

山梨県における酸性降下物の年間降下量

高橋 照美 内田 裕之 清水 源治 堤 充紀

Annual Atmospheric Deposition in Yamanashi(1988~1990)

Terumi TAKAHASHI, Hiroyuki UCHIDA

Genji SHIMIZU and Mitsutoshi TSUTSUMI

欧米では、酸性降下物による環境被害が顕在化しており、国内でもスギ枯れに対する酸性降下物の影響が議論されている。本県でもこのような環境問題に対する県民の関心は高く、酸性降下物による環境への負荷量を明らかにする必要がある。

ここでは多地点で調査を行うために自作した捕集方法(以下簡易捕集法)を一般的なるろ過式捕集法と比較し、この方法で実施した県内各地の酸性降下物の年間降下量の特徴を明らかにした。

方 法

1. 簡易捕集の方法

簡易捕集器を図1に示したが、ロート部は2~5 lのポリエチレン製ビンの口と底を切りとり、目皿の孔径0.5mmのミリポアフィルターホルダーをエポキシ系樹脂で接着し簡易ろ過部とした。ホルダーと捕集用容器を内径5~7mmのシリコン製チューブで連結し、5~10 lの捕集用ポリエチレン容器はアルミホイルで包んで遮光した。また降水をロート内に滞めないためにホルダー内にろ紙は挟まなかった。

捕集期間は、同時に行っているろ過式捕集にあわせて1カ月とし月間降下量を求めた。降下物の回収時にはロートを捕集した降水で共洗いた。降水がなかった場合はイオン交換水で洗浄し洗浄水の濃度から降下量を求めた。降水量は貯水量を捕集面積で除した値とした。

2. 降下量の比較

簡易捕集による H^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} などの月間降下量をろ過式捕集や一降水捕集と比較した。この一降水捕集は簡易捕集と同じ捕集器を用い、降水終了時に速やかに回収した。 H^+ などの測定方法は常法¹⁾によった。

3. 調査地点

県下の13地点を選び、これらの地点で1~3年間捕集を続けた。降下物の月間降下量を集計して各地点の年間降下量を算出した。

結果と考察

1. 最近3年間の年間降下量

本県では88年からろ過式捕集による年間降下量調査を

表1 ろ過式捕集法による最近3年間の降下量

地 点	年 度	mm	H^+	NH_4^+	Na^+	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-
甲 府 A	88	1130	0.023	0.54	0.18	0.46	1.84	1.74	0.84
	89	1270	0.038	0.34	0.17	0.49	1.93	1.68	0.66
	90	1110	0.019	0.38	0.14	0.42	1.65	1.33	0.53
大 月	88	1490	0.038	0.43	0.23	0.57	2.29	2.12	0.88
	89	1600	0.042	0.31	0.28	0.54	2.13	1.77	0.98
	90	1490	0.030	0.43	0.21	0.60	2.27	1.89	0.72
河 口 湖	88	1400	0.021	0.24	0.14	0.55	1.45	1.06	0.74
	89	1900	0.030	0.20	0.25	0.55	1.76	1.21	0.86
	90	1550	0.017	0.22	0.18	0.48	1.50	0.92	0.70

A: 衛公研

捕集: 1ヶ月毎, mm: 降水量, 単位: g/m²/年

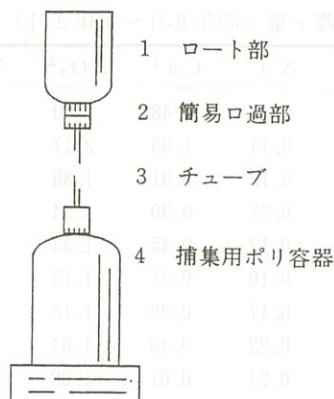


図1 本調査で用いた捕集器



図2 県下の調査地点

表2 各捕集方法による各成分の年間降下量 (89年7月～90年6月)

地 点	方 法	mm	H ⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
甲 府 A	一 降 水	1200	0.020	0.40	0.20	0.39	1.62	1.36	0.60
	ろ 過 式	1060	0.028	0.39	0.16	0.47	1.74	1.49	0.56
	簡 易 法	1090	0.025	0.40	0.16	0.48	1.82	1.46	0.56
甲 府 B	簡 易 法	1120	0.007	0.56	0.15	1.60	2.36	1.51	0.61

A: 衛公研, B: 県庁

捕集: 1ヶ月毎, mm: 降水量, 単位: g/m²/年

甲府など3地点で行ってきた。88～90年度の各成分の降下量を表1に示した。

ここで、H⁺、NH₄⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻の降下量は年度毎に異なる傾向がみられたが、Na⁺やCa²⁺は降水量の多少にかかわらず、ほぼ一定の値になる傾向がみられた。また、河口湖のように大気が比較的清澄と考えられる地点ではSO₄²⁻、NO₃⁻の降下量は少なかったが、H⁺の降下量は89年のように甲府などの都市部と同程度になる場合があった。関東平野からの大気汚染質の移流が問題になる大月では他の2地点に比べSO₄²⁻、NO₃⁻の降下量が多かった。

なお、関東地方ではろ過式1ヶ月捕集で年間降下量調査を行っている。89年6月までの1～3年間の年間降下量(g/m²/年)の平均値²⁾は関東平野では、H⁺ 0.022～0.076、SO₄²⁻ 3.2～5.4、NO₃⁻ 2.1～4.9となっていた。県下の年間降下量はH⁺ 0.017～0.043、SO₄²⁻ 1.5～2.3、NO₃⁻ 0.9～2.1と平野より少ない傾向にあったが大月ではH⁺、NO₃⁻が関東平野の各地点の降下量にほぼ匹敵していた。

2. 簡易捕集による降下量

表2に、各捕集方法によるH⁺などの年間降下量を示した。ろ過式捕集を基準にした場合、一降水捕集ではH⁺、Ca²⁺、SO₄²⁻、NO₃⁻の降下量がやや少ない傾向にあったが、簡易捕集ではSO₄²⁻の降下量がやや多かっ

た。しかしこれらの差はいずれも0.1(H⁺は0.01)g/m²/年以下と小さかった。

またこの捕集法を用いて甲府A(衛公研:住宅地域)と甲府B(県庁:商業地域)との間で年間降下量を比較した(表2)。両地点間の距離はわずか1.8kmであるが、Na⁺など降下量の似かよる成分とCa²⁺のように明らかに異なる成分とを識別することができた。

これらのことから簡易捕集で調査を行っても、各成分の降下量は十分に把握できると考えられた。またろ過式捕集器は、ろ過部から捕集用容器までを遮光しロート部やろ過部を支えるための装置が大がかりとなるが、簡易捕集ではポール1本を垂直に立てることさえできれば、徒歩が頼りとなる山岳地域でも容易に設置できる利点があった。

3. 県内各地の年間降下量

簡易捕集はろ過式捕集と差異を生じなかったことから簡易捕集器を県下に配置した(図2)。配置地点は甲府盆地内に3カ所(St1～3)、富士川沿いに2カ所(St4、5)、相模川沿いに5カ所(St8～12)、さらに人為活動の直接的影響の少ない地点として八ヶ岳と富士山に計3カ所(St6、7、13)の合計13カ所を選んだ。これらの地点で89年9月から1年間、降下物を捕集した。

結果を表3に示した。甲府Bでは道路粉じんの指標とされるCa²⁺の降下量が特異的に多く、H⁺の降下量が特

表3 県内各地点における各成分の年間降下量（89年9月～90年8月）

St*	地 点	mm	H ⁺	NH ₄ ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
1	甲 府 A	930	0.020	0.34	0.14	0.48	1.60	1.35	0.51
2	甲 府 B	950	0.002	0.52	0.14	1.63	2.17	1.40	0.56
3	山 梨	1030	0.024	0.25	0.12	0.31	1.35	1.24	0.45
4	身 延	1840	0.025	0.13	0.21	0.30	0.94	1.16	0.54
5	韭 崎	1070	0.015	0.34	0.12	0.45	1.34	1.24	0.48
6	小 泉	1060	0.015	0.27	0.16	0.31	1.15	1.13	0.48
7	観 音 平	1200	0.015	0.15	0.17	0.29	1.13	0.78	0.49
8	上 野 原	1120	0.028	0.26	0.22	0.48	1.54	1.53	0.78
9	大 月	1240	0.028	0.34	0.24	0.61	1.98	1.72	0.64
10	都 留	1300	0.035	0.22	0.24	0.45	1.82	1.75	0.69
11	富 士 吉 田	1510	0.019	0.25	0.23	0.74	1.52	1.30	0.74
12	河 口 湖	1310	0.010	0.20	0.17	0.58	1.35	0.94	0.58
13	中ノ茶屋	1880	0.030	0.12	0.22	0.22	1.24	1.09	0.58

* 図2参照 A：衛公研， B：県庁

捕集：1ヶ月毎， mm：降水量， 単位：g/m²/年

に少なかった。また隣接する甲府Aに比較してNH₄⁺，SO₄²⁻の降下量は多かったが，Na⁺やNO₃⁻，Cl⁻の差は小さかった。

静岡県に近い身延では，Na⁺を除いた降下量が八ヶ岳（St.7：標高1500m）や富士山（St.13：標高1000m）と同程度に少なく，県下の平地部では大気の大気清澄度は最も高いと考えられた。Na⁺は海塩の指標成分であるが，この降下量は身延や上野原～富士吉田など海風の進入しやすい地点で多かった。このNa⁺を基準に海塩粒子の寄与率を求めたところ，身延ではSO₄²⁻6%，Ca²⁺3%，Cl⁻70%となり，Cl⁻に占める海塩の寄与率が大きかった。県下ではCl⁻に対する海塩の寄与率は全般に高く50～70%の範囲にあった。海塩由来分を除いたCl⁻の降下量は甲府Bや上野原でやや多かった。

SO₄²⁻は，重油やガソリンなどの化石燃料に含まれるS（イオウ）が燃焼する際に生ずるSO₂がH₂SO₄の過程を経て降下するため，特に酸性降下物と呼ばれている。県下でSO₄²⁻の降下量が最も多かったのは甲府Bで，調査地点中，自動車通行台数や固定発生源数が最も多い地域にあった。調査地点が中央自動車道に近い大月，都留，上野原でもSO₄²⁻の降下量は多かった。

NO₃⁻は重油やガソリンなどが高温で燃焼する際に空気中のN₂（窒素ガス）が酸化されHNO₃を経由して降下するため，SO₄²⁻同様に酸性降下物と呼ばれる。県下でNO₃⁻の降下量が多かったのは都留と大月であり，観音平や河口湖，中ノ茶屋，小泉など山間部の地点では降下量は少なかった。なお降下物中の(NO₃⁻/SO₄²⁻)の当量比は関東平野では約0.4～0.9²⁾の範囲にあることが知られているが，県下ではこの値が0.5～1.0とやや高かった。これは関東平野の各地点に比較してSO₄²⁻の降下量が

少ないことに起因していた。

降下物の酸性度を定めるH⁺の降下量は県東部の都留で最も多かった。SO₄²⁻やNO₃⁻はH₂SO₄，HNO₃を経由して降下するが，降下するまでの過程で大気中に塩基性物質が少なければ中和されなかった余剰のH⁺が降下する。都留は隣接する大月に比較して塩基性物質の指標であるNH₄⁺とCa²⁺の降下量が少ないことから，この余剰のH⁺降下量が多くなったと考えられる。中ノ茶屋や身延ではSO₄²⁻やNO₃⁻は少なかったが，NH₄⁺も少ないためにH⁺の降下量が多くなっていた。また逆の理由で甲府BではH⁺が特に少なかった。

ま と め

- 1) 県下3地点で行っているろ過式捕集による降下物調査では，大月のH⁺，NO₃⁻が関東平野の各地点の降下量にほぼ匹敵した。
- 2) 多地点で降下物調査を実施するために安価な簡易捕集器を試作した。ろ過式捕集器と各成分の降下量を比較したところ，両者に差はなかった。
- 3) この簡易捕集器を用いて県内13地点で降下物調査を実施した。その結果，県東部の都留などでH⁺の降下量が多いことがわかった。

文 献

- 1) 環境庁大気保全局：酸性雨成分分析調査実施細則，昭59年など
- 2) 福崎紀夫：公害と対策，27，141～144（1991）。