

酸性雨調査（1都10県1市共同調査）－長期実態調査－

押尾敏夫 井上智博

1 調査目的

最近の日本における二酸化硫黄の放出量は百数十万トン/年（うち、人為が数十万トン）程度と推定されているが、2000年8月に三宅島が噴火し、日量数万トンの二酸化硫黄の放出が継続しており、これが原因と見られる大気中の二酸化硫黄の高濃度現象や降水の酸性化が見られる。

2000年度の関東及びその周辺地域における酸性降水物の実態を調査し、各観測地点の年間濃度、

年間平均沈着量等と過去に行った調査結果とを比較することにより、地域的な特徴及び三宅島2000年噴火の影響を把握する。

2 調査解析資料

調査解析資料は、長期実態調査として実施した表1に示す地点における1998年度から2000年度調査の大気降水物（ろ過式採取法）の成分分析結果を使用した。

表1 調査地点の気象区分

大区分	中区分	対象地点
太平洋	南関東区	浦和・市原・(千代田)・横浜・(平塚)
	北関東・福島区	郡山・水戸・(栃木・河内)・前橋・太田・(中之条)・熊谷・堂平山・(騎西)
	静岡区	静岡・(浜松・御殿場)
内陸	長野区	長野・上田・諏訪・軽井沢・(八方)
日本海	新潟区	新潟・長岡・六日町

3 調査結果

3-1 大気降水物中成分の濃度及び沈着量

調査対象地域の大气降水物成分等の濃度および沈着量を表2、3に示す。硫酸イオン濃度は、いずれの地点でも噴火前の1998～1999年度に比べ濃度が上昇していた。これを中和する陽イオンは僅かに上昇したに過ぎなかった。

pHは全地点でpH5.0以下であり、平均値で0.4pH程度低下した。水素イオン濃度に換算すると13μeq/lから26μeq/lの濃度の上昇があった。水素イオン濃度の上昇は、 nss-SO_4^{2-} （非海塩由来硫酸イオン）の濃度上昇19μeq/lよりは小さかったことから、硫酸イオンの一部は中和されていたと考えられる。

nss-SO_4^{2-} 沈着量は、関東平野の多くの地点で50meq/m²を超え、特に、関東平野の最南部に位置する市原、千代田、横浜及び静岡では100meq/m²を超えた。

3-2 気候区別大気降水物成分濃度および沈着量

調査地点を気候区に区分し1998～1999年度と2000年度との平均濃度及び沈着量比較を表4、5に示す。

降水量は南関東区や長野区で1.2倍程度に増加し、他の気候区はやや減少した。新潟区は降水量が減少したこともあり、いずれの成分濃度とも上昇していた。

硫酸イオン濃度はいずれの気候区とも著しい上昇が見られ、特に、非海塩成分としてみると、さらに上昇度が大きかった。その結果、水素イオン濃度の上昇も著しかった。沈着量でも、いずれの気候区とも硫酸イオン沈着量の増加が著しい。静岡区を除くと増加量は概ね20meq/m²程度であり、非海塩由来として捉えてもほぼ同程度であった。この増加量が今回の火山ガスの影響と仮定すると、1998～1999年度の沈着量が50meq/m²程度であることを考慮すると非常に多大な寄与となる。静岡区は、他の気候区と異なり50meq/m²

程度と大幅に増加しており、別の要因の存在が示唆される。

中和に働く他の成分については新潟区以外は僅

かの増減であり、結果として新潟区以外は非海塩由来硫酸イオンの増加量と同程度の水素イオン沈着量の増加を招いた。

表2 調査対象地域における大気降下物成分濃度等の統計値

年度	統計値	降水量	EC	pH	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	nssCanssSO4	nssCl	
		mm	μ/cm													
2000年度	平均値	1547	25.1	4.59	26	39	3	39	25	11	52	31	51	24	50	5
	最高値	3218	52.1	4.98	98	89	7	214	57	48	82	53	245	55	75	23
	最低値	798	12.3	4.01	10	12	0	6	10	0	27	14	7	10	26	-20
1999年度	平均値	1571	18.9	4.98	13	35	2	34	21	10	36	29	44	20	31	5
	最高値	3599	40.8	5.63	48	109	6	168	53	38	74	89	195	52	71	20
	最低値	952	7.2	4.32	2	4	1	4	7	2	15	9	6	6	14	-2
1998年度	平均値	1725	17.0	4.89	13	30	3	35	22	8	34	26	38	21	32	1
	最高値	3799	33.3	5.72	56	87	11	133	84	31	81	67	154	82	74	25
	最低値	915	5.4	4.25	2	4	1	4	4	1	8	5	7	7	13	-44

表3 調査対象地域における大気降下物沈着量等の統計値

年度	統計値	降水量	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	nssCanssSO4	nssCl	
		mm	meg/m ²											
2000年度	平均値	1547	40	61	4	60	39	16	81	48	79	36	77	8
	最高値	3218	182	116	15	453	88	101	173	74	519	85	147	44
	最低値	797.5	13	19	1	7	16	3	33	20	11	16	32	-19
1999年度	平均値	1571	21	49	4	59	30	16	54	42	76	27	47	7
	最高値	3599	63	119	12	373	61	80	130	117	433	59	93	27
	最低値	952.1	3	9	1	5	12	2	14	16	8	12	14	-3
1998年度	平均値	1725	22	47	5	62	34	15	55	41	66	31	48	1
	最高値	3799	80	104	12	294	87	70	127	96	347	85	92	25
	最低値	914.6	2	10	1	5	12	2	17	14	9	7	8	-44

表4 気候区別大気降水物平均濃度の1998～1999年度と2000年度の比較

大区分	中区分	期間	降水量	EC	pH	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	nssCa	nssSO4
		年度	mm	uS/cm	meq/l											
北関東	福島	2000	1333	23.7	4.47	34	52	3	18	25	7	54	40	25	24	51
		1998～99	1391	19.2	4.80	16	46	3	18	24	7	39	38	27	23	36
		後/前	0.96	1.24	0.93	2.11	1.14	1.23	0.97	1.03	0.94	1.39	1.04	0.93	1.04	1.41
太平洋	南関東	2000	1700	24.9	4.61	24	38	2	27	30	8	54	30	45	29	51
		1998～99	1390	19.9	5.04	9	38	3	39	35	11	46	29	51	33	42
		後/前	1.22	1.25	0.91	2.70	1.00	0.66	0.71	0.85	0.73	1.18	1.03	0.89	0.86	1.23
太平洋	静岡	2000	2410	25.2	4.50	31	18	1	28	17	6	50	24	35	15	47
		1998～99	2603	16.5	4.80	16	15	2	34	15	8	26	21	34	13	22
		後/前	0.93	1.53	0.94	1.97	1.15	0.92	0.82	1.12	0.78	1.90	1.15	1.03	1.16	2.10
内陸	長野	2000	1453	15.4	4.74	18	19	2	9	21	4	36	20	13	21	34
		1998～99	1199	13.2	4.98	11	17	1	6	12	2	19	17	10	12	19
		後/前	1.21	1.17	0.95	1.73	1.11	1.25	1.38	1.80	1.69	1.84	1.15	1.39	1.81	1.86
日本海	新潟	2000	1823	41.5	4.79	16	48	6	158	27	35	69	27	182	21	50
		1998～99	2132	31.3	4.86	14	34	4	117	17	26	48	21	137	12	34
		後/前	0.86	1.33	0.99	1.16	1.42	1.30	1.36	1.57	1.34	1.44	1.33	1.33	1.66	1.48

表5 気候区別大気降水物平均沈着量の1998～1999年度と2000年度の比較

大区分	中区分	期間	降水量	EC	pH	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	nssCa	nssSO4
		年度	mm	mS	meq/m ²											
北関東	福島	2000	1333	3.2	4.47	45	69	4	23	33	9	71	53	33	32	69
		1998～99	1391	2.7	4.80	22	64	4	25	33	10	54	53	37	32	51
		後/前	0.96	1.18	0.93	2.02	1.09	1.18	0.93	0.99	0.90	1.33	1.00	0.89	0.99	1.35
太平洋	南関東	2000	1700	4.2	4.61	41	64	3	46	51	14	92	52	77	48	87
		1998～99	1390	2.8	5.04	13	52	4	54	49	15	64	41	71	46	58
		後/前	1.22	1.53	0.91	3.30	1.23	0.80	0.87	1.04	0.89	1.44	1.26	1.08	1.05	1.50
太平洋	静岡	2000	2410	6.1	4.50	76	43	4	67	40	16	121	57	84	37	113
		1998～99	2603	4.3	4.80	42	40	4	88	39	22	69	54	89	35	58
		後/前	0.93	1.41	0.94	1.82	1.07	0.85	0.76	1.04	0.72	1.76	1.06	0.95	1.07	1.94
内陸	長野	2000	1453	2.2	4.74	27	27	2	13	31	6	52	29	19	30	50
		1998～99	1199	1.6	4.98	13	20	1	8	14	3	23	21	11	14	22
		後/前	1.21	1.41	0.95	2.10	1.35	1.52	1.67	2.18	2.04	2.23	1.39	1.68	2.20	2.25
日本海	新潟	2000	1823	7.6	4.79	29	87	10	289	50	64	125	50	332	37	91
		1998～99	2132	6.7	4.86	30	72	9	249	37	56	102	44	292	26	72
		後/前	0.86	1.13	0.99	0.99	1.21	1.12	1.16	1.34	1.14	1.23	1.14	1.14	1.42	1.26