

令和元年度 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。福岡市では、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に参加し、市内の酸性雨調査を行っている。

今回、平成31年4月1日から令和2年3月30日までの間、図1に示す城南区役所（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。



図1 調査地点

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点は、湿性沈着モニタリング手引書（第2版）¹⁾に基づき、都市地域として城南区役所、田園地域として曲漕ダムの2地点を選定している。

城南区役所は、福岡市役所から南西約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。

曲漕ダムは、福岡市役所から南西へ約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（EC）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書（第2版）¹⁾に準じて測定・分析した。

3 結果及び考察

3.1 令和元年度調査結果

令和元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。なお、城南区役所は4月15日～4月22日、5月7日～5月13日、6月17日～6月24日、7月22日～7月29日、12月9日～12月16日及び3月16日～3月23日が、曲漕ダムは4月15日～4月22日、5月7日～5月13日、6月17日～6月24日、9月24日～9月30日、12月9日～12月16日及び3月16日～3月23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1824.7 mm、曲漕ダムで2700.9 mmであり、曲漕ダムで多かった。pHは、城南区役所では4.14～5.49の範囲で、年平均値が4.71であった。また、曲漕ダムでは4.21～5.44の範囲で、年平均値が4.81であった。環境省の平成30年度酸性雨調査結果（<http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/h30/index.html>）の全国の年平均値4.93と比較して、城南区役所、曲漕ダムともに、若干低い値であった。

城南区役所及び曲漕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、すべてのイオン成分年間沈着量で曲漕ダムの方が城南区役所より高かった。

3.2 令和元年度経月変動

令和元年度の月毎の降水量、pH及び電気伝導率を図2に示す。降水量は、城南区役所と曲漕ダムは1年を通じて同様の変動を示し、夏季に多く、冬季に少なかった。2地点間の比較では、1年を通じて曲漕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2地点ともに夏季に高く、冬季に低い傾向を示し、城南区役所は8月、曲漕ダムは4月が最も高かった。4月は曲漕ダムのみ高い結果となった。2地点間の比較では、曲漕ダムが城南

区役所よりも高い傾向であった。電気伝導率（EC）は2地点ともに夏季に低く、冬季に高い傾向を示し、2地点間の比較では、2月から3月にかけて城南区役所より曲淵ダムが高かった。また、9月は2地点ともに高い値となった。9月17日～9月24日の Na^+ 、 Cl^- 沈着量が多いことから、9月22日の台風接近に伴う大風により、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。

nss-SO_4^{2-} 沈着量、 NO_3^- 沈着量及び NH_4^+ 沈着量は、1年を通じて曲淵ダムが城南区役所より高い傾向であった。 nss-Ca^{2+} 沈着量は他の月に比べて4月、3月の沈着量が非常に高かった。1年を通じての2地点間の差はあまり見られなかった。

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。酸性成分は夏季に低く、冬季に高い傾向を示し、2地点間の比較では1年を通じて城南区役所で高い傾向を示した。塩基性成分は、4月と11月が他の月に比べて高かった。2地点間の比較では1年を通じて城南区役所で高い傾向を示した。

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、9月が NO_3^- の割合が小さく、1年を通じて、2地点間の差はあまりみられなかった。塩基性成分比（ $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ ）は、冬季が NH_4^+ の割合が大きく、2地点間の比較では、1年を通じて、曲淵ダムが城南区役所よりも 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	電気 伝導率 mS/m	硫酸 イオン mmol/m ²	硝酸 イオン mmol/m ²	塩化物 イオン mmol/m ²	アンモ ニウム イオン mmol/m ²	ナトリウム イオン mmol/m ²	カリウム イオン mmol/m ²	カルシウム イオン mmol/m ²	マグネ シウム イオン mmol/m ²	水素 イオン mmol/m ²
4/1 - 4/8	12.1	5.05	4.2	0.52	1.06	1.30	1.12	1.08	0.06	0.40	0.17	0.11
4/8 - 4/15	21.6	4.60	2.1	0.51	0.41	0.51	0.55	0.32	0.03	0.14	0.06	0.54
4/15 - 4/22	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/22 - 4/26	16.7	4.14	3.6	0.62	0.28	0.26	0.27	0.07	0.02	0.07	0.02	1.22
4/26 - 5/7	48.6	4.33	2.9	1.28	0.76	1.96	0.69	1.54	0.06	0.14	0.18	2.27
5/7 - 5/13	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/13 - 5/20	5.4	4.91	1.6	0.12	0.07	0.16	0.15	0.13	0.01	0.03	0.02	0.07
5/20 - 5/27	24.3	5.07	0.7	0.20	0.20	0.07	0.36	0.05	0.01	0.03	0.02	0.21
5/27 - 6/3	11.3	5.14	2.2	0.27	0.42	0.69	0.49	0.56	0.02	0.17	0.08	0.08
6/3 - 6/10	20.9	4.56	2.0	0.40	0.41	0.56	0.45	0.42	0.02	0.08	0.06	0.57
6/10 - 6/17	49.5	4.76	1.3	0.51	0.55	1.18	0.48	0.95	0.03	0.07	0.11	0.87
6/17 - 6/24	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/24 - 7/1	24.2	4.74	1.3	0.32	0.33	0.21	0.50	0.11	0.01	0.06	0.02	0.44
7/1 - 7/8	20.4	5.49	0.9	0.19	0.62	0.10	0.77	0.06	0.01	0.12	0.02	0.07
7/8 - 7/16	74.6	4.75	1.1	0.79	0.76	0.36	0.85	0.24	0.03	0.11	0.06	1.33
7/16 - 7/22	205.1	4.95	0.7	1.28	1.02	0.86	1.39	0.58	0.07	0.13	0.13	2.31
7/22 - 7/29	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7/29 - 8/5	8.5	5.39	0.7	0.07	0.10	0.10	0.19	0.08	0.01	0.01	0.01	0.03
8/5 - 8/13	53.7	4.74	1.3	0.65	0.62	0.82	0.53	0.64	0.04	0.13	0.09	0.97
8/13 - 8/19	64.0	5.46	1.2	0.38	0.23	3.92	0.41	3.42	0.07	0.11	0.36	0.22
8/19 - 8/26	129.3	4.96	0.7	0.78	0.97	0.40	0.98	0.29	0.05	0.12	0.08	1.42
8/26 - 9/2	318.5	5.16	0.5	1.10	1.73	1.72	1.53	1.33	0.14	0.20	0.23	2.18
9/2 - 9/9	2.9	4.31	3.3	0.12	0.08	0.06	0.11	0.04	0.00	0.03	0.01	0.14
9/9 - 9/17	2.1	4.15	4.3	0.08	0.10	0.07	0.07	0.04	0.00	0.01	0.01	0.15
9/17 - 9/24	74.5	4.63	12.3	4.07	0.35	59.34	0.62	49.53	1.06	1.17	5.61	1.76
9/24 - 9/30	12.6	4.23	3.4	0.45	0.31	0.24	0.34	0.16	0.01	0.05	0.03	0.74
9/30 - 10/7	2.0	4.41	3.9	0.10	0.05	0.17	0.10	0.13	0.00	0.03	0.01	0.08
10/7 - 10/15	1.2	4.39	4.1	0.07	0.06	0.06	0.11	0.05	0.01	0.01	0.01	0.05
10/15 - 10/21	48.0	4.14	3.4	1.10	0.73	1.74	0.42	0.71	0.03	0.08	0.09	3.48
10/21 - 10/28	72.8	4.45	1.9	1.05	0.85	1.38	0.49	0.88	0.05	0.09	0.11	2.58
10/28 - 11/5	1.1	4.80	5.5	0.04	0.10	0.25	0.08	0.22	0.01	0.02	0.03	0.02
11/5 - 11/11	5.6	5.02	5.2	0.22	0.38	1.27	0.38	1.09	0.03	0.13	0.13	0.05
11/11 - 11/18	11.1	4.47	3.0	0.30	0.33	0.80	0.31	0.68	0.02	0.08	0.09	0.37
11/18 - 11/25	3.4	4.67	2.1	0.08	0.06	0.13	0.09	0.09	0.00	0.02	0.01	0.07
11/25 - 12/2	47.5	4.54	2.0	0.67	0.73	1.84	0.42	1.42	0.04	0.08	0.15	1.37
12/2 - 12/9	2.3	4.45	7.1	0.12	0.23	0.53	0.18	0.51	0.01	0.03	0.06	0.08
12/9 - 12/16	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/16 - 12/23	20.8	4.68	2.1	0.38	0.56	0.68	0.56	0.61	0.02	0.08	0.07	0.44
12/23 - 12/27	19.7	4.33	3.9	0.57	0.55	1.61	0.53	1.23	0.03	0.06	0.13	0.93
12/27 - 1/6	5.9	4.92	1.2	0.07	0.07	0.11	0.09	0.08	0.01	0.01	0.01	0.07
1/6 - 1/14	27.5	4.63	6.3	0.83	0.44	10.05	0.28	8.37	0.17	0.20	0.96	0.64
1/14 - 1/20	20.5	4.44	4.0	0.59	1.24	2.05	1.02	1.78	0.05	0.16	0.21	0.74
1/20 - 1/27	70.9	4.76	1.2	0.73	0.67	1.00	0.56	0.76	0.04	0.10	0.10	1.23
1/27 - 2/3	40.6	4.73	4.3	0.93	0.71	9.51	0.64	7.87	0.18	0.19	0.90	0.75
2/3 - 2/10	1.4	4.76	3.9	0.05	0.08	0.15	0.12	0.12	0.01	0.01	0.01	0.02
2/10 - 2/17	18.8	4.60	1.7	0.27	0.22	0.38	0.34	0.23	0.02	0.03	0.03	0.47
2/17 - 2/25	10.5	4.77	3.9	0.27	0.20	1.94	0.24	1.61	0.04	0.08	0.19	0.18
2/25 - 3/2	35.5	4.52	2.4	0.78	0.81	1.27	1.02	1.08	0.07	0.10	0.13	1.07
3/2 - 3/9	18.9	4.30	3.0	0.55	0.38	0.34	0.40	0.19	0.02	0.08	0.03	0.95
3/9 - 3/16	66.8	4.65	2.1	1.36	1.22	3.06	1.58	2.34	0.08	0.40	0.27	1.50
3/16 - 3/23	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/23 - 3/30	70.4	4.88	1.3	0.73	0.85	1.97	1.01	1.59	0.07	0.16	0.19	0.93
合計	1824.7	-	-	26.59	22.91	117.17	23.83	95.28	2.77	5.61	11.27	35.76
平均	-	4.71	2.0	0.58	0.50	2.55	0.52	2.07	0.06	0.12	0.24	0.78
最大値	318.5	5.49	12.3	4.07	1.73	59.34	1.58	49.53	1.06	1.17	5.61	3.48
最小値	0.0	4.14	0.5	0.04	0.05	0.06	0.07	0.04	0.00	0.01	0.01	0.02

表2 曲淵ダム (湿性沈着物)

採取期間	降水量	p H	電気伝導率	硫酸イオン	硝酸イオン	塩化物イオン	アンモニウムイオン	ナトリウムイオン	カリウムイオン	カルシウムイオン	マグネシウムイオン	水素イオン
	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	mmol/m ²
4/1 - 4/8	15.3	5.02	2.7	0.44	0.93	0.61	1.10	0.50	0.05	0.28	0.09	0.15
4/8 - 4/15	31.4	5.37	1.1	0.40	0.42	0.80	0.59	0.64	0.14	0.20	0.10	0.14
4/15 - 4/22	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4/22 - 4/26	15.6	5.18	1.6	0.39	0.27	0.29	0.17	0.19	0.45	0.20	0.08	0.10
4/26 - 5/7	79.3	4.73	2.1	1.14	0.82	5.70	0.79	4.89	0.15	0.24	0.55	1.47
5/7 - 5/13	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/13 - 5/20	5.5	4.32	2.6	0.16	0.05	0.15	0.09	0.06	0.01	0.02	0.01	0.27
5/20 - 5/27	26.1	4.96	0.9	0.30	0.20	0.08	0.46	0.04	0.02	0.03	0.02	0.28
5/27 - 6/3	24.8	4.86	1.4	0.35	0.48	0.49	0.51	0.37	0.04	0.13	0.06	0.34
6/3 - 6/10	60.3	4.61	2.0	1.08	0.94	2.09	1.08	1.72	0.07	0.14	0.21	1.49
6/10 - 6/17	122.1	4.82	1.1	0.92	0.88	1.79	0.76	1.35	0.06	0.09	0.16	1.83
6/17 - 6/24	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/24 - 7/1	48.2	4.85	0.9	0.35	0.51	0.42	0.54	0.31	0.03	0.05	0.05	0.68
7/1 - 7/8	29.9	5.44	0.7	0.17	0.61	0.10	0.72	0.06	0.02	0.09	0.03	0.11
7/8 - 7/16	93.9	4.87	0.8	0.69	0.69	0.39	0.66	0.32	0.04	0.07	0.07	1.26
7/16 - 7/22	287.9	4.97	0.7	1.70	1.49	1.40	1.77	1.00	0.11	0.18	0.20	3.09
7/22 - 7/29	16.1	5.21	0.5	0.05	0.14	0.12	0.12	0.09	0.01	0.01	0.01	0.10
7/29 - 8/5	1.3	5.41	0.9	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
8/5 - 8/13	134.8	5.19	0.5	0.68	0.69	0.88	0.84	0.72	0.16	0.13	0.14	0.87
8/13 - 8/19	37.9	5.26	0.6	0.16	0.31	0.46	0.31	0.47	0.02	0.03	0.04	0.21
8/19 - 8/26	165.5	5.08	0.5	0.75	0.85	0.45	0.71	0.37	0.08	0.14	0.11	1.36
8/26 - 9/2	349.3	5.26	0.4	0.91	1.46	1.73	1.08	1.40	0.14	0.17	0.26	1.92
9/2 - 9/9	26.1	4.30	2.8	0.74	0.37	0.35	0.45	0.18	0.03	0.07	0.04	1.33
9/9 - 9/17	11.8	4.42	2.6	0.27	0.35	0.34	0.27	0.34	0.01	0.02	0.04	0.45
9/17 - 9/24	186.8	5.02	8.6	6.96	0.61	107.93	0.96	92.27	1.95	2.12	10.28	1.79
9/24 - 9/30	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/30 - 10/7	21.9	4.64	2.5	0.43	0.36	1.67	0.38	1.41	0.08	0.07	0.16	0.50
10/7 - 10/15	1.7	4.24	7.0	0.11	0.12	0.37	0.15	0.32	0.01	0.02	0.04	0.10
10/15 - 10/21	51.8	4.27	2.9	1.04	0.75	1.85	0.32	1.05	0.05	0.08	0.12	2.79
10/21 - 10/28	138.9	4.60	1.7	1.73	1.28	3.62	0.86	2.66	0.11	0.14	0.30	3.49
10/28 - 11/5	2.0	4.73	4.4	0.05	0.11	0.38	0.06	0.34	0.01	0.02	0.04	0.04
11/5 - 11/11	3.3	4.73	2.5	0.06	0.11	0.22	0.10	0.20	0.01	0.01	0.02	0.06
11/11 - 11/18	16.1	4.46	3.2	0.44	0.51	1.12	0.46	0.95	0.03	0.11	0.11	0.55
11/18 - 11/25	3.7	4.68	1.6	0.05	0.07	0.07	0.03	0.06	0.00	0.02	0.01	0.08
11/25 - 12/2	74.6	4.62	1.9	0.91	1.00	3.14	0.47	2.45	0.07	0.11	0.25	1.79
12/2 - 12/9	4.0	4.76	4.8	0.12	0.28	0.68	0.16	0.62	0.02	0.03	0.07	0.07
12/9 - 12/16	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/16 - 12/23	24.6	4.61	1.7	0.35	0.47	0.37	0.40	0.30	0.02	0.06	0.04	0.60
12/23 - 12/27	34.6	4.46	2.6	0.63	0.77	1.41	0.66	1.10	0.03	0.05	0.11	1.20
12/27 - 1/6	5.8	4.52	2.4	0.12	0.12	0.18	0.12	0.13	0.01	0.01	0.01	0.18
1/6 - 1/14	43.8	4.53	3.9	1.09	0.53	7.32	0.41	6.15	0.14	0.17	0.70	1.31
1/14 - 1/20	22.4	4.57	2.9	0.41	0.84	1.68	0.56	1.49	0.04	0.09	0.16	0.60
1/20 - 1/27	99.5	4.73	1.3	1.05	1.06	1.67	0.88	1.35	0.08	0.11	0.16	1.86
1/27 - 2/3	70.4	4.78	3.6	1.31	1.22	13.03	0.96	10.81	0.26	0.26	1.25	1.18
2/3 - 2/10	3.8	4.60	3.9	0.13	0.25	0.31	0.32	0.27	0.01	0.02	0.03	0.10
2/10 - 2/17	35.2	4.70	3.6	0.76	0.33	5.94	0.48	4.92	0.12	0.15	0.54	0.70
2/17 - 2/25	15.7	4.66	4.2	0.44	0.19	3.06	0.28	2.55	0.06	0.10	0.29	0.35
2/25 - 3/2	48.5	4.69	2.2	0.89	1.04	2.18	1.20	1.92	0.16	0.15	0.20	1.00
3/2 - 3/9	18.1	4.21	3.6	0.61	0.29	0.45	0.33	0.21	0.02	0.10	0.03	1.13
3/9 - 3/16	78.3	4.77	2.3	1.56	1.30	5.26	1.80	4.47	0.13	0.46	0.49	1.34
3/16 - 3/23	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3/23 - 3/30	112.2	4.80	1.8	1.56	1.97	5.09	2.40	4.11	0.21	0.31	0.48	1.79
合計	2700.9	-	-	34.49	28.05	187.66	27.81	157.15	5.25	7.07	18.18	42.01
平均		4.81	1.9	0.75	0.61	4.08	0.60	3.42	0.11	0.15	0.40	0.91
最大値	349.3	5.44	8.6	6.96	1.97	107.93	2.40	92.27	1.95	2.12	10.28	3.49
最小値	0.0	4.21	0.4	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01

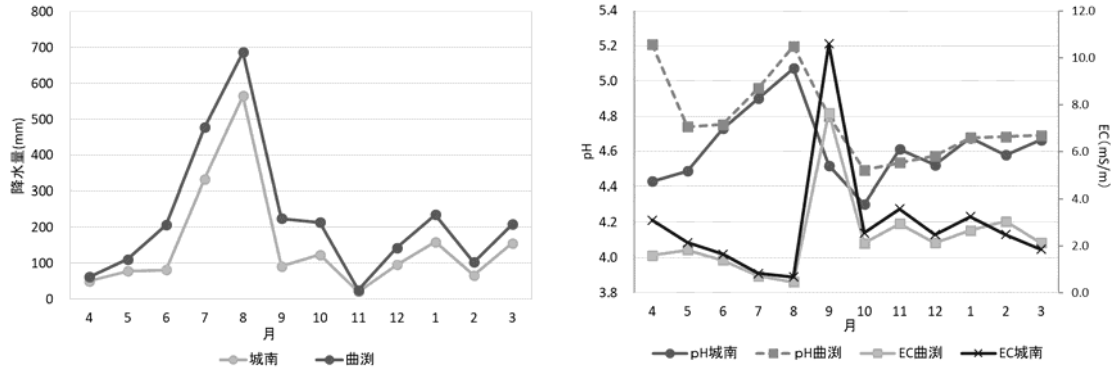


図2 令和元年度降水量，pH，電気伝導率（EC）の経月変化

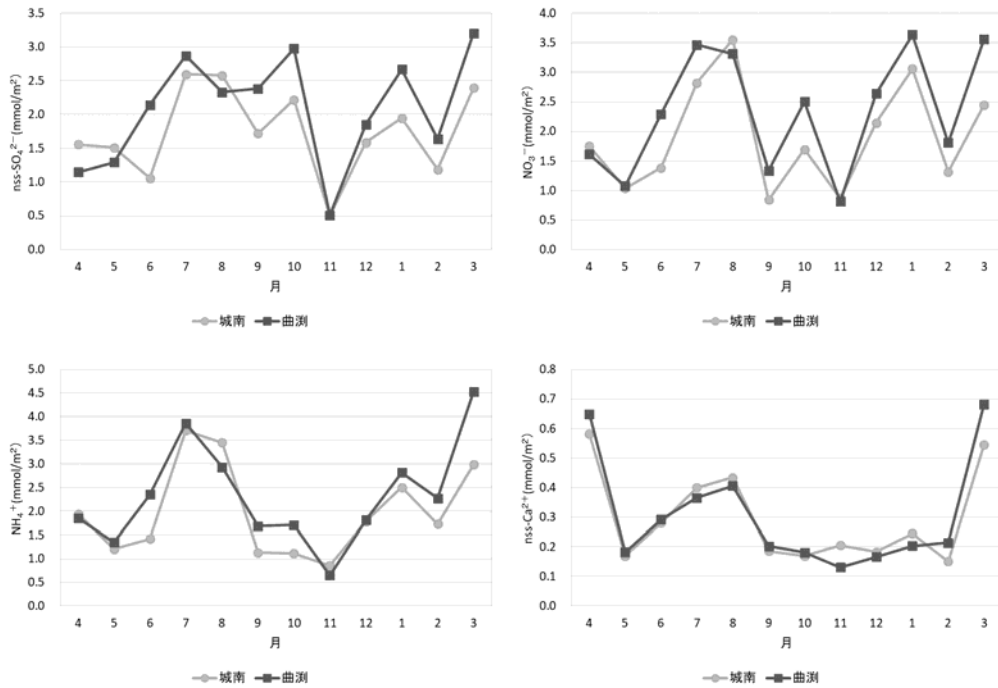


図3 令和元年度イオン成分月間沈着量の経月変化（nss-SO₄²⁻，NO₃⁻，NH₄⁺，nss-Ca²⁺）

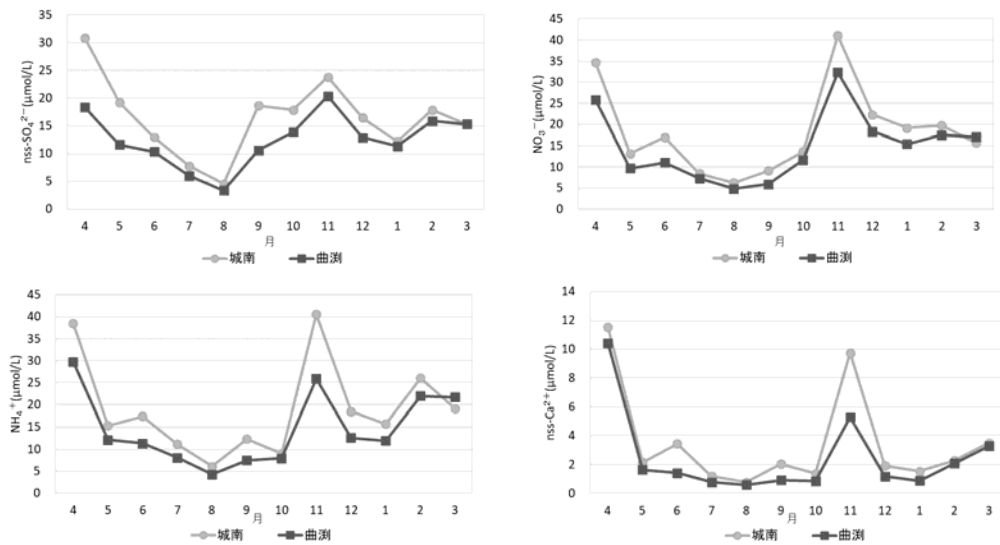


図4 令和元年度イオン成分月間加重平均濃度の経月変化（nss-SO₄²⁻，NO₃⁻，NH₄⁺，nss-Ca²⁺）

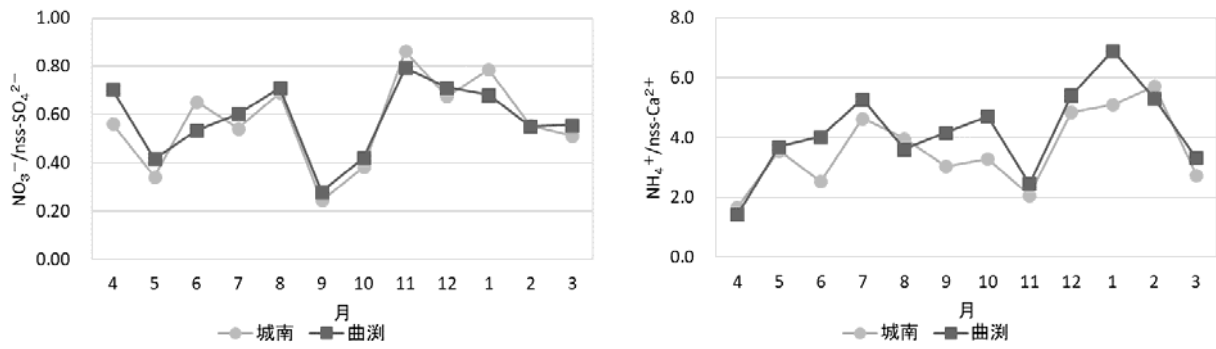


図5 令和元年度酸性成分及び塩基性成分の等量濃度比の経月変化

文献

- 1) 環境省：湿性沈着モニタリング手引き書（第2版），2001年3月