

平成 29 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、平成2年から市内の酸性雨調査を行っている。また、平成3年から始まった全国環境研協議会 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、全国の環境研究所と連携して、日本全域における酸性雨の汚染実態を調査している。

今回は、平成29年4月3日から平成30年4月2日までの間、城南区役所（城南区鳥飼）と曲渕ダム（早良区曲渕）の2ヶ所で酸性雨（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

城南区役所は、福岡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。

曲渕ダムは、福岡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、林に遮られて排気ガスなどの直接の影響は見られない。ただし、平成27年12月～平成29年度にかけて、調査地点から約20m付近に建屋を建設するため、工事用トラック等の往来があった。

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週間ごと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、城南区役所では降水量、pH及び電気伝導率、曲渕ダムでは降水量、pH、電気伝導率及びイオン成分（ 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）」（環境省）に準じて測定・分析した。

3 分析結果

3.1 平成29年度の調査結果

平成29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。イオン成分は、各イオン成分に対し、分析に供した降水量を乗じてイオン成分沈着量を算出した。なお、城南区役所は9月4日から10月16日まで雨水採取装置の故障により欠測とした。また、城南区役所の4月17日から4月24日及び12月11日から12月18日、曲渕ダムの7月31日から8月7日及び10月30日から11月6日は少雨のため、降水量以外の項目を欠測とした。表示桁数について、降水量、電気伝導率は小数点以下1桁に、pH、イオン成分沈着量は小数点以下2桁に統一した。

城南区役所ではpHの範囲が4.19～6.67、年平均値が4.81であった。また、曲渕ダムではpHの範囲が4.06～6.48、年平均値が4.86であった。年平均値は、全国平均値（環境省平成28年度酸性雨調査結果）4.90と比較して両地点とも若干低値であった。また、平成28年度のpH年平均値（城南区役所4.78、曲渕ダム4.84）と比較して、両地点とも僅かに上昇していた。

曲渕ダムのイオン成分年間沈着量は、海塩由来と考えられる Na^+ 、 Cl^- が高かった。また、全国平均と比較して、 NO_3^- 及び NH_4^+ が高い傾向が見られた（曲渕ダム： NO_3^- ；34.05 mmol/m²、 NH_4^+ ；31.01 mmol/m²、全国平均値： NO_3^- ；23.48 mmol/m²、 NH_4^+ ；20.86 mmol/m²）。

3.2 pH及び沈着量の経年変動

城南区役所及び曲渕ダムにおける降水量及びpHの経年変動（平成20年度～平成29年度）を図1に示す。降水量は年降水量、pHは年加重平均値を用いた。降水量は年ごとに変動が見られたが、城南区役所と曲渕ダムでほぼ同様の挙動を示した。また、城南区役所と比較して曲渕ダムにおいて、降水量が多い傾向であった。pHは城南区役所、曲渕ダムにおいて、平成20年度以降、年ごとに増減はあるものの10年間を通して上昇傾向が見られた。降水量とpHの関連は見られなかった。

曲渕ダムにおけるイオン成分年間沈着量の平成20年度～平成29年度の推移を表3に、降水の酸性化に寄与する酸性成分（ nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- ）及び塩基性成分（ NH_4^+ 、 nss-Ca^{2+} ）の経年変動を図2に示す。 SO_4^{2-} 及び Ca^{2+} は海塩由来（ss）と非海塩由来（nss）が存在し、 nss-SO_4

$^{2-}$ 及びnss- Ca^{2+} は、海塩性イオン(Na^+ をすべて海塩由来として海塩組成比から算出)を SO_4^{2-} 及び Ca^{2+} から差し引いて算出した。イオン成分年間沈着量は、年ごとに変動があるが、海塩由来と考えられる Na^+ 、 Cl^- の割合

が高かった。

nss- SO_4^{2-} 、 NO_3^- 及び NH_4^+ 沈着量は、平成20年度以降、微増と微減を繰り返しながら推移していたが、平成27年度以降は、減少傾向であった。

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	水素イオン mmol/m ²
4/3-4/10	11.4	5.30	1.0	0.06
4/10-4/17	1.8	6.67	4.5	0.00
4/17-4/24	0.4	-	-	-
4/24-5/1	16.8	4.96	1.1	0.18
5/1-5/8	20.3	4.19	3.6	1.31
5/8-5/15	58.9	4.94	0.7	0.68
5/15-5/22	0.0	-	-	-
5/22-5/29	10.1	4.24	3.8	0.58
5/29-6/5	0.0	-	-	-
6/5-6/12	18.2	5.24	1.0	0.11
6/12-6/19	0.0	-	-	-
6/19-6/26	103.1	5.39	0.3	0.42
6/26-7/3	52.3	4.55	2.2	1.47
7/3-7/10	121.5	5.03	0.6	1.14
7/10-7/18	10.4	5.32	0.9	0.05
7/18-7/24	11.9	5.10	2.2	0.09
7/24-7/31	7.1	6.39	5.9	0.00
7/31-8/7	0.0	-	-	-
8/7-8/14	11.5	5.24	1.1	0.07
8/14-8/21	66.0	4.78	1.0	1.10
8/21-8/28	22.2	5.04	0.9	0.20
8/28-9/4	0.0	-	-	-
9/4-9/11	-	-	-	-
9/11-9/19	-	-	-	-
9/19-9/25	-	-	-	-
9/25-10/2	-	-	-	-

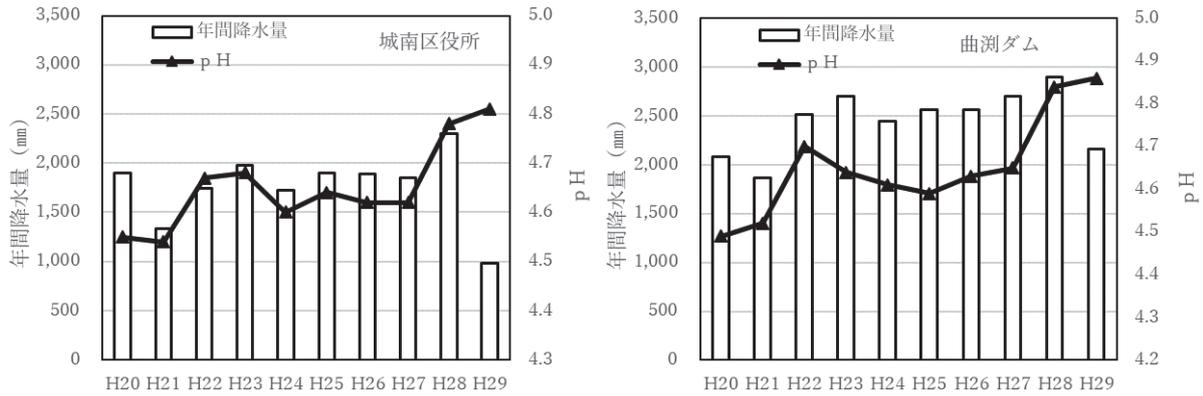
採取期間	降水量 mm	pH	電気伝導率 mS/m	水素イオン mmol/m ²
10/2-10/10	-	-	-	-
10/10-10/16	-	-	-	-
10/16-10/23	29.6	4.69	13.6	0.61
10/23-10/30	54.5	5.54	0.3	0.16
10/30-11/6	0.0	-	-	-
11/6-11/13	5.9	4.79	1.5	0.10
11/13-11/20	4.4	6.67	2.8	0.00
11/20-11/27	8.1	5.38	1.8	0.03
11/27-12/4	6.7	4.58	1.8	0.18
12/4-12/11	13.0	4.46	6.5	0.45
12/11-12/18	0.2	-	-	-
12/18-12/25	9.1	4.93	2.3	0.11
12/25-1/4	4.5	4.83	3.1	0.07
1/4-1/9	23.9	4.56	2.2	0.66
1/9-1/15	29.3	4.72	5.7	0.56
1/15-1/22	36.8	4.75	1.4	0.65
1/22-1/29	2.3	5.44	5.9	0.01
1/29-2/5	3.3	5.29	9.6	0.02
2/5-2/13	19.7	4.84	3.1	0.29
2/13-2/19	11.6	4.73	3.1	0.21
2/19-2/26	1.1	4.43	6.8	0.04
2/26-3/5	44.7	4.89	3.5	0.58
3/5-3/12	29.1	4.34	6.8	1.33
3/12-3/19	48.4	5.00	1.3	0.48
3/19-3/26	50.1	4.68	3.5	1.05
3/26-4/2	0.0	-	-	-
計	980.3	-	117.4	15.03
平均	-	4.81	2.3	0.41
最大値	121.5	6.67	13.6	1.47
最小値	0.0	4.19	0.3	0.00

※4/17~4/24, 12/11~12/18は少雨のため、降水量以外の項目は欠測。5/15~5/22, 5/29~6/5, 6/12~6/19, 7/31~8/7, 8/28~9/4, 10/30~11/6, 3/26~4/2は降雨なし。9/4~10/16は雨水採取装置の故障により欠測。

表2 曲淵ダム (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
4/3-4/10	55.4	5.34	1.0	0.78	1.02	0.99	1.08	0.91	0.09	0.64	0.15	0.25
4/10-4/17	52.5	5.11	1.1	0.66	0.57	2.27	0.51	1.94	0.13	0.33	0.25	0.41
4/17-4/24	124.6	5.27	0.4	0.51	0.71	0.37	0.82	0.32	0.07	0.10	0.04	0.67
4/24-5/1	14.7	5.00	1.2	0.24	0.22	0.21	0.31	0.21	0.03	0.07	0.03	0.15
5/1-5/8	31.2	4.13	4.0	1.61	1.28	0.59	1.70	0.53	0.07	0.27	0.08	2.34
5/8-5/15	73.5	4.91	0.7	0.56	0.64	0.21	0.54	0.17	0.03	0.20	0.04	0.91
5/15-5/22	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5/22-5/29	5.3	4.70	2.4	0.16	0.19	0.12	0.28	0.12	0.01	0.05	0.02	0.11
5/29-6/5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/5-6/12	22.8	5.14	0.8	0.20	0.34	0.16	0.39	0.16	0.02	0.10	0.03	0.17
6/12-6/19	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/19-6/26	95.4	5.24	0.4	0.49	0.60	0.61	0.32	0.60	0.05	0.19	0.09	0.55
6/26-7/3	94.3	4.62	1.5	1.31	2.11	0.48	2.77	0.34	0.06	0.10	0.04	2.27
7/3-7/10	220.9	5.19	0.4	0.79	1.72	0.68	0.97	0.62	0.07	0.15	0.06	1.43
7/10-7/18	15.8	5.53	0.6	0.08	0.15	0.18	0.15	0.20	0.01	0.02	0.02	0.05
7/18-7/24	6.5	6.45	2.4	0.16	0.33	0.12	0.76	0.14	0.02	0.06	0.02	0.00
7/24-7/31	19.1	4.64	3.4	0.73	1.34	0.96	1.82	1.00	0.05	0.16	0.11	0.44
7/31-8/7	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8/7-8/14	23.1	5.18	0.83	0.18	0.35	0.41	0.36	0.40	0.02	0.04	0.05	0.15
8/14-8/21	99.6	5.22	0.5	0.49	0.91	0.44	1.00	0.46	0.04	0.06	0.05	0.60
8/21-8/28	26.6	5.04	0.8	0.15	0.39	0.34	0.28	0.32	0.02	0.05	0.04	0.24
8/28-9/4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9/4-9/11	53.6	4.99	0.6	0.42	0.42	0.28	0.30	0.32	0.03	0.04	0.03	0.55
9/11-9/19	91.7	5.08	1.1	0.73	0.87	4.83	0.44	4.15	0.10	0.14	0.44	0.77
9/19-9/25	2.2	5.09	2.0	0.04	0.12	0.04	0.07	0.08	0.01	0.03	0.01	0.02
9/25-10/2	79.4	5.03	2.1	1.14	0.84	9.56	0.90	8.06	0.19	0.39	0.93	0.74
10/2-10/10	135.0	4.98	0.7	0.99	0.95	1.49	0.40	1.51	0.12	0.19	0.18	1.42
10/10-10/16	110.0	4.88	1.1	1.01	0.97	3.73	0.58	3.25	0.12	0.16	0.36	1.45
10/16-10/23	47.3	4.73	20.3	4.11	0.72	68.46	0.42	56.28	1.19	1.28	6.49	0.87
10/23-10/30	67.1	5.49	0.5	0.25	0.36	1.65	0.13	1.55	0.06	0.10	0.19	0.22
10/30-11/6	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11/6-11/13	11.3	4.75	1.3	0.11	0.19	0.31	0.11	0.29	0.02	0.03	0.04	0.20
11/13-11/20	4.9	6.48	1.6	0.13	0.10	0.11	0.05	0.23	0.01	0.14	0.03	0.00
11/20-11/27	15.3	5.39	5.3	0.58	1.13	3.65	0.84	3.12	0.10	0.46	0.39	0.06
11/27-12/4	5.9	4.96	1.3	0.12	0.19	0.11	0.19	0.13	0.02	0.05	0.02	0.06
12/4-12/11	15.4	4.36	6.8	0.80	2.41	2.85	1.73	2.49	0.11	0.44	0.32	0.67
12/11-12/18	5.2	4.06	24.0	1.06	1.68	5.75	1.28	4.89	0.15	0.63	0.59	0.46
12/18-12/25	9.5	4.61	3.6	0.36	0.70	0.86	0.43	0.97	0.04	0.14	0.12	0.23
12/25-1/4	4.6	4.57	4.2	0.22	0.39	0.50	0.50	0.51	0.04	0.06	0.06	0.12
1/4-1/9	39.5	4.41	5.6	1.57	1.89	8.19	1.89	7.58	0.20	0.33	0.88	1.55
1/9-1/15	37.0	4.66	7.3	1.73	1.35	17.45	1.40	14.92	0.34	0.51	1.65	0.80
1/15-1/22	42.9	4.70	1.1	0.54	0.50	0.79	0.45	0.69	0.05	0.11	0.09	0.86
1/22-1/29	2.1	4.83	9.3	0.15	0.23	0.94	0.17	0.86	0.03	0.10	0.11	0.03
1/29-2/5	1.7	5.44	12.2	0.15	0.57	0.65	0.25	0.70	0.03	0.22	0.10	0.01
2/5-2/13	20.2	4.68	6.1	0.85	0.88	5.93	0.76	4.95	0.12	0.38	0.58	0.42
2/13-2/19	10.5	4.94	2.7	0.35	0.54	0.58	0.58	0.53	0.04	0.19	0.08	0.12
2/19-2/26	2.8	4.28	5.1	0.16	0.27	0.17	0.21	0.16	0.01	0.08	0.03	0.15
2/26-3/5	100.1	4.70	1.8	1.68	0.88	5.78	1.31	4.89	0.19	0.27	0.57	2.00
3/5-3/12	81.7	4.42	4.5	1.97	0.43	16.59	0.35	12.96	0.27	0.30	1.45	3.09
3/12-3/19	67.8	5.42	1.4	0.56	0.31	5.23	0.28	4.38	0.10	0.28	0.49	0.26
3/19-3/26	115.5	4.84	4.7	2.57	1.30	31.42	0.95	25.76	0.54	0.58	2.95	1.69
3/26-4/2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	2162.0	-	160.5	33.47	34.05	207.01	31.01	174.67	5.03	10.21	20.29	29.58
平均	-	4.86	2.2	0.74	0.76	4.60	0.69	3.88	0.11	0.23	0.45	0.66
最大値	220.9	6.48	24.0	4.11	2.41	68.46	2.77	56.28	1.19	1.28	6.49	3.09
最小値	0.0	4.06	0.4	0.04	0.10	0.04	0.05	0.08	0.01	0.02	0.01	0.00

※7/31～8/7, 10/30～11/6 は少雨のため、降水量以外の項目は欠測。5/15～5/22, 5/29～6/5, 6/12～6/19, 8/28～9/4, 3/26～4/2 は降雨なし。



※城南区役所の H21 及び H29 並びに曲淵ダムの H21 は一部欠測。曲淵ダムの H20 は一部水道局曲淵水源事務所の降水量の値を用いている。

図1 城南区役所及び曲淵ダムの降水量及び pH の経年変動

表3 曲淵ダムにおけるイオン成分年間沈着量経年変動

年度	年間沈着量 (mmol/m ²)										
	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺
H20	33.50	33.80	84.40	28.20	74.80	3.00	7.80	8.90	49.20	28.99	6.18
H21	40.10	37.10	138.30	37.20	121.60	4.06	7.90	14.40	56.80	32.77	5.27
H22	41.50	44.10	143.10	40.20	123.70	4.84	12.30	15.40	50.40	34.04	9.63
H23	39.70	34.70	182.30	30.80	155.30	4.70	8.40	17.70	52.40	30.34	5.04
H24	43.70	45.20	103.70	39.80	87.90	4.16	13.90	11.40	59.90	38.40	12.00
H25	52.50	50.00	198.60	48.90	167.70	6.27	12.50	20.30	66.40	42.39	8.88
H26	43.70	37.50	147.90	40.70	124.80	4.80	7.50	15.20	60.60	36.18	4.80
H27	50.80	45.40	250.50	45.70	213.40	7.20	12.10	25.50	60.90	37.94	7.49
H28	31.20	33.70	88.10	40.30	75.90	3.65	6.10	9.50	41.70	26.62	4.46
H29	33.50	34.10	207.00	31.00	174.70	5.03	10.20	20.30	29.60	22.97	6.42

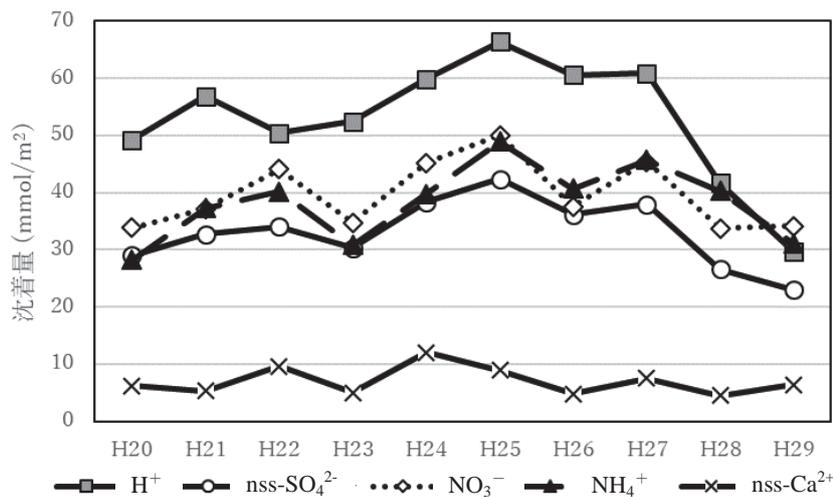


図2 曲淵ダムの非海塩由来イオン成分年間沈着量の経年変動