

# 山梨県における酸性降下物の降下量について (2010-2014)

佐々木 裕也

Atmospheric Deposition in Yamanashi Prefecture (2010-2014)

Yuya Sasaki

キーワード：酸性降下物、経月変化、経年変化、御嶽山、山梨県

酸性降下物による影響は地球環境問題として国内外で注目されており、環境省による継続的なモニタリングも行われている。当研究所では山梨県内における酸性降下物の実態調査を断続的に行い、その結果について報告してきた<sup>1)-3)</sup>。既報<sup>4)</sup>では1988~1990年度と2009年度における酸性降下物の量を比較し $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ の降下量が減少傾向であることが推察できることを報告した。本報では2010年4月から2015年3月、甲府市(山梨県衛生環境研究所敷地内)で採取した降水について特徴をまとめたので報告する。

pHはpH計(検出器：東亜 DKK 製 GST-5741C 指示器：東亜 DKK 製 HM-30R) その他の項目についてはイオンクロマトグラフ(島津製作所製 LC-20ADsp 型ポンプ、同 DGU-20A<sub>3</sub> 型デガッサ、同 SCL-10AVP 型システムコントローラ、同 SIL-20AC 型オートサンプラー、同 CDD-10Asp 型電気伝導度検出器、同 CTO-20ACsp 型オープンによって構成されたもの)により分析を行った。

$\text{H}^+$ の降下量はpHの値から算出した。

## 結果と考察

### 測定方法

#### 1 捕集方法

既報<sup>4)</sup>と同様、自作の捕集器により降水を採取した。設置場所も既報と同様に、平屋建物屋上で地上から5.2mの高さで捕集を行った。捕集期間は1ヶ月とし、月間降下量を求めた。また、捕集器の破損等の理由により1ヶ月間の採取が行えなかった月については欠測とした。

#### 2 降水分析方法

#### 1 測定項目間相関係数

1ヶ月ごとの各測定イオンにおける測定項目間の相関係数を表1に示す。 $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ の相関係数は0.907と非常に高い値となっていた。 $\text{Na}^+$ の降下量は海塩の影響を受け、 $\text{Cl}^-$ については海塩とともに、廃棄物焼却炉などから発生するHClなどの人為的発生要因の影響を受けると考えられている。今回の結果では、 $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ の相関が非常に高く、山梨県内における両物質の降下量はほとんどが海塩

表1 測定項目間の相関係数

	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{H}^+$
$\text{NH}_4^+$	-	-	-	-	-	-	-
$\text{Na}^+$	0.248	-	-	-	-	-	-
$\text{Ca}^{2+}$	0.237	0.137	-	-	-	-	-
$\text{Cl}^-$	0.208	0.907	0.102	-	-	-	-
$\text{NO}_3^-$	0.659	0.341	0.051	0.337	-	-	-
$\text{SO}_4^{2-}$	0.595	0.328	0.311	0.340	0.865	-	-
$\text{H}^+$	0.505	0.262	0.276	0.230	0.646	0.562	-

データ数：54

に由来するものであると考えられた。

雨の酸性化の主要因である  $\text{NO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^{2-}$  の降下量と  $\text{H}^+$  降下量との相関は比較的高く、それぞれ 0.646, 0.562 という結果であった。

## 2 降下量の経月変化

平成 22 年度から平成 26 年度までについて、各測定項目ごと降下量の平均値の経月変化を図 1 にまとめた。先に述べたとおり、海塩由来の影響が大きい  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  については 9 月に高い値を示していた。気象庁 HP から過去の台風情報を確認すると、H22 年度から H26 年度において台風を中心付近が山梨県内を通過した月の測定結果は 5 データあり、そのうち 3 データについては、 $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ともに高い値を示していたことから台風の影響による可能性が高いと思われた。ただし、山梨県内を台風が通過した月であっても、両イオンの降下量が増加しないケースもあったため、台風が通過することで必ずしも両イオンの降下量が増加するわけではないことも分かった。

$\text{Ca}^{2+}$  は 4 月から 6 月にかけて降下量が増加しており、黄砂による影響が大きいと考えられた。

また、 $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{NO}_3^-$  については春から夏場に降下量が多く、11 月から 1 月の冬季に減少する傾向があることが分かった。

## 3 降下量の経年変化

過去に行った 1988 年度から 1990 年度のデータ（以下「過去のデータ」と呼ぶ。）と近年、2009 年度から 2014 年度までの年間降下量を表 2 にまとめた。また、この結果のグラフを  $\text{H}^+$  については図 2 に、その他の項目については図 3 に示した。

2009 年度における山梨県の  $\text{H}^+$  降下量は既報<sup>4)</sup>にて、全国に比べると低い水準であったことを報告した。今回の結果である 2010 年度以降のデータを確認したところ、 $\text{H}^+$  降下量は横ばいかやや減少傾向であることが確認された。また、最新の環境省の報告書<sup>5)</sup>によると降下量の全国平均はおよそ  $0.04 \text{ g/m}^2/\text{年}$  であり、これと比べると山梨県は依然低い水準で推移していることが分かった。

$\text{NO}_3^-$  について、過去のデータと比較すると 2009 年度は明らかな減少を示していたが、2010 年度、2011 年度には過去のデータと同水準まで降下量が増加した。これは 1988～2007 年度にかけて山梨県の  $\text{NO}_x$  濃度が減少傾向を示している<sup>6)</sup>ことと矛盾している。しかし、川村ら<sup>7)</sup>によると黄砂の影響により降水中の  $\text{NO}_3^-$  や  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度が増加することが報告されており、これらが影響した可能性も考えられた。

$\text{SO}_4^{2-}$  について、過去のデータと比較すると 2009 年度以降は減少していた。1988 年度から 1990 年度の調査時には伊豆大島（三原山）の噴火が続いており、その影響を強く受けていたためであると考えられる。

残り 4 項目については、年度ごとによる降下量の増減はあるものの、過去のデータと比較すると概ね横ばいに推移していた。

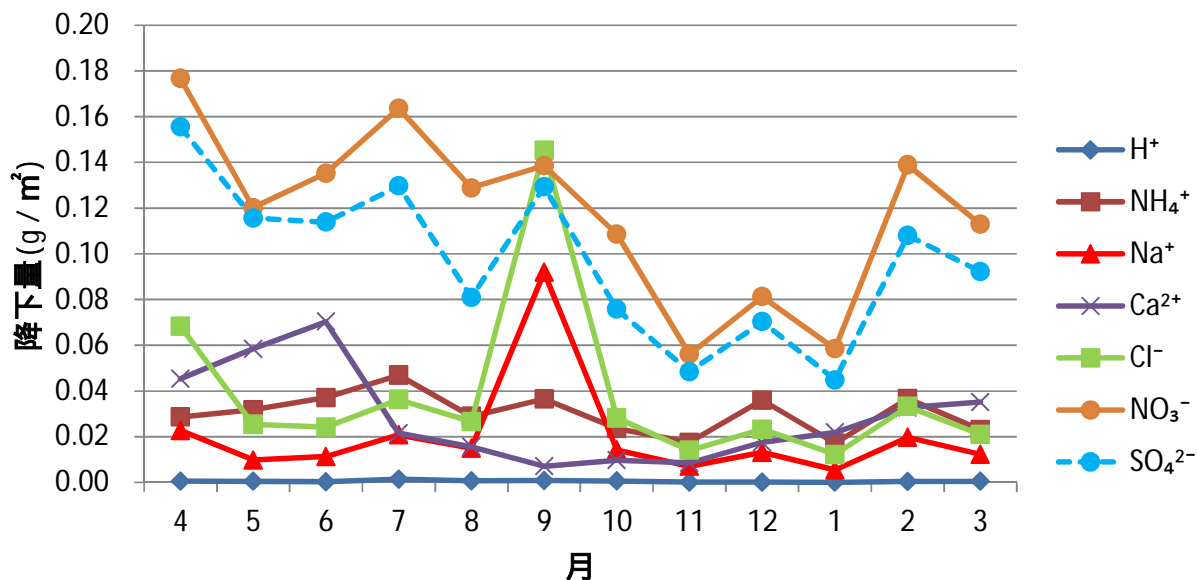


図 1 2010 - 2014 年度における各項目の経月変化（平均値）

表 2 1998 - 1990 年度および 2009 - 2014 年度の経年変化

年度	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
1988	0.023	0.54	0.18	0.46	0.84	1.74	1.84
1989	0.038	0.34	0.17	0.49	0.66	1.68	1.93
1990	0.019	0.38	0.14	0.42	0.53	1.33	1.65
2009	0.009	0.28	0.23	0.25	0.25	1.00	0.98
2010	0.008	0.52	0.30	0.03	0.49	1.56	1.14
2011	0.009	0.43	0.38	0.22	0.82	1.66	1.38
2012	0.001	0.26	0.15	0.65	0.28	1.23	1.10
2013	0.002	0.16	0.11	0.29	0.19	0.81	0.64
2014	0.006	0.28	0.14	0.38	0.26	1.17	1.01

単位 : g/m<sup>2</sup>/年

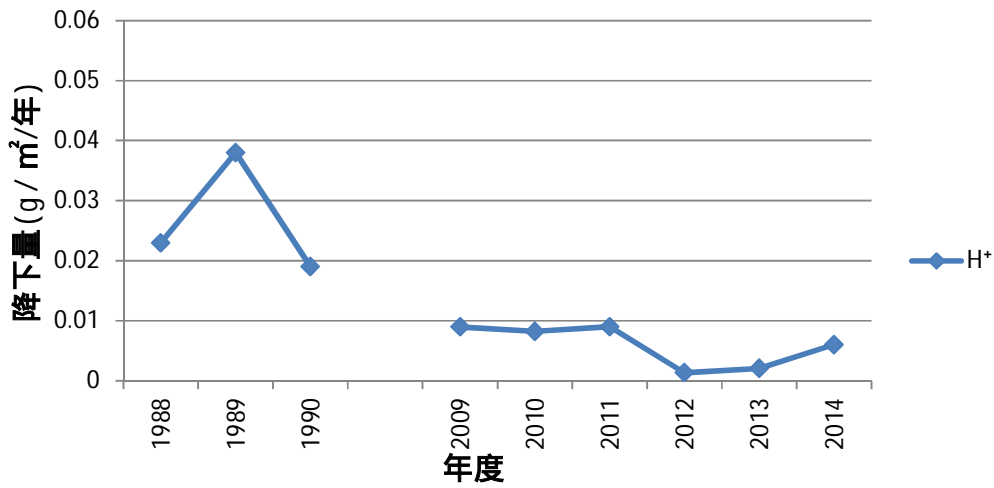


図 2 H<sup>+</sup>降下量の経年変化

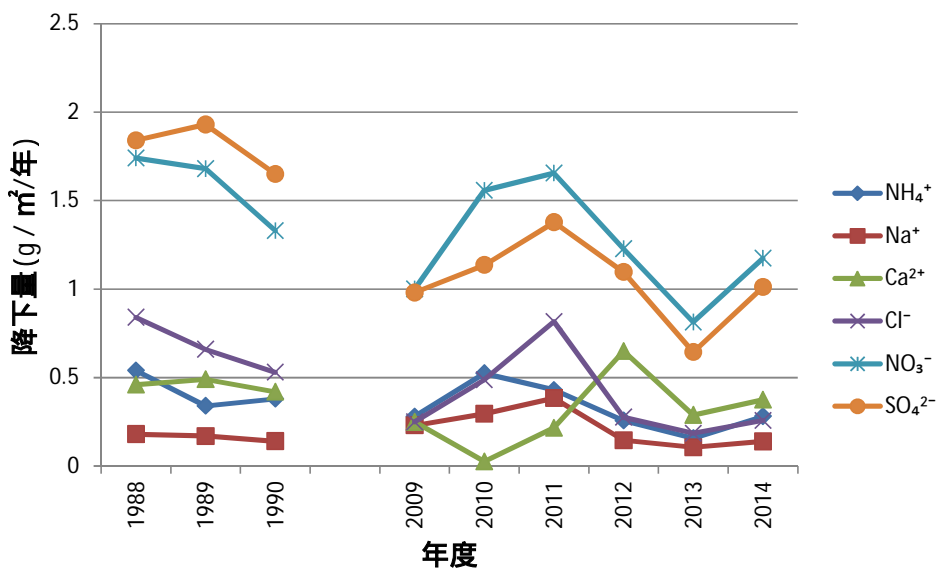


図 3 各項目における降下量の経年変化

#### 4 御嶽山噴火による影響の有無

2014 年度における  $\text{SO}_4^{2-}$  降下量の経月変化を図 4 に示す。2014 年 9 月 27 日に発生した御嶽山（長野県）の噴火により  $\text{SO}_4^{2-}$  の降下量は増えると思われたが、同年 9 月および 10 月に採取した降水から算出した  $\text{SO}_4^{2-}$  降下量から明確な噴火の影響があったことは確認できなかった。神田ら<sup>8)</sup>によると夏季、晴天時の山梨県における出現風向は安定しており、大きく 4 つのパターンに分別できるとのことであった。このいずれのパターンにおいても山梨県中部から釜無川沿いに葎崎・大泉に吹く南東の風が存在し、これが長野県からの移流を妨げていると推察できた。2014 年 9 月 27 日および 28 日の山梨県内における風向を確認したところ、長野方面に吹く南東の風が卓越している時間帯がほとんどであった。このことから、今回発生した噴火による粉塵等の移流による影響は、ほとんど無かった可能性が高いと考えられた。今後もデータを収集し、引き続き解析を行うこととする。また、自然災害などが起こった際には酸性降下物の降下量について、山梨県内への影響の有無を確認し、速やかに公表することとしたい。

#### まとめ

- 1) 測定イオン種間の相関係数から、山梨県内に降下している  $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  はほとんどが海塩由来のものであることが分かった。
- 2) 経月変化の結果から、 $\text{Na}^+$  および  $\text{Cl}^-$  は台風が通過することにより降下量が増大する可能性が示された。
- 3) 今回得られたデータと過去のデータを比較すると、 $\text{H}^+$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  と  $\text{NO}_3^-$  の 3 項目については減少し、その他の項目については横ばいに推移していることが分かった。
- 4) 2014 年 9 月に発生した御嶽山の噴火により山梨県内における  $\text{SO}_4^{2-}$  の降下量への影響は確認できなかった。このことから、酸性降下物については風向などの気象条件に強く影響されることを改めて認識した。

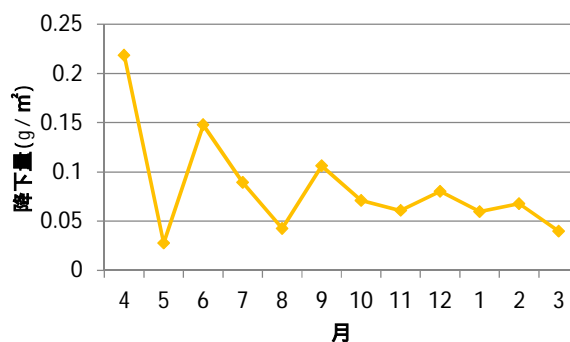


図 4 2014 年度における  $\text{SO}_4^{2-}$  の経月変化

#### 参考文献

- 1) 鷹野茂夫, 沼田一: 山梨県下において発生した刺激性雨水について, 山梨衛公研年報, **18**, 80-85 (1974)
- 2) 清水源治, 高橋照美, 中山昭: 梅雨期における甲府と大月の雨について, 山梨衛公研年報, **28**, 38-41 (1985)
- 3) 高橋照美ら: 山梨県における酸性降下物の年間降下量, 山梨衛公研年報, **34**, 72-74 (1990)
- 4) 佐々木裕也, 辻敬太郎, 清水源治: 近年の山梨県における酸性降下物の降下量について, 山梨衛公研年報, **53**, 75-76 (2009)
- 5) 環境省: 越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書 (2014)
- 6) 清水源治, 江頭恭子, 千須和真司: 山梨県における大気汚染の推移について, 山梨衛公研年報, **52**, 74-80 (2008)
- 7) 川村知裕, 原宏: 日本の降水化学に対する黄砂の影響, 大気環境学会誌, **41**, 335-346 (2006)
- 8) 神田学, 角井充: 甲府盆地における夏季晴天日の風系および気温分布の解析, 天気, **42**, 763-771 (1995)