

令和4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年～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¹⁾との報告がある。また、環境省の調査を面的および项目的に補完するもの²⁾として、平成3年度より全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部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年から市内の酸性雨調査を実施しており、平成3年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4年3月28日から令和5年3月27日までの間、図1に示す城南区役所（城南区鳥飼）と曲渕ダム（早良区曲渕）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。



図1 調査地点

2 調査方法

2.1 調査地点

城南区役所は、本市の中心部から南西約3 kmに位置し、商業地域に属する。南東約130 m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。

曲渕ダムは、本市の中心部から南西へ約13 km、室見川上流の谷間標高約170 m地点に位置し、市街化調整区

域に属する。南側約300 m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。

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（小笠原計器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（ SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 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）³⁾に準じて測定・分析した。

3 結果及び考察

3.1 令和4年度調査結果

令和4年度の城南区役所の調査結果を表1に、曲渕ダムの調査結果を表2に示す。pH及び電気伝導率の平均値は、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4月4日～4月11日、5月2日～5月9日、5月16日～5月23日、6月27日～7月4日、9月20日～9月26日、10月11日～10月17日、10月31日～11月7日、12月26日～1月4日及び1月30日～2月6日が、曲渕ダムは4月4日～4月11日、5月2日～5月9日、5月16日～5月23日、6月27日～7月4日、10月31日～11月7日、12月26日～1月4日及び1月30日～2月6日が、少雨のため欠測となった。

年間降水量は、城南区役所で1337.7 mm、曲渕ダムで2143.6 mmであり、曲渕ダムの方が多かった。pHは、城南区役所では4.16～5.99の範囲で、年平均値が4.85であった。また、曲渕ダムでは4.18～6.12の範囲で、年平均値が4.96であった。環境省の令和3年度酸性雨調査結果（<https://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/r03/index.html>）の全国の年平均値5.07と比較して、城南区役所、曲渕ダムともに、若干低い値であった。

城南区役所及び曲渕ダムのイオン成分の年間沈着量は、海塩由来と考えられる Na^+ 、 Cl^- が高かった。また、イオン成分の年間沈着量は、 NH_4^+ を除いて曲渕ダムの値が城南区役所の値よりも高かった。

3.2 令和4年度経月変動

令和4年度の月毎の降水量, pH及びECを図2に示す。城南区役所と曲淵ダムの降水量は, 1年を通じて同様の変動を示し, 夏季に降水量が多く冬季に少なかった。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にあり, 特に9月の降水量は曲淵ダムが城南区役所の2倍以上であった。pHは2地点ともに8月が最も高く, 12月が最も低かった。ECは2地点ともに8月が最も低く, 12月が最も高かった。12月にECが高い値となった理由として, 12月12日から26日の Na^+ , Cl^- , nss-Ca^{2+} , Mg^{2+} の沈着量が多いことから12月13, 14日に福岡地方で観測された黄砂による土壌成分の影響及び12月12日から26日の期間中の降雪に伴う北西の風により, 海塩粒子を含んだ降水があったためと考えられた。

酸性成分 (nss-SO_4^{2-} , NO_3^-) 及び塩基性成分 (NH_4^+ , nss-Ca^{2+}) の月間沈着量を図3に示す。どの成分も12月から3月にかけて曲淵ダムが城南区役所より高い傾向であった。

酸性成分及び塩基性成分の月間加重平均濃度の経月変化を図4に示す。城南区役所及び曲淵ダムともに NO_3^- 濃度及び nss-Ca^{2+} 濃度は夏季に低く, 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, 城南区役所及び曲淵ダムともに8, 12, 1月を除いて nss-SO_4^{2-} の割合が大きかった。塩基性成分比 ($\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$) は, 11月を除いて NH_4^+ の割合が大きかった。

表1 城南区役所（湿性沈着物）

採取期間	降水量 mm	pH	EC mS/m	SO ₄ ²⁻ mmol/m ²	NO ₃ ⁻ mmol/m ²	Cl ⁻ mmol/m ²	NH ₄ ⁺ mmol/m ²	Na ⁺ mmol/m ²	K ⁺ mmol/m ²	Ca ²⁺ mmol/m ²	Mg ²⁺ mmol/m ²	H ⁺ mmol/m ²
3/28 - 4/4	22.6	4.90	1.2	0.32	0.36	0.34	0.36	0.32	0.02	0.14	0.05	0.29
4/4 - 4/11	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11 - 4/18	60.7	4.60	1.5	0.87	0.64	0.58	0.73	0.48	0.03	0.12	0.06	1.52
4/18 - 4/25	11.5	4.43	2.6	0.36	0.31	0.20	0.40	0.09	0.01	0.12	0.02	0.43
4/25 - 5/2	68.2	5.11	1.2	0.53	0.48	3.66	0.64	3.17	0.08	0.14	0.33	0.53
5/2 - 5/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/9 - 5/16	38.2	4.73	1.3	0.45	0.63	0.30	0.70	0.24	0.02	0.09	0.04	0.72
5/16 - 5/23	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/23 - 5/30	6.1	4.47	2.8	0.27	0.22	0.09	0.40	0.05	0.01	0.05	0.01	0.21
5/30 - 6/6	52.9	4.94	0.7	0.43	0.39	0.14	0.58	0.09	0.02	0.06	0.03	0.60
6/6 - 6/13	29.3	4.19	4.5	1.40	1.71	0.88	2.17	0.70	0.04	0.26	0.11	1.88
6/13 - 6/20	20.3	4.82	0.9	0.23	0.19	0.05	0.32	0.03	0.01	0.03	0.01	0.31
6/20 - 6/27	34.9	5.52	0.5	0.14	0.45	0.12	0.61	0.10	0.02	0.05	0.02	0.11
6/27 - 7/4	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/4 - 7/11	30.2	4.75	1.1	0.36	0.31	0.19	0.48	0.15	0.01	0.04	0.02	0.54
7/11 - 7/19	88.3	5.52	0.5	0.39	0.96	0.46	1.60	0.37	0.04	0.10	0.05	0.27
7/19 - 7/25	1.8	4.81	4.9	0.09	0.24	0.13	0.27	0.15	0.01	0.03	0.02	0.03
7/25 - 8/1	1.1	4.88	1.7	0.02	0.04	0.02	0.04	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01
8/1 - 8/8	15.6	5.48	0.8	0.09	0.28	0.19	0.41	0.18	0.01	0.02	0.02	0.05
8/8 - 8/15	7.3	5.51	1.2	0.08	0.30	0.12	0.44	0.10	0.01	0.02	0.01	0.02
8/15 - 8/22	243.1	5.45	0.4	0.62	1.17	1.35	1.77	1.28	0.11	0.11	0.15	0.87
8/22 - 8/29	24.2	4.79	1.9	0.43	1.03	0.24	1.47	0.16	0.02	0.08	0.03	0.39
8/29 - 9/5	57.4	4.48	1.7	0.90	0.60	1.05	0.60	0.76	0.03	0.08	0.09	1.92
9/5 - 9/12	27.5	5.50	1.2	0.23	0.10	1.63	0.17	1.39	0.03	0.09	0.13	0.09
9/12 - 9/20	81.6	5.55	2.1	0.82	0.27	10.72	0.46	9.30	0.17	0.30	0.98	0.23
9/20 - 9/26	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/26 - 10/3	42.7	4.72	1.3	0.49	0.60	0.75	0.71	0.65	0.03	0.05	0.07	0.81
10/3 - 10/11	43.1	4.79	1.9	0.56	0.60	2.68	0.66	2.39	0.05	0.09	0.25	0.70
10/11 - 10/17	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/17 - 10/24	9.9	5.33	3.5	0.17	0.17	2.08	0.24	1.76	0.04	0.06	0.19	0.05
10/24 - 10/31	9.8	5.23	7.9	0.37	0.24	5.16	0.28	4.39	0.09	0.11	0.48	0.06
10/31 - 11/7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/7 - 11/14	1.2	5.65	1.9	0.02	0.03	0.08	0.08	0.06	0.00	0.01	0.00	0.00
11/14 - 11/21	2.0	4.77	1.8	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.01	0.01	0.03
11/21 - 11/28	17.4	4.16	3.6	0.60	0.26	0.41	0.34	0.16	0.01	0.04	0.02	1.22
11/28 - 12/5	13.2	5.32	2.4	0.17	0.39	1.52	0.24	1.37	0.03	0.15	0.16	0.06
12/5 - 12/12	3.3	5.46	6.3	0.13	0.27	1.05	0.20	0.93	0.02	0.08	0.10	0.01
12/12 - 12/19	4.4	4.86	13.3	0.35	0.73	3.10	0.33	2.74	0.06	0.34	0.30	0.06
12/19 - 12/26	28.2	4.29	9.8	1.46	1.64	13.39	1.06	11.75	0.26	0.55	1.26	1.45
12/26 - 1/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4 - 1/11	4.6	4.52	5.5	0.20	0.61	0.49	0.74	0.40	0.02	0.05	0.05	0.14
1/11 - 1/18	58.9	4.91	1.9	0.73	1.66	3.51	1.53	3.28	0.09	0.27	0.39	0.72
1/18 - 1/25	21.8	5.20	3.5	0.75	1.72	2.25	1.10	2.17	0.08	0.78	0.29	0.14
1/25 - 1/30	4.6	5.88	6.9	0.26	0.51	1.31	0.41	1.18	0.04	0.25	0.13	0.01
1/30 - 2/6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/6 - 2/13	32.2	4.56	1.8	0.49	0.55	0.60	0.45	0.37	0.02	0.18	0.06	0.89
2/13 - 2/20	18.1	5.99	3.7	0.49	0.45	3.46	0.63	2.97	0.09	0.37	0.35	0.02
2/20 - 2/27	10.4	4.88	4.4	0.27	0.47	2.22	0.40	1.91	0.05	0.13	0.22	0.14
2/27 - 3/6	18.7	5.07	0.8	0.15	0.18	0.17	0.25	0.14	0.01	0.04	0.02	0.16
3/6 - 3/13	9.3	4.85	2.4	0.23	0.30	0.63	0.38	0.51	0.02	0.12	0.07	0.13
3/13 - 3/20	13.0	5.11	1.2	0.17	0.34	0.22	0.39	0.20	0.01	0.09	0.03	0.10
3/20 - 3/27	46.8	4.78	1.6	0.74	0.84	1.30	0.88	1.10	0.06	0.31	0.15	0.77
合計	1337.7	-	122.3	17.88	23.31	68.89	25.99	59.62	1.78	6.05	6.80	18.67
平均	-	4.85	-	0.42	0.54	1.60	0.60	1.39	0.04	0.14	0.16	0.43
最大値	243.1	5.99	13.3	1.46	1.72	13.39	2.17	11.75	0.26	0.78	1.26	1.92
最小値	0.0	4.16	0.4	0.02	0.03	0.02	0.04	0.01	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 ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺
	mm			mS/m	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²	mmol/m ²
3/28 - 4/4	27.5	4.89	1.1	0.37	0.37	0.33	0.34	0.30	0.04	0.16	0.06	0.35
4/4 - 4/11	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/11 - 4/18	112.7	4.85	2.4	1.70	1.04	12.58	1.07	10.96	0.28	0.37	1.22	1.59
4/18 - 4/25	16.5	4.49	2.0	0.36	0.33	0.20	0.30	0.09	0.02	0.11	0.03	0.54
4/25 - 5/2	143.8	5.06	1.1	1.04	0.62	6.77	0.82	5.87	0.17	0.22	0.61	1.26
5/2 - 5/9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/9 - 5/16	52.4	4.94	0.8	0.35	0.53	0.29	0.52	0.24	0.03	0.08	0.05	0.60
5/16 - 5/23	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/23 - 5/30	4.4	5.13	2.1	0.15	0.18	0.07	0.25	0.05	0.03	0.09	0.02	0.03
5/30 - 6/6	46.9	4.93	0.7	0.38	0.30	0.13	0.36	0.10	0.03	0.08	0.03	0.55
6/6 - 6/13	40.3	4.47	2.8	1.08	1.40	1.67	1.60	1.42	0.05	0.26	0.18	1.36
6/13 - 6/20	21.1	4.93	0.6	0.13	0.10	0.03	0.11	0.02	0.01	0.01	0.01	0.25
6/20 - 6/27	59.6	5.40	0.4	0.18	0.45	0.23	0.46	0.22	0.04	0.06	0.04	0.24
6/27 - 7/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/4 - 7/11	11.9	4.78	1.4	0.21	0.29	0.09	0.49	0.09	0.01	0.03	0.01	0.20
7/11 - 7/19	89.7	5.23	0.8	0.56	1.25	1.56	1.72	1.44	0.05	0.11	0.14	0.53
7/19 - 7/25	1.7	5.53	1.9	0.03	0.08	0.06	0.11	0.08	0.01	0.01	0.01	0.00
7/25 - 8/1	13.6	4.32	2.6	0.32	0.35	0.12	0.28	0.08	0.01	0.06	0.02	0.65
8/1 - 8/8	6.7	5.43	0.9	0.05	0.12	0.12	0.16	0.12	0.01	0.02	0.01	0.03
8/8 - 8/15	9.1	5.54	0.6	0.04	0.18	0.07	0.26	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03
8/15 - 8/22	350.9	5.45	0.4	0.78	1.33	1.74	1.98	1.59	0.13	0.15	0.20	1.25
8/22 - 8/29	23.4	4.77	1.8	0.36	0.99	0.44	1.22	0.41	0.02	0.10	0.05	0.39
8/29 - 9/5	100.5	4.48	1.8	1.52	0.99	2.42	0.91	1.79	0.06	0.12	0.19	3.30
9/5 - 9/12	66.3	5.34	1.4	0.53	0.20	5.20	0.39	4.44	0.13	0.14	0.44	0.30
9/12 - 9/20	281.8	5.49	2.0	2.67	0.60	36.15	1.56	31.55	0.60	0.75	3.39	0.91
9/20 - 9/26	1.1	5.91	3.8	0.04	0.09	0.18	0.10	0.17	0.01	0.01	0.02	0.00
9/26 - 10/3	56.9	4.81	1.0	0.57	0.43	0.50	0.54	0.42	0.03	0.04	0.05	0.89
10/3 - 10/11	80.5	4.97	2.2	0.90	0.89	9.13	0.62	7.79	0.15	0.19	0.84	0.86
10/11 - 10/17	1.6	4.90	1.7	0.02	0.06	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02
10/17 - 10/24	16.8	5.22	3.2	0.29	0.32	3.06	0.37	2.62	0.06	0.09	0.29	0.10
10/24 - 10/31	11.0	5.26	7.0	0.33	0.12	5.26	0.15	4.54	0.09	0.11	0.49	0.06
10/31 - 11/7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/7 - 11/14	7.1	6.12	3.1	0.12	0.12	1.00	0.10	0.78	0.03	0.26	0.11	0.01
11/14 - 11/21	1.0	4.33	5.7	0.05	0.08	0.13	0.04	0.14	0.01	0.02	0.02	0.05
11/21 - 11/28	14.8	4.18	3.6	0.47	0.26	0.50	0.31	0.32	0.02	0.04	0.03	0.99
11/28 - 12/5	42.9	5.51	1.4	0.36	0.58	2.83	0.29	2.37	0.18	0.39	0.30	0.13
12/5 - 12/12	6.3	5.49	3.5	0.12	0.26	1.18	0.11	1.07	0.03	0.10	0.12	0.02
12/12 - 12/19	18.7	4.84	13.7	1.30	1.68	15.46	0.80	14.06	0.30	0.79	1.50	0.27
12/19 - 12/26	42.0	4.41	10.3	2.15	2.21	24.37	1.25	21.45	0.47	0.80	2.28	1.62
12/26 - 1/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1/4 - 1/11	4.0	4.57	6.0	0.18	0.54	0.61	0.63	0.53	0.03	0.05	0.07	0.11
1/11 - 1/18	92.2	5.02	1.6	1.05	1.68	5.00	1.56	4.56	0.19	0.31	0.54	0.89
1/18 - 1/25	21.1	5.11	3.4	0.76	1.60	2.00	1.04	1.91	0.09	0.74	0.28	0.17
1/25 - 1/30	8.4	5.95	6.6	0.50	0.97	1.95	1.04	1.77	0.08	0.40	0.18	0.01
1/30 - 2/6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/6 - 2/13	43.8	4.74	1.5	0.67	0.64	0.88	0.53	0.77	0.04	0.31	0.12	0.80
2/13 - 2/20	35.9	4.91	4.0	1.19	0.68	6.72	1.04	5.84	0.18	0.44	0.69	0.44
2/20 - 2/27	13.9	4.95	2.9	0.27	0.47	1.59	0.46	1.41	0.09	0.11	0.15	0.16
2/27 - 3/6	20.4	5.00	0.8	0.18	0.15	0.16	0.21	0.13	0.03	0.04	0.03	0.21
3/6 - 3/13	15.0	4.81	1.9	0.34	0.38	0.49	0.40	0.40	0.06	0.17	0.07	0.23
3/13 - 3/20	26.8	4.87	1.7	0.43	0.78	0.73	0.86	0.69	0.05	0.16	0.10	0.36
3/20 - 3/27	79.6	5.00	1.4	1.11	1.20	3.23	0.94	2.83	0.15	0.66	0.37	0.80
合計	2143.6	-	121.6	26.20	27.94	157.23	28.29	137.51	4.08	9.18	15.36	23.53
平均	-	4.96	-	0.58	0.62	3.49	0.63	3.06	0.09	0.20	0.34	0.52
最大値	350.9	6.12	13.7	2.67	2.21	36.15	1.98	31.55	0.60	0.80	3.39	3.30
最小値	0.0	4.18	0.4	0.02	0.06	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00

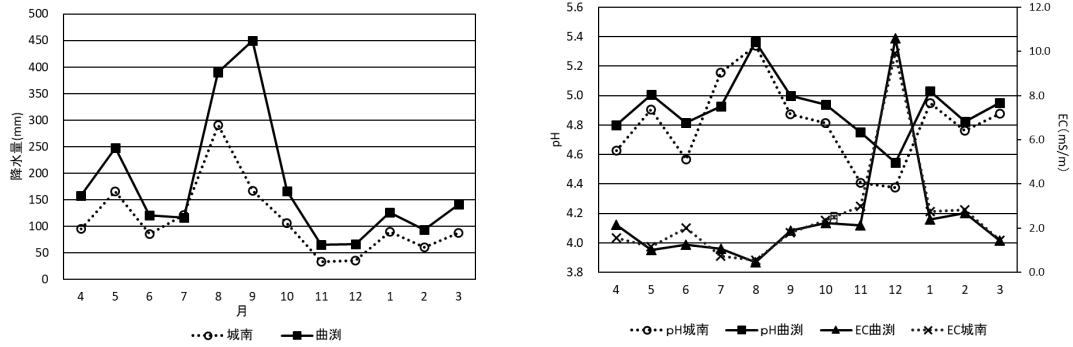


図2 令和4年度降水量, pH, ECの経月変化 (城南区役所, 曲渕ダム)

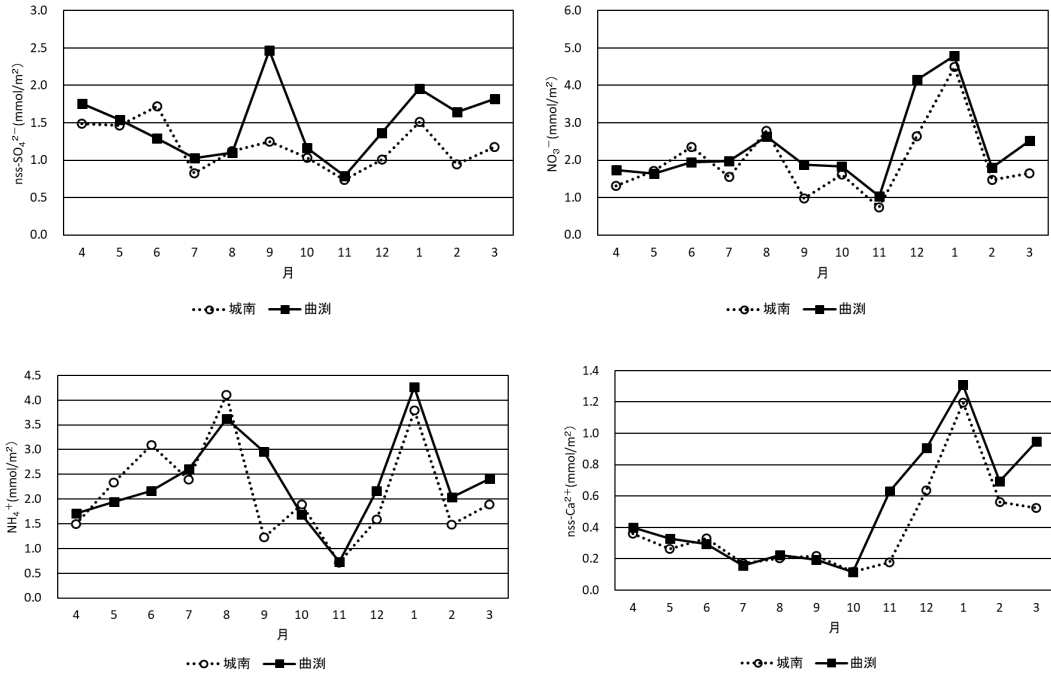


図3 令和4年度イオン成分月間沈着量の経月変化 (nss-SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, nss-Ca²⁺)

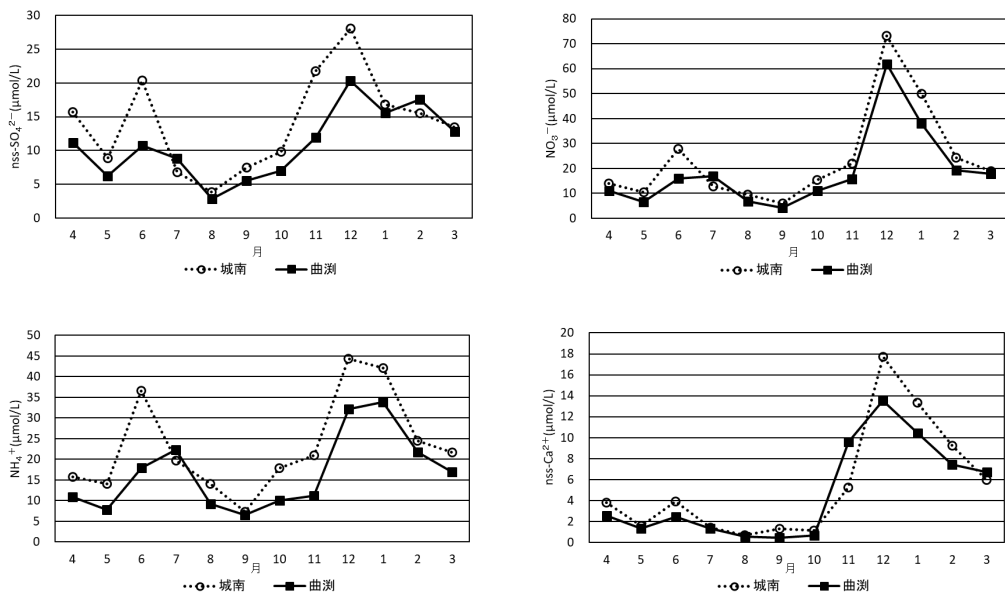


図4 令和4年度イオン成分月間加重平均濃度の経月変化 (nss-SO₄²⁻, NO₃⁻, NH₄⁺, nss-Ca²⁺)

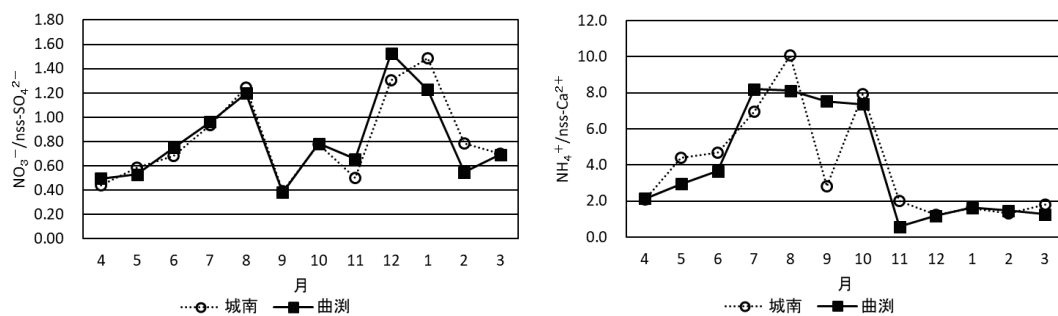


図5 令和4年度酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化

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