

大気降下物の捕集量に対する捕集頻度の影響について

Influence of Sampling Interval on the Evaluation
of Atmospheric Deposition

高橋 照美 長嶋 満男* 清水 源治 堤 充紀

Terumi TAKAHASHI, Mitsuo NAGASHIMA, Genji SHIMIZU
and Mitsutoshi TSUTSUMI

H⁺やNO₃⁻などイオン成分の降下量調査を目的とした大気降下物の捕集は全国で行われており、各地で年間降下量が算出されている。年間降下量はろ過式捕集などにより捕集期間ごとの捕集量を合計して求められる。ところがその捕集期間の単位は1週間毎から1カ月毎まで測定機関により様々であり、この捕集回数(52~12回/年)の相違から生ずる捕集量の差についてはあまり明確にされていない。そこで筆者らは、イオン成分の降下量に対する捕集回数(頻度)の影響について検討したので報告する。

方 法

捕集期間の単位として、1週間、2週間、4週間の3種類を選び、90年11月から91年11月までの1年間(52週)にわたり大気降下物を捕集した。この捕集量から月間(4週間)と年間について各成分の捕集量を算出した。各捕集方法間のばらつきはこれら3種類の捕集量の変動係数で比較した。変動係数は、各成分ごとに各捕集方法による月間または年間の捕集量の標準偏差を求めて平均値で除した。月間捕集量の単位にはmg/m²を用いたが、年間捕集量にはg/m²を用い小数第3位(H⁺は小数第4位)を四捨五入した。捕集は甲府(衛公研)と大月(保健所)で行い、甲府ではろ過式捕集法、大月では簡易捕集法¹⁾を用いた。各地点の捕集器具はロート径などが全く同じものを用いた。

結 果 と 考 察

1. 月間捕集量

大月の月間捕集量を表1に示した。この地点における

*山梨県大月保健所

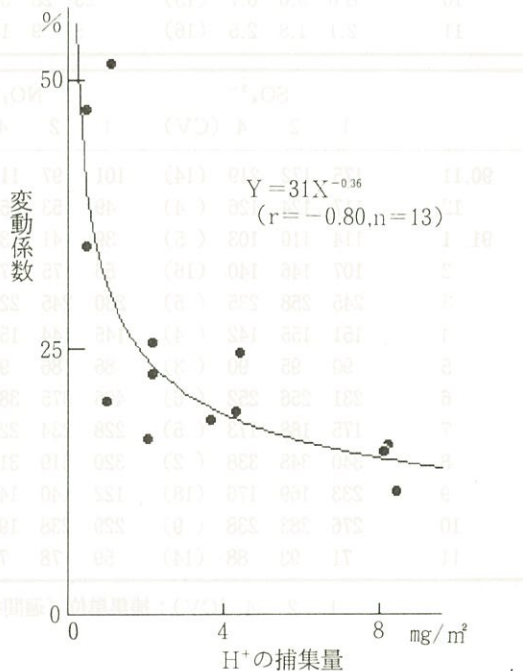


図1 H⁺の捕集量と変動係数(大月)

捕集方法間の変動係数は、5月のH⁺と3月のNa⁺が特に大きかった。H⁺の捕集量は、1.7(1週間毎)、0.8(2週間毎)、0.7mg/m²(4週間毎)であり変動係数は52%となった。またNa⁺は、24、26、51mg/m²であり、変動係数は45%となった。しかし年間捕集量に対してはこれらの期間の捕集量はH⁺0.001~0.002g/m²、Na⁺0.02~0.05g/m²と最下位の桁に影響するにとどまった。

ここで各成分における各月ごとの変動係数のうちその最大値は捕集量の多い成分で比較的小さく、Ca²⁺26%、SO₄²⁻18%、NO₃⁻16%、Cl⁻23%であった。しかし捕集量の少ない成分では変動係数が大きく、H⁺52%、NH₄⁺

表1 1～4週間毎に捕集した各成分の月間（4週間）捕集量と変動係数

(大月, 90年11月～91年11月)

	H ⁺				NH ₄ ⁺				Na ⁺				Ca ²⁺			
	1	2	4	(CV)	1	2	4	(CV)	1	2	4	(CV)	1	2	4	(CV)
90.11	1.8	1.9	2.8	(25)	24	24	39	(30)	22	19	14	(22)	51	37	39	(18)
12	1.2	1.0	0.8	(20)	21	24	32	(22)	12	11	11	(5)	24	29	30	(12)
91. 1	0.8	0.3	0.5	(47)	11	13	12	(8)	16	10	10	(29)	56	59	43	(16)
2	0.6	0.6	0.3	(35)	11	16	15	(19)	12	14	12	(9)	55	55	83	(25)
3	5.6	4.1	3.5	(25)	31	33	33	(4)	24	26	51	(45)	70	69	84	(11)
4	2.3	2.7	1.7	(22)	22	20	25	(11)	47	40	21	(37)	44	46	46	(2)
5	1.7	0.8	0.7	(52)	12	14	19	(24)	14	11	8	(27)	31	37	32	(10)
6	9.5	8.2	7.6	(12)	25	25	29	(9)	30	34	26	(13)	40	44	31	(17)
7	5.2	3.7	3.9	(19)	32	43	41	(15)	8	12	8	(25)	30	39	30	(16)
8	8.3	9.5	6.9	(16)	78	84	87	(6)	74	63	72	(8)	37	36	36	(2)
9	3.5	4.5	3.2	(18)	20	26	24	(13)	36	21	34	(27)	44	29	28	(27)
10	8.6	9.0	6.7	(15)	23	28	30	(13)	42	57	36	(24)	61	62	60	(2)
11	2.1	1.8	2.5	(16)	5	9	13	(44)	11	15	14	(16)	16	19	16	(10)

	SO ₄ ²⁻				NO ₃ ⁻				Cl ⁻				降水量		
	1	2	4	(CV)	1	2	4	(CV)	1	2	4	(CV)	1	2	4
90.11	175	172	219	(14)	101	97	116	(10)	49	44	54	(10)	190	192	194
12	117	124	126	(4)	49	53	56	(7)	32	33	35	(5)	42	55	26
91. 1	114	110	103	(5)	39	41	38	(4)	57	50	36	(22)	79	47	34
2	107	146	140	(16)	56	75	76	(16)	46	47	68	(23)	89	90	64
3	245	258	235	(5)	230	245	229	(4)	117	117	90	(14)	161	161	158
4	151	155	142	(4)	145	144	155	(4)	84	91	68	(15)	123	99	99
5	90	95	90	(3)	86	86	91	(3)	52	45	46	(8)	55	32	31
6	231	256	252	(6)	406	375	389	(4)	67	83	74	(11)	262	242	240
7	175	188	173	(5)	228	234	225	(2)	42	47	41	(7)	79	79	78
8	340	348	338	(2)	320	319	317	(1)	202	222	200	(6)	512	514	512
9	233	169	176	(18)	122	140	142	(8)	81	104	76	(17)	346	368	345
10	276	283	238	(9)	229	238	196	(10)	201	193	190	(3)	590	602	595
11	71	93	88	(14)	59	78	78	(15)	42	49	53	(12)	109	89	110

1 2 4 (CV): 捕集単位(週間毎)と変動係数(%), 単位: H⁺~Cl⁻: mg/m³, 降水量: mm

44%, Na⁺ 45%となった。また同じ成分でも捕集量が少ない月の変動係数が大きくなる傾向があり、捕集量の少なかった2月はH⁺ 35%, SO₄²⁻ 16%, NO₃⁻ 16%と、捕集量の多かった8月のH⁺ 16%, SO₄²⁻ 2%, NO₃⁻ 1%に比べて大きくなった。降水量が少ない場合には、大気からのガス吸収や容器からの移染などの影響が相対的に大きくなると考えられ、これが変動係数を大きくする理由の1つにあげられた。このような捕集量と変動係数との関係をH⁺を例に図1に示したが、同様な関係は、NH₄⁺など他の成分でもみることができた。以上述べた傾向は甲府でもみることができた。

なお一般に、降水量が多い期間は各成分の降水量(捕集量)も多い。NO₃⁻の場合、6月の捕集量は375~406

mg/m³ (0.38~0.41g/m³)と最も少なかった1月の38~41mg/m³ (0.04~0.04g/m³)の約10倍の捕集量となった。年間捕集量を求める場合、このように降水量が多い期間は年間捕集量への影響が大きいため、サンプリングや分析操作には注意する必要がある。特に降水量が多い場合には各成分の濃度も低くなるため、分析操作時には精度の維持と有効数字の確保に努める必要があると考えられた。

2. 年間捕集量

表1の捕集量を集計して年間捕集量を求めた。年間降水量は甲府では約1,600mmと平年の約1,200mmより多く、大月も約2,400mmと平年の約1,500mmよりかなり多かつ

表2 各成分の年間捕集量(上段: 甲府, 下段: 大月)

捕集頻度	降水量	pH	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
1週間毎	1,670	4.74	0.031	0.52	0.12	0.23	0.41	0.03	1.96	1.82	0.74
2週間毎	1,670	4.76	0.028	0.55	0.12	0.20	0.42	0.03	2.02	1.88	0.74
4週間毎	1,650	4.78	0.028	0.57	0.10	0.16	0.42	0.03	2.01	1.84	0.70
平均値	1,660	4.76	0.029	0.55	0.11	0.20	0.42	0.03	2.00	1.85	0.73
標準偏差	12		0.002	0.02	0.01	0.04	0.01	0.00	0.03	0.03	0.02
変動係数	0.7		6.9	3.6	9.1	20.0	2.4	0.0	1.5	1.6	2.7

捕集頻度	降水量	pH	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
1週間毎	2,640	4.71	0.051	0.31	0.14	0.35	0.56	0.06	2.32	2.07	1.07
2週間毎	2,570	4.73	0.048	0.36	0.14	0.33	0.56	0.05	2.40	2.12	1.13
4週間毎	2,490	4.78	0.041	0.40	0.13	0.32	0.56	0.05	2.32	2.11	1.03
平均値	2,570	4.72	0.047	0.36	0.14	0.33	0.56	0.05	2.35	2.10	1.08
標準偏差	75		0.005	0.04	0.01	0.02	0.00	0.01	0.05	0.03	0.05
変動係数	2.9		10.6	11.1	7.1	6.1	0.0	20.0	2.1	1.4	4.6

単位 降水量: mm, H⁺~Cl⁻: g/m²/年, 変動係数: %

た²⁾。表2に甲府と大月の降水の捕集量を示したが両地点ともにアメダスの測候値³⁾によく一致した。

各成分の年間捕集量 (g/m²) は、両地点ともにSO₄²⁻やNO₃⁻が多く、H⁺は特に少なかった。また甲府ではNH₄⁺が1週間毎<2週間毎<4週間毎の順序で多くなる傾向にあったが、Na⁺は1週間毎>2週間毎>4週間毎の順序で少なくなる傾向がみられた。大月では、これらの傾向に加えてH⁺が1週間毎>2週間毎>4週間毎の順序で少なくなった。しかしCa²⁺やSO₄²⁻など他の成分についてはこのような傾向はみられなかった。

表2に3種類の捕集方法間の平均値と標準偏差、変動係数をあわせて示した。一般に分析誤差は変動係数で10%まで許容されることが多い。各成分のうち、K⁺、Ca²⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻は甲府、大月ともにこの許容範囲内にあった。よってこれらの成分については3種類の捕集方法間に有意差はないと考えられた。

しかし大月ではH⁺やNH₄⁺でこの範囲を超えた。ここで捕集開始後最初の降雨から回収までの放置日数は1週間毎210日<2週間毎266日<4週間毎311日の順序で多くなり、NH₄⁺の捕集量もこの順序で増加した。NH₄⁺についてはこの放置期間に大気中のNH₃が貯留された降水に吸収され、同時にH⁺を消費した可能性が考えられるがさらに検討を続けたい。

また捕集回数は、4週間毎13回、2週間毎26回、1週間毎52回の順序で多くなる。Na⁺もこの順序で増加しており、容器などからのNaClなどの移染が考えられた。

甲府ではNa⁺の降下量が0.2g/m²と特に少ないために、変動係数が相対的に20%と大きくなった。大月のMg²⁺は標準偏差は0.01g/m²と小さかったが、平均値も0.05g/m²と小さかったため変動係数は大きくなった。

このように年間捕集量に及ぼす捕集頻度の影響は、降水量の少ない成分については大きかったが、SO₄²⁻、NO₃⁻など降水量の多い成分については小さかった。

ま と め

大気降下物を1週間毎、2週間毎、4週間毎に1年間捕集し、各成分の捕集量を比較した。

- 1) 捕集量が多かった成分 (SO₄²⁻やNO₃⁻など) や期間 (8月など) は、3種類の捕集方法間の変動係数が10%以内に収まるが多かった。
- 2) 捕集量が少ない場合には、変動係数が大きくなる傾向がみられた。
- 3) 年間捕集量に及ぼす捕集頻度の影響は、SO₄²⁻、NO₃⁻など降水量の多い成分では小さいと考えられた。

引用文献

- 1) 高橋照美ら: 山梨衛公研年報, 34, 72~74 (1990)
- 2) 甲府地方気象台編: 山梨県気象平年値表 (1987)
- 3) 甲府地方気象台編: 山梨県気象月報 (1990, 91年各月)