

## 第 5 章 酸性雨 調 查 結 果

## 第 5 章 酸性雨調査結果

本県では、降水の性状を明らかにし、併せて酸性雨発生機構解明の基礎資料を得て酸性雨対策に資するため、昭和58年度から継続して石川県における降水の化学組成の調査を実施してきた。

また、酸性雨現象は広域的、かつ局地的な大気汚染でもあるため全国環境研協議会の全国共同調査に参画し、県の行政区域を超えた地域の評価も行ってきた。

### 1 調査目的

降水中に存在する各種イオン成分の測定を行うことによって、雨の化学成分組成、イオンバランス等を明らかにし、酸性雨発生機構解明の基礎資料を得ることを目的とする。

### 2 調査地点及び調査期間

調査地点及び調査期間は表5-1のとおりで、平成15年度は前年度に引き続き太陽が丘測定点（金沢市）と鳥越測定点（石川郡吉野谷村吉野地内）の2地点で通年調査を実施した。

表 5 - 1 調査地点

| 調査地点 | 所在地                | 設置場所                   | 区分    | 調査期間                     |
|------|--------------------|------------------------|-------|--------------------------|
| 鳥越   | 石川郡吉野谷村<br>字吉野壬89  | 松任石川広域事務組合<br>白山消防署敷地内 | 1週間降水 | 平成15年4月1日～<br>平成16年3月31日 |
| 太陽が丘 | 金沢市太陽が丘<br>1丁目11番地 | 石川県保健環境<br>センター屋上      | 1週間降水 | 平成15年4月1日～<br>平成16年3月31日 |

### 3 調査方法

(1) 1週間降水 自動雨水採水器を用い、1週間に1回降水を採取した。

(2) 測定項目及び測定方法

表5-2のとおりである。

### 4 調査結果

1週間降水のpH、EC及び降水成分分析結果は、表5-3のとおりであった。

pHは、環境省の第4次酸性雨対策調査（平成10～12年度）及び平成13～14年度の5年間の全国平均値（pH4.78）<sup>注）</sup>と比べてやや低めであった。

降水酸性化の指標となる非海塩由来硫酸イオン濃度と硝酸イオンについては、前者が全国

平均値 (13.3  $\mu\text{mol/L}$ )<sup>注)</sup> の 4 ~ 5 割程度高く、後者も全国平均値 (13.3  $\mu\text{mol/L}$ )<sup>注)</sup> より 6 ~ 7 割高めであった。

一方、降水酸性化を抑制する指標となるアンモニウムイオンと非海塩由来カルシウムイオンについては、前者が全国平均値 (15.5  $\mu\text{mol/L}$ )<sup>注)</sup> より 3 割ほど高めであり、後者は全国平均値 (4.4  $\mu\text{mol/L}$ )<sup>注)</sup> とほぼ同程度であった。

ただし、降水の pH やイオン成分濃度年平均値は、その年の気象条件による変動が大きく、上記の比較は同一年度ではないので注意が必要である。

精度管理については、イオンバランス、電気伝導率の計算値と実測値を検討し、概ね妥当な結果を得ている。

---

注) 環境省・酸性雨対策検討会：酸性雨対策調査総合取りまとめ (平成 16 年 6 月) より引用した。

表5 - 2 測定項目及び測定方法

| 区 分   |       | 測 定 項 目                                  | 測 定 方 法     |
|-------|-------|--|-------------|
| 1週間降水 | 水溶性成分 | pH                                       | ガラス電極法      |
|       |       | EC (電気伝導率)                               | 電気伝導率計による方法 |
|       |       | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (硫酸イオン)    | イオンクロマトグラフ法 |
|       |       | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (硝酸イオン)     | 〃           |
|       |       | Cl <sup>-</sup> (塩化物イオン)                 | 〃           |
|       |       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (アンモニウムイオン) | イオンクロマトグラフ法 |
|       |       | Ca <sup>2+</sup> (カルシウムイオン)              | 〃           |
|       |       | Mg <sup>2+</sup> (マグネシウムイオン)             | 〃           |
|       |       | K <sup>+</sup> (カリウムイオン)                 | 〃           |
|       |       | Na <sup>+</sup> (ナトリウムイオン)               | 〃           |

表5 - 3 pH、EC及び降水成分濃度の概要

|  | 鳥 越                 |        |      | 太 陽 が 丘             |        |      |
|--|---------------------|--------|------|---------------------|--------|------|
|  | 平均値                 | 最高値    | 最低値  | 平均値                 | 最高値    | 最低値  |
| 降水量 (mm)                                   | 2,952 <sup>1)</sup> | 167.0  | 0.0  | 2,686 <sup>1)</sup> | 182.0  | 0.0  |
| pH   | 4.51                | 5.40   | 4.07 | 4.47                | 5.20   | 4.01 |
| EC (μS/cm)                                 | 37.7                | 203.0  | 6.0  | 41.9                | 198.4  | 5.6  |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μmol/L)     | 26.1                | 157.0  | 3.7  | 27.8                | 142.8  | 3.9  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μmol/L)      | 21.3                | 127.6  | 5.2  | 22.3                | 102.9  | 4.0  |
| Cl <sup>-</sup> (μmol/L)                   | 133.4               | 1239.3 | 1.2  | 156.0               | 1112.5 | 1.3  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (μmol/L)      | 19.7                | 122.9  | 2.1  | 20.8                | 113.6  | 3.2  |
| Ca <sup>2+</sup> (μmol/L)                  | 6.6                 | 118.1  | 0.7  | 7.1                 | 106.6  | 0.6  |
| Mg <sup>2+</sup> (μmol/L)                  | 13.9                | 122.6  | 0.3  | 16.2                | 112.6  | 0.2  |
| K <sup>+</sup> (μmol/L)                    | 5.6                 | 26.9   | 0.5  | 4.6                 | 23.5   | 0.4  |
| Na <sup>+</sup> (μmol/L)                   | 119.2               | 1137.6 | 2.9  | 138.0               | 996.5  | 2.6  |
| H <sup>+</sup> (μmol/L)                    | 31.1                | 85.1   | 4.0  | 34.0                | 97.7   | 6.3  |
| nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μmol/L) | 19.0                | 133.0  | 3.5  | 19.4                | 121.0  | 3.7  |
| nss-Ca <sup>2+</sup> (μmol/L)              | 4.1                 | 111.7  | 0.6  | 4.1                 | 98.8   | 0.1  |

- (注) 1 降水量は、降水採取器の貯水量から換算した値であり、平均値欄の数値は年間値である。  
 2 pHの平均値は、水素イオン濃度に換算した上での降水量(貯水量換算値)重み付き算術平均値、その他の項目は降水量(同)重み付き算術平均値である。  
 3 nss-(non sea salt)SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>: 海塩由来のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>を除いたSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量  

$$[nss-SO_4^{2-}] = [SO_4^{2-}] - 0.0601 [Na^+] \text{ (海塩中の} SO_4^{2-}/Na^+ = 0.0601 \text{)} \text{ (単位はモル濃度)}$$
  
 4 nss-(non sea salt)Ca<sup>2+</sup>: 海塩由来のCa<sup>2+</sup>を除いたCa<sup>2+</sup>量  

$$[nss-Ca^{2+}] = [Ca^{2+}] - 0.0218 [Na^+] \text{ (海塩中の} Ca^{2+}/Na^+ = 0.0218 \text{)} \text{ (単位はモル濃度)}$$

## 5 pHの経年変化

1週間降水のpH年平均値、最高・最低値の経年変化を表5 - 4及び図5 - 1に、年間降水量の推移を図5 - 2に示した。

pH年平均値は昭和58年の測定開始以来、平成15年度は最も低い値となった。しかし、pHは降水量の多少によって変動し、降水量の少ない年にはやや低い値を、多い年にはやや高い値を示す傾向があり、今後の推移を見守る必要がある。

表5 - 4 一週間降水のpHの年平均値

| 年 度  | 鳥 越  |     |     | 金 沢  |     |     |
|------|------|-----|-----|------|-----|-----|
|      | 年平均値 | 最低値 | 最高値 | 年平均値 | 最低値 | 最高値 |
| 昭和58 | 4.84 | 4.4 | 6.7 | 4.73 | 4.4 | 6.7 |
| 59   | 4.82 | 4.2 | 6.5 | 4.71 | 4.0 | 6.1 |
| 60   | 4.77 | 4.2 | 6.6 | 4.65 | 4.1 | 6.3 |
| 61   | 4.69 | 4.3 | 6.9 | 4.54 | 4.2 | 6.5 |
| 62   | 4.71 | 4.0 | 6.3 | 4.63 | 3.7 | 5.7 |
| 63   | 4.74 | 3.8 | 6.6 | 4.74 | 4.2 | 6.5 |
| 平成元  | 4.69 | 4.1 | 6.0 | 4.62 | 4.1 | 5.6 |
| 2    | 4.72 | 4.3 | 5.5 | 4.62 | 4.1 | 5.2 |
| 3    | 4.59 | 4.1 | 6.3 | 4.53 | 4.0 | 6.1 |
| 4    | 4.63 | 4.1 | 5.8 | 4.54 | 3.9 | 6.0 |
| 5    | 4.74 | 4.1 | 7.0 | 4.68 | 3.9 | 7.0 |
| 6    | 4.60 | 4.2 | 6.4 | 4.58 | 4.2 | 6.7 |
| 7    | 4.66 | 4.0 | 6.5 | 4.62 | 4.0 | 6.5 |
| 8    | 4.63 | 3.8 | 6.2 | 4.61 | 3.9 | 6.6 |
| 9    | 4.69 | 3.7 | 6.7 | 4.63 | 3.9 | 7.4 |
| 10   | 4.74 | 4.3 | 7.2 | 4.71 | 4.2 | 6.4 |
| 11   | 4.68 | 4.1 | 6.6 | 4.62 | 4.1 | 6.3 |
| 12   | 4.67 | 4.1 | 7.1 | 4.60 | 4.0 | 7.3 |
| 13   | 4.59 | 3.9 | 7.2 | 4.50 | 3.9 | 7.5 |
| 14   | 4.58 | 4.0 | 5.6 | 4.52 | 3.8 | 5.3 |
| 15   | 4.51 | 4.1 | 5.4 | 4.47 | 4.0 | 5.2 |

- (注) 1 pHの年平均値は、水素イオン濃度換算後の貯水量重み付き算術平均値である。  
 2 この表の数値は、これまでに得られた知見(石川県衛生公害研究所年報第26号p.89-108参照)による補正を行った数値である。  
 3 金沢での測定点は、昭和58～平成4年度は三馬、平成5年度以降は太陽が丘である。

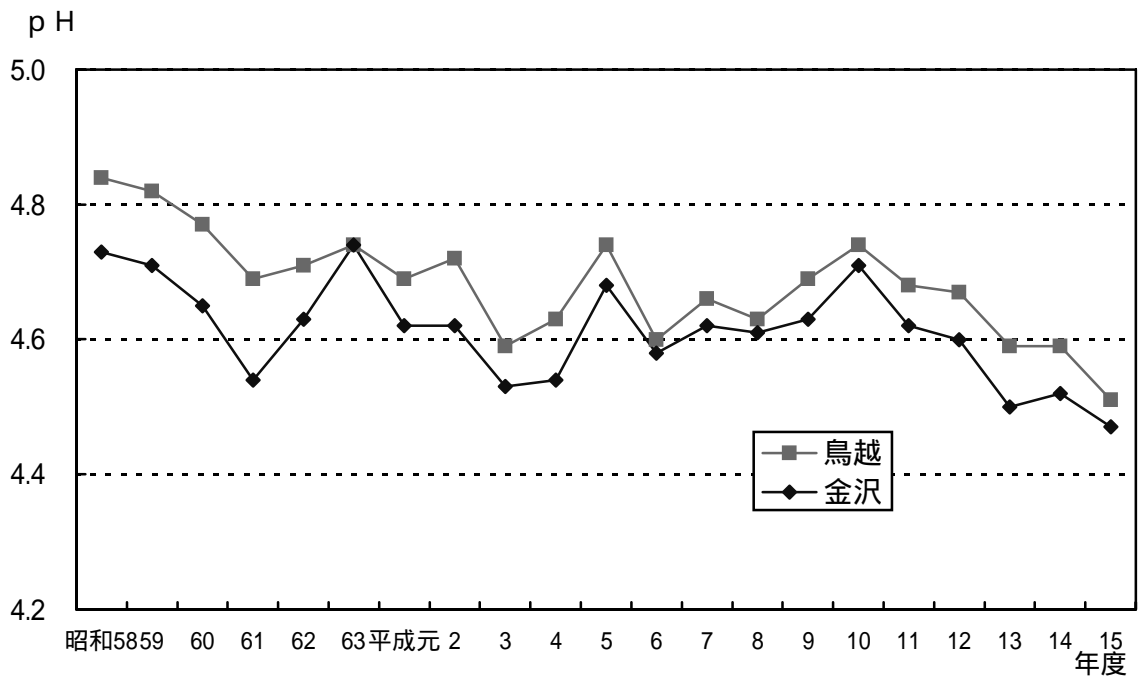


図5 - 1 1週間降水のpH(年平均値)の推移

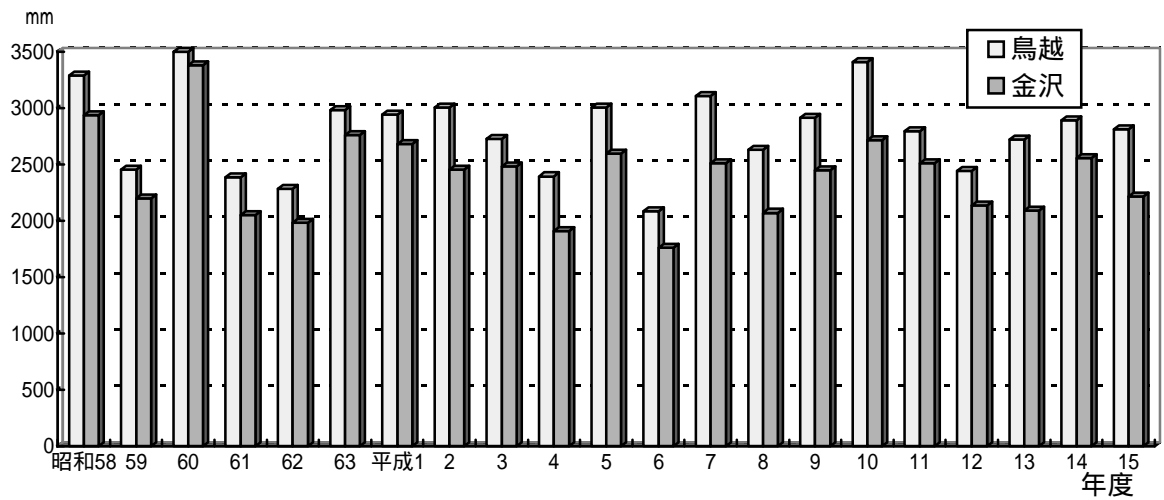


図5 - 2 気象官署における年間降水量の推移