

3) 熊本県の酸性雨長期モニタリング調査結果 (2014 年度)

— 県内 4 地点における降水試料調査結果 —

宮本 俊 古澤 尚英 出納 由美子

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を行っている¹⁾。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、湿性沈着のみ報告を行っており、乾性沈着の結果については、既報³⁾を参照されたい。本報では 2014 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 に調査地点を示した。苓北町(苓北町立志岐小学校)、八代市(八代市役所)、阿蘇市(熊本県阿蘇保健所)及び宇土市(熊本県保健環境科学研究所)で小笠原計器製降水採取器 US-300D を用い、1 週間ごとに降水の回収を行った。なお、苓北町は 2014 年 7 月 22 日～10 月 6 日まで、雨水採水装置の故障により、降水量のみ測定を行った。また、その他機器不具合等により、八代市が 2014 年 8 月 4 日～18 日まで、阿蘇市が 2014 年 4 月 7 日～14 日までをそれぞれ欠測とした。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-30R を用い、複合電極は GST-5741C 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-30R を用い、電導度セルは CT-57101B 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 DX-500 及び ICS-1600 を用い、イオンクロマトグラフ法で行った。DX-500 の分析条件は、カチオンでは IonPac® CS-12A のカラムを用いた。溶離液として 20mM メタンスルホン酸溶液を用い、流速 1.0mL/min で分析を行った。また、アニオンでは IonPac® AS-12A のカラムを用いた。溶離液として 2.7mM Na₂CO₃、0.3mM NaHCO₃ 混合溶液を用い、流速 1.5mL/min で分析を行った。ICS-1600 の分析条件は、カチオンでは Dionex IonPac™ CS16 のカラムを用いた。溶離液として 30mM メタンスルホン酸溶

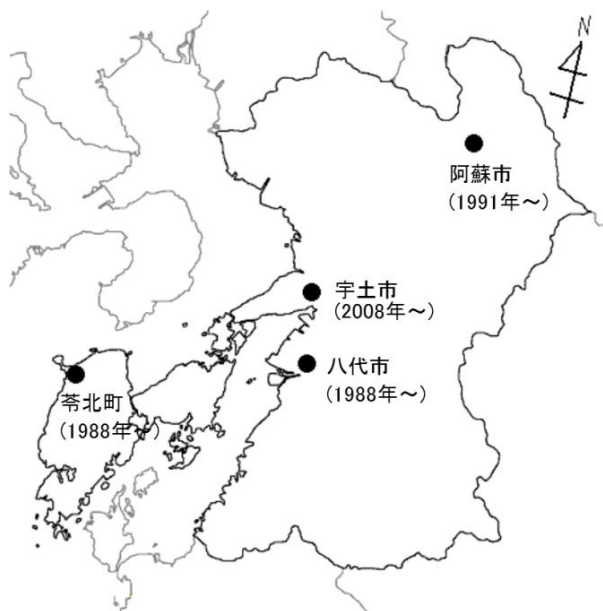


図 1 調査地点

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 のカラムを用いた。溶離液として 4.5mM Na₂CO₃、0.5mM NaHCO₃ 混合溶液を用い、流速 1.2mL/min で分析を行った。

調査結果及び考察

1 前年度との比較

表 1 に 2014 年度の調査 4 地点におけるイオン成分総括表を示した。降水量は貯水量から算出した。分析に供する試料量が十分に得られない場合は、イオン成分のみの分析を行った。平均 pH、平均 EC 及び平均イオン成分濃度は分析に供した降水量との加重平均により算出した。

年間降水量は 2013 年度と比べ、苓北町は 373.6mm 増加した。一方で、八代市 218.9mm、阿蘇市 256.7mm、宇土市 193.2mm と、それぞれ減少した。苓北町では、2013 年度¹⁾の 7 月から 9 月にかけて、他の 3 地点よりも少雨傾向であったものが、2014 年度においては、宇土市及び八代市と比べ、同時期の降水量が増加したため、相対的に年間降水量が上昇したと思われる。

なお、阿蘇市においては、6 月は少雨であったことに加え、一部の雨水(雨量計の降水量：313.5mm)が貯水槽

表1 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
荅北町 ^{注3)} n=37	平均	4.81 (4.71)	23 (26)	3.0 (2.9)	0.75 (0.92)	1.7 (2.0)	0.015 (0.020)	1.7 (1.7)	0.21 (0.24)	0.19 (0.19)	0.22 (0.18)	0.24 (0.32)	1774.0
	最高	5.13	83	15	2.1	4.5	0.052	9.0	0.54	0.63	1.1	0.59	(1400.4)
	最低	4.29	9.3	0.33	0.40	0.74	0.0074	0.14	0.087	0.056	0.027	0.065	
八代市 ^{注4)} n=43	平均	4.67 (4.86)	17 (14)	0.58 (0.87)	0.82 (0.78)	1.8 (1.4)	0.021 (0.014)	0.33 (0.51)	0.34 (0.32)	0.041 (0.060)	0.046 (0.070)	0.15 (0.20)	1606.5
	最高	4.97	36	2.1	2.6	3.8	0.044	1.3	0.69	0.14	0.19	0.67	(1825.4)
	最低	4.36	9.1	0.15	0.45	1.1	0.011	0.069	0.23	0.016	0.0084	0.067	
阿蘇市 ^{注5)} n=43	平均	4.26 (4.54)	35 (23)	1.9 (1.3)	0.78 (1.1)	2.3 (1.9)	0.054 (0.029)	0.30 (0.45)	0.34 (0.49)	0.073 (0.14)	0.086 (0.077)	0.32 (0.24)	2199.2
	最高	5.09	180	15	1.9	8.6	0.31	1.6	0.80	0.31	0.50	2.9	(2455.9)
	最低	3.51	9.4	0.56	0.33	0.93	0.0081	0.077	0.18	0.037	0.037	0.073	
宇土市 n=48	平均	4.65 (4.69)	16 (15)	0.56 (0.62)	0.75 (0.75)	1.6 (1.4)	0.023 (0.021)	0.29 (0.33)	0.26 (0.27)	0.041 (0.038)	0.044 (0.046)	0.11 (0.12)	1775.1
	最高	4.93	40	3.2	1.7	3.2	0.042	1.9	0.53	0.11	0.25	0.33	(1968.3)
	最低	4.37	8.3	0.093	0.31	0.76	0.012	0.020	0.11	0.012	0.0051	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(荷重平均)値から抽出

()内:2013年度の成分荷重平均濃度及び降水量

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)

注3)2014年7月22日~2014年10月6日まで、欠測(降水量のみ測定)

注4)2014年8月4日~2014年8月18日まで、欠測

注5)2014年4月7日~2014年4月14日まで、欠測

をオーバーフローしたため、計算上降水量が減少した。

pHの年平均値は、荅北町4.81、八代市4.67、阿蘇市4.26、宇土市4.65であり、2013年度と比べ-0.28~0.10の値を示し、特に阿蘇市の変化が大きかった。

ECの年平均値は、荅北町23μS/cm、八代市17μS/cm、阿蘇市35μS/cm、宇土市16μS/cmであり、2013年度と比べ-3~12μS/cmの値を示した。なお、12μS/cm増加したのは阿蘇市であった。

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、荅北町が最も高く、2013年度よりそれぞれ3.4、0、22.2%の変動があった。また、他の3地点では、八代市が-33.3、-35.3、-34.3%、阿蘇市が46.2、-33.3、11.7%、宇土市が-9.7、-12.1、-4.3%の変動であった。特に阿蘇市のCl⁻が増大した。降水の酸性化物質であるNO₃⁻及びSO₄²⁻の年平均濃度は、2013年度より荅北町が-18.5、-15.0%、八代市が5.1、28.6%、阿蘇市が-29.1、21.1%、宇土市が0、14.3%の変動であった。

2 経月変化

表2に2014年度の調査4地点における月平均pH及びECと月別イオン成分沈着量を、図2に2014年度の月間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、月別降水量との荷重平均により算

出し、イオン成分沈着量は、各イオン成分濃度に対し、分析に供した降水量を乗じて算出した。

月平均pHでは、阿蘇市の2月の3.51が最も低く、荅北町及び宇土市においても2月が最も低かった。また、八代市は1月が最も低かった。概して冬季(12月~2月)にpHが低い傾向であった。pHが低かった月の降水量を見ると、4地点とも降水量が少なく、降水量が少ないと降水中の成分濃度が高くなり、pHは低くなったと考えられる。なお、阿蘇市のpHの月別変化を2013年度¹⁾と比較すると、冬季の低下が大きかった。これは例年の冬季の降水量によるpHの低下に加えて、11月25日に阿蘇中岳が噴火して以降、その火山性ガスが、pHの低下に影響を与えたものと考えられる。

また、降水量は6月~8月が多く、3ヶ月間を合計すると、荅北町で916.4mm、八代市で647.3mm、阿蘇市で898.7mm、宇土市で702.9mmであった。一方で、イオン成分沈着量は、荅北町は10月が最も多く、八代市及び宇土市は3月が最も多く、阿蘇市は2月が多かった。4地点の年間沈着量を比較すると、阿蘇市が500meq/m²と最も多く、以下、荅北町330meq/m²、八代市210meq/m²、宇土市210meq/m²の順であった。

さらに、表2及び図2により、荅北町のCl⁻とNa⁺のイオン成分沈着量が、他のイオンと比較すると多い結果とな

表2 月平均（加重平均）pH及びECと月別イオン成分沈着量

調査地点	月	試料数	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	月間沈着量 meq/m ²
苓北町	4月	4	80.5	4.52	24	2.8	1.1	4.0	2.4	2.2	1.5	0.16	0.56	0.69	15
	5月	3	127.4	5.13	9.3	1.7	0.94	2.8	0.94	1.2	1.0	0.18	0.39	1.8	11
	6月	4	235.3	5.01	10	2.2	2.8	5.4	2.3	1.4	3.6	0.73	0.51	2.2	21
	注1)7月	3	376.9	5.09	10	8.6	2.4	5.8	3.1	7.9	1.8	0.94	1.8	1.2	34
	注1)8月	0	304.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	注1)9月	0	219.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10月	3	130.2	4.95	49	3.6	1.2	6.8	1.4	3.3	0.83	1.3	7.8	3.8	92
	11月	3	30.1	4.77	20	2.0	0.59	1.2	0.51	1.8	0.49	0.10	0.55	0.42	7.7
	12月	3	69.6	4.41	83	3.0	1.4	6.5	2.7	2.7	1.3	0.74	6.2	1.6	77
	1月	4	69.9	4.59	40	1.3	1.3	4.0	1.8	9.9	1.1	0.42	2.5	1.4	35
	2月	4	52.7	4.29	42	3.8	1.8	4.0	2.7	3.4	1.6	0.17	0.87	0.72	19
	3月	6	77.3	4.76	26	5.6	1.5	3.6	1.3	5.0	1.6	1.2	1.2	1.1	22
	年間合計	37	1774.0				110	15	44	19	93	15	5.9	22	15
八代市	4月	4	64.1	4.66	20	1.1	1.2	3.3	1.4	0.55	1.5	0.11	0.34	1.1	11
	5月	3	123.9	4.84	11	1.2	1.0	3.4	1.8	0.81	1.6	0.11	0.21	0.82	11
	6月	4	306.2	4.92	9	1.3	2.2	6.9	3.7	0.91	4.3	0.13	0.21	1.0	21
	7月	3	231.7	4.83	11	1.9	2.3	5.4	3.4	1.6	3.1	0.12	0.41	0.77	19
	注2)8月	2	109.4	4.62	18	1.8	1.1	4.3	2.6	1.5	2.1	0.14	0.30	0.49	14
	9月	6	205.8	4.50	20	2.7	2.6	9.4	6.4	2.3	4.0	0.15	0.49	0.78	29
	10月	3	121.5	4.97	10	2.0	1.2	3.2	1.3	2.0	1.9	0.10	0.46	0.50	13
	11月	3	81.6	4.80	13	1.4	0.91	2.3	1.3	1.5	1.1	0.054	0.36	0.45	9.4
	12月	3	49.3	4.47	31	3.0	1.1	2.9	1.7	2.8	1.3	0.10	0.70	0.62	14
	1月	3	60.0	4.36	36	3.1	1.7	4.2	2.6	2.9	1.9	0.11	0.73	0.85	18
	2月	3	46.7	4.46	35	2.6	2.0	3.7	1.6	2.7	1.8	0.16	0.72	1.6	17
	3月	6	206.3	4.52	24	4.4	3.9	11.0	6.1	3.6	5.8	0.40	1.2	2.9	39
	年間合計	43	1606.5				27	21	60	34	23	30	1.7	6.1	12
阿蘇市	注3)4月	3	83.0	4.15	50	5.8	2.6	7.4	5.8	2.1	3.7	0.41	1.1	2.0	31
	5月	2	188.1	4.37	25	6.4	1.0	6.4	8.0	0.75	1.9	0.26	0.71	1.1	27
	6月	4	185.7	4.15	40	11	1.1	7.4	13	0.63	2.4	0.21	0.80	1.0	38
	7月	4	392.9	4.48	22	6.8	5.1	16	13	3.1	7.0	0.39	1.2	1.9	54
	8月	4	320.1	4.60	18	6.7	2.5	9.7	8.0	3.1	4.5	0.40	1.0	1.9	38
	9月	5	237.3	4.31	29	6.4	3.2	11	12	2.0	4.3	0.22	0.80	0.86	41
	10月	3	118.0	5.09	9	1.9	0.77	2.3	1.0	1.5	1.5	0.18	0.45	0.76	10
	11月	3	82.3	4.41	24	2.7	0.87	2.7	3.2	1.1	1.2	0.084	0.33	0.46	13
	12月	3	57.1	3.95	73	8.8	1.3	5.0	6.3	3.9	1.3	0.22	1.3	2.3	30
	1月	4	99.1	3.82	94	20	3.0	11	15	4.6	3.7	0.44	2.5	5.2	65
	2月	3	83.9	3.51	180	34	1.4	15	26	3.4	2.2	0.65	3.4	12	98
	3月	5	351.7	4.63	20	9.2	4.9	13	8.1	3.0	8.0	0.63	1.9	5.8	55
	年間合計	43	2199.2				120	28	110	120	29	42	4.1	15	35
宇土市	4月	4	100.7	4.50	22	1.5	1.6	4.4	3.2	1.2	1.9	0.14	0.36	0.81	15
	5月	3	141.7	4.85	10	0.69	0.84	3.1	2.0	0.34	1.0	0.090	0.14	0.47	8.7
	6月	4	318.1	4.89	8	0.83	1.6	5.1	4.1	0.28	2.0	0.10	0.13	0.57	15
	7月	4	210.3	4.93	11	1.7	1.9	4.5	2.4	1.3	2.5	0.30	0.50	1.5	17
	8月	4	174.5	4.82	10	1.8	1.2	3.1	2.6	1.4	1.2	0.090	0.36	0.37	12
	9月	6	183.3	4.38	24	2.3	2.5	8.4	7.5	1.3	3.1	0.10	0.35	0.51	26
	10月	3	136.9	4.65	16	2.0	1.5	3.8	3.0	1.8	1.9	0.10	0.42	0.36	15
	11月	3	68.2	4.69	13	1.0	0.55	1.6	1.4	0.90	0.41	0.045	0.22	0.24	6.4
	12月	3	83.3	4.38	40	7.5	2.3	5.5	3.4	6.9	2.3	0.23	1.7	1.4	31
	1月	4	62.5	4.83	17	3.0	1.7	4.1	0.92	2.6	1.9	0.13	0.66	0.97	16
	2月	4	56.4	4.37	29	1.1	1.3	3.4	2.4	1.0	1.5	0.085	0.29	0.58	12
	3月	6	239.2	4.53	22	4.5	4.4	10	6.9	3.6	5.7	0.46	1.2	2.4	39
	年間合計	48	1775.1				28	21	57	40	23	25	1.9	6.3	10

注1) 2014年7月22日～2014年10月6日まで、欠測(降水量のみ測定)

注2) 2014年8月4日～2014年8月18日まで、欠測

注3) 2014年4月7日～2014年4月14日まで、欠測

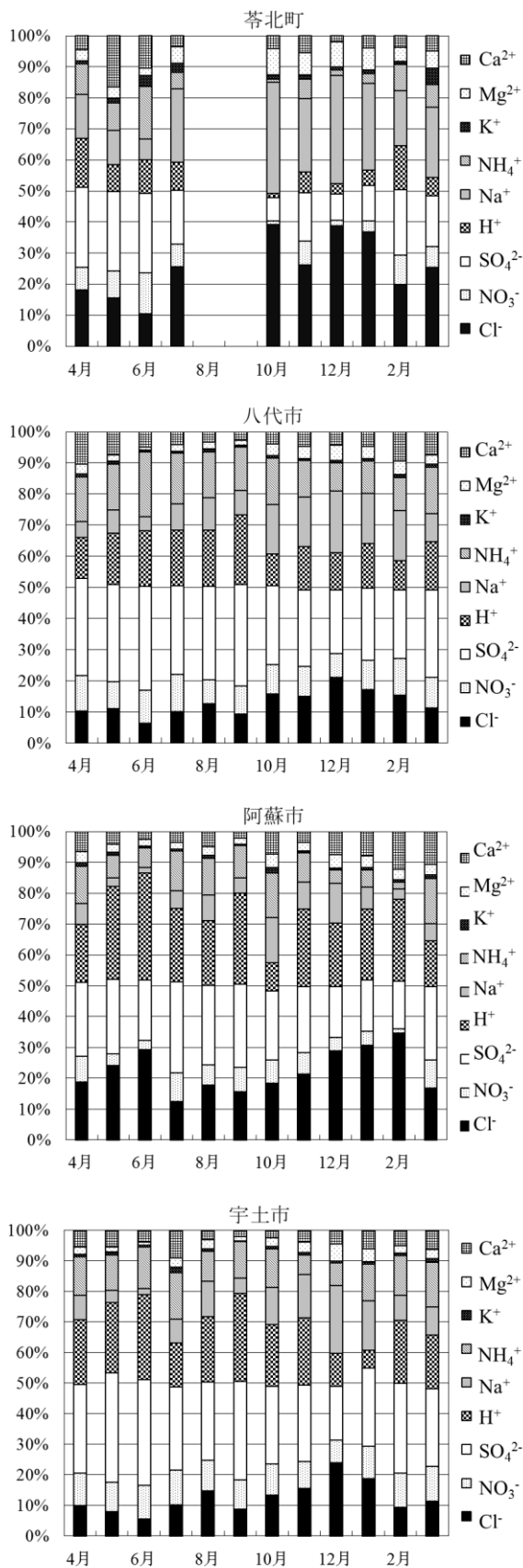


図2 月間沈着量に対する各イオン成分沈着量の割合

った。苓北町は天草西海に面しているため、海塩由来と推測される。特に、10月は台風が九州南部に上陸しており、その影響があったと考えられる。また、12月は長雨傾向であり、かつ、海に面した西及び北からの風が主風向であったため、イオン成分の増加につながったと示唆される。一方、山間部である阿蘇市のNa⁺に対してCl⁻のイオン成分沈着量が2013年度¹⁾に続き非常に多く、バランスが取れていない。よって、何かしらの非海塩由来の汚染があったと考えられ、阿蘇火山由来の火山性ガスの影響が示唆される。

また、降水の酸性化成分である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。図3から、nss-SO₄²⁻月間沈着量は阿蘇市以外の3地点で苓北町の3月を除いてほぼ同様な季節変動を示した。一方、阿蘇市は7月と1月及び2月の沈着量が多く、他の3地点と異なる傾向を示した。阿蘇市については、年間変動も大きく、人為的な発生源も少ないため、火山性ガスの影響が示唆された。特に2013年度¹⁾と比較し、1~2月に阿蘇市におけるnss-SO₄²⁻の増加は、阿蘇中岳の噴火による影響があると考えられる。

また、九州全域での降水中のイオン成分濃度が冬期に上昇する傾向にあり、九州北部は特に濃度が高くなる。このことから、冬季には季節風の影響を強く受け、大陸からの移流の影響があると考えられ⁵⁾、本県でも、春先に季節風の影響があったと推測される。なお、nss-SO₄²⁻は中国の排出量と相関関係にあることが報告されている⁶⁾。

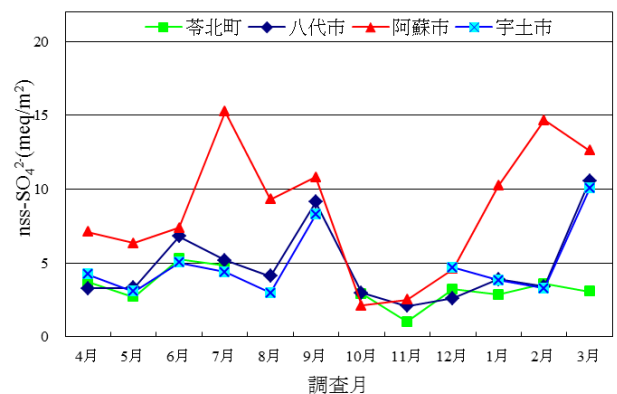


図3 nss-SO₄²⁻月間沈着量の推移

3 経年変化

調査開始年度から2014年度までの苓北町、八代市、阿蘇市及び宇土市における年間降水量及び平均pHの推移を

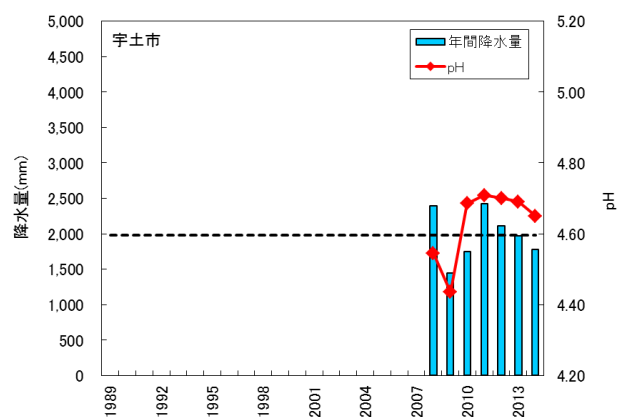
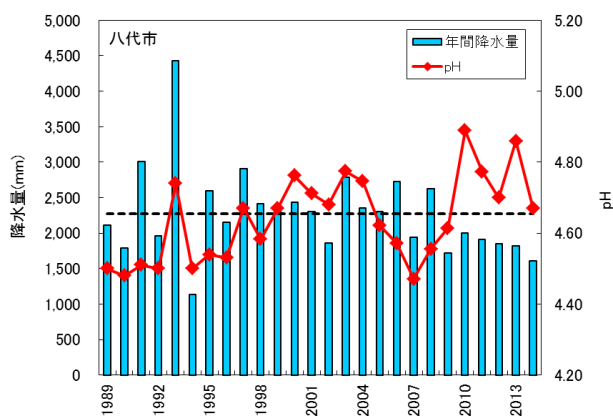
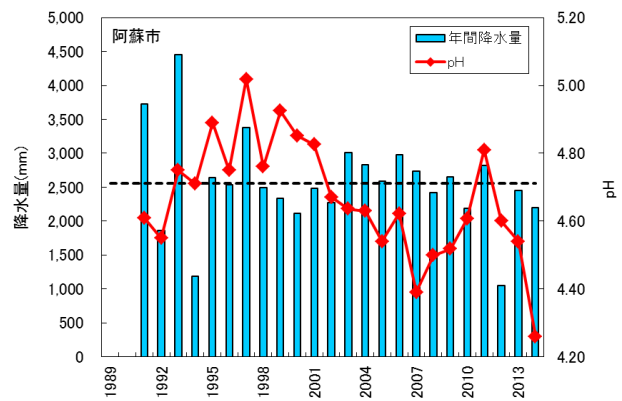
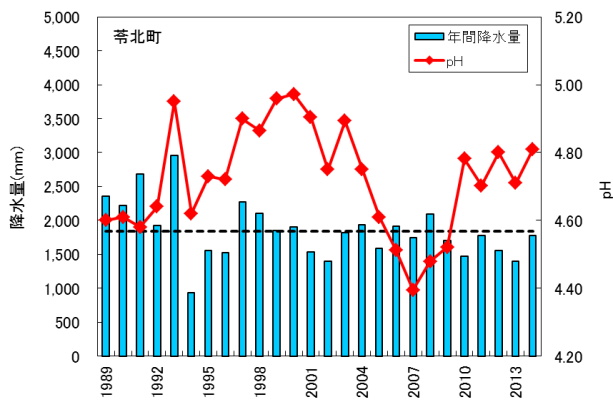


図4 年間降水量及び年平均 pH の推移

※点線：調査開始年度から 2014 年度までの平均降水量

図4に、また、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。

2000 年度以降、荅北町、八代市及び阿蘇市は pH が低下傾向にあったが、2007 年度を境に再び上昇傾向に転じた。その後、荅北町は 2010 年度から年平均 pH は 4.70～4.80 で推移している。八代市は 2010 年度から下降に転じ、その後上昇・下降を繰り返している。阿蘇市は 2011 年度から下降に転じ、特に 2014 年度は急激に低下した。また、宇土市は 2011 年度から緩やかな下降に転じている。

次に、 $nss-SO_4^{2-}$ 年間沈着量の経年推移を図5に示した。調査開始から 2005～2007 年度までは、荅北町は八代市及び阿蘇市より低値で推移した。しかし、2007 年度以降八代市は減少傾向に転じたため、八代市、荅北町及び宇土市の 3 地点は差が小さくなってきている。一方、阿蘇市は 2007 年度から濃度が減少してきたが、2011 年度から濃度が増加傾向に転じている。なお、2012 年度は、九州北部豪雨の影響で測定期間が約 4 ヶ月間と例年より短くなったため、沈着量は例年に比較して少なくなり、同列には扱えない。

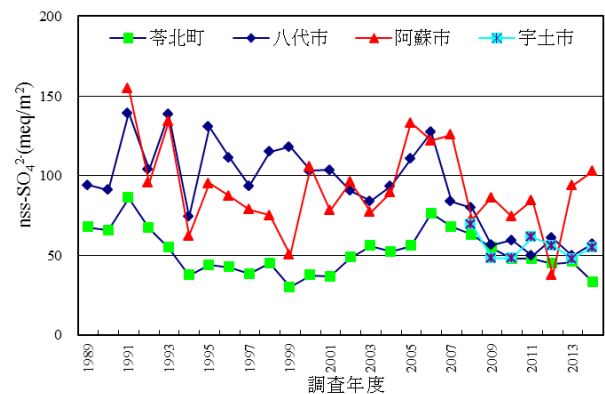


図5 $nss-SO_4^{2-}$ 年間沈着量の推移

この阿蘇市の $nss-SO_4^{2-}$ の増加の要因については、阿蘇火山の火山性ガスによる影響が示唆されるが、引き続き注視していく必要がある。

謝辞

本調査において、多大な御協力をいただいた荅北町企画政策課及び八代市市民環境部環境課の関係各位に謝意を表します。

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	
苓北町	1989	2358.7	4.60	22	130	21	80	59	100	26	3.1	26	21	470	
	1990	2215.1	4.61	28	230	21	87	54	180	23	4.9	48	22	670	
	1991 ⁽¹⁾	2678.1	4.58	55	820	29	170	70	700	34	17	180	49	2100	
	1992 ⁽¹⁾	1928.4	4.64	34	310	23	96	44	240	34	6.6	63	34	850	
	1993 ⁽¹⁾	2961.8	4.95	20	270	19	80	33	210	23	8.2	59	32	740	
	1994	928.8	4.62	24	58	14	42	22	44	17	2.8	12	18	230	
	1995	1557.6	4.73	20	100	18	53	29	79	22	3.1	19	14	340	
	1996	1520.0	4.72	28	190	17	62	29	160	22	8.5	36	20	540	
	1997	2276.3	4.90	18	180	16	56	29	150	22	6.5	36	14	510	
	1998	2108.6	4.86	17	120	18	57	29	100	27	7.2	24	17	400	
	1999	1848.3	4.96	16	110	13	42	20	99	16	3.9	23	12	340	
	2000	1899.8	4.97	14	75	16	45	20	65	19	3.9	15	22	280	
	2001	1532.8	4.90	16	72	14	44	19	63	17	4.5	15	13	260	
	2002	1394.9	4.75	26	130	22	62	25	110	25	5.7	27	16	420	
	2003	1814.0	4.89	26	180	29	76	23	150	27	8.5	39	40	570	
	2004 ⁽¹⁾	1938.0	4.75	78	900	28	150	34	780	24	31	180	50	2200	
	2005 ⁽¹⁾	1591.7	4.61	48	320	26	92	39	300	22	12	65	24	900	
	2006 ⁽¹⁾	1912.5	4.51	32	210	31	98	58	180	32	5.7	41	20	670	
	2007	1741.0	4.39	25	110	26	79	70	95	27	3.8	22	17	450	
	2008	2089.4	4.48	21	110	27	74	64	91	25	4.0	22	15	430	
	2009	1700.2	4.52	25	130	27	68	51	110	24	6.3	26	16	460	
	2010 ⁽⁴⁾	1474.6	4.78	25	120	26	61	24	110	25	6.9	26	21	420	
	2011	1771.9	4.70	21	90	24	57	36	100	22	6.2	19	17	370	
	2012	1555.8	4.80	23	100	22	55	27	90	23	7.5	22	16	360	
	2013	1400.4	4.71	26	110	21	58	27	100	19	6.7	21	22	390	
	2014 ⁽⁷⁾	1774.0	4.81	23	110	15	44	19	93	15	5.9	22	15	330	
八代市	1989	2112.2	4.50	22	60	22	98	67	33	52	2.3	12	24	370	
	1990	1789.4	4.48	25	72	20	96	59	44	48	3.1	12	19	370	
	1991 ⁽¹⁾	3004.9	4.51	24	140	34	150	93	90	72	0.51	2.5	28	610	
	1992	1960.6	4.50	25	80	26	110	62	53	58	3.6	14	24	430	
	1993 ⁽¹⁾	4424.5	4.74	19	250	42	160	81	180	77	12	51	44	900	
	1994	1136.1	4.50	28	55	25	78	36	35	47	2.0	9.9	24	310	
	1995	2594.6	4.54	24	120	42	140	75	79	77	4.9	23	34	590	
	1996	2148.6	4.53	25	100	40	120	63	74	82	3.8	20	34	540	
	1997	2907.3	4.67	17	74	35	100	62	54	62	3.3	14	20	420	
	1998	2411.5	4.58	20	61	36	120	63	41	73	3.1	12	33	440	
	1999 ⁽¹⁾	2360.4	4.67	25	130	46	130	50	100	77	4.8	25	43	610	
	2000	2438.5	4.76	19	80	41	110	42	58	69	3.1	17	48	470	
	2001	2302.4	4.71	19	70	37	110	44	54	69	3.4	14	30	430	
	2002	1863.3	4.68	21	59	38	96	39	46	68	2.8	12	24	380	
	2003	2788.9	4.77	18	85	47	110	46	67	82	5.1	16	23	480	
	2004	2356.4	4.75	22	120	44	110	42	99	62	5.2	24	35	540	
	2005	2305.2	4.62	19	110	45	120	53	83	65	6.6	21	31	530	
	2006	2722.5	4.57	20	98	62	140	72	78	83	4.2	20	33	590	
	2007	1946.0	4.47	20	67	31	91	65	59	42	2.4	13	25	390	
	2008	2631.3	4.56	16	54	31	85	71	46	41	3.0	10	14	360	
	2009	1715.7	4.61	17	48	29	61	41	42	37	2.3	10	18	290	
	2010	2004.0	4.89	15	58	34	66	26	52	45	2.5	13	21	320	
	2011	1912.4	4.77	15	29	24	52	35	24	32	1.8	5.7	13	220	
	2012	1848.0	4.70	17	46	26	66	35	39	35	2.0	9.9	17	270	
	2013	1825.4	4.86	14	45	23	54	25	40	33	2.8	11	18	250	
	2014 ⁽⁴⁾	1606.5	4.67	17	27	21	60	34	23	30	1.7	6.1	12	210	
阿蘇市	1991	3729.9	4.61	18	77	34	160	92	47	70	8.6	11	31	530	
	1992	1861.2	4.55	24	73	22	100	52	39	41	5.4	14	58	400	
	1993	4452.6	4.75	14	93	32	140	79	50	45	5.8	15	48	510	
	1994	1190.8	4.71	19	33	17	65	23	22	27	5.4	7.9	31	230	
	1995	2637.2	4.89	14	57	30	100	34	40	69	7.3	14	38	390	
	1996	2540.6	4.75	15	53	28	92	45	39	53	4.6	12	30	360	
	1997	3383.9	5.02	10	52	31	84	32	41	50	8.5	18	37	350	
	1998	2494.8	4.76	13	31	26	78	43	26	40	4.0	9.1	29	290	
	1999	2337.0	4.92	10	25	19	53	28	23	27	2.4	6.7	11	190	
	2000	2114.3	4.85	28	44	31	110	30	38	76	7.0	15	57	410	
	2001	2483.4	4.83	14	38	23	82	37	31	57	6.8	9.7	18	300	
	2002	2268.1	4.67	18	48	29	100	48	32	60	7.8	8.1	16	350	
	2003	3007.4	4.64	19	80	30	87	62	42	60	7.0	10	20	400	
	2004	2829.9	4.63	20	100	31	96	65	57	56	9.5	14	23	450	
	2005	2590.9	4.54	23	74	38	140	74	56	61	8.3	17	29	500	
	2006	2982.5	4.62	17	43	39	130	71	32	67	4.2	11	29	420	
	2007	2736.7	4.39	19	51	41	130	110	38	67	3.7	11	29	480	
	2008 ⁽²⁾	2424.6	4.50	15	37	23	75	74	21	37	4.3	6.6	13	290	
	2009	2655.3	4.52	16	55	33	90	80	32	48	6.3	10	19	370	
	2010	2190.9	4.61	19	60	33	80	50	33	49	4.0	9.5	22	350	
	2011	2823.3	4.81	14	42	34	90	40	28	49	7.7	10	24	320	
	2012 ⁽⁵⁾	1056.2	4.60	21	27	13	40	30	16	22	6.0	6.0	13	170	
	2013	2455.9	4.54	23	88	44	99	70	48	67	8.9	16	29	470	
	2014 ⁽⁴⁾	2199.2	4.26	35	120	28	110	120	29	42	4.1	15	35	500	
	宇土市	2008	2389.6	4.55	16	38	25	72	65	29	35	2.8	8.0	13	290
		2009 ⁽³⁾	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 ⁽⁶⁾		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	

(1) 台風が影響したと考えられる降水試料を含めて計算した結果 (2) 欠測月(9月, 10月)を含む (3) 欠測月(2月, 3月)を含む
(4) 試料未回収を含む (5) 九州北部豪雨の影響で2012年3月26日~2012年7月1日, 2013年2月25日~2013年3月25日の期間のみ測定
(6) 2013年9月2日~2013年12月2日まで降水量のみ測定分, 2014年1月24日~2月10日まで欠測を含む
(7) 2014年7月22日~2014年10月6日まで降水量のみ測定

文献

- 1) 古澤尚英, 出納由美子; 熊本県保健環境科学研究所報, **43**, 82 (2013).
- 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26年度), (2014).
- 5) 九州衛生環境技術協議会大気分科会, 山口県環境保健センター; 九州・沖縄・山口地方酸性雨共同調査研究第Ⅲ期調査報告書(平成25年7月), 11 (2013).
- 6) 大石興弘, 濱村健吾, 藤川和浩, 村野健太郎; 大気環境学会誌, **49(4)**, 198 (2014).