

4) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果 (2018年度)

-宇土市における降水試料調査結果-

上野一憲 小原大翼

はじめに

熊本県では、1988年10月から県内における酸性雨の状況を把握するため、長期モニタリング調査¹⁾を行っている。2004年4月から採取装置を湿性沈着と乾性沈着を分けて採取する降水時開放型採取装置に変更した²⁾。なお、2008年からは、湿性沈着のみ調査を行っており、乾性沈着(非降水時における降下物)の結果については、既報³⁾を参照されたい。本報では2018年度の調査結果について報告する。

調査方法及び分析方法

1 調査地点及び降水採取方法

図1に過去に実施してきた酸性雨調査地点を示した。2018年度は宇土市(熊本県保健環境科学研究所)の1地点で、小笠原計器製降水採取器US-300型を用い、1週間ごとに降水の回収を行った。なお、2017年度まで行ってきた阿蘇市については、熊本県阿蘇保健所の移転ともない、以後の調査を終了し、2019年度から新たに阿蘇市一の宮町(熊本県阿蘇地域振興局)での調査を行うこととした。

調査月の区切りと降水試料の回収日は、酸性雨全国調査実施要領⁴⁾の別表月割り表に従った。

2 分析方法

pH測定は東亜ディーケーケー製HM-42Xを用い、複合電極はGST-5841Cを使用した。電気伝導度(以下「EC」という。)測定には東亜ディーケーケー製CM-42Xを用い、電導度セルはCT-58101Bを使用した。なお、pH及びECは恒温水槽を使用して25℃で測定した。

イオン成分分析はダイオネクス製ICS-1600を用い、イ

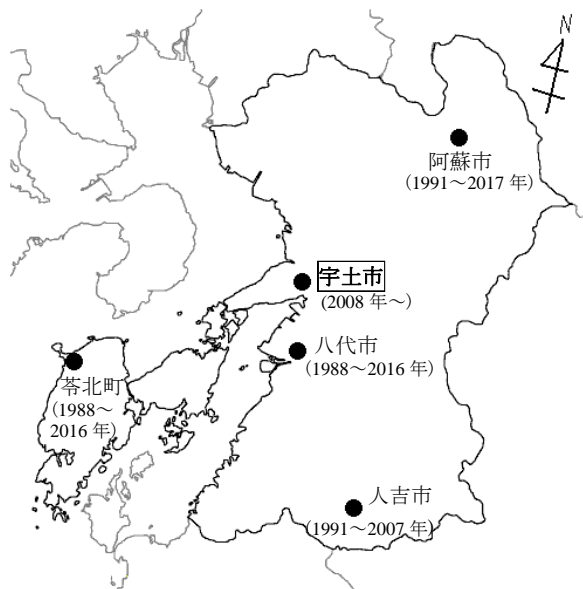


図1 調査地点

オンクロマトグラフ法で行った。ICS-1600の分析条件は、カチオンではDionex IonPac™ CS16のカラムと、溶離液として30mMメタン sulfon 酸溶液を用い、流速1.0mL/minで分析を行った。また、アニオンではDionex IonPac™ AS23のカラムと、溶離液として4.5mM Na₂CO₃、0.5mM NaHCO₃混合溶液を用い、流速1.0mL/minで分析を行った。

調査結果及び考察

1 2017年度⁵⁾との比較

表1に2018年度の調査地点におけるイオン成分総括表を示した。降水量は回収時の捕集量から算出した。平均pH、平均EC及び平均イオン成分濃度は降水量との加重平均により算出した。

表1 宇土市におけるイオン成分総括表^{注1)}

調査地点	pH	EC µS/cm	Cl ⁻ µg/mL	NO ₃ ⁻ µg/mL	SO ₄ ²⁻ µg/mL	H ⁺ µg/mL	Na ⁺ µg/mL	NH ₄ ⁺ µg/mL	K ⁺ µg/mL	Mg ²⁺ µg/mL	Ca ²⁺ µg/mL	年間降水量 ^{注2)} mm
宇土市 平均	4.76 (4.75)	11 (12)	0.57 (0.58)	0.36 (0.55)	1.0 (1.0)	0.017 (0.018)	0.28 (0.30)	0.11 (0.16)	0.042 (0.032)	0.043 (0.040)	0.082 (0.075)	163.4 (2203.5)
n=48 最高	4.62	17	.7	1.0	1.6	0.024	0.35	0.32	0.040	0.05	0.09	
最低	4.92	7.5	0.20	0.29	0.71	0.0121	0.091	0.099	0.014	0.015	0.036	

注1) n: 検体数。平均は分析に供した雨水の降水量を基に加重平均により算出。表中の最高値及び最低値は、月平均(加重平均)値から抽出。

()内: 2017年度の成分加重平均濃度及び降水量。

注2) 回収時の捕集量より算出した値(小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで表記)。

表2 月平均（加重平均）pH及びECと月別イオン成分沈着量^{注1)}

調査地点	月	試料数	降水量 ^{注2)}	pH	EC	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	H ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	月間沈着量
			mm												
宇土市	4月	4	163.4	4.76	11	2.6	0.95	3.5	2.8	2.0	1.0	0.18	0.57	0.67	14
	5月	4	248.2	4.62	17	4.8	3.8	8.3	5.9	3.8	4.3	0.26	1.0	1.2	33
	6月	4	379.8	4.92	7.5	2.1	1.8	5.6	4.6	1.5	2.1	0.14	0.48	0.69	19
	7月	5	333.9	5.03	6.2	2.4	1.0	3.3	3.1	2.0	1.3	0.18	0.54	0.61	15
	8月	4	93.7	5.06	6.3	0.82	0.41	1.0	0.81	0.69	0.52	0.036	0.18	0.14	4.6
	9月	4	252.2	4.65	14	3.8	2.8	6.0	5.7	2.8	2.6	0.13	0.75	0.70	25
	10月	3	60.5	4.54	20	2.1	0.79	2.0	1.7	1.7	0.57	0.049	0.42	0.30	9.7
	11月	3	69.5	4.45	19	1.0	0.90	2.3	2.5	0.60	0.62	0.034	0.18	0.27	8.3
	12月	6	104.0	4.37	25	2.2	1.8	4.6	4.4	1.3	1.4	0.075	0.40	0.90	17
	1月	3	32.7	4.52	26	1.2	0.79	1.5	0.98	1.1	0.92	0.057	0.28	0.26	7.0
	2月	4	147.7	4.40	24	2.7	2.0	6.5	5.9	1.2	2.1	0.13	0.50	0.99	22
	3月	4	111.0	4.71	20	3.4	2.9	4.6	2.2	2.8	3.9	0.19	0.94	2.0	23
	年間合計	48	1996.6				29	20	49	40	21	21	1.4	6.3	9.0

注1) イオン成分沈着量は、有効数字2桁で表記。

注2) 測定地点で回収した雨水重量より計算した値（小数第2位を四捨五入し、小数第1位まで表記）。

年間降水量は2017年度と比べ206.9mm減少した。11、12、1月の少雨が年間降水量の減少に寄与した。

pHの年平均値は2017年度と比べ0.06低かった。

ECの年平均値は、2017年度と比べ2μS/cm高かった。

イオン成分のうち、主に海塩由来成分であるCl⁻、Na⁺及びMg²⁺の年平均濃度は、2017年度と比べ、それぞれ0.06μg/mL、0.05μg/mL、0.02μg/mL低かった。一方、NO₃⁻、SO₄²⁻、H⁺、NH₄⁺のCa²⁺の年平均濃度は、2017年度と比べ、それぞれ0.07μg/mL、0.2μg/mL、0.002μg/mL、0.03μg/mL、0.012μg/mL高かった。

2 経月変化

表2に2018年度の宇土市における月平均（加重平均）pH及びECと月別イオン成分沈着量を、図2に2018年度の月別沈着量に対する各イオン成分沈着量の占める割合を示した。月平均pH及びECは月別降水量との加重平均により算出し、イオン成分沈着量は各イオン成分濃度対

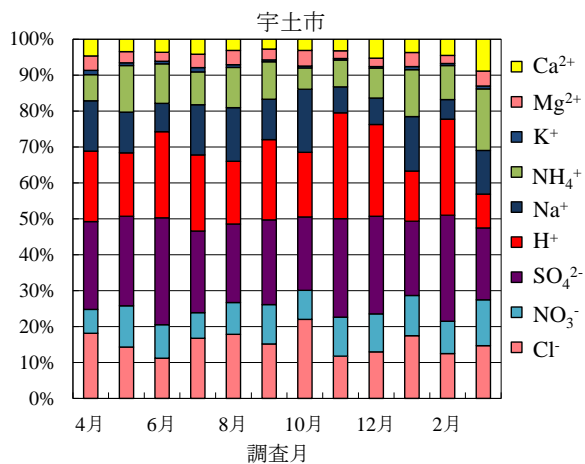


図2 月別沈着量に対する各イオン成分沈着量の割合

し、分析に供した降水量を乗じて算出した。

月平均pHでは、12月の4.37が最も低く、次いで2月の4.40、11月の4.45の順で、主に冬季に低くなる傾向にあった。

月平均ECでは、1月の26μS/cmが最も高く、次いで12月の25μS/cm、2月の24μS/cmの順で、pHと同様に冬季に高くなる傾向にあった。

月別イオン成分沈着量では、5月がCa²⁺を除く全イオン成分について最も高かった。

降水の酸性化成分となるSO₄²⁻について、海塩由来のss-SO₄²⁻を除いた非海塩性成分nss-SO₄²⁻月間沈着量の経月推移を図3に示した。宇土市のnss-SO₄²⁻月間沈着量は、5月、2月、9月の順に高かったが、明確な季節変動はみられなかった。

3 経年変化

調査開始年度の2008年度から2018年度までの宇土市に

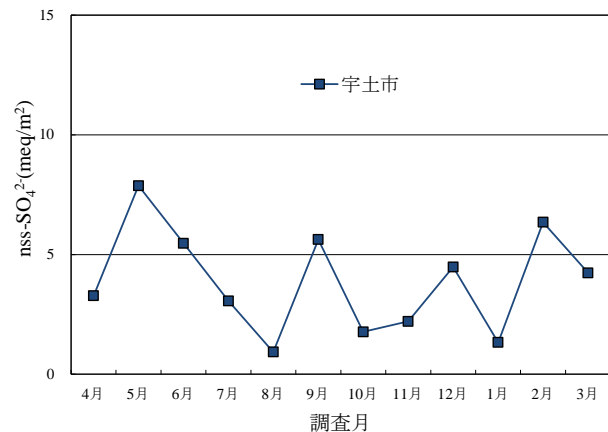


図3 nss-SO₄²⁻月間沈着量の推移

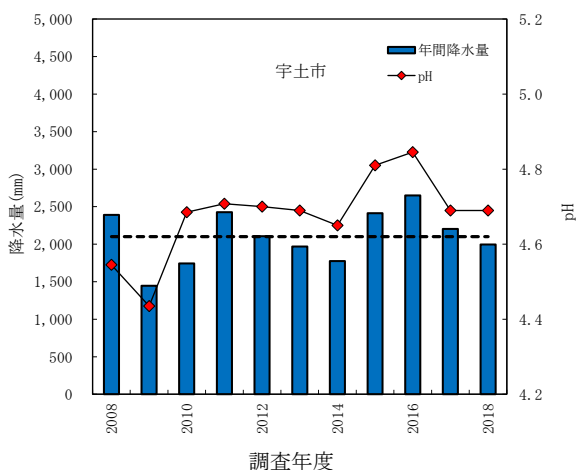


図4 年間降水量及び年平均 pH の推移

※) 破線：調査期間の平均降水量

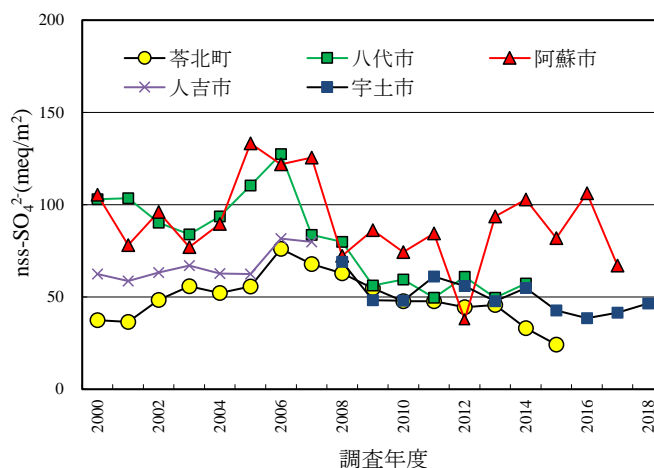


図5 nss-SO₄²⁻年間沈着量の推移

表3 イオン成分年間沈着量の推移

調査地点	年度	年間降水量 mm	pH	EC μS/cm	Cl ⁻ meq/m ²	NO ₃ ⁻ meq/m ²	SO ₄ ²⁻ meq/m ²	H ⁺ meq/m ²	Na ⁺ meq/m ²	NH ₄ ⁺ meq/m ²	K ⁺ meq/m ²	Mg ²⁺ meq/m ²	Ca ²⁺ meq/m ²	年間沈着量 meq/m ²
宇土市	2008	2389.6	4.55	16	38	25	72	65	29	35	2.8	8.0	13	290
	2009 ^{注1)}	1446.2	4.44	19	36	23	52	53	29	29	1.6	7.7	11	240
	2010	1744.1	4.69	16	31	22	51	36	25	32	1.6	6.6	11	220
	2011	2427.2	4.71	14	33	25	64	48	25	34	2.4	6.0	10	250
	2012	2106.8	4.70	16	44	23	60	42	36	34	2.6	8.8	11	260
	2013 ^{注2)}	1968.3	4.69	15	31	22	51	36	26	27	1.7	6.7	10	220
	2014	1775.1	4.65	16	28	21	57	40	23	25	1.9	6.3	10	210
	2015	2412.9	4.81	13	41	19	47	33	36	24	2.3	9.5	10	220
	2016	2649.4	4.85	11	27	21	41	28	21	25	1.7	5.7	8.0	180
	2017	2203.5	4.75	12	36	20	45	38	29	20	1.8	7.3	8.0	210
	2018	1996.6	4.69	14	29	20	49	40	21	21	1.4	6.3	9.0	200

注1) 欠測月(2月, 3月)を含む。

注2) 2013年9月2日から2013年12月2日まで降水量のみ測定分, 2014年1月24日から2月10日までの欠測を含む。

おける年間降水量及び年平均 pH の推移を図4に、また、2008年度から2018年度までの宇土市の平均 pH、EC 及びイオン成分年間沈着量の推移を表3にそれぞれ示した。なお、他の調査地点について調査開始(1989年度)からのデータは既報⁶⁾を参照されたい。

調査期間の pH について、2008年度と2009年度が低く、一方2015年度と2016年度が高かった。この4年を除くと概ね4.7前後で推移している。

次に、荅北町、八代市及び阿蘇市を含めた nss-SO₄²⁻年間沈着量の経年推移を図5に示した。宇土市は他の地点に比べ変化が少なく推移している。阿蘇市と宇土市の比較では、2012年度を除く調査年度で阿蘇市が高い傾向にあった。これは阿蘇山から排出される火山性ガス中に含まれる二酸化硫黄の排出量⁷⁾が影響していると考えられた。

まとめ

宇土市における年平均 pH は4.7前後で推移しており、

特異な pH 低下はなかった。イオン成分の年間沈着量については前年度と同じレベルで推移していた。

2018年度の酸性雨調査は阿蘇市が終了したことにより宇土市だけの調査となった。2019年度からは阿蘇市の調査地点を阿蘇市一の宮町に移して調査を開始することとなり、阿蘇山の影響について新たな知見が得られるものと考えられる。

文献

- 1) 今村 修, 久保 清; 熊本県衛生公害研究所報, 19, 53 (1989).
- 2) 緒方和博, 矢野弘道, 上野一憲, 今村 修; 熊本県保健環境科学研究所報, 35, 91(2005).
- 3) 松本依子, 上野一憲, 今村 修; 全国環境研会誌, 33(4), 219 (2008).
- 4) 全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会; 酸性雨全国調査実施要領(平成30年度), (2018).

- 5) 上野一憲, 北岡宏道; 熊本県保健環境科学研究所報, 47, 84 (2017).
- 6) 宮本 俊, 古澤尚英; 熊本県保健環境科学研究所報, 44, 96 (2014).
- 7) 阿蘇山火山防災連絡事務所ホームページ「最近のガス観測結果」
http://www.data.jma-net.go.jp/svd/voic/data/fukuoka/rovdm/Asosan_rovdm/gas/gas.htm