

# 令和元年度酸性降下物量調査結果

大気環境部

佐藤 安里紗 石原島 栄二<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 現県南健康福祉センター)

## 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。本報告は令和元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

平成31年4月1日～令和2年3月30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)」<sup>1)</sup>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（ $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ）：イオンクロマトグラフ法

## 3 調査結果

令和元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。

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

$\text{pH}_i$ ：各月のpH値、 $Q_i$ ：各月の降水量

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1498mmであり、前年度の年間降水量の994mm<sup>2)</sup>より504mm多かった。また、経月変化をみると、月間降水量は4月から7月にかけて増加し、その後は10月を除き3月にかけて減少傾向であった。10月の降水量は最も多く年間降水量の約20%を占めていた。11月から3月は低い値で推移し、2月の降水量が最も少なかった。

### 3.2 pH及びEC

pHの加重平均値は4.99であり、前年度のpH加重平均値5.00<sup>2)</sup>と同程度であった。また、4月から8月にかけては

低下傾向で、その後3月にかけて緩やかに上昇していた。

ECの加重平均値は17.57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ であり、平成30年度の23.23  $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ よりも低下していた。また、ECの経月変化では、6月及び8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 $\mu\text{S}/\text{cm}$	降下量 ( $\text{mg}/\text{m}^2$ )										総降下量
	開始日	終了日				$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{H}^+$		
4	4/1	~ 4/26	60.2	6.03	19.78	133.40	145.09	55.28	81.32	29.21	14.10	47.34	7.98	0.06	513.79	
5	4/26	~ 5/27	127.3	5.45	13.19	154.50	187.45	131.27	80.65	72.84	9.83	48.75	13.07	0.45	698.82	
6	5/27	~ 6/24	193.0	4.52	29.00	501.91	620.09	149.52	162.63	87.58	12.79	75.15	16.12	5.79	1631.58	
7	6/24	~ 8/5	228.8	4.83	16.82	344.84	423.06	78.61	166.79	30.36	15.96	45.33	5.74	3.35	1114.04	
8	8/5	~ 9/2	164.6	4.67	25.20	362.88	408.98	106.04	167.21	59.68	10.42	48.14	9.97	3.53	1176.85	
9	9/2	~ 9/30	150.8	5.11	12.05	130.42	141.30	102.39	57.58	55.56	6.33	26.85	9.65	1.18	531.26	
10	9/30	~ 10/28	293.1	5.97	13.17	276.29	264.71	443.59	129.18	243.18	17.67	45.72	28.17	0.31	1448.82	
11	10/28	~ 11/25	55.1	5.75	11.56	45.26	71.20	59.30	36.13	28.95	4.24	22.24	5.68	0.10	273.09	
12	11/25	~ 1/6	39.1	5.84	18.33	72.12	78.74	53.08	53.76	25.73	6.45	20.36	4.53	0.06	314.84	
1	1/6	~ 2/3	61.2	5.56	14.88	87.57	109.46	51.22	83.22	21.42	8.10	19.61	5.09	0.17	385.87	
2	2/3	~ 3/2	32.9	5.36	20.40	82.04	141.81	45.88	56.89	22.14	5.91	37.55	6.12	0.14	398.49	
3	3/2	~ 3/30	91.8	6.22	13.59	106.50	146.39	83.27	90.15	40.60	7.94	44.52	9.04	0.06	528.46	
年計			1498.0			2297.73	2738.28	1359.45	1165.51	717.25	119.74	481.56	121.16	15.20	9015.88	
平均値			124.8	4.99	17.57	191.48	228.19	113.29	97.13	59.77	9.98	40.13	10.10	1.27	751.32	

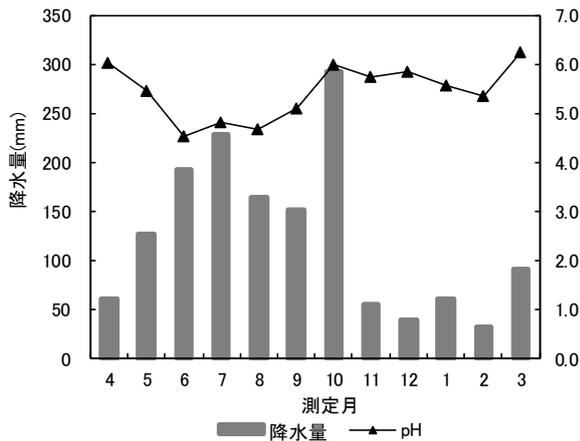


図1 月間降水量及びpHの経月変化

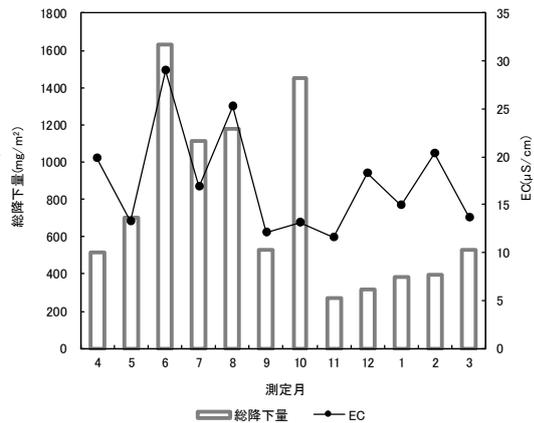


図2 月間総降下量及びECの経月変化

### 3.3 イオン成分の降下量

pH及び各イオン成分降下量(モル濃度)の経月変化を図3に示す。 $\text{SO}_4^{2-}$ と $\text{NO}_3^-$ は6~8月に高い値になり、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ も同様の傾向が見られた。また、 $\text{Cl}^-$ と $\text{Na}^+$ は等量で推移し10月には最も高い値になっていた。 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 及び $\text{Mg}^{2+}$ は同様の傾向で推移しており、特に10月は $\text{Cl}^-$ 及び $\text{Na}^+$ のイオン成分降下量が多く、海塩の影響<sup>1)</sup>が大きかったことが示唆された。 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 及び $\text{NH}_4^+$ のイオン成分降下量は6~8月に高い値になったが、 $\text{SO}_4^{2-}$ 及び $\text{NO}_3^-$ の推移と比較すると6月の $\text{NH}_4^+$ は低い値を示していた。何らかの事象があったことが推察されるが、pHの低下には至っていなかった。

### 3.4 経年変化

平成12年度から令和元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の間を推移している。平成17年度から平成24年度まで、わずかに上昇し、その後、平成25年度にやや低下したものの、おおむね横ばい傾向で推移していた。

月間総降下量については、おおむね500~1,000 $\text{mg}/\text{m}^2$ の範囲で推移しているが、近年はわずかに減少する傾向がみら

れる。

ECは、おおむね降水量（年平均値）と同じように推移していた。

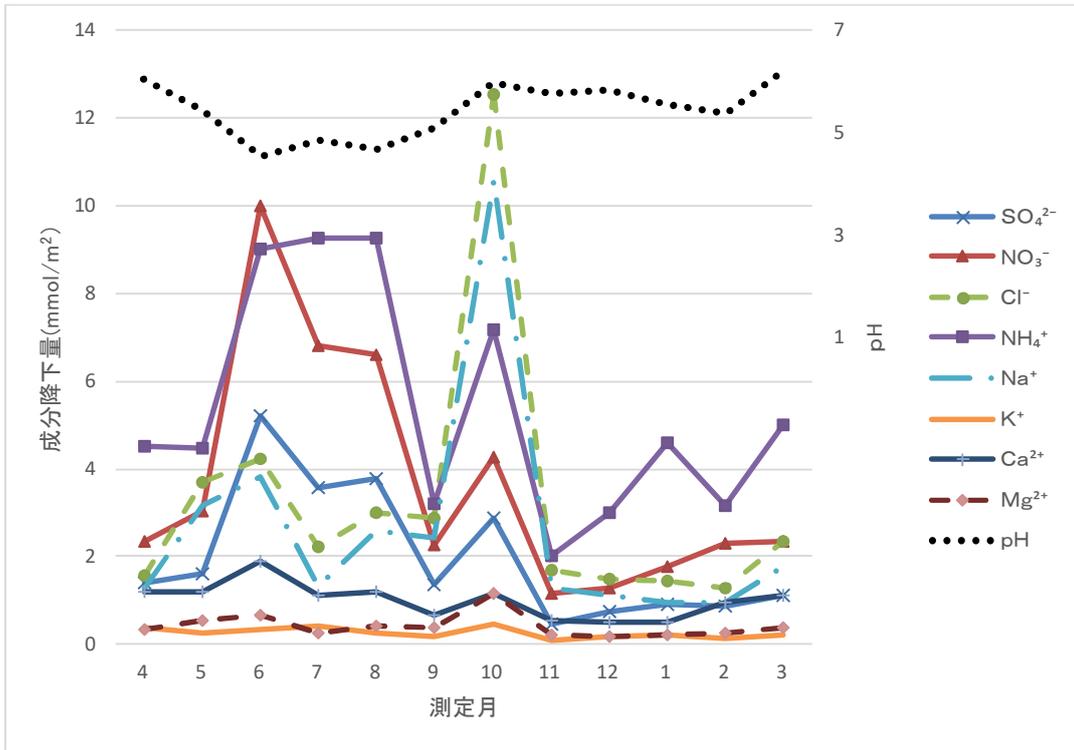


図3 pH及びイオン成分の降水量(モル濃度)の経月変化

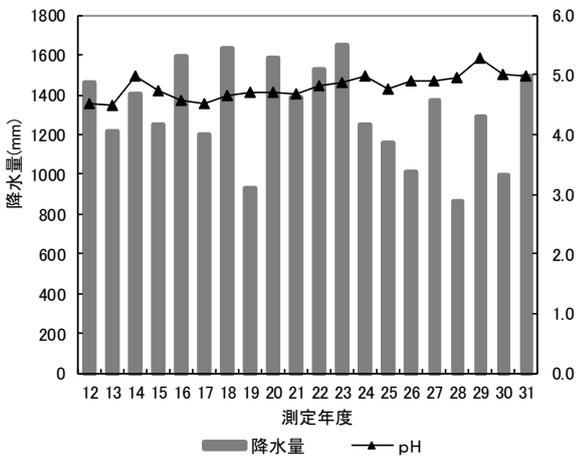


図4 年間降水量及びpH（年間加重平均値）の経年変化

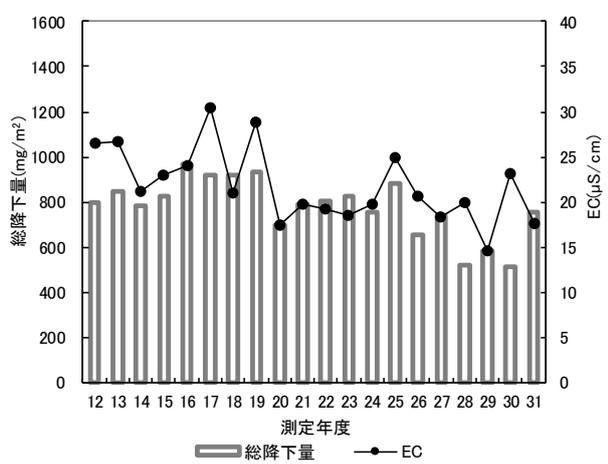


図5 月間総降水量（年平均値）及びEC（年間加重平均値）の経年変化

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、平成30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24号、134-135、2019.