

京都市における酸性雨調査に対する三宅島噴火の影響

山本暁人¹, 松本正義¹, 友膳幸典¹, 三輪真理子¹, 橋本和平¹

Influence of The Eruption of Miyake Island in The Monitoring of Acid Rain in Kyoto City

Akito YAMAMOTO, Masayoshi MATSUMOTO, Yukinori YUZEN, Mariko MIWA, Kazuhei HASHIMOTO

Abstract : The acid deposition monitoring at an urban site in Kyoto city was carried out in two years from April 2000 to March 2002. The results were summarized as follows ;

(1) Although the annual average value of pH (1998-1999) were higher in previous two years (1996-1997), the pH was low between 2000 and 2001. This was due to the rain which showed comparatively low pH value during this period, when the eruptive activities of Miyake Island which became more intense.

(2) The influence of volcanic gas by Miyake Island in rainfall was assessed. The rains influenced by volcanic gas revealed high concentrations of nss-SO_4^{2-} and H^+ .

(3) The total rain volume was small during the period, compared with an average year in Kyoto. Although the deposition of almost all ion components was low compared with the average for the past five years (1995-1999), only nss-SO_4^{2-} and nss-Ca^{2+} were higher. As one of the reasons for such phenomena, increased of nss-SO_4^{2-} was considered due to the influence of volcanic gas by Miyake Island, while high nss-Ca^{2+} was thought to be influence by the yellow sand from China.

It is concluded that the rainfall in Kyoto city was influenced of volcanic gas by Miyake Island during year 2000-2001.

Key words : 酸性雨 acid rain, 湿性降下物 wet deposition, 湿性/乾性分別採取装置 wet/dry sampler, 三宅島 Miyake Island, 噴火 eruption

I はじめに

降水のpHは、それに含まれている酸とアルカリの成分とその濃度のバランスによって決まる。pHの低下に関係する主な陰イオンは SO_4^{2-} と NO_3^- で酸性成分と呼ばれている。一方、酸を中和しpHを高くするイオンは、主に NH_4^+ と Ca^{2+} であり中和成分と呼ばれている¹⁾。これらの降水成分の発生源について考える時、工場や自動車の排気ガスなど人為的発生源の他、海や土壌や火山などの自然発生源も考慮する必要がある。特に、世界でも有数の火山地域である日本においては、 SO_4^{2-} の前駆体である SO_2 の火山からの放出を無視できない²⁾。以前より桜島³⁾や雲仙普賢岳⁴⁾など、その火山ガスが酸性雨に及ぼす影響は研究されている。

2000年(平成12年)7月より火山活動が活発化した三宅島雄山(814m)の SO_2 の一日放出量平均値は、2000年が42,000ton、2001年が21,000ton⁵⁾であり、三宅島噴火以前、近年の日本の火山における SO_2 放出量の大部分を占めていた桜島の日量2,000ton規模の放出に比べ、はるかに規模が大きく⁶⁾、関東を中心に各地でその影響が報告されている^{7)~9)}。そして、三宅島より約360km 西北西(京都市から

は東南東:ESE)に位置している京都市においても、気象条件などにより大気中 SO_2 濃度の特異的な上昇が観測され、三宅島由来の SO_2 の影響として山川¹⁰⁾がまとめている。

そこで、平成12年度と平成13年度における京都市内の降水成分の測定結果を、特に三宅島火山ガスの影響に注目して、最近5年間の調査結果(平成7年度~平成11年度:以下過去平均値と表す)や大気汚染常時監視データなどと比較検討を行った。

II 調査方法

1. 調査期間

2000年4月(平成12年度)から2002年3月(平成13年度)までの2年間。

2. 試料採取場所

京都市衛生公害研究所(京都市中京区壬生東高田町:以下衛公研と表す)5階建ての屋上。

3. 採取方法

感雨器を備えた雨水自動式採取装置(小笠原 R-200)に、ポリエチレン製の円筒型乾性降下物採取器を取り付けるなどの改良を加えた湿性/乾性分別装置により一降雨毎に採取したものをメンブランフィルター(0.45 μm)でろ過し、試料とした。本報では原則として、前後3時間以内に降水

¹ 京都市衛生公害研究所 環境部門

がなく全量0.5mm以上の降水を伴う一区切りの雨を一降雨として扱った。

4. 分析方法

降水試料の分析項目と方法は、環境庁酸性雨等調査マニュアル¹¹⁾に従った。pHをガラス電極法、ECを伝導率計、8種のイオン(SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+)をイオンクロマトグラフ法にて測定した。なお、降水データ中のpHとEC及び各イオン濃度($\mu\text{eq/L}$)についての月平均値と年平均値は、全て降水量で重み付けした加重平均で算出した。

SO_2 濃度値は大気汚染常時監視システム壬生局(観測場所は衛公研：以下壬生局と表す)の速報値を用いた。また、気象データとして、壬生局の他、大気汚染常時監視局の比叡山気象局(832m：以下比叡山山頂と表す)と京都タワー気象局(121m：以下京都タワーと表す)の速報値を用いた。

Ⅲ 結果と考察

1. 降水量とpH

1) 降水量

表1に降水試料数と年間降水量を示した。採取量を京都地方気象台のデータ¹²⁾と比較したところ、ほぼ正確に採取できたことを確認した。年間降水量は、平成12年度、13年度とも過去の平均値より少なく、平成13年度は降雨回数も少なかった。特に、平成13年4月の降水量は26.8mmと平年値(151.8mm)を大きく下回った。

表1 降水試料数及び年間降水量

	H12年度	H13年度	過去平均
降水試料数(降雨回数)	87	80	84.6
降水量 京都地方気象台(A)	1458.0	1148.5	1581.1*
(mm) 衛生公害研究所(B)	1492.7	1204.7	1593.5
採取割合(%；B/A)	102.4	104.9	101.1

* 京都の平均値¹²⁾

2) pH

図1にpHの経年変化を示した。平成10年度と平成11年度と高い値を示していたが、平成12年度より再びpH値が低くなった。

詳細を調べるため、一降雨毎のpH値を一年前の平成11年度より図2に示した。

一降雨における降水量は、梅雨期と秋期の雨季に多いことがわかった。また、春先にpH値が比較的高い降水が多いことがわかった。しかし、平成12年9月を境に、pH4.0以下の降水が多くなり、雨季の降水においても比較的低いpH値を示していることがわかった。

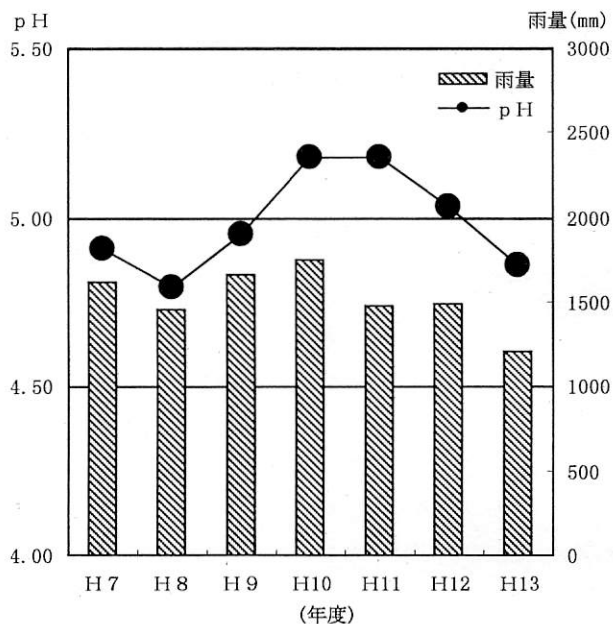


図1 降水量とpHの経年変化

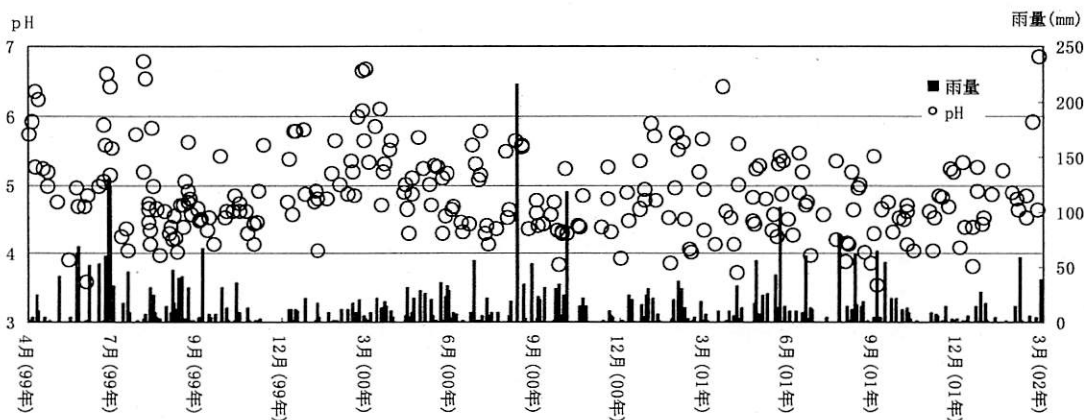


図2 一降雨毎の降水量とpHの変化

2. 一降雨における試料

1) 三宅島火山ガス中のSO₂の挙動

連続的に一定の強さで放出される噴煙は500m～1,000m上昇することが普通であり、噴煙と挙動を共にするSO₂などの火山ガスやSPM(浮遊状粒子物質)は、1,000m～2,000m上空の自由大気中ではあまり拡散せず、高濃度のまま風に乗って長距離移流する¹³⁾。そして、観測地点の上空を噴煙と共に流れてきた火山ガスの一部が、日中の対流混合や地表付近の乱流混合により地上付近に到達した時、SO₂が上昇すると推測されている¹⁴⁾。したがって、三宅島火山ガス由来のSO₂が京都市内で観測された時、京都上空に三宅島由来の火山ガス成分が到達していることが推察できる。そして、SO₂上昇時間中の降水成分もその影響を受けている可能性が考えられる。

2) 三宅島火山ガス由来 SO₂の検討

降雨を伴いSO₂が(20ppb以上)上昇した日時とその時の風向と風速について表2に示し、それらのSO₂上昇が三宅島火山ガス由来であるか検討した。

一部ではあるが、東海・近畿・北陸地方における三宅島火山ガス由来のSO₂の移動解析が行われた。それによると、

三宅島東部に高気圧があり、西日本付近に低気圧が存在する時、火山から噴出されるSO₂高濃度域が三宅島付近で東方向の風を受けて西進し、名古屋市付近から北に向きを変え、近畿地方から日本海へ抜けるか、瀬戸内海方面を抜けるS字型の流れを起こす現象が常時起こっている¹⁰⁾。解析期間中、京都市では平成12年8月31日、9月13日、9月22日～23日にSO₂の上昇が観測された。この時、3局(壬生局、比叡山山頂、京都タワー)では東(E)～南東(SE)よりの風が吹いていた。表2におけるSO₂が上昇した時も同様に、いずれの日にも西日本付近に低気圧が存在し、3局において東～南東よりの風が観測された。

また、SO₂濃度は通常10ppb以下の値を示しており、一年前の平成11年度における壬生局のSO₂の年平均濃度は8ppbで、年間を通しての一時間値最高濃度は15ppbであった。三宅島火山ガス由来のSO₂上昇が観測された平成12年8月以前の一年間に20ppbを越えることはなく、他の因子を考えることは難しい。

したがって、表2に示したSO₂上昇は三宅島火山ガスの影響によるものと推察した。

表2 SO₂上昇時の風向と風速と降水時間

SO ₂ 上昇日時				最高濃度	壬生局	比叡山		京都タワー			
記号	日	時	日	時	(ppb)	主風向	風速 (m/s)	主風向	風速 (m/s)	主風向	風速 (m/s)
A	2000/ 9/22	20	～ 2000/ 9/23	3	85	E	3.6	SE	9.8	E	3.7
B	2000/10/19	16	～ 2000/10/19	24	51	ENE	4.0	SE	11.6	ENE	4.2
C	2000/10/23	10	～ 2000/10/23	14	35	N	2.4	ESE	9.6	ENE	3.9
D	2000/10/31	18	～ 2000/11/ 1	6	32	NE	3.1	SE	13.4	ENE	3.7
E	2001/ 4/29	10	～ 2001/ 4/29	12	28	E	4.5	ESE	10.5	ENE	4.3
F	2001/ 5/ 2	1	～ 2001/ 5/ 2	6	38	E	5.1	ESE	11.4	ENE	5.0
G	2001/ 5/22	13	～ 2001/ 5/22	15	61	E	8.0	SE	15.8	E	8.2
H	2001/ 8/30	13			24	SE	1.9	SSW	1.1	E	0.8

降雨日時					雨量
記号	日	時	日	時	(mm)
A	2000/ 9/23	1	~ 2000/ 9/23	12	52.3
B	2000/10/19	23	~ 2000/10/20	19	29.4
C	2000/10/23	0	~ 2000/10/23	21	34.8
D	2000/10/31	20	~ 2000/11/ 2	16	119.0
E	2001/ 4/29	10	~ 2001/ 4/30	5	6.3
F	2001/ 5/ 2	1	~ 2001/ 5/ 3	4	32.6
G	2001/ 5/22	0	~ 2001/ 5/22	22	17.4
H	2001/ 8/30	13	~ 2001/ 8/31	3	13.9

3) SO₂上昇時の降水成分

表3にSO₂上昇時の降水中成分濃度を示し、図3に一降雨における各イオン成分の割合を示し、一降雨毎の降水成分について検討した。ここで、海塩粒子の影響を受けやすいSO₄²⁻とCa²⁺を降水中のNa⁺が全て海塩由来であると仮定して海塩補正を施し、非海塩由来(non-sea salt)という意味でnss-SO₄²⁻とnss-Ca²⁺と表示し、海塩由来(ss-)と区別した。

(1) 平成12年9月23日の降水(A)

SO₂が20ppb以上観測された時間は9月22日20時から翌23日3時までで、最高濃度は85ppbであった。降水時間は23日1時から12時までで、SO₂上昇時間と2時間重なっていた。降水量が52.3mmと多いにもかかわらず、pHは4.35と低かった。また、イオン総濃度の指標となるECは降水量が多くなると小さくなるが、9月23日のECは降水量が多いにもかかわらず過去平均値より高かった。さらに、各イオン濃度を過去平均値と比較すると、nss-SO₄²⁻とH⁺以外のイオンは過去平均値より低い値を示したのに対し、nss-SO₄²⁻とH⁺はそれぞれ2.7倍、2.2倍と高い値を示した。また、nss-SO₄²⁻とNO₃⁻の比(以下nssS/N比と表す)は37.9と過去平均値(1.5)に比べ高く、多くのnss-SO₄²⁻が存在していることがわかった。これより、酸性成分であるnss-SO₄²⁻がpHの低下に寄与していることがわかった。また、過去平均値に比べ高濃度のnss-SO₄²⁻が含まれていること、降水時間と同日時に山川¹⁰⁾が作成した濃度コンター図に示した三宅島方面からのSO₂高濃度域が京都市内で観測されたことより、この降水中に三宅島火山ガス由来のnss-SO₄²⁻が存在すると考えた。

(2) 平成13年5月2日の降水(F)

SO₂が20ppb以上観測された時間は5月2日1時から同日6時までで、最高濃度は38ppbであった。この時、壬生局と比叡山山頂において東～南東よりの風が観測された。

降水量が32.6mmと多いにもかかわらず、pHは4.13と低く、ECは過去平均値より高い値を示した。また、各イオン濃度はnss-SO₄²⁻とH⁺の占める割合が大きく、nssS/N比は5.0と過去平均値に比べ酸性成分としてnss-SO₄²⁻が多く存在していることがわかった。これらは三宅島火山ガスの影響を受けたと考えられる平成12年9月23日の降水と特徴が類似していた。

(3) 平成12年10月31日の降水(D)

SO₂が20ppb以上観測された時間は10月31日18時から翌11月1日6時までで、最高濃度は32ppbであった。降水時間が31日20時から2日2時までであり、SO₂上昇時間と10時間重なっていた。しかし、火山ガスの影響を受けたと考えるにはnss-SO₄²⁻濃度が低く、pH値も5.21と高かった。また、海塩由来成分であるNa⁺濃度もnss-SO₄²⁻と同程度の値を示し、ほとんどのイオン成分の過去平均値との比は0.3～0.7と低く、Na⁺のみ高い値を示した。ただし、nssS/N比は2.5と過去平均値に比べわずかに高かった。

この降水は、台風が台湾の東を北上し1日21時に九州の西で温帯低気圧になったことに伴う降水であり、京都地方気象台の日別降水量¹²⁾をみると、1日までに40.5mm、2日は78.5mm観測されていた。この時の京都市内の主風向はそれぞれ、壬生局がSO₂上昇時NEから、SO₂濃度が10ppb以下になった1日11時以降はWNWへ、京都タワーではENEからNNWへ、比叡山山頂ではSEからSへと変化していた。また、通常降水量が多いときの試料が示す特徴である高いpH値を示し、イオン濃度も低かった。したがって、平成12年10月31日の降水は三宅島火山ガスの影響を受けた降水と他の要素の影響を受けた降水とが混合された降水ではないかと推察した。これより、京都市における降水では、三宅島からかなり離れているため、降水においてわずかな気象条件の変化によって火山ガスの影響を受ける時と受けない時があるのではないかと考えた。

表3 SO₂上昇時の一降雨成分

	pH	EC	当量(μ eq)											nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	nss-S/N比
		μ S/cm	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺	H ⁺					
A 2000/ 9/23	4.35	27.5	4.4	2.2	82.8	6.4	3.5	0.0	3.2	0.0	44.7	82.0	2.9	37.9		
B 2000/10/19	4.73	14.8	7.1	7.4	34.0	8.2	9.4	0.0	5.6	1.3	18.6	33.0	5.3	4.5		
C 2000/10/23	4.32	30.1	9.8	9.8	59.0	8.7	9.4	0.0	6.2	1.9	47.9	57.9	5.9	5.9		
D 2000/10/31	5.21	8.6	13.6	5.0	14.3	15.6	7.0	0.0	4.0	2.7	6.2	12.4	3.3	2.5		
E 2001/ 4/29	4.52	31.3	24.8	34.4	71.2	12.9	44.9	1.1	21.7	6.9	30.2	69.7	21.1	2.0		
F 2001/ 5/ 2	4.13	51.8	31.5	21.7	110.0	19.1	21.9	0.0	12.1	6.1	74.4	107.7	11.2	5.0		
G 2001/ 5/22	4.46	30.4	19.7	23.4	71.8	11.5	29.0	0.0	17.1	5.2	34.7	70.4	16.6	3.0		
H 2001/ 8/30	3.88	76.2	15.6	34.2	164.1	5.5	27.9	0.0	7.0	2.1	131.8	163.5	6.8	4.8		
X 5年間平均	5.00	16.0	19.6	19.5	31.5	13.4	22.3	1.5	9.6	4.0	20.1	29.9	9.1	1.5		
A/X		1.7	0.2	0.1	2.6	0.5	0.2	0.0	0.3	0.0	2.2	2.7	0.3			
D/X		0.5	0.7	0.3	0.5	1.2	0.3	0.0	0.4	0.7	0.3	0.4	0.4			
E/X		3.2	1.6	1.1	3.5	1.4	1.0	0.0	1.3	1.5	3.7	3.6	1.2			

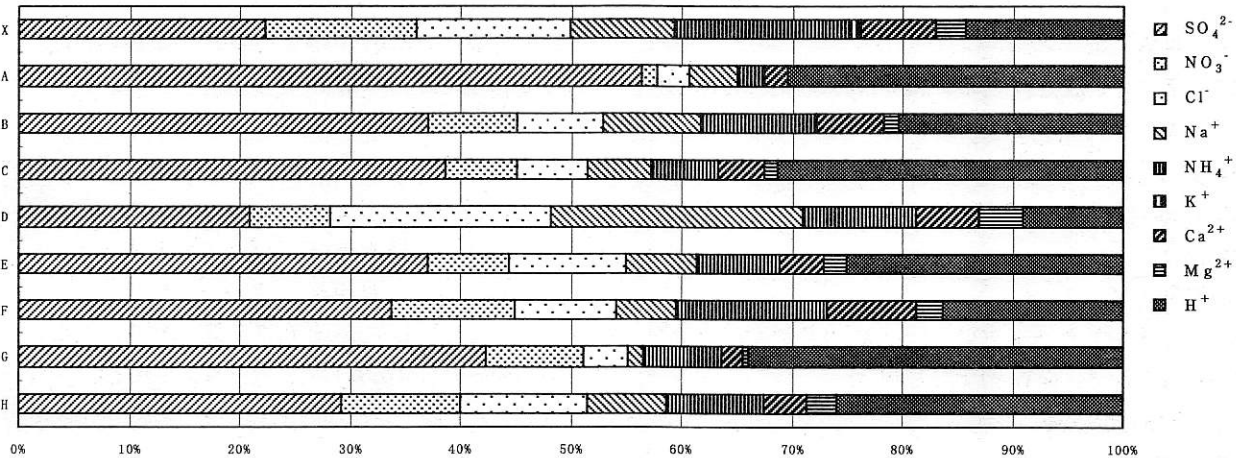


図3 SO₂上昇時の一降雨成分割合

4) 他地域との比較

前述したとおり、三宅島による降水の影響については数多く報告されているが、ここでは、一降雨データが掲載されてあった横浜市¹⁵⁾と愛知県¹⁶⁾のデータとの比較を行った。横浜市は降水成分の特徴として、pH 値が低いこと、nss-SO₄²⁻とnss-Cl⁻濃度が高いこと、イオン組成が主にH⁺-Cl⁻とH⁺-SO₄²⁻で構成されていること、nssS/N比が著しく大きいことなどをあげている。また、愛知県は降水成分の特徴として、pH 値が低いこと、nss-SO₄²⁻とH⁺濃度が相対的に高く当量濃度がほぼ一致すること、NH₄⁺などの中和成分の割合が低いこと、Cl⁻の存在比はSO₄²⁻に比べて低いことなどをあげている。これらの特徴は、京都市における三宅島火山ガスの影響を受けたと考えられる降水の特徴と、横浜市のCl⁻に関する項目を除いて、ほぼ一致していた。nss-Cl⁻の主な起源としている火山ガス中のHClは、火山ガスの中でも反応性が強く比較的早く沈着し、火山周辺の環境の酸性化に寄与し、nss-Cl⁻/nss-SO₄²⁻濃度比は火口からの距離に

対して指数関数的に減少する¹⁵⁾ため、京都に比べ三宅島に近い横浜市ではnss-Cl⁻の増加が観測されたのではないかと考えた。

以上より、京都市において三宅島火山ガスの影響を受けていると考えることができる降水が存在すると考えた。

3. イオン成分

表4に各イオンの年平均濃度を示した。酸性成分であるNO₃⁻とnss-SO₄²⁻の内、NO₃⁻は19.1μeq/L(平成12年度)18.6μeq/L(平成13年度)と過去平均値(19.5μeq/L)とほぼ同程度であったのに対し、nss-SO₄²⁻は36.2μeq/L(平成12年度)38.9μeq/L(平成13年度)と過去平均値(29.9μeq/L)より20～30%高い値を示した。また、中和成分であるNH₄⁺とnss-Ca²⁺については、NH₄⁺は24.5μeq/L(平成12年度)20.6μeq/L(平成13年度)と過去平均値(22.3μeq/L)とほぼ同程度であったのに対し、nss-Ca²⁺は13.8μeq/L(平成12年度)10.9μeq/L(平成13年度)と過去平均値(9.1μeq/L)より21～52%高い値を示した。

表4 降水成分の年平均濃度

成分	pH	EC	当量(μ eq)										
		μ S/cm	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺
H12年度	5.03	17.5	13.2	19.1	37.8	13.2	24.5	0.4	14.4	3.5	18.6	36.2	13.8
H13年度	4.86	19.7	16.5	18.6	40.4	12.3	20.6	0.3	11.5	4.0	24.3	38.9	10.9
過去平均	5.00	16.0	19.6	19.5	31.5	13.4	22.3	1.5	9.6	4.0	20.1	29.9	9.1
最大値	5.18	20.7	25.9	23.1	38.2	16.4	27.7	2.4	14.8	6.5	27.0	36.2	14.1
最小値	4.80	13.0	15.8	17.8	28.0	11.8	16.6	0.8	4.8	2.5	14.9	26.5	4.3

表5 年間降下量

成分	雨量 mm	降下量(meq/m ² /year)											
		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	nss-SO ₄ ²⁻	nss-Ca ²⁺	
H12年度	1492.7	19.8	28.5	56.4	19.7	36.6	0.6	21.5	5.2	27.7	54.1	20.6	
H13年度	1204.7	19.9	22.4	48.7	14.9	24.8	0.4	13.8	4.8	29.3	46.9	13.2	
過去平均	1593.7	31.1	31.0	50.0	21.2	35.5	2.4	15.1	6.4	31.7	47.5	14.2	
最大値	1748.7	41.8	36.1	55.8	24.0	44.8	4.3	21.6	10.6	39.5	52.9	20.6	
最小値	1462.1	23.4	26.5	41.5	18.4	24.7	1.3	8.3	3.7	26.1	39.3	7.5	

4. 降下量

1) 年平均降下量

表5に各イオン成分の年間降下量と過去の平均値との比較を示した。平成12年度、平成13年度とも降水量が過去より少ないため、ほとんどのイオンの比は1.0以下であるのに対し、 nss-SO_4^{2-} と nss-Ca^{2+} の降下量は増加していることがわかった。

2) 月別変化量

降下量が増加した nss-SO_4^{2-} と nss-Ca^{2+} の月別変化量をそれぞれ図4と図5、図6と図7に示した。

(1) nss-SO_4^{2-} 降下量

頻繁に SO_2 の特異的な上昇が確認され始めた平成12年9月頃より、 nss-SO_4^{2-} 降下量は過去の平均値を上回る月が多くなった。しかし、降下量は降水量に比例するので、降水量が多いことによる降下量の増加が考えられる。次に、増加した月毎に検討してみた。

平成13年1月と2月、平成14年1月の nss-SO_4^{2-} 降下量は過去平均値以上を示しているが、降水量も平年値に比べ多かったため、一概に三宅島火山ガスの影響であるとは考えられない。

平成12年9月と10月は降水量と降下量ともに過去平均値以上を示した。しかし前述の通り、三宅島火山ガスの影響を受けていると考えられる降水が両月とも観測され、降下量増加の一因として三宅島火山ガスの影響が考えられる。

平成13年5月は過去平均値以上を示しているが、 nss-Ca^{2+} も平均値以上を示し、全てが火山ガス成分によって増加し

たとは考えにくい。しかし、 NO_3^- や Ca^{2+} に比べ、 SO_4^{2-} の含有濃度が高く三宅島火山ガスの影響を受けていると考えられる降水も観測されたため、 nss-SO_4^{2-} 降下量増加の一因として三宅島火山ガスの影響が考えられる。

平成13年6月の降下量は、降水量(220.9mm)が平年値(247.6mm)より少なかったにもかかわらず、平均値を上回っていた。6月は降水時間とは重なっていなかったが20ppb以上の SO_2 上昇が3度観測(6月9日～10日、10日、14日)された。これらより nss-SO_4^{2-} 降下量の増加の一因として、三宅島火山ガスが影響していると考えられる。

以上より、降下量増加の要因の一つとして三宅島火山ガスの影響が考えられる。

(2) nss-Ca^{2+} 降下量

Ca^{2+} は、黄砂の成分に含まれていて黄砂飛来時には増加する傾向にある¹⁸⁾。日本では黄砂は1月～5月にかけて観測され、特に2000年より三年連続して多くの黄砂が観測された¹⁹⁾。 nss-Ca^{2+} の降下量は、黄砂が観測される1～5月にかけて増加していた。全国123地点での月別の延べ観測日数が、平成12年4月と5月、平成13年3月と5月は、401日・83日、452日・142日と多く、 nss-Ca^{2+} 降下量も過去平均値より高かった。平成13年4月については、観測日数は236日と多かったが、降水量が平年(151.8mm)に比べ4月(26.8mm)は極めて少なかったため、降水量に依存する降下量も少なかった。これより、 nss-Ca^{2+} 降下量が増加した一因として、黄砂の影響が考えられる。

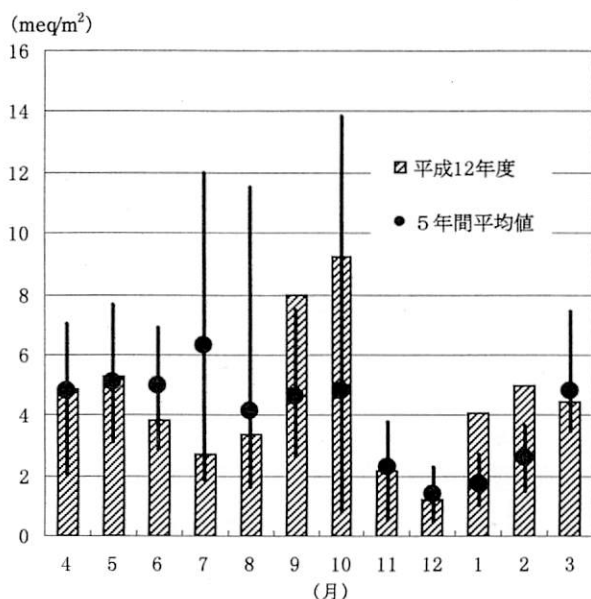


図4 nss-SO_4^{2-} 月別降下量(平成12年度)

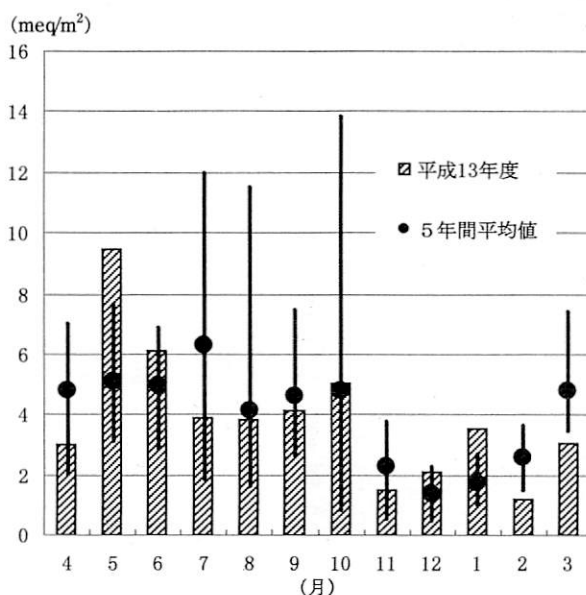
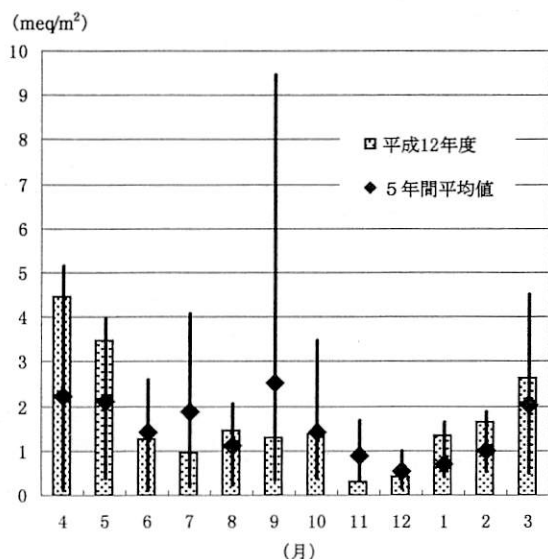
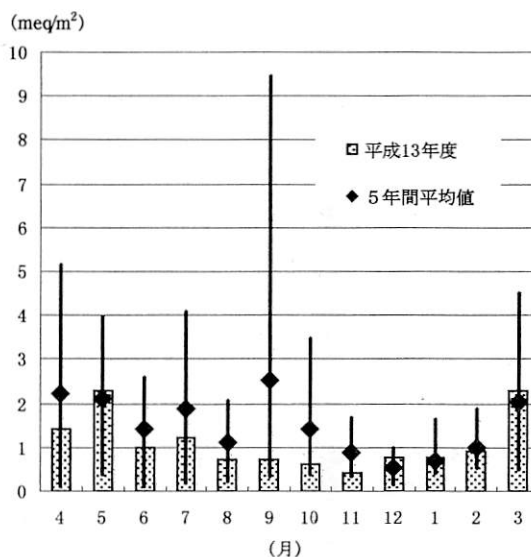


図5 nss-SO_4^{2-} 月別降下量(平成13年度)

図6 nss-Ca²⁺月別降水量(平成12年度)図7 nss-Ca²⁺月別降水量(平成13年度)

IV まとめ

2000年4月から2002年3月まで京都市において、降水を一降雨毎に採取した。雨水の分析により、次の結果を得た。

1. pH の年平均値は平成10年度からやや高い値を示していたが、平成12年度と平成13年度は再び低い値を示した。特に、平成12年度後半より激しくなった三宅島の噴火活動以後に、比較的低い pH 値を示した降水が多かった。
2. 一降雨における三宅島火山ガスの影響を検討したところ、火山ガスの影響を受けていると考えられる降水が存在し、nss-SO₄²⁻とH⁺の濃度が高いものが多かった。
3. 平年に比べ降水量が少なかったため、ほとんどのイオン成分の年間降水量は過去平均値に比べ低かったが、nss-SO₄²⁻とnss-Ca²⁺は増加していた。その一因として、nss-SO₄²⁻は三宅島火山ガスの影響、nss-Ca²⁺は黄砂の影響があったと考えられる。

以上より、京都市における降水は、気象条件により三宅島火山ガスの影響を受けていると考えられる。

V 参考文献

- 1) 原宏：酸性雨-第3講酸性雨データをどうみるか-, 大気汚染学会誌, 26, A51-A59(1991)
- 2) 原宏：酸性雨-第2講酸性雨とその生成メカニズム-, 大気汚染学会誌, 26, A33-A40(1991)
- 3) 宝来俊一：鹿児島市周辺に降った pH2.5の特異的酸性雨について, 全国公害研誌, 13, 2-6(1988)など
- 4) 釜谷剛, 他：雲仙普賢岳に伴う大気環境調査について, 大気環境学会年会講演要旨集, 42, 198-199(2001)など
- 5) 風早康平：COPEC Results MIYAKEJIMA SO₂ Flux Daily Average, 独立行政法人産業技術総合研究所,

<http://staff.aist.go.jp/kazahaya-k/SO2average.htm>
(Apr. 18, 2002 up data)

- 6) 風早康平：三宅島噴火における火山性ガスの噴出量, 三宅島噴火と広域大気汚染, 大気環境学会, 17-25(2001)
- 7) 杉山孝一：東京都における三宅島噴火の影響, 三宅島噴火と広域大気汚染, 大気環境学会, 51-67(2001)など
- 8) 森山登, 他：三宅島噴煙影響時における浮遊粒子状物質中水溶性イオン組成, 新潟県保健環境科学研究所年報, 16, 128-131(2001)
- 9) 野口泉, 他：北海道の降水に対する三宅島噴火の影響, 大気環境学会年会講演要旨集, 42, 432(2001)など
- 10) 山川和彦, 他：三宅島噴火に伴う東海・近畿・北陸地域の硫酸化合物高濃度事例, 全国環境研会誌, 26, 243-248(2001)
- 11) 酸性雨調査法研究会：酸性雨調査法, 279-291, ぎょうせい, 東京(1993)
- 12) 京都地方気象台：京都府気象月報, 平成12年4月～平成14年3月
- 13) 木下紀正：桜島の噴煙活動と火山ガス高濃度事象, 気象利用研究, 13, 61-65(2000)
- 14) 木下紀正：三宅島火山ガスの動態と気象条件, 自然災害科学研究西部地区部会報, 25, 145-148(2001)
- 15) 加藤善徳, 他：三宅島火山ガスによる酸性雨への影響, 横浜市環境科学研究所報, 25, 38-46(2001)
- 16) 大塚治子, 他：三宅島火山ガスが愛知県内の大気および降水中の硫酸化合物濃度に与える影響, 全国環境研会誌, 27, 31-39(2002)
- 17) 藤田慎一：火山活動と環境の酸性化, 大気汚染学会誌, 28, 72-90(1993)
- 18) 谷村俊史, 他：黄砂飛来時における雨水の特徴, 山口県衛生公害研究所年報, 35, 78(1993)
- 19) 気象庁：今年は1967年以降で最も多く「黄砂」を観測しました, 報道発表資料(平成14年4月15日)