

広島市における雨水成分調査(平成 27 年度)

宮野 高光 細末 次郎 神田 康弘 原田 敬輔
 加藤 寛子 吉森 雅弘 村野 勢津子 福田 裕*
 坂本 哲夫

はじめに

本市では、平成 3 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 27 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(安佐南区伴中央一丁目 7 番)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 27 年 4 月 1 日～平成 28 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」¹⁾及び「湿性沈着モニタリング手引書」²⁾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及び分析方法を表 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た。

また、 SO_4^{2-} 及び Ca^{2+} は、海塩粒子に含まれている成分でもあり、人為的起源による影響を把握す

表 1 分析項目及び分析方法

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)	導電率計による方法
Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}	イオンクロマトグラフ法
SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-	イオンクロマトグラフ法

るために、海塩粒子の影響を除外した非海塩性の硫酸イオン濃度(nss-SO_4^{2-})及びカルシウムイオン濃度(nss-Ca^{2+})を算出³⁾した。

結 果 と 考 察

平成 27 年度の降水量、pH、EC 及びイオン成分の加重平均濃度を表 2-1 に示す。また、湿性沈着量を表 2-2 に示す。

1 降水量

平成 27 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)⁴⁾を示している。

平成 27 年度の総降水量は 1,256.7mm で、平年値(1,537.6mm)より少なかった。

平年と比較すると 8 月に豪雨のあった平成 26 年度と同様に、8 月に突出して高い値を示していた。

2 pH

平成 27 年度の月別 pH を図 3 に示す。月別の pH は 4.52～4.92(年平均値：4.73)の範囲であり、7 月に最小 4.52 であった。年平均値は、平成 18 年

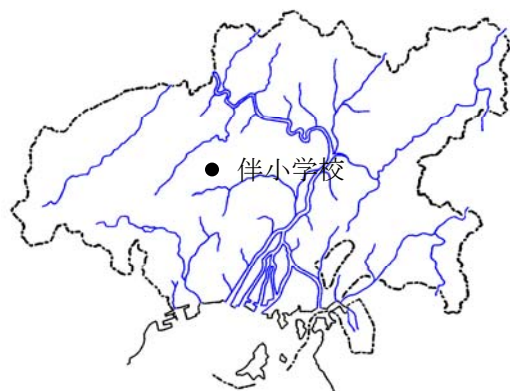


図 1 調査地点

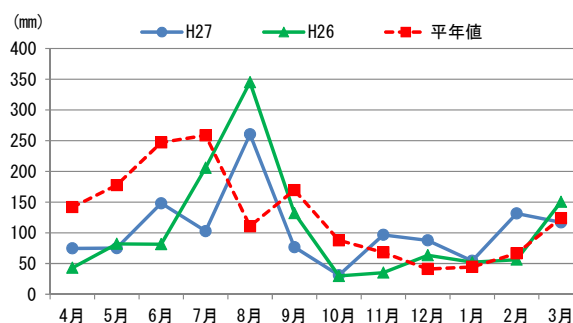


図 2 月別の降水量

*：現 衛生研究所生活科学部

度～平成 26 年度の調査結果⁵⁾⁻⁸⁾ (4.39～4.69) よりも高かった。

3 湿性沈着

(1) 成分濃度

既報^{7),8)}と同様に nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 及び nss-Ca^{2+} の 4 成分について検討した。

平成 27 年度の 4 成分の月別の濃度変化を図 4 に示す。

nss-SO_4^{2-} 及び NH_4^+ の濃度は 4 月、 NO_3^- の濃度は 2 月が最大であった。

nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 及び NH_4^+ は 4 月～8 月、12 月～1 月で同傾向の濃度変化がみられた。また、 NH_4^+ は昨年と同様に 8 月～11 月で nss-SO_4^{2-} 及び NO_3^- より濃度が低い傾向がみられた。

nss-Ca^{2+} は、概ね横ばいで推移するが、2 月及び 3 月に突出して濃度が高くなる傾向がみられた。

(2) 湿性沈着量

平成 27 年度の月別の降水量及び nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 及び nss-Ca^{2+} の湿性沈着量(meq/m^2)を図 5 に示す。

nss-SO_4^{2-} は、既報⁹⁾と同様に他の 2 イオンより変動幅が大きく、降水量が多い月に沈着量も多くなる傾向があった。特に、降水量が最も多かった 8 月は、沈着量も最大であった。

NO_3^- 、 NH_4^+ は、 nss-SO_4^{2-} より変動幅は小さいもの

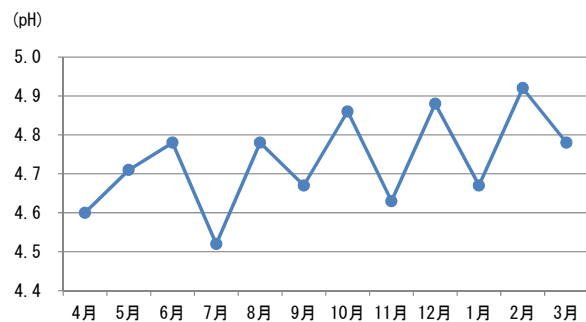


図 3 月別の pH

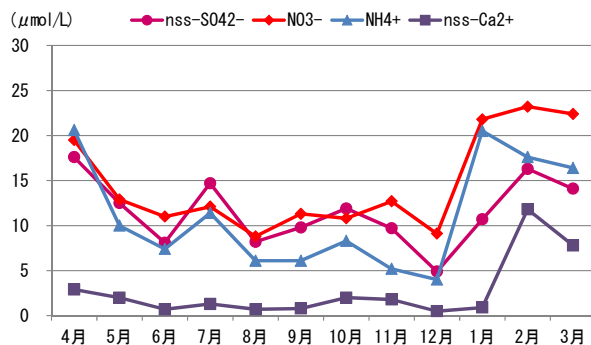


図 4 nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 及び nss-Ca^{2+} の月別濃度

の nss-SO_4^{2-} と同様の変動を示していた。

nss-Ca^{2+} は、2 月及び 3 月を除いて大きな変動はみられなかった。

各沈着量は、2 月及び 3 月に降水量の変動以上の増加がみられた。

(3) 最近の傾向

過去 10 年間(平成 18 年度～平成 27 年度)⁵⁾⁻¹¹⁾の年間降水量、pH 及び各イオン成分の年間湿性沈着量の変動について検討した。

a 年間降水量

過去 10 年間の広島市と全国の年間降水量を図 6 に示す。

なお、全国の年間降水量は年平均降水量¹²⁾に日本の年平均降水量偏差(mm)¹³⁾を乗じて算出した。

広島市の年間降水量は、ともに平成 18 年度をピークに平成 22 年度まで大きく変動しているものの、それ以降は減少を続けている。

b pH

過去 10 年間の pH(年平均値)を図 7 に示す。

下降、上昇を繰り返しているが、全体的に上昇

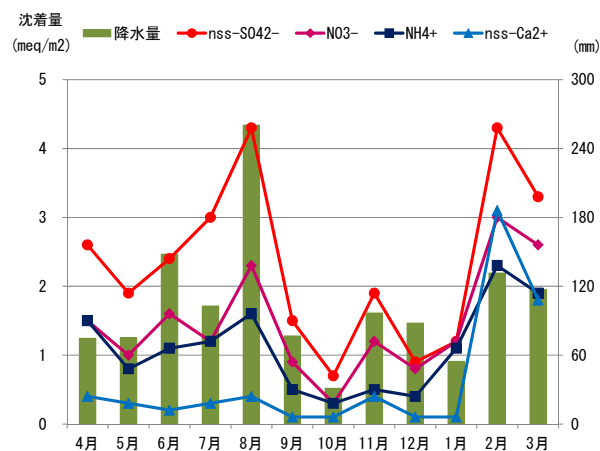


図 5 月別の降水量及び nss-SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NH_4^+ 及び nss-Ca^{2+} の湿性沈着量

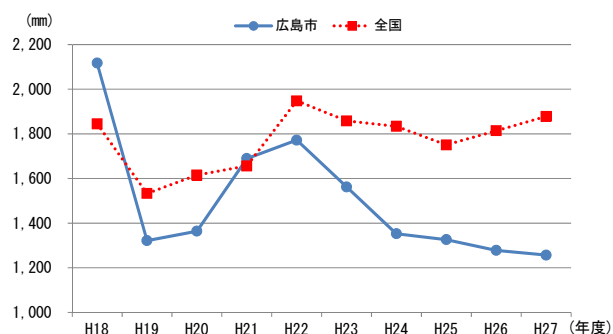


図 6 過去 10 年間の広島市と全国の年間降水量

の傾向がみられる。

c 各イオン成分の年間湿性沈着量

過去 10 年間の各イオン成分の年間湿性沈着量及び平成 18 年度の年間湿性沈着量に対する平成 27 年度の年間湿性沈着量の割合 (H27/H18) を表 3 に示した。

過去 10 年間の各イオン成分の年間湿性沈着量の推移を図 8 に示す。

平成 27 年度の全てのイオン成分の沈着量は、平成 18 年度の半分以下まで減少していた。

K⁺が最も減少しており、推移をみると (H27/H18 21.1%), 次に Na⁺ (同 38.6%) 及び Mg²⁺ (同 38.6%), Cl⁻ (同 39.2%), NH₄⁺ (同 39.7%), nss-SO₄²⁻ (同 40.6%), nss-Ca²⁺ (同 46.5%), NO₃⁻ (同 47.2%) の順であった。

大幅に減少したイオン成分は、nss-SO₄²⁻, Cl⁻ 及び Na⁺ であった。

小さな変動を繰り返して減少したイオン成分は、NO₃⁻, NH₄⁺, nss-Ca²⁺ 及び Mg²⁺ であった。

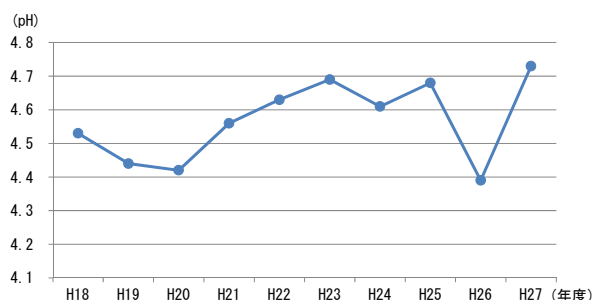


図 7 過去 10 年間の pH (年平均)

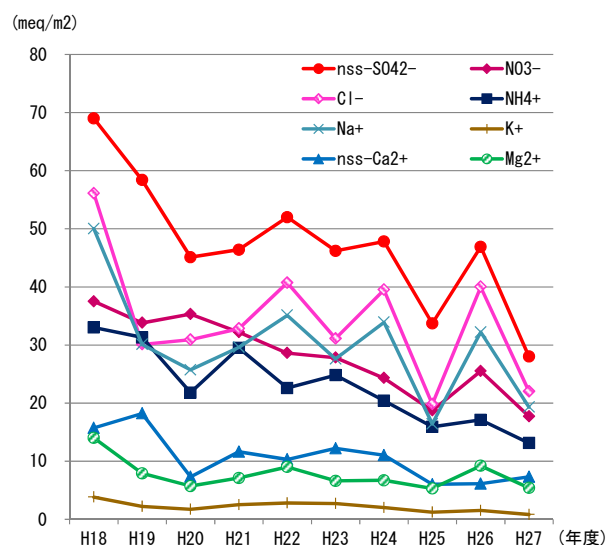


図 8 過去 10 年間の各イオン成分の年間湿性沈着量

K⁺は、ほぼ横ばいで緩やかな減少のようにみられるが、前述のとおり実際は減少の割合は最大であった。

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) 環境省: モニタリングデータの検証手続等, http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/h26/13_kensho.pdf, 平成 26 年度国内モニタリングデータの取りまとめ
- 4) 気象庁: 各種データ・資料, 過去の気象データ検索, 年・月ごとの平年値
- 5) 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)
- 6) 環境科学部: 広島市における雨水成分調査 (平成 24 年度), 広島市衛生研究所年報, 32, 84～86 (2013)
- 7) 環境科学部: 広島市における雨水成分調査 (平成 25 年度), 広島市衛生研究所年報, 33, 94～96 (2014)
- 8) 環境科学部: 広島市における雨水成分調査 (平成 26 年度), 広島市衛生研究所年報, 34, 90～93 (2015)
- 9) 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)
- 10) 環境科学部: 広島市における雨水成分調査 (第 9 報), 広島市衛生研究所年報, 27, 85 (2008)
- 11) 築地裕美 他: 広島市における雨水成分調査 (第 11 報), 広島市衛生研究所年報, 29, 86～87 (2010)
- 12) 国土交通省: <http://www.mlit.go.jp/common/001049554.pdf>, 第 II 編 日本の水資源と水循環の現況, 57
- 13) 気象庁: 各種データ・資料, 地球環境・気候, 地球温暖化, 気温・降水量の長期変化傾向, 日本の年平均降水量偏差

表 2-1 湿性イオン成分等の加重平均濃度(平成 27 年度)

	降水量	pH	EC	nss- SO ₄ ²⁻ ※2 SO ₄ ²⁻ ※2	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	nss- Ca ²⁺ ※3 Ca ²⁺ ※3	Mg ²⁺
	(mm)		(mS/m)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)	(μmol/L)
4 月	74.7	4.60	1.66	17.6 17.9	19.5	8.0	20.6	5.8	1.1	2.9 3.0	0.8
5 月	75.2	4.71	1.19	12.5 12.7	12.9	4.1	10.0	3.4	0.5	2.0 2.1	1.1
6 月	148.1	4.78	0.89	8.1 8.2	11.0	1.3	7.4	0.9	0.3	0.7 0.7	0.4
7 月	102.8	4.52	1.62	14.7 15.7	12.1	21.9	11.4	17.7	0.6	1.3 1.7	2.6
8 月	260.3	4.78	1.17	8.2 9.2	8.8	17.2	6.1	15.5	0.5	0.7 1.0	1.7
9 月	76.7	4.67	1.22	9.8 10.3	11.3	8.7	6.1	7.8	0.5	0.8 1.0	1.2
10 月	31.1	4.86	1.02	11.9 12.5	10.8	10.2	8.3	9.6	0.5	2.0 2.2	1.6
11 月	96.7	4.63	1.44	9.7 10.4	12.7	14.9	5.2	12.8	0.4	1.8 2.1	1.5
12 月	87.8	4.88	0.82	4.9 5.3	9.1	6.8	4.0	6.2	0.3	0.5 0.6	0.9
1 月	54.6	4.67	2.83	10.7 16.4	21.8	112.0	20.5	94.8	2.3	0.9 3.0	9.5
2 月	131.5	4.92	1.68	16.3 18.2	23.2	33.3	17.6	30.8	1.2	11.8 12.5	4.5
3 月	117.1	4.78	1.40	14.1 14.5	22.4	5.9	16.4	6.1	0.8	7.8 7.9	2.4
年平均値 (加重平均)	1,256.7 ※1	4.73	1.35	11.1 12.1	14.1	17.5	10.4	15.3	0.7	2.9 3.2	2.1

※1 降水量の年平均値欄には合計量(年間降水量)を記載。

※2 上段は nss-SO₄²⁻, 下段は SO₄²⁻を記載。※3 上段は nss-Ca²⁺, 下段は Ca²⁺を記載。

表 2-2 湿性イオン成分沈着量(平成 27 年度)

	SO_4^{2-}	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}
	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)
4 月	2.7	2.6	1.5	0.6	1.5	0.4	0.1	0.4	0.4	0.1
5 月	1.9	1.9	1.0	0.3	0.8	0.3	0.0	0.3	0.3	0.2
6 月	2.4	2.4	1.6	0.2	1.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1
7 月	3.2	3.0	1.2	2.2	1.2	1.8	0.1	0.3	0.3	0.5
8 月	4.8	4.3	2.3	4.5	1.6	4.0	0.1	0.5	0.4	0.9
9 月	1.6	1.5	0.9	0.7	0.5	0.6	0.0	0.2	0.1	0.2
10 月	0.8	0.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1
11 月	2.0	1.9	1.2	1.4	0.5	1.2	0.0	0.4	0.4	0.3
12 月	0.9	0.9	0.8	0.6	0.4	0.5	0.0	0.1	0.1	0.2
1 月	1.8	1.2	1.2	6.1	1.1	5.2	0.1	0.3	0.1	1.0
2 月	4.8	4.3	3.0	4.4	2.3	4.1	0.2	3.3	3.1	1.2
3 月	3.4	3.3	2.6	0.7	1.9	0.7	0.1	1.8	1.8	0.6
年間湿性 沈着量	30.3	28.0	17.7	22.0	13.1	19.3	0.8	8.1	7.3	5.4

表 3 各イオン成分の年間湿性沈着量及び H27/H18 の割合

	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Na^+	K^+	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}
	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)	(meq/m^2)
平成 18 年	69.0	37.5	56.1	33.0	50.0	3.8	15.7	14.0
平成 19 年	58.4	33.8	30.1	31.3	30.1	2.2	18.2	7.9
平成 20 年	45.1	35.3	30.9	21.8	25.7	1.7	7.3	5.7
平成 21 年	46.4	32.2	32.8	29.5	29.6	2.5	11.6	7.1
平成 22 年	52.0	28.6	40.7	22.6	35.1	2.8	10.3	9.0
平成 23 年	46.2	27.8	31.1	24.8	27.6	2.7	12.2	6.6
平成 24 年	47.8	24.3	39.5	20.4	33.9	2.0	11.0	6.7
平成 25 年	33.7	18.7	19.8	15.9	16.4	1.2	6.0	5.3
平成 26 年	46.9	25.5	40.0	17.1	32.2	1.5	6.1	9.2
平成 27 年	28.0	17.7	22.0	13.1	19.3	0.8	7.3	5.4
H27/H18 (%)	40.6	47.2	39.2	39.7	38.6	21.1	46.5	38.6