

# 令和6年度 福岡市の酸性雨調査結果

環境科学課 大気担当

## 1 はじめに

酸性雨は大気中の汚染物質が地表に沈着することで土壌、湖沼などを酸性化する原因となる。環境省では越境大気汚染や酸性沈着の影響の把握や将来の影響を予測することを目的として、昭和58年度から酸性雨対策調査、平成13年度からは酸性雨長期モニタリングを実施している。近年のモニタリング（平成25～29年度）では、中国における硫黄や窒素の酸化物の排出量の減少がみられることから、日本の降水pHも近年は上昇の兆候がみられる<sup>1)</sup>との報告がある。また、環境省の調査を面的及び项目的に補完するもの<sup>2)</sup>として、平成3年度から全国環境研協議会による酸性雨全国調査が実施されている。福岡市では、平成2年度から市内の酸性雨調査を実施しており、平成3年度からは本調査に参加している。

今回、本調査の一環として令和6年3月25日から令和7年3月31日までの間、城南区役所（城南区鳥飼）と曲漕ダム（早良区曲漕）の2地点で酸性雨（湿性沈着）調査を行った結果について報告する。

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点

図1に調査地点を示す。城南区役所は、本市の中心部から南西約3kmに位置し、商業地域に属する。南東約130mに国道202号線が通り、周囲にはマンションが多く建ち並んでいる。

曲漕ダムは、本市の中心部から南西へ約13km、室見川上流の谷間標高約170m地点に位置し、市街化調整区域に属する。南側約300mに国道263号が通っているが、市街地に比べると交通量は少ない。

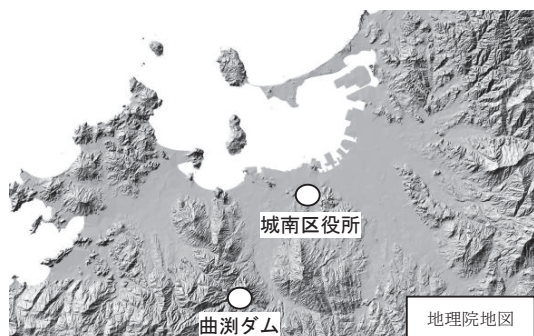


図1 調査地点

### 2.2 試料採取方法及び分析方法

降雨の採取は、通年で原則1週間毎に降雨時開放型自動雨水採取装置（ANEOS 株式会社（旧小笠原計器）製US-330H）を用いて行った。測定項目は、降水量、pH、電気伝導率（以下、「EC」とする。）及びイオン成分（ $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ）である。

採取した試料は、貯水量を計量後、湿性沈着モニタリング手引き書（第2版）<sup>3)</sup>に準じて測定・分析した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 令和6年度調査結果

令和6年度の城南区役所の調査結果を表1に、曲漕ダムの調査結果を表2に示す。pH及びECの平均値は、分析に供した降水量の加重平均により算出した。イオン成分沈着量は、各イオン成分に対し、分析に供した降水量を乗じて算出した。なお、城南区役所は6月10日～17日、7月29日～8月5日、8月5日～13日、9月2日～9日、9月24日～30日、1月20日～27日及び2月17日～25日が雨量0mLのため欠測、8月13日～19日が少雨のためpH及びECが欠測、曲漕ダムは6月10日～17日、7月29日～8月5日、8月5日～13日、9月2日～9日、9月24日～30日、1月20日～27日及び2月17日～25日が、雨量0mLのため欠測、5月13日～20日、7月16日～22日及び8月13日～19日が少雨のためpH及びECが欠測となった。また、8月26日～9月2日の曲漕ダムは大雨によるオーバーフローのため、降水量は曲漕ダム（水道局）雨量計の降水量を代替した。

年間降水量は、城南区役所で1861.8mm、曲漕ダムで2880.6mmであり、曲漕ダムの方が多かった。pHは、城南区役所では4.20～6.45の範囲で、年平均値が4.90であった。また、曲漕ダムでは4.25～6.45の範囲で、年平均値が5.03であった。環境省の令和5年度酸性雨調査結果（<https://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/r05/index.html>）の全国の年平均値5.03と比較して、城南区役所は若干低い値、曲漕ダムは同程度の値であった。

2地点のイオン成分の年間沈着量は、海塩由来である $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ を除くと、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、次いで $\text{SO}_4^{2-}$ が多かった。また、イオン成分の年間沈着量は、曲漕ダムが城南区役所よりも多かった。

### 3.2 令和6年度経月変動

令和6年度の月毎の降水量、pH及びECを図2に示す。

2地点の降水量は、1年を通じて同様の変動を示し、10月に最も多く、城南区役所は8月次いで12月、曲淵ダムは12月、次いで8月に降水量が少なかった。2地点間の比較では、1年を通じて曲淵ダムの降水量が城南区役所の降水量より多い傾向であった。pHは城南区役所の8月が最も低く、2月が最も高かった。曲淵ダムは12月が最も低く、3月が最も高かった。8月を除いては、両地点とも同様の変動を示した。ECは2地点ともに夏季に低く、秋季から冬季に高い傾向を示しており、城南区役所は11月、曲淵ダムは1月が最も高かった。

酸性成分（ $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ ）及び塩基性成分（ $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$ ）の月間沈着量を図3に示す。どの成分も11月から3月にかけて曲淵ダムが城南区役所より多い傾向であった。また、8月の $\text{nss-Ca}^{2+}$ を除き、2地点ともに同様の変動を示した。

酸性成分及び塩基性成分の月間平均濃度の経月変化を図4に示す。曲淵ダムの8月の $\text{nss-Ca}^{2+}$ を除き2地点ともに酸性成分、塩基性成分ともに夏季に低く、冬季に高い傾向を示した。

酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化を図5に示す。酸性成分比（ $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ ）は、2地点ともに7月と12月にピークがあり、12月が最も大きく、8月が最も小さかった。塩基性成分比（ $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ ）は、7月が $\text{NH}_4^+$ の割合が最も大きかった。

8月は2地点とも1～2週目は降雨がなく、3週目は少雨、4週目にまとまった降雨があった。この雨により、大気中の沈着物が洗い流されたと考えられる。城南区役所では $\text{nss-SO}_4^{2-}$ が多く、曲淵ダムは $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$ が多く検出された。このため、酸性物質の中和効果が小さい城南区役所のpHが低くなったと推察される。

表 1 城南区役所（湿性沈着物）

採取期間	降水量	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
	mm		mS/m	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>
3/25 - 4/1	36.3	4.98	1.9	0.43	0.68	2.27	0.88	1.97	0.08	0.10	0.21	0.38
4/1 - 4/8	73.8	4.64	1.7	1.25	1.25	0.53	2.05	0.37	0.12	0.16	0.08	1.70
4/8 - 4/15	41.9	4.41	2.6	1.06	0.73	1.81	0.89	1.54	0.05	0.16	0.18	1.63
4/15 - 4/22	37.9	4.59	1.5	0.54	0.56	0.31	0.56	0.16	0.03	0.10	0.04	0.98
4/22 - 4/30	18.9	4.31	3.0	0.51	0.44	0.53	0.40	0.42	0.02	0.05	0.05	0.94
4/30 - 5/7	7.0	4.76	2.8	0.13	0.35	0.53	0.27	0.47	0.02	0.06	0.06	0.12
5/7 - 5/13	32.8	4.83	1.0	0.26	0.30	0.30	0.33	0.23	0.02	0.04	0.03	0.48
5/13 - 5/20	1.5	5.46	24.8	0.17	0.13	2.76	0.17	2.36	0.05	0.08	0.25	0.01
5/20 - 5/27	49.6	5.25	0.4	0.24	0.15	0.17	0.14	0.14	0.02	0.06	0.04	0.28
5/27 - 6/3	31.6	5.17	0.7	0.19	0.39	0.21	0.50	0.15	0.01	0.06	0.03	0.21
6/3 - 6/10	29.6	4.62	1.6	0.55	0.32	0.17	0.60	0.13	0.02	0.06	0.02	0.71
6/10 - 6/17	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/17 - 6/24	149.1	5.09	0.5	0.73	0.69	0.18	0.97	0.12	0.03	0.09	0.05	1.22
6/24 - 7/1	65.9	5.50	0.5	0.18	0.81	0.39	0.97	0.29	0.02	0.09	0.05	0.21
7/1 - 7/8	49.7	5.42	0.3	0.07	0.23	0.19	0.23	0.15	0.02	0.01	0.02	0.19
7/8 - 7/16	108.8	5.29	0.5	0.29	0.97	0.44	1.20	0.32	0.02	0.04	0.05	0.56
7/16 - 7/22	3.3	5.18	0.9	0.02	0.07	0.05	0.08	0.05	0.00	0.01	0.00	0.02
7/22 - 7/29	23.8	4.41	2.5	0.57	0.48	0.28	0.46	0.20	0.02	0.11	0.03	0.93
7/29 - 8/5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/5 - 8/13	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/13 - 8/19	0.7	-	-	0.04	0.12	0.03	0.08	0.04	0.00	0.02	0.01	-
8/19 - 8/26	28.7	4.38	2.5	0.64	0.46	0.69	0.52	0.45	0.05	0.05	0.05	1.20
8/26 - 9/2	196.1	5.42	0.6	0.64	0.55	5.35	0.62	4.49	0.14	0.28	0.47	0.74
9/2 - 9/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/9 - 9/17	42.3	4.76	1.1	0.52	0.45	0.26	0.41	0.25	0.03	0.11	0.05	0.74
9/17 - 9/24	85.4	5.27	0.6	0.18	0.26	1.90	0.13	1.57	0.05	0.07	0.17	0.46
9/24 - 9/30	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/30 - 10/7	41.2	4.70	2.7	0.78	0.92	3.91	1.07	3.45	0.07	0.14	0.36	0.82
10/7 - 10/15	32.4	5.32	0.8	0.17	0.21	1.10	0.29	0.94	0.03	0.03	0.10	0.16
10/15 - 10/21	26.1	5.00	0.8	0.15	0.23	0.25	0.25	0.22	0.02	0.02	0.03	0.26
10/21 - 10/28	46.4	4.52	1.8	0.69	0.54	1.09	0.38	0.88	0.03	0.06	0.09	1.39
10/28 - 11/5	261.1	4.75	1.0	2.27	0.74	4.16	0.63	3.26	0.14	0.14	0.37	4.64
11/5 - 11/11	16.5	4.82	0.9	0.12	0.17	0.09	0.16	0.07	0.01	0.01	0.01	0.25
11/11 - 11/18	2.6	4.20	10.4	0.20	0.26	1.07	0.26	0.95	0.03	0.06	1.07	0.16
11/18 - 11/25	1.5	5.20	6.3	0.05	0.08	0.55	0.07	0.48	0.01	0.02	0.06	0.01
11/25 - 12/2	80.2	5.41	7.7	3.14	2.64	38.84	3.02	34.10	0.73	1.47	3.60	0.31
12/2 - 12/9	4.1	4.70	3.3	0.10	0.26	0.39	0.25	0.34	0.01	0.03	0.04	0.08
12/9 - 12/16	5.9	4.96	6.0	0.26	0.63	1.46	0.55	1.25	0.03	0.15	0.15	0.07
12/16 - 12/23	18.0	5.43	3.4	0.27	0.26	3.85	0.31	3.21	0.06	0.10	0.36	0.07
12/23 - 12/27	1.9	4.24	8.9	0.10	0.32	0.54	0.23	0.47	0.02	0.04	0.06	0.11
12/27 - 1/6	11.8	5.20	3.5	0.26	0.43	1.97	0.38	1.72	0.04	0.11	0.20	0.07
1/6 - 1/14	9.3	4.78	9.0	0.51	1.10	4.11	1.09	3.53	0.09	0.22	0.38	0.15
1/14 - 1/20	2.8	6.35	12.8	0.28	1.27	0.83	1.05	0.74	0.05	0.36	0.11	0.00
1/20 - 1/27	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/27 - 2/3	37.0	5.20	5.6	1.20	0.53	13.30	0.95	11.08	0.27	0.43	1.28	0.23
2/3 - 2/10	2.5	6.39	10.4	0.17	0.17	1.51	0.28	1.32	0.04	0.07	0.14	0.00
2/10 - 2/17	8.4	5.45	2.4	0.16	0.26	0.79	0.34	0.71	0.02	0.07	0.08	0.03
2/17 - 2/25	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/25 - 3/3	57.9	5.31	1.8	0.67	0.71	4.79	1.16	4.22	0.12	0.17	0.45	0.28
3/3 - 3/10	25.5	5.03	1.4	0.32	0.39	0.57	0.42	0.47	0.04	0.06	0.06	0.24
3/10 - 3/17	33.2	5.91	1.7	0.54	0.81	1.43	1.12	1.26	0.07	0.26	0.16	0.04
3/17 - 3/24	12.0	6.45	7.7	0.57	0.51	5.67	0.80	4.95	0.12	0.20	0.53	0.00
3/24 - 3/31	8.9	4.60	4.9	0.46	0.84	0.54	1.30	0.47	0.08	0.13	0.07	0.22
合計	1861.8	-	167.3	22.66	24.70	112.16	28.82	95.97	2.99	6.20	10.75	23.31
平均	-	4.90	-	0.49	0.54	2.44	0.63	2.09	0.06	0.13	0.23	0.52
最大値	261.1	6.45	24.8	3.14	2.64	38.84	3.02	34.10	0.73	1.47	3.60	4.64
最小値	0.0	4.20	0.3	0.02	0.07	0.03	0.07	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00

表2 曲淵ダム（湿性沈着物）

採取期間	降水量	pH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
	mm		mS/m	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>	mmol/m <sup>2</sup>
3/25 - 4/1	64.3	5.09	1.5	0.57	0.73	3.41	0.94	2.97	0.12	0.14	0.32	0.52
4/1 - 4/8	93.6	4.81	1.2	1.07	1.32	0.61	1.85	0.48	0.18	0.16	0.10	1.46
4/8 - 4/15	61.3	4.69	1.7	1.01	0.82	1.89	0.95	1.66	0.09	0.19	0.21	1.26
4/15 - 4/22	40.9	4.65	1.4	0.50	0.53	0.30	0.40	0.14	0.08	0.12	0.05	0.91
4/22 - 4/30	26.6	4.54	2.4	0.54	0.54	1.22	0.59	1.06	0.05	0.07	0.12	0.76
4/30 - 5/7	20.4	4.70	2.4	0.40	0.63	1.07	0.60	0.99	0.09	0.09	0.12	0.40
5/7 - 5/13	48.1	4.99	1.0	0.32	0.35	1.02	0.39	0.82	0.05	0.07	0.11	0.49
5/13 - 5/20	0.9	-	-	0.11	0.10	1.63	0.12	1.41	0.03	0.05	0.15	-
5/20 - 5/27	56.1	5.19	0.4	0.22	0.15	0.11	0.14	0.10	0.02	0.06	0.04	0.37
5/27 - 6/3	38.3	5.14	0.7	0.21	0.41	0.20	0.47	0.15	0.02	0.07	0.04	0.28
6/3 - 6/10	27.5	4.54	1.8	0.54	0.42	0.20	0.55	0.13	0.03	0.08	0.03	0.80
6/10 - 6/17	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/17 - 6/24	156.6	5.09	0.5	0.68	0.73	0.23	1.03	0.17	0.05	0.08	0.06	1.27
6/24 - 7/1	120.4	5.35	0.5	0.41	1.05	1.20	1.04	0.98	0.07	0.11	0.13	0.54
7/1 - 7/8	60.1	5.83	0.2	0.08	0.22	0.23	0.46	0.19	0.04	0.02	0.03	0.09
7/8 - 7/16	213.4	5.28	0.3	0.40	1.05	0.51	1.35	0.43	0.08	0.06	0.09	1.11
7/16 - 7/22	0.3	-	-	0.02	0.04	0.03	0.04	0.05	0.01	0.00	0.00	-
7/22 - 7/29	1.5	4.61	2.9	0.05	0.02	0.11	0.03	0.09	0.00	0.01	0.01	0.04
7/29 - 8/5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/5 - 8/13	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/13 - 8/19	0.5	-	-	0.02	0.05	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	-
8/19 - 8/26	45.6	5.34	1.3	0.77	0.38	1.57	0.34	0.61	1.14	0.59	0.17	0.21
8/26 - 9/2	515.0	5.46	0.3	0.98	1.02	4.07	1.17	3.36	0.29	0.30	0.49	1.78
9/2 - 9/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/9 - 9/17	32.3	4.63	1.3	0.39	0.35	0.13	0.29	0.12	0.03	0.05	0.03	0.77
9/17 - 9/24	143.1	5.26	0.7	0.40	0.45	4.27	0.41	3.51	0.11	0.11	0.35	0.79
9/24 - 9/30	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/30 - 10/7	128.7	4.92	1.2	0.98	1.09	4.74	1.01	4.05	0.12	0.15	0.42	1.57
10/7 - 10/15	89.8	5.20	0.8	0.37	0.81	2.49	0.25	2.64	0.08	0.08	0.27	0.57
10/15 - 10/21	27.6	4.68	3.1	0.50	0.46	3.91	0.43	3.34	0.08	0.09	0.37	0.58
10/21 - 10/28	63.7	4.67	1.3	0.70	0.62	1.01	0.47	0.86	0.05	0.05	0.10	1.35
10/28 - 11/5	327.3	4.83	1.1	2.70	0.76	9.63	0.77	8.05	0.23	0.22	0.82	4.89
11/5 - 11/11	25.2	4.75	1.5	0.24	0.61	0.80	0.46	0.74	0.03	0.05	0.09	0.45
11/11 - 11/18	15.8	4.44	8.3	0.92	1.10	6.10	1.27	5.37	0.13	0.29	0.62	1.57
11/18 - 11/25	1.9	5.28	10.9	0.10	0.10	1.39	0.07	1.25	0.03	0.05	0.13	0.01
11/25 - 12/2	87.5	5.37	6.0	2.78	2.55	33.04	2.81	28.48	0.66	1.48	3.32	0.37
12/2 - 12/9	5.0	4.30	6.8	0.22	0.55	1.12	0.47	0.97	0.03	0.06	0.12	0.25
12/9 - 12/16	6.4	4.90	8.1	0.33	0.85	2.41	0.62	2.14	0.06	0.19	0.26	0.08
12/16 - 12/23	19.7	5.10	3.9	0.41	0.82	4.06	0.71	3.50	0.08	0.15	0.40	0.16
12/23 - 12/27	3.9	4.25	7.0	0.15	0.49	0.85	0.30	0.76	0.03	0.06	0.09	0.22
12/27 - 1/6	16.5	5.13	4.2	0.45	0.81	3.48	0.51	3.14	0.08	0.21	0.37	0.12
1/6 - 1/14	21.2	4.66	10.9	1.38	2.57	11.65	2.33	10.40	0.28	0.53	1.10	0.47
1/14 - 1/20	4.8	6.29	10.9	0.40	2.01	0.91	1.78	0.81	0.08	0.45	0.13	0.00
1/20 - 1/27	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/27 - 2/3	49.7	5.13	5.5	1.67	0.93	16.66	1.52	14.08	0.33	0.58	1.65	0.37
2/3 - 2/10	5.0	6.43	10.0	0.32	0.33	2.95	0.46	2.66	0.07	0.12	0.28	0.00
2/10 - 2/17	15.0	5.13	1.9	0.25	0.27	0.88	0.29	0.80	0.03	0.07	0.09	0.11
2/17 - 2/25	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/25 - 3/3	75.1	5.40	1.2	0.64	0.79	2.88	1.03	2.60	0.11	0.14	0.28	0.30
3/3 - 3/10	36.5	5.11	2.3	0.50	0.50	3.59	0.43	3.14	0.09	0.13	0.33	0.28
3/10 - 3/17	52.5	5.90	1.6	0.71	1.02	2.92	1.56	2.57	0.16	0.30	0.28	0.07
3/17 - 3/24	15.9	6.45	5.3	0.60	0.63	4.55	1.04	3.98	0.12	0.25	0.47	0.01
3/24 - 3/31	19.2	5.07	2.2	0.52	0.96	0.46	1.41	0.41	0.13	0.19	0.10	0.16
合計	2880.6	-	138.5	27.54	32.98	146.5	35.18	126.1	5.65	8.31	14.71	26.81
平均	-	5.03	-	0.60	0.72	3.19	0.76	2.74	0.12	0.18	0.32	0.62
最大値	515.0	6.45	10.9	2.78	2.57	33.04	2.81	28.48	1.14	1.48	3.32	4.89
最小値	0.0	4.25	0.2	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00

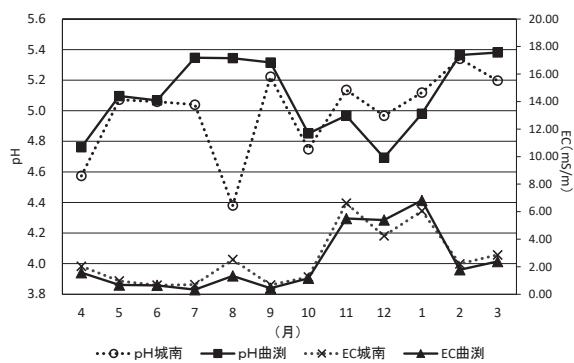
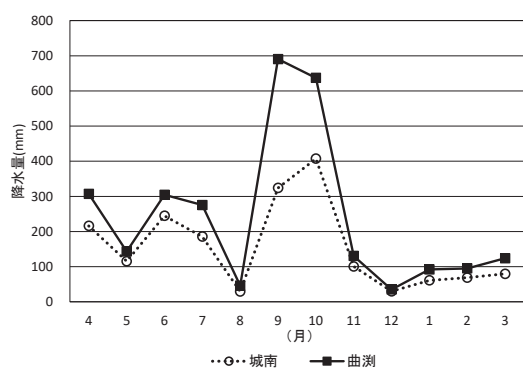


図2 令和6年度降水量, pH, ECの経月変化

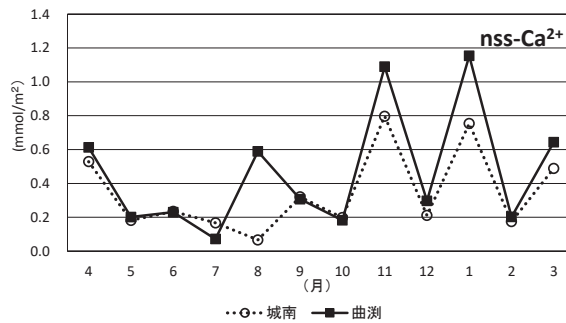
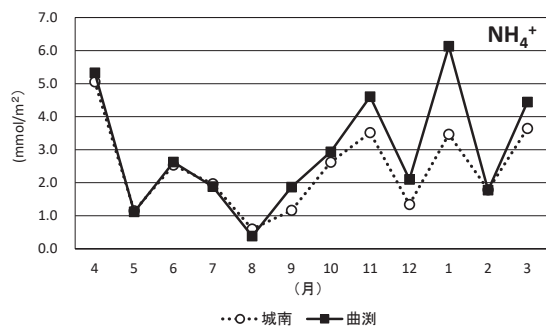
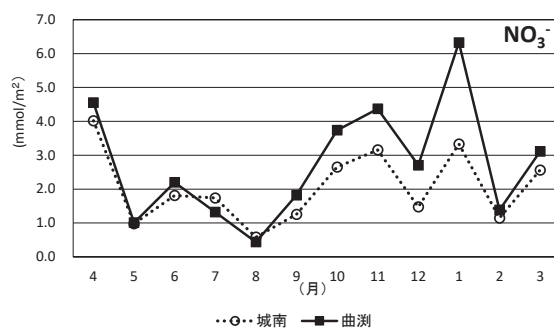
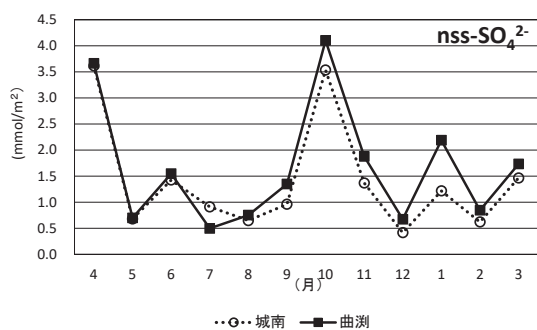


図3 令和6年度イオン成分月間沈着量の経月変化 (nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, nss-Ca<sup>2+</sup>)

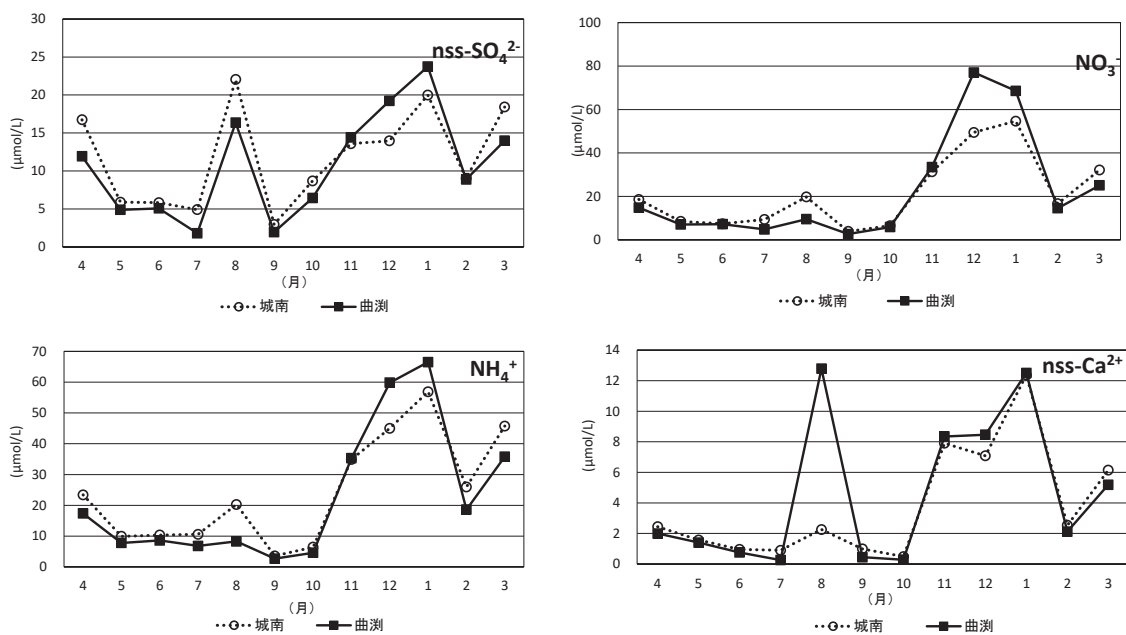


図4 令和6年度イオン成分月間加重平均濃度の経月変化 (nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, nss-Ca<sup>2+</sup>)

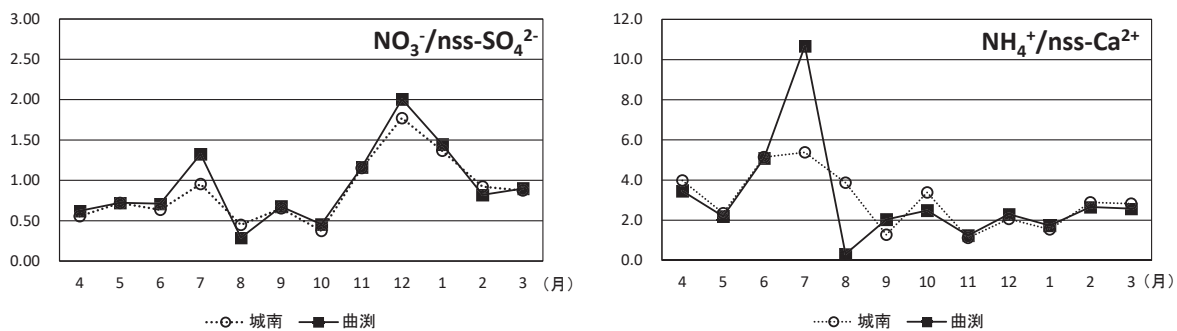


図5 令和6年度酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化

### 文献

- 1) 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25～29年度）
- 2) 全国環境研協議会：第6次酸性雨全国調査報告書2019

(令和元)年度

- 3) 環境省：湿性沈着モニタリング手引き書（第2版），2001