

## 8) 熊本県の酸性雨長期モニタリング (2005年度)

### ー県内4地点における湿性沈着採取結果ー

松本 依子 緒方 和博 上野 一憲

#### はじめに

熊本県では、1988年10月から県下における酸性雨の状況を把握するため、調査を行っている<sup>1)~27)</sup>。天草郡苓北町と八代市において1989年度からは、1年間を通して両地点で降水ごとの分割採取 (1994年度からは5, 8, 11及び2月の4ヵ月間) 及び一降水全量採取による調査を行った。苓北町については、2004年4月から採取装置を阿蘇市及び人吉市と同様の湿性沈着と乾性沈着を分けて採取する降水時開放型捕集装置に変更した。また、阿蘇市 (旧阿蘇郡阿蘇町) と人吉市において、1991年4月から1週間ごとのろ過式による酸性雨調査を開始し<sup>14)</sup>、1999年9月からは、降水時開放型捕集装置に変更した<sup>22)</sup>。本報では2005年度の一降水及び1週間採取降水の調査結果について報告する。

#### 調査方法

##### 1 調査地点及び降水採取方法

一降水全量採取調査については八代市 (八代市役所) で既報<sup>1), 7)</sup>の装置及び方法を用いて行った。

また、1週間降水の採取については、前年度までの

阿蘇市 (熊本県阿蘇保健所) 及び人吉市 (熊本県人吉保健所) に加え苓北町 (苓北町立志岐小学校) で、既報<sup>22)</sup>の装置及び方法を用いて行った。

#### 2 分析方法

pH測定及び導電率 (以下「EC」という) 測定は既報<sup>5)</sup>のとおりである。

イオン成分分析はイオンクロマトグラフ法で行った。この分析条件は既報<sup>13)</sup>のとおりである。

#### 調査結果及び考察

##### 1 前年度との比較

表1に2005年度の苓北町、八代市、阿蘇市及び人吉市におけるイオン成分総括表を示した。

八代市における2005年度 (2004年度) の降水採取回数は、78回 (59回) であり、前年度と比較すると、降水採取回数は19回増加した (ただし、検体数は65であった)。また、調査期間中の採取降水量は全ての地点において減少し、苓北町では346.3mm、八代市では51.2mm、阿蘇市では239.0mm、人吉市では583.3mmとそれぞれ減少した。

表1 苓北町・八代市・阿蘇市・人吉市におけるイオン成分総括表

調査地点	pH	EC μS/cm	Cl <sup>-</sup> μg/ml	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> μg/ml	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> μg/ml	H <sup>+</sup> μg/ml	Na <sup>+</sup> μg/ml	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> μg/ml	K <sup>+</sup> μg/ml	Mg <sup>2+</sup> μg/ml	Ca <sup>2+</sup> μg/ml	年間降水量 mm	
苓北町 n=39	平均	4.61 (4.75)	48 (78)	7.2 (16)	1.0 (0.90)	2.8 (3.6)	0.025 (0.018)	4.3 (9.3)	0.25 (0.22)	0.29 (0.62)	0.50 (1.1)	0.30 (0.52)	1591.7
	最高	6.23	276	42	10	15	0.15	35	3.5	1.4	3.7	2.4	(1938.0)
	最低	3.81	6.6	0.17	0.12	0.41	0.00059	0.067	0.032	0.010	0.0087	0.015	
八代市 n=65	平均	4.62 (4.75)	19 (22)	1.2 (1.9)	0.92 (1.2)	1.9 (2.1)	0.019 (0.018)	0.63 (0.96)	0.36 (0.47)	0.098 (0.086)	0.080 (0.12)	0.18 (0.30)	2305.2
	最高	7.07	610	117	36	44	0.14	53	9.8	12	6.5	15	(2356.4)
	最低	3.55	6.5	0.24	ND	0.59	0.000085	0.088	ND	ND	0.011	0.031	
阿蘇市 n=41	平均	4.54 (4.63)	23 (20)	1.0 (1.3)	0.92 (0.68)	2.6 (1.7)	0.029 (0.023)	0.50 (0.47)	0.42 (0.36)	0.12 (0.13)	0.079 (0.062)	0.22 (0.17)	2590.9
	最高	6.40	194	27	11	19	0.23	16	3.0	3.0	2.1	2.8	(2829.9)
	最低	3.63	6.3	0.20	0.13	0.61	0.00040	0.030	0.054	0.015	0.008	0.031	
人吉市 n=37	平均	4.83 (4.90)	14 (12)	0.95 (0.84)	0.63 (0.51)	1.5 (1.2)	0.015 (0.013)	0.53 (0.45)	0.29 (0.24)	0.069 (0.062)	0.059 (0.055)	0.10 (0.10)	2232.4
	最高	6.03	154	20	6.3	8.4	0.11	12	2.0	0.50	1.4	0.89	(2815.7)
	最低	3.94	4.8	0.13	0.11	0.27	0.00093	0.061	0.12	0.016	0.0040	0.021	

\*nは検体数。( )内は2004年度の成分濃度平均値及び降水量。

pHの年間平均値は、全地点において低下し、苓北町では4.61、八代市で4.62、阿蘇市で4.54及び人吉市で4.83と前年度と比較すると約0.1低下した。

ECの平均値は、苓北町で48 $\mu$ S/cmと大きく減少したのに対し、八代市で19 $\mu$ S/cm、阿蘇市で23 $\mu$ S/cm及び人吉市で14 $\mu$ S/cmと横這いの傾向にあった。

イオン成分濃度については、海洋由来によるNa<sup>+</sup>及びCl<sup>-</sup>の濃度は苓北町が最も高かった。八代市については前年度に比べると減少した。他の地点はほぼ横這いだった。その他のイオン成分濃度については、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は苓北町及び阿蘇市で高く、Mg<sup>2+</sup>は苓北町で高かった。NH<sub>4</sub><sup>+</sup>は阿蘇市で高い濃度を示した。

2 経月変化

降水ごとに採取している八代市における月別イオン成分濃度を表2に示した。また、苓北町、八代市、阿蘇市及び人吉市の月別イオン成分沈着量を表3に示した。

pHについては、4地点とも夏季に対して冬季が低い

傾向を示した。イオン成分については、一般的に降水量が多いと濃度は低下する一方、沈着量は増加する。

2005年度は7月に梅雨前線の影響で大雨の日が多く、4地点とも沈着量が増加した。9月には台風が発生、接近したため、苓北町で沈着量が大幅に増加した。また、冬季から春季にかけての季節が濃度、沈着量ともに大きかった。これは、冬季における化石燃料等の消費量増加及び春季における黄砂の飛来に由来すると考えられる。4地点の年間沈着量を比較すると、苓北町が最も多く、次いで八代市、阿蘇市、人吉市の順であった。苓北町に設置してある雨水採取装置は海岸に近い距離にある。このため海水の影響を受けやすく、Na<sup>+</sup>及びCl<sup>-</sup>の沈着量が非常に大きかった。八代市は他の地点と比較するとNO<sub>3</sub><sup>-</sup>及びNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の沈着量が多く、阿蘇市はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>及びNH<sub>4</sub><sup>+</sup>が比較的多かった。八代市については自動車や工場等の人為発生源が原因であり、阿蘇市のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>については火山の自然発生源が原因であると考えられた。

表2 八代市における月別イオン成分濃度

月	降水量 mm	試料数	pH	EC $\mu$ S/cm	Cl <sup>-</sup> $\mu$ g/ml	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> $\mu$ g/ml	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> $\mu$ g/ml	H <sup>+</sup> $\mu$ g/ml	Na <sup>+</sup> $\mu$ g/ml	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> $\mu$ g/ml	K <sup>+</sup> $\mu$ g/ml	Mg <sup>2+</sup> $\mu$ g/ml	Ca <sup>2+</sup> $\mu$ g/ml	
4月	90.0	6	平均	4.63	25	1.2	1.9	2.8	0.024	0.50	0.77	0.081	0.094	0.48
			最高	4.81	155	11.3	16	18	0.068	5.9	6.0	0.84	1.0	5.1
			最低	4.17	18	0.78	1.1	2.1	0.015	0.27	0.46	0.050	0.060	0.17
5月	198.6	2	平均	4.53	20	0.52	0.93	2.3	0.029	0.24	0.35	0.031	0.032	0.10
			最高	4.64	42	4.2	17	34	0.030	2.6	5.1	0.53	0.68	5.7
			最低	4.53	19	0.46	0.73	2.1	0.023	0.22	0.30	0.026	0.025	0.039
6月	155.0	7	平均	5.00	20	0.84	1.3	2.3	0.025	0.33	0.60	0.045	0.052	0.27
			最高	4.80	46	3.1	8.9	5.9	0.046	1.7	3.7	0.17	0.21	1.5
			最低	4.34	12	0.31	0.7	1.1	0.016	0.088	0.25	ND	0.021	0.091
7月	977.5	9	平均	4.69	17	0.83	0.7	1.7	0.020	0.46	0.31	0.030	0.054	0.089
			最高	5.02	179	15	10	20	0.14	9.3	3.6	0.45	1.2	2.3
			最低	3.84	9	0.24	0.38	1.0	0.010	0.093	0.12	0.014	0.011	0.031
8月	81.7	6	平均	4.58	20	0.69	1.3	2.1	0.027	0.27	0.53	0.032	0.040	0.13
			最高	4.83	44	1.8	5.6	6.5	0.072	1.1	1.9	0.15	0.17	0.65
			最低	4.14	12	0.49	0.53	1.1	0.015	0.14	0.22	0.018	0.024	0.090
9月	257.8	2	平均	5.45	10	0.78	0.19	0.65	0.0036	0.43	0.14	0.042	0.043	0.091
			最高	5.68	20	0.80	0.28	0.79	0.0072	0.43	0.15	0.047	0.052	0.10
			最低	5.14	6.5	0.77	0.16	0.59	0.0021	0.42	0.12	0.030	0.040	0.077
10月	96.0	5	平均	4.56	29	1.0	2.5	3.1	0.028	0.42	1.1	0.084	0.069	0.35
			最高	5.10	216	12	26	24	0.14	5.9	9.8	0.36	0.90	3.9
			最低	3.84	18	0.44	0.80	2.1	0.0079	0.12	0.48	0.037	0.022	0.060
11月	61.4	4	平均	4.42	46	3.1	2.7	4.9	0.038	1.4	0.7	1.4	0.20	0.59
			最高	4.59	157	13	19	16	0.042	6.5	2.5	12	0.99	3.5
			最低	4.38	33	1.8	ND	3.2	0.026	0.82	ND	0.052	0.10	0.18
12月	66.4	5	平均	4.18	114	15	4.1	8.6	0.067	8.8	0.89	1.0	1.1	1.2
			最高	4.29	242	31	14	19	0.11	20	4.1	2.0	2.6	3.3
			最低	3.94	74	11	1.4	5.8	0.051	5.6	0.040	0.42	0.70	0.83
1月	98.8	6	平均	4.64	28	1.2	1.7	4.3	0.023	0.55	1.1	0.043	0.13	0.98
			最高	7.07	217	16	17	25	0.045	8.7	5.5	0.42	1.4	15
			最低	4.35	15	0.32	0.86	2.3	0.000085	0.16	0.56	0.017	0.071	0.42
2月	146.6	8	平均	4.35	47	4.2	2.3	4.3	0.045	1.9	0.97	0.099	0.23	0.32
			最高	4.62	610	117	36	44	0.28	53	5.2	2.3	6.5	6.0
			最低	3.55	22	0.73	1.0	2.3	0.024	0.27	0.66	0.019	0.045	0.14
3月	75.2	5	平均	4.54	50	3.6	2.7	6.7	0.029	1.9	1.3	0.16	0.32	1.4
			最高	5.38	113	14	6.4	15	0.054	7.9	3.4	0.56	1.1	4.7
			最低	4.27	41	0.85	1.2	4.8	0.0042	0.33	0.73	0.041	0.10	0.39

3 経年変化

表4に1989年度から2005年度までの苓北町、八代市及び1991年度から2005年度までの阿蘇市、人吉市の各年度のpH、EC及びイオン成分年間沈着量の推移を示した。調査期間中のpHは、苓北町では1999年度以降わずかな低下傾向にあったが、2003年度に上昇し再度低下した。他の3地点では前年度まであまり変化がなかったが、今年度は低下した。苓北町のイオン成分沈着量については、降水量が1989年以降6番目に少ない結果だったにもかかわらず、台風の影響により1989年以降3番目に多かった。これは海塩の影響で

Na<sup>+</sup>及びCl<sup>-</sup>が非常に高い濃度を示したためと考えられた。阿蘇市では降水量は減少したが、沈着量は増加した。特にSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が増加しており、火山の影響と考えられた。八代市と人吉市では前年度と同程度の沈着量だった。

謝 辞

本調査において、多大な御協力をいただいた苓北町企画商工課、八代市市民環境部環境課、熊本県阿蘇保健所、同人吉保健所、同天草保健所及び同環境生活部環境保全課の関係各位に謝意を表します。

表3 苓北町・八代市・阿蘇市・人吉市における月別平均イオン成分沈着量

調査地点	月	試料数	降水量 mm	pH	EC μS/cm	Cl <sup>-</sup> meq/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> meq/m <sup>2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> meq/m <sup>2</sup>	H <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Na <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	K <sup>+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Mg <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	Ca <sup>2+</sup> meq/m <sup>2</sup>	月間沈着量 meq/m <sup>2</sup>
苓北町	4月	4	120.6	4.81	18	5.1	1.6	3.8	1.8	4.4	1.5	0.57	1.1	0.86	21
	5月	2	138.3	4.44	22	2.5	2.1	6.7	5.0	2.1	2.4	0.28	0.49	0.45	22
	6月	3	83.4	4.64	16	1.4	1.0	2.7	1.9	1.1	0.92	0.17	0.29	0.29	10
	7月	3	433.3	4.69	23	27	5.5	17	8.8	24	7.1	2.5	5.5	3.0	101
	8月	3	172.7	5.06	8.0	2.9	0.66	1.9	1.5	2.4	0.61	0.11	0.51	0.24	11
	9月	3	172.4	5.43	174	199	0.63	21	0.64	171	0.030	5.4	37	7.7	442
	10月	2	19.4	4.52	24	0.53	0.63	0.67	0.58	0.42	0.56	0.022	0.11	0.12	4
	11月	3	52.2	4.35	32	2.7	0.86	3.0	2.3	2.2	0.83	0.15	0.48	0.35	13
	12月	4	108.7	4.19	136	54	6.3	16	6.9	65	2.0	1.6	14	5.8	172
	1月	4	61.2	4.39	31	2.7	1.2	3.5	2.5	2.1	1.3	0.09	0.54	0.67	15
	2月	4	115.5	4.50	40	15	2.4	6.7	3.6	13	2.1	0.44	3.1	1.2	48
	3月	4	113.8	4.54	37	11	2.8	7.7	3.3	10	2.6	0.36	2.5	3.3	43
	合計	39	1591.7			324	26	92	39	298	22	12	65	24	901
八代市	4月	6	90.0	4.63	25	3.0	2.7	5.3	2.1	2.0	3.8	0.19	0.70	2.1	22
	5月	2	198.6	4.53	20	2.9	3.0	9.6	5.8	2.1	3.9	0.16	0.52	1.0	29
	6月	7	155.0	5.00	20	3.7	3.2	7.4	3.8	2.2	5.2	0.18	0.66	2.1	28
	7月	9	977.5	4.69	17	23	11	34	20	19	17	0.74	4.4	4.4	134
	8月	6	81.7	4.58	20	1.6	1.8	3.5	2.2	0.94	2.4	0.067	0.27	0.55	13
	9月	2	257.8	5.45	10	5.7	0.79	3.5	0.91	4.8	2.0	0.28	0.92	1.2	20
	10月	5	96.0	4.56	29	2.7	3.9	6.2	2.6	1.7	5.8	0.21	0.54	1.7	25
	11月	4	61.4	5.17	46	5.3	2.7	6.2	0.42	3.8	2.4	2.3	1.0	1.8	26
	12月	5	66.4	4.18	114	29	4.4	12	4.4	25	3.3	1.7	5.9	3.9	90
	1月	6	98.8	4.64	28	3.4	2.7	8.9	2.2	2.3	5.9	0.11	1.0	4.8	31
	2月	8	146.6	4.35	47	17	5.4	13	6.6	12	7.9	0.37	2.8	2.4	68
	3月	5	75.2	4.54	50	7.6	3.2	11	2.2	6.3	5.4	0.32	2.0	5.4	43
	合計	65	2305.2			105	45	120	53	83	65	6.6	21	31	529
阿蘇市	4月	5	197.6	4.46	24	3.6	2.7	11	6.8	1.3	5.5	0.46	0.52	1.7	33
	5月	2	83.2	4.31	27	1.7	1.4	4.9	4.1	0.49	2.1	0.15	0.15	0.37	15
	6月	3	121.1	4.56	18	2.8	1.0	3.7	3.3	1.0	2.2	0.19	0.28	0.60	15
	7月	4	973.3	4.44	28	33	18	62	35	29	28	1.6	7.3	8.0	222
	8月	3	158.1	4.42	26	3.1	1.7	7.5	6.0	0.73	4.4	0.11	0.26	0.7	25
	9月	3	361.0	4.89	14	7.7	1.1	12	4.6	4.4	1.9	3.1	1.9	5.1	42
	10月	4	82.7	4.70	17	1.0	1.4	3.5	1.7	0.78	2.3	0.17	0.23	0.54	12
	11月	3	204.3	5.01	13	3.4	1.6	5.9	2.0	1.8	2.4	1.5	1.4	3.6	24
	12月	4	39.9	4.30	73	7.7	3.0	6.0	2.0	6.9	2.5	0.34	1.8	2.4	33
	1月	2	53.8	4.98	12	0.58	0.61	1.6	0.56	0.48	0.86	0.042	0.20	0.73	6
	2月	4	189.0	4.63	23	7.6	2.8	10	4.4	7.1	4.7	0.33	1.8	1.6	40
	3月	4	127.0	4.55	25	2.5	2.9	10	3.5	2.0	3.9	0.23	0.94	3.6	29
	合計	41	2590.9			74	38	138	74	56	61	8.3	17	29	495
人吉市	4月	3	294.2	4.94	10	2.7	2.5	7.8	3.3	2.0	5.7	0.38	0.46	1.0	26
	5月	3	173.2	4.63	17	1.8	2.2	7.1	4.0	1.4	3.9	0.16	0.33	0.72	22
	6月	4	176.6	5.07	8.5	1.6	1.1	3.8	1.5	1.4	3.1	0.23	0.20	0.43	14
	7月	3	610.0	5.17	7.6	5.7	4.0	11	4.1	4.8	5.8	0.54	0.75	1.0	38
	8月	2	108.3	4.71	15	1.4	1.0	3.0	2.1	0.66	1.9	0.061	0.13	0.20	10
	9月	2	269.9	5.99	5.3	4.0	0.53	1.7	0.27	4.7	2.0	0.86	0.25	0.94	15
	10月	3	87.8	5.17	8.3	0.78	0.67	1.6	0.59	0.67	1.5	0.062	0.14	0.21	6
	11月	3	66.8	4.42	28	1.6	1.6	4.0	2.5	1.2	2.0	0.12	0.30	0.61	14
	12月	3	61.5	4.28	58	20	2.5	6.5	3.2	19	1.4	0.51	4.2	1.7	59
	1月	3	88.2	4.65	18	1.5	1.1	3.7	2.0	0.93	1.7	0.10	0.31	0.97	12
	2月	4	148.7	4.42	37	14	2.8	10	5.5	11	4.1	0.53	2.6	1.4	53
	3月	4	147.3	4.61	23	4.4	2.7	8.0	3.6	3.4	3.3	0.39	1.0	2.5	29
	合計	37	2232.4			60	23	69	33	51	36	4.0	11	12	297

表4 苓北町・八代市・阿蘇市・人吉市における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	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	年間沈着量 meq/m <sup>2</sup>	
				μ S/cm	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>	meq/m <sup>2</sup>		meq/m <sup>2</sup>
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	2678.1	4.58	55	820	29	170	70	700	34	17	180	49	2100	
	*1992	1928.4	4.64	34	310	23	96	44	240	34	6.6	63	34	850	
	*1993	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	430	
	2003	1814.0	4.89	26	210	28	77	21	180	23	9.2	45	49	648	
	*2004	1938.0	4.75	78	900	28	146	34	780	24	31	177	50	2171	
	*2005	1591.7	4.61	48	320	26	92	39	300	22	12	65	24	900	
	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	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		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	10	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		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	390	
2003		2788.9	4.77	18	76	40	91	33	58	71	4.2	15	22	410	
2004	2356.4	4.75	22	123	44	105	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		
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	10	18	300	
	2002	2268.1	4.67	18	48	29	100	48	32	60	7.8	8.1	16	330	
2003	3007.4	4.64	19	89	29	83	56	51	57	8.3	13	24	411		
2004	2829.9	4.63	20	100	31	96	65	57	56	9.5	14	23	453		
2005	2590.9	4.54	23	74	38	140	74	56	61	8.3	17	29	500		
人吉市	1991	2968.0	4.59	19	83	22	110	76	47	42	5.6	11	33	430	
	1992	1791.1	4.75	17	51	16	72	32	37	31	6.3	10	32	290	
	1993	4076.3	5.15	8.5	75	23	80	29	57	39	5.3	15	40	360	
	1994	1337.5	4.94	15	45	15	51	15	37	23	5.0	10	22	220	
	1995	2842.4	4.92	14	77	25	93	34	61	51	6.1	13	42	400	
	1996	2233.3	5.01	14	77	24	70	22	68	50	9.4	13	30	360	
	1997	2889.7	4.87	11	51	24	71	39	44	33	4.3	14	28	310	
	1998	2374.8	4.85	11	30	18	62	33	23	29	3.1	8.7	26	230	
	1999	2290.8	4.95	11	44	18	54	26	39	25	3.6	13	21	240	
	2000	1925.0	4.79	17	58	20	68	31	45	32	2.5	12	28	300	
	2001	1888.9	4.73	15	37	19	62	35	28	38	2.9	7.4	10	240	
	2002	2171.8	4.75	14	48	22	67	39	35	34	2.8	8.0	8.7	260	
	2003	2435.8	4.90	13	77	25	75	27	67	42	5.1	15	19	350	
2004	2815.7	4.90	12	66	23	69	35	54	36	4.3	13	14	310		
2005	2232.4	4.83	14	60	23	69	33	51	36	4.0	11	12	300		

\*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

参 考 文 献

- 1) 今村 修, 久保 清: 熊本県衛生公害研究所報, 19, 53 (1989).
- 2) 今村 修, 久保 清: 熊本県衛生公害研究所報, 20, 57 (1990).
- 3) 今村 修, 矢澤吉邦: 熊本県衛生公害研究所報, 21, 59 (1991).
- 4) 今村 修, 植木 肇: 熊本県衛生公害研究所報, 22, 41 (1992).
- 5) 今村 修, 植木 肇: 熊本県衛生公害研究所報, 23, 43 (1993).
- 6) 木庭亮一, 今村 修, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 24, 50 (1994).
- 7) 木庭亮一, 今村 修, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 25, 65 (1995).
- 8) 木庭亮一, 今村 修, 上野一憲, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 26, 76 (1996).
- 9) 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 27, 91 (1997).
- 10) 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 28, 82 (1998).
- 11) 上野一憲, 北岡宏道, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 29, 74 (1999).
- 12) 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 30, 56 (2000).
- 13) 矢野弘道, 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 31, 78 (2001).
- 14) 今村 修, 植木 肇: 熊本県衛生公害研究所報, 22, 46 (1992).
- 15) 今村 修, 植木 肇: 熊本県衛生公害研究所報, 23, 48 (1993).
- 16) 木庭亮一, 今村 修, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 24, 54 (1994).
- 17) 木庭亮一, 今村 修, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 25, 69 (1995).
- 18) 木庭亮一, 今村 修, 上野一憲, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 26, 80 (1996).
- 19) 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 27, 95 (1997).
- 20) 上野一憲, 北岡宏道, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 28, 87 (1998).
- 21) 上野一憲, 北岡宏道, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 29, 74 (1999).
- 22) 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 30, 61 (2000).
- 23) 矢野弘道, 上野一憲, 木庭亮一, 植木 肇: 熊本県保健環境科学研究所報, 31, 85 (2001).
- 24) 矢野弘道, 上野一憲: 熊本県保健環境科学研究所報, 32, 59 (2002).
- 25) 矢野弘道, 木山雅文, 上野一憲: 熊本県保健環境科学研究所報, 33, 73 (2003).
- 26) 緒方和博, 矢野弘道, 上野一憲: 熊本県保健環境科学研究所報, 34, 71 (2004).
- 27) 緒方和博, 矢野弘道, 上野一憲: 熊本県保健環境科学研究所報, 35, 91 (2005).