶ月単位
	自動測定機	連続測定

2.3 捕集方法

2.3.1 湿性沈着調査

降水時開放型捕集装置（Wet-only サンプラー：小笠原計器製作所）を用いて降水を採取した。

2.3.2 乾性沈着調査

大気中 O₃ 濃度を測定するためにパッシブサンプラー（小川商会）を用いてガスの捕集を行った。大気中の O₃ はフィルター上で硝酸ナトリウム（ $\text{NaNO}_2 + 1/3\text{O}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3$ ）として捕集される。

また、オゾン計（堀場製作所（～10月）、東亜DKK（10月～））を用いてガスの連続自動測定を行った。

2.4 測定方法

2.4.1 湿性沈着

採取した降水は、貯水量、pH、電気伝導率（EC）、及びイオン成分（ SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ ）の11項目を測定し、各測定結果は1か月分を加重平均し月平均値として評価に用いた。分析方法は「湿

※1 現 西部総合事務所

性沈着モニタリング手引き書（環境省）」に準拠した。

氷ノ山スキー場で採取した試料の測定データのうち平成 25 年 4、12 月、平成 26 年 1 月の期間は積雪による捕集装置の故障のため参考値とした。

2.4.2 乾性沈着

パッシブ法は、フィルター上に硝酸ナトリウムの形で捕集した O_3 を超純水で硝酸イオンとして抽出し、イオンクロマトグラフを用いて測定した。得られた硝酸イオンの量を O_3 濃度に変換し評価に用いた。

また、紫外線吸収法により O_3 の連続自動測定を行った。

3. 結果

3.1 湿性沈着

3.1.1 pH

平成 25 年度の加重年平均値は、図 1 のとおり、湯梨浜 4.77、若桜 4.78 であり、ほぼ横ばいで推移している。

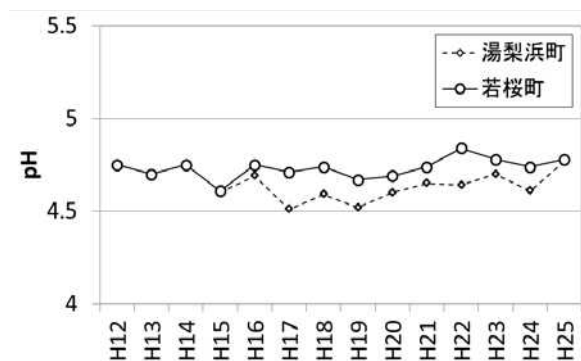


図 1 経年変化 (pH)

また、環境省が公表した平成 20~24 年度までの国内の観測地点 5 年間の加重平均値は 4.72²⁾ であり、同程度であった。経月変化の変動範囲は、図 2 のとおり、湯梨浜 4.31~5.48、若桜 4.33~5.19 となり、特に 1 月に低下した。

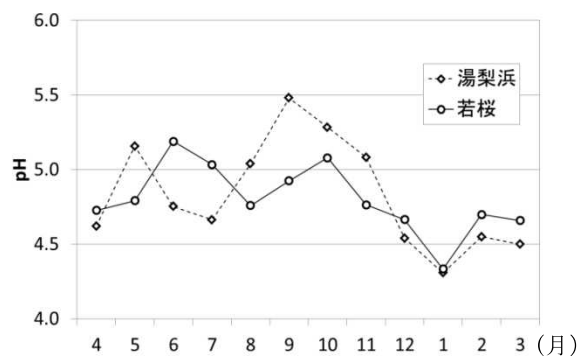


図 2 経月変化 (pH)

これまでの調査と同様、冬季 (12~2 月) に低くなる傾向がみられ、pH4 以下となる月は観測されなかったが、引き続き降水の酸性化が続いている。

3.1.2 酸性化に寄与する成分

HNO_3 や H_2SO_4 は降水の pH 低下に寄与する成分であることから、降水中の NO_3^- 及び非海塩性 SO_4^{2-} (nss- SO_4^{2-}) の経月変化を、図 3 及び図 4 に示す。

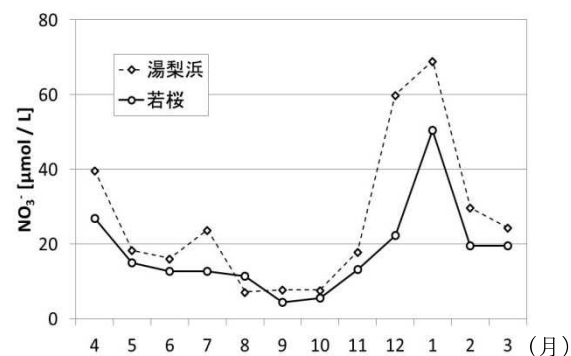


図 3 経月変化 (NO_3^-)

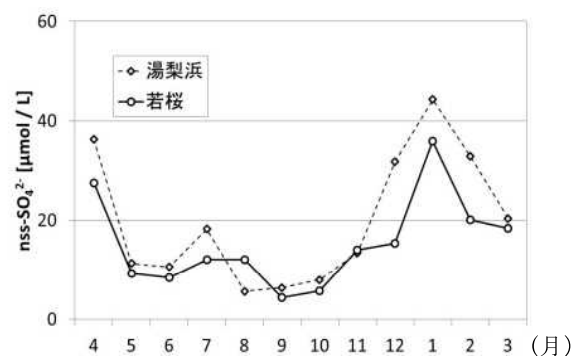


図 4 経月変化 (nss- SO_4^{2-})

NO_3^- 及び nss- SO_4^{2-} は冬季 (12~2 月) 及び春季 (3~5 月) に濃度が高くなる傾向がみ

られた。

3.2 乾性沈着

パッシブ法による O₃ の経月変化は図 5 のとおりであり、いずれの地点も春季に高い傾向を示している。各地点における測定結果(年平均値)の経年変化は、図 6 のとおりであり、いずれの地点も横ばい傾向であった。

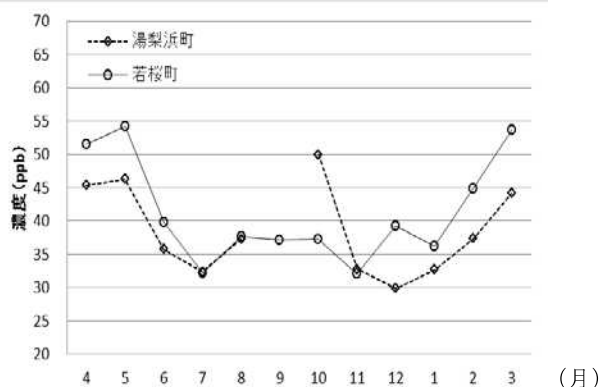


図 5 経月変化 (O₃)

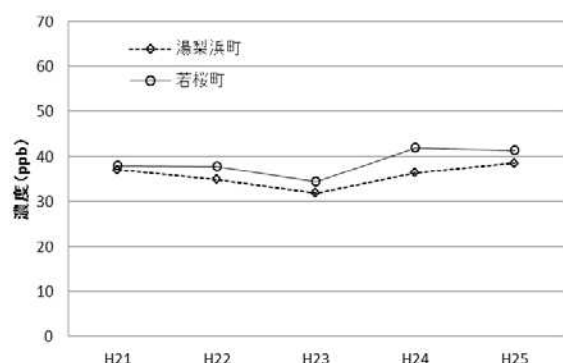


図 6 経年変化 (O₃)

また、若桜町におけるパッシブ法と自動測定機の O₃ 測定結果は図 7 及び図 8 に示すとおり、経月変化及び経年変化とも、傾向が一致していた。

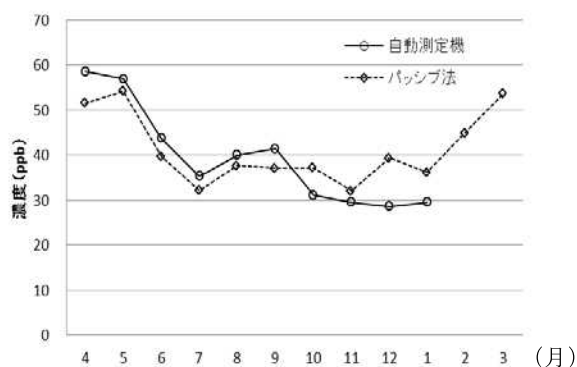


図 7 経月変化 (O₃)

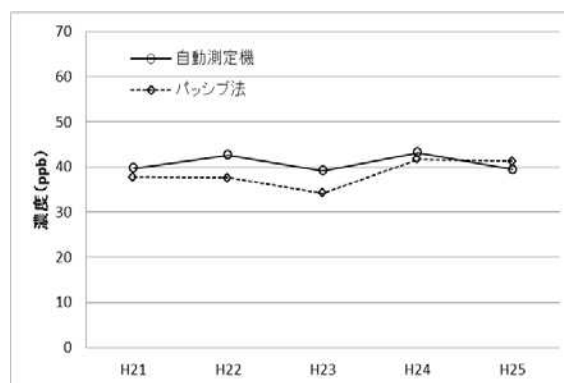


図 8 経年変化 (O₃)

4. まとめ

(1) 湯梨浜及び若桜で採取した降水の pH は引き続き酸性化した状態にあり、横ばいで推移していた。経月変化は冬季が低くなる傾向がみられた。

(2) NO₃⁻及び nss-SO₄²⁻濃度は冬季及び春季に上昇する傾向がみられた。

(3) O₃ は、いずれの地点も春季に高い傾向を示している。これは、成層圏 O₃ の降下による影響及び大陸からの移流による影響と考えられる。

5. その他

参考として、湿性沈着調査の測定結果を表 1、乾性沈着調査におけるパッシブ法の測定結果を表 2、及び自動測定機の測定結果を表 3 に示す。

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、2013
- (2) 環境省：越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書（平成 20～24 年）、2014

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	μ mol/L										
平成25年4月	4.62	4.64	46.6	39.7	187.2	47.8	168.6	5.2	15.3	20.5	23.9	36.4	11.5
平成25年5月	5.16	1.03	12.9	18.3	23.0	18.1	26.4	4.1	7.5	3.5	7.0	11.3	6.9
平成25年6月	4.75	1.20	11.6	16.1	20.8	24.5	16.0	1.8	1.9	2.3	17.7	10.6	1.6
平成25年7月	4.66	1.54	19.2	23.8	16.7	37.4	16.3	1.5	2.6	2.4	21.7	18.2	2.2
平成25年8月	5.04	0.67	6.1	7.3	8.1	9.4	7.6	1.0	1.3	1.7	9.1	5.7	1.2
平成25年9月	5.48	1.34	10.1	7.8	66.8	15.2	60.1	2.0	6.0	14.2	3.3	6.4	4.6
平成25年10月	5.28	3.55	19.3	7.7	216.3	7.3	187.8	4.2	4.7	20.7	5.2	7.9	0.5
平成25年11月	5.08	3.84	23.6	18.0	192.8	16.5	167.8	3.9	5.3	18.9	8.3	13.4	1.6
平成25年12月	4.54	9.29	58.9	59.9	513.7	45.9	445.3	11.8	24.4	51.3	28.9	31.9	14.4
平成26年1月	4.31	7.95	62.3	69.1	336.7	59.8	297.2	9.4	19.0	35.2	49.2	44.3	12.3
平成26年2月	4.55	6.56	51.2	29.8	342.6	30.0	301.6	8.7	13.6	35.1	28.2	32.9	6.8
平成26年3月	4.50	4.46	32.5	24.4	227.6	26.4	199.7	4.9	7.2	21.9	31.7	20.4	2.7
加重平均	4.77	3.53	26.1	22.8	169.9	24.6	149.2	4.4	8.2	18.9	17.0	17.0	4.8

若桜	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	μ mol/L										
平成25年4月	4.73	2.68	31.8	26.9	76.2	31.0	70.9	4.4	11.6	9.5	18.8	27.5	10.0
平成25年5月	4.79	1.22	10.4	15.0	18.0	8.2	17.9	2.2	3.4	2.4	16.1	9.3	3.0
平成25年6月	5.19	0.86	9.0	12.8	7.8	13.5	9.7	2.1	2.2	1.6	6.5	8.4	1.9
平成25年7月	5.03	0.86	12.6	12.7	7.7	14.9	8.1	1.2	2.6	7.5	9.3	12.1	2.5
平成25年8月	4.76	1.04	12.4	11.4	4.8	18.9	3.9	1.6	1.7	1.7	17.4	12.1	1.6
平成25年9月	4.93	0.61	4.9	4.4	8.4	2.6	9.2	1.0	1.2	1.8	11.9	4.4	1.0
平成25年10月	5.08	1.05	8.4	5.5	48.9	4.4	44.9	1.7	2.2	5.7	8.3	5.7	1.2
平成25年11月	4.76	1.59	17.2	13.2	54.9	15.1	53.6	2.4	3.7	6.6	17.2	14.0	2.5
平成25年12月	4.67	3.86	25.3	22.4	181.9	15.9	162.6	4.9	7.7	18.8	21.6	15.4	4.0
平成26年1月	4.33	4.90	43.0	50.5	127.9	48.3	116.6	5.0	10.3	13.8	46.3	36.0	7.6
平成26年2月	4.70	3.53	29.2	19.6	166.4	18.2	148.3	6.2	9.4	17.1	20.0	20.2	6.1
平成26年3月	4.66	2.29	22.0	19.6	66.9	23.1	58.6	2.7	6.0	7.8	21.9	18.4	4.7
加重平均	4.78	1.78	16.3	15.1	55.0	15.4	50.3	2.5	4.4	6.9	16.6	13.3	3.3

表1 湿性沈着法による各地点の測定結果

(単位: ppb)

期間	湯梨浜町 (衛生環境研究所)		若桜町 (氷ノ山響きの森)	
	O ₃	NH ₃	O ₃	NH ₃
平成25年 4月	45.4	2.3	51.5	1.7
5月	46.3	3.6	54.2	2.4
6月	35.8	2.0	39.7	1.9
7月	32.3	3.0	32.2	1.7
8月	37.3	2.6	37.6	3.7
(注1)9月	—	—	37.1	2.3
10月	49.9	1.8	37.2	3.1
11月	32.8	1.2	32.1	2.1
12月	29.9	1.7	39.3	1.8
平成26年 1月	32.7	1.2	36.2	1.4
2月	37.3	1.0	44.9	1.6
3月	44.1	0.8	53.6	1.5
最大	49.9	3.6	54.2	3.7
最小	29.9	0.8	32.1	1.5
平均	38.5	1.9	41.3	2.1

(注1)欠測

(単位: ppb)

期間	O ₃
平成25年 4月	58.6
5月	56.9
6月	43.7
7月	35.3
8月	40.0
9月	41.4
10月	31.1
11月	29.5
12月	28.6
平成26年 1月	29.6
(注2) 2月	—
(注2) 3月	—
最大	58.6
最小	28.6
平均	39.5

(注2) 測定機故障のため欠測

表2 乾性沈着調査(パッシブ法)の測定結果 表3 自動測定機測定結果(若桜町)