

## 広島市における雨水成分調査(平成 24 年度)

## 環 境 科 学 部

## は じ め に

本市では、平成 3 年度(1991 年度)より全国環境研協議会が実施する酸性雨全国調査に参加し、平成 21 年度(2009 年度)から開始された第 5 次酸性雨全国調査に引き続き参加している。

今回、平成 11 年 10 月より導入した降水時開放型雨水採取装置を用いて、平成 24 年度に実施した雨水成分の調査結果について報告する。

## 方 法

## 1 調査地点

調査は広島市立伴小学校(安佐南区沼田町大字 伴 6153)の屋上にて実施した。その位置を図 1 に示す。

## 2 調査期間

平成 24 年 4 月 1 日～平成 25 年 3 月 31 日

## 3 調査方法

雨水の採取は、降水時開放型雨水採取装置(小笠原計器製作所 US-330 型、口径 20cm)を用い、「酸性雨等調査マニュアル」<sup>1)</sup>および「湿性沈着モニタリング手引書」<sup>2)</sup>に準じて 2 週間から 1 か月ごとに実施した。採取した雨水の分析項目を表 1 に示す。

なお、各分析項目の平均値(降水量は除く)は降水量で重み付けをした加重平均値として算出している。

## 結 果 と 考 察

平成 24 年度の結果を表 2-1、表 2-2 に示す。

なお、 $\text{SO}_4^{2-}$ および $\text{Ca}^{2+}$ は、海塩粒子に含まれて

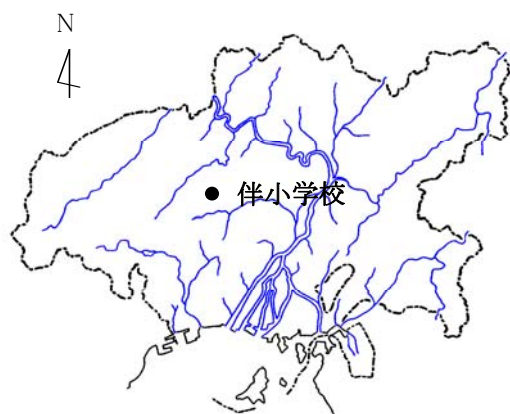


図 1 調査地点

表 1 分析項目および方法

| 分析項目                                                                                 | 分析方法        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 降水量                                                                                  | 採水量より算出     |
| pH                                                                                   | ガラス電極法      |
| 電気伝導率(EC)                                                                            | 導電率計        |
| $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ | イオンクロマトグラフ法 |
| $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{Cl}^-$                                 | イオンクロマトグラフ法 |

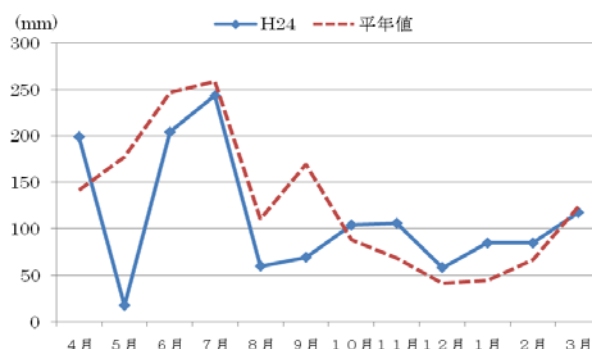


図 2 降水量

いる成分でもあり、人為的起源による影響を把握するために、海塩粒子の影響を除外した  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{nss-Ca}^{2+}$ を算出した。

## 1 降水量

平成 24 年度の降水量の測定結果を図 2 に示す。

図中の平年値は広島市の平年値(1981 年～2010 年：気象庁)<sup>3)</sup>である。

平成 24 年度の総降水量は 1,352.4mm で、平年値(1,537.6mm)よりやや少なかった。

平年値と比較した結果、4 月は平年値より多かったが、5 月、8 月、9 月はかなり少ない結果であった。

## 2 pH

平成 24 年度の月別 pH を図 3 に示す。



図 3 pH

月別の pH は 4.31～4.76 (年平均値：4.61) の範囲であり、降水量が少なかった 5 月は、最小値 4.31 であった。

年平均値は、既報<sup>4)</sup> (平成 12 年度～平成 23 年度) の範囲 (4.42～4.69) 内であった。

### 3 湿性沈着

#### (1) 成分濃度

降水中の成分のうち、pH 低下に関係する陰イオンは主に  $\text{SO}_4^{2-}$  および  $\text{NO}_3^-$  で、pH を高くする (酸を中和する) ことに関係する陽イオンは主に  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  である。

既報<sup>4)</sup> において、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  間に相関関係が認められたことから、この 3 成分について月別の濃度変化を図 4 に示す。

3 月の  $\text{NO}_3^-$  を除くと、3 成分とも同傾向の濃度変化であった。

#### (2) 海塩粒子の影響

$\text{SO}_4^{2-}$  および  $\text{Ca}^{2+}$  は、海塩粒子に含まれている成分であることから、その影響についての月別の結果を図 5 に示す。

$\text{Na}^+$  から換算される  $\text{SO}_4^{2-}$  への影響は 1～17% の範囲 (平均値 6%) であり、 $\text{Ca}^{2+}$  への影響は 2～25% の範囲 (平均値 11%) であった。月別の海塩粒子が与える影響の割合は、両者に同一の傾向はみられなかった。また、両者への影響を比較した場合、 $\text{Ca}^{2+}$  への寄与が大きかった。

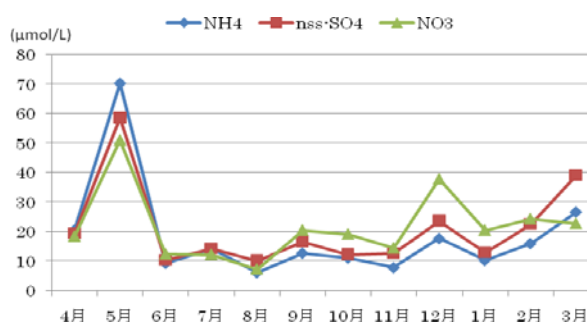


図 4 成分濃度

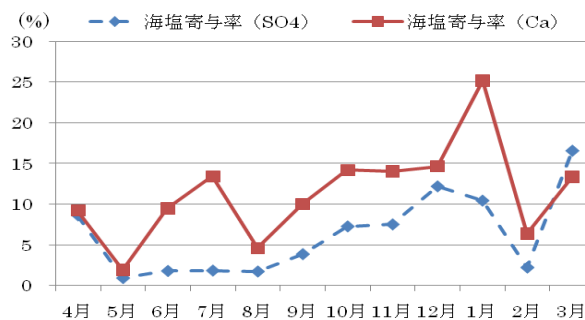


図 5  $\text{SO}_4^{2-}$  および  $\text{Ca}^{2+}$  への海塩粒子の寄与率

#### (3) 沈着量

月別の湿性沈着量 ( $\text{meq/m}^2$ ) を図 6 に示す。

$\text{nss-SO}_4^{2-}$  は、既報<sup>5)</sup> 同様に最も変動が大きく、降水量が多い月に沈着量も多くなる傾向があった。 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$  も多少、降水量に沿った傾向を示していた。

$\text{nss-Ca}^{2+}$  は、3～4 月以外では月別の変動はみられなかった。

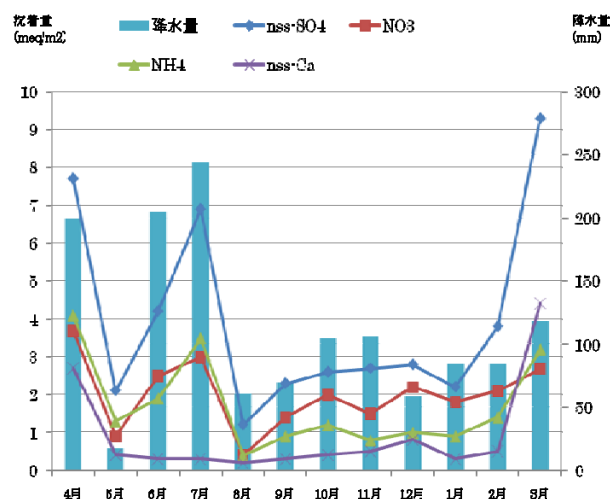


図 6 降水量および沈着量

### 文 献

- 1) 環境庁大気保全局：酸性雨等調査マニュアル (改訂版)，平成 2 年 3 月
- 2) 環境省地球環境局環境保全対策課酸性雨研究センター：湿性沈着モニタリング手引き書 (第 2 版)，平成 13 年 3 月
- 3) 気象庁：気象統計情報，過去の気象データ，年・月ごとの年平均値
- 4) 環境科学部：広島市における雨水成分調査結果 (平成 12 年度～平成 23 年度)，広島市衛生研究所年報，31，91～98 (2012)
- 5) 山水敏明 他：広島市における雨水成分調査 (第 12 報)，広島市衛生研究所年報，30，123～125 (2011)

表 2-1 湿性沈着濃度測定結果(平成 24 年度)

|                | 降水量     | pH   | EC     | nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | nss-Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> |
|----------------|---------|------|--------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
|                | (mm)    |      | (mS/m) | (μmol/L)                          | (μmol/L)                     | (μmol/L)        | (μmol/L)                     | (μmol/L)        | (μmol/L)       | (μmol/L)             | (μmol/L)         |
| 4 月            | 199.2   | 4.72 | 1.81   | 19.4                              | 18.5                         | 35.0            | 20.6                         | 30.7            | 2.0            | 6.7                  | 3.6              |
| 5 月            | 17.9    | 4.31 | 3.88   | 58.6                              | 51.1                         | 11.0            | 70.4                         | 9.6             | 3.6            | 11.8                 | 3.7              |
| 6 月            | 204.3   | 4.75 | 1.09   | 10.3                              | 12.4                         | 4.1             | 9.3                          | 3.2             | 0.9            | 0.7                  | 0.4              |
| 7 月            | 243.4   | 4.66 | 1.34   | 14.2                              | 12.3                         | 5.4             | 14.2                         | 4.6             | 0.8            | 0.6                  | 0.5              |
| 8 月            | 60.3    | 4.75 | 0.99   | 10.1                              | 7.3                          | 4.2             | 6.1                          | 3.0             | 0.5            | 1.4                  | 0.4              |
| 9 月            | 69.7    | 4.49 | 1.84   | 16.7                              | 20.6                         | 14.1            | 12.7                         | 11.3            | 1.0            | 2.2                  | 1.2              |
| 10 月           | 104.4   | 4.56 | 1.66   | 12.3                              | 19.2                         | 15.8            | 11.1                         | 16.1            | 1.5            | 2.1                  | 1.2              |
| 11 月           | 106.3   | 4.59 | 1.61   | 12.6                              | 14.5                         | 22.0            | 7.8                          | 17.2            | 1.0            | 2.3                  | 2.2              |
| 12 月           | 58.7    | 4.35 | 3.39   | 23.7                              | 37.9                         | 66.3            | 17.7                         | 55.0            | 1.7            | 7.1                  | 5.5              |
| 1 月            | 85.0    | 4.49 | 2.08   | 12.9                              | 20.6                         | 32.0            | 10.3                         | 25.2            | 0.9            | 1.6                  | 2.3              |
| 2 月            | 85.0    | 4.38 | 2.32   | 22.5                              | 24.4                         | 12.5            | 16.0                         | 8.7             | 0.9            | 2.9                  | 0.4              |
| 3 月            | 118.0   | 4.76 | 3.93   | 39.2                              | 22.8                         | 146.2           | 26.7                         | 129.7           | 4.3            | 18.5                 | 11.2             |
| 年平均値<br>(加重平均) | 1352.4※ | 4.61 | 1.88   | 17.7                              | 18.0                         | 29.2            | 15.1                         | 25.1            | 1.5            | 4.1                  | 2.5              |

※ 降水量の年平均値欄には合計量(年間降水量)を記載。

表 2-2 湿性沈着量測定結果(平成 24 年度)

|         | nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup>       | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup>       | K <sup>+</sup>        | nss-Ca <sup>2+</sup>  | Mg <sup>2+</sup>      |
|---------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|         | (meq/m <sup>2</sup> )             | (meq/m <sup>2</sup> )        | (meq/m <sup>2</sup> ) | (meq/m <sup>2</sup> )        | (meq/m <sup>2</sup> ) | (meq/m <sup>2</sup> ) | (meq/m <sup>2</sup> ) | (meq/m <sup>2</sup> ) |
| 4 月     | 7.7                               | 3.7                          | 7.0                   | 4.1                          | 6.1                   | 0.4                   | 2.7                   | 1.4                   |
| 5 月     | 2.1                               | 0.9                          | 0.2                   | 1.3                          | 0.2                   | 0.1                   | 0.4                   | 0.1                   |
| 6 月     | 4.2                               | 2.5                          | 0.8                   | 1.9                          | 0.7                   | 0.2                   | 0.3                   | 0.2                   |
| 7 月     | 6.9                               | 3.0                          | 1.3                   | 3.5                          | 1.1                   | 0.2                   | 0.3                   | 0.2                   |
| 8 月     | 1.2                               | 0.4                          | 0.3                   | 0.4                          | 0.2                   | 0.0                   | 0.2                   | 0.0                   |
| 9 月     | 2.3                               | 1.4                          | 1.0                   | 0.9                          | 0.8                   | 0.1                   | 0.3                   | 0.2                   |
| 10 月    | 2.6                               | 2.0                          | 1.6                   | 1.2                          | 1.7                   | 0.2                   | 0.4                   | 0.3                   |
| 11 月    | 2.7                               | 1.5                          | 2.3                   | 0.8                          | 1.8                   | 0.1                   | 0.5                   | 0.5                   |
| 12 月    | 2.8                               | 2.2                          | 3.9                   | 1.0                          | 3.2                   | 0.1                   | 0.8                   | 0.6                   |
| 1 月     | 2.2                               | 1.8                          | 2.7                   | 0.9                          | 2.1                   | 0.1                   | 0.3                   | 0.4                   |
| 2 月     | 3.8                               | 2.1                          | 1.1                   | 1.4                          | 0.7                   | 0.1                   | 0.5                   | 0.1                   |
| 3 月     | 9.3                               | 2.7                          | 17.3                  | 3.2                          | 15.3                  | 0.5                   | 4.4                   | 2.6                   |
| 年間湿性沈着量 | 47.8                              | 24.3                         | 39.5                  | 20.4                         | 33.9                  | 2.0                   | 11.0                  | 6.7                   |