

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、酸性雨自動測定装置等を用いて、酸性雨の実態調査を開始しました。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。

湿性沈着モニタリング調査では、硫酸や硝酸等に変化した汚染物質が水滴に溶解込み、雨や雪、霧として地上に戻ってくるプロセスを利用して、雨水を採取し、調査を実施しています。このとき、硫酸イオンや硝酸イオンが多く溶解していると雨水は強い酸性を示すことから、酸性度の評価も行えます。現在は、酸性雨自動測定装置を廃止し、湿性沈着モニタリング調査にて酸性雨の調査を実施しています。

2 調査方法

(1) 調査地点



図 1 湿性沈着測定位置図

(2) 測定項目

湿性沈着モニタリング：降雨中の pH、電気伝導率 (EC)、降水量、
陽イオン 5 項目、陰イオン 3 項目

(3) 測定方法

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

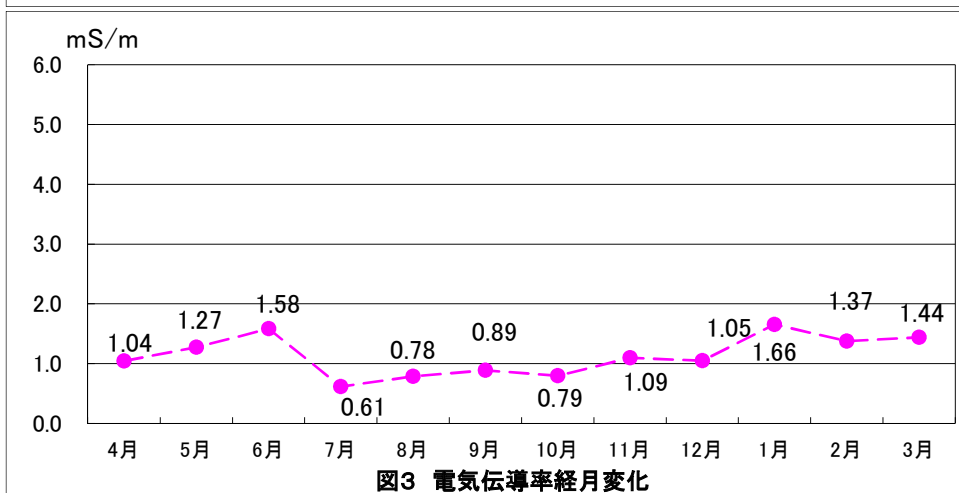
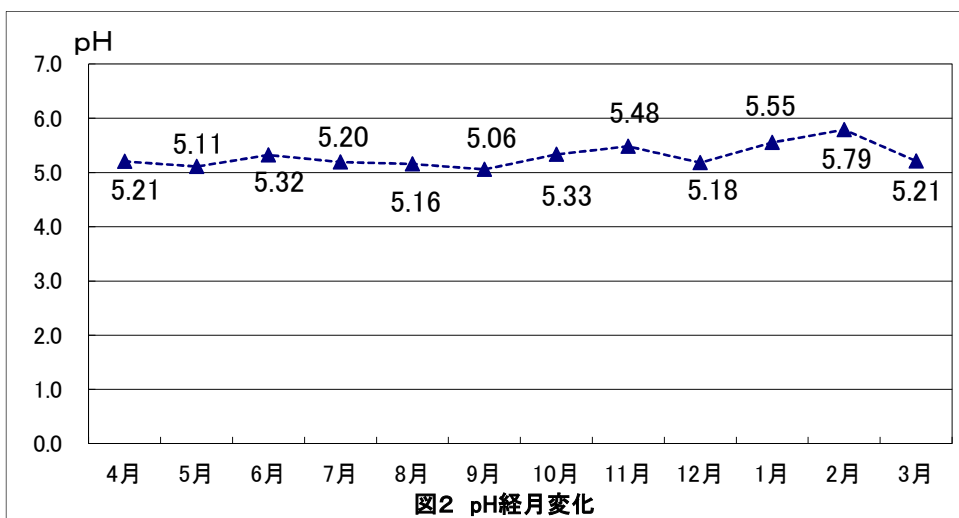
採水：常時 (降雨時)

分析：各月ごと

3 測定結果

(1) 月別 pH 及び電気伝導率

各月ごとに雨水を採取し、pH 及び電気伝導率の測定を行いました。pH の年間平均値は 5.18、最大値は 5.79 (2月)、最小値は 5.06 (9月) でした。



(2) pH 経年変化

令和3年度まで酸性雨計にて測定していた酸性雨(pH4.0以下)の割合の経年変化(図4)をみると、酸性雨(pH4.0以下)は0%となりました。

また、pHの年平均値は、昨年度から横ばいとなっています(図5)。本市の令和4年度の年平均値はpH5.18ですが、現在、環境省ホームページで公開されている最新のデータである令和3年度酸性雨調査結果によると、酸性雨の全国における年間平均はpH5.04であり、本市の方がやや酸性度が低い結果となっています。

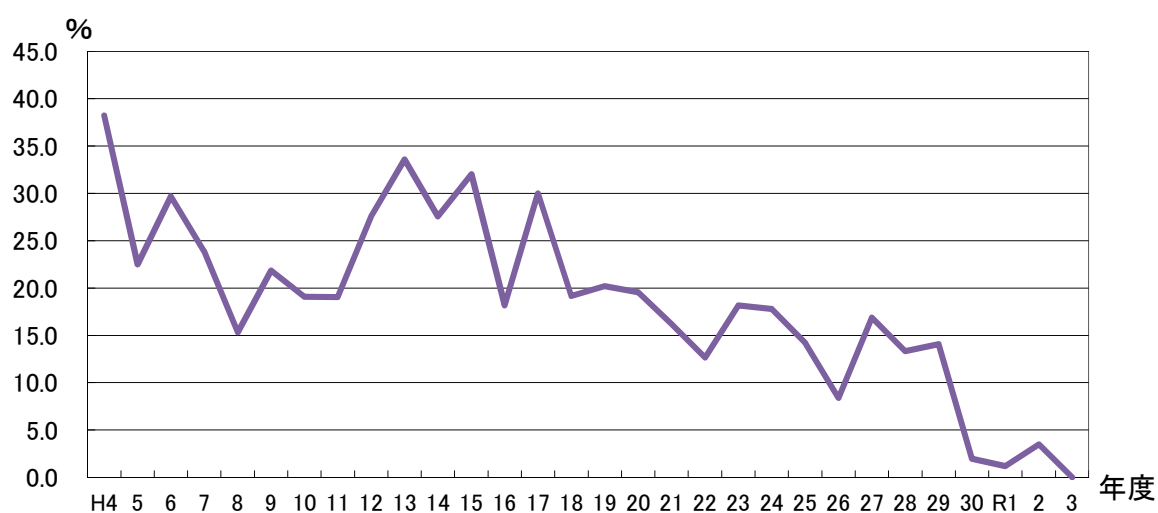


図4 全降雨測定回数に占める酸性雨(pH4.0以下)の割合の経年変化

※令和3年度末に調査終了(酸性雨計廃止のため)

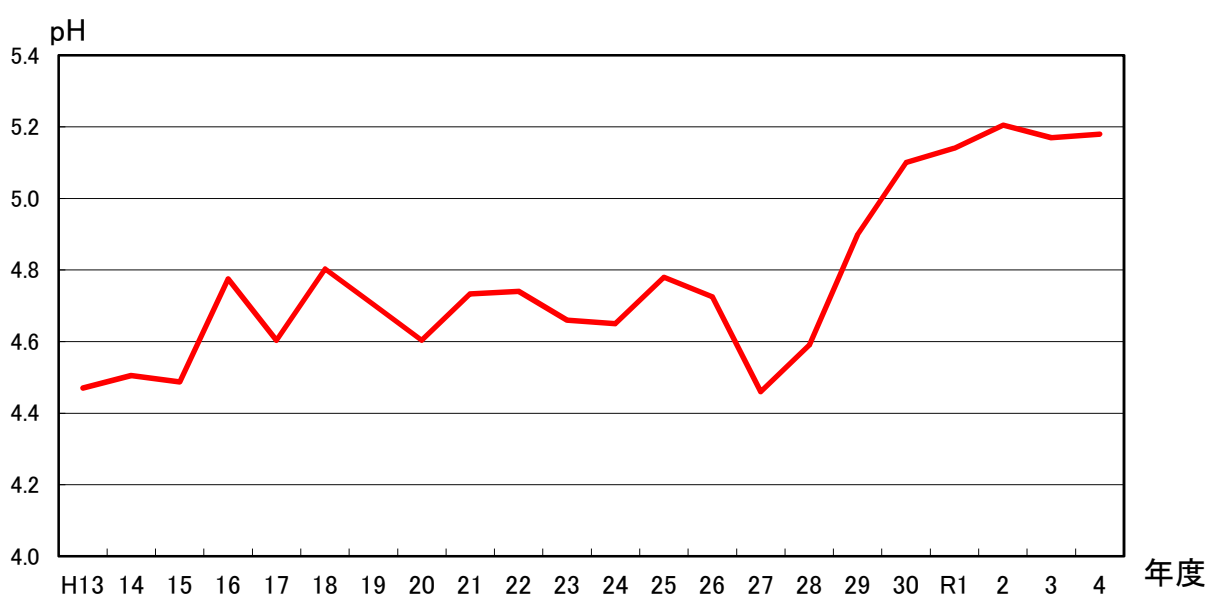


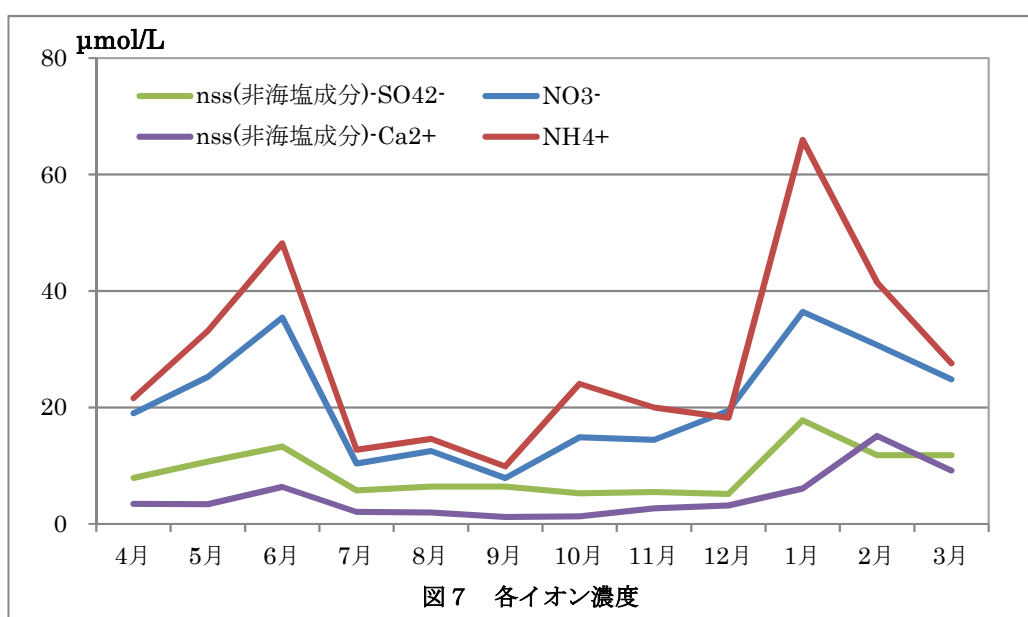
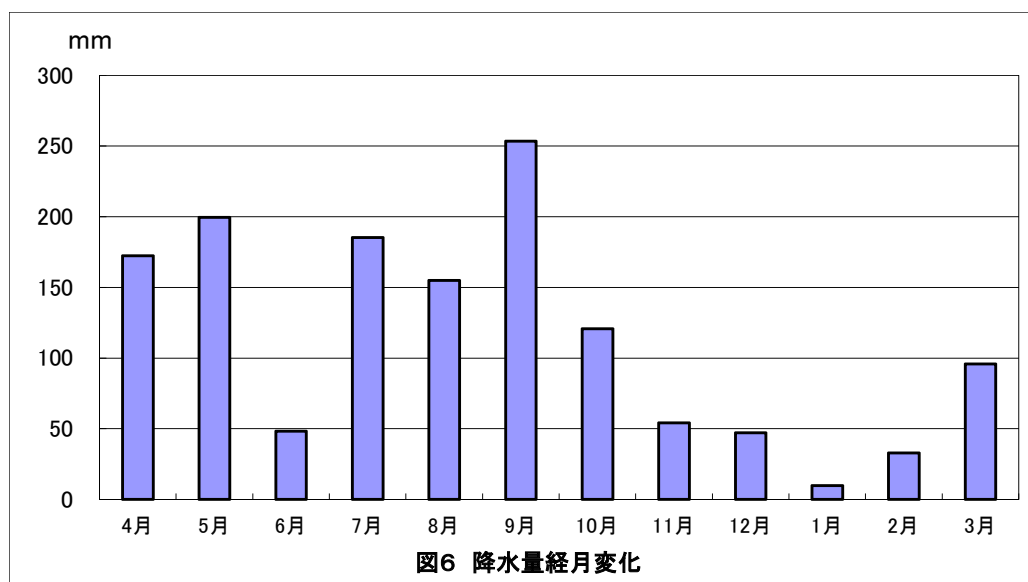
図5 年間平均pHの経年変化

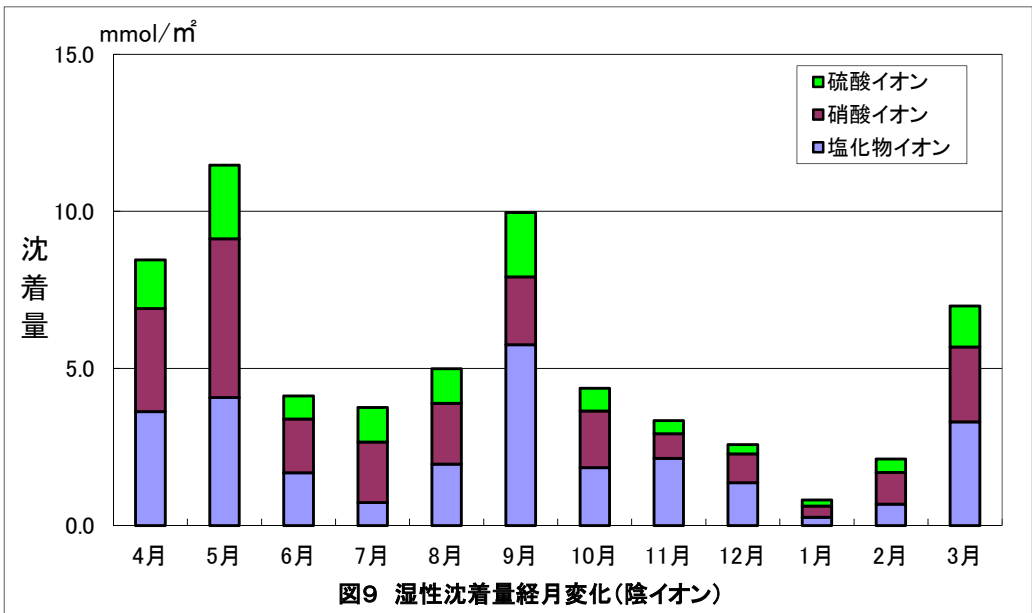
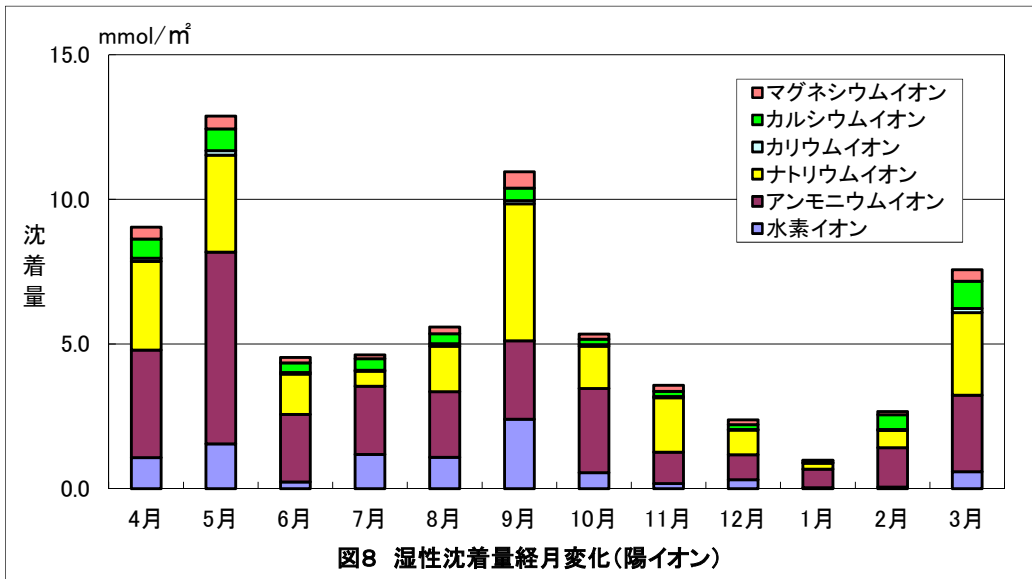
※令和3年度までは酸性雨計での平均値
令和4年度以降は湿性沈着モニタリング調査での平均値

(3) 月別湿性沈着量

降雨中のイオン分析調査では、酸性雨に寄与するイオンの濃度を測定しています。図7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。

6月及び1月にアンモニウムイオン及び硝酸イオンの濃度が高くなっています。これは図8及び図9より、アンモニウムイオン (NH_4^+) 及び硝酸イオン (NO_3^-) の沈着量が上半期に多くなっているため、沈着量の影響を受けて6月の濃度が高くなったものと考えられます。また、1月は、図6より、降水量が少ないにもかかわらず高濃度となっていました。湿性沈着では、雨が落ちてくる過程で空気中の汚染物質が溶解するため、降雨初期の濃度が高くなるのが考えられます。つまり、短時間かつ少量の降雨が積み重なることで、イオン濃度が高値となるのが推察されます。





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、pH 5.6 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 $\mu S/cm$ 。

5 塩化物イオン (Cl^-)

主に海塩由来の成分である。

6 硫酸イオン (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- SO_4^{2-} が用いられる。

7 硝酸イオン (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 (NH_4^+)

肥料や糞尿などから発生するアンモニア(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 (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 (NO_3^-) になり土壌を酸性化する。

9 ナトリウムイオン (Na^+)

主に海塩由来の成分である。 SO_4^{2-} 、 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 (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 (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-) nss- Ca^{2+} が用いられる。

12 マグネシウムイオン (Mg^{2+})

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