

岡山県における酸性雨に関する研究

On the study of acid rain in Okayama prefecture

○小林 寛子*、石井 猛**、前原 正*、濱上 斎*、森田 淳一*、
HIROKO KOBAYASHI* TAKESHI ISHII** TADASHI MAEHARA* ITSUKI HAMAUE* JUNICHI MORITA
永田 真史*、西山 成実*、赤田 陽介*、峯 真司*、西 健次郎*
SHINJI NAGATA* NARUMI NISHIYAMA* YOSUKE AKADA* MASASHI MINE* KENJIRO NISHI*

*岡山理科大学工学部応用化学科／〒700-0005 岡山市理大町 1-1
Department of applied chemistry, Okayama University Of Science/
1-1 Ridai-cho, Okayama 700-0005 Japan

**岡山理科大学教授・工学博士／〒700-0005 岡山市理大町 1-1
Professor at Okayama University of Science, Okayama University Of Science/
1-1 Ridai-cho, Okayama 700-0005 Japan

Abstract

Acid rain have become the object of public attention as environmental problems on the earth, and it have been reported that lakes and marshes are become acid, forests are been dead, cultural assets are vandalized by it.

So we have analyzed the density of included ion component, and acidity of rain to prevent to be damaged by acid rain. And we measure the density of NO_x and the direction of the wind, we report findings.

Key words: Acid Rain, density of included ion component

1. 緒言

酸性雨は、地球の温暖化、成層圏オゾン層破壊などととも地球環境問題の一つとして世界中で注目されている。しかも、酸性雨はすでに湖、森林、文化財などに被害が出ていることもあり、われわれの最も身近な環境汚染問題として、多くの人が関心をもっている。湖沼や河川や森林などの自然生態系の中には多種多様な生物が分布し食物連鎖・食物網などで結ばれ、それぞれのライフサイクルを全うしている。酸性雨は、自然生態系を構成する生物とそこで行われる物質代謝に様々な影響・被害を与えている。酸性雨とは、化石燃料などの燃焼に伴い、硫黄酸化物や窒素酸化物が、

環境大気中に放出され、これが上空で移動する間に酸化されて硫酸や硝酸となり、強い酸性を示す雨として降下する現象のことである。石炭や石油の燃焼に伴う酸性物質の排出は、埋蔵されたその量を考えると、今後数十年、百年あるいはそれ以上にわたって継続する可能性も否定できない。酸性雨の定義としては、一般的にpHが5.6以下の降水が酸性雨とされている。pH5.6と言う値は360ppm(現在の大気中での濃度レベル)の二酸化炭素以外に水を酸性にする物質を含まない理想的な空気を考え、純水がこれを十分に溶かしこんだ時のpHとして計算された数値である。ところが、酸とアルカリの中和と言う現象を考えてみた場合、降水があるpH、たとえばpH5.6を示したとしても、

降水中の酸とアルカリの濃度がともに非常に低いので pH5.6 を示す場合と、それぞれの濃度は低くはないがたがいに中和した結果 pH5.6 になった場合は同一に扱うことは出来ない。このようにして試みていくと、酸性雨の基準となる定数としての pH を定めることは大気化学的に不可能である。したがって、前に述べた pH5.6 以下の雨を酸性雨として限定するのは適当でなく、pH は酸性雨に関するひとつの目安に留めておくのがよいと思われる。pH の値は単独で論じるものではなく、陽イオン、陰イオン両方のイオン組成や各イオンの沈着量などを併せて降水化学を考察すべきである。

著者らは、この点に着目し酸性雨の原因物質を考察することを目的とし、学内に酸性雨ろ過式採取装置を設置した。この採取した降水の pH、含有イオンを風向ならびに大気中の窒素酸化物などと比較検討し、研究を行った。

2. 実験方法

2. 1 測定期間

1998年1月～1998年12月

2. 2 測定場所

岡山理科大学 12号館 4階ピロティ

2. 3 実験装置

①酸性雨ろ過式採取装置（1988年環境庁 pHマニユアルに準拠：宮本理研製 RS-20型）

装置図を第1図に示す。直径20cmのテフロン漏斗で降水を採取し、0.45 μ mのろ紙を取り付けたろ過装置でゴミなどを除去し、採取タンクに取り込む。一雨毎の採取に用いる。

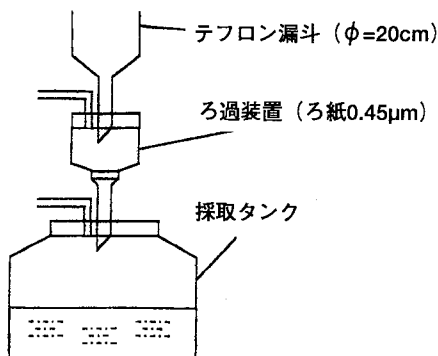


図1 酸性雨自動ろ過式採取装置

② 窒素酸化物自動測定機（紀本電子工業製 AR-102 SN）

装置図を第2図に示す。岡山理科大学 12号館 4階実験室に設置し、テフロンチューブを窓から外に出し、テフロンロートから大気中の窒素酸化物を直接採取する。

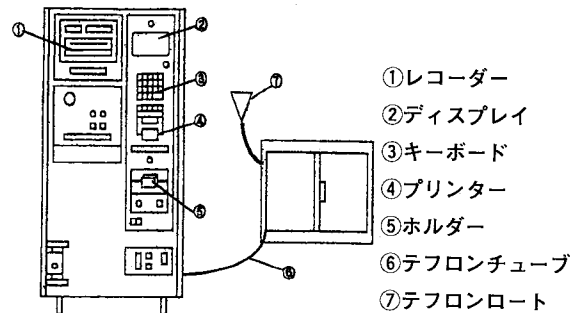


図2 窒素酸化物自動測定機

③ 風向風速計（金剛測機製 SP-500）

この装置は、12号館屋上に鉄塔を設けその最上部に風向風速発信器を取り付け、風向風速ユニットと電線にて接続する。

2. 4 分析装置

① pHメーター（堀場社製 DY14型）

② イオンクロマトグラフィー（以下ICと記す。）

陰イオンクロマトグラフィー（横河製 IC-500S型）

陽イオンクロマトグラフィー（横河製 IC-7000型）

3. データ処理

3. 1 降水量：降水量は、次の式で求めた。

$$R_i = R / 10\pi$$

$$R_i = \text{降水量 (mm)}$$

$$R = \text{採取した降水 (ml)}$$

$$10 = \text{漏斗の半径 (cm)}$$

3. 2 風配の算出法

風向は、10分毎の移動平均値（定時以前10分前の平均値）を記録し、毎正時の値を用いた。本実験では、月別の風向の頻度を百分率で表示した。

4. 結果

1998年の総降水量は、915.36mm、月平均降水量は、76.28mm、11月に最低降水量3.50mm、10月に最高降水量158.91mmであった。降水量とpHの経月変化を第3図に示した。pHは、4月に最低値4.5、12月に最大値6.3であった。また、9月と12月については、pHが5.6以上であった。

採取した降水イオン成分濃度を陽イオンは、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 K^+ の5種類、陰イオンは SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- の3種類についてイオンクロマトグラフィーで分析した。分析した結果をpHの経月変化とともに第4図に示した。イオン成分濃度は、1月から8月のイオン成分濃度まではほぼ一定であったが、9月のイオン成分濃度から著しく変化し、10月に減少し、11月に急激に増加した。

大気中の一酸化窒素濃度は、9月に最低値0.58ppbを示しpH5.90、12月に最大値15.68ppbを示しpH6.3であった。二酸化窒素濃度は、1月に最小値1.70ppbを示し、pH4.85、12月に最大値15.68ppbを示しpH6.30であった。大気中の一酸化窒素と二酸化窒素とpHの経月変化を第5図に示した。

岡山県における風向は、月別の風向頻度を百分率で表示し、第6図に示した。一年間を通して、東北東の割合が高く、南向きの割合が低かった。東北東の風の割合が高いときには、pHが低い傾向があった。

5. 考察

図5から大気の一酸化窒素と二酸化窒素が雨の酸性化に与える影響は、含有イオン成分が与える影響に比べると、低いと推測された。また、10月から12月において一酸化窒素と二酸化窒素が急激に増加したのは、昨年の10月頃から学内において工事が行われたためだと推測された。また、第6図から風向によっては、pHに影響を及ぼすことが考察された。

そこで、第7図の降水量とイオン成分濃度とpHの変化から1998年の8月から12月までの5ヶ月間においてイオン成分濃度が急激に変化したことに着目し、降水量およびイオン成分濃度がpHにもたらす影響について考察した。10月のイオン成分濃度が急激に減少しているのは、台風10号の影響で降水量が増加した

ためだと推測された。次に、8月から9月においてpHが上昇したのは、ほとんどのイオン成分濃度が2倍前後増加しているのに対して、陽イオンである Ca^{2+} が3.4倍、 Mg^{2+} が4.3倍に増加したためだと推測された。9月と10月においてpHが下降したのは、ほとんどのイオン成分濃度が減少していたが、陽イオンの Ca^{2+} が一番減少したためだと推測された。10月から11月においてpHが上昇したのは、陰イオンも陽イオンも増加していた中で、陰イオンは5倍程度の増加であったのに対して、 Ca^{2+} が20.8倍も増加していたためだと推測された。11月から12月においてpHが上昇したのは、どのイオン成分濃度もほぼ同じくらい減少していたが、中でも陰イオンである塩化物イオンが一番減少したからだと推測された。

以上のことから Ca^{2+} は11月から12月を除いたpH変化の原因物質となっていることから、岡山県のpH変化は、 Ca^{2+} の増減が大きな要因となっていることが考察できた。

6. 結語

著者らは、着目した5ヶ月間について、降水量は、イオン成分濃度に影響を及ぼしていると考察でき、また、 Ca^{2+} の濃度と風向が、降水のpHに影響を及ぼしていると考察できた。しかし、酸性雨は、大気汚染によって引き起こされるため、改善策が非常に難しいのが現状である。硫酸や硝酸の排出量を削減するためにも、ゴミや電気の無駄遣いを無くすなど身近な努力から始めることが必要だと実感した。

参考文献

- 1) 谷山哲郎著者：恐るべき酸性雨、合同出版（1989年）p.25～28
- 2) 村山健太郎著者：酸性雨と酸性霧、裳華房（1993年）p.9～47
- 3) 二宮洗三、新田尚、山岸米次郎編者：図解気象の大百科、オーム社（1997年）p.400～416
- 4) 溝口次男編著：酸性雨の科学と対策、日本環境測定分析協会（1994年）p.14～15
- 5) 進藤勇治編著：地球環境セミナー—3 地球を包む大気、オーム社（1993年）p.61～77

- 6) 亀山孝之発行者：雨を調べる、コープ出版（1993年）p.8~20
- 7) 植田和弘監修：地球環境キーワード、有斐閣双書（1994年）p.138~139

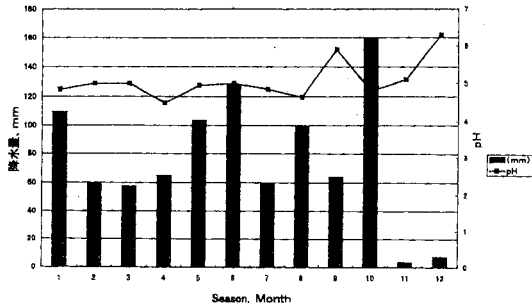


図3 降水量とpHの経月変化

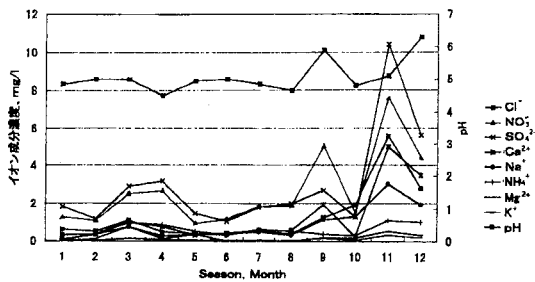


図4 イオン成分濃度とpHの経月変化

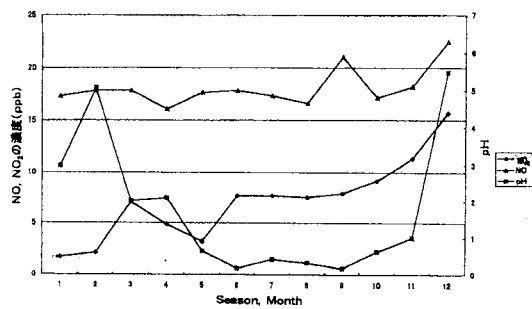


図5 pHとNOとNO₂の経月変化

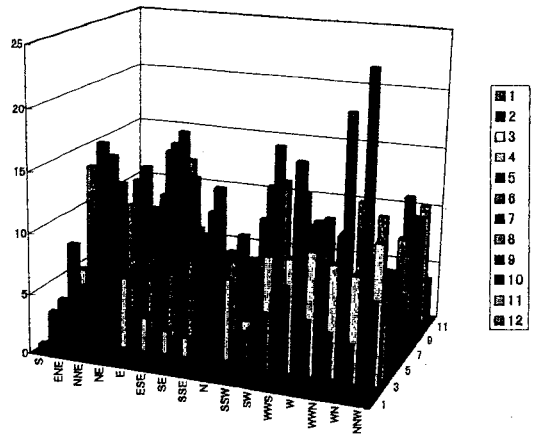


図6 岡山県における風向割合の経月変化

→ 図7 貼り付け

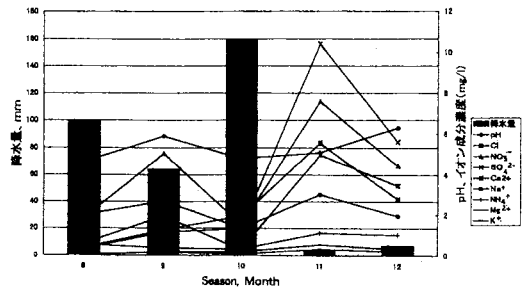


図7 降水量とイオン成分濃度とpHの変化