

II 資料

長崎県における酸性雨調査(2007 年度)

高藤 愛郁、古賀 康裕

Acidity and Ion Concentrations in Rain Water (2007)

Aika TAKAFUJI and Yasuhiro KOGA

Key words: acid rain, pH, non sea salt sulfate

キーワード: 酸性雨、pH、非海塩性硫酸イオン

ている。東側は 12 時間交通量が約 12, 000 台である

はじめに

酸性雨は化石燃料の燃焼により大気中に排出された硫黄酸化物や窒素酸化物の一部が大気中で硫酸および硝酸等の二次生成物質に酸化され、これらの二次生成物質が雨滴生成過程で核として捕捉され降水に取り込まれることによって起こる。また、酸性雨の原因となる物質は、国内からの発生に加え大陸からの移流も指摘されている。

このような酸性雨問題に対処するため、長崎県においては昭和 58 年から長崎市式見及び旧大村保健所(現県央保健所)で酸性雨調査を開始した^{1~10)}。平成 17 年度からは長崎市式見及び県央保健所での機器保守管理、酸性雨分析は民間委託されている。また、環境省の委託を受けて離島の国設対馬酸性雨測定所及び国設五島酸性雨測定所においても酸性雨調査を実施している。

本報告では、長崎市式見及び県央保健所における平成 19 年度の酸性雨調査結果について報告する。

国道 34 号線を経て田園地帯となっている。

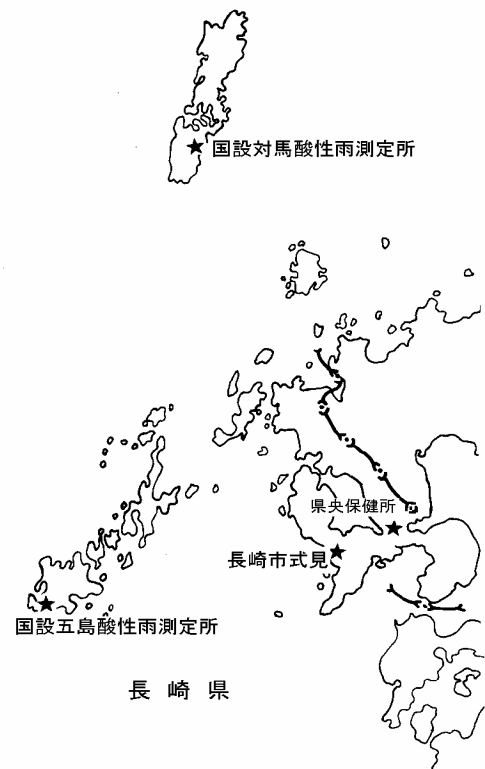


図 1 酸性雨測定地点

調査地点の概要

県内の酸性雨測定地点を図 1 に示す。各測定地点の概要は以下に示すとおりである。

1 長崎市式見

長崎市の中心部から北西の郊外に位置し、周囲は山林及び田園地帯であり、測定地点の北東 3km 及び南東約 4 km には住宅地が存在する。Na⁺や Cl⁻等の海塩粒子濃度の大きな要因となる海岸までの距離は西方約 1 km である。

2 県央保健所

平成 10 年 1 月から測定を開始した。諫早市中心部の北方に位置し、調査地点の西側は住宅地が広がっ

調査方法

雨水の採取は小笠原計器(株)製 US-400 をベースとして、10 検体の一降雨試料が連続して採取できるように改造した雨水採取器により実施した。

雨水の採取、分析は民間委託されており、測定項目は貯水量、pH、電気伝導率(EC)、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、

NH₄⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、K⁺、Na⁺の11項目である。測定方法は湿性沈着モニタリング手引き書(第2版)¹¹⁾に準じた。なお、降水量については、貯水量から計算した。

調査結果

1 pH及び酸性雨出現頻度

pHの出現頻度及び便宜上、酸性雨の定義をpH5.6以下とした酸性雨出現率を表1に示す。式見及び県央保健所における平成19年度の酸性雨出現率は共に97.4%であり、両地点において18年度と比較して上昇した。

平成19年度pHの年平均値は式見4.57、県央保健所4.62であり、18年度と比較して大差はなかった。

降水を中和する要因となる黄砂について、平成18、19年度における黄砂観測日を表2に示す。平成19年度は10日間観測され、18年度に比べ黄砂が観測された日数は多かった。特に平成18年度は一度も観測がなかった5月に最も多く黄砂が観測されたのは特徴的であった。

2 pHの経月変化

平成19年度の降水量の経月変化を図2に、pHの月別平均値の経月変化を図3に示す。H19年度の降水量は平成18年度に比べ少なくなっていた。また、月ごとの差はあるものの、年間の降水量で見ると式見が1,416mm、県央保健所が1,655mmと概ね同等であった。例年、pHの加重平均値は雨の多い夏季に高く、雨の少ない冬季には低い傾向を示すが、平成19年度の式見、県央保健所での調査の結果においては、5月に一度低くなった後夏期から秋期にかけて高くなり、冬期に低くなるという傾向が見られた。

3 イオン成分濃度

平成18、19年度におけるイオン成分年平均値を表4に、イオン成分月平均値を表5に示す。平成19年度の年平均値ではすべての項目において、式見が県央保健所よりも高い値を示した。特に海岸に近い式見においてCl⁻、Na⁺といった海塩由来成分が県央保健所に比べ高い結果となった。

Na⁺のすべてが海塩由来であると仮定し、海水中の濃度比を用いてnss⁻SO₄²⁻及びnss⁻Ca²⁺を計算してSO₄²⁻及びCa²⁺に占める非海塩性成分の割合を求めると各々、19年度の年平均値は式見がそれぞれ90%、89%、県央保健所がそれぞれ93%、92%であり、非海塩成分の割合は高くなっていた。また、平成19年度の

nss⁻SO₄²⁻、nss⁻Ca²⁺は式見、県央保健所ともに高くなっていた。nss⁻Ca²⁺が両地点において高くなったのは、おそらく黄砂観測日が昨年と比較して多かったことによるものと考えられる。

人為的汚染の指標となるnss⁻SO₄²⁻、nss⁻Ca²⁺、及びNO₃⁻の経月変化を図4、5、6に示す。一般的にイオン成分は雨の多い夏季に低く、雨の少ない冬季に高い傾向を示すが、平成19年度の式見、県央保健所での調査の結果、式見、県央保健所両地点において5月の高濃度が顕著であった。平成19年度の5月は黄砂観測が多かったことから、黄砂の土壌とともに人的汚染物質が運ばれて来たことが考えられる。さらに、平成19年度の5月は光化学オキシダントの注意報が多く発令されたことも、この月に濃度が高くなったことと関連があると考えられる。

表1 pHの出現頻度及び酸性雨出現率

pH階級	式見		県央保健所	
	H18	H19	H18	H19
2.61~2.99	0	0	0	0
3.00~3.59	1	0	2	0
3.60~3.99	8	2	3	2
4.00~4.59	50	38	43	39
4.60~4.99	19	27	22	22
5.00~5.60	13	7	12	13
5.61~5.99	4	0	4	2
6.00~6.59	0	1	1	0
6.60~6.99	0	1	0	0
7.00~	0	0	0	0
サンプル数	95	76	87	78
酸性雨出現率(%)	95.8	97.4	94.3	97.4
pH<4.00(%)	9.5	2.6	5.7	2.6
最低pH	3.57	3.80	3.57	3.85
最高pH	5.97	6.69	6.16	5.88
加重平均pH	4.56	4.57	4.64	4.62

表2 平成18、19年度の黄砂観測日

	H18年度	H19年度
黄砂発生日	4月8日	4月1日
	4月9日	4月2日
	4月24日	5月14日
	4月25日	5月17日
	3月28日	5月26日
	3月30日	5月27日
		5月28日
		3月2日
		3月3日
		3月4日
合計	6日間	10日間

※長崎海洋気象台調べ

* nss: 非海塩性

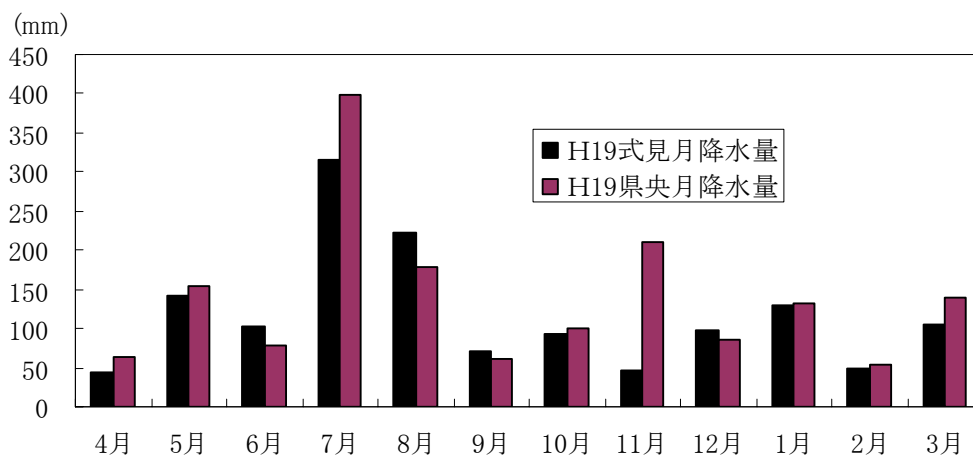


図2 平成19年度における降水量の経月変化

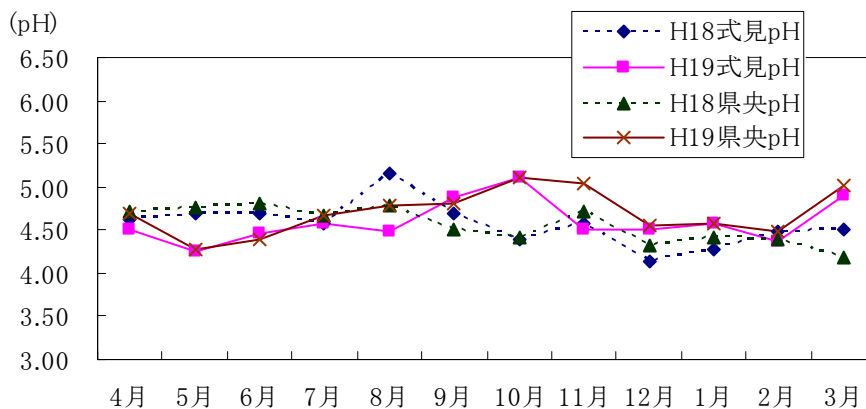


図3 平成18、19年度におけるpHの経月変化

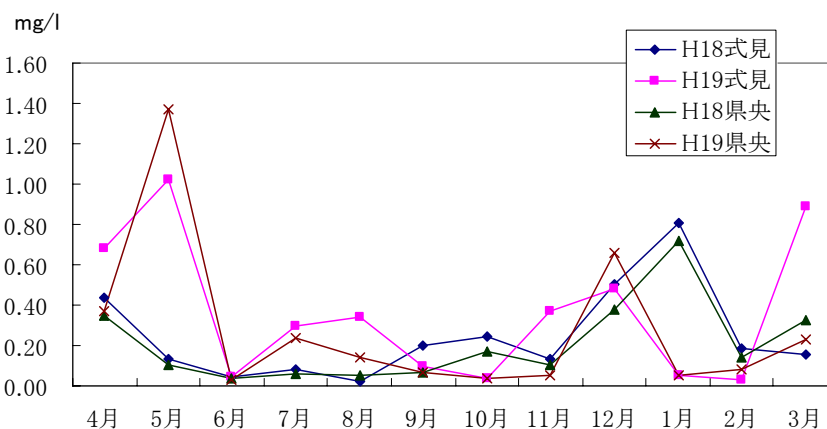


図4 平成18、19年度におけるnss-Ca²⁺の経月変化

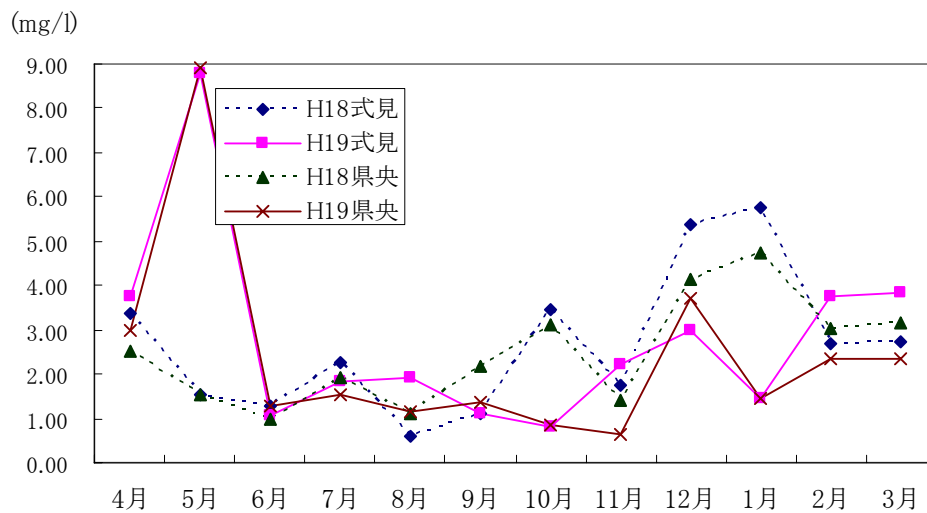


図5 平成18、19年度におけるnss-SO₄²⁻濃度の経月変化

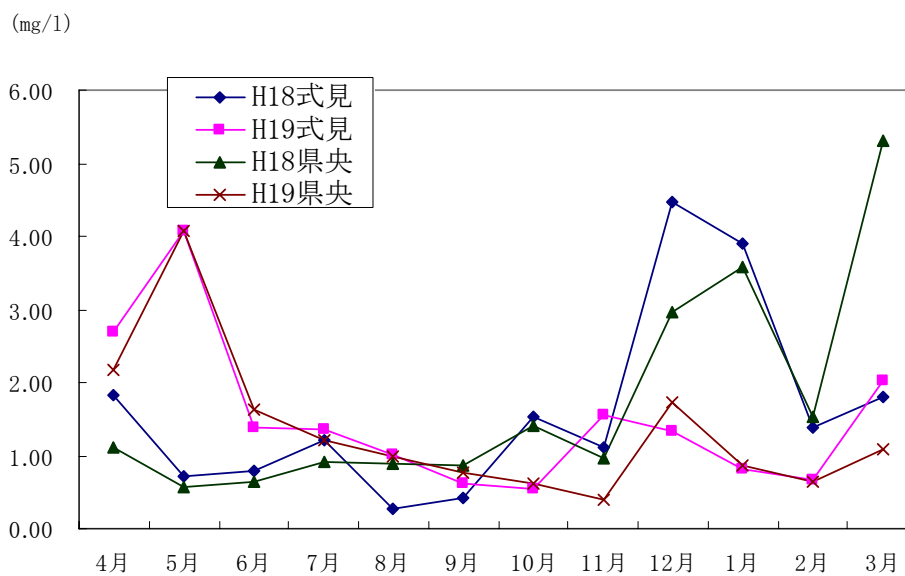


図6 平成18、19年度におけるNO₃⁻濃度の経月変化

4 イオン成分沈着量

表6にイオン成分年沈着量を、表7に月別のイオン成分沈着量を示す。式見、県央保健所における平成19年度年沈着量は両地点において SO_4^{2-} が最も多く、次いで Cl^- 、 NO_3^- という結果であった。また、平成19年度は降水量が少なかったのにもかかわらず、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 K^+ の沈着量は増加していた。

まとめ

1 平成19年度における酸性雨の出現率は式見、県央保健所ともに平成18年度よりも高くなっていた。これは、19年度は雨水を中和する作用のある Ca^{2+} が含まれる黄砂が多く観測されたが、黄砂とともに酸性雨の原因となるような物質が運ばれてきたことが考えられる。また、平成19年度は光化学オキシダント注意報発令が県内各地で相次いだ。光化学オキシダントの高濃度に大陸からの影響が示唆されていることと同様、酸性雨の原因となる物質が大陸から運ばれてきた可能性が考えられる。

2 平成19年度におけるpHの加重平均値は式見で4.57、県央保健所で4.62であり、平成18年度とほとんど変わらなかった。また、式見と県央保健所の両測定地点で比較的近い値が得られた。また、全国の降水のpHは4.4から5.0の間に集中している¹²⁾こと、環境省が全国30ヶ所の国設局で実施した「平成18年度環境省酸性雨対策調査結果」の値が4.49～4.96であることと照らし合わせると、いずれも全国の降水pHの範囲内であった。

3 平成18年度における降水のpHが4.00より小さい強酸性雨の出現率は式見、県央保健所ともに、平成18年度より高くなっていた。また、19年度強酸性雨の出現率は式見と県央保健所で97.4%と同等であった。pHの加重平均値については式見の方が僅かに低くなっており、全体的には式見の方が酸性度の高い降雨が観測された。

参考文献

- 1) 吉村 賢一郎, 他:酸性雨調査(第1報), 長崎県衛生公害研究所報, **25**, 91～96(1983)
- 2) 吉村 賢一郎, 他:酸性雨調査(第2報), 長崎県衛生公害研究所報, **26**, 130～134(1984)
- 3) 吉村 賢一郎, 他:酸性雨調査(第3報), 長崎県衛生公害研究所報, **27**, 29～36(1985)
- 4) 吉村 賢一郎, 他:酸性雨調査(第4報), 長崎県衛生公害研究所報, **28**, 15～24(1986)
- 5) 釜谷 剛, 他:長崎県における酸性雨調査(1999年度), 長崎県衛生公害研究所報, **45**, 37～39(1999)
- 6) 釜谷 剛, 他:長崎県における酸性雨調査(2000年度), 長崎県衛生公害研究所報, **46**, 32～36(2000)
- 7) 山口 顕徳, 他:長崎県における酸性雨調査(2001年度), 長崎県衛生公害研究所報, **47**, 41～46(2001)
- 8) 山口 顕徳, 他:長崎県における酸性雨調査(2002年度), 長崎県衛生公害研究所報, **48**, 66～70(2002)
- 9) 山口 顕徳, 他:長崎県における酸性雨調査(2003年度), 長崎県衛生公害研究所報, **49**, 52～57(2003)
- 10) 横瀬 健, 他:長崎県における酸性雨調査(2004年度), 長崎県衛生公害研究所報, **50**, 38～43(2004)
- 11) 環境省地球環境局環境保全対策課酸性雨研究センター:第2章 各論,湿性沈着モニタリング手引き書(第2版),28～53(2001)
- 12) 酸性雨対策検討会:総合とりまとめ結果の評価と残された課題, 酸性雨対策調査総合とりまとめ, 202～219(2004年6月)

表 4 平成 18、19 年度におけるイオン成分年平均値

調査地点	年度	単位:mg/l												
		SO ₄ ²⁻ (a)	nss-SO ₄ ²⁻ (b)	b/a*100 (%)	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺ (c)	nss-Ca ²⁺ (d)	d/c*100 (%)	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺
式見	H18	2.32	1.89	81	1.06	3.06	0.32	0.21	0.14	68	1.73	0.23	0.11	0.023
	H19	3.02	2.72	90	1.51	2.45	0.52	0.42	0.37	89	1.20	0.22	0.19	0.029
県央保健所	H18	2.02	1.75	87	1.05	1.93	0.35	0.17	0.13	76	1.08	0.15	0.08	0.022
	H19	2.42	2.25	93	1.32	1.33	0.46	0.31	0.29	92	0.67	0.16	0.16	0.022

表 5 平成 18、19 年度におけるイオン成分月平均値

調査地点	年度	項目	単位:mg/l													イオン成分 年平均値及 び年降水量	
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
式見	H18	SO ₄ ²⁻	3.77	1.69	1.39	2.49	0.69	4.40	3.87	2.05	6.22	8.40	3.23	3.42	2.32		
		nss-SO ₄ ²⁻	3.37	1.55	1.28	2.25	0.59	1.09	3.46	1.76	5.38	5.76	2.68	2.73	1.89		
		NO ₃ ⁻	1.83	0.72	0.78	1.21	0.27	0.43	1.53	1.11	4.47	3.91	1.38	1.81	1.06		
		Cl ⁻	2.94	1.29	0.82	1.65	0.67	22.23	2.81	2.03	6.03	18.15	3.78	5.20	3.06		
		NH ₄ ⁺	0.64	0.21	0.20	0.43	0.10	0.16	0.38	0.25	1.12	0.95	0.46	0.46	0.32		
		Ca ²⁺	0.50	0.16	0.06	0.12	0.04	0.70	0.31	0.18	0.63	1.21	0.27	0.26	0.21		
		nss-Ca ²⁺	0.44	0.14	0.04	0.08	0.02	0.20	0.25	0.13	0.50	0.81	0.19	0.16	0.14		
		Na ⁺	1.59	0.59	0.46	0.97	0.39	13.16	1.64	1.16	3.35	10.53	2.20	2.75	1.73		
		Mg ²⁺	0.24	0.10	0.06	0.12	0.05	1.52	0.28	0.16	0.45	1.33	0.30	0.42	0.23		
		K ⁺	0.14	0.02	0.04	0.06	0.02	0.59	0.13	0.08	0.34	0.56	0.19	0.27	0.11		
		H ⁺	0.024	0.020	0.020	0.027	0.007	0.020	0.041	0.026	0.071	0.054	0.033	0.031	0.023		
		降水量mm	209	365	510	401	314	120	25	106	41	30	103	138	2362		
		式見	H19	SO ₄ ²⁻	4.02	9.16	1.29	1.97	2.17	1.33	0.99	2.49	4.40	1.52	4.09	4.22	3.02
				nss-SO ₄ ²⁻	3.76	8.80	1.08	1.83	1.92	1.13	0.83	2.20	2.97	1.44	3.77	3.85	2.72
				NO ₃ ⁻	2.70	4.08	1.39	1.36	1.02	0.63	0.54	1.56	1.33	0.82	0.67	2.01	1.51
				Cl ⁻	1.94	3.05	1.28	1.29	2.26	1.48	0.76	2.72	12.61	0.54	1.64	2.21	2.45
				NH ₄ ⁺	0.84	2.05	0.32	0.43	0.41	0.22	0.06	0.35	0.23	0.16	0.30	0.54	0.52
Ca ²⁺	0.72			1.07	0.08	0.32	0.38	0.13	0.06	0.41	0.70	0.06	0.08	0.95	0.42		
nss-Ca ²⁺	0.68			1.02	0.05	0.30	0.34	0.10	0.04	0.37	0.48	0.05	0.03	0.89	0.37		
Na ⁺	1.06			1.41	0.82	0.54	0.98	0.80	0.64	1.17	5.69	0.32	1.29	1.50	1.20		
Mg ²⁺	0.23			0.31	0.04	0.14	0.23	0.09	0.09	0.24	1.04	0.04	0.08	0.20	0.22		
K ⁺	0.35			0.44	0.13	0.18	0.21	0.15	0.05	0.11	0.24	0.05	0.05	0.15	0.19		
H ⁺	0.032			0.056	0.034	0.026	0.032	0.014	0.008	0.032	0.031	0.026	0.042	0.013	0.029		
降水量mm	44			142	102	315	223	71	93	45	97	129	50	105	1416		
県央保健所	H18			SO ₄ ²⁻	2.68	1.61	1.01	2.02	1.16	5.84	3.38	1.62	4.83	6.25	3.41	3.92	2.02
				nss-SO ₄ ²⁻	2.54	1.54	0.97	1.90	1.11	2.17	3.11	1.42	4.16	4.73	3.05	3.16	1.75
				NO ₃ ⁻	1.11	0.56	0.64	0.91	0.89	0.86	1.41	0.96	2.96	3.58	1.53	5.30	1.05
				Cl ⁻	1.12	0.60	0.28	0.80	0.37	24.92	1.81	1.39	4.88	10.23	2.56	5.93	1.93
				NH ₄ ⁺	0.48	0.23	0.19	0.39	0.28	0.36	0.53	0.27	0.89	0.97	0.55	1.15	0.35
		Ca ²⁺	0.37	0.12	0.04	0.08	0.06	0.62	0.21	0.14	0.48	0.95	0.20	0.44	0.17		
		nss-Ca ²⁺	0.34	0.11	0.04	0.06	0.05	0.07	0.17	0.11	0.38	0.72	0.14	0.33	0.13		
		Na ⁺	0.56	0.28	0.15	0.45	0.21	14.63	1.09	0.79	2.69	6.06	1.44	3.06	1.08		
		Mg ²⁺	0.11	0.06	0.02	0.06	0.03	1.62	0.18	0.11	0.36	0.79	0.19	0.54	0.15		
		K ⁺	0.06	0.01	0.03	0.04	0.03	0.54	0.09	0.04	0.22	0.34	0.15	0.50	0.08		
		H ⁺	0.019	0.017	0.016	0.022	0.016	0.032	0.038	0.019	0.047	0.038	0.041	0.064	0.022		
		降水量mm	345	438	752	325	191	84	13	84	43	38	90	90	2492		
		県央保健所	H19	SO ₄ ²⁻	3.27	9.19	1.43	1.56	1.23	1.47	0.98	0.69	5.02	1.53	2.65	2.42	2.42
				nss-SO ₄ ²⁻	2.99	8.91	1.30	1.52	1.15	1.35	0.84	0.65	3.72	1.45	2.33	2.36	2.25
				NO ₃ ⁻	2.18	4.07	1.62	1.21	0.98	0.76	0.61	0.40	1.72	0.85	0.65	1.08	1.32
				Cl ⁻	1.69	2.15	0.96	0.52	0.68	0.62	0.57	0.34	11.43	0.55	1.59	0.50	1.33
				NH ₄ ⁺	0.60	2.18	0.40	0.31	0.24	0.22	0.11	0.12	0.50	0.17	0.24	0.42	0.46
Ca ²⁺	0.41			1.41	0.05	0.24	0.15	0.08	0.05	0.05	0.86	0.07	0.13	0.24	0.31		
nss-Ca ²⁺	0.37			1.37	0.03	0.24	0.14	0.07	0.03	0.05	0.66	0.05	0.08	0.23	0.29		
Na ⁺	1.11			1.11	0.52	0.17	0.30	0.48	0.54	0.16	5.19	0.32	1.28	0.24	0.67		
Mg ²⁺	0.21			0.38	0.02	0.12	0.07	0.09	0.10	0.03	1.01	0.04	0.10	0.04	0.16		
K ⁺	0.31			0.56	0.05	0.17	0.19	0.20	0.02	0.02	0.24	0.05	0.02	0.04	0.16		
H ⁺	0.020			0.053	0.041	0.021	0.017	0.016	0.008	0.009	0.028	0.027	0.033	0.010	0.022		
降水量mm	64			153	78	398	180	60	101	211	84	133	54	140	1655		

表 6 平成 18、19 年度におけるイオン成分年沈着量

調査地点	年度	年降水量 (mm)	単位:mg/m ² /年										
			SO ₄ ²⁻	nss-SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	nss-Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	K ⁺	H ⁺
式見	H18	2362	5489	4461	2515	7227	757	489	333	4096	539	259	54.0
	H19	1416	4284	3856	2141	3466	741	590	525	1704	313	263	41.2
県央保健所	H18	2492	5047	4373	2625	4803	878	428	326	2685	363	198	54.0
	H19	1655	4011	3734	2184	2204	754	514	472	1103	259	264	36.6

表 7 平成 18、19 年度におけるイオン成分月別沈着量

調査地点	年度	項目	単位:mg/m ² /月												イオン成分 年沈着量及 び年降水量		
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
式見	H18	SO ₄ ²⁻	788.4	619.7	711.5	999.5	216.7	526.8	96.6	216.1	256.0	253.4	332.9	471.6	5489.1		
		nss-SO ₄ ²⁻	704.7	565.8	652.7	901.8	185.6	131.0	86.3	185.4	221.3	173.6	276.0	376.7	4461.0		
		NO ₃ ⁻	382.6	261.5	398.5	486.8	86.5	51.2	38.1	116.9	183.9	118.0	141.8	248.9	2514.8		
		Cl ⁻	614.5	473.1	417.6	662.2	210.2	2664.2	70.2	214.1	248.2	547.4	389.6	715.9	7227.2		
		NH ₄ ⁺	134.4	75.2	104.6	172.6	30.2	19.5	9.4	26.0	46.0	28.7	47.6	63.3	757.3		
		Ca ²⁺	104.7	58.2	31.3	46.9	11.2	84.2	7.7	18.8	26.0	36.4	28.1	35.7	489.1		
		nss-Ca ²⁺	92.1	50.0	22.4	32.1	6.5	24.3	6.1	14.2	20.7	24.3	19.4	21.4	333.5		
		Na ⁺	333.4	214.4	234.4	389.4	123.8	1576.8	40.9	122.2	137.9	317.7	226.9	378.2	4096.0		
		Mg ²⁺	51.2	37.3	32.8	48.8	15.8	182.4	6.9	16.8	18.6	40.0	30.5	57.6	538.7		
		K ⁺	28.5	8.2	22.6	25.6	5.6	71.1	3.2	8.1	13.9	16.9	19.2	36.6	259.5		
		H ⁺	5.1	7.3	10.2	10.7	2.2	2.4	1.0	2.8	2.9	1.6	3.4	4.3	54.0		
		降水量mm	209	365	510	401	314	120	25	106	41	30	103	138	2362		
		式見	H19	SO ₄ ²⁻	176.3	1302.6	131.0	618.8	483.5	94.0	91.8	113.2	427.4	195.5	205.2	444.5	4283.7
				nss-SO ₄ ²⁻	164.6	1252.3	110.0	576.1	428.7	79.7	77.0	99.8	288.8	185.1	189.0	404.9	3856.1
				NO ₃ ⁻	118.2	580.0	141.4	427.4	228.3	44.3	50.6	70.9	129.0	105.4	33.6	212.0	2141.0
				Cl ⁻	85.2	433.6	129.9	405.0	503.9	104.9	70.3	123.5	1225.1	69.9	82.0	232.2	3465.6
NH ₄ ⁺	37.0			291.3	32.9	135.0	91.7	15.7	6.0	16.1	22.3	21.2	15.1	57.1	741.5		
Ca ²⁺	31.6			152.7	7.9	100.0	85.0	9.2	5.5	18.7	67.5	8.3	3.9	99.5	589.9		
nss-Ca ²⁺	29.9			145.1	4.7	93.5	76.7	7.1	3.3	16.7	46.5	6.8	1.4	93.5	525.1		
Na ⁺	46.3			200.1	83.6	170.0	218.2	56.8	59.0	53.1	552.3	41.5	64.7	158.0	1703.7		
Mg ²⁺	10.1			44.3	4.6	44.3	51.5	6.3	8.3	10.7	101.4	5.4	4.1	21.5	312.5		
K ⁺	15.2			61.9	12.8	57.7	47.2	10.8	4.9	5.2	23.5	6.2	2.5	15.4	263.2		
H ⁺	1.4			8.0	3.5	8.2	7.2	1.0	0.7	1.4	3.0	3.4	2.1	1.3	41.2		
降水量mm	44			142	102	315	223	71	93	45	97	129	50	105	1416		
式見	H18			SO ₄ ²⁻	923.3	704.2	760.2	656.1	222.1	492.9	42.5	136.8	207.9	239.8	307.4	354.2	5047.4
				nss-SO ₄ ²⁻	874.7	674.0	731.5	619.1	212.1	182.8	39.1	120.1	178.8	181.4	274.7	285.0	4373.3
				NO ₃ ⁻	381.9	244.3	482.0	295.3	168.9	72.8	17.7	81.0	127.3	137.4	138.0	478.2	2624.8
				Cl ⁻	386.3	263.0	208.0	261.6	71.3	2104.0	22.8	116.9	210.0	392.6	231.3	535.4	4803.2
		NH ₄ ⁺	166.2	99.5	144.9	125.4	52.7	30.4	6.6	22.6	38.5	37.3	49.5	104.2	877.8		
		Ca ²⁺	126.2	51.3	32.4	24.9	12.0	52.6	2.6	11.4	20.6	36.3	17.7	40.1	428.2		
		nss-Ca ²⁺	118.9	46.7	28.1	19.3	10.5	5.7	2.1	8.9	16.2	27.5	12.8	29.6	326.1		
		Na ⁺	193.8	120.4	114.0	147.7	40.0	1235.5	13.7	66.3	115.7	232.5	130.0	275.8	2685.5		
		Mg ²⁺	37.2	25.2	15.7	19.8	6.5	136.7	2.2	8.9	15.5	30.1	17.1	48.4	363.2		
		K ⁺	21.7	6.1	19.1	14.6	4.8	45.3	1.1	3.8	9.3	13.2	13.2	45.3	197.5		
		H ⁺	6.6	7.6	11.9	7.0	3.1	2.7	0.5	1.6	2.0	1.5	3.7	5.8	54.0		
		降水量mm	345	438	752	325	191	84	13	84	43	38	90	90	2492		
		式見	H19	SO ₄ ²⁻	209.2	1406.0	111.1	620.7	221.3	88.3	98.8	145.9	424.4	203.9	142.2	338.7	4010.6
				nss-SO ₄ ²⁻	191.4	1363.4	100.9	604.0	207.6	81.1	85.1	137.6	314.2	193.1	124.9	330.4	3733.7
				NO ₃ ⁻	139.5	623.3	125.9	481.7	176.5	45.6	61.8	84.9	145.4	113.5	34.9	150.6	2183.7
				Cl ⁻	108.4	328.8	74.3	208.6	122.1	37.4	57.5	72.4	966.2	72.8	85.7	70.1	2204.2
NH ₄ ⁺	38.3			333.2	31.2	122.9	42.3	13.2	10.7	25.5	42.3	22.4	13.1	58.8	754.1		
Ca ²⁺	26.4			216.1	4.0	96.1	27.3	5.0	5.5	11.6	72.5	8.9	7.0	33.5	513.9		
nss-Ca ²⁺	23.7			209.6	2.4	93.6	25.2	3.9	3.4	10.3	55.8	7.3	4.4	32.3	472.0		
Na ⁺	71.2			169.9	40.7	66.7	54.4	28.8	54.4	33.2	438.8	43.0	68.9	33.2	1103.2		
Mg ²⁺	13.2			58.1	1.6	48.0	13.3	5.4	10.1	7.2	85.3	5.6	5.3	6.0	259.1		
K ⁺	19.8			85.7	3.8	68.9	33.3	12.0	2.4	4.7	19.9	6.3	1.2	5.7	263.6		
H ⁺	1.3			8.0	3.2	8.5	3.0	0.9	0.8	1.9	2.3	3.6	1.8	1.3	36.6		
降水量mm	64			153	78	398	180	60	101	211	84	133	54	140	1655		