

## 平成17年度さいたま市酸性雨調査結果

### ① 降雨測定日数と pH 値

平成17年度は、さいたま市役所測定局で70日（雨量1425.5mm）、大宮区役所で74日（雨量1251.0mm）、岩槻測定局で76日（雨量1373.0mm）降雨が観測され、それぞれのpH及び導電率の測定を行いました。

pH5.6以下（酸性雨）の降雨日数はさいたま市役所測定局で68日（97%）、大宮区役所で70日（95%）、岩槻測定局で73日（96%）観測されました。また、pH4.0以下の降雨がそれぞれ22日（31%）、21日（28%）、23日（30%）観測されました。

また、岩槻測定局では、pH3.5以下の降雨が観測されました。

表1. 降雨測定日数と pH 値

	さいたま市役所測定局	大宮区役所	岩槻測定局
年間降水量	1425.5 mm	1251 mm	1373 mm
降雨測定日数	70	74	76
5.6 以下の日数	68	70	73
4.0 以下の日数	22	21	23
3.5 以下の日数	0	0	1
pH	最大値	7.20	6.50
	最小値	3.60	3.60
	平均値	4.47	4.44

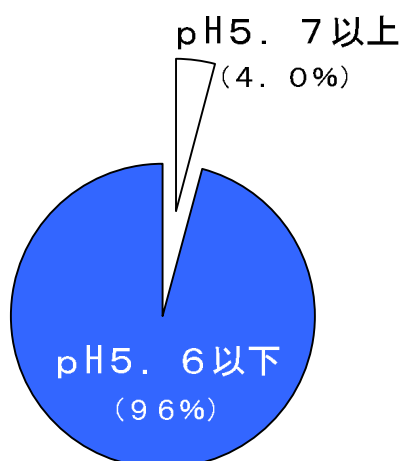


図2 全降雨に占める酸性雨の割合

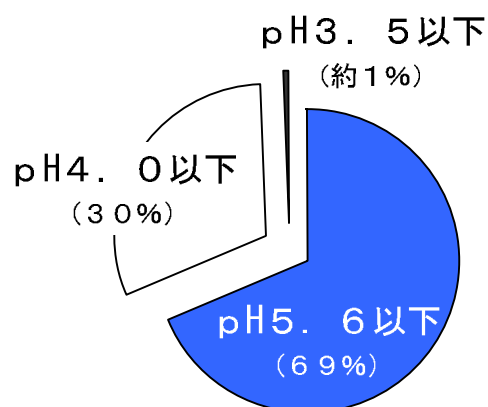


図3 酸性雨中の酸性度分布

## ② 降雨日数経月変化

降雨日数経月変化（表2、図4）をみると、3局ともに8月に降雨日数が多く、7月にpH4.0以下の高い酸性雨が多く観測されました。

表2. 降雨日数経月変化

月	さいたま市役所測定局			大宮区役所			岩槻測定局		
	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下
4	6	2	0	8	2	0	7	1	0
5	6	2	0	6	1	0	6	1	0
6	10	3	0	9	2	0	11	4	0
7	6	3	0	6	4	0	6	5	0
8	10	3	0	11	4	0	12	4	0
9	5	2	0	6	2	0	4	3	0
10	7	3	0	10	1	0	10	4	1
11	3	2	0	3	2	0	4	1	0
12	2	0	0	1	0	0	1	0	0
1	5	1	0	4	0	0	5	0	0
2	6	1	0	6	3	0	6	0	0
3	4	0	0	4	0	0	4	0	0
合計	70	22	0	74	21	0	76	23	1

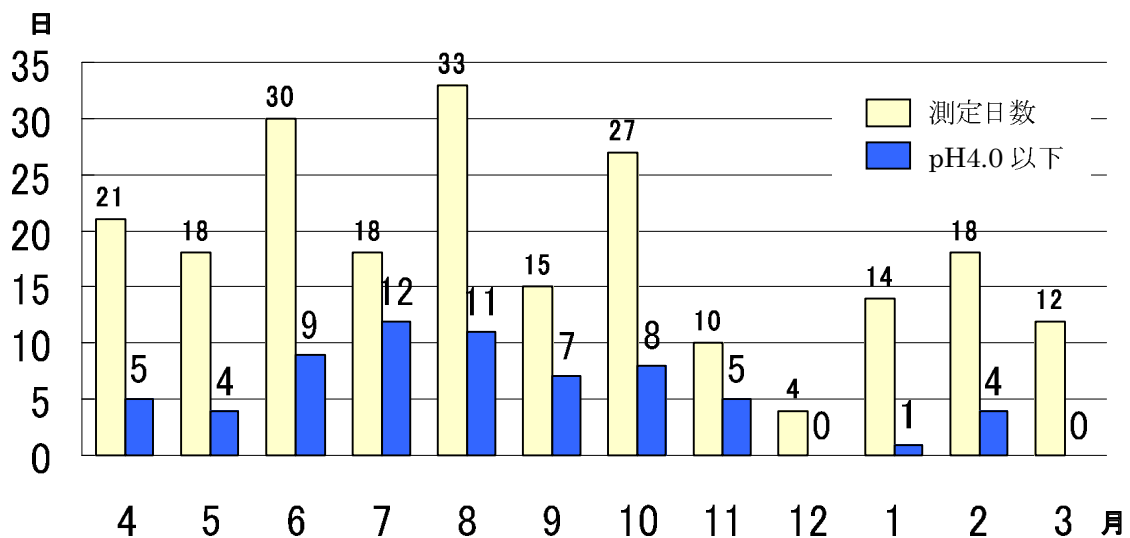


図4 pH4.0以下の降雨日数経月変化

### ③ 降雨日数経年変化

降雨日数経年変化（表3）と全降雨日数に占める酸性雨（pH4.0以下）の割合の経年変化（図5）をみると、平成17年度の降雨日数は昨年度並みで、酸性雨（pH4.0以下）の割合は、さいたま市役所測定局で例年よりも高く、大宮区役所で例年並となりました。

**表3. 降雨日数経年変化**

年度	さいたま市役所測定局			大宮区役所			岩槻測定局		
	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下
2	—	—	—	26	6	—	—	—	—
3	—	—	—	79	25	—	—	—	—
4	—	—	—	68	26	—	—	—	—
5	—	—	—	80	18	—	—	—	—
6	71	18(*)	4(*)	67	23	—	—	—	—
7	41	9(*)	1(*)	72	18	—	—	—	—
8	68	7(*)	0(*)	69	14	—	—	—	—
9	84	15(*)	0(*)	99	25	—	—	—	—
10	88	9(*)	0(*)	85	24	—	—	—	—
11	57	12	1	69	12	—	—	—	—
12	82	16	1	81	29	4	—	—	—
13	74	24	1	60	21	5	—	—	—
14	80	22	1	65	18	6	—	—	—
15	89	46	4	92	12	0	—	—	—
16	71	14	0	72	12	0	—	—	—
17	70	22	0	74	21	0	76	23	1

※降雨ごとの最小値がpH4.0、pH3.5以下を示した日数

ただし、さいたま市役所測定局の平成6～10年度（\*印）は、降雨ごとの平均値がpH4.0、pH3.5以下を示した日数

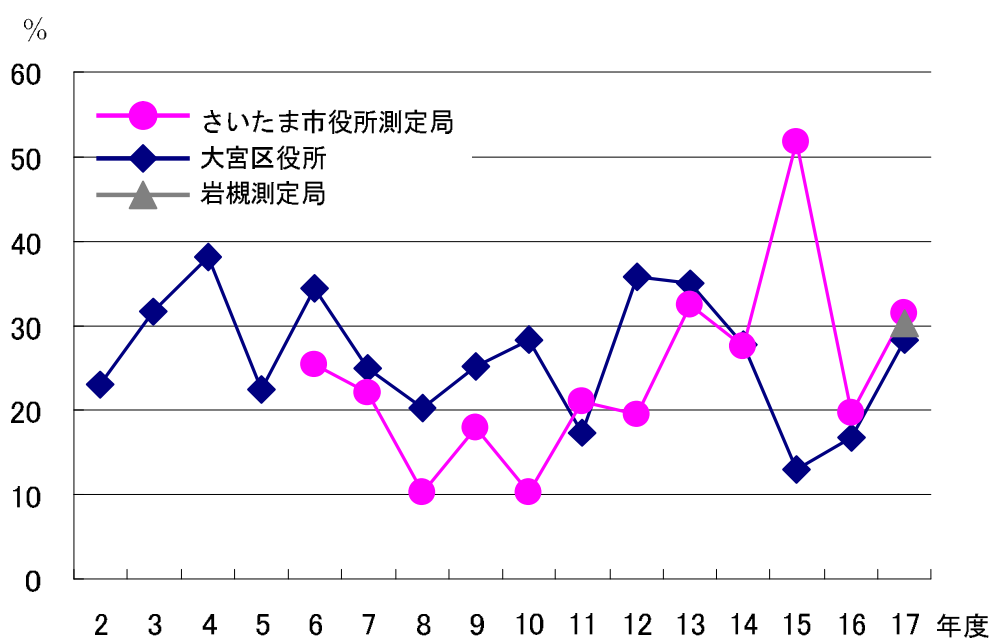


図5 全降雨日数に占める酸性雨（pH4.0以下）の割合の経年変化

#### ④ 初期降雨のpH及び導電率経年変化

さいたま市役所測定局及び大宮区役所における初期降雨5.0mm目までのpHの経年変化をみると（図6、図8）、昨年度より今年度は小さいpH値を示し、経年変化をみると全体としては酸性傾向を示しています。

初期降雨の導電率経年変化（図7、図9）をみると、経年変化の全体において両局ともに降り始めから1.0mm目が最も高い導電率を示しており、降雨量の上昇とともに導電率が低下しています。

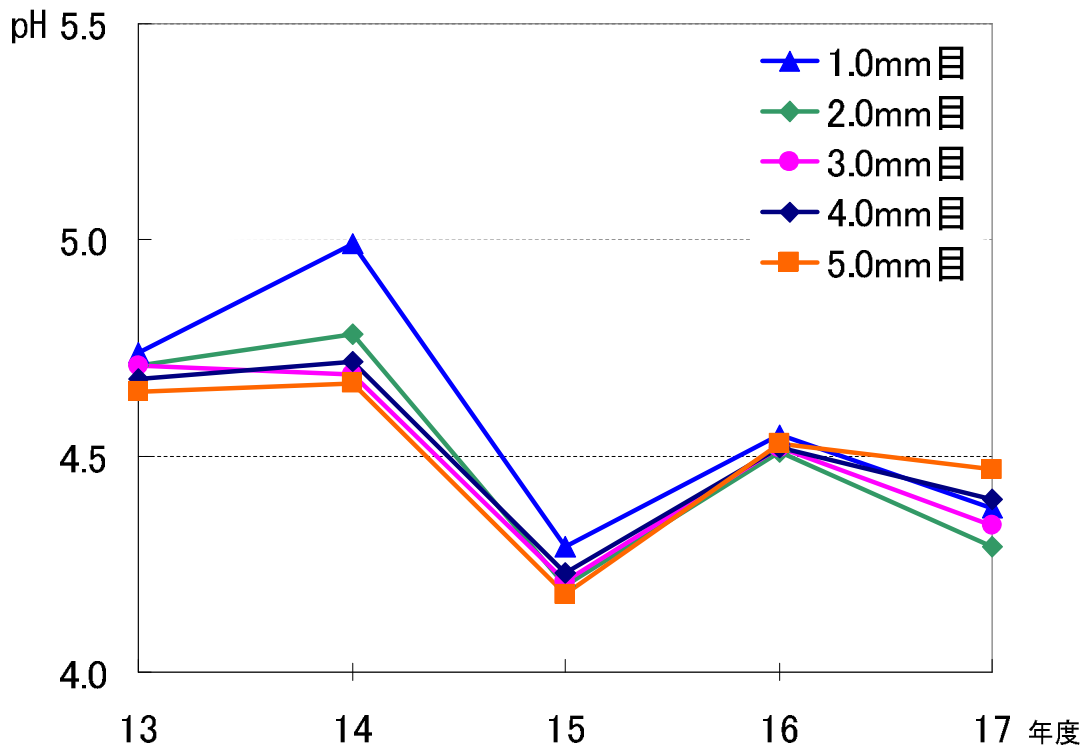


図6 初期降雨のpH経年変化(さいたま市役所測定局)

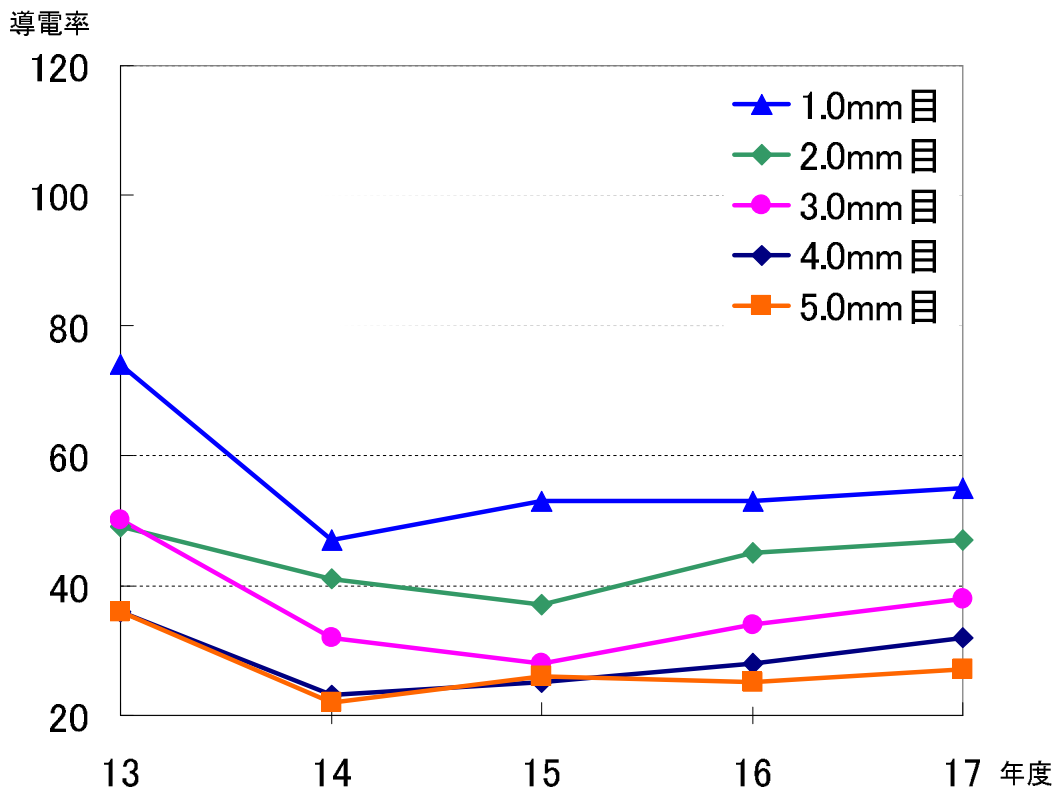


図7 初期降雨の導電率経年変化(さいたま市役所測定局)

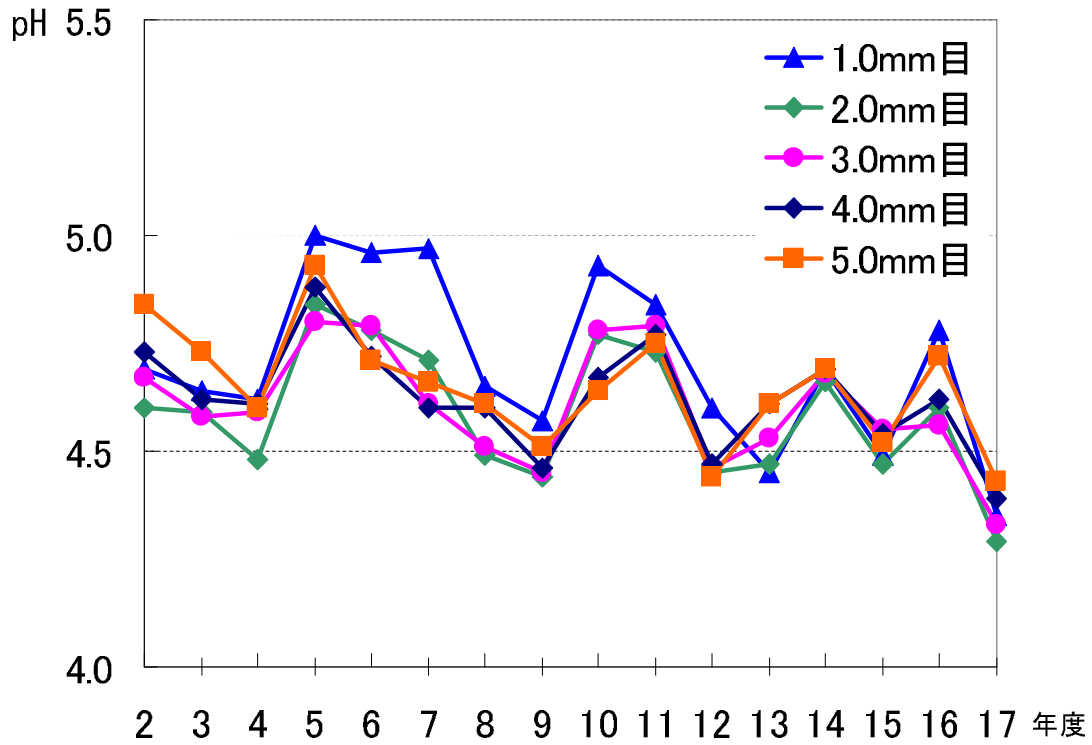


図8 初期降雨のpH経年変化（大宮区役所）

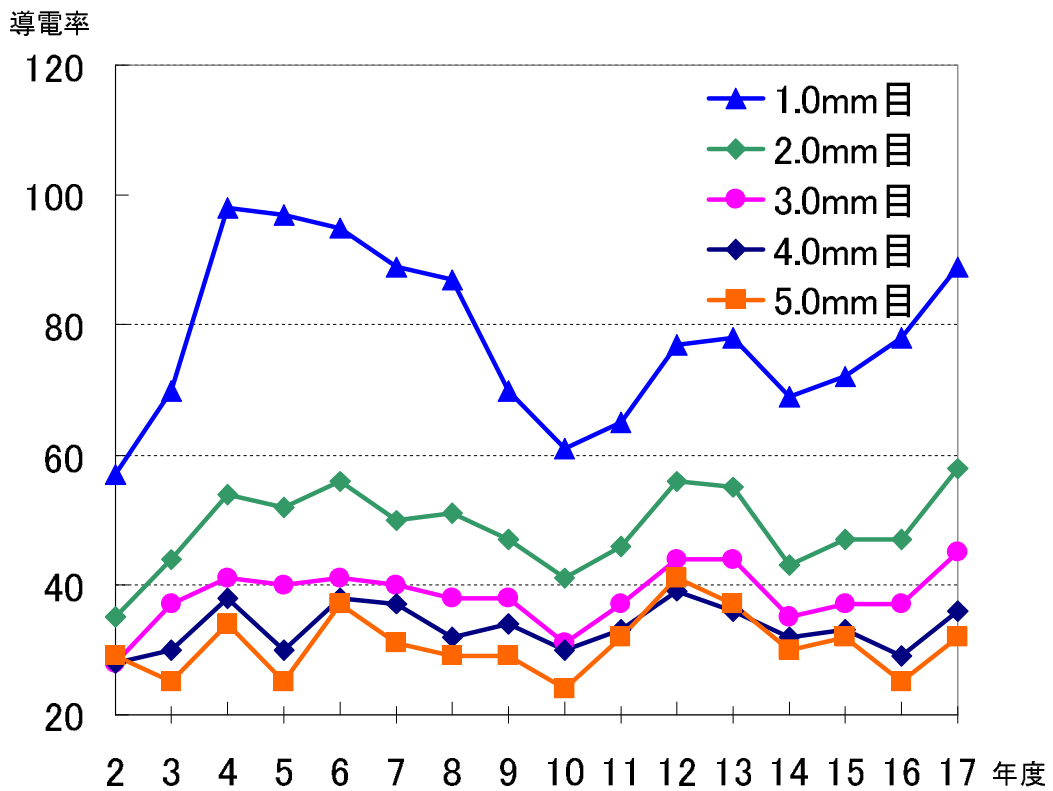


図9 初期降雨の導電率経年変化（大宮区役所）

## 資料 (用語関係)

### (1) 酸性雨

正常な状態での雨は、大気中の二酸化炭素が溶け込むことにより pH5.6 前後を示すことから、pH5.6 以下の雨を酸性雨といっている。工場や自動車などから排出された二酸化硫黄や窒素酸化物が大気中で酸化され、雲に直接取り込まれたり雨水の落下過程で雨滴に取り込まれたりすることにより酸性雨が発生する。

### (2) pH

水素イオン濃度指数。中性の水で pH7 であり、酸性になると 7 よりも小さく、アルカリ性溶液では 7 よりも大きくなる。

### (3) 導電率

電気伝導率ともいう。水中での電気の伝わり易さを示し、一般にイオン濃度が高くなると導電率が高くなる。単位は  $\mu\text{S/cm}$ 。

### (4) 乾性沈着と湿性沈着

化石燃料の燃焼により、二酸化硫黄や窒素酸化物のガスが大気中に放出され、輸送される間に酸化され、硫酸や硝酸に変換される。これらの酸が乱流拡散により、風に乗ったまま地上に沈着する乾性沈着と雨や雪に溶け込んだ形で沈着する湿性沈着がある。乾性沈着と湿性沈着は同程度の沈着量があるとされている。しかし、実際には酸性雨を考える場合に湿性沈着しか考えられていない。

# 平成 18 年度さいたま市酸性雨調査結果

## ① 降雨測定日数と pH 値

平成 18 年度は、さいたま市役所測定局で 84 日（雨量 1545.5mm）、大宮区役所で 90 日（雨量 1619.5mm）、岩槻測定局で 82 日（雨量 1280.0mm）降雨が観測され、それぞれの pH 及び導電率の測定を行いました。

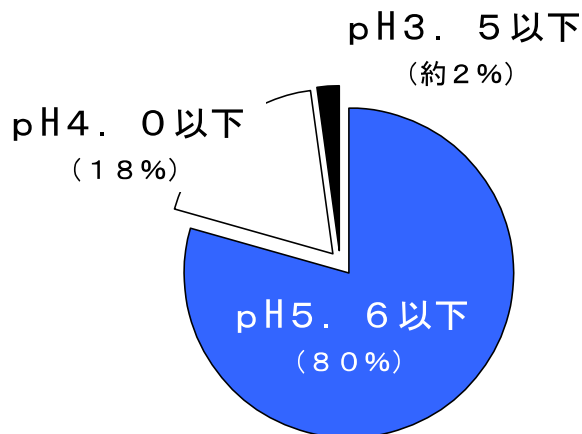
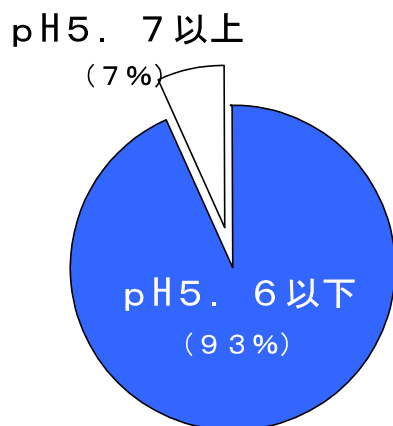
pH5.6 以下（酸性雨）の降雨日数はさいたま市役所測定局で 78 日（92.9%）大宮区役所で 87 日（96.7%）、岩槻測定局で 73 日（89%）観測されました。

また、pH4.0 以下の降雨がそれぞれ 12 日（14.3%）、25 日（27.8%）、12 日（14.6%）観測されました。大宮区役所、岩槻測定局では、pH3.5 以下の降雨が観測されました。

注）6/21（大宮区役所）、8/12（岩槻測定局）は落雷による電断のため欠測としました。

表 1. 降雨測定日数と pH 値

	さいたま市役所 測定局	大宮区役所	岩槻測定局	
年間降水量	1545.5 mm	1619.5 mm	1280.0 mm	
降雨測定日数	84	90	82	
5.6 以下の日数	78	87	73	
4.0 以下の日数	12	25	12	
3.5 以下の日数	0	4	1	
pH	最大値	7.20	6.90	7.40
	最小値	3.80	3.30	3.50
	平均値	4.89	4.65	4.45





## ② 降雨日数経月変化

降雨日数経月変化（表2、図4）をみると、3局ともに5月に降雨日数が多く、7月にpH4.0以下の高い酸性雨が多く観測されました。

表2. 降雨日数経月変化

月	さいたま市役所測定局			大宮区役所			岩槻測定局		
	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下
4	11	4	0	13	5	1	13	4	0
5	11	3	0	14	8	0	15	0	0
6	8	1	0	9	4	2	3	0	0
7	9	0	0	9	7	0	6	3	0
8	11	0	0	7	0	0	9	0	0
9	6	1	0	7	1	1	8	1	1
10	5	0	0	6	0	0	6	1	0
11	7	0	0	8	0	0	8	1	0
12	4	0	0	4	0	0	4	0	0
1	3	0	0	3	0	0	3	1	0
2	5	3	0	6	0	0	3	1	0
3	4	0	0	4	0	0	3	0	0
合計	84	12	0	90	25	4	82	12	1

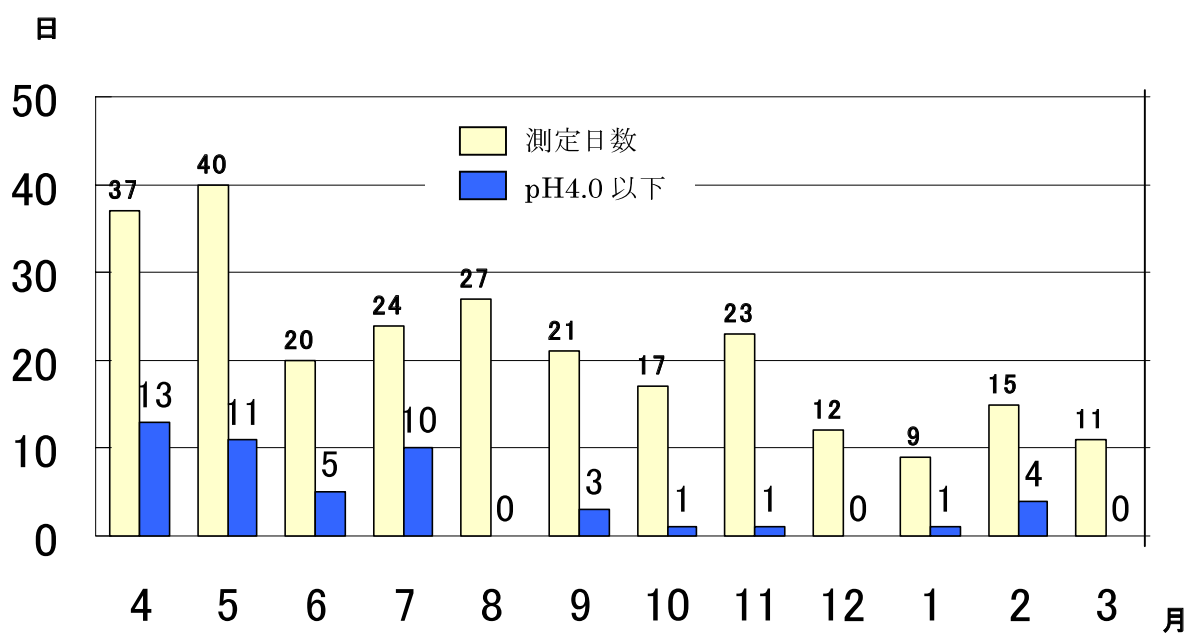


図4 pH4.0以下の降雨日数経月変化

### ⑧ 降雨日数経年変化

降雨日数経年変化（表 3）と全降雨日数に占める酸性雨（pH4.0 以下）の割合の経年変化（図 5）をみると、平成 18 年度の降雨日数は昨年度よりやや多く、酸性雨（pH4.0 以下）の割合は、さいたま市役所測定局、岩槻測定局で昨年度よりも低く、大宮区役所で昨年と同程度となりました。

また、年間平均値（pH）は全地点で昨年度より高い値（酸性度は弱い）となりました。

表 3. 降雨日数経年変化

年度	さいたま市役所測定局			大宮区役所			岩槻測定局		
	測定日数	pH4.0 以下	pH3.5 以下	測定日数	pH4.0 以下	pH3.5 以下	測定日数	pH4.0 以下	pH3.5 以下
2	—	—	—	26	6	—	—	—	—
3	—	—	—	79	25	—	—	—	—
4	—	—	—	68	26	—	—	—	—
5	—	—	—	80	18	—	—	—	—
6	71	18(*)	4(*)	67	23	—	—	—	—
7	41	9(*)	1(*)	72	18	—	—	—	—
8	68	7(*)	0(*)	69	14	—	—	—	—
9	84	15(*)	0(*)	99	25	—	—	—	—
10	88	9(*)	0(*)	85	24	—	—	—	—
11	57	12	1	69	12	—	—	—	—
12	82	16	1	81	29	4	—	—	—
13	74	24	1	60	21	5	—	—	—
14	80	22	1	65	18	6	—	—	—
15	89	46	4	92	12	0	—	—	—
16	71	14	0	72	12	0	—	—	—
17	70	22	0	74	21	0	76	23	1
18	84	12	0	90	25	4	82	12	1

※ 降雨ごとの最小値が pH4.0、pH3.5 以下を示した日数

ただし、さいたま市役所測定局の平成 6～10 年度（\*印）は、降雨ごとの平均値が pH4.0、pH3.5 以下を示した日数

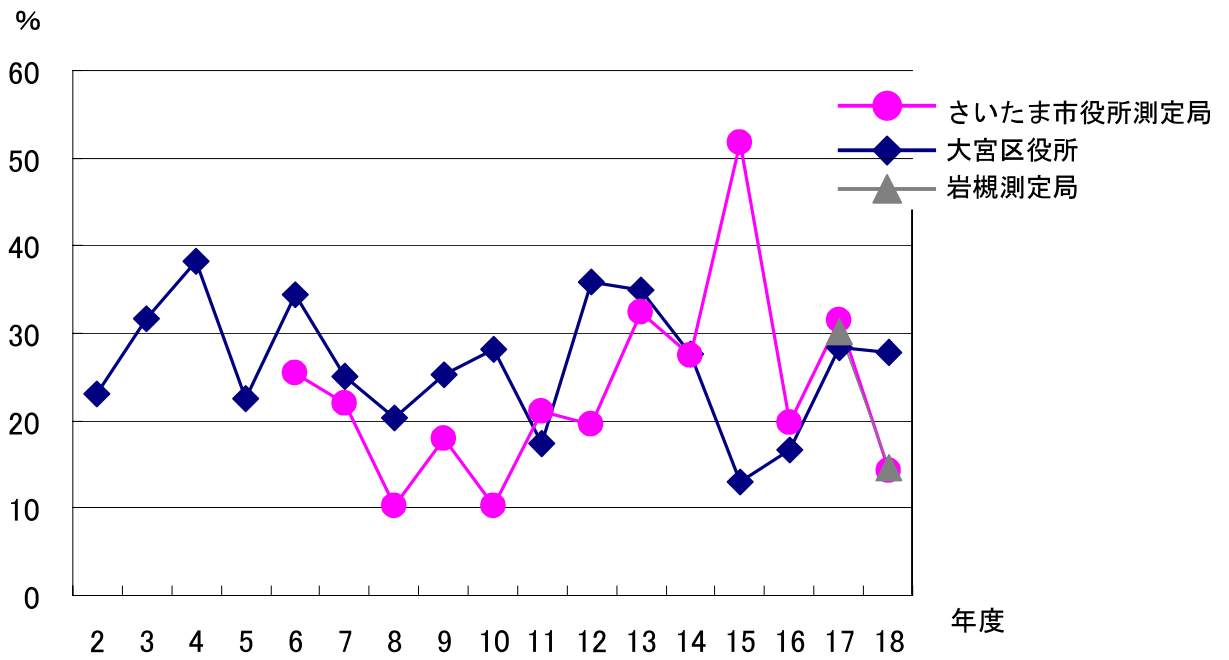


図5 全降雨日数に占める酸性雨 (pH4.0 以下) の割合の経年変化

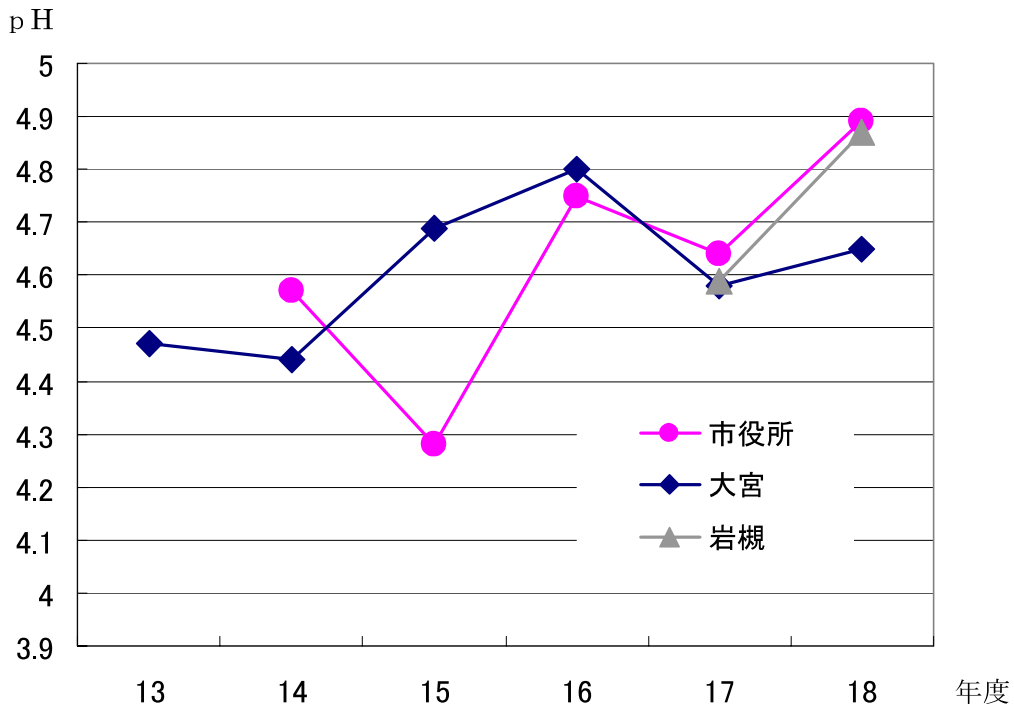


図6 年間平均 pH の経年変化

(参考) 平成 17 年全国年間平均値は pH 4.61

#### ④ 初期降雨の pH 及び導電率経年変化

さいたま市役所測定局及び大宮区役所における初期降雨 3.0mm 目までの pH の経年変化をみると（図 7、図 9、図 11）、昨年度より今年度は大きい pH 値を示し、経年変化をみると全体としては酸性傾向を示しているが平成 18 年度はやや酸性が弱くなったといえます。

初期降雨の導電率経年変化（図 8、図 10、図 12）をみると、経年変化の全体において 3 局ともに降り始めから 1.0mm 目が最も高い導電率を示しており、降雨量の上昇とともに導電率が低下しています。

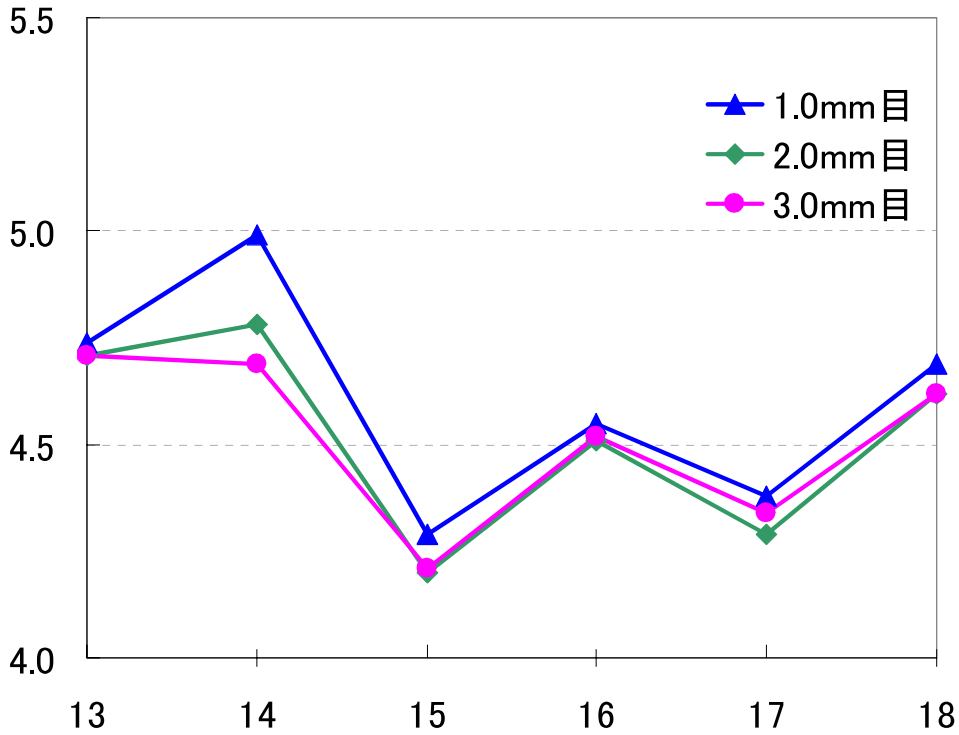


図7 初期降雨のpH経年変化  
(さいたま市役所測定局)

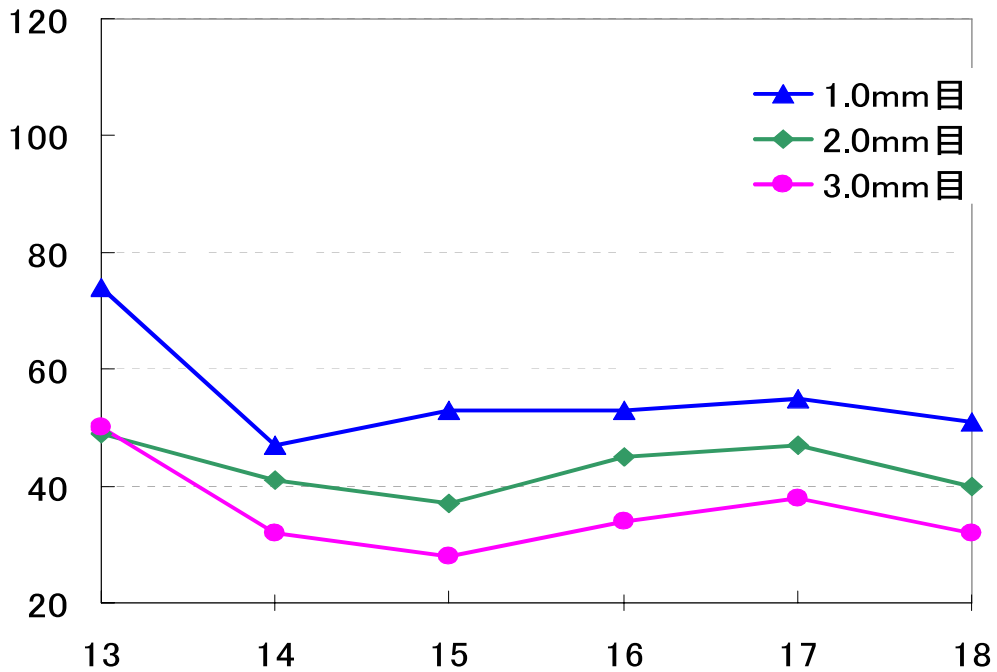


図8 初期降雨の導電率経年変化  
(さいたま市役所測定局)

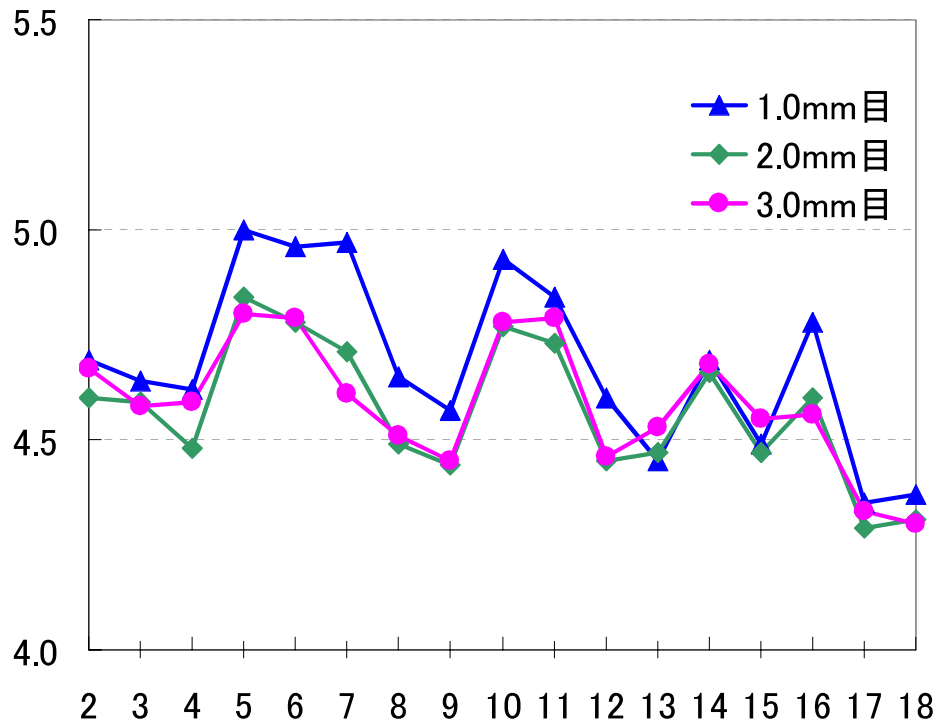


図9 初期降雨のpH経年変化  
(大宮区役所)

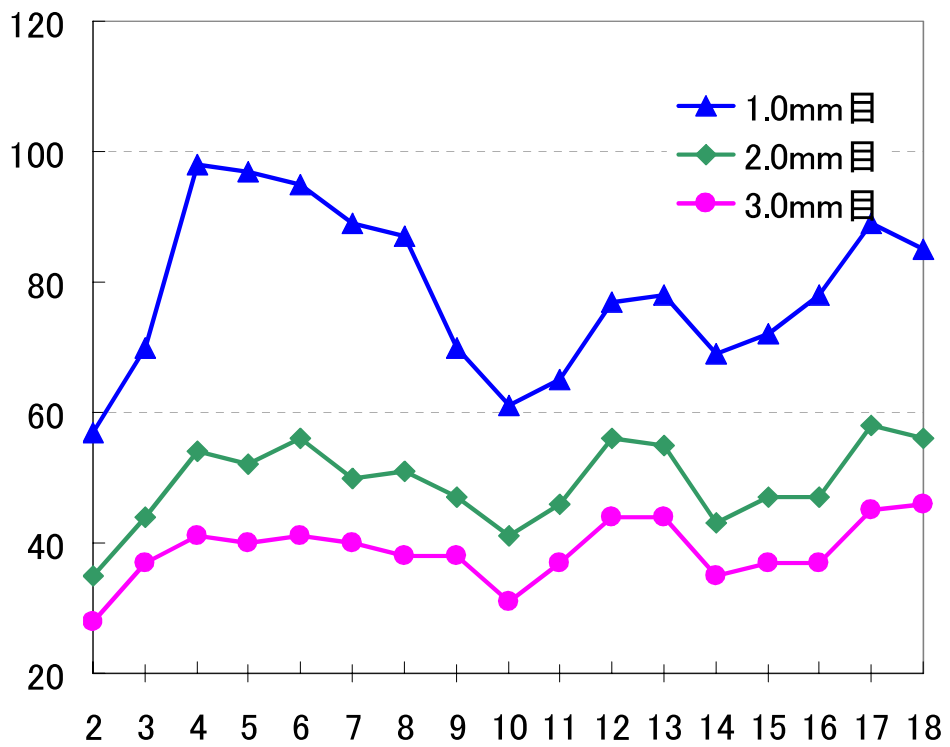


図10 初期降雨の導電率経年変化  
(大宮区役所)

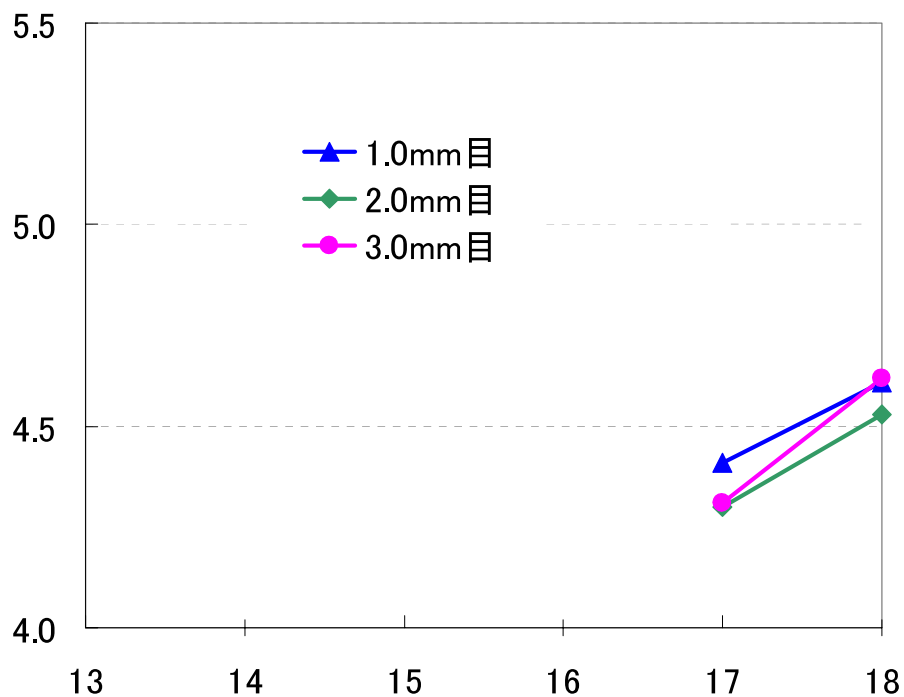


図 1 1 初期降雨の pH 経年変化  
(岩槻測定局)

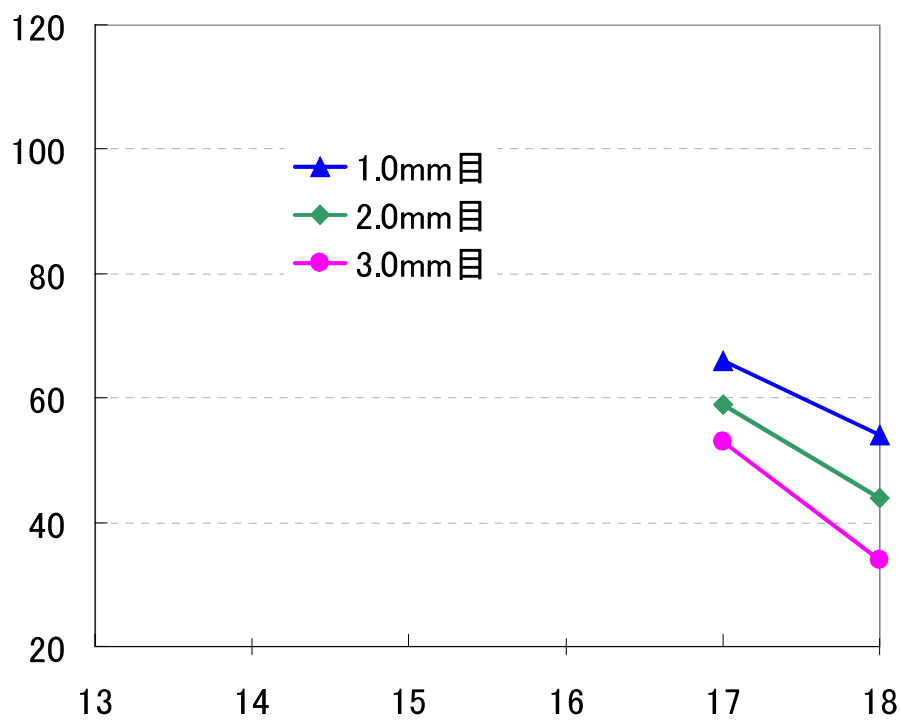


図 1 2 初期降雨の導電率経年変化  
(岩槻測定局)

## 資料 (用語関係)

### (1) 酸性雨

正常な状態での雨は、大気中の二酸化炭素が溶け込むことにより pH5.6 前後を示すことから、pH5.6 以下の雨を酸性雨とっている。工場や自動車などから排出された二酸化硫黄や窒素酸化物が大気中で酸化され、雲に直接取り込まれたり雨水の落下過程で雨滴に取り込まれたりすることにより酸性雨が発生する。

### (2) pH

水素イオン濃度指数。中性の水で pH7 であり、酸性になると 7 よりも小さく、アルカリ性溶液では 7 よりも大きくなる。

### (3) 導電率

電気伝導率ともいう。水中での電気の伝わり易さを示し、一般にイオン濃度が高くなると導電率が高くなる。単位は  $\mu\text{S/cm}$ 。

### (4) 乾性沈着と湿性沈着

化石燃料の燃焼により、二酸化硫黄や窒素酸化物のガスが大気中に放出され、輸送される間に酸化され、硫酸や硝酸に変換される。これらの酸が乱流拡散により、風に乗ったまま地上に沈着する乾性沈着と雨や雪に溶け込んだ形で沈着する湿性沈着がある。乾性沈着と湿性沈着は同程度の沈着量があるとされている。しかし、実際には酸性雨を考える場合に湿性沈着しか



## 1. 調査の概要

pH5.6以下の雨は、酸性雨と呼ばれており、北ヨーロッパやアメリカ北東部においては、強酸性の雨のため、林内雨により森林樹木が枯死や衰退した地域があり、また湖沼や河川の酸性化により生態系へ影響を与え、サケやマスなどの魚類が湖や河川から姿を消した地域があります。また、日本においても昭和48年より50年にかけて関東一円で霧または霧雨によって、目が痛い・皮膚がひりひりするとの訴えが多く寄せられ問題化しました。

本市においても、酸性雨の重大性を考え、平成2年9月17日より酸性雨の実態調査を開始し、さいたま市役所測定局では平成5年10月、大宮区役所屋上では平成7年9月、岩槻測定局では平成17年4月に酸性雨自動測定装置を設置し、測定を開始しました。設置されている測定機はともに湿性大気汚染観測用の酸性雨自動測定装置で雨量0.5mmごとのpH、導電率、雨水温度及び雨量の測定を行い、パソコンによるデータの処理ができる機器です。

## 2. 調査地点（3地点）

- さいたま市役所測定局  
[浦和区常盤6-4-4]
- 大宮区役所  
[大宮区大門町3-1]
- 岩槻測定局  
[岩槻区本町6-189-2]



図1 酸性雨測定位置図

### 3. 測定結果

#### ① 降雨測定日数と pH 値

平成 19 年度は、さいたま市役所測定局で 92 日（雨量 1152.5mm）、大宮区役所で 95 日（雨量 1167.5mm）、岩槻測定局で 95 日（雨量 1112.0mm）降雨が観測され、それぞれの pH 及び導電率の測定を行いました。

pH5.6 以下（酸性雨割合）の降雨日数はさいたま市役所測定局で 84 日（91.3%）、大宮区役所で 89 日（93.7%）、岩槻測定局で 88 日（92.6%）観測されました。また、pH4.0 以下の降雨がそれぞれ 18 日（19.6%）、15 日（15.8%）、24 日（25.3%）観測されました。

また、さいたま市役所測定局では、pH3.5 以下の降雨が 1 日観測されました。

表 1. 降雨測定日数と pH 値

	さいたま市役所 測定局	大宮区役所	岩槻測定局	
年間降水量	1152.5 mm	1167.5 mm	1112.0 mm	
降雨測定日数	92	95	95	
5.6 以下の日数	84	89	88	
4.0 以下の日数	18	15	24	
3.5 以下の日数	1	0	0	
pH	最大値	7.10	6.60	6.80
	最小値	3.50	3.70	3.60
	平均値	4.77	4.74	4.60

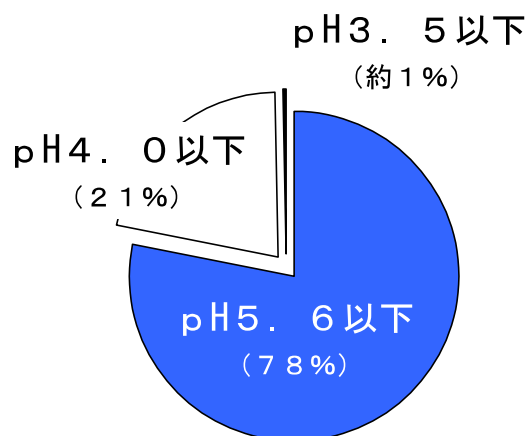
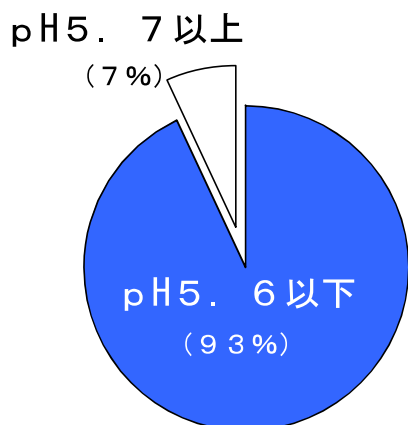


図 2 全降雨に占める酸性雨の割合

図 3 酸性雨中の酸性度分布

## ② 降雨日数経月変化

降雨日数経月変化（表2、図4）をみると、3局ともに7月に降雨日数が多く、また、pH4.0以下の高い酸性雨が多く観測されました。

表2. 降雨日数経月変化

月	さいたま市役所測定局			大宮区役所			岩槻測定局		
	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下
4	13	4	0	13	3	0	12	6	0
5	10	0	0	8	1	0	8	1	0
6	7	2	0	9	0	0	9	1	0
7	13	5	1	15	6	0	14	6	0
8	9	3	0	8	4	0	9	4	0
9	9	2	0	10	0	0	8	0	0
10	8	1	0	7	0	0	6	2	0
11	3	0	0	5	0	0	6	1	0
12	5	0	0	6	0	0	6	1	0
1	2	1	0	2	1	0	3	1	0
2	5	0	0	5	0	0	5	0	0
3	8	0	0	7	0	0	9	1	0
合計	92	18	1	95	15	0	95	24	0

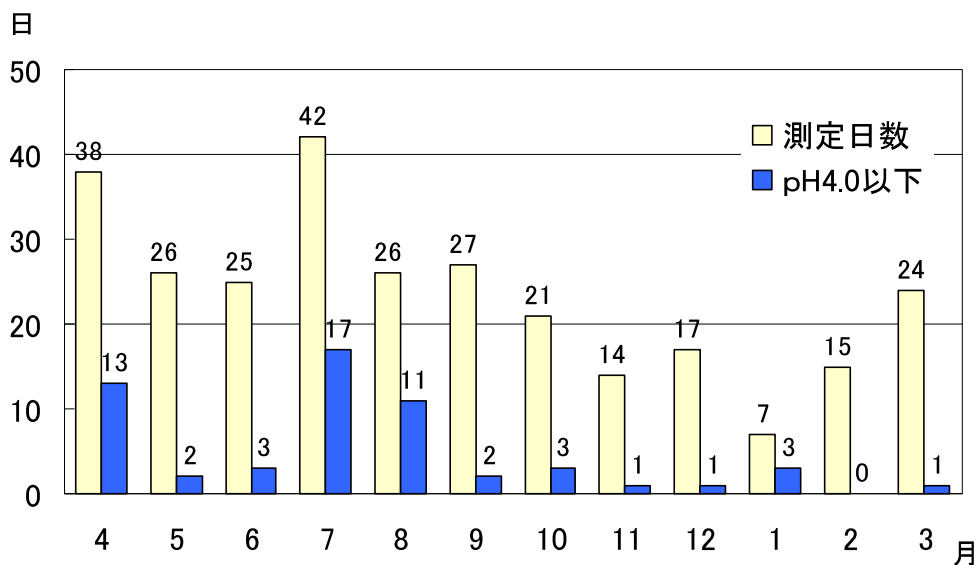


図4 pH4.0以下の降雨日数経月変化

### ③ 降雨日数経年変化

降雨日数経年変化（表3）と全降雨日数に占める酸性雨（pH4.0以下）の割合の経年変化（図5）をみると、平成19年度の降雨日数は昨年度より多くなりました。

酸性雨（pH4.0以下）の割合は、さいたま市役所測定局、岩槻測定局で昨年度よりも高く、大宮区役所で昨年度より低くなりました。

また、年間平均値（pH）はさいたま市役所測定局、岩槻測定局で昨年度より低く（酸性度は強く）、大宮区役所で昨年度より高く（酸性度は弱く）になりました。

**表3. 降雨日数経年変化**

年度	さいたま市役所測定局			大宮区役所			岩槻測定局		
	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下	測定日数	pH4.0以下	pH3.5以下
2	—	—	—	26	6	—	—	—	—
3	—	—	—	79	25	—	—	—	—
4	—	—	—	68	26	—	—	—	—
5	—	—	—	80	18	—	—	—	—
6	71	18（*）	4（*）	67	23	—	—	—	—
7	41	9（*）	1（*）	72	18	—	—	—	—
8	68	7（*）	0（*）	69	14	—	—	—	—
9	84	15（*）	0（*）	99	25	—	—	—	—
10	88	9（*）	0（*）	85	24	—	—	—	—
11	57	12	1	69	12	—	—	—	—
12	82	16	1	81	29	4	—	—	—
13	74	24	1	60	21	5	—	—	—
14	80	22	1	65	18	6	—	—	—
15	89	46	4	92	12	0	—	—	—
16	71	14	0	72	12	0	—	—	—
17	70	22	0	74	21	0	76	23	1
18	84	12	0	90	25	4	82	12	1
19	92	18	1	95	15	0	95	24	0

※ 降雨ごとの最小値が pH4.0、pH3.5 以下を示した日数

ただし、さいたま市役所測定局の平成6～10年度（\*印）は、降雨ごとの平均値が pH4.0、pH3.5 以下を示した日数

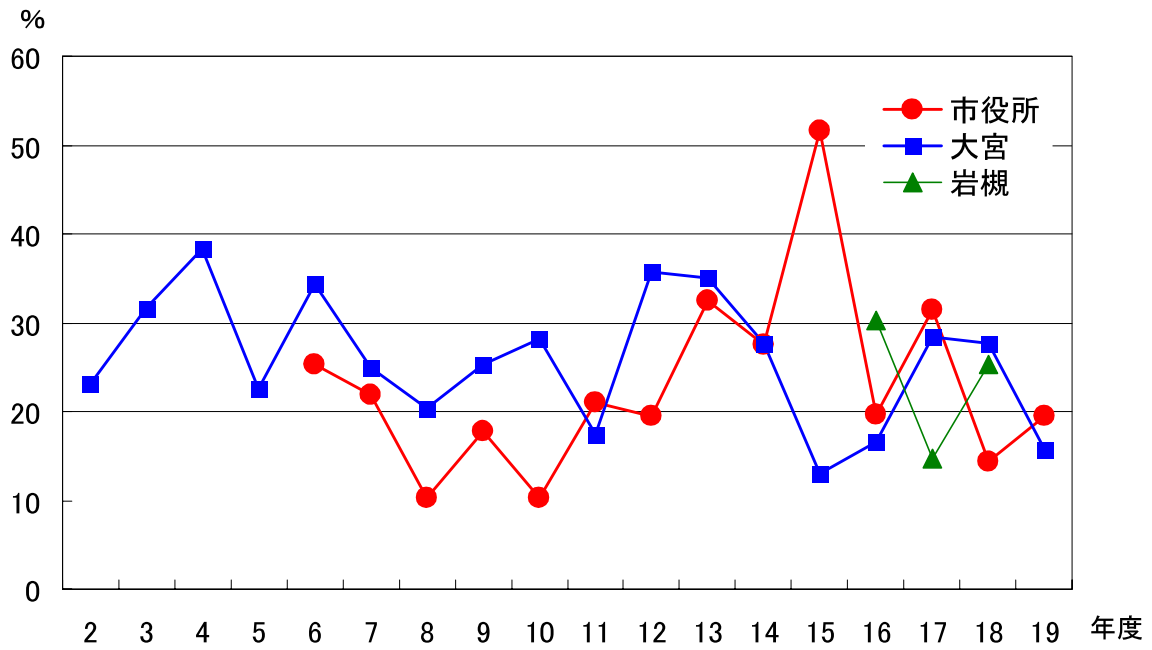


図5 全降雨日数に占める酸性雨(pH4.0以下)の割合の経年変化

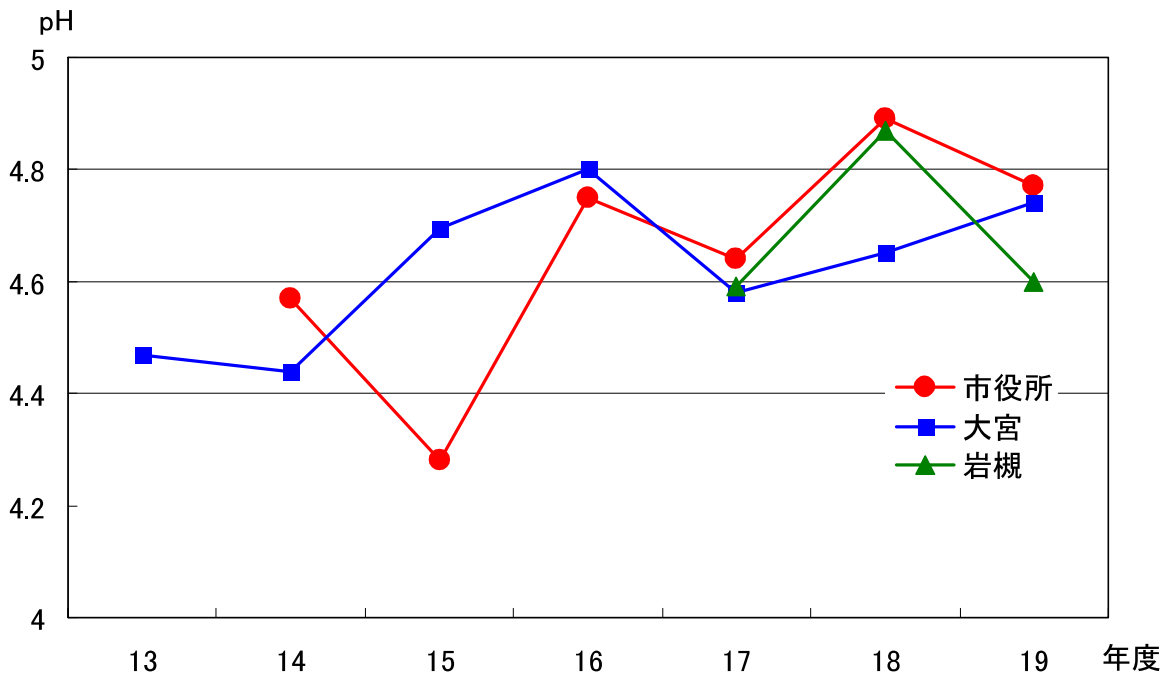


図6 年間平均pHの経年変化

#### ④ 初期降雨の pH 及び導電率経年変化

平成 19 年度は、さいたま市役所測定局及び岩槻測定局における初期降雨 3.0mm 目までの pH の経年変化をみると（図 7、図 11）、昨年度より今年度は小さい pH 値を示し、やや酸性が強まりました。一方、大宮区役所においては（図 9）、pH 値が高くなったため、酸性が弱くなったと言えます。

初期降雨の導電率経年変化（図 8、図 10、図 12）をみると、経年変化の全体において 3 局ともに降り始めから 1.0mm 目が最も高い導電率を示しており、降雨量の上昇とともに導電率が低下しています。

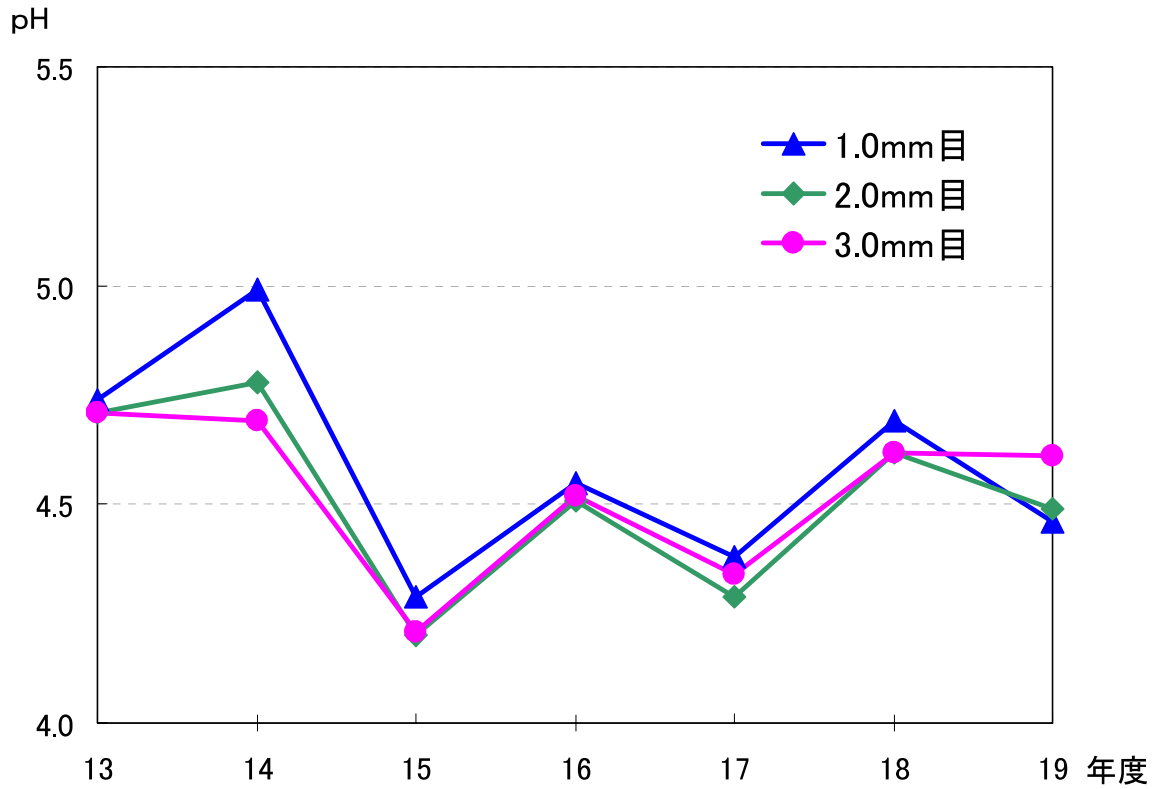


図7 初期降雨のpH経年変化(さいたま市役所測定局)

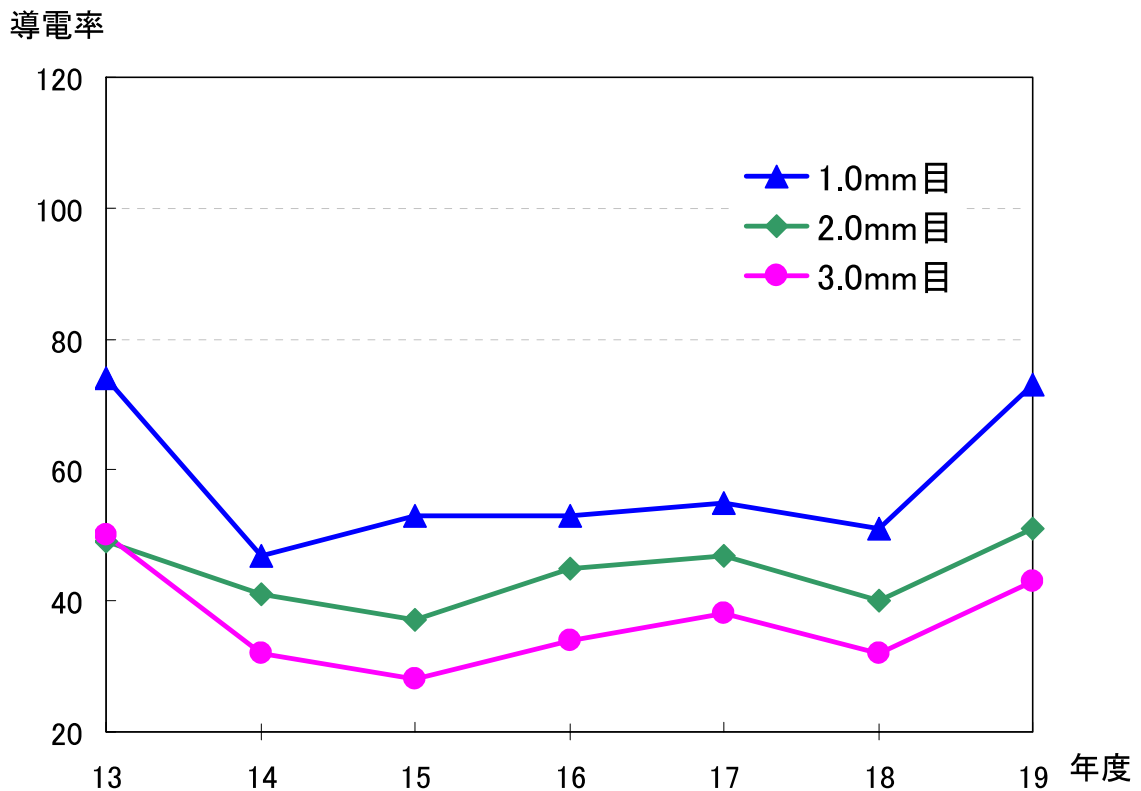


図8 初期降雨の導電率経年変化(さいたま市役所測定局)

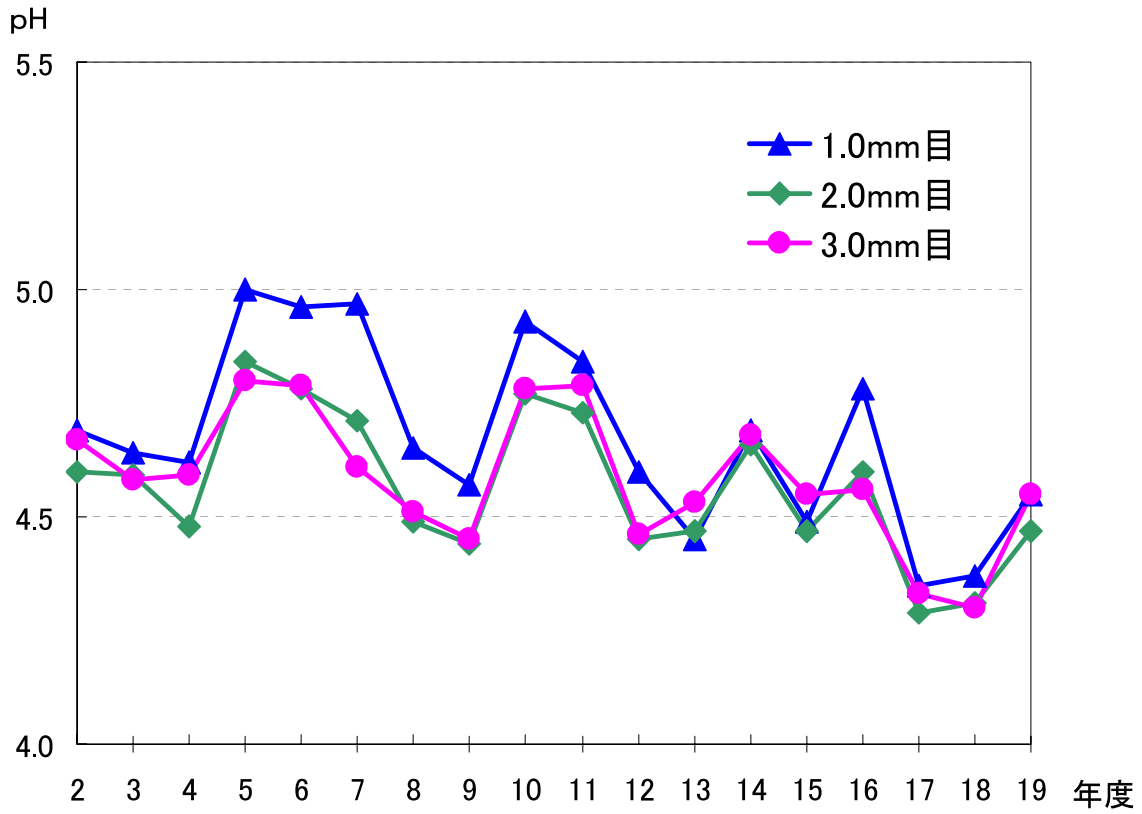


図9 初期降雨のpH経年変化(大宮区役所)

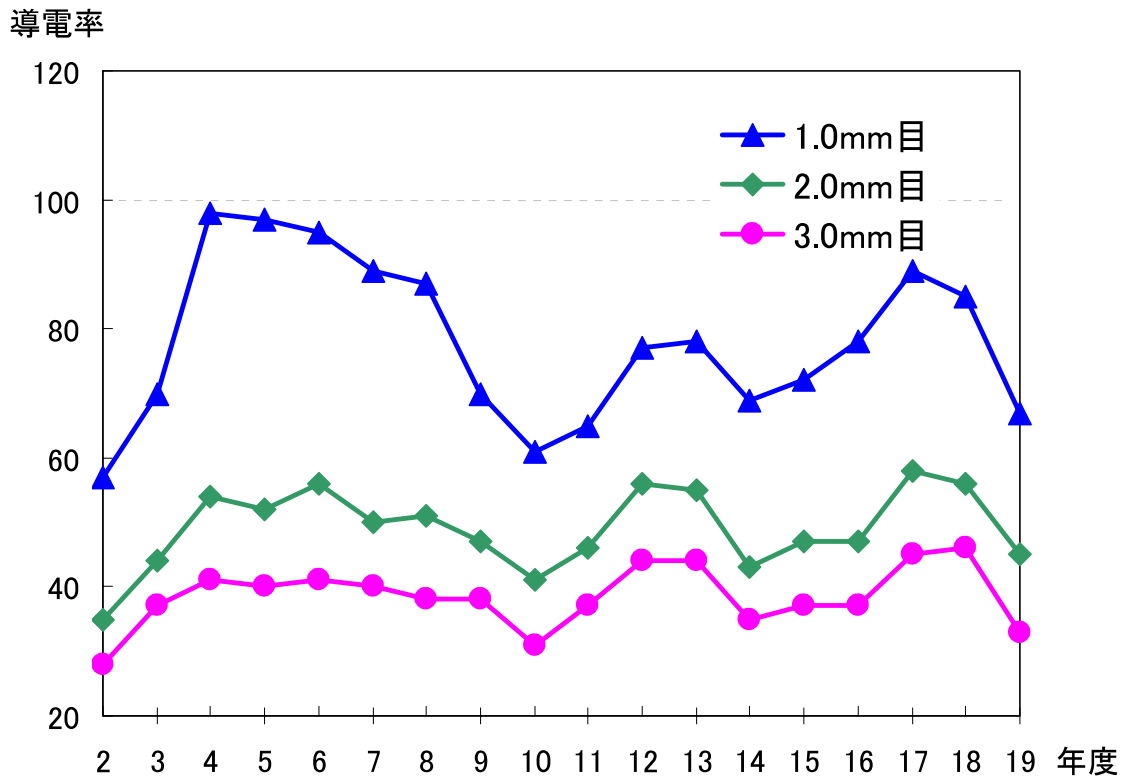


図10 初期降雨の導電率経年変化(大宮区役所)



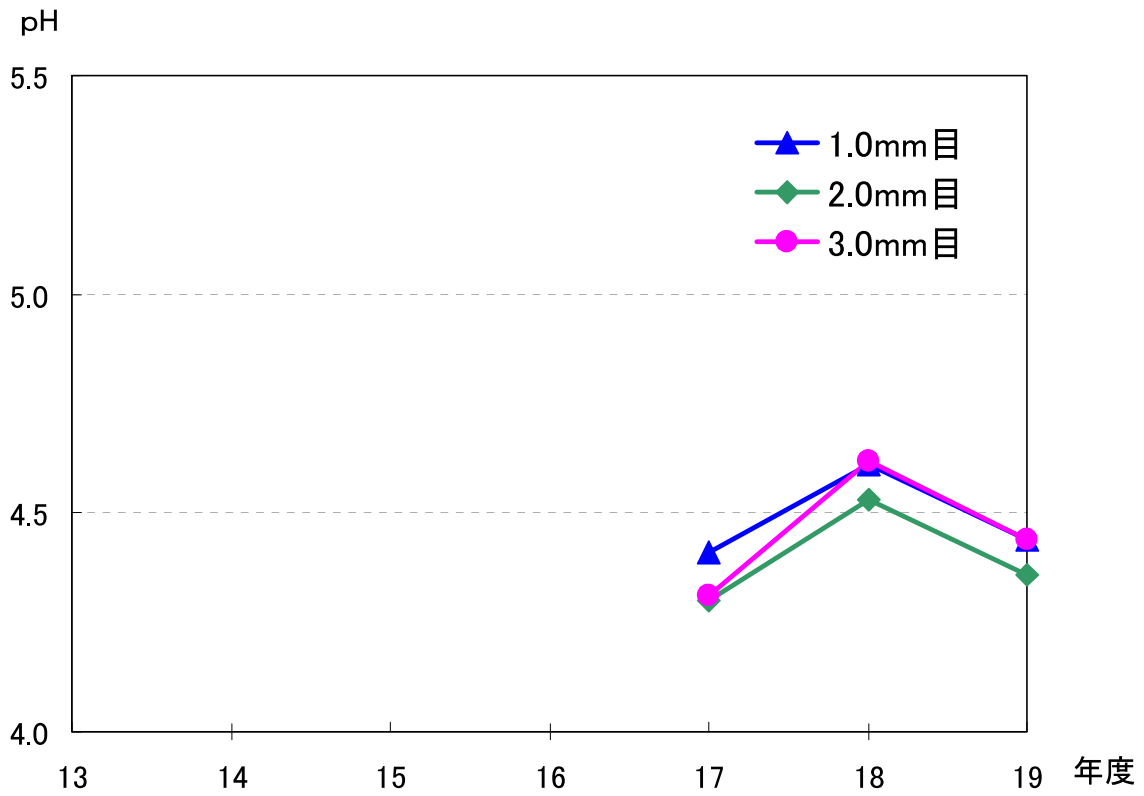


図11 初期降雨のpH経年変化(岩槻測定局)

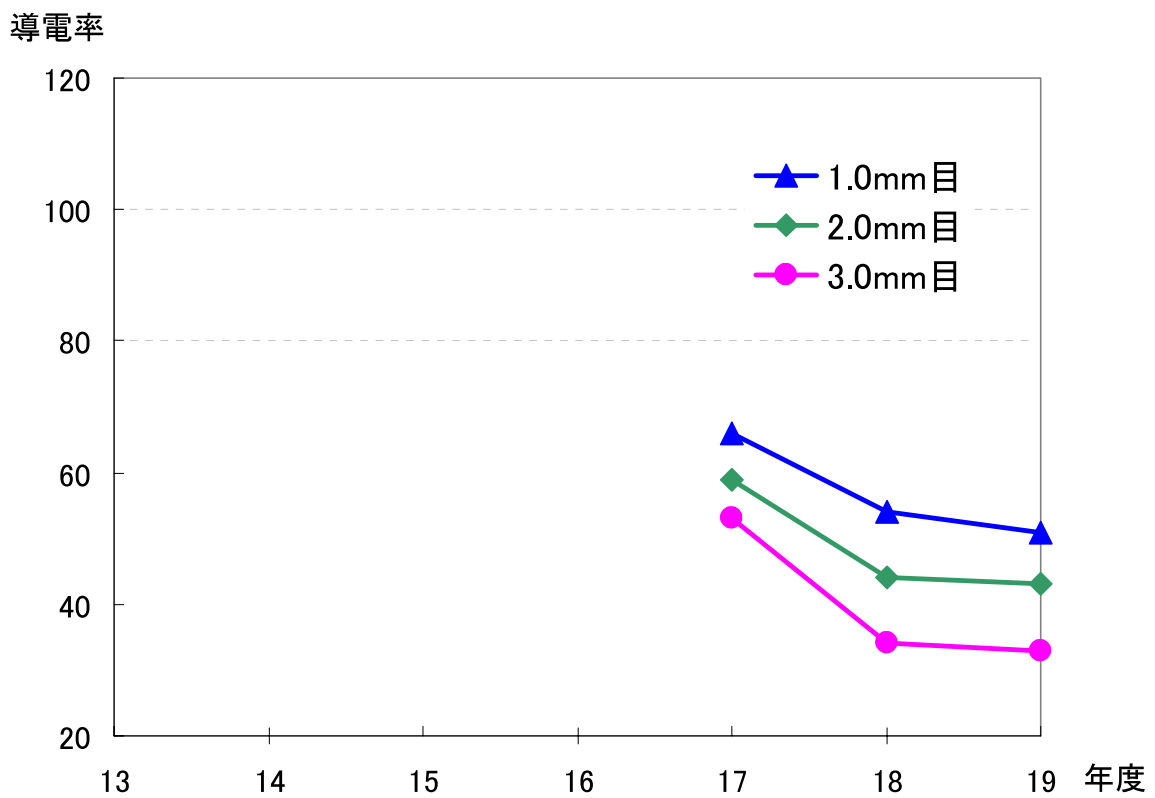


図12 初期降雨の導電率経年変化(岩槻測定局)

## 資料 (用語関係)

### (1) 酸性雨

正常な状態での雨は、大気中の二酸化炭素が溶け込むことにより pH5.6 前後を示すことから、pH5.6 以下の雨を酸性雨とっている。工場や自動車などから排出された二酸化硫黄や窒素酸化物が大気中で酸化され、雲に直接取り込まれたり雨水の落下過程で雨滴に取り込まれたりすることにより酸性雨が発生する。

### (2) pH

水素イオン濃度指数。中性の水で pH 7 であり、酸性になると 7 よりも小さく、アルカリ性溶液では 7 よりも大きくなる。

### (3) 導電率

電気伝導率ともいう。水中での電気の伝わり易さを示し、一般にイオン濃度が高くなると導電率が高くなる。単位は  $\mu\text{S/cm}$ 。

### (4) 乾性沈着と湿性沈着

化石燃料の燃焼により、二酸化硫黄や窒素酸化物のガスが大気中に放出され、輸送される間に酸化され、硫酸や硝酸に変換される。これらの酸が乱流拡散により、風に乗ったまま地上に沈着する乾性沈着と雨や雪に溶け込んだ形で沈着する湿性沈着がある。乾性沈着と湿性沈着は同程度の沈着量があるとされている。しかし、実際には酸性雨を考える場合に湿性沈着しか考えられていない。

## 1. 調査の概要

pH5.6以下の雨は、酸性雨と呼ばれており、北ヨーロッパやアメリカ北東部においては、強酸性の雨のため、林内雨により森林樹木が枯死や衰退した地域があり、また湖沼や河川の酸性化により生態系へ影響を与え、サケやマスなどの魚類が湖や河川から姿を消した地域があります。また、日本においても昭和48年より50年にかけて関東一円で霧または霧雨によって、目が痛い・皮膚がひりひりするとの訴えが多く寄せられ問題化しました。

本市においても、酸性雨の重大性を考え、平成2年9月17日より酸性雨の実態調査を開始し、さいたま市役所測定局では平成5年、大宮区役所屋上では平成7年、岩槻測定局では平成17年に酸性雨自動測定装置を設置し、測定を開始しました。設置されている測定機はともに湿性大気汚染観測用の酸性雨自動測定装置で雨量0.5mmごとのpH、導電率、雨水温度及び雨量の測定を行い、パソコンによるデータの処理ができる機器です。

また、昭和46年度から平成18年度までは、降下ばいじん量（地上に落下してくるばいじんや雨水に含まれる物質の量）のモニタリングを行っていましたが、平成19年度からはさいたま市役所にて、降雨中のイオン分析等を行う湿性沈着モニタリングを実施しています。

## 2. 調査方法

### (1) 調査地点



図1 酸性雨および湿性沈着測定位置図

## (2) 測定項目

酸性雨モニタリング : 降雨中の pH、導電率

湿性沈着モニタリング : 降雨中の pH、導電率、陽イオン 5 項目、陰イオン 3 項目

## (3) 測定方法

酸性雨モニタリング : 酸性雨自動測定装置

湿性沈着モニタリング : 酸性雨自動雨水採水器により、雨水を採水し、1 ヶ月ごとにタンクを回収し分析する。(測定は環境科学課で実施)

## (4) 測定頻度

常時 (降雨時)

## 3. 測定結果

### ① 降雨測定日数と pH 値

平成 20 年度は、さいたま市役所測定局で 88 日 (雨量 1421.5mm)、大宮区役所で 93 日 (雨量 1299mm)、岩槻測定局で 85 日 (雨量 1358.5mm) 降雨が観測され、それぞれの pH 及び導電率の測定を行いました。

全降雨日数のうち 96.6%で pH5.6 以下の酸性雨が観測されました。また、pH4.0 以下酸性雨は全降雨日数の 19.5%を占めました。pH3.5 以下の割合は 1.9%でした。

表 1. 降雨測定日数と pH 値

	市役所測定局	大宮区役所	岩槻測定局	
年間降水量	1421.5 mm	1299 mm	1358.5 mm	
降雨測定日数	88	93	85	
5.6 以下の日数	83	89	85	
4.0 以下の日数	19	15	18	
3.5 以下の日数	2	2	1	
pH	最大値	7.00	6.70	5.80
	最小値	3.50	3.40	3.50
	平均値	4.59	4.65	4.57

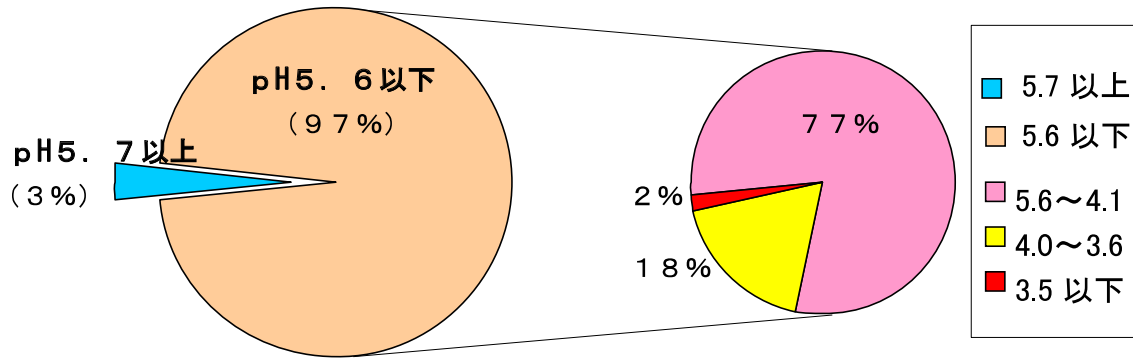


図 1-1 全降雨に占める酸性雨の割合

図 1-2 酸性雨中の酸性度分布

## ② 降雨日数経月変化

降雨日数経月変化（表 2、図 2）をみると、3 局ともに 8 月に降雨日数が多く、また、pH 4.0 以下の高い酸性雨は 6 月と 8 月に多く観測されました。

表 2 月別降雨日数

月	さいたま市役所			大宮区役所			岩槻測定局		
	全降雨	pH4.0 以下	pH3.5 以下	全降雨	pH4.0 以下	pH3.5 以下	全降雨	pH4.0 以下	pH3.5 以下
4	8	0	0	9	1	0	7	2	0
5	8	2	1	9	2	1	9	2	1
6	9	3	0	9	4	1	9	5	0
7	8	3	0	5	1	0	7	0	0
8	13	3	1	17	4	0	12	4	0
9	10	4	0	9	2	0	8	1	0
10	6	2	0	7	0	0	7	0	0
11	6	0	0	6	0	0	8	2	0
12	6	0	0	6	0	0	6	0	0
1	4	1	0	4	1	0	4	2	0
2	2	1	0	4	0	0	3	0	0
3	8	0	0	8	0	0	5	0	0
<b>合計</b>	<b>88</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>93</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>85</b>	<b>18</b>	<b>1</b>

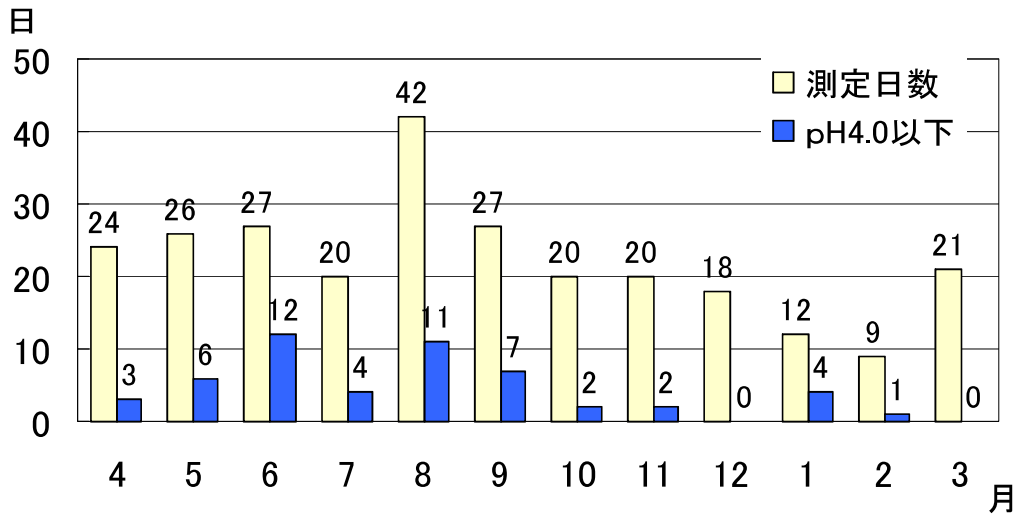


図2 pH4.0以下の降雨日数経月変化(3局合計)

⑤ 降雨日数経年変化

降雨日数経年変化(図3-1)と全降雨日数に占める酸性雨(pH4.0以下)の割合の経年変化(図3-2)をみると、平成20年度の降雨日数は昨年度よりやや少なくなりました。

酸性雨(pH4.0以下)の割合は、さいたま市役所測定局、大宮測定局で昨年度よりも高く、岩槻区役所で昨年度より低くなりました。

また、年平均値(pH)は全局で昨年度より低く(酸性度は強く)なりました。

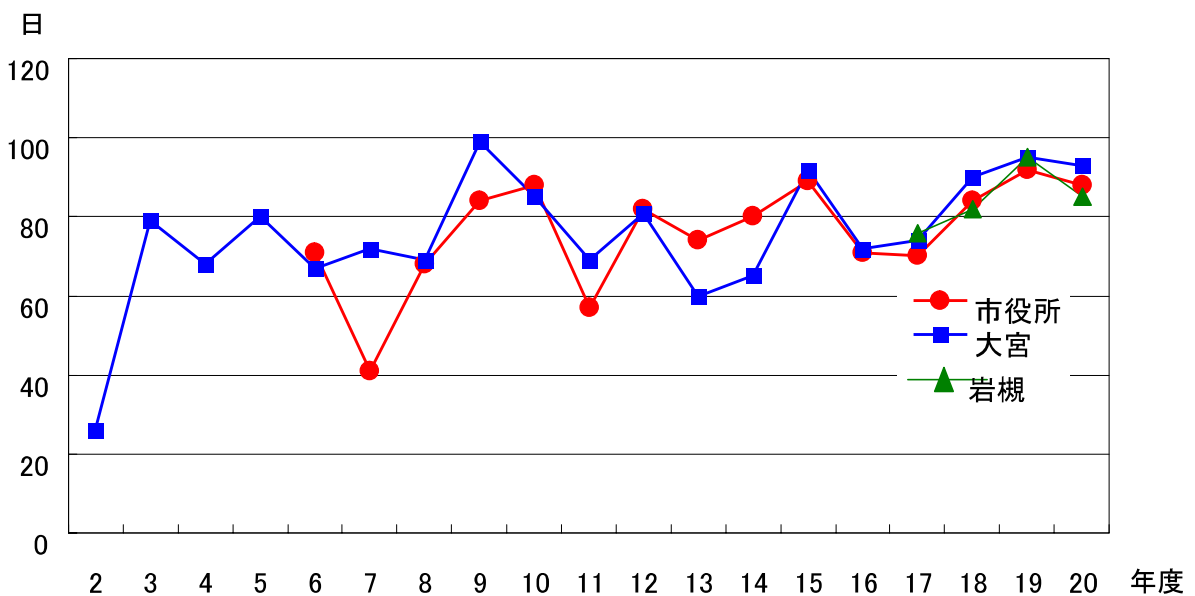


図3-1 全降雨日数の経年変化

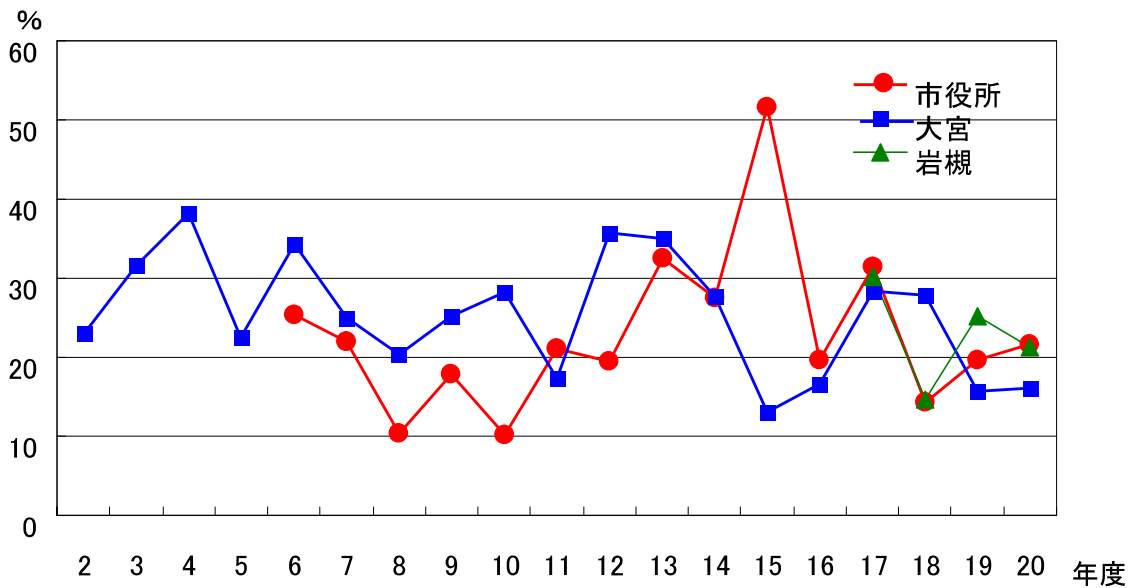


図3-2 全降雨日数に占める酸性雨(pH4.0以下)の割合の経年変化

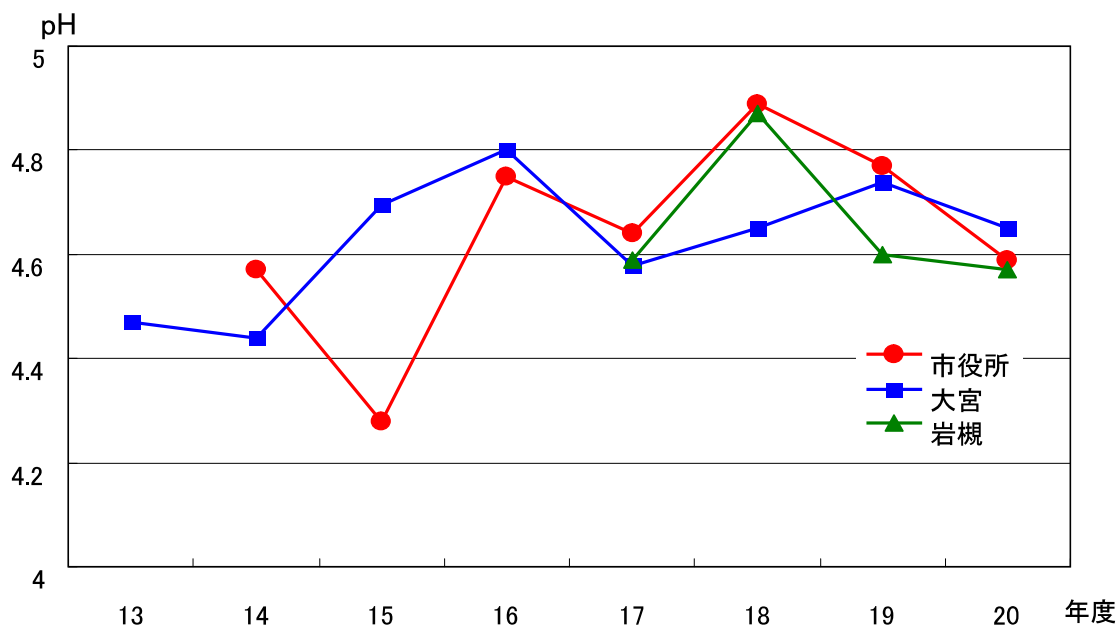


図 3-3 年間平均 pH の経年変化

#### ④ 初期降雨の pH 及び導電率経年変化

平成 20 年度は、さいたま市役所測定局及び岩槻測定局における初期降雨 3.0mm 目までの pH の経年変化をみると (図 4-1, 3, 5)、全局とも昨年度より小さい pH 値を示し、やや酸性が強まりました。

初期降雨の導電率経年変化 (図 4-2, 4, 6) をみると、経年変化の全体において 3 局ともに降り始めから 1.0mm 目が最も高い導電率を示しており、降雨量の上昇とともに導電率が低下しています。

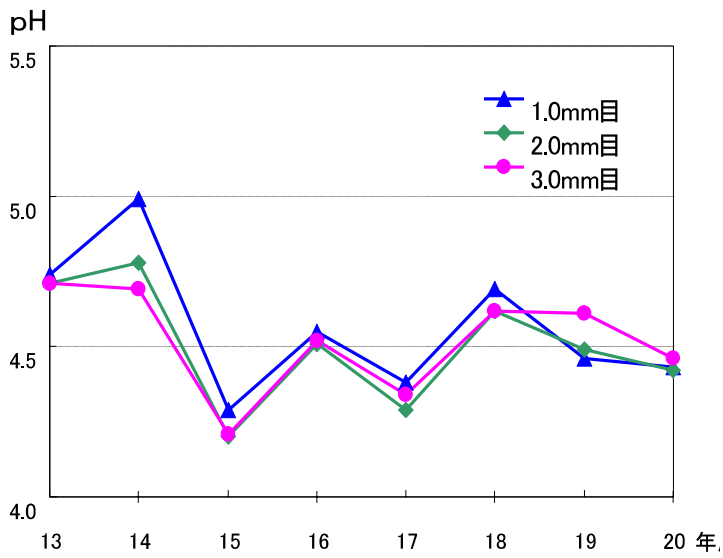


図 4-1 初期降雨のpH経年変化(さいたま市役所測定局)

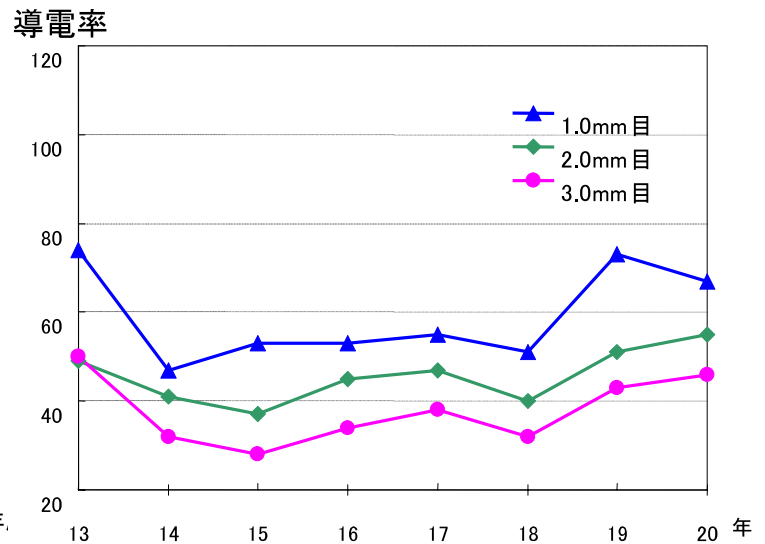


図 4-2 初期降雨の導電率経年変化(さいたま市役所測定局)

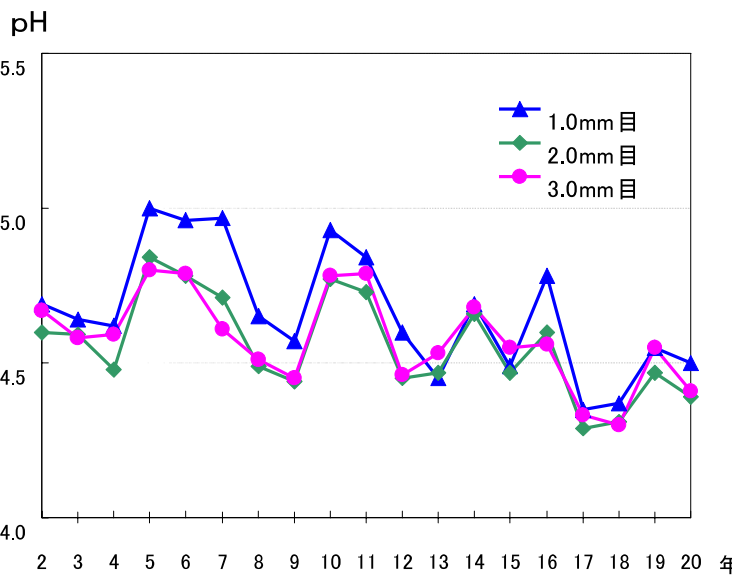


図 4-3 初期降雨のpH経年変化(大宮区役所)

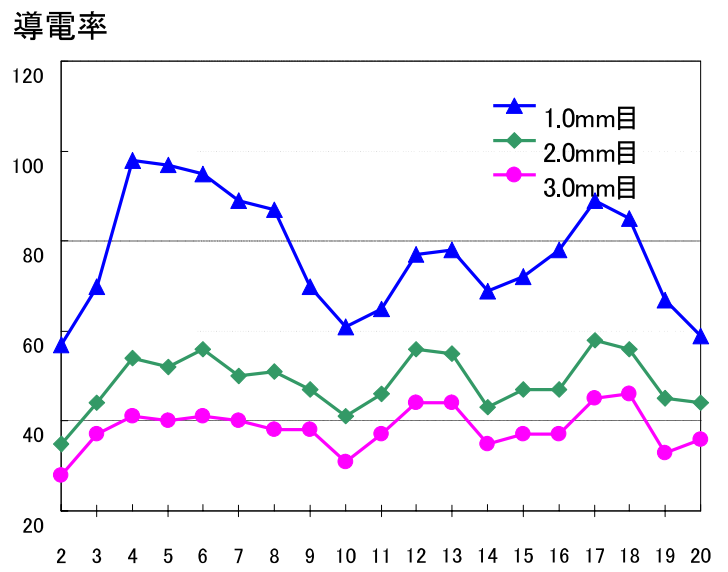


図 4-4 初期降雨の導電率経年変化(大宮区役所)

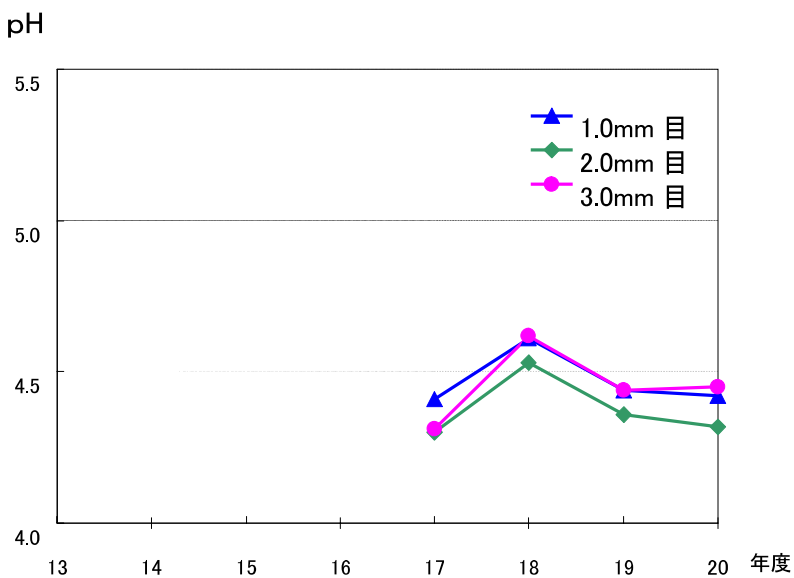


図 4-5 初期降雨のpH経年変化(岩槻測定局)

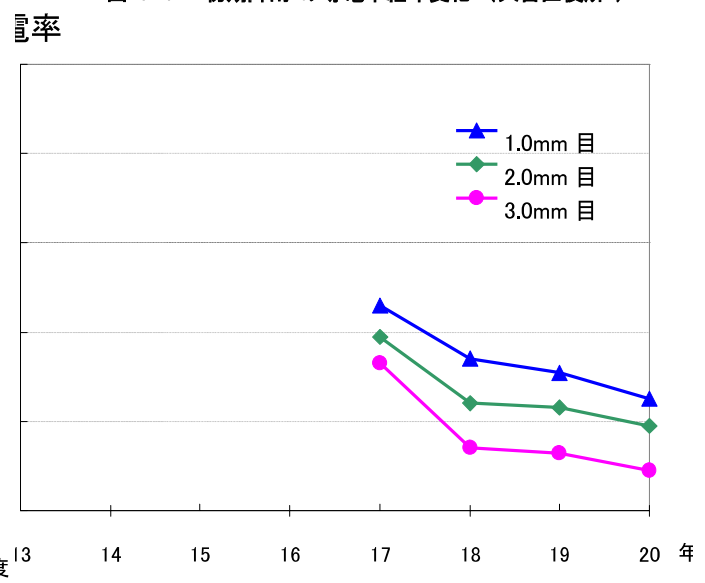


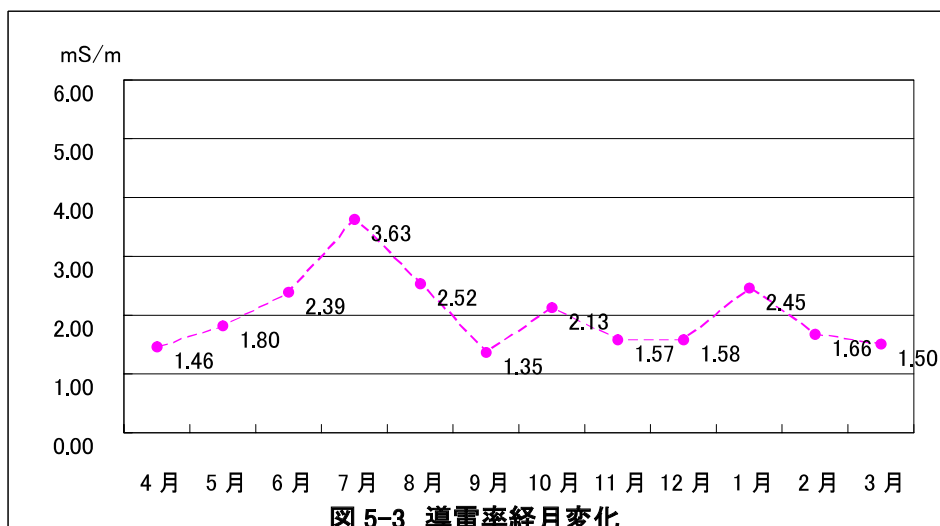
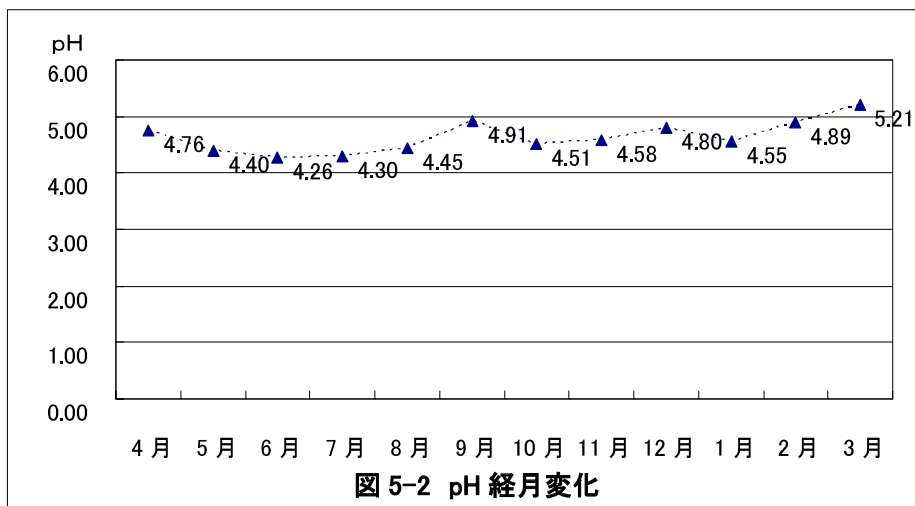
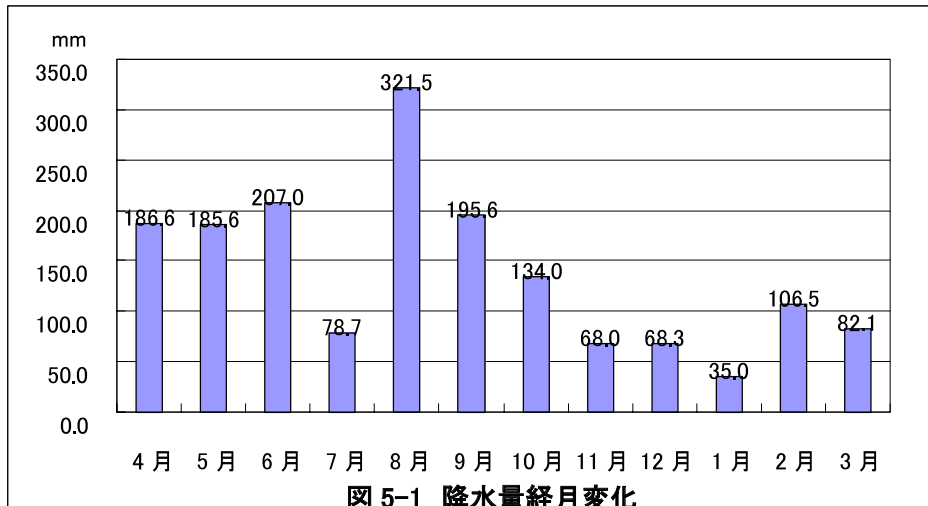
図 4-6 初期降雨の導電率経年変化(岩槻測定局)



### ⑤月別湿性沈着量（さいたま市役所のみ）

さいたま市役所では、降雨中のイオン分析等を行う湿性沈着モニタリングを実施しています。

図 5-4 に酸性雨に大きく寄与する 4 イオンの濃度グラフを示しました。7 月および 1 月が濃度が高くなっていますが、雨量が少ないことから、沈着量としては少なくなっています。逆に 6 月、8 月はイオン濃度はそれほど高くありませんが、雨量が多いことから沈着量が大きいことがわかります。



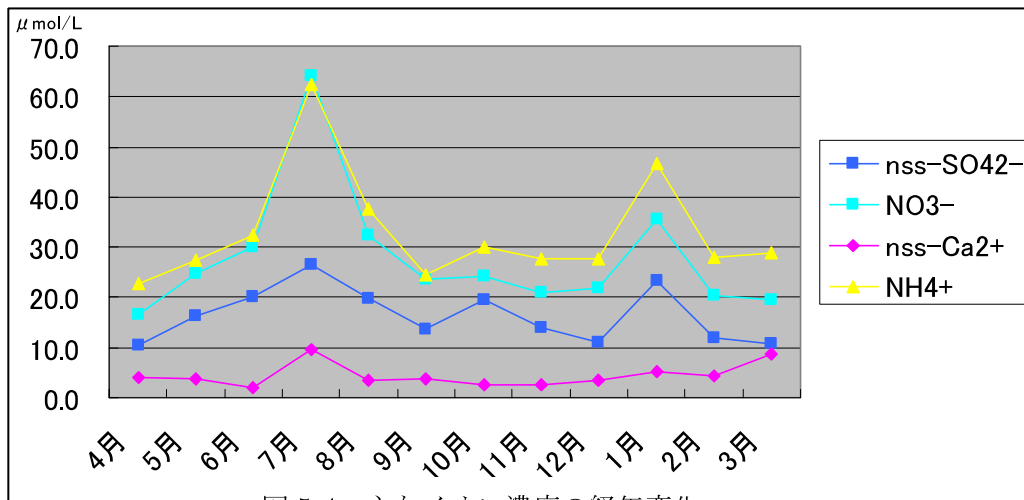


図 5-4 主なイオン濃度の経年変化

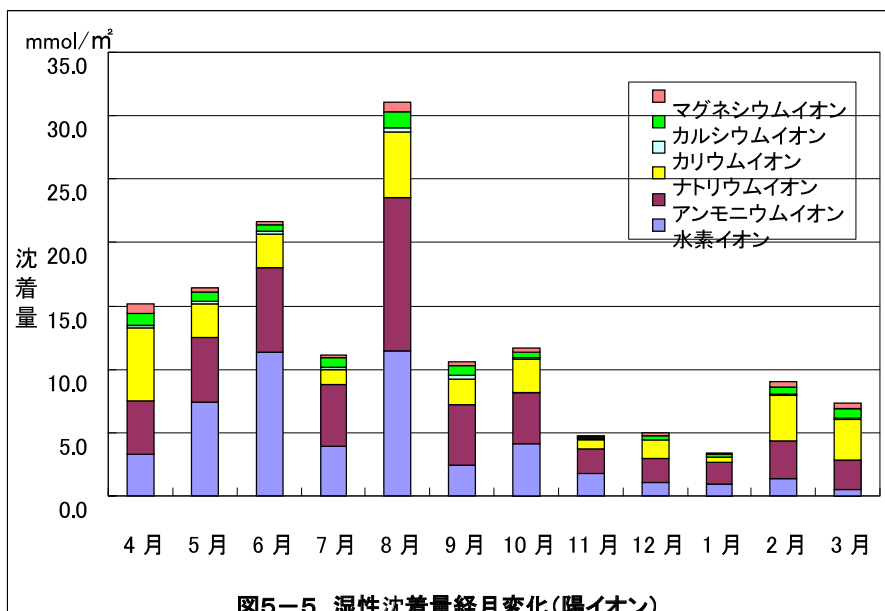


図5-5 湿性沈着量経月変化(陽イオン)

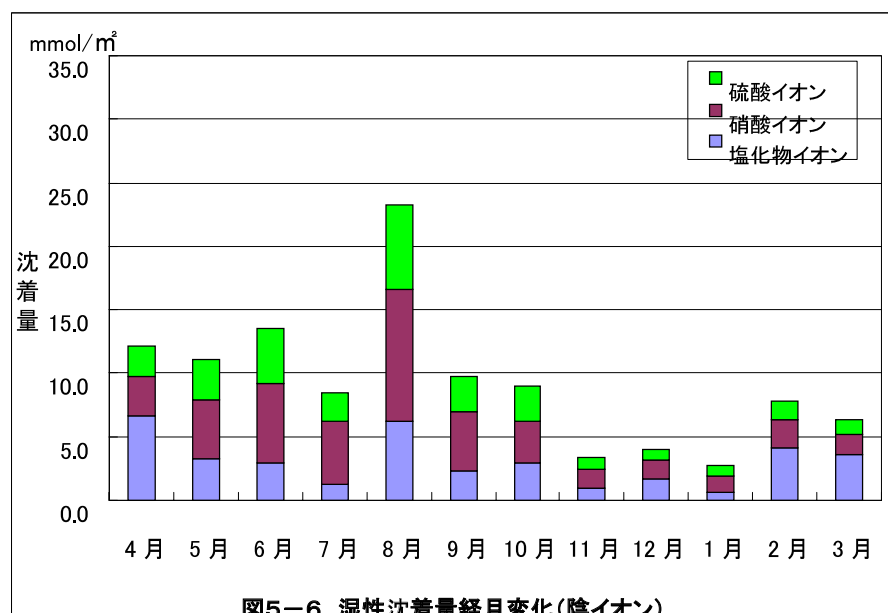


図5-6 湿性沈着量経月変化(陰イオン)

## 資料 (用語関係)

### (1) 酸性雨

正常な状態での雨は、大気中の二酸化炭素が溶け込むことにより pH5.6 前後を示すことから、pH5.6 以下の雨を酸性雨といている。工場や自動車などから排出された二酸化硫黄や窒素酸化物が大気中で酸化され、雲に直接取り込まれたり雨水の落下過程で雨滴に取り込まれたりすることにより酸性雨が発生する。

### (2) 乾性沈着と湿性沈着

化石燃料の燃焼により、二酸化硫黄や窒素酸化物のガスが大気中に放出され、輸送される間に酸化され、硫酸や硝酸に変換される。これらの酸が乱流拡散により、風に乗ったまま地上に沈着する乾性沈着と雨や雪に溶け込んだ形で沈着する湿性沈着がある。乾性沈着と湿性沈着は同程度の沈着量があるとされている。しかし、実際には酸性雨を考える場合に湿性沈着しか考えられていない。

### (3) pH

水素イオン濃度指数。中性の水で pH7 であり、酸性になると 7 よりも小さく、アルカリ性溶液では 7 よりも大きくなる。

### (4) 導電率

電気伝導率ともいう。水中での電気の伝わり易さを示し、一般にイオン濃度が高くなると導電率が高くなる。単位は  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

### (5) 塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

主に海塩由来の成分である。

### (6) 硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

海塩、火山から排出される硫化水素、化石燃料の燃焼によって発生する二酸化硫黄に由来する成分である。海塩由来成分はほぼ中性塩であり、酸性化には寄与しない。そこで硫酸として酸性成分となる非海塩由来成分 (non-sea salt: nss-) として nss- $\text{SO}_4^{2-}$  が用いられる。

### (7) 硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ )

主に化石燃料の燃焼によって発生する窒素酸化物に由来する成分であり、硝酸として酸性成分となる。

### (8) アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ )

肥料や糞尿などから発生するアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) が酸性成分と反応すると中和してアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) となる。降水中では酸性雨を中和するが、土壌中では微生物などの活動によって硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) になり土壌を酸性化する。

(9) ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ )

主に海塩由来の成分である。 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ などの海塩由来の割合を算出するのに用いられる。

(10) カリウムイオン ( $\text{K}^+$ )

海塩や化石燃料、鳥の糞や植物の葉に由来する。濃度が高い場合は試料が鳥の糞や植物の葉などにより汚染されていることが疑われる。

(11) カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

海塩、土壌、黄砂、道路粉じん等に由来する成分である。海塩由来成分はほぼ中性塩であり、酸性化や中和には寄与しない。そこで酸を中和するアルカリとして降水に含まれる成分を考え、非海塩由来成分 (non-sea salt: nss-)  $\text{nss} \cdot \text{Ca}^{2+}$ が用いられる。

(12) マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

主に海塩由来の成分である。 $\text{Na}^+$ が海塩由来成分であることをチェックするため、 $\text{Na}^+$ と  $\text{Mg}^{2+}$ の比がチェックされる。

## 1. 調査の概要

pH5.6以下の雨は、酸性雨と呼ばれており、北ヨーロッパやアメリカ北東部においては、強酸性の雨のため、林内雨により森林樹木が枯死や衰退した地域があり、また湖沼や河川の酸性化により生態系へ影響を与え、サケやマスなどの魚類が湖や河川から姿を消した地域があります。また、日本においても昭和48年より50年にかけて関東一円で霧または霧雨によって、目が痛い・皮膚がひりひりするとの訴えが多く寄せられ問題化しました。

本市においても、酸性雨の重大性を考え、平成2年9月17日より酸性雨の実態調査を開始し、さいたま市役所測定局では平成5年、大宮区役所屋上では平成7年、岩槻測定局では平成17年に酸性雨自動測定装置を設置し、測定を開始しました。設置されている測定機はともに湿性大気汚染観測用の酸性雨自動測定装置で雨量0.5mmごとのpH、導電率、雨水温度及び雨量の測定を行い、パソコンによるデータの処理ができる機器です。

また、昭和46年度から平成18年度までは、降下ばいじん量（地上に落下してくるばいじんや雨水に含まれる物質の量）のモニタリングを行っていましたが、平成19年度からはさいたま市役所にて、降雨中のイオン分析等を行う湿性沈着モニタリングを実施しています。

## 2. 調査方法

### (1) 調査地点



図1 酸性雨および湿性沈着測定位置図

## (2) 測定項目

酸性雨モニタリング : 降雨中の pH、導電率

湿性沈着モニタリング : 降雨中の pH、導電率、陽イオン 5 項目、陰イオン 3 項目

## (3) 測定方法

酸性雨モニタリング : 酸性雨自動測定装置

湿性沈着モニタリング : 酸性雨自動雨水採水器により、雨水を採水し、1 ヶ月ごとにタンクを回収し分析する。(測定は環境科学課で実施)

## (4) 測定頻度

常時 (降雨時)

## 3. 測定結果

### ① 降雨測定日数と pH 値

平成 21 年度は、さいたま市役所測定局で 76 日 (雨量 1208.5 mm)、大宮区役所で 90 日 (雨量 1231.0 mm)、岩槻測定局で 87 日 (雨量 1199.5 mm) 降雨が観測され、それぞれの pH 及び導電率の測定を行いました。

全降雨日数のうち 99.2% で pH5.6 以下の酸性雨が観測されました。また、pH4.0 以下酸性雨は全降雨日数の 16.2% を占めました。pH3.5 以下の割合は 0.8% でした。

表 1. 降雨測定日数と pH 値

	市役所測定局	大宮区役所	岩槻測定局	
年間降水量	1208.5 mm	1231.0 mm	1199.5 mm	
降雨測定日数	76	90	87	
5.6 以下の日数	75	89	87	
4.0 以下の日数	15	11	15	
3.5 以下の日数	1	0	1	
pH	最大値	6.80	7.10	7.10
	最小値	3.50	3.70	3.50
	平均値	4.69	4.77	4.74

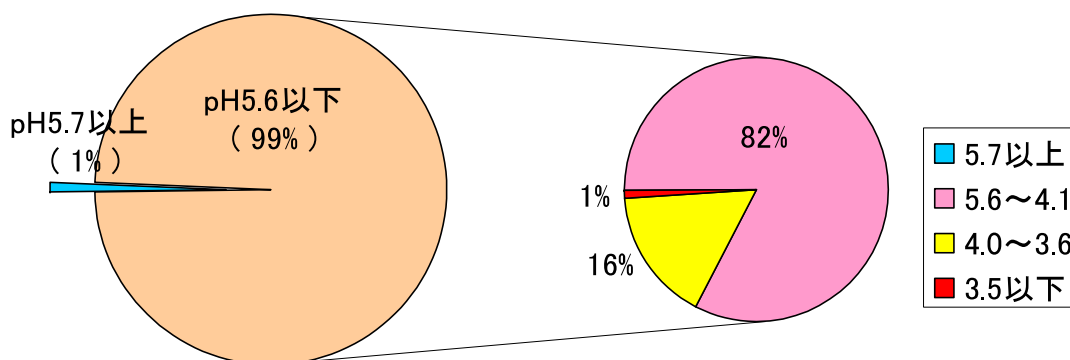


図 1-1 全降雨に占める酸性雨の割合

図 1-2 酸性雨中の酸性度分布

## ② 降雨日数経月変化

降雨日数経月変化（表 2、図 2）をみると、3 局ともに 6 月、7 月に降雨日数、pH4.0 以下の高い酸性雨が多く観測されました。前年度は 8 月に降雨日数、pH4.0 以下の高い酸性雨が多く観測されましたが、今年度は少なくなっています。

表 2 月別降雨日数

月	さいたま市役所			大宮区役所			岩槻測定局		
	全降雨	pH4.0 以下	pH3.5 以下	全降雨	pH4.0 以下	pH3.5 以下	全降雨	pH4.0 以下	pH3.5 以下
4	5	1	0	7	0	0	6	0	0
5	6	2	0	8	0	0	9	2	0
6	13	3	1	14	5	0	15	6	0
7	12	2	0	13	3	0	13	3	1
8	4	0	0	5	1	0	5	2	0
9	4	2	0	4	1	0	5	0	0
10	6	2	0	6	1	0	6	2	0
11	8	0	0	8	0	0	8	0	0
12	3	0	0	5	0	0	4	0	0
1	1	0	0	3	0	0	2	0	0
2	7	2	0	8	0	0	7	0	0
3	7	1	0	9	0	0	7	0	0
<b>合計</b>	<b>76</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>90</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>87</b>	<b>15</b>	<b>1</b>

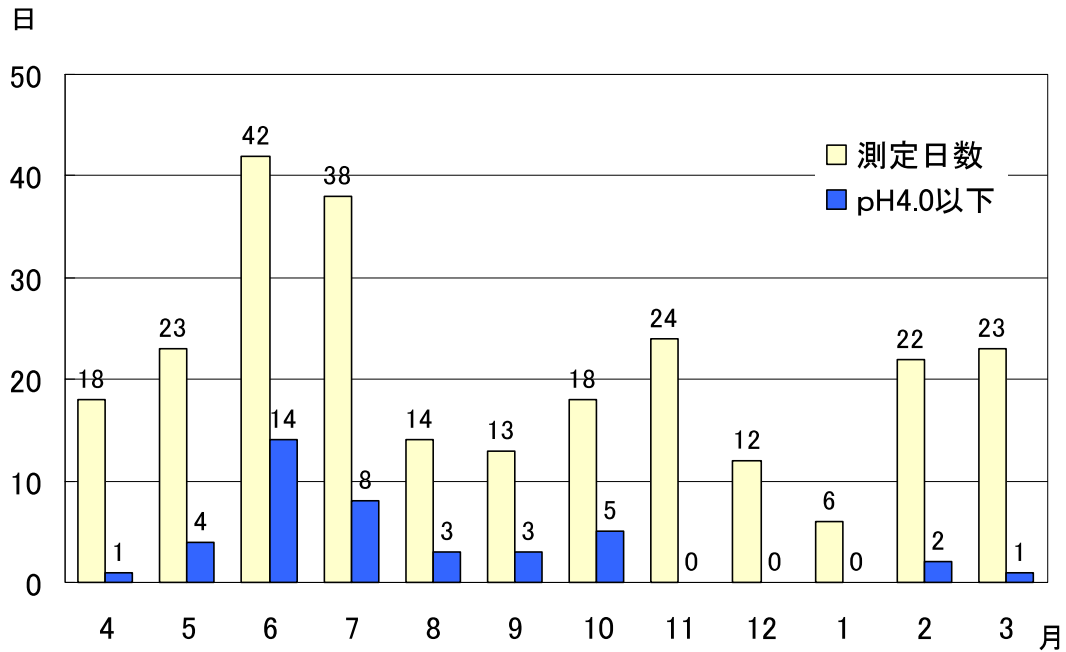


図2 pH4.0以下の降雨日数経月変化

⑤ 降雨日数経年変化

降雨日数経年変化（図 3-1）と全降雨日数に占める酸性雨（pH4.0 以下）の割合の経年変化（図 3-2）をみると、平成 21 年度の降雨日数はさいたま市役所測定局、大宮測定局で昨年度よりやや少なくなり、岩槻区役所で昨年度より 2 日増えました。

酸性雨（pH4.0 以下）の割合は、全局で昨年度より低くなりました。

また、年平均値（pH）は全局で昨年度より高く（酸性度は弱く）になりました。

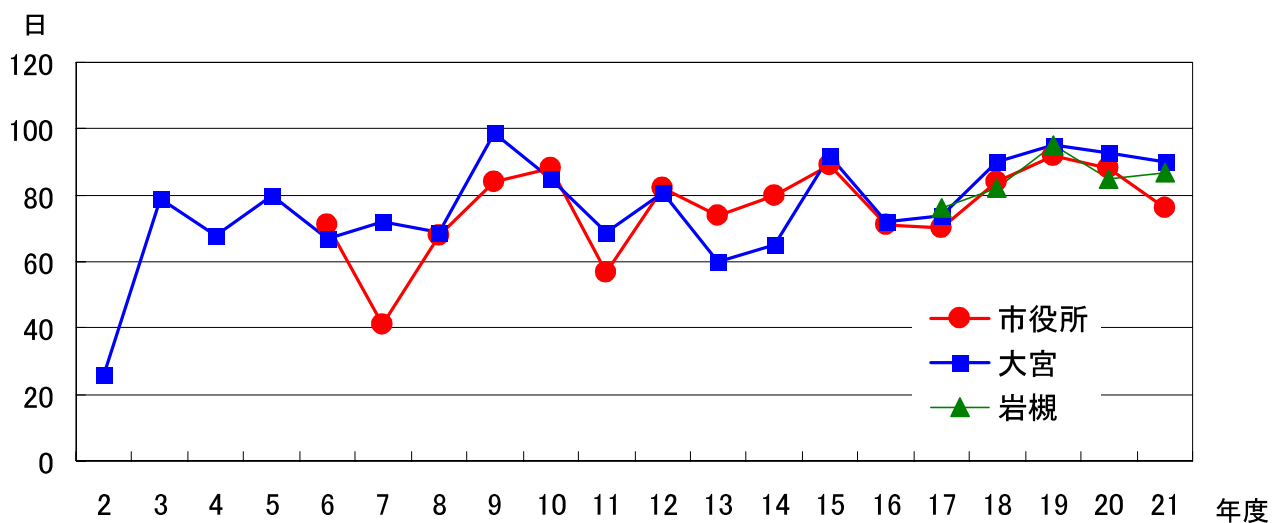


図3-1 全降雨日数の経年変化



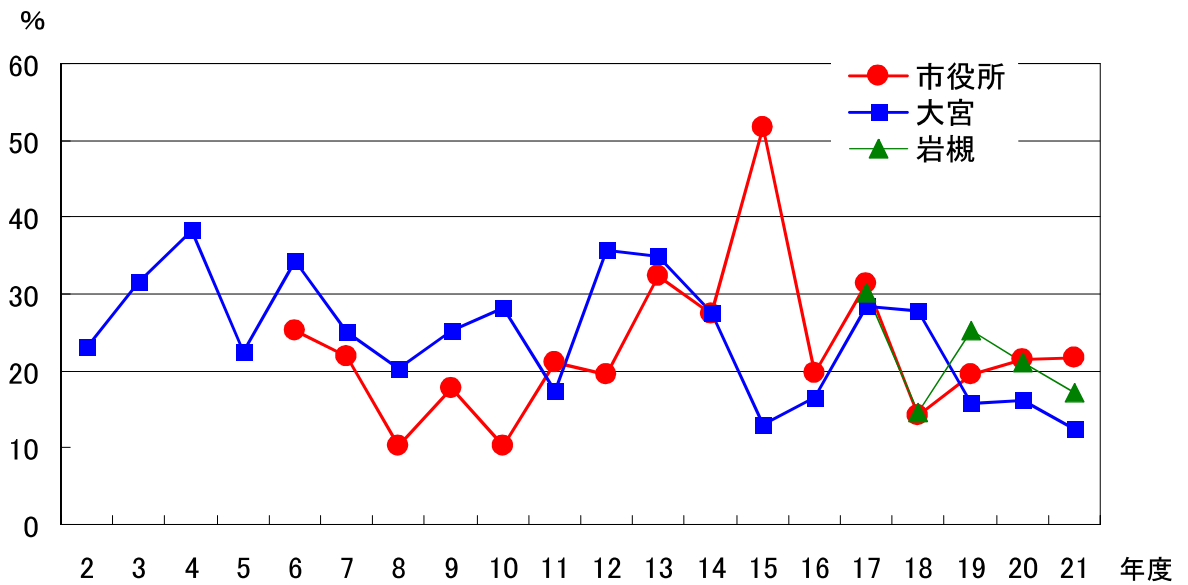


図3-2 全降雨日数に占める酸性雨(pH4.0以下)の割合の経年変化

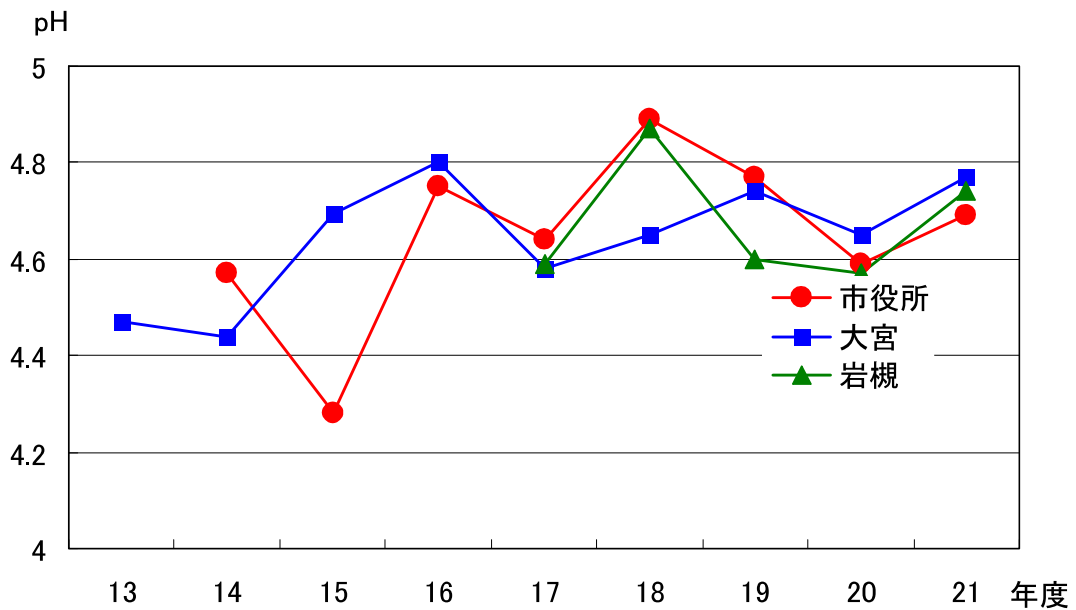


図3-3 年間平均pHの経年変化

#### ④ 初期降雨のpH及び導電率経年変化

平成21年度は、さいたま市役所測定局及び岩槻測定局における初期降雨3.0mm目までのpHの経年変化をみると(図4-1, 3, 5)、全局とも昨年度とほぼ同様にpH4.5前後を示しました。

初期降雨の導電率経年変化(図4-2, 4, 6)をみると、経年変化の全体において3局ともに降り始めから1.0mm目が最も高い導電率を示しており、降雨量の上昇とともに導電率が低下しています。

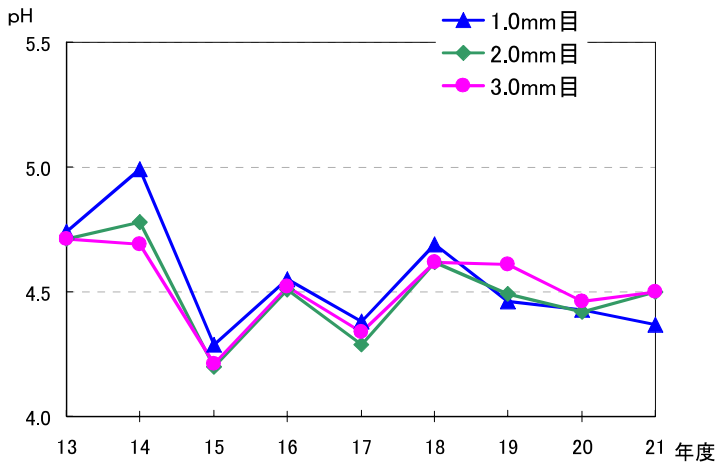


図4-1 初期降雨のpH経年変化(さいたま市役所測定局)

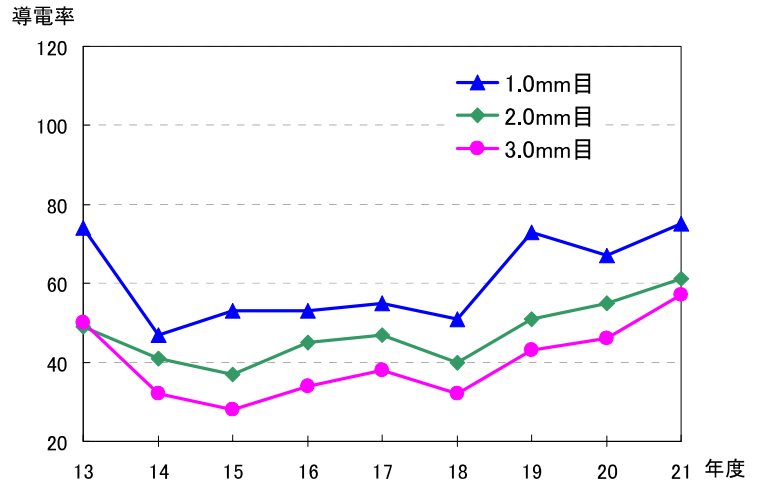


図4-2 初期降雨の導電率経年変化(さいたま市役所測定局)

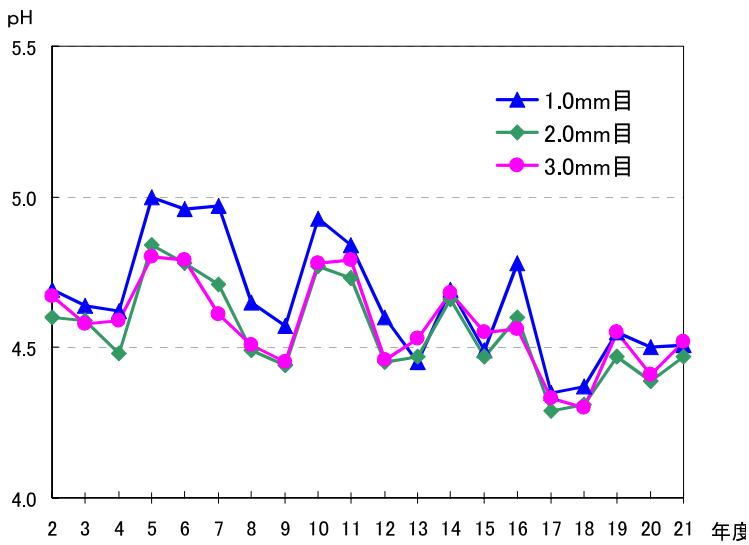


図4-3 初期降雨のpH経年変化(大宮区役所)

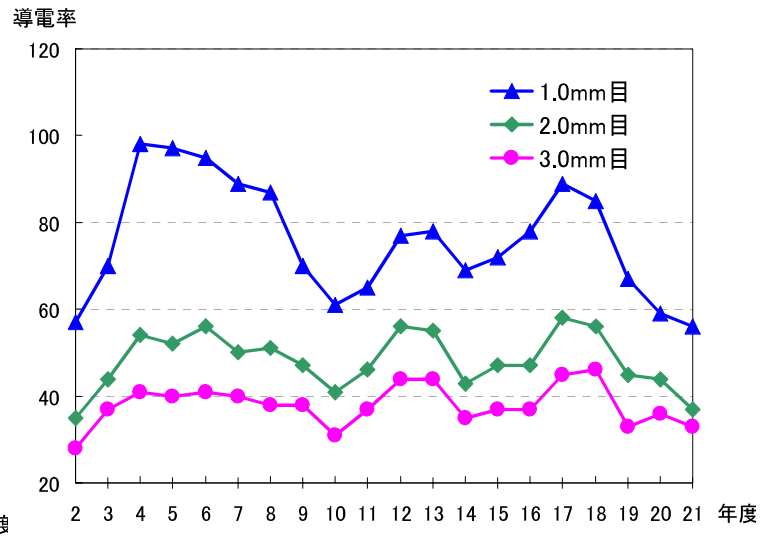


図4-4 初期降雨の導電率経年変化(大宮区役所)

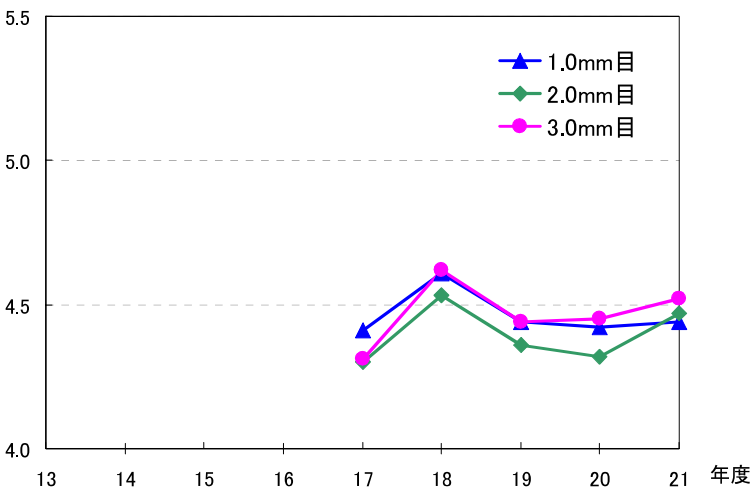


図4-5 初期降雨のpH経年変化(岩槻測定局)

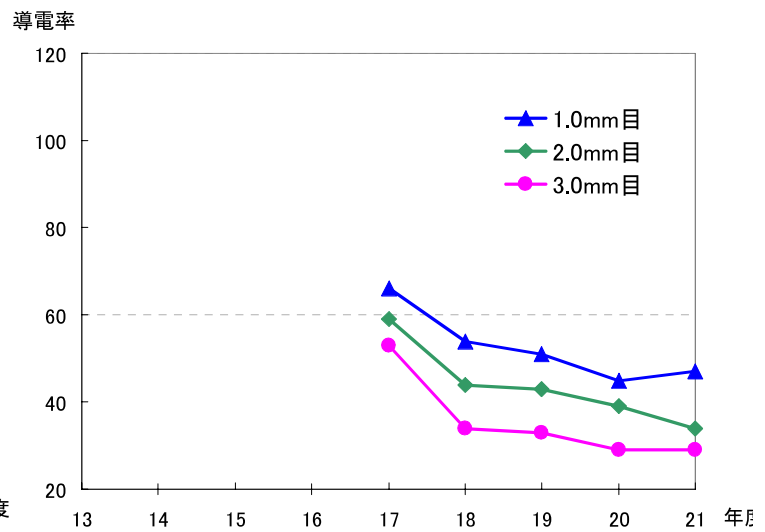
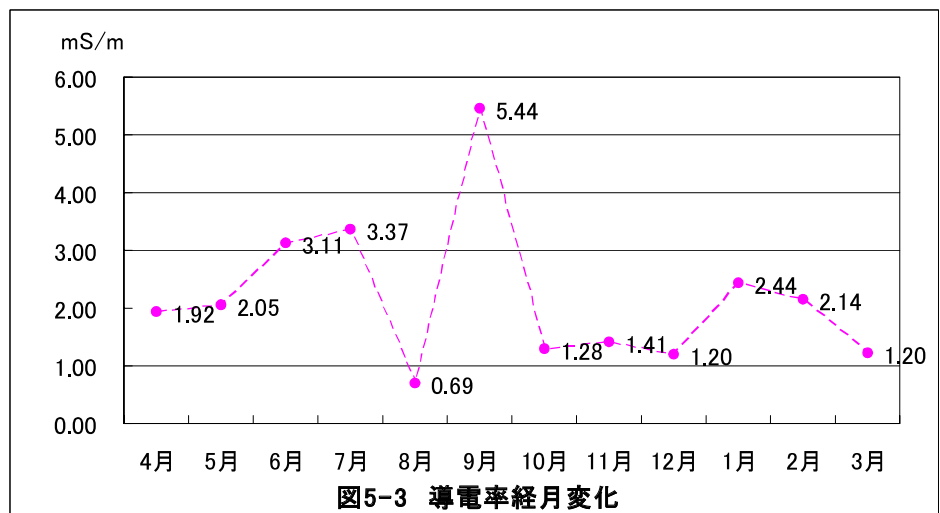
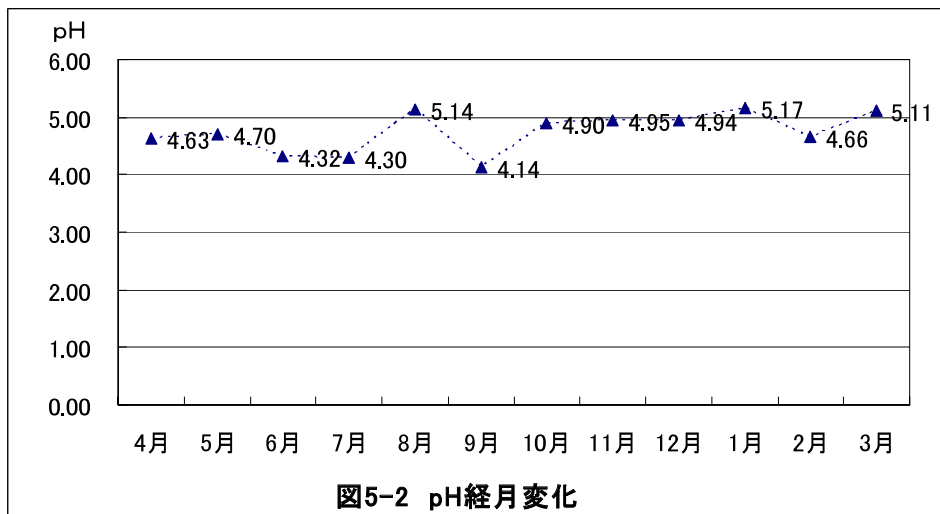
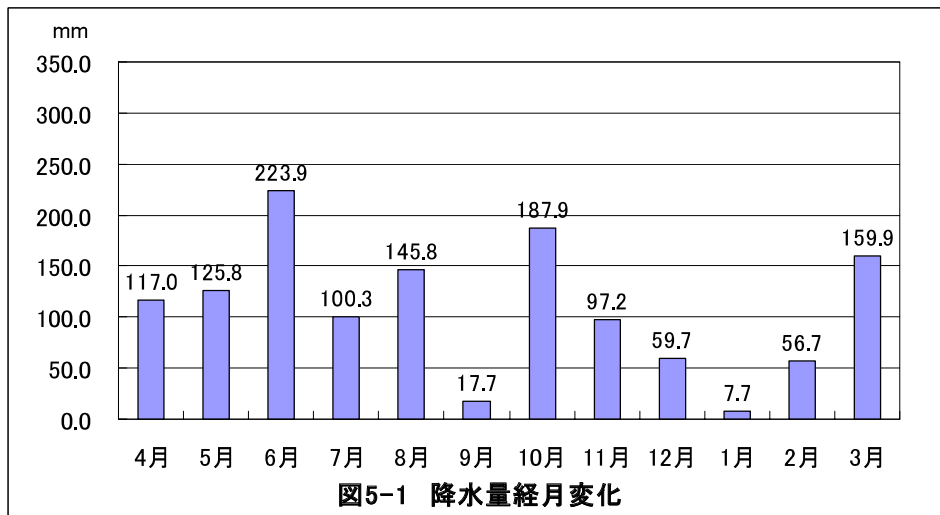


図4-6 初期降雨の導電率経年変化(岩槻測定局)

### ⑤月別湿性沈着量（さいたま市役所のみ）

さいたま市役所では、降雨中のイオン分析等を行う湿性沈着モニタリングを実施しています。

図5-4に酸性雨に大きく寄与する4イオンの濃度グラフを示しました。9月および1月が濃度が高くなっていますが、雨量が少ないことから、沈着量としては少なくなっています。



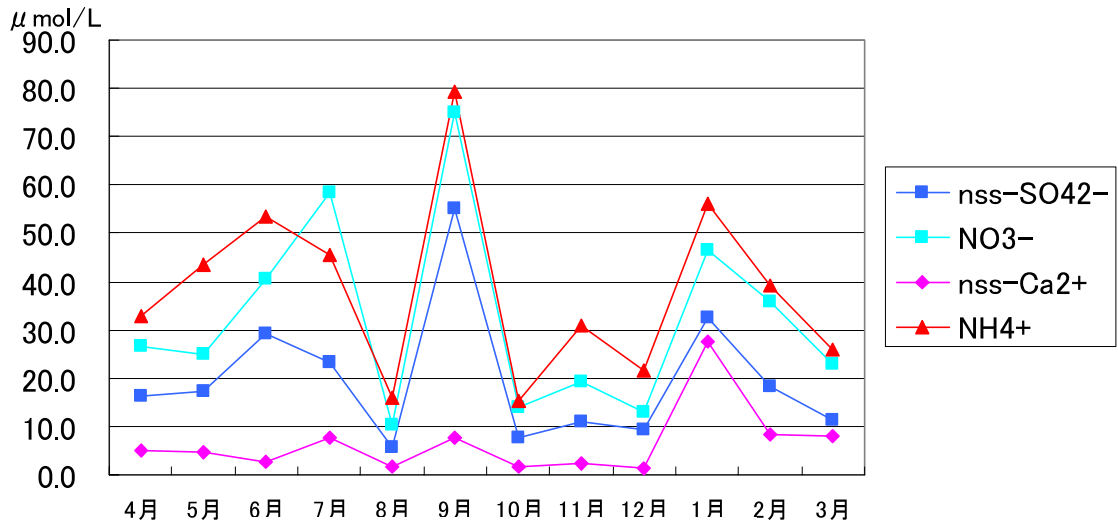


図5-4 主なイオン濃度の経年変化

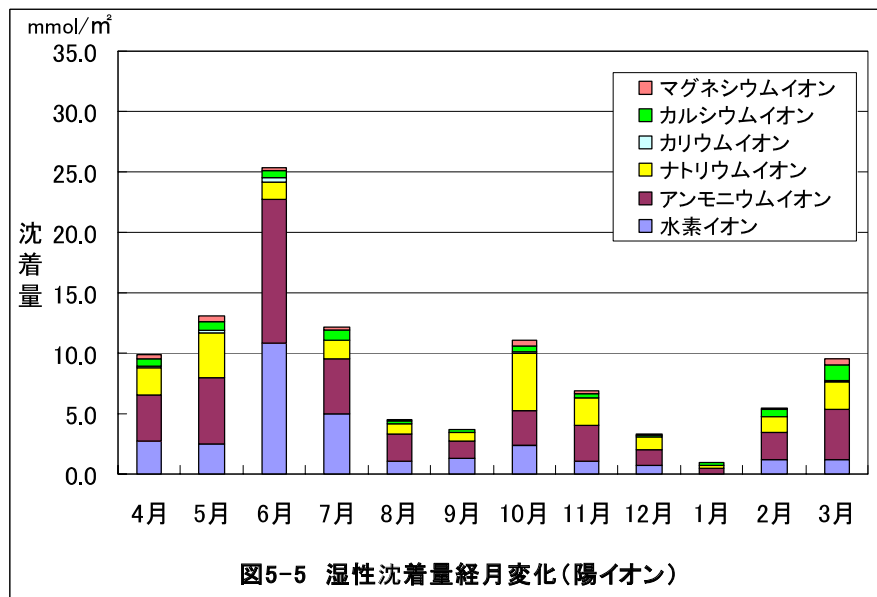


図5-5 湿性沈着量経月変化(陽イオン)

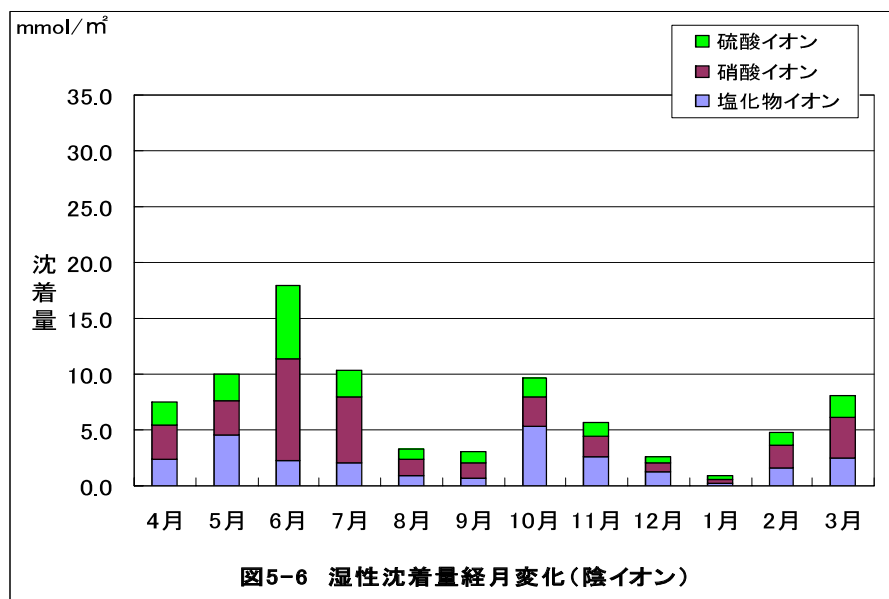


図5-6 湿性沈着量経月変化(陰イオン)

## 資料 (用語関係)

### (1) 酸性雨

正常な状態での雨は、大気中の二酸化炭素が溶け込むことにより pH5.6 前後を示すことから、pH5.6 以下の雨を酸性雨といている。工場や自動車などから排出された二酸化硫黄や窒素酸化物が大気中で酸化され、雲に直接取り込まれたり雨水の落下過程で雨滴に取り込まれたりすることにより酸性雨が発生する。

### (2) 乾性沈着と湿性沈着

化石燃料の燃焼により、二酸化硫黄や窒素酸化物のガスが大気中に放出され、輸送される間に酸化され、硫酸や硝酸に変換される。これらの酸が乱流拡散により、風に乗ったまま地上に沈着する乾性沈着と雨や雪に溶け込んだ形で沈着する湿性沈着がある。乾性沈着と湿性沈着は同程度の沈着量があるとされている。しかし、実際には酸性雨を考える場合に湿性沈着しか考えられていない。

### (3) pH

水素イオン濃度指数。中性の水で pH7 であり、酸性になると 7 よりも小さく、アルカリ性溶液では 7 よりも大きくなる。

### (4) 導電率

電気伝導率ともいう。水中での電気の伝わり易さを示し、一般にイオン濃度が高くなると導電率が高くなる。単位は  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

### (5) 塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

主に海塩由来の成分である。

### (6) 硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

海塩、火山から排出される硫化水素、化石燃料の燃焼によって発生する二酸化硫黄に由来する成分である。海塩由来成分はほぼ中性塩であり、酸性化には寄与しない。そこで硫酸として酸性成分となる非海塩由来成分 (non-sea salt: nss-) として nss- $\text{SO}_4^{2-}$  が用いられる。

### (7) 硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ )

主に化石燃料の燃焼によって発生する窒素酸化物に由来する成分であり、硝酸として酸性成分となる。

### (8) アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ )

肥料や糞尿などから発生するアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) が酸性成分と反応すると中和してアンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) となる。降水中では酸性雨を中和するが、土壌中では微生物などの活動によって硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) になり土壌を酸性化する。

(9) ナトリウムイオン ( $\text{Na}^+$ )

主に海塩由来の成分である。 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ などの海塩由来の割合を算出するのに用いられる。

(10) カリウムイオン ( $\text{K}^+$ )

海塩や化石燃料、鳥の糞や植物の葉に由来する。濃度が高い場合は試料が鳥の糞や植物の葉などにより汚染されていることが疑われる。

(11) カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

海塩、土壌、黄砂、道路粉じん等に由来する成分である。海塩由来成分はほぼ中性塩であり、酸性化や中和には寄与しない。そこで酸を中和するアルカリとして降水に含まれる成分を考え、非海塩由来成分 (non-sea salt: nss-)  $\text{nss} \cdot \text{Ca}^{2+}$ が用いられる。

(12) マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

主に海塩由来の成分である。 $\text{Na}^+$ が海塩由来成分であることをチェックするため、 $\text{Na}^+$ と  $\text{Mg}^{2+}$ の比がチェックされる。