

## 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)

## 環 境 科 学 部

## は じ め に

本市では昭和62年度(1987年度)からろ過式酸性雨採取装置を用い、また、平成11年10月に降水時開放型雨水採取装置を導入し、雨水成分調査を実施している。

今回は、降水時開放型雨水採取装置を用いて、平成 12 年度から 23 年度までの 12 年間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 12 年 4 月 1 日～平成 24 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。



図 1 調査地点

## 結 果 と 考 察

平成 12 年度から平成 23 年度の測定結果を表 2-1 から表 2-12 に示す。

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      |
| 導電率(EC)                                                                                               | 導電率計        |
| Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> | イオンクロマトグラフ法 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup>                        | イオンクロマトグラフ法 |

## 1 降水量

平成 12 年度から 23 年度までの年間降水量<sup>3)</sup>を図 2 に示す。

12 年間の平均降水量は 1,705mm であり、最多降水量は平成 16 年度の 2,317mm 最少降水量は平成 19 年度の 1,322mm であった。

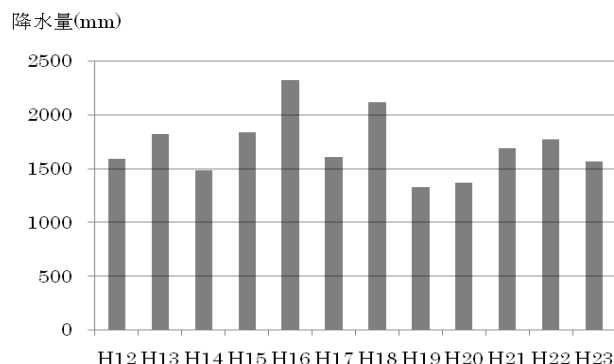


図 2 年間降水量

## 2 pH

pH と降水量の経年変化を図 3 に示す。

pH の年平均値は 4.42(平成 20 年度)～4.69(平成 23 年度)の幅で変動しており、降水量の変動と同様な傾向を示した。

また、月別の pH について、平成 15 年 10 月と平成 18 年 10 月にそれぞれ 3.98, 3.97 と 4.00 未満であり、当月の降水量は 11mm, 14mm と非常に少雨であった。

## 3 湿性沈着

## (1) 成分濃度

降水中の成分のうち、pH の低下に関係する陰イオンは主に SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>および NO<sub>3</sub><sup>-</sup>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 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>である。

このうち、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>および Ca<sup>2+</sup>は、海塩粒子に含ま

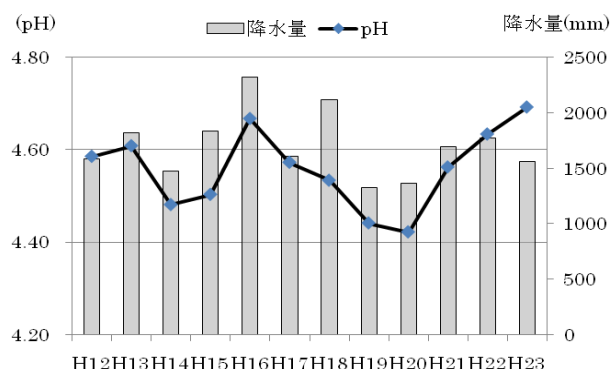


図3 pHと降水量

れている成分でもあり、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。

pH と  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$  の測定結果を図4に示す。

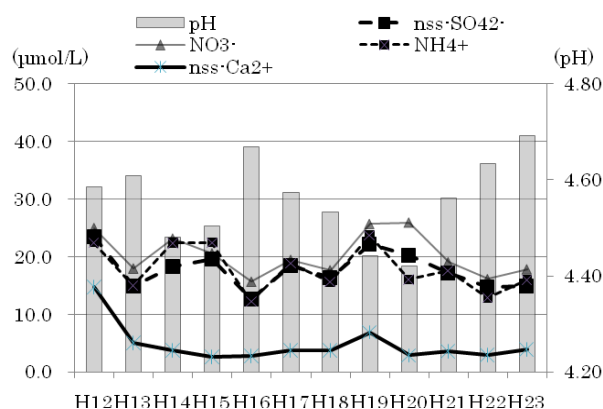


図4 pHと降水成分

これによると、降水中の4成分はほぼ同様の傾向を示し、特に  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  はその傾向が類似し、同程度の濃度であった。

pH との関係では、成分濃度が高い年度で pH が低くなっていた。

## (2) 降水成分間の相関係数

降水中の成分間の傾向を把握するため、月別の

表3 相関係数

|                            | ①      | ②     | ③     | ④     |
|----------------------------|--------|-------|-------|-------|
| $\text{H}^+$ (①)           | -      |       |       |       |
| $\text{nss-SO}_4^{2-}$ (②) | 0.612  | -     |       |       |
| $\text{NO}_3^-$ (③)        | 0.662  | 0.737 | -     |       |
| $\text{nss-Ca}^{2+}$ (④)   | -0.005 | 0.620 | 0.531 | -     |
| $\text{NH}_4^+$ (⑤)        | 0.510  | 0.846 | 0.856 | 0.616 |

$\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$  および  $\text{H}^+ (=10^{-\text{pH}})$  間の相関係数を表3に示す。

これによると、(1)成分濃度で見られた  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nss-Ca}^{2+}$  間の相関が確認され、特に  $\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  と  $\text{NH}_4^+$  の相関が高く、その起源が共通するものであることが推測された。

また、降水の pH を低下させる  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  および  $\text{NO}_3^-$  の当量濃度の和から pH を高くする  $\text{NH}_4^+$  および  $\text{nss-Ca}^{2+}$  の当量濃度を減じた濃度と  $\text{H}^+$  との相関関係を示したものが図5で、両者に高い相関が確認された。

## (3) 降水成分による分類

平成12年度から平成23年度までの月別の降水量、pH、導電率、降水の pH を決める因子として  $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$  の5変量により、クラスター分析を行い、降水中の成分による分類を行った。

なお、 $\text{nss-Ca}^{2+}$  が欠測であった平成13年9月、イオンバランスが許容範囲外であった平成12年4月、平成12年12月、平成13年2月、平成19年8月、9月平成20年1月のデータは除外した。

さらに、5つの変量の平均値、ばらつきの度合いがそれぞれ違うため、基準値[(データー平均値)/標準偏差]に変換して実行した。

クラスター分析により得られた樹形図を図6に示す。

樹形図から図6に示す7つのクラスターに分類し、各クラスターごとの特徴について確認した。

クラスターごとの各成分濃度を図7-1から図7-7に示す。

a クラスターI (全月数に占める割合34%、図7-1参照)

各成分ともに平均的であるが、降水量、pH がわずかに高く導電率は低い。

$\text{H}^+$  (μeq/L)

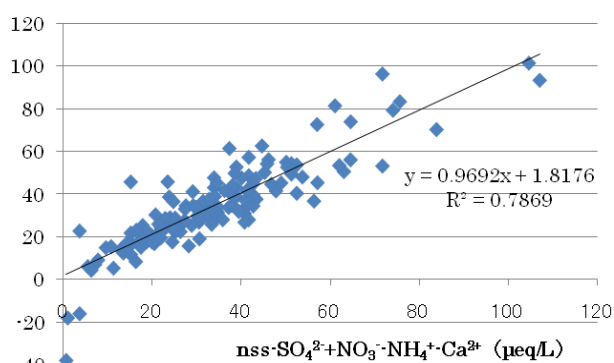


図5  $\text{nss-SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^- - \text{NH}_4^+ - \text{nss-Ca}^{2+}$  と  $\text{H}^+$

$\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ は平均値よりわずかに小さい。

b クラスタⅡ(全月数に占める割合 34%, 図 7-2 参照)

クラスタⅠと類似しているが, 降水量, pH が平均値よりわずかに低い。

c クラスタⅢ(全月数に占める割合 13%, 図 7-3 参照)

降水量, pH が少なく導電率が高い。

$\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ が大きく  $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ は小さい。

d クラスタⅣ(全月数に占める割合 10%, 図 7-4 参照)

クラスタⅢとは逆に, 降水量が多く pH はやや高め, 導電率は低い。

$\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ が小さく  $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ は大きい。

e クラスタⅤ(全月数に占める割合 4%, 図 7-5 参照)

クラスタⅠに類似しているが, pH のみが高い。

f クラスタⅥ(全月数に占める割合 1%, 図 7-6 参照)

クラスタⅠに類似しているが,  $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}$ が極端に大きい。

g クラスタⅦ(全月数に占める割合 2%, 図 7-7 参照)

クラスタⅢを極端にした成分構成である。

降水量が少なく, pH が低い。

導電率,  $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ が極端に高い。

以上のことから, 平均的な降水量(=143mm/月),  $\text{pH}(=4.53)$ , 導電率(=2.66mS/m),  $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}(=0.67)$ ,  $\text{NH}_4^+/\text{nss-Ca}^{2+}(=3.35)$ であった月が全体の 69%(クラスタⅠ+クラスタⅡ), 降水量が少なく, pH が低く, 導電率が高い月が全体の 15%(クラスタⅢ+クラスタⅦ), 降水量が多く, pH が高く, 導電率が低い月が 16%(クラスタⅣ+クラスタⅤ+クラスタⅥ)であった。

また, 降水量が少なく pH が低い月の  $\text{NO}_3^-/\text{nss-SO}_4^{2-}$ は高い傾向があった。

## 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:広島県の過去の気象データ  
<http://www.jma-net.go.jp/hiroshima/>

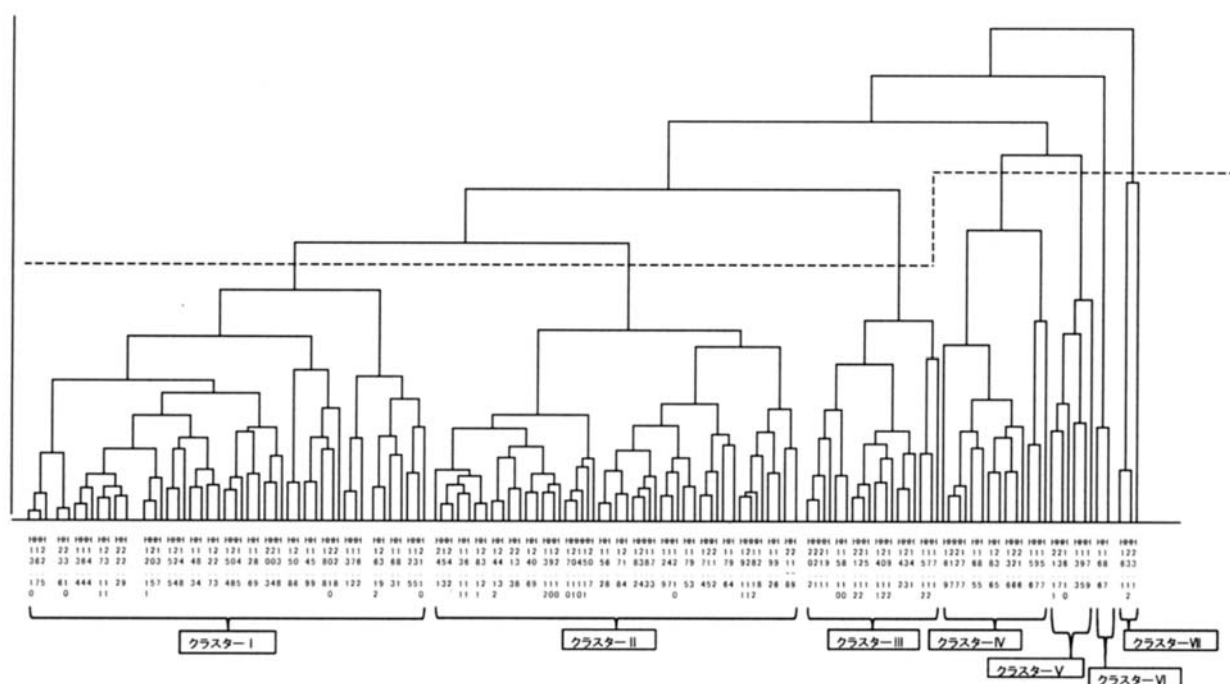


図 6 樹形図

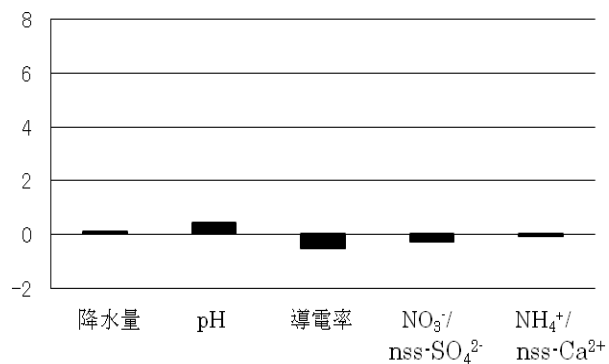


図 7-1 クラスタ I 成分濃度

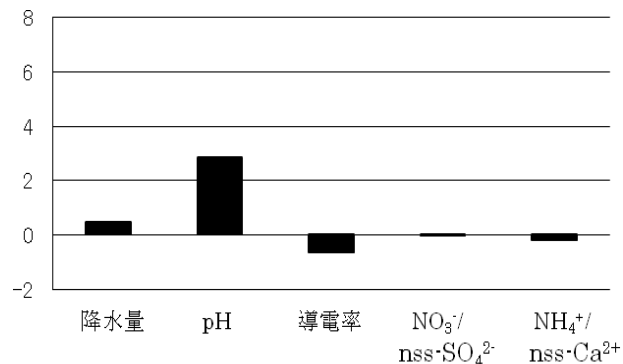


図 7-5 クラスタ V 成分濃度

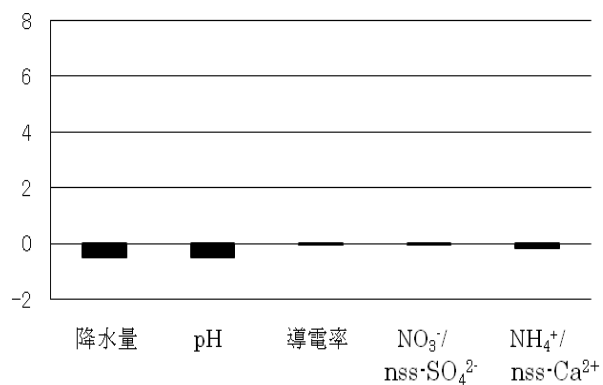


図 7-2 クラスタ II 成分濃度

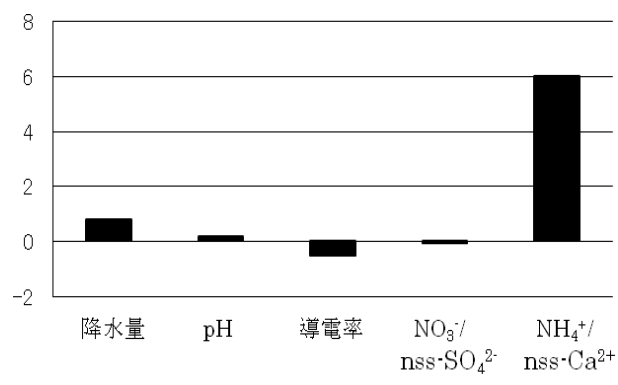


図 7-6 クラスタ VI 成分濃度

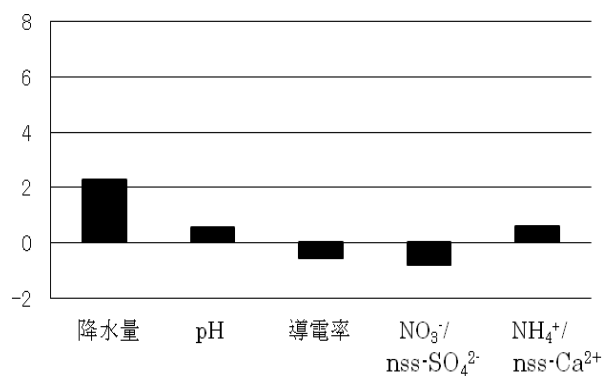


図 7-3 クラスタ III 成分濃度

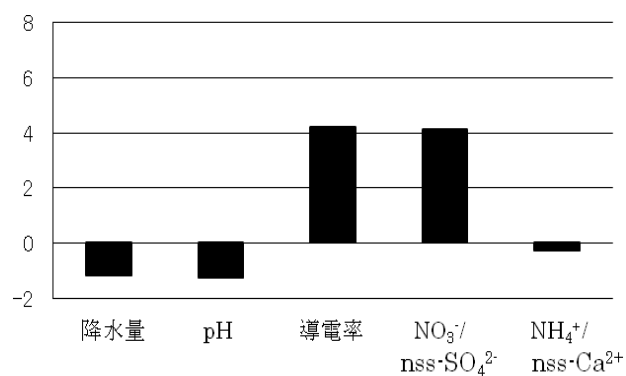


図 7-7 クラスタ VII 成分濃度

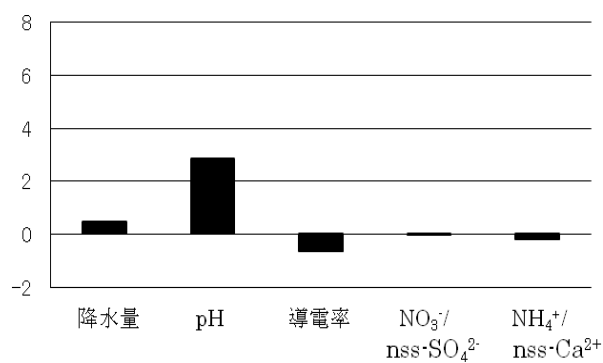


図 7-4 クラスタ IV 成分濃度

表 2-1 酸性雨調査結果(平成 12 年度)

|      | 降水量                | pH   | 導電率 <sup>※1</sup> | 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> |
|------|--------------------|------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 222                | 6.02 | 1.88              | 29.9                              | 27.5                         | 25.9            | 50.5                         | 30.4            | 4.1            | 27.3                 | 5.0              |
| 5 月  | 102                | 4.87 | 1.38              | 18.6                              | 19.9                         | 11.9            | 16.4                         | 13.6            | 1.4            | 14.1                 | 2.5              |
| 6 月  | 227                | 4.42 | 2.11              | 20.9                              | 27.8                         | 7.3             | 21.5                         | 7.8             | 1.3            | 4.3                  | 1.6              |
| 7 月  | 161                | 4.60 | 1.66              | 12.1                              | 11.6                         | 26.7            | 7.8                          | 28.7            | 1.2            | 2.8                  | 2.6              |
| 8 月  | 39                 | 4.30 | 2.90              | 33.0                              | 24.6                         | 15.9            | 27.1                         | 17.7            | 1.8            | 4.2                  | 2.0              |
| 9 月  | 179                | 4.28 | 2.72              | 24.6                              | 21.3                         | 15.8            | 12.3                         | 16.8            | 1.0            | 2.2                  | 1.7              |
| 10 月 | 175                | 4.38 | 2.29              | 19.8                              | 16.5                         | 13.0            | 6.2                          | 14.1            | 0.7            | 3.5                  | 1.9              |
| 11 月 | 114                | 4.48 | 1.94              | 15.2                              | 14.3                         | 19.6            | 8.0                          | 21.5            | 1.1            | 2.4                  | 2.0              |
| 12 月 | 19                 | 4.28 | 6.40              | 52.9                              | 66.3                         | 146.9           | 58.8                         | 184.8           | 10.8           | 36.4                 | 15.7             |
| 1 月  | 133                | 4.66 | 2.70              | 16.1                              | 23.1                         | 85.3            | 13.2                         | 86.3            | 2.9            | 9.7                  | 7.8              |
| 2 月  | 80                 | 6.21 | 2.85              | 36.7                              | 41.3                         | 55.6            | 37.1                         | 57.4            | 3.6            | 57.7                 | 10.7             |
| 3 月  | 133                | 5.44 | 3.74              | 36.9                              | 47.1                         | 174.3           | 40.5                         | 149.2           | 5.4            | 48.1                 | 21.8             |
| 年平均値 | 1584 <sup>※2</sup> | 4.59 | 2.36              | 23.4                              | 24.9                         | 39.6            | 22.4                         | 39.6            | 2.3            | 14.8                 | 5.2              |

※1 導電率の単位は mS/m、その他の成分の単位は  $\mu\text{mol/L}$ 。(以下同様。)

※2 降水量の年平均値欄には合計量(年間降水量)を記載。(以下同様。)

表 2-2 酸性雨調査結果(平成 13 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率 <sup>※1</sup> | 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> |
|------|------|------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 108  | 4.63 | 1.95              | 33.9                              | 34.7                         | 26.0            | 25.5                         | 30.4            | 9.2            | 15.5                 | 4.9              |
| 5 月  | 107  | 5.02 | 1.06              | 12.3                              | 15.6                         | 5.6             | 15.5                         | 7.0             | 1.8            | 4.8                  | 1.2              |
| 6 月  | 355  | 4.82 | 0.86              | 10.8                              | 12.3                         | 6.5             | 13.9                         | 5.2             | 1.8            | 4.1                  | 1.6              |
| 7 月  | 115  | 4.55 | 1.11              | 10.7                              | 10.3                         | 5.9             | 12.2                         | 4.8             | 0.3            | 1.9                  | 0.8              |
| 8 月  | 170  | 4.39 | 1.83              | 15.6                              | 20.8                         | 5.9             | 17.2                         | 3.5             | 1.3            | 1.9                  | —                |
| 9 月  | 247  | 4.73 | 1.04              | 8.3                               | 10.2                         | 3.1             | 7.2                          | 2.6             | 0.8            | —                    | —                |
| 10 月 | 241  | 4.68 | 1.14              | 9.8                               | 9.4                          | 11.0            | 6.1                          | 10.4            | 0.8            | 2.0                  | 1.2              |
| 11 月 | 40   | 4.51 | 2.00              | 13.7                              | 19.5                         | 26.2            | 8.3                          | 21.7            | 1.8            | 2.3                  | 2.9              |
| 12 月 | 85   | 4.43 | 2.10              | 15.1                              | 23.1                         | 27.4            | 14.7                         | 24.1            | 0.8            | 2.5                  | 3.3              |
| 1 月  | 91   | 4.38 | 5.34              | 22.9                              | 33.7                         | 245.1           | 34.9                         | 209.2           | 6.4            | 8.3                  | 23.4             |
| 2 月  | 42   | 4.29 | 5.29              | 34.3                              | 64.7                         | 171.4           | 39.5                         | 156.5           | 5.5            | 22.2                 | 19.8             |
| 3 月  | 217  | 4.58 | 1.84              | 20.8                              | 22.5                         | 24.7            | 17.7                         | 20.8            | 1.9            | 11.9                 | 4.0              |
| 年平均値 | 1817 | 4.61 | 1.63              | 14.8                              | 18.0                         | 27.0            | 14.9                         | 23.8            | 2.1            | 5.1                  | 3.2              |

表 2-3 酸性雨調査結果(平成 14 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率 <sup>※1</sup> | 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> |
|------|------|------|-------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 145  | 4.66 | 2.01              | 21.4                              | 26.0                         | 33.3            | 26.2                         | 33.0            | 5.6            | 9.6                  | 5.3              |
| 5 月  | 231  | 4.52 | 1.66              | 17.7                              | 23.5                         | 7.3             | 27.0                         | 4.9             | 3.3            | 2.5                  | 1.3              |
| 6 月  | 112  | 4.46 | 1.50              | 13.9                              | 21.0                         | 10.9            | 15.1                         | 6.9             | 1.8            | 2.0                  | 0.4              |
| 7 月  | 192  | 4.36 | 2.99              | 32.5                              | 29.9                         | 29.7            | 43.9                         | 21.9            | 2.4            | 6.7                  | 3.1              |
| 8 月  | 194  | 4.69 | 1.04              | 8.7                               | 7.7                          | 14.3            | 6.8                          | 13.8            | 0.8            | 0.8                  | 1.4              |
| 9 月  | 126  | 4.59 | 1.45              | 12.1                              | 12.1                         | 4.0             | 11.0                         | 4.1             | 0.6            | 0.6                  | 0.6              |
| 10 月 | 81   | 4.32 | 2.45              | 17.5                              | 28.4                         | 17.0            | 16.8                         | 17.3            | 2.3            | 2.5                  | 2.0              |
| 11 月 | 41   | 4.31 | 3.99              | 20.6                              | 32.6                         | 97.0            | 22.2                         | 92.6            | 4.3            | 3.2                  | 10.3             |
| 12 月 | 116  | 4.47 | 2.61              | 13.3                              | 24.0                         | 58.8            | 15.0                         | 59.9            | 2.5            | 3.9                  | 7.0              |
| 1 月  | 68   | 4.39 | 4.47              | 18.4                              | 34.2                         | 167.3           | 31.6                         | 157.0           | 10.5           | 6.2                  | 17.7             |
| 2 月  | 102  | 4.37 | 2.89              | 21.8                              | 29.0                         | 22.6            | 26.9                         | 20.9            | 2.8            | 3.4                  | 2.6              |
| 3 月  | 68   | 4.47 | 2.42              | 20.6                              | 31.0                         | 36.4            | 17.2                         | 40.0            | 3.3            | 3.6                  | 4.9              |
| 年平均値 | 1477 | 4.48 | 2.19              | 18.2                              | 23.1                         | 30.5            | 22.3                         | 28.3            | 3.0            | 3.7                  | 3.6              |

表 2-4 酸性雨調査結果(平成 15 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 209  | 4.65 | 1.69  | 18.2                              | 20.3                         | 11.3            | 27.7                         | 16.1            | 2.6            | 2.8                  | 2.1              |
| 5 月  | 210  | 4.57 | 1.67  | 15.2                              | 12.4                         | 13.3            | 12.7                         | 14.8            | 1.3            | 1.7                  | 1.2              |
| 6 月  | 238  | 4.48 | 1.96  | 17.4                              | 17.4                         | 11.3            | 15.5                         | 11.3            | 0.5            | 0.4                  | 0.8              |
| 7 月  | 527  | 4.46 | 2.13  | 23.5                              | 16.3                         | 12.1            | 29.4                         | 11.3            | 1.8            | 1.2                  | 0.8              |
| 8 月  | 199  | 4.42 | 2.01  | 18.5                              | 20.0                         | 7.3             | 20.0                         | 6.1             | 0.8            | 1.1                  | 0.4              |
| 9 月  | 110  | 4.62 | 1.51  | 13.3                              | 17.7                         | 11.8            | 13.9                         | 20.9            | 0.5            | 0.7                  | 1.2              |
| 10 月 | 11   | 3.98 | 5.61  | 42.2                              | 71.4                         | 46.3            | 36.6                         | 47.4            | 4.6            | 8.9                  | 6.2              |
| 11 月 | 130  | 4.37 | 2.36  | 14.9                              | 28.7                         | 18.6            | 11.1                         | 11.3            | 1.5            | 1.2                  | 2.1              |
| 12 月 | 65   | 4.54 | 6.68  | 18.9                              | 39.7                         | 358.8           | 29.9                         | 315.7           | 8.4            | 11.1                 | 38.3             |
| 1 月  | 10   | 4.13 | 11.38 | 39.0                              | 99.2                         | 519.0           | 65.4                         | 468.7           | 13.3           | 16.2                 | 52.3             |
| 2 月  | 56   | 4.82 | 3.41  | 28.3                              | 34.5                         | 120.5           | 33.3                         | 112.6           | 4.6            | 6.0                  | 35.4             |
| 3 月  | 69   | 4.97 | 2.21  | 22.1                              | 32.1                         | 54.4            | 23.8                         | 44.8            | 2.8            | 18.5                 | 7.8              |
| 年平均値 | 1832 | 4.50 | 2.25  | 19.5                              | 20.6                         | 32.1            | 22.4                         | 30.1            | 1.9            | 2.6                  | 4.0              |

表 2-5 酸性雨調査結果(平成 16 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 120  | 4.66 | 1.71  | 18.7                              | 19.7                         | 15.8            | 18.3                         | 11.7            | 2.0            | 7.0                  | 2.9              |
| 5 月  | 534  | 4.74 | 1.19  | 11.2                              | 10.3                         | 8.5             | 8.9                          | 8.3             | 1.0            | 1.3                  | 0.8              |
| 6 月  | 216  | 4.60 | 1.57  | 12.6                              | 18.2                         | 6.8             | 13.9                         | 9.1             | 1.0            | 0.3                  | 0.4              |
| 7 月  | 237  | 4.70 | 1.35  | 12.0                              | 11.8                         | 14.4            | 11.1                         | 7.4             | 2.6            | 3.6                  | 1.2              |
| 8 月  | 83   | 4.37 | 2.62  | 18.9                              | 24.8                         | 31.6            | 17.7                         | 27.8            | 1.5            | 2.6                  | 3.3              |
| 9 月  | 377  | 4.66 | 4.85  | 11.0                              | 14.7                         | 259.2           | 11.6                         | 221.3           | 5.6            | 2.8                  | 24.3             |
| 10 月 | 315  | 5.11 | 0.55  | 3.4                               | 5.8                          | 5.9             | 2.2                          | 7.4             | 0.3            | 0.6                  | 0.4              |
| 11 月 | 31   | 4.41 | 2.34  | 19.7                              | 28.4                         | 20.6            | 16.6                         | 19.6            | 1.3            | 4.1                  | 2.9              |
| 12 月 | 103  | 4.89 | 0.94  | 6.1                               | 10.0                         | 11.3            | 5.5                          | 10.4            | 0.8            | 1.3                  | 1.2              |
| 1 月  | 57   | 4.42 | 3.97  | 16.6                              | 43.9                         | 120.2           | 23.3                         | 107.8           | 3.3            | 4.8                  | 12.8             |
| 2 月  | 95   | 4.64 | 3.10  | 18.6                              | 28.5                         | 98.2            | 19.4                         | 84.8            | 3.1            | 8.8                  | 11.9             |
| 3 月  | 149  | 4.38 | 3.64  | 30.5                              | 35.0                         | 62.3            | 32.7                         | 50.9            | 3.3            | 7.3                  | 7.4              |
| 年平均値 | 2317 | 4.67 | 2.14  | 12.5                              | 15.7                         | 60.8            | 12.2                         | 52.3            | 2.2            | 2.7                  | 6.0              |

表 2-6 酸性雨調査結果(平成 17 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 66   | 4.47 | 2.94  | 35.7                              | 31.4                         | 25.4            | 38.2                         | 20.4            | 2.8            | 10.8                 | 3.7              |
| 5 月  | 141  | 4.42 | 2.52  | 25.2                              | 19.5                         | 23.1            | 24.4                         | 19.6            | 1.5            | 3.1                  | 2.9              |
| 6 月  | 77   | 4.49 | 2.13  | 22.7                              | 10.3                         | 8.7             | 14.4                         | 4.8             | 0.5            | 3.4                  | 1.2              |
| 7 月  | 462  | 4.78 | 1.50  | 17.5                              | 14.8                         | 7.6             | 22.7                         | 5.7             | 1.3            | 2.4                  | 1.2              |
| 8 月  | 109  | 4.41 | 2.19  | 18.8                              | 19.4                         | 13.0            | 14.4                         | 9.6             | 1.0            | 1.8                  | 1.2              |
| 9 月  | 271  | 5.15 | 1.73  | 4.4                               | 3.9                          | 90.6            | 5.0                          | 77.4            | 2.0            | 0.3                  | 7.8              |
| 10 月 | 70   | 4.29 | 2.86  | 18.5                              | 33.5                         | 19.7            | 13.9                         | 16.5            | 1.3            | 2.6                  | 2.1              |
| 11 月 | 89   | 4.61 | 1.39  | 12.0                              | 13.4                         | 3.7             | 6.7                          | 3.9             | 0.8            | 2.2                  | 1.2              |
| 12 月 | 77   | 4.41 | 8.02  | 23.9                              | 55.6                         | 389.0           | 31.0                         | 330.0           | 8.7            | 9.8                  | 36.6             |
| 1 月  | 50   | 4.82 | 1.74  | 13.7                              | 25.2                         | 31.3            | 13.9                         | 27.0            | 1.5            | 8.4                  | 4.1              |
| 2 月  | 99   | 4.29 | 3.46  | 27.8                              | 32.9                         | 46.8            | 24.4                         | 40.0            | 2.3            | 4.8                  | 5.3              |
| 3 月  | 96   | 4.33 | 3.00  | 31.7                              | 34.3                         | 30.2            | 27.2                         | 25.2            | 2.6            | 12.9                 | 4.9              |
| 年平均値 | 1607 | 4.57 | 2.35  | 18.4                              | 19.5                         | 47.3            | 18.8                         | 39.7            | 1.9            | 3.8                  | 4.9              |

表 2-7 酸性雨調査結果(平成 18 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 218  | 4.71 | 1.79  | 20.8                              | 24.8                         | 27.4            | 19.4                         | 25.2            | 2.3            | 12.9                 | 4.9              |
| 5 月  | 441  | 4.73 | 1.30  | 10.1                              | 12.7                         | 8.7             | 10.5                         | 8.7             | 1.8            | 2.3                  | 1.6              |
| 6 月  | 393  | 4.79 | 0.99  | 9.0                               | 4.2                          | 4.2             | 8.9                          | 2.6             | 0.8            | 2.4                  | 1.2              |
| 7 月  | 248  | 4.56 | 1.85  | 16.8                              | 18.9                         | 6.8             | 17.2                         | 8.7             | 0.8            | 0.3                  | 0.8              |
| 8 月  | 135  | 4.39 | 2.03  | 17.5                              | 24.0                         | 11.3            | 23.3                         | 11.7            | 0.8            | 1.4                  | 1.2              |
| 9 月  | 286  | 4.45 | 2.01  | 12.7                              | 13.5                         | 40.6            | 7.2                          | 39.1            | 2.0            | 1.8                  | 4.1              |
| 10 月 | 14   | 3.97 | 4.86  | 43.9                              | 61.9                         | 49.1            | 43.2                         | 4.3             | 3.3            | 6.6                  | 7.0              |
| 11 月 | 68   | 4.49 | 1.92  | 17.0                              | 25.2                         | 21.4            | 16.1                         | 21.3            | 1.8            | 6.5                  | 3.7              |
| 12 月 | 52   | 4.20 | 3.14  | 23.8                              | 28.2                         | 35.8            | 16.6                         | 30.9            | 2.3            | 4.3                  | 4.1              |
| 1 月  | 46   | 4.21 | 7.18  | 37.6                              | 61.3                         | 310.0           | 54.9                         | 253.0           | 9.0            | 14.0                 | 30.0             |
| 2 月  | 99   | 4.19 | 4.50  | 39.6                              | 38.9                         | 61.8            | 36.6                         | 54.3            | 3.1            | 3.8                  | 7.0              |
| 3 月  | 119  | 4.44 | 2.88  | 26.6                              | 18.9                         | 47.7            | 21.1                         | 40.0            | 2.0            | 4.6                  | 5.8              |
| 年平均値 | 2117 | 4.53 | 1.95  | 16.3                              | 17.7                         | 26.5            | 15.6                         | 23.6            | 1.8            | 3.7                  | 3.3              |

表 2-8 酸性雨調査結果(平成 19 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 111  | 4.62 | 2.86  | 36.1                              | 31.9                         | 44.0            | 28.3                         | 42.6            | 2.8            | 18.5                 | 6.6              |
| 5 月  | 163  | 5.44 | 1.67  | 29.1                              | 22.7                         | 11.0            | 28.8                         | 14.3            | 2.8            | 14.7                 | 2.9              |
| 6 月  | 116  | 4.19 | 3.26  | 30.1                              | 32.3                         | 9.9             | 28.8                         | 10.0            | 1.5            | 3.8                  | 1.6              |
| 7 月  | 243  | 4.40 | 2.27  | 20.3                              | 19.4                         | 8.2             | 26.1                         | 9.6             | 1.3            | 1.0                  | 1.2              |
| 8 月  | 128  | 4.51 | 1.71  | 10.2                              | 11.4                         | 20.9            | 11.1                         | 17.4            | 0.5            | 0.8                  | 2.1              |
| 9 月  | 85   | 4.61 | 1.38  | 7.6                               | 14.7                         | 13.0            | 10.5                         | 14.8            | 0.5            | 0.9                  | 1.6              |
| 10 月 | 45   | 4.46 | 2.05  | 14.3                              | 21.4                         | 9.6             | 13.9                         | 8.7             | 0.8            | 1.8                  | 0.8              |
| 11 月 | 33   | 4.27 | 3.00  | 25.5                              | 27.1                         | 33.0            | 22.2                         | 37.0            | 1.8            | 3.9                  | 3.7              |
| 12 月 | 87   | 4.25 | 3.21  | 19.1                              | 29.7                         | 72.2            | 16.1                         | 67.8            | 1.8            | 7.5                  | 7.0              |
| 1 月  | 100  | 4.37 | 2.40  | 14.6                              | 22.7                         | 9.6             | 14.4                         | 10.0            | 1.0            | 1.5                  | 1.2              |
| 2 月  | 54   | 4.14 | 5.42  | 44.4                              | 81.0                         | 119.0           | 63.2                         | 112.0           | 4.6            | 26.7                 | 12.3             |
| 3 月  | 157  | 4.48 | 2.26  | 19.6                              | 28.1                         | 9.3             | 24.4                         | 10.0            | 1.5            | 8.5                  | 2.1              |
| 年平均値 | 1322 | 4.44 | 2.43  | 22.1                              | 25.6                         | 22.8            | 23.7                         | 22.8            | 1.7            | 6.9                  | 3.0              |

表 2-9 酸性雨調査結果(平成 20 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 148  | 4.39 | 1.80  | 16.9                              | 20.9                         | 3.9             | 12.1                         | 4.3             | 0.4            | 2.8                  | 0.6              |
| 5 月  | 135  | 4.46 | 1.69  | 18.8                              | 17.4                         | 6.7             | 14.3                         | 7.6             | 1.1            | 3.1                  | 0.5              |
| 6 月  | 250  | 4.38 | 2.08  | 19.5                              | 21.7                         | 6.1             | 17.2                         | 8.1             | 1.2            | 1.1                  | 0.3              |
| 7 月  | 50   | 4.40 | 2.58  | 20.4                              | 41.8                         | 7.6             | 25.5                         | 14.3            | 0.8            | 4.7                  | 0.8              |
| 8 月  | 200  | 4.53 | 1.70  | 15.9                              | 16.2                         | 5.7             | 11.1                         | 8.0             | 0.9            | 1.1                  | 0.4              |
| 9 月  | 107  | 4.50 | 1.79  | 14.5                              | 23.6                         | 3.4             | 13.2                         | 3.4             | 0.7            | 1.3                  | 0.1              |
| 10 月 | 77   | 4.56 | 1.66  | 14.3                              | 20.0                         | 4.5             | 13.3                         | 5.7             | 0.5            | 1.1                  | 0.4              |
| 11 月 | 53   | 4.34 | 2.59  | 19.4                              | 34.2                         | 49.9            | 12.7                         | 34.3            | 1.3            | 2.0                  | 4.1              |
| 12 月 | 62   | 4.24 | 4.07  | 31.4                              | 43.7                         | 79.6            | 22.3                         | 56.5            | 2.3            | 5.8                  | 6.9              |
| 1 月  | 50   | 4.14 | 5.86  | 36.0                              | 77.7                         | 103.0           | 38.2                         | 71.7            | 3.6            | 7.6                  | 9.5              |
| 2 月  | 117  | 4.43 | 3.97  | 35.4                              | 28.4                         | 97.3            | 21.1                         | 73.9            | 3.1            | 8.3                  | 9.9              |
| 3 月  | 115  | 4.54 | 1.65  | 15.5                              | 28.8                         | 13.8            | 12.5                         | 12.0            | 1.2            | 3.0                  | 1.7              |
| 年平均値 | 1364 | 4.42 | 2.30  | 20.1                              | 25.9                         | 22.7            | 16.0                         | 18.9            | 1.3            | 2.9                  | 2.1              |

表 2-10 酸性雨調査結果(平成 21 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 94   | 4.46 | 2.68  | 29.5                              | 27.9                         | 22.8            | 32.2                         | 20.9            | 2.0            | 4.8                  | 1.6              |
| 5 月  | 42   | 4.41 | 3.38  | 39.0                              | 33.1                         | 34.1            | 42.1                         | 32.2            | 2.3            | 9.5                  | 3.7              |
| 6 月  | 356  | 4.52 | 1.73  | 18.5                              | 15.8                         | 10.6            | 18.0                         | 9.8             | 1.3            | 2.6                  | 1.2              |
| 7 月  | 438  | 4.76 | 0.96  | 9.9                               | 7.6                          | 6.5             | 9.6                          | 5.6             | 0.8            | 1.3                  | 0.5              |
| 8 月  | 46   | 4.24 | 2.28  | 21.8                              | 29.5                         | 13.3            | 23.3                         | 13.0            | 1.3            | 2.2                  | 1.2              |
| 9 月  | 67   | 4.08 | 3.58  | 30.9                              | 46.5                         | 15.9            | 30.5                         | 15.2            | 2.7            | 3.8                  | 1.7              |
| 10 月 | 54   | 4.75 | 1.35  | 14.5                              | 15.6                         | 7.1             | 15.5                         | 6.5             | 1.0            | 1.8                  | 0.8              |
| 11 月 | 151  | 5.26 | 0.66  | 5.2                               | 10.3                         | 9.9             | 5.5                          | 10.4            | 0.8            | 4.5                  | 0.8              |
| 12 月 | 85   | 4.34 | 3.73  | 20.7                              | 36.7                         | 99.8            | 19.1                         | 85.7            | 3.0            | 4.4                  | 9.7              |
| 1 月  | 47   | 4.21 | 5.80  | 41.8                              | 76.6                         | 128.3           | 44.9                         | 112.2           | 4.3            | 16.9                 | 14.4             |
| 2 月  | 119  | 4.64 | 1.44  | 14.8                              | 18.9                         | 11.6            | 17.2                         | 12.2            | 1.5            | 3.2                  | 2.1              |
| 3 月  | 191  | 4.73 | 1.57  | 17.9                              | 17.6                         | 16.2            | 18.7                         | 14.8            | 1.9            | 5.9                  | 2.6              |
| 年平均値 | 1689 | 4.56 | 1.78  | 17.1                              | 19.0                         | 19.4            | 17.5                         | 17.6            | 1.5            | 3.6                  | 2.1              |

表 2-11 酸性雨調査結果(平成 22 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 227  | 4.53 | 1.90  | 18.9                              | 14.5                         | 22.2            | 12.6                         | 18.6            | 1.5            | 2.8                  | 2.3              |
| 5 月  | 269  | 4.76 | 1.05  | 11.6                              | 12.2                         | 4.7             | 9.5                          | 4.4             | 1.0            | 3.4                  | 0.9              |
| 6 月  | 334  | 4.79 | 1.15  | 12.1                              | 11.5                         | 3.8             | 10.1                         | 3.1             | 1.1            | 1.2                  | 0.4              |
| 7 月  | 431  | 4.81 | 0.99  | 10.1                              | 6.3                          | 8.6             | 7.7                          | 6.5             | 1.0            | 0.8                  | 0.7              |
| 8 月  | 57   | 4.61 | 2.79  | 25.3                              | 17.6                         | 77.9            | 27.7                         | 70.9            | 2.8            | 1.9                  | 7.4              |
| 9 月  | 111  | 4.67 | 1.70  | 13.3                              | 14.5                         | 24.5            | 11.1                         | 22.6            | 1.5            | 2.0                  | 3.3              |
| 10 月 | 64   | 4.48 | 1.71  | 11.4                              | 19.8                         | 11.8            | 7.2                          | 10.0            | 0.8            | 1.3                  | 1.2              |
| 11 月 | 65   | 4.30 | 2.80  | 25.5                              | 28.2                         | 20.9            | 17.7                         | 17.8            | 1.3            | 4.3                  | 2.9              |
| 12 月 | 65   | 4.36 | 3.48  | 22.3                              | 43.3                         | 71.6            | 27.2                         | 58.9            | 2.9            | 6.6                  | 7.3              |
| 1 月  | 19   | 4.35 | 7.88  | 19.6                              | 104.8                        | 340.5           | 49.3                         | 298.3           | 17.6           | 16.0                 | 32.9             |
| 2 月  | 82   | 4.51 | 1.76  | 15.7                              | 23.9                         | 12.4            | 17.7                         | 11.3            | 1.8            | 4.5                  | 1.6              |
| 3 月  | 48   | 4.34 | 5.37  | 38.1                              | 61.4                         | 164.7           | 40.5                         | 146.5           | 6.4            | 21.4                 | 20.2             |
| 年平均値 | 1772 | 4.63 | 1.66  | 14.7                              | 16.1                         | 23.0            | 12.8                         | 19.8            | 1.6            | 2.9                  | 2.5              |

表 2-12 酸性雨調査結果(平成 23 年度)

|      | 降水量  | pH   | 導電率※1 | 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> |
|------|------|------|-------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|----------------|----------------------|------------------|
| 4 月  | 94   | 4.38 | 3.57  | 35.3                              | 40.6                         | 52.5            | 36.0                         | 43.9            | 3.6            | 9.0                  | 6.2              |
| 5 月  | 343  | 4.68 | 1.56  | 20.3                              | 13.7                         | 8.8             | 16.5                         | 7.3             | 1.2            | 3.7                  | 1.5              |
| 6 月  | 207  | 4.84 | 1.13  | 9.3                               | 12.1                         | 16.4            | 11.1                         | 15.2            | 1.3            | 2.2                  | 1.6              |
| 7 月  | 143  | 5.20 | 0.85  | 9.5                               | 12.1                         | 9.3             | 17.7                         | 10.9            | 2.0            | 4.5                  | 1.2              |
| 8 月  | 95   | 4.61 | 1.42  | 11.7                              | 19.4                         | 6.2             | 12.7                         | 6.1             | 1.3            | 3.1                  | 0.8              |
| 9 月  | 142  | 4.95 | 0.71  | 5.7                               | 10.2                         | 3.6             | 10.1                         | 3.2             | 0.7            | 3.0                  | 0.8              |
| 10 月 | 227  | 4.84 | 1.09  | 8.4                               | 11.1                         | 16.4            | 7.7                          | 17.1            | 2.2            | 1.5                  | 1.0              |
| 11 月 | 102  | 4.65 | 1.27  | 11.0                              | 14.0                         | 5.8             | 7.8                          | 5.2             | 0.5            | 2.6                  | 0.8              |
| 12 月 | 10   | 4.12 | 11.34 | 38.1                              | 113.2                        | 485.5           | 80.9                         | 420.9           | 15.3           | 12.5                 | 45.3             |
| 1 月  | 16   | 4.56 | 2.50  | 17.6                              | 29.4                         | 60.6            | 21.1                         | 49.6            | 2.0            | 7.9                  | 4.9              |
| 2 月  | 75   | 4.47 | 2.80  | 21.0                              | 30.3                         | 45.5            | 22.3                         | 37.8            | 2.0            | 5.5                  | 3.9              |
| 3 月  | 105  | 4.48 | 2.67  | 22.2                              | 36.5                         | 32.4            | 27.0                         | 26.5            | 2.1            | 8.1                  | 3.6              |
| 年平均値 | 1562 | 4.69 | 1.60  | 14.8                              | 17.8                         | 19.9            | 15.9                         | 17.7            | 1.7            | 3.9                  | 2.1              |