

令和2（2020）年度酸性降下物量調査結果

大気環境部

平野 真弘 大森 牧子¹

(¹現企画情報部)

1 はじめに

石油や石炭の燃焼等に伴って大気中に放出された二酸化硫黄や窒素酸化物などの汚染物質は、光化学反応などにより硫酸や硝酸などの酸性物質に変化する。これらの酸性物質は雲や雨に取り込まれ、酸性雨が生成する。

一般に、酸性雨による影響は長い期間を経て現れると考えられているため、将来、その影響が顕在化する可能性があり、広域的かつ長期的な酸性雨モニタリングが重要である。

本県では、酸性雨モニタリング調査として昭和60年度から、ろ過式酸性雨採取装置による酸性降下物量調査を行ってきた。また、平成15年度からは、自動雨水採水器による湿性沈着調査を並行して開始しており、現在は主に湿性沈着調査に移行している。しかし、酸性降下物量調査については、データの継続性を維持し比較検討をすることを目的として、平成19年度に調査地点を4地点（日光市、宇都宮市（旧河内町）、小山市及び佐野市）から1地点（宇都宮市）とし、引き続き調査を実施している。本報告は令和2年度の酸性降下物量の調査結果である。

2 調査方法

2.1 調査期間

令和2年3月30日～令和3年3月29日

2.2 調査地点

宇都宮市（栃木県保健環境センター）

2.3 採取方法

環境庁の「酸性雨等調査マニュアル(平成2年3月)」¹⁾により、おおむね1ヶ月単位で大気環境からの降下物の採取を行った。

2.4 分析項目及び分析方法

降水量：試料採取容器の貯水量から算出する。オーバーフローした場合は、宇都宮気象台の降水量を参照する。

pH：ガラス電極法

EC：導電率計による方法

イオン成分（ SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 NH_4^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）：イオンクロマトグラフ法

3 調査結果

令和2年度に実施した酸性降下物量等の測定結果を表1に、月間降水量及びpHの経月変化を図1に、月間総降下量及びECの経月変化を図2に示す。

pHの加重平均値は、月間降水量で重み付けした平均値として下式により求めた。

$$\text{pH 加重平均値} = -\log \frac{\sum (10^{-\text{pH}_i} \times Q_i)}{\sum Q_i}$$

pH_i ：pH値、 Q_i ：月間降水量

また、ECの加重平均値は、以下の式により算出した。

$$\text{EC 加重平均値} = \frac{\sum (\text{各月のEC値} \times Q_i)}{\sum Q_i}$$

3.1 降水量

年間降水量は905mmであり、前年度の年間降水量の1498mm²⁾より593mm少なかった。また、経月変化をみると、月間降水量は6月、7月に増加し、8月に減少した後9月、10月で再度増加した。その後は11月から1月に低い値で推移し、3月にかけて増加した。なお、12月は降水がなく欠測となった。

3.2 pH及びEC

pHの加重平均値は5.21であり、前年度の4.99²⁾に比べわずかに上昇した。また、経月変化をみると4月に高い値を示した後、7月、9月に低い値を示し、10月から3月は同程度で推移した。

ECの加重平均値は18.07 μ S/cmであり、前年度のEC加重平均値17.57 μ S/cm²⁾と同程度であった。また、ECの経月変化では、5月、8月、9月、11月及び1月に高かった。

表1 酸性降下物量調査結果

月	採取期間		降水量 mm	pH	EC μ S/cm	降下量(mg/m ²)									総降下量
	開始日	終了日				SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	
4	3/30	~ 4/27	75.3	6.78	12.33	91.33	122.67	63.16	67.74	28.66	7.86	34.88	7.09	0.01	423.40
5	4/27	~ 5/25	55.1	5.35	23.30	133.78	178.06	62.85	82.96	29.11	12.78	57.39	8.94	0.25	566.12
6	5/25	~ 7/6	167.9	5.57	14.48	203.00	324.30	76.17	137.01	32.21	11.54	52.76	8.34	0.45	845.80
7	7/6	~ 8/3	126.1	4.75	17.26	125.87	215.34	56.69	87.88	23.52	2.11	22.71	4.86	2.26	541.26
8	8/3	~ 8/31	46.8	5.64	30.40	124.01	207.00	30.65	75.79	15.09	8.76	42.93	6.80	0.11	511.14
9	8/31	~ 9/28	109.7	4.75	24.60	172.90	222.00	110.14	112.66	52.70	3.36	34.98	8.88	1.94	719.55
10	9/28	~ 10/26	133.3	5.92	15.90	142.67	104.55	96.10	228.47	49.47	30.05	26.95	8.05	0.16	686.46
11	10/26	~ 12/7	11.4	5.45	33.50	31.07	53.06	28.85	28.19	11.88	2.39	24.07	3.16	0.04	182.71
12	12/7	~ 1/5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	1/5	~ 2/1	33.3	5.78	25.60	68.99	96.88	41.10	59.99	16.69	4.59	48.01	4.40	0.06	340.69
2	2/1	~ 3/1	51.9	5.77	14.59	48.93	46.29	77.79	31.30	39.61	7.70	33.79	6.58	0.09	292.09
3	3/1	~ 3/29	94.6	5.69	13.81	99.17	145.38	104.22	70.72	46.60	7.61	48.20	10.57	0.19	532.67
年計			905.4			1241.72	1715.53	747.72	982.71	345.54	98.75	426.67	77.67	5.56	5641.87
平均値			75.5	5.21	18.07	103.48	142.96	62.31	81.89	28.80	8.23	35.56	6.47	0.46	470.16

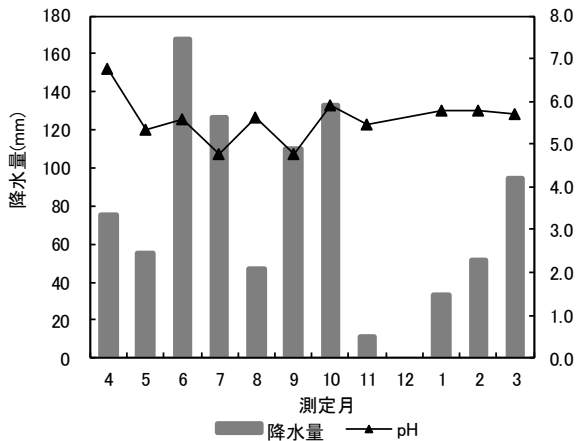


図1 月間降水量及びpHの経月変化

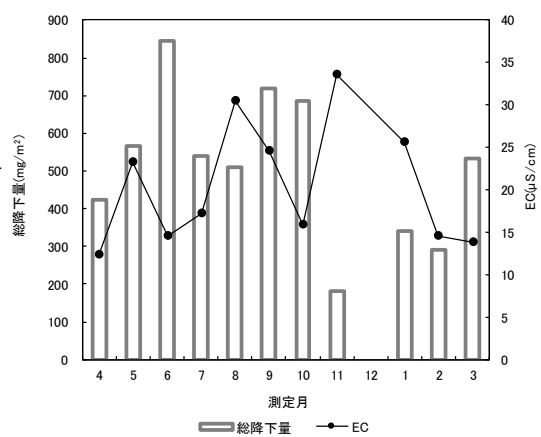


図2 月間総降下量及びECの経月変化

3.3 イオン成分の降下量

pH及び各イオン成分降下量 (mmol/m²) の経月変化を図3に示す。SO₄²⁻は5月~10月、NO₃⁻は6月~9月、NH₄⁺は5月~7月、9月~10月に相対的に高い値を示した。また、Cl⁻とNa⁺は9月、10月、3月に相対的に高い値を示した。Ca²⁺は、5月、6月、1月、3月に、Mg²⁺は5月、6月、9月、3月に相対的に高い値を示した。SO₄²⁻、NO₃⁻は6月に、Cl⁻、Na⁺は9月に、NH₄⁺、K⁺は10月に、Ca²⁺は5月に、Mg²⁺は3月に最高値を示した。表2から10月、2月はss-Cl⁻の割合が高く、Cl⁻とNa⁺の値は、海塩の影響¹⁾を受けていることが示唆された。ss-Cl⁻は海洋起源のCl⁻のことであり、nss-Cl⁻は非海洋起源のCl⁻のことである。

3.4 経年変化

平成13年度から令和2年度までの年間降水量及びpHの経年変化を図4に、月間総降下量の年間平均値(以下、「降下量(平均)」という。)及びECの経年変化を図5に示す。

年間降水量は年度により、最高値1,654mm(平成23年度)、最低値865mm(平成28年度)と差がみられた。

pHについては、4.5から5.3の範囲で推移し、平成17年度から令和2年度まで、わずかに上昇する傾向がみられた。

降下量(平均)については、おおむね500~1,000mg/m²の範囲で推移し、近年、わずかに減少する傾向がみられた。

ECは、おおむね降下量(平均)と同じように推移していた。

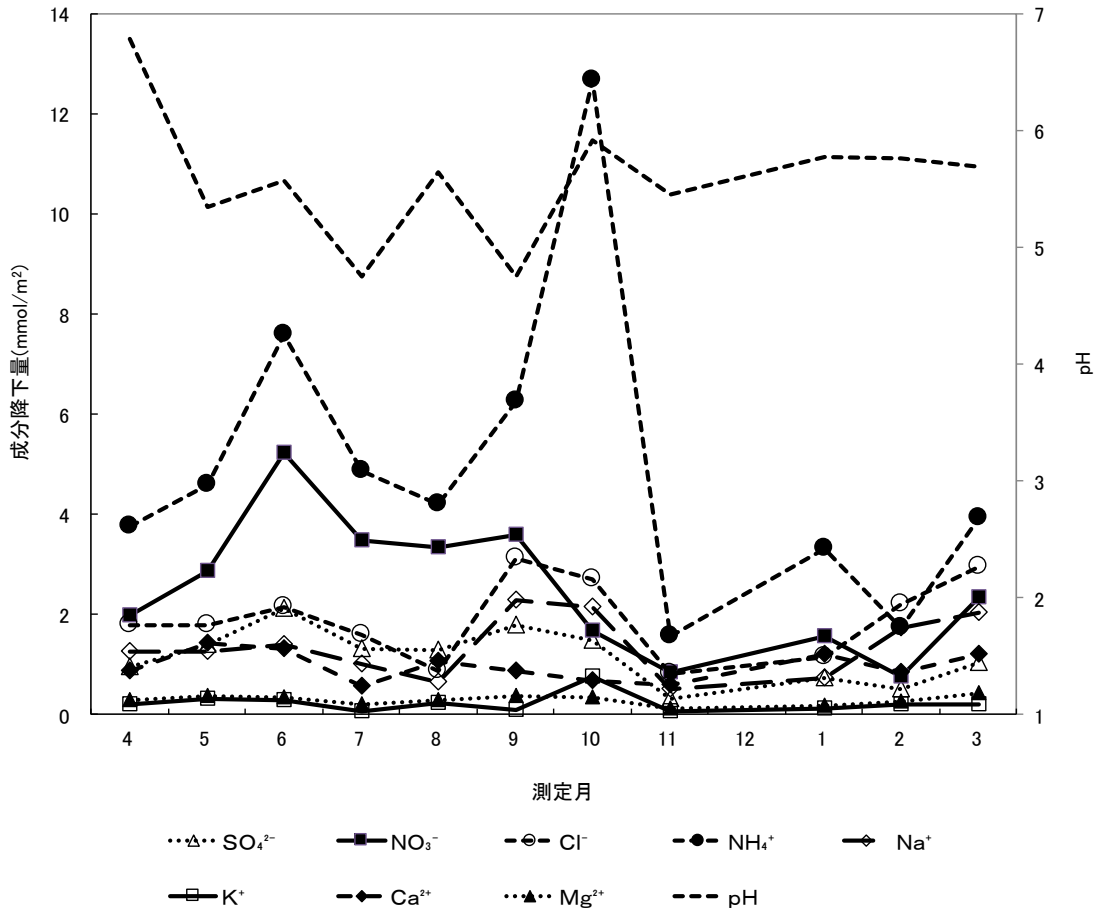


図3 pH及びイオン成分の降下量(モル濃度)の経月変化

表2 降下量中のss-Cl⁻とnss-Cl⁻の割合

月	ss-Cl ⁻ / nss-Cl ⁻	月	ss-Cl ⁻ / nss-Cl ⁻	月	ss-Cl ⁻ / nss-Cl ⁻	月	ss-Cl ⁻ / nss-Cl ⁻
4	4.5	7	2.9	10	12.6	1	2.7
5	5.0	8	2.9	11	2.9	2	11.0
6	3.2	9	6.2	12	—	3	4.1

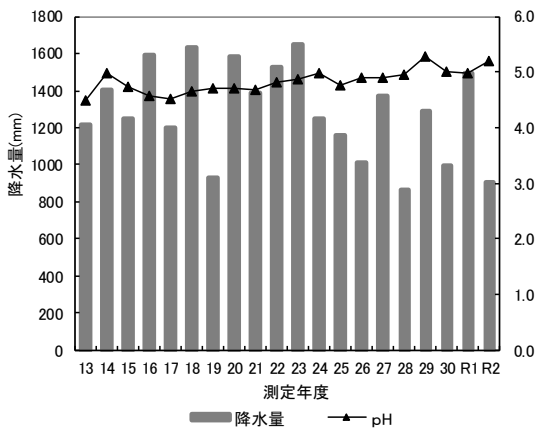


図4 年間降水量及びpH(年間加重平均値)の経年変化

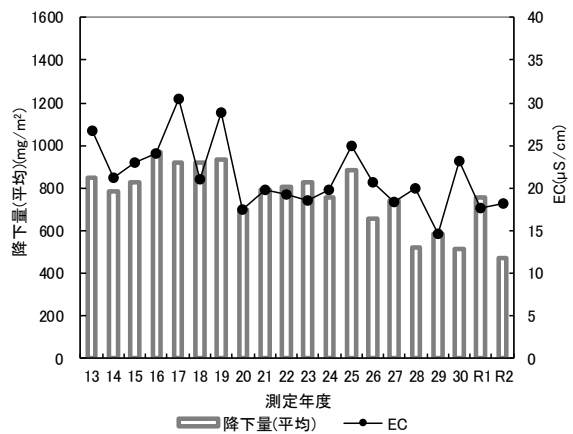


図5 月間総降下量(年平均値)及びEC(年間加重平均値)の経年変化

4 参考文献

- 1) 酸性雨等調査マニュアル、環境庁、1990.
- 2) 栃木県保健環境センター大気環境部、令和元年度酸性降下物量調査結果、栃木県保健環境センター年報、第25号、146-148、2020.